



Flomsonekartprosjektet
**Flomberegning
for Sandvikselva**

Thomas Væringstad

8
2003



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Sandvikselva (008.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2003

Dokument nr. 8 - 2003

Flomberegning for Sandvikselva (008.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Thomas Væringstad

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Bærums Verk under flommen 1.mai 2002. Foto: Trond Skarpsno, Bærum kommune.

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Sandvikselva i Akershus. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for flere steder i elva.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Sandvikselva.

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

Mai 2003

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	6
3. Hydrometriske stasjoner	9
4. Flomdata	13
5. Beregning av flomverdier	13
6. Forhold til tidligere flomberegninger	18
7. Usikkerhet	19
Referanser	20
Vedlegg	21

Forord

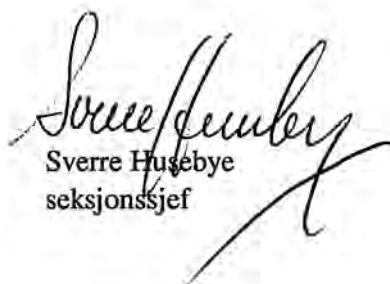
Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Beregning av flomvannføringer på flomutsatte strekninger er en del av dette arbeidet. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer som blant annet benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av Sandvikselva. Rapporten er utarbeidet av Thomas Væringstad og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, mai 2003



Kjell Repp
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Sandvikselva gjelder tre delprosjekter i NVEs Flomsonekart-prosjekt: fs 008_1 Sandvikselva, fs 008_2 Vøyenenga og fs 008_3 Bærums Verk. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall opp til 500 år er beregnet for utvalgte steder i vassdraget. Det foreligger observasjonsserier av vannføring i Sandvikselva for en periode på 35 år. Beregningen er basert på flomdata fra målestasjonen ved Bjørnegårdssvingen. I tillegg er regionale flomfrekvenskurver og stasjoner fra nabovassdrag vurdert.

Resultatet av beregningen, kulminasjonsvannføringer utjevnet til nærmeste hele m^3/s , er gitt i tabell 1.

Tabell 1. Flomverdier for Sandvikselva. Det er kulminasjonsvannføring som er gitt.

Beregningspunkt	Areal	Qm	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	km^2	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Utløp fjord	225.0	74	96	115	132	156	174	193	218
Bjørnegårdssvingen	190.4	63	81	97	112	132	148	163	184
Lomma ved samløp Isielva	110.2	36	47	56	65	77	85	94	107
Bærums Verk	105.8	35	45	54	62	73	82	91	102
Isielva ved samløp Lomma	69.9	23	30	36	41	49	54	60	68
Urselva ved utløp Isielva	6.6	2.2	2.8	3.4	3.9	4.6	5.1	5.7	6.4
Dælibekken ved utløp Sandvikselva	6.0	2.0	2.6	3.1	3.5	4.2	4.6	5.1	5.8
Restfelt til Bjørnegårdssvingen	4.4	1.4	1.9	2.2	2.6	3.1	3.4	3.8	4.3
Øverlandselva ved utløp i Engervannet.	29.8	9.8	12.7	15.2	17.5	20.7	23.1	25.5	28.8

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig. En må regne med at usikkerheten er minimum 20 – 30 % i de beregnede flomverdiene for høye gjentaksintervall. Det er mange faktorer som spiller inn. Usikkerheten i beregningene er blant annet knyttet til en noe kort observasjonsperiode ved estimatene for høye gjentaksintervaller, og om påvirkningen av reguleringene i vassdraget er avgjørende for flomforholdene. Hvis disse beregningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil resultatene for Sandvikselva få klasse 2.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres i Sandvikselva og faller inn under delprosjektene fs 008_1 Sandvikselva, fs 008_2 Vøyenenga og fs 008_3 Bærums Verk i NVEs Flomsonekartprosjekt. I Sandvikselva skal strekningen utløp sjø opp til Vøyenenga og områdene opp til Engervannet kartlegges. Videre skal sideelvene Isielva opp til Isi og Lomma opp til By samt området Bærums Verk kartlegges. I tillegg skal effektene av ekstremvannstander i Oslofjorden vurderes opp til Hamang og Engervannet. Sammenfall i tid av flommer og ekstremvannstander i Oslofjorden (Oslo havn) skal undersøkes.

Som grunnlag for konstruksjon av flomsonekartet skal kulminasjonsverdier for middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes.

Det finnes fra tidligere beregninger for deler av områdene. På oppdrag fra Bærum kommune har Statkraft Grøner i Trondheim utført flomberegninger og vannlinjeberegninger for Sandvikselva (Jenssen, 2001). Det ble også gjort flomberegninger i Beheim (1987), samt beregninger av dimensjonerende flom og påregnelig maksimal flom ved noen dammer i vassdraget (Berdal Strømme, 1988, 1992 og Norconsult, 2000).

Det vil bli beregnet flommer fordelt på følgende punkter: Bjørnegårdssvingen, Isielva ved samløp Lomma, Urselva ved utløp i Isielva, Lomma ved samløp Isielva, Lomma ved Bærums Verk, tilløp Engervannet fra Øverlandselva, Dælibekken ved utløp Sandvikselva og restfelt til Bjørnegårdssvingen.

2. Beskrivelse av vassdraget

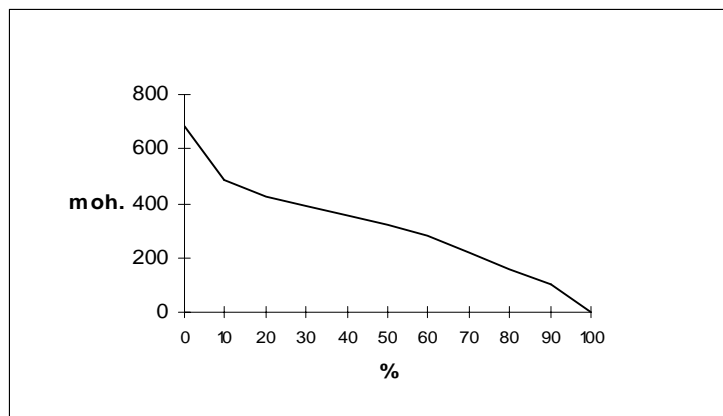
Nedbørfeltet til Sandvikselva ligger i Akershus og Buskerud fylker og Bærum, Hole og Ringerike kommuner. Ved utløp Oslofjorden har vassdraget et samlet areal på 225 km². Høyeste punkt er Gyrihaugen helt nord i feltet med 682 moh., mens midlere høyde er 320 moh. Figur 1 viser kart over vassdraget og figur 2 den hypsografiske kurven for feltet.

Elva renner gjennom Sandvika sentrum og får i hovedsak bidrag fra tre sideelver. Nesten helt nederst kommer forgreningen Øverlandselva (30.4 km²) som inkluderer Engervannet. Ved Vøyenenga deler elva seg i henholdsvis Isielva (69.9 km²) og Lomma (110.2 km²). Dælibekken renner ut i Sandvikselva rett ovenfor Franzefoss og har et nedbørfelt på ca 6 km². For de nederst delene av elva vil vannstanden også være styrt av sjøvannstanden.



Figur 1. Kart over vassdrag 008.Z Sandvikselva.

Normalavløpet for hele vassdraget er beregnet fra NVEs avrenningskart (Beldring et al. 2002) for normalperioden 1961-90 og ligger i størrelsesorden 19 l/s pr. km². Dette stemmer godt over ens med målt vannføring ved Bjørnegårdssvingen, hvor normalavløpet er beregnet til 19.4 l/s pr. km² (Astrup, 2001).



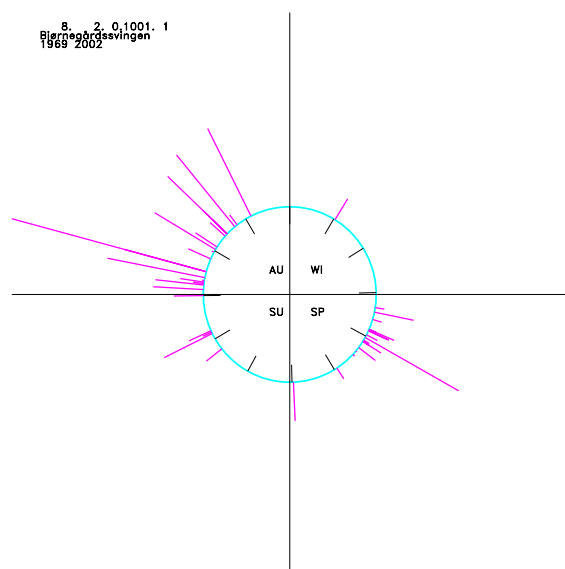
Figur 2. Hypsografisk kurve for vassdrag 008.Z Sandvikselva. Kurven viser hvor stor prosent av det totale feltarealet som ligger over en gitt høyde.

Det er flere reguleringer i vassdraget. Fra Søndre Heggelivatnet til Trehørningen kommer det en overføring inn. Denne er av Bærum kommune målt til å ha en kapasitet på rundt $1.25 \text{ m}^3/\text{s}$ i en situasjon med mye vann (Berdal Strømme, 1992). Overføringen er ofte åpen. I tillegg er det flere regulerte vann og hvor noen av disse inngår i vannforsyningen til Bærum kommune. Østervann og Burudvannet er normalt oppfylt, mens Stovivatnet har lav reguleringshøyde og kan antas å ha liten flondemping. Vannene Trehørningen, Byvatnet, Småvatna og Aurevatnet er normalt noe nedtappet. Disse fire vannene har et totalt tilsigsfelt på ca. 16.8 km^2 og dette utgjør for eksempel 16 og 9 prosent av tilsigsarealet for henholdsvis Lomma ved Bærums Verk og Bjørnegårdssvingen. Det er forventet at disse reguleringene har en viss dempende effekt på mindre flommer, mens for eksempel ved 1987 flommen rant vannet over ved alle dammene (pers. meddelelse Dag T. Norum, NVE – KTV).

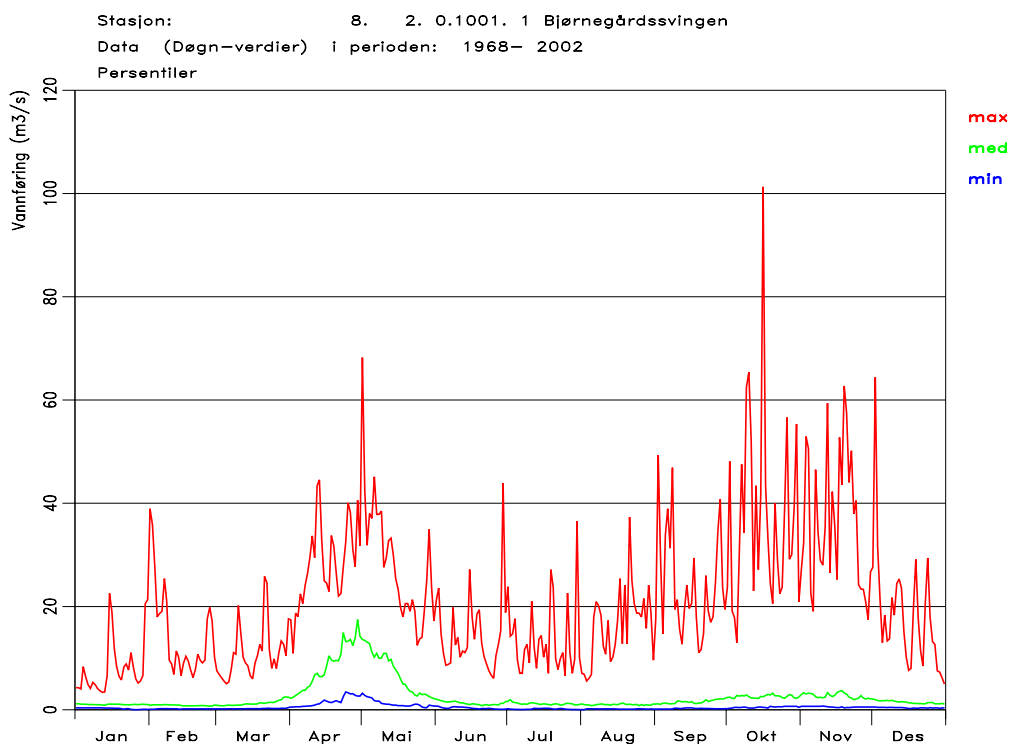
Hydrologiske forhold i vassdraget

Vannføringen ved stasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen illustrerer de hydrologiske forholdene i vassdraget. Figur 3 viser relativ størrelse og tidspunkt for flommer over en gitt verdi ved stasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen. Flommene er plukket ut ved å sette en terskel på $30.3 \text{ m}^3/\text{s}$ som er ca 75 % av årlig midlere flom (døgnmiddel). Figur 4 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver enkelt dag i året. Øverste kurve (max) viser største observerte vannføring. Den midterste kurven (med) angir medianvannføringen, mens den nederste (min) viser minste observerte vannføring.

Figurene 3 og 4 viser at flommer i hovedsak inntreffer som vårflokker (april – mai) eller som høstflokker (august – november). Vårflokkene er mest årvisse, mens høstflokkene er dominerende blant de største hendelsene.



Figur 3. Flommer ved stasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen. Sirkelen representerer året med Nyttår rett opp og tiden løper med klokka. Flommene er markert når på året de opptrer og med relativ størrelse.



Figur 4. Karakteristiske hydrologiske data for Sandvikselva. Figuren viser henholdsvis største, median og minste observerte vannføring (døgnmiddel) i perioden 1968 – 2002 ved målestasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen.

3. Hydrometriske stasjoner

Hydrometriske stasjoner i vassdrag 008.Z Sandvikselva

Det er tre målestasjoner i vassdraget med tilfredsstillende lengde og kvalitet. Stasjonene er gitt i tabell 2. Seriene er testet for homogenitetsbrudd og funnet homogene (Astrup, 2000).

Tabell 2. Vannføringsstasjoner i vassdrag 008.Z Sandvikselva.

Stasjon	Areal	Observasjonsperiode
8.2 Bjørnegårdssvingen	190.4	1968-dd.
8.6 Sæternbekken	6.3	1971-dd.
8.8 Blomsterkroken	22.2	1975-2000

Målestasjonen 8.2 Bjørnegårdssvingen ligger i Sandvikselva. Nedbørfeltet til stasjonen er 190 km². Største vannføringsmåling er på hele 135 m³/s (16/10-87) og er tatt samme dag som høyeste registrerte flom ved vannmerket. Dette er drøyt 3 ganger

større enn døgnmiddelflommen (42 m³/s) og det er ikke noe avvik mellom største vannføringsmåling og gjeldende vannføringskurve. For denne stasjonen antas derfor flomverdiene å være pålitelige. Vannføringsregistreringen gikk over fra måling av døgnmiddel til fin tidsoppløsning med timesverdier i 1986.

Målestasjonen 8.6 Sæternbekken drenerer også til Sandvikselva. Nedbørfeltet til stasjonen er 6.3 km². Ved stasjonen er det montert et 120° V-overløp. Største vannføringsmåling er 0.78 m³/s, det tilsvarer snaut 50 % av midlere flom. Det er ikke noe avvik mellom største vannføringsmåling og gjeldende vannføringskurve. Det er kun et segment på vannføringskurven. Ved vannstander høyere enn overkant av V – overløpet, vil vannføringen underestimeres. I henhold til Hans Christian Udnæs (NVE – HV) har vannstanden vært godt over V-overløpet under flom.

Målestasjonen 8.8 Blomsterkroken ligger et stykke nedstrøms 8.6 Sæternbekken og har et nedbørfelt på 22.2 km². Ved stasjonen er det montert et kunstig profil. Vannføringsserien regnes som god (Knut Schult, NVE – HH), men registrering av vannstand mangler for enkelte perioder og er komplettert.

Nabostasjoner

En del stasjoner med lignende feltkarakteristika og relativt nær beliggenhet er vurdert. Stasjonene er gitt i tabell 3 og geografisk plassering er vist i figur 5.

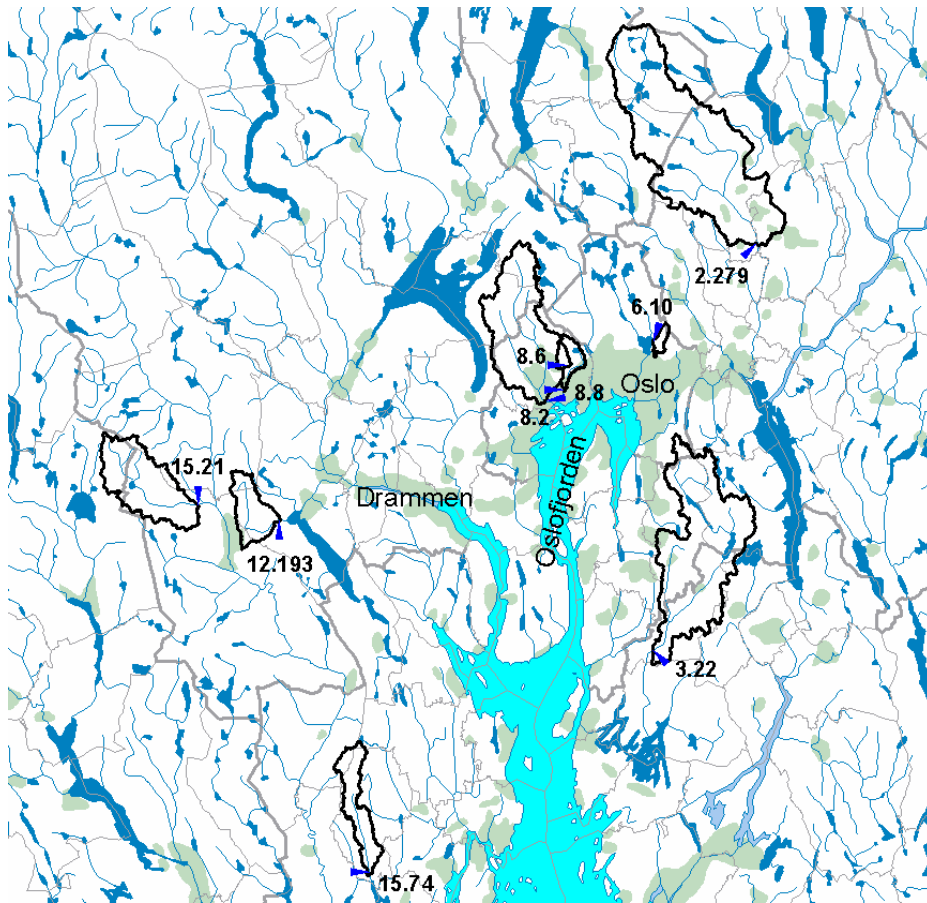
Tabell 3. Nabostasjoner brukt i analysen.

Stasjon	Areal	Observasjonsperiode
2.279 Kråkfoss	432.9	1966-dd.
3.22 Høgfoss	300.7	1976-dd.
6.10 Gryta	7.0	1967-dd.
12.193 Fiskum	51.9	1976-dd.
15.21 Jondalselv	127.4	1919-dd.
15.74 Skorge	59.7	1980-dd.

De fleste av disse stasjonene er godt beskrevet i Holmqvist (2001) og de påfølgende stasjonsbeskrivelsene er hentet derfra.

Målestasjonen 2.279 Kråkfoss ligger i elva Leira litt sør for Gardermoen og har et nedbørfelt på 433 km². Det er utført mange vannføringsmålinger, og hvor den høyeste er målt til 114 m³/s. Dette utgjør 175 % av midlere flom og avviket fra vannføringskurven er på ca 5 %. Det har vært forandringer i profilet og tre ulike kurveperioder er benyttet.

Målestasjonen 3.22 Høgfoss ligger på østsiden av Oslofjorden i Hobølelva. Nedbørfeltet er på 297 km². Største vannføringsmåling er på hele 62 m³/s som tilsvarer omkring en 20 års flom. Denne flommålingen ga en vannføring som er 11 % større enn det gjeldende vannføringskurve gir for den aktuelle vannstanden.



Figur 5. Geografisk plassering av stasjoner brukt i analysen.

Målestasjonen 6.10 Gryta ligger i Maridalen i Oslo. Nedbørfeltet til Gryta er kun 7.0 km², og effektiv sjøprosent er lav med 0.5 %. Ved stasjonen er det montert et 120° V-overløp. Det er kun 1 % avvik mellom største vannføringsmåling og gjeldende vannføringskurve. Men største vannføringsmåling er 0.81 m³/s eller ca. 60 % av midlere flom. Det betyr at flomverdiene er beregnet ut fra den ekstrapolerte delen av vannføringskurven. Flomvannføringene ved denne stasjonen antas å være noe underestimert (jmf. kommentarer ovenfor knyttet til Sæternbekken).

Målestasjonen 12.193 Fiskum ligger oppstrøms Eikeren i Drammensvassdraget. Nedbørfeltet er 50 km². Det er støpt profil ved stasjonen. De to største vannføringsmålingene er på drøyt 10 m³/s, som er på nivå med midlere flom (9.9 m³/s). Det er lite avvik (+ 2 % og - 3 %) mellom disse målingene og gjeldende vannføringskurve. Flomverdiene ved denne stasjonen antas derfor å være godt bestemt.

Målestasjonen 15.21 Jondalselv ligger nordvest for Kongsberg og drenerer til Numedalslågen. Nedbørfeltet er 126 km². Observasjonsperioden (83 år) er betydelig lengere enn for de øvrige stasjonene. Største vannføringsmåling er på 55.8 m³/s som er drøyt 70 % over midlere flom. Det er et ubetydelig avvik mellom største vannføringsmåling og gjeldende vannføringskurve.

Målestasjonen 15.74 Skorge ligger nordøst for Larvik og drenerer til nedre del av Numedalslågen. Nedbørfeltet er 59 km². Største vannføringsmåling er 22.3 m³/s og ble målt i november 2000. Det tilsvarer 50 % over midlere flom. Gjeldende vannføringskurve gir imidlertid kun 18.2 m³/s ved den aktuelle vannstanden, avviket er på ca. 20 %. Flomvannføringen ved Skorge påvirkes av innsjøen Goksjø som ligger nedstrøms. Høy vannstand i Goksjø virker oppstuvende på målestasjonen, i tillegg kan et brokar rett nedstrøms stasjonen også virke oppstuvende under flom. Flomverdiene ved denne stasjonen er derfor usikre (Per Lofsberg, NVE-HH).

Korrelasjonsanalyse

Det er foretatt en korrelasjonsanalyse på døgndata fra Bjørnegårdssvingen mot andre sammenlignbare måleserier. Analysen er utført med enkel lineær korrelasjon og data fra samme dag, altså ingen tidsforskyvning mellom seriene. Resultatene av analysene er gitt i tabell 4 og viser en relativt god korrelasjon mellom Bjørnegårdssvingen og stasjonene Kråkfoss, Gryta, Sæternbekken, Blomsterkroken og Fiskum.

Tabell 4. Korrelasjon mellom stasjonen 8.2 Bjørnegårdssvingen og noen nabostasjoner.

Stasjon	Korrelasjonskoeffisient	Stasjon	Korrelasjonskoeffisient
2.279 Kråkfoss	0.87	8.8 Blomsterkroken	0.83
3.22 Høgfoss	0.65	12.193 Fiskum	0.84
6.10 Gryta	0.85	15.21 Jondalselv	0.78
8.6 Sæternbekken	0.86	15.74 Skorge	0.74

4. Flomdata

I tabell 5 er de fem største registrerte flommene ved Bjørnegårdssvingen gitt. Den høyeste målte flommen er fra 1987 og er på 145 m³/s. Selve flomtoppen mangler fra registreringen ved Bjørnegårdssvingen stasjon, men det ble tatt vannføringsmåling den dagen og flomtoppen er godt anslått. Andre store flommer ved vannmerket er fra årene 1983, 2000, 2001 og 2002. Fire av de fem største flommene er høstflommer. I 1965 ble det observert høyere vannstand ved Bjørnegårdssvingen enn i 1987 (Jenssen, 2001), men størrelsen på flommen er ikke anslått.

Forholdstallet mellom observerte kulminasjonsverdier og døgnmiddelverdier av årsflommer ligger i gjennomsnitt i størrelsesorden 1.5. Under høstflommen 2001 er forholdstallet betraktelig høyere, men da kulminerte flomforløpet rundt kl. 23.00 og flomvolumet er fordelt over to dager. Dette er tilfelle for andre flomhendelser også.

Tabell 5. Kulminasjonsverdier og døgnmiddelverdier for de 5 største målte flommene ved stasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen.

Dato	Årsflommer (m ³ /s)	
	Kulminasjon	Døgnmiddel
16.10.1987	145.0	101.3
16.10.1983	104.0	60.3
07.10.2001	103.6	47.5
30.10.2000	101.9	55.3
01.05.2002	97.3	68.2

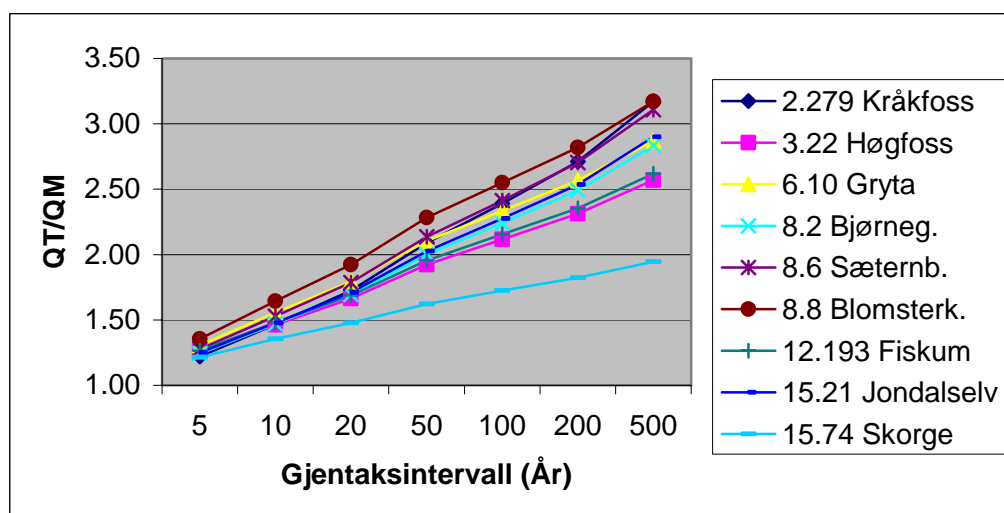
5. Beregning av flomverdier

Flomfrekvensanalyse på observerte data

For bestemmelse av flommer i Sandvikselva med gjentaksintervall opp til 500 år er det utført frekvensanalyser på flomdata fra stasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen. I tillegg er regionale flomfrekvenskurver (Sælthun et al. 1997) og nabostasjoner vurdert.

Fra figur 6 og tabell 6 ser en at for høye gjentaksintervall varierer frekvensfaktorene for de ulike stasjonene relativt mye. Med unntak av Jondalselv, hvor en har 83 år med observasjoner, er seriene korte (21-35 år) for frekvensanalyser av flommer med høye gjentaksintervall (50 – 500 år). Resultatene fra de korte seriene må derfor benyttes med forsiktighet.

Skorge skiller seg ut med de klart laveste frekvensfaktorene. Flomvannføringene ved stasjonen er påvirket av oppstuvningen og verdiene er upålitelige. Resultatene fra



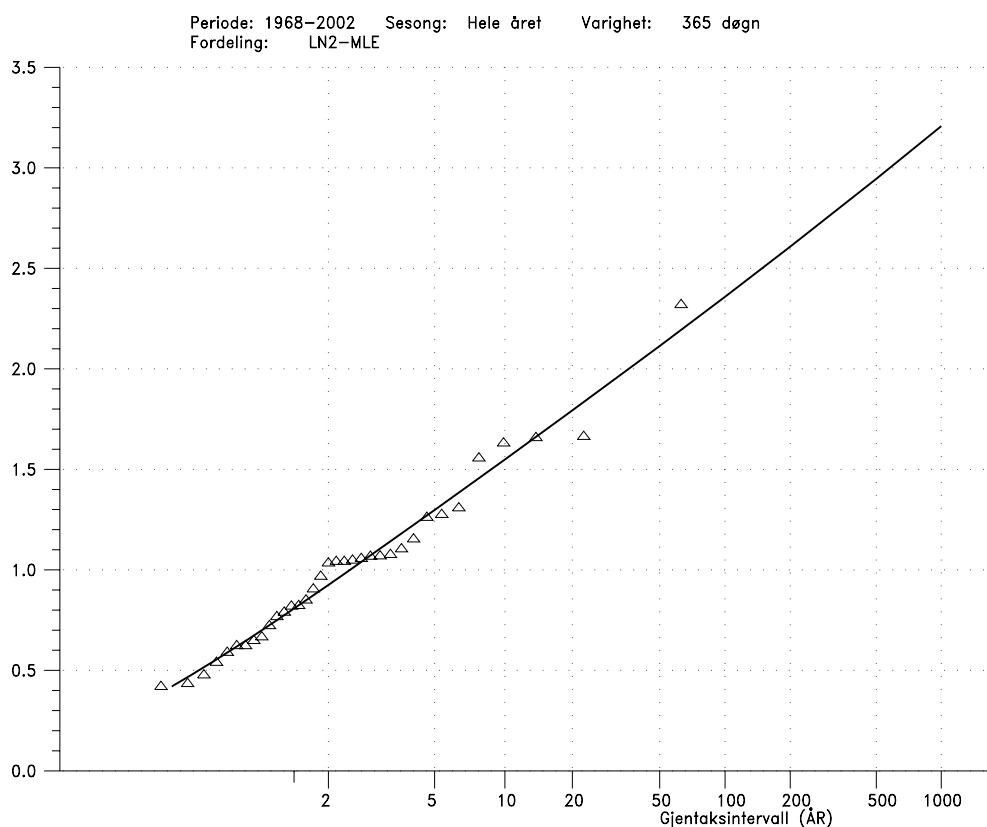
Figur 6. Estimerte flomfrekvensfaktorer for årsflommer (døgnverdier) ved ulike stasjoner.

Tabell 6. Flomfrekvensfaktorer for årsflommer (døgnverdier) ved ulike stasjoner.

Stasjon	$Q_M(m^3/s)$	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
2.279 Kråkfoss	65.00	1.22	1.47	1.72	2.09	2.39	2.71	3.17
3.22 Høgfoss	36.13	1.26	1.46	1.66	1.92	2.12	2.31	2.57
6.10 Gryta	1.43	1.31	1.56	1.79	2.10	2.33	2.57	2.87
8.2 Bjørneg.	42.10	1.25	1.47	1.70	2.00	2.24	2.49	2.83
8.6 Sæternb.	1.59	1.28	1.53	1.79	2.14	2.41	2.70	3.11
8.8 Blomsterk.	6.95	1.36	1.64	1.92	2.28	2.55	2.82	3.17
12.193 Fiskum	9.73	1.27	1.48	1.69	1.95	2.16	2.35	2.62
15.21 Jondalselv	32.24	1.25	1.48	1.71	2.02	2.27	2.54	2.90
15.74 Skorge	14.67	1.22	1.35	1.48	1.62	1.73	1.82	1.94

denne stasjonen blir derfor tillagt liten vekt. Blomsterkroken har høyere frekvensfaktorer for gjentaksintervall opp til og med 200 år enn de andre stasjonene. Videre ser en at opp til omkring 50 års flom er frekvensfaktorene for de øvrige stasjonene godt samlet. Ved høyere gjentaksintervall sprer verdiene seg mer. Frekvensfaktorene ved Kråkfoss og Sæternbekken øker mest, Høgfoss og Fiskum øker minst og Gryta, Bjørnegårdsvingen og Jondalselv legger seg mellom de resterende stasjonene.

Estimert flomfrekvenskurve for årsflommer gjort direkte på kulminasjonsverdier fra Bjørnegårdssvingen er vist i figur 7. Ved å gjøre analysene direkte på kulminasjonsverdier fjernes noe av usikkerhetsaspektet som kommer inn i bildet ved døgnmiddelverdier. For flommer som kulminerer rundt midnatt vil flomvolumet fordeles over to dager og flomverdiene blir redusert unormalt mye.



Figur 7. Figuren viser flomfrekvenskurve for kulminasjonsverdier av årsflommer ved målestasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen. Verdiene på y-aksen er relative til middelflom (Q_T/Q_M).

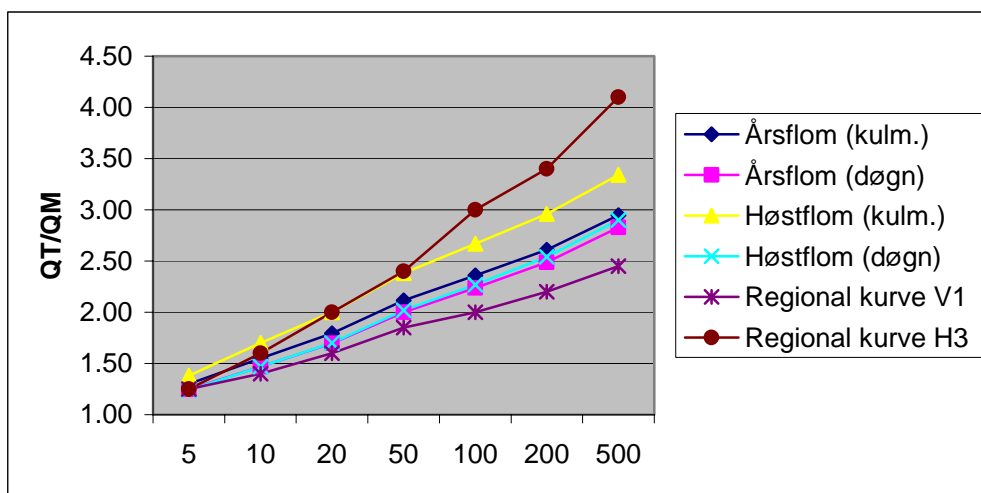
Regionale flomfrekvenskurver

Det er og forsøkt å benytte regionale flomfrekvenskurver. Slike formler er utledet for områder som har homogene flomforhold og kurvene er gitt i Sælthun et al. (1997).

I innlandsklima skiller en gjerne mellom vårflokker og høstflokker. Store vårflokker er ofte en kombinasjon av snøsmelting og regn. Høstflokker kommer som regel fra en ren regnhendelse. De underliggende mekanismene er forskjellige og kan gi ulike fordelinger. Vårflokker er årvisse og stiger generelt moderat mot høye gjentaksintervall. Høstflokker kan være små eller mangle helt enkelte år, men stiger ofte raskere for sjeldne hendelser. Regionale kurver er derfor lagd separat for vårflokker og høstflokker.

I flomsonekartprosjektet legges frekvensanalyse av årsflommer til grunn for beregningene (NVE, 2000). For Bjørnegårdssvingen vil da datagrunnlaget inneholde både vårflokker og høstflokker. For å få et bedre sammenligningsgrunnlag mot regional kurver er også frekvensanalyse av rene høstflokker utført. Analysene er utført både på døgnverdier og kulminasjonsverdier.

I figur 8 og tabell 7 er regionale kurvene for høstflokker (H3) og vårflokker (V1), samt flomfrekvensanalyse av årsflommer (kulminasjonsverdier og døgnverdier) og



Figur 8. Figuren viser frekvensfaktorer ved 8.2 Bjørnegårdssvingen for henholdsvis årsflommer (døgn- og kulminasjonsverdier) og høstflommer (døgn- og kulminasjonsverdier) samt regionale verdier (Sælthun et al. 1997).

høstflommer (kulminasjonsverdier og døgnverdier) for Bjørnegårdssvingen sammenlignet. Verdiene fra Bjørnegårdssvingen ligger mellom kurvene V1 og H3.

Siden det er årsflommer som benyttes i flomsonekartprosjektet, vil flomfrekvensfaktorene til årsflommene trolig ligge et sted mellom tilsvarende verdier for henholdsvis vårflokker og høstflommer. Sammenligner vi frekvensfaktorene ved Bjørnegårdssvingen for høstflommer (kulminasjonsverdier) og årsflommer (kulminasjonsverdier) ligger verdiene for høstflommer noe høyere. Tar vi i betraktning at midlere flom er høyere for årsflommer enn høstflommer, vil for eksempel 500 års flommen bli ganske lik for begge typene (henholdsvis $184 \text{ m}^3/\text{s}$ og $190 \text{ m}^3/\text{s}$). Vi ser også at verdiene for årsflom ligger mellom de regionale verdiene for vårflokker og høstflom. Ved sammenligning mot nabostasjoner, ligger verdiene ved Bjørnegårdssvingen i midten av utvalget. Det er derfor rimelig å tro at verdiene estimert ved Bjørnegårdssvingen er rimelig gode. Beregninger utført på kulminasjonsverdier av årsflommer velges.

Tabell 7. Tabellen viser frekvensfaktorer ved 8.2 Bjørnegårdssvingen for henholdsvis årsflommer (døgn- og kulminasjonsverdier) og høstflommer (døgn- og kulminasjonsverdier) samt regionale verdier (Sælthun et al. 1997).

	$Q_M(\text{m}^3/\text{s})$	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
Årsflom (kulm.)	62.5	1.30	1.55	1.79	2.12	2.36	2.61	2.95
Årsflom (døgn)	42.1	1.25	1.47	1.70	2.00	2.24	2.49	2.83
Høstflom (kulm.)	56.9	1.38	1.70	2.00	2.38	2.67	2.96	3.34
Høstflom (døgn)	36.7	1.24	1.47	1.70	2.02	2.27	2.54	2.90
Regional kurve V1	-	1.25	1.4	1.6	1.85	2	2.2	2.45
Regional kurve H3	-	1.25	1.6	2	2.4	3	3.4	4.1

Fordeling av flomvannføring mellom delfelter

Fordeling av flomvannføring mellom sideelver og restfelter er basert på flommer funnet ved Bjørnegårdssvingen. Vassdraget er forholdsvis lite (225 km²) og ganske homogent sett med hensyn på klima og landskapstyper. Spesifikk avrenning er noenlunde likt innen vassdraget, men med litt høyere avrenning for høyereliggende deler av avløpsfeltet kontra de lavereliggende delene. Det er knyttet usikkerhet, opp til ± 20 % (Beldring et al. 2002), ved estimering av spesifikk avrenning fra avrenningskartet. Usikkerheten vil i alminnelighet øke for avtakende feltstørrelse.

På grunnlag av relativt små variasjoner av spesifikk avrenning og feltegenskaper innen vassdraget, er fordeling av vannføringen ved ulike flommer kun skalert med hensyn på arealet. Vannføring i prosent av verdier beregnet ved stasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen er gitt i tabell 8. Kulminasjonsvannføringen i de enkelte sideelvene kan være større enn verdiene gitt her, da flomtoppene fra ulike deler av vassdraget kan være noe forskyvet i tid. Flomverdiene ved beregningspunktene er vist i tabell 9.

Tabell 8. Prosentvis fordeling av vannføring ut fra verdier funnet ved Bjørnegårdssvingen.

Beregningspunkt	Areal km ²	Normalavløp l/s pr. km ²	Prosent av vannføring
Utløp fjord	225.0	18.9	118.2
Bjørnegårdssvingen	190.4	19.3	100.0
Lomma ved samløp Isielva	110.2	19.0	57.9
Bærums Verk	105.8	19.0	55.6
Isielva ved samløp Lomma	69.9	20.0	36.7
Urselva ved utløp Isielva	6.6	23.4	3.5
Dælibekken ved utløp Sandvikselva	6.0	16.4	3.2
Restfelt til Bjørnegårdssvingen	4.4	15.8	2.3
Øverlandselva ved utløp i Engervannet	29.8	18.3	15.7

Tabell 9. Flomverdier for Sandvikselva. Det er kulminasjonsvannføring som er gitt.

Beregningspunkt	Areal	Qm	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Utløp fjord	225.0	74	96	115	132	156	174	193	218
Bjørnegårdssvingen	190.4	63	81	97	112	132	148	163	184
Lomma ved samløp Isielva	110.2	36	47	56	65	77	85	94	107
Bærums Verk	105.8	35	45	54	62	73	82	91	102
Isielva ved samløp Lomma	69.9	23	30	36	41	49	54	60	68
Urselva ved utløp Isielva	6.6	2.2	2.8	3.4	3.9	4.6	5.1	5.7	6.4
Dælibekken ved utløp Sandvikselva	6.0	2.0	2.6	3.1	3.5	4.2	4.6	5.1	5.8
Restfelt til Bjørnegårdssvingen	4.4	1.4	1.9	2.2	2.6	3.1	3.4	3.8	4.3
Øverlandselva ved utløp i Engervannet.	29.8	9.8	12.7	15.2	17.5	20.7	23.1	25.5	28.8

Ekstremvannstandsanalyse i sjøen ved Oslo

I Hansen og Roald (2000) er det utført ekstremvannstandsanalyse av årsmaksima ved Oslo. Analysen bygger på data fra perioden 1950 – 1999. I Oslo er det en landhevning på ca 4 mm pr. år, og verdiene er korrigert for dette. Resultatene fra analysen er gitt i tabell 10.

Tabell 10. Vannstand (NN54) for ulike gjentaksintervaller i Oslo (Hansen og Roald, 2000).

Sted	Gjentaksintervall (år)						
	5	10	20	50	100	200	500
Oslo (m, NN54)	1.29	1.41	1.52	1.66	1.76	1.85	1.96

I 1987 og 1992 falt årets største målte flom og sjøvannstand på samme dag. Noen mindre flomtopper (ikke årets største) faller også på dager med høy sjøvannstand. På grunnlagsdata til analysen av sjøvannstand er det ikke tilstrekkelig god tidsoppløsning til å sammenligne nøyaktig kulminasjonstidspunkt (timesverdi) mellom sjøvannstand og flom. Flommene i 1987 og 1992 er anslått til å ha gjentaksintervall på henholdsvis i underkant av 100 år og rundt 5 år. Sjøvannstanden målt i 1987 er beregnet til å ha et gjentaksintervall rundt 100 år.

6. Forhold til tidligere flomberegninger

I Jensen (2001) er det gjort flomberegninger for Sandvikselva med utgangspunkt i kulminasjonsverdier ved Bjørnegårdssvingen. Datagrunnlaget er stort sett det samme som i denne rapporten, men det ble der utført beregninger på høstflommer. Det er også kommet til to år til med data siden den gang. Flomverdiene beregnet i Jensen (2001) ligger vesentlig høyere for sjeldne flomhendelser. Dette skyldes i hovedsak valg av fordelingsfunksjon og hvor denne argumenteres for på grunnlag av 1965 flommen som var større enn i 1987 (Jensen, 2001).

For vannene Østervann, Trehørningen, Byvatn, Småvatna, Aurevatnet og Burudvann er det tidligere gjort beregninger (Berdal Strømme, 1988, 1992 og Norconsult, 2000) for dimensjonering av dammer. De dimensjonerende flommene (Q_{1000}) ble funnet til å ligge i størrelsesorden 1100 – 1530 l/s pr. km² for døgnmiddelverdier. Dette er i overkant av hva som er beregnet 1000 års flom ved Bjørnegårdssvingen for kulminasjonsverdier (1060 l/s pr. km²). Døgnmiddelverdier ved Bjørnegårdssvingen vil være betraktelig lavere. Beregningene er gjort på grunnlag av en enkel nedbør/avløpsmodell og for små avløpsfelt. Verdiene her vil derfor ikke være representative for flommer lengre ned i vassdraget, og observert vannføring gir et bedre grunnlag for beregning av flommer i nedre del av vassdraget.

7. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegninger i Sandvikselva kan karakteriseres som ganske bra. Det finnes tre stasjoner av brukbar kvalitet i vassdraget, men med noe kort periode for estimering av høye gjentaksintervall (50 – 500 år). Flomverdier er antatt å stemme bra med gjeldene vannføringskurve ved vannmerket Bjørnegårdssvingen.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig og det er mange faktorer som spiller inn. Det er knyttet usikkerheten til observert vannstand og vannstandens relasjon til vannføring (vannføringskurven). Observasjonsperioden er også noe kort for beregninger av høye gjentaksintervaller (50 – 500 år). Om graden av påvirkningen fra reguleringene i vassdraget er avgjørende for flomforholdene er også usikkert. I tillegg kommer usikkerhet knyttet til valg av frekvensfordeling og dennes tilpasning til datamaterialet.

Hvis disse beregningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3 (NVE, 2000), hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil resultatene for Sandvikselva få klasse 2.

Referanser

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

Astrup, M., 2001: Avløpsnormaler. Normalperioden 1961 – 1990. 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.

Beheim, E. 1987: Vannbruksplan for Sanviksvassdraget, Vedlegg: Flomforholdene i Sandvikselva. NVE 1987.

Berdal Strømme. 1988: Flomberegning Østernvann. Berdal Strømme, Prosjekt nr. 2403/AC.

Berdal Strømme. 1992: Flomberegning Trehørningvassdraget. Berdal Strømme, Prosjekt nr. 22339/AC.

Hansen, H. og Roald, L.A. 2000: Ekstremvannsanalyse i sjø ved utvalgte stasjoner. NVE DOKUMENT nr. 11 – 2000.

Holmqvist, E. 2001: Flomberegninger for Årosvassdraget. NVE Dokument nr. 20 – 2001.

Jenssen, L. 2001: Vannlinjeberegning for Sandvikselva og Isielva. Franzefoss – Flebu. Statkraft Grøner, Trondheim, Oppdragsnummer: 557591.

Norconsult. 2000: Burudvann Flomberegning. Norconsult. Oppdragsnr. 3355900 – 001R.

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

Sælthun, N.R., Tveito, O. E., Bønsnes, T.E. og Roald, L.A. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE Rapport nr. 14 – 1997.

Vedlegg

Kulminasjonsverdier på årsflommer og høstflommer ved Bjørnegårdssvingen er gitt i tabell 11.

Tabell 11. Kulminasjonsvannføring ved Bjørnegårdssvingen for henholdsvis årsflommer og høstflommer. Verdier før 1987 er hentet fra Jensen (2001).

Årsflommer (m ³ /s)		Høstflommer (m ³ /s)	
29.10.1968	49.3	29.10.1968	49.3
09.05.1969	40.5	16.11.1969	15.12*
30.09.1970	51.2	30.09.1970	51.2
04.05.1971	27.1	07.08.1971	12.05*
30.04.1972	64.6	09.08.1972	30.27*
29.09.1973	38.9	29.09.1973	38.9
08.09.1974	78.8	08.09.1974	78.8
27.04.1975	29.8	27.11.1975	35.0
22.10.1976	53.1	22.10.1976	53.1
04.11.1977	65.1	04.11.1977	65.1
07.05.1978	38.9	17.08.1978	38.1*
25.04.1979	36.8	09.08.1979	27.51*
07.10.1980	66.7	07.10.1980	66.7
10.10.1981	26.2	10.10.1981	26.2
01.10.1982	33.7	01.10.1982	33.7
16.10.1983	104.0	16.10.1983	104.0
03.10.1984	65.1	03.10.1984	65.1
06.09.1985	72.1	06.09.1985	72.1
23.11.1986	60.5	23.11.1986	60.5
16.10.1987	145.0	16.10.1987	145.0
22.08.1988	66.0	22.08.1988	66.0
13.04.1989	66.8*	13.11.1989	34.6*
02.02.1990	51.4	30.10.1990	43.3
03.11.1991	79.7	03.11.1991	79.7
03.12.1992	81.8	03.12.1992	81.8
14.11.1993	45.1	14.11.1993	45.1
25.04.1994	41.6	19.12.1994	32.8
24.04.1995	47.9	16.07.1995	12.7
29.09.1996	67.3	29.09.1996	67.3
08.10.1997	65.5	08.10.1997	65.5
25.10.1998	69.0	25.10.1998	69.0
29.06.1999	56.5	22.09.1999	36.3
30.10.2000	101.9	30.10.2000	101.9
07.10.2001	103.6	07.10.2001	103.6
01.05.2002	97.3	26.10.2002	84.3

* Kulminasjonsverdi er beregnet som 1.5 * døgnmiddel

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

Utgitt i Dokumentserien i 2003

- Nr. 1 Erik Holmqvist: Flomberegninger i Vosso (062.Z) Flomsonekartprosjektet. (37 s.)
- Nr. 2 Lars-Evan Pettersson: Flomberegninger for Lakselva i Misvær. Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 3 Eirik Traae, Anette Werkland: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred i Skienselva – forslag til tiltak (18 s.)
- Nr. 4 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i distribusjonsnettet 2003 (39 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Batnfjordelva (108.3Z). Flomsonekartprosjektet (22 s.)
- Nr. 6 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Sogndalselvi (077.3Z). Flomsonekartprosjektet (25 s)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft 2002 (16 s.)
- Nr. 8 Thomas Væringstad: Flomberegning for Sandvikselva (008.Z)Flomsonekartprosjektet. (21 s.)