



Flomberegning for Sørkedalselva

Lars-Evan Pettersson

10
2008



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Sørkedalselva (007.Z)

Dokument nr 10 - 2008

Flomberegning for Sørkedalselva (007.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Sørkedalselva ved samløpet mellom Heggelielva og Langlielva.
(Foto: Lars-Evan Pettersson, NVE-HV)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Sørkedalselva i Oslo. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for Sørkedalselva ved samløpet mellom Heggelielva og Langlielva og ved utløpet i Bogstadvann. Samtidige vannstander i Bogstadvann er også beregnet.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Sørkedalselva, Bogstadvann

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

Oktober 2008

Innhold

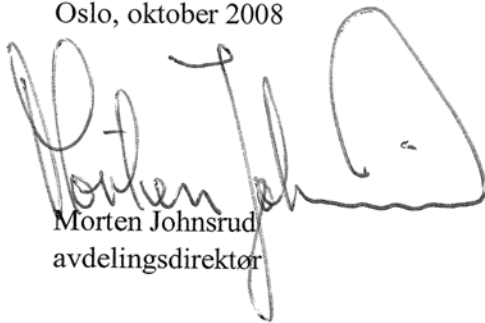
Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1. Beskrivelse av oppgaven.....	6
2. Beskrivelse av vassdraget.....	7
3. Hydrometriske stasjoner.....	8
4. Flomdata.....	10
5. Flomfrekvensanalyser.....	10
6. Beregning av flomverdier.....	11
7. Usikkerhet.....	13
Referanser.....	14

Forord

Flomsonekart er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer og flomvannstander beregnes. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer, for eksempel det som benyttes for flomfrekvensanalyser.

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av områder rundt Sørkedalselva i Oslo. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, oktober 2008



Morten Johnsrud
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Sørkedalselva resulterer i kulminasjonsvannføringer med forskjellige gjentakintervall to steder i elven. Samtidige vannstander i Bogstadvann er beregnet ut fra opplysninger om dammens utforming. Ved beregningen er det benyttet data fra nærliggende vassdrag. Resultatet av flomberegningen ble:

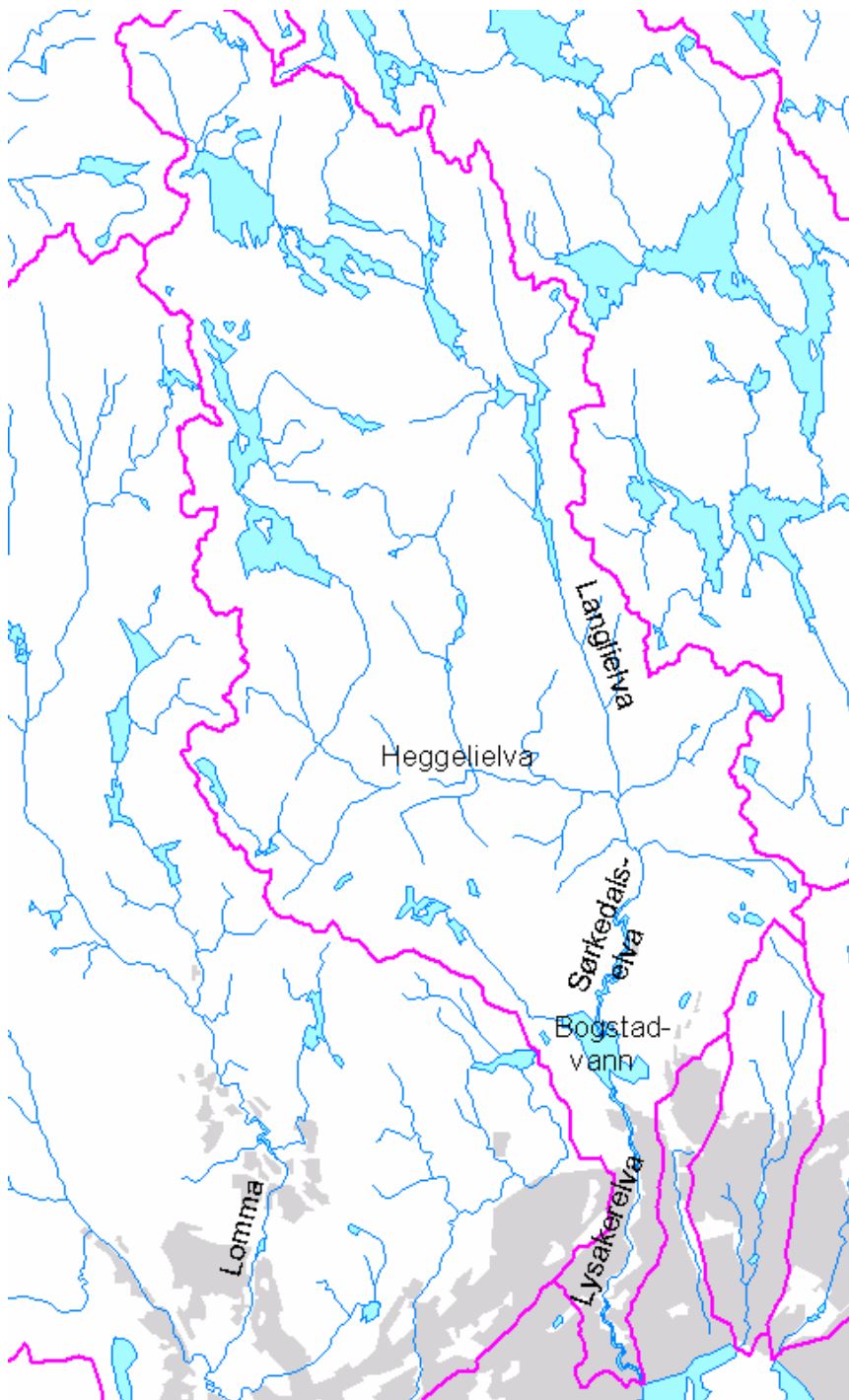
Sted	Midlere flom	5-års flom	10-års flom	20-års flom	50-års flom	100-års flom	200-års flom	500-års flom
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Sørkedalselva ved samløp Heggeli-/Langlielva	34	43	50	57	65	72	78	87
Sørkedalselva ved utløp i Bogstadvann	38	49	57	65	75	83	90	100
	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.	moh.
Bogstadvann	145.55	145.75	145.90	146.00	146.15	146.25	146.30	146.40

Vannstandene i Bogstadvann er utjevnet til nærmeste hele fem centimeter.

Datagrunnlaget for denne flomberegningen er rimelig bra, og beregningen kan klassifiseres i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for Sørkedalselva i Oslo. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjonen skal midlere flom og flommer med gjentakintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for Sørkedalselva ved samløpet mellom Heggelielva og Langlielva og ved utløpet i Bogstadvann. Samtidige vannstander i Bogstadvann skal bestemmes.



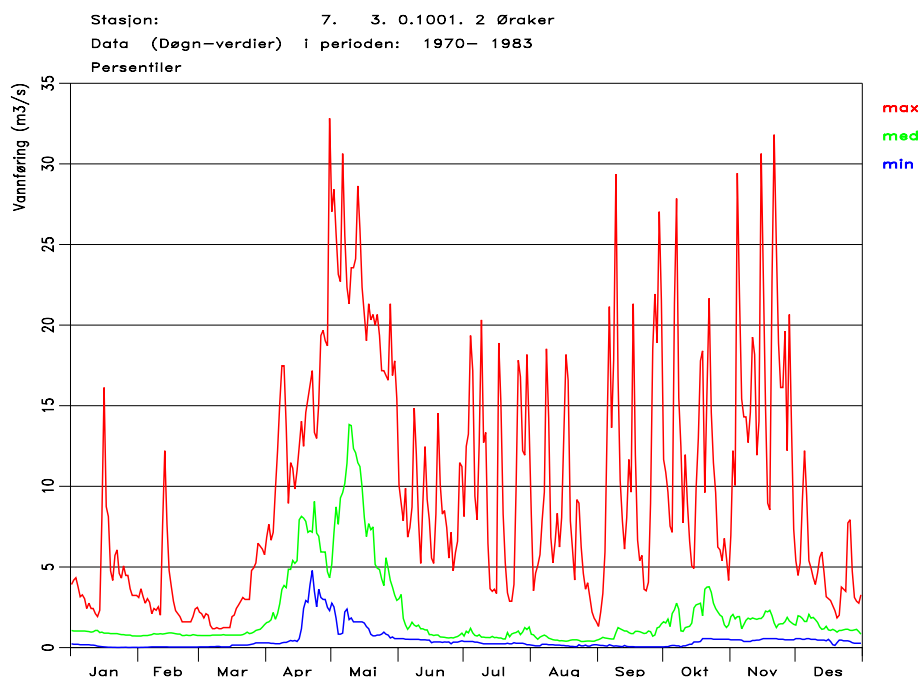
Figur 1. Kart over Lysaker-/Sørkedalsvassdraget.

2. Beskrivelse av vassdraget

Sørkedalsvassdraget er en del av Lysakervassdraget. Det har sine kilder nord på Krokskogen. Lengst nord ligger flere, relativt store vann: Storflåtan, Vesleflåtan, Svarten og Langlivann. Fra Langlivann renner Langlielva ca. fem kilometer sørover før den møter Heggelielva nær Sørkedalen kirke. Øverst i Heggelielva ligger de relativt store Nordre og Søndre Heggelivann. Fra Søndre Heggelivann renner Heggelielva først mot sør, så mot øst ca. ti kilometer før den løper sammen med Langlielva og danner Sørkedalselva. Ved samløpet er nedbørfeltets areal 136 km². Herfra renner elven ca. fem kilometer mot sør før den faller ut i Bogstadvann. Fra utløpet av Bogstadvann, som har et sjøareal på litt over én kvadratkilometer, renner elven, som her heter Lysakerelva, drøyt seks kilometer sørover før den faller ut i Oslofjorden. Sørkedalselvas feltareal der den når Bogstadvann er 156 km², mens Lysakerelvas feltareal ved utløpet i fjorden er 176 km².

Vassdraget har vært regulert i forbindelse med tømmerfløting i lange tider. Den viktigste bruken av vassdraget i våre dager er imidlertid for vannforsyning. Fra Søndre Heggelivann overføres vann til Bærum kommunes vannforsyningsmagasiner i Lommas/Sandvikselvas nedbørfelt. Langlivann har lenge vært vannforsyningskilde for deler av Oslo og er fortsatt i bruk.

Middelvannføringen i Sørkedalselva ved samløpet mellom Heggelielva og Langlielva er i følge "Avrenningskart for Norge 1961-1990" 3.1 m³/s hvilket tilsvarer en årlig avrenning på 22.8 l/s·km² eller 720 mm. Ved Lysakerelvas utløp i fjorden er tilsvarende verdier 3.9 m³/s, 22.1 l/s·km² og 698 mm.



Figur 2. Karakteristiske vannføringer i Lysakerelva ved Øraker 1970-1983, m³/s.

Figur 2 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året i Lysakerelva ved målestasjonen 7.3 Øraker, som ligger snaue to kilometer før utløpet i fjorden. Den øverste kurven (max) i grafen viser største observerte verdier og den nederste kurven (min) viser minste observerte verdier. Den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større og mindre enn denne.

Vannføringsforholdene i Sørkedalselva oppstrøms Bogstadvann kan antas å være relativt like de i Lysakerelven nedstrøms Bogstadvann. Vi ser da av mediankurven i figur 2 at vannføringen i vassdraget vanligvis er størst i april-mai i forbindelse med snøsmeltingen og at den er minst om sommeren. Vi ser videre at store flommer forekommer i forbindelse med snøsmeltingen, men også under høstmånedene.

3. Hydrometriske stasjoner

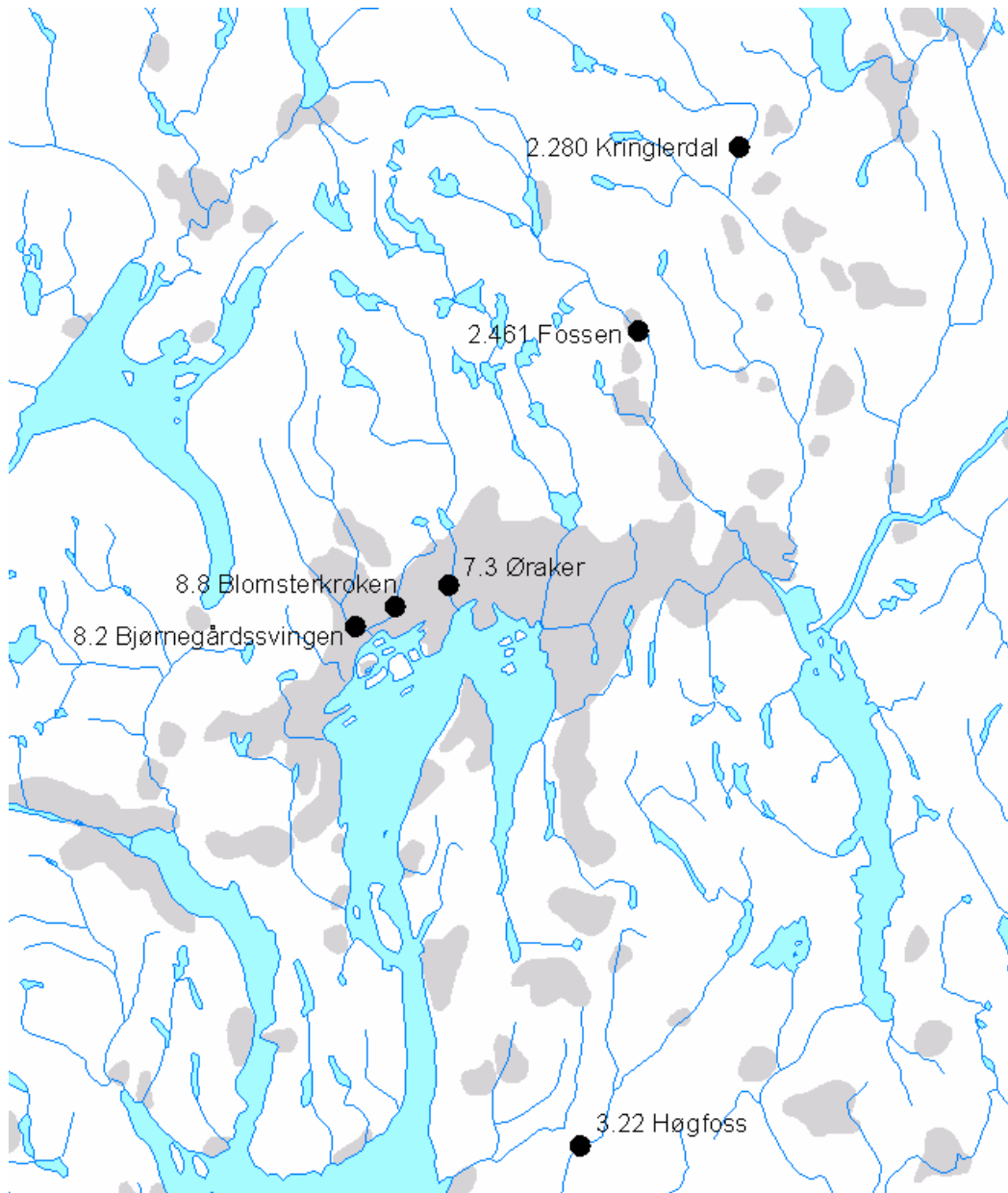
Den eneste vannføringsstasjonen som har funnets i Lysaker-/Sørkedalsvassdraget lå i elva ved Øraker et godt stykke nedenfor Bogstadvann. Her, ved målestasjonen 7.3 Øraker, var det kontinuerlige observasjoner i perioden 1970-1983, men med spredte observasjoner også i årene 1964-1967. Det har vært hyppige endringer av vannføringskurven, sannsynligvis på grunn av ustabil profil. Særlig data i årene 1964-1967 vurderes som usikre.

Vannføringsstasjoner i andre, nærliggende vassdrag, som også vurderes ved denne flomberegningen er 8.8 Blomsterkroken og 8.2 Bjørnegårdssvingen i Sandvikavassdraget, 2.461 Fossen i Nitelva, 2.280 Kringlerdal i Leira og 3.22 Høgfoss i Hobølelva.

Noen viktige data om vannføringsstasjonene er gitt i tabell 1, mens stasjonenes beliggenhet er vist i figur 3.

Tabell 1. Hydrometriske stasjoner.

	Feltareal km²	Effektiv sjøprosent %	Feltets medianhøyde moh.	Årsavrenning l/s•km²
2.280 Kringlerdal	265	1.06	515	20.3
2.461 Fossen	225	0.61	430	33.4
3.22 Høgfoss	299	0.54	154	18.0
7.3 Øraker	175	1.13	425	22.2
8.8 Blomsterkroken	22.2	0.27	208	18.2
8.2 Bjørnegårdssvingen	190	0.02	343	19.1
Sørkedalselva ved samløp Heggelielva/Langlielva	136	0.84	450	22.8
Sørkedalselva ved utløp i Bogstadvann	156	0.64	440	22.6



Figur 3. Hydrometriske stasjoner.

4. Flomdata

I tabell 2 er de største observerte flommene ved noen av målestasjonene i området vist. I Lysakerelva ved Øraker ble en meget stor flom observert 15. mai 1966. Den er notert som 51.9 m³/s i databasen, men vannføringsverdiene i hele mai måned det året er så store at de sannsynligvis er overestimerte.

Flommen i oktober 1987 ser ut å ha vært den største i området, i hvert fall i de siste 40-50 årene. Regnflommer om høsten ser generelt ut å være de største, men i 2007 var det også en stor regnflom i juli i Sandvikselva. Det er rimelig å anta at det også i Lysaker-/Sørkedalsvassdraget er regnflommer om høsten som dominerer uten at vi har hydrologiske observasjoner som kan bekrefte dette.

Tabell 2. Observerte flommer i området.

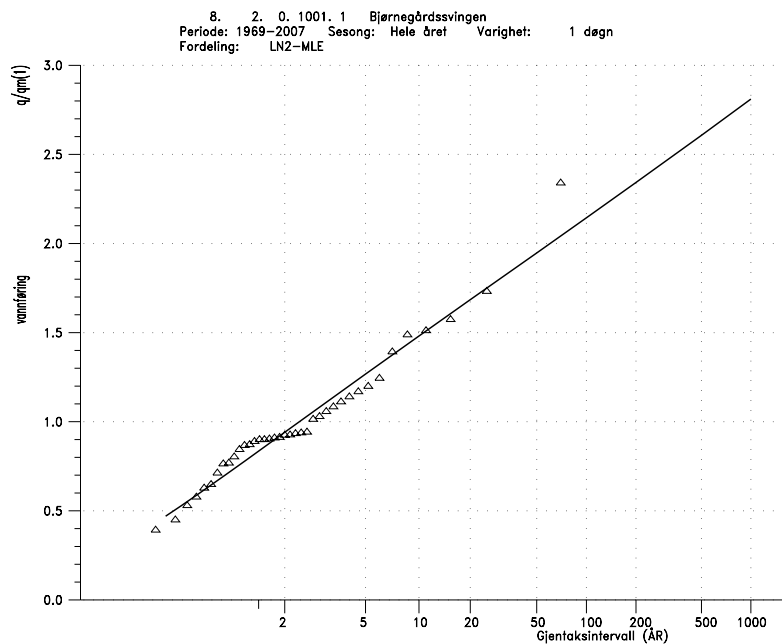
8.2 Bjørnegårdssv. 1969-2007		7.3 Øraker 1970-1983		2.461 Fossen 1984-2003		2.280 Kringlerdal 1966-2007	
dato	m ³ /s	dato	m ³ /s	dato	m ³ /s	dato	m ³ /s
16.10.1987	101.3	01.05.1972	32.8	17.10.1987	52.4	16.10.1987	74.6
04.07.2007	75.0	21.11.1970	31.8	03.09.1988	48.8	10.10.2000	65.2
01.05.2002	68.1	15.11.1974	30.6	11.10.2000	45.0	21.11.2000	62.1
11.10.2000	65.4	06.05.1977	30.6	31.10.2000	40.8	31.10.2000	61.9
03.12.1992	64.4			18.11.2000	35.0	23.05.1966	59.9

5. Flomfrekvensanalyser

Det er utført frekvensanalyser på årsflommer for de målestasjonene som er nevnt i tabell 1. Resultatene er vist i tabell 3, hvor midlere flom, Q_M , og forholdstallene Q_T/Q_M presenteres. I figur 4 er flomfrekvensanalysen for 8.2 Bjørnegårdssvingen vist grafisk. I tabell 3 vises også verdiene for den regionale flomfrekvenskurven for høstflomområde 3 fra "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag".

Tabell 3. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.

Vannføringsstasjon	Areal km ²	Periode	Antall år	Q_M m ³ /s	Q_M l/s·km ²	Q_5/Q_M	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M
8.8 Blomsterkroken	22.2	76-02	27	5.88	265	1.27	1.45	1.62	1.82	1.96	2.09	2.26
8.2 Bjørnegårdssvingen	190	69-07	39	43.3	228	1.27	1.48	1.69	1.95	2.15	2.34	2.61
3.22 Høgfoss	299	77-07	31	36.7	123	1.25	1.43	1.61	1.84	2.00	2.17	2.39
2.461 Fossen	225	85-03	19	29.6	132	1.27	1.48	1.69	1.96	2.16	2.36	2.63
2.280 Kringlerdal	265	67-07	40	40.8	154	1.19	1.35	1.50	1.70	1.85	1.99	2.19
7.3 Øraker	175	70-83	14	24.1	138	1.20	1.34	1.47	1.62	1.74	1.85	1.99
Høstflom3 (1997)						1.33	1.73	2.04	2.57	3.05	3.45	4.20



Figur 4. Flomfrekvensanalyse for 8.2 Bjørnegårdssvingen 1969-2007, døgnmiddel av årsflommer.

6. Beregning av flomverdier

Flomvannføringer for forskjellige gjentaksintervall skal bestemmes for Sørkedalselva ved samløpet mellom Heggelielva og Langlielva og ved utløpet i Bogstadvann.

Det finnes formler i ”Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag” for å beregne midlere flom i umålte felt. Den regionale formelen underestimerer imidlertid midlere flom i det aktuelle området. Den underestimerer midlere flom i forhold til observerte data både ved Bjørnegårdssvingen og Øraker, slik at resultatene for Sørkedalselva, ca. $106 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, også vurderes å være altfor lave.

Observerte spesifikke middelflommer ved Blomsterkroken og Bjørnegårdssvingen er meget store, noe som skyldes dels lite felt (Blomsterkroken) og dels liten effektiv sjøprosent (Bjørnegårdssvingen). I Sørkedalselva vurderes spesifikk midlere flom å være en hel del mindre. Verdien ved Øraker er bare $138 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, mens den ved Kringlerdal, som har en 40 år lange dataserie, er $154 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Feltet ved Kringlerdal er både litt større enn i Sørkedalselva, se tabell 1, og har større effektiv sjøprosent. Dette betyr at Kringlerdal bør ha en lavere spesifikk midlere flom enn Sørkedalselva.

Spesifikk midlere flom for de to stedene i Sørkedalselva anslås ut fra dette til $170 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Flomfrekvensfaktorene Q_T/Q_M ved målestasjonene, presentert i tabell 3, viser en del forskjeller, og særlig den regionale kurven for høstflommer avviker stort. Det antas at frekvensfaktorene for Bjørnegårdssvingen er de mest representative for Sørkedalselva.

Med de valgte flomfrekvensfaktorene og valgte verdiene for spesifikk midlere flom blir døgnmiddelvanntføringer med forskjellige gjentakintervall som vist i tabell 4.

Tabell 4. Flomverdier for Sørkedalselva, døgnmiddelvanntføringer.

	Areal km ²	Q _M l/s•km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
Q _T /Q _M				1.27	1.48	1.69	1.95	2.15	2.34	2.61
Ved samtløp Heggeli-/Langlielva	136	170	23	29	34	39	45	50	54	60
Ved Bogstadvann	156	170	27	34	39	45	52	57	62	69

De presenterte flomverdiene så langt representerer døgnmiddelverdier. Kulminasjonsvanntføringen kan være atskillig større enn døgnmiddelvanntføringen ved store flommer. Det er utarbeidet ligninger basert på feltparametere som kan benyttes for å beregne forholdstallet mellom kulminasjonsvanntføring (momentanvanntføring) og døgnmiddelvanntføring (Sælthun m.fl., 1997). Ligningen for vårflokker er:

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

mens ligningen for høstflokker er:

$$Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{middel}} = 2.29 - 0.29 \cdot \log A - 0.270 \cdot A_{SE}^{0.5},$$

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent.

I tabell 5 er vist resultatet ved bruk av ligningen for høstflokker, som antas å være de største, for forskjellige steder i området.

Tabell 5. Forhold kulminasjons-/døgnmiddelvanntføring ut fra ligninger.

	A, km ²	A _{SE} , %	Q _{mom} /Q _{middel} Høstflom
Sørkedalselva ved samtløp Heggeli-/Langlielva	136	0.84	1.42
Sørkedalselva ved utløp i Bogstadvann	156	0.64	1.44
7.3 Øraker	175	1.13	1.35
8.2 Bjørnegårdssvingen	190	0.02	1.59

Det finnes flomdata med fin tidsoppløsning ved 8.2 Bjørnegårdssvingen i 20 år.

Flomfrekvensanalyse av både døgndata og kulminasjonsvanntføringer for disse 20 årene viser at kulminasjonsverdien er 53 % større enn døgnmidlet ved midlere flom. Forholdet øker ved større gjentakintervall. Dette viser at resultatet ved bruk av ligningen, tabell 5, gir et resultat som overensstemmer bra med hva observerte data tilsier.

For Sørkedalselva velges det å benytte faktoren 1.45 for å anslå kulminasjonsvanntføringen ved alle gjentakintervall. I tabell 6 er resulterende flomvanntføringer vist.

Tabell 6. Flomverdier for Sørkedalselva, kulminasjonsvannføringer i m³/s.

	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
Ved samløp Heggeli-/Langlielva	136	34	43	50	57	65	72	78	87
Ved Bogstadvann	156	38	49	57	65	75	83	90	100

Det skal også anslås samtidige vannstander i Bogstadvann ved de forskjellige flommene.

Nedbørfeltet øker med ca. 10 % fra Sørkedalselvas utløp i Bogstadvann til Lysakerelvas begynnelse ved Bogstadvanndammen. Ved utførte flomberegninger for damdimensjonering har flomruting gjennom Bogstadvann vist at avløpsflommen dempes 5-10 % i forhold til tilløpsflommen. Ved denne beregningen antar vi derfor at avløpsflommen ut fra Bogstadvann er like stor som flommen inn i vannet bare fra Sørkedalselva.

Feilen man gjør ved å kombinere kulminasjonsvannstanden i Bogstadvann med kulminasjonsvannføringen i innløpet, dvs. anta at de opptrer samtidig, vurderes å være ubetydelig i forhold til andre usikkerhetskilder ved denne beregningen.

I en beregning fra 1997 har Berdal Strømme beskrevet dammen ved Bogstadvann, og oppgir damkronens nivå til å være 145.95 moh. Øvrige mål er etter en befaring 22.09.2008 korrigert noe. Toppen på bjelkestengsel og nåleløp ligger nå 1.5 meter under damkronen, dvs. på 144.45 moh. og har en effektiv overløpslengde på 18.3 meter med en antatt overløpskoeffisient på 1.8. Damkronen har en effektiv overløpslengde på 22.4 meter med en antatt overløpskoeffisient på 1.5. Det forutsettes videre at alle luker er lukket.

Resulterende vannstander i Bogstadvann ved de aktuelle vannføringene i Sørkedalselva er vist i tabell 7. Vannstandene er utjevnet til nærmeste hele fem centimeter.

Tabell 7. Flomverdier for Sørkedalselva, kulminasjonsvannføringer i m³/s, og samtidige vannstander i Bogstadvann i moh.

	Midlere flom	5-års flom	10-års flom	20-års flom	50-års flom	100-års flom	200-års flom	500-års flom
Sørkedalselva ved Bogstadvann, m ³ /s	38	49	57	65	75	83	90	100
Bogstadvann, moh.	145.55	145.75	145.90	146.00	146.15	146.25	146.30	146.40

7. Usikkerhet

Grunnlaget for flomberegning for Sørkedalselva er rimelig bra selv om det ikke finnes observasjoner fra den delen av vassdraget som det skal gjøres beregninger for.

Selv der det finnes data er det imidlertid en del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De observasjoner som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og måling av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ikke alltid utført på ekstreme flommer. De største flomvannføringene er altså

beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer kan derfor inneholde en grad av usikkerhet.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannstands- og vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregningen er at datagrunnlaget er rimelig bra, og at beregningen kan klassifiseres i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

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

Berdal Strømme, 1997: Flomsonekartlegging av Sørkedalen. Oppdragsnummer 3050700.

Berdal Strømme, 1991: Flomberegning. Lysakervassdraget.

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

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

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

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

Utgitt i Dokumentserien i 2008

- Nr. 1 Kjersti Halmrast, Ingunn Bendiksen Åsgård (red.) Styrende dokumenter for tilsyn og reaksjoner (85 s.)
- Nr. 2 Inger Sætrang: Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettene 2008 (54 s.)
- Nr. 3 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Vansjø og Mosseelva (16 s.)
- Nr. 4 Erik Holmqvist, Lars-Evan Pettersson: Flommen på Sør- og Østlandet januar 2008 (24 s.)
- Nr. 5 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2007 (16 s.)
- Nr. 6 André Soot: Flomberegning for Hellelandselva. Flomsonekartprosjektet. (25 s.)
- Nr. 7 Toril Naustvoll Gange, Roar Kristensen (red.) Forslag til endring i forskrift om systemansvaret i kraftsystemet. Høringsdokument juni 2008 (13 s.)
- Nr. 8 Toril Nausvoll Gange, Jørund Krogsrud, Hege Bøhler: Forslag til endring i forskrift om måling og avregning og samordnet opptreden ved kraftomsetning og fakturering av netttjenester. Høringsdokument juni 2008 (17 s.)
- Nr. 9 Ingunn Åsgard Bendiksen, Kjersti Halmrast: Forslag til endringer i forskrift om internkontroll for å oppfylle lov om vassdrag og grunnvann 21. februar 2003. Høringsdokument 5. juli 2008 (18 s.)
- Nr. 10 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Sørkedalselva. Flomsonekartprosjektet (14 s.)