



Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for Steinkjerelva og Oгна

Lars-Evan Pettersson

1
2007



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Steinkjerelva og Oгна (128.Z)

Dokument nr 1 - 2007

Flomberegning for Steinkjerelva og Oгна (128.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Samløpet Steinkjerelva og Oгна under flommen 1. februar 2006.
(Foto: Asbjørn Osnes, NVE-RM)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Snåsavassdraget i Nord-Trøndelag. Flomvannføringer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for Oгна ved samløpet med Steinkjerelva og for Steinkjerelva etter samløpet med Oгна.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Steinkjerelva, Oгна

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 2007

Innhold

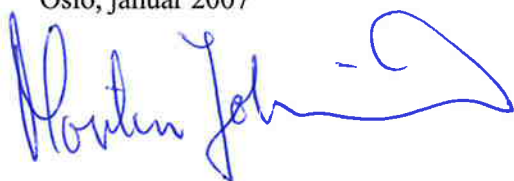
Forord.....	4
Sammendrag.....	5
1 Beskrivelse av oppgaven	6
2 Beskrivelse av vassdraget	6
3 Hydrometriske stasjoner	8
4 Observerte flommer	9
5 Flomfrekvensanalyser	10
6 Beregning av flomverdier.....	13
7 Usikkerhet.....	15
Referanser.....	16

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 elvestrekninger i Ognå og Steinkjerelva i Nord-Trøndelag. Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetsskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, januar 2007



Morten Johnsrud
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Steinkjerelva og Oгна gjelder et delprosjekt i NVEs Flomsonekart-prosjekt. Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall er beregnet for Oгна oppstrøms samløpet med Steinkjerelva og for Steinkjerelva ved målestasjonen Håkkadalbrua, dvs. for elven nedstrøms samløpet med Oгна. Beregningen er primært basert på data fra to målestasjoner i vassdraget. Resultatet av flomberegningen ble:

	Middel- flom	5-års- flom	10-års- flom	20-års- flom	50-års- flom	100-års- flom	200-års- flom	500-års- flom
Oгна ved samløpet med Steinkjerelva	235	290	340	395	470	530	590	680
Steinkjerelva ved målestasjonen 128.8 Håkkadalbrua	375	475	555	630	735	810	885	980

Flommen i januar/februar 2006 ved 128.8 Håkkadalbrua er den største som er observert i den nesten 40 år lange observasjonsperioden. Ut fra de beregninger som er gjort i denne rapporten hadde flommen, som kulminerte på 948 m³/s og hadde et døgnmiddel på 876 m³/s, et gjentaksintervall på mellom 200 og 500 år.

Også ved 128.5 Støafoss, der flommen kulminerte på 516 m³/s og hadde et døgnmiddel på 472 m³/s, hadde flommen et gjentaksintervall på mellom 200 og 500 år. Her er det observasjoner helt siden 1932, og 2006-flommen er den klart største som er observert i denne perioden.

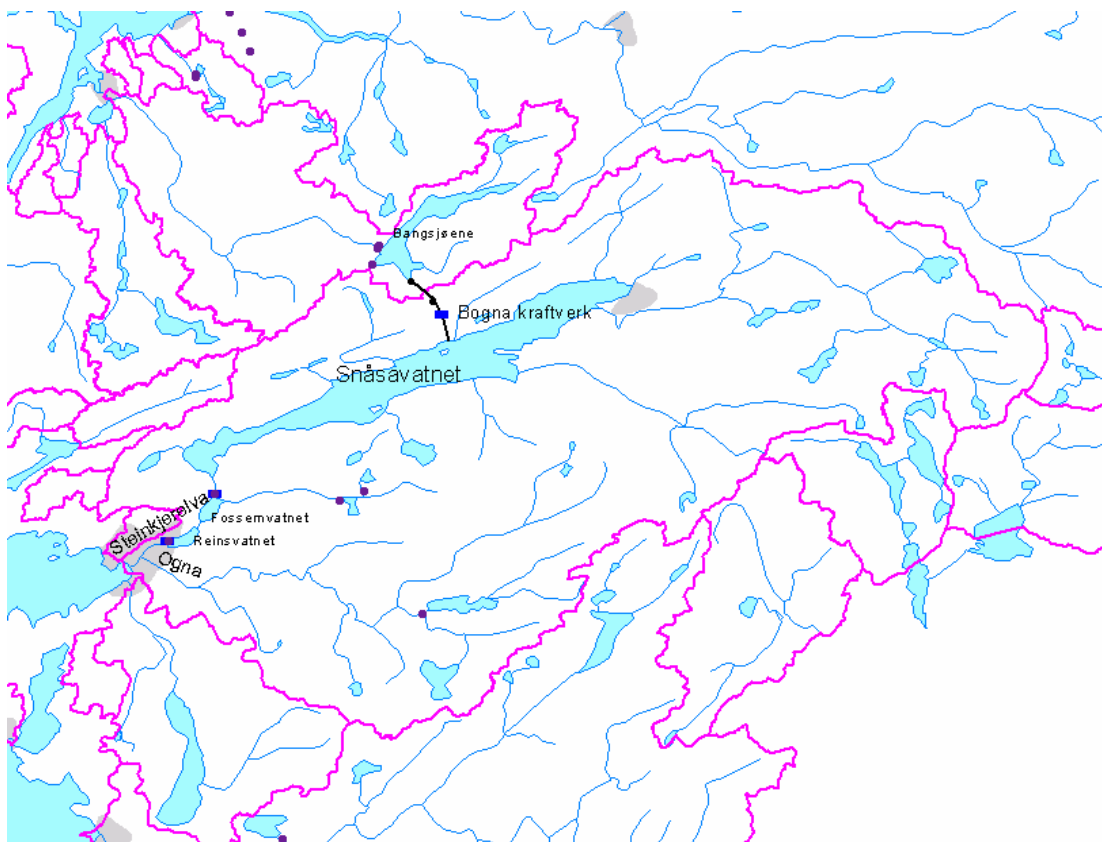
Datagrunnlaget for denne flomberegningen er godt, og beregningen klassifiseres i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1 Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for nedre delen av Snåsavassdraget, et delprosjekt i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for flomsonekartproduksjonen skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes for nedre delen av Ogna og for nedre delen av Steinkjerelva (Byaelva). I tillegg skal det anslås gjentaksintervall på flommen som rammet området i månedsskiftet januar/februar 2006.

2 Beskrivelse av vassdraget

Snåsavassdraget ligger i Nord-Trøndelag og har et nedbørfelt på 2143 km². Det har sine høyeste områder litt over 800 moh. Vassdraget domineres av Snåsavatnet, som ligger 22 moh. og har et areal på 122 km². Umiddelbart nedenfor Snåsavatnet ligger Fossemvatnet og Reinsvatnet, med sjøarealer på 3 - 4 km². Fra utløpet av Reinsvatnet renner Steinkjerelva (Byaelva) ca. fem kilometer før den faller ut i Beitstadfjorden, den innerste delen av Trondheimsfjorden, ved Steinkjer. I den nedre delen får elven tilløp fra øst ved Ogna, den største sideelven i vassdraget. Ved samløpet er Ognas nedbørfelt 573 km², mens Steinkjerelvas er 1567 km². Fra samløpet øker nedbørfeltet ned til fjorden med bare 3 km².

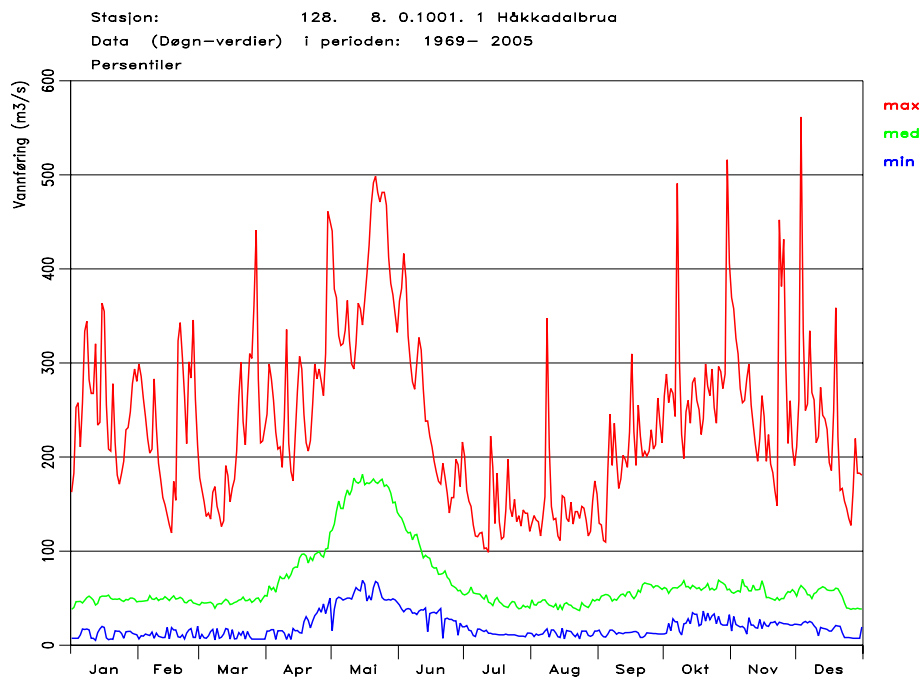


Figur 1. Kart over Snåsavassdraget.

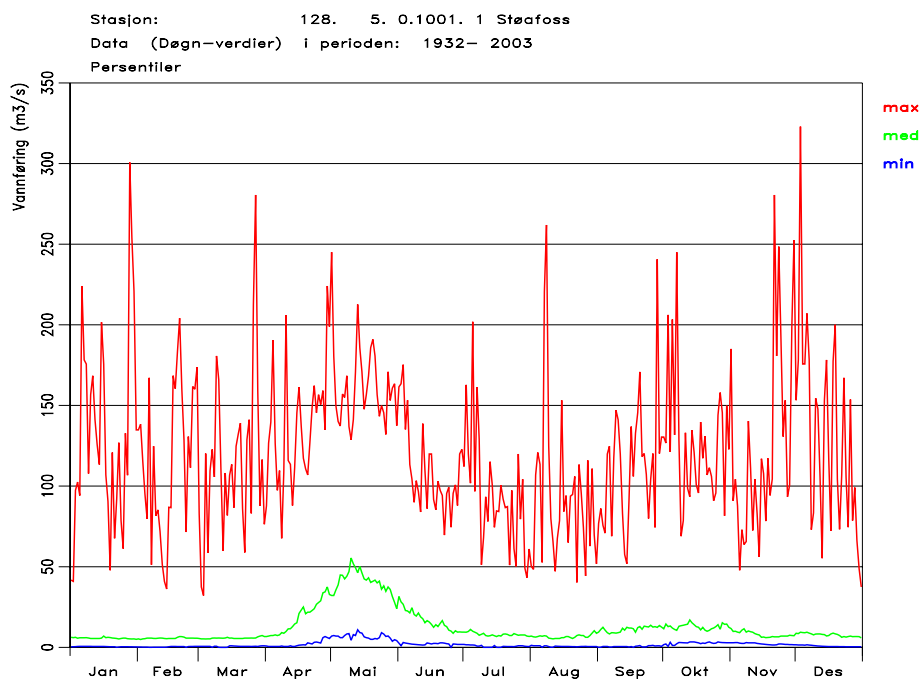
I strekningen nedenfor Snåsavatnet, som er regulert med Sundfossen dam, ligger to små kraftverk, Sundfossen og Byafossen kraftverk. I vassdraget finnes også noen reguleringsmagasiner av mindre betydning, mens det største kraftverket er Bogna kraftverk. Det ligger omtrent midt på Snåsavatnet og har sitt vanninntak i Bangsjøene i Bognavassdraget, som ligger like nord for Snåsavassdraget. Bogna kraftverk ble satt i drift i 1971, slik at siden den tid får Snåsavassdraget overført vann tilsvarende ca. $7 \text{ m}^3/\text{s}$ i gjennomsnitt.

Avrenningen i vassdraget er ca. $30 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ som årsmiddel. Det tilsvarer en naturlig middelvannføring ut i fjorden på ca. $65 \text{ m}^3/\text{s}$. Avrenningen varierer fra drøyt $80 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ som mest i et område på vannskillet mot Namsenvassdraget og Bognavassdraget til ca. $16 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ i områdene nærmest Snåsavatnet. I området ved samløpet mellom Steinkjerelva og Ognå er avrenningen ca. $20 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Figur 2 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året i Steinkjerelva ved målestasjonen 128.8 Håkkadalbrua nederst i vassdraget, mens figur 3 viser tilsvarende verdier for målestasjonen 128.5 Støafoss i Ognå. Øverste kurve (max) 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 2. Karakteristiske vannføringer i Steinkjerelva ved Håkkadalbrua, perioden 1969-2005.



Figur 3. Karakteristiske vannføringer i Ogna ved Støafoss, perioden 1932-2003.

Vi ser av figurene (mediankurven) at selv om det vanligvis er størst vannføring i vassdraget i forbindelse med snøsmeltingen i mai, kan flommer opptre gjennom hele året i forbindelse med regnespisoder, ikke minst i vintermånedene.

3 Hydrometriske stasjoner

Data fra fire vannføringsstasjoner studeres ved denne flomberegningen.

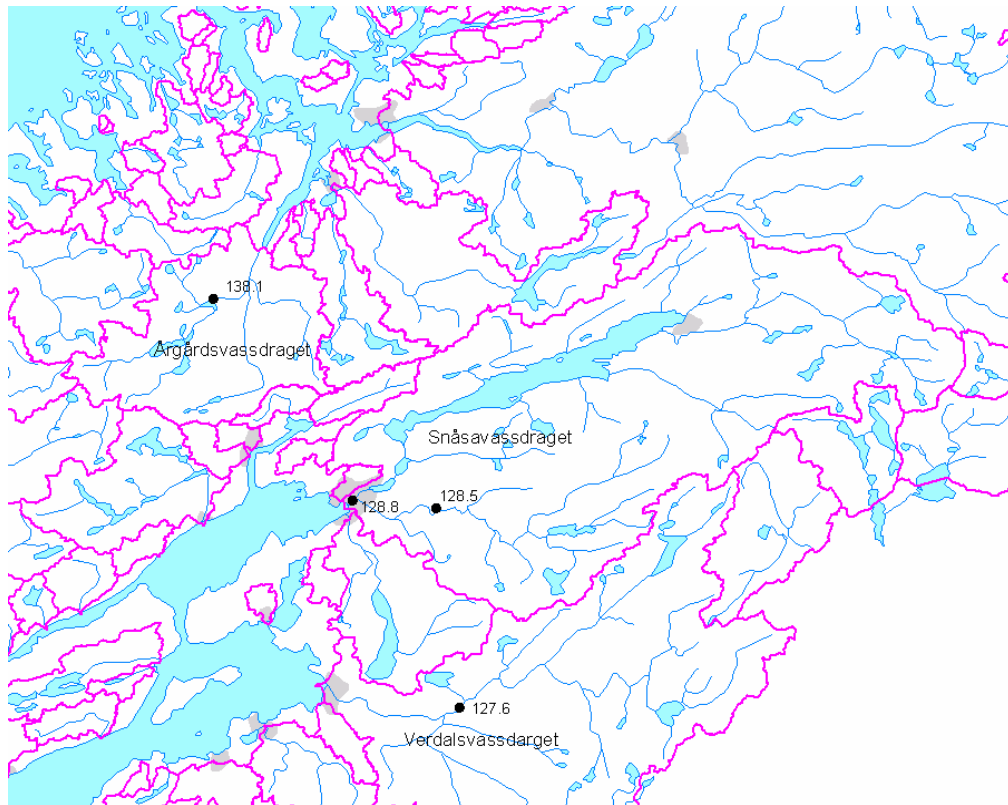
128.8 Håkkadalbrua ligger nederst i Steinkjerelva, etter samløpet med Ogna, med et nedbørfelt på 2141 km². Feltet er dekket til nesten 10 % av innsjøer og den effektive sjøprosenten er så høy som 4.04 %. Stasjonen ble etablert i 1969 og er fortsatt i drift. Målestasjonen er påvirket av reguleringene i vassdraget.

128.5 Støafoss ligger et stykke opp i Ogna med et nedbørfelt på 486 km². Stasjonen ble etablert i 1932 og er fortsatt i drift. I perioden 1953-1956 mangler det observasjoner ved stasjonen. De små reguleringene i feltet har minimal betydning for flomstørrelsene ved målestasjonen.

127.6 Grunnfoss ligger i Verdalsvassdraget med et nedbørfelt som grenser mot Støafoss sitt felt. Nedbørfeltets areal er 871 km². De små reguleringene i feltet har minimal betydning for flomstørrelsene ved målestasjonen. Det finnes vannføringsobservasjoner i perioden 1908-1930 og fra og med 1951 til nå.

138.1 Øyungen ligger i Årgårdselva, ca. 30 km nordvest for Steinkjer. Nedbørfeltet er 244 km² og uregulert. Målestasjonen ble etablert i 1916 og er fortsatt i drift.

Figur 4 gir en oversikt over vannføringsstasjonenes beliggenhet.



Figur 4. Vannføringsstasjoner.

4 Observerte flommer

I tabell 1 vises de største observerte flommene ved de fire nevnte vannføringsstasjonene.

Tabell 1. Største observerte flommer, døgnmidler.

128.8 Håkkadalbrua 1969-2006		128.5 Støafoss 1932-2006	
dato	m ³ /s	dato	m ³ /s
01.02.2006	876	31.01.2006	472
03.12.1990	562	03.12.1990	323
30.10.1983	516	28.01.1932	301
22.05.1976	499	21.11.1961	281
07.10.1971	491	27.03.1982	281

127.6 Grunnfoss 1908-1930, 1951-2006		138.1 Øyungen 1916-2006	
dato	m ³ /s	Dato	m ³ /s
31.01.2006	595	31.01.2006	378
05.12.1962	572	28.01.1932	345
25.03.1953	560	19.02.1998	265
21.11.1961	519	25.03.1953	244
14.05.1971	450	26.03.1982	238

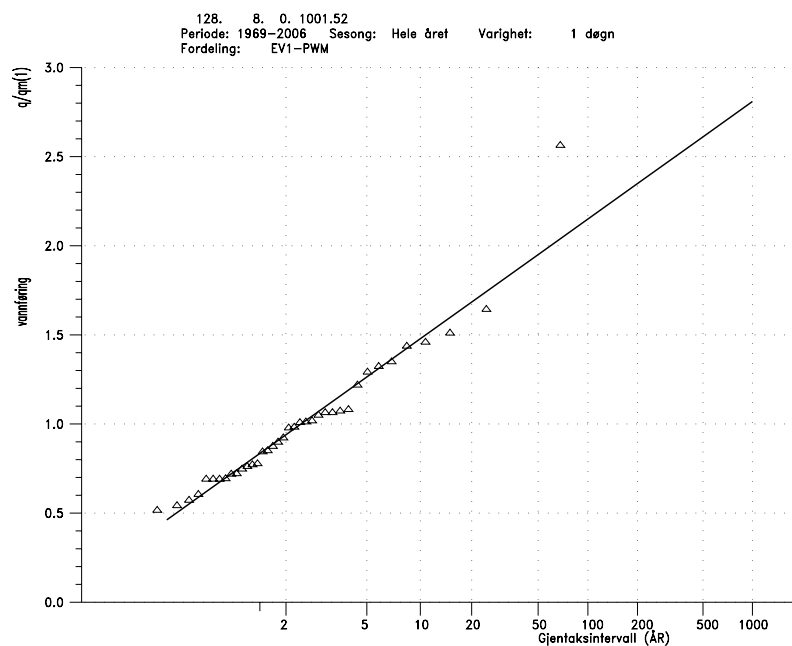
Tabellen viser at de største flommene kommer vinterstid, stort sett i perioden november-mars, og det er sjeldent at snøsmelteflommene om våren kan konkurrere i størrelse. Flommen i 2006 var meget ekstrem, særlig i Snåsavassdraget. Ved Øyungen var 2006-flommen noe større enn den nest største, den i 1932. Ved Grunnfoss var den også bare noe større enn den nest største, den i 1962 i dette vassdraget. Ved både Håkkadalbrua og Støafoss var den derimot betydelig større enn den nest største, i disse tilfeller den i 1990. Her var 2006-flommen rundt 50 % større enn 1990-flommen.

5 Flomfrekvensanalyser

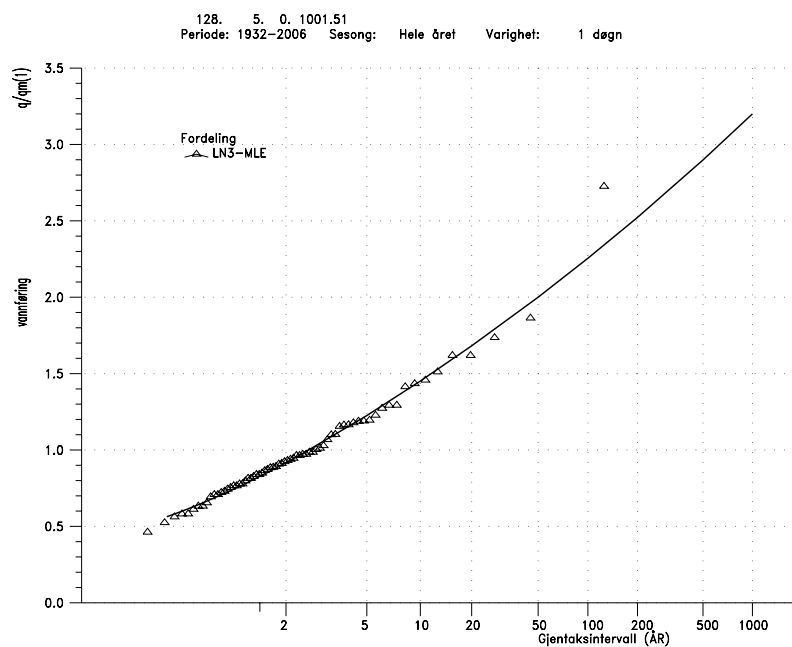
Det er utført flomfrekvensanalyser på årsflommer ved de fire nevnte målestasjonene. Resultatene er sammenfattet i tabell 2, hvor midlere flom, Q_M , og forholdstallene Q_T/Q_M presenteres. I figurene 5-8 er flomfrekvensanalysene med forholdstallene Q_T/Q_M vist grafisk.

Tabell 2. Flomfrekvensanalyser, døgnmiddel av årsflommer.

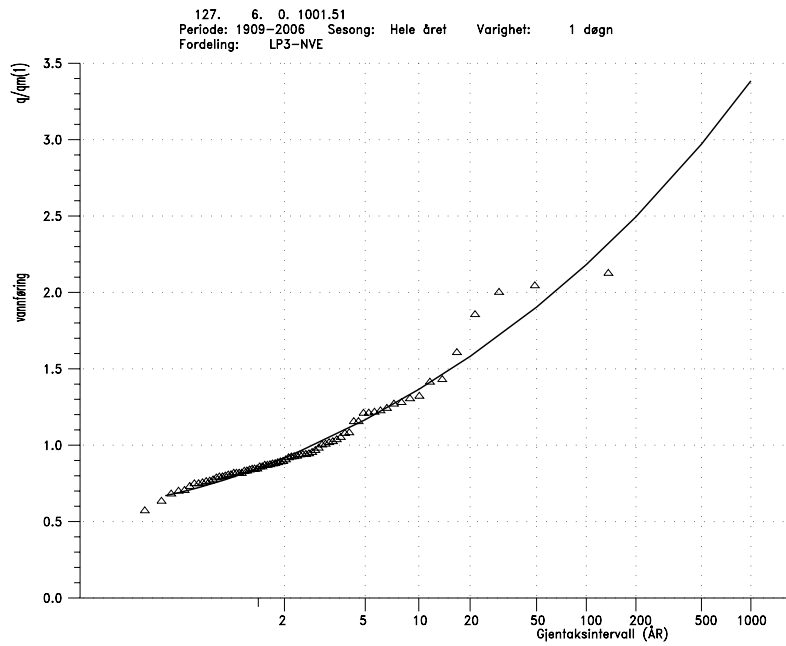
	Periode	Antall år	Areal km ²	Q_M m ³ /s	Q_M l/s•km ²	Q_5/Q_M	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M
128.8 Håkkadalbrua	1969-2006	38	2141	342	160	1.26	1.48	1.68	1.95	2.15	2.35	2.61
128.5 Støafoss	1932-2006	70	486	173	357	1.23	1.45	1.68	2.00	2.26	2.52	2.90
127.6 Grunnfoss	1909-2006	76	871	280	322	1.17	1.37	1.58	1.90	2.18	2.50	2.97
138.1 Øyungen	1917-2006	90	244	132	539	1.26	1.52	1.79	2.16	2.46	2.77	3.21



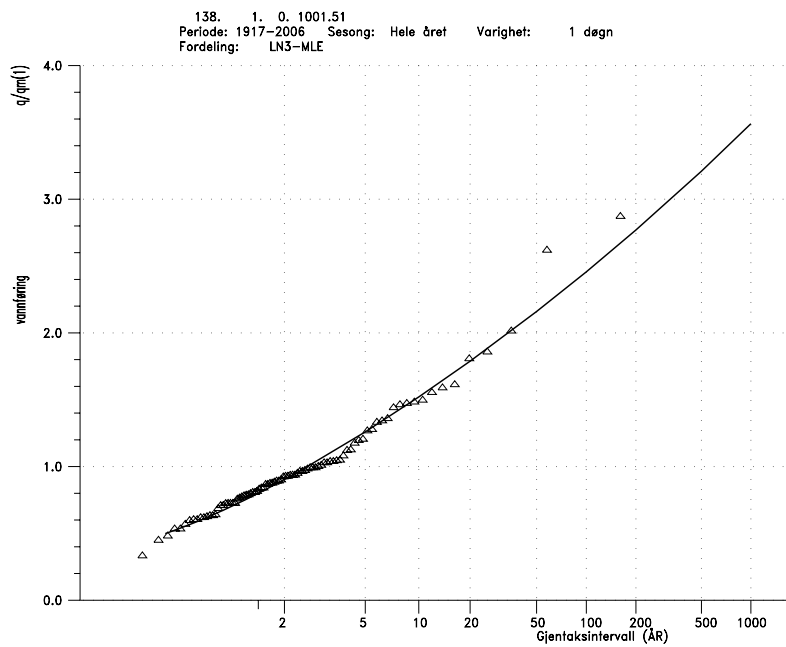
Figur 5. Flomfrekvensanalyse for 128.8 Håkkadalbrua, døgnmiddel av årsflommer, for perioden 1969-2006.



Figur 6. Flomfrekvensanalyse for 128.5 Støafoss, døgnmiddel av årsflommer, for perioden 1932-2006.



Figur 7. Flomfrekvensanalyse for 127.6 Grunnfoss, døgnmiddel av årsflommer, for perioden 1909-2006.



Figur 8. Flomfrekvensanalyse for 138.1 Øyungen, døgnmiddel av årsflommer, for perioden 1917-2006.

6 Beregning av flomverdier

Flomverdier skal beregnes for Ogna oppstrøms samløpet med Steinkjerelva og for Steinkjerelva etter samløpet. Beregningen for Steinkjerelva etter samløpet utføres for målestasjonen 128.8 Håkkadalbrua, og flomverdiene kan antas å være representative for hele nedre del av vassdraget.

Reguleringene i vassdraget antas å ha relativt liten betydning for flommene. Det er isteden det store sjøarealet og derved selvreguleringen i grenen som kommer fra Snåsavatnet som betyr mye for flommene. Midlere spesifikk flom er også betydelig mindre ved Håkkadalbrua enn ved Støafoss. Støafoss har midlere spesifikk flom i samme størrelsesorden som Grunnfoss. Se tabell 2.

Flomfrekvenskurvene er også relativt like i de to lange seriene for Støafoss og Grunnfoss, mens ved Håkkadalbrua blir flomfrekvensfaktorene Q_T / Q_M noe lavere. Dette er vanlig ved målestasjoner med høy sjøprosent, som er tilfelle for Håkkadalbrua.

Det antas at spesifikke flomverdier i Ogna ved Støafoss og ved samløpet med hovedelven er like, og at både midlere flom og flomfrekvensfaktorene fra målestasjonen 128.5 Støafoss er representative. Det antas også at midlere flom og flomfrekvensfaktorene fra målestasjonen 128.8 Håkkadalbrua er representative for nedre del av vassdraget. I tabell 3 er resultatene sammenfattet.

Tabell 3. Flomverdier for Ogna og Steinkjerelva, 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_{1000} m ³ /s
Q_T/Q_M				1.23	1.45	1.68	2.00	2.26	2.52	2.90	3.20
Ogna ved samløpet med Steinkjerelva	573	357	204	251	296	343	409	462	515	593	654
Q_T/Q_M				1.26	1.48	1.68	1.95	2.15	2.35	2.61	2.81
Steinkjerelva ved 128.8 Håkkadalbrua	2141	160	342	431	506	574	667	735	803	892	960

I denne tabellen er flomverdier opp til Q_{1000} tatt med for å sammenligne med resultater fra en flomberegning som er utført for dammene i vassdraget. I rapporten "Flomberegning Snåsavassdraget/Byaelva" fra juli 2006 har NVK-Multiconsult utført en beregning av avløpsflommer bl.a. fra Reinsvatnet, som ligger i Steinkjerelva litt oppstrøms samløpet med Ogna. Q_{1000} avløpsflom er beregnet til 357 m³/s. Beregningen som vises i tabell 3 gir en Q_{1000} døgnmiddelvanntføring i Steinkjerelva ovenfor Ogna på 306 m³/s (960 – 654). Kulminasjonsvanntføringen vil være noe større enn dette. Flommer med samme gjentaksintervall i Ogna og i Steinkjerelva ved Reinsvatnet vil ikke nødvendigvis komme samtidig, og i hvert fall ikke kulminere samtidig. Det betyr at Q_{1000} ved Håkkadalbrua skal være noe mindre enn summen av Q_{1000} i Ogna og i Steinkjerelva fra Reinsvatnet. Dette overensstemmer med de resultatene som er funnet for Q_{1000} i tabell 3. Det betyr at

det er rimelig overensstemmelse mellom resultatene i denne rapporten og resultatene i NVK Multiconsults beregning.

Flomverdiene i tabell 3 er døgnmiddelverdier. Kulminasjonsvannføringen kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen ved store flommer. I tabell 4 er forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring vist for noen observerte flommer i vassdraget.

Tabell 4. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer i Snåsavassdraget.

128.8 Håkkadalbrua dato	Kulminasjon m³/s	Døgnmiddel m³/s	Kulminasjon/ døgnmiddel
03.12.1990	605	562	1.08
23.11.1994	532	452	1.18
09.08.2000	371	348	1.07
19.12.2003	423	359	1.18
01.02.2006	948	876	1.08
128.5 Støafoss dato	Kulminasjon m³/s	Døgnmiddel m³/s	Kulminasjon/ døgnmiddel
03.12.1990	379	323	1.17
23.11.1994	301	249	1.21
08.08.2000	301	262	1.15
19.12.2003	294	200	1.47
31.01.2006	516	472	1.09

Ved de største flommene ved Håkkadalbrua har kulminasjonsvannføringen vært 8 % større enn døgnmiddelvannføringen, men ved noen mindre flommer har forholdstallet vært noe større. Det antas at 1.10 er et representativt forholdstall for flommer i Steinkjerelva etter samløpet. Ved de største flommene ved Støafoss har forholdstallet mellom kulminasjonsvannføringen og døgnmiddelvannføringen vært noe større og variert noe mer enn forholdstallet ved Håkkadalbrua. Basert på forholdstallene i tabell 4 antas det at 1.15 er et representativt forholdstall for flommer i Ognå.

Resulterende flomverdier er sammenfattet i tabell 5. Flomverdiene er utjevnet til nærmeste hele 5 m³/s.

Tabell 5. Flomverdier for Ognå og Steinkjerelva, kulminasjonsvannføringer.

	Areal km ²	Kulm.vf./ døgnmiddelfv.	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
Ognå ved samløpet med Steinkjerelva	573	1.15	235	290	340	395	470	530	590	680
Steinkjerelva ved 128.8 Håkkadalbrua	2141	1.10	375	475	555	630	735	810	885	980

Flommen i januar/februar 2006 ved 128.8 Håkkadalbrua er den største som er observert i den nesten 40 år lange observasjonsperioden. Ut fra de beregninger som er gjort her hadde flommen, som kulminerte på 948 m³/s og hadde et døgnmiddel på 876 m³/s, et gjentaksintervall et sted mellom 200 og 500 år. Se tabellene 5 og 3.

Også ved 128.5 Støafoss, der flommen kulminerte på 516 m³/s og hadde et døgnmiddel på 472 m³/s, hadde flommen et gjentaksintervall et sted mellom 200 og 500 år. Fra tabell 2 kan man se at døgnmidlet for hhv Q₂₀₀ og Q₅₀₀ er 436 og 502 m³/s ved Støafoss. Her er det observasjoner helt siden 1932, og 2006-flommen er den klart største som er observert i denne perioden.

7 Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Snåsavassdraget kan karakteriseres som godt. Det foreligger en lang dataserie for vannføringen i sideelven Ognå og en rimelig lang dataserie fra hovedelven i det område som skal flomsonekartlegges.

Det er allikevel 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.

En annen faktor som fører til usikkerhet i flomdata 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 tidsoppløsning er ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke kompletterte i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsoppløsning på databasen lenger enn ca. 20 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomfrekvensanalyser 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 godt, og beregningen kan ut fra dette kriterium klassifiseres i klasse 1, 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.

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

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

NVK Multiconsult, 2006: Flomberegning Snåsavassdraget/Byaelva.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2007

Nr. 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Steinkjerelva og Oгна. Flomsonekartprosjektet (16 s.)