

Flomberegning for Surna (112.Z)

Flomsonekartprosjektet

Dokument nr. 10 - 2004

Flomberegning for Surna (112.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Turid-Anne Drageset

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 25

Forsidefoto: Isgang og flom i Surna ved Sande 15. januar 2003 (Foto: Ingebrigt Bævre, NVE Region Midt-Norge)

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for flomutsatt elvestrekning i Surna i Møre og Romsdal. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for 13 steder i vassdraget, mellom Rindal meieri og utløpet i Surnadalsfjorden.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Surna

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

September 2004

Innhold

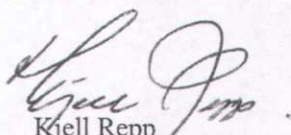
Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	7
3. Hydrometriske stasjoner	11
4. Observerte flommer i Surna	16
5. Flomberegninger	19
5.1. Frekvensanalyser	19
5.2. Flomverdier for ulike gjentakintervall	24
5.3. Kulminasjonsvannføring	26
6. Usikkerhet	28
Referanser	30

Forord

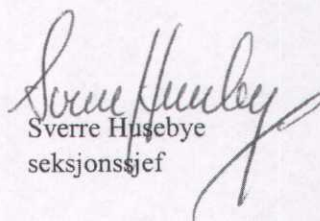
Flomsonekartlegging er et viktig hjelpemiddel i arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Som et ledd i utarbeidelse av slike kart må flomvannføringer beregnes. Grunnlaget for flomberegninger er NVEs omfattende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

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av flomutsatt elvestrekning i Surna i Surnadal og Rindal kommuner i Møre og Romsdal. Rapporten er utarbeidet av Turid-Anne Drageset og kvalitetskontrollert av Lars- Evan Pettersson.

Oslo, september 2004



Kjell Repp
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen i Surna omfatter ett delprosjekt (fs 112_1 Surna) i Flomsonekartprosjektet i NVE. I Surna kan store flommer forekomme til alle årstider, men vår- og høstflommer er dominerende. Vassdraget er regulert.

Kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentakintervall er beregnet for 13 steder langs Surnas hovedløp fra Rindal meieri til utløpet i Surnadalsfjorden. Flomberegningen er i hovedsak basert på frekvensanalyser av observerte flommer ved hydrometriske stasjoner i Surna, men med støtte i stasjoner i nærliggende vassdrag. Datagrunnlaget antas å være godt. Resultatet av beregningene ble:

	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
Rindal meieri	230	106	127	143	158	176	190	203	220
Oppstrøms Rinna	233	108	129	145	160	179	192	206	223
Nedstrøms Rinna	437	171	205	230	254	284	306	328	355
Oppstrøms Bulu	455	178	213	240	265	296	319	341	370
Nedstrøms Bulu	523	198	236	266	293	328	353	378	410
Oppstrøms Folla	534	202	241	271	300	335	361	386	418
Nedstrøms Folla	898	222	282	331	378	440	486	532	593
112.27 Skjermo	927	229	291	342	391	454	501	549	613
Oppstrøms Vindøla	941	233	296	347	397	461	509	557	622
Nedstrøms Vindøla	1111	319	405	475	543	631	697	763	851
Honstad	1125	323	410	481	550	639	706	773	862
Skei	1165	334	425	498	569	662	731	800	893
Utløp fjorden	1203	345	438	515	588	683	755	826	922

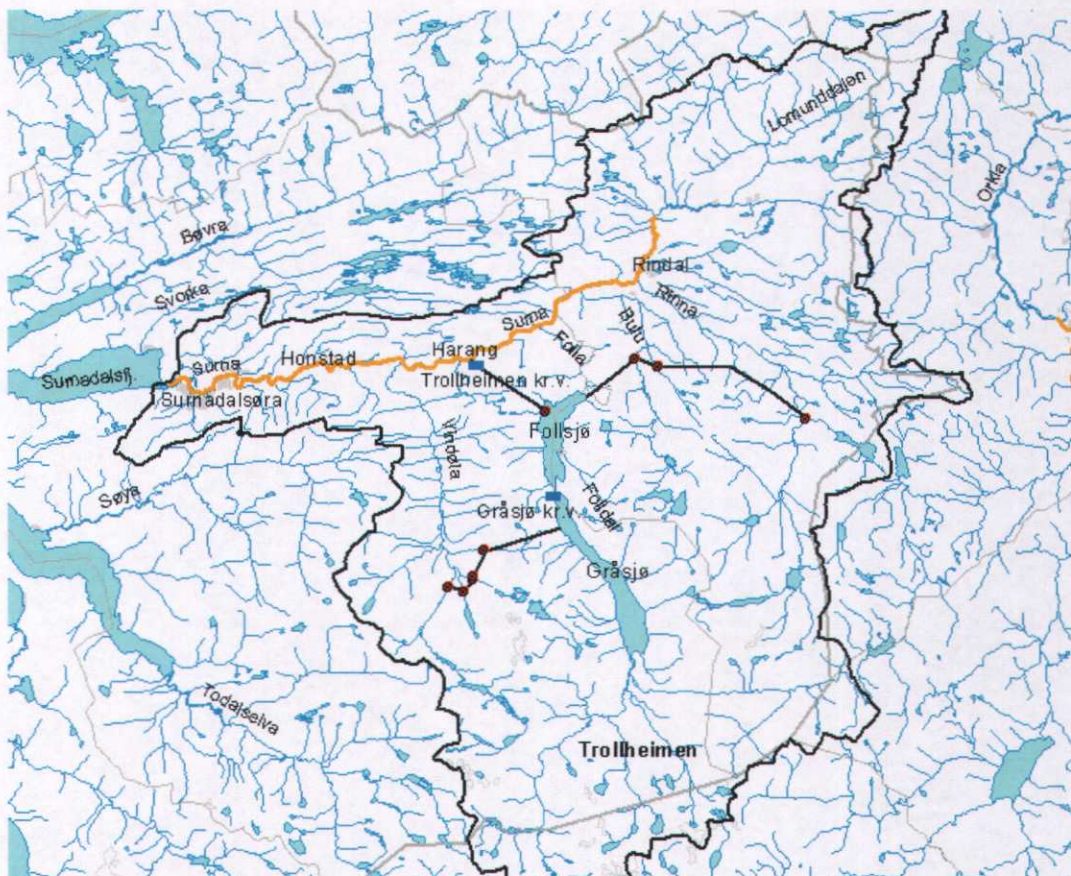
Flomverdiene er oppgitt med en nøyaktighet på 1 m³/s av praktiske årsaker.

Flomanalysene er foretatt på vannføringsobservasjoner etter at vassdraget ble regulert, og virkningene av reguleringene på vannføringen i Surna er derfor vanskelig å dokumentere. Erfaringer viser imidlertid at omfattende reguleringstiltak i vassdrag med tilsvarende regime som i Surna fører til redusert vårflom pga. stor magasinkapasitet om våren, og dominerende høstflom som følge av kraftig høstnedbør i kombinasjon med liten magasinkapasitet.

På bakgrunn av et relativt godt datagrunnlag, men kompliserende forhold ved at beregningene skulle foretas for mange steder i vassdraget og at det er reguleringer i vassdraget, klassifiseres denne beregningen i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1. Beskrivelse av oppgaven

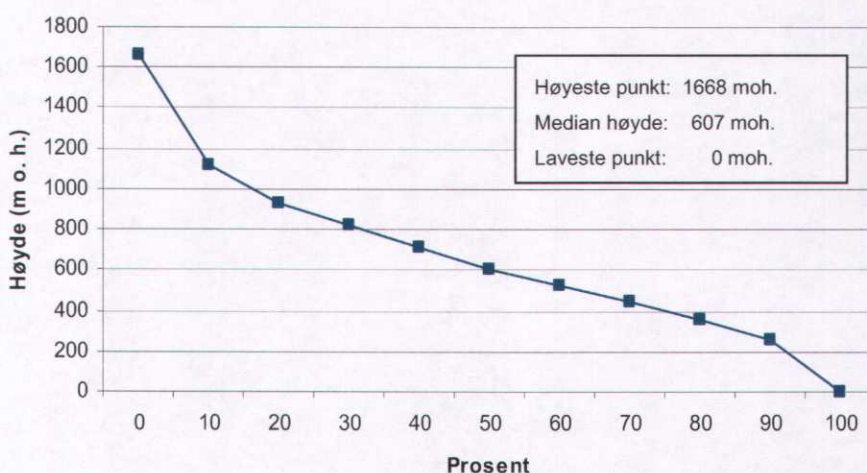
Flomsonekart skal konstrueres for flomutsatt elvestrekning i Surna i Surnadal og Rindal kommuner i Møre og Romsdal, delprosjekt fs 112_1 Surnadal i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for flomsonekartkonstruksjon skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes i 13 punkt på en 35 km lang elvestrekning i Surnas hovedløp fra Rindal meieri til utløpet i Surnadalsfjorden. Det skal ikke beregnes flomverdier i sideelver som tilløper Surna på denne strekningen. Strekningen som skal flomsonekartlegges er tegnet inn på figur 1. Flomutsatt på strekningen er bl.a. spredt bebyggelse, riksveg, kommunal veg, campingplasser og dyrket mark.



Figur 1. Kart over Surnavassdraget. Strekningen som skal flomsonekartlegges er tegnet inn med oransje farge.

2. Beskrivelse av vassdraget

Surna renner i sørvestlig retning gjennom Surnadal i fire-fem mil fra Lomunddalen i nordøst til utløpet i Surnadalsfjorden ved Surnadalsøra. Elva har i hovedsak sitt utspring i fjellområder i Trollheimen nordøst i Møre og Romsdal. Hoveddelen av tilløpet til Surna kommer fra fire sidevassdrag med utspring i Trollheimen: Rinna, Bulu, Folla og Vindøla. Vassdraget ligger i hovedsak i Surnadal og Rindal kommuner, og grenser i hovedsak mot vassdragene Søya og Todalselva i vest, Driva i sør, Orkla i øst og Svorka og Bøvra i nord. Det samlede nedbørfeltet ved utløpet i fjorden er 1203 km². Det er store høydeforskjeller i vassdraget (figur 2), som strekker seg fra havnivå til opp i 1668 moh. Høyeste punkt er Snota i Trollheimen. Feltets midlere høyde er omtrent 610 moh.

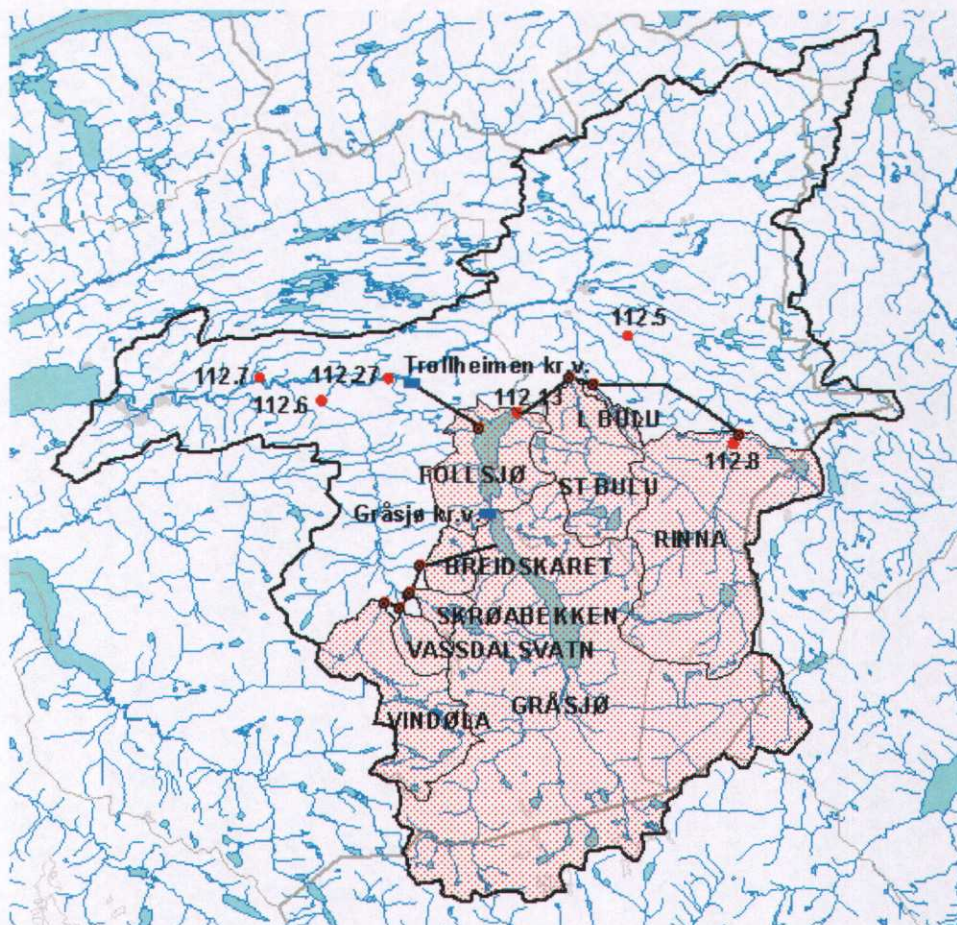


Figur 2. Hypsografisk kurve for Surnas nedbørfelt. Kurven viser hvor stor andel av det totale feltarealet (1203 km²) som ligger over en gitt høyde.

Vannmengdene i Surnas fire større sørlige tilløpselver, som har utspring i Trollheimen, er utnyttet til kraftproduksjon. Reguleringene har innvirkning på avrenningen i Surna opp til samløpet med Rinna. Oppstrøms samløpet med Rinna har Surna naturlig avrenning. Reguleringsmagasinene i Surnas nedbørfelt har en total lagringskapasitet på 384 mill m³. Dette tilsvarer i overkant av 40 % av midlere årlig tilsig. Reguleringene i Surna skjøttes av Statkraft Aura.

Kraftverkssystemet ble satt i drift i 1968, og er vist i figur 3. Produksjonen foregår i to kraftverk, Trollheimen kraftverk ved Harang ca. 25 km fra Surnas utløp i fjorden og Gråsjø kraftverk nedstrøms Gråsjø i sidevassdraget Folla. Utbyggingen førte til at deler av Follidalen ble omgjort til kraftverksmagasin. Det er dette vi ser som Gråsjø og Follsjø i dag. Omkring 15 km ble satt under vann, og det er svært store reguleringshøyder i begge sjøene (Gråsjøen 53 m mellom kote 483 og 430 moh og Follsjøen 45 m mellom kote 420 og 375 moh). Magasinene får overført vann fra elvene Vindøla, Bulu og Rinna. De øvre 74 km² av Vindøla (delfelt Vindøla, Vassdalsvatn, Skrøbekken og Breidskaret) føres inn i Gråsjømagasinet, mens øvre deler av Rinna (delfelt Rinna, 111 km²) og Bulu (delfelt St. Bulu og L. Bulu, til sammen 46 km²) føres inn i Follsjømagasinet. Maksimal driftsvannføring i Trollheimen kraftverk er 38,5 m³/s, og

pålagt minstevannføring i Folla er 15 m³/s. Follas naturlige nedbørfelt er 345 km². Totalt er 576 km² av Surnas nedbørfelt regulert. Statkraft har ikke kunnet fremskaffe kapasiteten i overføringstunnelene fra de ulike bekkeinntakene til Gråsjø og Follsjø.



Figur 3. Kartet viser kraftverkssystemet i Surnas nedbørfelt, med de ulike delfeltene som overføres og tas inn i kraftverkene.

Tabell 1. Oversikt over delfelt som overføres og tas inn i kraftverkene. Opplysningene er hentet fra NVEs digitale kartsystem Kartulif.

Delfeltnavn	Vannkrv.navn	Areal (km ²)	Aartilsig (mill m ³ pr. år)
ST. BULU	TROLLHEIM	42.02	78.75
L. BULU	TROLLHEIM	3.85	6.66
FOLL SJØ	TROLLHEIM	37.33	68.52
RINNA	TROLLHEIM	111.18	142.78
GRÅSJØ	GRÅSJØ	307.86	482.78
BREIDSKARET	GRÅSJØ	10.31	22.88
SKRØABEKKEN	GRÅSJØ	6.23	16.91
VINDØLA	GRÅSJØ	48.21	114.23
VASSDALSVATN	GRÅSJØ	9.39	25.41

Reguleringene har ført til at elvene Folla, Rinna, Vindøla, Bulu og Surna ovenfor Harang har fått redusert vannføring stort sett hele året (Bævre, 1995). Folla er nærmest tørrlagt på strekningen nedstrøms Follsjø, og elvestrekningen i Surna fra samløp Folla til kraftstasjonen er sterkt påvirket av reguleringen. Nedenfor Harang har Surna fått redusert sommervannføring og sterkt økt vintervannføring.

Trollheimen ligger i klimaskillet mellom oseanisk vestland og det mer kontinentale indre Trøndelag. Forskjellen kommer til uttrykk gjennom den avtagende nedbørmengden fra vest til øst. I Surnavassdraget varierer gjennomsnittlig nedbørmengde fra under 1000 mm/år nede i hoveddalføret til over 3000 mm/år i de høyeste områdene i Trollheimen. Gjennomsnittlig årsnedbør i perioden 1961-1990 ved den meteorologiske målestasjonen 6480 Surnadal (39 moh.) er 1394 mm (Førland 1993).

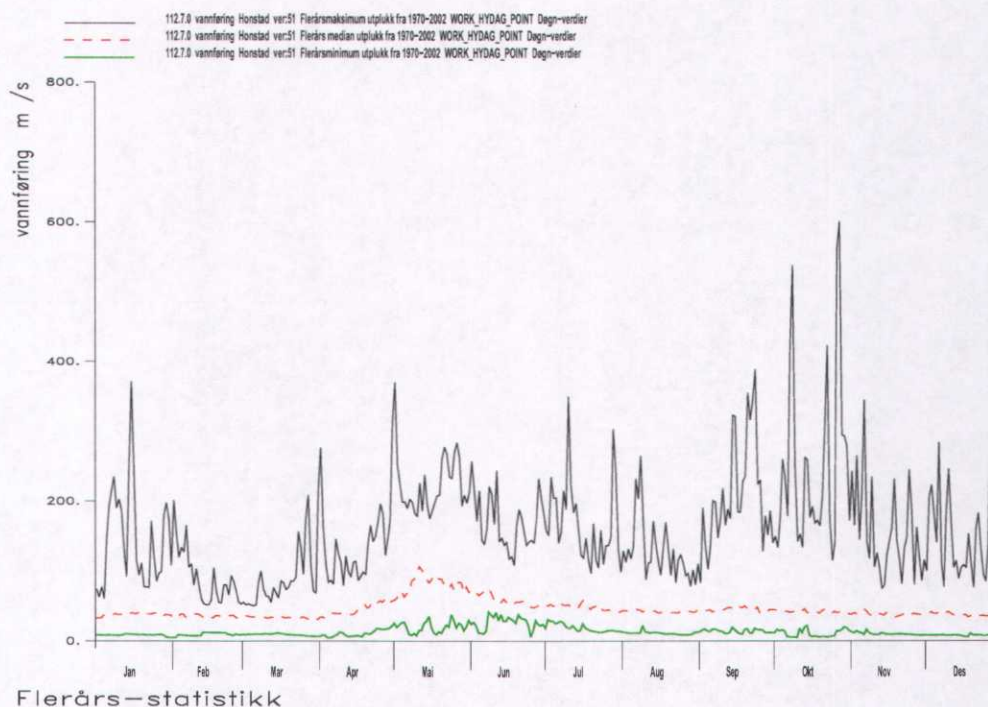
Beregninger basert på NVEs avrenningskart for Norge (2002) gir en naturlig spesifikk årlig avrenning på $48 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ for perioden 1961-1990 i Surnas nedbørfelt. Avrenningen varierer mye innenfor nedbørfeltet, og det er stor gradient i avrenningen fra vest til øst. Det er en variasjon fra over $100 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ i de høyereliggende områdene i Trollheimen i sørvestlige deler av vassdraget til ca. $30 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ i de lavereliggende områdene ved Surnadalsøra, sør for Gråsjø og i de østligste delene av vassdraget. Beregninger med utgangspunkt i observasjonsserien ved målestasjonen 112.7 Honstad gir en spesifikk avrenning på $48 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, mens tilsvarende ved målestasjon 112.8 Rinna gir $41 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ (Astrup, 2001).

Vannføringsforholdene i Surna er sterkt påvirket av reguleringene i vassdraget fra slutten av 1960-tallet. Det finnes ikke observerte vannføringsdata i vassdraget fra før regulering som kan gi et bilde på uregulert hydrologisk regime. I figurene 4-6 illustreres de hydrologiske forholdene i Surna ved Honstad etter regulering, basert på kompletterte observerte data ved målestasjonen 112.7 Honstad (figur 3). Komplettering av dataserien er gjort ved regresjonsanalyse, som er nærmere beskrevet i kapittel 5.1. Figur 4 viser karakteristiske vannføringsverdier for hver dag i løpet av året i perioden 1970-2002. Øverste kurve i diagrammet viser største observerte vannføring og nederste kurve viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden. Den midterste kurven er mediankurven, dvs. at det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større eller mindre enn denne. År med observasjonsbrudd i deler av året inngår ikke i grunnlaget for kurven, noe som fører til at enkelte år med relativt store flommer ikke er vist i maksimumskurven (eksempelvis årene 1998 og 2003).

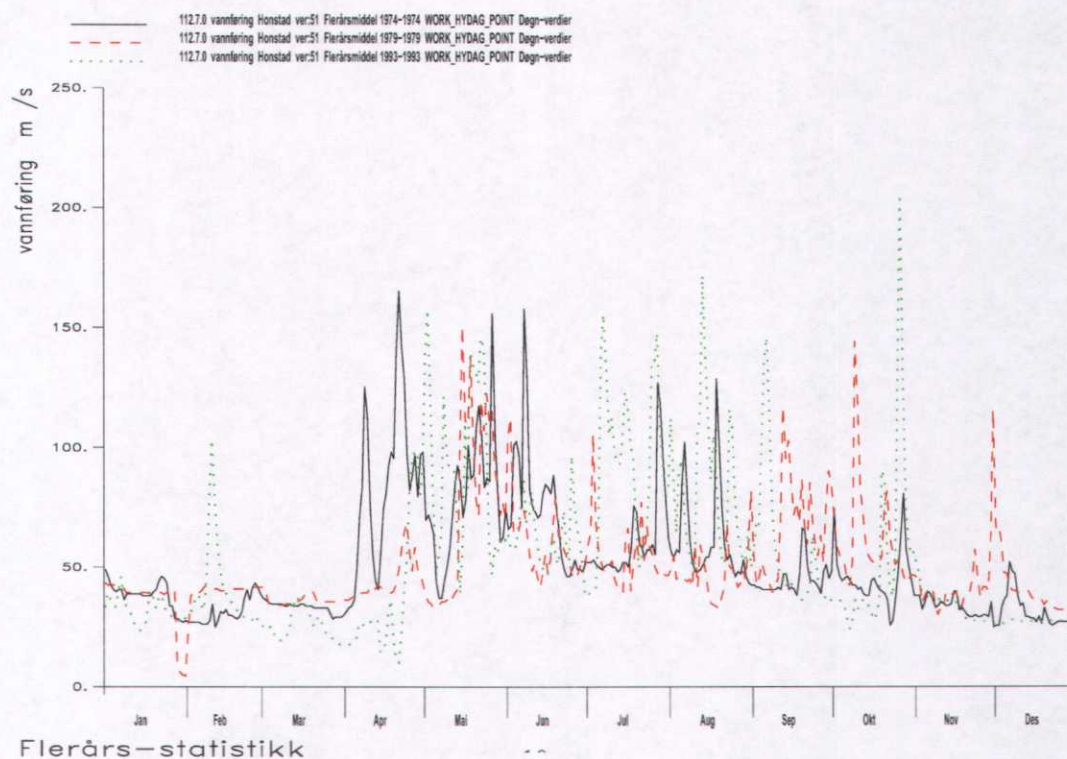
Mediankurven i figur 4 viser midlere vannføringsforhold over en lang årrekke, men illustrerer dårlig hvordan vannføringen faktisk varierer i et enkelt år. Figur 5 viser vannføringen i tre år (1977, 1979 og 1993) med omtrent normal årsmiddelavrenning ($52 \text{ m}^3/\text{s}$ for perioden 1966-2002).

Det fremgår at vår og høst er dominerende flomsesonger, men at flommer kan forekomme til alle årstider. Vårflommen er årssikker, men dempes i stor grad i reguleringsmagasinene i Folla. Vårflommene har normalt større volum og lengre varighet enn høstflommene. Store høstflommer oppstår som følge av kraftig høstnedbør i kombinasjon med relativt fulle reguleringsmagasiner. Høstflommene har normalt et spissere forløp, og har ofte større kulminasjonsverdi i forhold til døgnmidlelet enn vårflommen. Figur 6 viser fordelingen av

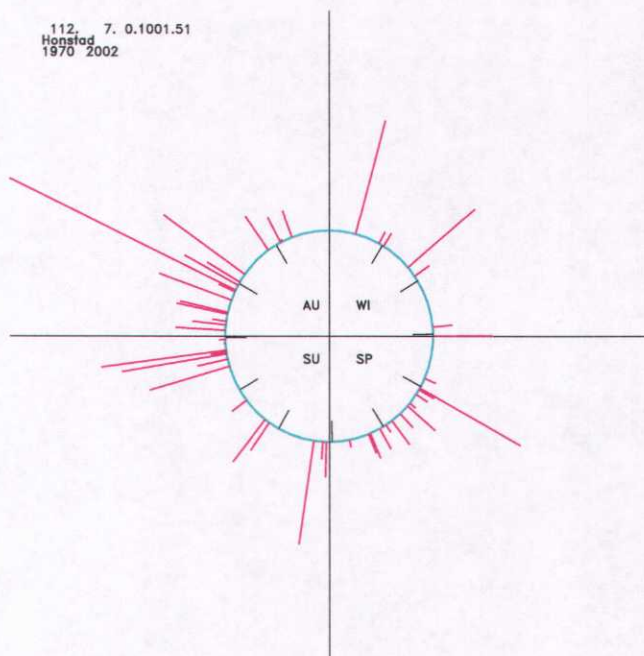
årsflommene over året. Figuren viser relativ flomstørrelse og tidspunkt for flommer over en gitt terskelverdi, i dette tilfellet $176 \text{ m}^3/\text{s}$, som tilsvarer omtrent 65 % av middelflom.



Figur 4. Karakteristiske vannføringsverdier i Surna ved målestasjon 112.7 Honstad i perioden 1970-2002. Diagrammene viser største, median og minste observerte vannføring i angitt periode.



Figur 5. Vannføring i Surna ved Honstad i 1974 (hvit), 1979 (rød) og 1993 (grønn).



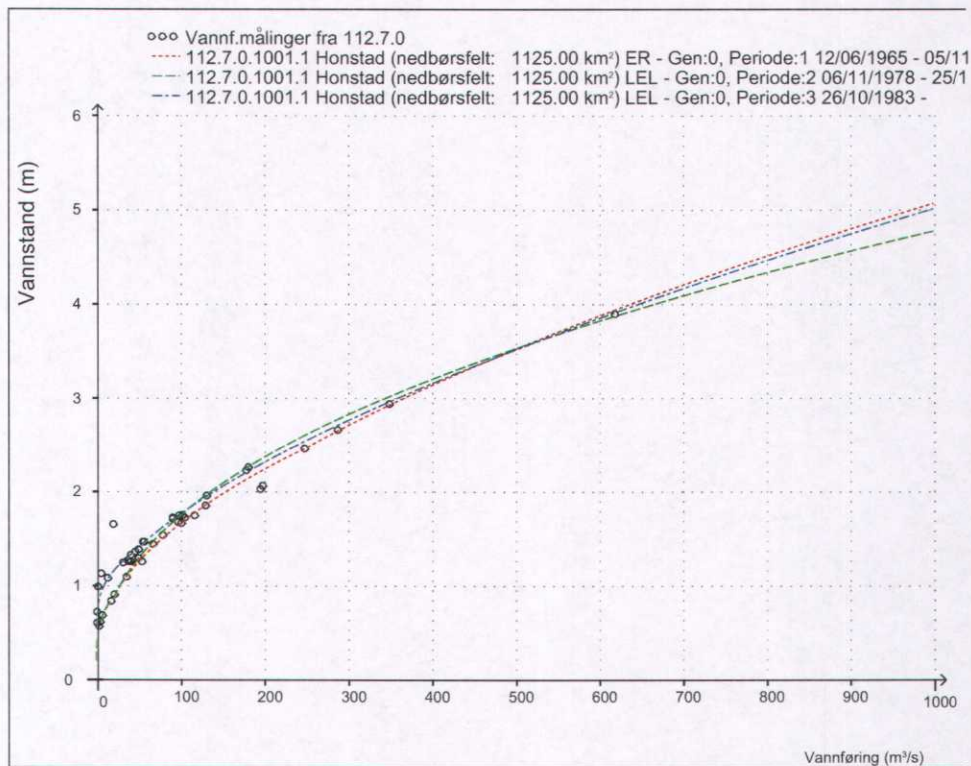
Figur 6. Flommer ved Honstad i 1970-2002, fordelt over året. Sirkelen representerer året med start på året (1.januar) rett opp. Flommene er markert med når på året de inntreffer og med relativ størrelse.

3. Hydrometriske stasjoner

I Surnas nedbørfelt finnes flere hydrometriske stasjoner. De viktigste målestasjonene i tilknytning til strekningen som skal flomberegnes er 112.7 Honstad og 112.27 Skjermo, som begge er lokalisert i Surnas hovedløp med 8-9 km avstand. Observasjonsseriene fra disse stasjonene er viktige i denne flomberegningen da de til sammen over en lengre periode gir et anslag på avrenningen fra over 70 % av Surnas totale nedbørfelt etter at reguleringssystemet ble satt i drift. Det finnes også flere stasjoner i tilløpselvene til Surna som tas i betraktning i beregningen: 112.8 Rinna og 112.5 Løsetli i Rinna, 112.6 Sjursberget i Vindøla, 112.13 Follsjø og 112.15 Trollheim kraftverk driftsvannføring.

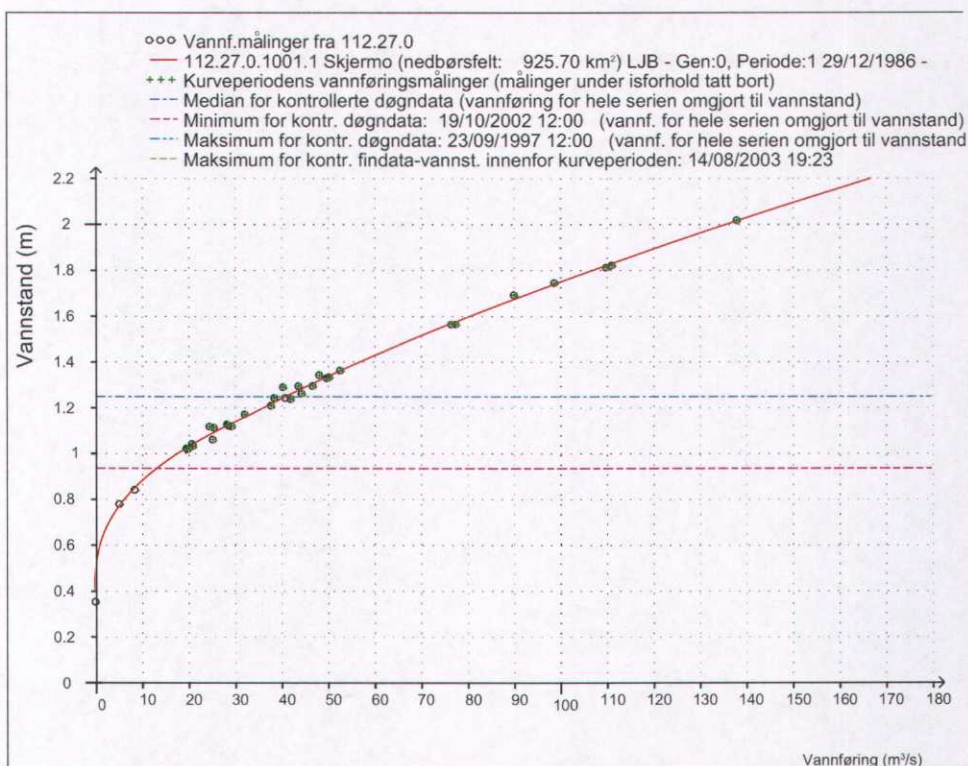
Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 9, og tabell 2 gir en kort oversikt over stasjonene.

112.7 Honstad ligger i Surna ved Honstad, 9 moh. og omtrent 10 km fra Surnas utløp i fjorden. Stasjonen ble opprettet i juni 1965, i forkant av at kraftverkssystemet ble satt i drift i 1968. Nedbørfeltet er 1125 km², og måler totalavløpet i Surna oppstrøms Honstad inkludert all regulering i vassdraget, slik at effekten av det totale reguleringssystemet gjenspeiles i denne dataserien. Omtrent 50 % av stasjonens nedbørfelt er regulert. Stasjonen var plassert i et noe ustabilt elveprofil, og datakvaliteten er derfor noe usikker. Den var dessuten plassert så langt nedstrøms magasinene og kraftverket at det var vanskelig å kontrollere minstevannføringskravet på 15 m³/s på grunn av betydelig lokaltilsig. Stasjonen ble derfor nedlagt i 1989, og ble erstattet med 112.27 Skjermo med et par års tidsoverlapp. Honstad har vannføringskurve med tre kurveperioder (1965-1978, 1978-1983, 1983-1989). For de tre periodene er det utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til henholdsvis 350 og for de to siste 620 m³/s, som tilsvarer omtrent 120 og 250 % av middelflom. Figur 7 gir et inntrykk av vannføringskurvens kvalitet ved at alle vannføringsmålinger som er utført ved Honstad er plottet sammen med de tre vannføringskurvene. Tilpasningen synes å være relativt god. Dataserien har mulig homogenitetsbrudd i 1981 (Astrup, 2000). Dataserien har observasjonsbrudd i deler av årene 1965, 1968, 1969, 1989 og 1990.



Figur 7. Alle manuelle vannføringsmålinger som er gjort ved 112.7 Honstad plottet sammen med vannføringskurven.

112.27 Skjermo ligger i Surna, 18 moh. og omtrent 8 km oppstrøms 112.7 Honstad, mellom tilløpselvene Vindøla og Folla, omtrent 5 km nedstrøms Folla. Stasjonen måler totalavløpet i Surna nedstrøms Trollheimen kraftverk. Stasjonen ble opprettet i desember 1986, som erstatning for stasjonen ved Honstad. Nedbørfeltet er 927 km², og inkluderer størsteparten av reguleringssystemet i Surnavassdraget, med unntak av Vindøla som tilløper Surna nedstrøms Skjermo. Omtrent 45 % av stasjonens naturlige nedbørfelt er regulert. I tillegg får nedbørfeltet tilført vann fra de øvre deler av Vindølas nedbørfelt (74 km²). Stasjonen er plassert i et godt egnet elveprofil, vannføringskurven antas å være god, og datakvaliteten anses som god. Vannføringskurven ved Skjermo har én kurveperiode (1986-d.d). Det er utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til 138 m³/s, som tilsvarer omtrent 70 % av middelflom. Figur 8 gir et inntrykk av vannføringskurvens kvalitet ved at alle vannføringsmålinger som er utført ved Skjermo er plottet sammen med vannføringskurven. Tilpasningen synes å være relativt god. Dataserien er uten homogenitetsbrudd. Dataserien har observasjonsbrudd i deler av årene 1986, 1998 og 19998.



Figur 8. Alle manuelle vannføringsmålinger som er gjort ved 112.27 Skjermo plottet sammen med vannføringskurven.

112.17 Harang bru ligger i Surna ved utløpet fra Trollheimen kraftverk, og målte totalavløpet i Surna nedstrøms kraftverket i perioden 1972-1994. Stasjonen ligger ca 1 km oppstrøms Skjermo, men datakvaliteten anses ikke for å være like god som ved Skjermo. Data fra Harang bru benyttes derfor ikke i flomberegningen.

112.8 Rinna og **112.5 Løsetli** ligger begge i sideelva Rinna, som tilløper Surna fra sørøst ved Rindal, omtrent 30 km fra fjorden. De øverste 111 km² av Rinna er regulert fra 01.01.1968 ved en liten dam og overføring av vann til Follsjømagasinet. Stasjonen 112.8 Rinna ligger ovenfor dammen på 464 moh., med et areal på 91 km². Denne målestasjonen er den eneste i Surnas nedbørfelt som ikke er påvirket av reguleringer. Feltet er relativt høytliggende med omtrent 65 % snaufjellandel. Høyeste punkt i nedbørfeltet er 1589 moh. Feltet har noe sjø (effektiv sjøprosent 0,59) og bre (breprosent 0,43). Stasjonen ble satt i drift i 1969, og målinger pågår fremdeles. Stasjonen har fungert bra, og vannføringskurven antas å være brukbar på stor vannføring. Stasjonen 112.5 Løsetli ligger langt nede i Rinna, et godt stykke nedstrøms reguleringen. Stasjonen ligger 177 moh., og har et naturlig nedbørfelt på 196 km². Det overføres vann ut av nedbørfeltet, men grunnet begrenset kapasitet i overføringstunnelen forekommer til tider flomtap og overløp ved dammen, som registreres ved Løsetli. Stasjonen har målinger i perioden 1957-1984. Datakvaliteten er usikker.

112.15 driftsvannføring Trollheim kraftverk og **112.13 overløp Follsjo** gir til sammen totalt regulert avløp fra Follsjømagasinet. Begge seriene har data fra 1968, da reguleringssystemet ble satt i drift, til dags dato. Magasinet har et naturlig nedbørfelt på 345 km², men får overført vann fra Rinna (111 km²), Bulu (46 km²) og Vindøla (74 km²). Erfaringer viser at estimert vannføring

med utgangspunkt i kraftverksdata ofte er usikker. Dette skyldes i hovedsak at omregningen fra produksjon til driftsvannføring gjøres via virkningsgradskurven for kraftverket, som normalt kun er etablert én gang da kraftverket ble satt i drift, og at unøyaktigheter i lukesystemet kan føre til at tapping/overløp feilestimeres. Det er også stor usikkerhet i målte overløpsdata fra Follsjo.

112.6 Sjursberget måler avrenningen langt nede i sideelva Vindøla, som renner inn i Surna omtrent 15 km fra fjorden. Den øvre delen av Vindøla og dens sidetilløp (Vassdalsvatn, Skrøabekken og Breidskarbekken), til sammen 74 km², blir overført til Gråsjømagasinet. Små inntaksdammer og begrenset kapasitet i overføringstunnelen gir til tider flomtap. Det er overløpet og lokaltilslaget nedstrøms inntaket som registreres ved stasjonen. Overføringene ut av Vindølas nedbørfelt ble satt i drift 30.09.1970. Stasjonen ligger 73 moh. og har naturlig nedbørfelt på 168 km². Høyeste punkt i vassdraget er på 1668 moh. Stasjonen har målinger i perioden 1957-1984. Datakvaliteten er usikker.

Nedbørfeltet til de øverste punktene på strekningen i Surna som skal flomsonekartlegges, ved Rindal ovenfor tilløpet fra Rinna, er uregulert. Siden det kun er stasjonen 112.8 Rinna som beskriver uregulert avrenning i vassdraget og denne stasjonen ikke ligger direkte på strekningen, er det valgt å trekke inn to andre uregulert nedbørfelt i analysen for sammenligning.

111.9 Søya ligger i det uregulerte nabovassdraget Søya i sør, som også har utspring i Trollheimen. Målestasjonen ligger langt ned i vassdraget på 28 moh., og høyeste punkt i vassdraget er Blå nibba på 1421 moh. Feltet er 137 km², har omtrent 40 % snaufjellandel, liten effektiv sjøandel (0,02 %) og breandel (0,02 %). Stasjonen ble satt i drift i desember 1974, og målinger pågår fremdeles. Stasjonen har løsmasseprofil, som gir en viss usikkerhet i vannføringskurven.

111.10 Nauståa ligger i det uregulerte nabovassdraget Todalselv i sørvest, som har utspring i Trollheimen. Nauståa er en sidegren til Todalselv langt opp i vassdraget, og har et nedbørfelt på 24,9 km². Stasjonen ligger 217 moh. Feltet består av omtrent 85 % snaufjell, har en effektiv sjøandel på 0,32 % og en breandel på 0,05. Stasjonen ble satt i drift i desember 1978, og målinger pågår fremdeles. Datakvaliteten antas å være brukbar.

Vannføringsdata fra det regulerte nabovassdraget Orkla, som er registrert i målestasjonen Syrstad, er benyttet for å sammenligne med analysene i de regulerte delene av Surna.

121.22 Syrstad, i Orkla 1-2 km oppstrøms Meldal nedenfor Syrstad gård, har vært i drift siden 1972. Orkla er nabovassdrag til Surna i øst. Det ble foretatt manuelle målinger ved stasjonen frem til ca. 1982. Deretter ble målestasjonen utstyrt med konduktivitetsstaver som registreringsutstyr, men sensorene viste seg ikke å gi registreringer av tilfredstillende kvalitet. I dag registreres vannstanden vha. flottør, som gir gode registreringer. Måleprofilen består av løsmasser, som gir en viss usikkerhet i vannføringskurven. Dataserien ved Syrstad er forlenget bakover i tid med data fra den nå nedlagte målestasjonen 121.10 Bjørset dam, som var i drift i perioden 1912 til 1974, og som ble erstattet med målestasjonen 121.22 Syrstad. Målestasjonen Bjørset dam ble nedlagt i 1974 pga. planleggingen av et inntak til Svorkmo kraftverk ved Bjørset dam, som ville ødelegge måleprofilen. Målestasjonen Syrstad er siden 1982 sterkt

påvirket av reguleringer. Homogenitetstest av dataserien ved Syrstad viser at det er signifikant brudd i serien i 1945 (Astrup 2000). NVEs vannmerkeprotokoll viser at vannmerkeskalaen ved målestasjon Bjørset ble brukket og nytt permanent vannmerke ble satt opp den 7. april dette året. Målestasjonen 121.10 Bjørset, som var i drift frem til 1974, var plassert ved Bjørsethølen 1-2 km nedstrøms Meldal rett ovenfor gården Bjørseth.

Tabell 2. Aktuelle målestasjoner i og nært Surnavassdraget.

Stasjon	Vassdrag	Naturlig felt-areal (km ²)	Observasjonsperiode	Normalavløp* 1961-90 (l/s·km ²)	Regulering
112.7 Honstad	Surna	1125	1965-89	48,2	1968
112.27 Skjermo	Surna	927	1986-d.d.	-	1968
112.8 Rinna	Rinna	91	1969-d.d.	41,5	uregulert
112.5 Løsetli	Rinna	196	1957-84	40,2	1968
112.6 Sjursberget	Vindøla	168	1957-84	68,6	1970
111.9 Søya	Søya	137	1974-d.d.	61,2	uregulert
111.10 Nauståa	Todalselva	24,9	1978-d.d.	71,0	uregulert
121.22 Syrstad	Orkla	2278	1912-03	21,4	1982

* Beregnet fra NVEs avrenningskart (NVE, 2002).

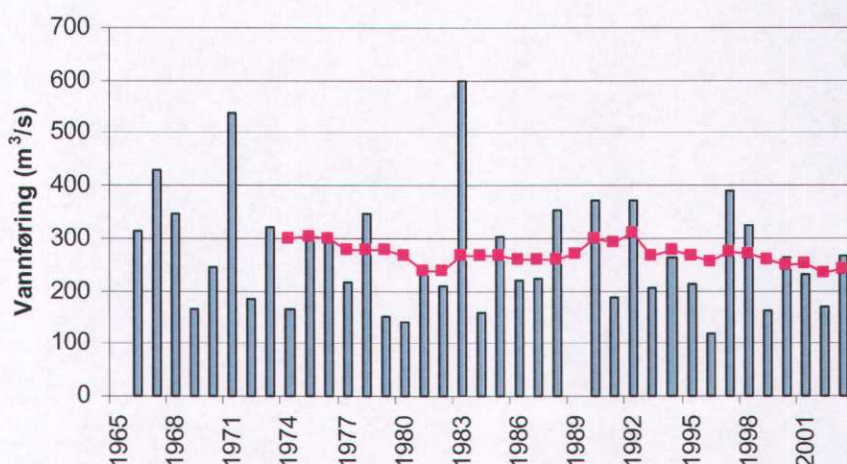


Figur 9. Hydrometriske stasjoner i og nært Surna.

4. Observerte flommer i Surna

I Surna kan flommer forekomme til alle årstider, men vår- og høstflommer er dominerende. I perioden etter regulering (etter 1968) har oktober vært den mest flomrike måneden ved Honstad med 22 % av årsflommene, deretter følger juni med 16 % og april, mai og september hver med 10 % av årsflommene. Våren sett under ett (april, mai og juni) har hatt 35 % av årsflommene, mens høsten (september og oktober) har hatt 32 % av flommene. De resterende om lag 30 % fordeler seg noenlunde jevnt over resten av året.

For å få inntrykk av eventuelle endringer av flomforholdene i Surna over tid, er største årlige flomvannføring (årsflom) hvert år siden 1965 ved 112.7 Honstad vist sammen med et løpende 10-årsmiddel, markert for siste år i 10-årsperioden, i figur 10. I perioden etter 1989 er dataserien ved Honstad konstruert (se kap. 5.1). Figuren viser at midlere flomforhold har vært relativt stabile.



Figur 10. Flomvannføringer (døgnmidler) ved 112.7 Honstad etter 1965. Største årlige flomvannføring er plottet sammen med løpende 10-års middel. Slik den konstruerte serien er laget, mangler data i 1989, men registreringer ved Skjermo viser at det ikke var noen stor flom i vassdraget dette året.

De fem største observerte årsflommene som ligger til grunn for videre flomfrekvensanalyser ved målestasjonen 112.7 Honstad og 112.27 Skjermo i de respektive observasjonsperioder etter regulering er vist i tabell 3. De tre største observerte årsflommene i Surna i perioden 1965-2002 skjedde før målestasjonen Skjermo ble opprettet. Døgnmiddelvannføringen ved disse hendelsene er basert på observasjoner ved Honstad. De tre flommene den 27. oktober 1983, 8. oktober 1971 og 30. mai 1967 hadde døgnmiddelvannføring på henholdsvis $600 \text{ m}^3/\text{s}$, $538 \text{ m}^3/\text{s}$ og $428 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Honstad. For ingen av disse flomepisodene er det registrert kulminasjonsvannføring.

De største årsflommene presentert i tabell 3 stemmer ikke helt overens med de største observerte flommene ved Skjermo presentert i tabell 9. Programmet EKSTREM som benyttes i flomfrekvensanalysen tar kun med én flom hvert år (årsflommen) i analysen. Tabell 3 viser de

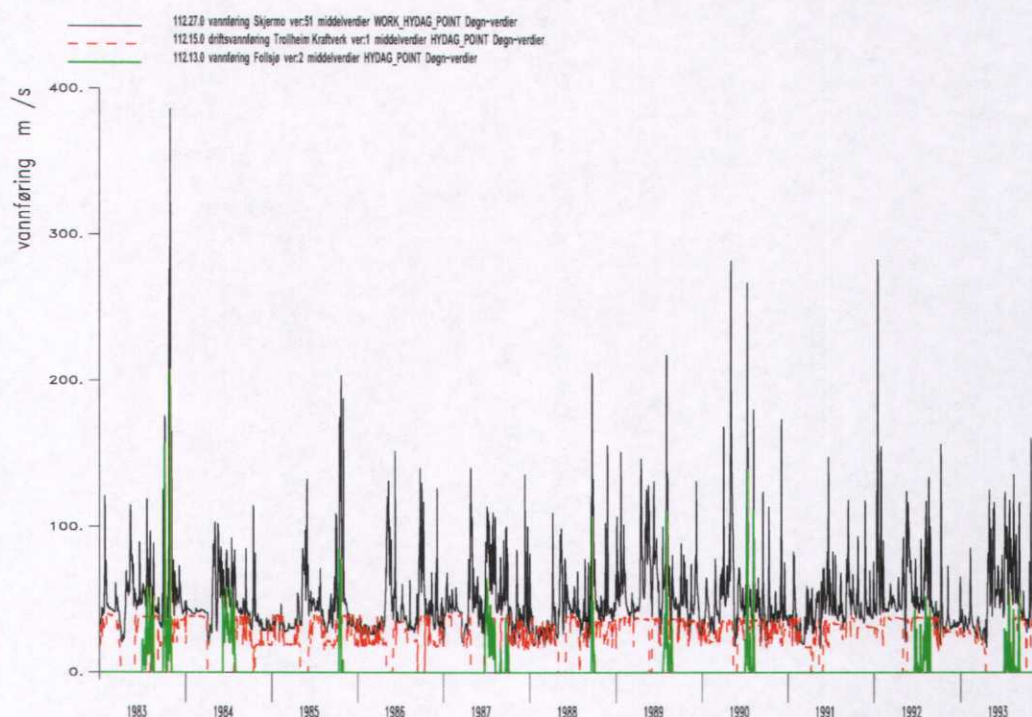
fem største flommene som er med i frekvensanalysen. Tabell 9 viser de største flommene ved Skjermo som faktisk er registrert uavhengig om det er flere flommer samme år.

Tabell 3. De fem største observerte årsflommene ved Honstad (i perioden 1965-1990) og Skjermo (i perioden 1986-2002) i Surna. Hentet fra NVEs dataarkiv Hydra2. Strek betyr at informasjon om kulminasjonsvannføringen ikke finnes i Hydra2.

Stasjon	Observasjonsperiode	År	Dato	Døgnmiddel-vannføring, m ³ /s	Døgnmiddel-vannføring, l/s·km ²	Kulminasjonsvannføring, m ³ /s
112.7 Honstad	1965-1990	1983	27/10	600	533	-
		1971	8/10	538	478	-
		1967	30/5	428	380	-
		1965	19/10	423	376	-
		1988	20/9	354	315	-
112.27 Skjermo	1986-2002	1997	23/9	296	319	347
		1992	15/1	283	305	298
		1990	1/5	282	304	336
		1998	19/12	248	268	287
		1989	1/8	218	235	257

Figur 11 viser registrert overløp ved Follsjø og driftsvannføring i Trollheimen kraftverk sammen med vannføringen i Surna ved Skjermo (komplettert serie, se kap. 5.1) i perioden 1983-1993. Hele perioden 1965-2003 er ikke vist, da kurven ble vanskelig lesbar. Stort overløp ved Follsjø sammenfaller i stor grad med store flommer i Surna, men dette er ikke konsekvent. I noen tilfeller er det overløp selv om vannføringen i Surna ikke er spesielt stor. Maksimalt overløp ved Follsjø på 208 m³/s ble registrert 27. oktober 1983, som sammenfaller med største observerte flom i Surna ved Honstad. Overløp skjer hyppigst i månedene juli, august, september og oktober. Overløpsregistreringene ved Follsjø er usikre.

Tabell 4 viser oversikt over de samme flommene som i tabell 3 sammen med driftsvannføring i kraftverket og overløp over Follsjødammen samme dag. Tabellen viser at kraftverket har vært i drift ved alle de største flomtilfellene i vassdraget, og at det i mange tilfeller er overløp over Follsjødammen når det er store flommer i Surna.



Figur 11. Vannføring i Surna ved Skjermo (svart), driftsvannføring i Trollheimen kraftverk (rødt) og registrert overløp ved Follsjo (grønt).

Tabell 4. De fem største observerte årsflommene ved Honstad (i perioden 1965-1990) og Skjermo (i perioden 1986-2002) i Surna sammen med driftsvannføring i Trollheimen kraftverk og overløp over Follsjødammen. Hentet fra NVEs dataarkiv Hydra2. Strek betyr at informasjon ikke finnes i Hydra2.

Stasjon	Observasjons- periode	År	Dato	Døgnmiddel- vannføring, m ³ /s	Drifts- vannføring m ³ /s	Overløp, m ³ /s
112.7 Honstad	1965-1990	1983	27/10	600	36	208
		1971	8/10	538	32	166
		1967	30/5	428	-	-
		1965	19/10	423	-	-
		1988	20/9	354	38	108 (den 21/9)
112.27 Skjermo	1986-2002	1997	23/9	296	33	111
		1992	15/1	283	29	0
		1990	1/5	282	36	0
		1998	19/12	248	8,2	0
		1989	1/8	218	37	111

5. Flomberegninger

Som grunnlag for flomsonekartlegging er det valgt å beregne flomtall i 13 punkter i Surna fra Rindal meieri til utløpet i fjorden. På denne elvestrekningen er det tilløp fra flere større sideelver som relativt sett gir betydelig bidrag til Surna ved flom. De tretten punktene er i Surna oppstrøms og nedstrøms tilløpet fra de største sideelvene mellom Rindal meieri øverst på strekningen og utløpet i fjorden. Dermed kan bidraget fra sideelvene enkelt beregnes ved de ulike gjentakintervall i Surna. Flomverdier er imidlertid ikke beregnet for sideelvene, og dermed kan det ikke ut fra analysene fastslås hvilket gjentakintervall bidraget fra sideelvene har og når de kulminerer i forhold til Surna.

Flomforholdene i Surna er forandret som følge av at vassdraget er tatt i bruk til vannkraftproduksjon. I et slikt regulert vassdrag er det vanskelig å utføre flomfrekvensanalyser slik at flomstørrelsene blir representative for dagens forhold. Med økende flomstørrelse vil sannsynligvis reguleringenes flomdempende effekt avta, slik at flomstørrelsene ved store gjentakintervall nærmer seg naturlige (uregulerte) forhold. Store deler av nedbørfeltet er dessuten uregulert. Uregulert nedbørfelt utgjør omtrent 630 km², dvs. ca 50 % av Surnas totale nedbørfelt. Flomstørrelsene er bestemt av en kombinasjon av de naturlige flomvannføringene og reguleringenes innvirkning på flomforholdene.

Utgangspunktet for flomberegningen er som tidligere nevnt observerte vannføringsdata ved flere målestasjoner i vassdraget. Viktigst er stasjonene 112.7 Honstad og 112.27 Skjermo i Surnas hovedløp.

5.1. Frekvensanalyser

Flommer generert av snøsmelting og flommer som er resultat av nedbørepisoder tilhører to forskjellige populasjoner. Vårflommene er normalt årvisse, har ofte stort volum og lang varighet, og stiger moderat mot større gjentakintervall. Høstflommene kan være små eller mangle mange år, har ofte et spissere flomforløp med mindre volum og kortere varighet, og stiger ofte raskere mot større gjentakintervall. I regulerte vassdrag som Surna dempes vanligvis vårflommene i betydelig grad, og høstflommer kan enkelte år dominere pga. store nedbørmengder i kombinasjon med relativt fulle reguleringsmagasiner, og ofte i kombinasjon med snøsmelting.

I vassdrag med hyppighet av både høst- og vårflommer, som i Surna, er det vanlig å utføre separate analyser av vår- og høstflommene, og ekstrapolere hver for seg (Sælthun, 1997). I flomberegninger i flomsonekartsammenheng utføres analysene kun på årsflommer (NVE, 2000), dvs. at frekvensanalysen er basert på de største observerte døgnmiddelvannføringene hvert år. Bakgrunnen for dette er at en flomepisode, enten den inntreffer vår eller høst, vanligvis har oppstått som en kombinasjon av både snøsmelting og regn, og tilhører derfor nødvendigvis ikke en av to forskjellige populasjoner. Når analysen gjøres kun mhp. årsflommer kan en risikere at det skjer en blanding av rene regnflommer og rene snøsmelteflommer i analysegrunnlaget. En risikerer også at andre store flommer i et år kan være større enn den største flommen i et annet år. For eksempel kan det skje at høstflommen ett år ikke kommer med i analysegrunnlaget, fordi denne er lavere enn vårflommen samme år, til tross for at den er større enn største flom i et annet år. Dette kan være et problem med analysene i Surna, siden store flommer kan opptre til forskjellige årstider.

For de videre analysene er det med bakgrunn i dette valgt å legge til grunn frekvensanalyser på årsflommer for dataserier i og utenfor Surnas nedbørfelt. Det er valgt å sammenligne med frekvensanalyser fra både regulerte og uregulerte stasjoner i flere nærliggende vassdrag, for å få et inntrykk av Surnas representativitet i en regional sammenheng. For observerte data velges i hvert tilfelle den frekvensfordelingen som vurderes best tilpasset de observerte årsflommene, med bakgrunn i de frekvensfordelingene som er tilgjengelige i programmet for ekstremverdianalyse (EKSTREM) i NVEs hydrologiske programpakke. De endelige frekvensanalysene for de ulike stasjonene er sammenlignet, og antatt representativ fordelingsfunksjon for Surna er valgt. Frekvensfordelingene for de ulike stasjonene er presentert i tabell 5, med midlere flom (Q_M) i absolutte og spesifikke verdier og flommer med forskjellige gjentaksintervall (Q_T) som en faktor i forhold til midlere flom. I tabell 6 er flomverdiene for forskjellige gjentaksintervall, Q_T , presentert i absolutte verdier.

Det fremgår av tabell 5 at fordelingsfunksjonene for Honstad og Skjermo, beregnet fra de respektive observerte dataseriene, avviker i relativt stor grad ved store gjentaksintervall. Frekvensfaktorene ved 500-årsflom er henholdsvis 2,91 og 1,91. Denne uoverensstemmelsen mellom Skjermo og Honstad kan ha naturlige årsaker ved at Skjermo ligger rett nedstrøms den sterkt regulerte Folla og i stor grad påvirkes av reguleringen, mens Honstad ligger lenger ned i Surna og har tilløp fra et større uregulert areal nedstrøms reguleringen, blant annet fra Vindøla (der bare de øvre deler er fraført) som ligger i et svært nedbørrikt område. Frekvensanalyse av dataserien ved Sjursberget, nederst i Vindøla, viser at frekvenskurven er bratt, og at det derfor er naturlig at Honstad har en brattere frekvenskurve enn ved Skjermo. Et annet moment er at dataseriene ved Honstad og Skjermo inneholder for få år til å utført en tilfredsstillende ekstremverdianalyse. For å få et noe bedre datagrunnlag er dataserien ved Honstad, som har observerte data i perioden 1965-1990, og ved Skjermo, observasjonsperiode 1986-2003, forlenget med hverandre ved å foreta regresjonsanalyse. Regresjonsanalysen er utført med utgangspunkt i de to årene med felles observasjonsperiode, 1987-1988. Ved hjelp av de resulterende regresjonsligningene, der døgnmiddelvanntilføringen ved den ene stasjonen kan beregnes på bakgrunn av døgnmiddelvanntilføringen ved den andre stasjonen, er de to seriene forlenget. På denne måten foreligger en dataserie både ved Honstad og Skjermo i perioden 1965-2003. Den forlengede dataserien ved Honstad er sammensatt av observerte data ved Honstad i perioden 1965-1989 og beregnede data vha. regresjonsligningen $Q_{\text{Honstad}} = -13,00 + Q_{\text{Skjermo}} \cdot 1,36$ i perioden 1990-2003. Den forlengede dataserien ved Skjermo er sammensatt av observerte data ved Skjermo i perioden 1986-2003 og beregnede data vha. regresjonsligningen $Q_{\text{Skjermo}} = 15,72 + Q_{\text{Honstad}} \cdot 0,62$ i perioden 1965-1985. Regresjonsanalysene synes relativt gode med forklaringsgrad (r^2) på 0,84, som betyr at 84 % av variasjonen i døgnmiddelvanntilføringen beskrives ved regresjonsligningen. Frekvensanalyse av de forlengede dataseriene gir frekvensfaktorer ved 500-årsflom på 2,74 ved Honstad og 2,61 ved Skjermo. Analysene er foretatt på data etter regulering, dvs. etter 1968. Figur 12 viser den statistiske fordelingsfunksjonen som er antatt å være best tilpasset de forlengede dataseriene ved Honstad og Skjermo. Som representative frekvensfaktorer i Surna på hele strekningen nedstrøms tilløpet fra den sterkt regulerte Folla er det valgt å benytte frekvensfaktorer som utgjør et gjennomsnitt av frekvensfaktorene fremkommet ved analyse av de forlengede seriene ved Skjermo og Honstad, presentert som "Regulert serie" i tabell 5.

Regulerte vassdrag er særegne i den forstand at eventuell magasinerings, manøvrering, overføringer og kraftverksdrift er spesielt for hvert enkelt regulerte vassdrag. Flomanalyser i

regulerte vassdrag lar seg derfor vanskelig sammenligne med andre både regulerte og uregulerte vassdrag. Det er allikevel presentert resultat av frekvensanalyse i det regulerte sidevassdraget Orkla, målestasjon Syrstad (tabell 5), siden ekstremverdianalysene ved de to opprinnelige dataseriene i Surna ga relativt sprikende resultater. Orkla har noe mindre reguleringsgrad (ca 20%) enn Surna. Frekvensanalysen ved Syrstad i regulert periode gir noe lavere faktorer ved sjeldne gjentaksintervall enn i Surna, men avviket er ikke mer enn det som kan forventes i to ulikt regulerte vassdrag.

Strekningen i Surna fra oppstrøms tilløpet fra Folla til Rindal meieri er i liten grad påvirket av regulering sammenlignet med strekningen nedstrøms tilløpet fra Folla. Reguleringene her består i overføring av vann fra de øvre deler av Rinna og Bulu til Follsjømagasinet.

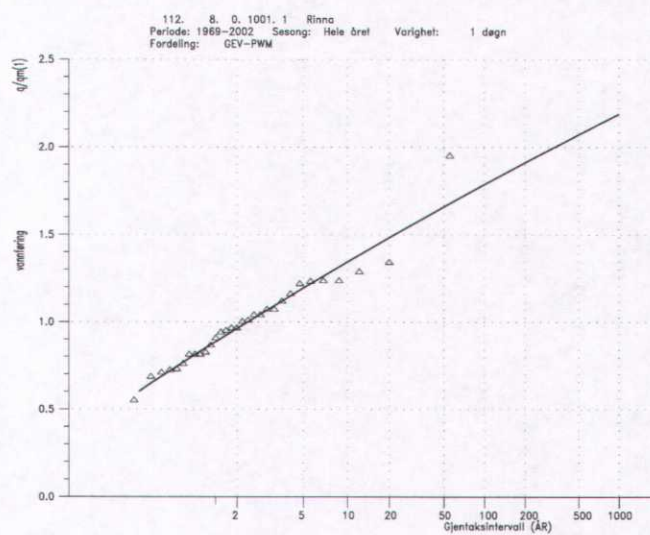
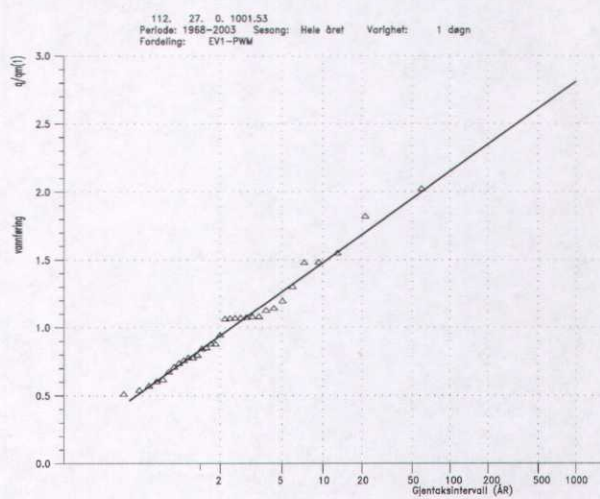
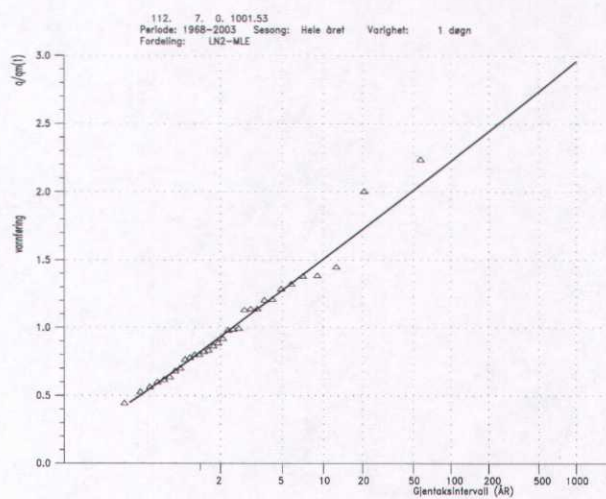
Overføringskapasiteten er liten, og det antas at overføringene ut har liten innvirkning på flomvannføringer i Surna oppstrøms Folla. Statkraft opplyser at det i de fleste tilfeller er overløp ved Dam Rinna når det er flom i vassdraget. Med bakgrunn i dette antas det at Surnas nedbørfelt oppstrøms tilløpet fra Folla er tilnærmet uregulert ved flom, til tross for at noe vann overføres ut dersom inntakene er i drift. Målestasjonen 112.8 Rinna ligger oppstrøms daminntaket i Rinna, og er den eneste måleserien i Surnas nedbørfelt som er helt upåvirket av reguleringer.

Frekvensanalyse på denne serien er derfor sentral ved flomanalyse i den uregulerte delen av Surnas nedbørfelt. Denne serien ligger ikke direkte på strekningen som skal flomberegnes, og for å kontrollere at serien ved Rinna ikke gir ekstreme fordelinger, sammenlignes analysen her med andre uregulerte serier i området.

Flomforholdene i et uregulert nedbørfelt påvirkes både av klimatiske og fysiografiske forhold. I forbindelse med frekvensanalyse (Q_T/Q_M) er det antatt at klimaforhold har størst betydning. Nedbørfeltene det er valgt å sammenligne med i de uregulerte delene av vassdraget er Søya og Nauståa, som er to nærliggende vassdrag i sørvest. Nedbørfeltet til både Søya og Nauståa er mer eksponert for nedbør og har langt større årsmiddelavrenning enn de uregulerte feltene i Surna, men frekvensfaktorene ved Rinna stemmer godt overens med begge disse feltene. Det antas dermed at frekvensfordelingen ved Rinna er representativ for de uregulerte og tilnærmet uregulerte delene av Surnas nedbørfelt oppstrøms tilløpet fra Folla.

Frekvensfaktorer ved de tretten ulike punktene i Surnas hovedløp er oppsummert i tabell 7.

Figur 12 viser de statistiske fordelingsfunksjonene som synes å være best tilpasset årsflommene ved de to kompletterte seriene ved Honstad og Skjermo. Det er gjennomsnittet av disse to som er benyttet som representativ for den mest regulerte delen av Surna fra nedstrøms Folla til utløpet i fjorden. Figuren viser også fordelingsfunksjonen som er tilpasset årsflommene ved målestasjonen Rinna, som er antatt å være representativ i de uregulerte og tilnærmet uregulerte deler av Surnas nedbørfelt. Frekvensfordelingene er generelt godt tilpasset opp til omkring 5-10- års gjentaksintervall. Deretter er det større sprik i de ulike frekvensfordelingenes tilpasning til de observerte flommene, og spredningen øker med økende gjentaksintervall. For enkelte av observasjonsseriene er det stor usikkerhet i valgte frekvensfaktorer. Avhengig av type frekvensfordeling som tilpasses de observerte årsflommene ved for eksempel Honstad er det variasjon i Q_{500}/Q_M på $\pm 0,5$. Tross til dels betydelig usikkerhet i valgte frekvensfaktorer presenteres disse med en nøyaktighet på to desimaler, for å unngå uoverensstemmelser i flomverdier når disse presenteres for flere gjentaksintervall.



Figur 12. Flomfrekvensanalyse for de komplette dataseriene ved 112.7 Honstad og 112.27 Skjermo, og for observert dataserie ved 112.8 Rinna. Analysen er utført på døgnmidler av årsflommer.

Tabell 5. Flomfrekvensanalyser (døgnmiddel av årsflommer), Q_T/Q_M , for aktuelle målestasjoner.

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	Q _M		Q ₅ /	Q ₁₀ /	Q ₂₀ /	Q ₅₀ /	Q ₁₀₀ /	Q ₂₀₀ /	Q ₅₀₀ /
				l/s·km ²	m ³ /s	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M	Q _M
112.7 Honstad	1965-1990	23	1125	260	293	1,29	1,54	1,78	2,10	2,34	2,58	2,91
112.7 Honstad*	1968-2002	32	1125	239	269	1,28	1,51	1,73	2,01	2,23	2,44	2,74
112.27 Skjermo	1986-2003	16	927	214	198	1,25	1,40	1,52	1,66	1,75	1,83	1,91
112.27 Skjermo*	1968-2003	33	927	206	191	1,26	1,48	1,68	1,95	2,15	2,35	2,61
Regulert serie**						1,27	1,49	1,70	1,98	2,19	2,40	2,67
112.6 Sjursberget	1957-1984	26	168	433	73	1,32	1,58	1,83	2,16	2,40	2,64	2,96
112.8 Rinna	1969-2002	31	91	418	38	1,20	1,34	1,48	1,66	1,79	1,91	2,07
112.5 Løsetli	1957-1984	26	196	326	64	1,32	1,62	1,93	2,33	2,65	2,98	3,44
111.9 Søya	1974-2003	29	137	560	77	1,25	1,41	1,55	1,73	1,85	1,97	2,11
111.10 Nauståa	1978-2003	25	25	574	14	1,24	1,41	1,57	1,76	1,89	2,02	2,19
121.22 Syrstad	1986-2001	16	131	299	131	1,29	1,50	1,69	1,91	2,06	2,21	2,40

* Data ved Honstad etter 1990 er komplettert vha. data fra Skjermo, data ved Skjermo før 1986 er komplettert vha. data fra Honstad

** Regulert serie: Gjennomsnitt av frekvensfaktorene for de kompletterte seriene ved Skjermo og Honstad, antas å være representativ i Surna på strekningen nedstrøms Folla.

Det er å bemerke til tabell 5 at frekvenanalysene ved Sjursberget og Løsetli er gjort for hele observasjonsperioden 1957-1984 slik at både uregulert og regulert periode inngår i analysen. Det er antatt at fraføringen til Folla har liten betydning ved flom.

Tabell 6. Flomfrekvensanalyser på årsflommer i m³/s (døgnmiddelerverdier) for de aktuelle målestasjonene.

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s
112.7 Honstad	1965-1990	23	1125	293	379	452	522	614	684	755	851
112.7 Honstad*	1968-2003	32	1125	269	343	405	466	545	605	666	747
112.27 Skjermo	1986-2003	16	927	198	248	278	302	330	347	362	380
112.27 Skjermo*	1968-2003	33	927	191	241	282	322	373	411	449	499
112.6 Sjursberget	1957-1984	26	168	73	96	115	133	157	175	192	216
112.8 Rinna	1969-2002	31	91	38	46	51	57	63	68	73	79
112.5 Løsetli	1957-1984	26	196	64	84	104	123	149	169	191	220
111.9 Søya	1974-2003	29	137	77	96	108	120	133	142	151	163
111.10 Nauståa	1978-2003	25	25	14	18	20	22	25	27	29	31
121.22 Syrstad	1986-2001	16	131	131	170	197	221	250	271	290	315

* Data ved Honstad etter 1990 er komplettert vha. data fra Skjermo, data ved Skjermo før 1986 er komplettert vha. data fra Honstad

5.2. Flomverdier for ulike gjentakintervall

Det fremgår av tabell 5 at beregnet spesifikk middelflom er større ved Honstad enn ved Skjermo lenger opp i vassdraget, noe som er motsatt av det som er naturlig. Dette skyldes at Skjermo i større grad er påvirket av reguleringen i Folla, og at Honstad får tilsig fra et betydelig uregulert lokalfelt nedstrøms reguleringene. Vindølas nedbørfelt ligger innenfor maksimalsonen for avrenning og har langt større normalavløp ($69 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$) enn den vesentlige delen av Surnas nedbørfelt. Vindølas nedbørfelt ligger i et nedbørrikt område, noe som fører til at flommer relativt sett er større i Vindøla enn i andre deler av Surnas nedbørfelt. Det er dermed naturlig at spesifikk middelflom er større ved Honstad enn ved Skjermo. Dette kan også være forklaringen på at 112.6 Sjursberget i Vindøla har en bratt frekvenskurve.

Ved Skjermo anses spesifikk middelflom beregnet fra den kompletterte dataserien ved Skjermo som representativ, og ved Honstad er spesifikk middelflom beregnet fra den kompletterte serien ved Honstad benyttet. Differansen i spesifikk middelflom virker rimelig ut fra en vurdering av avrenningsbidraget fra Vindøla. Som en støtte for denne vurderingen er det kontrollert at avrenningsbidraget fra Vindøla virker rimelig i forhold til de flomtall som er fremkommet ved frekvensanalyse av dataserien ved Sjursberget nederst i Vindøla. Men det er ikke gitt at flommen i Surna kulminerer samtidig med flommen i Vindøla, og det er heller ikke gitt at flommen har samme gjentakintervall i Vindøla. Dette er ikke analysert nærmere.

På den tilnærmet uregulerte strekningen i Surna oppstrøms Folla til Rindal meieri er det valgt å ta utgangspunkt i spesifikk middelflom beregnet fra uregulerte serier i og utenfor Surnas nedbørfelt, og regionale flomformler der middelflom i uregulerte vassdrag kan beregnes på bakgrunn av feltkarakteristika (Wingård, 1978). Flomformlene har ulik karakter avhengig av hvilken flomsesong som er dominerende (vårflom, høstflom eller årsflom). For uregulert del av Surna benyttes følgende formler:

$$\text{Vår (V2): } QM = 51,5 * Q_N^{0,451} * L_F^{-0,223} * (A_{SF}+1)^{0,197} * (A_{SE}+0,01)^{-0,107}$$

$$\text{Høst (H3): } QM = 2,07 * Q_N^{1,378} * (A_{SE}+0,01)^{-0,162} * (A/L_F)^{-0,204}$$

Middelflom beregnes på bakgrunn av normalt årsavløp i $\text{l/s}\cdot\text{km}^2$ (Q_N), feltaksens lengde (L_F), effektiv sjøprosent (A_{SE}), snaufjellprosent (A_{SF}), og feltareal (A). Middelflom med bakgrunn i disse formlene beregnet for Surna i den uregulerte delen oppstrøms tilløpet fra Rinna er $347 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ (vår) og $323 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ (høst). Dette stemmer bra overens med beregnet spesifikk middelflom ved Løsetli ($326 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$) i Rinna, som er noe påvirket av regulering. Målestasjonen Rinna, som er upåvirket av regulering, gir noe større middelflom ($418 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$). Søya og Nauståa i nabovassdrag har noe større middelflom på henholdsvis 560 og $574 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, men ligger et stykke unna og har større årsmiddelavrenning enn de uregulerte feltene i Surna. Det antas at flomformlene og middelflom ved Løsetli gir et rimelig estimat på spesifikk middelflom i Surna oppstrøms tilløpet fra Rinna, og middelflommen er her satt til $330 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Nedstrøms tilløpet fra Rinna er det antatt en reduksjon i spesifikk middelflom sammenlignet med oppstrøms Rinna, fordi Surna her er påvirket av overføring ut av det naturlige nedbørfeltet, om enn i liten grad. I tillegg avtar normalt spesifikk middelflom nedover i et vassdrag pga. økende feltstørrelse. Spesifikk middelflom nedover i Surna er bestemt ut fra en vurdering om et rimelig avrenningsbidrag fra sideelvene.

Med valgt spesifikk middelflom og flomfrekvensfordelingen som antas representativ for de ulike punktene nedover i Surna (tabell 7), blir de resulterende flomverdiene ved de tretten

punktene ved ulike gjentakintervall som vist i tabell 8. Det antas at en flomepisode har samme gjentakintervall på hele strekningen i Surna, til tross for at det er tilløp fra flere sideelver på strekningen.

Tabell 7. Benyttede middelflomverdier (Q_M) og frekvensfaktorer (Q_T/Q_M) i 13 punkter i Surnas hovedløp, årsflommer.

	Areal km ²	Q_M l/s*km ²	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
Rindal meieri	230	330	76	1,20	1,34	1,48	1,66	1,79	1,91	2,07
Oppstrøms Rinna	233	330	77	1,20	1,34	1,48	1,66	1,79	1,91	2,07
Nedstrøms Rinna	437	280	122	1,20	1,34	1,48	1,66	1,79	1,91	2,07
Oppstrøms Bulu	455	280	127	1,20	1,34	1,48	1,66	1,79	1,91	2,07
Nedstrøms Bulu	523	270	141	1,20	1,34	1,48	1,66	1,79	1,91	2,07
Oppstrøms Folla	534	270	144	1,20	1,34	1,48	1,66	1,79	1,91	2,07
Nedstrøms Folla	898	206	185	1,27	1,49	1,70	1,98	2,19	2,40	2,67
112.27 Skjermo	927	206	191	1,27	1,49	1,70	1,98	2,19	2,40	2,67
Oppstrøms Vindøla	941	206	194	1,27	1,49	1,70	1,98	2,19	2,40	2,67
Nedstrøms Vindøla	1111	239	265	1,27	1,49	1,70	1,98	2,19	2,40	2,67
Honstad	1125	239	269	1,27	1,49	1,70	1,98	2,19	2,40	2,67
Skei	1165	239	278	1,27	1,49	1,70	1,98	2,19	2,40	2,67
Utløp fjorden	1203	239	287	1,27	1,49	1,70	1,98	2,19	2,40	2,67

Tabell 8. Benyttede flomverdier (Q_T) i 13 punkter i Surna, årsflommer. Flomverdiene er døgnmidler med varighet ett døgn.

	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
Rindal meieri	230	330	76	91	102	113	126	136	145	157
Oppstrøms Rinna	233	330	77	92	103	114	128	137	147	159
Nedstrøms Rinna	437	280	122	146	164	182	203	219	234	254
Oppstrøms Bulu	455	280	127	152	171	189	211	228	244	264
Nedstrøms Bulu	523	270	141	169	190	210	234	252	270	293
Oppstrøms Folla	534	270	144	172	194	214	239	258	276	299
Nedstrøms Folla	898	206	185	235	276	315	366	405	443	495
112.27 Skjermo	927	206	191	243	285	326	378	418	458	511
Oppstrøms Vindøla	941	206	194	246	289	330	384	424	465	518
Nedstrøms Vindøla	1111	239	265	337	396	452	526	581	636	710
Honstad	1125	239	269	342	401	458	532	588	644	719
Skei	1165	239	278	354	415	474	551	609	667	744
Utløp fjorden	1203	239	287	365	429	490	569	629	689	768

Spesifikk middelflom oppstrøms Rinna og ved Skjermo og Honstad er beregnet på bakgrunn av observerte data. På resten av strekningen er spesifikk middelflom forsøkt tilpasset slik at bidraget fra sideelvene virker rimelig. Dette var imidlertid ikke enkelt.

Oppstrøms Folla er det valgt å sette spesifikk middelflom såpass lav i forhold til nedstrøms Folla at bidraget fra Folla ved middelflom er litt større enn driftsvannføringen på $38 \text{ m}^3/\text{s}$. Med spesifikk middelflom oppstrøms og nedstrøms Folla på 270 og $206 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ er det et bidrag på $41 \text{ m}^3/\text{s}$ fra Folla. Dersom det antas at det ikke er overløp over dammen ved en såpass liten flom som middelflom vil bidraget fra lokalfeltet på 19 km^2 nedstrøms dammen være $3 \text{ m}^3/\text{s}$, som tilsvarer $158 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, når kraftverket er i full drift. Bidraget fra Folla øker ved økende gjentakintervall slik det fremgår av tabell 8. Ved for eksempel 500-årsflom er bidraget $196 \text{ m}^3/\text{s}$ som gir et samlet overløp og lokaltilsig på $158 \text{ m}^3/\text{s}$ når kraftverket er i full drift. Som det fremgår av tabell 4 er største observerte overløp større enn beregnet overløp og lokaltilsig ved 500-årsflom. Observerte overløp varierer imidlertid mye og kan være betydelig selv ved små flommer. Siden det ikke er noe mønster i registrert overløp er det vanskelig å ta fullt hensyn til dette i beregningene.

Videre er bidraget fra Rinna, med valgte spesifikke middelflommer som i tabell 8, $221 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, fra Bulu $206 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ og fra Vindøla $418 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Bidraget fra Rinna, Bulu og fra lokalfeltet nedstrøms dammen i Folla kan virke noe lite sammenlignet med Vindøla, men Vindøla har som tidligere beskrevet generelt stor avrenning sammenlignet med de andre delfeltene i Surnas nedbørfelt.

5.3. Kulminasjonsvannføring

Flomverdiene som hittil er presentert representerer døgnmidler. Kulminasjonsvannføringen kan være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Dette er spesielt karakteristisk for små vassdrag med rask flomstigning og spisse flomforløp. Smelteflommer har oftest relativt lang varighet og stort volum. Dette gir normalt en mer moderat forskjell mellom momentan- og døgnmiddelflommen enn for høstflommer. For høstflommer, som er dominert av regn, er avrenningen til elva raskere og forløpet spissere, og dermed blir forholdstallet normalt større. Andelen sjøareal i et vassdrag påvirker også i stor grad dette forholdet. I vassdrag med stor effektiv sjøprosent er flomdempningen stor i forhold til i vassdrag med lite sjøareal. Forholdet mellom momentan- og døgnmiddelflom er derfor oftest atskillig mindre i slike vassdrag enn i felt med liten effektiv sjøprosent. I Surna, der flomepisoder opptrer både vår og høst og er forårsaket av enten snøsmelting, regn eller en kombinasjon av disse, og som i tillegg er regulert ved oppdemming, er det å forvente at forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring er svært varierende fra flomepisode til flomepisode.

Reguleringsmagasinene vil sannsynligvis gi noe flomdempning. Effekten av dette blir det direkte tatt hensyn til ved å analysere observasjonsseriene i Surna nedstrøms Folla.

Kulminasjonsvannføringen anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget. Forholdstallet ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$) mellom observert kulminasjonsvannføring (momentanvannføringen) og døgnmiddelvannføring beregnes da for én eller flere av de større flommene ved målestasjoner i vassdraget, og/eller eventuelt i nærliggende vassdrag, avhengig av hvor og når det finnes data med fin tidsoppløsning (timesverdier). Tabell 9 viser observert $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ for de 11 største observerte flommene i observasjonsperioden 1986-2003 ved 112.27 Skjermo. For sju av flommene samsvarer forholdstallene relativt bra, med variasjon fra 1,13 til 1,23, mens to av flommene avviker med lavere forholdstall (1,05 og 1,09) og to med større forholdstall (1,34 og 2,26). Blant de sju flommene med godt samsvar er både vår-, sommer-, høst- og vinterflommer representert. Gjennomsnittlig forholdstall for de sju flommene er 1,18. Gjennomsnittlig forholdstall for alle flommene, unntatt flommen i august 2003 som skiller seg

helt ut, er også 1,18. Som representativt forholdstall i Surna nedstrøms tilløpet fra Folla er det valgt å benytte et avrundet forholdstall på 1,20. Siden forholdstallet kan variere i relativt stor grad ved ulike flomepisoder, og fordi forholdstallet er beregnet på bakgrunn av flomepisoder med relativt lave gjentakintervall (maksimalt 10-20 årsflom), er det knyttet stor usikkerhet i å velge ett forholdstall som skal gjelde for alle gjentakintervall. Dette bekreftes ved at det i august 2003 var flom i Surna som hadde observert forholdstall på 2,26 ved Skjermo. På grunn av reguleringene er det i utgangspunktet ikke egnet å sammenligne kulminasjonsvannføringer og forholdstall med nærliggende vassdrag. Det registreres allikevel at forholdstallet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ i Orkla er beregnet til 1,15 (Drageset, 2002). På grunn av reguleringene er det heller ikke egnet å estimere forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ vha. eksisterende formler, som uttrykker en sammenheng mellom forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) i uregulerte felt (Sælthun, 1997).

I den uregulerte delen av Surna oppstrøms tilløpet fra Rinna og i den mindre regulerte delen av Surna mellom tilløpet fra Rinna og Folla kan det antas at forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføringen er noe større enn nede ved Skjermo. Dette kan forventes ut fra at nedbørfeltet er mindre og ikke i lik stor grad er påvirket av reguleringer som lenger ned i Surna. I den uregulerte delen av Surna er det mulig å estimere forholdstallet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ med utgangspunkt i eksisterende formelverk (Sælthun, 1997), som uttrykker en sammenheng mellom forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ og feltkarakteristika (feltareal og effektiv sjøprosent) for vår- og høstsesong. For vårflommer gjelder formelen:

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

mens formelen for høstflommer er:

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

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. For Surna oppstrøms tilløpet fra Rinna gjøres estimatet både for vår- og høstflommer. Formlene gav et forholdstall på 1,3 for vårflom og 1,5 for høstflom. Til sammenligning er tilsvarende forholdstall for nabovassdraget Søya beregnet til 1,3 for vårflom og 1,6 for høstflom. For Surna oppstrøms tilløpet fra Folla benyttes forholdstallet 1,4.

Resulterende kulminasjonsvannføringer i Surna ved flommer med forskjellige gjentakintervall er vist i tabell 10. Flomtallene må ses på som gjennomsnittlige kulminasjonsvannføringer, siden forholdstallet kan varierer mye fra flomepisode til flomepisode. På strekningen tilløper flere sideelver som mer eller mindre er regulert. Det relative bidraget fra hver av disse sideelvene er bestemmende for hvordan vannføringen utvikler seg nedover i vassdraget, og dette vil variere fra hendelse til hendelse.

Tabell 9. Forholdstall $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ for de 11 største observerte flommene ved 112.27 Skjermo i observasjonsperioden 1986-2003. Hentet fra NVEs dataarkiv Hydrall.

År	Dato	Døgnmiddel- vannføring, m^3/s	Kulminasjons- vannføring, m^3/s	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$
1997	23/9	296	347	1,17
1992	15/1	283	298	1,05
1990	1/5	282	336	1,19
1990	10/7	267	358	1,34
1998	19/2	248	287	1,16
1989	1/8	218	257	1,18
1997	1/4	213	240	1,13
1988	20/9	206	250	1,21
2003	14/8	206	465	2,26
2000	8/8	205	222	1,09
1994	13/10	203	250	1,23
Gjennomsnitt av ti flommer (2003 inngår ikke i gj.snitt):				1,18

Tabell 10. Flomverdier ved ulike punkter i Surnas hovedløp, kulminasjonsvannføringer.

	Areal km^2	$Q_{\text{mom}}/$ Q_{mid}	Q_M m^3/s	Q_5 m^3/s	Q_{10} m^3/s	Q_{20} m^3/s	Q_{50} m^3/s	Q_{100} m^3/s	Q_{200} m^3/s	Q_{500} m^3/s
Rindal meieri	230	1,4	106	127	143	158	176	190	203	220
Oppstrøms Rinna	233	1,4	108	129	145	160	179	192	206	223
Nedstrøms Rinna	437	1,4	171	205	230	254	284	306	328	355
Oppstrøms Bulu	455	1,4	178	213	240	265	296	319	341	370
Nedstrøms Bulu	523	1,4	198	236	266	293	328	353	378	410
Oppstrøms Folla	534	1,4	202	241	271	300	335	361	386	418
Nedstrøms Folla	898	1,2	222	282	331	378	440	486	532	593
112.27 Skjermo	927	1,2	229	291	342	391	454	501	549	613
Oppstrøms Vindøla	941	1,2	233	296	347	397	461	509	557	622
Nedstrøms Vindøla	1111	1,2	319	405	475	543	631	697	763	851
Honstad	1125	1,2	323	410	481	550	639	706	773	862
Skei	1165	1,2	334	425	498	569	662	731	800	893
Utløp fjorden	1203	1,2	345	438	515	588	683	755	826	922

6. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Surna kan karakteriseres som bra. Dataserier med observert vannføring finnes både på strekningen i Surna som skal flomberegnes og i flere sideelver. Frekvensanalysene for stasjonene i de forskjellige deler av vassdraget sett i sammenheng virker rimelige, og stemmer bra overens med flere andre stasjoner i nærliggende vassdrag. Det er imidlertid knyttet noe usikkerhet til frekvensanalysene som er tilpasset observerte årsflommer, fordi det er stort sprik i resultatet avhengig av valget av frekvensfordeling. Det er relativt gode opplysninger om forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring, men fordi forholdstall varierer en del fra flomepisode til flomepisode i Surna er det problematisk å

velge ett forholdstall som skal gjelde for alle årsflommer. Dette fører til betydelig usikkerhet i estimert kulminasjonsvannføring.

I Surna er det i tillegg kompliserte forhold når det gjelder vassdragsreguleringenes påvirkning på flomforholdene. Flomvannføringer og flomvannstander er til dels avhengig av regulantenens manøvrering av dammer og drift av kraftverk, noe som ikke kan knyttes til bestemte gjentakintervall. Det er antatt at langtidsvirkningene av vassdragsreguleringene gjenspeiles i dataseriene i de hydrometriske stasjonene nedstrøms reguleringene i Surna.

Det nevnes også at forutsetningene ved flomberegning for flomsonekartlegging er forskjellig fra de som legges til grunn for flomberegning for damsikkerhetsformål, der de strengest mulig forutsetninger vedrørende reguleringene legges til grunn. Ved beregning for flomsonekartlegging legges vanligvis observerte flomvannføringer til grunn, hvor reguleringene ofte har virket dempende på flommer, nedtappede magasin osv.

Til tross for et antatt godt datagrunnlag, er det en hel del usikkerheter knyttet til slike flomberegninger. 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 Hydrologisk avdelings database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er alle flomvannføringer derfor noe underestimerte, fordi største 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

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

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 cirka 10–15 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomberegninger direkte på kulminasjonsvannføringer.

Tross betydelige usikkerheter i flomberegningene er alle flomtall av praktiske årsaker presentert med en nøyaktighet på $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

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 at datagrunnlaget er bra, men beregningen har vært vanskelig på grunn av at flomtall skulle beregnes på mange steder i Surna og at reguleringene i vassdraget har komplisert beregningen. Med bakgrunn i dette klassifiseres denne beregningen i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

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

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

Bævre, I. 1995: Trollheim-reguleringens innvirkning på elveløp og hydrologi i Surna på strekningen Bulu-Harang. Rapport nr. 21-1995, NVE.

Drageset, T.-A. 2002: Flomberegning for Orkla ved Meldal og Orkanger. Flomsonekartprosjektet. Dokument nr. 10-2002, NVE.

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

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

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

Sælthun, N. R. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 14-97, NVE.

Wingård, B. 1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 2-78, NVE

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

Utgitt i Dokumentserien i 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.)
- Nr.10 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Surna (112.Z). Flomsonekartprosjektet. (30 s.)