



Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for Lierelva

Thomas Væringstad

8
2007



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Lierelva (011.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2007

Dokument nr. 8 - 2007

Flomberegning for Lierelva (011.Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Thomas Væringstad

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Lierelva ved Lierbyen 5. april 2007(Foto: Thomas Væringstad)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Lierelva i Buskerud. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for to punkter i vassdraget.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Lierelva

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

April 2007

Innhold

| | |
|---|-----------|
| Forord | 4 |
| Sammendrag | 5 |
| 1. Beskrivelse av oppgaven | 6 |
| 2. Beskrivelse av vassdraget | 7 |
| 3. Hydrometriske stasjoner | 10 |
| 4. Beregning av flomverdier | 13 |
| 4.1. Flomfrekvensanalyser | 13 |
| 4.2. Beregning av middelflom | 15 |
| 5. Ekstremvannstandsanalyse i sjøen ved Drammen havn | 17 |
| 6. Usikkerhet | 18 |
| Referanser | 19 |
| Vedlegg | 20 |

Forord

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

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging av flomutsatt elvestrekning i Lierelva i Buskerud. Rapporten er utarbeidet av Thomas Væringstad og kvalitetskontrollert av Lars-Evan Pettersson.

Oslo, april 2007



Morten Johnsrud
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Lierelva omfatter delprosjekt fs 011_1 Kjellstad i NVEs Flomsonekartprosjekt. Nedbørfeltet til Lierelva ligger i hovedsak i Lier kommune i Buskerud og har utløp innerst i Drammensfjorden ved Gilhus. Vassdraget drenerer ned Lierdalen med stor andel landbruksområder. Fra vest drenerer nedbørfeltet store deler av Finnemarka og de viktigste sideelvene er Solbergelva, Glitra, Sogna og Eikdambekken. Fra øst drenerer elva deler av Lierskogen og Vestmarka og viktigste sideelv er Asdøla. Store flommer forekommer som oftest i høstsesongen, men forekommer også om våren. Flomepisoder er normalt forårsaket av intens nedbør i form av regn med eller uten bidrag fra snøsmelting.

Det er flere målestasjoner for vannføringsdata i vassdraget. Flomberegningen er i hovedsak basert på måledata fra vannmerket 11.6 Oppsal. Resultatene er også sammenlignet med frekvensanalyser av observerte flommer ved målestasjoner i nærliggende vassdrag. Flomberegningene er utført direkte på kulminasjonsvannføringer, og gir grunnlaget for beregning av flommer med ulike gjentaksintervall ved to punkter i vassdraget. Resultatene av beregningene ble:

| | 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 |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Lierelva ved Lierbyen | 88 | 114 | 136 | 153 | 179 | 197 | 219 | 245 |
| Lierelva ved utløp | 103 | 134 | 160 | 181 | 212 | 232 | 258 | 289 |

Å kvantifisere usikkerheten i hydrologiske data er vanskelig, og det er mange faktorer som spiller inn. På grunn av noe kort og usikkert datagrunnlaget for Lierelvas nedbørfelt for å beregne flommer, klassifiseres denne flomberegningen 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 Lierelva i Lier kommune i Buskerud, delprosjekt fs 011_1 Kjellstad i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for konstruksjon av flomsonekart skal kulminasjonsverdier av midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes ved Lierelvas utløp i fjorden. Den aktuelle strekningen som skal flomsonekartlegges strekker seg fra Lierbyen til utløpet i Drammensfjorden, en strekning på rundt 10 km. Kart over Lierelvas nedbørfelt er vist i Figur 1 og strekning som skal flomsonekartlegges er tegnet inn med gult.



Figur 1. Kart over Lierelvas nedbørfelt. Strekingen som skal flomsonekartlegges er tegnet inn med gult.

2. Beskrivelse av vassdraget

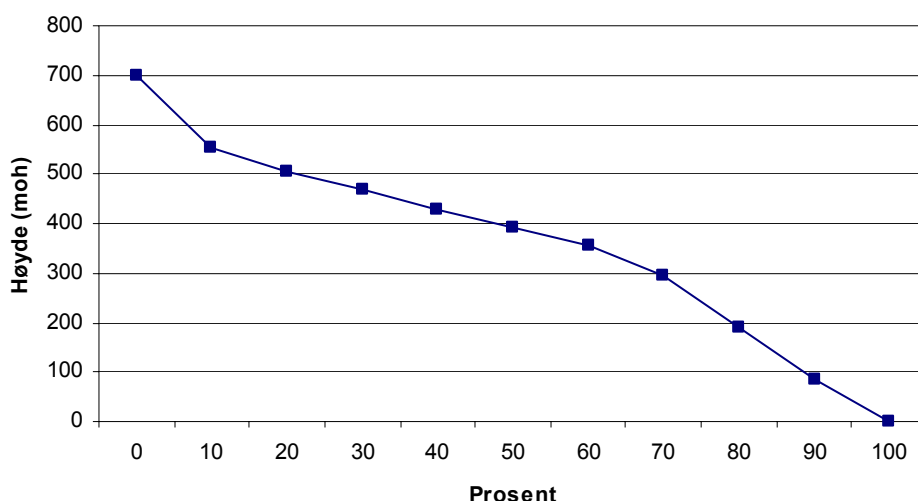
Lierelva ligger i Lier kommune i Buskerud og har utløp innerst i Drammensfjorden ved Gilhus. Nedbørfeltet drenerer hovedsakelig i sørlig retning og vassdraget består av en hovedgren, Lierelva, med tilløp fra flere sideelver. Nedbørfeltet har et totalt areal på 310 km². Høydefordelingen strekker seg fra havnivå til opp i 700 moh. Median høyde er på 392 moh. og høyeste punkt i vassdraget er Lauvkollen på 700 moh. Hypsografisk kurve for vassdraget er vist i Figur 2 og aktuelle feltparametere er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1. Feltparametere for Lierelvas nedbørfelt.

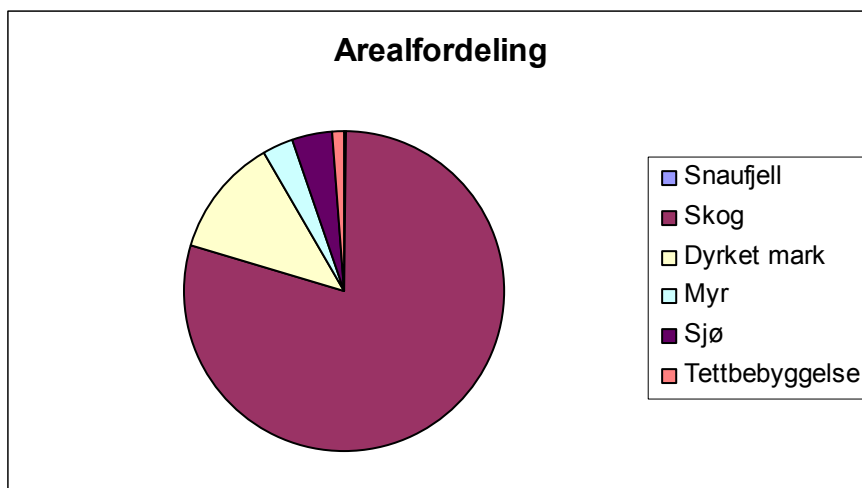
| | Areal km ² | Eff. sjø % | Sjø % | Feltlengde km | Normalavløp, Q _N l/s*km ² |
|----------|--------------------------|---------------|----------|------------------|--|
| Lierelva | 310 | 0.2 | 4.2 | 27.3 | 17 |

Øvre deler av vassdraget er vernet i Verneplan I og omfatter Drammen Nordmark i vest og Oslomarkvassdragene i øst. Vassdraget er allikevel påvirket av flere reguleringer. De viktigste reguleringene er overføring av Glitre til Drammen (45 km²), Sandungen til Asker (5 km²) og overføring av vann fra Holsfjorden til Asdøla. I tillegg er det en del mindre dammer i vassdraget.

Glitrevatnet er regulert til vannforsyningsformål og er overført til Drammen. Nedbørfeltet utgjør ca 45 km², og magasinet blir også aktivt brukt til flomdemping. HRV ligger 1 m under overløpsterskelen til dammen. I tillegg blir det tappet med det øyemed og få minst mulig overløp ved flomtoppen ellers i vassdraget. Under flommen i 2000 ble for eksempel magasinet tappet på en slik måte at det ikke gikk vann i overløp under flomtoppene og magasinet ble tappet til andre tidspunkter. Tilsvarende er det laget en innretning i Sandungen, slik at en buffersoner, som ved liten vannføring naturlig tappes, må fylles opp før vannstanden når overløpsterskelen. (Per Ringnes, Glitrevannverket IKS)

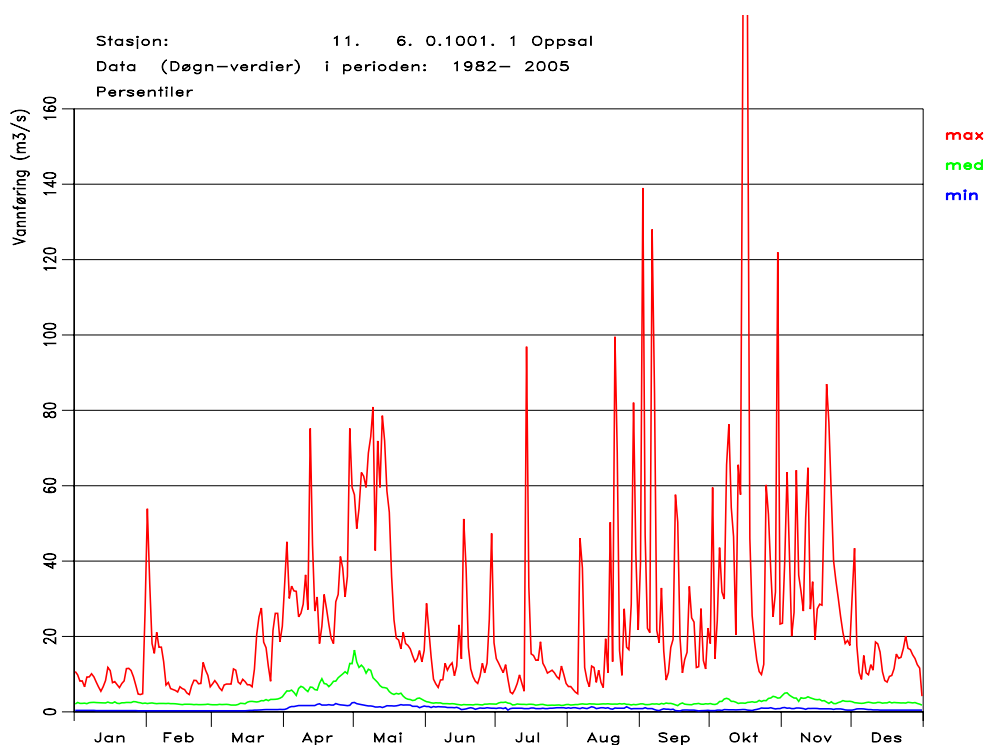


Figur 2. Hypsografisk kurve for Lierelvas nedbørfelt. Kurven viser hvor stor prosentvis andel av det totale feltarealet som er over en gitt høyde.



Figur 3. Arealfordeling for Lierelvas nedbørfelt.

Normalavløpet for vassdraget er beregnet ut fra NVEs avrenningskart for perioden 1961-1990 (NVE, 2002) og gir en midlere spesifikk årlig avrenning på ca. 17 l/s•km². Avrenningen varierer fra rundt 14 l/s•km² i de lavereliggende områdene rundt fjorden til omkring 20 l/s•km² i de høyereliggende områdene. Avrenningskartet har en usikkerhet på ± 20 % og øker i alminnelighet for små arealer. Estimater for årlig middelavrenning i vassdraget er noe usikkert, fordi kartet er basert på modellsimuleringer og ikke direkte er knyttet opp mot målinger i vassdraget.



Figur 4. Karakteristiske vannføringer ved stasjon 11.6 Oppsal. Figuren viser henholdsvis største, median og minste observerte døgnmiddelvannføring for hver enkelt dag i året for perioden 1982 – 2005. De største flomverdiene vist i figuren er overestimert pga at vannføringskurven ikke tar hensyn til oppstiving ved målestasjonen. Dette er tatt hensyn til i flomfrekvensanalysene.

Sammenligning mellom avrenningskartet og observerte data for målestasjonene i Lierelvas omegn (Tabell 2) viser god overensstemmelse. For Lierelva er deler av nedbørfeltet overført ut, slik at det er ikke beregnet normalavløp for målestasjoner i nedre del av vassdraget. Siden andre stasjoner i nærheten stemmer godt overens med avrenningskartet er god grunn til å anta at dette stemmer noenlunde godt overens for Lierelvas nedbørfelt også.

Sesongvariasjonen i avrenningen for Lierelva vurderes ut fra representativ målestasjon for vassdraget. Figur 4 viser karakteristiske vannføringsverdier for 11.6 Oppsal som beskriver avrenningsmønsteret i Lierelva godt. Øverste kurve (max) i diagrammet viser største observerte døgnmiddelvannføring for hver enkelt dag i året. Nederste kurve (min) viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden og den midterste kurven (med) er mediankurven, dvs. at det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større eller mindre enn denne. Ut fra Figur 4 kan en se at store flommer i vassdraget som oftest inntreffer om høsten.

3. Hydrometriske stasjoner

Det er flere målestasjoner for vannføring i Lierelvas vassdrag. Andre nærliggende og lignende målestasjoner er også vurdert. Figur 5 viser beliggenheten til de nærliggende målestasjonene og feltparametrene er oppsummert i Tabell 2. Hypsografisk kurve for stasjonene er vist i Figur 6. Nedenfor er det gjort en beskrivelse av aktuelle målestasjoner i nærheten av Lierelvas nedbørfelt.

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

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

Målestasjonen 11.1 Lierbyen lå, som navnet tilsier, ved Lierbyen i Lierelva. Nedbørfeltet er på 266 km² og målestasjonen har data i perioden 1969-1981. Stasjonen er påvirket av reguleringer og målt vannføring er usikre pga oppstuvning fra havet. I tillegg har det vært profilforandringer ved stasjonen.

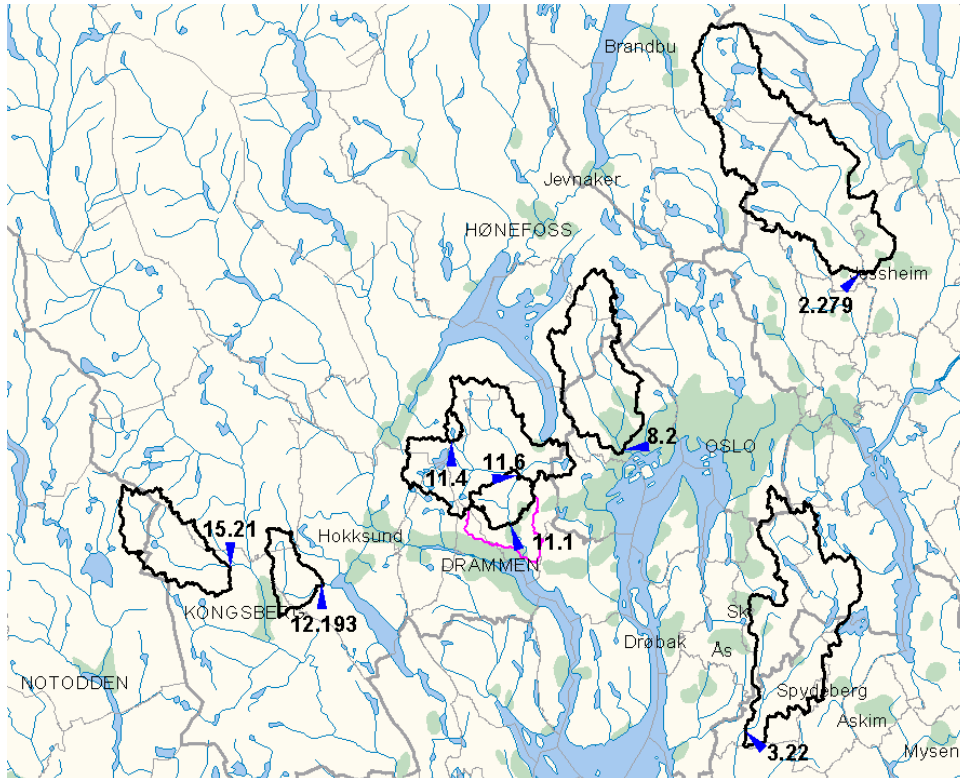
Målestasjonen 11.4 Elgtjern ligger i Finnemarka og er en del av nedbørfeltet til Lierelva. Nedbørfeltet er lite og er på 6.75 km² og har data fra 1975. Stasjonen har kunstig v-overløp, og ellers bredt profil. Den ligger vanskelig tilgjengelig og har ikke vannføringsmålinger på flom. Det er derfor knyttet en del usikkerhet rundt flomvannføringer.

Tabell 2. Feltparametere for målestasjoner i Lierelvas omegn.

| Stasjon | Feltareal km ² | Eff. sjø % | Q _N * l/s•km ² | Høydeintervall moh. | Median høyde moh. |
|------------------------|------------------------------|---------------|---|------------------------|----------------------|
| 2.279 Kråkfoss | 433 | 0.4 | 18.9/19 | 140-812 | 440 |
| 3.22 Høgfoss | 301 | 0.5 | 14.6**/18 | 47-345 | 154 |
| 8.2 Bjørnegårdssvingen | 190 | 0.0 | 19.3/19 | 4-681 | 343 |
| 11.1 Lierbyen | 266 | 0.3 | -/17 | 11-697 | 405 |
| 11.4 Elgtjern | 6.75 | 3.3 | 21.2/20 | 430-673 | 509 |
| 11.6 Oppsal | 223 | 0.4 | -/17 | 35-697 | 428 |
| 12.193 Fiskum | 51.9 | 0.1 | 15.2**/17 | 84-649 | 278 |
| 15.21 Jondalselv | 127 | 0.2 | 22.8/23 | 229-921 | 575 |

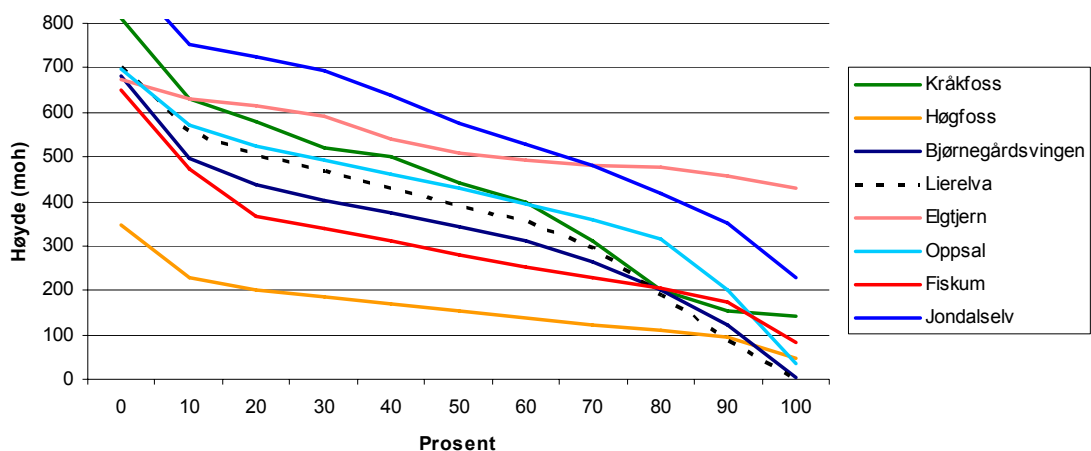
* Normalavløp funnet fra henholdsvis observerte data og avrenningskartet for perioden 1961 – 1990.

** Middellavrenning beregnet for observasjonsperioden til målestasjonen.

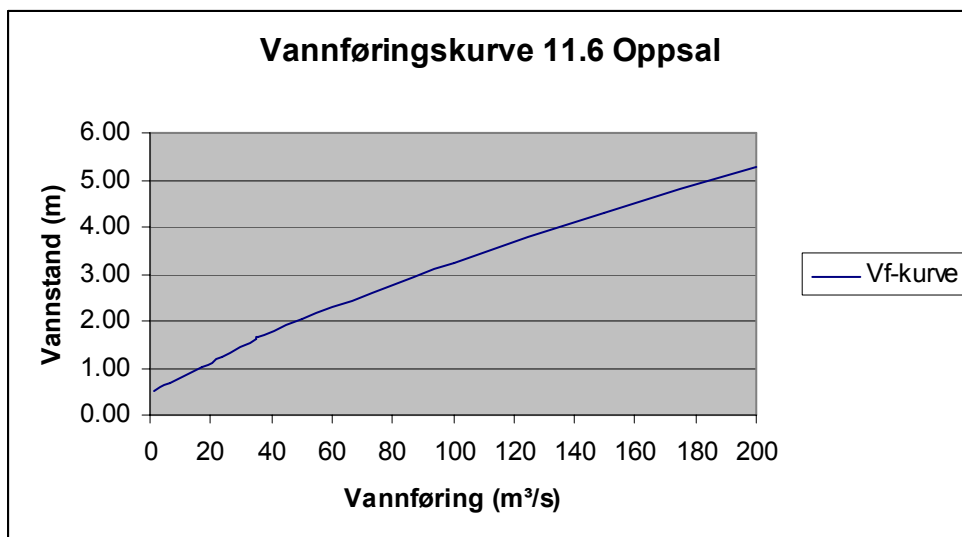


Figur 5. Oversikt over avløpsstasjoner benyttet i beregningene. Nedbørfeltet til hver enkelt stasjon er inntegnet med svart strek.

Målestasjonen 11.6 Oppsal ligger ca. 7 km oppstrøms Lierbyen i Lierelva. Nedbørfeltet er på 223 km² og har data fra 1981. Stasjonen ble opprettet med tanke på minstevannføringskrav til Glitre vannverk. Stasjonen har vært utsatt for profilforandringer og er påvirket av oppstuvning pga innsnevring i elveløpet. Vannføringskurven som ligger til grunn for stasjonen overestimerer derfor store flommer. Ny kurve er laget ved bruk av en hydraulisk modell og momentanflommer ved stasjonen er estimert ut fra ny vannføringskurve. Modellert vannføringskurve for målestasjon 11.6 Oppsal er vist i Figur 7. Det er knyttet en del usikkerhet rundt flomvannføringer ved målestasjonen.



Figur 6. Hypsografiske kurver for nedbørfeltene til Lierelva og utvalgte nabostasjoner. Kurven viser hvor stor prosentvis andel av det totale feltarealet som ligger over en gitt høyde.



Figur 7. Modellert vannføringskurve for målestasjon 11.6 Oppsal. Kurven tar hensyn til oppstuvning nedstrøms målepunktet og er benyttet til å estimere flomvannføringer benyttet i flomfrekvensanalysen.

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

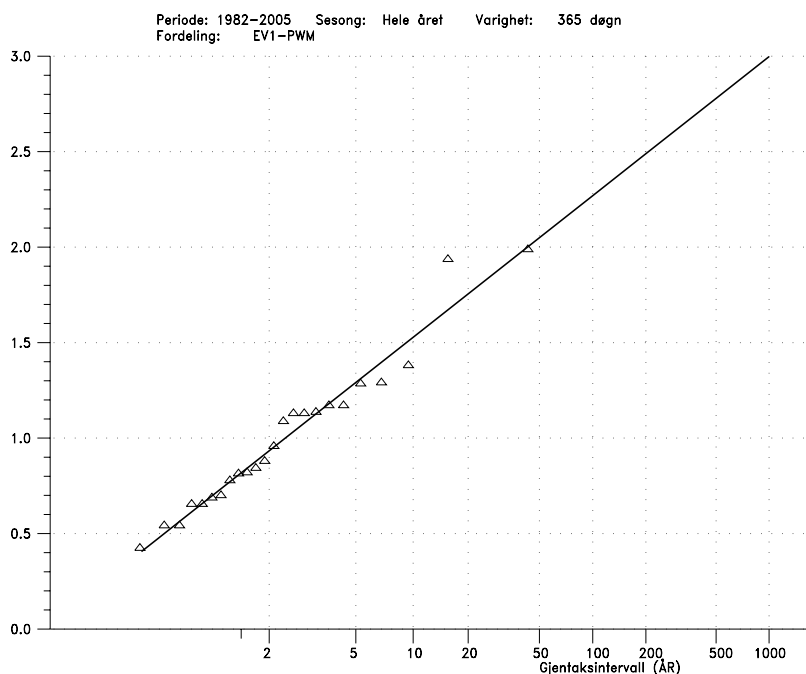
Målestasjonen 15.21 Jondalselv ligger nordvest for Kongsberg og drenerer til Numedalslågen. Nedbørfeltet er 127 km². Observasjonsperioden er betydelig lenger enn for de øvrige stasjonene. Største vannføringsmåling er på 55.8 m³/s som er drøyt 70 % over midlere flom. Det er et ubetydelig avvik mellom største vannføringsmåling og gjeldende vannføringskurve.

4. Beregning av flomverdier

Grunnlaget for flomsonekartleggingen er flomvannføringer for gitte gjentakintervall som beskrevet i kapittel 1. Siden det finnes observasjoner av vannføring i Lierelva er utgangspunktet for flomfrekvensanalysen observasjonsserie av vannføring, samt en sammenligning med nærliggende vassdrag og regionale flomfrekvenskurver (Sælthun *et al.*, 1997 og Wingård, 1978).

4.1. Flomfrekvensanalyser

En skiller gjerne mellom vårflokker og høstflokker. Store vårflokker er ofte en kombinasjon av snøsmelting og regn. Høstflokker kommer som regel fra en ren regnhendelse. De underliggende mekanismene er forskjellige og kan ha ulike fordelinger. Vårflokker er årvisse og stiger generelt moderat mot høye gjentakintervall. Høstflokker kan være små eller mangle helt enkelte år, men stiger ofte raskere for sjeldne hendelser. I vassdrag med klart definert sesongskille er regionale kurver derfor lagd separat for vårflokker og høstflokker. I kystnære og relativt lavtliggende vassdrag vil milde perioder i kombinasjon med nedbør i form av regn kunne gi flokker om vinteren. Det vil derfor være fare for flom gjennom store deler av året og det er ikke noe klart sesongskille. Regionale kurver i slike vassdrag er derfor basert på årsflokker.



Figur 8. Tilpasset fordelingsfunksjon til årsflokker (kulminasjonsverdier) ved stasjon 11.6 Oppsal. Vannføringen på Y-aksen er gitt som forholdet Q_r/Q_m .

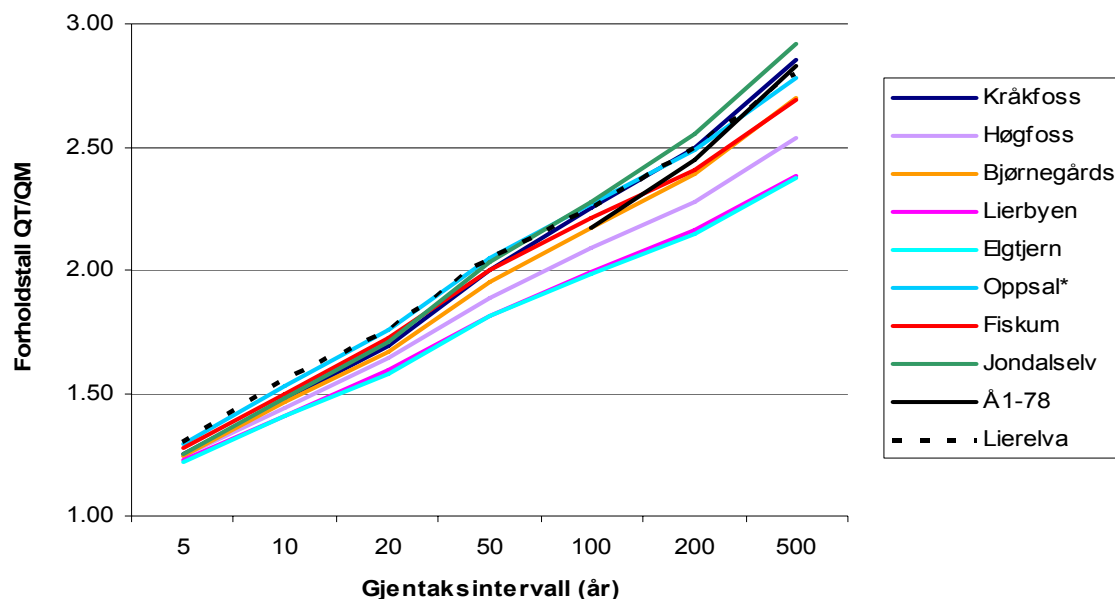
I flomsonekartprosjektet legges frekvensanalyse av årsflommer til grunn for beregningene (NVE, 2000). Det vil si at frekvensanalysen er basert på en serie som består av den største observerte vannføringen for hvert år.

Med bakgrunn i dette er det utført flomfrekvensanalyser av årsflommer ved målestasjonene beskrevet i kapittel 3. For hver stasjon tilpasses ulike fordelingsfunksjoner, og den frekvensfordelingen som vurderes best tilpasset de observerte årsflommene velges. Figur 8 viser fordelingsfunksjonen som synes å være best tilpasset de observerte årsflommene ved Oppsal. Valgt frekvensfordeling for de forskjellige stasjonene er sammenfattet i Tabell 3. Midlere flom (Q_M) er oppgitt i absolutte og spesifikke verdier og flommer for ulike gjentaksintervall (Q_T) som forholdstallet (flomfrekvensfaktor) til midlere flom (Q_T/Q_M). For målestasjon 11.6 Oppsal er analysene utført på kulminasjonsverdier, mens for de resterende stasjonene er døgnmiddelverdier benyttet. Flomfrekvensfaktorene er også illustrert i Figur 9. Variasjonen i frekvensfaktorene for de ulike målestasjonene er relativt liten og forholdstallet Q_{500}/Q_M ligger eksempelvis fra 2.37 ved Elgtjern til 2.92 ved Jondalselv.

Det er også foretatt en sammenligning med regionale flomfrekvenskurver (Sælthun *et al.*, 1997 og Wingård, 1978). Disse kurvene er laget separat for høst- og vårflokker i innlandsregioner, da det er antatt at høst- og vårflokker er forårsaket av ulike hendelser. Bare i kystregionen er kurvene utledet for årsflommer. Lierelva ligger i overgangssonen mellom innlandsklima med formler for høst- og vårflokker og kystklima med formel for årsflommer. I denne regionen er det kun det gamle formelverket fra 1978 som gir frekvenskurve basert på årsflommer, og som direkte kan sammenlignes med frekvenskurvene basert på årsflommer. Den regionale frekvenskurven for årsflommer gir Q_{500}/Q_M på 2.83, som ligger i overkant av snittet for nærliggende stasjoner (2.67) og er ganske lik med Oppsal (2.78).

Tabell 3. Flomfrekvensanalyser av årsflommer for aktuelle målestasjoner, sammen med regionale frekvenskurver for årsflommer (Wingård, 1978).

| Stasjon | Periode | Ant. år | Areal km ² | Q_M | | 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 |
|---------------------|-----------|---------|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | | l/s•km ² | m ³ /s | | | | | | | |
| 2.279 Kråkfoss | 1966-d.d. | 39 | 433 | 150 | 64.8 | 1.25 | 1.47 | 1.69 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.85 |
| 3.22 Høgfoss | 1976-d.d. | 28 | 301 | 119 | 35.9 | 1.24 | 1.44 | 1.64 | 1.89 | 2.09 | 2.28 | 2.54 |
| 8.2 Bjørnegårds. | 1968-d.d. | 36 | 190 | 222 | 42.1 | 1.24 | 1.46 | 1.67 | 1.95 | 2.17 | 2.39 | 2.70 |
| 11.1 Lierbyen | 1969-81 | 11 | 266 | 163 | 43.4 | 1.23 | 1.41 | 1.59 | 1.81 | 1.99 | 2.16 | 2.38 |
| 11.4 Elgtjern | 1975-d.d. | 29 | 6.75 | 210 | 1.4 | 1.22 | 1.41 | 1.58 | 1.81 | 1.98 | 2.15 | 2.37 |
| 11.6 Oppsal | 1981-d.d. | 24 | 223 | 323 | 72.0 | 1.29 | 1.53 | 1.76 | 2.05 | 2.27 | 2.49 | 2.78 |
| 12.193 Fiskum | 1976-d.d. | 28 | 51.9 | 191 | 9.9 | 1.28 | 1.50 | 1.72 | 2.00 | 2.21 | 2.41 | 2.69 |
| 15.21 Jondalselv | 1919-d.d. | 85 | 127 | 252 | 32.0 | 1.25 | 1.48 | 1.71 | 2.03 | 2.28 | 2.55 | 2.92 |
| Lierbyen (estimert) | - | - | 266 | 329 | 88 | 1.30 | 1.55 | 1.75 | 2.05 | 2.25 | 2.50 | 2.80 |
| Lierelva | - | - | 310 | 333 | 103 | 1.30 | 1.55 | 1.75 | 2.05 | 2.25 | 2.50 | 2.80 |
| Å1-78 (regional) | - | - | - | - | - | | | | | 2.17 | 2.45 | 2.83 |



Figur 9. Flomfrekvensfaktorer (Q_t/Q_m) av årsflommer (døgnmiddel), for aktuelle målestasjoner, sammen med regionale frekvenskurver for årsflommer (Sælthun *et al.*, 1997).

Som representativ frekvensfordeling for Lierelva er det valgt å bruke frekvensfaktorene funnet for målestasjon 11.6 Oppsal avrundet til nærmeste 0.05 pga usikkerheten i valg av kurve.

Verdiene er noenlunde lik flomfrekvensfaktorene for regionale flomfrekvensfaktorer og virker rimelige sammenlignet med resten av målestasjonene som er undersøkt.

4.2. Beregning av middelflom

Ved beregning av absolutte flomstørrelser bør feltkarakteristika som effektiv sjøprosent og feltareal i større grad inngå i vurderingen av representative nedbørfelt enn i frekvensanalysen. Spesifikk middelflom antas å avta med økt størrelse på nedbørfeltet, ved at flomtoppene fra ulike deler vil nå hovedvassdraget til litt forskjellig tid. Spesifikk middelflom vil også avta med økt effektiv sjøprosent, ved at sjøer har flomdempende effekt.

Spesifikk middelflom varierer relativt mye for stasjonene i området (Tabell 3) og ligger i størrelsesorden fra ca. 120 l/s•km² til 250 l/s•km² (døgnmiddel). Middelflommen ved Oppsal er estimert til i overkant av 320 l/s•km², men er basert på kulminasjonsverdier som er større enn døgnmiddelverdier.

I Sælthun *et al.* (1997) er det utarbeidet ligninger som uttrykker en sammenheng mellom forholdet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}}$ og feltkarakteristika for vår- og høstsesong. Siden flommer i Lierelva som oftest inntreffer høsten, antas det at regional formel for høstflommer er gjeldende. Formelen for høstflommer er:

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

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. Formelen ga et forholdstall på henholdsvis 1.45 for hele Lierelva. Hvis døgnmiddelflommen ved målestasjonene i Tabell 3 multipliseres med

faktoren 1.45, vil verdiene da bli mer sammenlignbare med middelflommen beregnet ved Oppsal. Variasjonsområdet for sammenligningsstasjonene blir da fra 175 l/s•km² til 360 l/s•km², og disse tallene stemmer bedre overens med hva som er beregnet for Oppsal.

Hvis det antas at den delen av vassdraget som er overført til Drammen (Glitre, 45 km²) i liten grad har bidratt med vann ved beregning av middelflom, kan spesifikk middelflom estimeres til ca. 400 l/s•km². Dette er en høy verdi for middelflom i området. Med bakgrunn i den aktive bruken av Glitremagasinet som flomdempningstiltak ved flomhendelser, er det grunn til å anta at flomvannføringene i Lierelva i stor grad kommer fra restfeltet etter at nedbørfeltet til Glitre er trukket fra.

Med bakgrunn i dette antas en spesifikk middelflom i restfeltdelen av nedbørfeltet til Lierelva å ligge i størrelsesorden 360 l/s•km². Dette tilsvarer ca middelverdien av observert spesifikk middelflom ved Oppsal hvor det er regnet med at Glitre heholdsvis bidrar med like mye som restfeltet (323 l/s•km²) og ikke bidrar i det hele tatt (0 l/s•km²). Verdien er også i størrelsesorden døgnmiddelflommen for Jondalselv (252 l/s•km²) multiplisert med antatt forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelverdi for Lierelva (1.45). Dette tilsier at Glitres nedbørfelt bidrar med 175 l/s•km² ved middelflom. Disse verdiene er antatt å gjelde for Lierelva. Ut fra middelflom og flomfrekvensfordelingen som antas representativ for Lierelva (Tabell 3), blir de resulterende flomverdiene som vist i tabell 4.

Tabell 4. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentaksintervall i Lierelva, kulminasjonsvannføringer.

| Punkt i vassdraget | 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 | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s |
| Lierbyen | 266 | 329 | 88 | 114 | 136 | 153 | 179 | 197 | 219 | 245 |
| Lierelva | 310 | 333 | 103 | 134 | 160 | 181 | 212 | 232 | 258 | 289 |

5. Ekstremvannstandsanalyse i sjøen ved Drammen havn

I nederste del av Lierelva er det lite fall. Av denne grunn har vannstanden i Drammensfjorden innvirkning på flomvannstanden i nedre deler av vassdraget. I Drammensfjorden kan det oppstå relativt stor stormflo, i 1987 var vannstanden i Drammensfjorden på ca. kote 1.9 m. Dette er høyeste observerte flo siden 1924.

I Drageset (2001) er det gjort frekvensanalyse på høye vannstander ved Drammen havn. Resultatene og deler av teksten under er hentet derfra. På bakgrunn av vannstandsobservasjoner ved Drammen havn, registrert av Statens kartverk Sjøkartverket (SKSK), er det foretatt en frekvensanalyse på årsmaksima for perioden 1924-1999 og 1959-1999 (for sammenligning med Oslo). I Tabell 5 er vannstander ved ulike gjentaksintervall ved Drammen havn og Oslo gitt.

Sammenligning av tidevannstander ved Drammen havn og ved Oslo viser at vannstandene er 10-20 cm høyere ved Drammen havn enn ved Oslo ved ulike gjentaksintervall. Noe av årsaken til dette kan være at Svelvikstrømmen i innløpet til Drammensfjorden passerer gjennom et trangt og smalt sund, slik at det blir oppstuvning av store vannmengder inne i Drammensfjorden.

De fleste og største flommer i Lierelva opptrer om høsten. Årsmaksima for vannstand i Drammensfjorden opptrer som oftest om høsten.

Tabell 5. Vannstander ved Drammen havn og Oslo ved ulike gjentaksintervall. Størrelsene er gitt i cm relativt til NN54. Dataene er ikke korrigert for landhevning. Dataene er hentet fra Drageset (2001).

| Gjentaksintervall | Drammen havn Vannstand (cm) 1924-1999 | Drammen havn Vannstand (cm) 1950-1999 | Oslo Vannstand (cm) 1950-1999 | Differanse Vannstand (cm) 1950-1999 |
|-------------------|---|---|-------------------------------------|---|
| 5 | 133 | 125 | 119 | 6 |
| 10 | 148 | 141 | 130 | 11 |
| 20 | 160 | 154 | 139 | 15 |
| 50 | 171 | 167 | 151 | 16 |
| 100 | 178 | 176 | 159 | 17 |
| 200 | 183 | 182 | 166 | 16 |
| 500 | 188 | 190 | 175 | 15 |

6. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Lierelva kan karakteriseres som noe mangelfullt. Det foreligger vannføringsdata fra vassdraget, men måleperioden er relativt kort og vannmerket ligger ett stykke opp i vassdraget. Alle beregninger er basert på observasjoner fra målestasjoner i vassdraget og nærliggende vassdrag og regionalt formelverk. Det er relativt store variasjoner i spesifikk middelflom.

Det er knyttet opp til $\pm 20\%$ usikkerhet ved estimering av spesifikk avrenning fra avrenningskartet. Usikkerheten vil i alminnelighet øke for avtakende feltstørrelse (Beldring *et al.*, 2002).

Det er også 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 observasjoner av vannstander og tilhørende målinger av vannføring i elven. Men disse direkte målinger er ofte ikke utført på store flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert forhold mellom vannstander og vannføringer, dvs. også ”observerte” flomvannføringer inneholder en stor grad av usikkerhet. Vannføringskurven til målestasjon 11.6 Oppsal er modellert ved en hydraulisk modell.

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 større eller lik største kalenderdøgnmiddel.

En annen faktor som fører til usikkerhet i data, er at 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 døgnmiddelet.

I tillegg er dataene med fin tidsoppløsning ikke kontrollerte på samme måte som døgndataene og er ikke komplette i tilfelle observasjonsbrudd. Det foreligger heller ikke data med fin tidsoppløsning på databasen lenger enn cirka 20 år tilbake. Det er derfor ikke mulig å utføre flomberegninger direkte på kulminasjonsvannføringer.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Med basis i usikkerhetsmomentene nevnt ovenfor kan datagrunnlaget for beregningene karakteriseres som noe mangelfullt. Flomberegningen klassifiseres derfor i klasse 2, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

- Astrup, M. 2001: Avløpsnormaler. Normalperioden 1961-1990. NVE Rapport 2 – 2001.
- Astrup, M. 2000: Homogenitetstest av hydrologiske data. NVE Rapport 7 – 2000.
- Beldring, S., Roald, L. A. og Voksø, A. 2002: Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. NVE Dokument 2 – 2002.
- Drageset, T.-A. 2001: Flomberegning for Drammenselva. NVE Dokument 8 – 2001.
- Hansen, H. og Roald, L. A. 2000: Ekstremvannsanalyse i sjø ved utvalgte stasjoner. NVE Dokument 11 – 2000.
- NVE 2002: Avrenningskart for Norge 1961 – 1990, 1:500 000. Hydrologisk avdeling.
- NVE 2000: Prosjekthåndbok - Flomsonekartprosjektet. 5.B: Retningslinjer for flomberegninger.
- Sælthun, N. R., Tveito, O. E., Bønsnes, T. E. og Roald, L. A. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE Rapport 14 – 1997.
- Wingård, B., 1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE Rapport 2 – 1978.

Vedlegg

Kulminasjonsverdier årsflommer ved målestasjon 11.6 Oppsal.

| Dato | Vst. (m) | Vf. (m ³ /s) |
|------------|-------------|-------------------------|
| 14.10.1982 | 1.74 | 39.0 |
| 16.10.1983 | 3.05 | 92.9 |
| 03.10.1984 | 2.06 | 50.4 |
| 06.09.1985 | 3.04 | 92.5 |
| 09.05.1986 | 2.25 | 58.6 |
| 16.10.1987 | 4.15 | 143.1 |
| 22.08.1988 | 2.78 | 81.3 |
| 12.04.1989 | 2.26 | 59.0 |
| 30.10.1990 | 2.78 | 81.3 |
| 03.11.1991 | 2.49 | 68.9 |
| 03.12.1992 | 2.19 | 56.0 |
| 10.10.1993 | 2.04 | 49.5 |
| 02.04.1994 | 2.30 | 60.7 |
| 01.06.1995 | 1.74 | 39.0 |
| 29.10.1996 | 1.47 | 30.5 |
| 12.11.1997 | 2.85 | 84.3 |
| 25.10.1998 | 2.85 | 84.3 |
| 29.06.1999 | 2.79 | 81.8 |
| 31.10.2000 | 4.07 | 139.4 |
| 07.10.2001 | 2.71 | 78.3 |
| 01.05.2002 | 3.20 | 99.4 |
| 01.12.2003 | 1.97 | 47.1 |
| 05.10.2004 | 1.97 | 47.1 |
| 04.11.2005 | 2.36 | 63.3 |

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

Utgitt i Dokumentserien i 2007

- Nr. 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Steinkjerelva og Ognå. Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 2 Erik Holmqvist: Flomberegning for Seljord. Flomsonekartprosjektet (18 s.)
- Nr. 3 Lars Olav Fosse: Forretningsprosesser i kraftmarkedet (25 s.)
- Nr. 4 Inger Sætrang: Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettet 2007 (54 s.)
- Nr. 5 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Spjelkavikelva. Flomsonekartprosjektet (21 s.)
- Nr. 6 Erik Holmqvist: Flomberegning for Flatdøla, 016.CC0 (21 s.)
- Nr. 7 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker.
Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2006 (15 s.)
- Nr. 8 Thomas Væringstad: Flomberegning for Lierelva. Flomsonekartprosjektet (20 s.)