



Flomberegning for Oselva

Thomas Væringstad

14
2009



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Oselva (055.7Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2009

Dokument nr. 14 - 2009

Flomberegning for Oselva (055.7Z)

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Thomas Væringstad

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Oselva 15. september 2005 (NVE, Hydrologisk avdeling)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: I forbindelse med Flomsonekartprosjektet i NVE er det som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging utført flomberegning for et delprosjekt i Oselva i Hordaland. Kulminasjonsvannføringer for flommer med forskjellige gjentaksintervall er beregnet for ett punkt i vassdraget.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Oselva

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

August 2009

Innhold

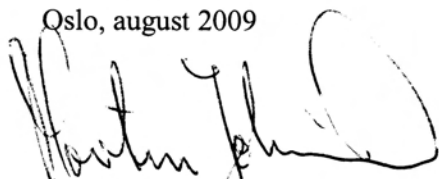
Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	7
3. Hydrometriske stasjoner	10
4. Beregning av flomverdier	12
4.1. Flomfrekvensanalyser	12
4.2. Beregning av middelflom	14
4.3. Beregning av kulminasjonsvannføring	15
4.4. Vannføringen 14. september og 14. november 2005	16
5. Usikkerhet	18
Referanser	19

Forord

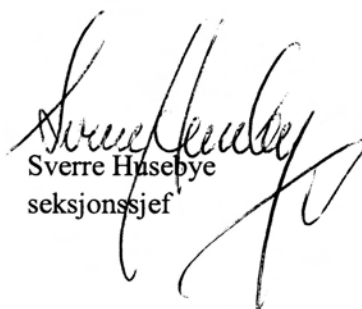
Flomsonekartlegging er et viktig hjelpemiddel for arealdisponering langs vassdrag og for beredskapsplanlegging. NVE arbeider med å lage flomsonekart for flomutsatte elvestrekninger i Norge. Beregning av flomvannføringer på flomutsatte elvestrekninger er en del av dette arbeidet. Grunnlaget for flomberegninger 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 Oselva i Hordaland. Rapporten er utarbeidet av Thomas Væringstad og kvalitetskontrollert av Erik Holmqvist.

Oslo, august 2009



Morten Johnsrud
avdelingsdirektør



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningen for Oselva omfatter delprosjekt fs 055_1 Os i NVEs Flomsonekartprosjekt. Oselva er et kystnært vassdrag i Hordaland i Os kommune og hvor elva munner ut ved Osøyro i Fusafjorden. Store flommer forekommer som oftest om høsten. Flomepisoder er normalt forårsaket av intens nedbør i form av regn og gjerne i kombinasjon med noe snøsmelting.

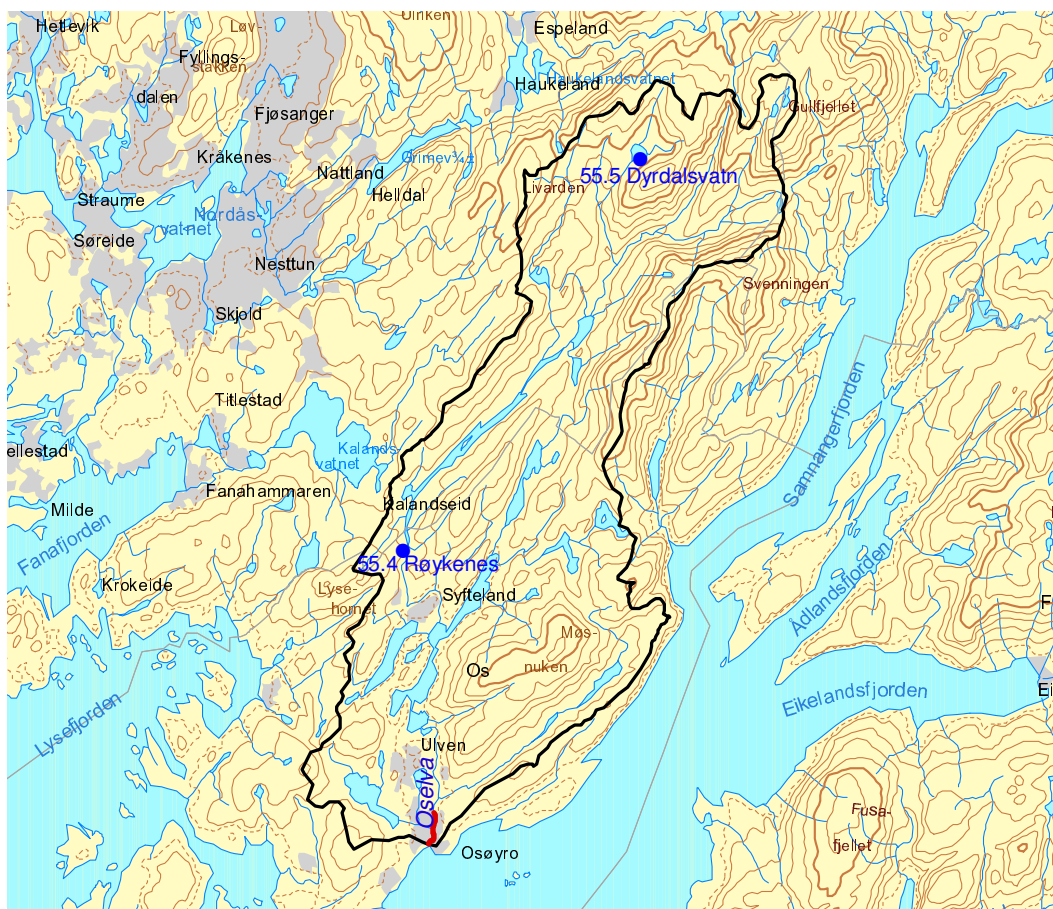
Det er flere målestasjoner for vannføringsdata i vassdraget. Flomberegningen er basert på måledata fra denne stasjonen, regionale flomformler og frekvensanalyser av observerte flommer ved målestasjoner i nærliggende vassdrag. Det er beregnet kulminasjonsvannføring for ulike gjentakintervall ved utløpet i fjorden. Det er antatt at kulminasjonsvannføringen er 40 prosent større enn døgnmiddelvannføringen for alle gjentakintervall. 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
Oselva ved utløpet i fjorden	146	181	214	244	288	322	357	407

Å kvantifisere usikkerheten i hydrologiske data er vanskelig, og det er mange faktorer som spiller inn. På grunn av godt datagrunnlag i Oselvas nedbørfelt for å beregne flommer, klassifiseres denne flomberegningen i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for flomutsatt elvestrekning i Oselva i Os kommune i Hordaland, delprosjekt fs 055_1 Os i NVEs Flomsonekartprosjekt. Som grunnlag for konstruksjon av flomsonekart skal kulminasjonsverdier av middelflom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes ved Oselvas utløp i fjorden ved Osøyro og rundt 1 km oppover elva. Kart over Oselvas nedbørfelt er vist i Figur 1 og strekning som skal flomsonekartlegges er tegnet inn med rødt.



Figur 1. Kart over Oselvas nedbørfelt. Strekingen som skal flomsonekartlegges er tegnet inn med rødt.

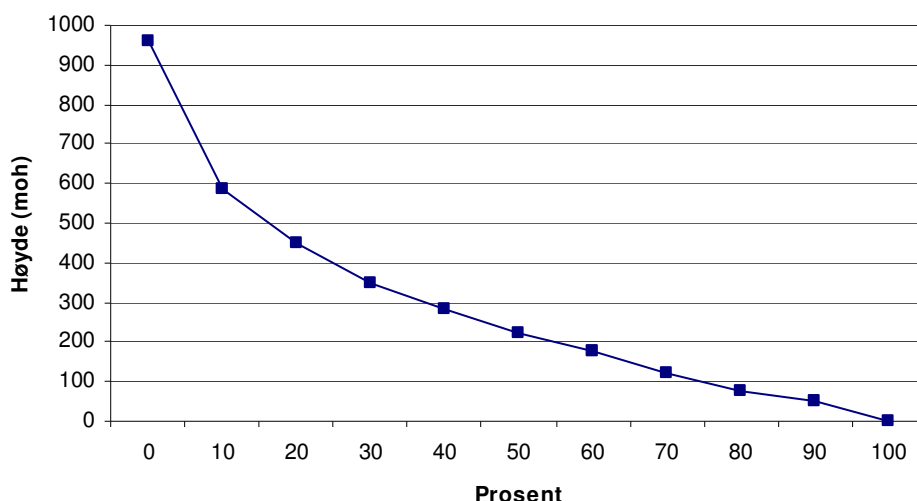
2. Beskrivelse av vassdraget

Oselva ligger i Os kommune i Hordaland og har utløp i Fusafjorden ved Osøyro. Vassdraget er vernet iht. verneplan for vassdrag. Det er noen få dammer i vassdraget, men disse antas å ha liten innvirkning på flommer. Nedbørfeltet drenerer hovedsakelig i sørvestlig retning, og vassdraget består av en hovedgren med tilløp fra flere små sideelver. Nedbørfeltet har et totalt areal på 110 km². Høydefordelingen strekker seg fra havnivå til opp i vel 960 moh. Median høyde er på 223 moh. og høyeste punkt i vassdraget er Søre Gullfjelltoppen på 962 moh. Hypsografisk kurve for vassdraget er vist i Figur 2 og aktuelle feltparametere er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1. Feltparametere for Oselvas nedbørfelt.

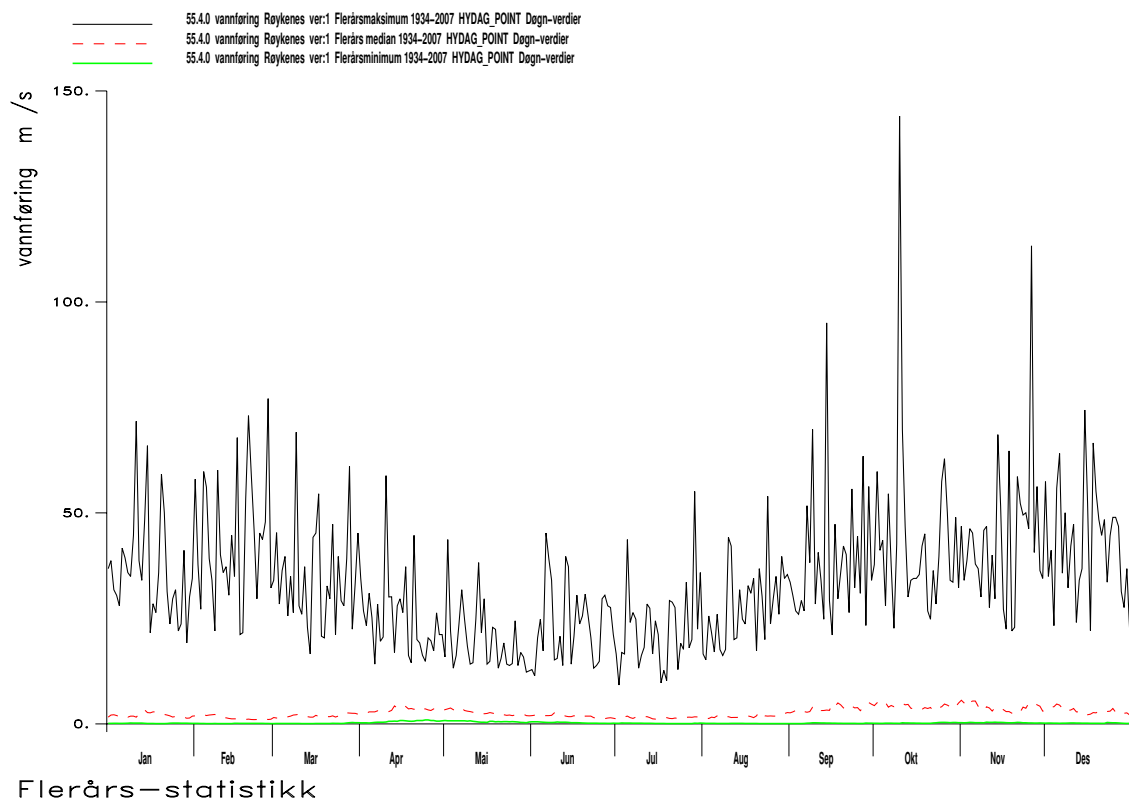
	Areal km ²	Eff. sjø %	Sjø %	Feltlengde km	Normalavløp, Q _N l/s·km ²
Oselva	110	2,1	6,0	22,2	87

Det er flere sjøer i vassdraget og det er antatt at disse vil ha en dempende innvirkning på flommer. Normalavløpet for vassdraget er beregnet ut fra NVEs avrenningskart for perioden 1961-1990 (NVE, 2002) og gir en midlere spesifikk avrenning på ca. 87 l/s·km². Avrenningen varierer fra rundt 60 l/s·km² i de lavereliggende områdene rundt fjorden til over 150 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 stemmer bra overens med målinger i vassdraget



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

Sammenligning mellom avrenningskartet og observerte data for målestasjon 55.4 Røykenes viser god overensstemmelse. Røykenes har observert middelavrenning for samme normalperiode på 99,7 l/s·km², mens tilsvarende avrenning beregnet fra kartet er 101 l/s·km².



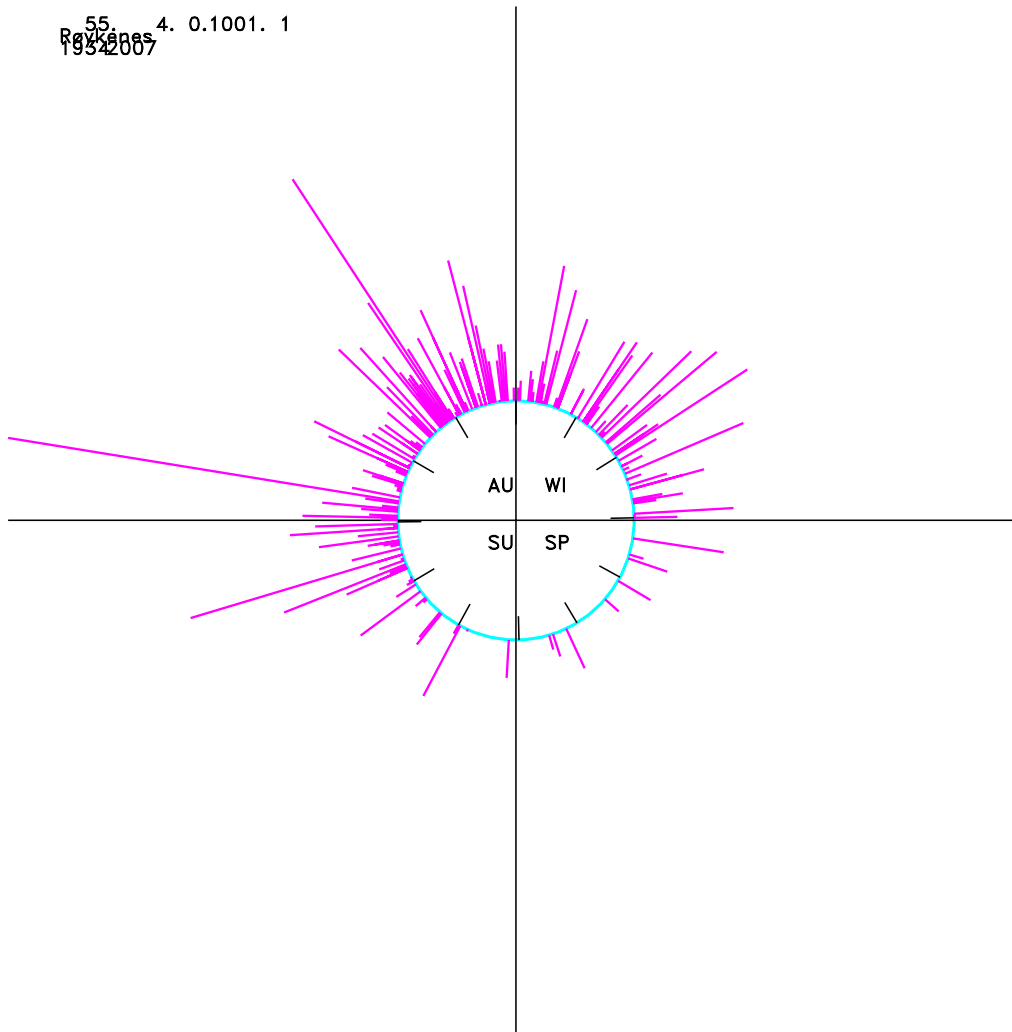
Figur 3. Karakteristiske vannføringer ved stasjon 55.4 Røykenes. Figuren viser henholdsvis største, median og minste observerte døgnmiddelvannføring for hver enkelt dag i året for perioden 1934 – 2007.

Sesongvariasjonen i avrenningen for Oselva vurderes ut fra målestasjon 55.4 Røykenes og representative målestasjoner for vassdraget. Figur 3 viser karakteristiske vannføringsverdier for 55.4 Røykenes som antas å beskrive avrenningsmønsteret i Oselva godt. Øverste kurve i diagrammet viser største observerte døgnmiddelvannføring for hver enkelt dag i året. Nederste kurve viser minste observerte vannføring i løpet av måleperioden og den midterste kurven er mediankurven, dvs. at det er like mange observasjoner i løpet av referanseperioden som er større eller mindre enn denne.

Figur 4 viser relativ flomstørrelse og tidspunkt for flommer ved målestasjon 55.4 Røykenes over en gitt terskelverdi, her på ca 33 m³/s, noe som er rundt 65 prosent av middelflom ved vannmerket for perioden 1934 – 2007.

Ut fra Figur 3 og Figur 4 kan en se at store flommer ved målestasjon 55.4 Røykenes som oftest inntreffer om høsten og vinteren, men de kan også hende i andre deler av året.

55. 4. 0.1001. 1
Røykenes
19342007



Figur 4. Flommer observert ved målestasjon 55.4 Røykenes i perioden 2001 – 2004. Sirkelen representerer året med 1. januar rett opp. Flommene er markert med når på året de inntreffer og med relativ størrelse.

3. Hydrometriske stasjoner

Det er to målestasjoner for vannføring i Oselvas vassdrag. Andre nærliggende og lignende målestasjoner er også vurdert. Figur 5 viser beliggenheten til de nærliggende målestasjonene og feltparametrene er oppsummert i Tabell 2. Nedenfor er det gjort en kort beskrivelse av aktuelle målestasjoner i nærheten av Oselvas nedbørfelt.

42.2 Djupevad ligger i Kvinnherad kommune ca 50 km sør-sørøst for Oselva. Stasjonen har observasjoner siden 1963. Nedbørfeltets areal er 31,9 km² og midlere felthøyde er 526 moh. Den effektive sjøprosenten og selvreguleringsevnen til feltet er liten. Vannføringskurven består av to perioder, og kvaliteten på flom vurderes som meget god fra 1976.

42.16 Fjellhaugen ligger i Kvinnherad kommune ca 55 km sørøst for Oselva. Observasjoner finnes siden 1997. Kvaliteten på vannføringskurven vurderes som dårlig på flom.

46.7 Brakhaug ligger i Kvinnherad kommune ca 45 km øst-sørøst for Oselva. Stasjonen har observasjoner siden 1973, men feltet er regulert ved en overføring ut i 2006. Nedbørfeltets areal er 9,21 km² og midlere felthøyde er 856 moh. Den effektive sjøprosenten og selvreguleringsevnen til feltet er liten. Kvaliteten på vannføringskurven under flom vurderes som dårlig.



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

Tabell 2. Feltparametere for målestasjoner i Oselvas omegn.

Stasjon	Feltareal (km ²)	Eff. sjø (%)	Normalavløp, Q _N (l/s·km ²)*	Høydeintervall (moh.)	Median høyde (moh.)
42.2 Djupevad	31,9	0,1	108/100,6	88-1152	526
42.16 Fjellhaugen	6,31	1,2	110/134,1	416-961	691
46.7 Brakhaug	9,21	0,2	116/122,5	177-1281	856
55.4 Røykenes	49,9	2,2	101/99,7	53-960	307
55.5 Dyralsvatn	3,24	4,0	146/128,1	436-808	575
55.7 Eikelandssosen	41,9	6,0	136/-	48-972	515
55.11 Kleivevatn	101	2,9	-/105,5	328-1295	813
62.18 Svartavatn	72,1	0,1	103/-	219-1110	753

* Normalavløp funnet fra henholdsvis avrenningskartet for perioden 1961 – 1990 og observasjonsperioden til målestasjonen.

Målestasjon 55.4 Røykenes ligger i Oselva og dekker omtrent halve nedbørfeltet til Oselva. Stasjonen ble satt i drift i 1934 og observasjonsperioden er derfor lang. Frem til 1977 besto observasjonene av en daglig avlesning av vannstandsskalaen, fra den tid er stasjonen utstyrt med kontinuerlig registrerende instrument. Vannføringskurven på flom er antatt å være middels bra. Målestasjonen gir et godt grunnlag for beregning av flommer i Oselva.

Målestasjon 55.5 Dyralsvatn ligger i øvre deler av Oselva og har et feltareal på 3,24 km². Stasjonen har observasjoner siden 1977, men det mangler periodevis data. Vannføringskurven på flom er antatt å være middels bra. Målestasjonen gir en indikasjon på flomforholdene i Oselva, men har antatt mye raskere respons enn hovedelva.

55.7 Eikelandssosen ligger i Fusa kommune ca 15-20 km øst for Oselva. Stasjonen har observasjoner siden 1980, men feltet er regulert fra 1985.

55.11 Kleivevatn lå i Samnanger kommune ca 40 km nordøst for Oselva. Stasjonen har observasjoner i perioden 1912-1949. Nedbørfeltets areal er 101 km² og midlere felthøyde er 813 moh. Den effektive sjøprosenten og selvreguleringsevnen til feltet er sammenlignbar med Oselvas. Vannføringskurven er av ukjent kvalitet.

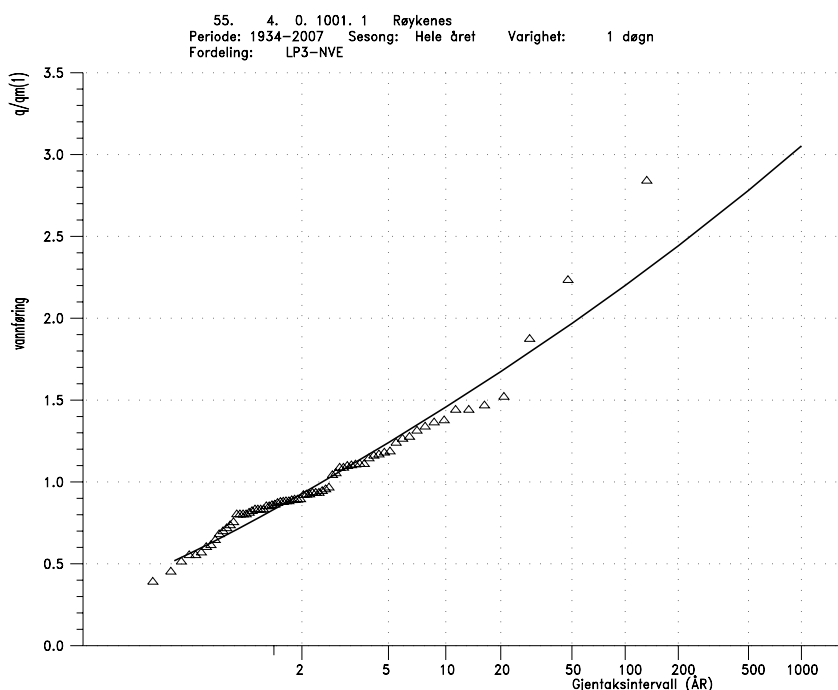
62.18 Svartavatn ligger i Voss kommune ca 50-60 km nordøst for Oselva. Stasjonen har observasjoner siden 1987. Nedbørfeltets areal er 72,1 km² og midlere felthøyde er 753 moh. Vannføringskurven er litt usikker.

4. Beregning av flomverdier

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

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 gjentaksintervall. 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 vestlandsvassdrag 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.

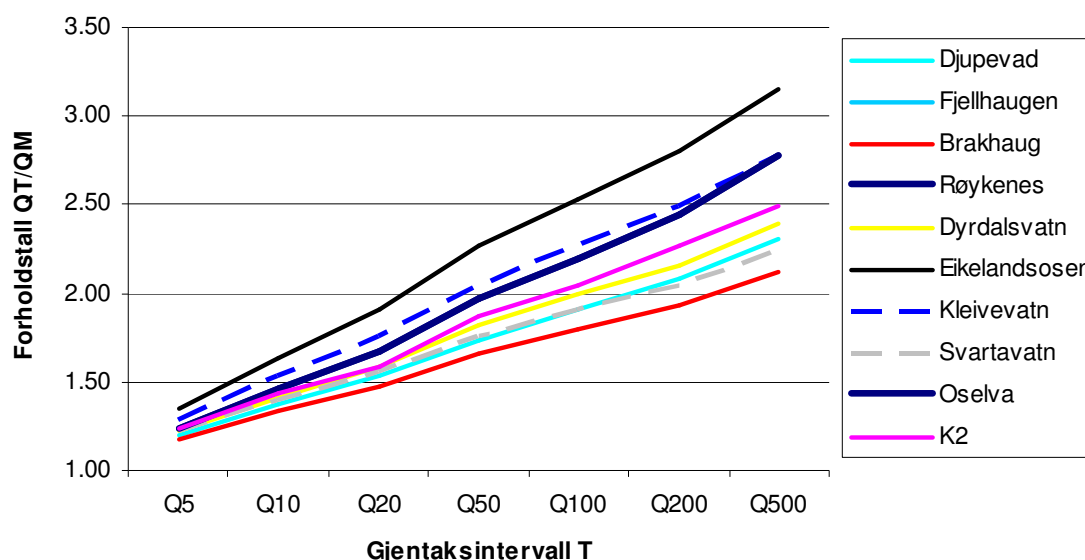


Figur 6. Tilpasset fordelingsfunksjon til årsflokker (døgnmiddel) ved stasjon 55.4 Røykenes. Vannføringen på Y-aksen er gitt som forholdet Q_T/Q_M .

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 døgnmiddelvannføringen 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 6 viser fordelingsfunksjonen som synes å være best tilpasset de observerte årsflommene ved målestasjon 55.4 Røykenes. Dataserien ved Røykens består av en blanding av kulminasjonsverdier og reelle døgngjennomsnitt. Det er derfor usikkert om noen av flomverdiene representerer nærmere kulminasjonsverdier enn døgnmiddelveidier. Dette kan gi utslag i litt brattere frekvenskurve. Frekvensfordelingen ved Røykenes er derfor valgt litt mindre bratt enn hva de to største flommene tilsier i figur 6. 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 gjentakintervall (Q_T) som forholdstallet (flomfrekvensfaktor) til midlere flom (Q_T/Q_M). Flomfrekvensfaktorene er også illustrert i Figur 7. Det er stor variasjon i de valgte frekvensfaktorene ved målestasjonene og forholdstallet Q_{500}/Q_M ligger eksempelvis fra 2.12 ved Brakhaug til 3.15 ved Eikelandssosen. Eikelandssosen er påvirket av regulering noe som vil gi utslag på frekvenskurven.

Det er også foretatt en sammenligning med regionale flomfrekvenskurver (Sælthun *et al.*, 1997). I kystregionene er disse basert på årsflommer, og i Tabell 3 er flomfrekvensfaktorene for region K2 gitt. Region K2 dekker områdene innenfor den ytterste kyststripen og omfatter mange fjorder og kystnære strøk, som bl.a. Oselva. De regionale kurvene er basert på avløpsfelt i størrelsesorden fra 20 km² og oppover. I så måte er størrelsen på nedbørfeltet til Oselva innenfor grunnlaget av hva de regionale kurvene dekker.



Figur 7. Flomfrekvensfaktorer (Q_T/Q_M) av årsflommer (døgnmiddel), for aktuelle målestasjoner, sammen med regionale frekvenskurver for årsflommer (Sælthun *et al.*, 1997).

Flomforholdene i et nedbørfelt påvirkes både av klimatiske og fysiografiske forhold. Ved valg av representativ frekvensfordeling for umålte felt, er det antatt at klimatiske forhold har størst betydning. Målestasjonene Fjellhaugen, Brakhaug, Kleivevatn og Svartavatn ligger i snitt noe høyere sammenlignet med Oselva. Flomfrekvensfaktorene for de regionale kurvene (K2) ligger omtrent som av gjennomsnittet for alle målestasjonene i Tabell 3, men noe lavere enn estimert for Røykenes.

Som representativ frekvensfordeling for Oselva er det valgt å bruke frekvensfaktorene funnet for Røykenes. Verdiene er litt høyere enn flomfrekvensfaktorene for de regionale kurvene, men virker rimelig sammenlignet med målestasjonene som er undersøkt.

Tabell 3. Flomfrekvensanalyser av årsflommer for aktuelle målestasjoner, sammen med regionale frekvenskurver for årsflommer (Sæthun *et al.*, 1997).

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							
42.2 Djupevad	1963-2007	44	31,9	1036	33,0	1,20	1,37	1,53	1,74	1,91	2,08	2,31
42.16 Fjellhaugen	1997-2007	9	6,31	1235	7,8	-	-	-	-	-	-	-
46.7 Brakhaug	1973-2005	31	9,21	1016	9,4	1,18	1,33	1,47	1,66	1,80	1,93	2,12
55.4 Røykenes	1934-2007	74	49,9	1016	50,7	1,24	1,46	1,67	1,97	2,20	2,44	2,78
55.5 Dyrdalsvatn	1977-2007	25	3,24	1280	4,1	1,23	1,41	1,59	1,82	1,99	2,16	2,39
55.7 Eikelandssosen	1980-2007	24	41,9	576	24,1	1,35	1,64	1,91	2,27	2,53	2,80	3,15
55.11 Kleivevatn	1912-1949	37	101	838	84,6	1,29	1,53	1,76	2,05	2,27	2,49	2,78
62.18 Svartavatn	1987-2007	20	72,1	1139	82,1	1,23	1,40	1,56	1,76	1,91	2,05	2,24
Oselva	-	-	110	950	104,5	1,24	1,46	1,67	1,97	2,20	2,44	2,78
Regional kurve K2	-	-	-	-	-	1,24	1,44	1,59	1,87	2,05	2,27	2,49

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 de ulike delfeltene vil nå hovedvassdraget til litt forskjellig tid. Spesifikk middelflom vil også avta med økt effektiv sjøprosent, ved at sjøer har en flomdempende effekt.

Spesifikk middelflom varierer relativt lite for stasjonene i området (Tabell 3) og ligger i størrelsesorden fra 838 l/s•km² til 1280 l/s•km². Da er det sett bort fra Eikelandssosen som er påvirket av regulering. De fleste av sammenligningsfeltene har mindre feltareal og effektiv sjøprosent sammenlignet med Oselva. Høy effektiv sjøprosent har som nevnt en reduserende effekt på flommer. I så måte er det å forvente at disse elvene har noe større spesifikk middelflom enn hva som er tilfelle for Oselva. Når det gjelder feltegenskaper, er det nok Røykenes og Kleivevatn som er mest sammenlignbart med Oselva, selv om feltet til Kleivevatn høydemessig ligger noe høyere.

I Sælthun *et al.* (1997) er det utarbeidet regionale flomformler for beregning av spesifikk middelflom som bygger på regresjon mot feltparametere. For Oselvas nedbørfelt er følgende formel aktuell:

$$\text{Region K2: } \ln(Q_M) = 1,1524 \cdot \ln(Q_N) - 0,0463 \cdot A_{SE} + 1,57$$

Spesifikk middelflom beregnes med bakgrunn i årlig middelavrenning i l/s·km² (Q_N) og effektiv sjøprosent (A_{SE}). Spesifikk middelflom beregnet med formelen for K2 gir 749 l/s·km². Verdien ligger noe under spesifikk middelflom ved sammenligningsfeltene.

Med bakgrunn i dette antas en spesifikk middelflom i Oselva å ligge i størrelsesorden 950 l/s·km². Dette er noe lavere enn hva som er observert for Røykenes, men det er antatt at større feltareal og lavere spesifikk avrenning vil gi mindre spesifikke flommer. Med valgt verdi for middelflom, og flomfrekvensfordelingen som antas representativ for Oselva (tabell 3), blir de resulterende flomverdiene som vist i Tabell 4.

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

Punkt i vassdraget	Areal km ²	Q _M		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
		l/s·km ²	m ³ /s							
Oselva	110	950	105	130	153	175	206	230	255	291

4.3. Beregning av kulminasjonsvannføring

Flomverdiene som hittil er presentert representerer døgnmiddelvannføring. I små vassdrag vil kulminasjonsvannføring være atskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Dette er spesielt karakteristisk i vassdrag hvor vannføringen kan stige raskt og flommene har et spisst forløp. Små nedbørfelter med lav effektiv sjøprosent vil typisk ha et raskere og spissere flomforløp sammenlignet med større nedbørfelter med høyere effektiv sjøprosent. Oselva har et relativt lite nedbørfelt, men med noe dempning på grunn av flere vann.

Forholdet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring (Q_{mom}/Q_{mid}) anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget. Forholdstallet 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. Forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring i Oselva er vurdert med bakgrunn i observerte data ved målestasjon 55.4 Røykenes og regionale formler (Sælthun *et al.*, 1997). Forholdstallet Q_{mom}/Q_{mid} for Oselva er dermed utelukkende beregnet med utgangspunkt i målestasjon 55.4 Røykenes, og beregnede forholdstall fra eksisterende formelverk.

For Røykenes er fem flommer (døgnmiddel) sammenlignet med tilhørende kulminasjonsvannføringer. Tabell 5 viser kulminasjonsvannføring, døgnmiddelvannføring og forholdstallet, Q_{mom}/Q_{mid}, mellom disse. Kulminasjonsvannføringen er i gjennomsnitt ca 45 % større enn døgnmiddelvannføringen for høstflommer. Den største registrerte flommen etter at stasjonen fikk kontinuerlig registrerende utstyr er en høstflom og har forholdstall 1.39.

Tabell 5. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved Røykenes.

Dato	Kulminasjon m ³ /s	Døgnmiddel m ³ /s	Q _{mom} /Q _{mid}
14.09.2005	132,0	95,0	1,39
14.11.2005	115,7	68,6	1,69
09.02.1998	74,3	60,1	1,24
10.04.1999	85,5	58,8	1,45
19.12.1993	80,9	55,1	1,47

I Sælthun *et al.* (1997) er det utarbeidet ligninger som uttrykker en sammenheng mellom forholdet Q_{mom}/Q_{mid} og feltkarakteristika for vår- og høstsesong. For vårflokker gjelder formelen:

$$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{mid}} = 1,72 - 0,17 \cdot \log A - 0,125 \cdot A_{\text{SE}}^{0,5},$$

mens formelen for høstflokker 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. I Oselva vil de største flommene som regel inntreffe om høsten. Formlen for høstflokker gav et forholdstall på 1,31. Dette tilsvarer en verdi godt under gjennomsnittet av forholdstallene fra de største observerte flommene ved Røykenes. Et forholdstall på 1,40 er derfor benyttet videre i analysene.

Resulterende kulminasjonsvannføringer ved flommer med forskjellige gjentaksintervall i Oselva er vist i Tabell 6.

Tabell 6. Flomverdier i Oselva ved utløpet i fjorden, kulminasjonsvannføringer.

Punkt i vassdraget	Areal km ²	Q _{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
Oselva ved utløpet i fjorden	110	1,40	146	181	214	244	288	322	357	407

4.4. Vannføringen 14. september og 14. november 2005

Den 13.- 14. september 2005 falt det 156.5 mm nedbør ved målestasjonen Bergen Florida (døgnnedbør), mens største 24 timersnedbør var 165.4 mm. Dette er den største døgnverdien som er registrert ved noen stasjoner i Bergen sentrum siden målingene startet i 1875. Ved Opstveit i Kvinnherad falt det 179,5 mm samme døgn.

Den 14.- 15. november 2005 falt det 88 mm nedbør ved målestasjonen Bergen Florida (døgnnedbør), mens det ved Opstveit i Kvinnherad falt 223 mm som er den nest høyeste døgnsummen som er registrert i Norge.

Ved målestasjon 55.4 Røykenes og 55.5 Dyralsvatn ble vannføringen (momentan/døgnmiddel) den 14. september målt til henholdsvis 132/95 og 18,3/8,8 m³/s, mens den 14. november var tilsvarende verdier henholdsvis 116/69 og 14,2/8,1 m³/s. Ut fra flomfrekvensanalysene i Tabell

3 og forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelverdier, tilsvarer registrert vannføring 14. september ved Røykenes rundt en 20-50 års flom og ved Dyrdalsvatn en 200 års flom. Den 14. november var vannføringen 10-20 prosent mindre. Ut fra målt vannføring ved stasjonene kan det derfor virke som om estimert vannføring i ved utløpet av Oselva skal være i størrelsesorden en 20-50 års flom den 14. september 2005 og rundt 10-15 prosent mindre 14. november samme år.

5. Usikkerhet

Datagrunnlaget for flomberegning i Oselva kan karakteriseres som relativt godt. Det foreligger en lang vannføringsserie fra vassdraget, men målestasjonen dekker bare ca halve nedbørfeltet til Oselva. Alle beregninger er basert på observasjoner fra målestasjoner i vassdraget og nærliggende vassdrag og regionalt formelverk. Det er relativt små variasjoner i spesifikk middelflom, mens frekvensfaktorene mellom målestasjonene varierer mer.

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). Observert avrenning ved Røykenes ligger i størrelsesorden hva avrenningskartet gir.

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.

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 kompletterte 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 relativt bra. Flomberegningen klassifiseres derfor i klasse 1, i en skala fra 1 til 3 hvor 1 tilsvarer beste klasse.

Referanser

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

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 nr. 14 – 1997.

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

Utgitt i Dokumentserien i 2009

- Nr. 1 Inger Sætrang: Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettene 2009 (60 s.)
- Nr. 2 Roar Kristensen: Endringer i forskrift om systemansvar i kraftsystemet. Forskriftstekst og merknader til innkommende høringskommentarer (65 s.)
- Nr. 3 Kjersti Halmrast, Ingunn Bendiksen Åsgård, Anne Rogstad (red.)
Styrende dokumenter for tilsyn og reaksjoner. Versjon 2 – mars 2009 (85 s.)
- Nr. 4 Inger Sætrang: Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2008 (16 s.)
- Nr. 5 Endringer i forskrift 11. mars 1999 nr 301 om måling, avregning mv.
Oppsummering av høringsuttalelser og endelig forskriftstekst (10 s.)
- Nr. 6 Anleggsbidrag og fellesmåling. Forslag til endringer i forskrift nr 302 av 11. mars 1999 (18 s.)
- Nr. 7 Erik Holmqvist (red.): Flommen på Sør- og Østlandet våren 2008 (89 s.)
- Nr. 8 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning for Årdalsvassdraget (21 s.)
- Nr. 9 Endringer i forskrift 11. mars 1999 nr. 302 om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer. Utkoblbart forbruk.
Oppsummering av høringsuttalelser og forskriftstekst (12 s.)
- Nr. 10 Fjellskredfare ved Mannen i Romsdalen (39 s.)
- Nr. 11 Olav Karstad Isachsen og Anne Cecilie L. Bondy: Forskrift om energieffektivitet i bygninger (37 s.)
- Nr. 12 Avanserte måle- og styringssystem (AMS). Forslag til endringer i forskrift 11. mars 1999 nr. 301. Tilleggshøring 2009 (20 s.)
- Nr. 13 Siri H. Steinnes og Silje Gundersen: Rapportering og fastsettelse av inntektsrammer.
Forslag til endringer i forskrift nr. 302 av 11. mars 1999. Høringsdokument juli 2009 (11 s.)
- Nr. 14 Thomas Væringstad: Flomberegning for Oselva (30 s.)