



Flomsonekartprosjektet

Flomberegninger i Vosso

Erik Holmqvist

1
2003



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegninger i Vosso (062.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2002

Dokument nr 1 – 2003.

Flomberegninger i Vosso, 062.Z

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Erik Holmqvist

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Park Hotell Voss under flommen i 1989 (83?) (foto Gunstein Brakestad, NVE-RV)

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: Det er utført flomberegninger for Raundalselvi, Strandaelvi, Vosso og Vangsvatnet som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, flomsonekartprosjektet., Vossovassdraget

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Januar 2003

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	7
3. Hydrometriske stasjoner	12
4. Flomanalyser	16
4.1 Observerte flommer	16
4.2 Midlere flom (døgnmidler)	19
4.3 5- 500 års flom (døgnmidler).....	21
4.4 Kulminasjonsverdier	24
4.5 Samløpsproblematikk	26
5. Usikkerhet	27
Referanser	29

Forord

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

Denne rapporten gir resultatene av en flomberegning som er utført i forbindelse med flomsonekartlegging for Vossovassdraget i Hordaland. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og kvalitetskontrollert av Lars-Evan Pettersson.

Oslo, januar 2003



Kjell Repp

avdelingsdirektør



Sverre Husebye

seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegningene er utført som en del av NVEs flomsonekartprosjekt fs 062_1 Voss. Flomanalysene har vist at de største flommene i Vossovassdraget har vært på høsten fra oktober til desember eller på forsommeren i juni. Flomvannføringer kan likevel opptre til alle tider av året. Resultatene av analysene er sammenfattet i tabell 1.

Oppstrøms Vangsvatnet er det ingen reguleringer av betydning for flomforholdene i vassdraget. I utløpet av Vangsvatnet ble det utført senkingsarbeider i 1991. Dette har medført lavere flomvannstander i innsjøen, samtidig som de hyppige flommene ut av Vangsvatnet har økt noe. For sjeldnere flommer er endringene i vannføring mer marginal. Også på 1860-tallet ble det utført senkingsarbeider i Vangsvatnet for å redusere flomproblemene rundt innsjøen.

I Vangsvatnet ligger målestasjonen 62.5 Bulken. Ved denne stasjonen har en målinger helt tilbake til 1892. Ellers i vassdraget har en blant annet målestasjonene 62.10 Myrkdalsvatn i Strandaelvi-grenen og 62.15 Kinne i Raundalselvi. Sammen gir dette et godt grunnlag for vurdering av flomforholdene i vassdraget. Selv i vassdrag hvor en har lange måleserier må en likevel være klar over at det er en betydelig usikkerhet i beregnede flomverdier.

Tabell 1

Flomvannføringer i Vossovassdraget med gjentaksintervall på opp til 500 år. Det er kulminasjonsvannføringer som er gitt.

Punkt i vassdraget	Areal	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	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
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	374	174	210	240	270	300	330	350	380
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525	311	380	430	480	540	590	630	680
Vosso ved utløp i Vangsvatnet	903	440	540	610	680	760	830	880	960
Utløp Vangsvatnet, Bulken	1094	385	460	500	540	590	630	660	700
		HM	H5	H10	H20	H50	H100	H200	H500
Lokal vannstand Vangsvatnet i m referert 62.5 Bulken		3.67	4.44	4.85	5.27	5.79	6.21	6.53	6.95

I en klassifisering fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil beregningene for Strandaelvi, Raundalselvi, Vosso og Vangsvatnet gis klasse 1.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for Vosso og Vangsvatnet ved Voss. Delprosjektets nummer og navn i NVEs flomsonekartprosjekt er fs 062_1 Voss. Som grunnlag for denne konstruksjon skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes.

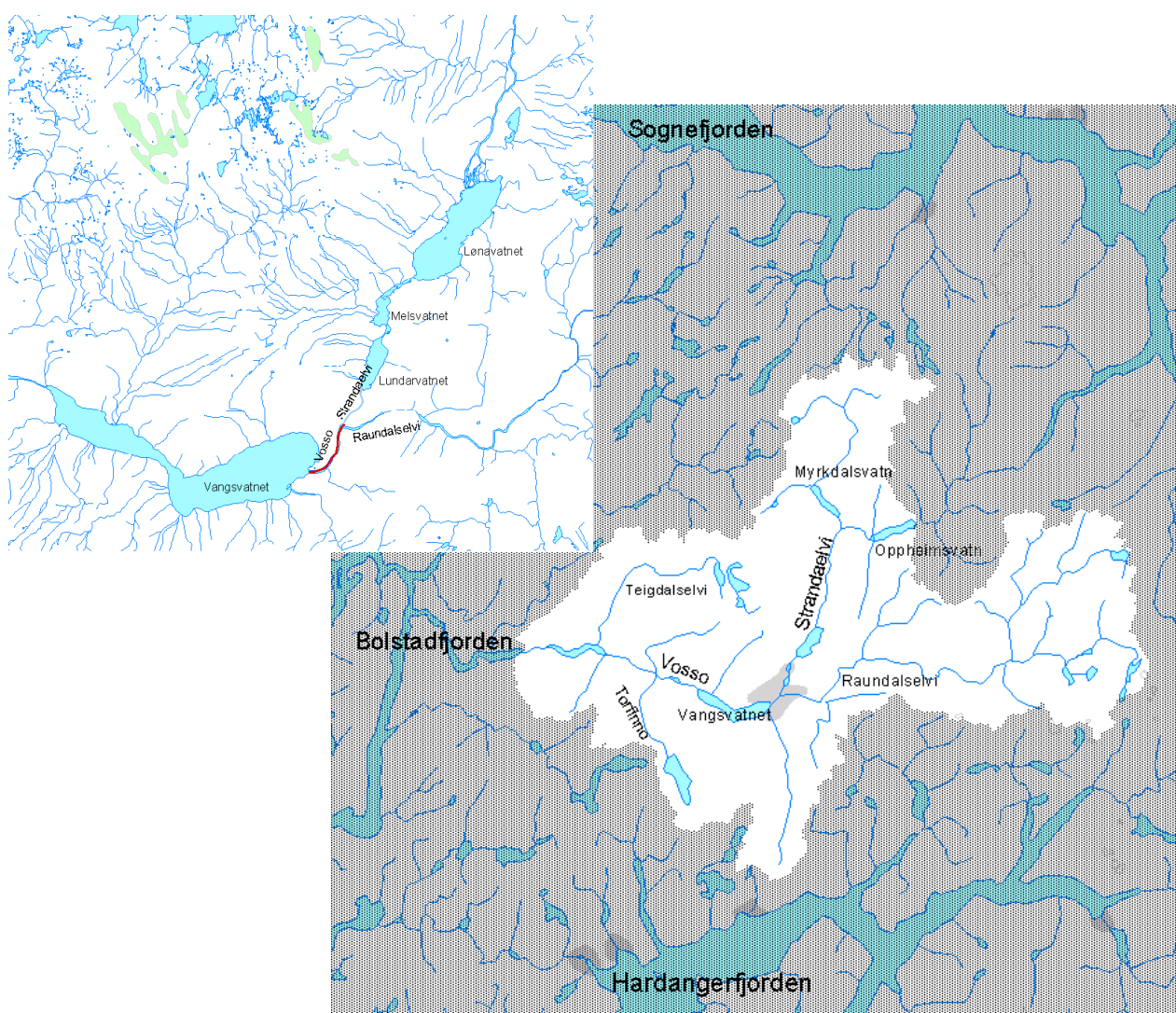
Beregningene er gjort for følgende punkter i vassdraget:

- Strandaelvi ved samløp Raundalselvi
- Raundalselvi ved samløp Strandaelvi
- Vosso ved utløp i Vangsvatnet
- Vangsvatnet

2. Beskrivelse av vassdraget

Hoveddelen av Vossovassdraget ligger i Voss kommune i Hordaland. Vassdraget har et totalt nedbørfelt ved utløp i Bolstadfjorden på 1500 km².

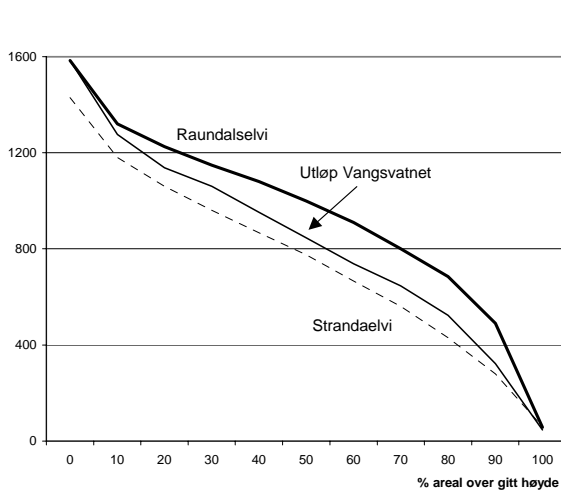
Ovenfor Vangsvatnet (7,9 km², 47 moh.) er vassdraget delt i tre hovedgrener. Fra Vikafjellet i nord, på grensa mellom Hordaland og Sogn og Fjordane, kommer Strandaelvi. Fra fjelltraktene ved Flåmsdalen og Undredalen i øst kommer Raundalselvi. Disse to elvene renner sammen og danner Vosso like før utløp i Vangsvatnet hvor tettstedet Voss ligger. Den tredje sidegrenen Bordalselvi, som kommer inn fra sør i Vangsvatnets østende, drenerer fjellområdene mellom Voss og Hardangerfjorden.



Figur 1

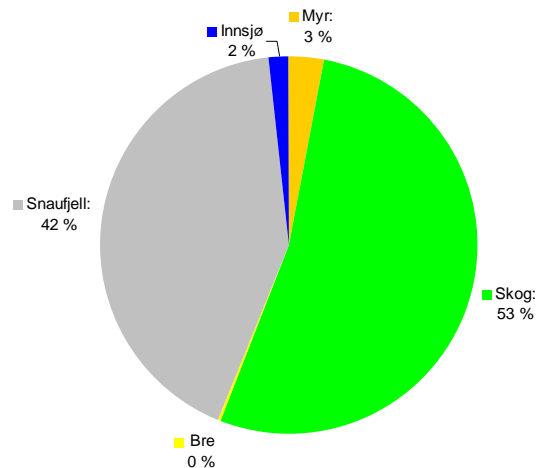
Oversiktskart over Vossovassdraget. På kartet til venstre er området for flomsonekartlegging avmerket med rødt.

Elvene fra Vikafjellet renner ned i Myrkdalsvatn (229 moh.). Fra denne 1,8 km² store innsjøen renner Myrkdalselvi ca. 1,5 km sørover før den møter Oppheimselvi og danner Strandaelvi. Oppheimselvi kommer fra Oppheimsvatn (3,8 km², 337 moh.). Videre renner Strandaelvi gjennom blant annet innsjøene Lønnavatnet (3,0 km², 78 moh.) og Lundarvatnet (0,6 km², 73 moh.) før samløpet med Raundalselvi. I Strandaelvi, mellom Lundarvatnet og samløpet med Raundalselvi, ligger et mindre kraftverk som utnytter et fall på snaut 20 m i Rognsfossen. Midlere høyde for Strandaelvis nedbørfelt er 775 moh., og effektiv sjøprosent er 1,28 %.



Figur 2

Hypsografiske kurver for Vosso ved utløp av Vangsvatnet, Strandaelvi og Raundalselvi.



Figur 3

Arealfordeling Vosso ved utløp av Vangsvatnet.

Raundalselvi renner gjennom den trange Raundalen. Elva renner for det meste i fossende trange gjel. Bortsett fra enkelte høyereliggende innsjøer, som Vassetvatnet (1,8 km², 1074 moh.), Kaldavatni (0,9 km²) og Slondalsvatnet (0,6 km², 751 moh.), er det ingen innsjøer av betydning for flomforholdene i denne delen av vassdraget. Midlere høyde i feltet er 1000 moh., og effektiv sjøprosent er 0,23 %.

Fra Vangsvatnet renner Vosso via Evangervatn til Bolstadfjorden. Flere elver renner inn i Vosso på denne strekningen, hvor Torfinno og Teigdalselvi er de største.

Spesifikk avrenning varierer fra 30 – 40 l/s km² ved Vangsvatnet til ca. 150 l/s km² i fjellområdene lenger vest. For den nordlige delen av vassdraget, som renner til

Strandaelvi, er maksimalverdiene opp mot 130 l/s km². For de østlige fjellområdene, som drenerer til Raundalselvi, er maksimal avrenning omkring 80 l/s km².

Årsmiddelvannføringen i Strandaelvi er 24 m³/s, i Raundalselvi 41 m³/s og i Vosso ved utløp av Vangsvatnet 71 m³/s (tabell 2). Vanligvis er vannføringen minst om vinteren og størst i forbindelse med snøsmelting i mai og juni (figur 4). I Vosso har de største flommene vært på høsten (oktober – desember) og våren (mai - juni). Vannføringer minst på nivå med middelflom er registrert i alle årets måneder (figur 5).

Tabell 2

Nedbørfelt i Vossovassdraget.

	Areal km ²	Middel- vannføring m ³ /s	Avrenning l/s km ²
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	374	24	65
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525	31	60
Vosso ved utløp i Vangsvatnet	903	56	62
Bordalselvi	93	8	84
Vangsvatnet	1094	71	64
Torfinno	76	8	109
Teigdalselvi	147	15	102
Vosso ved utløp i fjorden	1500	108	72

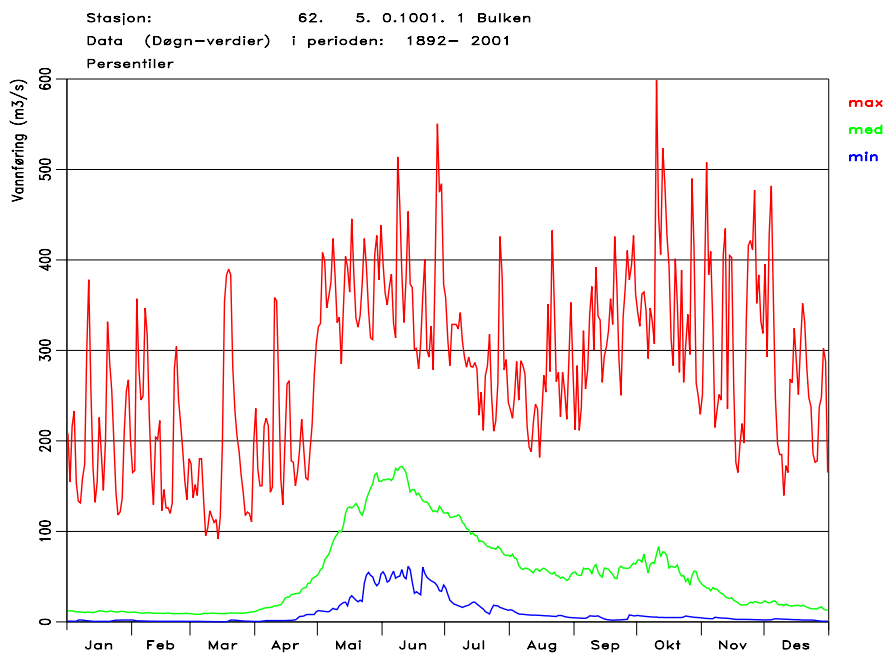
Det er foretatt flere flomsenkingsarbeider i vassdraget. Disse er utførlig dokumentert i HYDRA-notat nr. 6, 1999 (Engen m.fl. 1999), og i boken ”Flomsikring gjennom 200 år” (Andersen, 1996). Her er kun tatt med enkelte kommentarer vedrørende disse arbeidene.

I Myrkdalsvatn ble elveløpet utvidet og elvebunnen senket i 1987. Senkingstiltaket er primært en lavvannssenking for å frigi større arealer til jordbruksformål (Bergo 2001). Både lav- og flomvannstander er senket omtrent like mye. Påvirkningen på flomforholdene nedstrøms er minimal.

Vangsvatnet ble senket første gang i 1865-66. Kanaldirektøren antok ”at en Flom som den i 1864 ganske sikkert var sænket 4 Fod, kanskje 5 à 6 Fod som følge av dette” (Kanalvæsenets historie). Disse arbeidene var imidlertid ikke tilstrekkelige og store flommer ga fortsatt problemer ved Vangsvatnet for blant annet jordbruksdrift, hoteller, vegvesenet og NSB (Andersen 1996).

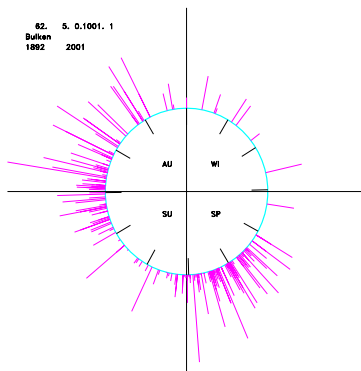
Senere har det vært flere planer om ytterligere senkinger, og høsten 1990 startet arbeidet med utvidelse av elveløpet og senking av elvebunnen i en lengde av 600 m. Det ble også laget en ca. 50 m bred terskel i utløpet av Vangsvatnet for å hindre

lavvannssenking. Arbeidet ble slutført sommeren 1991. Virkningen av dette på flomforholdene i og nedstrøms Vangsvatnet er undersøkt ved detaljerte analyser (Engen m.fl. 1999). De fant at senkingen har medført en reduksjon av flomvannstandene i Vangsvatnet med 1,5 til 1,7 m. Samtidig vil flommer med gjentakintervall opp til 5- 10 år bli litt større og kulminere noe raskere enn tidligere. For sjeldnere flommer er endringene marginale.



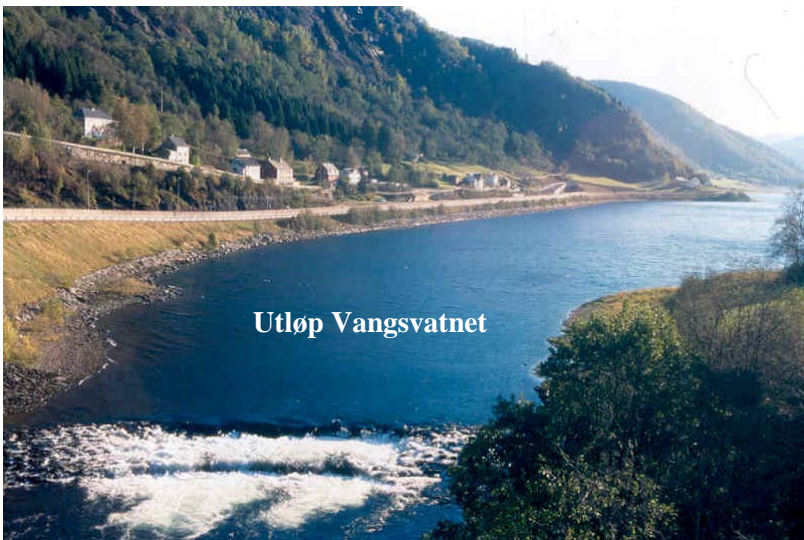
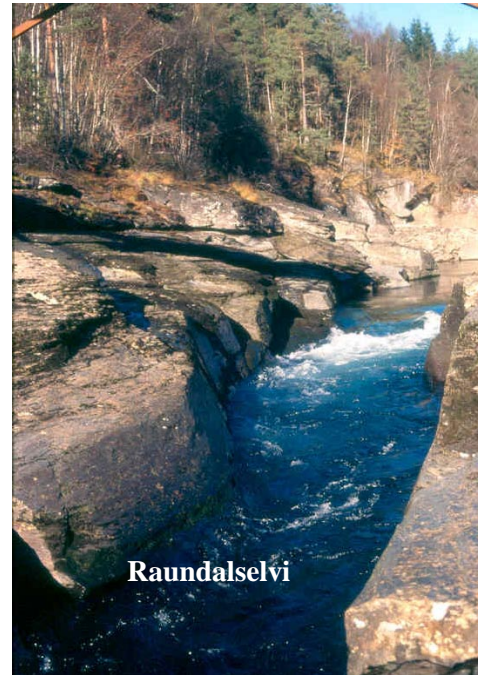
Figur 4

Karakteristiske hydrologiske data for Vosso. De tre kurvene viser henholdsvis største, median og minste observerte vannføring fra 1892 til 2001 ved målestasjonen 62.5 Bulken i utløpet av Vangsvatnet.



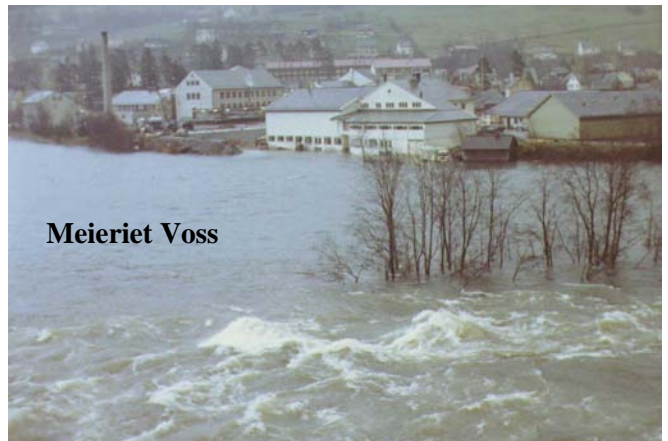
Figur 5

Flommer i Vosso 1892-2001. Sirkelen representerer året med start rett opp. Vannføringer større enn 268 m³/s, som tilsvarer ca. 80 % av midlere flom, er markert når på året de opptrer og med relativ størrelse.



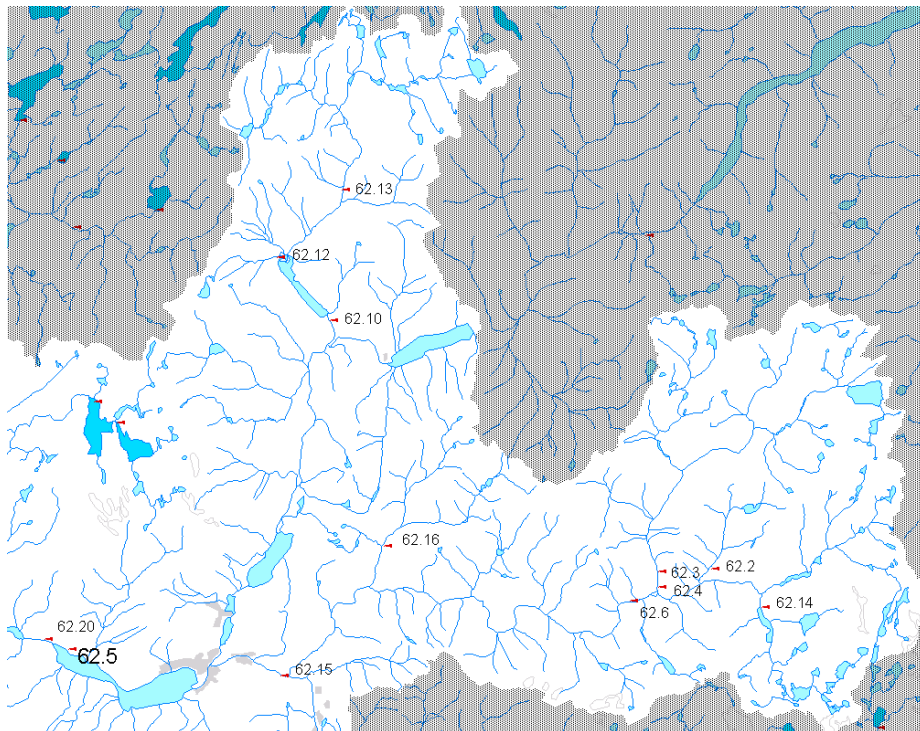
De tre øverste bildene er tatt 9 oktober 2002. Da var det tørt , vannføringen ut av Myrkdalsvatn var 2 m³/s og i utløp av Vangsvatnet kun 21 m³/s. (Foto Erik Holmqvist).

De to nederste bildene er fra en flom i Vossovassdraget på 1980-tallet.(Foto – Gunstein Brakestad.)



3. Hydrometriske stasjoner

I figur 6 er det gitt en oversikt over hydrometriske stasjoner i Vossovassdraget oppstrøms utløpet av Vangsvatnet. En kort kommentar til de enkelte stasjonene er gitt nedenfor og noen sentrale feltparametere er gitt i tabell 3.



Figur 6

Målestasjoner i Vossovassdraget.

Tabell 3

Hydrometriske stasjoner i øvre del av Vossovassdraget.

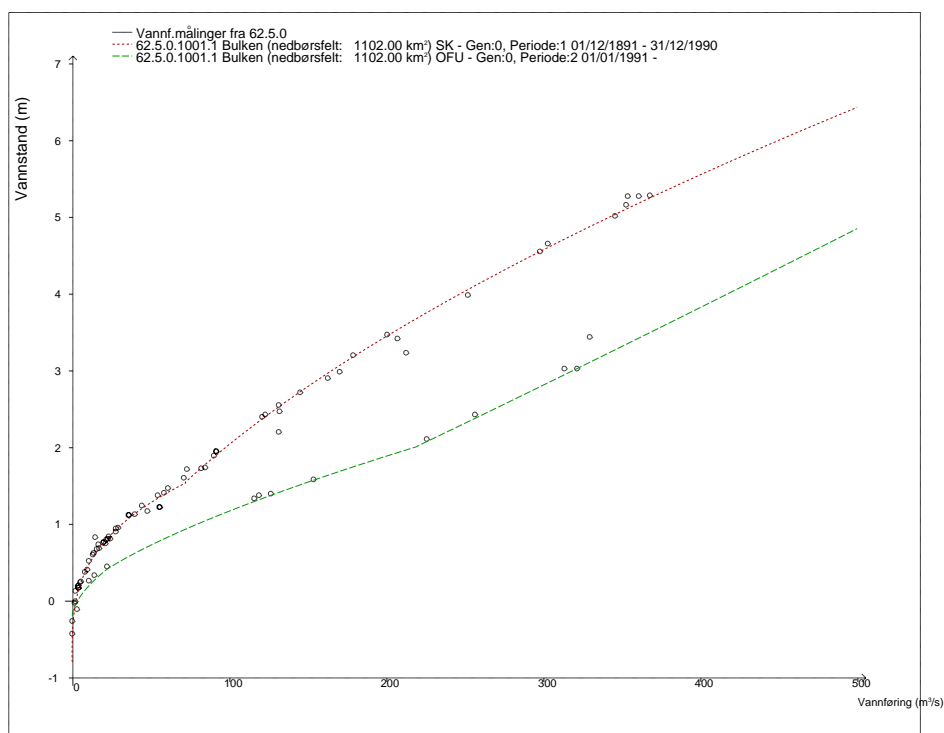
Stasjon	Periode	Areal (km ²)	Stasjon	Periode	Areal (km ²)
62.2 Godfoss	1908-22	19,3	62.12 Hielva	1970-98	9,5
62.3 Rjoande	1908-22	138	62.13 Årmot	1972-dd	88,9
62.4 Rjoande	1963-85	139	62.14 Slondalsvatn	1983-dd	42,2
62.5 Bulken	1892-dd	1094	62.15 Kinne	1983-dd	512
62.6 Austmannhølen	1908-75	293	62.16 Kvitno	1983-dd	41,4
62.10 Myrkdalsvatn	1965-dd	159	62.20 Flagehølen	1988-93	1095

62.2 Godfoss lå i øvre del av Raundalselvi. Det er kun vannstandsdata som er tilgjengelig fra stasjonen. Stasjonen er derfor ikke benyttet i flomanalysene.

62.3 Rjoande lå i Rjoandåni i øvre del av Raundalselvi. Stasjonen var i drift fra 1908 til 1922 . I 1963 ble **62.4 Rjoande** opprettet litt nedstrøms det gamle målestedet. Det er utført vannføringsmålinger for vannføringer opp til 55 m³/s, mens midlere flom er ca. 100 m³/s.

62.5 Bulken ligger i Vangsvatnet. Stasjonen ble opprettet i 1892, og er en av stasjonene med lengst sammenhengende målinger i Norge. Det er to vannføringskurver for stasjonen, en fram til 1991, det vil si før siste senking av Vangsvatnet, og en etter (figur 7).

En vannføringsmåling i 1910 ga 368 m³/s ved en lokal vannstand 5,29 m. Til sammenligning gir vannføringskurven 371 m³/s, eller et avvik på under 1 %. Etter utførte senkingsarbeider ble det i 2000 gjennomført flere vannføringsmålinger ved lokal vannstand fra ca. 3,0 til 3,4 m. Ved den høyeste av disse vannstandene ble vannføringen målt til 330 m³/s. Gjeldende vannføringskurve gir en vannføring som er 10 % høyere, for de øvrige målingene er avviket lite (figur 7).



Figur 7

Vannføringskurve for 62.5 Bulken. Den øverste kurven gjelder for perioden 1892-1990, den nederste etter senking av utløpet av Vangsvatnet i 1991.

De største flommene er langt større enn de vannføringene kurvene er konstruert på grunnlag av. For å kontrollere ekstrapoleringen av kurven er det utført hydrauliske beregninger ved hjelp av programmet HEC-RAS. For store vannføringer viste den hydraulisk beregnede kurven noe større vannføring enn den oppmålte (HYDRA-notat nr. 6, 1999).

Det er konstruert en **tilløpsserie for Bulken** (62.5.0.1050.72) for perioden 1892 – 2001. Tilløpsserien skal beskrive vannføringen inn i Vangsvatnet, hvor innsjøens flomdempende effekt er tatt bort. Det er benyttet usentrerte differanser i beregningene. Det betyr at tilløpet i dag settes lik avløpet i dag pluss endringen i innsjøvolum omregnet i m³/s fra i går til i dag. Slike tilløpsserier inneholder ”støy”. Det medfører at enkelte flommer blir for store, mens andre blir for små. Som kontroll av tilløpsserien er denne rutet gjennom Vangsvatnet med to ulike forutsetninger:

- Vannføringskurve i utløpet som før senking i årene 1892 - 1990, og som etter senking fra 1991 – 2001 (62.5.0.1001.31)
- Vannføringskurve som etter senking i alle år (62.5.0.1001.30)

Ved første alternativ skulle en i prinsippet få tilbake den opprinnelige avløpsserien. Det gjør en ikke. Det skyldes ikke feil, men ”støy” i beregningene. For enkeltflommer er avvikene stort sett innenfor 5 %, men avvik helt opp mot 25 % er registrert. Midlere flom for de to seriene er imidlertid like.

Ved andre alternativ øker midlere flom med 3-4 %. Det synes naturlig på grunn av den økte avledningskapasiteten i utløpet.

62.6 Austmannhølen lå i øvre del av Raundalselvi. Stasjonen var i drift fra 1908 til 1975. Det er foretatt vannføringsmålinger for vannføringer opp til ca. 100 m³/s, midlere flom er ca. 170 m³/s.

62.10 Myrkdalsvatn har data fra 1965. De første årene ble vannstanden registrert nedenfor utløpet av Myrkdalsvatn, men fra høsten 1970 er vannstanden registrert i vannet. De to målestedene gikk parallelt et års tid og ga under flom svært forskjellige vannføringer. Sannsynligvis er de eldste flomdataene lite pålitelige. For denne stasjonen er derfor data før 1971 utelatt fra flomanalysene.

Største vannføringsmåling ved denne stasjonen er 47 m³/s, mens midlere flom er 84 m³/s. Øvre del av vannføringskurven er kontrollert ved hjelp av hydrauliske beregninger (HEC-RAS), og det antas derfor at flomverdiene ved stasjonen er pålitelige.

62.12 Hielva lå rett oppstrøms Myrkdalsvatn. Stasjonen ble lagt ned i 1998. Flomverdiene ved denne stasjonen er ubrukelige, fordi en ved store vannføringer får overkritisk hastighet (Leif Johnny Bogetveit, NVE-RV). Dette betyr at ved store vannføringer er det ikke en entydig sammenheng mellom vannstand og vannføring. Resultatet er at flomvannføringene ved stasjonen er kraftig underestimert.

62.13 Årmot lå i Myrkdalselvi oppstrøms Myrkdalsvatn. Stasjonen ble lagt ned i 1999 på grunn av stor usikkerhet i vannføringskurven (Leif Johnny Bogetveit).

62.14 Slondalsvatn ligger i den østlige delen av Raundalselvi. Stasjonen har vært i drift siden 1983. Største vannføringsmåling er 12 m³/s, mens midlere flom er 23 m³/s. Det er godt samsvar mellom vannføringskurven og den største målingen.

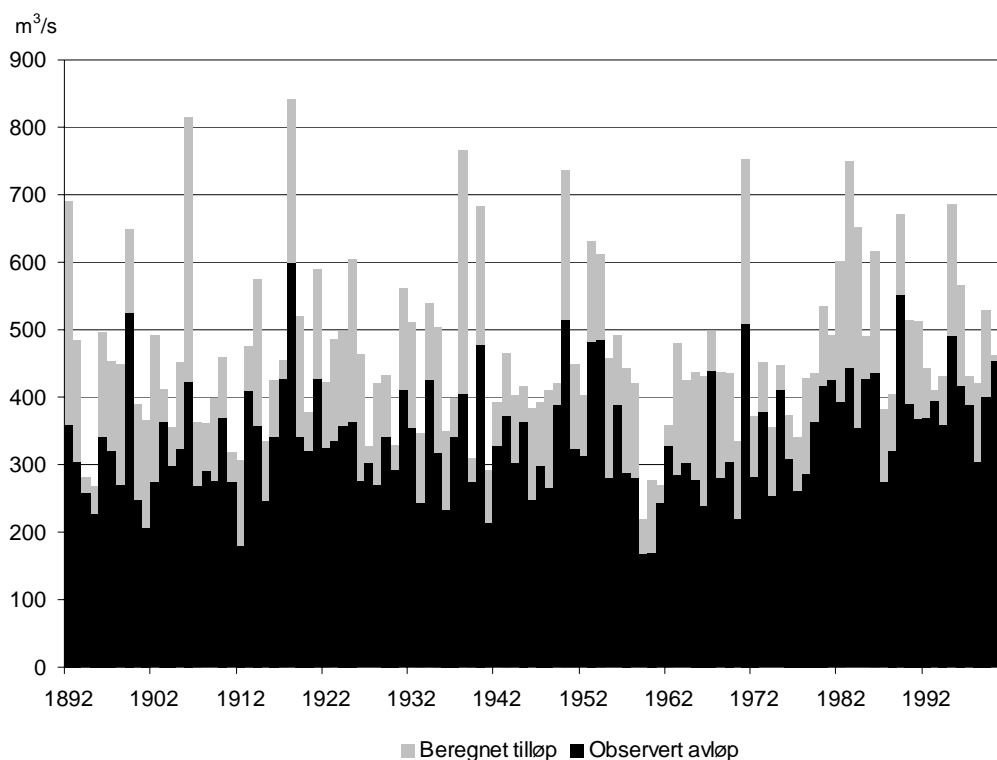
62.15 Kinne ligger relativt langt ned i Raundalselvi. Stasjonen har vært i drift siden 1983. Største vannføringsmåling er 133 m³/s, mens midlere flom er 205 m³/s. Det er godt samsvar mellom kurve og største vannføringsmåling.

62.16 Kvitno ligger i en nordlig sidegren til Raundalselvi. Stasjonen har vært i drift siden 1983. Største vannføringsmåling er 13 m³/s, mens midlere flom er 31 m³/s. Vannføringskurven gir omkring 10 % mindre vannføring enn de største målingene skulle tilsi.

4. Flomanalyser

4.1 Observerte flommer

De største flommene i vassdraget har vært registrert i juni og i høstmånedene oktober til desember. Flommer forekommer også til andre tider av året (figur 4 og 5). I tabell 4 er de ti største flommene i Vosso ved utløpet av Vangsvatnet siden 1892 listet opp, og i figur 8 er største flom hvert år fra 1892 til 2001 vist. Fram til 1990 ble vannstanden avlest daglig av en observatør. Senere er registrerende utstyr tatt i bruk.



Figur 8

Årsflommer ved 62.5 Bulken fra 1892 til 2001. De svarte søylene viser observert avløp, mens de grå søylene viser beregnet tilløp til Vangsvatnet. Tilløpsverdiene kan inneholde "støy" (se side 14).

10. oktober 1918 inntraff den foreløpig største registrerte flommen ved målestasjonen 62.5 Bulken. Observatøren har notert at det var snøsmelting i fjellet og regn under flommen. Høyeste flomvannstand ble avmerket i terrenget og nivellert inn etterpå. Det ga en vannføring på ca. 600 m³/s, som tilsvarer en avrenningsintensitet på ca. 550 l/s km². I NVEs database er denne registrert som et døgnmiddel, men den er sannsynligvis en kulminasjonsverdi. Beregnet tilløp til Vangsvatnet ved denne flommen er ca. 840 m³/s eller omkring 770 l/s km².

Fra denne episoden har vi også data fra to målestasjoner i Raundalselvi. Ved begge stasjoner ble det satt rekord 10. oktober 1918. Vannføringen ved 62.3 Rjoande er beregnet til 327 m³/s eller nesten 2400 l/s km², og ved 62.6 Austmannhølen til 540 m³/s eller drøyt 1800 l/s km². Disse vannføringene er svært usikre, da registreringene er langt utenfor det området en har vannføringsmålinger for.

Den nest største flommen ved Bulken er fra juni 1989. Da ble en periode med høy temperatur og stor snøsmelting etterfulgt av et par dager med sterk nedbør. Vannføringen ved utløpet av Vangsvatnet var ca. 550 m³/s, tilsvarende ca. 500 l/s km².

Også under denne flommen har vi data fra flere målestasjoner i vassdraget, men det er kun Bulken som har data fra både flommen i 1918 og 1989. Ved 62.13 Årnot oppstrøms Myrkdalsvatn ble det satt flomrekord 26 juni 1989 med 235 m³/s eller drøyt 2600 l/s km². Ved utløp av Myrkdalsvatn, var imidlertid vannføringen vesentlig lavere med bare 105 m³/s eller omkring 660 l/s km². For 62.10 Myrkdalsvatn er dette kun den sjette største flommen siden 1971. Registrert vannføring ved Årnot synes altfor stor sammenlignet med Myrkdalsvatn, hvor kvaliteten på observasjonene antas å være vesentlig bedre.

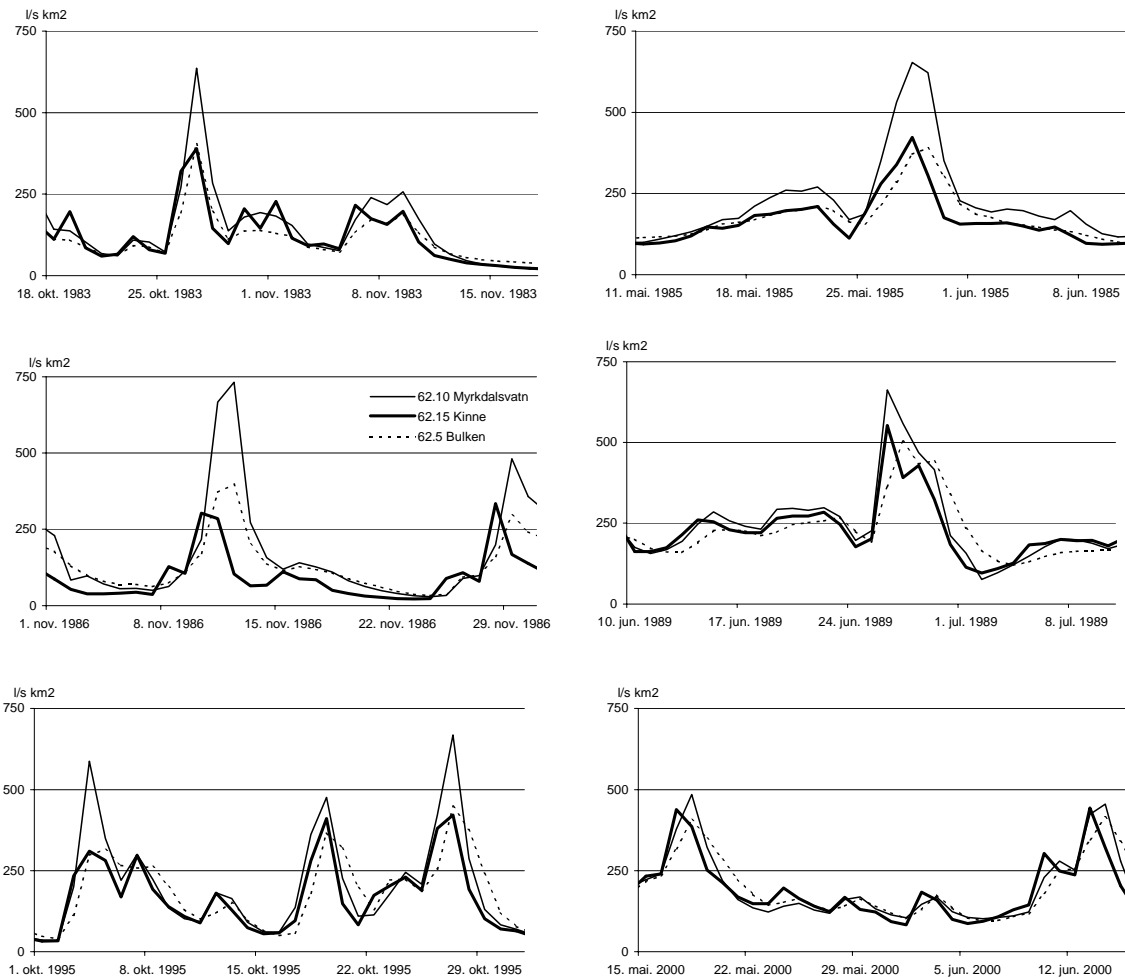
I Raundalselvi-grenen ble det 26 juni 1989 registrert vannføringer på 283 m³/s ved målestasjonen 62.15 Kinne, tilsvarende ca. 550 l/s km². Lenger opp i vassdraget ved henholdsvis 62.14 Slondalsvatn og 62.16 Kvitno er registrerte vannføringer henholdsvis 39 og 50 m³/s som tilsvarer omkring 940 og 1200 l/s km². Ved alle disse målestasjonene er dette den største flommen i datamaterialet.

Fra historisk tid kjenner en også til flere store flommer i Vossovassdraget. Den største av disse var 5 desember 1743, da mildvær og kraftig regn ga ekstrem flom. Vannstanden kulminerte da godt opp på kirkedøra i Voss sentrum. Beregnet vannføring ut av Vangsvatnet ved denne flommen er ca. 900 m³/s. Dette estimatet er imidlertid svært usikkert (pers.med. Lars Roald, NVE-HD).

Tabell 4

De ti største flommene ved 62.5 Bulken i perioden 1892-2001.

Dato	Døgnmiddel m ³ /s	Dato	Døgnmiddel m ³ /s
10 okt. 1918	599	27 okt. 1995	490
27 juni 1989	551	14 okt. 1954	484
13 okt. 1899	524	4 des. 1953	482
8 juni 1950	514	27 nov. 1940	477
3 nov. 1971	508	14 juni 2000	454



Figur 9

Vannføring i l/s km² ved målestasjonene 62.10 Myrkdalsvatn (tynn strek), 62.15 Kinne (tykk strek) og 62.5 Bulken (stiplet strek). Det er data fra de 6 årene med størst flommer ved Bulken i stasjonenes felles observasjonsperiode (1983-2001) som er vist.

En korrelasjonsanalyse av daglige verdier fra 62.10 Myrkdalsvatn og 62.15 Kinne gir en korrelasjonskoeffisient mellom disse på over 0,9. For flommer er samvariasjonen i Strandaelvi, Raundalselvi og Vosso også vurdert ved å se på en del episoder grafisk. Figur 9 viser at variasjonen på døgnbasis i stor grad faller sammen for de forskjellige grenene av vassdraget. Flommer til samme tid kan likevel ha ulike gjentaksintervall i de forskjellige grenene. For eksempel var høstflommen 1986 den største etter 1983 ved 62.10 Myrkdalsvatn, mens flomvannføringen ved 62.15 Kinne i Raundalselvi var relativt liten (fjerde minste siden 1983).

I 1989 er det imidlertid et eksempel på en relativt stor flom i begge grenene samtidig. 1989-flomme er den største flommen ved 62.15 Kinne og 62.5 Bulken etter 1983, mens det er den tredje største ved 62.10 Myrkdalsvatn.

4.2 Midlere flom (døgnmidler)

Det er gjennomført flomanalyser for en rekke målestasjoner i Vossovassdraget. En ser av tabell 5 og figur 10 at midlere spesifikk har en stor variasjon i vassdraget.

For stasjonene i Strandaelvi-grenen er flomdataene ved både Årnot og Hielva upålitelige på grunn av svært usikre vannføringskurver. Fra Myrkdalsvatn antas flomverdiene å være bedre, og her er midlere spesifikk flom beregnet til ca. 530 l/s km². Videre nedover vassdraget renner Strandaelvi gjennom flere innsjøer som virker utjevnende på flomforløpet, og den får også tilskudd fra Oppheimselvi med Oppheimsvatn. Det er derfor grunn til å tro at midlere spesifikk flom i Strandaelvi er lavere ved samløpet med Raundalselvi enn ut av Myrkdalsvatn.

Tabell 5

Midlere flom.

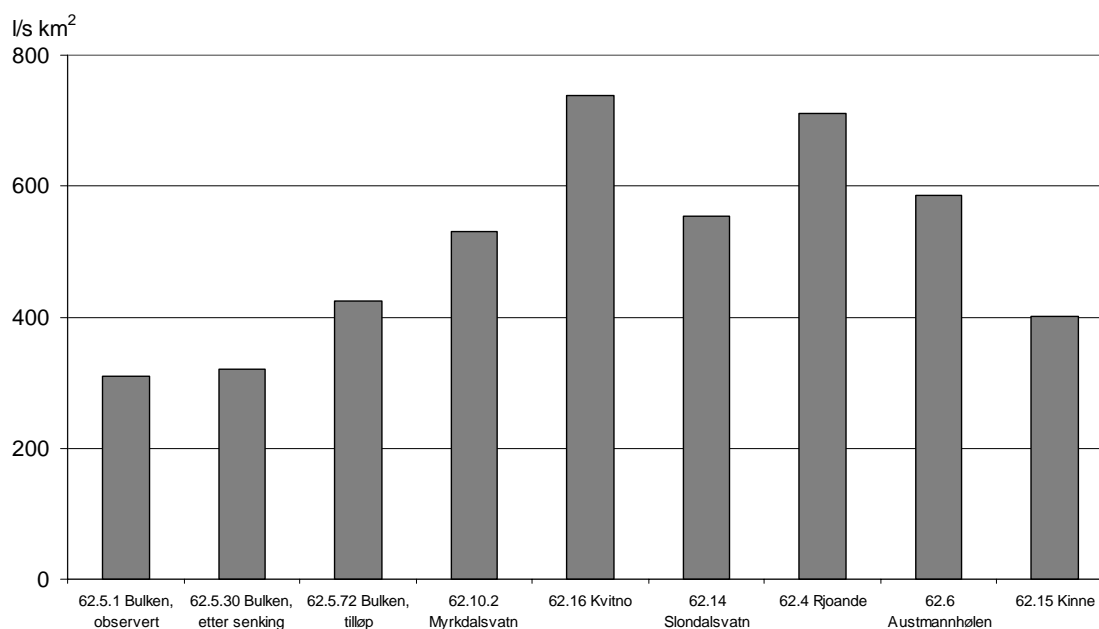
Stasjon	Periode	Antall år	Areal (km ²)	Midlere flom (m ³ /s)	Midlere flom (l/s km ²)
62.5.1 Bulken, naturlig	1892-01	110	1094	339	310
62.5.30 Bulken, etter senking	1892-01	110	1094	350	320
62.5.72 Bulken, tilløp	1892-01	110	1094	464	424
62.13 Årnot	1974-99	26	88.9	89.9	1011
62.12 Hielva	1970-98	28	9.5	3.67	387
62.10.1 Myrkdalsvatn	1964-71	8	159	83.55	525
62.10.2 Myrkdalsvatn	1971-01	31	159	84.4	531
62.16 Kvitno	1983-98	15	41.4	30.6	739
62.14 Slondalsvatn	1983-01	19	42.2	23.4	555
62.3 Rjoande	1909-22	14	140	95.7	684
62.4 Rjoande	1964-84	21	141	100.1	710
62.6 Austmannhølen	1908-75	50	295	172.6	585
62.15 Kinne	1983-00	18	512	205.2	401

For stasjonene i Raundalselvi varierer midlere flom fra omkring 400 til 750 l/s km². Av disse har stasjonen 62.15 Kinne, som ligger nederst i Raundalselvi, lavest verdi med ca. 400 l/s km². I sidegrenene varierer midlere spesifikk flom fra omkring 550 til 750 l/s km². Om denne variasjonen er reell, eller om den skyldes usikkerhet i de

observerte dataene, er vanskelig å fastslå. Det er få innsjøer av flomdempende betydning i denne delen av vassdraget. Sammenlignet med de øvrige stasjonene i Raundalselvi og Strandaelvi synes beregnet midlere spesifikk flom ved Kinne å være litt lav.

Over 80 % av nedbørfeltet til Vangsvatnet drenerer til Raundalselvi og Strandaelvi. For 62.5 Bulken, som ligger i utløpet av Vangsvatnet, er det konstruert en 110 år lang tilløpsserie. Den gir en midlere spesifikk flom på 424 l/s km². Det antas at dette er en representativ verdi for Vosso oppstrøms Vangsvatnet.

For beregningene i flomsonekartprosjektet antas også at 424 l/s km² er en rimelig verdi for Raundalselvi og Strandaelvi ved samløp. Det innebærer at det er forutsatt samtidige flommer på døgnbasis fra de to grenene. Ut fra foreliggende datamateriale er det mulig at dette gir noe lave flomvannføringer i Strandaelvi.



Figur 10.

Midlere flom.

I utløpet av Vangsvatnet har en 110 år med vannstandsregistreringer. For alle disse årene er midlere flom beregnet til 339 m³/s eller 310 l/s km². I 1991 ble imidlertid utløpet av Vangsvatnet senket for å redusere vannstandsstigningen i Vangsvatnet under flom. Dette har også ført til at flommene ut av Vangsvatnet er blitt noe større enn tidligere, men effekten avtar med økende gjentaksintervall på flommene (Engen m.fl. 1999).

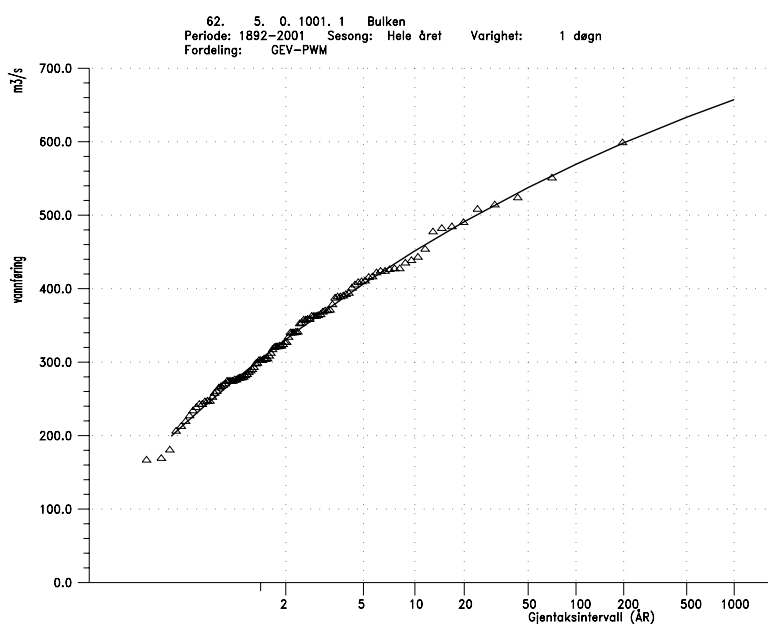
Den 110 år lange beregnede tilløpsserien for Bulken er rutet gjennom Vangsvatnet hvor utløpet er forutsatt å være som etter senkingsarbeidene i 1991. Det gir en midlere

flom på 350 m³/s, eller 320 l/s km². Det gir en økning av midlere flom med 3 – 4 % som følge av senkingsarbeidene.

4.3 5- 500 års flom (døgnmidler)

For bestemmelse av flommer med gjentakintervall opp til 500 år er det lagt størst vekt på frekvensanalyse av flomdata fra Bulken. Data fra andre målestasjoner i vassdraget er også vurdert, i tillegg til regionale flomfrekvenskurver.

Fordi senkingsarbeidene i Vangsvatnet har liten innflytelse på de litt større flommene, er hele observasjonsperioden fra Bulken benyttet til frekvensanalyse. Observasjonene er godt tilpasset General Extreme Value-fordelingen (figur 11).



Figur 11

Vosso, flomfrekvensanalyse av 62.5. Bulken for årsflommer 1892-2001.

Også for tilløpsserien til Bulken er det utført frekvensanalyse. Den gir en brattere kurve enn analyse av avløpsserien (figur 12 og tabell 6), men støy i tilløpsserien medfører at denne analysen er mer usikker.

Bortsett fra for 62.6 Austmannhølen, hvor en har 50 år med observerte flomdata, har de øvrige analyserte stasjonene i området fra omkring 20 til 30 år med data. Resultatene fra disse stasjonene spriker, med for eksempel en variasjon i forholdstallet mellom 50-års flom og middelflom fra omkring 1,4 til 2,2. Både den regionale

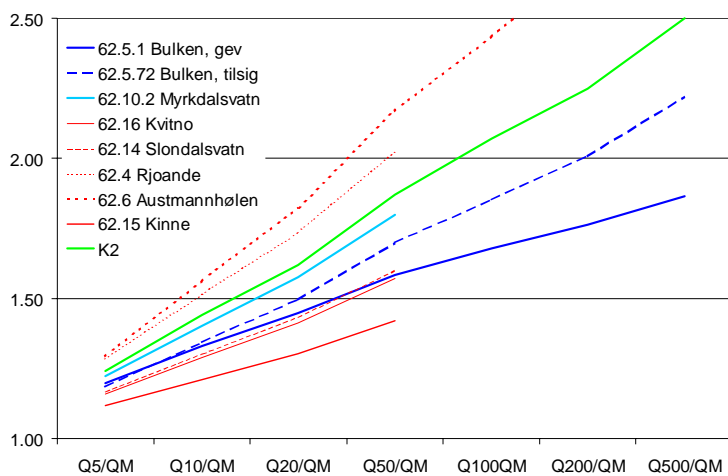
kurven K2 (Sælthun 1997) og hovedtyngden av de analyserte seriene gir forholdstall som er høyere enn de som er funnet ved analyse av avløpsserien for Bulken.

Det synes derfor rimelig å benytte noe brattere frekvenskurver for Vosso oppstrøms Vangsvatnet, Strandaelvi og Raundalselvi enn for avløpet fra Vangsvatnet. For disse benyttes derfor middelet av frekvensfaktorene for årsflomområdet K2 og faktorene fra avløpsserien fra Bulken. Det gir verdier som ligger svært nær resultatene fra Bulkens tilløpsserie (tabell 6). Det stemmer også godt overens med tilsvarende beregninger for Bergsdalsvassdraget (Pettersson 2002), som er et nabovassdrag til Vosso i sørvest.

Tabell 6

Flomfrekvensfaktorer.

	Ant.år	Q5/ QM	Q10/ QM	Q20/ QM	Q50/ QM	Q100/ QM	Q200/ QM	Q500/ QM
62.5.1 Bulken, avløp	110	1.20	1.33	1.45	1.58	1.68	1.76	1.87
62.5.72 Bulken, tilløp	110	1.19	1.34	1.50	1.70	1.85	2.01	2.22
62.10.2 Myrkdalsvatn	31	1.22	1.40	1.58	1.80			
62.16 Kvitno	15	1.16	1.29	1.41	1.57			
62.14 Slondalsvatn	19	1.17	1.30	1.43	1.60			
62.2 Godfoss								
62.4 Rjoande	21	1.28	1.51	1.74	2.02			
62.6 Austmannhølen	50	1.30	1.56	1.82	2.17	2.44	2.71	3.08
62.15 Kinne	18	1.12	1.21	1.30	1.42			
Regionale verdier:								
K2-1997		1.24	1.44	1.62	1.87	2.07	2.25	2.50
Vosso, avløp Vangsvatnet		1.20	1.33	1.45	1.58	1.68	1.76	1.87
Vosso oppstrøms Vangsvatnet, Raundalselvi og Strandaelvi		1.22	1.39	1.54	1.73	1.88	2.01	2.19
Bergsdalsvassdraget		1.22	1.39	1.55	1.74	1.89	2.03	2.22



Figur 12

Flomfrekvenskurver.

Resultatene for Vosso er gitt i spesifikke verdier (l/s km²) og i m³/s for de ulike punktene i vassdraget i tabell 7 og 8. En ser for eksempel at ved 200-års flom er beregnet vannføring i Strandaelvi drøyt 300 m³/s, i Raundalselvi ca. 450 m³/s og i Vosso ved utløp av Vangsvatnet ca. 600 m³/s.

Ut fra dette blir flommen ved Bulken i 1918 en 200-års flom. Beregnet tilløp til Vangsvatnet ved denne flommen er ca. 840 m³/s (figur 8). Dette harmonerer også rimelig godt med verdiene ovenfor, da Vangsvatnet har et lokalfelt på ca. 190 km² i tillegg til det som kommer fra Raundalselvi og Strandaelvi.

Tabell 7

Spesifikke flom (døgnmidler) for Vossovassdraget.

	qM	q5	q10	q20	q50	q100	q200	q500
	l/s km ²	l/s km ²	l/s km ²	l/s km ²	l/s km ²	l/s km ²	l/s km ²	l/s km ²
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	424	517	589	652	733	797	852	928
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	424	517	589	652	733	797	852	928
Vosso ved utløp i Vangsvatnet	424	517	589	652	733	797	852	928
Utløp Vangsvatnet, Bulken	320	383	413	449	491	520	547	579

Tabell 8

Flomvannføring (døgnmidler) for Vossovassdraget.

	Areal	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	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
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	374	158	193	220	244	274	298	318	347
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525	222	271	309	343	385	418	447	487
Vosso ved utløp i Vangsvatnet	903	383	467	532	589	662	719	769	838
Utløp Vangsvatnet, Bulken	1094	350	419	452	491	537	569	598	633

4.4 Kulminasjonsverdier

Forholdet mellom døgnmiddelvannføring og kulminasjonsvannføring er bestemt dels fra empiriske formler og dels med støtte i observasjoner i vassdraget.

I retningslinjene for flomberegninger for flomsonekart er det gitt følgende formler for beregning av forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom:

$$\text{Vårflom: } Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{døgn}} = 1.72 - 0.17 \log A - 0.125 A_{\text{SE}}^{0.5}$$

$$\text{Høstflom: } Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{døgn}} = 2.29 - 0.29 \log A - 0.270 A_{\text{SE}}^{0.5}$$

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. I tabell 9 er resultatet av slike beregninger for Vossovassdraget vist.

Tabell 9

Forholdstall mellom kulminasjonsvannføring og døgnmidler basert på empiriske formler.

	Areal (km ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Forholdstall vårflom	Forholdstall høstflom
Raundalselvi	525	0.02	1.24	1.46
62.10 Myrkdalsvatn	159	1.13	1.21	1.36
Strandaelvi	374	1.28	1.14	1.24
Vosso ved innløp til Vangsvatnet	903	0.23	1.16	1.30
62.5 Bulken, avløp Vangsvatnet	1094	0.87	1.09	1.16

Ved 62.5 Bulken og 62.15 Kinne er data med fin tidsoppløsning tilgjengelig fra 1994, mens for 62.10 Myrkdalsvatn er data med fin tidsoppløsning tilgjengelig i hele observasjonsperioden.

For målestasjonen Kinne i Raundalselvi varierer forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring fra ca. 1,1 til 2,0, med en middelvei på omkring 1,4. Dette harmonerer godt med resultatene fra formlene ovenfor. For Raundalselvi antas derfor 1,4 å være en representativ skaleringsfaktor mellom døgn- og kulminasjonsverdier.

For Myrkdalsvatn har en flomdata med fin tidsopløsning helt tilbake til 1971. For alle disse flommene er det en variasjon i forholdstall fra 1,01 til ca. 1,3. Vårflommene har et gjennomsnitt på 1,08 og høstflommene på 1,15. Formlene gir større verdier. Det antas derfor at formlene også gir for høye forholdstall for Strandaelvi og Vosso oppstrøms Vangsvatnet. Som representativ verdi for Strandaelvi velges 1,1 og for Vosso oppstrøms Vangsvatnet 1,15.

For Bulken varierer forholdstallet mellom 1,02 og 1,15, med en middelvei på 1,06. Det er imidlertid få år med fin tidsopløsning fra Bulken. De empiriske formlene gir også her noe høyere forholdstall. Som representativ verdi for Vosso ved utløp av Vangsvatnet velges 1,1.

De resulterende kulminasjonsvannføringerne i Vossovassdraget er gitt i tabell 10. For alle flommer større enn middelflom er verdiene avrundet til nærmeste 10 m³/s. For Vangsvatnet er også lokal vannstand ved flomkulminasjon oppgitt. Denne er beregnet ved bruk av gjeldende vannføringskurve for Bulken.

Tabell 10

Flomverdier i Vossovassdraget. Det er kulminasjonsverdier som er gitt.

	Areal	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	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
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	374	174	210	240	270	300	330	350	380
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525	311	380	430	480	540	590	630	680
Vosso ved utløp i Vangsvatnet	903	440	540	610	680	760	830	880	960
Utløp Vangsvatnet, Bulken	1094	385	460	500	540	590	630	660	700
Lokal vannstand Vangsvatnet	-	3.67	4.44	4.85	5.27	5.79	6.21	6.53	6.95

4.5 Samløpsproblematikk

Når vannstanden i Vangsvatnet kulminerer, vil vannføringen inn og ut av innsjøen balansere hverandre. Samtidig vil naturlig nok vannføringen i tilløpselvene være synkende. 83 % av nedbørfeltet til Vangsvatnet drenerer til Raundalselvi og Strandaelvi. Det antas at en tilsvarende andel av tilløpet til Vangsvatnet kommer fra disse elvene fordelt etter relativt areal. Det gir følgende samhørende verdier mellom kulminasjonsvannstand i Vangsvatnet og vannføring i tilløpselvene (tabell 11).

Tabell 11

Kulminasjonsvannstand i/ - vannføring ut av Vangsvatnet og samtidige vannføringer i Strandaelvi, Raundalselvi og Vosso ved utløp i Vangsvatnet.

	Areal	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	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
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	374	132	158	172	186	203	216	227	240
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525	186	222	241	260	284	304	318	338
Vosso ved utløp i Vangsvatnet	903	318	380	413	446	487	520	545	578
Utløp Vangsvatnet (62.5 Bulken)	1094	385	460	500	540	590	630	660	700
Lokal vannstand Vangsvatnet (62.5 Bulken)	-	3.67	4.44	4.85	5.27	5.79	6.21	6.53	6.95

Likeledes vil vannstanden i Vangsvatnet være stigende når vannføringen i tilløpselvene kulminerer. Engen med flere (1999) undersøkte fire flomepisoder i detalj. De fant at tilløpet kulminerte fra noen timer til opp mot 1 døgn før vannstanden i innsjøen.

En sammenligning av observert avløp og beregnet tilløp til Vangsvatn, viser at for alle de største flommene kulminerer tilløp og avløp samme døgn. Som et rimelig anslag er det derfor antatt at når tilløpet kulminerer, er avløpet fra Vangsvatnet kommet opp i beregnet døgnmiddelverdi (tabell 12). Det medfører at vannstanden i Vangsvatnet ved kulminasjon i tilløpselvene er inntil 70 cm lavere enn ved kulminasjon i innsjøen.

Det betyr at ved for eksempel en 20-års flom, vil maksimalt tilløp til Vangsvatnet bli omkring 820 m³/s (= 680 m³/s /0.83), mens avløpet kulminerer med 540 m³/s. Det gir en demping av tilløpsflommen med ca. 35 %.

Dette harmonerer godt med beregningene til Engen (1999). Den største flommen i det materialet var 1995-flommen, som har et gjentaksintervall på ca. 20 år. For den episoden er beregnet dempning i Vangsvatnet drøyt 40 %.

Tabell 12

Kulminasjonsvannføring i Strandaelvi, Raundalselvi og Vosso ved utløp i Vangsvatnet, og samtidig vannstand i/ vannføring ut av Vangsvatnet.

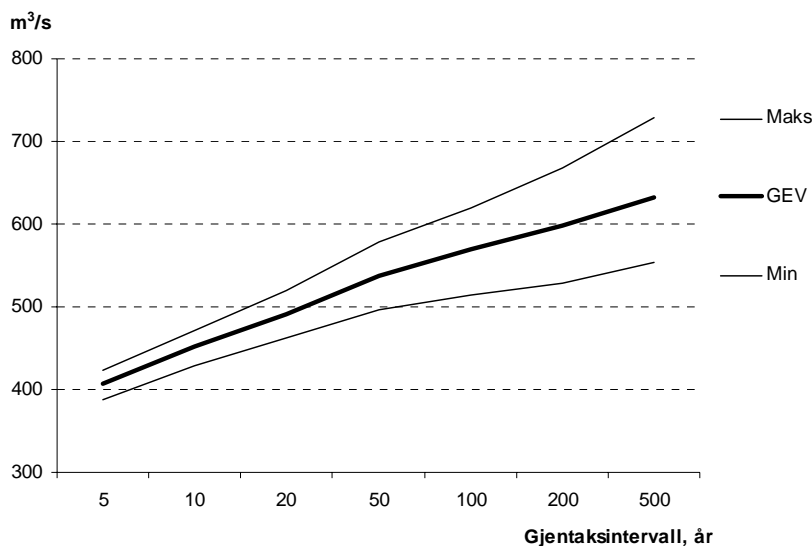
	Areal	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Strandaelvi ved samløp Raundalselvi	374	174	210	240	270	300	330	350	380
Raundalselvi ved samløp Strandaelvi	525	311	380	430	480	540	590	630	680
Vosso ved utløp i Vangsvatnet	903	440	540	610	680	760	830	880	960
Utløp Vangsvatnet, Bulken	1094	350	419	452	491	537	569	598	633
Lokal vannstand Vangsvatnet	-	3.32	4.02	4.36	4.76	5.24	5.57	5.88	6.24

5. Usikkerhet

Usikkerheten i de beregnede flomverdiene skyldes en rekke forhold. For det første er det usikkerhet knyttet til ”observert vannføring”. Vannstander observeres, deretter omregnes disse ut fra en vannføringskurve til vannføring. Ved målestasjonen 62.5 Bulken, som har 110 år med data, er det fram til 1994 kun avlest vannstand en gang pr døgn. Det betyr at de registrerte vannføringene, som behandles som døgnmidler, i noen tilfeller sannsynligvis er større enn det virkelige døgnmiddelet, andre ganger mindre.

Videre er vannføringskurven i hovedsak basert på samtidige observasjoner av vannstand og fysiske målinger av vannføring ute i elven. De største flomvannføringer er beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer. For både 62.5 Bulken og 62.10 Myrkdalsvatn er denne ekstrapolasjonen kontrollert ved bruk av den hydrauliske modellen HEC-RAS.

Selv om en har over 100 år med data i et vassdrag er det likevel betydelig usikkerhet knyttet til beregning av flomfrekvenser. En metode for beregning av usikkerhet i slike analyser er ved bruk av såkalt "boots-trapping". Til dette er de 110 årene med data fra Bulken benyttet (figur 13).



Figur 13

Eksempel på beregning av usikkerhet. Den fete kurven viser resultatet ved bruk av General Extreme Value i en vanlig frekvensanalyse av 110 år med døgndata fra stasjonen 62.5 Bulken. Maks og min viser omhyllningskurvene ved å gjenta analysene 100 ganger ved såkalt "boots-trapping".

Metoden kan illustreres ved at de 110 flomverdiene puttes i en hatt. Deretter trekkes det 110 tilfeldige flomverdier fra hatten. Alle verdier som er trukket puttes opp i hatten igjen, slik at alle verdier er med i hver trekning. Den resulterende serien utføres det så frekvensanalyse på. Dette er gjentatt 100 ganger, spredningen av de 100 frekvenskurvene gir da et estimat på usikkerheten. For Bulken ga det en usikkerhet på snaut 10 % for 100-års flom økende til ca. 15 % for en 500-års flom (figur 13).

Et annet forhold som fører til usikkerhet i beregningene er omregning fra døgn- til kulminasjonsvannføringer.

Videre er det usikkerhet knyttet til hvordan klimaendringer vil slå ut når det gjelder flomstørrelser. Resultater fra et forskningsprosjekt (Sælthun m.fl. 1998) gir for eksempel en midlere flom for Bulken om 100 år som er av samme størrelse som dagens 20-års flom. I disse beregningene er det blant annet antatt at ekstreme nedbørverdier endrer seg med like mange % som endring i årsnedbøren. Det er imidlertid svært stor usikkerhet knyttet til ekstremverdianalyse og klimaendringer.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn. Hvis disse flomberegningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil de gis klasse 1.

Referanser

Kanalvæsenets historie. Det Vesten- og Nordenfjeldske Norge fra og med Stavanger amt. Kanalkontoret, Kristiania 1883.

Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Bo Wingård, rapport 2-78, NVE 1978.

Elver og Vann. Vern av norske vassdrag. Jon Arne Eie, Per Einar Faugli, Jens Aabel. Grøndahl Dreyer, NVE – 1996.

Flomsikring gjennom 200 år. Bård Andersen, NVE 1996.

Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Nils Roar Sælthun, rapport 14-97, NVE 1997.

Climate change impacts on runoff and hydropower in the Nordic countries. Final report from the project "Climate Change and Energy Production." Sælthun m.fl. 1998, Tema Nord 1998:552.

Effekter av senkingstiltak på flomforløp. Inger Karin Engen, Øyvind A.Høydal, Øystein Nøtsund og Eirik Traae, Hydra-notat nr. 6 1999, NVE.

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

Myrkdalsdeltaet. Konsekvensar av senking av Myrkdalsvatnet og biotopjusteringer i deltaområdet. Gunnar Bergo, 2001.

Flomberegning for Dale i Bergsdalsvassdraget, Lars Evan Pettersson, flomsonekartprosjektet, Dokument 18-2002, NVE 2002.

Vedlegg

Vannføringskurver for 62.5 Bulken.

Vannføringstabell for 62.5.0.1001.1 Bulken (nedbørsfelt: 1102.00 km²) SK - Gen:0, Periode:1
01/12/1891 - 31/12/1990

Segment nr. 1:	Q =	4.92990 (h +	0.8000) **	3.15890	Gjelder for	-0.800 <= høyde <	1.540				
Segment nr. 2:	Q =	16.57690 (h +	0.8000) **	1.72160	Gjelder for	1.540 <= høyde <	11.540				
Vannføring i kubikkmeter pr. sekund											
Vannstand(m)		-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
-0.7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003
-0.6	0.005	0.006	0.008	0.010	0.010	0.012	0.015	0.018	0.022	0.026	0.031
-0.5	0.036	0.041	0.047	0.054	0.054	0.062	0.070	0.079	0.088	0.099	0.110
-0.4	0.122	0.135	0.149	0.163	0.163	0.179	0.196	0.213	0.232	0.252	0.273
-0.3	0.295	0.318	0.343	0.369	0.369	0.396	0.424	0.454	0.485	0.518	0.552
-0.2	0.588	0.625	0.664	0.704	0.704	0.746	0.790	0.835	0.882	0.931	0.982
-0.1	1.034	1.089	1.145	1.204	1.204	1.264	1.327	1.391	1.458	1.527	1.598
-0.0	1.671	1.746	1.824	1.904	1.904	1.987	2.072	2.159	2.249	2.341	2.436
Vannstand(m)											
-0.0	2.436	2.534	2.634	2.737	2.737	2.842	2.950	3.061	3.175	3.292	3.412
0.1	3.534	3.660	3.788	3.920	3.920	4.055	4.192	4.333	4.478	4.625	4.776
0.2	4.930	5.087	5.248	5.412	5.412	5.580	5.751	5.926	6.105	6.287	6.472
0.3	6.662	6.855	7.052	7.253	7.253	7.458	7.666	7.879	8.095	8.316	8.541
0.4	8.769	9.002	9.239	9.481	9.481	9.726	9.976	10.23	10.49	10.75	11.02
0.5	11.29	11.57	11.85	12.14	12.14	12.43	12.72	13.02	13.33	13.64	13.95
0.6	14.27	14.60	14.92	15.26	15.26	15.60	15.94	16.29	16.65	17.01	17.37
0.7	17.75	18.12	18.50	18.89	18.89	19.28	19.68	20.09	20.50	20.91	21.33
0.8	21.76	22.19	22.63	23.07	23.07	23.52	23.98	24.44	24.91	25.38	25.86
0.9	26.35	26.84	27.34	27.85	27.85	28.36	28.88	29.40	29.93	30.47	31.02
1.0	31.57	32.12	32.69	33.26	33.26	33.84	34.42	35.01	35.61	36.21	36.83
1.1	37.44	38.07	38.70	39.34	39.34	39.99	40.65	41.31	41.98	42.66	43.34
1.2	44.03	44.73	45.44	46.15	46.15	46.87	47.60	48.34	49.09	49.84	50.60
1.3	51.37	52.15	52.93	53.72	53.72	54.52	55.33	56.15	56.97	57.81	58.65
1.4	59.50	60.36	61.23	62.10	62.10	62.98	63.88	64.78	65.69	66.61	67.53

1.5	68.47	69.41	70.37	71.33	71.64	72.17	72.70	73.23	73.76	74.29
1.6	74.83	75.37	75.91	76.45	76.99	77.53	78.08	78.63	79.18	79.73
1.7	80.28	80.83	81.39	81.94	82.50	83.06	83.62	84.19	84.75	85.32
1.8	85.89	86.46	87.03	87.60	88.17	88.75	89.33	89.91	90.49	91.07
1.9	91.65	92.24	92.82	93.41	94.00	94.59	95.19	95.78	96.38	96.97
2.0	97.57	98.17	98.78	99.38	99.99	100.6	101.2	101.8	102.4	103.0
2.1	103.6	104.3	104.9	105.5	106.1	106.7	107.4	108.0	108.6	109.2
2.2	109.9	110.5	111.1	111.8	112.4	113.1	113.7	114.3	115.0	115.6
2.3	116.3	116.9	117.6	118.2	118.9	119.5	120.2	120.8	121.5	122.1
2.4	122.8	123.5	124.1	124.8	125.4	126.1	126.8	127.5	128.1	128.8
2.5	129.5	130.1	130.8	131.5	132.2	132.9	133.6	134.2	134.9	135.6
2.6	136.3	137.0	137.7	138.4	139.1	139.8	140.5	141.2	141.9	142.6
2.7	143.3	144.0	144.7	145.4	146.1	146.8	147.5	148.2	149.0	149.7
2.8	150.4	151.1	151.8	152.6	153.3	154.0	154.7	155.5	156.2	156.9
2.9	157.7	158.4	159.1	159.9	160.6	161.3	162.1	162.8	163.6	164.3
3.0	165.1	165.8	166.6	167.3	168.1	168.8	169.6	170.3	171.1	171.9
3.1	172.6	173.4	174.1	174.9	175.7	176.4	177.2	178.0	178.8	179.5
3.2	180.3	181.1	181.9	182.6	183.4	184.2	185.0	185.8	186.6	187.3
3.3	188.1	188.9	189.7	190.5	191.3	192.1	192.9	193.7	194.5	195.3
3.4	196.1	196.9	197.7	198.5	199.3	200.1	201.0	201.8	202.6	203.4
3.5	204.2	205.0	205.9	206.7	207.5	208.3	209.1	210.0	210.8	211.6
3.6	212.5	213.3	214.1	215.0	215.8	216.6	217.5	218.3	219.2	220.0
3.7	220.8	221.7	222.5	223.4	224.2	225.1	225.9	226.8	227.6	228.5
3.8	229.4	230.2	231.1	231.9	232.8	233.7	234.5	235.4	236.3	237.1
3.9	238.0	238.9	239.8	240.6	241.5	242.4	243.3	244.1	245.0	245.9
4.0	246.8	247.7	248.6	249.5	250.3	251.2	252.1	253.0	253.9	254.8
4.1	255.7	256.6	257.5	258.4	259.3	260.2	261.1	262.0	262.9	263.8
4.2	264.8	265.7	266.6	267.5	268.4	269.3	270.3	271.2	272.1	273.0
4.3	273.9	274.9	275.8	276.7	277.6	278.6	279.5	280.4	281.4	282.3
4.4	283.3	284.2	285.1	286.1	287.0	288.0	288.9	289.8	290.8	291.7
4.5	292.7	293.6	294.6	295.6	296.5	297.5	298.4	299.4	300.3	301.3
4.6	302.3	303.2	304.2	305.2	306.1	307.1	308.1	309.0	310.0	311.0
4.7	312.0	312.9	313.9	314.9	315.9	316.9	317.9	318.8	319.8	320.8
4.8	321.8	322.8	323.8	324.8	325.8	326.8	327.8	328.8	329.8	330.8

4.9	331.8	332.8	333.8	334.8	335.8	336.8	337.8	338.8	339.8	340.8
5.0	341.8	342.9	343.9	344.9	345.9	346.9	347.9	349.0	350.0	351.0
5.1	352.0	353.1	354.1	355.1	356.2	357.2	358.2	359.3	360.3	361.3
5.2	362.4	363.4	364.5	365.5	366.6	367.6	368.6	369.7	370.7	371.8
5.3	372.8	373.9	375.0	376.0	377.1	378.1	379.2	380.2	381.3	382.4
5.4	383.4	384.5	385.6	386.6	387.7	388.8	389.8	390.9	392.0	393.1
5.5	394.1	395.2	396.3	397.4	398.5	399.5	400.6	401.7	402.8	403.9
5.6	405.0	406.1	407.2	408.2	409.3	410.4	411.5	412.6	413.7	414.8
5.7	415.9	417.0	418.1	419.2	420.3	421.4	422.6	423.7	424.8	425.9
5.8	427.0	428.1	429.2	430.3	431.5	432.6	433.7	434.8	436.0	437.1
5.9	438.2	439.3	440.5	441.6	442.7	443.8	445.0	446.1	447.2	448.4
6.0	449.5	450.7	451.8	452.9	454.1	455.2	456.4	457.5	458.7	459.8
6.1	461.0	462.1	463.3	464.4	465.6	466.7	467.9	469.0	470.2	471.4
6.2	472.5	473.7	474.9	476.0	477.2	478.3	479.5	480.7	481.9	483.0
6.3	484.2	485.4	486.6	487.7	488.9	490.1	491.3	492.5	493.6	494.8
6.4	496.0	497.2	498.4	499.6	500.8	502.0	503.1	504.3	505.5	506.7
6.5	507.9	509.1	510.3	511.5	512.7	513.9	515.1	516.3	517.5	518.8
6.6	520.0	521.2	522.4	523.6	524.8	526.0	527.2	528.5	529.7	530.9
6.7	532.1	533.3	534.6	535.8	537.0	538.2	539.5	540.7	541.9	543.2
6.8	544.4	545.6	546.9	548.1	549.3	550.6	551.8	553.1	554.3	555.5
6.9	556.8	558.0	559.3	560.5	561.8	563.0	564.3	565.5	566.8	568.0
7.0	569.3	570.5	571.8	573.1	574.3	575.6	576.8	578.1	579.4	580.6
7.1	581.9	583.2	584.5	585.7	587.0	588.3	589.5	590.8	592.1	593.4
7.2	594.7	595.9	597.2	598.5	599.8	601.1	602.4	603.6	604.9	606.2
7.3	607.5	608.8	610.1	611.4	612.7	614.0	615.3	616.6	617.9	619.2
7.4	620.5	621.8	623.1	624.4	625.7	627.0	628.3	629.6	630.9	632.2
7.5	633.6	634.9	636.2	637.5	638.8	640.1	641.5	642.8	644.1	645.4
7.6	646.8	648.1	649.4	650.7	652.1	653.4	654.7	656.1	657.4	658.7
7.7	660.1	661.4	662.7	664.1	665.4	666.8	668.1	669.5	670.8	672.1
7.8	673.5	674.8	676.2	677.5	678.9	680.3	681.6	683.0	684.3	685.7
7.9	687.0	688.4	689.8	691.1	692.5	693.8	695.2	696.6	697.9	699.3
8.0	700.7	702.1	703.4	704.8	706.2	707.6	708.9	710.3	711.7	713.1
8.1	714.5	715.8	717.2	718.6	720.0	721.4	722.8	724.2	725.5	726.9

8.2	728.3	729.7	731.1	732.5	733.9	735.3	736.7	738.1	739.5	740.9
8.3	742.3	743.7	745.1	746.5	747.9	749.4	750.8	752.2	753.6	755.0
8.4	756.4	757.8	759.2	760.7	762.1	763.5	764.9	766.4	767.8	769.2
8.5	770.6	772.1	773.5	774.9	776.3	777.8	779.2	780.6	782.1	783.5
8.6	784.9	786.4	787.8	789.3	790.7	792.1	793.6	795.0	796.5	797.9
8.7	799.4	800.8	802.3	803.7	805.2	806.6	808.1	809.5	811.0	812.5
8.8	813.9	815.4	816.8	818.3	819.8	821.2	822.7	824.2	825.6	827.1
8.9	828.6	830.0	831.5	833.0	834.5	835.9	837.4	838.9	840.4	841.9
9.0	843.3	844.8	846.3	847.8	849.3	850.8	852.2	853.7	855.2	856.7
9.1	858.2	859.7	861.2	862.7	864.2	865.7	867.2	868.7	870.2	871.7
9.2	873.2	874.7	876.2	877.7	879.2	880.7	882.2	883.7	885.2	886.8
9.3	888.3	889.8	891.3	892.8	894.3	895.8	897.4	898.9	900.4	901.9
9.4	903.5	905.0	906.5	908.0	909.6	911.1	912.6	914.2	915.7	917.2
9.5	918.8	920.3	921.8	923.4	924.9	926.5	928.0	929.5	931.1	932.6
9.6	934.2	935.7	937.3	938.8	940.4	941.9	943.5	945.0	946.6	948.1
9.7	949.7	951.2	952.8	954.4	955.9	957.5	959.1	960.6	962.2	963.7

**Vannføringstabell for 62.5.0.1001.1 Bulken (nedbørsfelt: 1102.00 km²) OFU - Gen:0, Periode:2
01/01/1991 -**

Segment nr. 1:	Q = 50.35270 (h +	0.2000) **	1.69070	Gjelder for	-0.200 <= høyde <	0.420				
Segment nr. 2:	Q = 79.31120 (h +	0.0000) **	1.45500	Gjelder for	0.420 <= høyde <	2.010				
Segment nr. 3:	Q = 113.78120 (h +	0.0000) **	0.93710	Gjelder for	2.010 <= høyde <	10.000				
Vannføring i kubikkmeter pr. sekund										
Vannstand(m)	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
-0.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
-0.1	0.021	0.068	0.134	0.218	0.318	0.433	0.562	0.704	0.859	1.026
-0.0	1.206	1.397	1.599	1.813	2.037	2.272	2.517	2.773	3.038	3.313
Vannstand(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-0.0	3.313	3.598	3.893	4.197	4.510	4.832	5.163	5.503	5.852	6.210
0.1	6.576	6.951	7.335	7.726	8.126	8.535	8.951	9.375	9.808	10.25
0.2	10.70	11.15	11.62	12.09	12.57	13.05	13.55	14.05	14.56	15.07
0.3	15.60	16.13	16.67	17.21	17.77	18.33	18.89	19.47	20.05	20.63
0.4	21.23	21.83	22.44	23.23	24.02	24.82	25.62	26.44	27.26	28.09
0.5	28.93	29.77	30.63	31.49	32.36	33.23	34.12	35.01	35.90	36.81
0.6	37.72	38.64	39.56	40.49	41.43	42.38	43.33	44.29	45.25	46.22
0.7	47.20	48.19	49.18	50.17	51.18	52.19	53.20	54.22	55.25	56.28
0.8	57.32	58.37	59.42	60.48	61.54	62.61	63.68	64.76	65.85	66.94
0.9	68.04	69.14	70.25	71.36	72.48	73.61	74.74	75.87	77.01	78.16
1.0	79.31	80.47	81.63	82.80	83.97	85.15	86.33	87.52	88.71	89.91
1.1	91.11	92.32	93.53	94.75	95.97	97.20	98.43	99.67	100.9	102.2
1.2	103.4	104.7	105.9	107.2	108.5	109.7	111.0	112.3	113.6	114.9
1.3	116.2	117.5	118.8	120.1	121.4	122.7	124.1	125.4	126.7	128.1
1.4	129.4	130.8	132.1	133.5	134.8	136.2	137.6	138.9	140.3	141.7
1.5	143.1	144.5	145.9	147.3	148.7	150.1	151.5	152.9	154.3	155.7
1.6	157.2	158.6	160.0	161.5	162.9	164.4	165.8	167.3	168.7	170.2
1.7	171.6	173.1	174.6	176.1	177.6	179.0	180.5	182.0	183.5	185.0
1.8	186.5	188.0	189.6	191.1	192.6	194.1	195.6	197.2	198.7	200.3

1.9	201.8	203.3	204.9	206.5	208.0	209.6	211.1	212.7	214.3	215.9
2.0	217.4	218.9	219.9	220.9	221.9	223.0	224.0	225.0	226.0	227.0
2.1	228.0	229.1	230.1	231.1	232.1	233.1	234.1	235.2	236.2	237.2
2.2	238.2	239.2	240.2	241.2	242.3	243.3	244.3	245.3	246.3	247.3
2.3	248.3	249.4	250.4	251.4	252.4	253.4	254.4	255.4	256.4	257.4
2.4	258.4	259.5	260.5	261.5	262.5	263.5	264.5	265.5	266.5	267.5
2.5	268.5	269.5	270.5	271.5	272.5	273.6	274.6	275.6	276.6	277.6
2.6	278.6	279.6	280.6	281.6	282.6	283.6	284.6	285.6	286.6	287.6
2.7	288.6	289.6	290.6	291.6	292.6	293.6	294.6	295.6	296.6	297.6
2.8	298.6	299.6	300.6	301.6	302.6	303.6	304.6	305.6	306.6	307.6
2.9	308.6	309.6	310.6	311.6	312.6	313.6	314.6	315.6	316.6	317.6
3.0	318.6	319.5	320.5	321.5	322.5	323.5	324.5	325.5	326.5	327.5
3.1	328.5	329.5	330.5	331.5	332.5	333.5	334.4	335.4	336.4	337.4
3.2	338.4	339.4	340.4	341.4	342.4	343.4	344.4	345.3	346.3	347.3
3.3	348.3	349.3	350.3	351.3	352.3	353.3	354.2	355.2	356.2	357.2
3.4	358.2	359.2	360.2	361.2	362.1	363.1	364.1	365.1	366.1	367.1
3.5	368.1	369.0	370.0	371.0	372.0	373.0	374.0	375.0	375.9	376.9
3.6	377.9	378.9	379.9	380.9	381.8	382.8	383.8	384.8	385.8	386.8
3.7	387.7	388.7	389.7	390.7	391.7	392.6	393.6	394.6	395.6	396.6
3.8	397.5	398.5	399.5	400.5	401.5	402.4	403.4	404.4	405.4	406.4
3.9	407.3	408.3	409.3	410.3	411.3	412.2	413.2	414.2	415.2	416.1
4.0	417.1	418.1	419.1	420.1	421.0	422.0	423.0	424.0	424.9	425.9
4.1	426.9	427.9	428.8	429.8	430.8	431.8	432.7	433.7	434.7	435.7
4.2	436.6	437.6	438.6	439.6	440.5	441.5	442.5	443.4	444.4	445.4
4.3	446.4	447.3	448.3	449.3	450.3	451.2	452.2	453.2	454.1	455.1
4.4	456.1	457.1	458.0	459.0	460.0	460.9	461.9	462.9	463.9	464.8
4.5	465.8	466.8	467.7	468.7	469.7	470.6	471.6	472.6	473.6	474.5
4.6	475.5	476.5	477.4	478.4	479.4	480.3	481.3	482.3	483.2	484.2
4.7	485.2	486.1	487.1	488.1	489.0	490.0	491.0	491.9	492.9	493.9
4.8	494.8	495.8	496.8	497.7	498.7	499.7	500.6	501.6	502.6	503.5
4.9	504.5	505.5	506.4	507.4	508.3	509.3	510.3	511.2	512.2	513.2
5.0	514.1	515.1	516.1	517.0	518.0	518.9	519.9	520.9	521.8	522.8
5.1	523.8	524.7	525.7	526.6	527.6	528.6	529.5	530.5	531.5	532.4

5.2	533.4	534.3	535.3	536.3	537.2	538.2	539.1	540.1	541.1	542.0
5.3	543.0	543.9	544.9	545.9	546.8	547.8	548.7	549.7	550.7	551.6
5.4	552.6	553.5	554.5	555.5	556.4	557.4	558.3	559.3	560.2	561.2
5.5	562.2	563.1	564.1	565.0	566.0	567.0	567.9	568.9	569.8	570.8
5.6	571.7	572.7	573.7	574.6	575.6	576.5	577.5	578.4	579.4	580.3
5.7	581.3	582.3	583.2	584.2	585.1	586.1	587.0	588.0	588.9	589.9
5.8	590.9	591.8	592.8	593.7	594.7	595.6	596.6	597.5	598.5	599.4
5.9	600.4	601.3	602.3	603.3	604.2	605.2	606.1	607.1	608.0	609.0
6.0	609.9	610.9	611.8	612.8	613.7	614.7	615.6	616.6	617.5	618.5
6.1	619.4	620.4	621.3	622.3	623.3	624.2	625.2	626.1	627.1	628.0
6.2	629.0	629.9	630.9	631.8	632.8	633.7	634.7	635.6	636.6	637.5
6.3	638.5	639.4	640.4	641.3	642.3	643.2	644.2	645.1	646.1	647.0
6.4	648.0	648.9	649.8	650.8	651.7	652.7	653.6	654.6	655.5	656.5
6.5	657.4	658.4	659.3	660.3	661.2	662.2	663.1	664.1	665.0	666.0
6.6	666.9	667.9	668.8	669.7	670.7	671.6	672.6	673.5	674.5	675.4
6.7	676.4	677.3	678.3	679.2	680.2	681.1	682.0	683.0	683.9	684.9
6.8	685.8	686.8	687.7	688.7	689.6	690.6	691.5	692.4	693.4	694.3
6.9	695.3	696.2	697.2	698.1	699.1	700.0	700.9	701.9	702.8	703.8
7.0	704.7	705.7	706.6	707.5	708.5	709.4	710.4	711.3	712.3	713.2
7.1	714.1	715.1	716.0	717.0	717.9	718.9	719.8	720.7	721.7	722.6
7.2	723.6	724.5	725.4	726.4	727.3	728.3	729.2	730.2	731.1	732.0
7.3	733.0	733.9	734.9	735.8	736.7	737.7	738.6	739.6	740.5	741.4
7.4	742.4	743.3	744.3	745.2	746.1	747.1	748.0	749.0	749.9	750.8
7.5	751.8	752.7	753.7	754.6	755.5	756.5	757.4	758.4	759.3	760.2
7.6	761.2	762.1	763.0	764.0	764.9	765.9	766.8	767.7	768.7	769.6
7.7	770.6	771.5	772.4	773.4	774.3	775.2	776.2	777.1	778.0	779.0
7.8	779.9	780.9	781.8	782.7	783.7	784.6	785.5	786.5	787.4	788.4
7.9	789.3	790.2	791.2	792.1	793.0	794.0	794.9	795.8	796.8	797.7
8.0	798.6	799.6	800.5	801.5	802.4	803.3	804.3	805.2	806.1	807.1
8.1	808.0	808.9	809.9	810.8	811.7	812.7	813.6	814.5	815.5	816.4
8.2	817.3	818.3	819.2	820.1	821.1	822.0	822.9	823.9	824.8	825.7
8.3	826.7	827.6	828.5	829.5	830.4	831.3	832.3	833.2	834.1	835.1
8.4	836.0	836.9	837.9	838.8	839.7	840.7	841.6	842.5	843.5	844.4
8.5	845.3	846.3	847.2	848.1	849.1	850.0	850.9	851.9	852.8	853.7

8.6	854.7	855.6	856.5	857.4	858.4	859.3	860.2	861.2	862.1	863.0
8.7	864.0	864.9	865.8	866.8	867.7	868.6	869.5	870.5	871.4	872.3
8.8	873.3	874.2	875.1	876.1	877.0	877.9	878.8	879.8	880.7	881.6
8.9	882.6	883.5	884.4	885.3	886.3	887.2	888.1	889.1	890.0	890.9
9.0	891.8	892.8	893.7	894.6	895.6	896.5	897.4	898.3	899.3	900.2
9.1	901.1	902.1	903.0	903.9	904.8	905.8	906.7	907.6	908.6	909.5
9.2	910.4	911.3	912.3	913.2	914.1	915.0	916.0	916.9	917.8	918.8
9.3	919.7	920.6	921.5	922.5	923.4	924.3	925.2	926.2	927.1	928.0
9.4	928.9	929.9	930.8	931.7	932.6	933.6	934.5	935.4	936.3	937.3
9.5	938.2	939.1	940.1	941.0	941.9	942.8	943.8	944.7	945.6	946.5
9.6	947.5	948.4	949.3	950.2	951.2	952.1	953.0	953.9	954.8	955.8
9.7	956.7	957.6	958.5	959.5	960.4	961.3	962.2	963.2	964.1	965.0
9.8	965.9	966.9	967.8	968.7	969.6	970.6	971.5	972.4	973.3	974.2
9.9	975.2	976.1	977.0	977.9	978.9	979.8	980.7	981.6	982.6	983.5

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

Utgitt i Dokumentserien i 2003

Nr. 1 Erik Holmqvist: Flomberegninger i Vosso (062.Z) Flomsonekartprosjektet. (37 s.)