



Flomsonekartprosjektet

Flomberegning for Reisavassdraget

Erik Holmqvist

6
2002



D
O
K
U
M
E
N
T

Flomberegning for Reisavassdraget (208.Z)

Norges vassdrags- og energidirektorat

2002

Dokument nr 6 – 2002.

Flomberegning for Reisavassdraget , 208.Z

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Erik Holmqvist

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto: Reisaelva ved Holmen bru (Tor Arne Jenssen, NVE – RN).

ISSN: 1501-2840

Sammendrag: Det er utført flomberegninger for Reisavassdraget som grunnlag for vannlinjeberegning og flomsonekartlegging.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, flomsonekartprosjektet, Reisavassdraget.

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

Mars 2002

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1. Beskrivelse av oppgaven	6
2. Beskrivelse av vassdraget	6
3. Hydrometriske stasjoner	10
Målestasjoner i Reisavassdraget.	10
Målestasjoner i nabovassdrag 10	
4. Flomanalyser	12
Midlere flom 12	
5- 500 års flom (døgnmidler) 15	
5. Kulminasjonsverdier	18
6. Observerte flommer	21
7. Kalibreringsvannføringer	22
8. Usikkerhet	25
Referanser	27
VEDLEGG	28

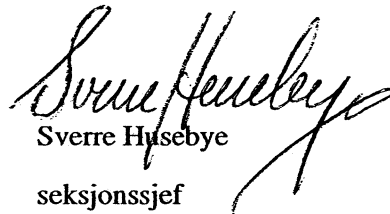
Forord

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 i Reisavassdraget. Rapporten gir også en oversikt over de største observerte flommene i vassdraget. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og kvalitetskontrollert av Lars-Evan Pettersson.

Oslo, mars 2002


Kjell Repp
avdelingsdirektør


Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

I Reisavassdraget har en hatt hydrologiske observasjoner i periodene 1919 – 1939 og fra 1980 til dags dato. Flomanalyser viser at vårflokker dominerer i vassdraget.

Reisaelva får tilløp fra en rekke større og mindre sidevassdrag. De fleste av disse er uregulert, men Mållesjokka og Kildalselva er påvirket av vannkraftregulering. Reguleringene av Mållesjokka har ført til noe reduksjon av flomvannføringene.

Det er antatt at kulminasjonsvannføringene er 20 % større enn døgnmidlene. Resultatene av analysene er sammenfattet i tabell 1.

Tabell 1

Flomverdier i Reisavassdraget . Det er kulminasjonsverdier som er gitt.

	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Reisaelva ved Kjelleren	664	797	897	996	1129	1229	1329	1428
Reisaelva før samløp med Kildalselva	734	881	991	1101	1248	1358	1468	1578
Kildalselva	98	117	132	146	166	180	195	210
Reisaelva etter samløp med Kildalselva	832	998	1123	1247	1414	1538	1663	1788
Reisaelva ved utløp	846	1015	1142	1269	1438	1565	1692	1819

Anslagsvis må en regne med en usikkerhet i de beregnede flomverdiene på i størrelsesorden 30 %. Det betyr for eksempel at 100-års flommen ved utløpet av Reisaelva, som er beregnet til 1565 m³/s, har en usikkerhet på 4 -500 m³/s.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomsonekart skal konstrueres for Reisaelva og nedre del av Kildalselva ved Storslett og for Reisaelva ved Kjelleren. Delprosjektenes nummer og navn i NVEs Flomsonekartprosjekt er fs 208_1 Storslett og fs208_2 Kjelleren. Som grunnlag for denne konstruksjon skal midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnes.

2. Beskrivelse av vassdraget

Reisavassdraget har sitt utspring i de sørvestlige delene av Finnmarksvidda i grensetraktene mellom Norge og Finland. Herfra renner hovedelven ca. 130 km i nordvestlig retning til utløpet ved Storslett i Reisafjorden.

Øverst består Reisavassdraget av to hovedgrener, Njallajåkka og Raisædno, som løper sammen og danner Reisaelva. Njallajåkka har sitt utspring i innsjøen Sai'tejav'ri (503 moh), mens Raisædno har utspring i Raisjav'ri (444 moh). Reisaelva får tilløp fra en rekke større og mindre sidevassdrag. De fleste av disse er uregulert, men Mållesjokka og Kildalselva er påvirket av vannkraftregulering.

Øverst i Mållesjokka ligger vannet Stuora Mållesjav'ri. I 1967 ble Stuora Mållesjav'ri overført til magasinet Abbujavri i Abbujåkka for utnyttelse i Kvænangen kraftverk. Stuora Mållesjav'ri er senket med 5 m. Totalt er det et areal på 45,8 km² som er overført fra Reisavassdraget til Abbujåkka. I 1969 ble de øvre delene av nabovassdraget Navitelva overført til Stuora Mållesjav'ri. Det er sannsynligvis ikke noe flomtap til Reisavassdraget fra Stuora Mållesjav'ri (Paul Strandli. Troms Kraftfosyning).

I Kildalselva ligger Kildalen kraftverk. Kraftverket utnytter et fall på nesten 200 m fra Kildalen dam. Magasinet er på snaut 10 mill m³ som gir en reguleringsgrad på ca. 6%. Magasinet tappes ned gjennom vintersesongen og fylles når snøsmeltingen tar til, vanligvis omkring 17. mai (Idar Hansen, Nord Troms Kraftlag). Som regel fylles magasinet før vårflommen kulminerer i juni. Kraftverket går normalt med full driftsvannføring (ca. 5 m³/s) gjennom hele sommeren. I tillegg er det om sommeren vanligvis overløp over dammen. Mengden overløp blir ikke registrert. Denne reguleringen har derfor liten innvirkning på flomforholdene i vassdraget. Kildalselva munner ut i Reisaelva omkring 4 km ovenfor Storslett.

Det er få store innsjøer i vassdraget. Totalt sjøareal er 66 km², hvor Raisjav'ri med et innsjøareal på 5,5 km² er den største. Det vil si at 2,4 % av nedbørfeltet er innsjøer. Dette betyr at flommene i vassdraget blir lite dempet.

Tabell 2

Nedbørfelt i Reisavassdraget.

Nedbørfelt	Areal km ²
Stuora Mållesjav'ri (overført til nabovassdrag)	46
Reisaelva ved Kjelleren *	2214
Reisaelva før samløp med Kildalselva *	2385
Kildalselva	239
Reisaelva etter samløp med Kildalselva *	2624
Reisaelva ved utløp *	2659
Sum Reisavassdraget, naturlig	2705

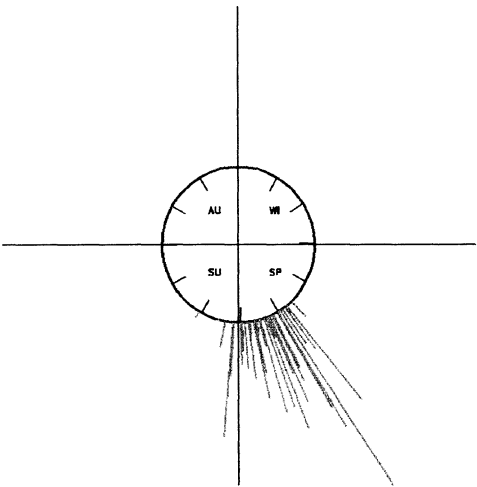
For nedbørfelt som er merket med * er arealet til Stuora Mållesjav'ri trukket fra.

Årsnedbøren ved Storslett /Nordreisa er 662 mm og ved Puntastilla 415 mm (Førland 1993). Puntastilla ligger 45 km fra utløpet og ca. 100 moh. Ved kysten er det mest nedbør i oktober (80 mm), mens ved Puntastilla er det mest nedbør i mai (53 mm). Årsmiddel-temperaturen ved Storslett er 1,4 °C, og det er kun fra mai til oktober at måneds-middeltemperaturen er over null. Varmest er det i juli med et gjennomsnitt på 12,6 °C (Aune 1993).

Avrenningen i vassdraget gjenspeiler naturlig nok samme regioanale mønster som er funnet for nedbør, tørrest i de indre områdene med 8 – 10 l/s km² (ca. 280 mm). Nærmere kysten øker avrenningen til ca. 20 l/s km² (630 mm) i dalbunnen og omkring 60 l/s km² i fjellområdene.

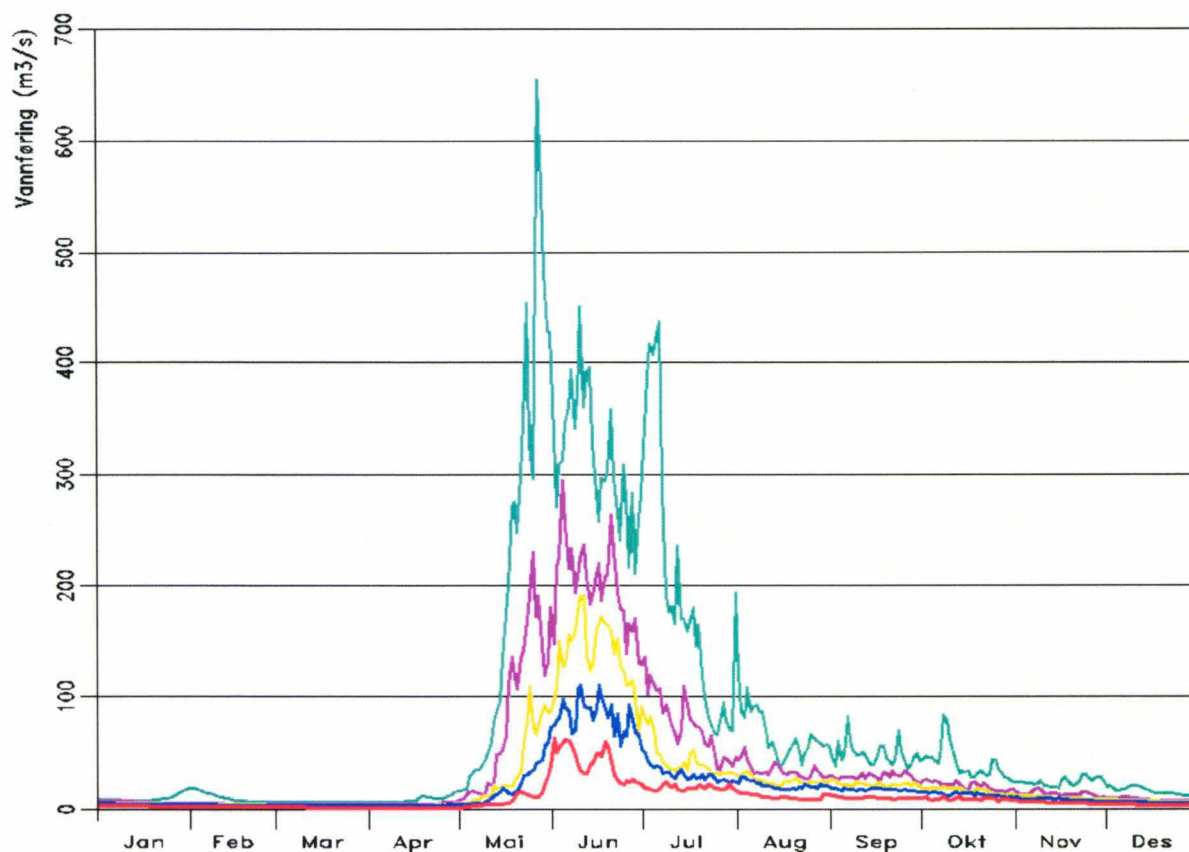
Hoveddelen av vassdraget ligger mellom 500 og 900 moh, median høyde er 680 moh (figur 1). I de indre områdene mot Finland går fjelltoppene opp mot 6- 700 moh. Lenger nord i vassdraget er fjellene høyere med topper høyere enn 1000 moh. Høyest er Ráisduottárhaldi, som ligger sør for Puntastilla, med 1361 moh.

I figur 2 og 3 er vannføringen i Reisaelva illustrert ved hjelp av data fra målestasjonen 208.3 Svartfossberget. Figurene viser tydelig at flommene i vassdraget er på våren og forsommeren.



Figur 2

Sirkelen representerer året med start rett opp. Flommene ved 208.3 Svartfossberget er markert når på året de opptrer og med relativ størrelse. Data fra årene 1982 - 1994.



Figur 3

Karakteristiske hydrologiske data for Reisaelva. Den øverste (cyan) og nederste (rød) kurven viser største og minste observerte vannføring fra 1981 til 1994 ved målestasjonen 208.3 Svartfossberget. De øvrige viser 75- (lilla), 50- (gul), og 25- (blå) persentilen. Med for eksempel 75-persentilen forstås at i 3 av 4 år har vannføringen vært mindre enn denne.

3. Hydrometriske stasjoner

Målestasjoner i Reisavassdraget.

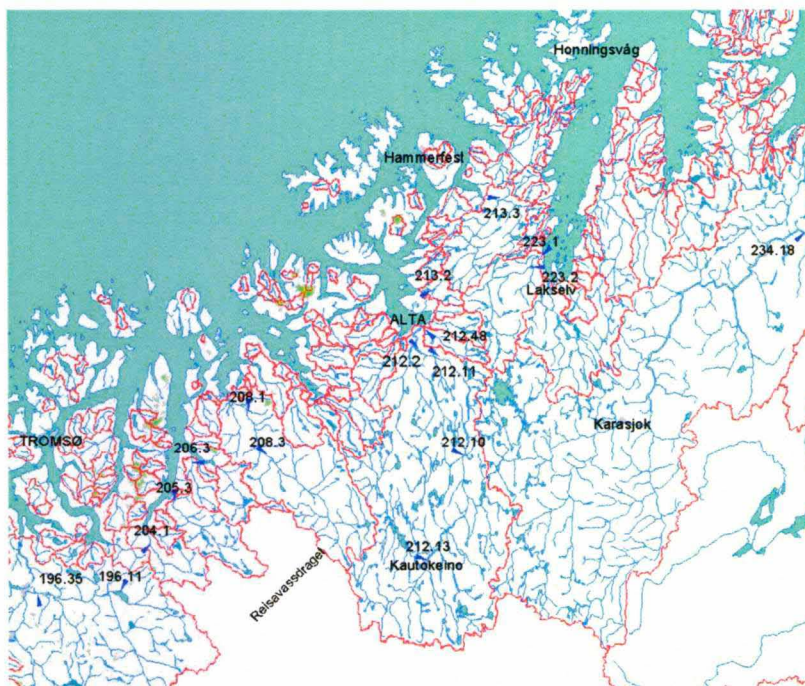
I Reisavassdraget er det data fra to hydrologiske målestasjoner. 208.1 Moskudal lå i hovedelva rett oppstrøms området som er omfattet av det flomsonekartprosjektet Kjelleren (se figur 1). Ved denne stasjonen finnes det data fra 1919 til 1939. I 1980 ble stasjonen 208.3 Svartfossberget etablert. Denne ligger i hovedelva en drøy mil ovenfor Kjelleren og er fortsatt i drift. I Kildalselva er det ingen hydrologiske stasjoner.

Datakvaliteten ved 208.1 Moskudal er sannsynligvis dårlig (pers. med. Roger Sværd, NVE-Region Nord). Det er foretatt vannføringsmålinger, fysiske målinger i elva hvor en bestemmer sammenhengen mellom vannstand og vannføring, for vannføringer omkring midlere flom. Det er et avvik på 20 – 30 % mellom vannføringskurven og de høyeste målingene. Kurven gir vesentlig mindre vannføring. For eksempel ble det ved lokal vannstand på 2,24 m målt en vannføring på 581 m³/s, ved denne vannstanden gir vannføringskurven 445 m³/s. Det er derfor grunn til å tro at flomverdiene ved stasjonen kan være underestimert.

For 208.3 Svartfossberget er ikke data på databasen etter 1994 ferdig kvalitetskontrollert (data ligger på HYDAGT). Sannsynligvis er det spesielt vinterdataene som er usikre. Det antas at flomverdiene er rimelige, slik at alle observasjonsdata er benyttet i flomanalysene. Ved stasjonen ble det under vårflommen i 2000 foretatt en kontrollmåling av vannføringskurven ved hjelp av ADCP. Vannføringen ble målt til 373 m³/s, mens kurven ga 360 m³/s for den aktuelle vannstand. Avviket er på snaut 4 %. For Svartfossberget antas derfor flomverdiene å være pålitelige.

Målestasjoner i nabovassdrag

For å vurdere flomverdiene i Reisavassdraget er disse sammenlignet med verdier fra andre vassdrag som også er dominert av vårflommer. Det er imidlertid få serier hvor en har mange år med uregulerte data i umiddelbar nærhet. Derfor er analysene støttet på observasjoner fra et stort område. De undersøkte stasjonene strekker seg fra Målselv i sør til Reppafjordvassdraget i nord og Tana i øst. En oversikt over stasjonene er gitt i tabell 3 og i figur 4.



Figur 4

Oversikt over stasjoner som er benyttet til flomanalysene.

Tabell 3

Feltparametere for undersøkte stasjoner. Normalavløp er referert til perioden 1961-90 der dette er tilgjengelig, verdier i parentes refererer til perioden 1931-60. Periode refererer til de årene frekvensanalysene er basert på.

Stasjon	Periode	Areal (km ²)	Normalavløp (l/s km ²)	Effektiv sjø%	Merknad
196.11 L. Rostavatn	1960-99	648	(26,8)	-	
196.35 Malangsfoss	1907-65	3118	(28,7)	0,1	Regulert 1965
204.1 Solli	1929-62	415	(27,7)	-	
205.3 Skibotn bru	1971-79	724	(18,0)	-	Regulert 1979
206.3 Manndalen bru	1972-98	199	29,1	-	
208.1 Moskudal	1920-38	2263	-	-	
208.3 Svartfossberget	1982-01	1880	-	-	46 km ² overført
212.2 Stengelsen	1916-69	6362	(11,3)	-	Regulert 1988
212.10 Masi	1967-98	5626	13,1	0,2	
212.11 Kista	1972-87	6187	12,0	-	Regulert 1988
212.13 Kautokeino	1978-93	1772	(8,0)	0,16	Usikre data.
212.48 Sagafoss	1972-99	234	15,7	-	
213.2 Leirbotnvatn	1962-99	136	26,1	1,24	
213.3 Skaidi	1975-92	307	-	0,41	
223.1 Stabburselv	1924-60	1068	-	-	
223.2 Lombola	1961-00	878	19,3	0,19	
234.18 Polmak	1912-00	14157	12,0	0,02	

4. Flomanalyser

De største flommene i Reisavassdraget opptrer i forbindelse med snøsmelting og regn i perioden mai til juli. Vårflommen kulminerer vanligvis i juni. Reguleringene i vassdraget har ikke endret dette bildet.

Midlere flom

For bestemmelse av midlere flom i løpet av et døgn er både observasjoner fra Reisavassdraget og nabovassdrag benyttet i tillegg til regionale flomformler. Resultatene fra analysene av observasjonsdataene er gitt i tabell 4 og figur 5.

Det kan synes som de undersøkte stasjonene kan deles i tre ulike grupper med hensyn på karakteristiske flomverdier. Den ene gruppen består av stasjonene som dekker store deler av Finnmarksvidda. Med unntak av Kautokeino, som har svært usikre data, varierer midlere flom her fra omkring 110 til 130 l/s km². Disse stasjonene (Masi, Kista, Stengelsen og Polmak) drenerer store områder hvor også midlere årsavrenning er lav (mindre enn 15 l/s km²).

Den neste gruppen består også av stasjoner med nokså store innlandsfelt (ca. 600 til 3000 km²). For disse (Lille Rostavatn, Malangsfoss, Skibotn bru, Moskudal, Svartfossberget, Stabburselv og Lombola) varierer midlere flom fra omkring 200 til 250 l/s km² og midlere årsavrenning mellom ca 20 og 30 l/s km².

Den tredje gruppen består av relativt små felt (ca. 100 til 400 km²). For disse (Solli, Manndalen bru, Sagafoss, Skaidi og Leirbotnvatn) varierer midlere flom fra omkring 240 til nesten 400 l/s km² og midlere årsavrenning fra ca. 25 til 30 l/s km².

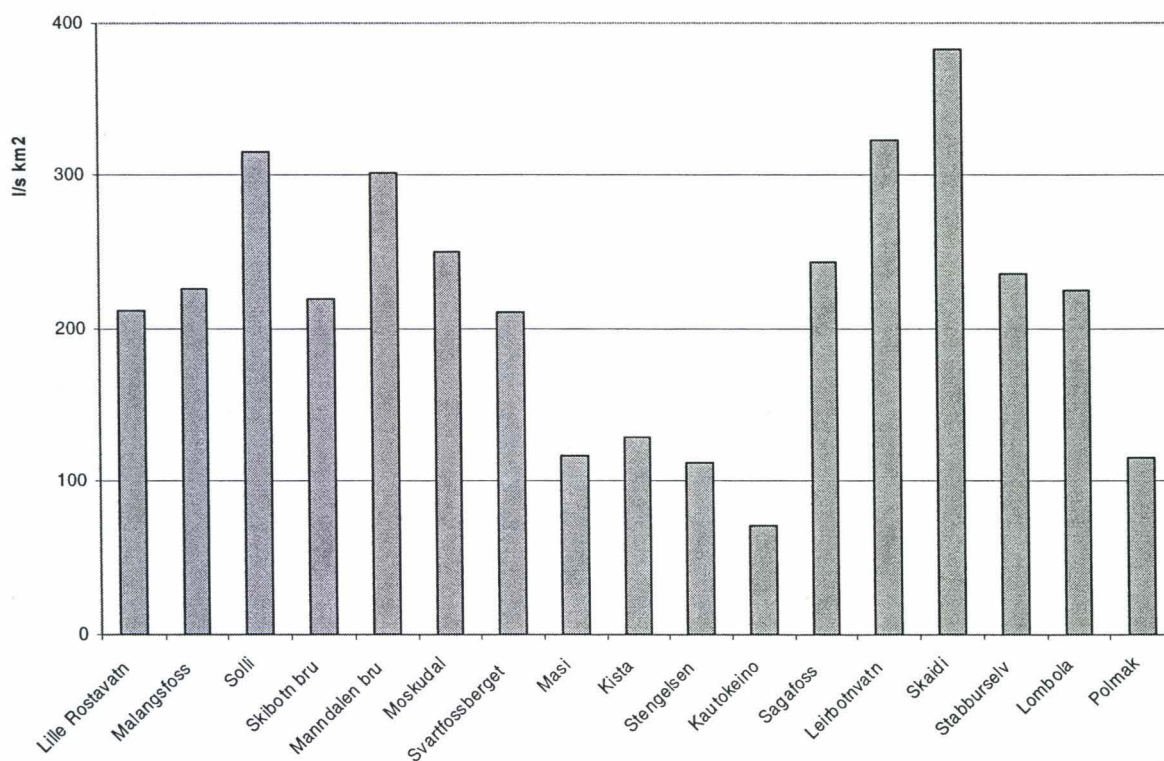
For Reisavassdraget er midlere flom beregnet for Svartfossberget 210 l/s km² og for Moskudal 249 l/s km². Økningen i spesifikk flom fra Svartfossberget til Moskudal virker rimelig da nedbørintensiteten er høyere i områdene nærmere kysten enn i innlandet. Det samme mønsteret ser en og i Altavassdraget, hvor midlere flom for Kautokeino er klart lavere enn for stasjonene nedstrøms. Dataene fra Kautokeino er imidlertid som tidligere nevnt svært usikre. Også i Målselv er det antydning til det samme. Der er midlere flom for Lille Rostavatn noe lavere enn for Malangsfoss (tabell 4). Men andre forhold som andel innsjøer i nedbørfeltet og hvilke år som ligger til grunn for flomanalysene har selvfølgelig også innvirkning.

For Reisavassdraget er også midlere flom beregnet med bruk av regionale flomformler (Wingård 1978 og Sælthun 1997). Formler og feltparametere som er benyttet som inngangsdata ved disse beregningene ligger vedlagt bak i rapporten. De to ulike formelsettene gir flomverdier på 200 – 300 l/s km² i Reisaelva og 330 – 350 l/s km² i Kildalselva. Også formlene gir økte spesifikke flomverdier nedover vassdraget.

Tabell 4

Midlere flom, det er døgnmidler som er gitt.

Stasjon	Antall år	Areal (km ²)	Midlere flom (m ³ /s)	Midlere flom (l/s km ²)	Effektiv Sjøprosent
196.11 L. Rostavatn	40	648	137	212	-
196.35 Malangsfoss	64	3118	702	225	0,1
204.1 Solli	34	415	131	314	-
205.3 Skibotn bru	9	724	159	219	-
206.3 Mandalen bru	27	199	60	301	-
208.1 Moskudal	19	2263	564	249	-
208.3 Svartfossberget	20	1880	396	210	-
212.2 Stengelsen	52	6362	715	112	-
212.10 Masi	32	5626	654	116	0,2
212.11 Kista	29	6187	797	129	-
212.13 Kautokeino	16	1772	126	71	0,16
212.48 Sagafoss	28	234	57	243	-
213.2 Leirbotnvatn	38	136	44	322	1,24
213.3 Skaidi	18	307	118	383	0,41
223.1 Stabburselv	35	1068	251	235	-
223.2 Lombola	40	878	197	224	0,19
234.18 Polmak	88	14157	1638	116	0,02



Figur 5

Midlere flom, det er døgnmidler som er vist.

Tabell 5**Midlere flom, det er døgnmidler som er gitt.**

Nedbørfelt	V3-1978 l/s km ²	Vår2-1997 l/s km ²
Reisaelva ved Kjelleren	208	267
Reisaelva før samløp med Kildalselva	228	292
Kildalselva	334	352
Reisaelva etter samløp med Kildalselva	239	302
Reisaelva ved utløp	241	301

Ut fra regionale flomformler anvendt på Reisavassdraget og ved sammenligning av flomverdier fra nabovassdrag, antas at observert middelflom ved målestasjonen 208.3 Moskudal er av riktig størrelsesorden. 19 år med data gir en midlere flom på ca. 250 l/s km², dette virker rimelig på tross av den foran nevnte usikkerheten ved datakvaliteten ved stasjonen. Moskudal ligger rett oppstrøms Reisaelva ved Kjelleren.

For Kildalselva gir flomformlene en midlere flom på ca. 340 l/s km². Dette er vesentlig høyere enn verdiene for Reisaelva, men av samme størrelsesorden som for de mer kystnære feltene. Det antas derfor at flomformlene gir et rimelig estimat av middelflom i Kildalselva.

Også nedstrøms Kjelleren er det flere fjellpartier med topper på over 1000 moh. Det antas at smelteflommen fra sidegrenene nedstrøms Kjelleren kommer samtidig som i hovedvassdraget. Samme verdi (340 l/s km²) som for Kildalselva benyttes også for tilsig fra øvrige arealer nedstrøms Kjelleren. For Reisaelva medfører det at midlere spesifikk flom øker fra 250 l/s km² ved Kjelleren til 265 l/s km² ved utløp i fjorden (tabell 6).

Tabell 6**Midlere flom, det er døgnmidler som er gitt.**

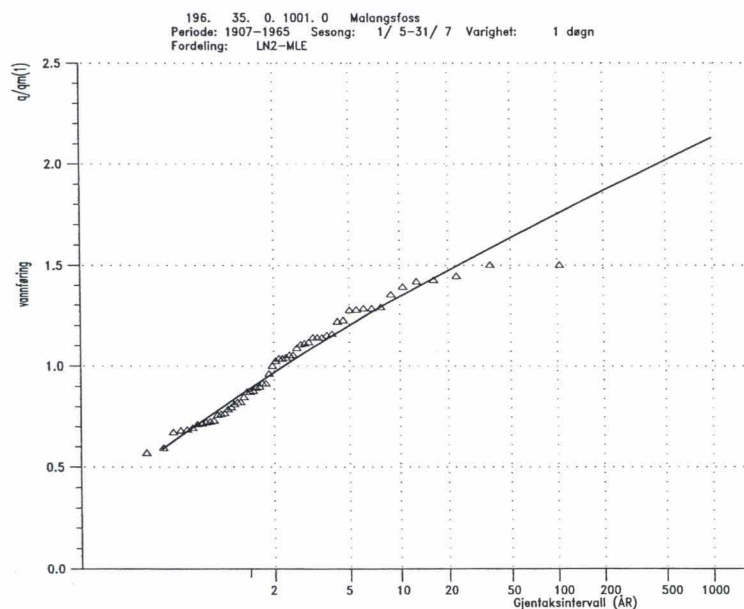
Nedbørfelt	Areal (km ²)	l/s km ²	m ³ /s
Reisaelva ved Kjelleren	2214	250	554
Reisaelva før samløp med Kildalselva	2385	256	612
Kildalselva	239	340	81
Reisaelva etter samløp med Kildalselva	2624	264	693
Reisaelva ved utløp	2659	265	705

5- 500 års flom (døgnmidler)

For bestemmelse av flommer med større gjentakintervall er det utført frekvensanalyser på flomdata fra en rekke vassdrag. Stasjonenes plassering er vist i figur 4. I tillegg er regionale flomfrekvenskurver vurdert (Sælthun 1997 og Wingård 1978). For hver av de analyserte seriene er resultatet fra den statistiske fordelingsfunksjonen som synes å være best tilpasset de observerte flommene gjengitt i tabell 7.

Stasjonene i Reisavassdraget har få år for bestemmelse av sjeldne gjentakintervall. Men frekvensfaktorene for både 208.1 Moskudal og 208.3 Svartfossberget ligger nær både den regionale kurven "Vår 2" og resultatene for stasjonen 196.35 Malangsfoss. "Vår 2" er beregnet for indre deler av Troms og Nordland (Sælthun 1997), mens Malangsfoss er den stasjon i nærheten med størst nedbørfelt og lengst serie som ikke ligger på Finnmarksvidda. I figur 6 er frekvensanalysen for Malangsfoss vist grafisk.

For stasjonene på Finnmarksvidda, som har lavest middelflom, er frekvenskurvene jevnt over brattere enn for de øvrige stasjonene. Dette harmonerer godt med de regionale analysene. Spredningen av frekvenskurvene er illustrert i figur 7. For videre beregninger i Reisavassdraget er det valgt å benytte verdier som ligger nær den regionale kurven "Vår 2". De ligger og nær verdiene som er benyttet i Flomsonekart-prosjektet for Målselvaasdraget (Sværd 2002). Samme frekvensfaktorer er benyttet for både Kildalselva og Reisaelva. De resulterende flomverdiene er gitt i tabell 8.



Figur 6

Flomfrekvensanalyse for Malangsfoss. Det er vårflommer (1/5- 31/7) for årene før regulering som er analysert.

Tabell 7

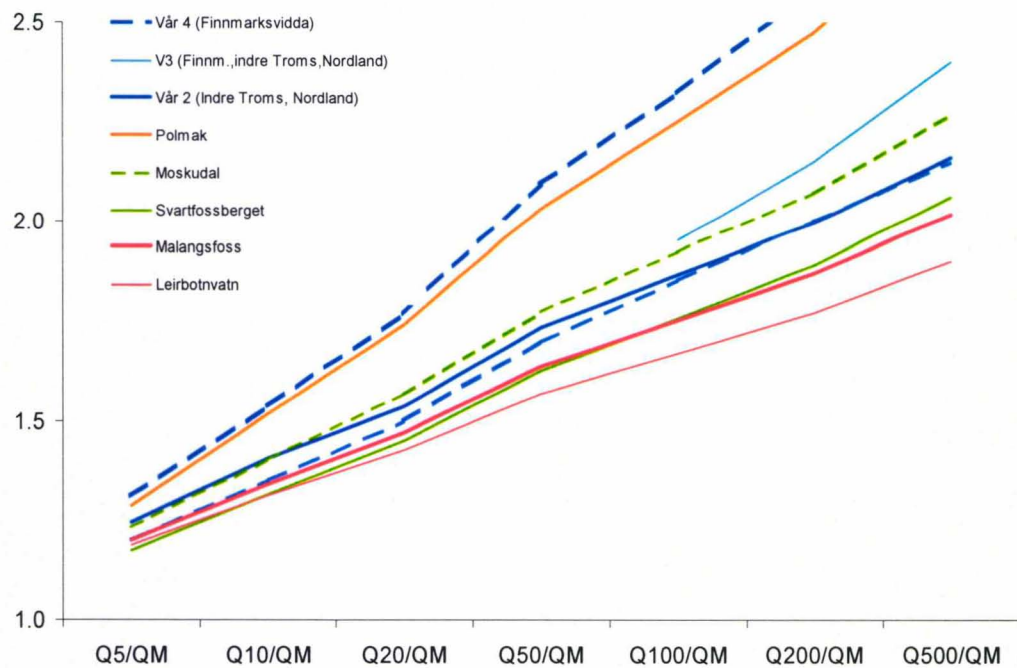
Flomfrekvensanalyser, døgnmidler av vårflommer (1/5-31/7).

Stasjon	Antall år	Fordelings- funksjon	q_M l/s km ²	Q_5 / Q_M	Q_{10} / Q_M	Q_{20} / Q_M	Q_{50} / Q_M	Q_{100} / Q_M	Q_{200} / Q_M	Q_{500} / Q_M
196.11 L. Rostavatn	40	Gam2	212	1.16	1.26	1.34	1.44	1.51	1.57	1.65
196.35 Malangsfoss	58	Ln2	225	1.20	1.34	1.47	1.64	1.75	1.87	2.02
204.1 Solli	34	Ln2	314	1.21	1.36	1.50	1.68	1.80	1.93	2.09
206.3 Mandalen bru	27	Ln2	301	1.20	1.33	1.46	1.61	1.72	1.83	1.97
208.1 Moskudal	19	Ln2	249	1.23	1.40	1.57	1.77	1.92	2.07	2.27
208.3 Svartfossberget	20	Ev1	210	1.17	1.32	1.45	1.63	1.76	1.89	2.06
212.10 Masi	32	Gam2	116	1.28	1.46	1.63	1.84	1.98	2.12	2.29
212.11 Kista	16	Ln2	129	1.16	1.26	1.36	1.47	-	-	-
212.12 Stengelsen	52	Ln3	112	1.30	1.47	1.61	1.78	1.90	2.01	2.15
212.13 Kautokeino	16	Ev1	71	1.35	1.63	1.90	2.25	-	-	-
212.48 Sagafoss	28	Gev	243	1.24	1.41	1.55	1.72	1.83	1.94	2.07
213.2 Leirbotnvatn	38	Ln2	322	1.18	1.31	1.43	1.57	1.67	1.77	1.90
213.3 Skaidi	18	Ln2	383	1.22	1.38	1.53	1.72	-	-	-
223.1 Stabburselv	35	Ln3	235	1.34	1.58	1.79	2.06	2.25	2.43	2.67
223.2 Lombola	40	Gam2	224	1.23	1.38	1.51	1.66	1.77	1.88	2.01
234.18 Polmak	88	Ln2	116	1.28	1.52	1.74	2.03	2.25	2.47	2.78
Regionale kurver "V3- 1978 " (Finnmark, indre deler av Troms og Nordland)								1.95	2.15	2.40
Regionale kurver "Vår 2-1997" (Indre deler av Troms og Nordland)				1.24	1.41	1.54	1.73	1.86	2.00	2.16
Regionale kurver "Vår 4-1997" (Finnmarksvidda)				1.31	1.54	1.77	2.09	2.32	2.58	2.88
Valgt for Reisavassdraget				1.2	1.35	1.5	1.7	1.85	2.00	2.15

Tabell 8

Flomverdier i Reisavassdraget . Det er døgnmidler som er gitt.

	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Reisaelva ved Kjelleren	554	664	747	830	941	1024	1107	1190
Reisaelva før samløp med Kildalselva	612	734	826	918	1040	1132	1223	1315
Kildalselva	81	98	110	122	138	150	163	175
Reisaelva etter samløp med Kildalselva	693	832	935	1039	1178	1282	1386	1490
Reisaelva ved utløp	705	846	952	1057	1198	1304	1410	1515



Figur 7

Flomfrekvenskurver for stasjonene 208.1 Moskudal og 208.3 Svartfossberget i Reisavassdraget, 196.35 Malangsfoss i Målselv, 213.2 Leirbotnvatn i Leirbotnelv og 234.18 Polmak i Tana. De regionale kurvene er hentet fra Wingård 1978 (V3) og Sælthun 1997 (Vår 2 og Vår 4).

5. Kulminasjonsverdier

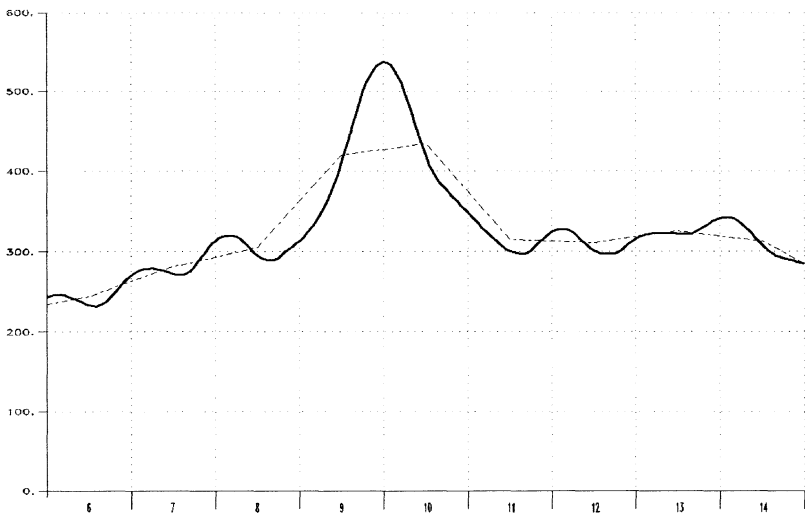
Kulminasjonsvannføringen kan være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Det er derfor bestemt et forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring for de ulike punktene i vassdraget.

For målestasjonen 208.3 Svartfossberget er slike forholdstall beregnet ved hjelp av data med fin tidsoppløsning fra de siste årene. I tabell 9 er det gitt en oversikt over kulminasjonsvannføringer og døgnmidler ved denne målestasjonen i årene 1994 til 2001. For enkelthendelsene varierer forholdstallet mellom kulminasjonsverdien og døgnmidlet fra 1,05 til 1,5 og med et gjennomsnitt på ca. 1,2. Forløpet av vårflommen i 1996, som har den høyeste kulminasjonsverdien etter at findata er tilgjengelig på databasen er vist i figur 8.

Tabell 9

Vårflommens kulminasjon og døgnmiddel ved 208.3 Svartfossberget 1994-2001.

Dato	Døgnmiddel (m ³ /s)	Kulmin. (m ³ /s)	Q _{mom} /Q _{døgn}	Dato	Døgnmiddel (m ³ /s)	Kulmin. (m ³ /s)	Q _{mom} /Q _{døgn}
15/6-94	244	288	1.18	23/6-98	243	266	1.09
7/6-95	457	507	1.11	13/6-99	417	483	1.16
10/6-96	435	537	1.23	27/6-00	349	520	1.49
16/6-97	473	499	1.05	10/6-01	394	432	1.10



Figur 8

Vannføring i Reisaelva ved 208.3 Svartfossberget 6 – 14 juni 1996. Hel strek viser timesverdier og stiplet strek døgnmidler. Flommen kulminerte med 537 m³/s, mens høyeste døgnmiddel var 435 m³/s.

Figur 8 illustrerer også det at døgnmiddelet, som er knyttet til kalenderdøgn, kan være svært forskjellig fra høyeste 24-timers middel. Flommen i 1996 kulminerte natten mellom 9 og 10 juni. Beregnet døgnmiddel for 10 juni er 436 m³/s, mens høyeste 24-timers verdi er 491 m³/s.

Den største flommen som er registrert ved 208.3 Svartfossberget var 28 mai 1984 med en døgnmiddelvannføring på 655 m³/s. Limnigrammet (grafisk registrering av vannstanden) fra den gangen viser at vannføringen da kulminerte på 678 m³/s, som er 4 % høyere enn døgnmiddelet.

Observasjonene ved målestasjonen 208.1 Moskudal ble gjort ved avlesning av vannstand en gang pr dag. Slik at fra denne stasjonen har vi ingen informasjon om kulminasjonsverdier.

I "Bønsnes og Roald 1994" er det gitt regresjonsligninger hvor forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring kan beregnes ut fra feltparametere. To av målestasjonene (Masi og Manndalen bru) som er benyttet i flomanalysene for Reisavassdraget, er med i grunnlaget for regresjonsligningene. I tabell 10 er observerte og beregnede forholdstall for disse to stasjonene gitt.

Tabell 10

Observerte og beregnede forholdstall mellom momentanflom og døgnmiddelflom. De observerte verdiene er gjennomsnitt for en årrekke.

	Målestasjon	Areal	Eff. Sjø %	Q _{mom} /Q _{døgn} – vår	
				Observert	Beregnet
212.10	Masi	5693	0.2	1.01	1.03
206.3	Manndalen bru	199	0.0	1.18	1.33

Formelen for vårflommer er:

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

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent.

For Reisavassdraget gir formlene et forholdstall på 1,25 for Kildalselva og 1,12 for Reisaelva. I de videre beregningene er det valgt å benytte 1,2 som representativt forholdstall for hele vassdraget. Og det er også forutsatt at Reisaelva og Kildalselva kulminerer samtidig. De resulterende kulminasjonsvannføringene er gitt i tabell 11.

Tabell 11

Flomverdier i Reisavassdraget . Det er kulminasjonsverdier som er gitt.

	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Reisaelva ved Kjelleren	664	797	897	996	1129	1229	1329	1428
Reisaelva før samløp med Kildalselva	734	881	991	1101	1248	1358	1468	1578
Kildalselva	98	117	132	146	166	180	195	210
Reisaelva etter samløp med Kildalselva	832	998	1123	1247	1414	1538	1663	1788
Reisaelva ved utløp	846	1015	1142	1269	1438	1565	1692	1819

Ut fra dette vil en 10-års flom i Reisavassdraget øke fra ca. 900 m³/s ved Kjelleren til drøyt 1100 m³/s etter samløp med Kildalselva. Mens en 500- års flom vil øke fra omkring 1400 m³/s ved Kjelleren til nesten 1800 m³/s etter samløp med Kildalselva.

I beregningene er det antatt at det ikke er flomtap fra Stuora Mållesjav'ri. Ved middelflom er tilsiget i løpet av et døgn ca. 16 m³/s (340 l/s km²) og ved en 500-års flom omtrent det dobbelte. 16 m³/s i et døgn tilsvarer en vannmengde på 1,4 mill m³ eller en drøy halvmeter vannstandsstigning i Stuora Mållesjav'ri. I visse situasjoner, som for eksempel hvis inntakssjakten i magasinet er blokkert, det har gått ras i overføringstunnelen eller vannstanden er nær HRV ved starten av en storflom, vil en sannsynligvis kunne få noe flomtap. Men betydningen for flomvannføringen i Reisaelva er marginal.

På den annen side er det antatt at reguleringene i Kildalselva ikke medfører noen reduksjon av flommene i vassdraget, og at flommene kulminerer samtidig i både Kildalselva og Reisaelva.

6. Observerte flommer

De fem største flommene (døgnmidler) som er registrert i Reisavassdraget ved målestasjonene 208.1 Moskudal og 208.3 Svartfossberget er gitt i tabell 12. Vannføringen ved Moskudal ble registrert en gang pr døgn. Slike daglige vannstandsavlesninger betraktes å representere et døgnmiddel, men kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det reelle døgnmiddelet. Ved de nyere målingene fra Svartfossberget, er registrerende utstyr tatt i bruk, slik at her er det reelle døgnmidler som er oppgitt.

Den største vannføringen som er registrert i Reisavassdraget er på 1055 m³/s. Det var 22 juni 1934. Vannføringen ble da registrert en gang pr døgn ved målestasjonen 208.1 Moskudal. Ved denne episoden var det regn og omkring 14 °C (observatørens notater). Hvis en antar at registreringen ble foretatt i nærheten av kulminasjonstidspunktet, gir det et gjentaksintervall på 20 – 50 år for denne flommen.

I 1934 var ikke Stuora Mållesjav'ri regulert. Det er sannsynlig at avløpet fra det feltet var 20-30 m³/s under den flomepisoden.

Tabell 12

De fem største flommene (døgnmidler) ved 208.1 Moskudal og 208.3 Svartfossberget.

208. 1 Moskudal		208.3 Svartfossberget	
Dato	Døgnmiddel (m ³ /s)	Dato	Døgnmiddel (m ³ /s)
22/6-34	1055	28/5-84	655
5/6-38	764	15/6-97	473
23/6-27	723	7/6-95	457
14/6-22	666	23/5-86	453
24/6-35	639	10/6-89	450

I både 1996 og år 2000 kulminerte imidlertid vannføringen i Reisaelva ved Svartfossberget med en vannføring som var over 500 m³/s (se tabell 9). Men døgnmidlene disse to årene er mindre enn for flommene i tabell 12.

I henhold til beregningene i denne rapporten, har den største registrerte flommen ved 208.3 Svartfossberget et gjentaksintervall for døgnmiddelet på bortimot 50 år, mens kulminasjonsverdien har et gjentaksintervall på 10 – 20 år.

7. Kalibreringsvannføringer

Til kalibrering av vannlinjeberegningene i Reisavassdraget er det ønske om vannføringsdata for følgende tidspunkt i år 2000:

- 6. juni kl 1400-1600
- 27 juni (flomtopp)
- 29. juni 1225-1415

Vannføringen i Reisavassdraget er kun registrert ved målestasjonen 208.3 Svartfossberget for de aktuelle tidspunktene. Vannføringen ved målestasjonen fra mai til juli år 2000 er vist i figur 9.

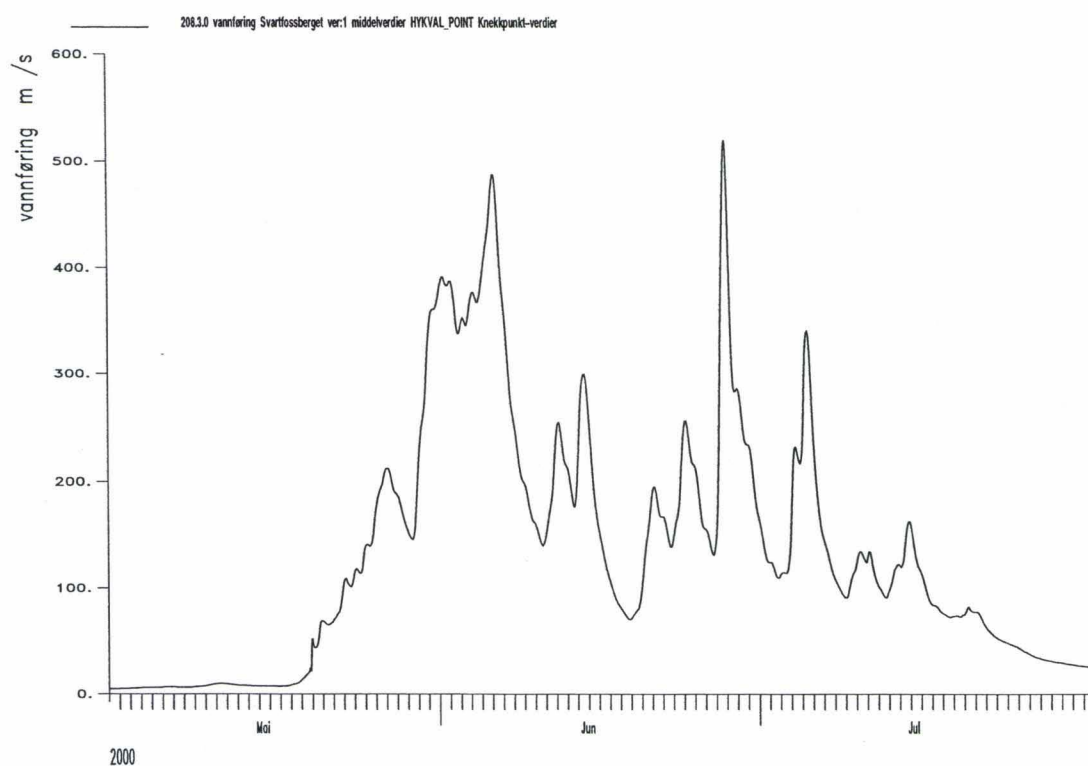
I Kildalen er det ingen registrerte vannføringer, men Kildalen kraftverk gikk med full kapasitet, det vil si ca. 5 m³/s (Idar Hansen, Nord Troms Kraftlag), de aktuelle datoene. Etter 30 mai og gjennom hele sommeren var det overløp over dammen. Det betyr at Kildalselva kan betraktes som tilnærmet uregulert ved de aktuelle datoene.

6 juni klokken 14 var vannføringen ved Svartfossberget 438 m³/s, klokken 16 hadde vannføringen sunket til 421 m³/s. 430 m³/s antas som et representativt middel for disse timene. Vannføringen hadde vært oppe i 488 m³/s klokken 05 om morgenen. Lenger ned i vassdraget må en regne med at vannføringen kulminerte noe senere.

I løpet av 20 timer den 27 juni økte vannføringen fra ca. 150 m³/s til 520 m³/s ved Svartfossberget. Vannføringen kulminerte 27 juni klokken 22. 29 juni klokken 12- 14 var vannføringen sunket til ca. 250 m³/s.

Registreringene ved Svartfossberget alene er et noe spinkelt grunnlag for å beregne kalibreringsvannføringer for de strekningene det skal gjøres vannlinjeberegninger for. For det første er det lite sannsynlig at en for en gitt dato kan skalere observasjonene fra et punkt i vassdraget til å gjelde alle de øvrige. For eksempel vil variasjoner i nedbør og snødekning i vassdraget kunne gi lokalt stor variasjon i avrenning. For det andre er det en viss transporttid fra Svartfossberget og nedover i vassdraget, som medfører at fluktuasjonene ved Svartfossberget er noe forsinket nedstrøms.

Som et grovt anslag er likevel observasjonene fra Svartfossberget benyttet. Vannføringen er deretter skalert til å gjelde de øvrige punktene i vassdraget under den forutsetning at forholdet mellom spesifikk vannføring på de ulike punktene er som beregnet ved midlere flom (jmf. tabell 6). Det er ikke tatt hensyn til tidsforsinkelser i vassdraget, usikkerheten i den er sannsynligvis langt mindre enn i selve skaleringen. Resultatet er gitt i tabell 13 og tabell 14.



Figur 9

Vannføring i Reisaelva ved målestasjonen 208.3 Svartfossberget i mai - juli 2000.

Tabell 13

Vannføring i l/s km² på utvalgte punkter i Reisavassdraget i juni 2000. Alle vannføringene er basert på skalering av observasjonene ved Svartfossberget.

	Areal	Middel- flom (døgn)	6/6 kl. 14-16	27/6 kl. 22	29/6 kl. 12-14
	km ²	l/s km ²	l/s km ²	l/s km ²	l/s km ²
208.3 Svartfossberget	1880	210	229	277	133
Reisaelva ved Kjelleren	2214	250	272	329	158
Reisaelva før samløp med Kildalselva	2385	256	279	338	162
Kildalselva	239	340	370	448	215
Reisaelva etter samløp med Kildalselva	2624	264	288	348	167
Reisaelva ved utløp	2659	265	289	349	168

Tabell 14

Vannføring i m³/s på utvalgte punkter i Reisavassdraget i juni 2000. Alle vannføringene er basert på skalering av observasjonene ved Svartfossberget.

	Areal	Middel- flom (døgn)	6/6 kl. 14-16	27/6 kl. 22	29/6 kl. 12-14
	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
208.3 Svartfossberget	1880	396	430	520	250
Reisaelva ved Kjelleren	2214	554	603	729	351
Reisaelva før samløp med Kildalselva	2385	612	666	806	387
Kildalselva	239	81	89	107	51
Reisaelva etter samløp med Kildalselva	2624	693	755	913	439
Reisaelva ved utløp	2659	705	768	928	446

8. Usikkerhet

Det er betydelig usikkerhet i de beregnede flomverdiene. Dette gjelder både ved beregning av middelflom, i frekvenskurvene og ved omregning fra døgnmidler til kulminasjonsverdier.

Usikkerheten skyldes en rekke forhold. For det første er det usikkerhet knyttet til "observert vannføring". Vannstander observeres, deretter omregnes disse ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og fysiske målinger av vannføring ute i elven. Ofte er de største flomvannføringene beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer.

For stasjonen 208.1 Moskudal er det for eksempel et avvik på 20-30 % mellom vannføringskurven og de høyeste vannføringsmålingene. Men ved sammenligning av flomdata fra Moskudal med observasjoner fra andre stasjoner og regionale flomformler er det likevel antatt at flomverdiene for Moskudal er relativt pålitelige.

En annen faktor som fører til usikkerhet i data, er at Hydrologisk avdelings database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er alle flomvannføringer derfor noe underestimerte, fordi største 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

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

Dernest har en ikke observasjoner fra alle deler av vassdraget, slik som Kildalselva og de nedre delene av Reisvassdraget. Flomverdiene her er da i hovedsak basert på regionale flomformler.

Denne usikkerheten i grunnlagsdataene tar en med seg i de videre analysene.

For frekvensverdiene er det forsøkt å kvantifisere usikkerheten ved såkalt "bootstrapping". Til dette er 58 år (1908-65) med data fra 196.35 Malangsfoss benyttet. Metoden kan illustreres ved at de 58 flomverdiene fra Malangsfoss puttes i en hatt. Deretter trekkes det 58 tilfeldige flomverdier fra hatten, alle verdier som er trukket puttes opp i hatten igjen. Det medfører at det er en sjanse på ca. 1 : 10.000 for at den høyeste verdien blir trukket ut 2 ganger, mens det er en sannsynlighet på 36 % for at den ikke blir med i det hele tatt. Den resulterende serien med 58 verdier utføres det så frekvensanalyse på. For Malangsfoss er dette gjentatt 100 ganger, spredningen av de 100 frekvenskurvene gir da et estimat på usikkerheten. Det ga en usikkerhet for 5-årsflommen på ca. 5 %, økende til ca. 10 % for 500-års flommen.

Å kvantifisere total usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn. Anslagsvis må en regne med en usikkerhet på i størrelsesorden 30 % i

de beregnede flomverdiene. Hvis disse flomberegningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil disse gis klasse 2.

Avslutningsvis er flomverdiene sammenlignet med tidligere flomberegninger i Reisavassdraget. For Kildalen dam er det beregnet flommer med hensyn på damsikkerhet (Carlsen 1994). Nedbørfeltet til Kildalen dam er 168 km^2 , mens for hele Kildalselva er det 239 km^2 .

For Kildalen dam er det regnet med en midlere flom i løpet av et døgn på 392 l/s km^2 , mens det i disse beregningene er benyttet 340 l/s km^2 for hele Kildalselva. I begge beregningene er midlere flom basert på regionale flomformler. Forskjellen skyldes i hovedsak ulik effektiv sjøprosent for de to feltene, $0,044 \%$ for Kildalen dam (antageligvis er ikke magasinet med i beregningen) og $0,29 \%$ for Kildalselva.

For 1000-års flom er det beregnet et avløp tilsvarende ca. 920 l/s km^2 fra Kildalen dam, mens det i disse beregningene er beregnet et avløp fra hele Kildalselva på ca. 880 l/s km^2 ($210 \text{ m}^3/\text{s}$) ved en 500-års flom. Beregningene synes å være i rimelig overensstemmelse.

Referanser

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

Aune, Bjørn 1993; Temperaturnormaler, normalperiode 1961-1990. DNMI, Klima 02/93.

Carlsen, Arne J. 1994; Nord Troms Kraftlag. Flomberegning Kildalen dam. Berdal Strømme, revidert rapport nov. 1994.

Bønsnes, Truls og Roald, Lars 1994: Regional flomfrekvensanalyse. Sambandet mellom momentanflom og døgnmiddelflom. Rapport 1-1994, NVE.

Førland, Eirik 1993; Nedbørnormaler, normalperiode 1961-1990. DNMI, Klima 39/93.

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

Spikkeland, Ole Kristian 1995: Sammenstilling av verneverdier og brukerinteresser. Ognå, Årgårdsvassdraget, Alsvågsvassdraget, Reisavassdraget/Raisædno og Lakselva/Lævdnjajåkka. NVE- Publikasjon nr. 16 –1995.

Sværd, Roger 2002; Flomberegninger for Målselvassdraget (196.Z). Flomsonekartprosjektet, dokument nr. 21-2001.

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

VEDLEGG

Regionale flomformler:

Wingård 1978:

V3 $Q_M = 14.0 * Q_N^{0.576} * (A_{SF} + 1)^{0.350} * (A_{SE} + 0.01)^{-0.117} * (A/L_F)^{-0.239}$

Sælthun 1978

Vår2 $\ln Q_M = 0.093 \ln S_T - 0.0820 \ln A_{SE} + 0.028 \ln A_{SF} + 0.51 \ln Q_N - 3.32$

Reisavassdraget

Feltparametere	Areal km2	Sjø% As %	Eff.sjø% Ase %	Snaufjell% Asf %	Feltakse Lf km	Lengde hovedelv Le km	Høydediff. hovedelv delta-H m	Gradient hovedelv St m/km	Normalavløp Qn mill m3/år	Normalavløp Qn m3/s	Normalavløp Qn l/s km2
Stuora Mållesjav'ri	46	5.0							38.2	1.21	26
Reisaelva ved Kjelleren	2214	2.5	0.03	66	84	115	602	5.2	1190	37.7	17
Reisaelva før samløp Kildalselva	2385	2.4	0.02	66	92	130	748	5.8	1405	44.6	19
Kildalselva	239	2.3	0.29	84	28	39	958	24.6	237	7.5	32
Reisaelva etter samløp Kildalselva	2624	2.4	0.02	73	92	130	748	5.8	1643	52.1	20
Reisaelva ved utløp	2659	2.4	0.02	73	96	134	758	5.7	1665	52.8	20
Sum Reisavassdraget	2705	2.4	0.02	73	96	134	758	5.7	1703	54.0	20

Reisavassdraget - flomformler (l/s km2)

Midlere flom	V3 l/s km2	Vår 2 l/s km2
Reisaelva ved Kjelleren	208	267
Reisaelva før samløp Kildalselva	228	292
Kildalselva	334	352
Reisaelva etter samløp Kildalselva	239	302
Reisaelva ved utløp	241	301
Sum Reisavassdraget	240	302

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

Utgitt i Dokumentserien i 2002

- Nr. 1 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Moisåna ved Moi (026.BZ).
Flomsonekartprosjektet (28 s.)
- Nr. 2 Stein Beldring, Lars A. Roald, Astrid Voksø: Avrenningskart for Norge
Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990 (49 s.)
- Nr. 3 Inger Sætrang: Statistikk over tariffer i regional- og distribusjonsnettet 2002 (60 s.)
- Nr. 4 Bjarne Kjøllmoen: Langfjordjøkelen i Vest-Finnmark. Glasiohydrologiske undersøkelser (35 s.)
- Nr. 5 Turid-Anne Drageset: Flomberegning for Skoltefossen i Neidenvassdraget (026.BZ).
Flomsonekartprosjektet (16 s.)
- Nr. 6 Erik Holmqvist: Flomberegning for Reisavassdraget (208.Z).
Flomsonekartprosjektet (28 s.)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 Oslo

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