NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

VASSDRAGSDIREKTORATET

HYDROLOGISK AVDELING

FLOMBEREGNING FOR RINGEDALSVATN

OPPDRAGSRAPPORT

11 - 89

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

OPPDRAGSRAPPORT 11-89

Rapportens tittel:	Dato: 1989-08-09
FLOMBEREGNING FOR RINGEDALSVATN	Rapporten er: Åpen
	Opplag: 15

Saksbehandler/Forfatter:	Ansvarlig:
Sverre Krog Kontoret for Overflatehydrologi	Kjell Hegge

Oppdragsgiver:

ING. CHR.F. GRØNER A/S PÅ VEGNE AV A/S TYSSEFALDENE

Sammendrag:

Flomberegning er utført for dammen ved utløpet av Ringedalsvatn, beliggende i Tysso øst for Sørfjorden i Hardanger. "Forskrifter for dammer" er lagt til grunn for beregningene, som baseres hovedsakelig på metode beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport nr. 2-83 "Hydrologiske modell for flomberegninger". De benyttede verdier for ekstrem nedbør er angitt av Det Norske Meteorologiske Institutt.

På bakgrunn av beregningsresultatene settes flommen til følgende verdier:

Dimensjonerende avløpsflom	360 m^3/s
Flomstigning	2,80 m
Påregnelig maksimal avløpsflom	790 m^3/s
Flomstigning	4,70 m

Flomstigningen refererer seg til vannstand over flomløpsterskel (HRV).

Oksla kraftverk forutsettes å være ut av drift under flommen. Det samme gjelder pumpestasjonen som bringer Vetlevatns lokaltilsig opp i Ringedalsvatn.

FORORD

"Forskrifter for dammer" ble fastsatt ved kongelig resolusjon av 14. november 1980 og gjort gjeldende fra 1. januar 1981. Kapittel 7 i forskriftene beskriver de flomberegninger som skal utføres i forbindelse med dammer.

Det er Hydrologisk avdeling som utfører de fleste slike flomberegninger. Hydrologisk avdeling vil også kontrollere og godkjenne flomberegninger som er utført av andre.

Foreliggende rapport beskriver fremgangsmåten og gir resultatene av en flomberegning bestilt av ing. Chr. F. Grøner A/S på vegne av A/S Tyssefaldene.

Beregningen gjelder dam ved utløpet av Ringedalsvatn i Odda kommune i Hordaland.

Oslo, august 1989

Arne Tollan
avdelingsdirektør

INNHOLD

		Side
1.	OPPDRAG	3
2.	BELIGGENHET	3
3.	BESKRIVELSE AV REGULERINGSSYSTEMET	6
4.	DATA	6
5.	MULIGE BEREGNINGSMETODER	6
6.	BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM VED HJELP AV HYDROLOGISK MODELL	7
6.1	Nedbørforløp	7
6.2	Felt- og modellparametre	8
6.3	Beregningens gang	9
6.4	Diverse beregningsforutsetninger	9
6.5	Beregningsresultater	10
7.	BEREGNING AV PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM (PMF)	15
7.1	Nedbørforløp	15
7.2	Snøsmelting	15
7.3	Nedbør + snøsmelting	16
7.4	Beregningens gang	16
7.5	Beregningsresultater	16
8.	BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM VED HJELP AV FREKVENSANALYSE AV FLOMMER I NÆRLIGGENDE VASSDRAG	21
9.	BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM VED HJELP AV REGIONALE FLOMFORMLER	21
9.1	Vårflom	21
9.2	Høstflom	22
10.	VURDERING AV BEREGNINGSRESULTATENE	22
10.1	Dimensjonerende flom	22
10.2	Påregnelig maksimal flom (PMF)	23
11.	LITTERATUR	24

1. OPPDRAG

Ing. Chr.F. Grøner A/S ber i brev av 25.3.85 om å få beregnet avløpsflommen fra Ringedalsvatn. I samsvar med kravene i "Forskrifter for dammer" må det da beregnes to flomverdier, nemlig:

a) Dimensjonerende flom (q_{DIM})
b) Påregnelig maksimal flom (PMF)

2. BELIGGENHET

Ringedalsvatn ligger like øst for Sørfjorden i Hardanger. Det er det nederste av en rekke større og mindre vann i vassdraget Tysso, som har sitt utløp ved Tyssedal. Stedet er grovt avmerket på fig. 1.

Fig. 2 viser Ringedalsvatns plassering på kart i større målestokk. Her er også de hydrometriske stasjoner i området avmerket.

På fig. 3 er Ringedalsvatns naturlige nedbørfelt inntegnet.

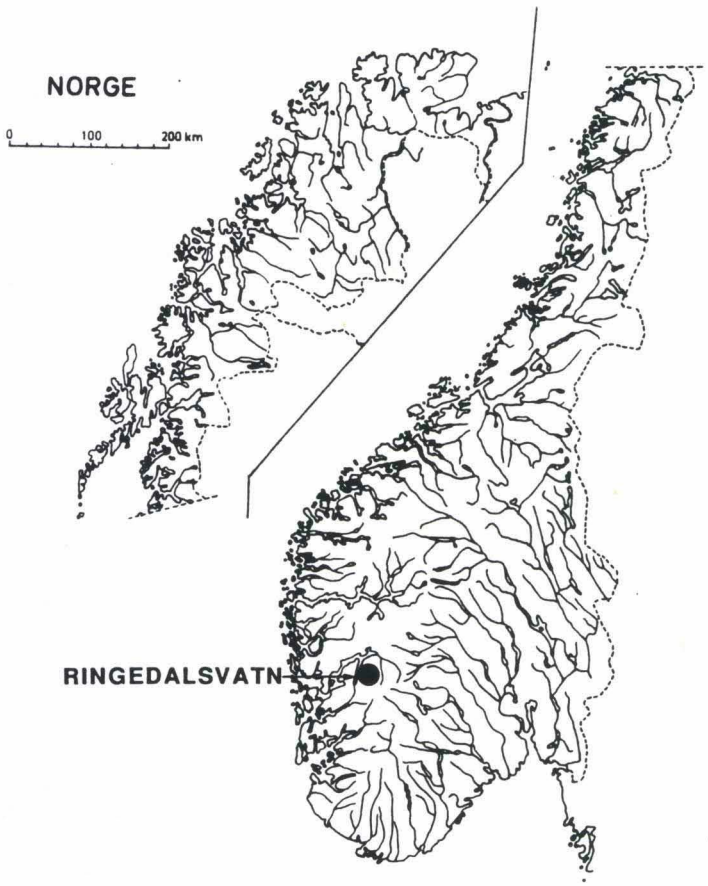

Fig. 1. Ringedalsvatns beliggenhet.

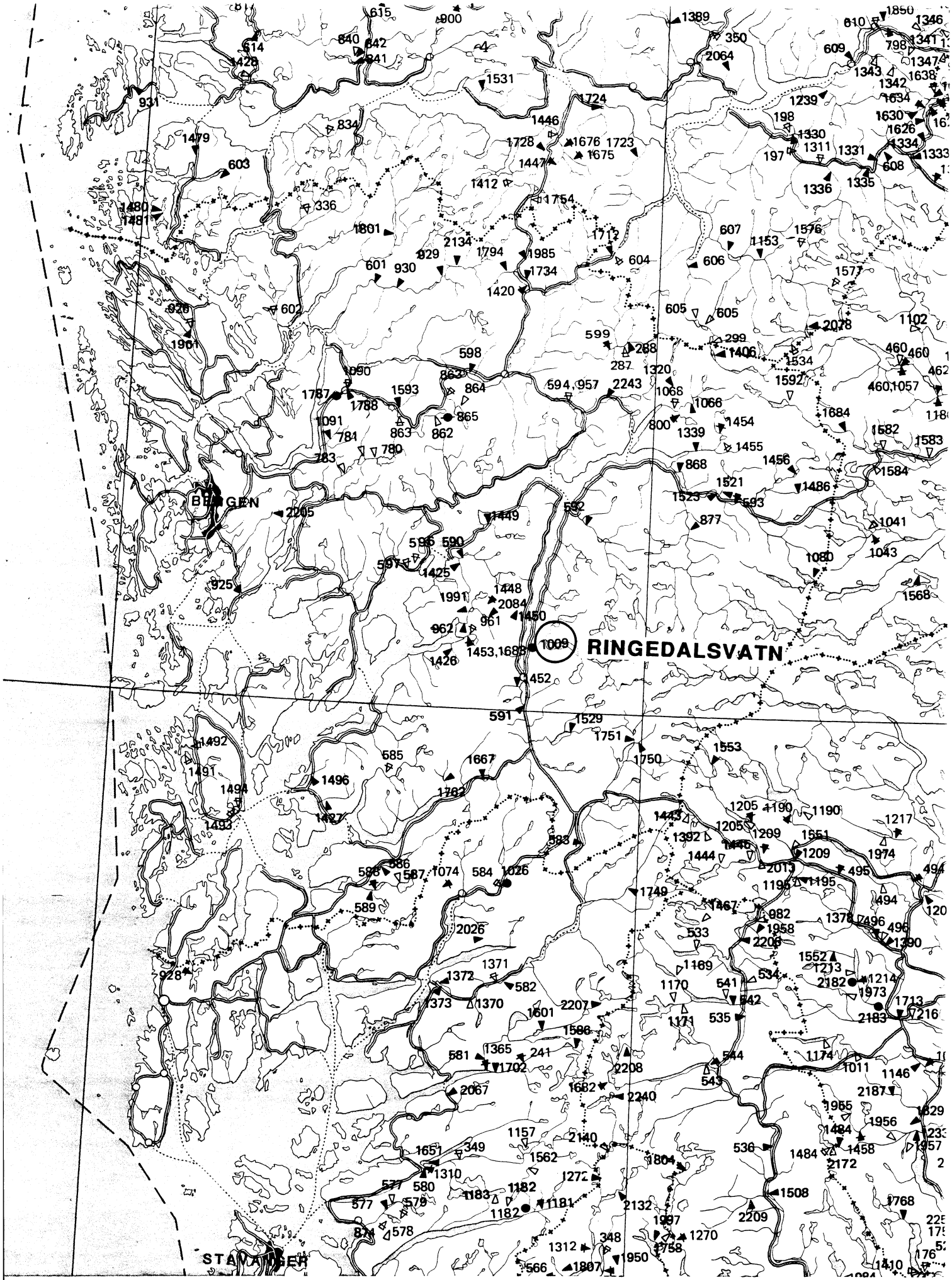

Fig. 2. Hydrometriske målestasjoner i området.

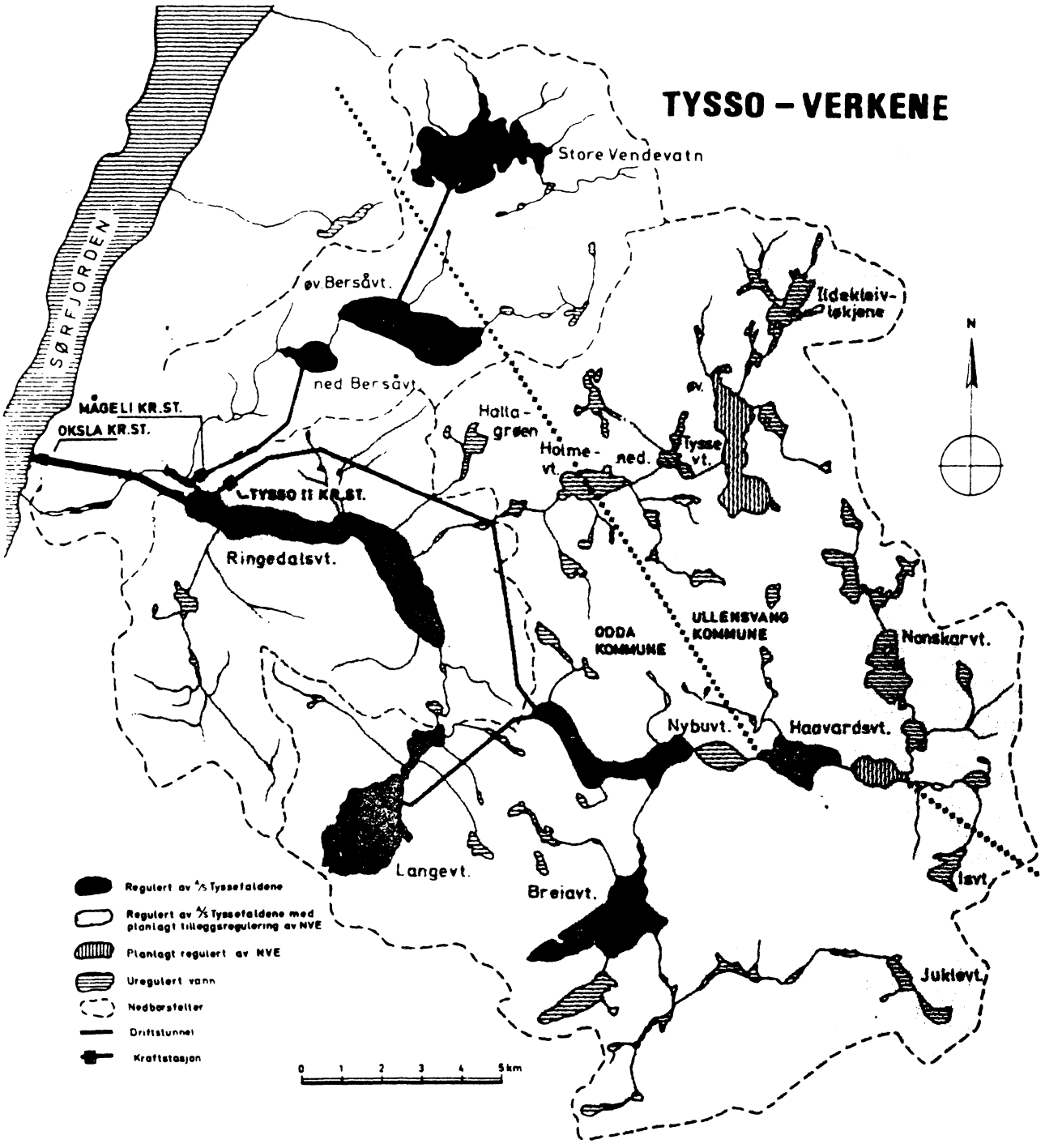

Fig. 3. Ringedalsvatns nedbørfelt, samt oversikt over kraft-utbyggingen.

3. BESKRIVELSE AV REGULERINGSSYSTEMET

Det finnes ingen overføringer til eller fra nabovassdrag. Ringedalsvatn får således tilløp kun fra sitt naturlige nedbørfelt, som er på 340 km^2.

Vassdraget er sterkt regulert, idet fem betydelige magasiner (Langevatn, Breiavatn, Håvardsvatna, Nibbebøl og Øvre Tyssevatn) har sitt avløp til Ringedalsvatn. Disse magasiner utnyttes samlet i kraftverket Tysso II, ved hjelp av en takrenne.

Fallet mellom Ringedalsvatn og sjøen utnyttes i kraftverket Oksla, som ligger ved Sørfjorden.

Reguleringssystemet er vist på fig. 3.

4. DATA

I nedenstående tabell er angitt de data beregningen bygger på. Nedbørfeltenes arealer gjelder de enkelte magasiners egne delfelter. Alle tall, unntatt spesifikt avløp, er oppgitt av ing. Grøner. Spesifikt avløp er tatt fra vårt nye isohydatkart.

Magasin	Felt km^2	Spesifikt avløp $l/s \cdot km^2$	Sjøareal ved HRV km^2	Lengde av fast overløp m
Langevatn	32,0	78	6,4	38
Breiavatn	62,0	73	3,5	Nat. utløp
Ø. Tyssevatn	34,0	62	2,4	65
N. Håvardsvatn	68,0	63	6,5	45
Nibbehøl	28,0	73	1,6	91
Ringedalsvatn	115,7	73	7,1	41
Sum	339,7			

5. MULIGE BEREGNINGSMETODER

Ved beregning av dimensjonerende flom er følgende tre metoder aktuelle:

a) Flomberegning basert på nedbørverdier, slik som beskrvet i Hydrologisk avdelings rapport nr. 2-83 "Hydrologisk modell for flomberegninger".

b) Flomfrekvensanalyse basert på observasjoner i nærliggende vassdrag.

c) Benyttelse av regionale flomformler, angitt i Hydrologisk avdelings rapport nr. 2-78 "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag".

I det følgende vil vi, for sammenligningens skyld, benytte alle tre metoder, i samme rekkefølge som ovenfor angitt. Dette gjelder imidlertid kun dimensjonerende flom. Ved beregning av PMF kan bare den første av disse metoder benyttes.

6. BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM VED HJELP AV HYDROLOGISK MODELL

6.1 Nedbørforløp

Som beskrevet i rapport nr. 2-83 bygger beregningen på nedbørverdier, samt diverse felt- og modellparametre.

Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI) oppgir på forespørsel følgende påregnelige nedbørverdier for et fiktivt representativt punkt i Ringedalsvatns nedbørfelt:

Antall timer (n)	12	24	48	72	96	120
M 1000 (mm)	140	185	240	275	315	355
PMP (mm)	225	295	385	440	500	565
Arealreduksjonsfaktor	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96

M 1000 er nedbørverdier med 1000 års gjentaksintervall, mens PMP er påregnelig maksimal nedbør.

Arealreduksjonsfaktoren er den faktor punktverdiene må multipliseres med for å få arealnedbøren over feltet.

Ovenstående tabells tall for M-1000 gjelder årsverdier. Vi antar imidlertid at høstnedbør vil være den kritiske situasjon for Ringedalsvatn. Ifølge DNMI kan 24-timersnedbøren (M 1000) da reduseres fra 185 mm til 175 mm. For andre varigheter er det angitt faktorer som 24-timersnedbøren kan multipliseres med for å finne den aktuelle nedbørhøyde. For høstnedbør får vi således følgende tabell:

Antall timer (n)	12	24	48	72	96	120
Nedbørforholdstall						
n timer/24 timer	0,77	1,00	1,31	1,49	1,70	1,92
M 1000 (mm)	135	175	230	260	300	335

Ut fra dette velger vi å basere dimensjonerende flom på følgende antatte nedbørforløp:

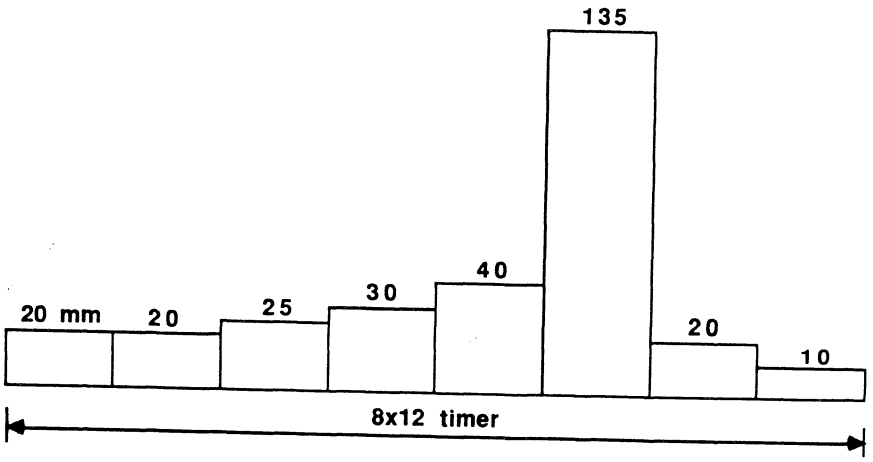

Fig. 4. Nedbørforløp ved dimensjonerende flom. Under beregningen reduseres nedbørverdiene med arealreduksjonsfaktoren 0,95 (se foran).

Naturligvis kan det forekomme snøsmelting i feltet samtidig med høstregn. Vi mener imidlertid at det vil være for ugunstig å forutsette smelting samtidig med 1000-års nedbør. Denne situasjon vil utvilsomt ha et gjentaksintervall på langt over 1000 år. Vi velger derfor å basere beregningen av dimensjonerende flom på 1000-års høstnedbør uten snøsmelting.

Startvassføringen (tilløp til Ringedalsvatn) settes til 25 m^3/s (≈ feltets middelavløp).

6.2 Felt- og modellparametre

Som foran nevnt utføres beregningen etter metode beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport nr. 2-83. Herunder benyttes programmet "PQRUT". Dette er et omfattende og velanvendelig program som kan brukes til en rekke oppgaver, f.eks. beregning av flomavløp ut fra nedbørforløp, routing av tilløpsflommer gjennom sjøer med naturlig eller kunstig utløpsprofil, skalering av tilløpsserier, routing av flommer gjennom tunneler med begrenset kapasitet, samt en rekke andre oppgaver.

Når program PQRUT skal benyttes, må enkelte felt- og modellparametre beregnes (se rapport 2-83). For delfeltene får vi følgende verdier:

Delfelt	H_L m/km	A_{SE} %	K_I $time^{-1}$	T mm	K_2 $time^{-1}$
Langevatn	31,0	0,094	0,1360	27,4	0,0311
Breiavatn	15,0	0,71	0,0594	35,3	0,0183
Ø. Tyssevatn	8,7	1,91	0,0260	47,7	0,0127
N. Håvardsvatn	14,7	1,04	0,0522	34,5	0,0169
Nibbehøl	17,3	0,49	0,0718	32,8	0,0205
Ringedalsvatn	17,2	0,51	0,0708	33,0	0,0203

6.3 Beregningens gang

Nedbøren antas å falle på hele Ringedalsvatns totalfelt samtidig, og med samme intensitet på alle delfelter.

Beregningen gjennomføres trinnvis, ved hjelp av program PQRUT, i denne rekkefølge:

a) For hvert av de 6 magasiner beregnes den tilløpsflom som følger av det valgte nedbørforløp.

b) For Langevatn, Breiavatn, Ø. Tyssevatn og N. Håvardsvatn beregnes avløpsflommen ved å route tilløpsflommene under pkt. a gjennom hvert enkelt magasin.

c) Avløpsflommene fra N. Håvardsvatn og Breiavatn slås sammen med tilsigsflommen fra Nibbehøls delfelt. Denne totalflom routes gjennom Nibbehøl, og avløpsflommen herfra finnes.

d) Avløpsflommene fra Langevatn, Ø. Tyssevatn og Nibbehøl slås sammen med tilløpsflommen fra Ringedalsvatns delfelt. Tilsammen utgjør disse den samlede tilløpsflom til Ringedalsvatn. Ved å route denne gjennom sjøen finnes avløpsflommen fra Ringedalsvatn.

Diagram over tilløps- og avløpsflom, samt vannstand, for de enkelte magasiner er vist på figurene 5-10. I tabell 1 er for Ringedalsvatn det samme vist i tabellform. Beregningen er basert på timeverdier for nedbør, tilløp og avløp. I tabellen er imidlertid, av plasshensyn, bare annenhver timeverdi tatt med.

6.4 Diverse beregningsforutsetninger

a) Som det fremgår av punkt 4 er fem av de seks magasiner utstyrt med rektangulært overløp for avledning av flomvann. Ved routingen regner vi med følgende vassføringskurve for overløpene:

$$q = 1{,}9 \times B \times h^{3/2}$$

B = Overløpets lengde (m)
h = Vannstand over terskelen (m)

b) Breiavatn har beholdt sitt naturlige utløp. Dettes vassførings-kurve er imidlertid ikke kjent. Som en tilnærmelse gjennomføres derfor beregningen som om magasinet var utstyrt med et fast overløp av 30 meters lengde.

c) Som angitt i "Forskrifter for dammer" forutsettes at vannstanden i samtlige magasiner ligger på høyeste regulerte vannstand (HRV) ved flommens begynnelse.

d) Program PQRUT krever en startvassføring (tilløp til Ringedalsvatn) idet nedbøren begynner å falle. Denne vassføring settes til 25 m^3/s, som nevnt under pkt. 6.1. (Ifølge Hydrologisk avdelings interne retningslinjer skal en høstfloms startvassføring settes lik middelvassføringen).

   Startvassføringen fordeles jevnt på de enkelte delfelter.

e) Som nevnt under pkt. 3 overføres vann innen feltet (ved hjelp av en takrenne) til kraftverket Tysso II, beliggende ved Ringedalsvatn.

   Kjøring av Tysso II under flommen vil bevirke en tilsvarende reduksjon av magasinenes flomavløp. For Ringedalsvatn får derfor driften av Tysso II ingen praktisk betydning. Beregningen gjennomføres av den grunn som om kraftverket er ute av drift under flommen.

f) Kraftverket Oksla, med inntak i Ringedalsvatn, forutsettes å stå under flommen, i samsvar med bestemmelsene i "Forskrifter for dammer".

6.5 Beregningsresultater

Beregningene gir (se fig. 10 og tabell 1) følgende resultat:

Dimensjonerende avløpsflom fra Ringedalsvatn:	358 m^3/s
Flomstigning over HRV:	2,77 m

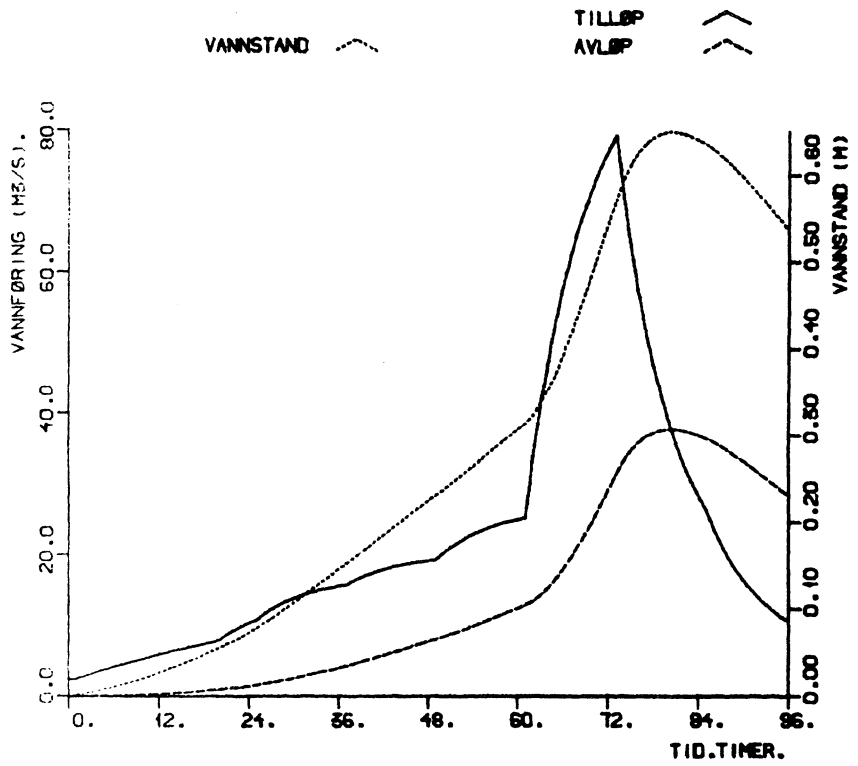

Fig. 5. Flom i Langevatn, ved dimensjonerende flom i Ringedalsvatn.

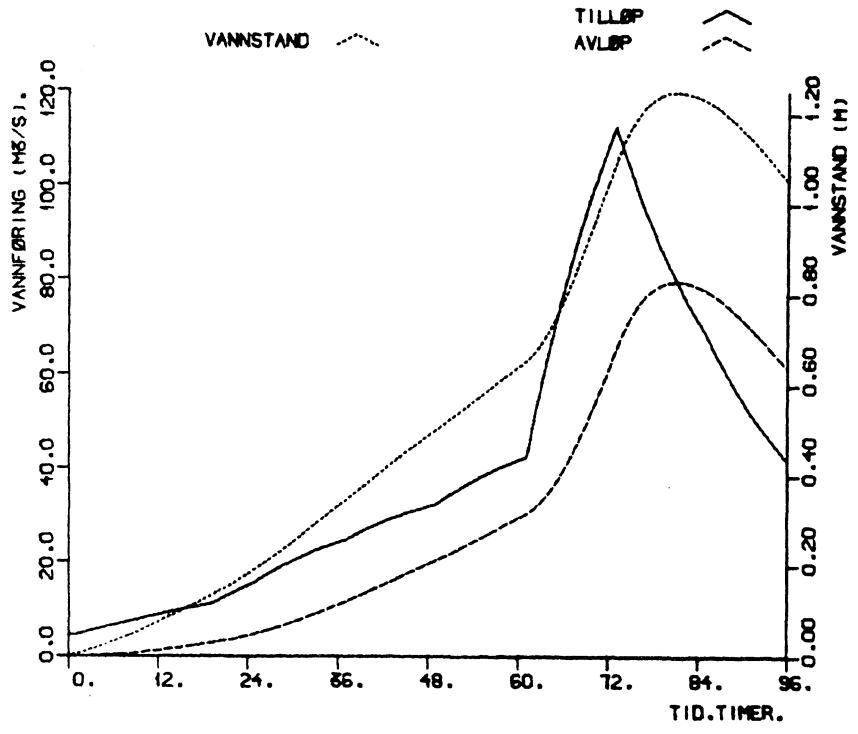

Fig. 6. Flom i Breiavatn, ved dimensjonerende flom i Ringedalsvatn.

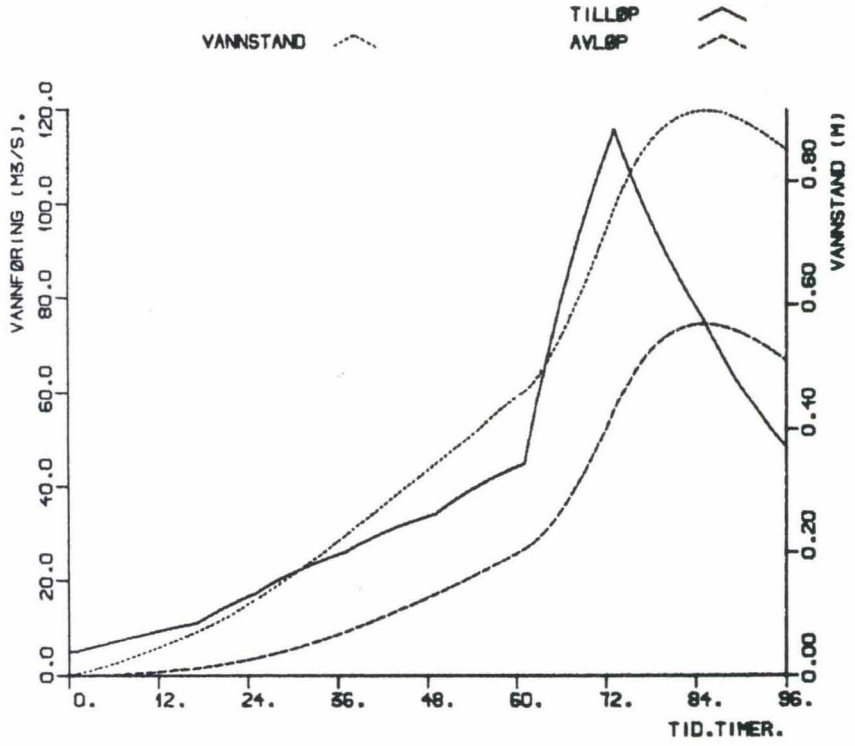

Fig. 7. Flom i N. Håvardsvatn, ved dimensjonerende flom i Ringedalsvatn.

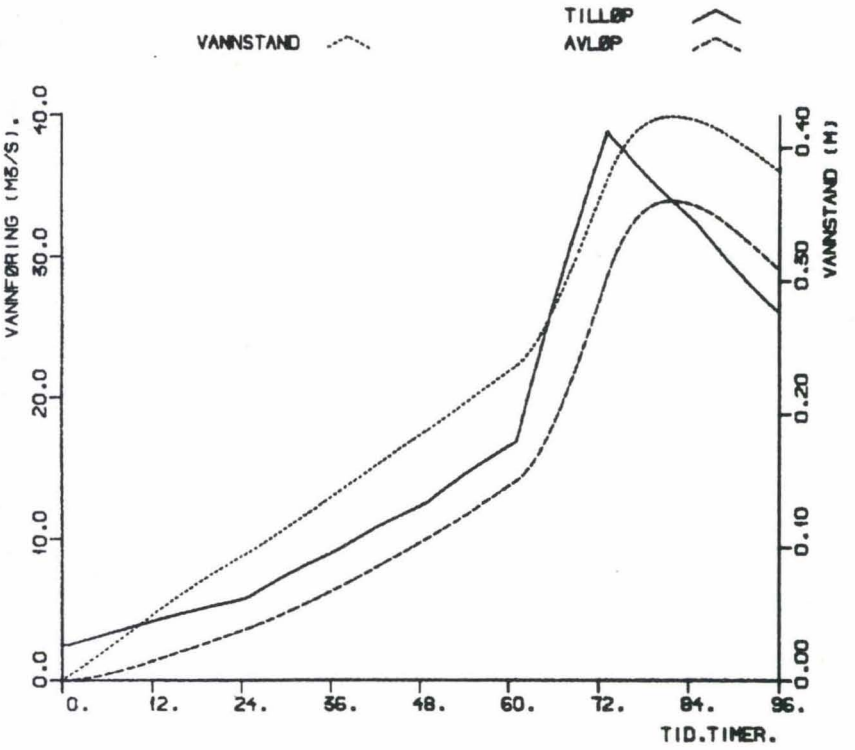

Fig. 8. Flom i Ø. Tyssevatn, ved dimensjonerende flom i Ringedalsvatn.

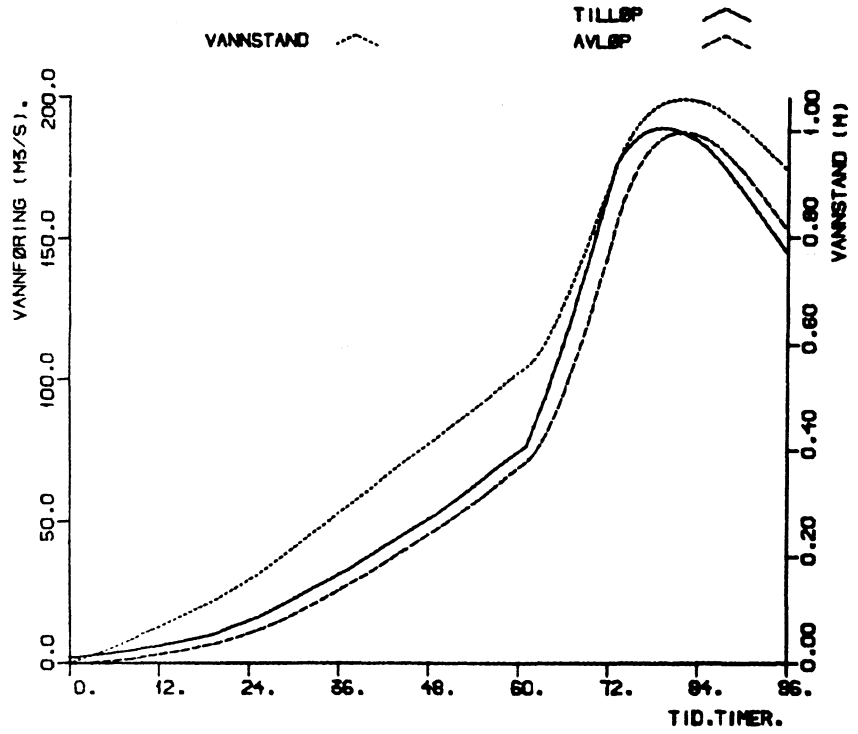

Fig. 9. Flom i Nibbehøl, ved dimensjonerende flom i Ringedalsvatn.

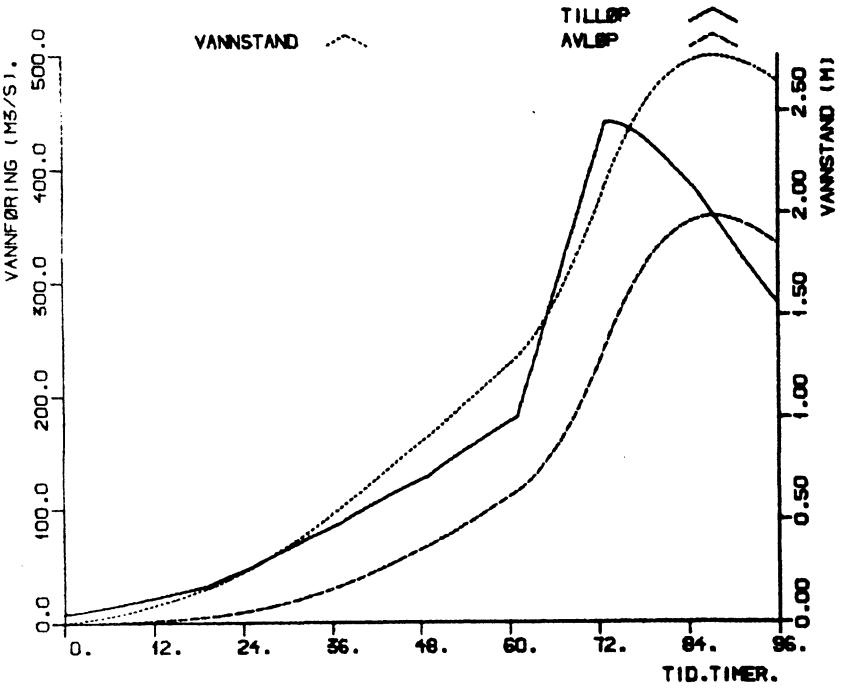

Fig. 10. Dimensjonerende flom i Ringedalsvatn.

A mm	B m^3/s	C m	D m^3/s
1.7	8.5	0.004	0.0
1.7	10.6	0.014	0.1
1.7	12.9	0.026	0.3
1.7	15.3	0.040	0.6
1.7	17.8	0.055	1.0
1.7	20.5	0.074	1.5
1.7	23.2	0.094	2.2
1.7	26.0	0.116	3.0
1.7	28.8	0.140	4.0
1.7	31.8	0.165	5.2
1.7	37.5	0.194	6.6
1.7	43.0	0.227	8.4
2.1	48.3	0.263	10.5
2.1	55.2	0.303	13.0
2.1	61.9	0.347	15.9
2.1	68.4	0.395	19.3
2.1	74.8	0.445	23.1
2.1	80.9	0.497	27.3
2.5	86.9	0.551	31.8
2.5	94.3	0.607	36.8
2.5	101.6	0.665	42.2
2.5	108.6	0.725	48.0
2.5	115.4	0.785	54.1
2.5	121.9	0.845	60.5
3.3	128.2	0.906	67.1
3.3	137.6	0.967	74.1
3.3	146.8	1.031	81.5
3.3	155.7	1.096	89.3
3.3	164.4	1.161	97.4
3.3	172.7	1.227	105.8
11.2	180.6	1.292	114.4
11.2	222.6	1.373	125.2
11.2	266.3	1.482	140.5
11.2	310.5	1.617	160.2
11.2	354.8	1.774	184.1
11.2	398.7	1.949	211.9
1.7	441.6	2.137	243.2
1.7	440.1	2.314	274.1
1.7	433.4	2.459	300.3
1.7	423.2	2.572	321.3
1.7	410.7	2.657	337.3
1.7	396.8	2.715	348.5
0.8	382.2	2.751	355.5
0.8	363.3	2.767	358.4
0.8	344.2	2.762	357.6
0.8	325.4	2.742	353.7
0.8	307.3	2.709	347.3
0.8	289.9	2.666	339.0

Utskrift av annenhver timeverdi.

Kolonne A: 1000-års nedbør.
Kolonne B: Tilløpsflom til Ringedalsvatn, beregnet ut fra nedbør under kolonne A.
Kolonne C: Vannstand i Ringedalsvatn under flommen.
Kolonne D: Avløpsflom fra Ringedalsvatn. $q = 1.9 \times 41 \times h^{3/2}$ (Overløpslengde = 41 m).

Tabell 1. Dimensjonerende flom i Ringedalsvatn.

7. BEREGNING AV PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM (PMF)

7.1 Nedbørforløp

DNMI har som nevnt også angitt verdier for påregnelig maksimal nedbør (PMP, se pkt. 6.1).

Som for 1000-årsnedbøren baserer vi avløpsberegningene på et nedbørforløp som inneholder DNMI's verdier for alle varigheter fra 12 til 96 timer. Vi velger følgende nedbørforløp:

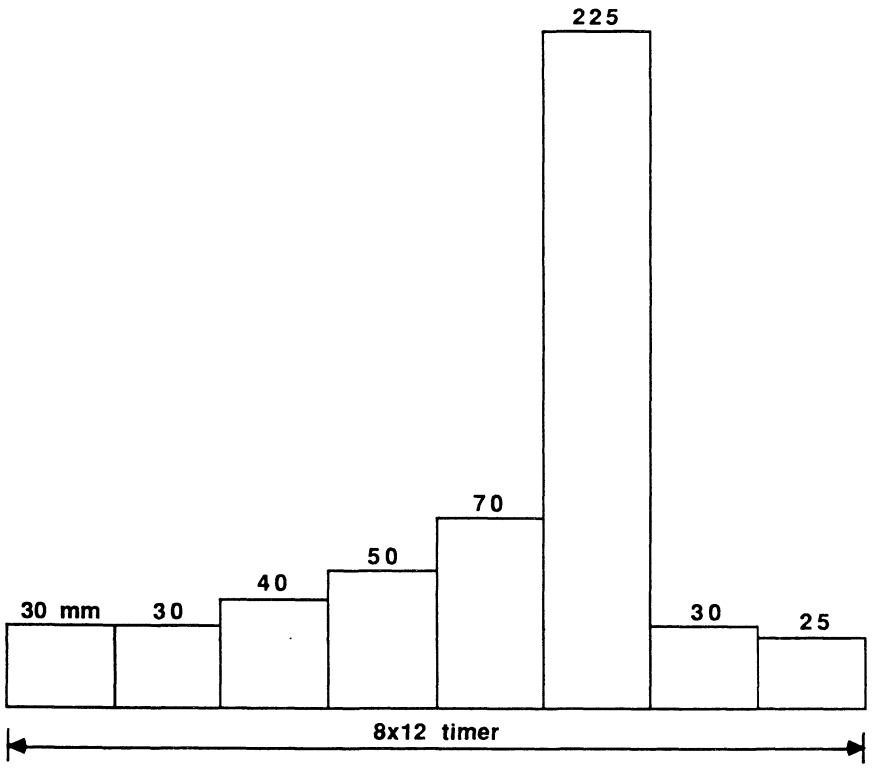

Fig. 11. Nedbørforløp ved påregnelig maksimal flom.

7.2 Snøsmelting

Samtidig med påregnelig maksimal nedbør regner vi med snøsmelting. I samsvar med Hydrologisk avdelings interne rettledning baseres smelteanslaget på en graddagsfaktor. I vårt tilfelle settes denne til 5 mm/grad døgn (snaufjell og regn).

Ringedalsvatns nedbørfelt ligger stort sett i høyfjellet. Feltets medianhøyde er ca. 1350 m.o.h. I betraktning av dette settes lufttemperaturen under nedbørens passasje ikke høyere enn 6^{0}C. Dette gir en smelteintensitet på 30 mm/døgn, hele feltet sett under ett.

7.3 Nedbør + snøsmelting

Nedbørtallene reduseres med arealreduksjonsfaktoren 0,95. Kombinert med snøsmeltingen (30 mm/døgn) får feltet følgende belastning:

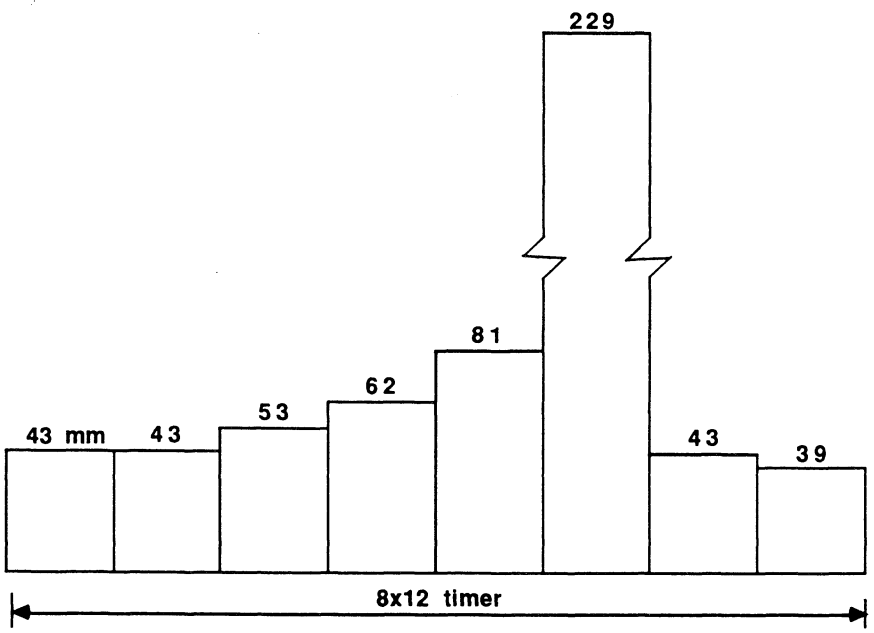

Fig. 12. Forløp av nedbør og snøsmelting ved påregnelig maksimal flom.

Startvassføringen (tilløp til Ringedalsvatn) settes også nå til 25 m^3/s (se pkt. 6.4, avsnitt d).

7.4 Beregningens gang

Beregningen gjennomføres ved hjelp av program PQRUT, på samme måte som ved dimensjonerende flom (se pkt. 6.3). Beregningsforutsetningene under pkt. 6.4 legges også nå til grunn.

Diagram over tilløps- og avløpsflom, samt vannstand, for de enkelte magasiner er vist på figurene 13-18. I tabell 2 er for Ringedalsvatn det samme vist i tabellform. Som ved dimensjonerende flom er beregningen basert på timeverdier for nedbør, tilløp og avløp. Tabellen inneholder imidlertid, av plasshensyn, bare annenhver timeverdi.

7.5 Beregningsresultater

Beregningene gir (se fig. 18 og tabell 2) følgende resultat:

Påregnelig maksimal avløpsflom fra Ringedalsvatn:	788 m^3/s
Flomstigning over HRV:	4,68 m

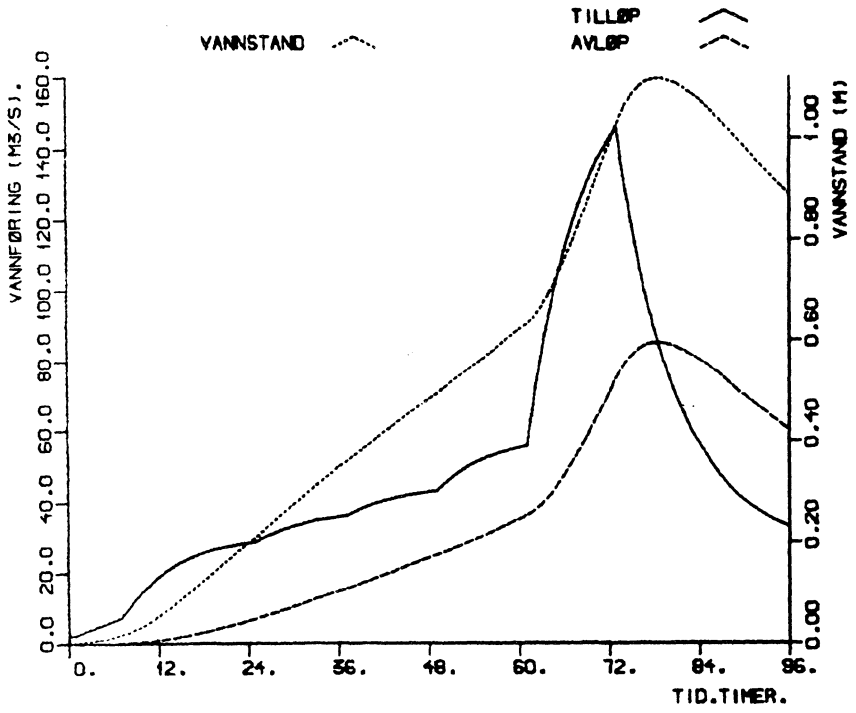

Fig. 13. Flom i Langevatn, ved påregnelig maksimal flom i Ringedalsvatn.

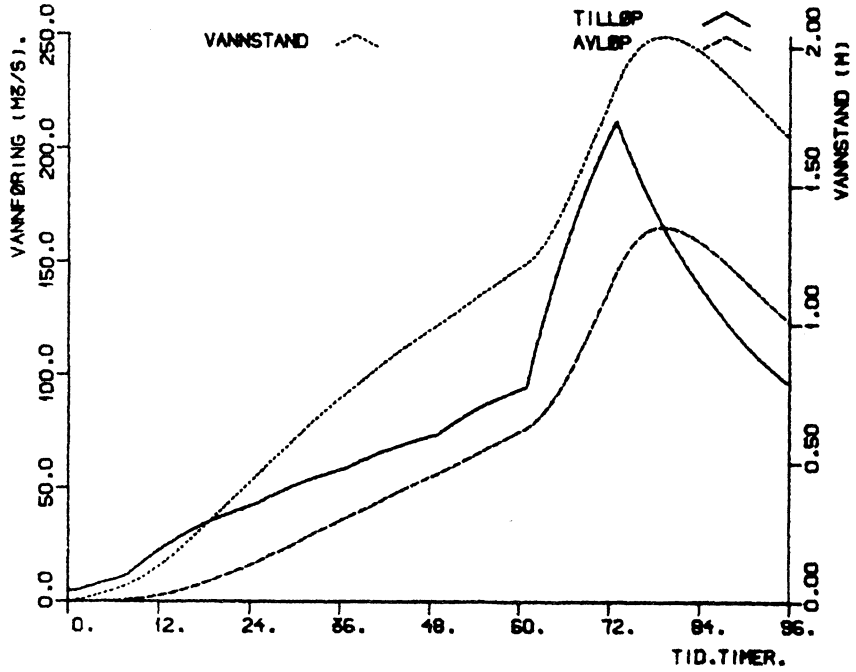

Fig. 14. Flom i Breiavatn, ved påregnelig maksimal flom i Ringedalsvatn.

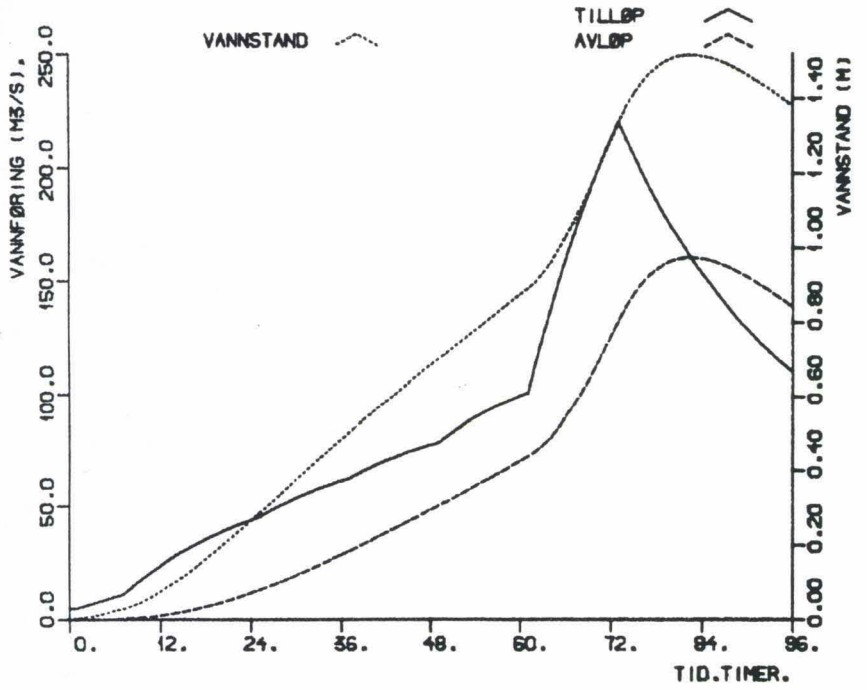

Fig. 15. Flom i N. Håvardsvatn, ved påregnelig maksimal flom i Ringedalsvatn.

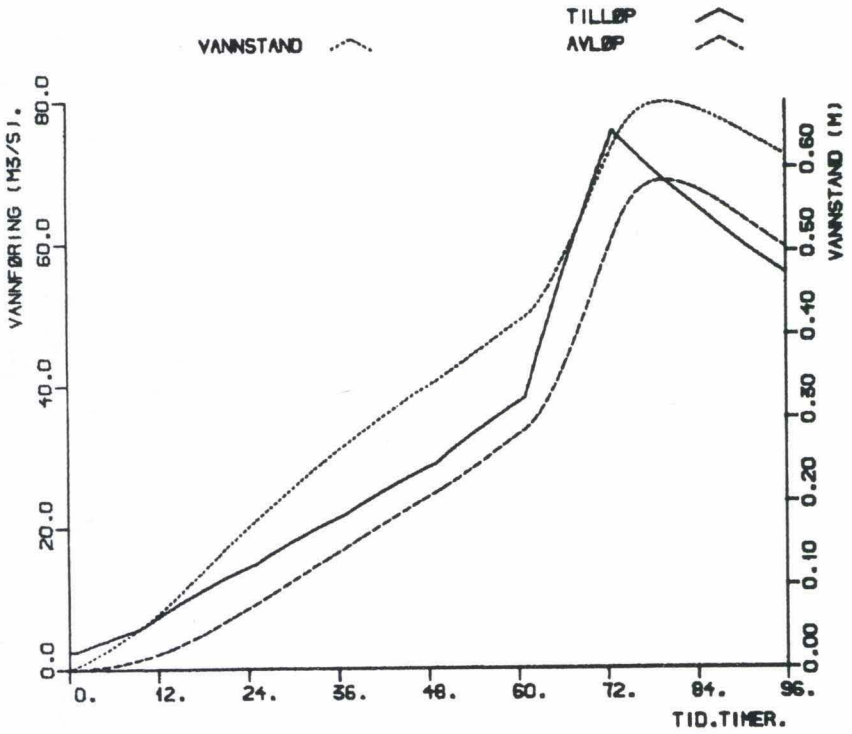

Fig. 16. Flom i Ø. Tyssevatn, ved påregnelig maksimal flom i Ringedalsvatn.

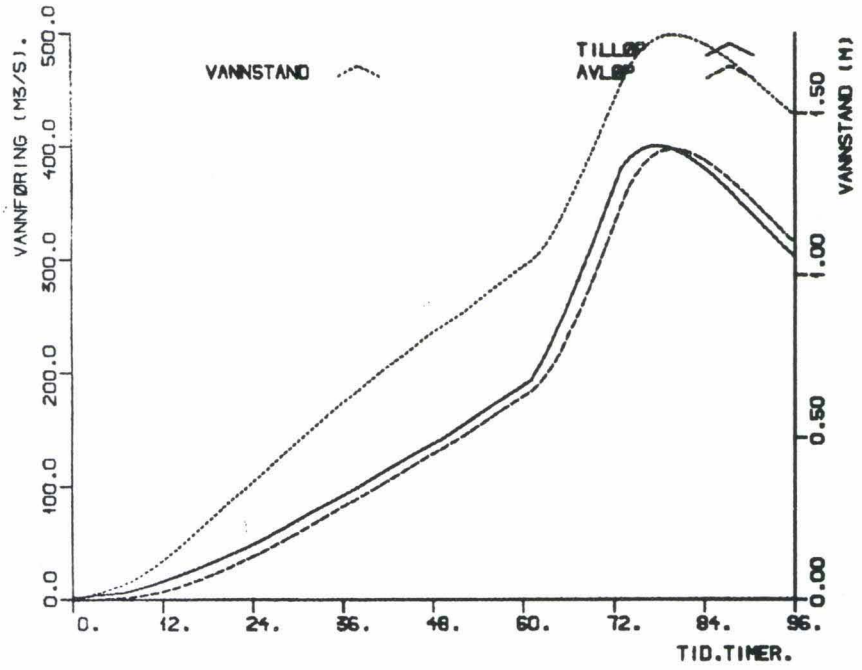

Fig. 17. Flom i Nibbehøl, ved påregnelig maksimal flom i Ringedalsvatn.

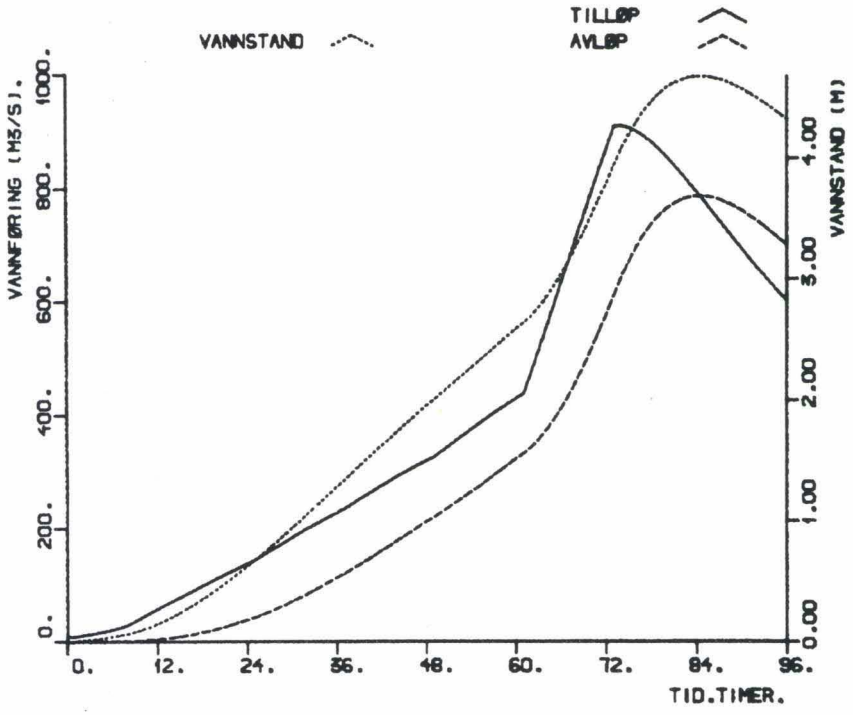

Fig. 18. Påregnelig maksimal flom i Ringedalsvatn.

A mm	B m^3/s	C m	D m^3/s
3.6	8.5	0.004	0.0
3.6	13.2	0.015	0.1
3.6	18.2	0.031	0.4
3.6	23.4	0.051	0.9
3.6	36.0	0.079	1.7
3.6	50.1	0.120	3.2
3.6	64.1	0.173	5.6
3.6	77.9	0.237	8.9
3.6	91.5	0.311	13.4
3.6	105.1	0.392	19.1
3.6	118.4	0.481	26.0
3.6	131.5	0.576	34.0
4.4	144.2	0.674	43.1
4.4	160.3	0.777	53.3
4.4	176.2	0.885	64.8
4.4	191.6	0.996	77.4
4.4	206.5	1.109	91.0
4.4	220.8	1.223	105.3
5.2	234.6	1.336	120.2
5.2	251.3	1.449	135.8
5.2	267.6	1.562	152.0
5.2	283.2	1.674	168.7
5.2	298.2	1.785	185.7
5.2	312.3	1.893	202.9
6.8	325.6	1.998	220.0
6.8	345.7	2.102	237.4
6.8	365.6	2.208	255.6
6.8	384.8	2.315	274.4
6.8	403.4	2.422	293.6
6.8	421.0	2.528	313.0
19.1	437.7	2.631	332.4
19.1	512.5	2.758	356.7
19.1	591.8	2.930	390.7
19.1	672.9	3.143	434.0
19.1	754.1	3.388	485.7
19.1	834.0	3.656	544.5
3.6	911.6	3.940	609.2
3.6	909.3	4.199	670.3
3.6	894.2	4.397	718.3
3.6	870.9	4.537	752.8
3.6	842.5	4.625	774.9
3.6	811.7	4.669	785.9
3.2	779.4	4.677	787.9
3.2	745.0	4.655	782.3
3.2	711.1	4.608	770.6
3.2	678.4	4.543	754.4
3.2	647.4	4.465	734.9
3.2	618.1	4.378	713.4

Utskrift av annenhver timeverdi.

Kolonne A: Påregnelig maksimal nedbør, redusert med areal-reduksjonsfaktor 0,95 og tillagt snøsmelting.
Kolonne B: Tilløpsflom til Ringedalsvatn, beregnet ut fra nedbør og smelting under kolonne A.
Kolonne C: Vannstand i Ringedalsvatn under flommen.
Kolonne D: Avløpsflom fra Ringedalsvatn. $q = 1.9 \times 41 \times h^{3/2}$. (Overløpslengde = 41 m).

Tabell 2. Påregnelig maksimal flom i Ringedalsvatn.

8. BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM VED HJELP AV FREKVENSANALYSE AV FLOMMER I NÆRLIGGENDE VASSDRAG

Dersom det foreligger en lang observasjonsserie av avløpet i et vassdrag, kan flomverdiene benyttes i en frekvensanalyse for å anslå størrelsen av flommer med ulike gjentaksintervall. Imidlertid finnes ingen observasjoner i Tysso som er egnet for dette formål. Skal denne metode benyttes er vi således nødt til å basere oss på avløpsserier i nabovassdrag med tilnærmet samme hydrologiske forhold som i Tyssos nedbørfelt. Avløpsstasjonen 592 Hølen i Kinso peker seg klart ut i så henseende. Nedbørfeltet (292 km^2) er nesten like stort som for Ringedalsvatn, det ligger i det samme høyfjellsområde, og det grenser inntil Tyssos felt. Som i Tysso finnes også i Kinso en rekke sjøer. Effektiv sjøprosent til Hølen ligger på ca. 2,0, d.v.s. litt lavere enn for Ringedalsvatn (3,1). Til gjengjeld er midlere spesifikt avløp noe lavere i Kinso enn i Tysso, 46 $l/s \cdot km^2$ mot ca. 70 $l/s \cdot km^2$.

Ved Hølen har avløpsmålinger pågått siden 1923. Vi har således årlige flommer over en periode på 66 år å bygge på.

Analysen viser at middelflommen ved Hølen er ca. 74 m^3/s, mens dimensjonerende flom (1000-årsflommen) kan anslås til ca. 165 m^3/s (fordelingsfunksjon: Log.normal 3). Dette er imidlertid en døgn-middelflom. Limnigrafregistreringene under store flommer viser at kulminasjonsverdien godt kan ligge ca. 20% høyere enn døgn-middelet. Dimensjonerende floms kulminasjonsverdi kan følgelig settes til ca. 200 m^3/s. Baserer vi oss på den enkle forutsetning at forholdet mellom flomstørrelsene i Tysso og i Kinso er lik forholdet mellom nedbørfeltenes arealer kan dimensjonerende avløpsflom fra Ringedalsvatn anslås til ca. 235 m^3/s.

9. BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM VED HJELP AV REGIONALE FLOMFORMLER

Som nevnt foran er denne beregningsmetode beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport nr. 2-78 "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag".

Av rapporten fremgår at det aktuelle nedbørfelt ligger i område V2 (vårflommer) og H2 (høstflommer). Vi gjennomfører beregningen for begge flomtyper.

9.1 Vårflom

Midlere vårflom uttrykkes ved følgende formel:

$$qmax = 51{,}5 \cdot q_N^{0.451} \cdot L_F^{-0.223} \, (a_{SF}+1)^{0.197} \, (a_{SE}+0{,}01)^{-0.107}$$

Her er:
q_N Midlere spesifikt avløp (l/s·km²)
L_F Feltlengde (km)
a_{SF} Snaufjellprosent
a_{SE} Effektiv sjøprosent

Vi finner:

$$q_N = \frac{23\ 900}{339{,}7} = 70{,}4\ l/s \cdot km^2$$

L_F = 24 km (målt på kart)

a_{SF} settes til 100%

a_{SE} = 3,1%

Formelen gir en midlere vårflom på 380 l/s·km² eller 129 m³/s.

Ifølge områdekurvene for vårflom kan dimensjonerende avløpsflom (1000-årsflommen) settes til ca. 2,7 ganger middelflommen eller 348 m³/s.

9.2 Høstflom

Midlere høstflom uttrykkes ved følgende formel:

$$qmax = 0{,}844 \cdot q_N^{1.405} (a_{SE} + 0{,}01)^{-0.086}$$

Formelen gir en midlere høstflom på 302 l/s·km² eller 103 m³/s.

Ifølge områdekurvene for høstflom kan dimensjonerende avløpsflom settes til ca. 4,2 ganger middelflommen eller 433 m³/s.

Som ventet ga beregningen høyest verdi for høstflommen.

10. VURDERING AV BEREGNINGSRESULTATENE

10.1 Dimensjonerende flom

De tre ulike beregningsmetoder benyttet foran gir altså følgende dimensjonerende avløpsflommer fra Ringedalsvatn:

Hydrologisk modell	358 m³/s
Flomfrekvensanalyse	235 "
Regionale flomformler	433 "

Som en ser er det betydelige avvik mellom beregningsresultatene. Flomfrekvensanalysen og de regionale flomformler gir henholdsvis klart lavere og klart høyere flom enn den hydrologiske modell gir.

Det aktuelle felt har som nevnt betydelige sjøarealer. En svakhet ved de regionale flomformler er at de ikke tar hensyn til formen på den enkelte sjøs utløpsos. Som kjent har en sjø med trangt utløp langt høyere flomdempende evne enn en sjø med åpent og bredt utløp. I den hydrologiske modell inngår formen på sjøenes utløp som en viktig faktor under beregningen. Noe av det samme gjelder sjøenes arealer. I den hydrologiske modell inngår hver enkelt sjøs flomdempende virkning som eget punkt i beregningen, mens de regionale flomformler kun tar hensyn til sjøenes arealer ved beregning av en felles effektiv sjøprosent for hele feltet under ett.

Blant annet av ovennevnte årsaker anser vi den hydrologiske modell som klart å foretrekke fremfor de regionale flomformler.

Flomfrekvensanalysen gir betydelig lavere flom enn den hydrologiske modell. Vi vil imidlertid fraråde å legge avgjørende vekt på førstnevnte metode. Hovedinnvendingen er at vi mangler flomdata fra det aktuelle vassdrag, slik at analysen må baseres på registreringer i et nabovassdrag. Vi kan opplyse at tilsvarende analyse er utført for ytterligere to målestasjoner i andre vassdrag i distriktet (Røldalsvatn i Suldalslågen og Sandvenvatn i Opa). Omregning til Ringedalsvatn gir høyst ulike flomverdier, og ingen av dem samsvarer med den tidligere angitte flom basert på Hølen. Å fastsette en sjøs dimensjonerende avløpsflom ut fra frekvensanalyse av flommer i et nabovassdrag kan følgelig ikke anbefales.

Som det fremgår av ovenstående blir vår konklusjon at dimensjonerende avløpsflom bør fastsettes på bakgrunn av beregninger etter den hydrologiske modell. Vi setter følgelig dimensjonerende avløpsflom fra Ringedalsvatn til 358 m^3/s, som avrundes til 360 m^3/s. Flomstigningen over HRV avrundes til 2,80 m.

10.2 Påregnelig maksimal flom (PMF)

Ved beregning av påregnelig maksimal flom er kun en metode tilgjengelig, nemlig benyttelse av den hydrologiske modell, som beskrevet under pkt. 7. Følgelig settes påregnelig maksimal avløpsflom til 788 m^3/s, som avrundes til 790 m^3/s. Flomstigningen over HRV settes til 4,70 m.

11. LITTERATUR

OED/NVE, 1981:
Forskrifter for dammer. Universitetsforlaget 1981.

Andersen, J. m.fl., 1983:
Hydrologisk modell for flomberegninger. Rapport nr. 2, Hydrologisk avdeling, NVE.

Førland, E., 1984:
Påregnelige ekstreme nedbørverdier. DNMI, 1984.

Vassdragsdirektoratet, NVE, 1986:
Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer.