NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
VASSDRAGSDIREKTORATET
HYDROLOGISK AVDELING

FLOMBEREGNING FOR EMHJELLEVATN

OPPDRAGSRAPPORT
16 - 86

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

OPPDRAGSRAPPORT 16-86

Rapportens tittel:	Dato: 1986-11-27
FLOMBEREGNING FOR EMHJELLEVATN	Rapporten er: Åpen
	Opplag: 30

Saksbehandler/Forfatter:	Ansvarlig:
Sverre Krog Kontoret for Overflatehydrologi	K. Hegge

Oppdragsgiver:
Sogn og Fjordane Energiverk

Sammendrag:

Flomberegning er utført for dammen ved utløpet av Emhjellevatn, beliggende i Oselv syd for Nordfjord. "Forskrifter for dammer" er lagt til grunn for beregningene, som baseres hovedsakelig på metode beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport nr 2-83 "Hydrologisk 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	100 m^3/s
Flomstigning	1.96 m
Påregnelig maksimal avløpsflom	225 m^3/s
Flomstigning	3.36 m

Flomstigningen refererer seg til vannstand over flomløpsterskel (HRV).

Begge kraftverk (Skogheim og Sagefossen) forutsettes å være ute av drift under flommen.

Beregningene gir forøvrig som resultat at flomløpets lengde må begrenses til 17 m dersom skadeflommer ikke skal forøkes. Dette tall ligger til grunn for de angitte flomstørrelser.

ISBN 82-554-0478-3

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 Sogn og Fjordane Energiverk.

Beregningen gjelder dam ved utløpet av Emhjellevatn i Gloppen kommune i Sogn og Fjordane.

Oslo, november 1986

Arne Tollan
avdelingsdirektør

INNHOLD

		Side
1.	OPPDRAG	3
2.	BELIGGENHET	3
3.	BESKRIVELSE AV REGULERINGSANLEGGET	6
4.	BEREGNINGSFORUTSETNINGER	6
5.	DATA	6
6.	BEREGNING AV MAKSIMAL TILLATT FLOMLØPSLENGDE	7
7.	BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM	10
7.1	Beregning basert på nedbørverdier	10
7.1.1	Nedbørverdier	10
7.1.2	Modellparametre	11
7.1.3	Beregningens gang	12
7.1.4	Beregningsresultater	13
7.2	Beregning basert på regionale flomformler	15
7.3	Beregning basert på avløpsobservasjoner i vassdraget	16
7.4	Vurdering av beregningsresultatene. Fastsettelse av dimensjonerende flom	16
8.	BEREGNING AV PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM (PMF)	16
8.1	Nedbørverdier	16
8.2	Snøsmelting	17
8.3	Nedbør + snøsmelting	17
8.4	Beregningens gang	18
8.5	Beregningsresultater	18
9.	LITTERATUR	21

1. OPPDRAG

Sogn og Fjordane Energiverk ber i brev av 20.08.84 om å få angitt følgende:

a) Maksimal flomløpslengde i dam Emhjellevatn under forutsetning av at skadeflommer ikke skal økes.

b) Dimensjonerende avløpsflom.

Dessuten ber Tilsynskontoret ved Vassdragsavdelingen i NVE (VVT) om å få beregnet påregnelig maksimal avløpsflom (PMF).

2. BELIGGENHET

Emhjellevatn ligger i Oselv som har utløp i Høydalsfjorden, beliggende omtrent midt mellom Sognefjord og Nordfjord. Stedet er grovt avmerket på figur 1.

Figur 2 viser Emhjellevatns plassering på kart i større målestokk. Her sees også hvor de hydrometriske stasjoner i området befinner seg.

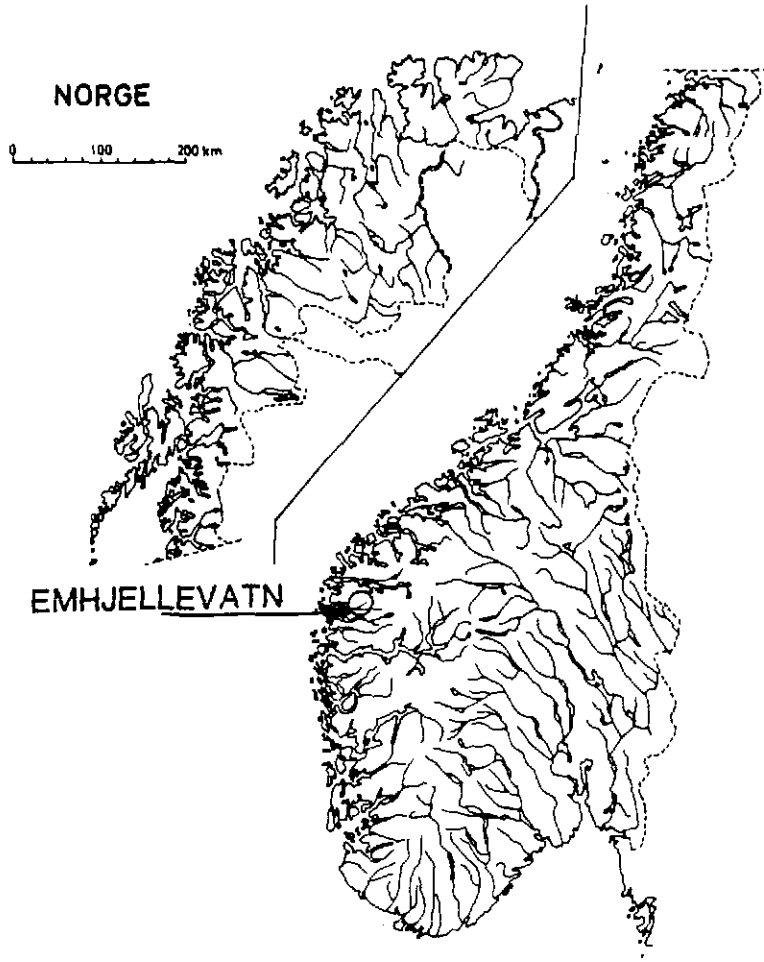

Fig. 1. Emhjellevatns beliggenhet.

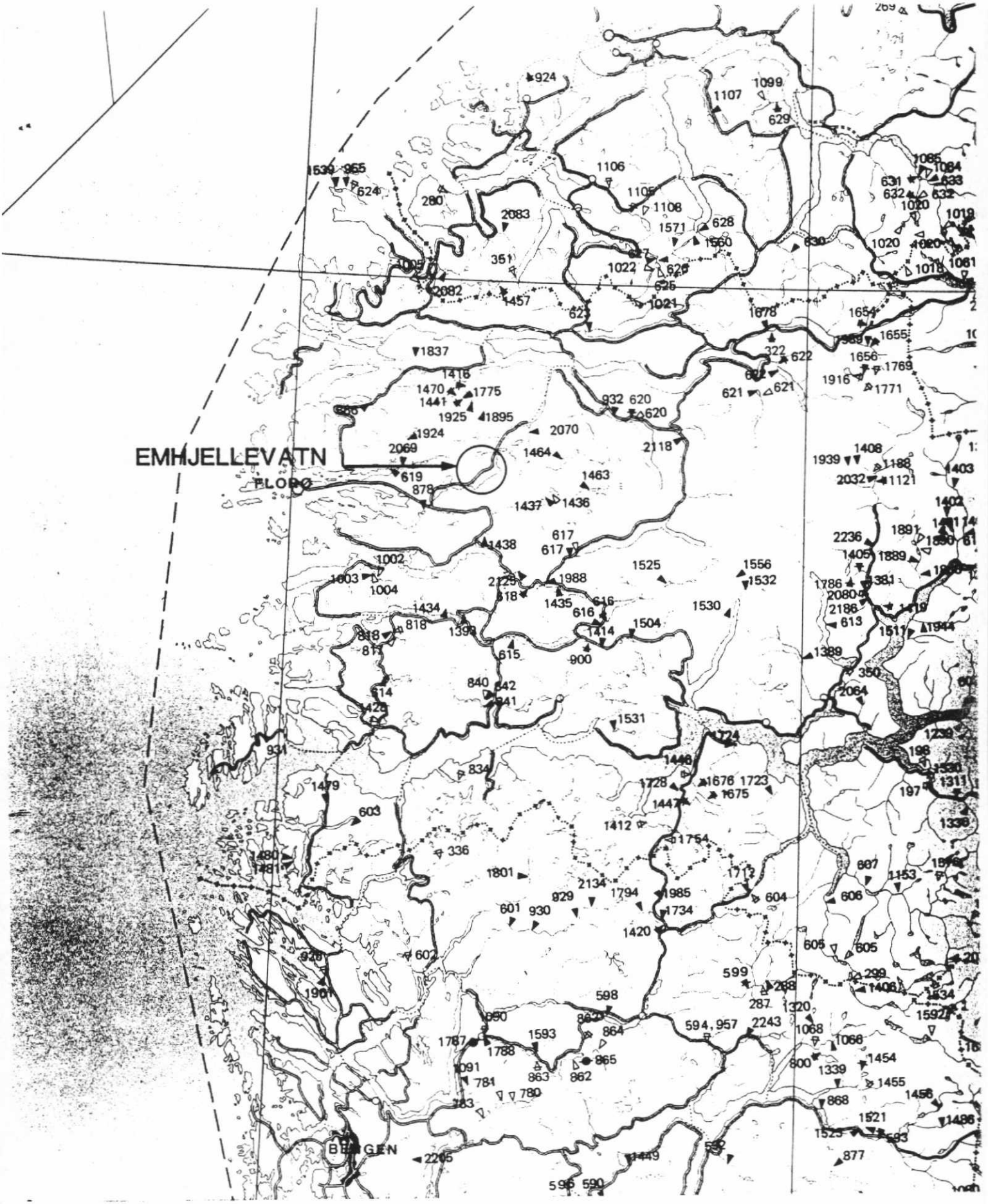

Fig. 2. Hydrometriske stasjoner i området.

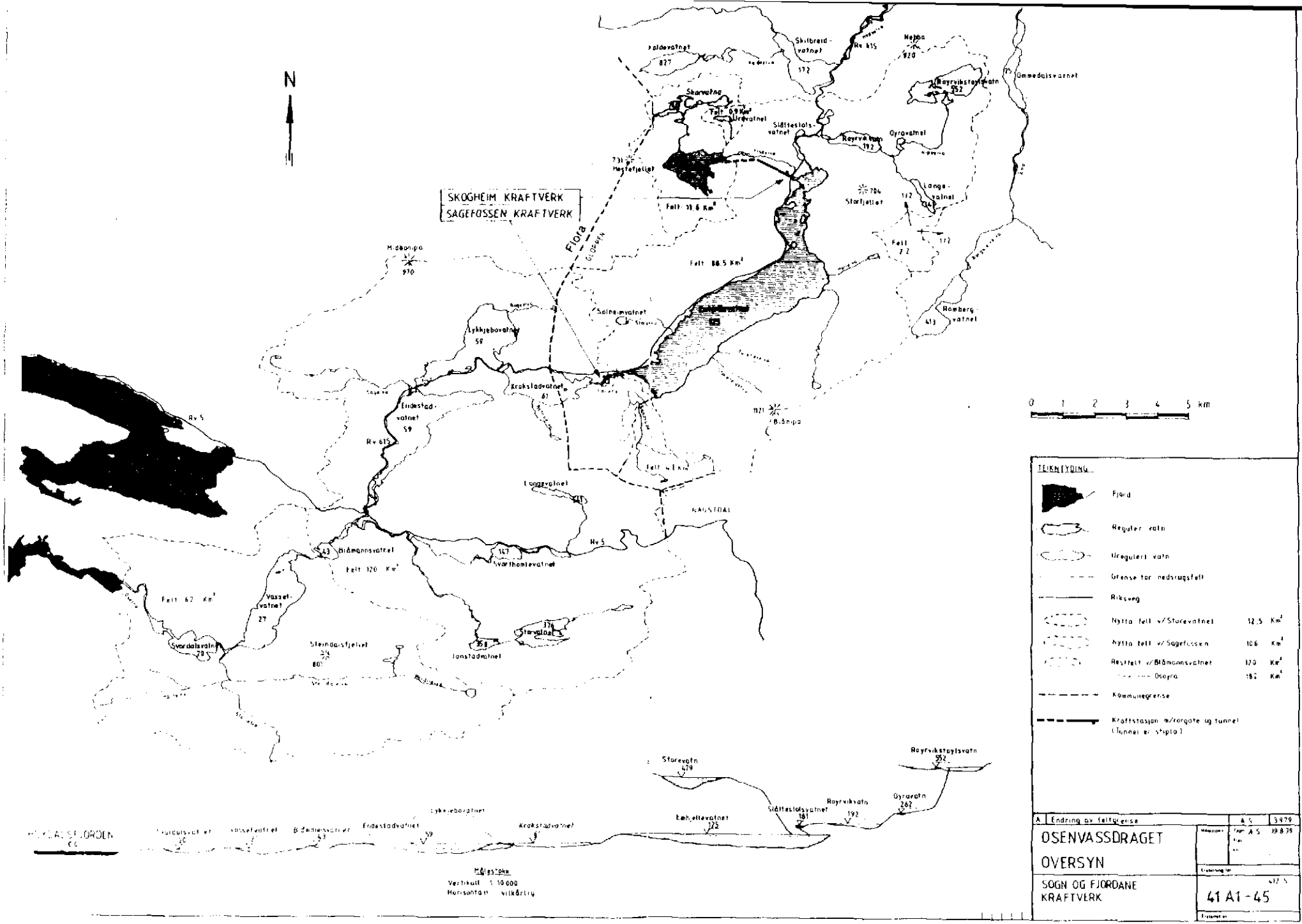

Fig. 3. Utbyggingsplan

3. BESKRIVELSE AV REGULERINGSANLEGGET

De to kraftverk Skogheim og Sagefossen utnytter henholdsvis fallet Storevatn - Emhjellevatn og Emhjellevatn - Krokstadvatn. Totalt nedbørfelt er 12.5 km^2 for Skogheim og 106 km^2 for Sagefossen. Heri er medregnet to mindre overførte felter (Urdvatn, 0.9 km^2, til Storevatn, og Sandvadelva, 4.1 km^2, til Emhjellevatn). Se utbyggingsplan (figur 3).

Storevatn og Emhjellevatn er reguleringsmagasiner. Eventuelt flomtap fra Storevatn avledes via det naturlige utløpsprofil (her er kun senkningsmagasin). For Emhjellevatns vedkommende må overskuddsvann avledes ved hjelp av dammens faste flomløp.

4. BEREGNINGSFORUTSETNINGER

I samsvar med "Forskrifter for dammer" må følgende forutsetninger legges til grunn for flomberegningene:

a) Sagefossen kraftverk er ute av drift.

b) Vannstanden i Emhjellevatn ligger på HRV ved flommens begynnelse.

Etter samråd med VVT (ingeniør Møll) forutsettes også Skogheim kraftverk å være stanset.

Magasinet Storevatn har naturlig utløpsprofil, men dettes vassføringskurve er ikke oppmålt. Vi velger derfor i beregningene å erstatte det virkelige utløpsprofil med et fast horisontalt overløp av 10 meters lengde. Også her forutsettes vannstanden å ligge på HRV ved flommens begynnelse.

5. DATA

Storevatns naturlige felt	= 11.6 km^2
Overført felt (bekk fra Urdvatn)	= 0.9 "
Totalfelt til Storevatn	= 12.5 km^2
Emhjellevatns naturlige felt	= 102 km^2
Overført felt (Sandvadelv)	= 4 "
Totalfelt til Emhjellevatn	= 106 km^2

Normalt spesifikt avløp anslås til 75 l/s km^2 for Emhjellevatns totalfelt sett under ett.

Storevatns areal ved HRV	= 1.43 km^2
Emhjellevatns areal ved HRV	= 11.4 km^2

Overløpskoeffisienten for Emhjellevatns flomløp settes til 2.15 (dvs. at vassføringen i flomløpet er lik 2.15 • B • $h^{3/2}$, der B er flomløpets lengde og h er vannstanden over flomløpsterskelen).

Spesifikt avløp er tatt fra vårt nye isohydatkart.

Overløpskoeffisienten er angitt av VVT.

De øvrige verdier er oppgitt av konsesjonæren.

6. BEREGNING AV MAKSIMAL TILLATT FLOMLØPSLENGDE

Flomløpets lengde må ikke være så stor at reguleringen forøker skadeflommene. Som en praktisk beregningsregel er det bestemt at 10-årsflommen skal anses som grense for skadeflommer. I mangel av observasjonsdata kan 10-årsflommen tilnærmet settes lik 1.5 • årlig middelflom.

Sammenligning mellom naturlig og regulert avløpsflom fra Emhjellevatn fordrer at vi kjenner utløpets vassføringskurve både før og etter reguleringen.

Vassføringskurven etter regulering kan settes til 2.15 • B • $h^{3/2}$ (se pkt 5).

Vassføringskurven før regulering er oppmålt av NHL (Norsk hydroteknisk laboratorium) ved hjelp av modellforsøk (se rapport nr STF60 F85035). Oppsatt i matematisk form kan kurven uttrykkes således:

$h \leq 125.15$	$q = 7.5941(h - 124.08)^{3.9190}$
$125.15 < h \leq 125.49$	$q = 8.2755(h - 124.08)^{2.6492}$
$125.49 < h$	$q = 9.4557(h - 124.08)^{2.2674}$

h er kotehøyde i meter.

Som nevnt foran er det 10-årsflommen, eller tilnærmet 1.5 • årlig middelflom, som ikke skal forøkes. I mangel av observasjoner på det aktuelle sted må denne flomstørrelse fastsettes på annen måte.

Vi har da to nærliggende muligheter:

a) Årlig middelflom beregnes etter formler angitt i "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" (rapport nr 2-78 fra NVE, Hydrologisk avdeling).

b) 10-årsflommen beregnes ved hjelp av flomfrekvensanalyse for den nedenforliggende avløpsstasjon 868-0 Blåmannsvatn, og verdien reduseres til Emhjellevatn ved hjelp av feltforholdet.

Metode a

Feltet ligger i område Å 1.

$$\text{Årlig middelflom} = 14.4 \cdot q_N^{1.157} (a_s + 1)^{-0.717}$$

$q_N = 75$ l/s km^2 (se pkt 5).

Sjøareal:

Storevatn	1.43 km^2
Emhjellevatn	11.4 "
Andre vann, anslått	2.0 "
	14.8 km^2

$$a_s = \frac{14.8}{106} \cdot 100 = 13.9\%$$

$$\text{Årlig middelflom} = 14.4 \cdot 75^{1.157} (13.9 + 1.0)^{-0.717}$$
$$= 307 \text{ l/s km}^2 \text{ eller } 32.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Metode b

Frekvensanalyse av flommene ved avløpsstasjon 878-0 Blåmannsvatn (periode 1930-84) gir en årlig middelflom på 97.6 m^3/s og en 10-årsflom på ca 135 m^3/s. Blåmannsvatn har et nedbørfelt på 225 km^2. Emhjellevatns felt (106 km^2) har noe høyere effektiv sjøprosent enn Blåmannsvatn. Vi antar likevel at Emhjellevatns flom tilnærmet kan settes lik Blåmannsvatns redusert med feltforholdet. Vi får for Emhjellevatn:

Årlig middelflom	= 46.0 m^3/s
10-års flom	= 63.6 "

Metode b gir noe høyere flom enn metode a. Imidlertid bygger førstnevnte på direkte målinger i vassdraget, og vi velger derfor å basere våre beregninger på de resultater metode b gir. Dvs. at 10-årsflommen settes til 63.6 m^3/s.

Frekvensanalysen bygger på døgnmiddelflommer. Følgelig er også den beregnede 10-årsflom en døgnmiddelflom. Riktignok har Emhjellevatn en betydelig utjevnende virkning på tilløpsflommen, men avløpflommens kulminasjonsverdi vil tross alt være noe høyere enn døgnmiddelverdien. Ved å route tilløpsflommer med rimelig forløp gjennom Emhjellevatn finner vi at avløpsflommens kulminasjonsverdi tilnærmet kan settes 10% høyere enn døgnmiddelverdien. Dette betyr at den avløpsflom (kulminasjonsverdi) som ikke skal forøkes av reguleringene kan settes til 1.1 • 63.6 m^3/s = 70.0 m^3/s.

Den videre beregningsgang blir som følger:

a) Det velges en naturlig tilløpsflom til Emhjellevatn. Denne routes gjennom sjøen, med naturlig utløpsprofil, og avløpsflommen finnes. Tilløpsflommen tilpasses slik at avløpsflommens kulminasjon blir 70 m^3/s.

b) Tilløpsflommen under pkt a routes pånytt gjennom Emhjellevatn, som nå er forsynt med dam og fast flomløp (angående flomløpets vassføringskurve se pkt 5). Flomløpslengden tilpasses slik at avløpsflommens kulminasjonsverdi blir som i uregulert tilstand (70 m^3/s).

Den tilløpsflom som viser seg å gi den ønskede avløpsflom (70 m^3/s) i naturlig tilstand er vist i figur 4.

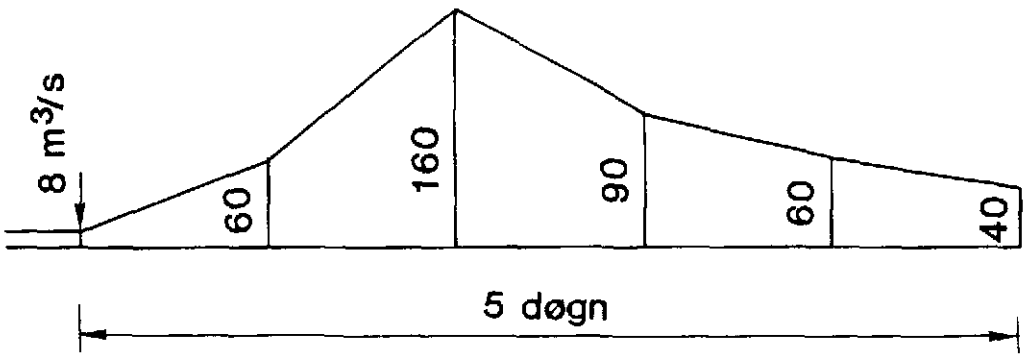

Fig. 4. Tilløpsflom til Emhjellevatn som gir en avløpsflom på 70 m^3/s (10-årsflom) i uregulert tilstand.

Resultatet av routingen i naturlig tilstand er vist i figur 5, hvor tilløps- og avløpsflom, samt vannstand i Emhjellevatn, er fremstilt.

Routing av samme tilløpsflom gjennom Emhjellevatn, utstyrt med fast flomløp, viser at flomløpslengden må begrenses til 17.0 m dersom reguleringen ikke skal forøke naturlig 10-årsflom (eller høyere flommer). Dette er således den største flomløpslengden som kan tillates i henhold til forskriftene.

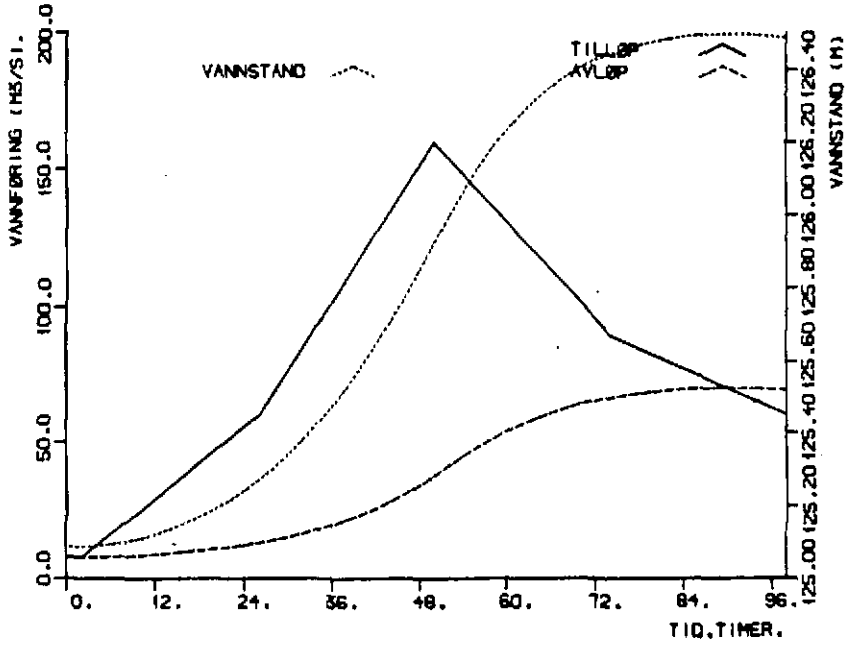

Fig. 5. 10-årsflom i Emhjellevatn, med naturlig utløp.

7. BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM

Tre ulike metoder er tenkelige ved fastsettelse av dimensjonerende avløpsflom, nemlig følgende:

a) Benyttelse av EDB-programmet "PQRUT", som baserer seg på nedbørverdier angitt av Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI).

   Metoden er beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport nr 2-83 ("Hydrologisk modell for flomberegninger").

b) Benyttelse av flomformler angitt i rapport nr 2-78 "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" (utgitt av Hydrologisk avdeling, NVE).

c) Benyttelse av avløpsobservasjoner i vassdraget og flomfrekvensanalyse av disse.

I det følgende vil alle tre metoder bli benyttet. Endelig verdi av dimensjonerende flom vil derpå bli fastsatt, på bakgrunn av beregningsresultatene.

7.1 Beregning basert på nedbørverdier

7.1.1 Nedbørverdier

DNMI oppgir på forespørsel følgende nedbørverdier for et fiktivt representativt punkt i Emhjellevatns nedbørfelt:

Normal årsnedbør: PN ~ 2400 mm
M5 (24 timer)/PN ~ 4.3%

Påregnelige n-timers nedbørverdier:

Antall timer (n)	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	160	215	285	330	375	420
PMP (mm)	245	330	440	510	580	645
Arealreduksjonsfaktor	0.92	0.94	0.96	0.97	0.97	0.98

M1000 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.

Vi velger å basere beregningen av dimensjonerende flom på høstnedbør uten snøsmelting. Ifølge DNMI kan påregnelig n-timers høstnedbør settes til følgende verdier:

Antall timer (n)	12	24	48	72	96	120
Nedbørforholdstall						
n timer/24 timer	0.75	1.00	1.34	1.54	1.76	1.95
M1000 (mm)	155	210	280	325	370	410

Ut fra dette velger vi å basere dimensjonerende flom på det nedbørforløp som er vist i figur 6.

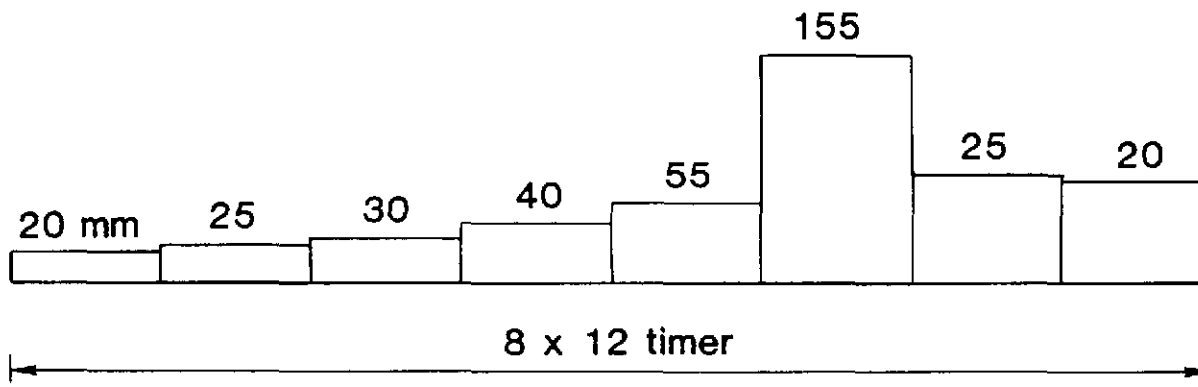

Fig. 6. Nedbørforløp ved dimensjonerende flom.

Under beregningen reduseres nedbørtallene med arealreduksjonsfaktoren 0.97, slik som angitt av DNMI.

7.1.2 Modellparametre

Som foran nevnt velger vi, som ett alternativ, å utføre flomberegningen etter metode beskrevet i hydrologisk avdelings rapport nr 2-83. Herunder benyttes programmet "PQRUT". Dette er et omfattende og velanvendelig program som kan nyttes 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 etc.

Når program "PQRUT" skal benyttes, må felt- og modellparametre beregnes (se rapport nr 2-83).

Da avløpsflommen fra Storevatn er en del av tilløpsflommen til Emhjellevatn, må parametre beregnes for hvert av de to delfelter (Storevatn og Emhjellevatn minus Storevatn). Vi får:

Storevatn ($F = 12.5\ km^2$)

$$H_L = \frac{H_{50}}{L_F} = \frac{742 - 530}{3.2} = 66.2\ m/km$$

$$A_{SE} = \frac{0.15}{12.5} \cdot 100 = 1.2\%$$

$K_1 = 0.1879 \text{ time}^{-1}$

$T = 26.8$ mm

$K_2 = 0.0346 \text{ time}^{-1}$

Emhjellevatn

Parametrene må beregnes for lokalfeltet nedenfor Storvatns utløp (93.5 km^2).

$$H_L = \frac{H_{50}}{L_F} = \frac{624 - 233}{15} = 26.1 \text{ m/km}$$

$$A_{SE} = \frac{0.20}{93.5} \cdot 100 = 0.21\%$$

$K_1 = 0.1094 \text{ time}^{-1}$

$T = 28.3$ mm

$K_2 = 0.0265 \text{ time}^{-1}$

7.1.3 Beregningens gang

Ved hjelp av program PQRUT gjennomføres følgende beregninger:

a) Storevatns nedbørfelt tilføres det valgte nedbørforløp (se figur 6), og tilløpsflommen til Storevatn finnes.

Startvassføringen (tilløp) settes til 1 m^3/s (middelvassføring høst).

b) Tilløpsflommen routes derpå gjennom Storevatn, og avløpsflommen beregnes. Som nevnt i pkt 3 har Storevatn naturlig utløpsprofil, men da dettes vassføringkurve ikke er kjent, erstattes det i beregningene med et fast overløp av 10 meters lengde.

Vannstanden forutsettes å ligge på HRV ved flommens begynnelse, og Skogheim kraftverk regnes å være ute av drift.

c) Emhjellevatns lokalfelt (nedenfor Storevatns utløp) tilføres det samme nedbørforløp som under pkt a, og tilløpsflommen til Emhjellevatn finnes.

Startvassføringen (tilløp) settes til 9 m^3/s (middelvassføring høst).

d) Samlet tilløpsflom til Emhjellevatn består av Storevatns avløpsflom med tillegg av avløpsflom fra Emhjellevatns lokalfelt (pkt b og c foran). Denne tilløpsflom routes gjennom Emhjellevatn, og avløpsflommen finnes.

Vannstanden forutsettes å ligge på HRV ved flommens begynnelse, og Sagefossen kraftverk regnes å være ute av drift.

Flomløpslengden settes til 17 m (se pkt 6).

Alle beregninger gjennomføres med tidsskritt på 2 timer, for nedbør, tilløp og avløp.

Resultatet av beregningene er vist i figur 7, 8, samt tabell 1. (Figur 7 og 8 viser diagram over tilløps- og avløpsflom, samt vannstand, for henholdsvis Storevatn og Emhjellevatn, mens tabell 1 inneholder tilsvarende data i tabellform for Emhjellevatn. Her er også nedbørverdiene tatt med).

7.1.4 Beregningsresultater

Beregningene gir for Emhjellevatn følgende resultater (se figur 8 og tabell 1):

Dimensjonerende avløpsflom = 95 m^3/s
Tilhørende flomstigning over HRV = 1,89 m

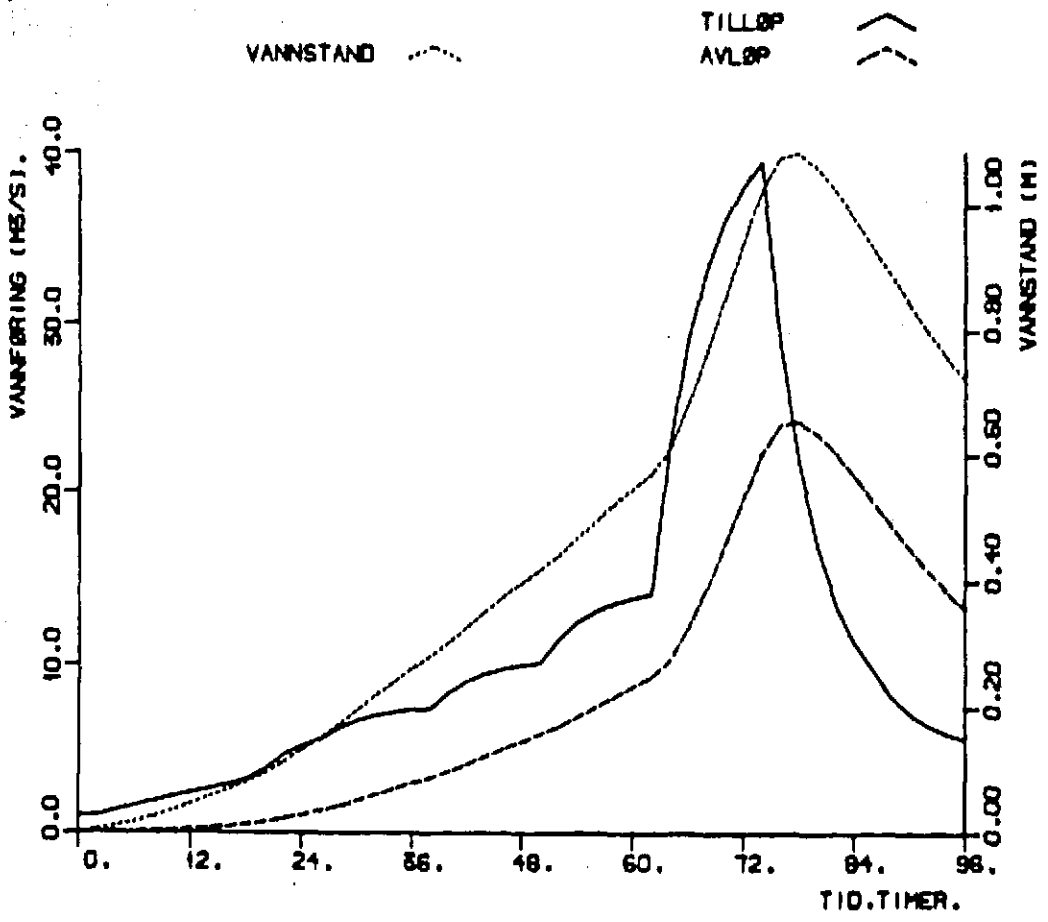

Fig. 7. Flom i Storevatn. Opptrer samtidig med dimensjonerende flom i Emhjellevatn.

A mm	B m^3/s	C m	D m^3/s
3.3	9.008	0.006	0.016
3.3	10.736	0.012	0.047
3.3	12.381	0.019	0.097
3.3	13.948	0.027	0.165
3.3	15.444	0.036	0.254
3.3	16.873	0.046	0.366
4.2	18.239	0.057	0.500
4.2	20.139	0.069	0.661
4.2	25.830	0.083	0.872
4.2	30.806	0.100	1.156
4.2	34.857	0.120	1.516
4.2	38.173	0.142	1.948
5.0	40.899	0.165	2.451
5.0	45.102	0.190	3.034
5.0	48.559	0.218	3.708
5.0	51.411	0.246	4.467
5.0	53.771	0.276	5.304
5.0	55.729	0.307	6.211
6.7	57.358	0.338	7.182
6.7	62.865	0.371	8.250
6.7	67.409	0.406	9.452
6.7	71.166	0.443	10.772
6.7	74.279	0.481	12.196
6.7	76.861	0.520	13.712
9.2	79.008	0.560	15.305
9.2	86.907	0.601	17.044
9.2	93.443	0.646	18.991
9.2	98.856	0.694	21.117
9.2	103.344	0.743	23.397
9.2	107.069	0.793	25.806
25.8	110.164	0.844	28.321
25.8	153.587	0.907	31.570
25.8	189.689	0.993	36.142
25.8	219.710	1.095	41.901
25.8	244.674	1.211	48.723
25.8	265.424	1.337	56.483
4.2	282.651	1.469	65.052
4.2	243.052	1.588	73.172
4.2	210.057	1.681	79.675
4.2	182.674	1.752	84.738
4.2	160.041	1.804	88.561
4.2	141.401	1.842	91.337
3.3	126.091	1.867	93.247
3.3	111.319	1.882	94.399
3.3	99.208	1.889	94.892
3.3	89.289	1.889	94.863
3.3	81.171	1.883	94.426
3.3	74.526	1.873	93.675

Utskrift av 2-timersverdier.

Kolonne A: 1000-års nedbør
Kolonne B: Tilløpsflom til Emhjellevatn, beregnet ut fra nedbør under kolonne A.
Kolonne C: Vannstand i Emhjellevatn under flommen.
Kolonne D: Avløpsflom fra Emhjellevatn.

Tabell 1. Dimensjonerende flom i Emhjellevatn.

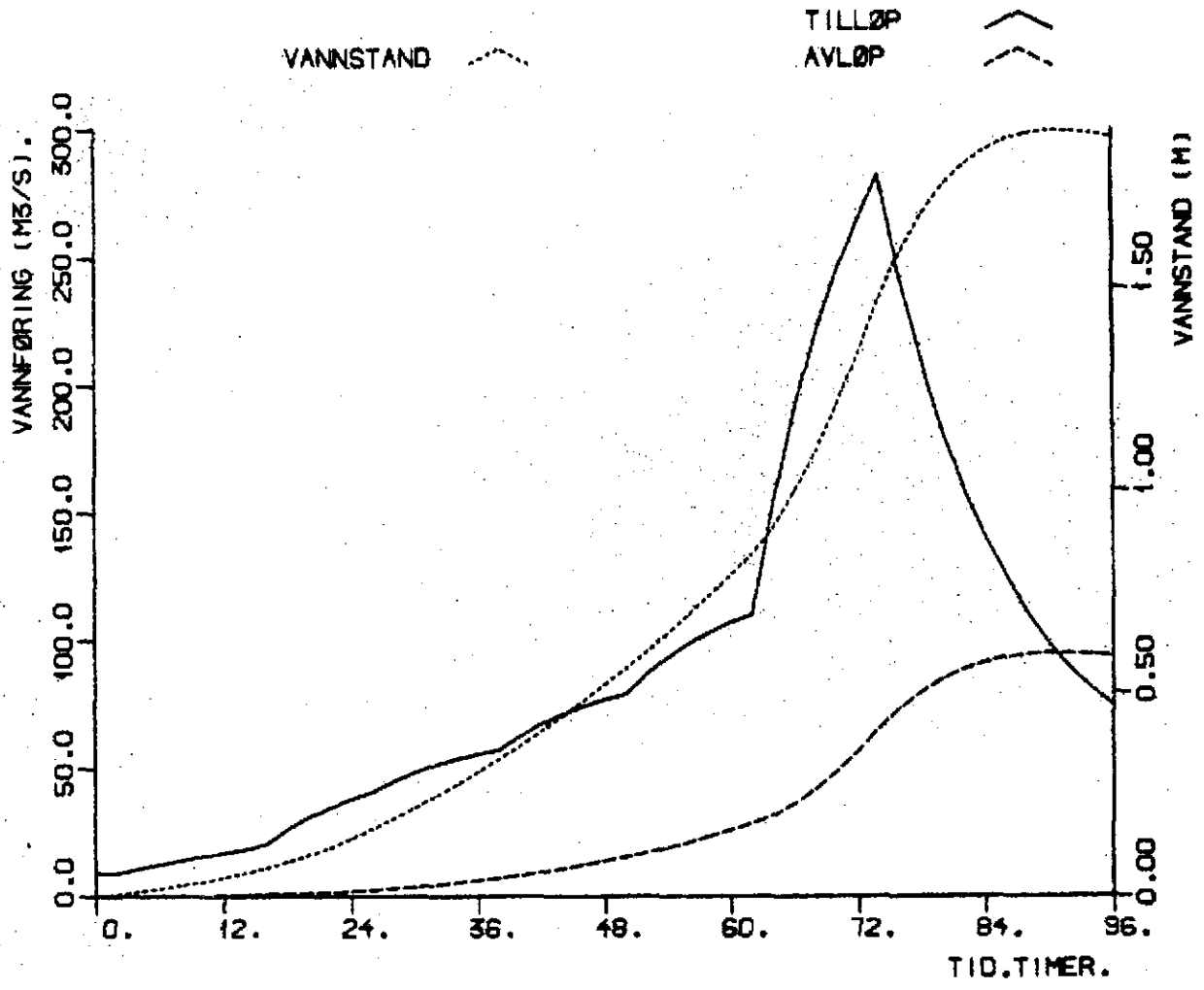

Fig. 8. Dimensjonerende flom i Emhjellevatn.

7.2 Beregning basert på regionale flomformler

I Hydrologisk avdelings rapport nr 2-78 "Regional flomfrekvens-analyse for norske vassdrag" er det beskrevet en metode for beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall. Avgjørende for flomstørrelsen er vassdragets beliggenhet i landet samt diverse feltparametre.

Årlig middelflom fra Emhjellevatn er ved hjelp av disse regionale flomformler tidligere i rapporten beregnet til 32.5 m^3/s (se side 8). I følge områdekurvene på side 86 i rapport nr 2-78 kan 1000-årsflommen settes til 3.1 ganger årlig middelflom, eller 101 m^3/s. Dette er imidlertid en døgnmiddelverdi. Som nevnt foran (pkt 6) kan avløpsflommens kulminasjonsverdi grovt antas å ligge 10% høyere, dvs. at kulminasjonsverdien kan settes til 111 m^3/s.

7.3 Beregning basert på avløpsobservasjoner i vassdraget

Som tidligere opplyst (pkt 6) ligger det en målestasjon for avløp noe lenger ned i vassdraget (878-0 Blåmannsvatn). Nedbørfeltet er her 225 km^2, og stasjonen har vært i drift siden 1929.

Frekvensanalyse av observerte flommer i årrekken 1930-84 gir en årlig middelflom på ca 98 m^3/s og en 1000-årsflom på 233 m^3/s (fordelingsfunksjon: Log.normal 3).

Reduseres Blåmannsvatns avløpsflom til Emhjellevatn ved hjelp av feltforholdet (106/225) får vi en 1000-årsflom fra Emhjellevatn på 110 m^3/s.

Da de observerte flommer baserer seg på daglig avlesning av vannstanden, må alle flomstørrelser betraktes som døgnmiddelverdier. I samsvar med det som er nevnt under pkt 7.2 kan således 1000-årsflommens kulminasjonsverdi settes til 1.10 • 110 m^3/s = 121 m^3/s.

7.4 Vurdering av beregningsresultatene. Fastsettelse av dimensjonerende flom

De tre ulike beregningsmetoder (basert på nedbør, regionale flomformler og frekvensanalyse av observasjonsdata i vassdraget) gir, som det fremgår av foranstående, 1000-års avløpsflom (kulminasjon) på henholdsvis 95 m^3/s, 111 m^3/s og 121 m^3/s.

Verdien 121 m^3/s må antas å være noe for høy. Dette skyldes at Emhjellevatns felt har betydelig større effektiv sjøprosent enn Blåmannsvatns, som flomfrekvensanalysen bygger på. Følgelig må også den flomdempende evne antas å være størst i førstnevnte felt.

Ut fra en samlet vurdering velger vi å sette dimensjonerende avløpsflom fra Emhjellevatn til 100 m^3/s. Dette medfører en flomstigning på 1.96 m over flomløpsterskelen.

8. BEREGNING AV PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM (PMF)

Beregning av PMF baseres alltid på verdier av påregnelig maksimal nedbør, angitt av DNMI, vanligvis kombinert med snøsmelting.

8.1 Nedbørverdier

De nedbørverdier DNMI har angitt for ulike varigheter fremgår av tabellen under pkt 7.1.1.

Som for 1000-årsnedbøren lager vi et skjønnsmessig formet nedbørforløp som inneholder DNMI's verdier for alle varigheter fra 12 til 96 timer. Det valgte forløp er vist i figur 9.

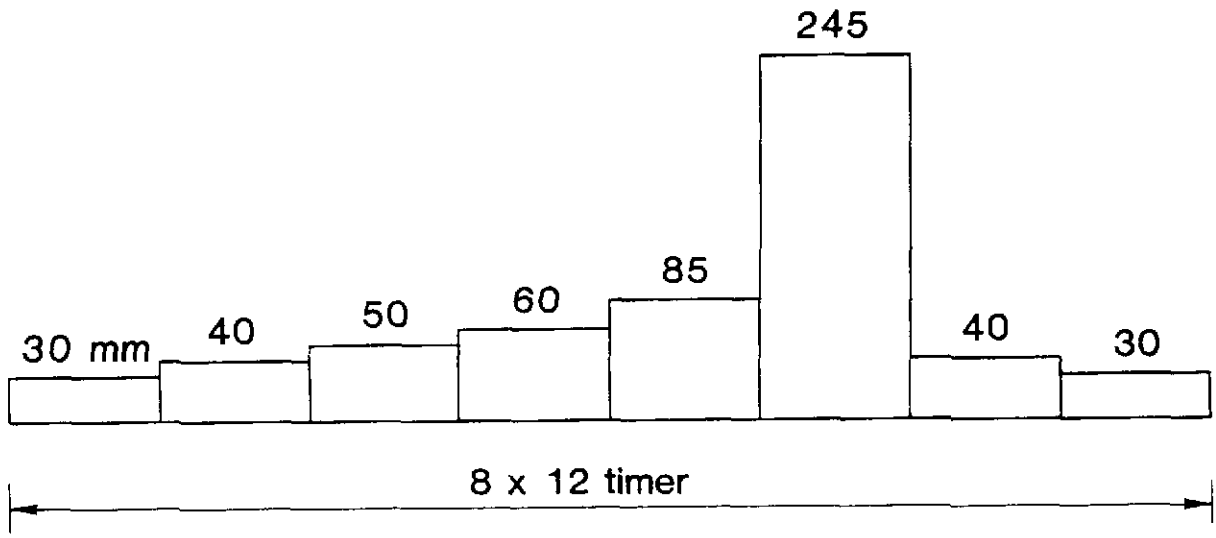

Fig. 9. Nedbørforløp ved påregnelig maksimal flom.

8.2 Snøsmelting

Samtidig med maksimal nedbør må en regne med snøsmelting. I samsvar med Vassdragsdirektoratets publikasjon "Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer". av mars 1986 baseres smelteanslaget på en graddagsfaktor. I vårt tilfelle settes denne til 5 mm/°C • døgn (snaufjell og regn).

I følge våre observasjoner i vassdraget er de tre største flommer i perioden 1930-84 opptrådt i januar 1932, oktober 1956 og januar 1957. Fra DNMI har vi fått opplysninger om døgnmiddeltemperaturene under disse flomepisoder, målt ved Førde, ca 20 km sør for Emhjellevatn. Det viser seg at høyeste døgnmiddeltemperatur er 8.4°C.

I følge retningslinjene skal temperaturene korrigeres til feltets medianhøyde. Med en reduksjon på 0.6°C pr 100 m høydeforskjell mellom temperaturstasjonens høyde (42 m o.h.) og nedbørfeltets medianhøyde (ca 490 m o.h.), skulle tilsvarende døgnmiddeltemperatur for nedbørfeltet bli ca 6°C. Vi finner det likevel ikke tilrådelig å basere beregningene på en lavere temperatur enn 8°C under flommen. Med den valgte graddagsfaktor gir dette en snøsmelting på 40 mm/døgn. Denne verdi benyttes for hele nedbørperioden.

8.3 Nedbør + snøsmelting

Nedbørtallene reduseres med arealreduksjonsfaktoren 0.97. Kombinert med snøsmeltingen (40 mm/døgn) får feltet en belastning som vist i figur 10.

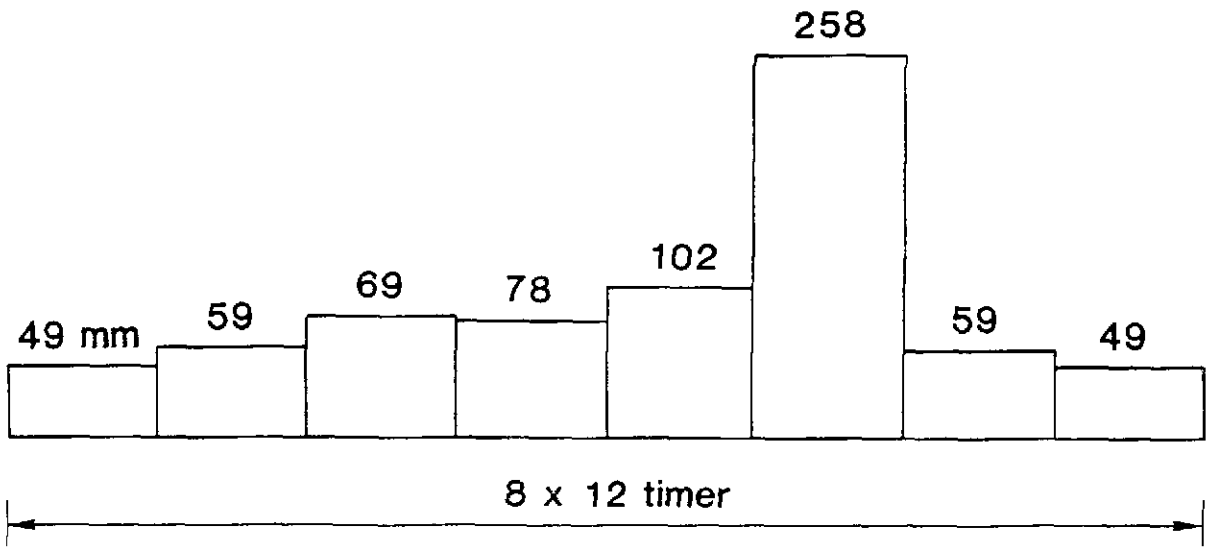

Fig. 10. Forløp av nedbør og snøsmelting ved påregnelig maksimal flom.

Også i dette tilfelle settes startvassføringen (tilløp) til 1 m^3/s ved Storevatn og til 9 m^3/s ved Emhjellevatn.

8.4 Beregningens gang

Beregningen gjennomføres ved hjelp av program PQRUT og følger samme mønster som ved dimensjonerende flom (beskrevet under pkt 7.1.3).

Også i dette tilfelle forutsettes at kraftverkene står, og at vannstanden i magasinene ligger på HRV ved flommens begynnelse.

Flomløpslengden settes til 17 m i dam Emhjellevatn, og det naturlige utløpsprofil i Storevatn erstattes som tidligere med et tenkt horisontalt flomløp av 10 meters lengde.

Resultatet av beregningene fremgår av figur 11, 12, samt tabell 2. Figur 11 og 12 viser diagram over tilløps- og avløpsflom, samt vannstand, for henholdsvis Storevatn og Emhjellevatn, mens tabell 2 inneholder tilsvarende data i tabellform for Emhjellevatn. Her er også nedbørverdiene (medregnet snøsmelting) tatt med.

8.5 Beregningsresultater

Beregningene gir for Emhjellevatn følgende resultater (se figur 12 og tabell 2):

Påregnelig maksimal avløpsflom = 225 m^3/s
Tilhørende flomstigning over HRV = 3.36 m

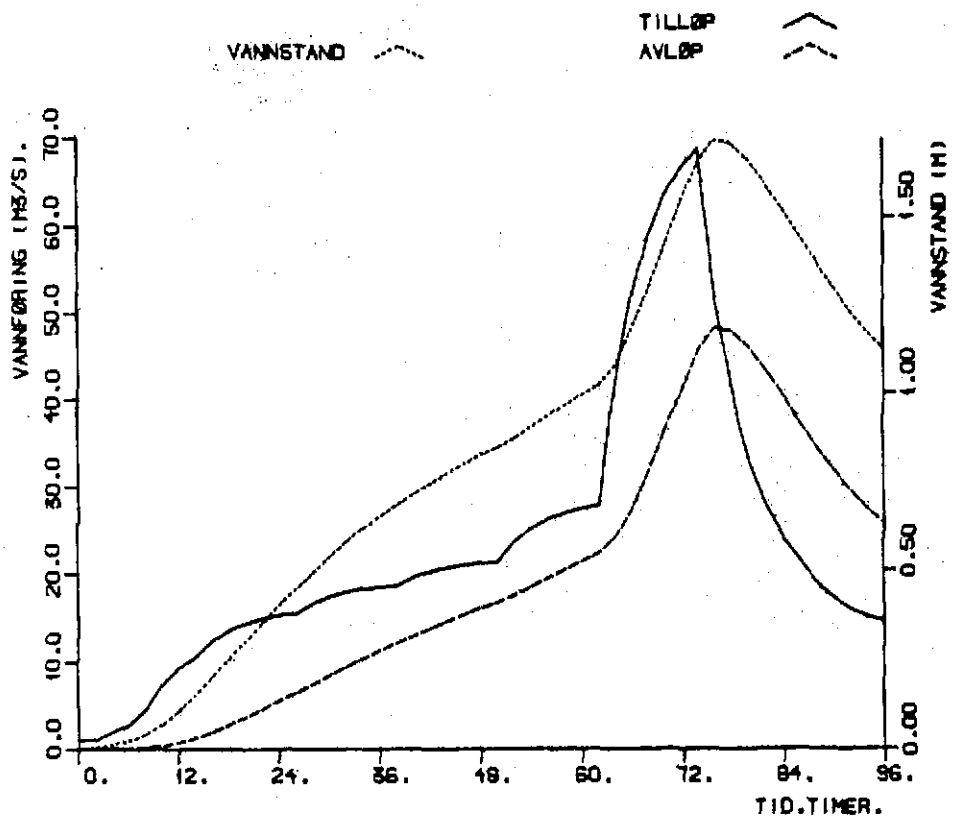

Fig. 11. Flom i Storevatn. Opptrer samtidig med påregnelig maksimal flom i Emhjellevatn.

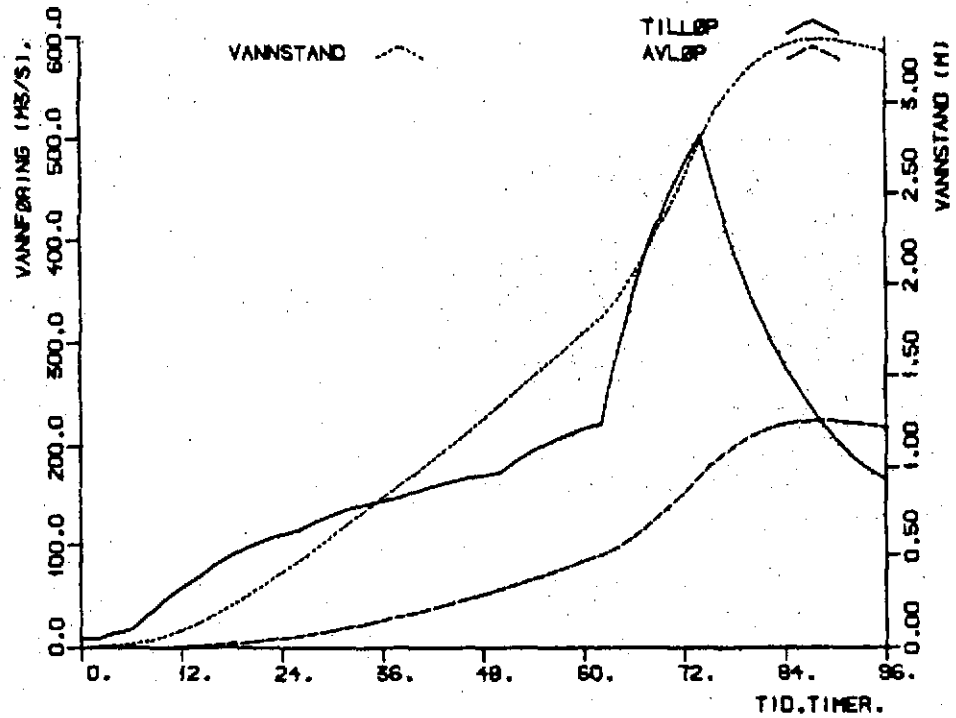

Fig. 12. Påregnelig maksimal flom i Emhjellevatn.

A mm	B m^3/s	C m	D m^3/s
8.2	9.008	0.006	0.016
8.2	14.155	0.013	0.054
8.2	19.047	0.023	0.131
8.2	33.548	0.040	0.290
8.2	47.587	0.065	0.606
8.2	59.031	0.098	1.121
9.8	68.411	0.137	1.855
9.8	80.214	0.182	2.843
9.8	89.945	0.233	4.120
9.8	97.996	0.289	5.681
9.8	104.679	0.348	7.515
9.8	110.239	0.410	9.601
11.5	114.873	0.474	11.917
11.5	123.073	0.540	14.492
11.5	129.883	0.609	17.355
11.5	135.545	0.680	20.473
11.5	140.225	0.752	23.814
11.5	144.176	0.824	27.345
13.0	147.442	0.897	31.031
13.0	153.993	0.970	34.904
13.0	159.435	1.044	38.994
13.0	163.955	1.119	43.259
13.0	167.708	1.194	47.659
13.0	170.823	1.268	52.157
17.0	173.408	1.340	56.719
17.0	185.788	1.415	61.518
17.0	196.073	1.493	66.705
17.0	204.603	1.574	72.200
17.0	211.669	1.657	77.931
17.0	217.515	1.739	83.830
43.0	222.348	1.821	89.840
43.0	293.199	1.923	97.436
43.0	352.303	2.058	107.930
43.0	401.488	2.220	120.894
43.0	442.329	2.401	135.944
43.0	476.155	2.594	152.716
9.8	504.090	2.796	170.863
9.8	441.057	2.976	187.623
9.8	387.989	3.111	200.548
9.8	343.644	3.209	210.131
9.8	306.837	3.278	216.888
9.8	276.456	3.322	221.312
8.2	251.482	3.347	223.849
8.2	226.907	3.357	224.764
8.2	206.753	3.352	224.291
8.2	190.260	3.337	222.755
8.2	176.783	3.313	220.425
8.2	165.777	3.284	217.518

Utskrift av 2-timersverdier.

Kolonne A: PMP-nedbør, redusert med arealreduksjonsfaktor 0.97 og tillagt snøsmelting.
Kolonne B: Tilløpsflom til Emhjellevatn, beregnet ut fra nedbør og smelting under kolonne A.
Kolonne C: Vannstand i Emhjellevatn under flommen.

Kolonne D: Avløpsflom fra Emhjellevatn. $q = 2.15 \cdot 17 \cdot h^{3/2}$. (Overløpslengde = 17 m).

Tabell 2. Påregnelig maksimal flom i Emhjellevatn.

9. 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.