

RAPPORT

08 1992



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Bjarne Krokli

FLOMBEREGNING FOR FORTUNVASSDRAGET



HYDROLOGISK AVDELING



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL FLOMBEREGNING FOR FORTUNVASSDRAGET (075.Z)	RAPPORT
SAKSBEHANDLER Bjarne Krokli Seksjon Vannbalanse	DATO 08.10.92
	RAPPORTEN ER åpen
OPPDRAAGSGIVER Hydro Energi Sogn	OPPLAG 10

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer"(3) er utført for 5 dammer i Fortunvassdraget. Resultatet av beregningen ble:

DIMENSJONERENDE FLOM:

	Avløpsflom (m ³ /s)	Flomvann- stand (m o.h.)	Flomstigning over HRV (m)
Fivlemyr	151.8	1028.91	0.91
Prestesteinsvatn	37.1	1356.19	0.69
Øvre Hervavatn	43.8	1302.86	0.46
Storevatn	27.1	1270.40	0.40
Skålavatn	188.9	1013.89	0.89

PÅREGN. MAKSIMAL FLOM:

	Avløpsflom (m ³ /s)	Flomvann- stand (m o.h.)	Flomstigning over HRV (m)
Fivlemyr	304.6	1029.45	1.45
Prestesteinsvatn	93.9	1356.61	1.11
Øvre Hervavatn	110.2	1303.25	0.85
Storevatn	51.9	1270.62	0.62
Skålavatn	380.7	1014.42	1.42

Overløpenes innvirkning på flommer er beskrevet i kap.12. De naturlige utløpsprofilene er oppmålt av Siv.ing.S. Bendiksen a/s og vannføringskurver for naturlig avløp er beregnet. Deretter er flom med gjentakintervall 10 år rutet gjennom naturlig sjø og gjennom magasin for sammenligning.

EMNEORD/SUBJECT TERMS
Oppdragsrapport

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Dan Lundquist
Seksjonsjef

FORORD

"Forskrifter for dammer" (3) 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.

Hydrologisk avdeling utfører selv slike flomberegninger, og kontrollerer og godkjenner flomberegninger som er utført av andre.

Foreliggende rapport beskriver framgangsmåten og gir resultatene av en flomberegning bestilt av Hydro Energi Sogn. Beregningen gjelder 5 dammer for Fortun Kraftverk.

Oslo, oktober 1992

A handwritten signature in black ink, reading "Dan Lundquist". The signature is written in a cursive, flowing style.

Dan Lundquist
fung. avd.direktør

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	3
2. BELIGGENHET	3
3. BEREGNING AV FLOMMER	4
4. NEDBØRFELTENE	6
4.1 Storevatn	6
4.2 Prestesteinsvatn	6
4.3 Øvre Hervavatn	6
4.4 Skålvatn	7
4.5 Fivlemyr	7
5. NEDBØR	8
6. HYDRAULISKE FORMLER	9
7. FLOMMER FIVLEMYR	12
7.1 Tilløpsflommer Fivlemyr	12
7.2 Avløpsflommer Fivlemyr	14
8. FLOMMER PRESTESTEINSVATN	16
8.1 Tilløpsflommer Prestesteinsvatn	16
8.2 Avløpsflommer Prestesteinsvatn	18
9. FLOMMER ØVRE HERVAVATN	20
9.1 Tilløpsflommer Øvre Hervavatn	20
9.2 Avløpsflommer Øvre Hervavatn	23
10. FLOMMER STOREVATN	25
10.1 Tilløpsflommer Storevatn	25
10.2 Avløpsflommer Storevatn	27
11. FLOMMER SKÅLVATN	29
11.1 Tilløpsflommer Skålvatn	29
11.2 Avløpsflommer Skålvatn	32
12. OVERLØPETS INNVIRKNING PÅ FLOMMER	34
13. FREKVENSANALYSE	37
14. LITTERATUR	38

1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling ble i brev av 19.05.92 fra Siv.ing. S.Bendiksen a/s bedt om å utføre flomberegninger for Fortun kraftverk, Luster kommune, Sogn og Fjordane.

Beregningen gjelder dimensjonerende flom og påregnelig maksimal flom for dammene Storevatn, Prestesteinsvatn, Øvre Hervavatn, Skålavatn og Fivlemyr.

For de fire første dammene skal det også påvises at damutformingen er slik at naturlige flommer ikke forøkes.

2. BELIGGENHET

Feltene ligger i Vest-Jotunheimen og drenerer naturlig til Fortunelva, Luster kommune.

Beliggenhet og feltgrenser er vist på kartskisse i figur 1.

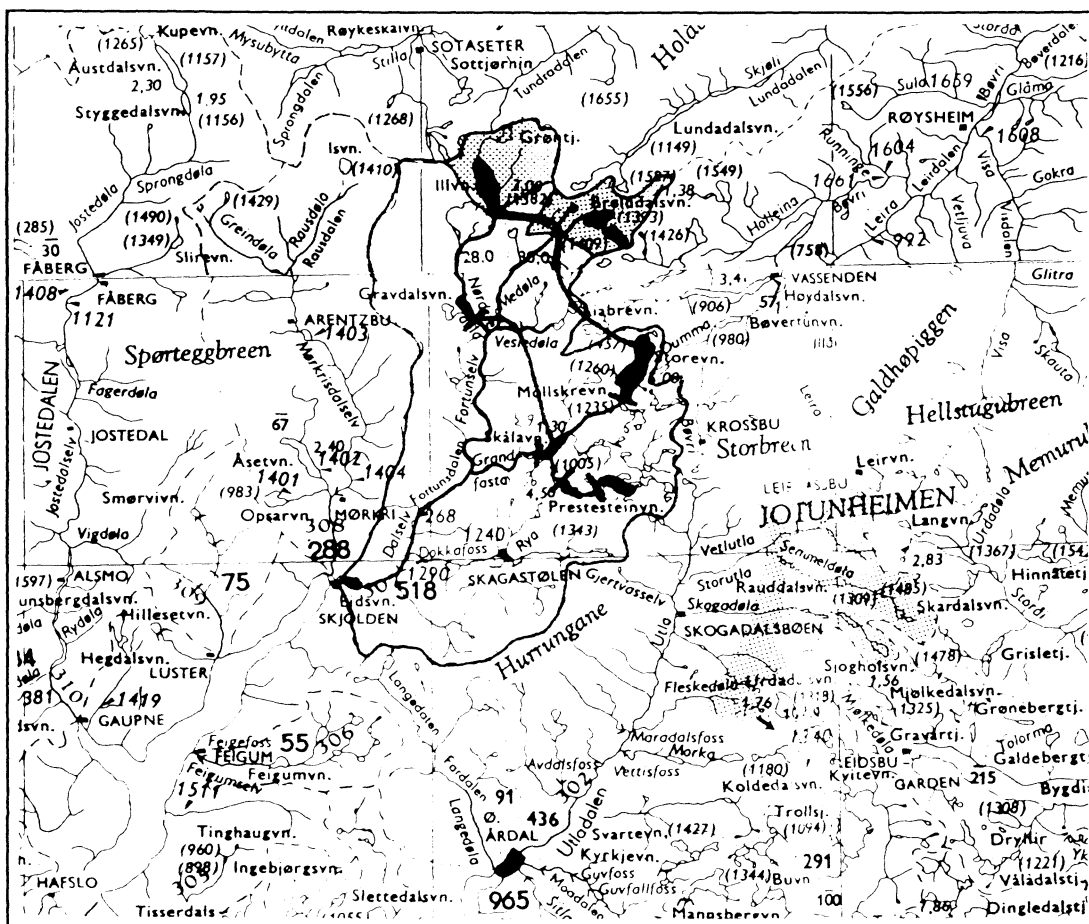


Fig. 1. Nedbørfeltenes beliggenhet.

3. BEREGNING AV FLOMMER

Da det ikke foreligger registreringer fra de enkelte felt, er flomberegningene utført ved å benytte flommodell til å beregne tilløpsflom for nedbørfeltene ved hjelp av M10-, M1000- og PMP-estimer (nedbørforløp med 10- og 1000-års gjentaksintervall og påregnelig maksimal nedbør). Tilløpsflom med tillegg av eventuelle overføringer ble så rutet gjennom magasinene.

De fem flommodellene er kalibrert ved å benytte feltparametre (H_L fra hypsografisk kurve) for feltene.

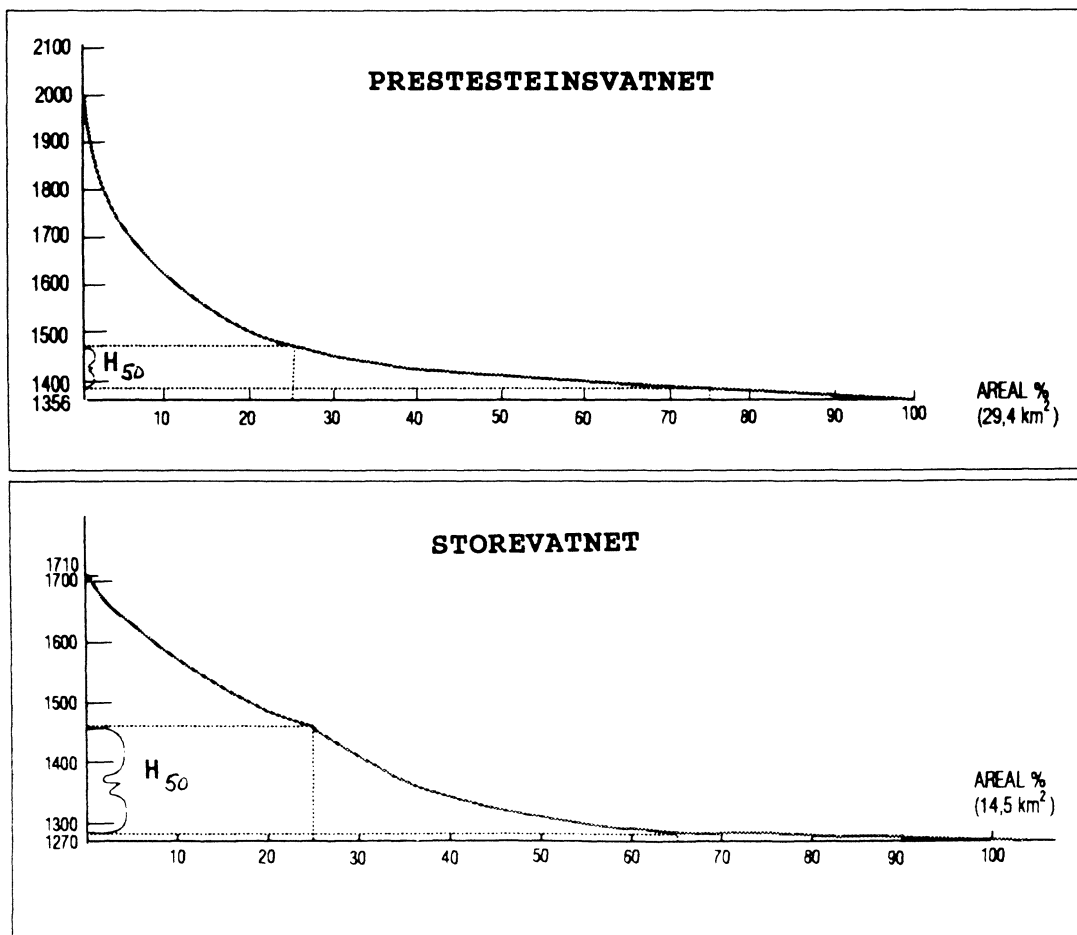
Øvre tømmekonstant: $K_1 = 0.0135 + 0.00268 \cdot H_L - 0.01665 \cdot \ln(A_{SE})$

Nedre Tømmekonstant: $K_2 = 0.009 + 0.21 \cdot K_1 - 0.00021 \cdot H_L$

Terskelverdi: $T = -9.0 + 4.4 \cdot K_1 \exp(-0.6) + 0.28 Q_n$

Her er A_{SE} effektiv sjøprosent i feltet og Q_n er normalt spesifikt avløp som tas ut fra isohydatkart.

I relieff-forholdet, $H_L = H_{50}/L$, er L feltaksens lengde i km og H_{50} er høydeforskjellen i meter mellom 25% og 75% passasjen på feltets hypsografiske kurve. Se figur 2.



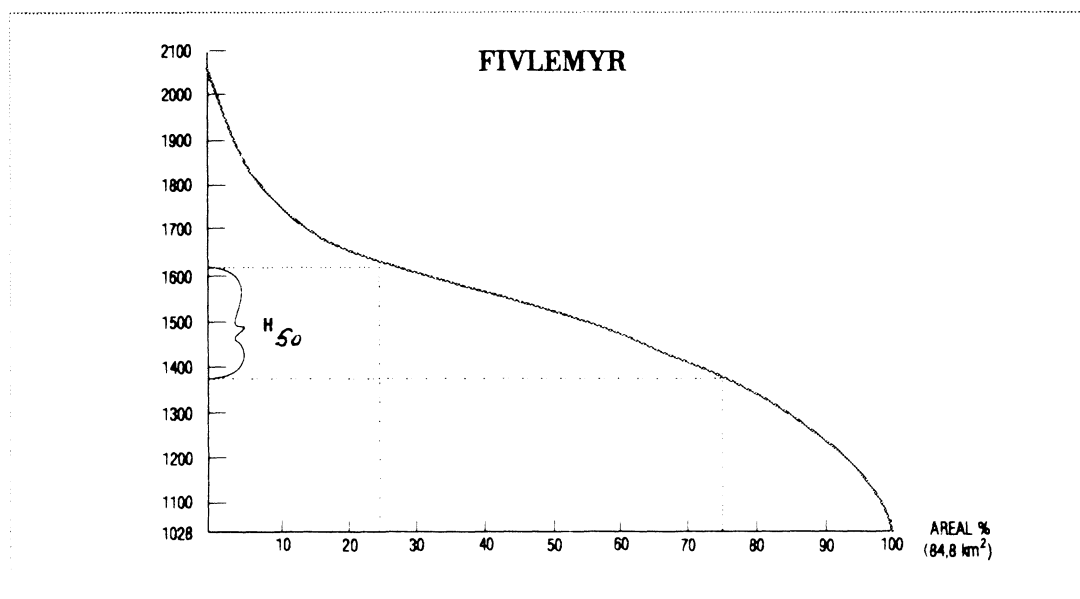
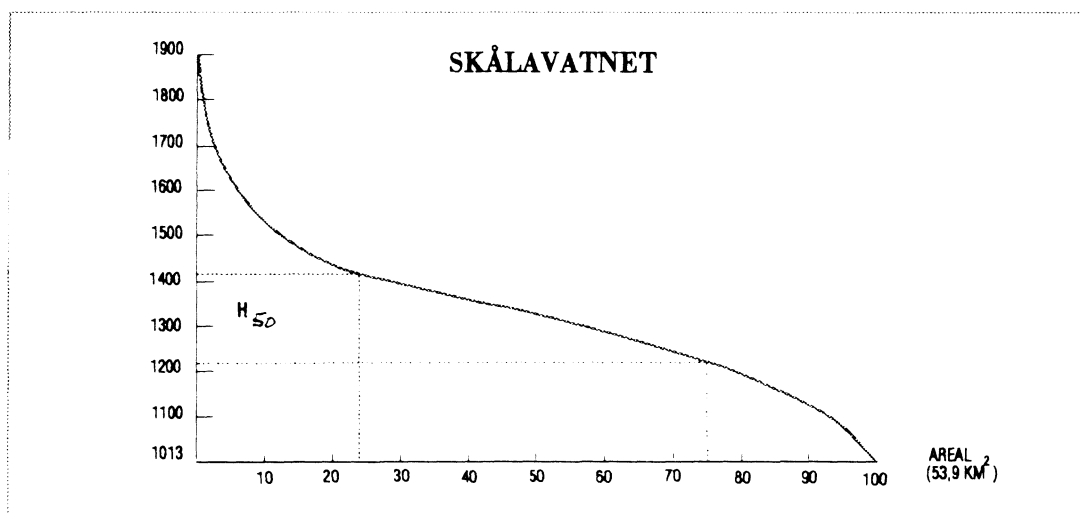
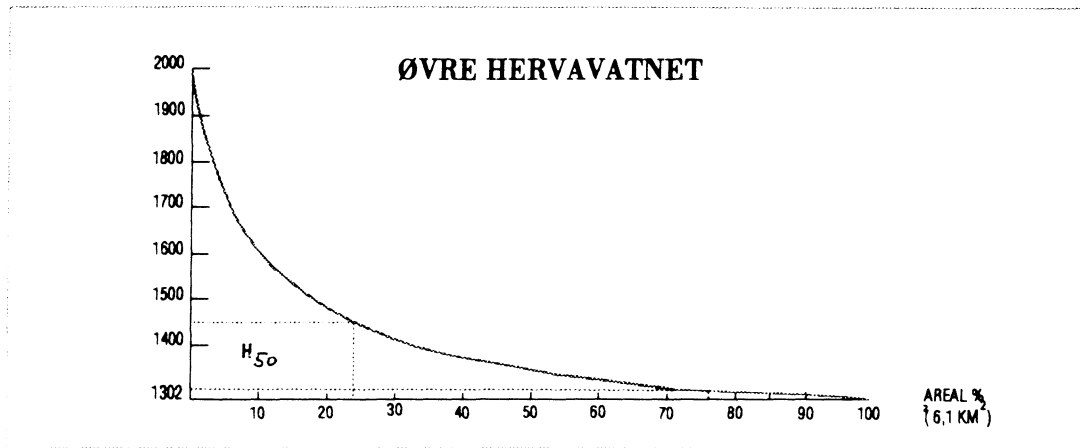


Fig. 2. Hypsografiske kurver.

4. NEDBØRFELTENE

4.1 Storevatn

Storevatnets nedbørfelt er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 14.5 km².

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 36.1 % og settes til 0.1% (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L , er 5.5 km.

Relieff-forholdet, H_L , er beregnet til 32.7 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1 , er beregnet til 0.139 time⁻¹,

nedre tømmekonstant, K_2 , er beregnet til 0.031 time⁻¹

og terskelverdien, T , er beregnet til 19.35 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n , settes til 50 l/skm².

4.2 Prestesteinsvatn

Prestesteinsvatnets nedbørfelt er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 29.4 km².

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 14.1 % og settes til 0.15% (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L , er 6.4 km.

Relieff-forholdet, H_L , er beregnet til 14.1 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1 , er beregnet til 0.083 time⁻¹,

nedre tømmekonstant, K_2 , er beregnet til 0.023 time⁻¹

og terskelverdien, T , er beregnet til 26.01 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n , settes til 55 l/skm².

4.3 Øvre Hervavatn

Nedbørfeltet til Øvre Hervavatn er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 6.1 km².

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 16.4 % og settes til 0.1% (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L , er 3.1 km.

Relieff-forholdet, H_L , er beregnet til 48.38 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1 , er beregnet til 0.181 time^{-1} ,

nedre tømmekonstant, K_2 , er beregnet til 0.037 time^{-1}

og terskelverdien, T , er beregnet til 17.27 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n , settes til 50 l/skm^2 .

4.4 Skålavatn

Skålavatnets nedbørfelt er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 53.9 km^2 .

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 2.3 % og settes til 0.15% (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L , er 10.4 km.

Relieff-forholdet, H_L , er beregnet til 19.23 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1 , er beregnet til 0.097 time^{-1} ,

nedre tømmekonstant, K_2 , er beregnet til 0.025 time^{-1}

og terskelverdien, T , er beregnet til 21.48 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n , settes til 45 l/skm^2 .

4.5 Fivlemyr

Nedbørfeltet til dam Fivlemyr er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 84.8 km^2 (ved flomforløp skal overførte felt regnes med).

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 1.7 % og settes til 1.6 % (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L , er 13.3 km.

Relieff-forholdet, H_L , er beregnet til 22.56 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1 , er beregnet til 0.066 time^{-1} ,

nedre tømmekonstant, K_2 , er beregnet til 0.018 time^{-1}

og terskelverdien, T , er beregnet til 28.85 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n , settes til 55 l/skm^2 .

5. NEDBØR

Det norske meteorologiske institutt har utarbeidet rapporten "Fortunvassdraget. Påregnelige ekstreme nedbørverdier". (2) Rapporten gir årsverdier og verdier for fire sesonger for de fem feltene. Av sesongene er det høstsesongen som har de høyeste nedbørverdiene, disse ligger like under årsverdien.

Høstsesongen blir derfor å regne som kritisk sesong for magasinene, da høy sesongnedbør faller sammen med stor sannsynlighet for fulle magasin og med snøsmelting under nedbørforløpet.

I nedbørtallene for Prestesteinsvatn, Øvre Hervavatn, Storevatn og Fivlemyrane er det små forskjeller. En midlet nedbørserie vil ligge godt innenfor usikkerheten slik at en felles serie kan benyttes for disse feltene.

Skålavatnet ligger betydelig lavere og har noe mindre nedbør og det vil bli benyttet egen serie for dette felt.

Dersom påregnelige 96-timers høstnedbørsverdier blir arealredusert, vil de følgende tabeller gi nedbørsserier som benyttes i modellen til å beregne tilløpsflommer:

Skålavatn								
Antall timer	1	2	6	12	24	48	72	96
M10	18	22	40	55	69	87	103	119
M1000	37	52	83	108	144	184	218	255
PMP	71	96	156	202	269	349	407	470
PMP+snøsmelt	72	98	164	217	299	409	497	590

Prestesteinsv. Øvre Hervavatn Storevatn Fivlemyrane								
Antall timer	1	2	6	12	24	48	72	96
M10	20	25	45	63	78	100	119	137
M1000	39	54	88	119	158	208	245	284
PMP	74	99	158	214	283	367	441	505
PMP+snøsmelt	75	100	165	219	313	427	531	625

Snøsmelting: $S = C_s \cdot T_L = 5.0 \cdot 6.0 \text{ mm/døgn} = 30 \text{ mm/døgn}$.
 $C_s = 5 \text{ mm/}^\circ\text{Cdøgn}$ er hentet fra NVEs publikasjon "Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer." (4) og gjelder snaufjell.

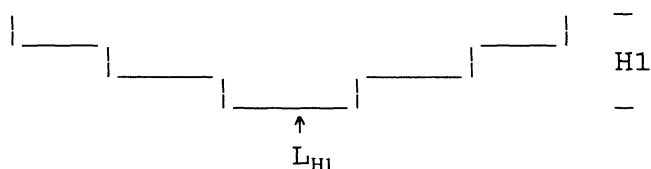
$T_L = 6.0 \text{ }^\circ\text{C}$ er en temperatur som kan påvises flere steder på Vestlandet i situasjoner med sterk nedbør og snøsmelting om høsten.

6. HYDRAULISKE FORMLER

På grunnlag av tegninger og innhentede opplysninger er det i samarbeid med Tilsyns- og beredskapsavdelingen beregnet overløpsformler for dammene.

Rekonstruksjon av naturlig utløp fra de vann som i dag er magasiner er gjort ved at regulanten har foretatt nivellering av naturlig utløpsprofil og gradient i utløpet. For de fire vann dette gjelder, viser det seg at elva hadde stort fall etter utløpet, slik at sannsynligheten for strykdannelse etter utløpet er stor (gradient $\gg 1\%$).

Det nivellerte naturlige profil er i beregningen omformet til trappetrinnsprofil:



Utløpsformel er beregnet som en sum av brede overløp med ulike høyder:

$$Q = c_0 \cdot \sum_n L_{Hn} \cdot H_n^{1.5}, \text{ hvor } c_0 \text{ er satt til } 1.4.$$

For samtlige dammer er overløp for de enkelte segmenter beregnet ut fra formelen:

$$Q = c_0 \cdot L \cdot H^{1.5}$$

eller for dammer med pilarer:

$$Q = c_0 \cdot L_{\text{netto}} \cdot H^{1.5}, \text{ hvor}$$

$$L_{\text{netto}} = L_{\text{lysåpning}} - H \cdot \sum k \cdot n$$

n er det antall pilarsider som bidrar til kontraksjonstap og konstanten k er for pilarene i denne beregningen satt til 0.04.

Dam Fivlemyr:

Dammen ved Fivlemyr består av et fast overløp med lengde 85.00 m og topp krone på kote 1028.00 etterfulgt av en massivdam med lengde 67.10 m og topp krone på kote 1029.50. Deretter en steinfyllingsdam med lengde 230 m og brystning på kote 1030.00.

Vannføringskurve: $Q=174.329 \cdot (H-1028.00)^{1.5008}$ $H>1028.00$

$Q=18.929 \cdot (H-1026.97)^{3.0438}$ $H>1029.50$

Magasinkurve: (1026.00, 2.50), (1027.00, 2.96)

(1028.00, 3.50),

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m³.

Dam Prestesteinsvatn:

Dammen ved Prestesteinsvatnet består av et fast overløp med lengde 40.00 m og topp krone på kote 1355.50. Overløpet har 7 pilarer med gangbane. Deretter følger en platedam og en massivdam med lengde 260 m og topp krone på kote 1356.50.

Vannføringskurve: $Q=64.377 \cdot (H-1355.48)^{1.5770}$ $H>1355.50$

$Q=57.759 \cdot (H-1355.47)^{3.7560}$ $H>1356.50$

Naturlig vf.k.: $Q=2.466 \cdot (H-1342.30)^{3.5182}$ $H>1342.30$

Magasinkurve: (1341.00, 7.00), (1344.00, 12.00)

(1345.40, 15.00), (1347.00, 19.00)

(1350.00, 27.00), (1353.50, 38.00)

(1358.00, 55.60).

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m³.

Dam Øvre Hervavatn:

Dam Øvre Hervavatn består av fast overløp med krone på kote 1302.40. Overløpet har 16 pilarer som bærer kjørebane. På begge sider er det massivdammer med total lengde 205 m og topp kjørebane på kote 1303.80.

Vannføringskurve: $Q=138.507 \cdot (H-1302.39)^{1.5360}$ $H>1302.40$

$Q=327.079 \cdot (H-1303.00)^{1.6837}$ $H>1303.80$

Naturlig vf.k.: $Q = 4.260 \cdot (H - 1296.80)^{3.7098} \quad H > 1296.80$

Magasinkurve: (1295.50, 2.00), (1297.00, 2.90)
(1298.50, 4.10), (1303.00, 8.30)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m³.

Dam Storevatn:

Anlegget ved Storevatn består av 3 dammer. Dam 1 består av fast overløp med lengde 56 m og topp krone på kote 1270.00, etterfulgt av steinfyllingsdam med brystning på kote 1272.50 og lengde 315 m. Dam 2 er en buedam med lengde 34 m og topp brystning på kote 1271.00. Dam 3 er en steinfyllingsdam med lengde 170 m og og topp brystning på kote 1272.50.

Vannføringskurve: $Q = 106.400 \cdot (H - 1270.00)^{1.5000} \quad H > 1270.00$

$Q = 3.890 \cdot (H - 1268.50)^{3.6096} \quad H > 1271.00$

Naturlig vf.k.: $Q = 14.137 \cdot (H - 1259.95)^{2.5235} \quad H > 1260.00$

Magasinkurve: (1260.00, 59.90), (1264.00, 78.00)
(1270.00, 109.00)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m³.

Dam Skålavatn:

Anlegget her består av en hoveddam (platedam) med lengde 270 m og topp brystning på kote 1015.20 og en overløpsdam med lengde 115 m. Overløpet har krone på kote 1013.00 og har 21 pilarer som bærer gangbane med topp på kote 1014.50. I samme høyde følger 2 mindre massivdammer med lenge 9 m.

Vannføringskurve: $Q = 224.814 \cdot (H - 1013.00)^{1.4891} \quad H > 1013.00$

$Q = 0.465 \cdot (H - 1010.00)^{4.4973} \quad H > 1014.50$

Naturlig vf.k.: $Q = 20.668 \cdot (H - 1003.95)^{2.5829} \quad H > 1003.95$

Magasinkurve: (1004.00, 12.00), (1007.00, 14.90)
(1009.50, 17.50), (1013.00, 21.50)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m³.

7. FLOMMER FIVLEMYR

7.1 Tilløpsflommer Fivlemyr

Med estimerte verdier for M1000 og kalibrerte verdier for avløpsparametrene ble det beregnet dimensjonerende tilløpsflom for Fivlemyr.

Dimensjonerende tilløpsflom, flomtopp: 156.3 m³/s.
 døgnmiddel: 138 m³/s.
 eller: 1634 l/skm²

Flomforløpet er vist i figur 3.

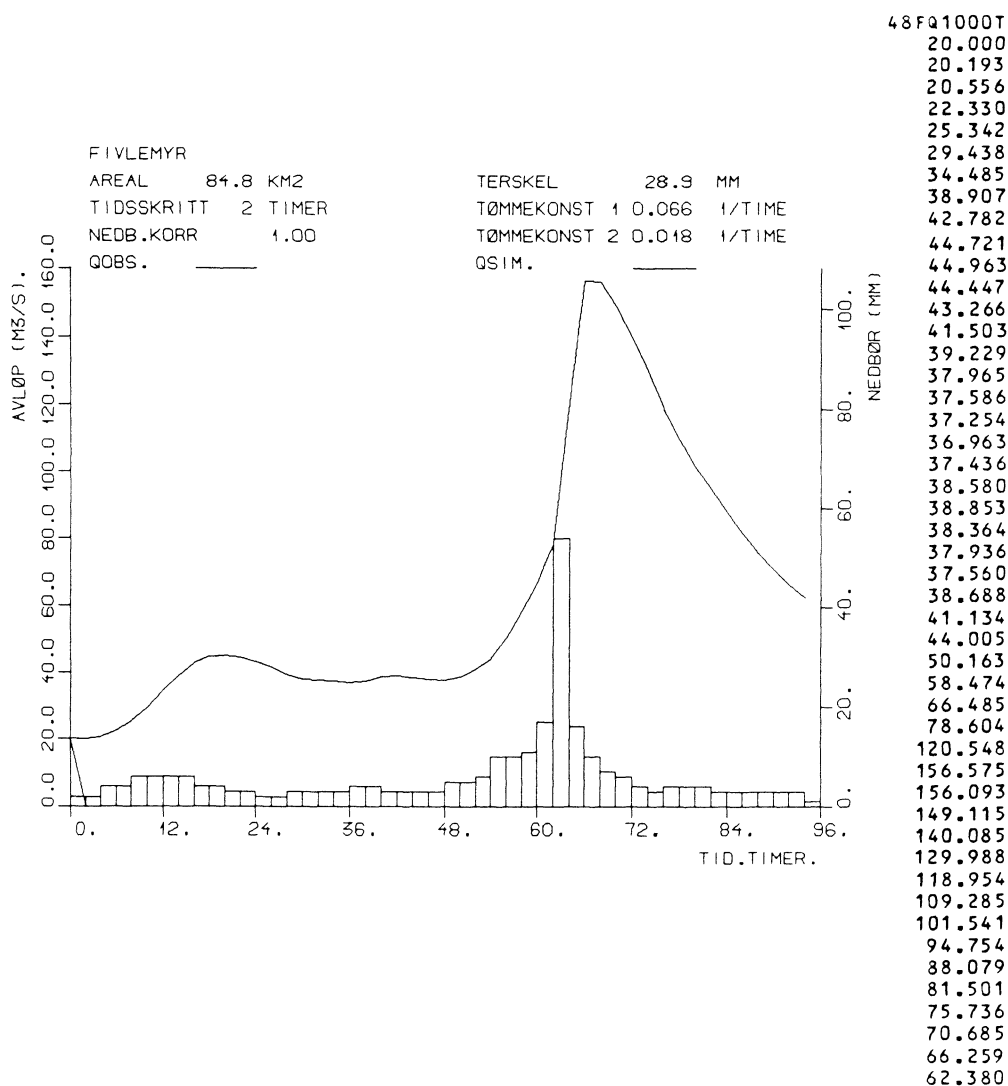


Fig. 3. Dimensjonerende tilløpsflom for Fivlemyr.

På tilsvarende måte ble det ut fra PMP-verdier beregnet påregnelig maksimal tilløpsflom.

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 311.9 m³/s.

Flomforløpet er vist i figur 4.

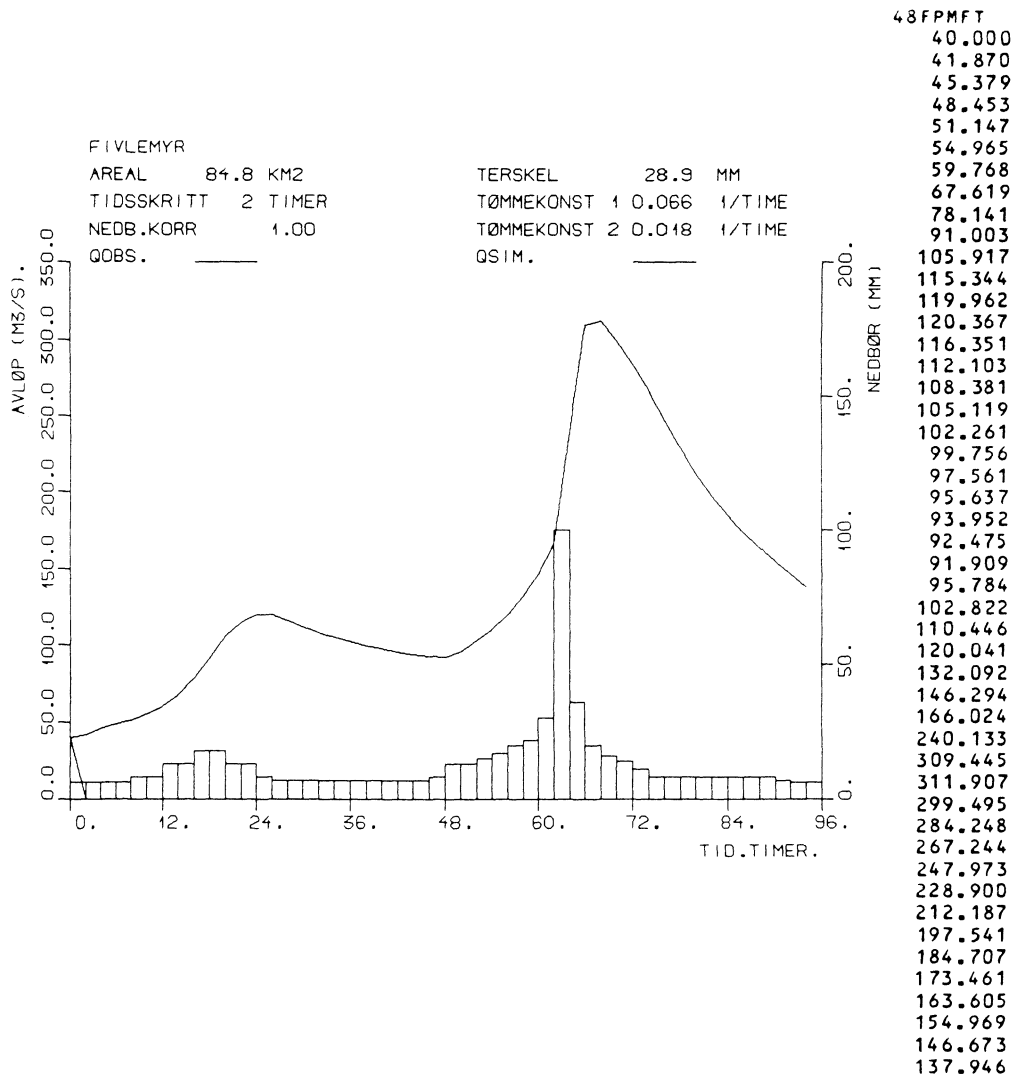


Fig. 4. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Fivlemyr.

7.2 Avløpsflommer for Fivlemyr.

Dimensjonerende tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp: 151.8 m³/s
 Døgnmiddel: 117 "
 Flomstigning: 0.91 m

Rutingen er vist i figur 5.

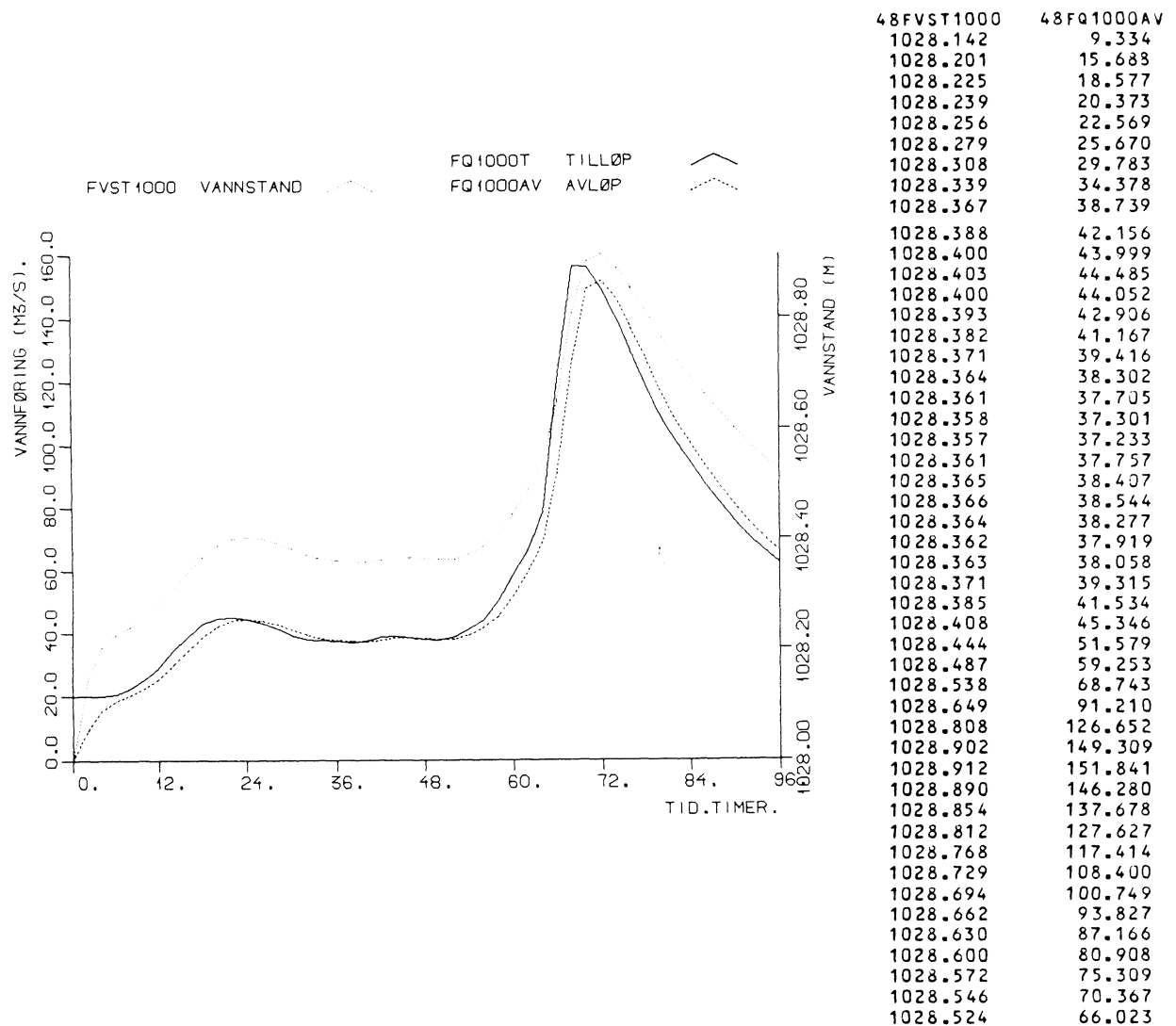


Fig. 5. Dimensjonerende avløpsflom for Fivlemyr.

Påregnelig maksimal tilløpsflom ble likeledes rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp: 304.6 m³/s
 Døgnmiddel: 240 "
 Flomstigning: 1.45 m

Rutingen er vist i figur 6.

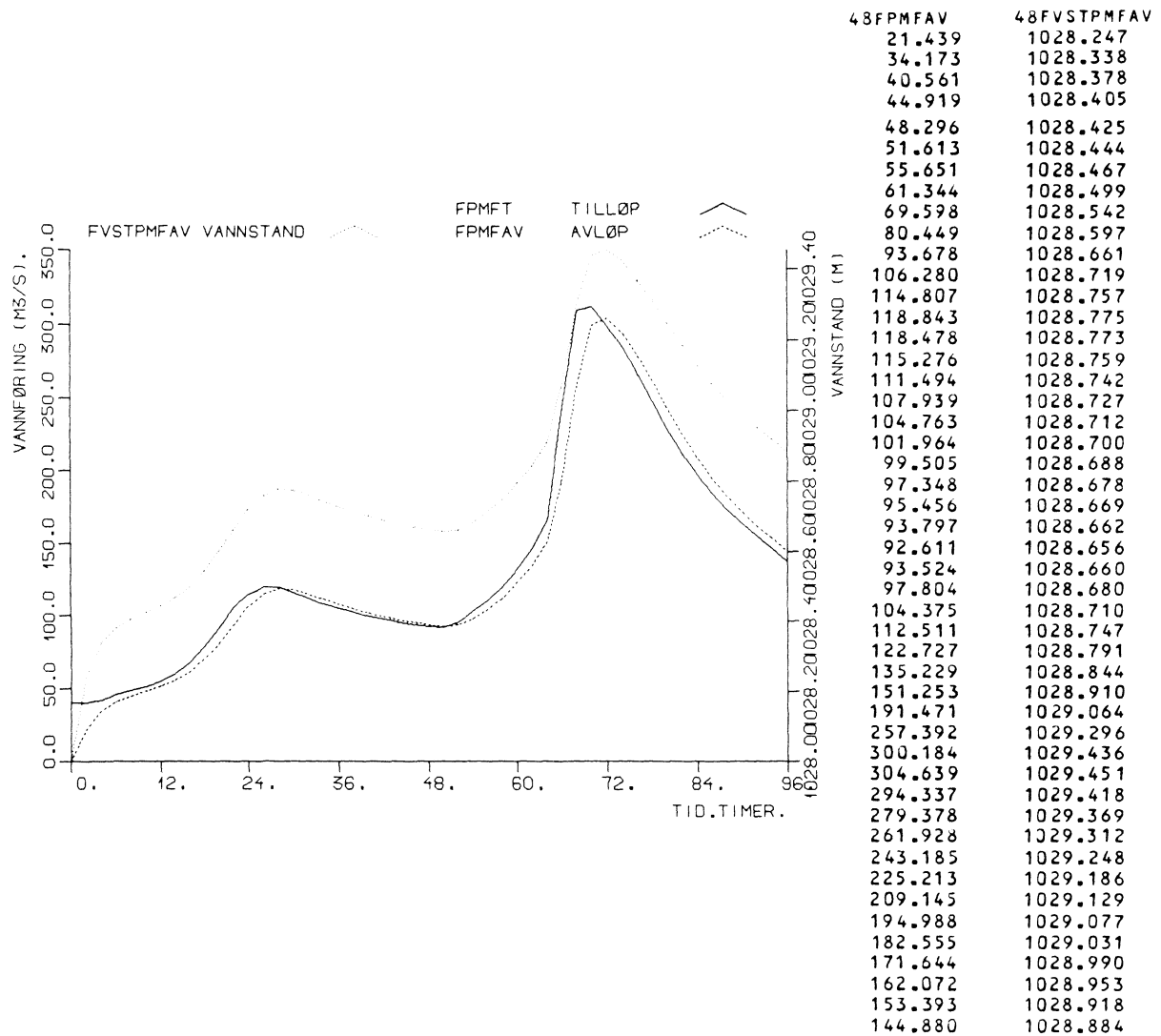


Fig. 6. Påregnelig maksimal avløpsflom for Fivlemyr.

8. FLOMMER PRESTESTEINSVATN

8.1 Tilløpsflommer Prestesteinsvatn

Med estimert verdi for M1000 og kalibrerte verdier for avløpsparametrene ble det beregnet dimensjonerende tilløpsflom for Prestesteinsvatnets nedbørfelt.

Dimensjonerende tilløpsflom, flomtopp: 62.2 m³/s.
 døgnmiddel: 53 m³/s.
 eller: 1802 l/skm²

Flomforløpet er vist i figur 7.

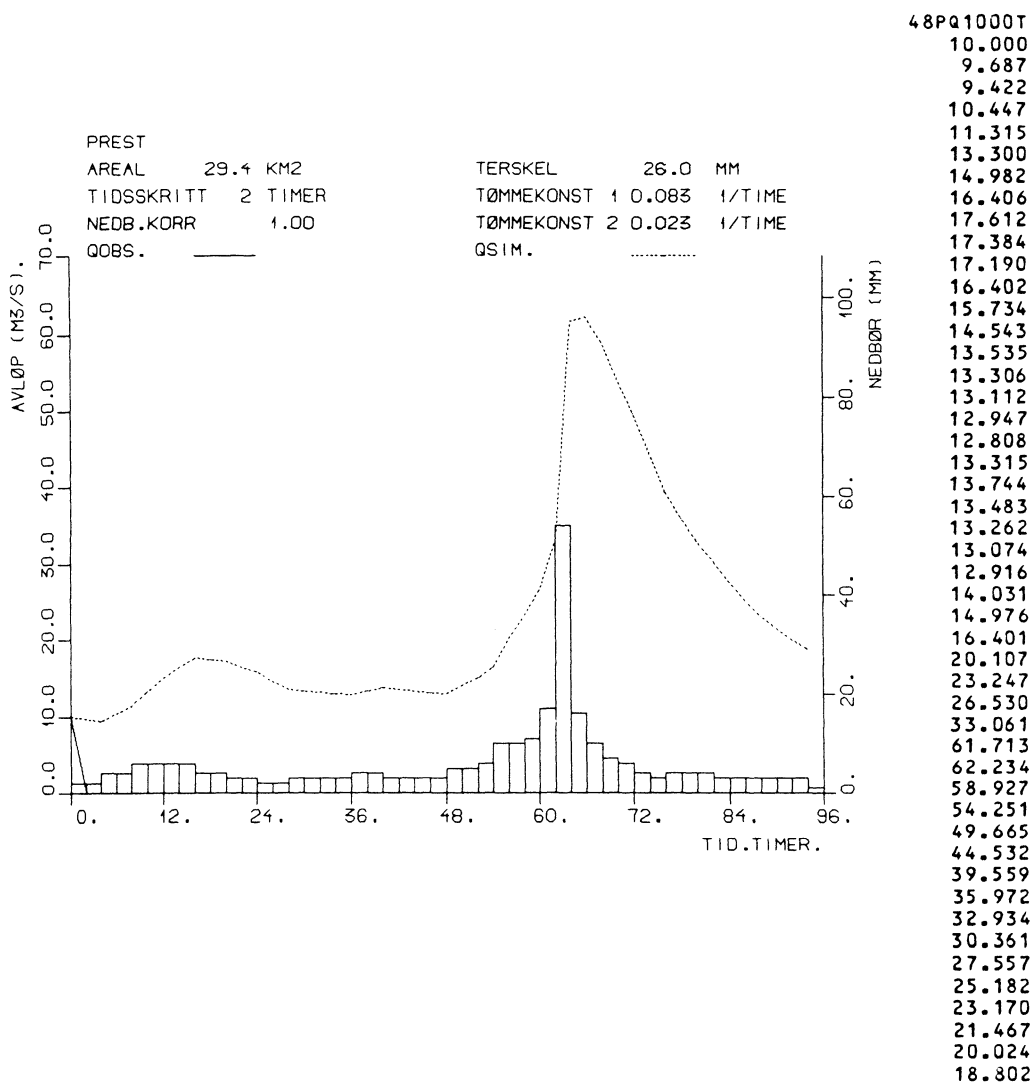


Fig. 7. Dimensjonerende tilløpsflom for Prestesteinsvatn lokalfelt.

På tilsvarende måte ble det ut fra PMP-verdier beregnet påregnelig maksimal tilløpsflom for Prestesteinsvatnets nedbørfelt.

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 123.4 m³/s.

Flomforløpet er vist i figur 8.

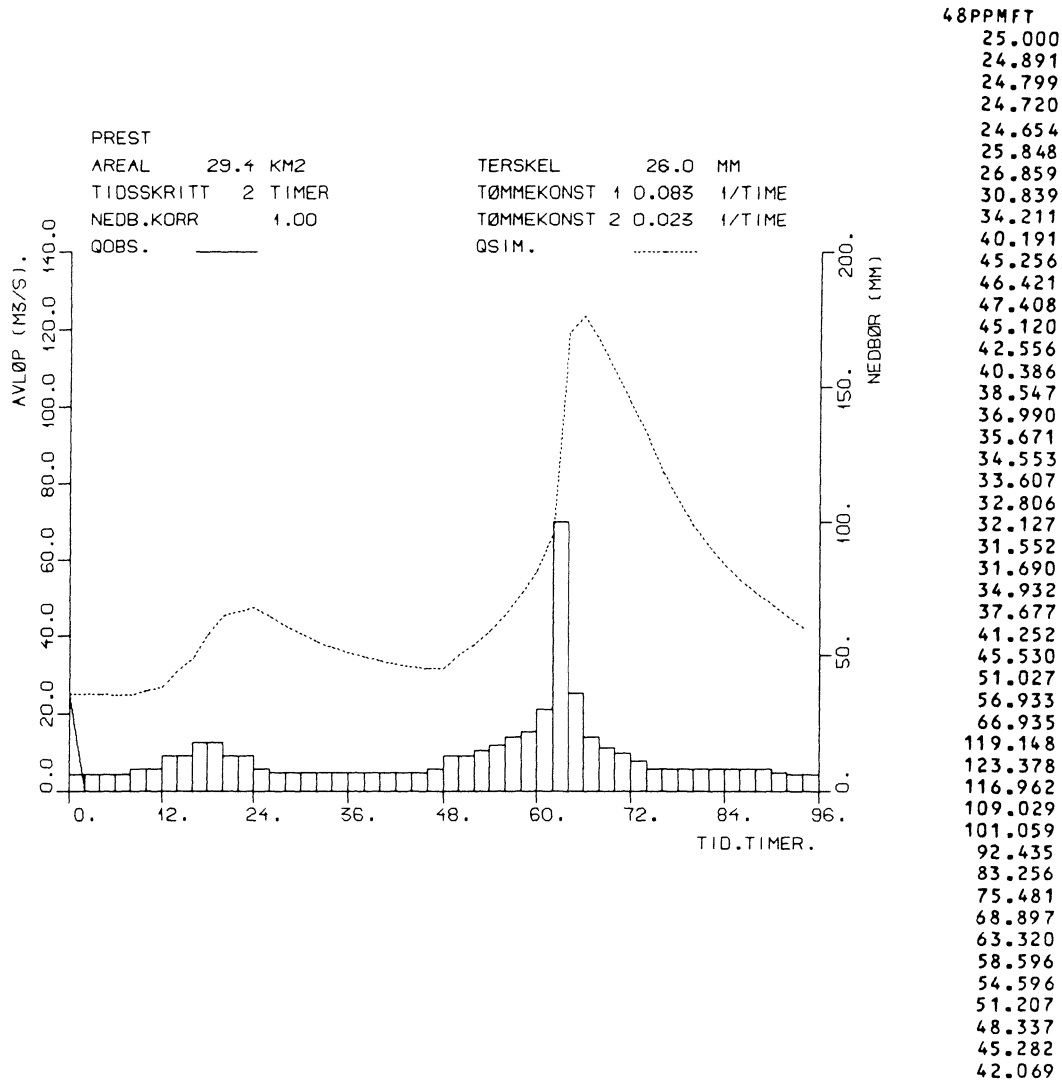


Fig. 8. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Prestesteinsvatn lokalfelt.

8.2 Avløpsflommer for Prestesteinsvatn.

Dimensjonerende tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp: 37.1 m³/s
 Døgnmiddel: 25 "
 Flomstigning: 0.69 m

Rutingen er vist i figur 9.

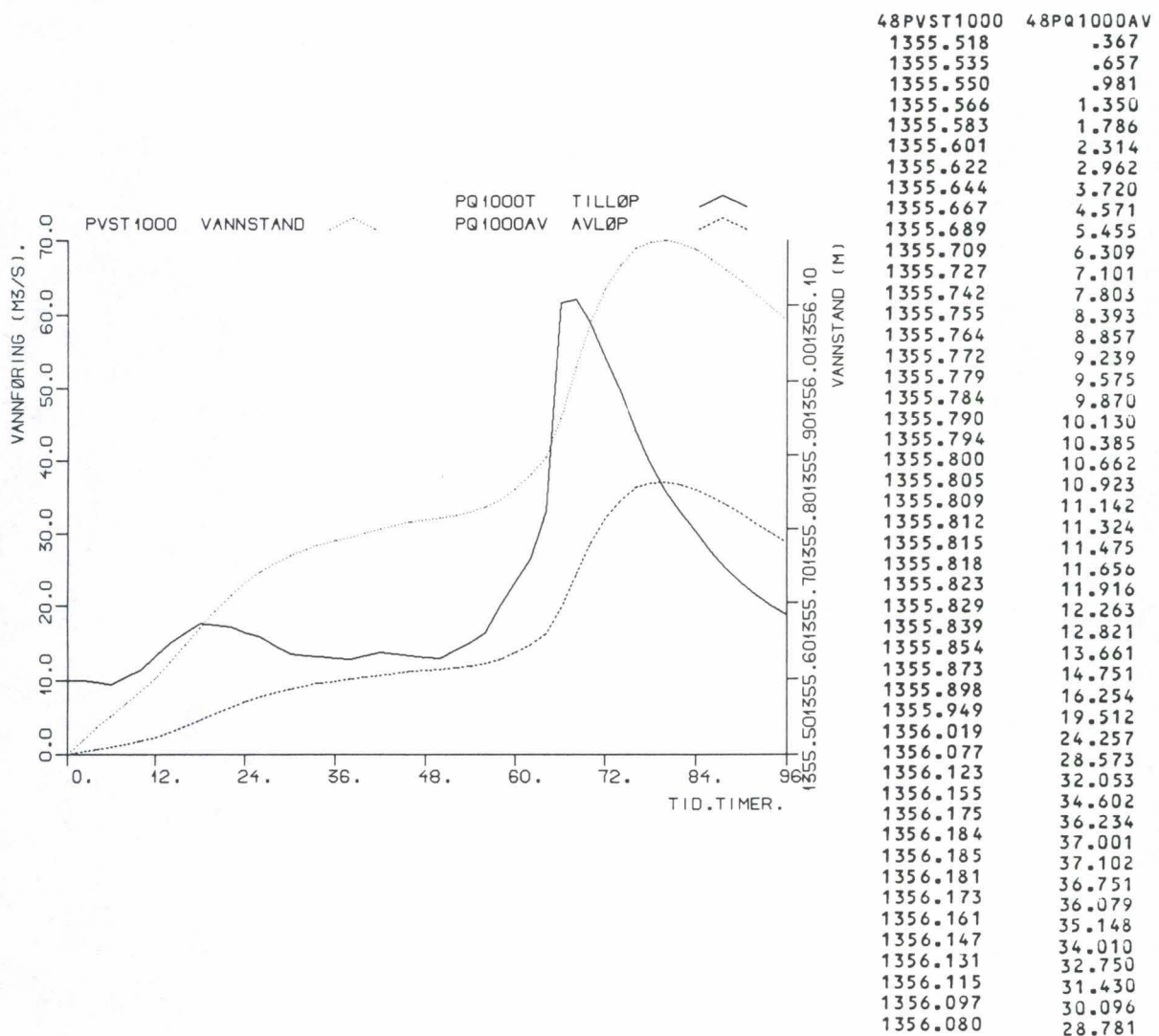


Fig. 9. Dimensjonerende avløpsflom for Prestesteinsvatn.

Påregnelig maksimal tilløpsflom ble likeledes rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp: 93.9 m³/s
 Døgnmiddel: 78 "
 Flomstigning: 1.11 m

Rutingen er vist i figur 10.

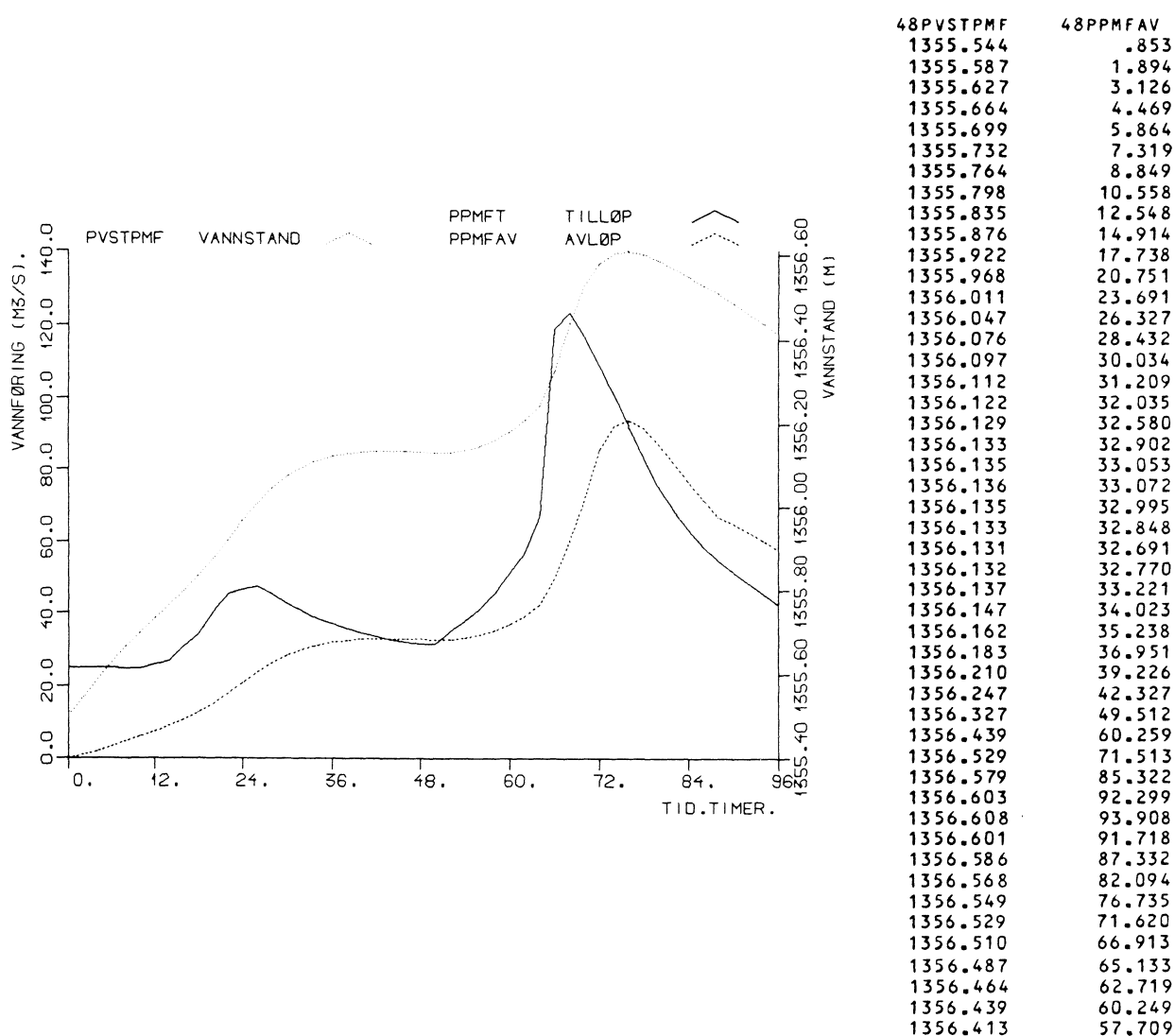


Fig. 10. Påregnelig maksimal avløpsflom for Prestesteinsvatn.

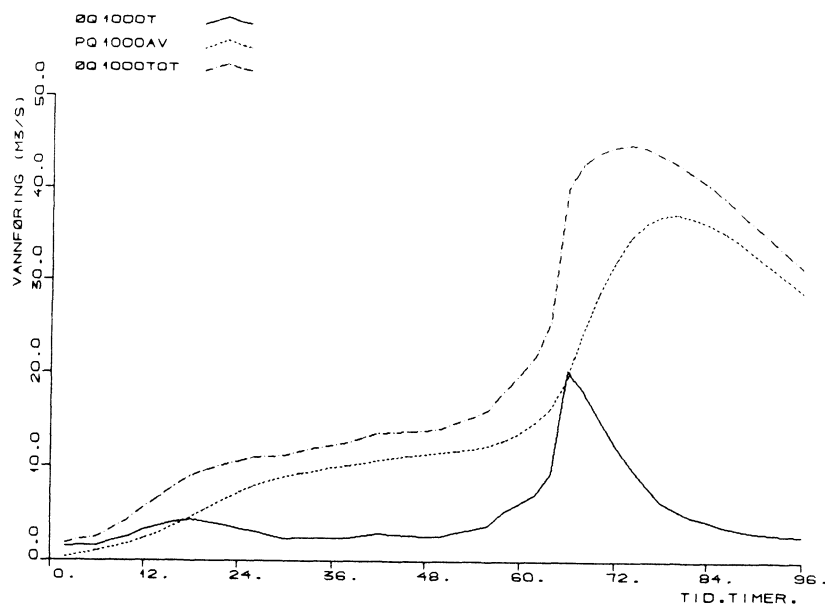


Fig. 12. Total dimensjonerende tilløpsflom for Øvre Hervavatn.

På tilsvarende måte ble det beregnet påregnelig maksimal tilløpsflom for Øvre Hervavatn nedbørfelt.

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 38.2 m³/s.

Flomforløpet er vist i figur 13.

Til påregnelig maksimal tilløpsflom for lokalfelt til Øvre Hervavatn ble det lagt til påregnelig maksimal avløpsflom fra Prestesteinsvatn. Dette utgjør total påregnelig maksimal tilløpsflom for Øvre Hervavatn.

Total påregnelig maksimal tilløpsflom Øvre Hervavatn (flomtopp): 113.3 m³/s.

Summasjon av flommene er vist i figur 14.

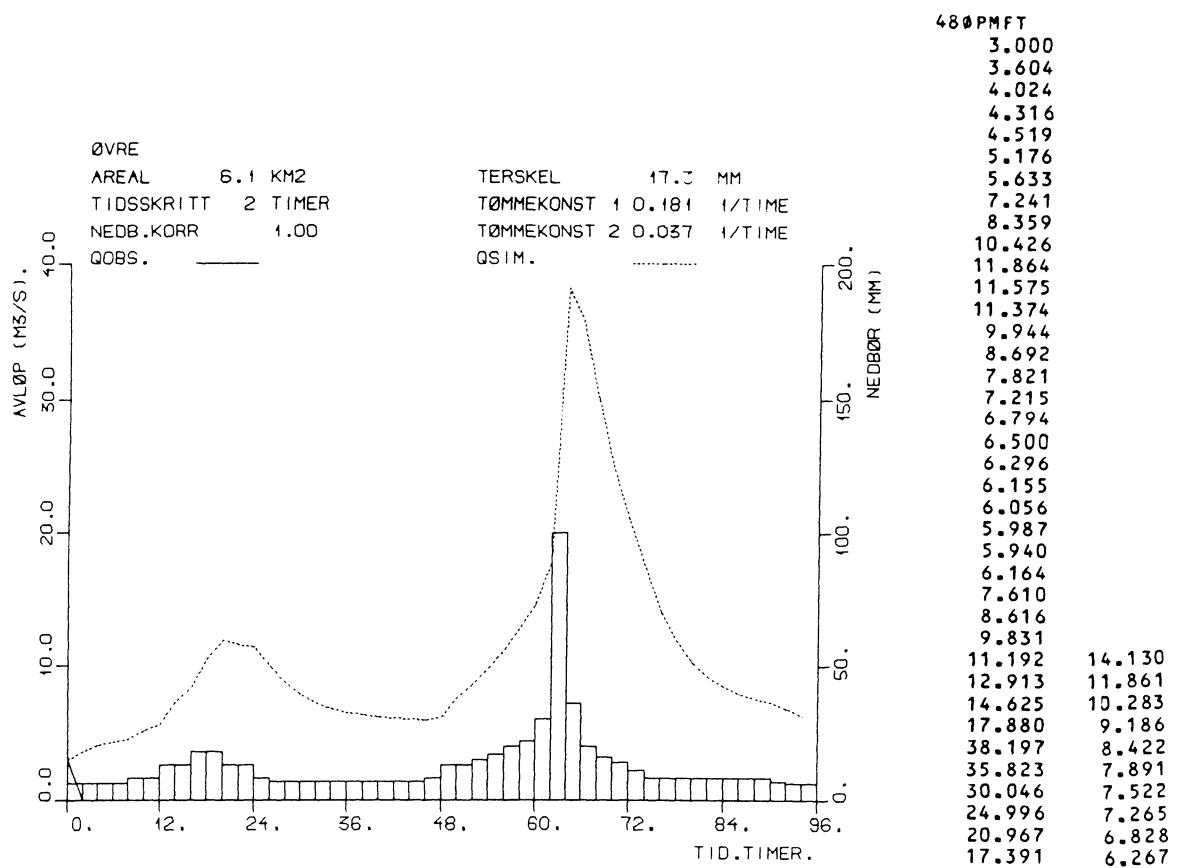


Fig. 13. Påregnelig maksimal tilløpsflom Øvre Hervavatn.

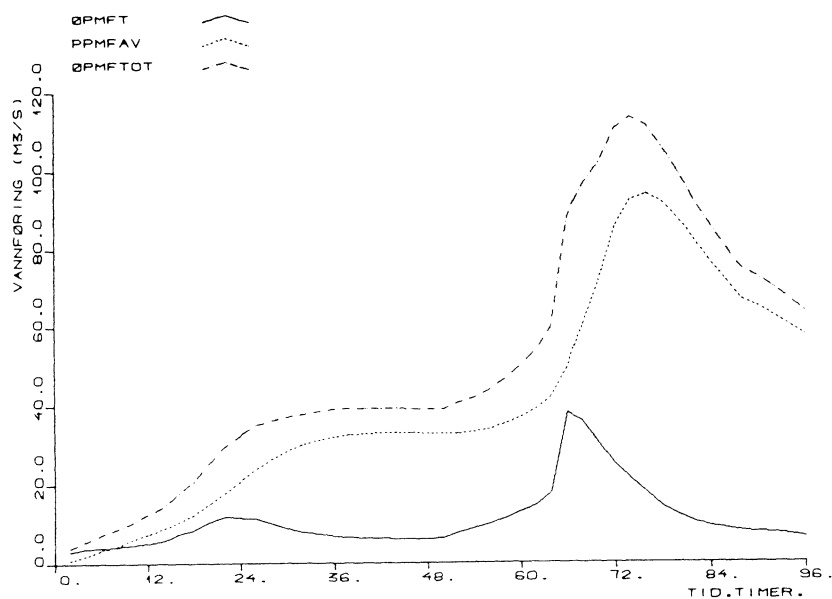


Fig. 14. Total påregnelig maksimal tilløpsflom Øvre Hervavatn.

9.2 Avløpsflommer Øvre Hervavatn

Total dimensjonerende tilløpsflom ble så rutet gjennom magasinet. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp: 43.8 m³/s
 Døgnmiddel: 40 "
 Flomstigning: 0.46 m

Rutingen er vist i figur 15.

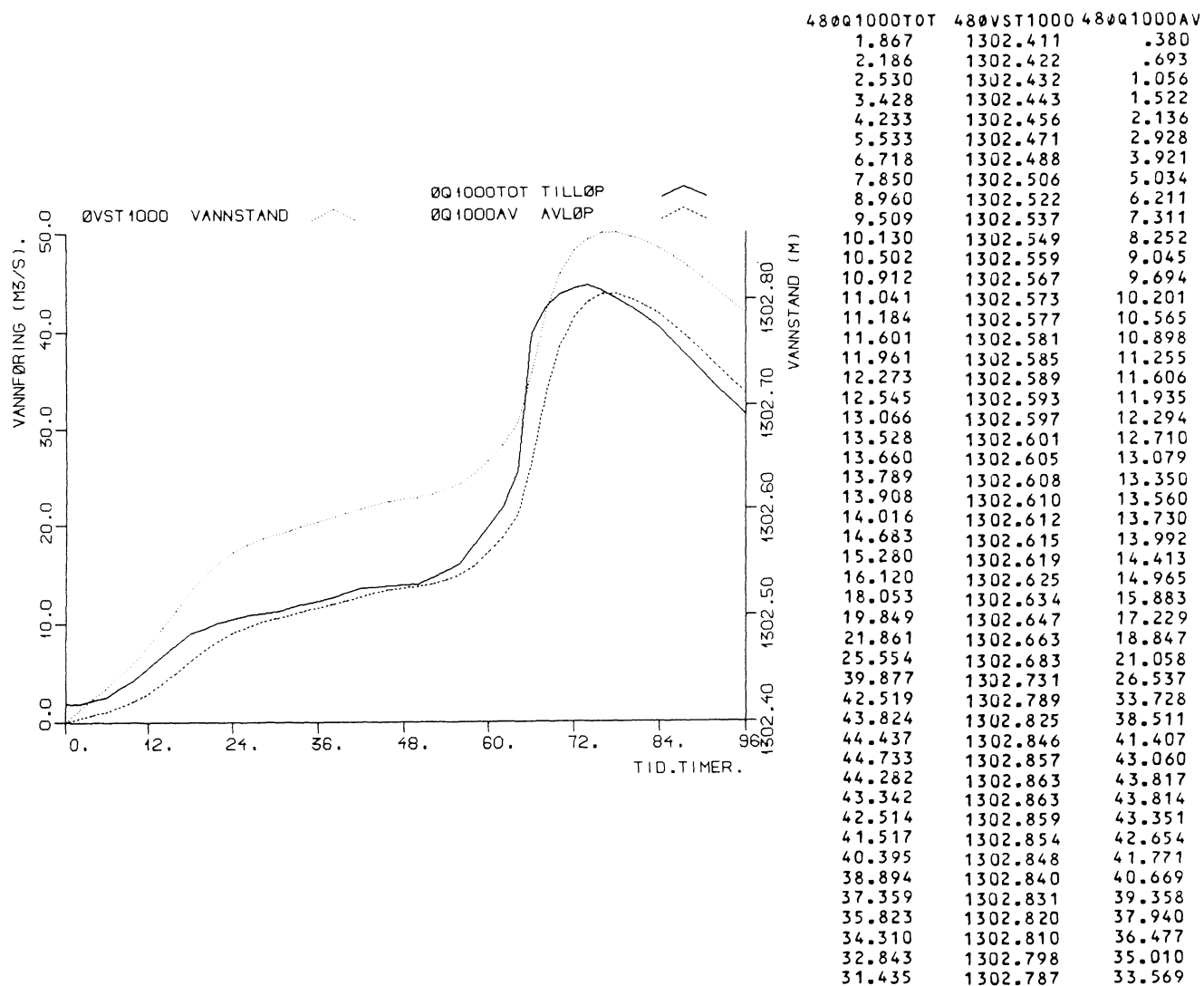


Fig. 15. Dimensjonerende avløpsflom for Øvre Hervavatn.

På tilsvarende måte ble total maksimal påregnelig tilløpsflom rutet gjennom magasinet. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp: 110.2 m³/s
 Døgnmiddel: 93 "
 Flomstigning: 0.85 m

Rutingen er vist i figur 16.

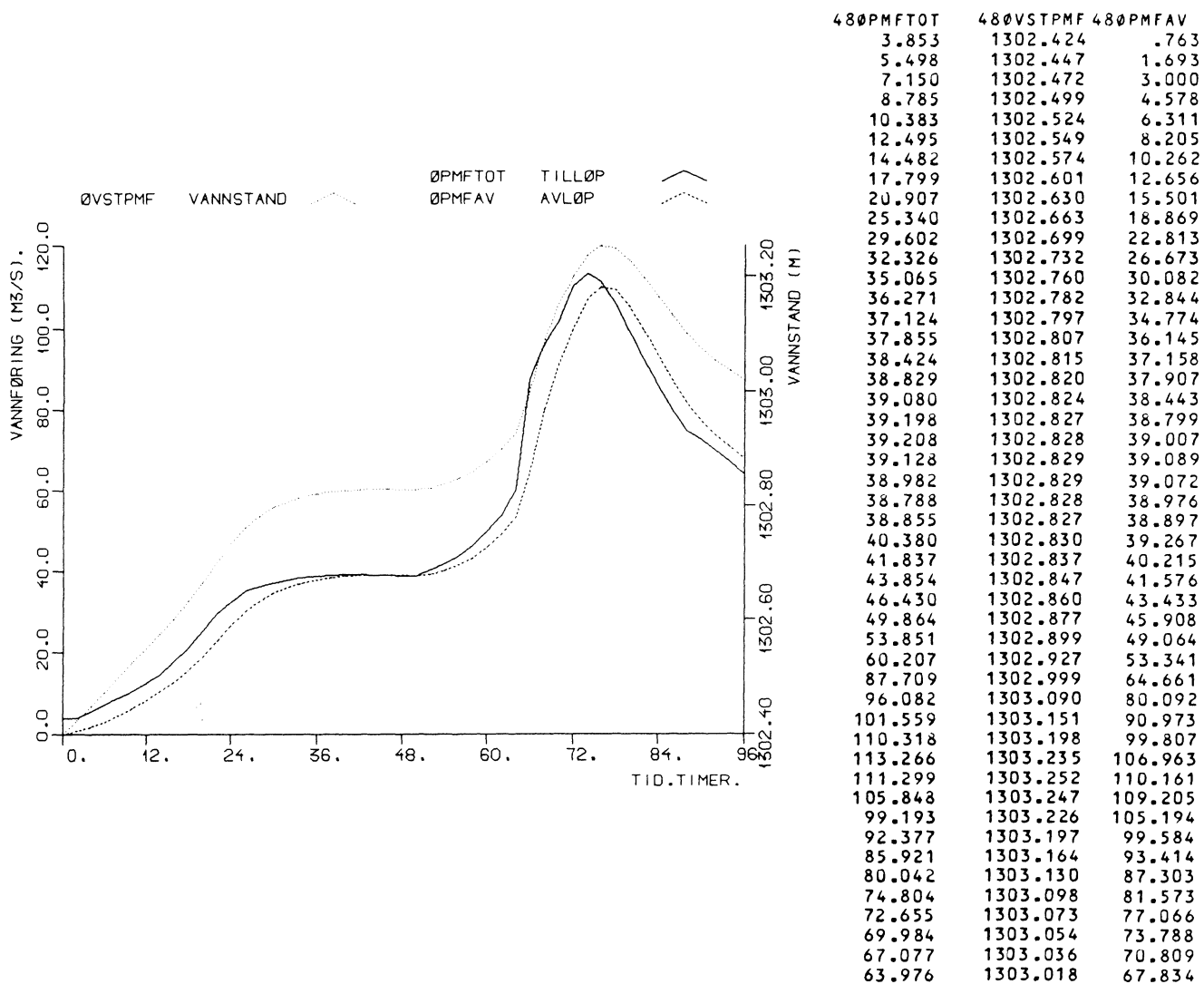


Fig. 16. Påregnelig maksimal avløpsflom for Øvre Hervavatn.

10. FLOMMER STOREVATN

10.1 Tilløpsflommer Storevatn

Med estimerte verdier for M1000 og kalibrerte verdier for avløpsparametrene ble det beregnet dimensjonerende tilløpsflom for Storevatn.

Dimensjonerende tilløpsflom, flomtopp: 41.6 m³/s.
 døgnmiddel: 30 m³/s.
 eller: 2088 l/skm²

Flomforløpet er vist i figur 17.

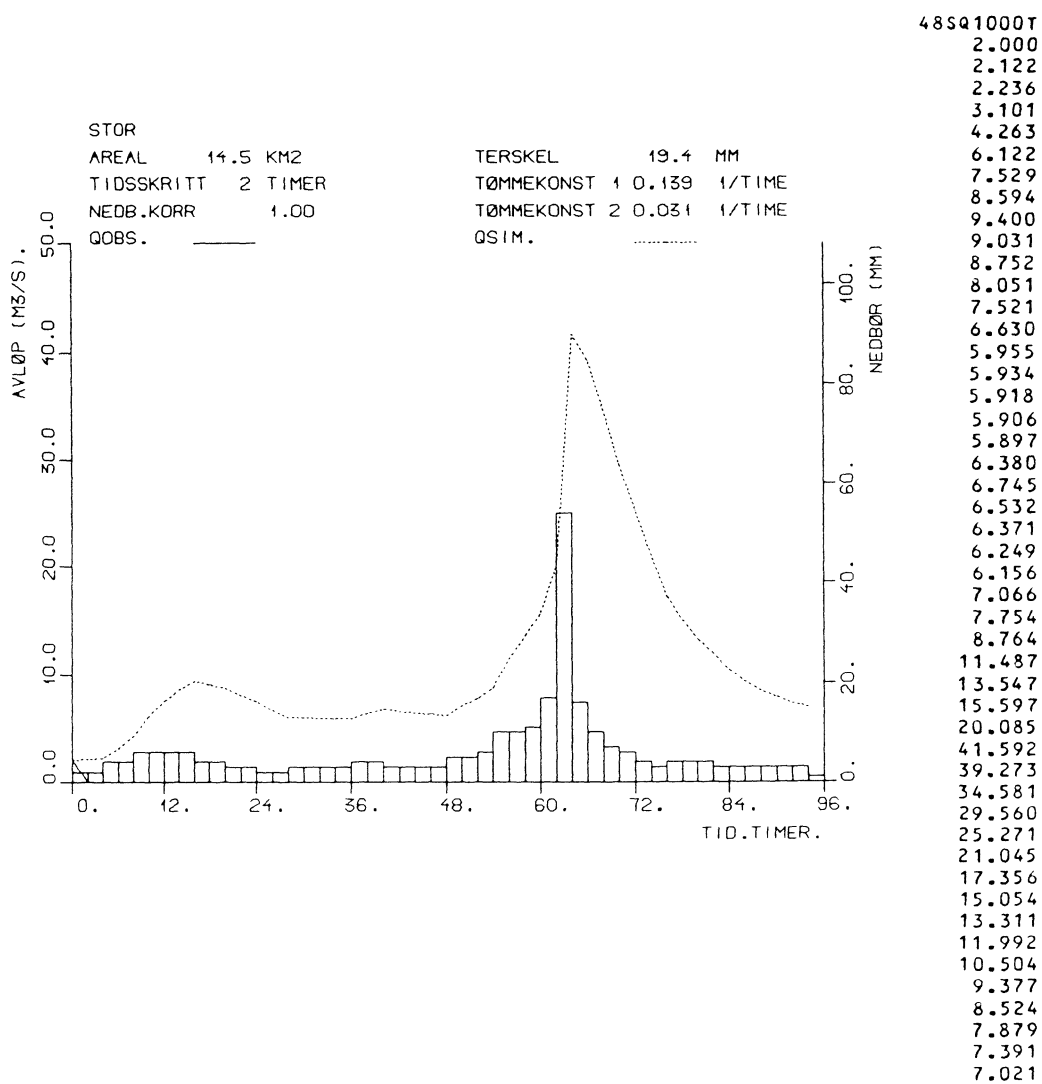


Fig. 17. Dimensjonerende tilløpsflom for Storevatn.

På tilsvarende måte ble det beregnet påregnelig maksimal tilløpsflom.

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 78.6 m³/s.

Flomforløpet er vist i figur 18.

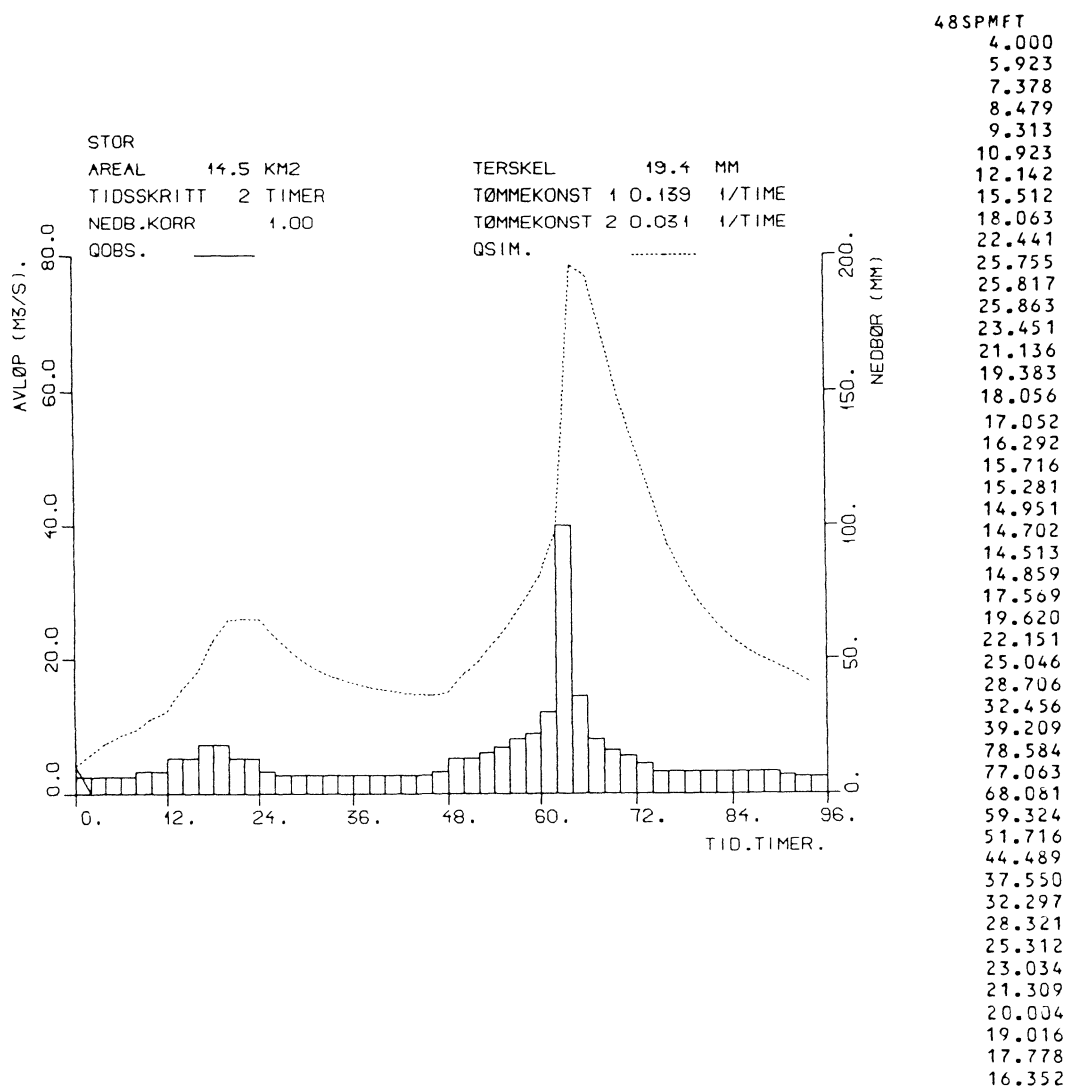


Fig. 18. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Storevatn.

10.2 Avløpsflommer for Storevatn

Overføringen fra Illvatn/Medalsvatn ($6.6 \text{ m}^3/\text{s}$) ble lagt til dimensjonerende tilløpsflom. Det gir total tilløpsflom for Storevatn. Denne ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp: $27.1 \text{ m}^3/\text{s}$
 Døgnmiddel: 24 "
 Flomstigning: 0.40 m

Rutingen er vist i figur 19.

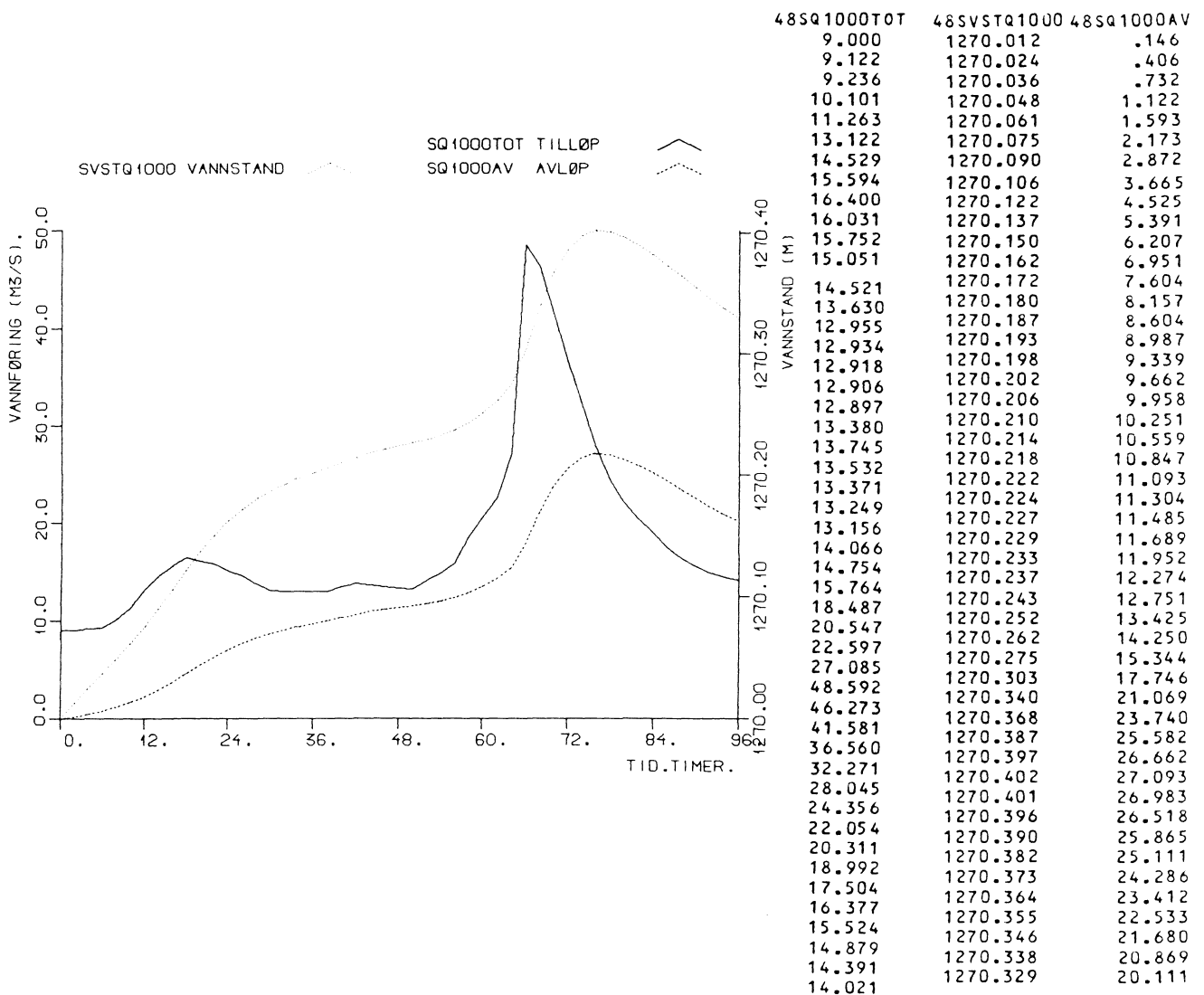
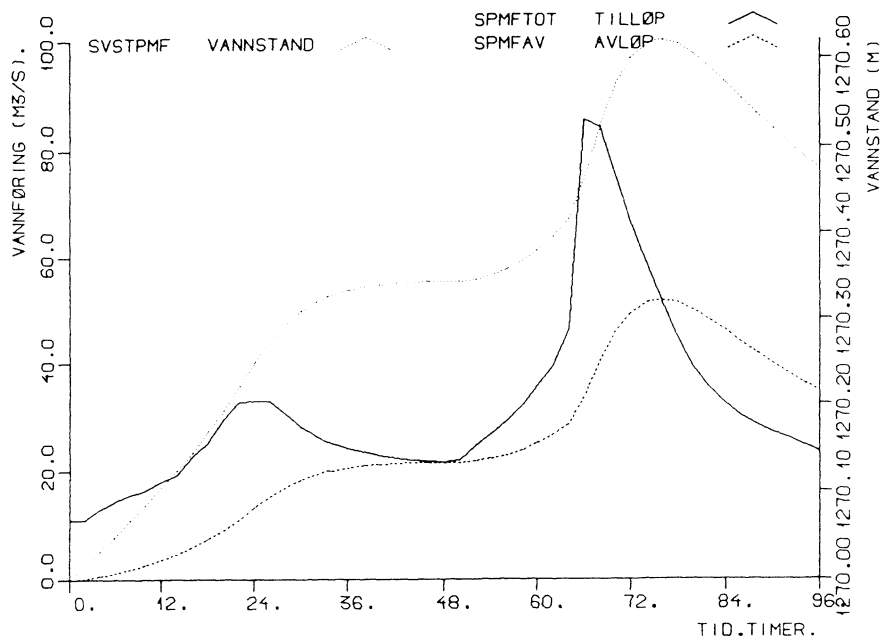


Fig. 19. Dimensjonerende avløpsflom for Storevatn.

På tilsvarende måte ble overføringen lagt til påregnelig maksimal tilløpsflom, og summen ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp: 51.9 m³/s
 Døgnmiddel: 46 "
 Flomstigning: 0.62 m

Rutingen er vist i figur 20.



48SPMFTOT	48SVSTPMF	48SPMFAV
11.000	1270.015	.197
12.923	1270.031	.578
14.378	1270.048	1.132
15.479	1270.067	1.829
16.313	1270.085	2.641
17.923	1270.104	3.567
19.142	1270.123	4.611
22.512	1270.144	5.831
25.063	1270.167	7.279
29.441	1270.193	9.001
32.755	1270.221	11.030
32.817	1270.248	13.144
32.863	1270.273	15.152
30.451	1270.293	16.898
28.136	1270.309	18.246
26.383	1270.320	19.245
25.056	1270.328	19.972
24.052	1270.333	20.492
23.292	1270.337	20.855
22.716	1270.340	21.101
22.281	1270.342	21.262
21.951	1270.343	21.360
21.702	1270.343	21.414
21.513	1270.344	21.436
21.859	1270.344	21.465
24.569	1270.346	21.667
26.620	1270.351	22.123
29.151	1270.358	22.797
32.046	1270.368	23.719
35.706	1270.380	24.935
39.456	1270.396	26.473
46.209	1270.416	28.503
85.584	1270.461	33.301
84.063	1270.523	40.254
75.081	1270.570	45.806
66.324	1270.600	49.425
58.716	1270.615	51.360
51.489	1270.620	51.917
44.550	1270.615	51.337
39.297	1270.604	49.944
35.321	1270.589	48.092
32.312	1270.572	46.023
30.034	1270.554	43.899
28.309	1270.537	41.822
27.004	1270.520	39.851
26.016	1270.504	38.020
24.778	1270.488	36.310
23.352	1270.474	

Fig. 20. Påregnelig maksimal avløpsflom for Storevatn.

11. FLOMMER SKÅLVATN

11.1 Tilløpsflommer Skålvatn

Med estimerte verdier for M1000 og kalibrerte verdier for avløpsparametrene ble det beregnet dimensjonerende tilløpsflom for nedbørfeltet til Skålvatn.

Dimensjonerende tilløpsflom, flomtopp: 112.5 m³/s.
 døgnmiddel: 92 m³/s.
 eller: 1706 l/skm²

Flomforløpet er vist i figur 21.

Til dimensjonerende tilløpsflom for lokalfeltet til Skålvatn ble så dimensjonerende avløpsflom for Øvre Hervavatn og dimensjonerende avløpsflom for Storevatn lagt til. Dette utgjør total dimensjonerende tilløpsflom for Skålvatn (en antar at Herva kraftstasjon er ute av drift).

Total dimensjonerende tilløpsflom Skålvatn (flomtopp): 195.7 m³/s.

Summasjon av flommene er vist i figur 22.

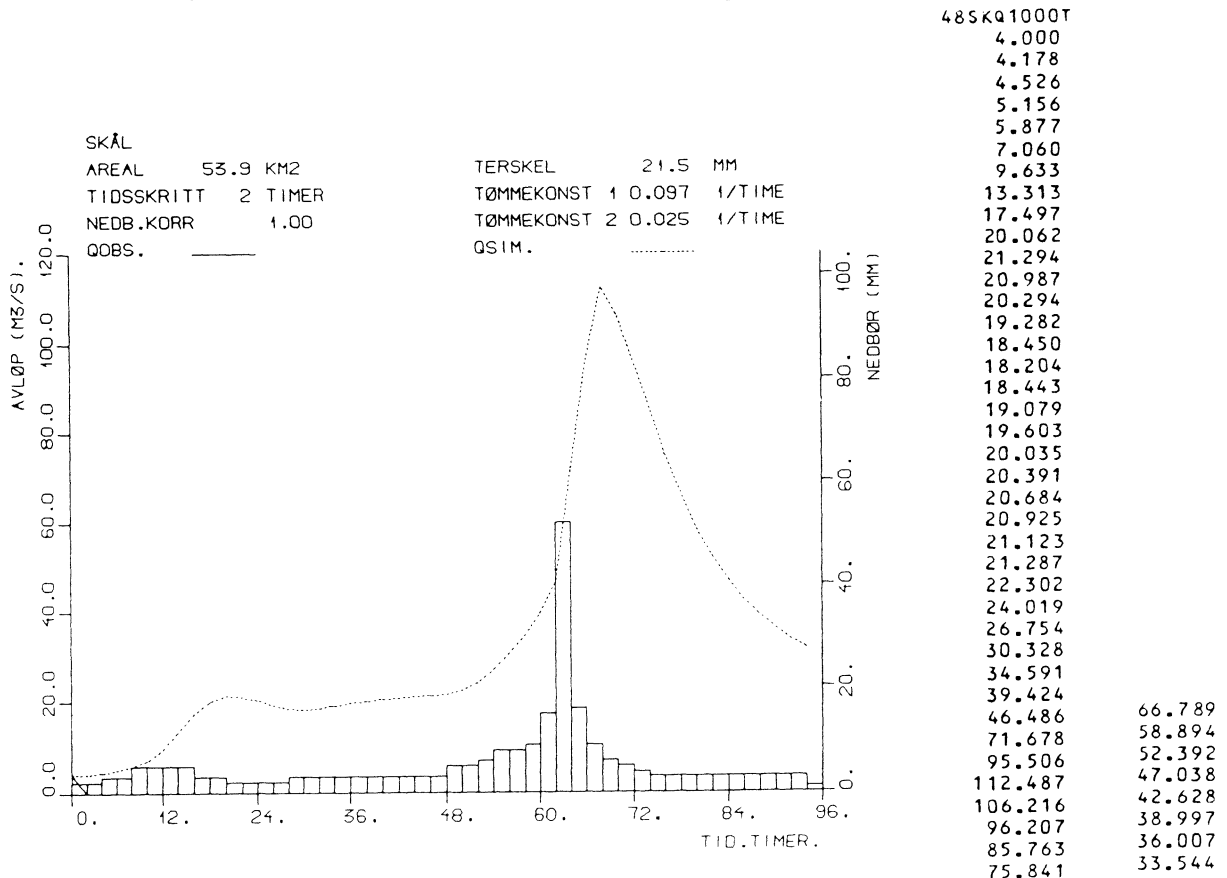


Fig. 21. Dimensjonerende tilløpsflom for nedbørfeltet til Skålvatn.

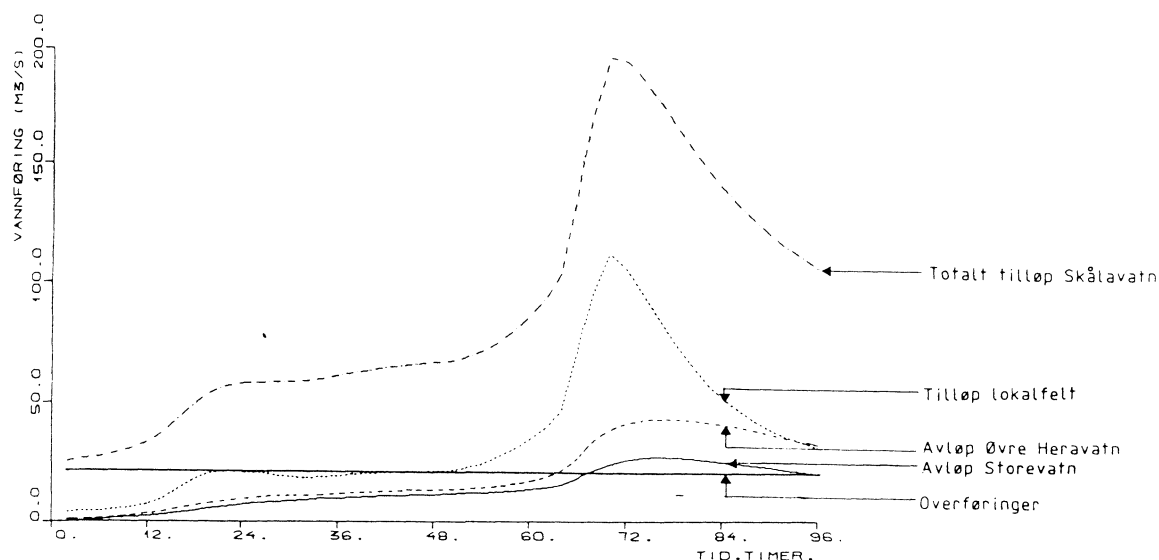


Fig. 22. Total dimensjonerende tilløpsflom for Skålavatn.

På tilsvarende måte ble det beregnet påregnelig maksimal tilløpsflom for Skålavatn nedbørfelt.

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 229.1 m³/s.

Flomforløpet er vist i figur 23.

Til påregnelig maksimal tilløpsflom for lokalfelt til Skålavatn ble det lagt påregnelig maksimal avløpsflom fra Øvre Hervavatn og fra Storevatn. Dette utgjør total påregnelig maksimal tilløpsflom for Skålavatn.

Total påregnelig maksimal tilløpsflom Skålavatn (flomtopp): 388.7 m³/s.

Summasjon av flommene er vist i figur 24.

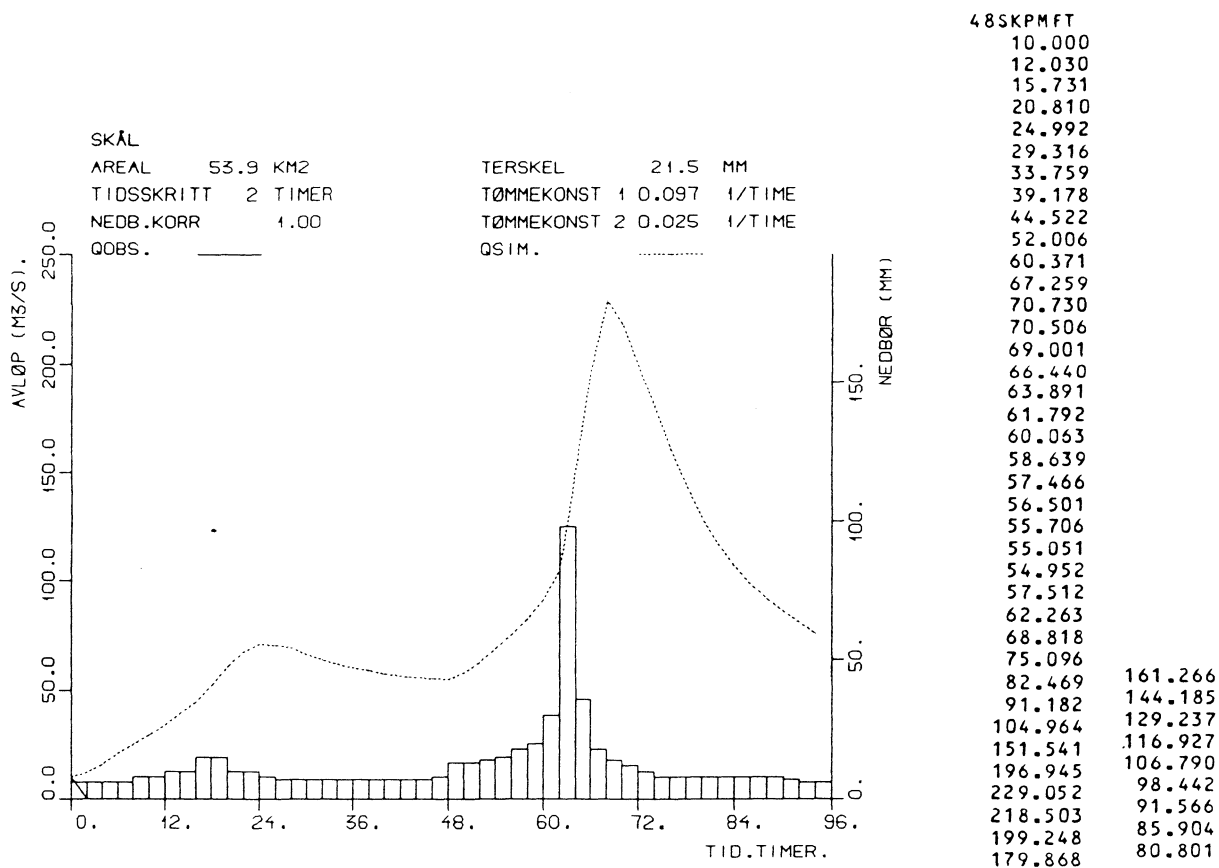


Fig. 23. Påregnelig maksimal tilløpsflom Skålavatn.

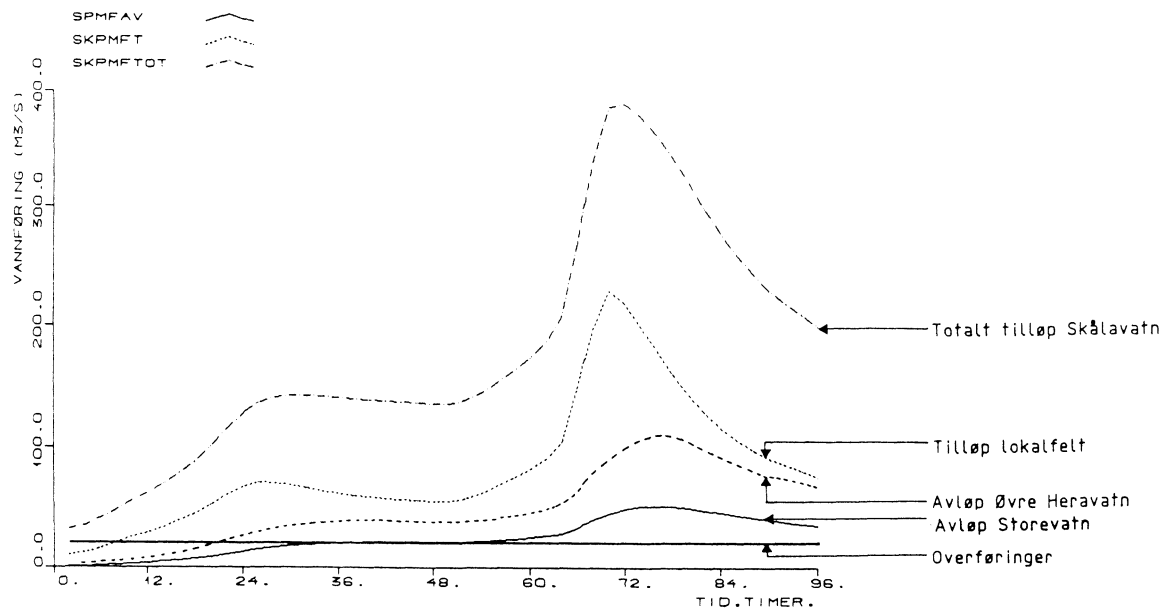


Fig. 24. Total påregnelig maksimal tilløpsflom Skålavatn.

11.2 Avløpsflommer Skålavatn

Total dimensjonerende tilløpsflom ble så rutet gjennom magasinet. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp: 188.9 m³/s
Døgnmiddel: 157 "
Flomstigning: 0.89 m

Rutingen er vist i figur 25.

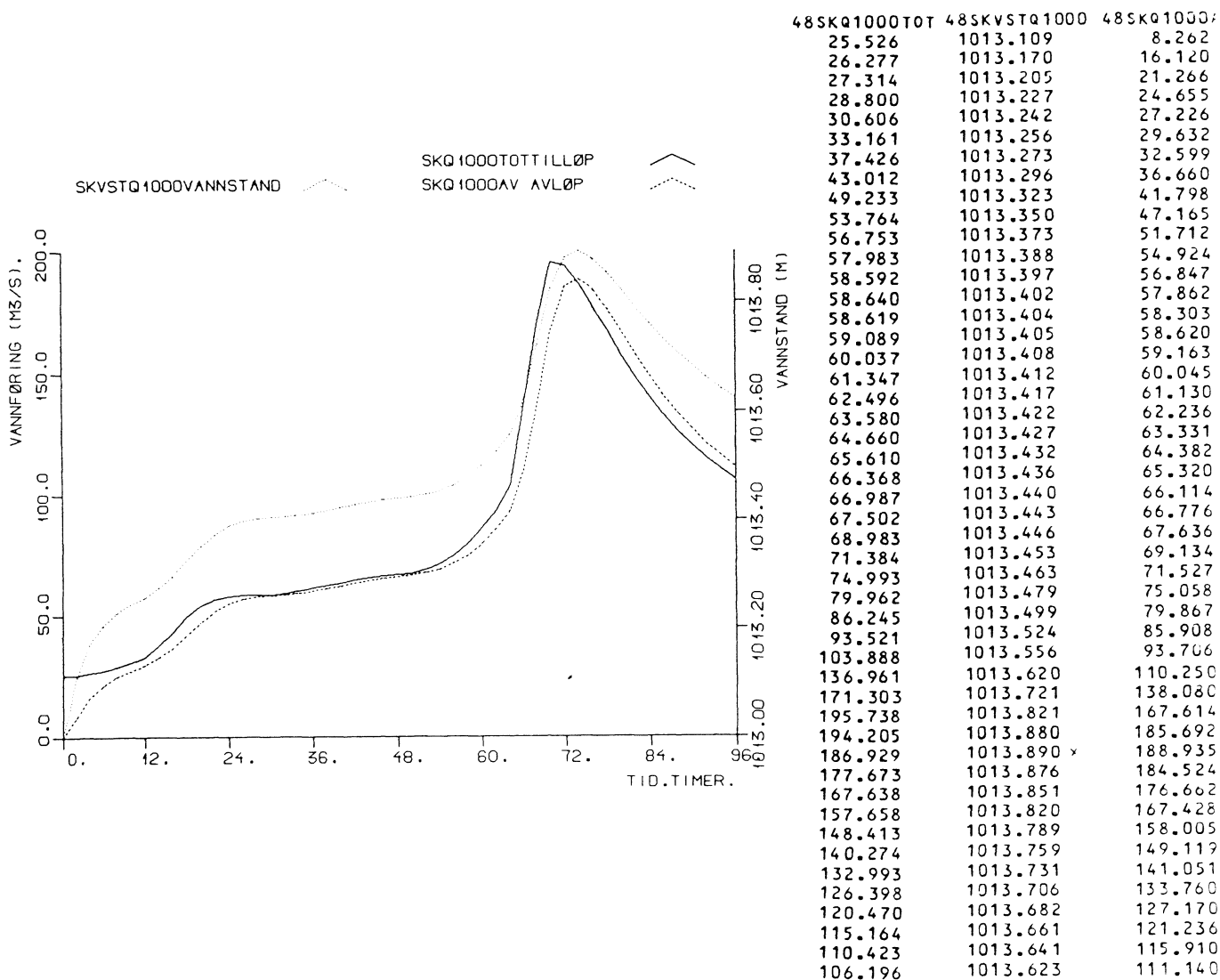


Fig. 25. Dimensjonerende avløpsflom for Skålavatn.

På tilsvarende måte ble total maksimal påregnelig tilløpsflom rutet gjennom magasinet. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp: 380.7 m³/s
 Døgnmiddel: 313 "
 Flomstigning: 1.42 m

Rutingen er vist i figur 26.

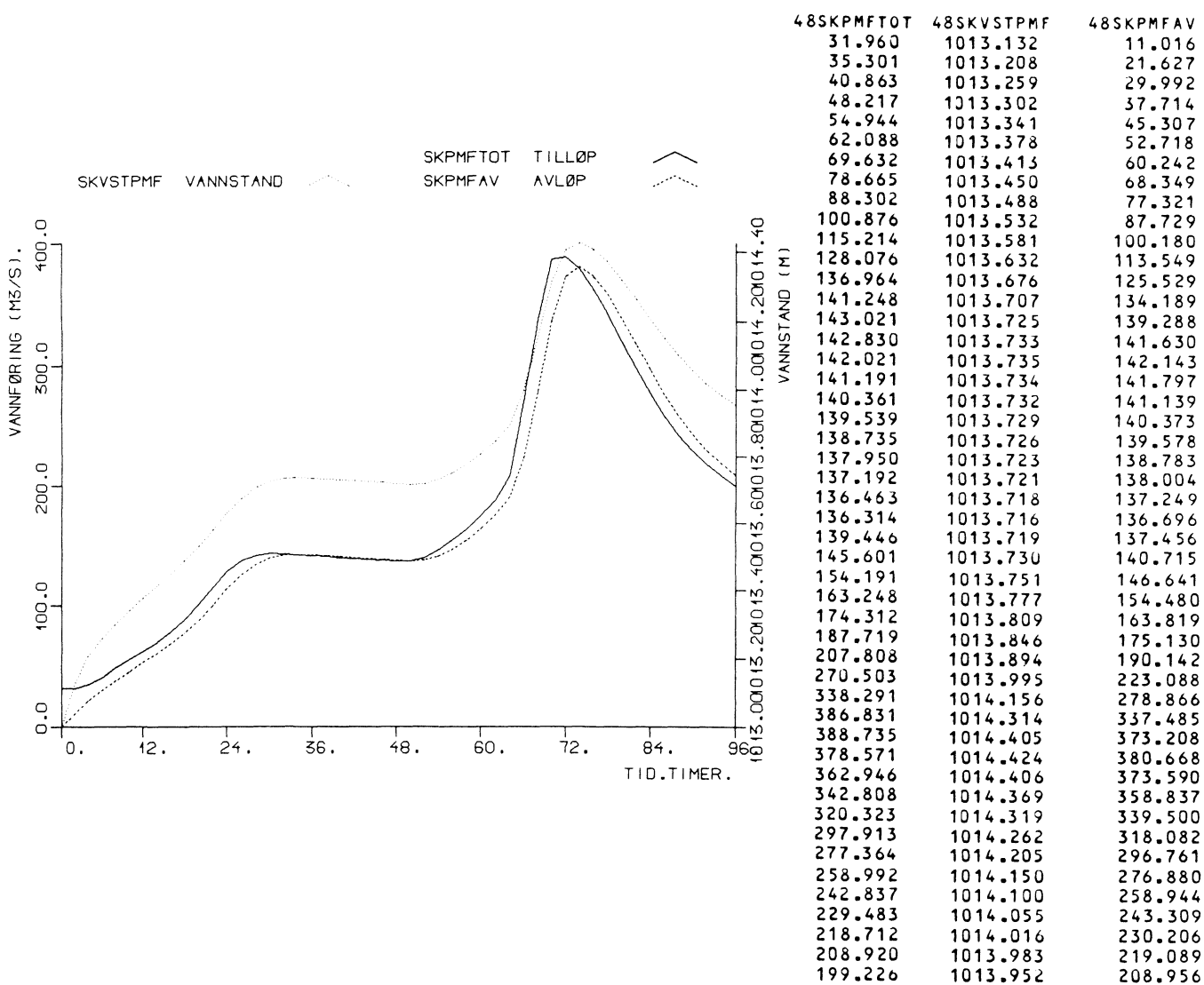


Fig. 26. Påregnelig maksimal avløpsflom for Skålavatn.

12. OVERLØPETS INNVIRKNING PÅ FLOMMER

I "Forskrifter for dammer" (3) står det i kapittel 7.1:

"Flomløpenes utforming og manøvrering må ikke være slik at bare ekstreme flommer blir dempet, mens flommer med større sannsynlighet for å inntreffe blir økt til nivå over det som kan aksepteres.

- Oppdemming av et område med liten eller ingen naturlig flomdempning og hvor det ikke er overføring til feltet. I dette tilfelle kan faste overløps karakteristikk ikke forverre flomforholdene uansett utforming. De kan derfor konstrueres med stor kapasitet uten øket flomfare for nedenforliggende områder.
- Oppdemming av områder med betydelig naturlig flomdempning, for eks. innsjøer eller større myrområder, eller når det er overføringer til feltet. I slike tilfeller må de faste overløp utformes slik at reguleringen såvidt mulig ikke medfører økning av de naturlige flommer."

Ut fra dette er det ikke nødvendig å se på forholdene ved dam Fivlemyr.

For de 4 andre damanleggene er de naturlige avløpsprofilene og vannføringskurvene rekonstruert gjennom oppmåling og beregninger.

Naturlig tilløpsflom, $Q_{10_{\text{naturlig}}}$, er rutet gjennom sjøene og sammenlignet med regulert tilløpsflom, $Q_{10_{\text{reg}}}$, rutet gjennom magasinene.

For dam Prestesteinsvatn og dam Øvre Hervatn er det ikke påvist signifikant økning av flommene (se figur 27 og 28).

For dam Storevatn (se figur 29) vil økningen av 10-årsflommen være ca 12 m³/s når overføringstunnel fra Illvatn/Medalsvatn er åpen og ca 2 m³/s når den er lukket (225%- resp. 38% økning). Det vil med andre ord si at utformingen av overløpet bidrar noe til økningen ved siden av overføringen. Overføringen fra Illvatn er en vinteroverføring, d.v.s. på en tid av året hvor Storvatnmagasinet er delvis nedtappet. Sett med denne bakgrunn vil økningen av naturlig flom fra Storevatn ikke være vesentlig.

For dam Skålavatn (se figur 30) er økningen av 10-årsflommen ca 40 m³/s (Herva og Skagen kraftstasjon ute av drift og overføringen fra Illvatn åpen). Dersom Skagen kraftstasjon er i drift og en i tillegg regner overføringen fra Illvatn stengt blir økningen ca 20 m³/s. Av denne økningen skyldes ca 13 m³/s overføring fra

Fivlemyr. (Dette vannet ville uansett havne i Fortunelv, men lokalt vil det forøke flommene). Tilbake står ca 7 m³/s økning som vesentlig må antas å skyldes utformingen av overløpet. Dette utgjør ca 10% av toppen på den naturlige flommen.

Usikkerheten ved rekonstruksjon av naturlig v.f.kurve er åpenbart stor da det har foregått anleggsarbeid i utløpsprofilet.

Vassdragstilsynet vil trekke de nødvendige konklusjoner i forbindelse med overløpene ved de siste to dammene.

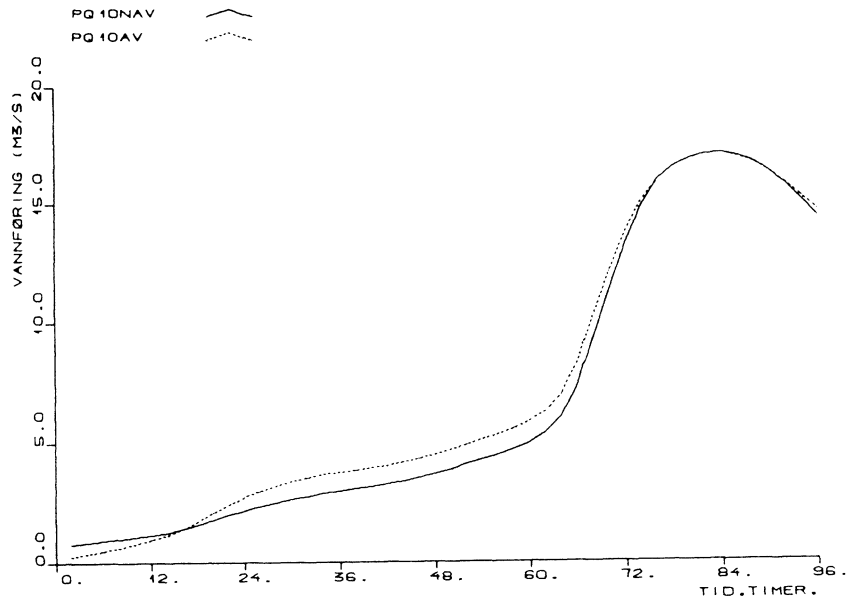


Fig. 27. Naturlig- og regulert avløpsflom fra Prestesteinsvatn (10-års gjentaksintervall).

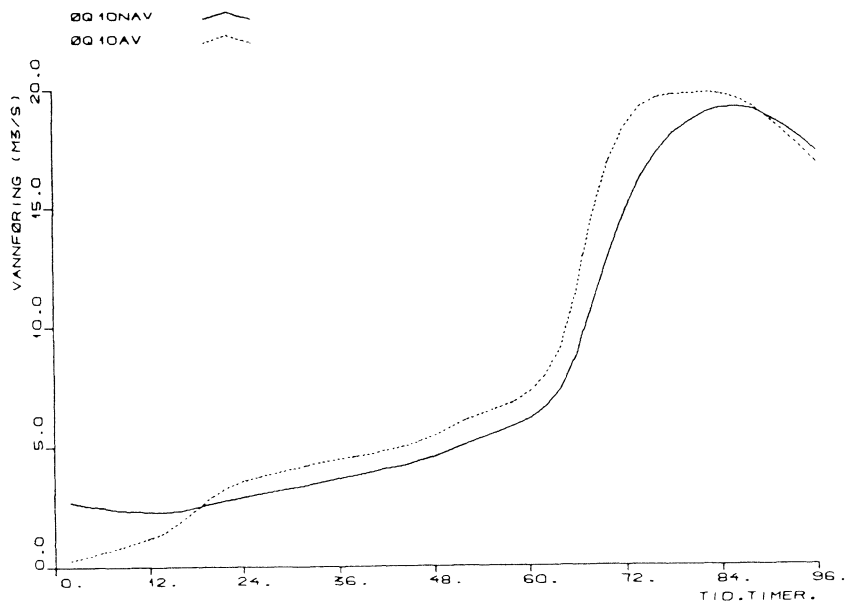


Fig. 28. Naturlig- og regulert avløpsflom fra Øvre Hervavatn (10-års gjentaksintervall).

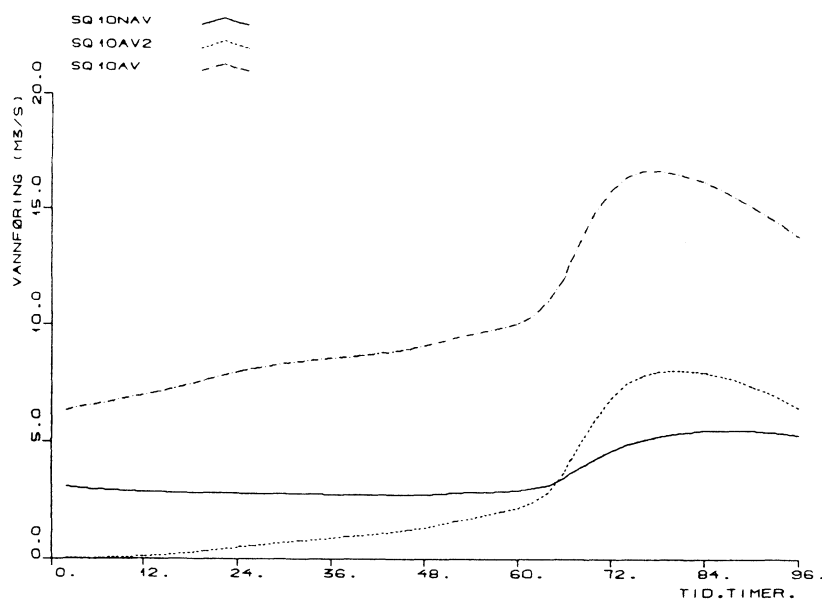


Fig. 29. Naturlig- og regulert avløpsflom fra Storevatn. (10-års gjentaksintervall). Kurven i midten, SQ10AV2, gjelder når overføringen fra Illvatn er stengt.

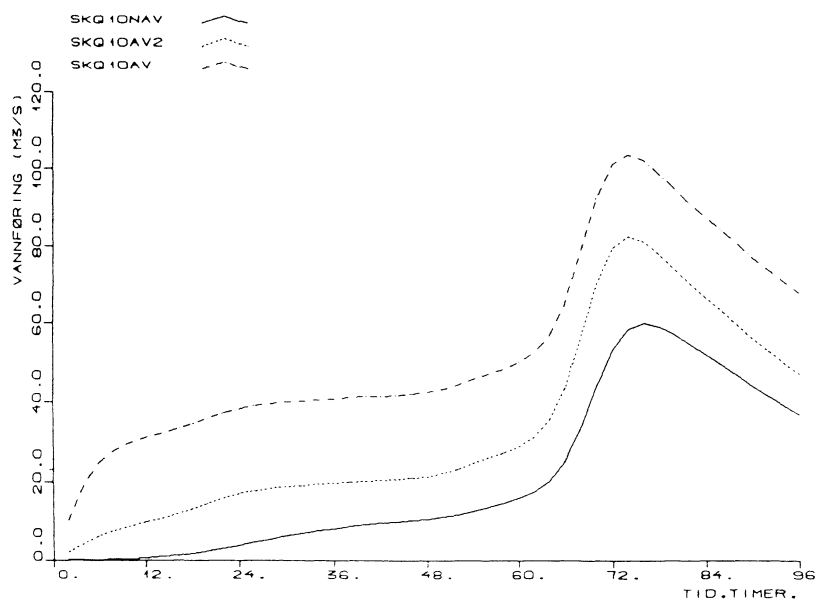


Fig. 30. Naturlig- og regulert avløpsflom fra Skålatvatn. (10-års gjent.intervall). Midterste kurve, SKQ10AV2, gjelder når Skagen kraftverk er i drift og overføringen fra Illvatn er stengt.

12. FREKVENSANALYSE

Dimensjonerende tilløpsflom (døgnmiddel) for de 5 feltene var:

Fivlemyr:	1634	l/skm ²
Storevatn:	2088	"
Prestesteinsvatn:	1802	"
Øvre Hervavatn:	2190	"
Skålavatn:	1706	"

Ved flomberegninger er det viktig å underbygge gyldigheten av modellberegnete flommer med f.eks. frekvensanalyse av observerte data. Det er ikke registreringer i noen av feltene. Vannmerke 1943,0, Langedalen i Årdalselv gir avrenning fra et felt som er sammenlignbart med hensyn til beliggenhet, areal (23.8 km²) og årlig middelavrenning (ca. 55 l/skm²) .

Frekvensanalyse av data fra dette vannmerket gir flom med gjentakintervall 1000 år:

Gamma2-fordelingen:	1927	l/skm ²
Log.norm.3-fordelingen	2073	"

Frekvensplott er vist i figur 31.

Ved sammenligning av resultatet fra frekvensanalysen og de beregnede tilløpsflommene ser en at det er godt samsvar mellom verdiene.

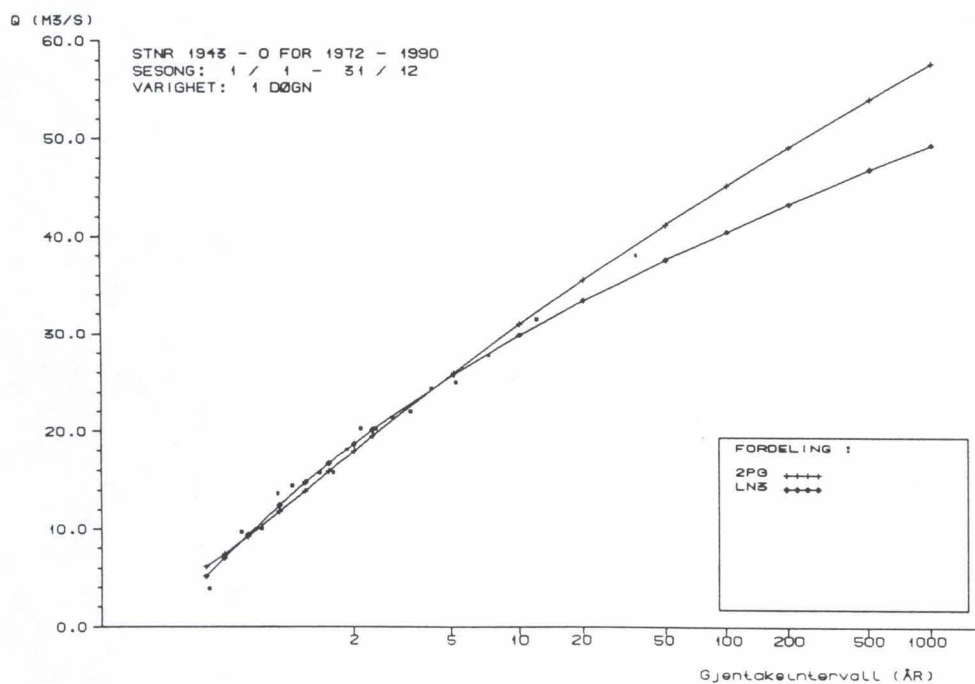


Fig. 31. Flommer ved Vm.1943,0, Langedalen.

13. LITTERATUR

- (1) Andersen, J. m.fl.:
1983: Hydrologisk modell for flomberegninger.
- (2) Førland, Eirik J.:
1992: Fortunvassdraget. Påregnelige ekstreme nedbørverdier.
Rapport nr. 28/92. Klima DNMI.
- (3) OED/NVE:
1981: Forskrifter for dammer.
- (4) NVE/V
Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer. Nr. 1/1986.

I 1992 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- Nr 1 Einar Beheim og Eirik Smidt Eriksen: Vassdragsteknisk seksjon 1991. (73 s.)
- Nr 2 Dag Bachke (red.): Vassdragstilsynet. Årsoversikt 1991. (39 s.)
- Nr 3 FORTROLIG.
- Nr 4 Arve M. Tvede: Vanntemperaturforhold i Suldalslågen ,Suldalsvatn og Blåsjø 1986-1991. (50s.)
- Nr 5 Arve M. Tvede og Erik Hansen: Saudautbyggingen. Konsekvenser for is- og vanntemperaturforhold. (36 s.)
- Nr 6 Astrid Voksø NVE og Ann Kvistad Geodata AS: Kravspesifikasjon fra NVE på SK-kartdata. (44 s.)
- Nr 7 FORTROLIG.
- Nr 8 Bjarne Krokli: Flomberegning for Fortunvassdraget (38 s.)