NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
HYDROLOGISK AVDELING

FLOMBEREGNING BLÅDALSVASSDRAGET

OPPDRAGSRAPPORT
3 - 91

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEKET

556(05)

OPPDRAGSRAPPORT 3-91

Rapportens tittel:	Dato: 1991-05-07
FLOMBEREGNING BLÅDALSVASSDRAGET	Rapporten er: Åpen
	Opplag: 15

Saksbehandler/Forfatter:	Ansvarlig:
Lars-Evan Pettersson Seksjon Vannbalanse	Dan Lundquist

Oppdragsgiver:

L/L SUNNHORDLAND KRAFTLAG

Sammendrag:

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" er utført for fem dammer i Blådalsvassdraget i Hordaland. Resultatene av beregningen ble:

Dimensjonerde flom:

	Avløpsflom	Flomvann-stand	Flomstigning over HRV
	m^3/s	m o.h.	m
Møsevatn	65	873.68	0.68
Midtbotnvatn	212	771.67	1.67
Blådalsvatn	268	713.81	2.71
Staffivatn	360	439.35	2.35
Fjellhaugvatn	384	377.94	3.94

Påregnelig maksimal flom:

	Avløpsflom	Flomvann-stand	Flomstigning over HRV
	m^3/s	m o.h.	m
Møsevatn	141	874.01	1.01
Midtbotnvatn	427	772.65	2.65
Blådalsvatn	480	715.10	4.00
Staffivatn	615	443.10	6.10
Fjellhaugvatn	645	379.20	5.20

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEKET

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

Foreliggende rapport beskriver fremgangsmåten og gir resultatene av en flomberegning bestilt av L/L Sunnhordland Kraftlag for dammene i Blådalsvassdraget.

Oslo, mai 1991

Arne Tollan
avdelingsdirektør

INNHOLD

		Side
1.	INNLEDNING	3
2.	DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM	3
2.1	Flomfrekvensanalyser	4
2.2	Hydrologisk modell	6
2.3	Sammenfatning	7
3.	MAGASIN, AVLØPSKURVER OG OVERFØRINGER	7
3.1	Magasin	8
3.2	Avløpskurver	8
3.3	Overføringer	9
4.	DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM	10
4.1	Møsevatn	10
4.2	Midtbotnvatn	10
4.3	Blådalsvatn	10
4.4	Staffivatn	11
4.5	Fjellhaugvatn	11
4.6	Sammenfatning	11
5.	PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM	12
5.1	Påregnelig maksimal tilløpsflom	12
5.2	Påregnelig maksimal avløpsflom	12
5.3	Sammenfatning	13
6.	LITTERATUR	14

1. INNLEDNING

Dimensjonerende og påregnelig maksimal flom med tilhørende vannstander skal beregnes for dammer i Blådalsvassdraget. Dette er et vassdrag som ligger i Hordaland, sydvest for Folgefonni, og som har utløp i Matrefjorden. Nedslagsfeltet er til en forholdsvis stor del dekket av bre, av to utløpere av Søndre Folgefonni. Ved alle platåbreer er det stor usikkerhet knyttet til vannskillenes beliggenhet. På denne del av Søndre Folgefonni er det ekstra vanskelig å fastlegge vannskillet og feltarealene er derfor noe usikre. Det velges å bruke de arealer som er oppgitt av regulanten. Kartet i figur 1 gir en oversikt over vassdraget og de enkelte delfelt. I tabell 1 er dammene/feltene i vassdraget listet sammen med de viktigste feltparametrene. Ettersom det er tilløpsflom som i første omgang skal beregnes, er det ved beregning av sjøprosenter ikke regnet med magasinenes sjøarealer. Flomdempningen i disse taes det hensyn til ved ruting av tilløpsflommer gjennom disse magasiner.

Felt	Feltareal A (km2)	Normal-avløp Q_N (l/s*km^2)	Eff.sjø prosent A_{SE} (%)	Sjø-prosent A_S (%)	Bre-prosent A_B (%)	Felt-lengde L_F (km)	Relieff-forhold H_L (m/km)
Midtbotnvatn	55.4	-	-	-	60	-	-
Møsevatn	27.0	-	-	-	72	-	-
Blådalsvatn	12.9	-	-	-	-	-	-
Staffivatn	49.9	-	-	-	-	-	-
Fjellhaugvatn	13.4	-	-	-	-	-	-
Midtbotnvatn/ Møsevatn	82.4	147	0.11	-	64	14.5	25.5
Fjellhaugvatn lokalfelt	76.2	104	0.35	4.19	0	12.7	18.9
Totalfelt	158.6	127	-	2.35	33	23.3	-

Tabell 1. Dammer/felt i Blådalsvassdraget med feltparametre.

2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM

Tilløpsflom er flom til magasinet fra et felt, når det er tatt hensyn til flomdempningen i ovenforliggende magasiner og eventuelle overføringer. Dimensjonerende tilløpsflom er den tilløpsflom som har et gjentaksintervall på 1000 år, Q1000. Denne beregnes enten i hovedsak ut fra frekvensanalyser av observerte flommer, eller ut fra nedbørsnøsmeltedata ved bruk av en nedbør-avløpsmodell.

Ved denne flomberegning velges det å dele vassdraget i to deler, dels Midtbotnvatn/Møsevatn som har stor bredekning og dels resterende lokalfelt ned til Fjellhaugvatn som er brefritt. Tilløpsflommer beregnes for disse to deler og fordeles deretter på de forskjellige delfeltene etter spesifikk normalvannføring og areal.

2.1 Flomfrekvensanalyser

Det er utført frekvensanalyse på årsflommer for en rekke hydrologiske målestasjoner i området. Aktuelle målestasjoner er vist på kartet i figur 2. Resultatene av analysene er vist i tabell 2.

Avløpsstasjon	Felt-areal km^2	Bre-areal %	Antall obs.år	Antall døgn	Middelflom, QM m^3/s	$l/s*km^2$	Q1000/QM
585 Fjellhaugvatn	158.6	33	13	1	124.9	787	2.0
			12	3	105.8	667	2.2
1427 Djupevad	30.3	0	26	1	40.6	1341	1.9
			26	3	24.3	801	1.9
586 Stordalsvatn	129	0	77	1	77.6	602	2.4
			77	3	66.1	512	2.2
2429 Blomstølvatn	26.4	0	7	1	28.8	1091	-
			7	3	19.7	746	-
1762 Bakkelihøl	19.8	0	17	1	31.3	1580	2.6
			17	3	21.0	1062	2.3
1667 Rullestadvatn	105	0	14	1	183.8	1750	2.8
			14	3	100.7	959	2.9
591 Sandvenvatn	464	7	81	1	283.6	611	2.7
			81	3	209.0	450	2.3
1452 Jordal	51.6	58	19	1	30.3	586	2.2
			19	3	25.6	496	1.7
1450 Raundalsvatn	11.5	37	14	1	9.0	786	1.9
			14	3	7.1	615	1.8
590 Eidevatn	80.3	6	80	1	54.2	675	3.5
			80	3	34.2	426	2.9
962 Øyreselv	82.8	18	52	1	68.5	827	2.5
			52	3	51.3	620	2.1
961 Øvrehuselv	38.5	42	22	1	41.0	1066	1.9
			21	3	33.5	870	1.6
1426 Bondhus	63.6	41	24	1	43.0	676	3.0
			24	3	29.1	457	2.5

Tabell 2. Frekvensanalyser for årsflommer, døgnverdier.

Den eneste målestasjonen i Blådalsvassdraget er 585 Fjellhaugvatn, men flommene ved denne stasjon er betydelig dempet i sjøene i vassdraget. Den spesifikke middelflomverdien er derfor en del lavere enn hva man kan vente seg for de enkelte delfelt i vassdraget.

Middelflom, QM, kan beregnes ut fra formler basert på feltparametre. Disse formler er utledet i rapporten "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag". For Midtbotnvatn/Møsevatn benyttes formelen som gjelder for breområder:

$$QM = 226 * L_F^{-0.423} * Q_N^{0.522} * A_B^{-0.011}$$

Med de gjeldende feltparametrene fra tabell 1 fåes QM = 942 $l/s*km^2$ for Midtbotnvatn/Møsevatn. For Fjellhaugvatn lokalfelt benyttes formelen for årsflommer i området:

$$QM = 14.4 * Q_N^{1.157} * (A_S+1)^{-0.717}$$

Med de gjeldende feltparametrene fra tabell 1 fåes QM = 953 $l/s*km^2$ for Fjellhaugvatn lokalfelt.

Som flomfrekvensanalysene viser er det store variasjoner i området når det gjelder spesifikk middelflom. De beregnede verdiene for Midtbotnvatn/Møsevatn og Fjellhaugvatn lokalfelt synes å være i rimelig størrelseorden sammenlignet med resultatene fra flomfrekvensanalysene. De er som ventet en del større enn middelflommen for 585 Fjellhaugvatn og en del mindre enn middelflommen for 1762 Bakkelihøl, som er det felt som ligger nærmest Blådalsvassdraget. Bakkelihøl er et meget lite og meget bratt felt og har rimeligvis atskillig større spesifikke flommer enn Blådalsvassdraget.

Forholdstallet Q1000/QM er i følge tabell 2 stort sett mellom 2 og 3 for 1-døgnsflommer i området. Det er en tendens til at tallet er noe større for brefrie felt enn for brefelt. For Midtbotnvatn/Møsevatn velges forholdstallet 2.3 og for Fjellhaugvatn lokalfelt forholdstallet 2.6. For flom over 3 døgn velges forholdstallet til henholdsvis 2.0 og 2.3.

Det velges å beregne tilløpsflommer over tre døgn som skal rutes gjennom magasinene. Dette vil være en tilstrekkelig lang varighet for magasin i den aktuelle størrelseorden. Flomvolumet over tre døgn beregnes ut fra flomfrekvensanalysene i tabell 2. For de brerike feltene er spesifikk middelflom over tre døgn i gjennomsnitt ca. 78 % av tilsvarende over ett døgn. For feltene med lite eller uten bre er dette tall ca. 63 %.

Dette fører til følgende spesifikke flomtall for de aktuelle feltene:

Midtbotnvatn/Møsevatn
Q1000, 1 døgn = 2.3 * 942 = 2167 $l/s*km^2$
Q1000, 3 døgn = 2.0 * 0.78 * 942 = 1470 $l/s*km^2$

Fjellhaugvatn lokalfelt
Q1000, 1 døgn = 2.6 * 953 = 2478 $l/s*km^2$
Q1000, 3 døgn = 2.3 * 0.63 * 953 = 1381 $l/s*km^2$

2.2 Hydrologisk modell

Q1000 kan som nevnt også beregnes ved bruk av en nedbør-avløpsmodell, nærmere beskrevet i "Hydrologisk modell for flomberegninger". Det antas at Q1000 forårsakes av nedbør med gjentaksintervall 1000 år. Modellparametrene beregnes ut fra formler basert på feltparametrene A_{SE}, H_L og Q_N. Modellparametrene blir:

	Øvre tømme-konstant K_1	Nedre tømme-konstant K_2	Terskelverdi T
Midtbotnvatn/ Møsevatn	0.119	0.029	48.0
Fjellhaugvatn lokalfelt	0.082	0.022	39.9

Ekstreme nedbørverdier for Blådalsvassdraget beregnes etter en metodikk som er beskrevet i DNMI-rapporten "Påregnelige ekstreme nedbørverdier". Normal årsnedbør for feltet er anslått til 4000 mm. Det beregnes ekstreme nedbørtall for sesongen juni-oktober, når hele feltet kan antas bidra til flom. Resultatet av denne beregning er vist i tabell 3.

Antall timer	6	12	24	48	72
(A=80 km^2)					
M1000	127	193	276	394	463
PMP	172	260	374	534	627
(A=160 km^2)					
M1000	126	188	271	390	458
PMP	170	255	366	528	620

Tabell 3. Arealreduserte ekstreme nedbørverdier for forskjellige varigheter i mm. Verdier for juni-oktober.

Fra de bredekkete arealene må det regnes med et bidrag fra

snø- og issmelting. Ved Q1000 anslås denne smelting å være 20 mm/døgn.

Et nedbør-snøsmelteforløp konstrueres ut fra nevnte verdier for gjentaksintervall 1000 år og antas være representativt for Midtbotnvatn/Møsevatn. Tilsvarende gjøres for Fjellhaugvatn lokalfelt uten snøsmelting. Disse nedbørforløp benyttes i de hydrologiske modellene og flommer som antas ha gjentaksintervall 1000 år simuleres.

Simulert flom for Midtbotnvatn/Møsevatn ble forholdsvis stor, over 3000 $l/s*km^2$ som døgnmiddel. Simulert flom for Fjellhaugvatn lokalfelt er vist i figur 3 og døgnmidlet ble 2653 $l/s*km^2$, mens midlet over tre døgn ble ca. 1630 $l/s*km^2$.

2.3 Sammenfatning

Det er en del usikkerhet knyttet til de forskjellige metodene å beregne tilløpsflom med gjentaksintervall 1000 år på. Når det gjelder nedbør-avløpsmodellmetoden er det å riktig kombinere nedbør og snøsmelting som er beheftet med usikkerhet og i tilfellet Midtbotnvatn/Møsevatn også det at breprosent ikke inngår i feltparametresettet som benyttes for å fastlegge modellparametrene. Når det gjelder metoden å bruke flomformler/frekvensanalyser er det særlig flomverdiene over flere døgn som vil bli usikre.

Avviket mellom de to metodene ble stort for Midtbotnvatn/-Møsevatn og pga usikkerhet ved modeller i bredekkete felt velges flomverdiene ut fra flomformler/frekvensanalyser. For Fjellhaugvatn lokalfelt ble avviket ikke like stort, slik at for dette felt benyttes modellsimulert flom som Q1000.

Flomforløpet for Midtbotnvatn/Møsevatn konstrueres slik at høyeste døgn får spesifikk middelvannføring lik 2167 $l/s*km^2$ og at midlet over tre døgn blir 1470 $l/s*km^2$. Kulminasjonsvannføringen anslås til 20% høyere enn døgnmidlet, dvs 2600 $l/s*km^2$.

3. MAGASIN, AVLØPSKURVER OG OVERFØRINGER

For å beregne avløpsflommene rutes tilløpsflommene, tillagt eventuelle overføringer, gjennom magasinene. Flomdempningen avhenger bl.a. av magasinets størrelse og flomavlednings-organenes kapasiteter, dvs. avløpskurvene. Ved rutingen, som utføres ved bruk av et dataprogram ved Hydrologisk avdeling, forutsettes magasinvannstanden ligge på HRV ved flommens begynnelse.

3.1 Magasin

Den magasinstørrelse som er interessant ved flomberegning er volumet over HRV. Magasinet beskrives av volumet ved to forskjellige vannstander. Verdiene kan tas ut fra en magasinkurve eller beregnes ut fra sjøarealet ved HRV. I tabell 4 vises benyttede HRV-verdier og sjøarealer.

	HRV m o.h.	Sjøareal km^2
Møsevatn	873.0	1.58
Midtbotnvatn	770.0	2.50
Blådalsvatn	711.1	2.76
Staffivatn	437.0	1.03
Fjellhaugvatn	374.0	1.00

Tabell 4. HRV-verdier og magasinarealer.

Magasinarealene er kontrollert på nytt topografisk kart og avviker i noen tilfeller mot de som er oppgitt av regulanten.

3.2 Avløpskurver

Det naturlige elveløpet fra Møsevatn gikk direkte ned til Blådalsvatn, men her ligger nå hoveddammen med en terskel på 876.4 m o.h.. Den vil aldri overtoppes. Mot Midtbotnvatn finnes flere dammer som kan føre flomvannføringen nedover vassdraget. Ett overløp med terskelnivå 873.0 m o.h. er 70 m langt og har bred krone, overløpskoefficienten er satt til 1.48. Med terskelnivå 873.5 m o.h. finnes to dammer. Den ene er 45 m lang og antas ha overløpskoefficient 1.62, mens den andre er 16 m lang og antas ha overløpskoefficient 1.77. Formelen for den sammensatte avløpskurven blir:

$$Q = 103.6 \quad (H - 873)^{1.5} \qquad 873 < H < 873.5$$
$$Q = 139.5005 \quad (H - 873)^{1.9385} \qquad 873.5 < H < 874.4$$

Formelen gjelder opp til vannstand 874.4, hvor det ligger en sperredam som imidlertid ikke vil overtoppes.

Midtbotnvatn har et overløp på nivå 770.0 m o.h. med lengde 47 m og overløpskoefficient 2.1. Avløpskurven blir:

$$Q = 98.7 \quad (H - 770)^{1.5} \qquad 770 < H < 776$$

Brystningen på damkronen ligger på 776 m o.h..

Blådalsvatn har et overløp på nivå 711.10 m o.h. med lengde 30 m og overløpskoefficient 2.0. Avløpskurven blir:

$$Q = 60.0 \quad (H - 711.1)^{1.5} \qquad 711.1 < H < 716$$

Brystningen på damkronen ligger på 716 m o.h..

Staffivatn har et fast overløp som fører vannet ned i en tunnel forbi dammen. Overløpets terskel ligger på 437 m o.h. og er 50 m langt. Overløpskoefficienten er satt til 2.0. Tunnelens kapasitet er av Vassdragtilsynet beregnet til 392 m^3/s (14 m/s * 28 m^2) i et notat av J. Skorve i 1982. Denne kapasitet antas å gjelde for alle vannstander. Ved vannstand 442.5 m o.h. vil brystningen på den ca. 250 m lange damkronen overtoppes. Det regnes med en overløpskoefficient på 1.9 for brystningen. Avløpskurven for Staffivatn blir:

$$Q = 100 \quad (H - 437.00)^{1.5} \qquad 437.00 < H < 439.49$$
$$Q = 392 \quad (H - 437.00)^{0} \qquad 439.49 < H < 442.51$$
$$Q = 147.2302 \quad (H - 440.25)^{1.2042} \qquad 442.51 < H < 442.74$$
$$Q = 46.1256 \quad (H - 440.25)^{2.4769} \qquad 442.74 < H$$

Fjellhaugvatn har et flomoverløp med terskel på 374.92 m o.h.. På grunn av spesiell utforming av overløpet er det umulig å teoretisk beregne overløpskapasiteten. Det er derfor utført forsøk med en fysisk modell av overløpet ved Vassdrags- og Havnelaboratoriet i Trondheim i 1980 for å bestemme Fjellhaugvatns avløpskurve. Resultatet fra disse forsøk (kurve datert okt. 1980) benyttes ved beregning av avløpsflom og flomvannstand i magasinet. Når vannstanden eventuelt overstiger damkronen, 379 m o.h., vil vann renne over den 82 m lange brystningen som har overløpskoefficient 1.9. Avløpskurven for Fjellhaugvatn blir:

$$Q = 82.5671 \quad (H - 374.92)^{1.3916} \qquad 374.92 < H < 379.00$$
$$Q = 26.4461 \quad (H - 374.92)^{2.1956} \qquad 379.00 < H$$

Overløpsterskelen ligger altså 0.92 m over HRV.

3.3 Overføringer

Fra Møsevatn kan det føres vann gjennom kraftverket Blåfalli IV til Blådalsvatn. Maksimal kapasitet 11 m^3/s.

Fra Blomstølskarsvatn, som ligger i et nabovassdrag og har et felt på 10.4 km^2, overføres det vann til Midtbotnvatn. Maksimal kapasitet 26.5 m^3/s.

Fra Sandvatn kan det overføres vann til Vetrhusvatn gjennom en tunnel som har kapasitet 28 m^3/s. Begge disse vatn ligger i Staffivatns delfelt. De har ikke dammer.

Fra Vetrhusvatn kan det overføres vann til Blådalsvatn gjennom en tunnel som har kapasitet 18.5 m^3/s.

Blådalsvatn er inntaksmagasin for kraftverket Blåfalli III. På driftstunnelen, som har maksimal kapasitet 40 m^3/s, taes det inn vann fra Botnavatn og fra Grønningbekken. I enkelte situasjoner kan det føres vann fra disse felt til Blådalsvatn fordi disse inntak ligger høyere enn Blådalsvatn. Det er usikkert hvor stor denne overføringskapasitet er.

4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM

4.1 Møsevatn

I avsnitt 2 ble spesifikk tilløpsflom med gjentaksintervall 1000 år til Midtbotnvatn/Møsevatn beregnet. Denne tilløpsflom skaleres med Møsevatns feltareal, 27.0 km^2, og resulterende flom tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom. Denne rutes gjennom magasinet under forutsetning at kraftverket Blåfalli IV står, og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 4. Dimensjonerende avløpsflom blir 65.0 m^3/s med dimensjonerende flomvannstand 873.68 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.68 m.

4.2 Midtbotnvatn

Den i avsnitt 2 beregnede spesifikke tilløpsflommen med gjentaksintervall 1000 år skaleres med feltarealet 55.4 km^2 og gir flommen i Midtbotnvatns lokalfelt. Dimensjonerende tilløpsflom til Midtbotnvatn utgjøres av flommen fra lokalfeltet, avløpsflommen fra Møsevatn og overføringen fra Blomstølskarvatn. Overføringen antas tilsvare tilløpsflommen til Blomstølskarvatn, maksimalt 26.5 m^3/s. I figur 5 vises dimensjonerende tilløpsflom til Midtbotnvatn med de forskjellige bidragene. Denne tilløpsflom rutes gjennom magasinet, og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 6. Dimensjonerende avløpsflom blir 212 m^3/s med dimensjonerende flomvannstand 771.67 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.67 m.

4.3 Blådalsvatn

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år til Fjellhaugvatn lokalfelt fordeles på de enkelte delfeltene etter spesifikk normalvannføring og areal. Dimensjonerende tilløpsflom til Blådalsvatn utgjøres av flommen fra lokalfeltet, dimensjonerende avløpsflom fra Midtbotnvatn og av overføringer. Fra Grønningbekken og

Botnavatn antas tilløpsflommene, maksimalt 40 m^3/s, å overføres til Blådalsvatn. Fra Vetrhusvatn antas tilløpsflommen inkludert overføringen fra Sandvatn, maksimalt 18.5 m^3/s, å overføres. I figur 7 vises dimensjonerende tilløpsflom til Blådalsvatn med de forskjellige bidragene. Denne tilløpsflom rutes gjennom magasinet, og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 8. Dimensjonerende avløpsflom blir 268 m^3/s med dimensjonerende flomvannstand 713.81 m o.h., dvs flomstigningen blir 2.71 m.

4.4 Staffivatn

Dimensjonerende tilløpsflom til Staffivatn utgjøres av flommen fra lokalfeltet, dvs den i avsnitt 2.2 simulerte flommen skalert for å representere Staffivatns felt, og avløpsflommen fra Blådalsvatn. Det regnes i dette tilfelle ikke med noen overføringer til Blådalsvatn, men alt vann renner direkte ned i Staffivatn. I figur 9 vises dimensjonerende tilløpsflom til Staffivatn med de forskjellige bidragene. Denne tilløpsflom rutes gjennom magasinet under forutsetning at kraftverket Blåfalli III står, og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 10. Dimensjonerende avløpsflom blir 360 m^3/s med dimensjonerende flomvannstand 439.35 m o.h., dvs flomstigningen blir 2.35 m.

4.5 Fjellhaugvatn

Dimensjonerende tilløpsflom til Fjellhaugvatn utgjøres av flommen fra lokalfeltet, dvs den i avsnitt 2.2 simulerte flommen skalert for å representere Fjellhaugvatns felt, og avløpsflommen fra Staffivatn. I figur 11 vises dimensjonerende tilløpsflom til Fjellhaugvatn med de forskjellige bidragene. Denne tilløpsflom rutes gjennom magasinet under forutsetning at kraftverket Blåfalli II står, og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 12. Dimensjonerende avløpsflom blir 384 m^3/s med dimensjonerende flomvannstand 377.94 m o.h., dvs flomstigningen blir 3.94 m.

4.6 Sammenfatning

Resulterende avløpsflommer, flomvannstander og flomstigninger over HRV er sammenfattet i tabell 5.

Dam	Avløpsflom m^3/s	Flomvst. m o.h.	Flomstigning m
Møsevatn	65	873.68	0.68
Midtbotnvatn	212	771.67	1.67
Blådalsvatn	268	713.81	2.71
Staffivatn	360	439.35	2.35
Fjellhaugvatn	384	377.94	3.94

Tabell 5. Dimensjonerende flom.

5. PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM

5.1 Påregnelig maksimal tilløpsflom

Påregnelig maksimal tilløpsflom kan ikke knyttes til noe bestemt gjentaksintervall. Den fastsettes på grunnlag av en analyse av ugunstige kombinasjoner av meteorologiske og hydrologiske forhold. Nedbør-avløpsmodellen, som er beskrevet tidligere, benyttes for å simulere påregnelig maksimal flom ut fra et nedbør-snøsmelteforløp.

Påregnelig maksimal nedbør, PMP, for Blådalsvassdraget er beregnet og vist i tabell 3. Snøsmeltingen anslås ut fra samhørende temperatur- og nedbørobservasjoner ved klimastasjonen 4651 Midtlæger, som ligger 1079 m o.h. Temperaturen under stor nedbør i oktober, når hele nedslagsfeltet kan tenkes å være snødekket, antas ut fra observasjonene å kunne være ca. 7-8°C ved Midtlæger. I Blådalsvassdraget, som har middelhøyde litt under 900 m o.h., antas temperaturen under ekstrem nedbør å kunne være ca. 8°C. Med graddagsfaktor 7 mm/°C*døgn for breområder og 5 mm/°C*døgn for brefrie områder anslås snøsmeltingen under ekstrem nedbør å være 40 mm/døgn i gjennomsnitt for hele feltet.

Et nedbør/snøsmelteforløp over drøyt 3 døgn konstrueres ut fra PMP-verdiene i tabell 3 og den nevnte snøsmelteintensiteten. Dette forløp antas forårsake påregnelig maksimal flom i vassdraget. Ved bruk av nedbør-avløpsmodellene simuleres påregnelig maksimal flom i delfeltene. De simulerte flommene er vist i figurene 13 og 14. Ettdøgnsmidlet ble drøyt 4000 $l/s*km^2$ og tredøgnsmidlet ble ca. 2700 $l/s*km^2$.

5.2 Påregnelig maksimal avløpsflom

Den i avsnitt 5.1 beregnede påregnelige maksimale flommen til hele Møsevatn/Midtbotnvatnfeltet skaleres med Møsevatns relative feltareal og resulterende flom tilsvarer påregne-

lig maksimal tilløpsflom. Denne rutes gjennom magasinet under forutsetning at kraftverket Blåfalli IV står, og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 15. Påregnelig maksimal avløpsflom for Møsevatn blir 141 m^3/s med maksimal flomvannstand 874.01 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.01 m.

Påregnelig maksimal tilløpsflom til Midtbotnvatn utgjøres av flommen i lokalfeltet, dvs den i avsnitt 5.1 simulerte flommen skalert med Midtbotnvatns relative feltareal, og avløpsflommen fra Møsevatn samt overføringen fra Blomstølskarvatn, maksimalt 26.5 m^3/s. I figur 16 vises påregnelig maksimal tilløpsflom til Midtbotnvatn med de forskjellige bidragene. Denne tilløpsflom rutes gjennom magasinet, og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 17. Påregnelig maksimal avløpsflom for Midtbotnvatn blir 427 m^3/s med maksimal flomvannstand 772.65 m o.h., dvs flomstigningen blir 2.65 m.

Den i avsnitt 5.1 beregnede påregnelige maksimale flommen til hele Fjellhaugvatn lokalfelt skaleres med de forskjellige delfeltenes relative areal og flommen i hvert lokalfelt beregnes. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Blådalsvatn utgjøres av flommen i lokalfeltet, avløpsflommen fra Midtbotnvatn og overføringer som nevnt i avsnitt 4.3, se figur 18. Denne tilløpsflom rutes gjennom magasinet, og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 19. Påregnelig maksimal avløpsflom for Blådalsvatn blir 480 m^3/s med maksimal flomvannstand 715.10 m o.h., dvs flomstigningen blir 4.00 m.

Påregnelig maksimal tilløpsflom til Staffivatn utgjøres av flommen i lokalfeltet og avløpsflommen fra Blådalsvatn, se figur 20. Det regnes ikke med at noe vann overføres fra Staffivatns lokalfelt til Blådalsvatn. Tilløpsflommen rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 21. Påregnelig maksimal avløpsflom for Staffivatn blir 615 m^3/s med maksimal flomvannstand 443.10 m o.h., dvs flomstigningen blir 6.10 m.

Påregnelig maksimal tilløpsflom til Fjellhaugvatn utgjøres av flommen i lokalfeltet og avløpsflommen fra Staffivatn, se figur 22. Denne tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 23. Påregnelig maksimal avløpsflom for Fjellhaugvatn blir 645 m^3/s med maksimal flomvannstand 379.20 m o.h., dvs flomstigningen blir 5.20 m.

5.3 Sammenfatning

Resulterende avløpsflommer, flomvannstander og flomstigninger over HRV er sammenfattet i tabell 6.

Dam	Avløpsflom m^3/s	Flomvst. m o.h.	Flomstigning m
Møsevatn	141	874.01	1.01
Midtbotnvatn	427	772.65	2.65
Blådalsvatn	480	715.10	4.00
Staffivatn	615	443.10	6.10
Fjellhaugvatn	645	379.20	5.20

Tabell 6. Påregnelig maksimal flom.

6. LITTERATUR

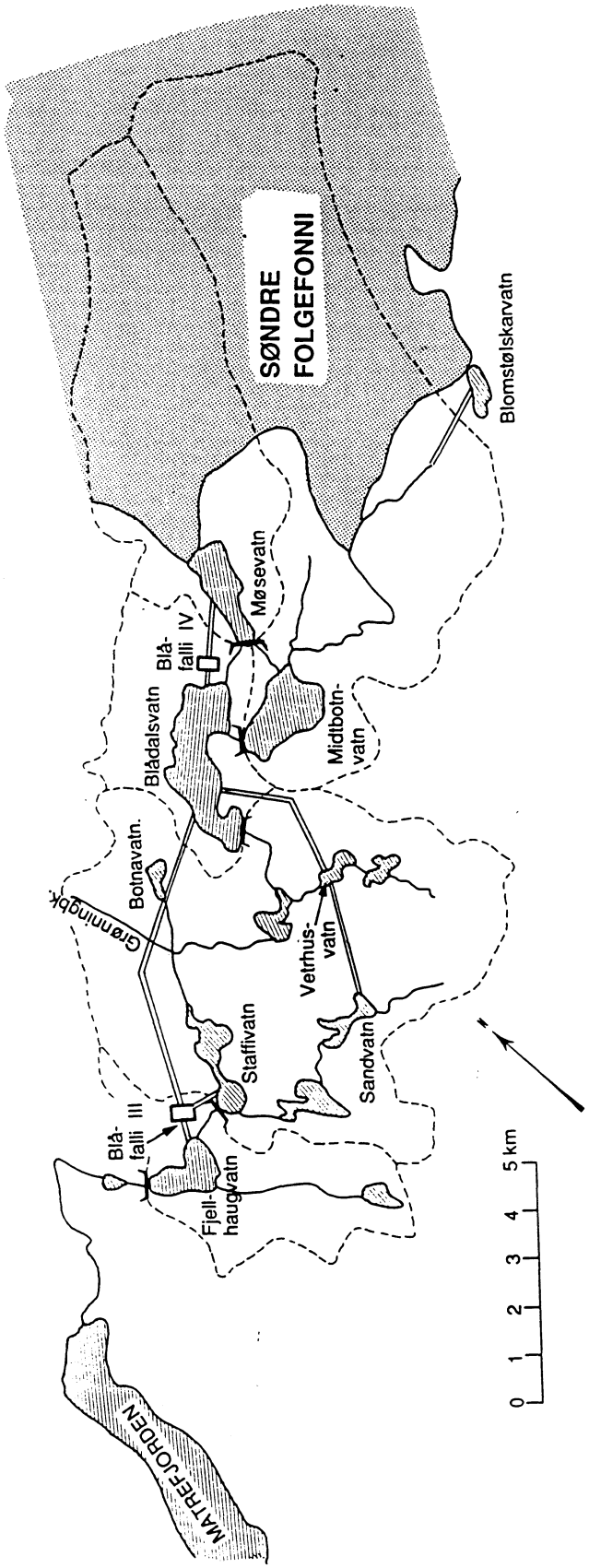
OED/NVE:
1981: Forskrifter for dammer. Universitetsforlaget.

DNMI:
1984: Påregnelige ekstreme nedbørverdier. Fagrapport nr. 3. KLIMA.

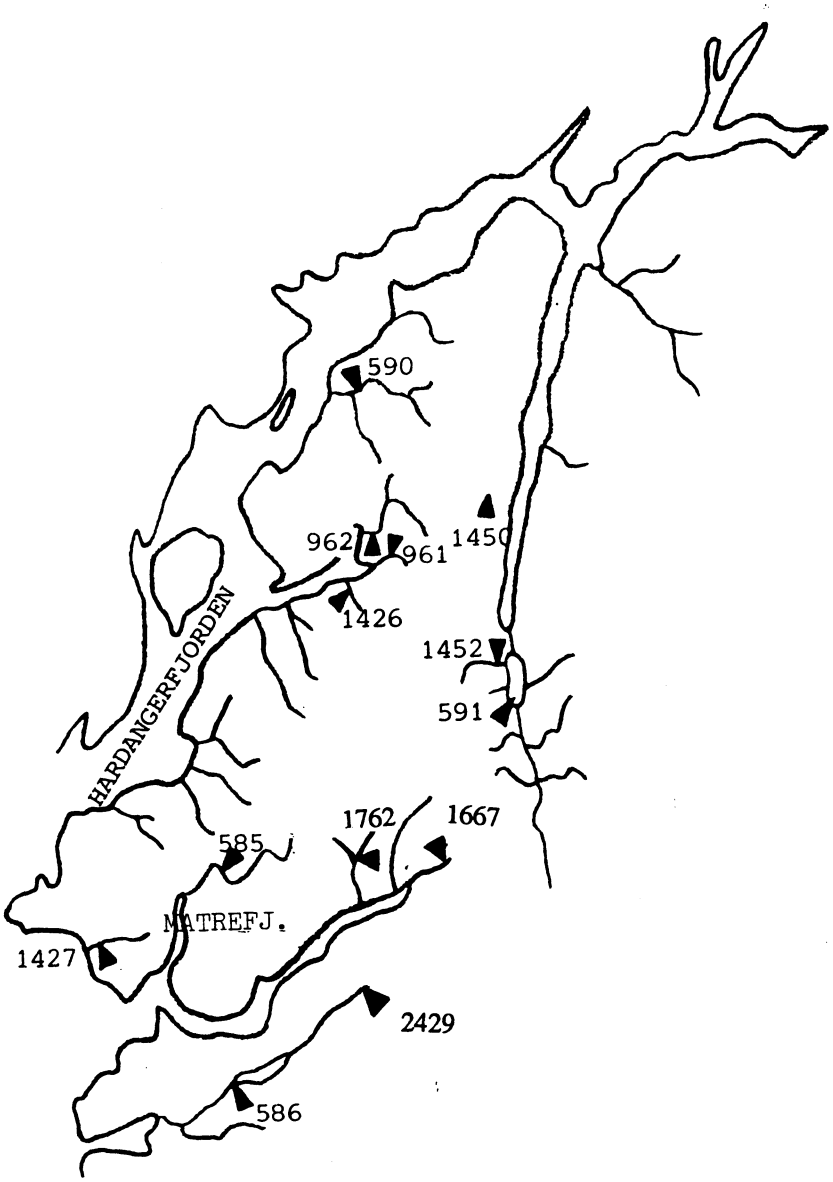
NVE:
1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr. 2, Hydrologisk avdeling.

NVE:
1983: Hydrologisk modell for flomberegninger. Rapport nr. 2, Hydrologisk avdeling.

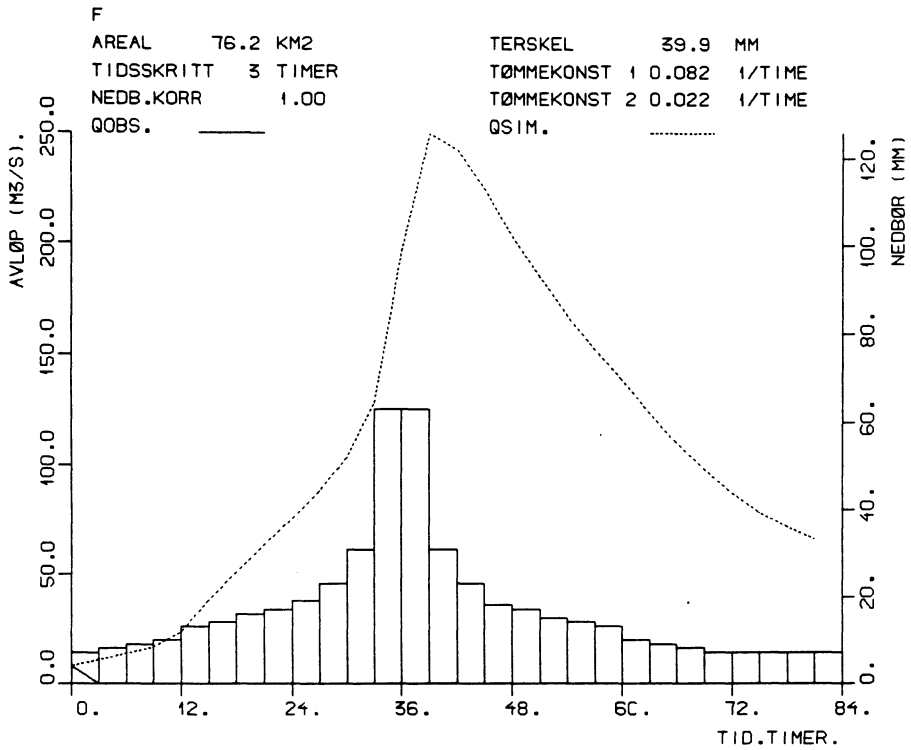
NVE:
1986: Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer. V-publikasjon nr. 1, Vassdragsdirektoratet.



Figur 1. Kart over Blådalsvassdraget.

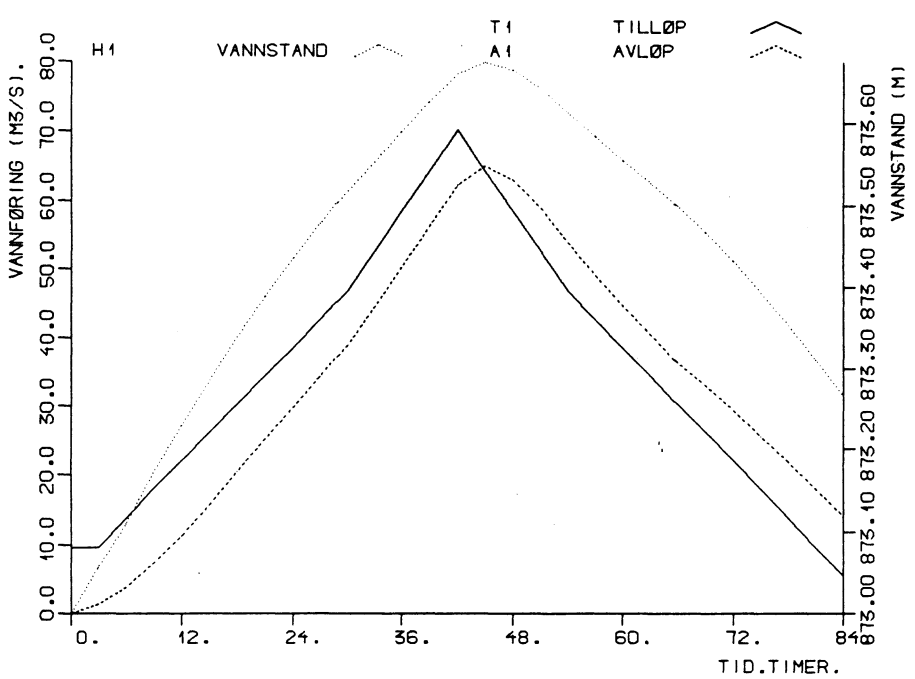


Figur 2. Hydrologiske målestasjoner.



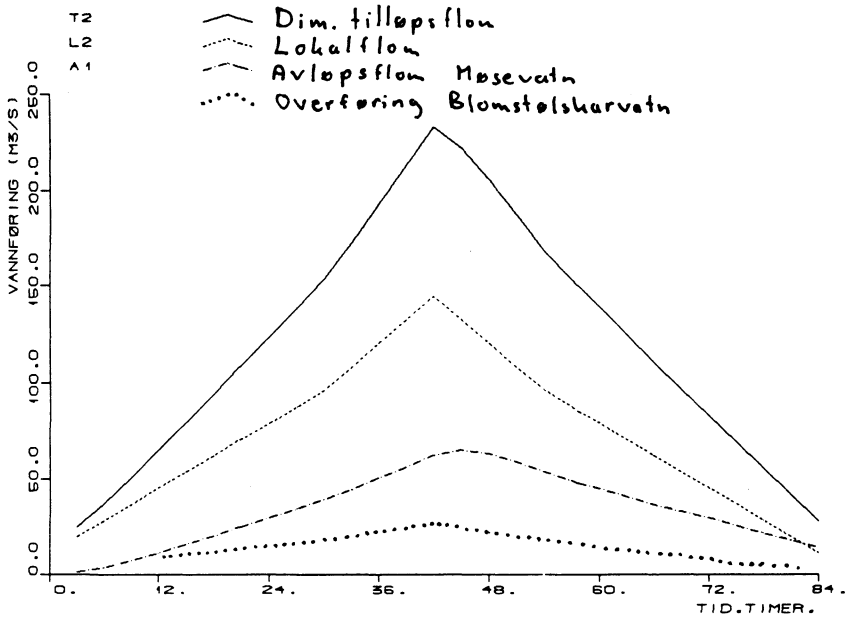
Nedbør 28F1001	Vannføring 28S1001F
7.000	7.900
8.000	10.544
9.000	13.459
10.000	16.624
13.000	23.669
14.000	38.120
16.000	50.914
17.000	63.937
19.000	75.627
23.000	87.801
31.000	103.406
63.000	127.812
63.000	195.843
31.000	249.348
23.000	242.235
18.000	224.384
17.000	202.743
15.000	184.262
14.000	166.734
13.000	151.482
10.000	138.014
9.000	122.906
8.000	109.557
7.000	97.587
7.000	86.699
7.000	78.170
7.000	71.487
7.000	66.249

Figur 3. Simulert flom for Fjellhaugvatn lokalfelt, Q1000.

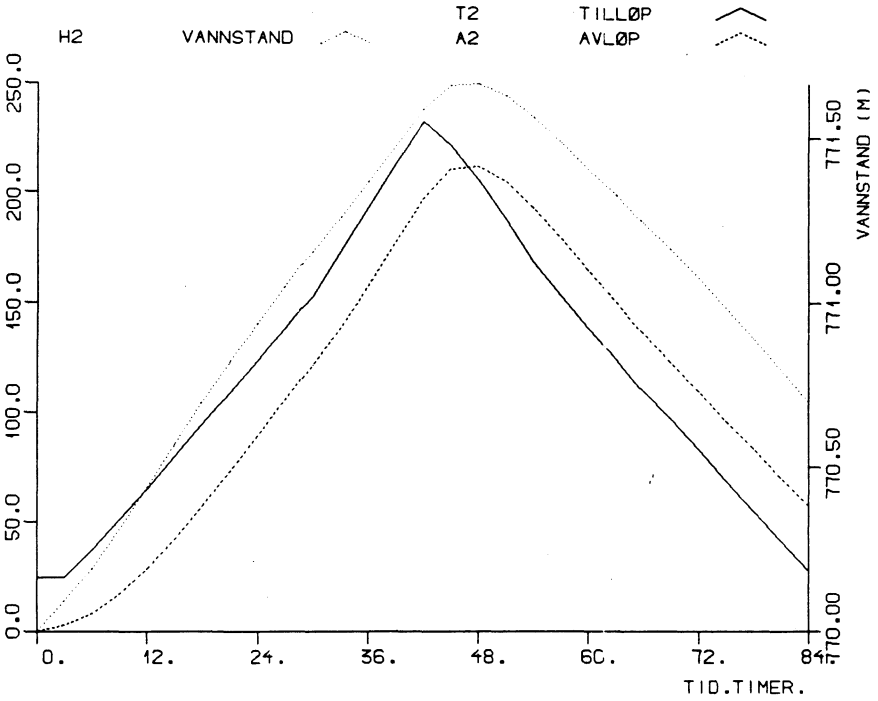


28T1	28H1	28A1
9.639	873.056	1.388
13.770	873.110	3.801
17.901	873.169	7.218
22.032	873.228	11.314
26.163	873.285	15.786
30.294	873.339	20.418
34.425	873.388	25.080
38.556	873.435	29.704
42.687	873.478	34.266
46.818	873.518	38.958
52.650	873.554	44.424
58.509	873.591	50.255
64.341	873.626	56.252
70.200	873.660	62.309
64.341	873.675	65.080
58.509	873.664	63.036
52.650	873.641	58.911
46.818	873.612	53.920
42.687	873.583	49.036
38.556	873.556	44.648
34.425	873.528	40.489
30.294	873.500	36.444
26.163	873.467	33.082
22.032	873.431	29.345
17.901	873.393	25.543
13.770	873.353	21.723
9.639	873.310	17.921
5.508	873.265	13.165

Figur 4. Dimensjonerende flom, Møsevatn.
Tidsskritt 3 timer.

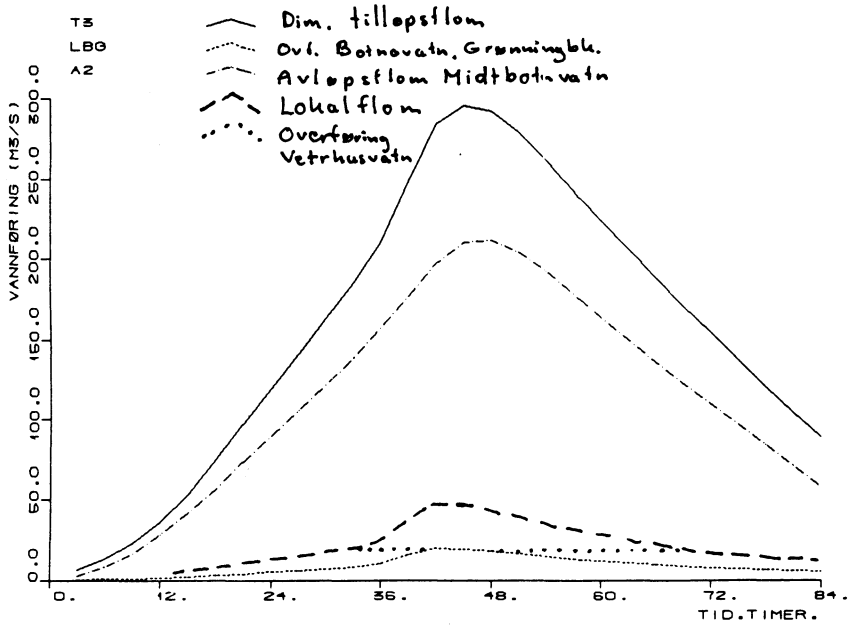


Figur 5. Dimensjonerende tilløpsflom til Midtbotnvatn med de forskjellige bidragene.

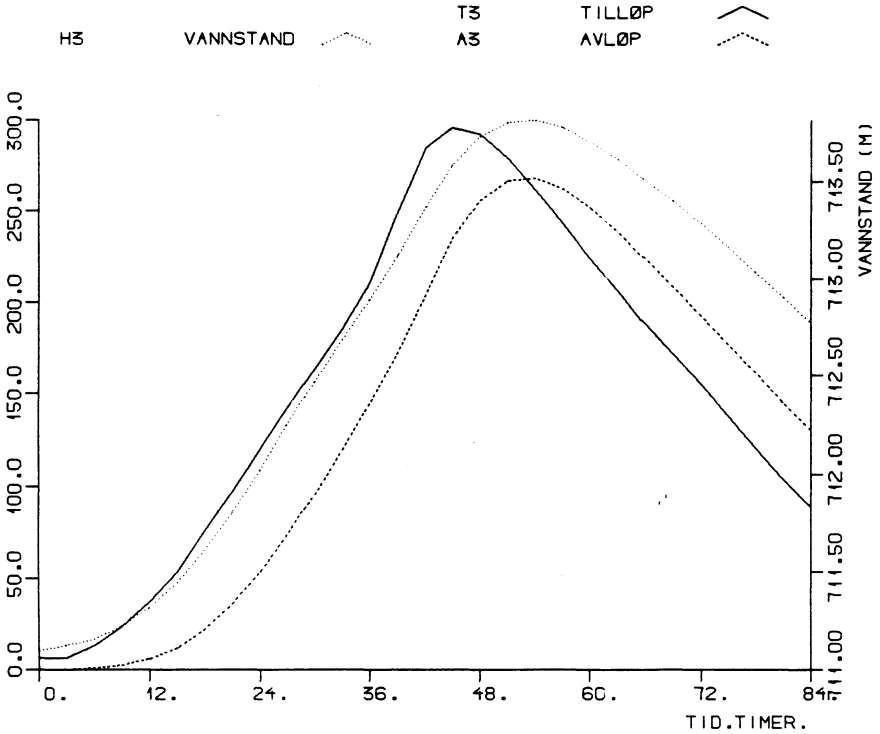


28T2	28H2	28A2
24.879	770.095	2,890
37.359	770.193	8.383
50.843	770.310	17,044
65.006	770.437	28.524
79.547	770.567	42.163
94.246	770.695	57.231
108.975	770.819	73.094
123.666	770.935	89.284
138.295	771.045	105.500
153.056	771.149	121.617
172.734	771.254	138.630
192.844	771.364	157.289
213.053	771.476	177.038
232.849	771.587	197.322
221.881	771.659	210.810
205.625	771.665	212.140
187.221	771.628	205.055
168.018	771.563	192.796
153.065	771.485	178.566
138.610	771.405	164.341
124.384	771.324	150.297
110.272	771.241	136.449
96.843	771.157	122.902
83.037	771.072	109.615
69.168	770.985	96.431
55.281	770.893	83.343
41.412	770.798	70.383
27.589	770.698	57.604

Figur 6. Dimensjonerende flom, Midtbotnvatn. Tidsskritt 3 timer.

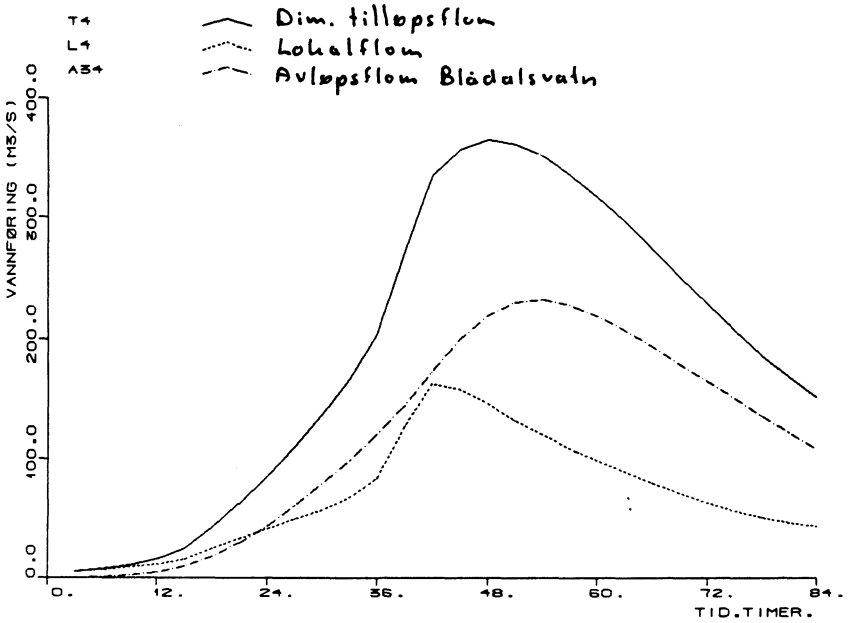


Figur 7. Dimensjonerende tilløpsflom til Blådalsvatn med de forskjellige bidragene.

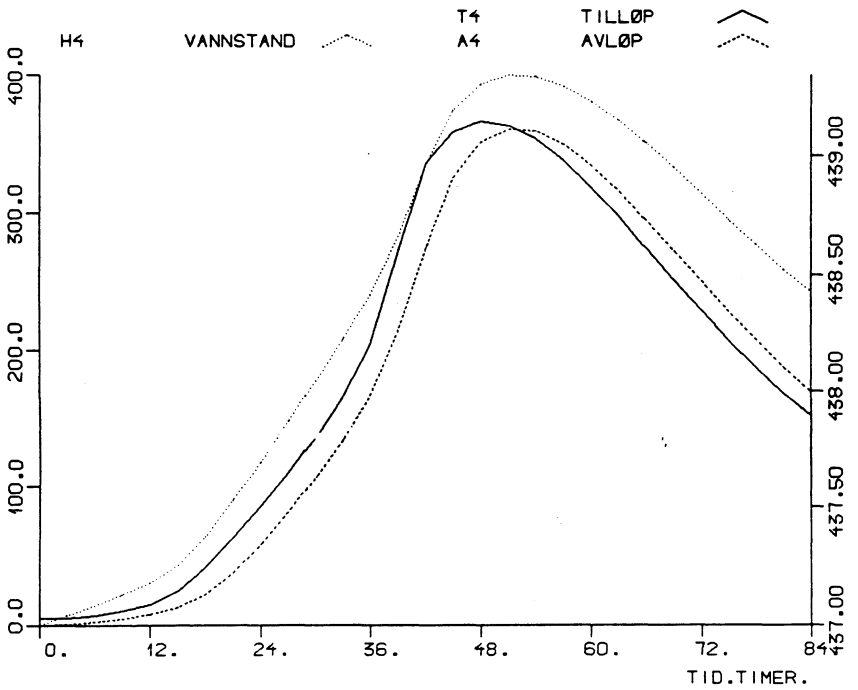


28T3	28H3	28A3
6.635	711.125	.238
13.381	711.161	.897
23.423	711.223	2.576
36.403	711.316	6.027
53.382	711.444	12.122
75.300	711.610	21.882
97.227	711.808	35.752
119.590	712.024	53.278
141.347	712.246	73.632
163.235	712.467	95.890
185.566	712.682	119.404
210.938	712.894	144.153
249.395	713.120	172.295
284.393	713.365	204.469
295.924	713.582	234.606
292.345	713.731	256.050
279.309	713.805	266.924
261.967	713.814	268.287
242.918	713.775	262.483
224.499	713.703	252.011
206.751	713.612	238.902
188.748	713.508	224.258
171.531	713.396	208.786
154.951	713.280	193.071
137.526	713.158	177.199
120.396	713.032	161.174
104.268	712.903	145.305
89.005	712.773	129.873

Figur 8. Dimensjonerende flom, Blådalsvatn.
Tidsskritt 3 timer.

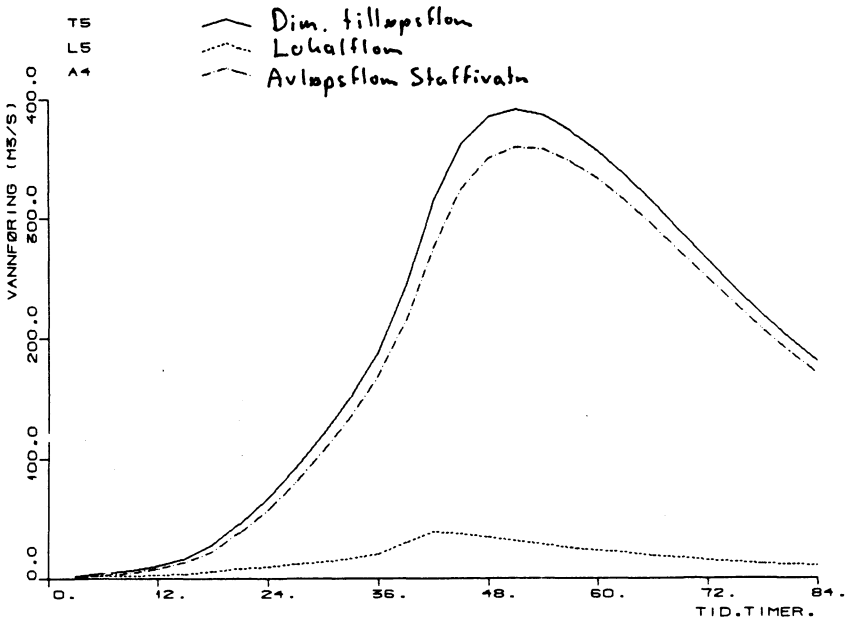


Figur 9. Dimensjonerende tilløpsflom til Staffivatn med de forskjellige bidragene.

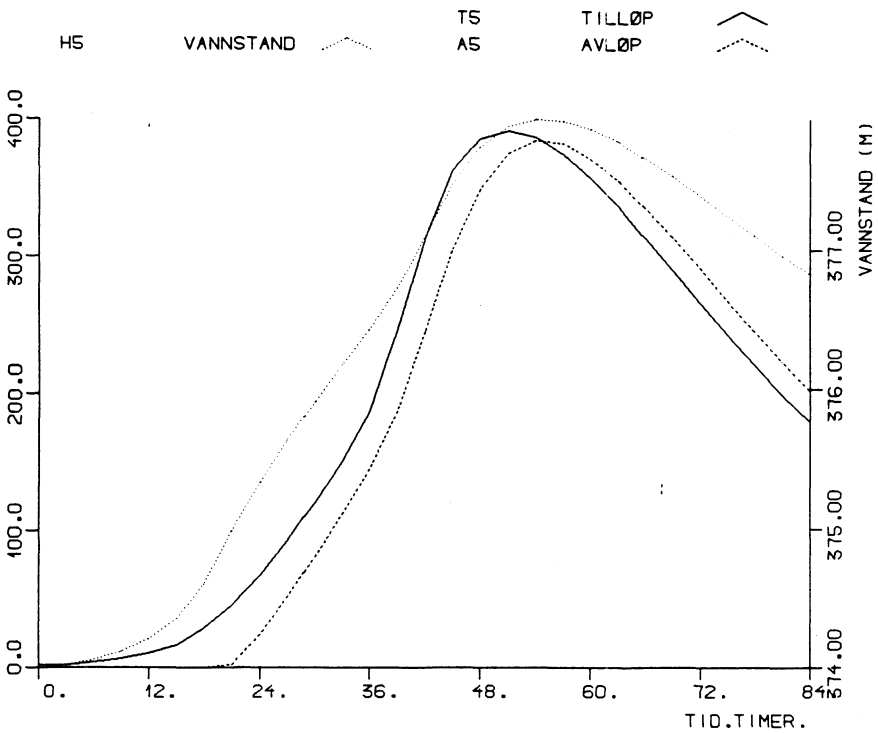


28T4	28H4	28A4
5.281	437.045	.963
7.422	437.086	2.505
10.547	437.130	4.710
15.358	437.184	7.873
25.015	437.258	13.102
42.543	437.373	22.794
62.317	437.525	37.991
85.274	437.693	57.713
109.784	437.868	80.861
136.311	438.042	106.416
166.391	438.219	134.534
203.756	438.408	167.037
272.625	438.661	214.051
335.414	438.964	275.153
357.465	439.192	324.619
365.663	439.308	350.566
362.319	439.349	360.042
352.458	439.341	358.166
336.490	439.299	348.505
317.502	439.232	333.384
297.022	439.149	315.111
273.900	439.055	294.500
251.052	438.950	272.404
228.770	438.843	250.177
207.173	438.734	228.352
187.256	438.627	207.462
168.837	438.523	187.938
151.736	438.423	169.793

Figur 10. Dimensjonerende flom, Staffivatn. Tidsskritt 3 timer.

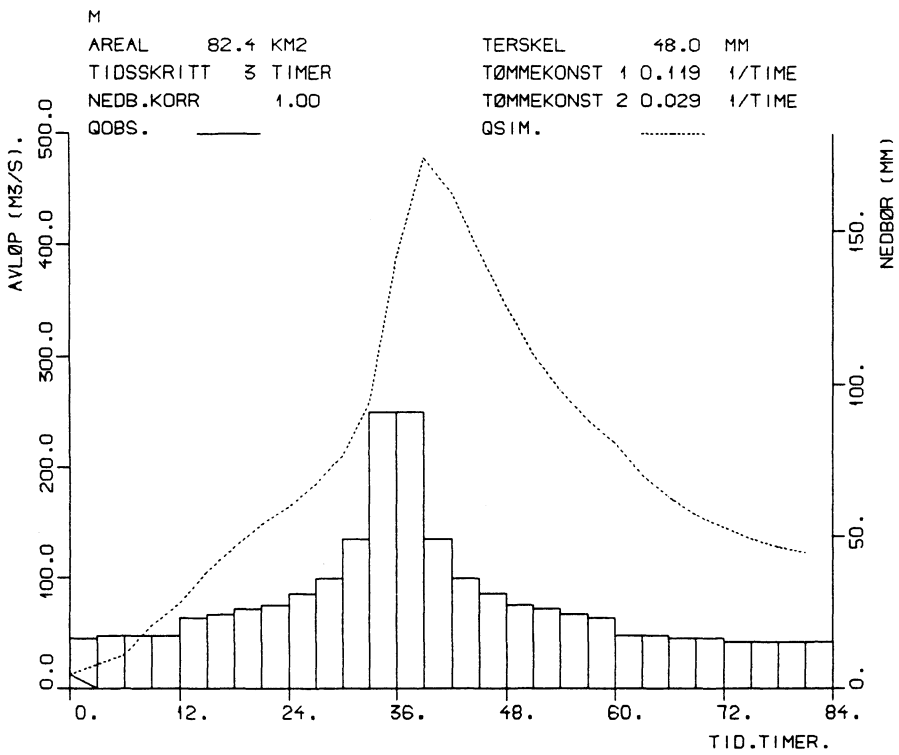


Figur 11. Dimensjonerende tilløpsflom til Fjellhaugvatn med de forskjellige bidragene.



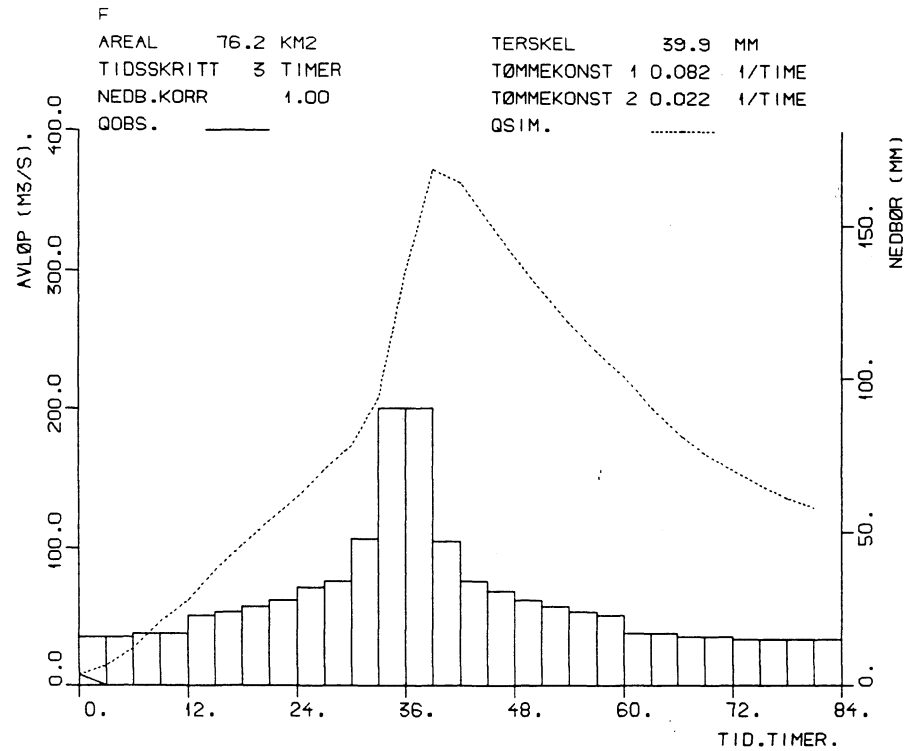
28T5	28H5	28A5
2.188	374.024	.000
4.139	374.058	.000
6.796	374.117	.000
10.449	374.210	.000
16.771	374.357	.000
28.703	374.603	.000
45.883	374.985	1.851
67.623	375.336	24.324
92.584	375.638	52.083
120.026	375.909	81.261
150.562	376.163	111.746
186.847	376.419	145.007
244.407	376.723	187.487
313.802	377.100	244.196
362.165	377.470	303.728
385.345	377.737	348.979
391.468	377.885	374.719
386.726	377.939	384.149
374.349	377.925	381.778
356.864	377.865	371.179
336.503	377.773	355.181
313.550	377.659	335.585
289.385	377.529	313.549
265.303	377.388	290.334
241.791	377.244	266.938
219.578	377.099	244.086
199.019	376.958	222.367
180.061	376.823	202.078

Figur 12. Dimensjonerende flom, Fjellhaugvatn. Tidsskritt 3 timer.



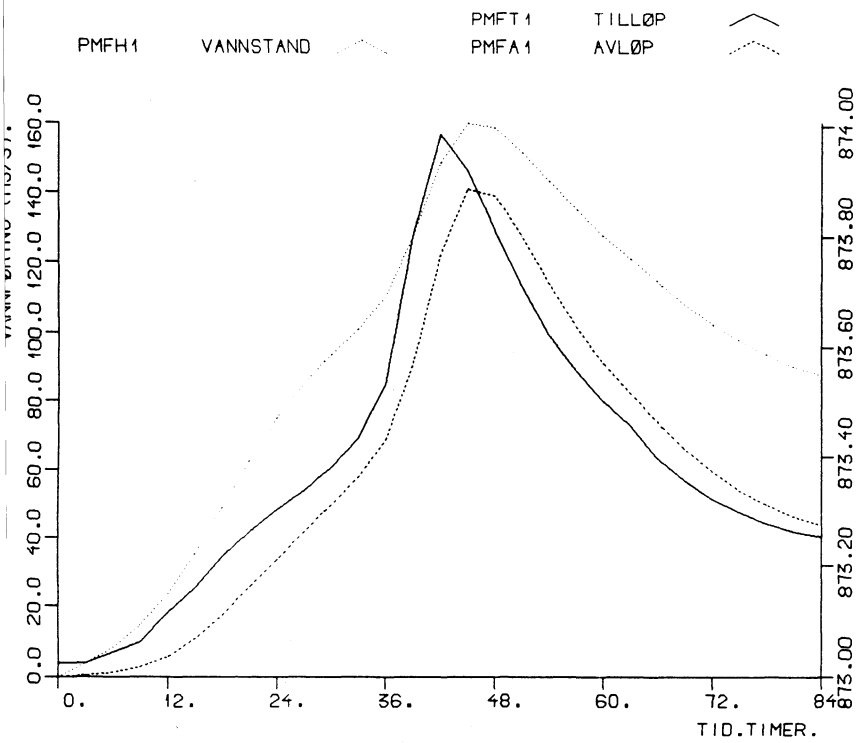
Nedbør + snøsmelting	Vannføring
28PMPSA	28PMFM
16.000	12.100
17.000	21.250
17.000	30.241
17.000	55.748
23.000	77.080
24.000	105.588
26.000	127.778
27.000	147.833
31.000	164.137
36.000	184.646
49.000	210.404
91.000	258.102
91.000	387.537
49.000	478.467
36.000	446.066
31.000	393.603
27.000	345.415
26.000	302.528
24.000	270.200
23.000	242.996
17.000	221.658
17.000	193.067
16.000	173.027
16.000	156.709
15.000	145.266
15.000	134.974
15.000	127.753
15.000	122.683

Figur 13. Simulert flom for Midtbotnvatn/Møsevatn, PMF.



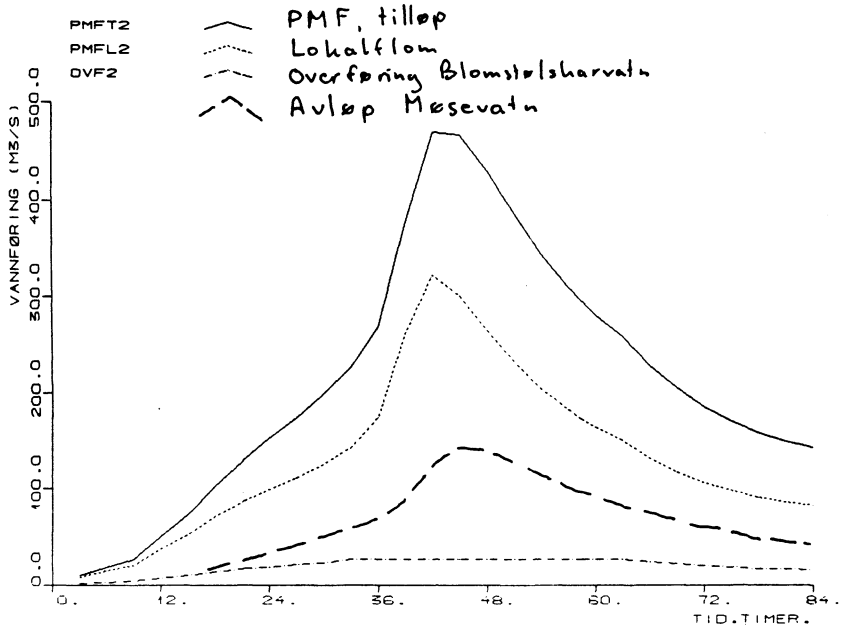
Nedbør + snøsmelting	Vannføring
28PMPSB	28FF
16.000	7.900
16.000	14.596
17.000	26.642
17.000	46.661
23.000	62.267
24.000	83.589
26.000	101.769
28.000	119.027
32.000	135.574
34.000	154.628
48.000	172.607
90.000	208.103
90.000	300.344
47.000	372.728
34.000	363.334
31.000	335.985
28.000	309.952
26.000	284.968
24.000	262.345
23.000	241.575
17.000	223.786
17.000	200.704
16.000	182.630
16.000	166.955
15.000	154.681
15.000	143.548
15.000	134.830
15.000	128.001

Figur 14. Simulert flom for Fjellhaugvatn lokalfelt, PMF.

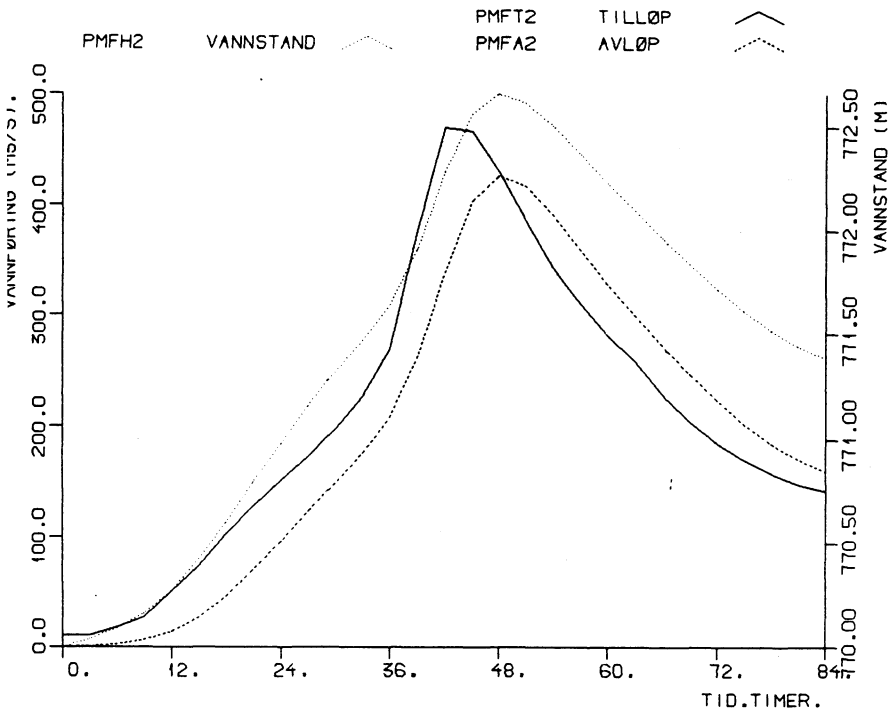


28PMFT1	28PMFH1	28PMFA1
3.969	873.024	.395
6.970	873.053	1.269
9.919	873.091	2.859
18.285	873.148	5.873
25.282	873.222	10.856
34.633	873.307	17.600
41.911	873.394	25.575
48.489	873.472	33.648
53.837	873.537	41.760
60.564	873.588	49.765
69.012	873.635	57.848
84.657	873.692	68.427
127.112	873.799	90.300
156.937	873.934	122.252
146.310	874.006	141.120
129.102	873.998	138.903
113.296	873.955	127.506
99.229	873.901	114.063
88.626	873.849	101.580
79.703	873.802	91.009
72.704	873.761	82.205
63.326	873.721	73.939
56.753	873.680	66.023
51.401	873.644	59.375
47.647	873.613	54.012
44.272	873.587	49.714
41.903	873.566	46.239
40.240	873.549	43.571

Figur 15. Påregnelig maksimal flom, Møsevatn.
Tidsskritt 3 timer.

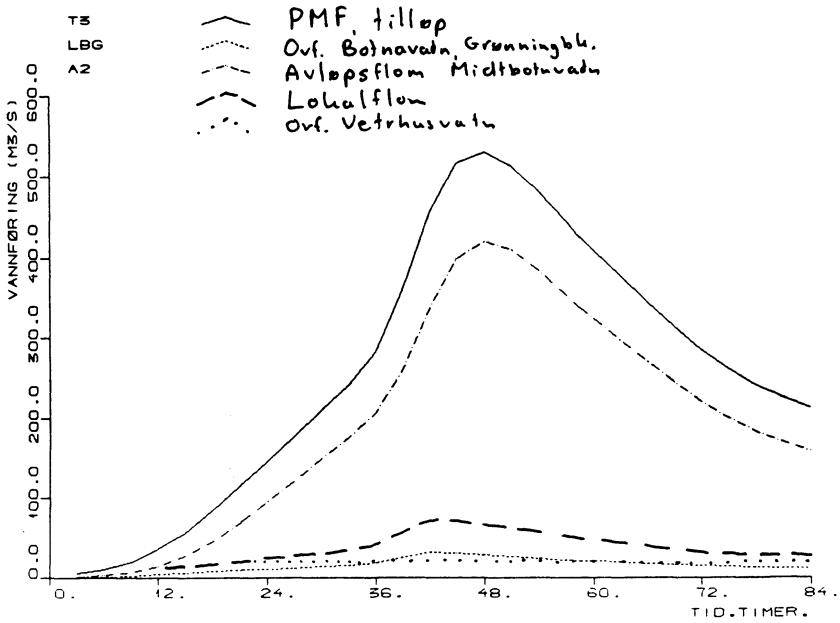


Figur 16. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Midtbotnvatn med de forskjellige bidragene.

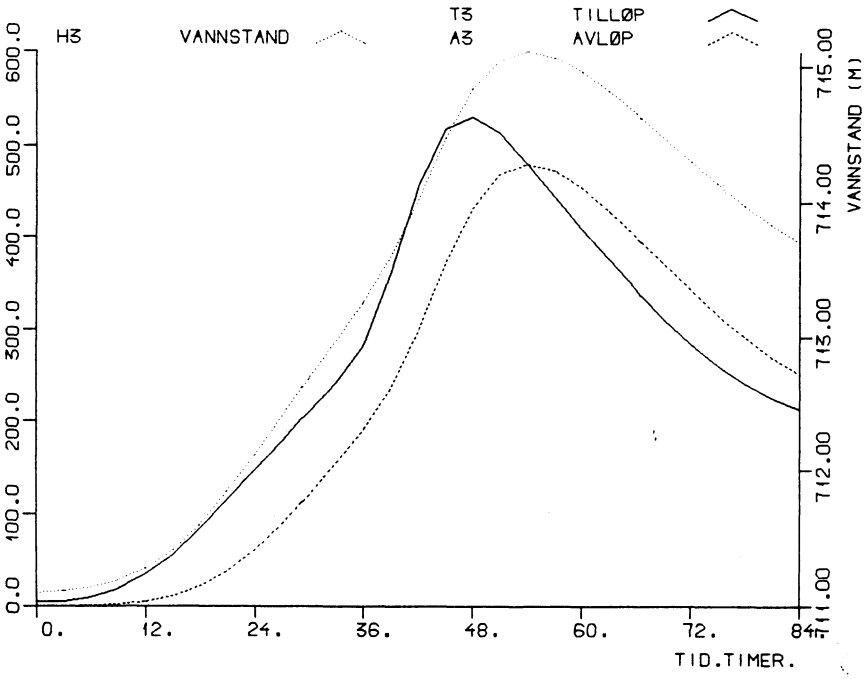


28PMFT2	28PMFH2	28PMFA2
10.051	770.040	.790
18.226	770.090	2.649
26.991	770.160	6.318
50.360	770.268	13.690
72.366	770.418	26.661
101.859	770.597	45.567
127.542	770.792	69.594
151.619	770.981	95.892
172.741	771.153	122.260
197.112	771.312	148.278
225.739	771.467	175.420
268.371	771.639	207.192
377.225	771.909	260.367
470.282	772.276	338.872
467.376	772.557	403.659
429.904	772.653	426.507
386.125	772.614	417.089
343.862	772.503	390.746
309.654	772.364	358.789
280.802	772.225	327.513
257.659	772.095	299.274
228.006	771.967	272.360
204.098	771.838	245.968
184.428	771.718	222.171
169.935	771.611	201.832
157.424	771.520	184.874
148.186	771.442	170.839
141.472	771.378	159.613

Figur 17. Påregnelig maksimal flom, Midtbotnvatn. Tidsskritt 3 timer.

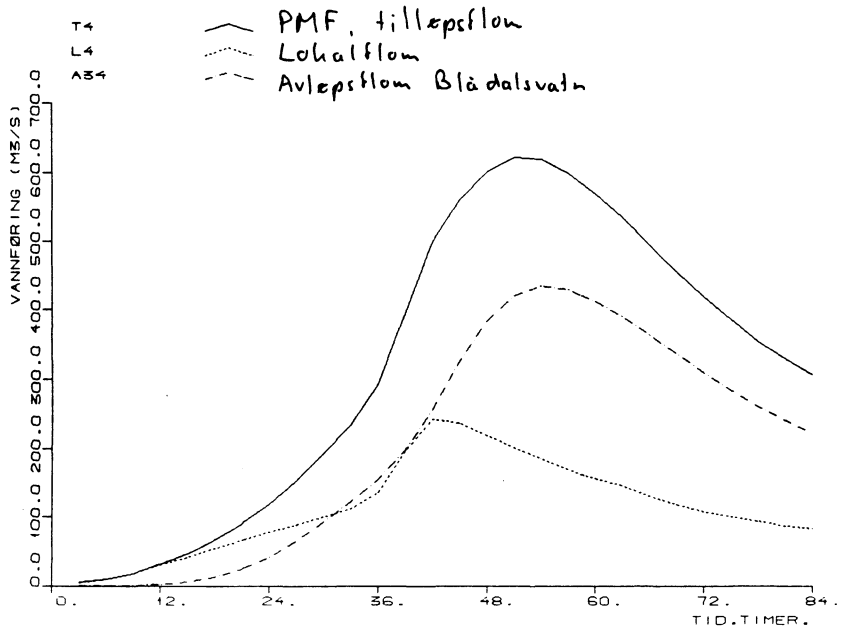


Figur 18. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Blådalsvatn med de forskjellige bidragene.

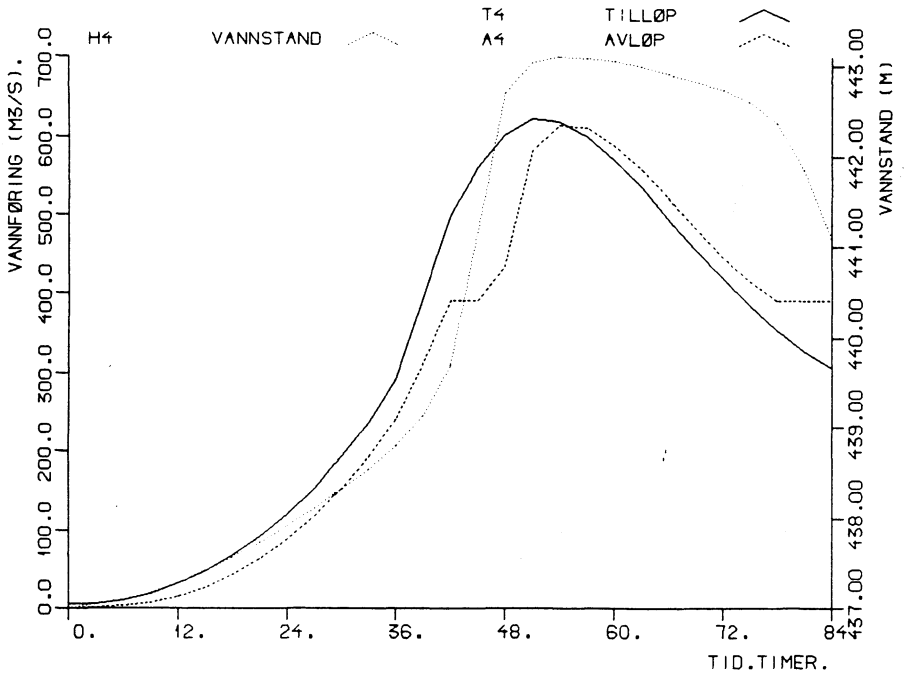


28T3	28H3	28A3
4.535	711.117	.136
9.567	711.143	.530
18.901	711.192	1.671
35.532	711.280	4.597
55.555	711.417	10.697
84.335	711.606	21.594
115.136	711.845	38.597
146.212	712.116	61.452
177.586	712.401	89.050
209.892	712.689	120.178
242.161	712.972	153.684
282.515	713.256	189.886
359.563	713.590	235.686
456.453	714.017	298.865
516.945	714.469	371.052
530.329	714.828	431.904
512.883	715.036	468.508
480.771	715.101	480.184
444.433	715.061	472.928
408.890	714.954	453.939
376.804	714.812	429.104
344.281	714.651	401.570
313.439	714.480	372.778
285.693	714.305	344.235
262.234	714.135	317.286
242.394	713.977	292.783
226.089	713.833	271.065
213.076	713.705	252.263

Figur 19. Påregnelig maksimal flom, Blådalsvatn. Tidsskritt 3 timer.

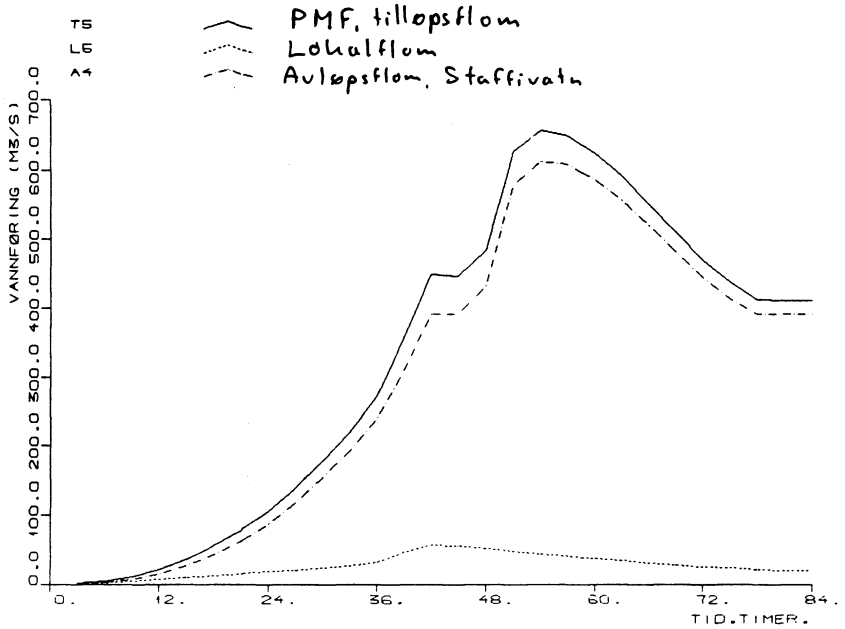


Figur 20. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Staffivatn med de forskjellige bidragene.

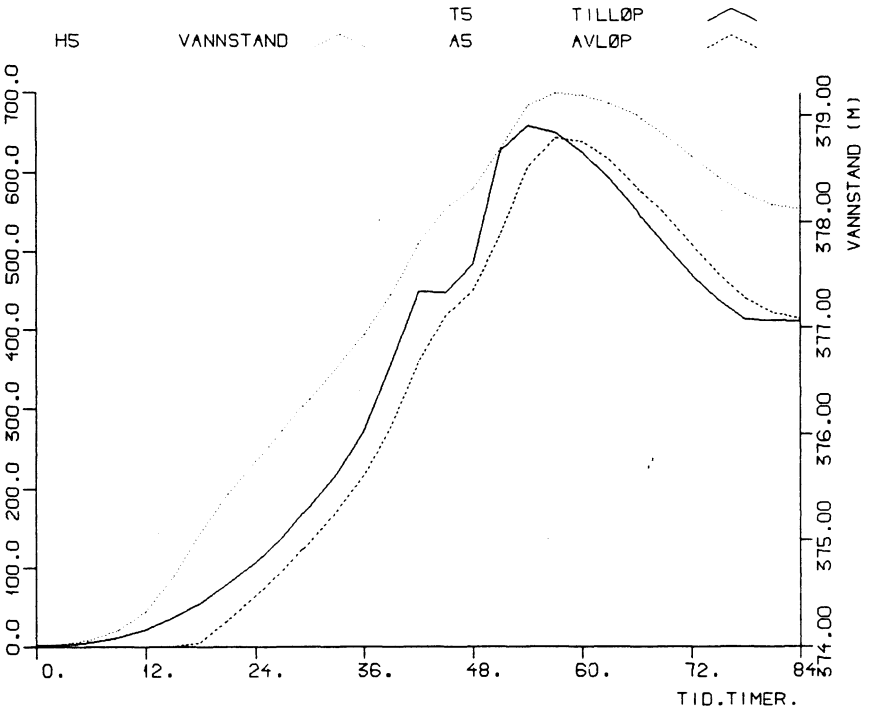


28T4	28H4	28A4
5.201	437.045	.943
9.729	437.093	2.842
18.111	437.167	6.844
32.639	437.279	14.731
46.253	437.414	26.601
67.012	437.564	42.321
90.704	437.733	62.730
119.542	437.916	87.658
153.306	438.114	117.551
193.062	438.327	152.857
235.269	438.550	192.921
291.950	438.794	240.305
394.169	439.131	310.974
499.291	439.704	392.000
560.962	441.153	392.000
602.367	442.703	433.801
622.623	443.031	581.190
619.824	443.096	615.083
600.071	443.088	610.725
569.811	443.046	588.890
535.467	442.987	558.317
494.851	442.914	522.126
456.153	442.832	483.304
419.076	442.748	445.566
385.583	442.615	415.070
355.055	442.387	392.000
328.686	441.862	392.000
306.272	441.080	392.000

Figur 21. Påregnelig maksimal flom, Staffivatn. Tidsskritt 3 timer.



Figur 22. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Fjellhaugvatn med de forskjellige bidragene.



28T5	28H5	28A5
2.168	374.023	.000
5.104	374.063	.000
10.973	374.149	.000
21.963	374.327	.000
36.252	374.642	.000
55.277	375.071	5.973
78.504	375.437	33.006
106.107	375.748	63.524
138.565	376.034	95.911
176.825	376.317	131.468
219.675	376.609	171.214
272.561	376.923	217.053
357.528	377.316	278.604
449.773	377.796	359.202
448.317	378.129	418.260
485.879	378.306	450.709
629.233	378.685	522.450
659.253	379.087	607.035
651.389	379.202	644.619
626.334	379.189	640.123
593.004	379.116	616.407
553.235	379.011	582.889
511.611	378.825	549.626
471.444	378.622	510.307
439.045	378.427	473.297
414.250	378.260	442.150
412.899	378.156	423.171
411.840	378.116	416.018

Figur 23. Påregnelig maksimal flom, Fjellhaugvatn. Tidsskritt 3 timer.