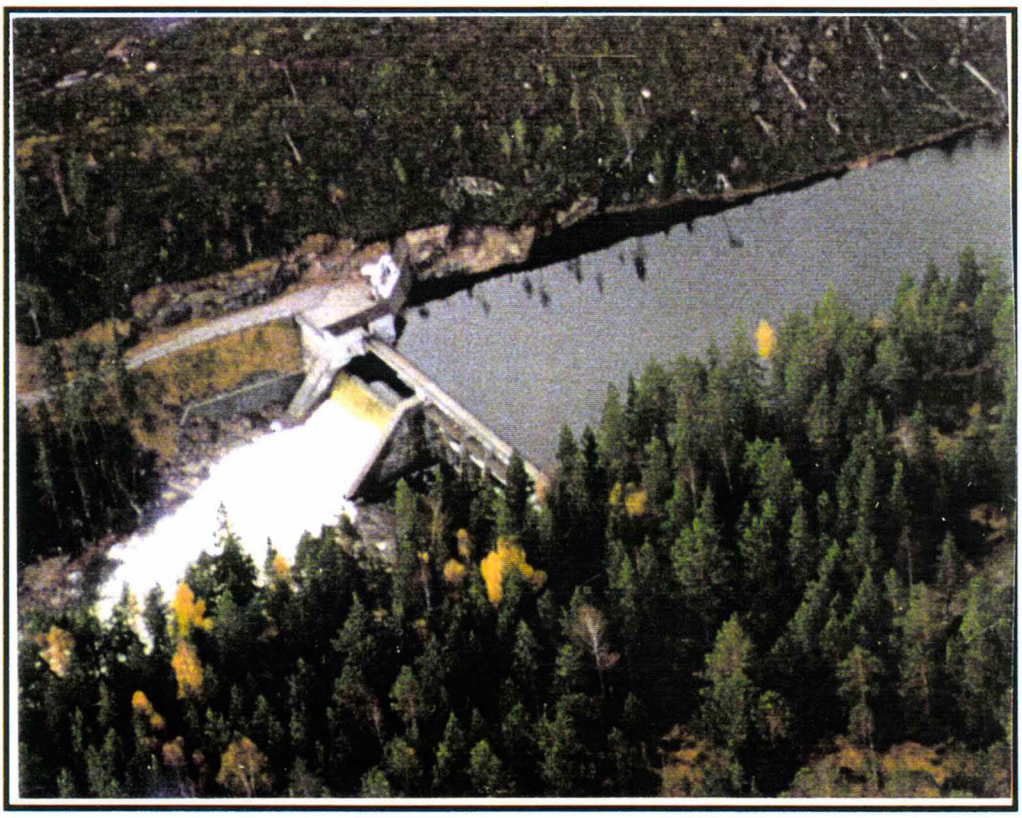
RAPPORT

11 1997

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Lars-Evan Pettersson

FLOMBEREGNING GJØV (019.CZ)



HYDROLOGISK AVDELING

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL FLOMBEREGNING GJØV (019.CZ)	**RAPPORT** 11 - 97
SAKSBEHANDLER Lars-Evan Pettersson Hydrologisk avdeling, Seksjon Vannbalanse	DATO 29.05.1997 RAPPORTEN ER åpen
OPPDRAGSGIVER Arendals Vasdrags Brugseierforening	OPPLAG 15

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" er utført for Gjøv ved inntaket ved Hunemo dam i Arendalsvassdraget. Resultatet av beregningen ble:

Dimensjonerende flom:	372 m^3/s	uten tapping fra Nesvatn
	445 m^3/s	med tapping fra Nesvatn
Påregnelig maksimal flom:	727 m^3/s	uten tapping fra Nesvatn
	787 m^3/s	med tapping fra Nesvatn

EMNEORD/SUBJECT TERMS

OPPDRAGSRAPPORT

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arne Tollan
Avdelingsdirektør

Kontoradresse: Middelthunsgate 29
Postadresse: Postboks 5091, Maj.
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Telefax: 22 95 90 00

Bankgiro: 6003 06 04221
Postgiro: 0803 5052055

Org. nr.: NO 970 205 039 MVA

Omslagsbilde: Hunemodammen
Foto: Arendals Vasdrags Brugseierforening

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 Arendals Vasdrags Brugseierforening for Gjøv i Arendalsvassdraget.

Oslo, mai 1997

Kjell Repp
seksjonssjef

INNHOLD

		Side
1.	INNLEDNING	3
2.	DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM	4
2.1	Flomfrekvensanalyser	4
2.2	Hydrologisk modell	5
3.	REGULERINGSSYSTEMET	8
4.	DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM	9
5.	PÅREGNELIG MAKSIMAL TILLØPSFLOM	10
6.	PÅREGNELIG MAKSIMAL AVLØPSFLOM	12
7.	LITTERATUR	14

1. INNLEDNING

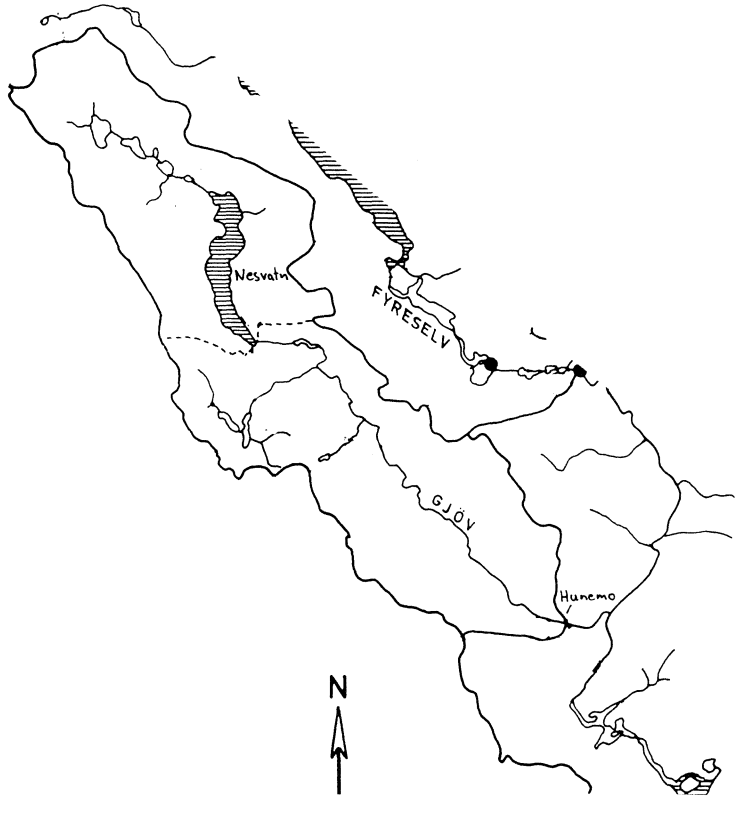
Hydrologisk avdeling ble i brev av 20.03.1997 fra Arendals Vasdrags Brugseierforening bedt om å utføre flomberegning for Gjøv ved inntaket ved Hunemo dam i Arendalsvassdraget.

Dimensjonerende og påregnelig maksimal flom skal beregnes etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer". Kartet i figur 1 viser det aktuelle nedbørfeltet. I tabell 1 er de viktigste feltparametrene listet. Effektiv sjøprosent er beregnet eksklusive Nesvatns sjøareal siden det i første omgang er tilløpsflom som skal beregnes.

Det er valgt å dele feltet i to delfelt ved beregningen, Nesvatns felt og Gjøvs lokalfelt.

Tabell 1. Feltparametre

Felt	Feltareal A (km^2)	Normal-avløp Q_N ($l/s*km^2$)	Eff.sjø-prosent A_{SE} (%)	Relieff-forhold H_L (m/km)
Nesvatn	226.3	36	0.80	5.7
Gjøv, lokalfelt	258.1	33	0.19	7.5



Figur 1. Gjøvs nedbørfelt

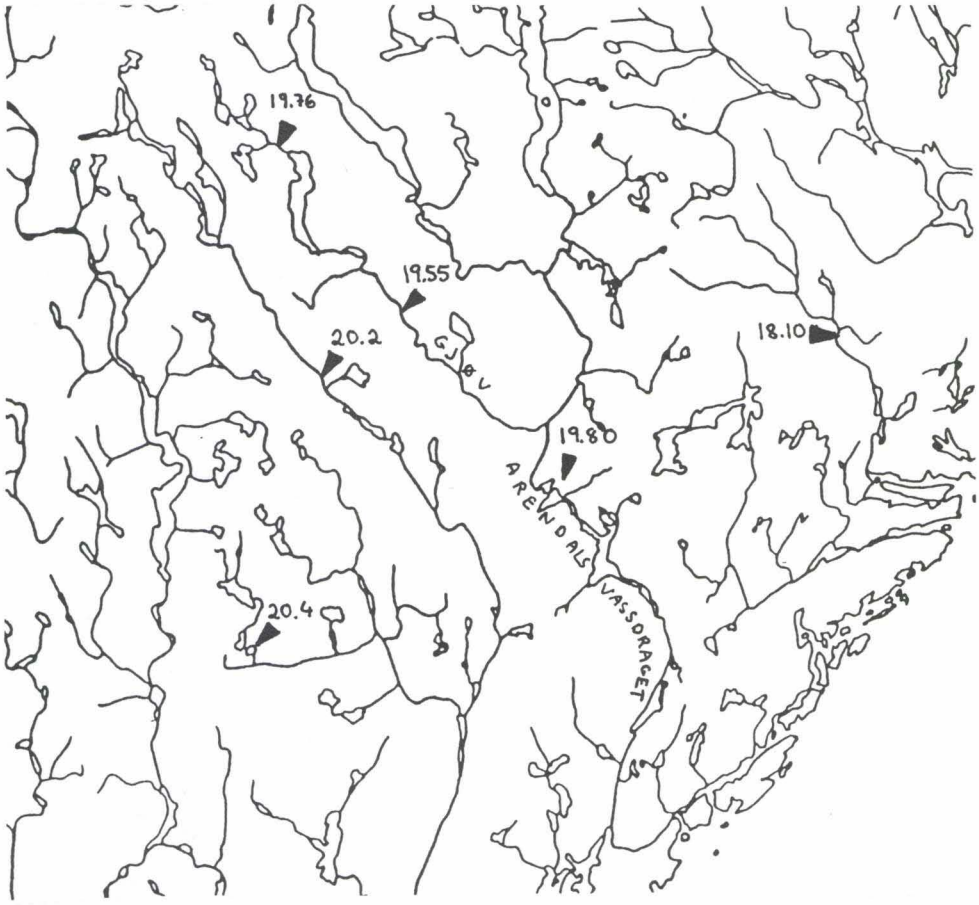
2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM

Tilløpsflom er flom til magasinet eller et punkt i vassdraget 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. Avløpsflom beregnes ved å rute tilløpsflom gjennom magasinet for å ta hensyn til magasinets og flomavledningsorganenes flomdempende innvirkning.

2.1 Flomfrekvensanalyser

Analyser av flomdata fra målestasjoner i det aktuelle området viser at det er høstflommer som er de største i området.

Flomfrekvensanalyser er utført for noen nærliggende målestasjoner, se kartet i figur 2. Resultatene fra flomfrekvensanalysene er vist i tabell 2.



Figur 2. Hydrologiske målestasjoner.

Tabell 2. Flomfrekvensanalyser for høstflommer (aug.-des.)

Avløpsstasjon	Felt-areal km^2	Antall obs.år	Varig-het døgn	Middelflom, QM m^3/s	$l/s*km^2$	Q1000/QM
19.76 Tovsliøytjønn	115	21	1	20.9	181	4.0
19.55 Jørundland	345	28	1	71.4	207	3.5
19.80 Stigvassåi	16.1	18	1	4.89	304	3.4
20.2 Austenå	286	67	1	64.7	226	2.6
20.4 Vikstølvatn	75.0	37	1	21.4	286	3.5
18.10 Gjerstad	235	16	1	90.1	383	3.5

Middelflom, QM, for et felt uten avløpsobservasjoner kan beregnes ut fra regionale formler basert på feltparametre. Disse flomformler er utledet i "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag". Formelen for H1-områder ble benyttet for Nesvatns felt og for Gjøvs lokalfelt. QM for Nesvatn ble beregnet til 245 $l/s*km^2$, og for Gjøvs lokalfelt til 285 $l/s*km^2$.

Regionale flomfrekvensanalyser antyder et forholdstall på over 4 for høstflommer i den aktuelle regionen. ("A regional flood frequency analysis of Norwegian catchments" og "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag"). Dette er noe høyere enn hva flomfrekvensanalysene i tabell 2 gir.

Med en faktor på 4.0 og middelflomverdiene ut fra flomformler blir Q1000 for Nesvatn 980 $l/s*km^2$ og for Gjøvs lokalfelt 1140 $l/s*km^2$. Middelflomverdien 245 $l/s*km^2$ for Nesvatn er noe stor sammenlignet med QM for Tovsliøytjønn som er et delfelt til Nesvatn. Q1000 for Tovsliøytjønn er 724 $l/s*km^2$. Middelflomverdien for Gjøvs lokalfelt på 285 $l/s*km^2$ vurderes som rimelig sammenlignet med observerte flomdata. De nærliggende stasjonene Jørundland og Austenå har betydelig større sjøprosent enn Gjøvs lokalfelt og Gjøv bør derfor ha større middelflom enn disse. Stigvassåi er et mye mindre felt enn Gjøvs lokalfelt og bør derfor ha større middelflom enn Gjøv.

2.2 Hydrologisk modell

Q1000 kan som nevnt også beregnes ved bruk av en nedbør-avløpsmodell. Denne er nærmere beskrevet i rapporten "Hydrologisk modell for flomberegninger". Det antas at Q1000 forårsakes av nedbør med gjentaksintervall 1000 år, M1000. Modellparametrene beregnes ut fra formler basert på feltparametrene effektiv sjøprosent A_{SE}, relieff-forholdet H_L og normalavløpet Q_N. Relieff-forholdet H_L er definert som høydeforskjellen i meter mellom 25%- og 75%-passasjen på feltets hypsografiske kurve, dividert med feltaksens lengde. De beregnede modellparametrene er vist i tabell 3.

Tabell 3. Modellparametre

Felt	Feltareal km^2	Øvre tømme-konst. K1	Nedre tømme-konst. K2	Terskel-verdi,T
Nesvatn	226.3	0.032	0.015	35.8
Gjøv, lokalfelt	258.1	0.061	0.020	23.8

Ekstreme nedbørverdier er beregnet av Det Norske Meteorologiske Institutt for øvre del (Telemark) og nedre del (Aust-Agder) av Arendalsvassdraget. Det benyttes ekstreme nedbørtall for øvre del for Nesvatnfeltet og for nedre del for Gjøv lokalfelt. Det benyttes samme arealreduksjonsfaktorer for nedbøren i begge feltene, representerende totalfeltet på 484 km^2. Arealreduserte ekstreme nedbørverdier er vist i tabell 4.

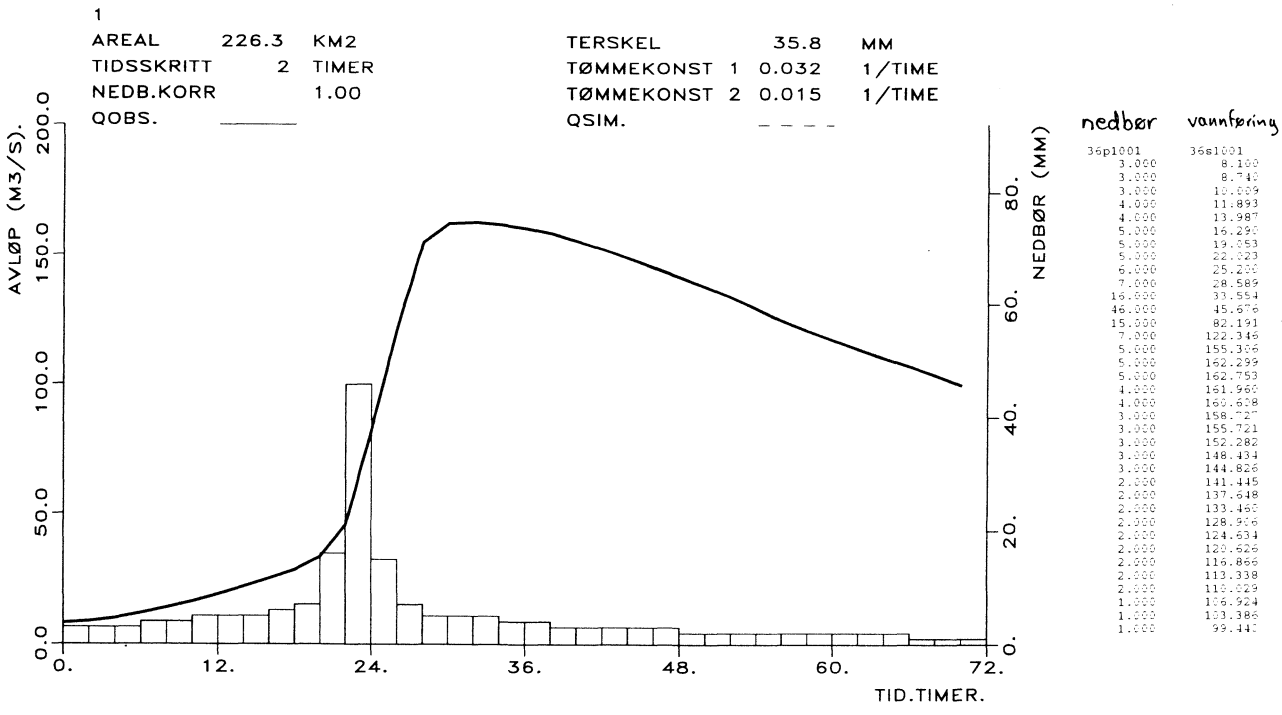
Tabell 4. Arealredusert ekstrem nedbør for forskjellige varigheter, høstnedbør

Nesvatn							
Varighet	(timer)	2	6	12	24	48	72
M1000	(mm)	46	77	97	127	167	188
PMP	(mm)	83	134	174	228	296	337
Gjøv, lokalfelt							
Varighet	(timer)	2	6	12	24	48	72
M1000	(mm)	54	89	114	155	205	235
PMP	(mm)	86	145	192	255	336	384

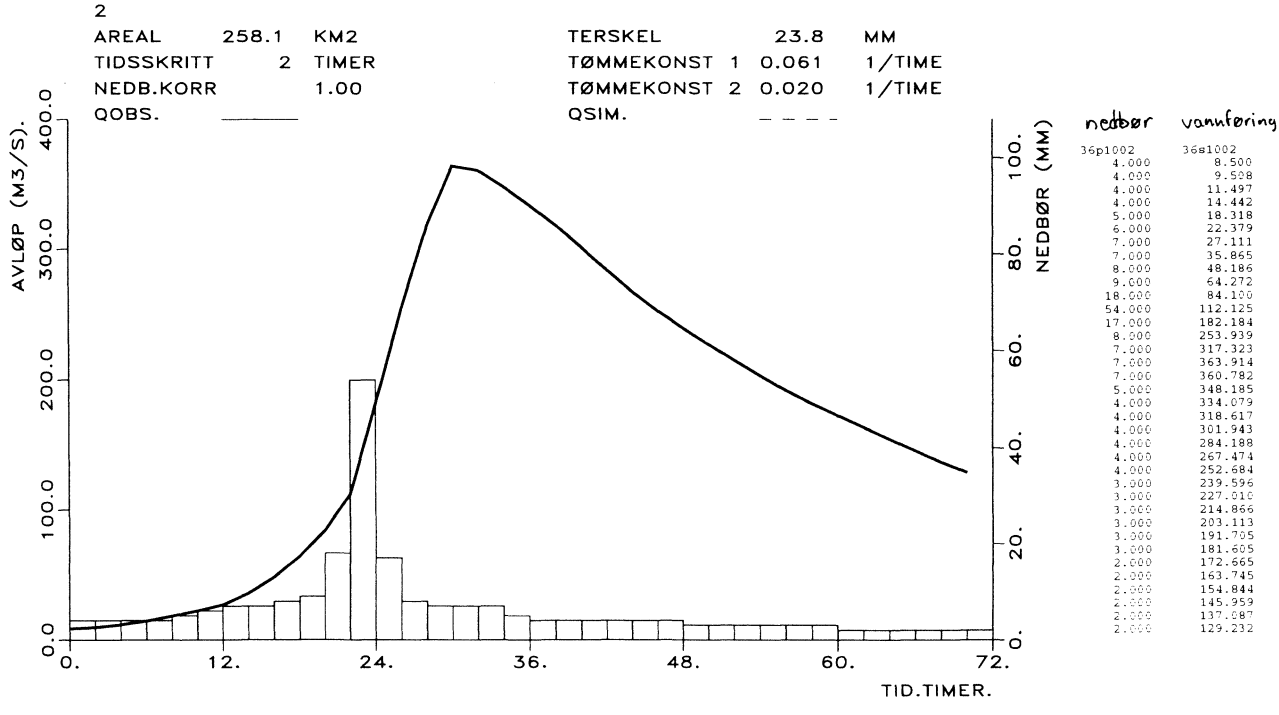
Nedbørforløp basert på M1000-verdiene konstrueres med tidsskritt 2 timer. Ut fra disse nedbørforløp simuleres flommer i de to delfeltene. Se figur 3 og 4. Flommene antas å ha gjentaksintervall 1000 år når man betrakter Gjøvs totalfelt. Flommen i Nesvatns felt er noe mindre enn dimensjonerende tilløpsflom til Nesvatn. Resultatet av simuleringene er vist i tabell 5.

Tabell 5. Simulering av flommer ved Q1000 for Gjøv

	Maks. vannføring		Døgnmiddelvannf.	
	m^3/s	$l/s*km^2$	m^3/s	$l/s*km^2$
Nesvatn	162.8	719	153.5	678
Gjøv, lokalfelt	363.9	1410	303.6	1176



Figur 3. Simulering av tilløpsflom til Nesvatn ved Q1000 for Gjøv. Tidsskritt 2 timer.



Figur 4. Simulering av tilløpsflom i Gjøvs lokalfelt ved Q1000 for Gjøv. Tidsskritt 2 timer.

Den spesifikke døgnmiddelvannføringen, ut fra simulering i nedbør-avløpsmodell, er lavere for Nesvatn enn hva man kan anslå ut fra regionale flomdata, avsnitt 2.1. For Gjøvs lokalfelt overensstemmer de bra med hva som i avsnitt 2.1 ble anslått ut fra flomdata fra nærliggende målestasjoner. De simulerte flommene antas å representere tilløpsflommer i delfeltene ved dimensjonerende flom i Gjøv.

3. REGULERINGSSYSTEMET

For å beregne avløpsflommene rutes tilløpsflommene, tillagt eventuelle overføringer, gjennom magasinene. Flomdempningen avhenger bl.a. av magasinets størrelse og flomavledningsorganenes kapasitet, dvs. avløpskurven. Ved rutingen, som utføres ved bruk av et dataprogram ved Hydrologisk avdeling, forutsettes magasinvannstanden ligge på HRV ved flommens begynnelse. Det regnes ikke med noen overføringer innen vassdraget ved denne flomberegning.

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. For Nesvatn benyttes magasintall gitt av Arendals Vasdrags Brugseierforening. HRV er 510.12 m o.h. Se tabell 6. Inntaksmagasinet ved Hunemo har så lite areal at det ikke har noen flomdempende betydning, dvs. avløpsflommen er lik tilløpsflommen.

Tabell 6. Magasinvolumer for Nesvatn

Vannstand m o.h.	Magasinvolum 10^6 m^3
510.12	256.70
510.99	271.68

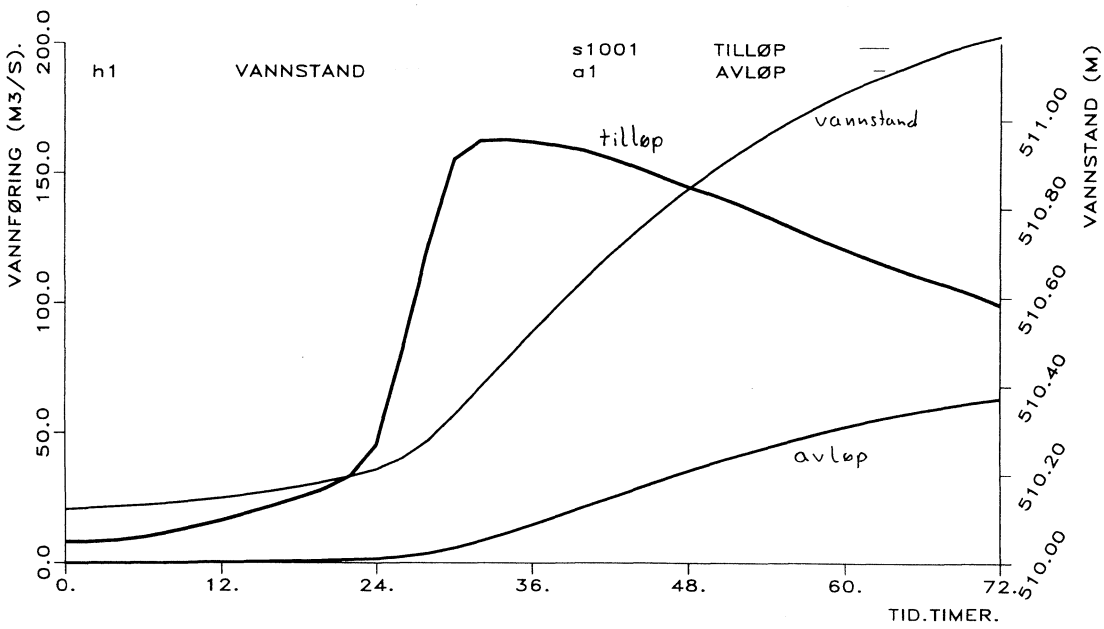
Dammen ved Nesvatn har et overløp med terskel på 510.12 m o.h., lengde 29.0 m og overløpskoeffisient 1.98. En bro over overløpet ligger så høyt at den aldri vil forstyrre avløpet. Avløpskurven blir:

$$Q = 57.4200 \; (H - 510.12)^{1.5000} \qquad 510.12 < H$$

Det kan tappes vann ut fra Nesvatn, maksimalt 80 m^3/s, gjennom en tunnel. Vannet kan gå til en kraftstasjon eller direkte ut i elven nedstrøms dammen. Ved flomberegningen regnes det både uten og med denne tapping.

4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen i Nesvatns felt rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 5. Avløpsflommen kulminerer meget sent på en vannføring nært 70 m^3/s.

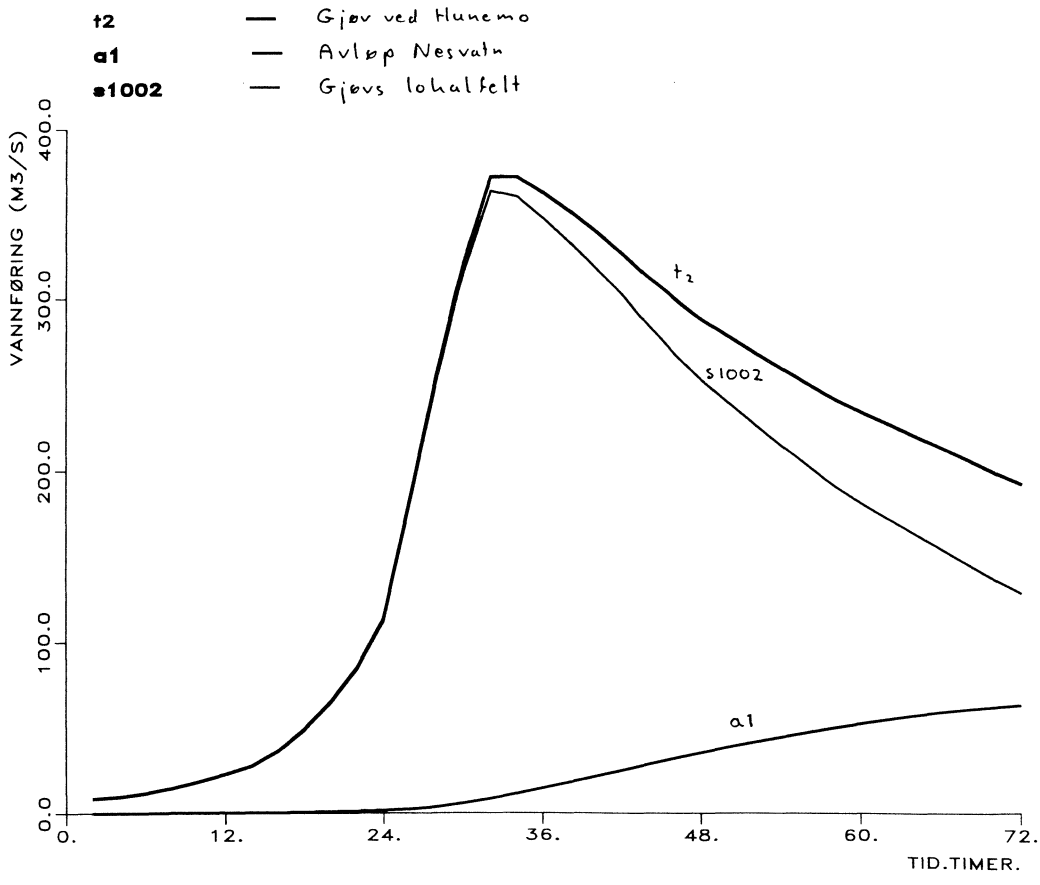


tilløp	vst.	avløp
36s1001	36h1	36a1
8.100	510.123	0.011
8.740	510.127	0.033
10.009	510.131	0.064
11.893	510.135	0.109
13.987	510.141	0.171
16.290	510.147	0.254
19.053	510.154	0.362
22.023	510.163	0.503
25.200	510.172	0.683
28.589	510.183	0.907
33.554	510.195	1.190
45.676	510.211	1.585
82.191	510.237	2.302
122.346	510.278	3.619
155.306	510.334	5.686
162.299	510.397	8.369
162.753	510.460	11.391
161.960	510.522	14.631
160.608	510.582	18.021
158.727	510.640	21.506
155.721	510.695	25.027
152.282	510.747	28.530
148.434	510.797	31.972
144.826	510.843	35.326
141.445	510.887	38.577
137.648	510.928	41.705
133.460	510.966	44.681
128.906	511.001	47.483
124.634	511.033	50.099
120.626	511.062	52.532
116.866	511.089	54.783
113.338	511.113	56.861
110.029	511.136	58.771
106.924	511.156	60.520
103.386	511.174	62.105
99.440	511.190	63.511

Figur 5. Flom i Nesvatn. Tidsskritt 2 timer.

Den simulerte flommen i Gjøvs lokalfelt, tillagt avløpsflommen fra Nesvatn, tilsvarer dimensjonerende flom i Gjøv ved inntaksdammen ved Hunemo. Dimensjonerende flom blir 372 m^3/s. I figur 6 vises dimensjonerende flom i Gjøv ved Hunemo med bidragene.

Hvis det regnes med tapping fra Nesvatn på maksimalt 80 m^3/s blir dimensjonerende flom i Gjøv ved inntaksdammen ved Hunemo 445 m^3/s. Bidraget fra Nesvatn blir altså betydelig større.

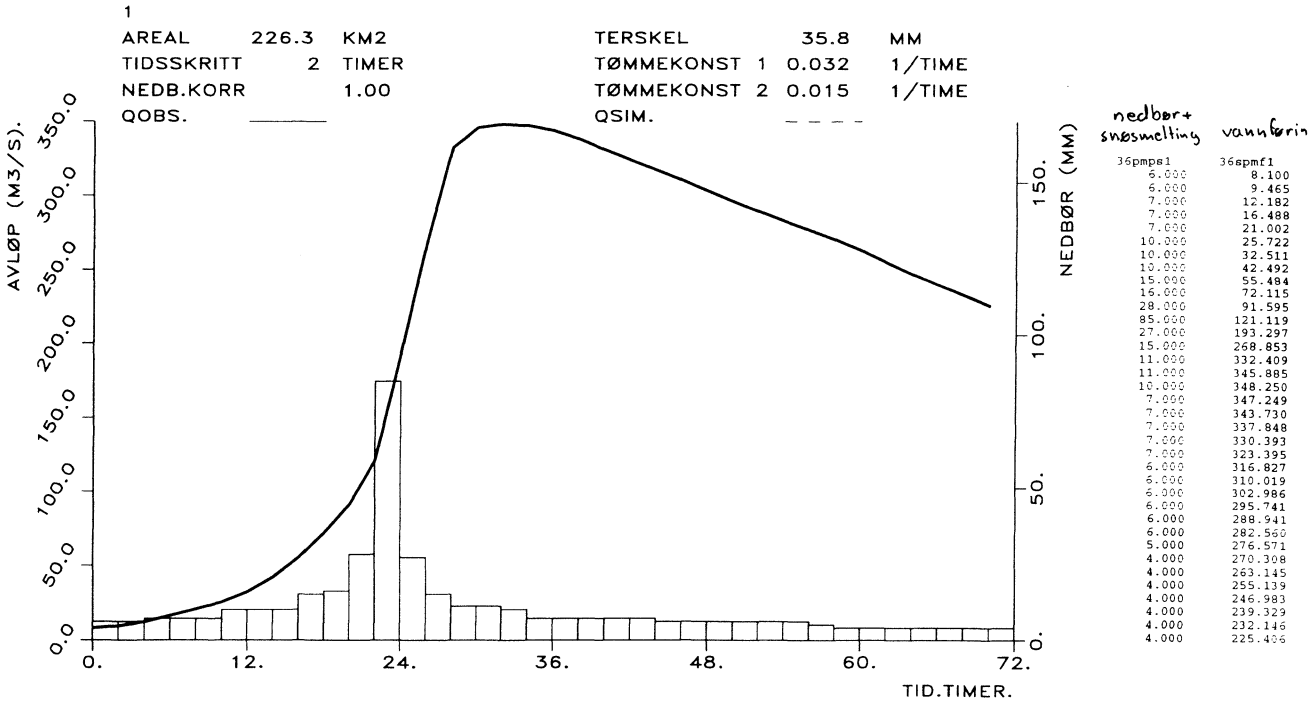


36s1002	36a1	36t2
8.500	0.011	8.511
9.508	0.033	9.541
11.497	0.064	11.561
14.442	0.109	14.551
18.318	0.171	18.489
22.379	0.254	22.633
27.111	0.362	27.473
35.865	0.503	36.368
48.186	0.683	48.869
64.272	0.907	65.179
84.100	1.190	85.290
112.125	1.585	113.710
182.184	2.302	184.486
253.939	3.619	257.558
317.323	5.686	323.009
363.914	8.369	372.283
360.782	11.391	372.173
348.185	14.631	362.816
334.079	18.021	352.100
318.617	21.506	340.123
301.943	25.027	326.970
284.188	28.530	312.718
267.474	31.972	299.446
252.684	35.326	288.010
239.596	38.577	278.173
227.010	41.705	268.715
214.866	44.681	259.547
203.113	47.483	250.596
191.705	50.099	241.804
181.605	52.532	234.137
172.665	54.783	227.448
163.745	56.861	220.606
154.844	58.771	213.615
145.959	60.520	206.479
137.087	62.105	199.192
129.232	63.511	192.743

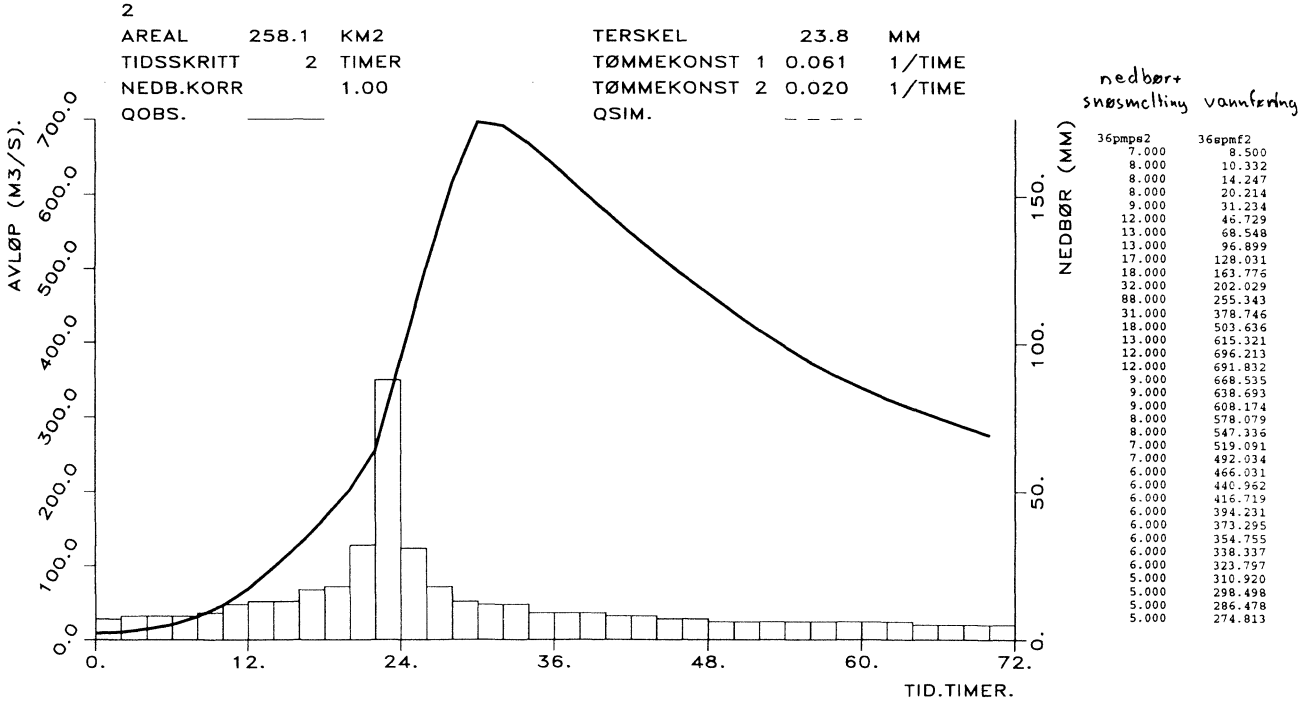
Figur 6. Dimensjonerende flom i Gjøv ved Hunemo med de forskjellige bidragene. Uten tapping fra Nesvatn.

5. PÅREGNELIG MAKSIMAL TILLØPSFLOM

Påregnelig maksimal tilløpsflom, PMF, kan ikke knyttes til noe bestemt gjentaksintervall. Den fastsettes på grunnlag av en analyse av ugunstige kombinasjoner av meteorologiske og hydrologiske forhold og beregnes på tilsvarende måte som dimensjonerende tilløpsflom. De beregnede verdiene for påregnelig maksimal nedbør, PMP, i tabell 4, legges til grunn for et nedbørforløp. I tillegg må det regnes med et bidrag fra snøsmelting. Når feltet kan være helt snødekket om høsten, i november måned, antas middeltemperaturen i feltet å kunne være 4-5°C under en stor nedbørsituasjon. Med en graddagsfaktor på 4 mm/°C * døgn anslås snøsmeltebidraget til 16 mm vann/døgn i Nesvatns felt og til 20 mm vann/døgn i Gjøv lokalfelt. Ut fra de kombinerte nedbørsnøsmelteforløpene simuleres påregnelig maksimal flom i de to delfeltene. Se figur 7 og 8. Resultatet av simuleringene er vist i tabell 7.



Figur 7. Simulering av tilløpsflom til Nesvatn ved PMF for Gjøv. Tidsskritt 2 timer.



Figur 8. Simulering av tilløpsflom i Gjøvs lokalfelt ved PMF for Gjøv. Tidsskritt 2 timer.

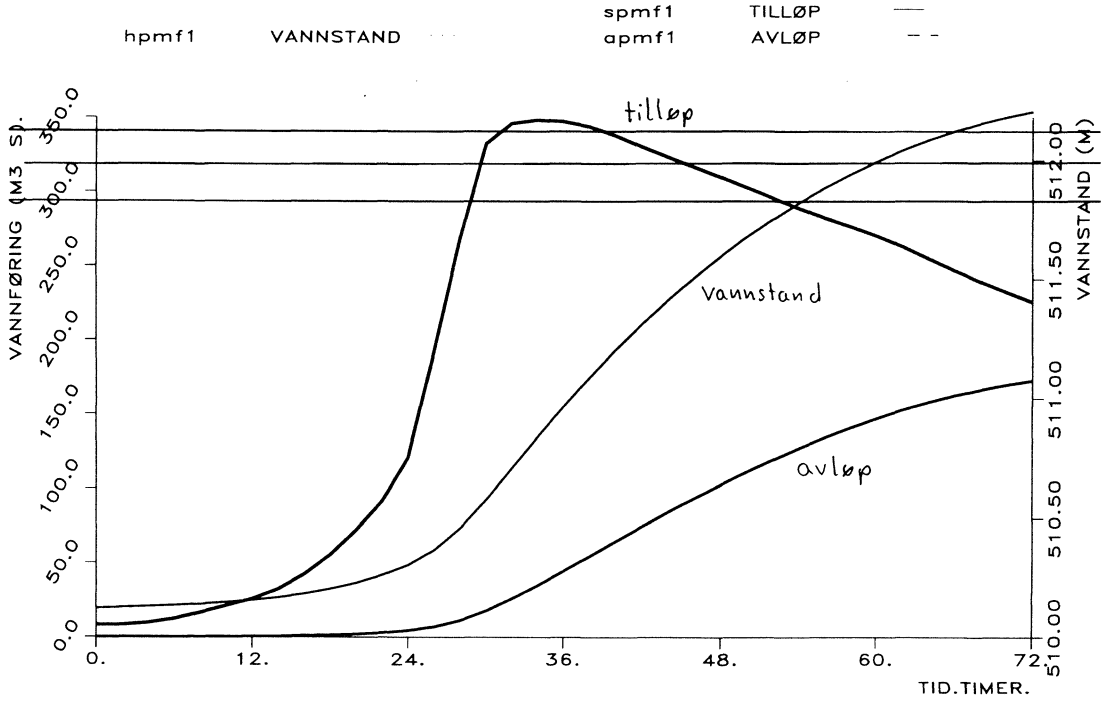
Tabell 7. Simulering av flommer ved PMF for Gjøv

	Maks. vannføring		Døgnmiddelvannf.	
	m^3/s	$l/s*km^2$	m^3/s	$l/s*km^2$
Nesvatn	348.3	1539	327.9	1449
Gjøv, lokalfelt	696.2	2697	585.4	2268

Døgnmiddelvannføringen ved PMF blir 2.14 ganger døgnmiddelvannføringen ved Q1000 for Nesvatn og 1.93 ganger for Gjøvs lokalfelt.

6. PÅREGNELIG MAKSIMAL AVLØPSFLOM

Beregningen av påregnelig maksimal avløpsflom foregår på tilsvarende måte som ved dimensjonerende flom. Den i avsnitt 5 simulerte flommen i Nesvatns felt rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 9. Avløpsflommen kulminerer meget sent på en vannføring nært 180 m^3/s.

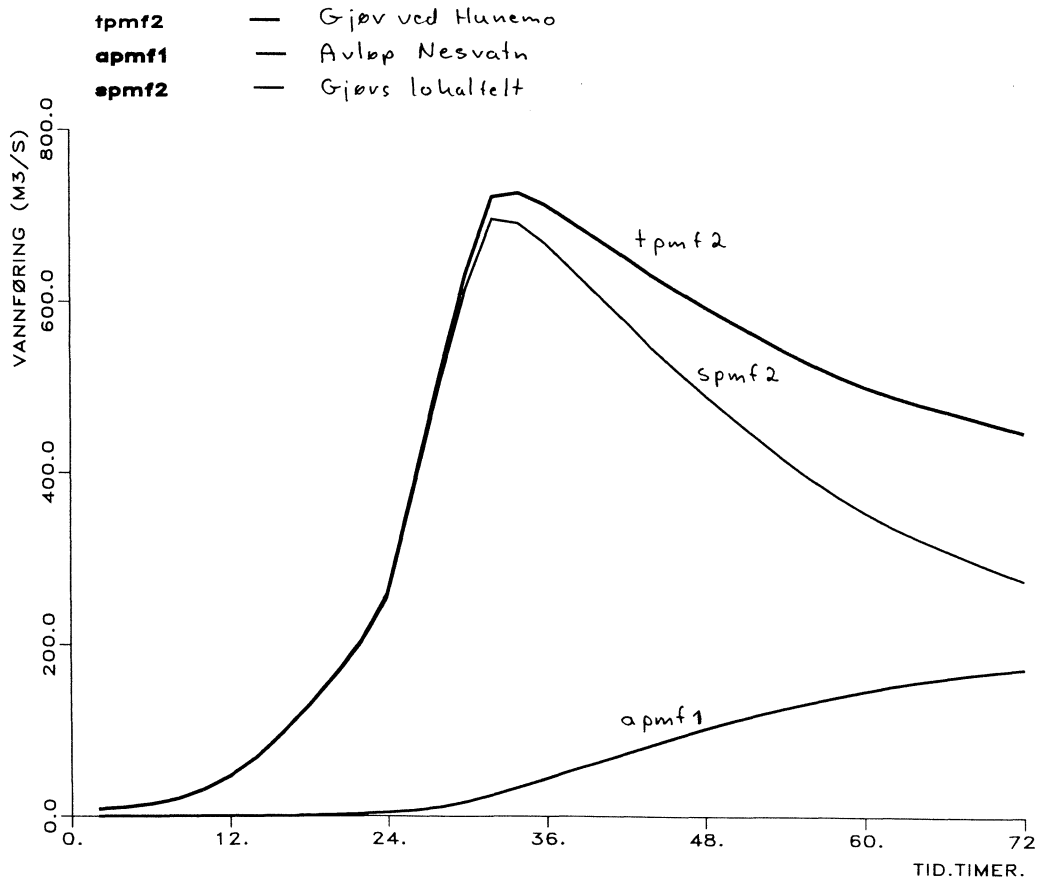


tilløp	vst.	avløp
36spmf1	36hpmf1	36apmf1
8.100	510.123	0.011
9.465	510.127	0.034
12.182	510.132	0.071
16.488	510.137	0.133
21.002	510.145	0.230
25.722	510.155	0.374
32.511	510.167	0.581
42.492	510.182	0.889
55.484	510.202	1.349
72.115	510.228	2.034
91.595	510.261	3.034
121.119	510.303	4.510
193.297	510.366	7.015
268.853	510.458	11.290
332.409	510.576	17.707
345.885	510.707	25.854
348.250	510.838	34.933
347.249	510.965	44.582
343.730	511.086	54.550
337.848	511.202	64.615
330.393	511.310	74.577
323.395	511.412	84.309
316.827	511.507	93.744
310.019	511.595	102.817
302.986	511.676	111.462
295.741	511.751	119.635
288.941	511.820	127.305
282.560	511.884	134.476
276.571	511.941	141.152
270.308	511.994	147.326
263.145	512.042	152.971
255.139	512.084	158.049
246.983	512.121	162.535
239.329	512.153	166.454
232.146	512.181	169.846
225.406	512.204	172.752

Figur 9. Flom i Nesvatn. Tidsskritt 2 timer.

Den simulerte flommen i Gjøvs lokalfelt, tillagt avløpsflommen fra Nesvatn, tilsvarer påregnelig maksimal flom i Gjøv ved inntaksdammen ved Hunemo. Påregnelig maksimal flom blir 727 m^3/s. I figur 10 vises påregnelig maksimal flom i Gjøv ved Hunemo med bidragene.

Hvis det regnes med tapping fra Nesvatn på maksimalt 80 m^3/s blir påregnelig maksimal flom i Gjøv ved inntaksdammen ved Hunemo 787 m^3/s. Bidraget fra Nesvatn blir altså betydelig større.



36apmf1	36spmf2	36tpmf2
0.011	8.500	8.511
0.034	10.332	10.366
0.071	14.247	14.318
0.133	20.214	20.347
0.230	31.234	31.464
0.374	46.729	47.103
0.581	68.548	69.129
0.889	96.899	97.788
1.349	128.031	129.380
2.034	163.776	165.810
3.034	202.029	205.063
4.510	255.343	259.853
7.015	378.746	385.761
11.290	503.636	514.926
17.707	615.321	633.028
25.854	696.213	722.067
34.933	691.832	726.765
44.582	668.535	713.117
54.550	638.693	693.243
64.615	608.174	672.789
74.577	578.079	652.656
84.309	547.336	631.645
93.744	519.091	612.835
102.817	492.034	594.851
111.462	466.031	577.493
119.635	440.962	560.597
127.305	416.719	544.024
134.476	394.231	528.707
141.152	373.295	514.447
147.326	354.755	502.081
152.971	338.337	491.308
158.049	323.797	481.846
162.535	310.920	473.455
166.454	298.498	464.952
169.846	286.478	456.324
172.752	274.813	447.565

Figur 10. Påregnelig maksimal flom i Gjøv ved Hunemo med de forskjellige bidragene. Uten tapping fra Nesvatn.

7. LITTERATUR

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

Ole Einar Tveito:
1993: A regional flood frequency analysis of Norwegian catchments. Institute of Geophysics, Blindern.

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.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energiverk (NVE)
Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

I 1997 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

Nr 1 Ingebrigt Bævre: Skjøtselsplan for vegetasjon i Surna (112.Z) og regulerte sideelver. (17 s.)

Nr 2 Ånund Sigurd Kvambekk: Temperatur- og saltmålinger og isforhold i Holandsfjorden og Glomfjorden før åpningen av Svartisen kraftverk (1976-1993). (24 s.)

Nr 3 Sverre Husebye: Fysiske og kjemiske forhold undersøkt i forbindelse med vanninntak; Tvillingvatn, Ny-Ålesund, Spitsbergen. (21 s.)

Nr 4 Hans Otnes, Frode Trengereid og Kjetil Storset: Årsrapport for Norges vassdrags- og energiverk (NVEs) havarigruppe. (17 s.)

Nr 5 Torger Wisth og Mads Johnsen: E6 Mediå - Okshammeren. Vassdragsvurderinger. (11 s.)

Nr 6 Bjarne Kjøllmoen: Volumendringer på Harbardsbreen 1966 - 96. (17 s.)

Nr 7 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Riksheimelva (097.6Z). (15 s.)

Nr 8 Eirik Traae: Oppfylling av Eikebergmyra - Vassdragsteknisk vurdering. (12 s.)

Nr 9 Randi Pytte Asvall: Nytt Tyin kraftverk. Virkninger på vanntemperatur- og isforhold samt forekomst av frostrøyk. (18 s.)

Nr 10 Hans Christian Olsen og Margrethe Cecilie Elster: Sedimentundersøkelser i Mandalsvassdraget (vassdragsnr. 022) 1993-1995. (52 s.)

Nr 11 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Gjøv (019.CZ). (14 s.)