NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
HYDROLOGISK AVDELING

FLOMBEREGNING FOR SULDAL-2 (HOLMVATN, SANDVATN OG KVANNDALSFOSS)

OPPDRAGSRAPPORT
5 - 91

OPPDRAGSRAPPORT 5-91

Rapportens tittel:	Dato: 1991-07-05
FLOMBEREGNING FOR SULDAL-2 (HOLMVATN, SANDVATN OG KVANNDALSFOSS)	Rapporten er: Åpen Opplag: 20

Saksbehandler/forfatter:	Ansvarlig:
Bjarne Krokli Seksjon Vannbalanse	Dan Lundquist

Oppdragsgiver:

RØLDAL-SULDAL KRAFT A/S

Sammendrag:

Flomberegning er utført for 3 dammer i vassdraget Roaldkvamåno (036.BZ). Beregningene er utført ved hjelp av flommodellen som er beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport "Hydrologisk modell for flomberegninger"(1).

Verdier for ekstrem nedbør er gitt i DNMI-rapporten "Påregnelige ekstreme nedbørverdier for Kaldevatn, Røldal." (2).

Resultatet av flomberegningen ble følgende avløpsflommer (flomtopp):

	Dim. flom (m^3/s)	Flomstig. (m)	PMF flom (m^3/s)	Flomstig. (m)
Holmevatn	53.0	0.38	143.0	0.52
Sandvatn	101.0	0.59	255.0	1.09
Kvanndalsfoss				
alternativ 1	202.0	1.05	390.0	1.55
alternativ 2	196.0	0.96	383.0	1.85

Flomstigning refererer seg til HRV.

Beregningene for Kvanndalsfoss magasin bygger på talloppgaver og må betraktes som midlertidige. Når tegning av ombygning foreligger, bør beregningen vurderes på ny.

Det konkluderes med at bekkeinntak Bleskestadåno har liten innvirkning på flommene i Bleskestadåno.

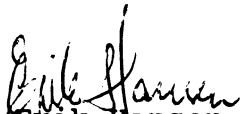
FORORD

"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.

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

Foreliggende rapport beskriver framgangsmåten og gir resultatene av en flomberegning bestilt av Røldal-Suldal Kraft A/S. Beregningen gjelder 3 dammer for Suldal-2.

Oslo, august 1991



Erik Hansen
fung. avd.direktør

INNHOLD

		Side
1.	INNLEDNING	3
2.	BELIGGENHET	3
3.	BEREGNINGSFORUTSETNINGER	4
4.	NEDBØRFELTENE	5
4.1	Holmevatn	5
4.2	Sandvatn	5
4.3	Kvanndalsfoss	5
5.	NEDBØR	6
6.	HYDRAULISKE FORMLER	7
7.	FLOMMER HOLMEVATN	8
7.1	Tilløpsflommer Holmevatn	8
7.2	Avløpsflommer Holmevatn	9
8.	FLOMMER SANDVATN	12
8.1	Tilløpsflommer Sandvatn	12
8.2	Avløpsflommer Sandvatn	15
9.	FLOMMER KVANNDALSFOSS	17
9.1	Tilløpsflommer Kvanndalsfoss	17
9.2	Avløpsflommer Kvanndalsfoss	20
10.	FREKVENSANALYSE	23
11.	FLOMFORHOLD BLESKESTADÅNO	24
12.	LITTERATUR	25
13.	VEDLEGG	26

1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling ble i brev av 14. mars 1991 bedt om å beregne dimensjonerende flom og påregnelig maksimal flom for dammene Holmevatn, Sandvatn og Kvanndalsfoss.

Avløpsflommene beregnes med eksisterende dammer ved Holmevatnet og Sandvatnet, mens det ved Kvanndalsfoss blir beregnet etter ulike ombygningsalternativer.

Resultatene fra beregningene ble oversendt i brevs form 2. juli og via fax 5. juli 1991.

2. BELIGGENHET

Feltene ligger nordøst for Suldalsvatnet og drenerer naturig via Kvanndalsåno og Bleskestadåno til Suldalsvatnet.

Beliggenhet og feltgrenser er vist på kartskisse i figur 1.

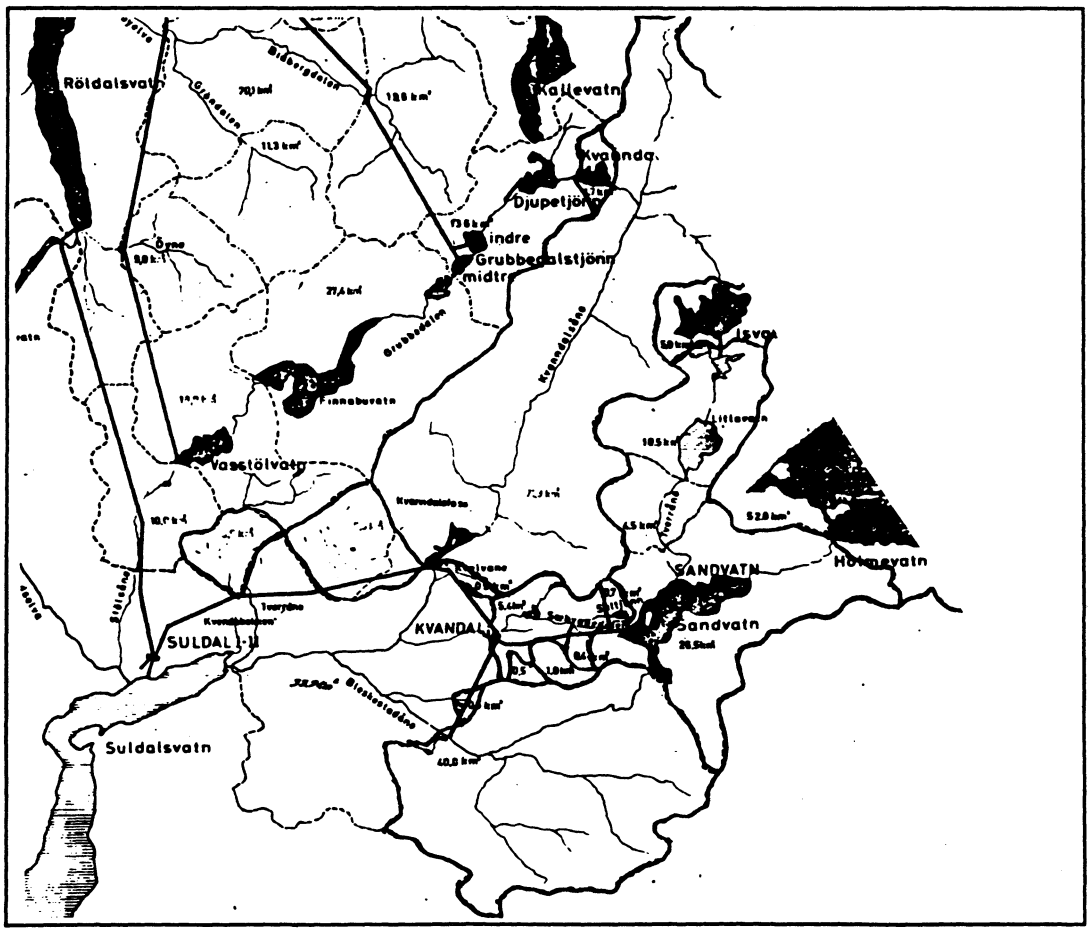


Fig. 1. Nedbørfeltenes beliggenhet.

3. BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Flomberegningene er gjort ved å benytte flommodell til å beregne tilløpsflom for nedbørfeltene ved hjelp av P1000- og PMP-estimater. Tilløpsflom med tillegg av eventuelle overføringer ble så rutet gjennom magasinene.

De tre flommodellene er kalibrert ved å benytte felt-parametre og hypsografisk kurve for feltene.

Øvre tømmekonstant: $K1=0.0135+0.00268*HL-0.01665*\ln(ASE)$

Nedre Tømmekonstant: $K2=0.009+0.21*K1-0.00021*HL$

Terskelverdi: $T=-9.0+4.4*K1\exp(-0.6)+0.28q_n$

Her er ASE effektiv sjøprosent i feltet og q_n er normalt spesifikt avløp som tas ut fra isohydatkart.
I reliff-forholdet, $HL=H_{50}/L$, er L er feltaksens lengde og H_{50} er høydeforskjellen i meter mellom 25% - og 75% passasjen på feltets hypsografiske kurve. Se figur 2.

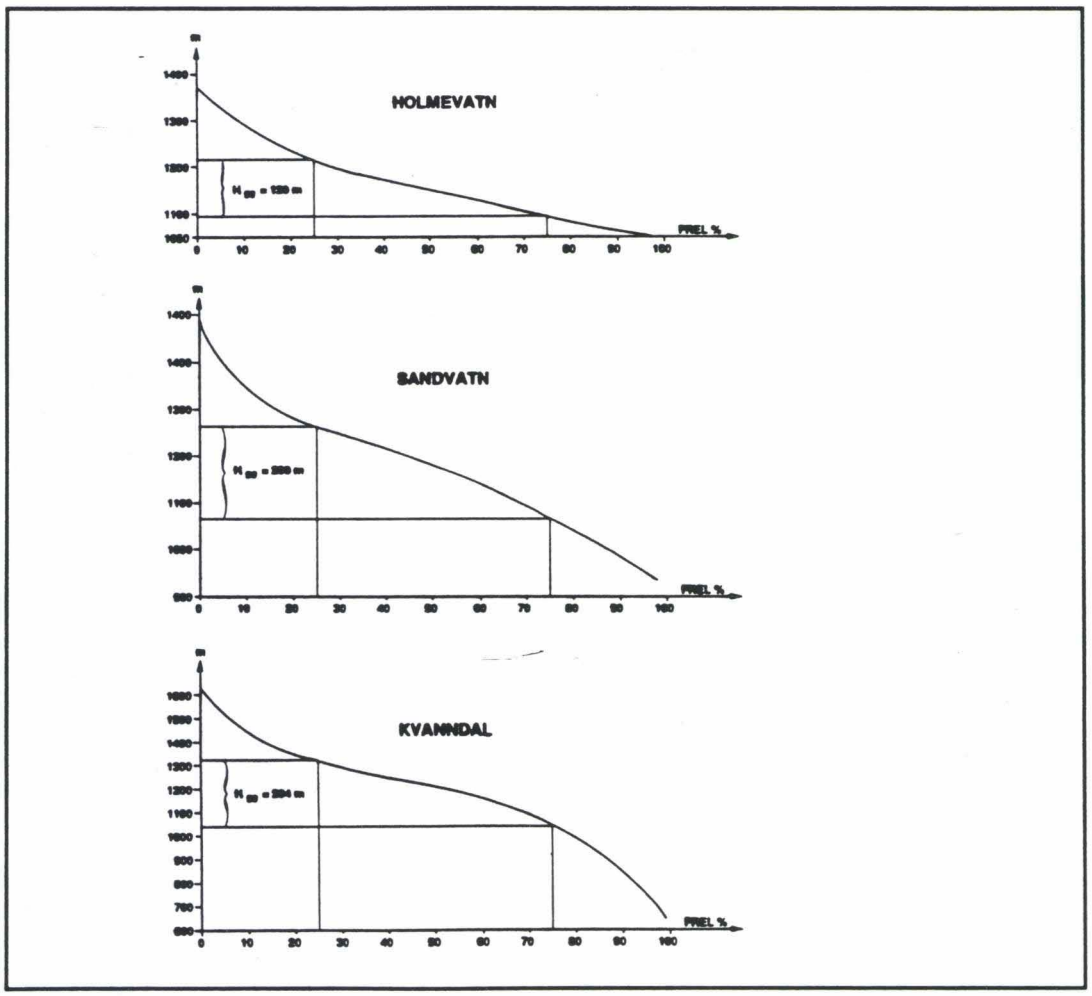


Fig. 2. Hypsografiske kurver.

4. NEDBØRFELTENE

4.1 Holmevatn

Holmevatnets nedbørfelt er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 54.45 km^2.

Effektiv sjøprosent i feltet (ASE) er 24.5% og settes til 1.5% (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L, er 8.1 km.

Relieff-forholdet, HL, er beregnet til 14.8 m/km.

Øvre tømmekonstant, K1, er beregnet til 0.05 $time^{-1}$,

nedre tømmekonstant, K2, er beregnet til 0.02 $time^{-1}$

og terskelverdien, T, er beregnet til 15.2 mm.

Normalt spesifikt avløp, q_n, settes til 65 l/skm^2.

4.2 Sandvatn

Sandvatnets nedbørfelt er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 35.8 km^2. I tillegg kommer feltene Isvatn med 5.2 km^2, Øykhildern 1 og 2 med 1.4 km^2 og Salttjørn med 0.7 km^2. Tilsammen utgjør dette 43.1 km^2.

Effektiv sjøprosent i feltet (ASE) er 7.0% og settes til 2.0% (uten magasinet) når tilløpsflom beregnes.

Feltaksens lengde, L, er 10.0 km.

Relieff-forholdet, HL, er beregnet til 20.0 m/km.

Øvre tømmekonstant, K1, er beregnet til 0.06 $time^{-1}$,

nedre tømmekonstant, K2, er beregnet til 0.02 $time^{-1}$

og terskelverdien, T, er beregnet til 18.0 mm.

Normalt spesifikt avløp, q_n, settes til 75 l/skm^2.

4.3 Kvanndalsfoss

Nedbørfeltet til Kvanndal Vm er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 62.4 km^2. I tillegg kommer Kvanndalsfoss lokalfelt med 8.4 km^2, Isvatn med 5.2 km^2, Kvanndalstjørn med 1.7 km^2, Kvendabekken med 3.5 km^2 og Tverråno med 6.4 km^2. Dette utgjør 87.6 km^2. Der-

som feltene Kvelvane og Havreåno med 6.3 km^2 legges til blir det tilsammen 93.9 km^2.

Beregning av tilløpsflom blir først gjort for feltet til Kvanndal Vm og siden blir den skalert. Feltparametrene for dette feltet er:

Effektiv sjøprosent i feltet (ASE) er 0.02%.

Feltaksens lengde, L, er 14.6 km.

Relieff-forholdet, HL, er beregnet til 20.1 m/km.

Øvre tømmekonstant, K1, er beregnet til 0.13 $time^{-1}$,

nedre tømmekonstant, K2, er beregnet til 0.03 $time^{-1}$

og terskelverdien, T, er beregnet til 27.0 mm.

Normalt spesifikt avløp, q_n, settes til 75 l/skm^2.

5. NEDBØR

Det norske meteorologiske institutt utarbeidet i 1987 rapporten "Påregnelige ekstreme nedbørverdier for Kaldevatn, Røldal". Etter samtale med saksbehandler for denne rapporten, ble det besluttet å bruke de samme nedbørverdier i denne flomberegningen, men med andre areal reduksjonsverdier. Tabellen under gir verdiene som er benyttet.

Antall timer	6	12	24	48	72	96	120	144
M1000 (mm) pkt.	90	115	150	195	220	250	280	305
PMP " "	165	210	270	350	395	455	505	550
Areal red.fakt.	.91	.93	.95	.97	.97	.98	.98	.98
M1000	82	107	142	180	210	245	274	300
PMP	150	196	256	340	380	454	495	540
PMP+snøsmelt	158	211	286	400	470	564	645	720

Snøsmelting: $S=C_S*T_L=5.0*6.0$ mm/døgn= 30 mm/døgn.

C_S=5 mm/°Cdøgn er hentet fra NVEs publikasjon "Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer." (4) og gjelder snaufjell.

T_L=6.0 °C bygger på observert temperatur på Midtlæger

3/10 - 5/10 1983. Under nedbørforløp var middeltemperaturen på Midtlæger 6.0 °C over disse 3 døgn. Da Midtlæger ligger forholdsvis nær feltene det gjelder og i representativ høyde, vil denne temperaturen kunne antas å være et rimelig estimat.

6. HYDRAULISKE FORMLER

For ruting gjennom magasinene er følgende formler benyttet:

Dam Holmevatn:

Vannføringskurve: $Q= 238.364*(H-1058.00)^{1.5432}$ H>1058.00

$Q=1084.930*(H-1057.90)^{4.2638}$ H>1058.40

Magasinkurve: (1058.00, 111.500), (1060.00, 133.00)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m^3.

Dam Sandvatn:

Vannføringskurve: $Q= 223.970*(H-950.00)^{1.4992}$ H>950.00

Magasinkurve: (940.00, 36.000), (950.00, 66.000)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m^3.

Dam Kvanndalsfoss:

Vannføringskurve: $Q= 189.000*(H-630.00)^{1.5000}$ H>630.00,

alternativt: $Q= 60.000*(H-630.00)^{1.5000}$ H>630.00

Ved det andre alternativet benyttes tappeserie for lukereguleringen med maksimal kapasitet på 140 m^3/s.

Første kurve gjelder overløpslengde 90 m og overløpskoeffisient (c_0) på 2.1. Den andre kurven gjelder overløpslengde 30 m og overløpskoeffisient 2.0. Det er benyttet optimale verdier for overløpskoeffisient som medfører at Vassdragstilsynet må godkjenne verdiene ved en eventuell ombygging.

Magasinkurve: (630.000, 0), (631.00, 0.400)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m^3.

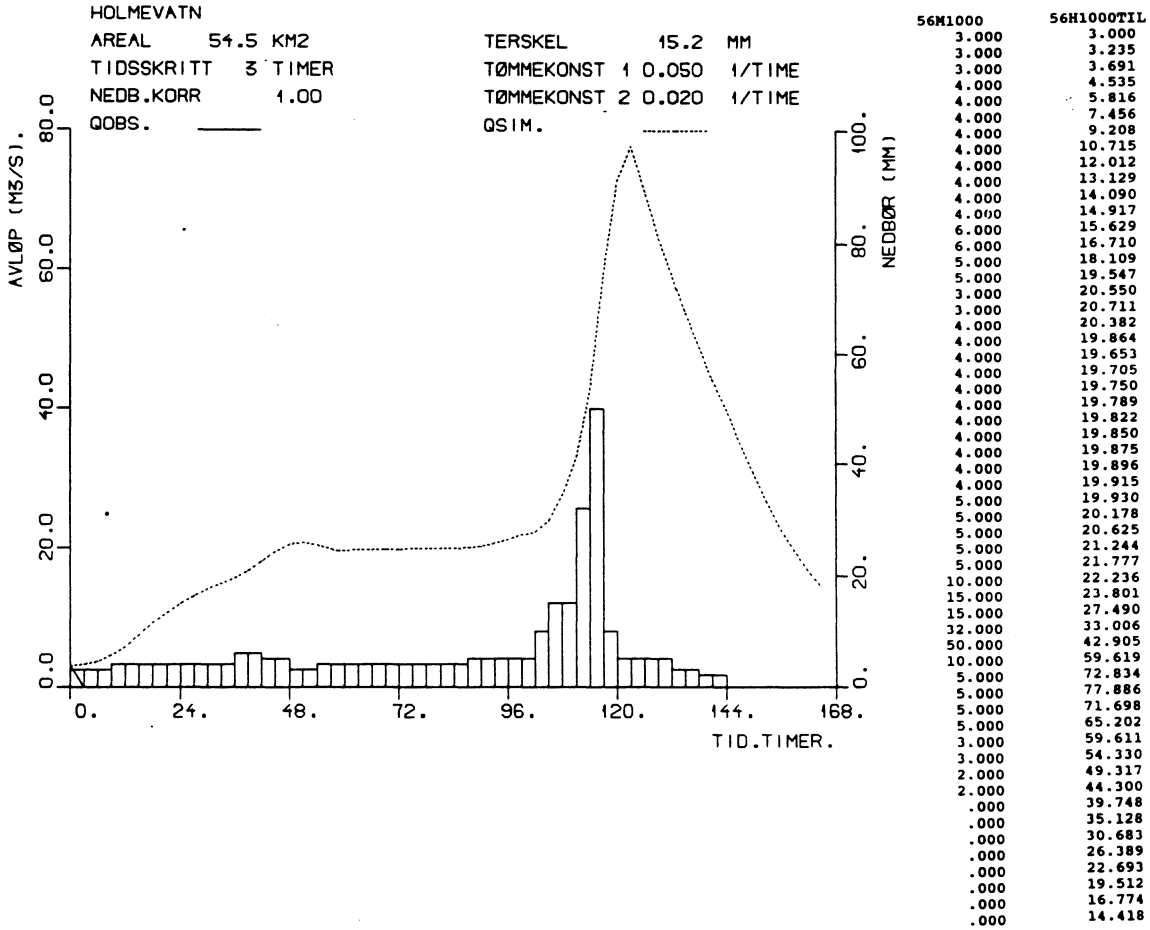
7. FLOMMER HOLMEVATN

7.1 Tilløpsflommer Holmevatn

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

Dimensjonerende tilløpsflom (flomtopp): 77.9 m^3/s.

Flomforløpet er vist i figur 3.



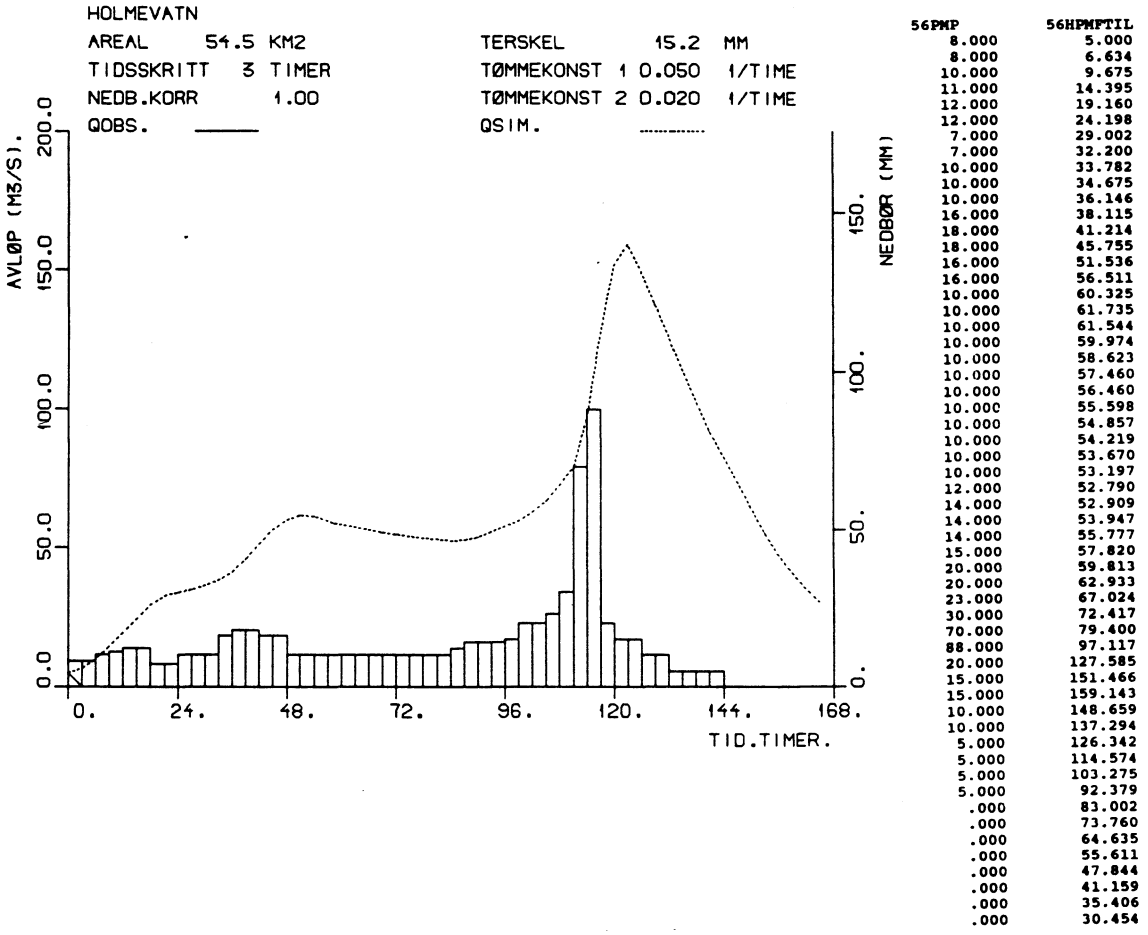
56M1000	56H1000TIL
3.000	3.000
3.000	3.235
3.000	3.691
4.000	4.535
4.000	5.816
4.000	7.456
4.000	9.208
4.000	10.715
4.000	12.012
4.000	13.129
4.000	14.090
4.000	14.917
6.000	15.629
6.000	16.710
5.000	18.109
5.000	19.547
3.000	20.550
3.000	20.711
4.000	20.382
4.000	19.864
4.000	19.653
4.000	19.705
4.000	19.750
4.000	19.789
4.000	19.822
4.000	19.850
4.000	19.875
4.000	19.896
4.000	19.915
5.000	19.930
5.000	20.178
5.000	20.625
5.000	21.244
5.000	21.777
10.000	22.236
15.000	23.801
15.000	27.490
32.000	33.006
50.000	42.905
10.000	59.619
5.000	72.834
5.000	77.886
5.000	71.698
5.000	65.202
3.000	59.611
3.000	54.330
2.000	49.317
2.000	44.300
.000	39.748
.000	35.128
.000	30.683
.000	26.389
.000	22.693
.000	19.512
.000	16.774
.000	14.418

Fig. 3. Dimensjonerende tilløpsflom for Holmevatn.

På tilsvarende måte ble det beregnet påregnelig maksimal tilløpsflom.

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 159.1 m^3/s.

Flomforløpet er vist i figur 4.



56PMP	56HPMFTIL
8.000	5.000
8.000	6.634
10.000	9.675
11.000	14.395
12.000	19.160
12.000	24.198
7.000	29.002
7.000	32.200
10.000	33.782
10.000	34.675
10.000	36.146
16.000	38.115
18.000	41.214
18.000	45.755
16.000	51.536
16.000	56.511
10.000	60.325
10.000	61.735
10.000	61.544
10.000	59.974
10.000	58.623
10.000	57.460
10.000	56.460
10.000	55.598
10.000	54.857
10.000	54.219
10.000	53.670
10.000	53.197
12.000	52.790
14.000	52.909
14.000	53.947
14.000	55.777
15.000	57.820
20.000	59.813
20.000	62.933
23.000	67.024
30.000	72.417
70.000	79.400
88.000	97.117
20.000	127.585
15.000	151.466
15.000	159.143
10.000	148.659
10.000	137.294
5.000	126.342
5.000	114.574
5.000	103.275
5.000	92.379
.000	83.002
.000	73.760
.000	64.635
.000	55.611
.000	47.844
.000	41.159
.000	35.406
.000	30.454

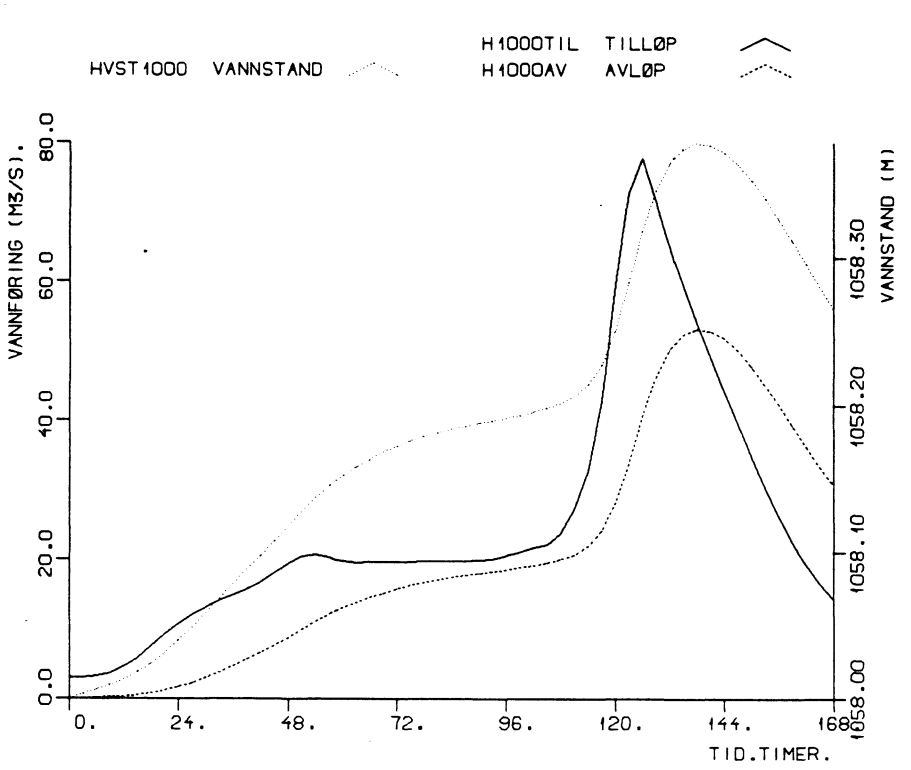
Fig. 4. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Holmevatn.

7.2 Avløpsflommer for Holmevatn.

Dimensjonerende tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp:	53.0	m^3/s
Døgnmiddel:	50.0	"
Flomstigning:	0.38	m

Rutingen er vist i figur 5.



56H1000AV	56HVST1000
.030	1058.003
.090	1058.006
.176	1058.009
.300	1058.013
.480	1058.018
.747	1058.024
1.125	1058.031
1.626	1058.039
2.245	1058.049
2.969	1058.058
3.780	1058.068
4.660	1058.078
5.586	1058.088
6.562	1058.097
7.613	1058.107
8.750	1058.117
9.944	1058.127
11.117	1058.137
12.186	1058.145
13.108	1058.152
13.897	1058.158
14.594	1058.163
15.222	1058.168
15.785	1058.172
16.288	1058.176
16.736	1058.179
17.134	1058.181
17.486	1058.184
17.798	1058.186
18.073	1058.188
18.331	1058.190
18.601	1058.191
18.907	1058.193
19.251	1058.196
19.617	1058.198
20.071	1058.201
20.822	1058.206
22.111	1058.214
24.330	1058.228
28.244	1058.251
34.050	1058.283
40.716	1058.318
46.470	1058.346
50.297	1058.365
52.442	1058.375
53.251	1058.378
52.996	1058.377
51.893	1058.372
50.148	1058.364
47.926	1058.353
45.339	1058.341
42.495	1058.327
39.516	1058.312
36.529	1058.296
33.616	1058.281
30.832	1058.266

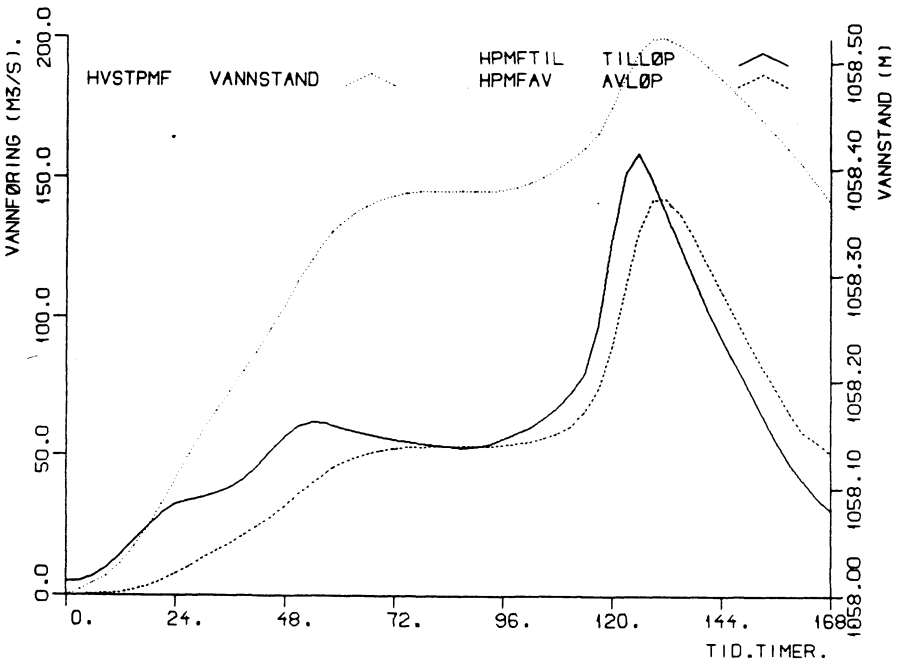
Fig. 5. Dimensjonerende avløpsflom for Holmevatn.

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

Flomtopp:	143.0	m^3/s
Døgnmiddel:	127.0	"

Flomstigning: 0.52 m

Rutingen er vist i figur 6.



56HPMFAV	56HVSTPMF
.066	1058.005
.214	1058.011
.497	1058.018
1.031	1058.029
1.944	1058.044
3.327	1058.063
5.239	1058.084
7.615	1058.107
10.257	1058.130
12.968	1058.151
15.677	1058.171
18.411	1058.190
21.247	1058.209
24.343	1058.228
27.868	1058.249
31.817	1058.271
35.988	1058.294
40.051	1058.315
43.653	1058.333
46.571	1058.347
48.778	1058.357
50.402	1058.365
51.562	1058.371
52.356	1058.374
52.868	1058.377
53.167	1058.378
53.306	1058.379
53.329	1058.379
53.269	1058.378
53.194	1058.378
53.236	1058.378
53.527	1058.380
54.114	1058.382
54.962	1058.386
56.124	1058.392
57.740	1058.399
60.474	1058.408
65.799	1058.418
73.944	1058.433
88.919	1058.456
110.537	1058.485
131.302	1058.509
142.324	1058.521
142.647	1058.521
137.317	1058.516
129.179	1058.507
119.667	1058.496
109.749	1058.484
100.104	1058.472
90.987	1058.459
82.239	1058.446
73.782	1058.432
65.788	1058.418
58.504	1058.404
55.169	1058.387
51.190	1058.369

Fig. 6. Påregnelig maksimal avløpsflom for Holmevatn.

8. FLOMMER SANDVATN

8.1 Tilløpsflommer Sandvatn

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

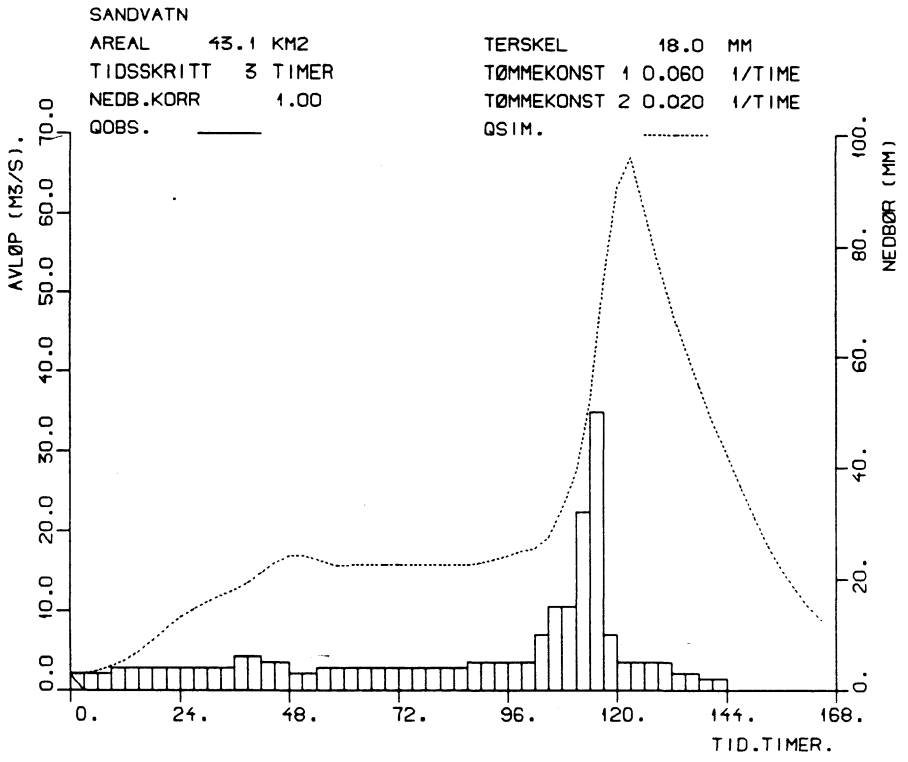
Dimensjonerende tilløpsflom (flomtopp): 67.2 m^3/s.

Flomforløpet er vist i figur 7.

Dimensjonerende tilløpsflom for Sandvatnets lokalfelt ble tillagt avløpsflommen fra Holmevatnet med total tilløpsflom for Sandvatnet som resultat.

Total dimensjon. tilløpsflom (flomtopp): 107.9 m^3/s.

Summasjon av flommene er vist i figur 8.



56M1000	56S1000TIL
3.000	2.000
3.000	2.193
3.000	2.568
4.000	3.115
4.000	3.731
4.000	4.791
4.000	6.201
4.000	7.785
4.000	9.108
4.000	10.213
4.000	11.136
4.000	11.907
6.000	12.551
6.000	13.527
5.000	14.780
5.000	16.047
3.000	16.885
3.000	16.928
4.000	16.525
4.000	15.970
4.000	15.725
4.000	15.740
4.000	15.752
4.000	15.762
4.000	15.771
4.000	15.778
4.000	15.784
4.000	15.789
4.000	15.793
5.000	15.797
5.000	16.019
5.000	16.424
5.000	16.981
5.000	17.446
10.000	17.835
15.000	19.256
15.000	22.634
32.000	27.648
50.000	36.658
10.000	51.854
5.000	63.451
5.000	67.219
5.000	60.503
5.000	53.797
3.000	48.196
3.000	43.079
2.000	38.368
2.000	33.775
.000	29.720
.000	25.675
.000	21.858
.000	18.232
.000	15.204
.000	12.674
.000	10.561
.000	8.797

Fig. 7. Dimensjonerende tilløpsflom for Sandvatn lokalfelt.

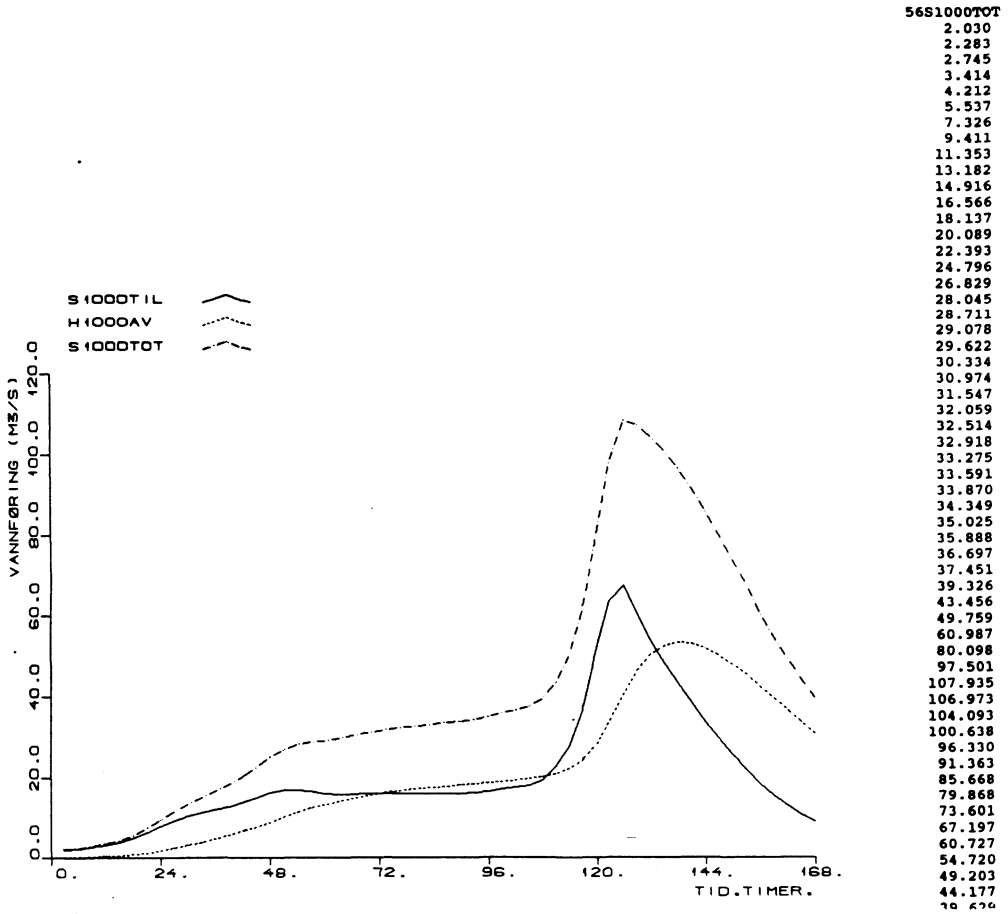


Fig. 8. Total dimensjonerende flom for Sandvatn.

På tilsvarende måte ble det beregnet påregnelig maksimal tilløpsflom for Sandvatnet.

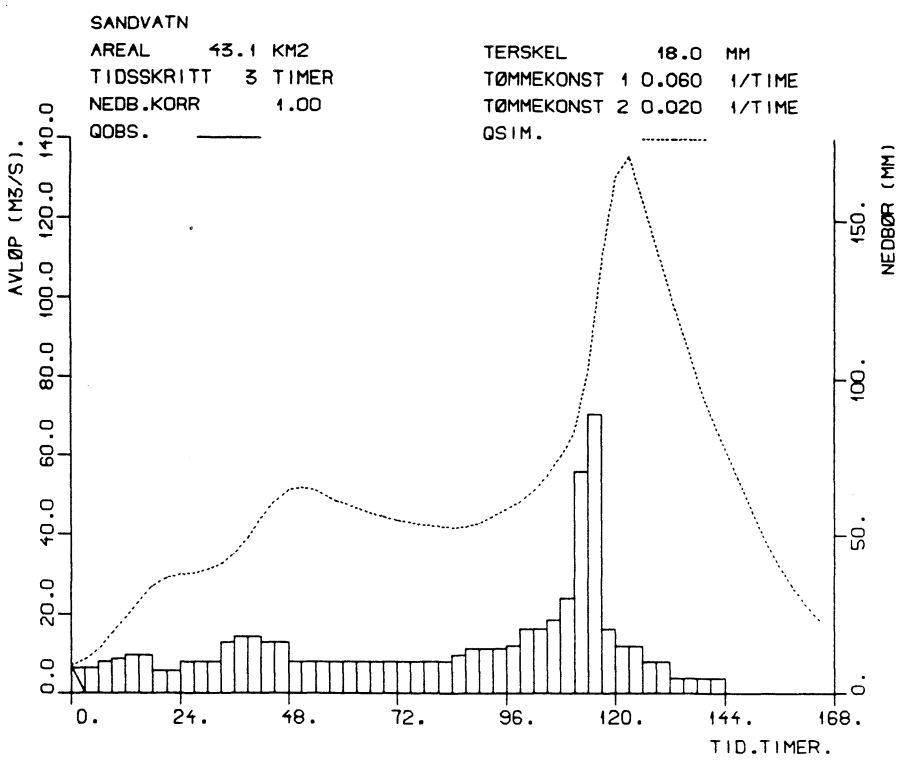
Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 135.8 m^3/s.

Flomforløpet er vist i figur 9.

Påregnelig maksimal tilløpsflom for Sandvatnets lokalfelt ble tillagt påregnelig maksimal avløpsflom fra Holmevatnet med total maksimal tilløpsflom som resultat.

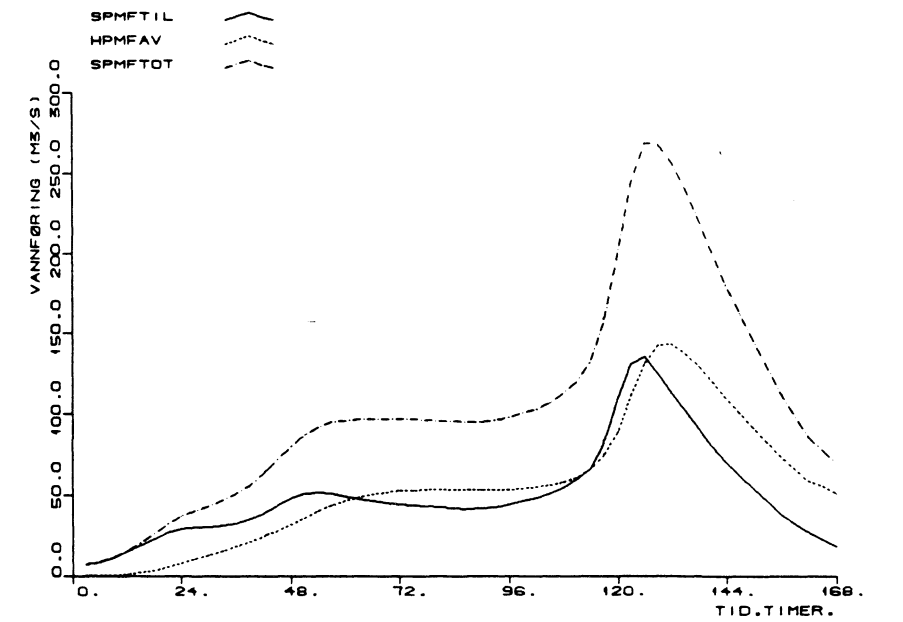
Total påregnelig maksimal tilløpsflom for Sandvatnet (flomtopp): 267.1 m^3/s.

Summasjon av flommene er vist i figur 10.



56PMP	56SPMFTIL
8.000	7.000
8.000	8.361
10.000	10.858
11.000	14.744
12.000	18.646
12.000	22.783
7.000	26.676
7.000	29.051
10.000	29.938
10.000	30.241
10.000	31.152
16.000	32.570
18.000	35.070
18.000	38.911
16.000	43.873
16.000	48.017
10.000	51.040
10.000	51.812
10.000	51.141
10.000	49.265
10.000	47.699
10.000	46.390
10.000	45.298
10.000	44.385
10.000	43.623
10.000	42.986
10.000	42.454
10.000	42.010
12.000	41.639
14.000	41.768
14.000	42.752
14.000	44.451
15.000	46.308
20.000	48.078
20.000	50.872
23.000	54.521
30.000	59.322
70.000	65.524
88.000	81.663
20.000	109.391
15.000	130.357
15.000	135.814
10.000	124.370
10.000	112.620
5.000	101.711
5.000	90.407
5.000	79.869
5.000	69.972
.000	61.706
.000	53.706
.000	45.928
.000	38.336
.000	31.995
.000	26.699
.000	22.275
.000	18.580

Fig. 9. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Sandvatn lokalfelt.



56SPMFTOT	
7.066	
8.575	
11.356	
15.775	
20.590	
26.109	
31.914	
36.666	
40.195	
43.209	
46.829	100.422
50.981	103.040
56.317	106.996
63.254	112.260
71.741	119.795
79.834	131.322
87.028	155.607
91.862	198.309
94.794	240.894
95.837	267.116
96.477	266.695
96.793	255.268
96.859	239.028
96.741	219.585
96.491	199.536
96.153	179.721
95.760	161.810
95.339	144.693
94.908	128.167
94.962	112.118
95.988	97.783
97.978	85.203

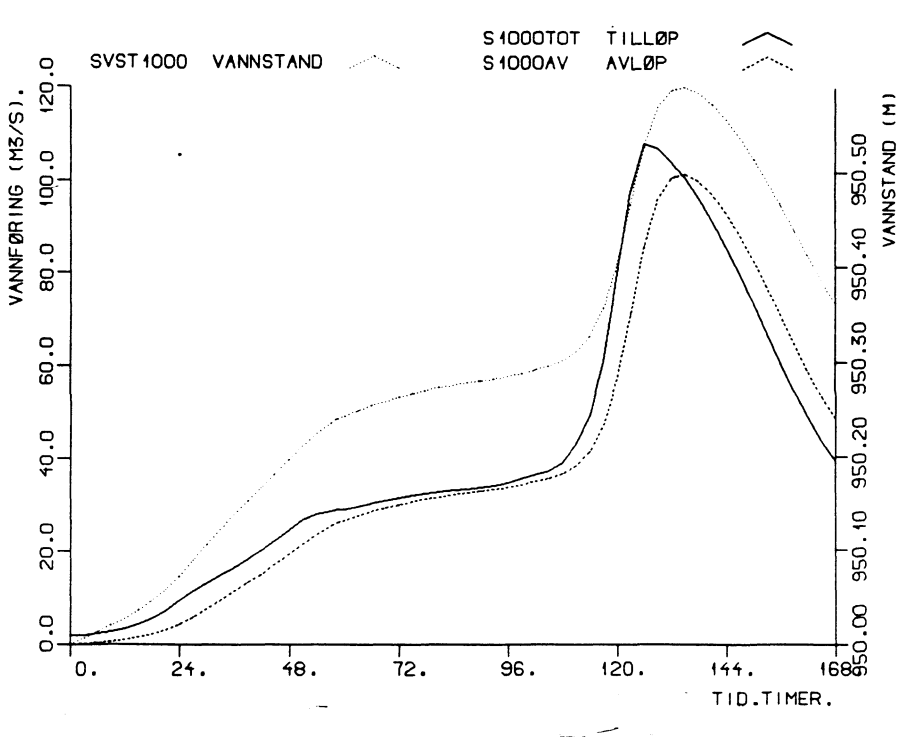
Fig. 10. Total påregnelig maksimal tilløpsflom for Sandvatn.

8.2 Avløpsflommer for Sandvatn.

Total dimensjonerende tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp:	101.0	m^3/s
Døgnmiddel:	95.0	"
Flomstigning:	0.59	m

Rutingen er vist i figur 11.



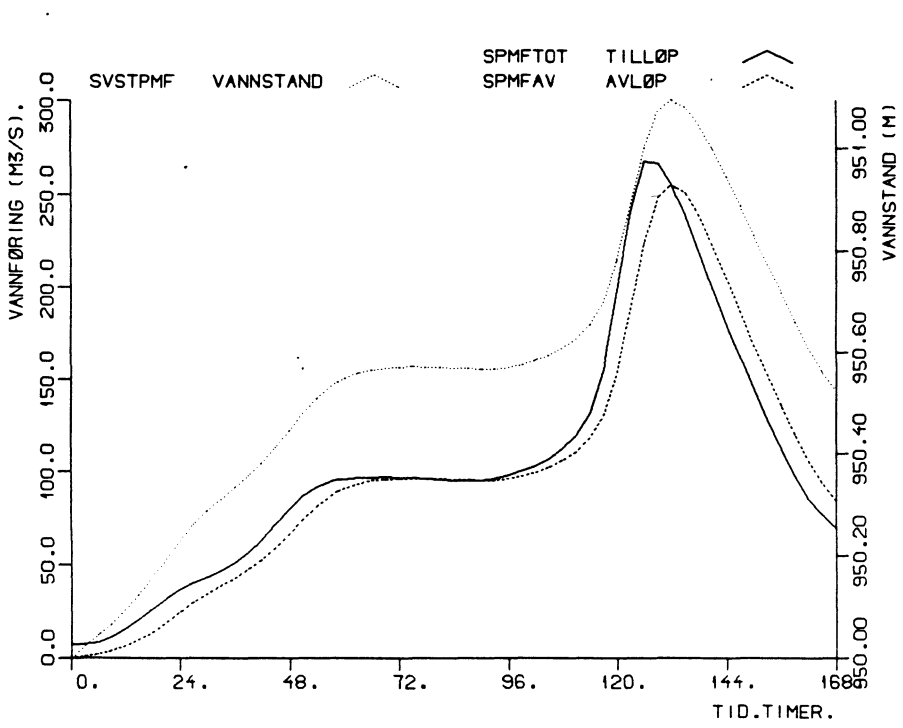
56SVST1000	56S1000AV
950.007	.127
950.013	.347
950.020	.641
950.028	1.025
950.036	1.519
950.045	2.177
950.057	3.094
950.072	4.337
950.088	5.880
950.105	7.626
950.121	9.485
950.137	11.382
950.152	13.263
950.166	15.167
950.181	17.202
950.196	19.402
950.211	21.665
950.224	23.746
950.234	25.445
950.242	26.726
950.248	27.709
950.253	28.565
950.258	29.358
950.262	30.084
950.266	30.743
950.269	31.337
950.272	31.870
950.275	32.345
950.277	32.768
950.280	33.143
950.282	33.521
950.284	33.977
950.287	34.558
950.291	35.242
950.295	35.967
950.301	36.931
950.310	38.718
950.327	41.919
950.355	47.490
950.403	57.330
950.466	71.289
950.527	85.749
950.568	96.000
950.586	100.565
950.590	101.431
950.584	100.014
950.572	97.060
950.556	92.992
950.537	88.166
950.515	82.824
950.491	77.088
950.465	71.110
950.439	65.107
950.412	59.310
950.386	53.843

Fig. 11. Dimensjonerende avløpsflom for Sandvatn.

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

Flomtopp:	255.0	m^3/s
Døgnmiddel:	228.0	"
Flomstigning:	1.09	m

Rutingen er vist i figur 12.



56SVSTPMF	56SPMFAV
950.023	.767
950.043	2.037
950.066	3.784
950.092	6.265
950.123	9.649
950.157	13.916
950.193	18.986
950.228	24.450
950.260	29.680
950.286	34.336
950.309	38.585
950.331	42.780
950.354	47.287
950.380	52.574
950.411	59.022
950.445	66.426
950.478	74.096
950.508	81.145
950.531	86.820
950.548	90.816
950.558	93.345
950.564	94.908
950.568	95.822
950.569	96.288
950.570	96.445
950.570	96.386
950.569	96.181
950.568	95.880
950.566	95.519
950.565	95.241
950.566	95.352
950.569	96.129
950.575	97.596
950.582	99.577
950.593	102.194
950.606	105.789
950.625	110.774
950.652	118.040
950.698	130.712
950.780	154.281
950.892	188.570
951.000	223.926
951.069	247.627
951.091	255.062
951.078	250.652
951.044	238.815
950.996	222.734
950.942	204.745
950.885	186.531
950.829	168.956
950.772	152.055
950.716	135.763
950.661	120.332
950.608	106.184
950.561	94.241

Fig. 12. Påregnelig maksimal avløpsflom for Sandvatn.

9. FLOMMER KVANNDALSFOSS

9.1 Tilløpsflommer Kvanndalsfoss

Med estimert verdi for M1000 og kalibrerte verdier for avløpsparametrene ble det beregnet dimensjonerende tilløpsflom for nedbørfeltet til Kvanndal Vm.

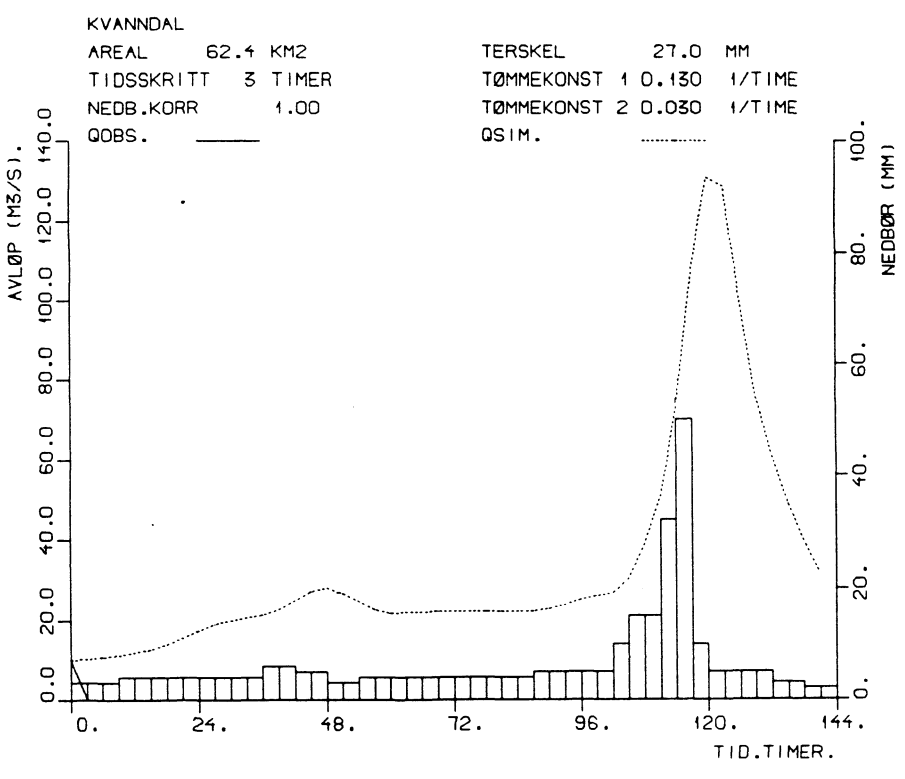
Dimensjonerende tilløpsflom (flomtopp): 131.0 m^3/s.

Flomforløpet er vist i figur 13.

Dimensjonerende tilløpsflom for lokalfeltet til Kvanndal Vm. ble skalert med faktor 1.5 og deretter ble det lagt til en vannføringsserie med maksimale verdier på 10 m^3/s som representerer bekkeinntak Liaskardbekken og Bleskestadåno. Dette gir en serie som representerer total tilløpsflom for Kvanndalsfoss magasin.

Total dimensjonerende tilløpsflom Kvanndalsfoss (flomtopp): 206.4 m^3/s.

Skalering og summasjon av flommene er vist i figur 14.



56M1000	48K1000TIL
3.000	10.000
3.000	10.210
3.000	10.611
4.000	11.187
4.000	11.879
4.000	12.678
4.000	13.878
4.000	15.490
4.000	17.303
4.000	18.876
4.000	19.941
4.000	20.662
6.000	21.150
6.000	22.725
5.000	25.036
5.000	27.223
3.000	28.080
3.000	26.792
4.000	24.675
4.000	22.620
4.000	21.852
4.000	21.955
4.000	22.025
4.000	22.072
4.000	22.104
4.000	22.125
4.000	22.140
4.000	22.150
4.000	22.157
5.000	22.161
5.000	22.787
5.000	23.833
5.000	25.164
5.000	26.064
10.000	26.673
15.000	30.199
15.000	38.812
32.000	50.867
50.000	72.723
10.000	109.307
5.000	130.949
5.000	128.782
5.000	99.294
5.000	76.227
3.000	60.618
3.000	48.810
2.000	39.575
2.000	31.457

Fig. 13. Dimensjonerende tilløpsflom for Kvanndal Vm. (S)2. nedbørfelt.

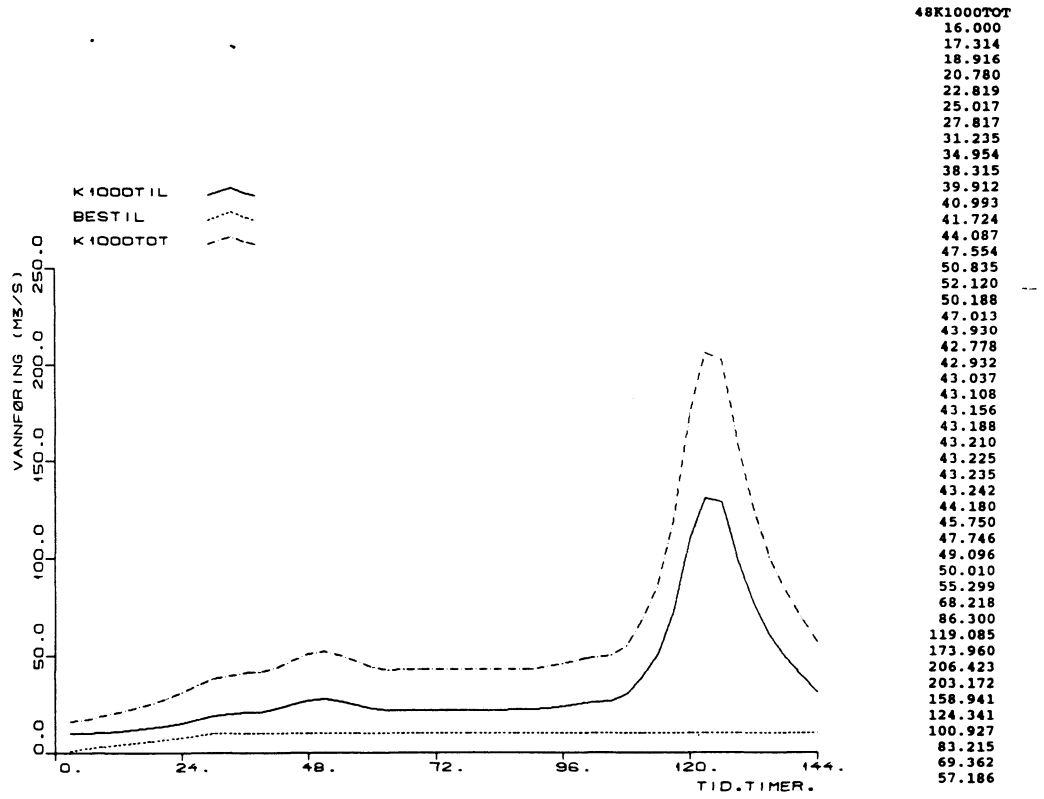


Fig. 14. Dimensjonerende tilløpsflom Kvanndalsfoss magasin.

På tilsvarende måte ble det beregnet påregnelig maksimal tilløpsflom for Kvanndal Vm.

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 259.2 m^3/s.

Flomforløpet er vist i figur 15.

Påregnelig maksimal tilløpsflom for lokalfelt til Kvanndal Vm. ble skalert med faktor 1.4 og deretter ble det lagt til en serie med maksimale verdier på 25 m^3/s som representerer bekkeinntak Kvelvane, Havreåno, Liaskardbekken og Bleskestadåno. Resultatet er påregnelig maksimal tilløpsflom for Kvanndalsfoss magasin.

Total påregnelig maksimal tilløpsflom Kvanndalsfoss magasin (flomtopp): 387.8 m^3/s.

Skalering og summasjon av flommene er vist i figur 16.

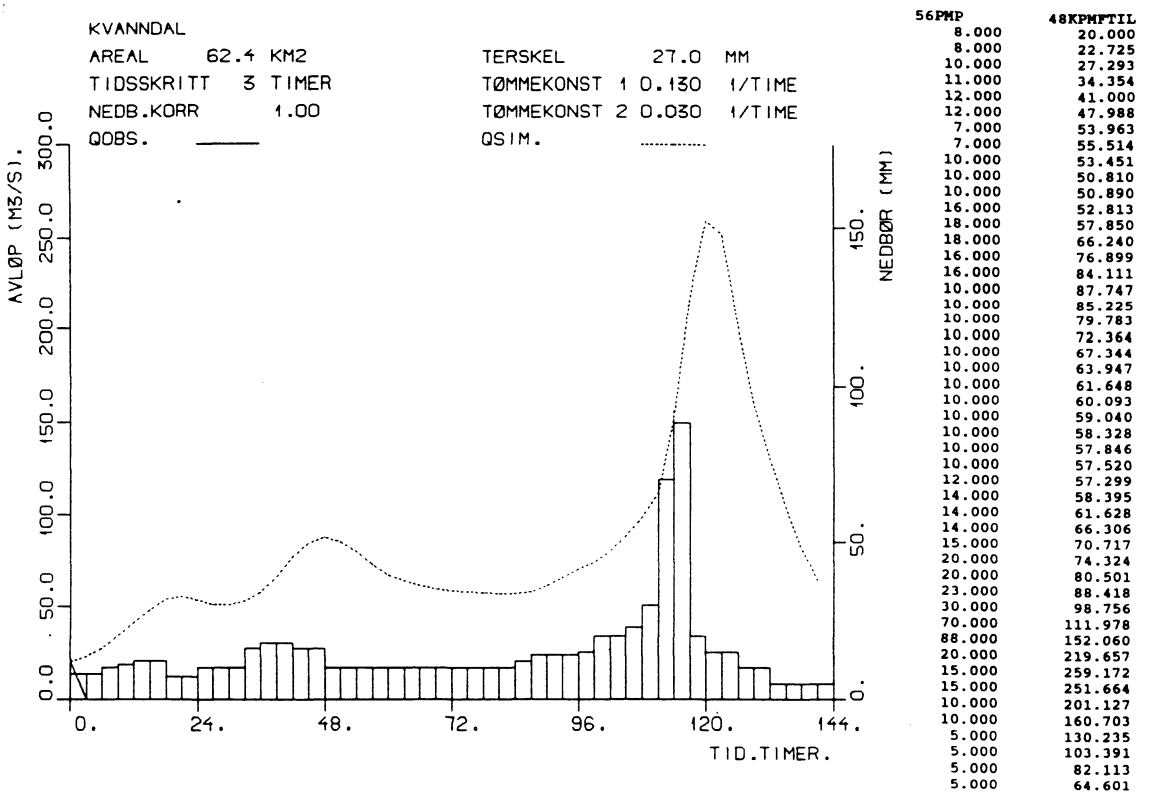


Fig. 15. Påregnelig maksimal tilløpsflom Kvanndal Vm.

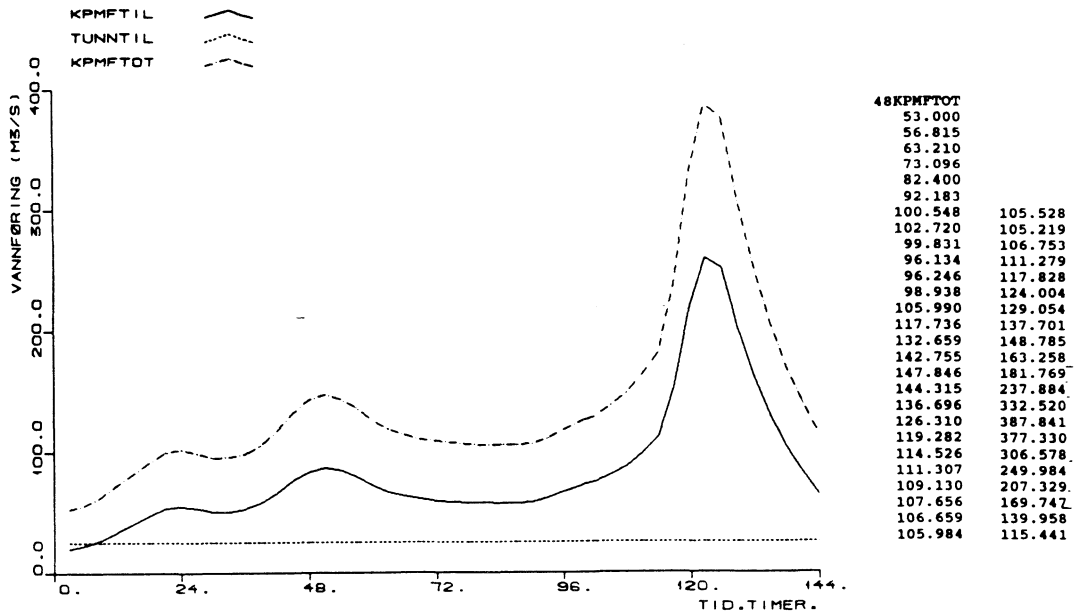


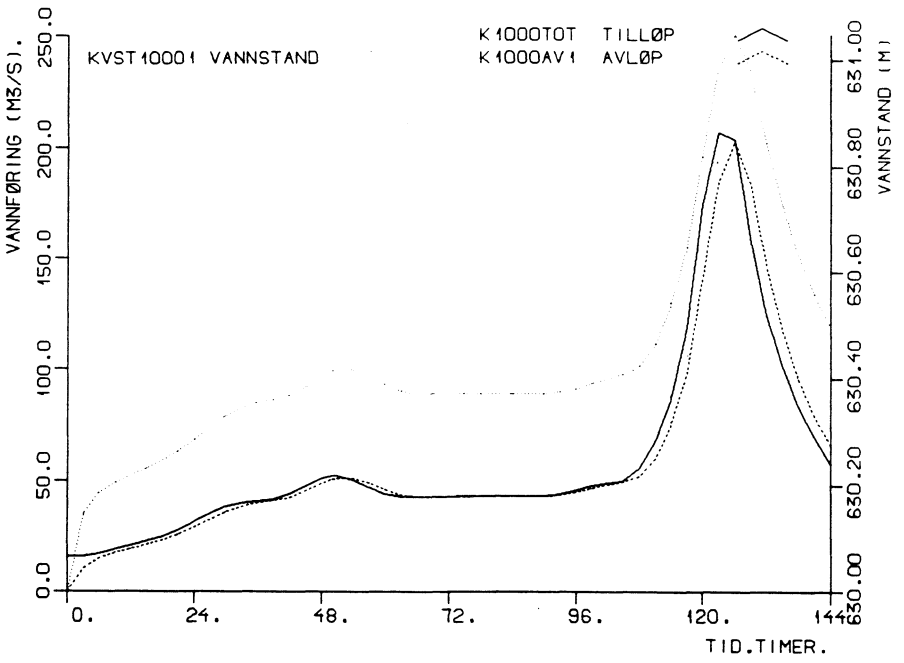
Fig. 16. Påregnelig maksimal tilløpsflom Kvanndalsfoss magasin.

9.2 Avløpsflommer Kvanndalsfoss

Total dimensjonerende tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet etter det første alternativet med 90 m langt fast overløp. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp:	202.4	m^3/s
Døgnmiddel:	145.0	"
Flomstigning:	1.05	m

Rutingen er vist i figur 17.



48KVST10001	48K1000AV1
630.146	10.580
630.186	15.182
630.204	17.446
630.219	19.316
630.233	21.264
630.248	23.360
630.265	25.790
630.285	28.781
630.308	32.260
630.330	35.812
630.346	38.508
630.356	40.101
630.362	41.133
630.370	42.591
630.386	45.254
630.404	48.516
630.417	50.976
630.418	51.124
630.407	49.027
630.390	46.081
630.377	43.829
630.373	43.026
630.373	42.992
630.373	43.058
630.373	43.119
630.374	43.163
630.374	43.193
630.374	43.213
630.374	43.227
630.374	43.236
630.376	43.628
630.383	44.731
630.392	46.398
630.401	48.074
630.408	49.301
630.424	52.090
630.466	60.175
630.538	74.599
630.648	98.617
630.819	140.180
630.983	184.139
631.047	202.426
630.981	183.511
630.845	146.679
630.726	117.009
630.634	95.481
630.559	79.065
630.494	65.683

Fig. 17. Dimensjonerende avløpsflom for Kvanndalsfoss etter alternativ 1.

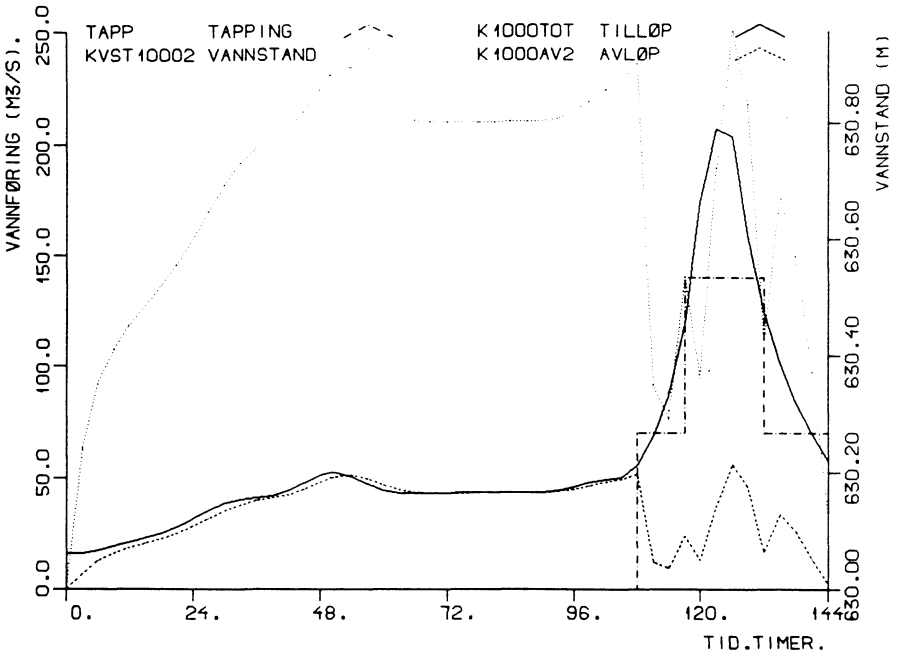
På tilsvarende måte ble tilløpsflommen rutet etter alternativ 2 som innebærer 25m fast overløp og dypluke med maksimal kapasitet på 140 m^3/s. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp:	196.1	m^3/s
Døgnmiddel:	147.0	"
Flomstigning:	0.96	m

Det ble her benyttet følgende tappestrategi: Mens flommen er på det høyeste ble det tappet 70 m^3/s i 9 timer,

deretter 140 m^3/s i 15 timer og så 70 m^3/s i 12 timer.

Rutingen er vist i figur 18.



48TAPP	48KVST10002	48K1000AV2
.000	630.241	7.085
.000	630.352	12.533
.000	630.412	15.884
.000	630.453	18.323
.000	630.489	20.496
.000	630.523	22.664
.000	630.559	25.070
.000	630.601	27.963
.000	630.649	31.338
.000	630.696	34.864
.000	630.734	37.723
.000	630.758	39.571
.000	630.773	40.787
.000	630.791	42.233
.000	630.822	44.693
.000	630.859	47.800
.000	630.890	50.354
.000	630.896	50.911
.000	630.877	49.303
.000	630.846	46.649
.000	630.818	44.378
.000	630.805	43.333
.000	630.802	43.094
.000	630.802	43.079
.000	630.802	43.115
.000	630.803	43.154
.000	630.803	43.185
.000	630.803	43.207
.000	630.804	43.223
.000	630.804	43.234
.000	630.808	43.561
.000	630.820	44.525
.000	630.838	46.056
.000	630.858	47.691
.000	630.873	48.982
.000	630.904	51.538
70.000	630.348	12.329
70.000	630.291	9.396
70.000	630.537	23.581
140.000	630.361	13.020
140.000	630.722	36.820
140.000	630.956	56.121
140.000	630.833	45.624
140.000	630.426	16.705
70.000	630.676	33.375
70.000	630.572	25.943
70.000	630.373	13.658
70.000	630.122	2.560

Fig. 18. Dimensjonerende avløpsflom for Kvanndalsfoss etter alternativ 2.

Total påregnelig maksimal tilløpsflom ble likeledes rutet gjennom magasinet. Først etter alternativ 1. Da slike flommer vil gi overtopping, er det lagt inn et nytt segment på vannføringskurven for vannstander over 631.00 m:

$$Q=132.4800*(H-629.80)^{1.9274} \quad H>631.00 \text{ m.}$$

Det er her regnet med overløpslende over gamle damkrone utenom flomløpet på 40m og med overløpskoeffisient 1.6. Da det ikke foreligger tegninger av ombygningsalternativene må resultatene betraktes som midlertidige.

Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp:	390.6	m^3/s
Døgnmiddel:	286.0	"
Flomstigning:	1.55	m

Rutingen er vist i figur 19.

På tilsvarende måte ble tilløpsflommen rutet etter alternativ 2. Det er det lagt inn et nytt segment på vannføringskurven for vannstander over 631.00 m:

$$Q=37.0716*(H-629.80)^{2.6603} \quad H>631.00 \text{ m.}$$

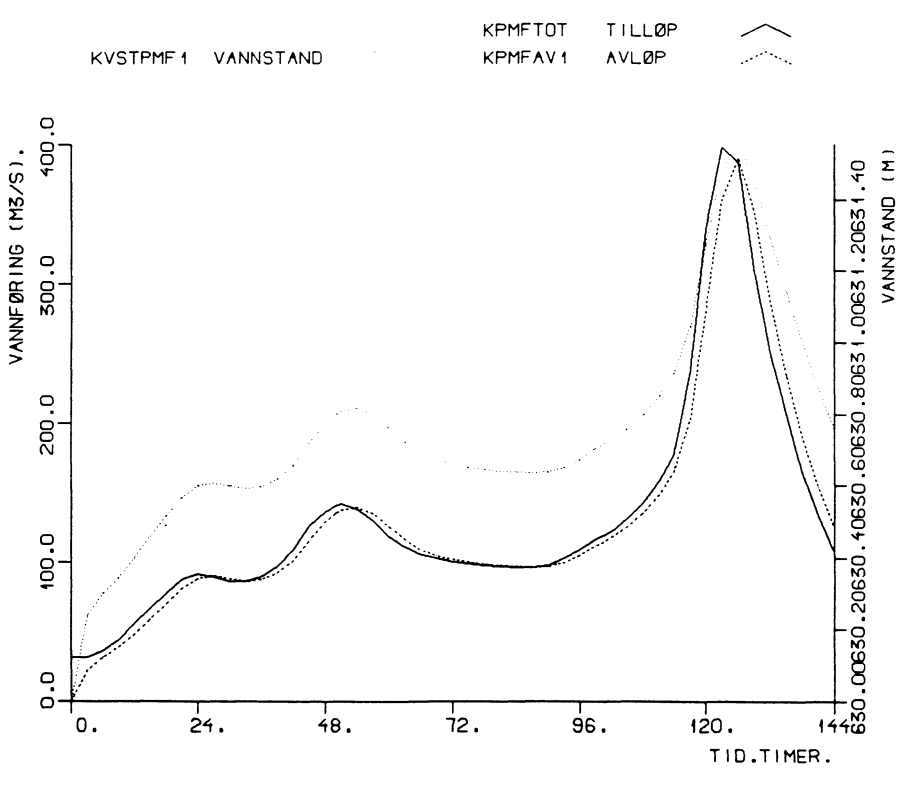
Det er her regnet med overløpslende over gamle damkrone utenom flomløpet på 80m og med overløpskoeffisient 1.6

Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp:	383.0	m^3/s
Døgnmiddel:	284.0	"
Flomstigning:	1.85	m

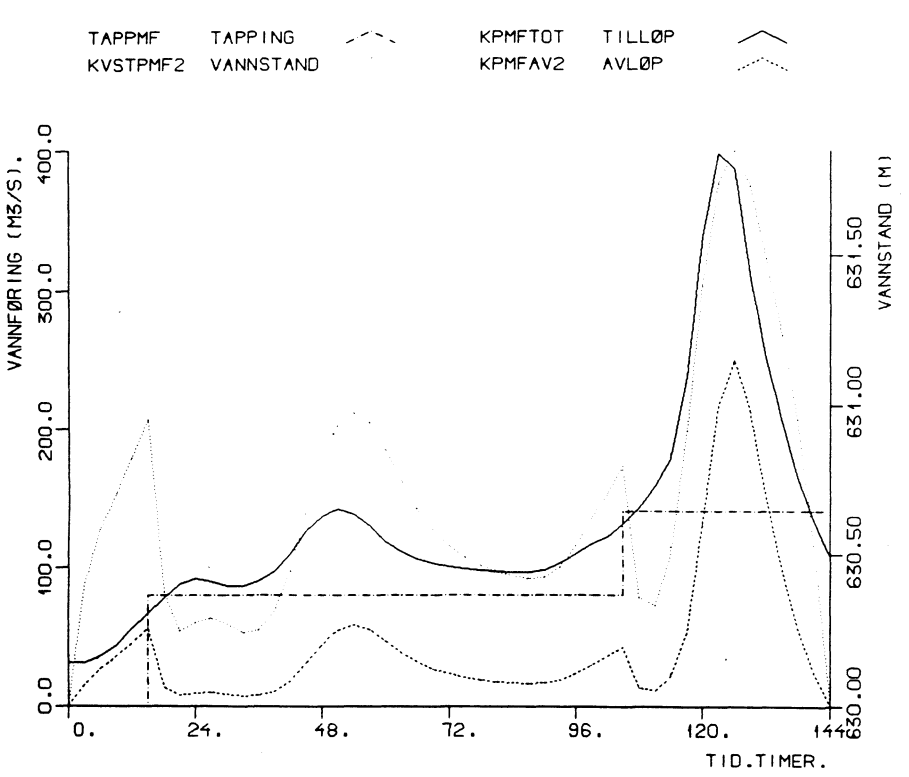
Det ble her benyttet følgende tappestrategi: Mens flommen er på det høyeste ble det tappet 80 m^3/s i 90 timer, deretter 140 m^3/s resten av forløpet.

Rutingen er vist i figur 20.



48KVSTPMF1	48KPMFAV1
630.239	22.134
630.301	31.251
630.345	38.376
630.400	47.732
630.459	58.807
630.516	70.124
630.569	81.029
630.602	88.357
630.610	89.956
630.601	88.021
630.594	86.527
630.599	87.596
630.620	92.223
630.661	101.545
630.719	115.205
630.774	128.715
630.809	137.590
630.817	139.458
630.797	134.481
630.761	125.448
630.723	116.186
630.695	109.505
630.675	104.920
630.662	101.803
630.653	99.690
630.647	98.258
630.642	97.288
630.639	96.632
630.637	96.187
630.640	96.689
630.652	99.552
630.676	105.066
630.704	111.721
630.730	117.837
630.759	125.030
630.800	135.186
630.851	148.470
630.916	165.661
631.048	203.126
631.275	280.373
631.483	361.426
631.552	390.567
631.463	352.918
631.295	287.578
631.143	233.838
631.007	190.266
630.873	154.087
630.756	124.342

Fig. 19. Påregnelig maksimal avløpsflom Kvanndalsfoss, alternativ 1.



48TAPPMF	48KPMFAV2	48KVSTPMF2
.000	15.790	630.411
.000	27.003	630.587
.000	35.608	630.706
.000	45.218	630.828
.000	56.222	630.958
80.000	13.802	630.375
80.000	7.560	630.251
80.000	8.697	630.276
80.000	9.559	630.294
80.000	8.509	630.272
80.000	7.274	630.245
80.000	7.550	630.251
80.000	10.621	630.315
80.000	18.090	630.450
80.000	30.445	630.636
80.000	44.138	630.815
80.000	54.386	630.937
80.000	58.147	630.979
80.000	55.054	630.944
80.000	47.422	630.855
80.000	38.763	630.747
80.000	31.860	630.656
80.000	26.827	630.585
80.000	23.267	630.532
80.000	20.779	630.493
80.000	19.053	630.465
80.000	17.858	630.446
80.000	17.036	630.432
80.000	16.470	630.422
80.000	16.655	630.426
80.000	18.732	630.460
80.000	23.288	630.532
80.000	29.436	630.622
80.000	35.645	630.707
80.000	42.748	630.798
140.000	12.925	630.359
140.000	11.428	630.331
140.000	21.580	630.506
140.000	52.764	630.918
140.000	130.713	631.406
140.000	216.677	631.742
140.000	249.240	631.847
140.000	213.835	631.732
140.000	150.261	631.492
140.000	97.590	631.239
140.000	55.811	630.953
140.000	24.201	630.546
140.000	.029	630.006

Fig. 20. Påregnelig maksimal avløpsflom Kvanndalsfoss, alternativ 2.

10. FREKVENSANALYSE

Siden det ligger et vannmerke, Vm. 1749,0 Kvanndal, i feltet til Kvanndalsfoss, er det utført frekvensanalyse på flomtoppene her fra 1969 til d.d.

Frekvensanalysen ga som resultat for flommer med gjentaksintervall 1000 år:

Log.normal 2 fordeling: Q_{1000}=126.1 m^3/s
Gumbel " : Q_{1000}=131.4 m^3/s
Log. normal3 " : Q_{1000}=144.9 m^3/s

Da Q_{1000}-tilløpsflom beregnet ved modell ble 131 m^3/s, viser frekvensanalysen at modellflommene har godt samsvar med observasjonene.

Plott fra frekvensanalysen er vist i figur 21.

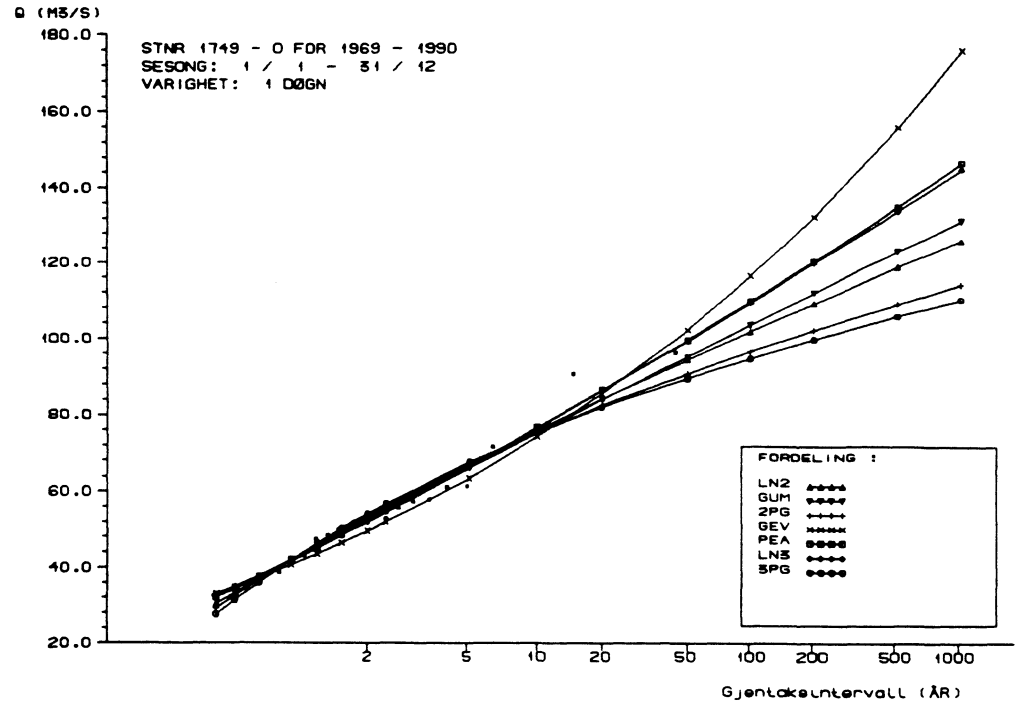


Fig. 21. Frekvensanalyse for flommtopper ved Vm. 1749,0, Kvanndal.

11. FLOMFORHOLD BLESKESTADÅNO

I bestillingen på denne flomberegningen blir Hydrologisk avdeling bedt om å vurdere om bekkeinntak Bleskestadåno påvirker flommene i Bleskestadåno.

Normalt vil bekkeinntak Bleskestadåno ha liten innvirkning på flommene i Bleskestadåno.

Dersom inntaket står åpent under flomforhold, vil ca. 10 m^3/s overføres til Kvanndalsfoss magasin, men komme inn etter samløpet Bleskestadåno/Kvanndalsåno igjen.

Ved et eventuelt ras i driftstunnelen mellom Kvanndal kraftstasjon og Kvanndalsfoss magasin, kan det teoretisk bli overført inntil 10 m^3/s fra Havreåi til Bleskestadåno. I Roaldkvamåno, etter samløpet Bleskestadåno/Kvanndalsåno blir resultatet det samme. Sannsynligheten for et ras er også liten.

Konklusjonen må derfor bli at bekkeinntak Bleskestadåno har liten innvirkning på flommene i Bleskestadåno.

12. LITTERATUR

(1) Andersen,J. m.fl.:
1983: Hydrologisk modell for flomberegninger.

(2) Kristoffersen, D.:
1986: Påregnelige ekstreme nedbørverdier for Kaldevatn, Røldal. Rapport nr. 63/86. Klima DNMI.

(3) OED/NVE:
1981: Forskrifter for dammer.

13. VEDLEGG

PAREGNELIG EKSTREMNEDBØR .

Nedbørfelt : KALDEVATN (Hordaland)

1). Normal årsnedbør (basert på verdier fra normalkart): PN ~ 1300 mm .
2). M5(24t) / PN ~ 5.7 % ===> M5(24t) ~ 74 mm .

3). Påregnelige 24 timers nedbørverdier :

	AR	AMJ	JASO	ND	JFM
M5(årstid)/M5(år)	1.00	0.53	0.85	0.91	0.78
M5 (mm)	74	39	63	67	58
M100 (mm)	120	70	105	110	95
M1000 (mm)	170	110	150	160	145
PMP (mm)	280	210	265	270-280	260

4). Påregnelige n-timers nedbørverdier

4.1) Årsverdier

Antall timer (n)	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall n timer / 24 timer	0.61	0.78	1.00	1.30	1.47	1.68	1.87	2.04
M100 (mm)	75	95	120	155	175	200	225	245
M1000 (mm)	105	135	170	220	250	285	320	345
PMP (mm)	170	220	280	365	410	470	525	570

4.2) Årstidsverdier : JULI - OKTOBER .

Antall timer (n)	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall n timer / 24 timer	0.61	0.78	1.00	1.30	1.47	1.68	1.87	2.04
M100 (mm)	65	80	105	135	155	175	195	215
M1000 (mm)	90	115	150	195	220	250	280	305
PMP (mm)	165	210	270	350	395	455	505	550

5). Justering fra punkt til areal-verdi.

De gitte verdier gir punktnedbør for et fiktivt "representativt" punkt i feltet . Grovestimat av arealnedbør for felt på ca 15 km² fåes ved å multiplisere punktverdiene med en "arealreduksjonsfaktor" ARF :

Antall timer	6	12	24	48	72	96	120	144
ARF	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99

6). Nærmeste målestasjoner : 4645 Røldal (PN=1444 mm) , 4646 Røldal kraftverk (PN=1475) og Midtlæger (PN=1050) .

7). Maksimal observert døgnnedbør i området : 132 mm (målt ved 4645 Røldal 6/1-1944) .

8). Kommentarer
Det må presiseres at de gitte verdier for MT og PMP er basert på et relativt sparsomt datagrunnlag . Verdiene må derfor betraktes som grovestimat .

Metode og definisjoner.

Beskrivelse av fremgangsmåten og bakgrunnsdata for beregningene er gitt i < 1 > og < 2 >.
I denne rapporten blir følgende forkortelser og definisjoner brukt :

Tabell 1. Forkortelser og definisjoner. (Alle nedbørverdier er i mm)

PN : Normal årlig nedbørhøyde i perioden 1931 - 1960.

MT : Nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentagelsestid en gang i løpet av T år.

M5 : Nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentagelsestid en gang i løpet av 5 år.

M100 : Nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentagelsestid en gang i løpet av 100 år.

M1000 : Nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentagelsestid en gang i løpet av 1000 år.

PMP : Påregnelig maksimal nedbørverdi.

2. Feltbeskrivelse og datagrunnlag.

Flomberegninger (se bestilling fra NVE ved overingeniør B. Krokli av 21/11-86 , Appendix A) skal utføres for nedbørfeltet til Kaldevatn, Røldal . Feltet er på 14,9 km² .
Det norske meteorologiske institutt (DNMI) har ingen målestasjoner for nedbør i selve nedbørfeltet (se fig.1a) .
Endel data for nærliggende målestasjoner for nedbør er gitt i tab.2 .

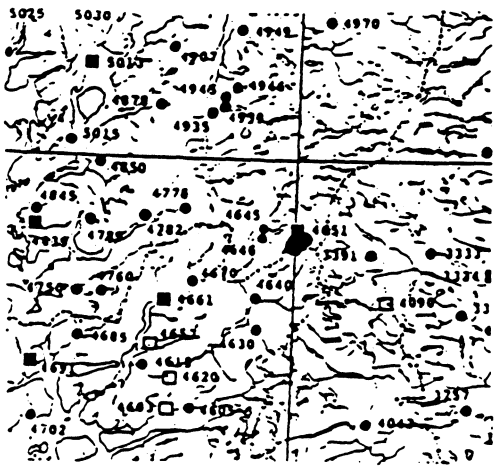


Fig. 1a.

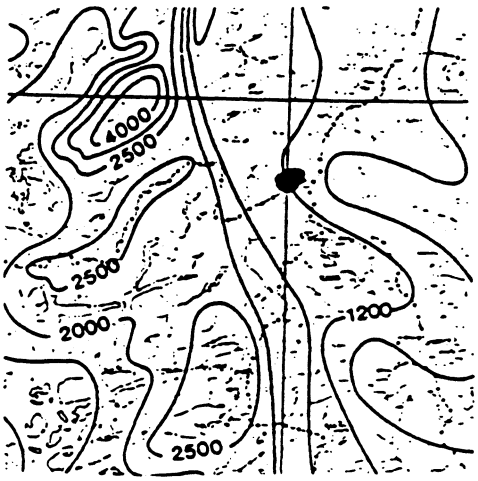


Fig. 1b.

Fig. 1a : Nedbørstasjoner og fig. 1b : Normal årsnedbør (mm) i området rundt feltet til Kaldevatn .