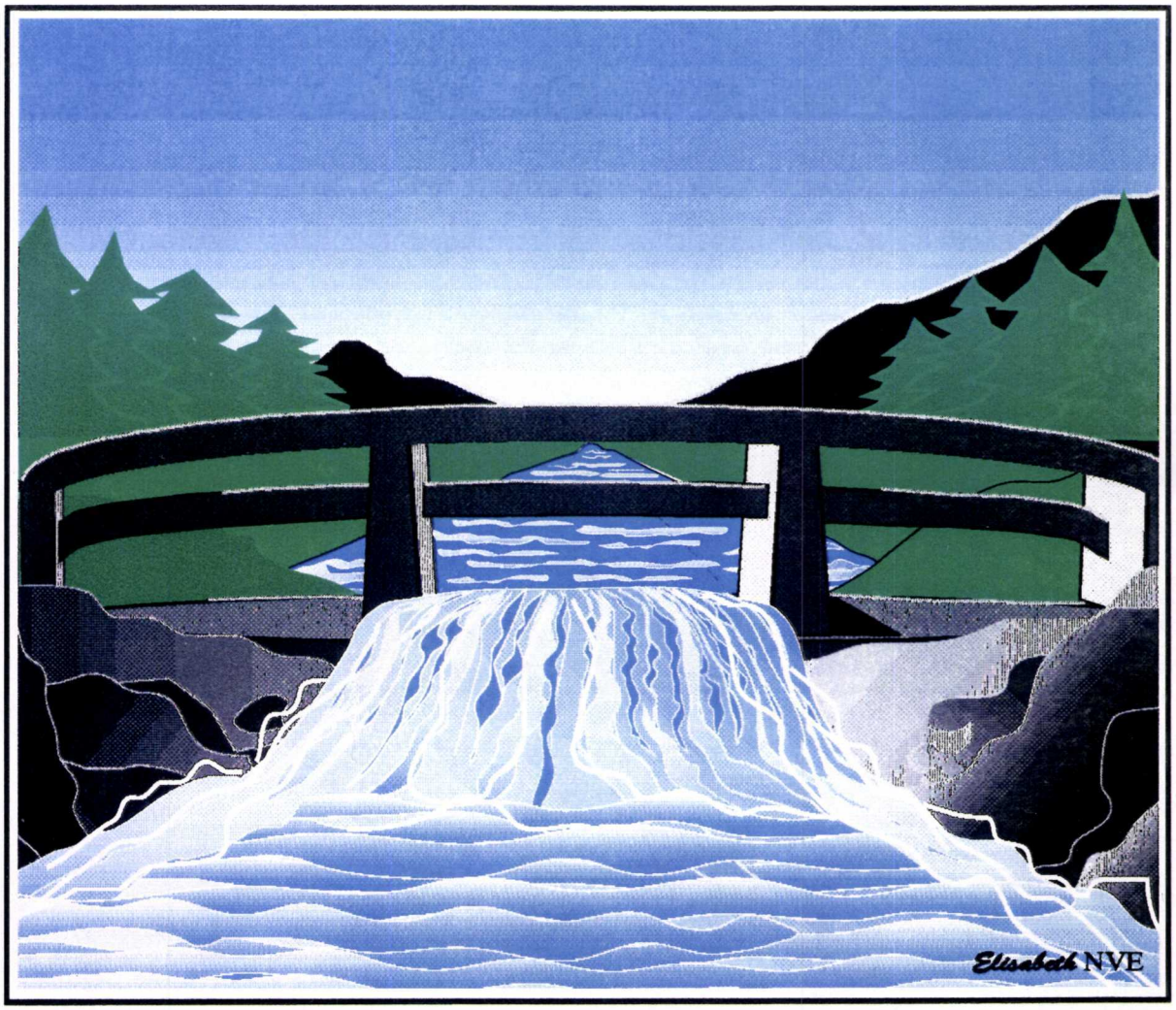
RAPPORT

20 1993

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Bjarne Krokli

Q100 OG Q1000 FOR ULLDALSVATN/BERGSVATN I HØYANGERVASSDRAGET (079.Z)



HYDROLOGISK AVDELING

Omslagsbilde: Tegnekontoret

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL Q100 OG Q1000 FOR ULLDALSVATN/BERGSVATN I HØYANGERVASSDRAGET (079.Z)	**RAPPORT** 20-1993
SAKSBEHANDLER Bjarne Krokli Seksjon Vannbalanse	DATO 0 3.12.93 RAPPORTEN ER åpen
OPPDRAGSGIVER Hydro Energi Sogn	OPPLAG 20

SAMMENDRAG
Rapporten gir resultatet og beskriver framgangsmåten av en flomberegning bestilt av Hydro Energi. Beregningen gjelder Q100 og Q1000 avløpsflom for Ulldals-/Bergsvatnmagasinet.
Beregningen viser:

K5 UTE AV DRIFT	Maxavløp (m^3/s)	Max vst. (kote)	Vst. over HRV (m)
Q100 totalavløp	60.8	598.43	
Q100 avløp Grimsosen	29.1		1.08
Q100 avløp Kråkosen	31.7		0.83
Q1000 totalavløp	93.5	598.72	
Q1000 avløp Grimsosen	43.6		1.37
Q1000 avløp Kråkosen	49.9		1.12
K5 I DRIFT	**Maxavløp (m^3/s)**	**Max vst. (kote)**	**Vst. over HRV (m)**
Q100 totalavløp	38.5	598.19	
Q100 avløp Grimsosen	19.1		0.84
Q100 avløp Kråkosen	19.4		0.59
Q1000 totalavløp	70.5	598.52	
Q1000 avløp Grimsosen	33.5		1.17
Q1000 avløp Kråkosen	37.0		0.92

EMNEORD/SUBJECT TERMS
Oppdragsrapport
Flomberegning
Avløpsflom

ANSVARLIG UNDERSKRIFT
Kjell Repp
Seksjonsjef

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

Kontoradresse: Middelthunsgate 29
Postadresse: Postboks 5091, Maj.
0301 Oslo
Telefon: 22 95 95 95
Telefax: 22 95 90 00
Bankgiro: 0629.05.75026
Postgiro: 0803 5052055

FORORD

"Forskrifter for dammer" (1) ble fastsatt ved kongelig resolusjon av 14. november 1980 og gjort gjeldende fra 1. januar 1981. Kapittel 7 i forskriftene beskriver de flomberegninger som skal utføres i forbindelse med dammer.

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

Foreliggende rapport beskriver framgangsmåten og gir resultatene av en flomberegning bestilt av Hydro Energi, Sogn. Beregningen gjelder Ulldal/Bergsvatn-magasinet som tilhører Høyangeranleggene. Avløpsflommene med gjentaksintervall 100- og 1000 år er beregnet for overløp Grimsosen og Kråkosen både når kraftverket (K5) er i drift og når det står.

Oslo, desember 1993

Arne Tollan
avd.direktør

INNHOLD

		Side
1.	INNLEDNING	4
2.	BELIGGENHET	4
3.	BEREGNING AV FLOMMER	4
4.	NEDBØRFELTER OG OVERFØRINGER	5
5.	NEDBØR	7
6.	HYDRAULISKE FORMLER	7
7.	TILLØPSFLOMMER	7
8.	AVLØPSFLOMMER	9
9.	RESULTAT AV BEREGNINGEN	13
10.	LITTERATUR	14

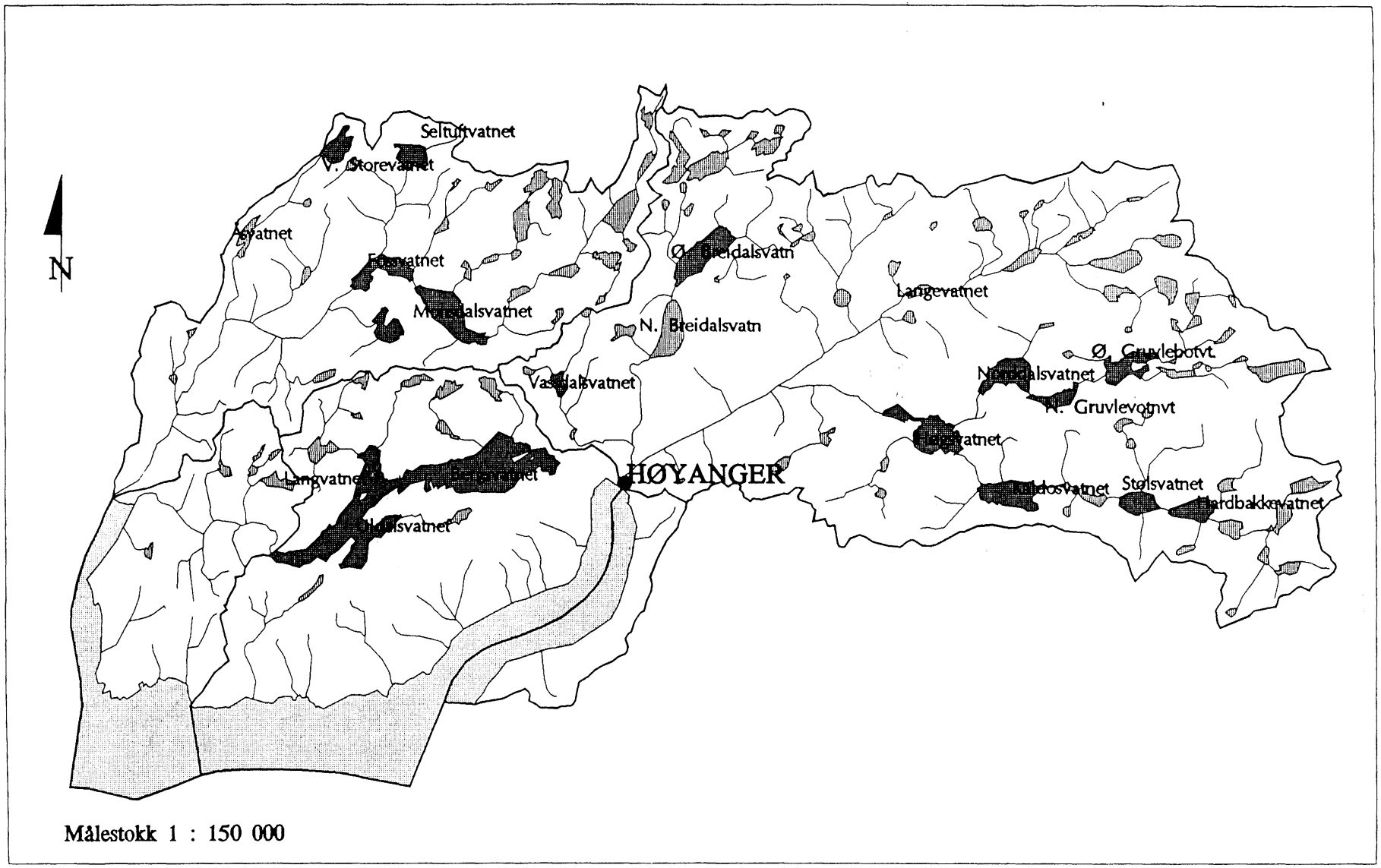


Fig. 1. Nedbørfeltenes beliggenhet.

1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling ble i brev av 16.07.93 fra Hydro Energi v/Nils Borge Romslo bedt om å beregne 100- og 1000-års avløpsflom for Ulldal/Bergsvatn-magasinet, Høyangeranleggene. Forutsetningen er at lukene i overføringssystemet som skal være lukket i en flom-situasjon er lukket. Beregningene gjøres både med og uten kraftverket i drift (K5).

Det er tidligere utført beregninger av dimensjonerende flom, påregnelig maksimal flom og naturlig flom for samtlige dammer tilhørende Høyangeranleggene.

2. BELIGGENHET

Feltet ligger innenfor en radius på 20 km fra Høyanger sentrum.
Beliggenhet og feltgrenser er vist på kartskisse i figur 1.

3. BEREGNING AV FLOMMER

Da det ikke foreligger registreringer fra feltet, er flomberegningene utført ved å benytte flom-modell til å beregne tilløpsflom for nedbørfeltet ved hjelp av M100 og M1000-estimater (nedbørforløp med 100-og 1000-års gjentaksintervall) Estimatene er beregnet av DNMI. Tilløpsflom ble så rutet gjennom magasinet med tillegg av overføringer.

Konsulentfirmaet Grøner Rådgivende Ingeniører har utført flomanalyse for dimensjonerende flom og påregnelig maksimal flom for de samme magasinene. Analysen er dokumentert i rapporten "Høyangeranleggene. Vassdrag 079.Z. Flomanalyse. 15. mars 1991 (2).

En rekke data slik som nedbør, feltparametre, overløpsformler for dammer, magasintabeller og overføringskapasiteter er hentet fra rapporten og supplert der det har vært nødvendig.

Flommodellene er kalibrert ved hjelp av feltparametre for feltene.

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

Nedre tømmekonstant: $K_2=0.009+0.21*K_1-0.00021*H_L$

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

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

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

Parametrene er hentet fra tabell 6.4.2 i (2).

4. NEDBØRFELTER OG OVERFØRINGER

Til beregning av tilløpsflommer for Ulldal/Bergsvatn-feltet har det vært benyttet følgende data i flom-modellen.

Areal:	30.9 km^2
Øvre tømmekonstant:	0.226 $time^{-1}$
Nedre " :	0.041 "
Terskelverdi :	23.70 mm

Det forutsettes stengte luker i Monsdalsvatn og Fossvatn. P.g.av stor kapasitet i overføringstunnelen vil begrensningen i denne overføringen være Blåvatnets magasin. Det er derfor nødvendig å beregne tilløpsflom i Blåvatn. For Blåvatn ble følgende data benyttet i flommodellen:

Areal:	2.96 km^2
Øvre tømmekonstant:	0.425 $time^{-1}$
Nedre " :	0.072 "
Terskelverdi :	20.50 mm

Q100- og Q1000-tilløpsflom for Blåvatn ble rutet gjennom magasinet med tappestrategi som tilsvarer slukeevne for åpen luke (figur 5.3.4.D i (2)). Startvannstand er HRV = 441.45. Resultatet er vist i figur 3 og figur 4. Det framgår her at bortsett fra de første 9 - 12 timene vil tunnelen sluke konstant 5 m^3/s, da vannstanden vil være under øvre terskel på kote 440.85.

<u>Konklusjon: Overføringen Blåvatn - Ulldalsvaten kan settes konstant til 5 m^3/s i flomperioden</u>

For overføringen fra Eriksdalen og Gautingsdalen til Bergsvatn er det forutsatt stengte luker i Langevatn og Roesvatn. Kapasitetsberegninger er gjort i (2). Samme serie er benyttet for denne beregning når det gjelder Q1000. I beregningen av Q100 er denne serien skalert med 0.7 som tilsvarer forholdet mellom M100 og M1000.

På tilsvarende måte når det gjelder overføringen fra Langvatnet (Pedrovatn) til Ulldalsvatn, er samme serie som ble benyttet i (2) brukt i denne beregningen for Q1000. I beregningen av Q100 er denne serien skalert med 0.7.

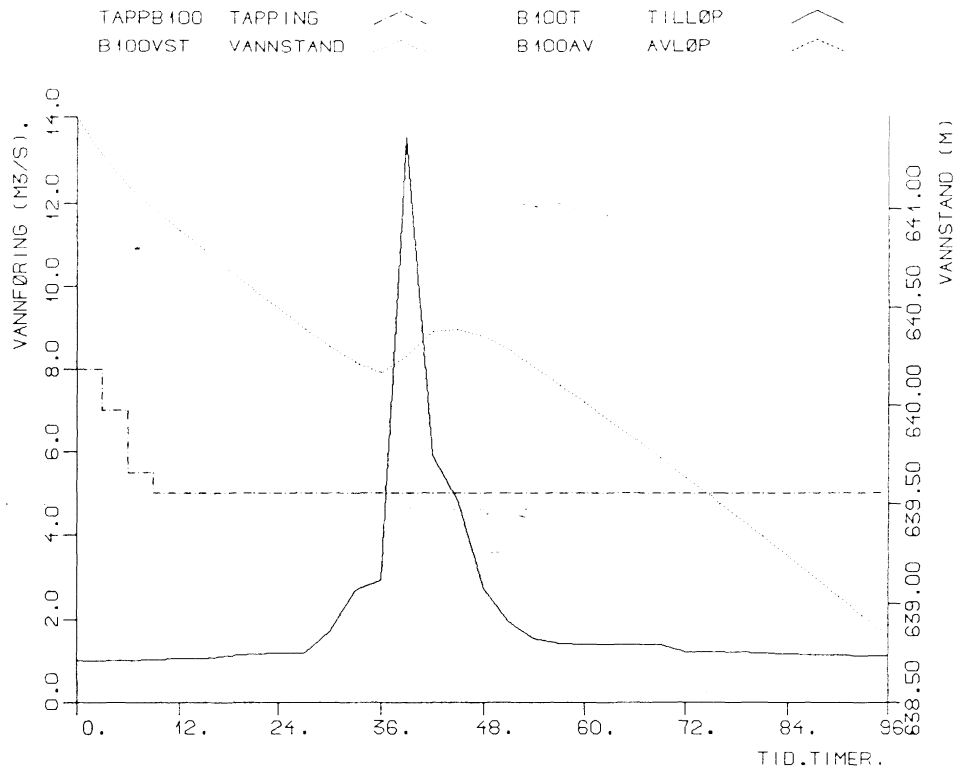


Fig. 2. Ruting av Q100 med åpen tappeluke i Blåvatn.

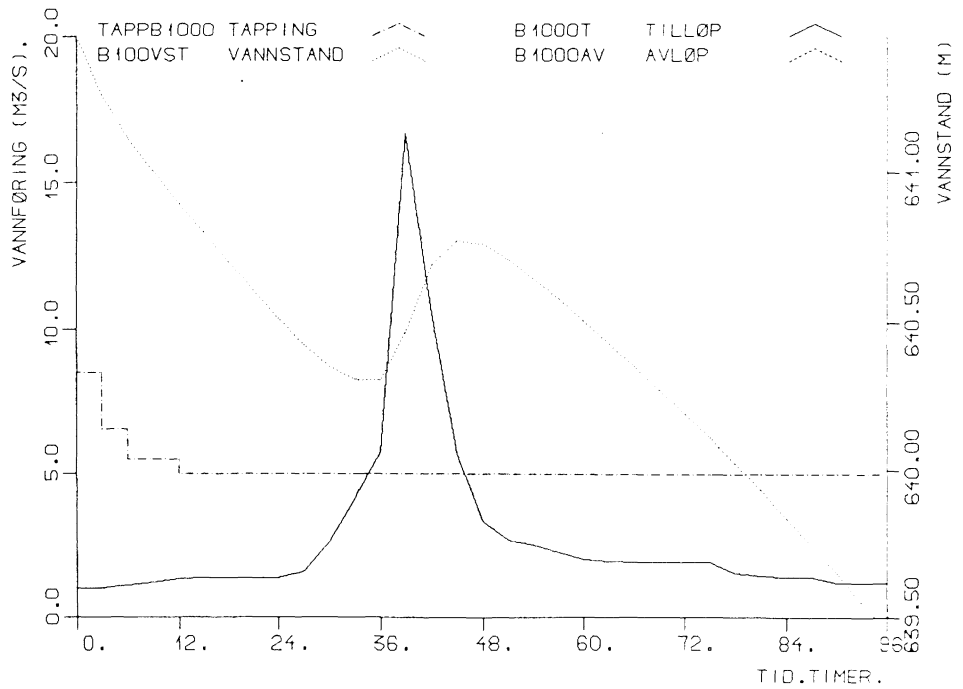


Fig. 3. Ruting av Q1000 med åpen tappeluke i Blåvatn.

5. NEDBØR

Det norske meteorologiske institutt gir i "Fagrapport nr. 38/90 Klima" verdier for M100 og M1000 (nedbørforløp med gjentaksintervall 100 og 1000 år). Som flom-skapende periode er valgt årstiden høst. Verdiene er tabulert i (2) og hentet derfra. Det er benyttet et nedbørforløp over 4 døgn og nedbøren er fordelt med tyngdepunktet i det 2.døgnet.

6. HYDRAULISKE FORMLER

Følgende vannføringskurver har vært benyttet for magasinet:

Totalt for Grimsosen/Kråkosen:

$$Q = 24.800*(H - 597.35)^{1.50} \qquad 597.35 < H < 597.60$$
$$Q = 62.290*(H - 597.44)^{1.63} \qquad 597.60 < H < 598.70$$
$$Q = 18.166*(H - 596.99)^{3.00} \qquad 598.70 < H < 598.95$$

Grimsosen:

$$Q = 24.112*(H - 597.31)^{1.7354} \qquad H > 597.35$$

(Vannføringer Kråkosen beregnes som totalavløp minus avløp Grimsosen).

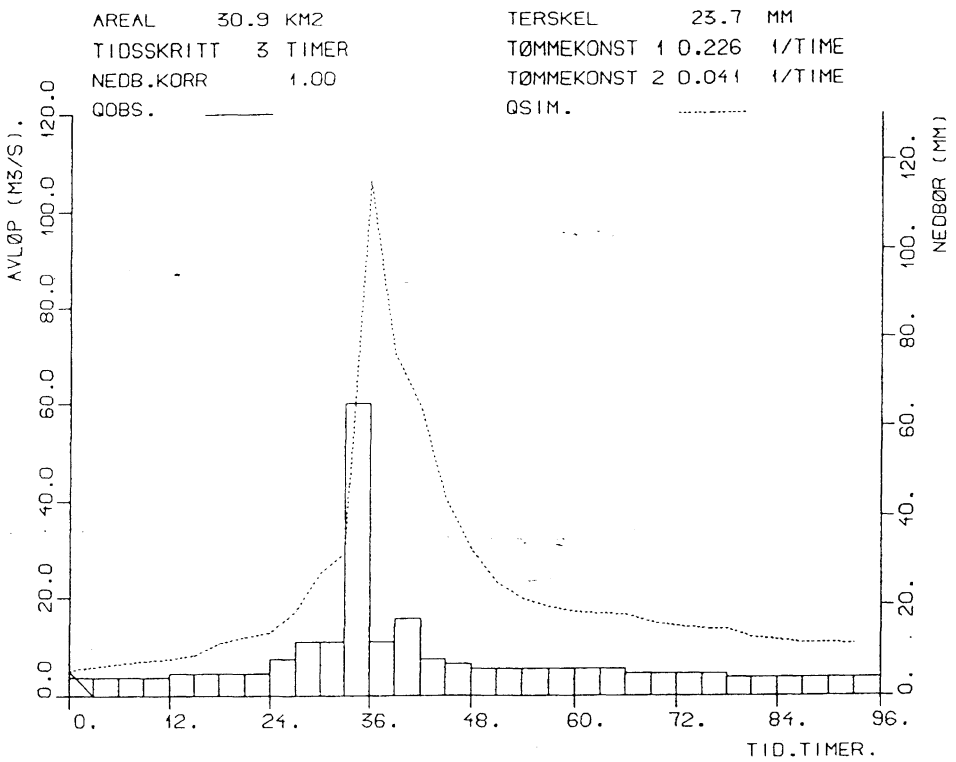
Magasintabell Ulldal/Bergsvatn:

(597.60, 6.25) og (599.60, 18.90)

Her er koordinatene kotehøyde og mill. m^3.

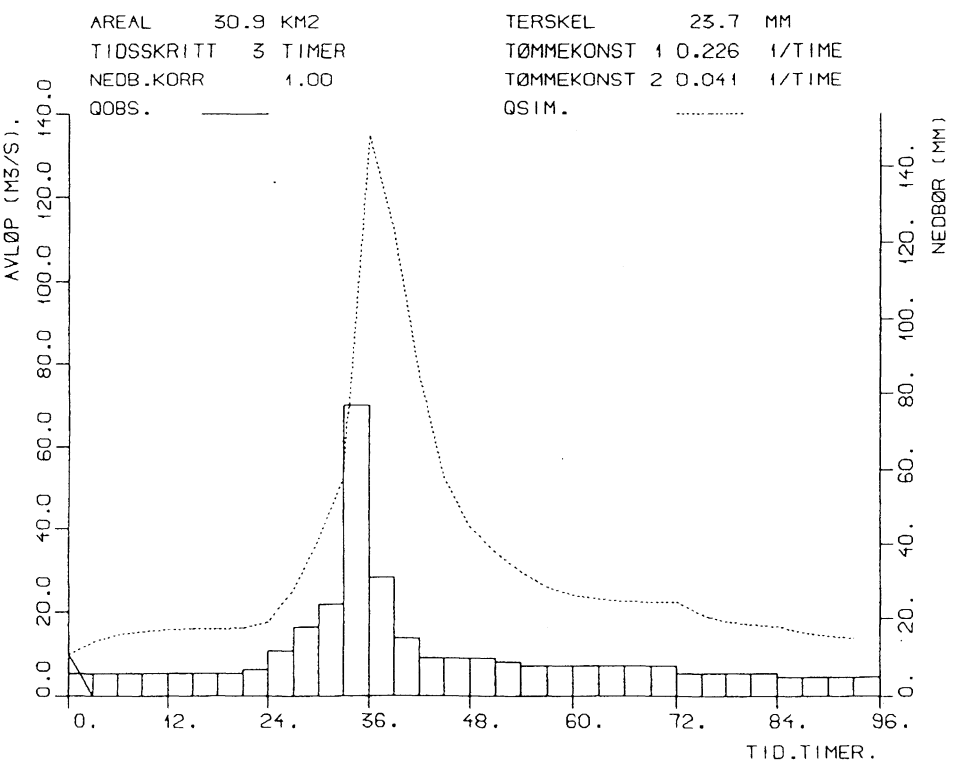
7. TILLØPSFLOMMER

Med estimerte verdier for M100 og M1000 og verdier for avløpsparametrene gitt i kap.4 ble det beregnet tilløpsflom med gjentaksintervall 100- og 1000 år for Ulldalsvatn/Bergsvatn. Ved vannstander over HRV blir komunikasjonen mellom magasinene antatt å være god nok til at de kan betraktes som ett magasin. (Det samme er antatt i (2)). Tilløpsflommene er vist i figur 4 og 5.



M100	QB100T
4.000	5.000
4.000	5.744
4.000	6.402
4.000	6.984
5.000	7.499
5.000	8.285
5.000	10.644
5.000	11.980
8.000	12.656
12.000	17.237
12.000	25.207
65.000	29.242
12.000	106.170
17.000	70.221
8.000	59.091
7.000	40.740
6.000	30.039
6.000	23.210
6.000	19.753
6.000	18.004
6.000	17.118
6.000	16.670
5.000	16.443
5.000	14.915
5.000	14.142
5.000	13.750
4.000	13.552
4.000	12.039
4.000	11.273
4.000	10.886
4.000	10.689
4.000	10.590

Fig. 4. Q100 tilløpsflom for Ulldalsvatn/Bergsvatn.



M1000	QB1000T
6.000	10.000
6.000	13.067
6.000	14.619
6.000	15.405
6.000	15.802
6.000	16.004
6.000	16.106
7.000	16.157
12.000	17.596
18.000	25.389
24.000	37.811
77.000	52.577
31.000	134.936
15.000	111.628
10.000	77.223
10.000	52.744
10.000	40.354
9.000	34.082
8.000	29.495
8.000	25.760
8.000	23.870
8.000	22.913
8.000	22.429
8.000	22.184
6.000	22.060
6.000	19.171
6.000	17.709
6.000	16.969
5.000	16.594
5.000	14.992
5.000	14.181
5.000	13.770

Fig. 5. Q1000 tilløpsflom for Ulldalsvatn/Bergsvatn.

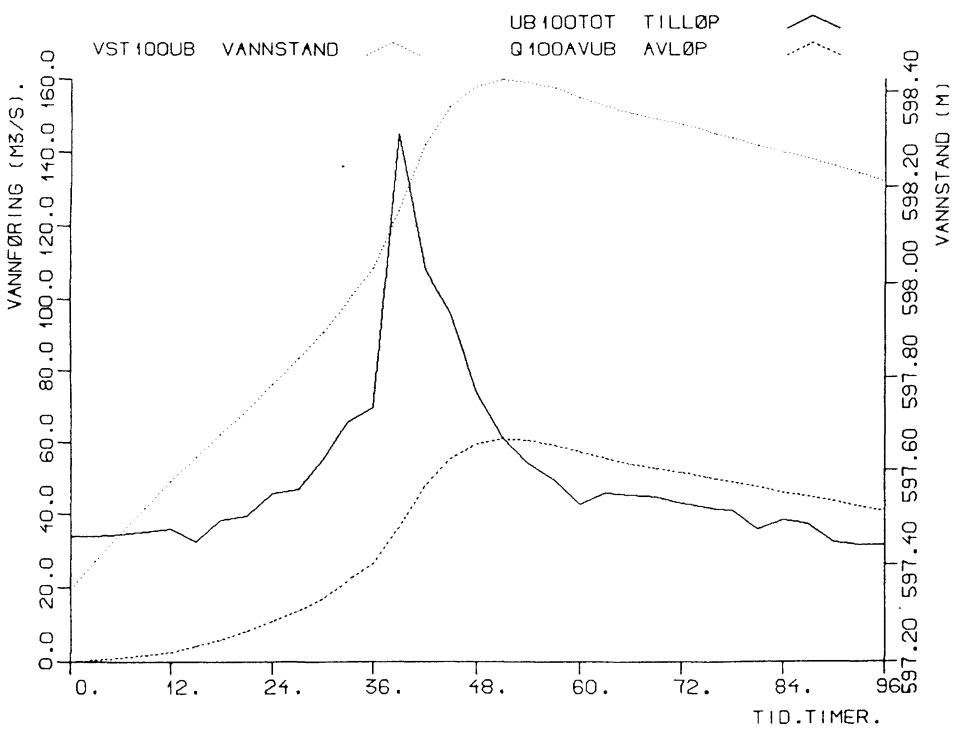
8. AVLØPSFLOMMER

Tilløpsflommene med gjentaksintervall 100- og 1000 år med tillegg av overføringene fra Blåvatn, Langvatn (Pedrovatn) og overføringen via Gautingdalstunnelen ble rutet gjennom Ulldals-/Bergsvatnmagasinet. Det ble benyttet avløpskurve for totalt avløp (Grimsosen + Kråkosen).

Deretter ble vannstandsseriene via avløpskurven for Grimsosen konvertert til avløp Grimsosen. Totalt avløp minus avløp Grimsosen gir avløp Kråkosen.

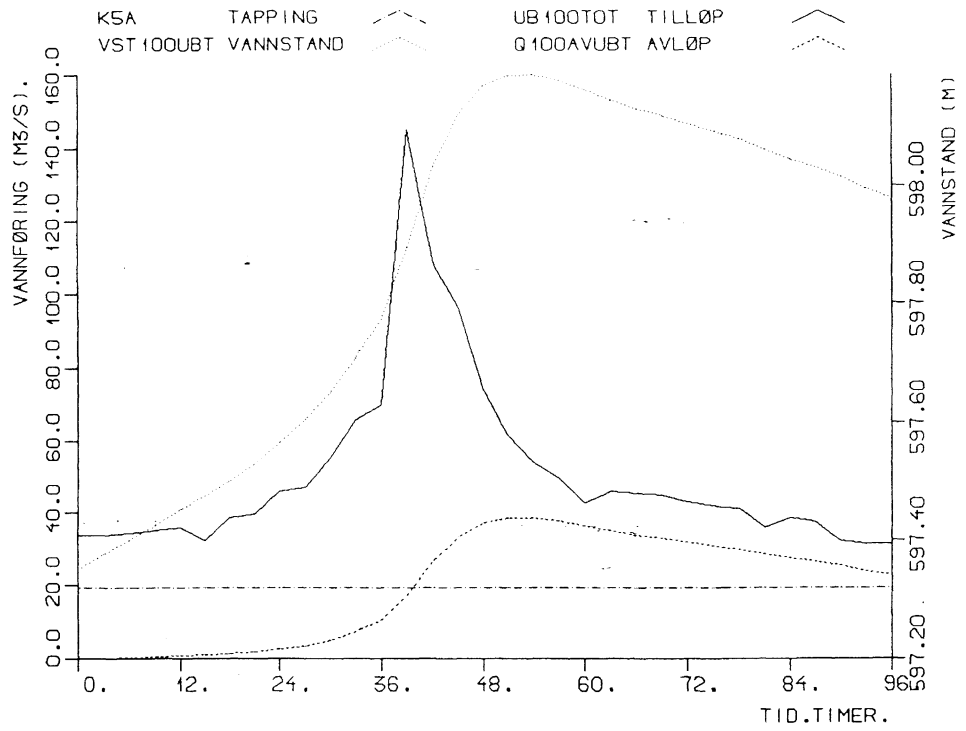
Ruting ble utført for begge situasjoner: Kraftverket (K5) ute av drift/i drift.

Resultatet fra rutingen av Q100 er vist i figur 6 og 7, og av Q1000 i figur 8 og 9. Figurene viser total avløpsflom fra magasinet, vannstand og tappeserie når kraftverket er i drift.



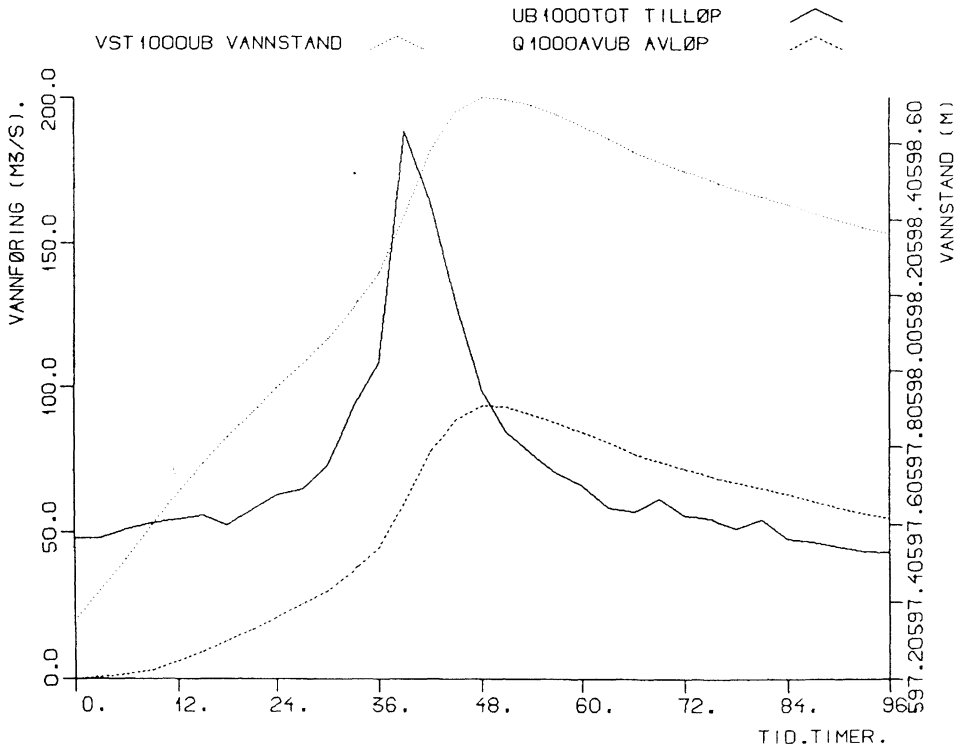
UB100TOT	Q100AVUB	VST100UB
33.902	.340	597.407
34.136	.952	597.464
34.938	1.735	597.520
35.759	2.657	597.576
32.069	4.037	597.627
38.404	5.945	597.677
39.554	8.241	597.729
45.847	10.909	597.783
46.384	13.920	597.839
55.267	17.344	597.896
65.572	21.631	597.963
69.826	26.567	598.033
145.227	36.046	598.155
108.343	47.778	598.290
96.315	55.346	598.370
73.920	59.629	598.414
61.626	60.819	598.425
54.129	60.388	598.421
49.336	59.127	598.409
42.574	57.224	598.389
45.746	55.357	598.370
45.176	53.957	598.356
44.822	52.700	598.343
42.945	51.472	598.330
41.713	50.209	598.316
40.983	48.995	598.303
35.742	47.551	598.287
38.479	46.148	598.272
37.387	45.054	598.260
32.306	43.706	598.245
31.479	42.164	598.227

Fig. 6. Q100 total avløpsflom for Ulldalsvatn/Bergsvatn med kraftverket ute av drift.



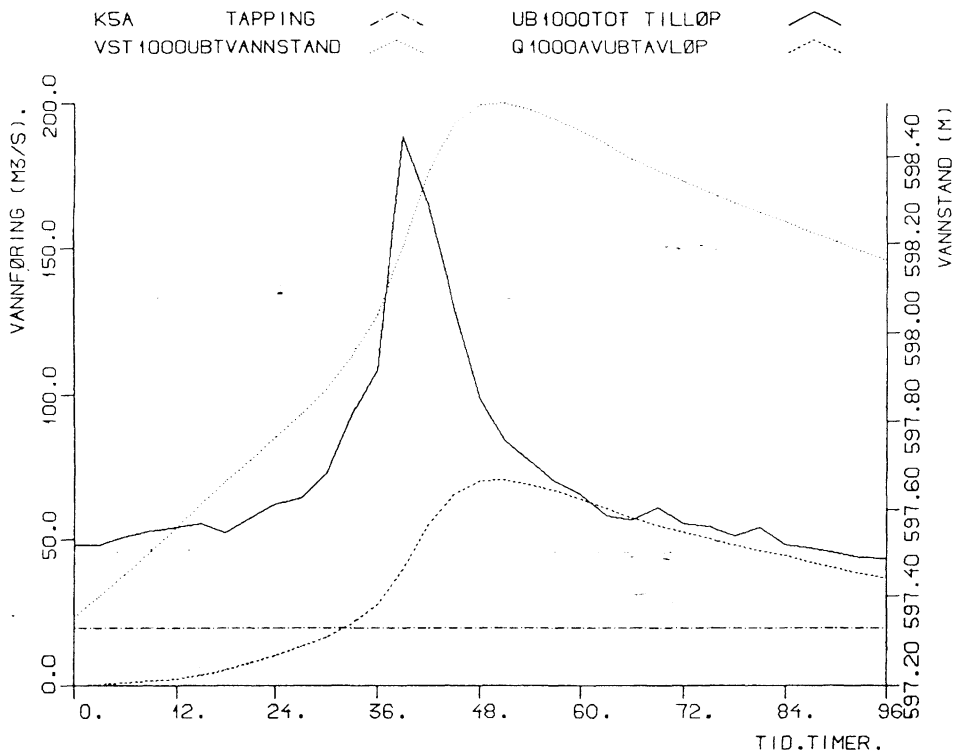
UB100TOT	VST100UBT	Q100AVUBT
33.902	597.375	.097
34.136	597.399	.273
34.938	597.425	.505
35.759	597.451	.792
32.069	597.474	1.080
38.404	597.499	1.420
39.554	597.523	1.677
45.847	597.565	2.467
46.384	597.605	3.311
55.267	597.651	4.934
65.572	597.709	7.317
69.826	597.774	10.409
145.227	597.895	17.248
108.343	598.033	26.577
96.315	598.118	33.084
73.920	598.167	37.074
61.626	598.184	38.500
54.129	598.185	38.510
49.336	598.175	37.747
42.574	598.159	36.369
45.746	598.142	34.958
45.176	598.128	33.892
44.822	598.116	32.910
42.945	598.104	31.922
41.713	598.092	30.877
40.983	598.077	29.653
35.742	598.061	28.616
38.479	598.044	27.396
37.387	598.031	26.420
32.306	598.014	25.226
31.479	597.995	23.363

Fig. 7. Q100 total avløpsflom for Ulldalsvatn/Bergsvatn med kraftverket i drift.



UB1000TOT	Q1000AVUB	VST1000UB
46.112	.374	597.431
50.857	1.631	597.513
52.991	3.034	597.596
54.399	5.996	597.678
55.571	9.503	597.756
52.304	13.153	597.825
57.406	16.945	597.890
62.541	21.193	597.956
64.507	25.686	598.021
72.989	30.552	598.086
93.020	36.857	598.165
106.510	45.062	598.260
188.892	59.491	598.412
164.544	77.330	598.582
129.157	88.606	598.681
96.907	93.479	598.716
84.301	93.072	598.714
77.156	90.470	598.697
69.956	87.062	598.673
65.649	84.402	598.645
56.070	80.750	598.613
56.913	77.037	598.579
61.026	74.193	598.553
55.484	71.715	598.530
54.760	69.181	598.506
51.371	66.714	598.483
54.099	64.612	598.463
48.069	62.600	598.443
47.194	60.397	598.421
45.592	58.361	598.401
43.681	56.4[illegible]	598.381

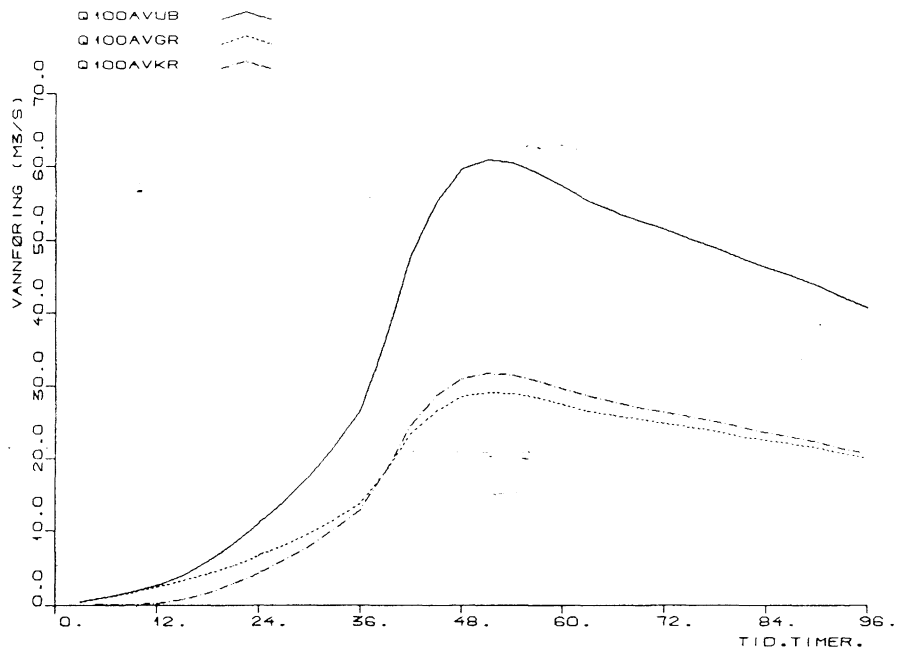
Fig. 8. Q1000 total avløpsflom for Ulldalsvatn/Bergsvatn med kraftverket ute av drift.



UB1000TOT	Q1000AVUBT	VST1000UB
48.112	.267	597.399
50.887	.772	597.449
52.991	1.473	597.502
54.399	2.335	597.557
55.571	3.530	597.612
52.304	5.352	597.662
57.406	7.371	597.710
62.541	9.853	597.763
64.507	12.673	597.816
72.989	15.956	597.874
93.020	20.604	597.947
108.510	27.097	598.040
188.892	39.307	598.194
164.544	55.194	598.368
129.157	65.775	598.474
96.907	70.173	598.516
84.301	70.505	598.519
77.156	69.113	598.506
69.956	66.854	598.484
65.649	64.097	598.453
58.070	60.912	598.426
56.913	57.610	598.393
61.026	55.046	598.367
55.484	52.779	598.343
54.760	50.425	598.318
51.371	48.148	598.294
54.099	46.166	598.272
48.069	44.256	598.251
47.194	42.172	598.227
45.592	40.231	598.205
43.881	38.357	[illegible]

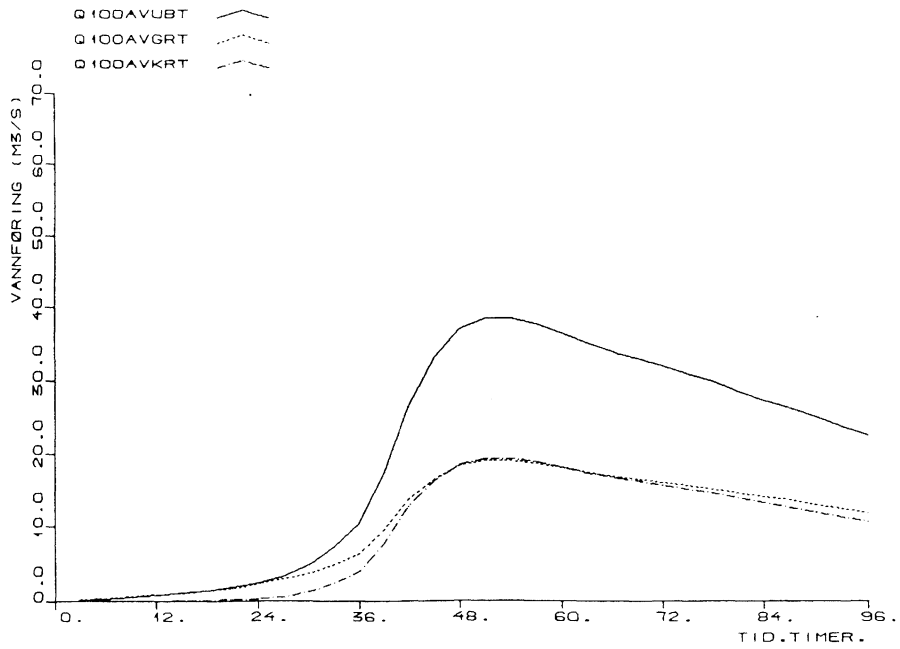
Fig. 9. Q1000 total avløpsflom for Ulldalsvatn/Bergsvatn med kraftverket i drift.

Figur 10,11,12 og 13 viser totalavløp, avløp Grimsosen og avløp Kråkosen for Q100 og Q1000 for situasjonene kraftverket ute av drift/i drift



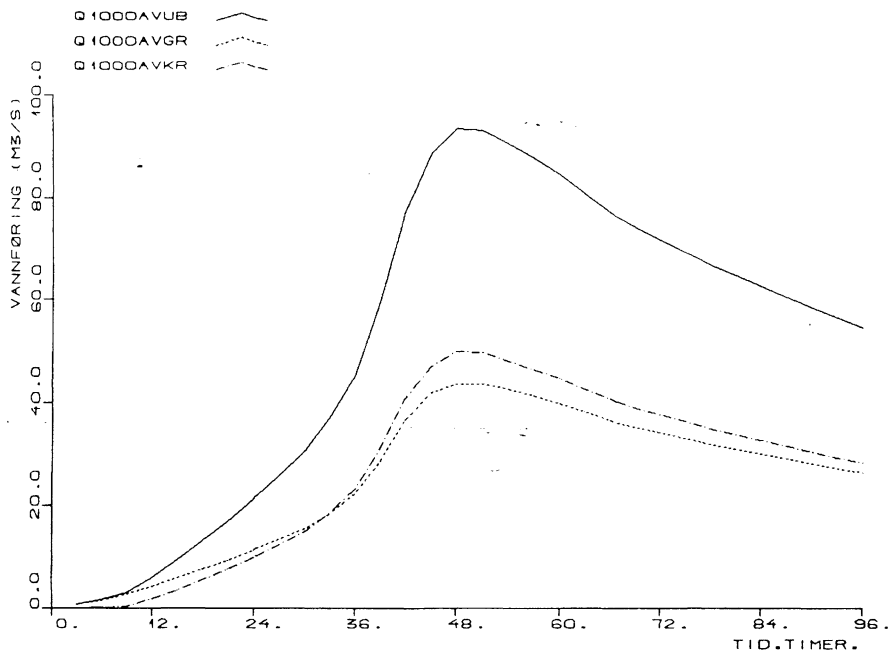
Q100AVGR	Q100AVKR
.421	-.081
.938	.014
1.607	.128
2.422	.235
3.284	.753
4.234	1.711
5.329	2.912
6.576	4.333
7.966	5.934
9.538	7.806
11.509	10.122
13.734	12.833
18.001	18.045
23.281	24.497
26.678	28.668
28.629	31.000
29.126	31.693
28.944	31.444
28.404	30.723
27.513	29.711
26.678	28.679
26.069	27.888
25.510	27.190
24.955	26.517
24.364	25.845
23.820	25.175
23.158	24.393
22.544	23.604
22.058	22.996
21.458	22.248
20.746	21.416

Fig. 10. Q100 total avløpsflom, avløpsflom Grimsosen og avløpsflom Kråkosen, kraftverket ute av drift.



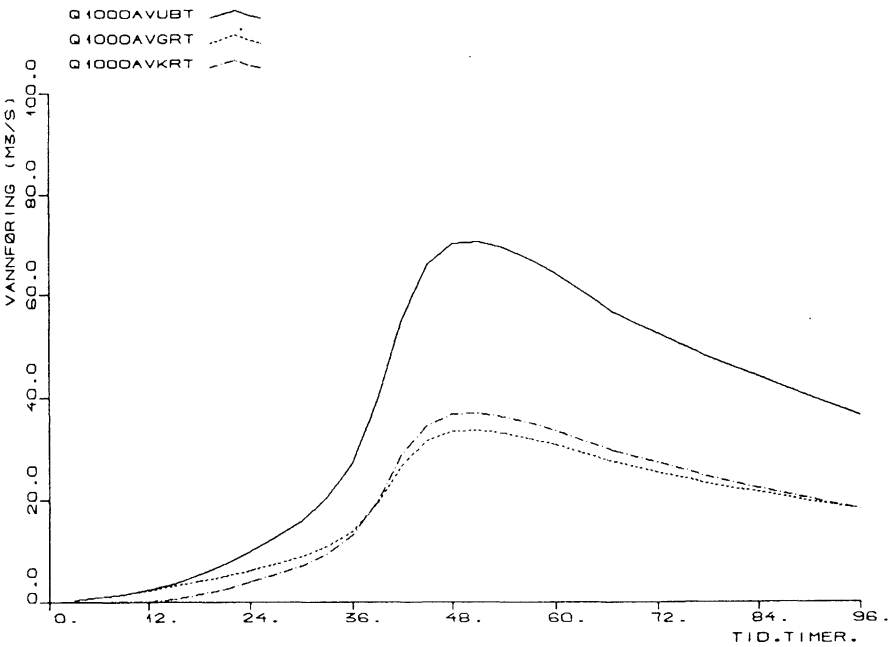
Q100AVGRT	Q100AVKRT
.210	-.113
.362	-.089
.565	-.060
.805	-.013
1.046	.034
1.338	.082
1.728	.149
2.251	.216
2.898	.413
3.727	1.207
4.895	2.422
6.361	4.048
9.509	7.739
13.734	12.843
16.655	16.429
18.447	18.627
19.087	19.413
19.125	19.355
18.747	19.000
18.149	18.220
17.523	17.435
17.015	16.877
16.584	16.326
16.158	15.764
15.667	15.210
15.216	14.637
14.670	13.946
14.098	13.298
13.668	12.752
13.113	12.113
12.505	11.358
	10.680

Fig. 11. Q100 total avløpsflom, avløpsflom Grimsosen og avløpsflom Kråkosen med kraftverket i drift.



Q1000AVGR	Q1000AVKR
.617	-.043
1.515	.116
2.747	.287
4.254	1.742
5.939	3.564
7.623	5.530
9.369	7.574
11.296	9.897
13.340	12.346
15.527	15.025
18.372	18.485
22.058	23.004
28.539	30.952
36.607	40.723
41.692	46.914
43.556	49.923
43.448	49.624
42.540	47.930
41.270	46.392
39.810	44.592
38.169	42.581
36.457	40.580
35.170	39.023
34.049	37.664
32.895	36.266
31.805	34.909
30.870	33.742
29.946	32.654
28.944	31.453
28.046	30.315
27.160	29.242
26.329	[illegible]

Fig. 12. Q1000 total avløpsflom, avløpsflom Grimsosen og avløpsflom Kråkosen, kraftverket ute av drift.



Q1000AVGRT	Q1000AVKRT
.362	-.095
.785	-.013
1.376	.097
2.130	.205
3.019	.511
3.938	1.414
4.916	2.455
6.101	3.752
7.393	5.280
8.925	7.033
11.024	9.580
13.965	13.132
19.467	19.640
26.590	26.604
31.363	34.392
33.374	36.604
33.518	36.987
32.395	36.218
31.852	35.002
30.639	33.459
29.171	31.741
27.690	29.920
26.547	28.499
25.510	27.269
24.440	25.977
23.446	24.702
22.544	23.622
21.697	22.559
20.746	21.426
19.390	20.341
19.049	19.500

Fig. 13. Q1000 total avløpsflom, avløpsflom Grimsosen og avløpsflom Kråkosen med kraftverket i drift.

9. RESULTAT AV BEREGNINGEN

Resultatet av beregningen er gitt i følgende tabeller hvor den første er for K5 ute av drift og den andre når kraftverket sluker 19.3 m^3/s.

K5 UTE AV DRIFT	Maxavløp (m^3/s)	Max vst. (kote)	Vst over HRV (m)
Q100 totalavløp	60.8	598.43	
Q100 avløp Grimsosen	29.1		1.08
Q100 avløp Kråkosen	31.7		0.83
Q1000 totalavløp	93.5	598.72	
Q1000 avløp Grimsosen	43.6		1.37
Q1000 avløp Kråkosen	49.9		1.12

K5 I DRIFT	Maxavløp (m^3/s)	Max vst. (kote)	Vst over HRV (m)
Q100 totalavløp	38.5	598.19	
Q100 avløp Grimsosen	19.1		0.84
Q100 avløp Kråkosen	19.4		0.59
Q1000 totalavløp	70.5	598.52	
Q1000 avløp Grimsosen	33.5		1.17
Q1000 avløp Kråkosen	37.0		0.92

10. LITTERATUR

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

(2) Grøner Rådgivende Ingeniører
1991: Høyangeranleggene. Vassdrag 079.Z.
Flomanalyse.

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

I 1993 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

Nr	1	Bjarne Krokli: Flomberegning for Tyinvassdraget. (39 s.)
"	2	Randi Pytte Asvall: Tyin kraftverk. Virkninger av ombygging på vanntemperatur- og isforhold. (8 s.)
"	3	Hallgeir Elvehøy: Sluttrapport for massebalansemålinger på Spørteggbreen. (24 s.)
"	4	Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Arendalsvassdraget. (65 s.)
"	5	BEGRENSET
"	6	BEGRENSET
"	7	Johan Engebak: Tilsigsmålinger i Glommavassdraget. (9 s.)
"	8	Einar Beheim og Eirik Smidt Eriksen: Vassdragsteknisk seksjon 1992. (84 s.)
"	9	Bjarne Krokli: Reguleringens innvirkning på naturlige flommer i Høyangervassdraget (079.Z). (49 s.)
"	10	Rune Dahl, Hans Otnes, Frode Trengereid: Rapport fra uværet i Nord-Norge vinteren 1993. (20 s.)
"	11	Randi Pytte Asvall: Øvre Otta. Virkninger på vanntemperatur- og isforhold ved utbygging av Glitra og Øyberget kraftverker. (14 s.)
"	12	Eirik Traae: Vassdragsteknisk vurdering av utfyllinger i Drammenselva i tråd med kommunedelplanen og vei-tunnel langs Drammenselva. (13 s.)
"	13	BEGRENSET
"	14	Kjell Hegge: Magasinkapasiteten i Leiras nedbørfelt. (6 s.)
"	15	Kjell Hegge: Undersøkelser vedrørende mulig endret flombilde i Leira. (6 s.)
"	16	Bjarne Krokli: Dambrudds- og flodbølgesimulering i Namsenvassdraget. (13 s.)
"	17	Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Rausjømarka (003.H og 002.C0). (19. s.)
"	18	Arve M. Tvede: Opprustning og utvidelse av Skjerka kraftverk. Konsekvenser for is, vanntemperatur og frostrøyk. (47 s.)
"	19	BEGRENSET
"	20	Bjarne Krokli: Q100 og Q1000 for Ulldalsvatn/Bergsvatn i Høyangervassdraget (079.Z) (15 s.)