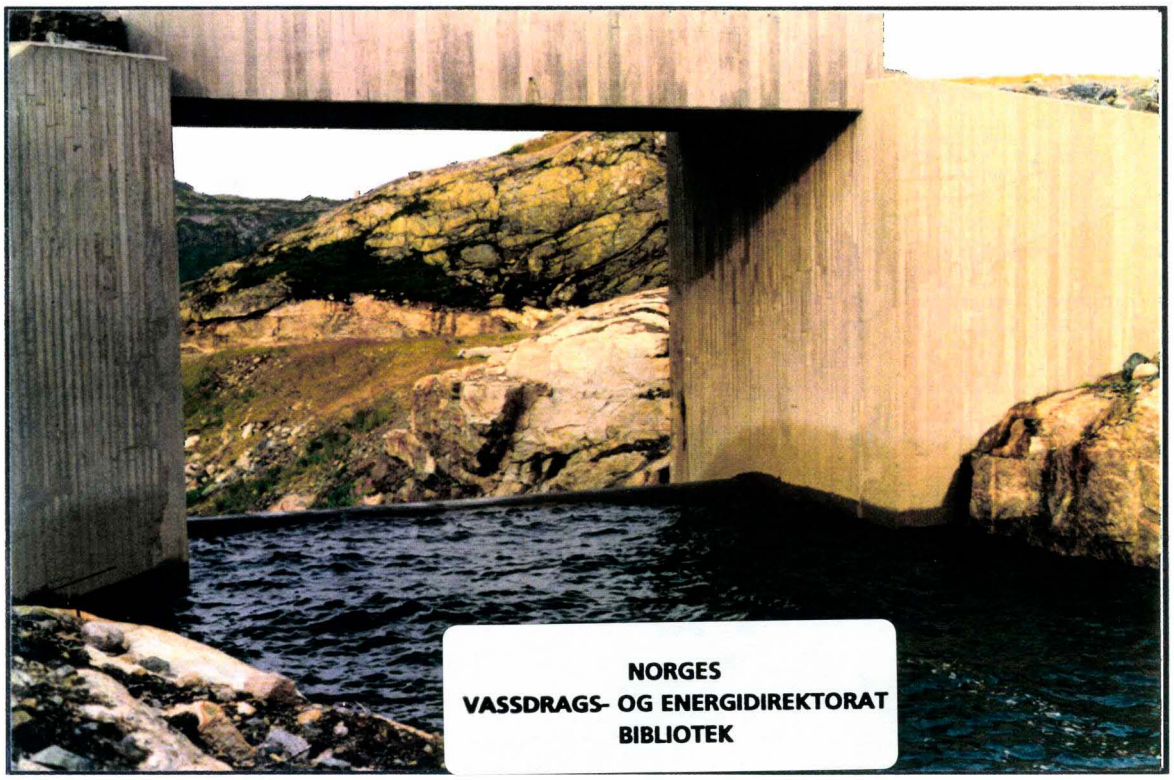
RAPPORT

26 1994

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Bjarne Krokli

FLOMBEREGNING FOR NYSET-STEGGJE



NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

HYDROLOGISK AVDELING

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL FLOMBEREGNING FOR NYSET-STEGGJE	**RAPPORT** 26 -1994
SAKSBEHANDLER Bjarne Krokli Seksjon Vannbalanse	DATO 03.10.94 RAPPORTEN ER ÅPEN
OPPDRAGSGIVER HYDRO ENERGI SOGN	OPPLAG 20

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" (1) er utført for Berdalsvatn dam (074.B1AA3) og Riskalsvatn dam (074.2B).

Resultatet av beregningen ble:

DIMENSJONERENDE FLOM:

	Avløpsflom (m^3/s)	Flomvann-stand (m o.h.)	Flomstigning over HRV (m)
Berdalsvatn	39.6	1061.78	1.78
Riskalsvatn	114.3	981.54	1.24

PÅREGN. MAKSIMAL FLOM:

	Avløpsflom (m^3/s)	Flomvann-stand (m o.h.)	Flomstigning over HRV (m)
Berdalsvatn	76.3	1062.75	2.75
Riskalsvatn	213.7	982.18	1.88

Verdiene for avløpsflommene refererer seg til flomtoppene.
Overløpets innvirkning på flommer er beskrevet i kap. 10. Vannføringskurver for naturlig avløp er beregnet. Flom med gjentaksintervall 10 år er rutet gjennom naturlig sjø og magasin for sammenligning. Konklusjon følger i kap. 12.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

OPPDRAGSRAPPORT
Q1000
PMF
NATURLIGE FLOMMER

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arne Tollan
avd.direktør

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
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

1011. Andvord.

556(05)
ex 1

Omslagsbilde: Overløp i Berdalsvatn
Foto : Bjarne Krokli

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 2 dammer tilhørende Nyset-Steggje Kraftverk hvor det er beregnet Q1000, PMF og påvist reguleringens innvirkning på naturlige flommer. Som naturlig flom er det valgt flom med gjentaksintervall 10 år.

Beregningen for dammen i Berdalsvatn (074.B1AA3) var avhengig av flomberegning for dammen i Viervatn (074.B1AC) som ligger i feltet til Berdalsvatn. Denne flomberegningen er dokumentert i egen rapport, "Flomberegning for Viervatn (074.B1AC)" (2).

Den andre dammen i denne beregningen er Riskalsvatn dam (074.2B).

Oslo, oktober 1994

Bjarne Krokli
fung. seksjonssjef

INNHOLD

		Side
1.	INNLEDNING	3
2.	BELIGGENHET	3
3.	BEREGNING AV FLOMMER	4
4.	OVERFØRINGER	4
5.	NEDBØRFELTENE	6
5.1	Berdalsvatn	6
5.2	Riskalsvatn	6
6.	NEDBØR	6
7.	HYDRAULISKE FORMLER	8
7.1	Berdalsvatn dam	8
7.2	Riskalsvatn dam	9
8.	FLOMMER BERDALSVATN	9
8.1	Tilløpsflommer Berdalsvatn	9
8.2	Avløpsflommer Berdalsvatn	11
9.	FLOMMER RISKALSVATN	13
9.1	Tilløpsflommer Riskalsvatn	13
9.2	Avløpsflommer Riskalsvatn	15
10.	OVERLØPETS INNVIRKNING PÅ FLOMMER	17
11.	FREKVENSANALYSE	20
12.	KONKLUSJON	21
13.	LITTERATUR	21

1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling påtok seg 05.08.94 å utføre flomberegninger for Nyset-Steggje Kraftverk, Årdal kommune, Sogn og Fjordane.

Beregningen gjelder dimensjonerende flom og påregnelig maksimal flom for dammene Berdalsvatn (074.B1AA3) og Riskalsvatn (074.2B).

Det skal også påvises om reguleringen har påvirket naturlige flommer i vassdraget. Som naturlig flom er valgt flom med gjentaksintervall 10 år.

2. BELIGGENHET

Feltene ligger syd for Årdalsvatn og drenerer naturlig til Årdalsvatn (Steggjeelv) og Årdalsfjorden (Nysetelv), Årdal kommune.
Beliggenhet og feltgrenser er vist på kartskisse i figur 1.

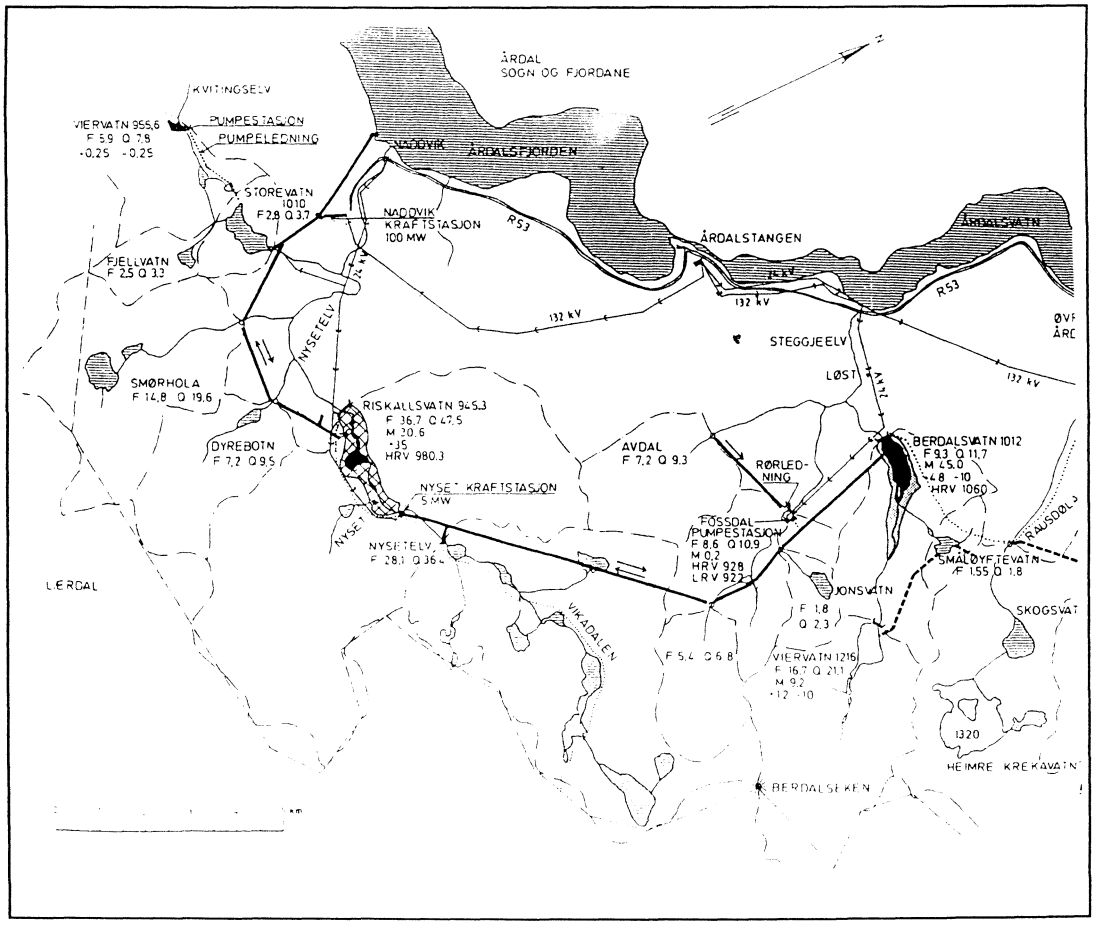


Fig. 1. Nedbørfeltenes beliggenhet.

3. BEREGNING AV FLOMMER

Det foreligger avløpsregistreringer fra Vm 1239,0 i Nysetelv. Registreringene omfatter et felt som er større enn feltet som drenerte naturlig til Riskalsvatn, men er benyttet til frekvensanalyse som kontroll av de beregnede flommene. Flomberegningene er utført ved å benytte flommodell (3) til å beregne tilløpsflom for nedbørfeltene ved hjelp av M10-, M1000- og PMP-estimater (nedbørforløp med 10- og 1000-års gjentaksintervall og påregnelig maksimal nedbør). Tilløpsflom med tillegg av eventuelle overføringer ble så rutet gjennom magasinene.

De tre flommodellene er kalibrert ved å benytte feltparametre (H_L fra hypsografisk kurve) 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. Se figur 2.

4. OVERFØRINGER

Vann fra magasinet i Viervatn blir overført via tunnel til Tyin kraftverk. I flomberegningen regnes tunnelen som stengt slik at overløp går til magasinet i Berdalsvatn.

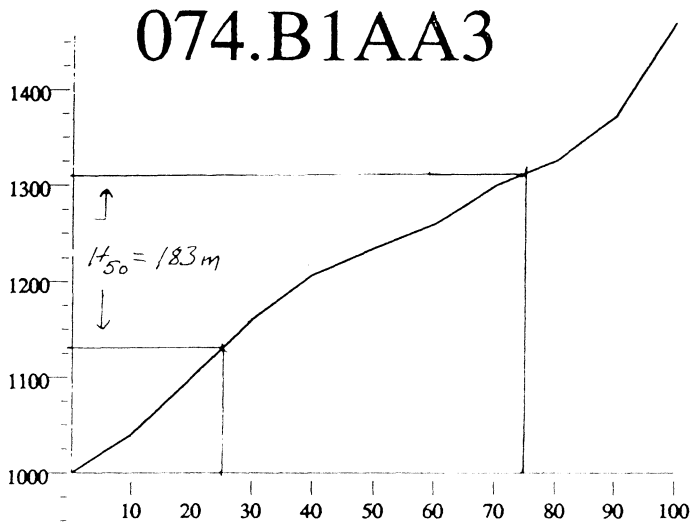
Fra magasinet i Berdalsvatn overføres vann i tunnel til Nyset kraftstasjon ved Riskalsvatn. Det er 3 bekkeinntak og en pumpestasjon på denne tunnelen.

Ved flomberegningen av dammen i Berdalsvatn regnes tunnelen stengt ved Riskalsvatn. På grunnlag av opplysninger om tunnelkapasiteter er det beregnet en vannføringsserie med maksimum på 7 m^3/s for vann som føres til Berdalsvatn under en flomsituasjon.

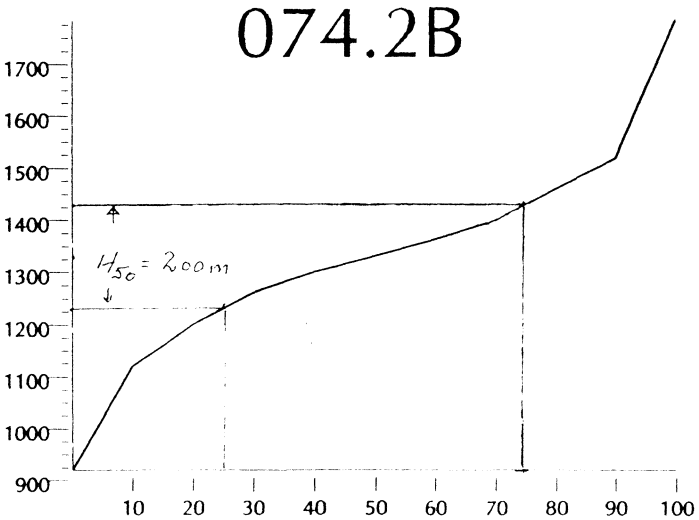
Ved beregningen av flommene for Riskalsvatn regnes tunnelen åpen og det strømmer konstant 7 m^3/s inn i Riskalsvatn. Dette tilsvarer kapasiteten på omløpsventilen ved Nyset kraftverk.

Fra Riskalsvatn går vannet i tunnel med 3 inntak før

Naddvik kraftstasjon. I beregningen for Riskalsvatn regner en at kraftstasjonen står. På grunnlag av opplysninger om tunnelkapasiteter er det beregnet en vannføringsserie med maksimum på 10.5 m^3/s for vann som føres tilbake til Riskalsvatn under en flomsituasjon.



0	1000
10	1040
20	1100
30	1160
40	1207
50	1235
60	1260
70	1300
80	1326
90	1372
100	1470



0	920
10	1120
20	1200
30	1261
40	1300
50	1332
60	1363
70	1400
80	1460
90	1520
100	1786

Fig. 2. Hypsografiske kurver.

5. NEDBØRFELTENE

5.1 Berdalsvatn

Berdalsvatnets nedbørfelt (lokalfelt uten Viervatnets felt) er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M711) til 10.2 km^2.

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 1.76 og settes til 0.23 (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L, er 4.2 km.

Relieff-forholdet, H_L, er beregnet til 43.6 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1, er beregnet til 0.155 $time^{-1}$,

nedre tømmekonstant, K_2, er beregnet til 0.032 $time^{-1}$

og terskelverdien, T, er beregnet til 16.24 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n, settes til 42 l/skm^2.

5.2 Riskalsvatn

Nedbørfeltet til Biskopvatn er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 65.7 km^2.

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 0.71 og settes til 0.41 (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L, er 11.8 km.

Relieff-forholdet, H_L, er beregnet til 16.95 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1, er beregnet til 0.074 $time^{-1}$,

nedre tømmekonstant, K_2, er beregnet til 0.021 $time^{-1}$

og terskelverdien, T, er beregnet til 23.78 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n, settes til 42 l/skm^2.

6. NEDBØR

Registreringer ved Vm 1239,0, Nysetelv, viser at det totale nedbørfeltet på 106 km^2 hadde i uregulert periode et middelavløp på 39.4 l/skm^2. Det tilsvarer en årsmiddelnedbør på 1243 mm når en ser bort fra fordunstning. Det er mangelfullt med registreringer ellers i feltet og få nedbørobservasjoner til støtte i beregnin-

gene. Tildels er det uoverensstemmelser mellom kartene som viser årlig avrenning og årlig nedbør.

Det er valgt å sette årlig middelnedbør for samtlige felt til 1250 mm.

Det norske meteorologiske institutt gir i rapporten "Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier",(4), retningslinjer for beregning av årsverdier og sesongverdier for felter ut fra geografisk beliggenhet.

I følge manualen ligger feltene i et strøk hvor M5(24t)/PN =6.5 - 7 %, hvor M5 er nedbørverdi med gjentaksintervall 5 år og PN er normal årsnedbør.

Beregningen gir for årsverdier:

Samtlige felt: M5(24t)=81mm

Som flomskapende periode er valgt juni/juli med en årstidskvotient på 85%. Det gir:

Samtlige felt: M5(24t)=69mm

Beregningen gir følgende tabell dersom en tar arealreduksjon med i beregningene:

Begge felt								
Antall timer	2	6	12	24	48	72	96	120
M10	30	47	60	80	98	114	130	147
M1000	61	96	124	164	200	233	267	300
PMP	103	161	209	276	337	392	449	505
PMP+snøsmelt	111	169	224	306	397	482	569	655

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.

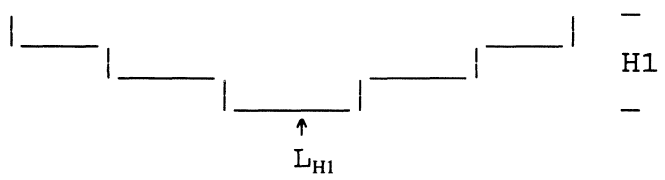
T_L=6.0 °C er en temperatur som kan påvises flere steder på Vestlandet i situasjoner med sterk nedbør og snøsmelting om våren.

7. HYDRAULISKE FORMLER

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

Rekonstruksjon av naturlig utløp fra de vann som i dag er magasiner er gjort ved at regulanten v/ Siv.ing S. Bendiksen har foretatt nivellering av naturlig utløpsprofil og gradient i utløpet fra Viervatn.

Det nivellerte naturlige profil er i beregningen omformet til trappetrinnsprofil:



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

$$Q=c_0*\Sigma_n L_{Hn}*H_n^{1.5}$$, hvor c_0 er satt til 1.4.

Naturlig utløpsforhold i Berdalsvatn og Riskalsvatn er rekonstruert ved modellforsøk av NHL i forkant av utbyggingen. Deres vannføringskurver er omgjort til utløpsformler og gjengitt nedenfor.

For de tre dammene er overløp for de enkelte segmenter beregnet ut fra formelen:

$$Q=c_0*L*H^{1.5}$$

For Riskalsvatn dam er det tatt hensyn til sidekontraksjon pga. pilarer og for Berdalsvatn dam pga. smalt og høyt overløp.

7.1 Berdalsvatn dam

Berdalsvatn dam består av et fast overløp med lengde 8.00 m og høyde opp til kjørebane 4.70 m . Overløpets kotehøyde er 1060.00. Topp krone ligger på kote 1065.00.
Dammen er en steinfyllingsdam med tetningskjerne og kjørebane på kronen.

Vannføringskurve: $Q = 16.700*(H-1060.00)^{1.5000}$ H>1060.00

Naturlig vf.k.: $Q = 20.405*(H-1012.56)^{1.4837}$ H>1012.60

Den naturlige vannføringskurven er beregnet på grunnlag av

modellforsøk utført ved NHL før utbyggingen startet.

Magasinkurve: (1002.00, 0.00), (1012.00, 3.25)

(1016.00, 5.00), (1020.00, 7.50)

(1040.00, 23.50), (1060.00, 45.00)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m^3.

7.2 Riskalsvatn dam

Riskalsvatn dam er en steinfyllingsdam med kjørebane på kronen som ligger på kote 985.30. Det er et fast overløp med total lengde på 41.70 m. Overløpet er delt i 6 felt med 5 pilarer slik at netto lengde er 40.20 m. Overløpsterskel ligger på (HRV) kote 980.30. Høyden på overløpet er 2.75 m.

Vannføringskurve: $Q = 83.160*(H-980.30)^{1.5000}$ H>980.30

Naturlig vf.k.: $Q = 1.535*(H-944.00)^{3.7270}$ H>944.00

Den naturlige vannføringskurven er beregnet på grunnlag av modellforsøk utført ved NHL før utbyggingen startet.

Magasinkurve: (945.30, 1.30), (950.00, 3.00)

(954.00, 5.00), (970.00, 19.30)

(980.00, 31.50), (981.00, 34.60)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m^3.

8. FLOMMER BERDALSVATN

8.1 Tilløpsflommer Berdalsvatn

Med estimerte verdier for M1000 og kalibrerte verdier for avløpsparametrene ble det beregnet dimensjonerende tilløps-flom for Berdalsvatn lokalfelt.

Dimensjonerende tilløpsflom,	flomtopp:	32.2 m^3/s.
	døgnmiddel:	16.6 m^3/s.
	eller:	1623 l/skm^2

Flomforløpet er vist i figur 3.

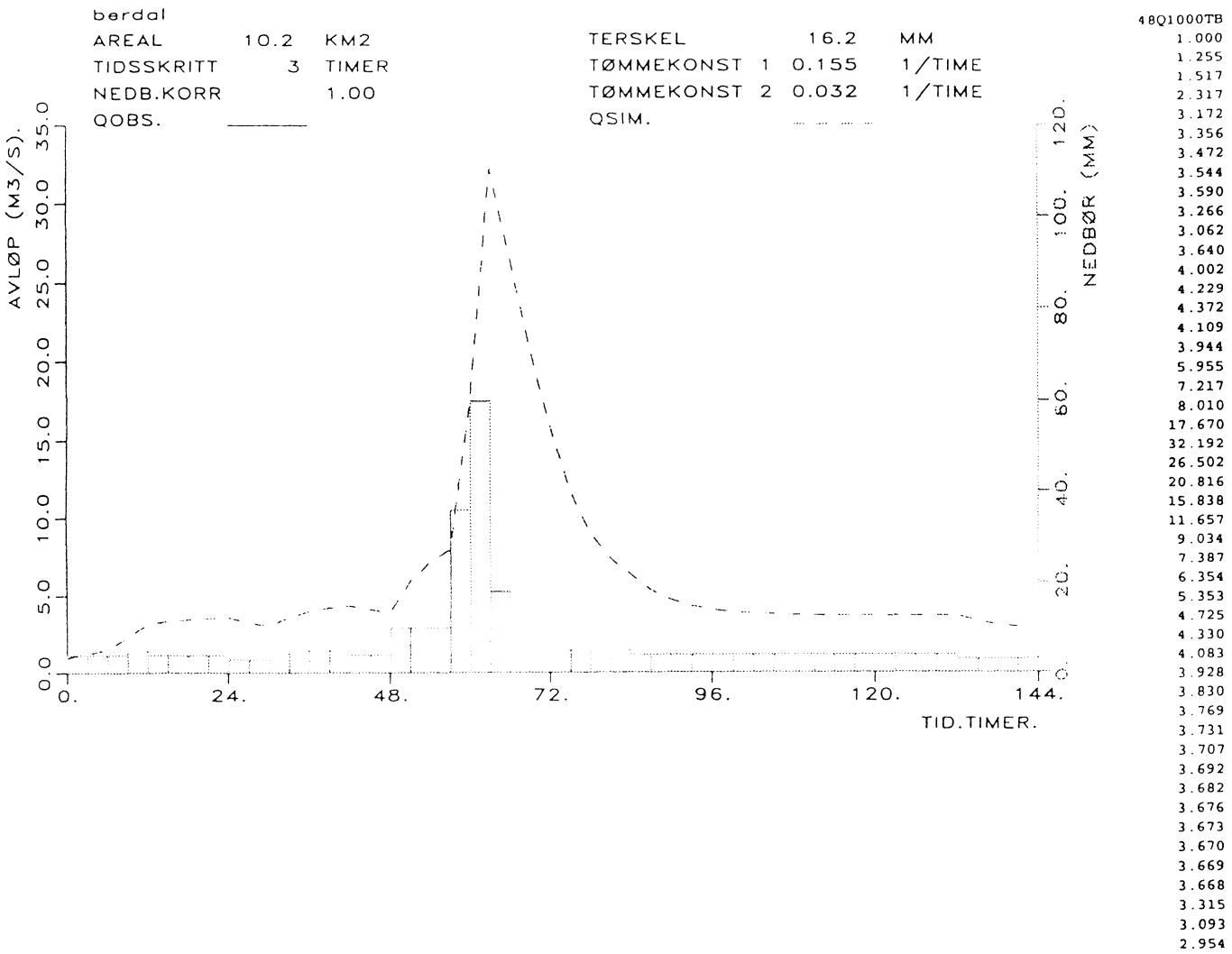


Fig. 3. Dimensjonerende tilløpsflom for Berdalsvatn lokalfelt.

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

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 57.0 m^3/s.

Flomforløpet er vist i figur 4.

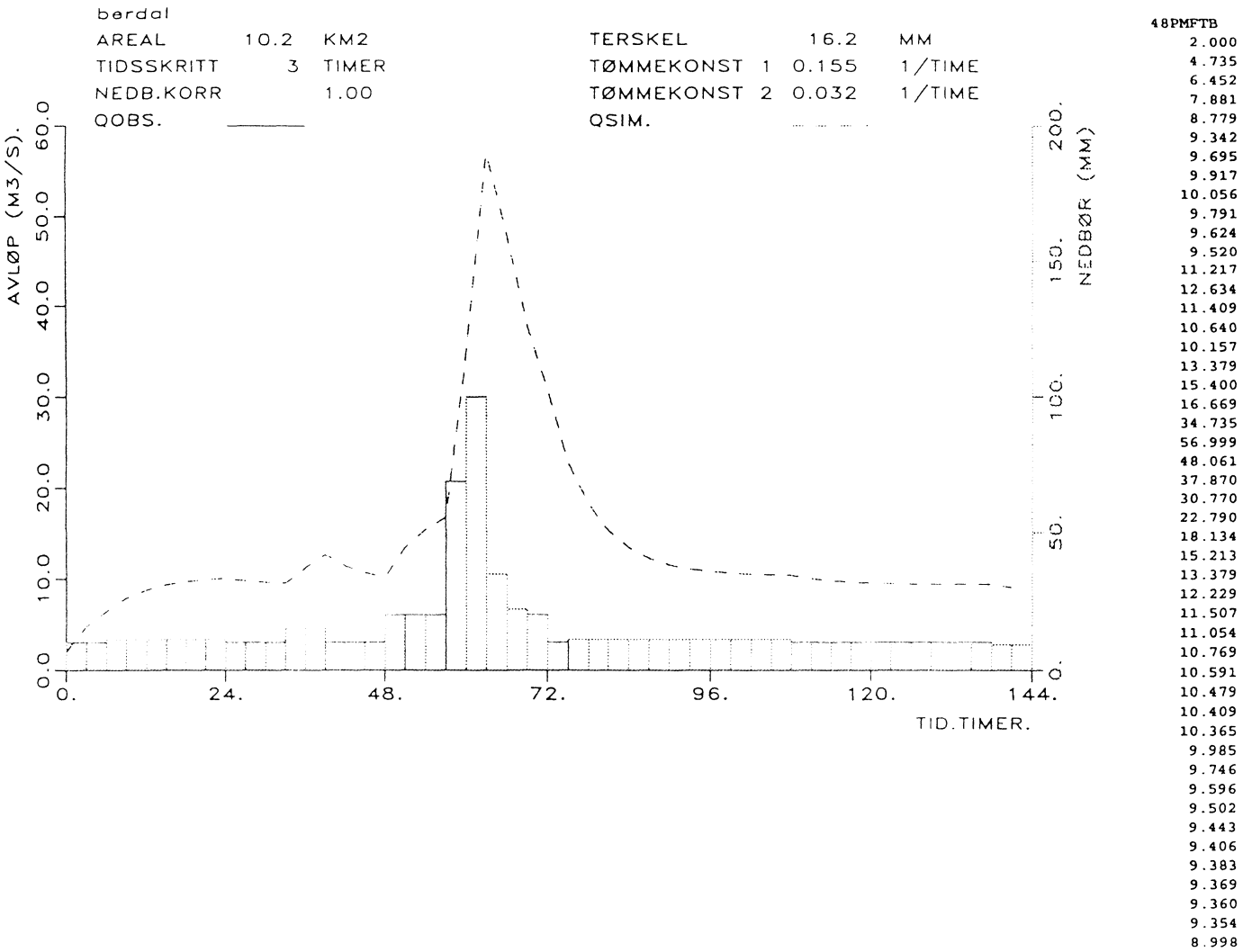


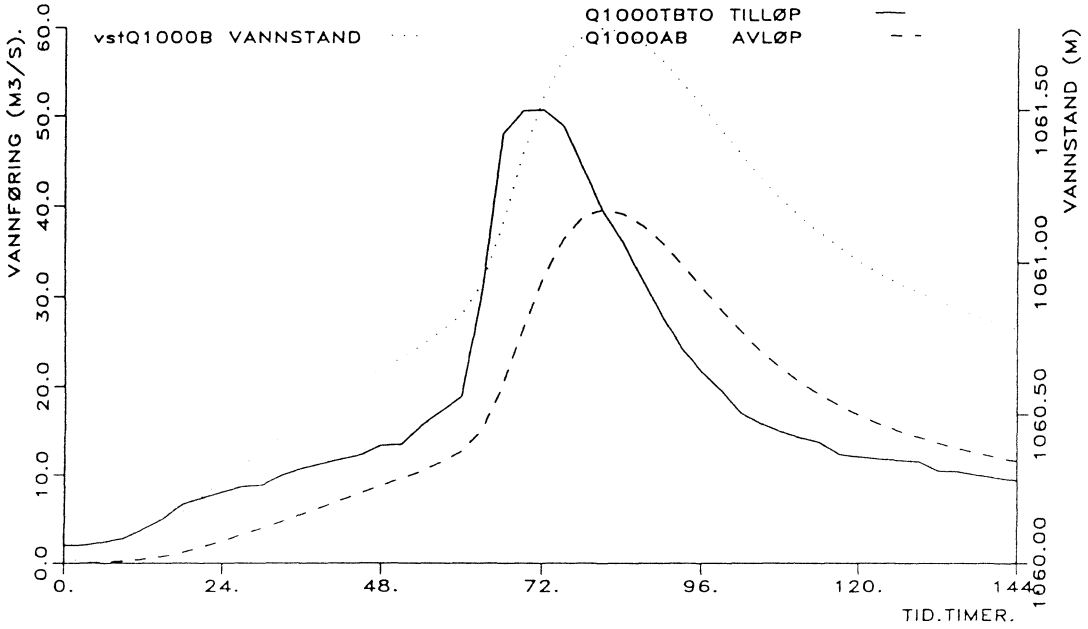
Fig. 4. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Berdalsvatn lokalfelt.

8.2 Avløpsflommer Berdalsvatn

Dimensjonerende tilløpsflom for lokalfeltet ble tillagt avløpsflommen fra Viervatn og bidraget fra overførings-tunnelen til Riskalsvatn og ble så rutet gjennom magasinet. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp:	39.6 m^3/s
Døgnmiddel:	36 "
Flomstigning:	1.78 m

Rutingen er vist i figur 5.



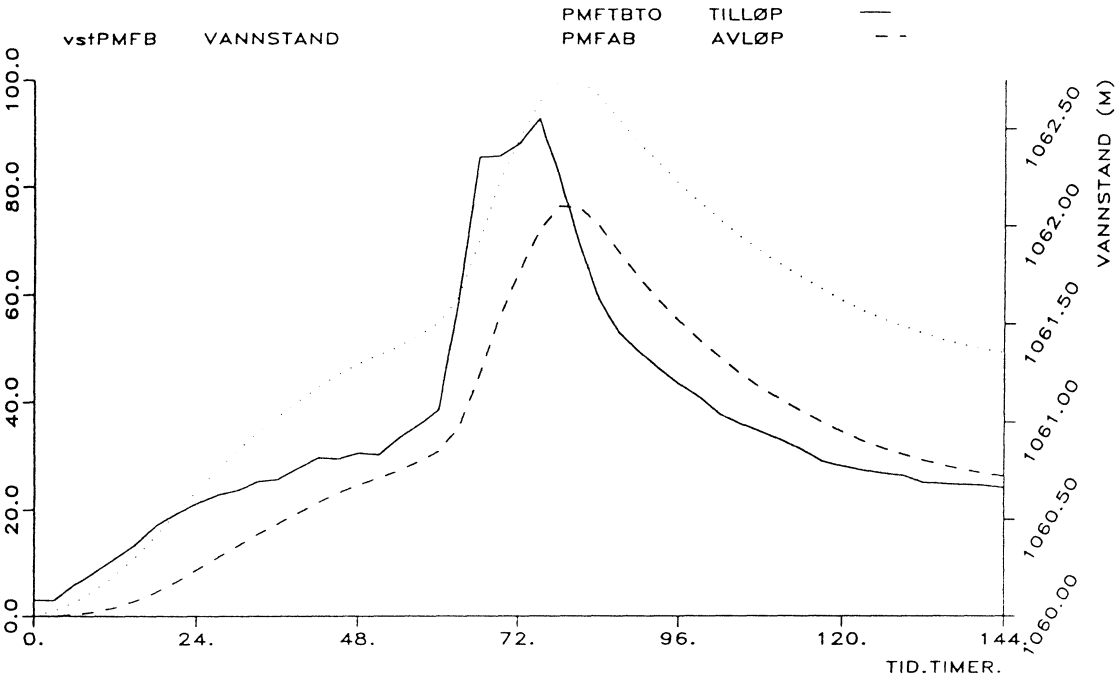
48Q1000TBTO	48vstQ1000B	48Q1000AB
2.000	1060.020	0.046
2.333	1060.040	0.134
2.741	1060.063	0.263
3.753	1060.091	0.458
4.932	1060.127	0.755
6.618	1060.173	1.200
7.347	1060.225	1.783
8.023	1060.278	2.444
8.623	1060.330	3.160
8.785	1060.378	3.882
9.939	1060.426	4.636
10.723	1060.474	5.458
11.299	1060.522	6.296
11.840	1060.567	7.121
12.327	1060.608	7.923
13.399	1060.650	8.745
13.480	1060.689	9.545
15.612	1060.730	10.421
17.273	1060.780	11.502
18.940	1060.834	12.719
30.669	1060.932	15.029
47.996	1061.127	19.969
50.598	1061.357	26.390
50.675	1061.544	32.027
48.890	1061.679	36.327
44.048	1061.755	38.843
39.426	1061.777	39.567
35.968	1061.763	39.099
31.788	1061.724	37.799
27.858	1061.664	35.833
24.340	1061.590	33.469
21.641	1061.509	30.969
19.588	1061.430	28.548
17.035	1061.350	26.205
15.859	1061.274	24.023
14.967	1061.207	22.139
14.291	1061.147	20.527
13.778	1061.096	19.160
12.390	1061.047	17.904
12.093	1061.002	16.755
11.866	1060.964	15.800
11.695	1060.931	15.008
11.562	1060.904	14.352
10.463	1060.877	13.712
10.386	1060.850	13.089
9.975	1060.826	12.543
9.653	1060.804	12.038
9.343	1060.783	11.572

Fig. 5. Dimensjonerende avløpsflom for Berdalsvatn.

Påregnelig maksimal tilløpsflom for lokalfeltet ble tillagt avløpsflommen fra Viervatn og bidraget fra overførings-tunnelen til Riskalsvatn og ble så rutet gjennom magasinet. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp:	76.3 m^3/s
Døgnmiddel:	67.3 "
Flomstigning:	2.75 m

Rutingen er vist i figur 6.



PMFTBTO	48vstPMFB	48PMFAB
3.000	1060.029	0.084
5.950	1060.071	0.316
8.261	1060.134	0.821
10.905	1060.214	1.652
13.497	1060.308	2.851
16.996	1060.416	4.479
19.259	1060.533	6.493
21.196	1060.648	8.718
22.777	1060.758	11.030
23.671	1060.858	13.279
25.334	1060.949	15.444
25.747	1061.030	17.467
27.755	1061.104	19.382
29.716	1061.178	21.364
29.528	1061.243	23.155
30.558	1061.297	24.678
30.234	1061.342	25.960
33.302	1061.387	27.278
35.784	1061.443	28.951
38.506	1061.506	30.867
59.351	1061.644	35.204
85.483	1061.924	44.562
85.671	1062.226	55.475
88.233	1062.455	64.222
92.745	1062.643	71.749
81.760	1062.753	76.285
69.476	1062.748	76.087
59.046	1062.664	72.626
52.985	1062.546	67.829
49.416	1062.426	63.104
46.196	1062.315	58.834
43.355	1062.213	54.974
40.890	1062.119	51.500
37.787	1062.029	48.263
36.017	1061.945	45.289
34.548	1061.870	42.709
32.999	1061.803	40.438
31.278	1061.741	38.354
29.052	1061.679	36.327
28.101	1061.620	34.434
27.373	1061.569	32.820
26.824	1061.525	31.455
26.412	1061.488	30.314
25.108	1061.453	29.249
24.881	1061.420	28.263
24.714	1061.393	27.466
24.593	1061.371	26.822
24.150	1061.352	26.265

Fig. 6. Påregnelig maksimal avløpsflom for Berdalsvatn.

9. FLOMMER RISKALSVATN

9.1 Tilløpsflommer Riskalsvatn

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

Dimensjonerende tilløpsflom, flomtopp: 134.5 m^3/s.
døgnmiddel: 96 m^3/s.
eller: 1453 l/skm^2.

Fomforløpet er vist i figur 7.

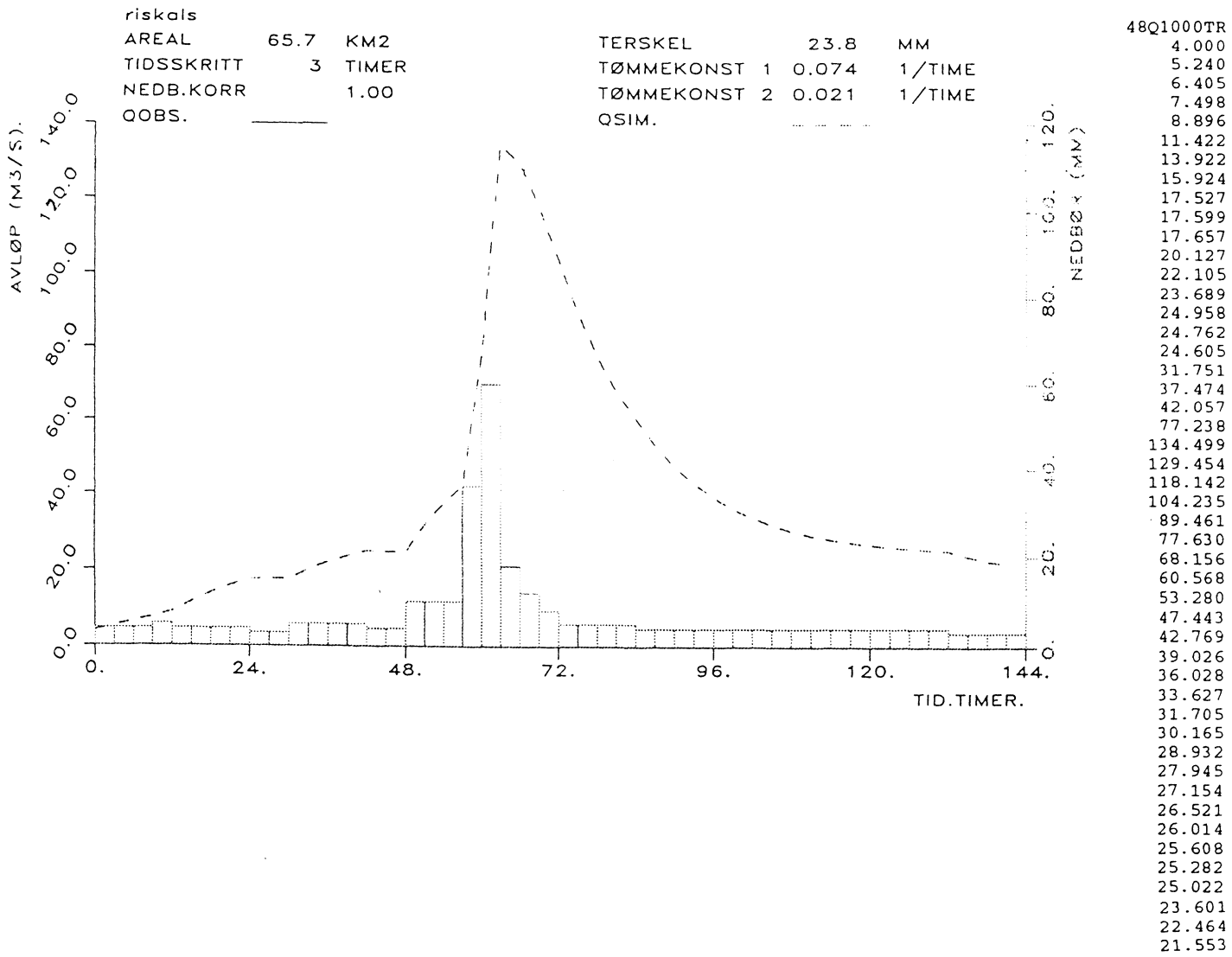


Fig. 7. Dimensjonerende tilløpsflom for Riskalsvatnets nedbørfelt.

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

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 248 m^3/s.

Flomforløpet er vist i figur 8.

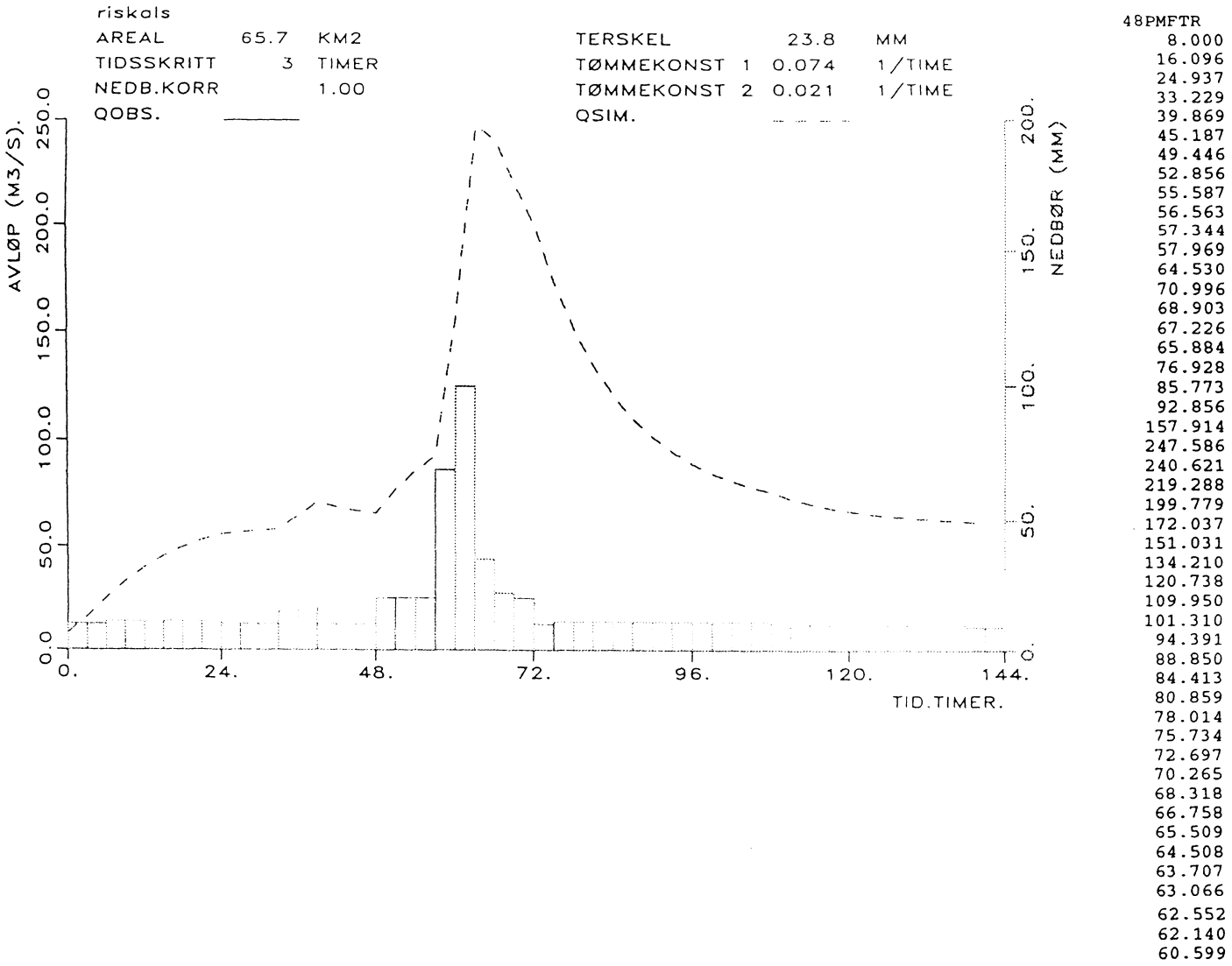


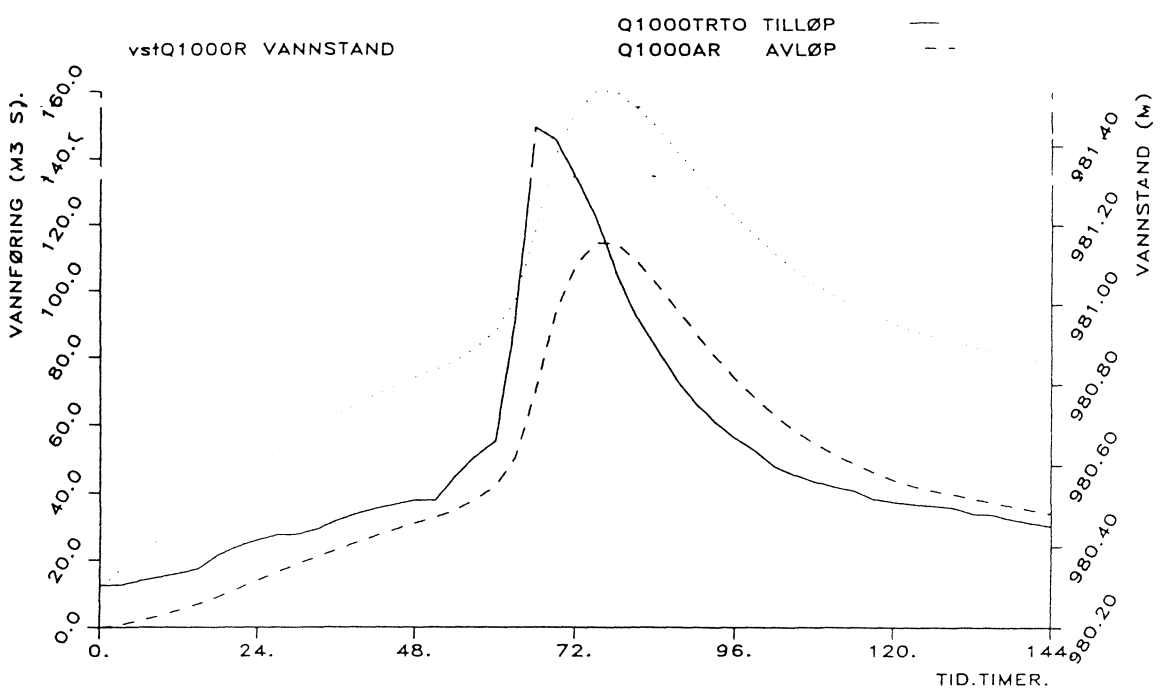
Fig. 8. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Riskalsvatnets nedbørfelt.

9.2 Avløpsflommer Riskalsvatn.

Dimensjonerende tilløpsflom ble tillagt bidragene fra overføringstunnelen fra Berdalsvatn (7 m^3/s konst.) og fra driftstunnelen ut fra Riskalsvatn (maks. 10.5 m^3/s). Den totale tilløpsflommen ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp:	114.3	m^3/s
Døgnmiddel:	100	"
Flomstigning:	1.24	m

Rutingen er vist i figur 9.



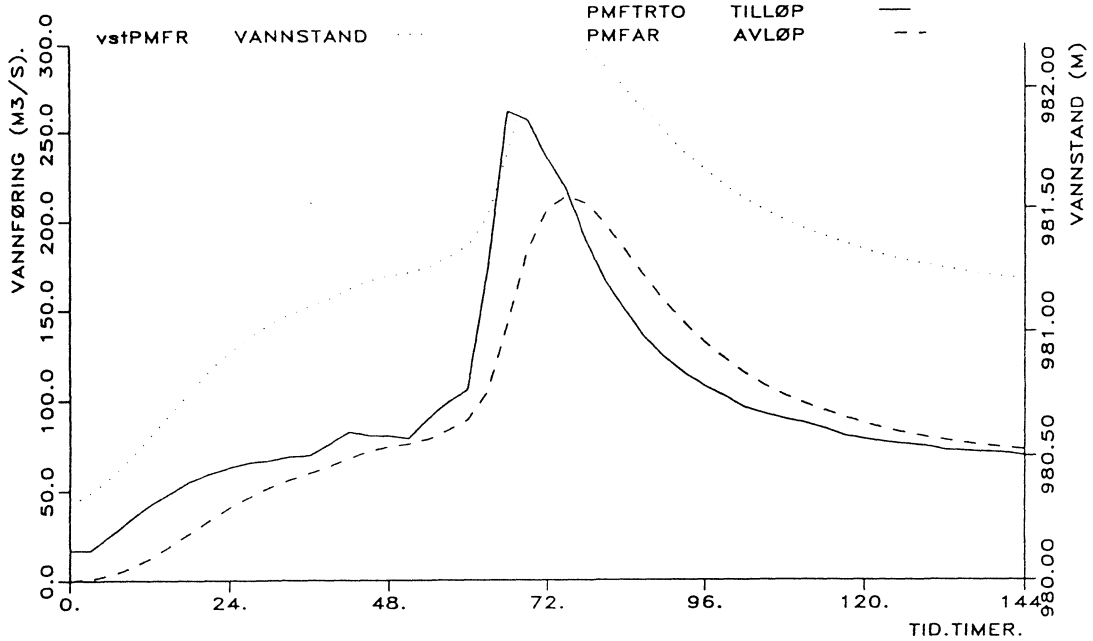
48Q1000TRTO	48vstQ1000R	48Q1000AR
12.500	980.341	0.694
13.740	980.380	1.891
14.905	980.418	3.386
15.998	980.455	5.052
17.396	980.489	6.828
21.422	980.526	8.906
23.922	980.565	11.345
25.924	980.603	13.898
27.527	980.639	16.431
27.599	980.670	18.720
29.157	980.697	20.766
31.627	980.723	22.861
33.605	980.749	25.038
35.189	980.774	27.170
36.458	980.797	29.181
37.762	980.819	31.059
37.605	980.836	32.645
44.751	980.859	34.724
50.474	980.892	37.918
55.057	980.931	41.687
91.738	981.013	50.017
148.999	981.189	69.710
145.454	981.378	93.046
134.142	981.489	107.837
121.735	981.536	114.344
105.461	981.535	114.098
92.130	981.499	109.143
82.656	981.447	102.184
73.568	981.390	94.607
66.280	981.330	86.980
60.443	981.273	79.825
55.769	981.220	73.374
52.026	981.172	67.695
47.528	981.127	62.573
45.127	981.087	58.011
43.205	981.052	54.192
41.665	981.022	50.997
40.432	980.996	48.330
37.945	980.973	45.910
37.154	980.951	43.723
36.521	980.934	41.941
36.014	980.919	40.489
35.608	980.907	39.303
33.782	980.895	38.141
33.522	980.883	37.019
32.101	980.872	35.972
30.964	980.860	34.878
30.053	980.849	33.812

Fig. 9. Dimensjonerende avløpsflom for Riskalsvatn.

Påregnelig maksimal tilløpsflom med bidrag fra tunnelene ble likeledes rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp:	213.7	m^3/s
Døgnmiddel:	184.1	"
Flomstigning:	1.88	m

Rutingen er vist i figur 10.



48PMFTRTO	48vstPMFR	48PMFAR
16.500	980.354	1.039
24.596	980.414	3.212
33.437	980.491	6.951
41.729	980.579	12.275
48.369	980.671	18.781
55.187	980.761	25.998
59.446	980.844	33.373
62.856	980.917	40.280
65.587	980.979	46.486
66.563	981.029	51.716
68.844	981.069	56.084
69.469	981.102	59.721
76.030	981.135	63.399
82.496	981.174	67.944
80.403	981.207	71.875
80.226	981.228	74.354
78.884	981.241	75.893
89.928	981.262	78.425
98.773	981.300	83.213
105.856	981.347	89.044
172.414	981.466	104.755
262.086	981.729	141.996
256.621	981.994	183.287
235.288	982.132	206.212
217.279	982.176	213.676
188.037	982.152	209.570
165.531	982.080	197.464
148.710	981.990	182.782
133.738	981.898	167.915
122.950	981.808	154.017
114.310	981.727	141.814
107.391	981.656	131.323
101.850	981.594	122.419
95.913	981.539	114.691
92.359	981.491	108.036
89.514	981.450	102.567
87.234	981.416	98.078
84.197	981.387	94.202
80.265	981.358	90.489
78.318	981.331	87.042
76.758	981.308	84.144
75.509	981.288	81.718
74.508	981.272	79.697
72.207	981.257	77.799
71.566	981.242	76.040
71.052	981.230	74.641
70.640	981.221	73.520
69.099	981.212	72.448

Fig. 10. Påregnelig maksimal avløpsflom for Riskalsvatn.

10. OVERLØPETS INNVIRKNING PÅ FLOMMER

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

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

- Oppdemming av et område med liten eller ingen naturlig flomdempning og hvor det ikke er overføring til feltet: I dette tilfelle kan faste overløps karakteristikk ikke forverre flomforholdene uansett utforming. De kan derfor konstrueres med stor kapasitet uten øket flomfare for nedenforliggende områder.

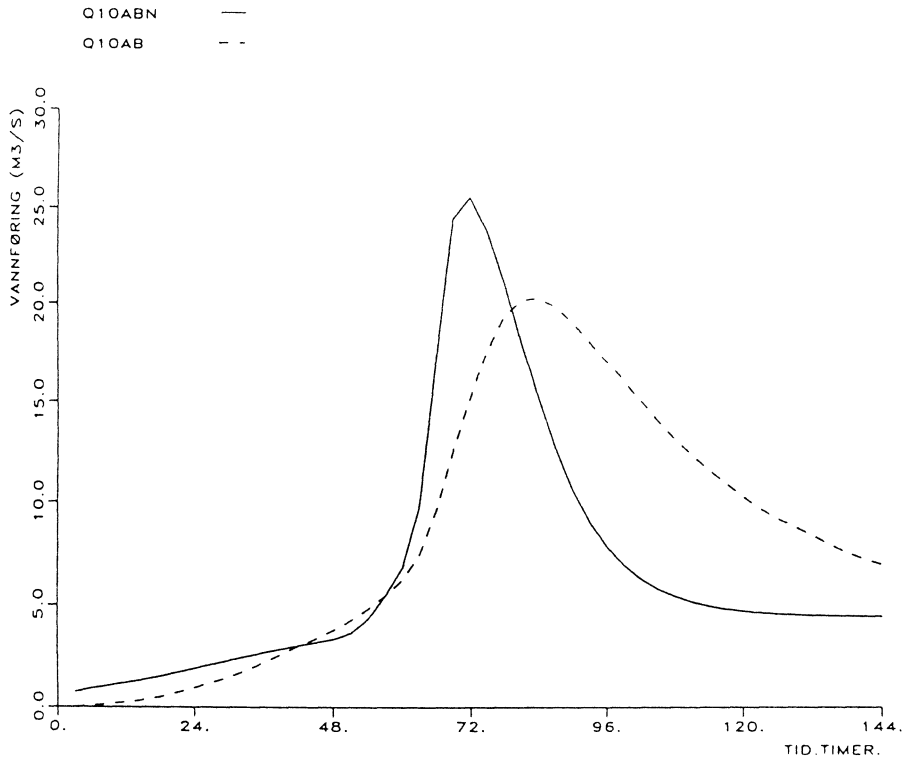
- Oppdemming av områder med betydelig naturlig flomdempning, for eks. innsjøer eller større myområder, eller når det er overføringer til feltet: I slike tilfeller må de faste overløp utformes slik at reguleringen såvidt mulig ikke medfører økning av de naturlige flommer."

For de 2 damanleggene er de naturlige avløpsprofilene og vannføringskurvene rekonstruert gjennom oppmåling og modellforsøk.

Naturlig tilløpsflom, $Q10_{naturlig}$, er rutet gjennom sjøene og sammenlignet med regulert tilløpsflom, $Q10_{reg}$, rutet gjennom magasinene.

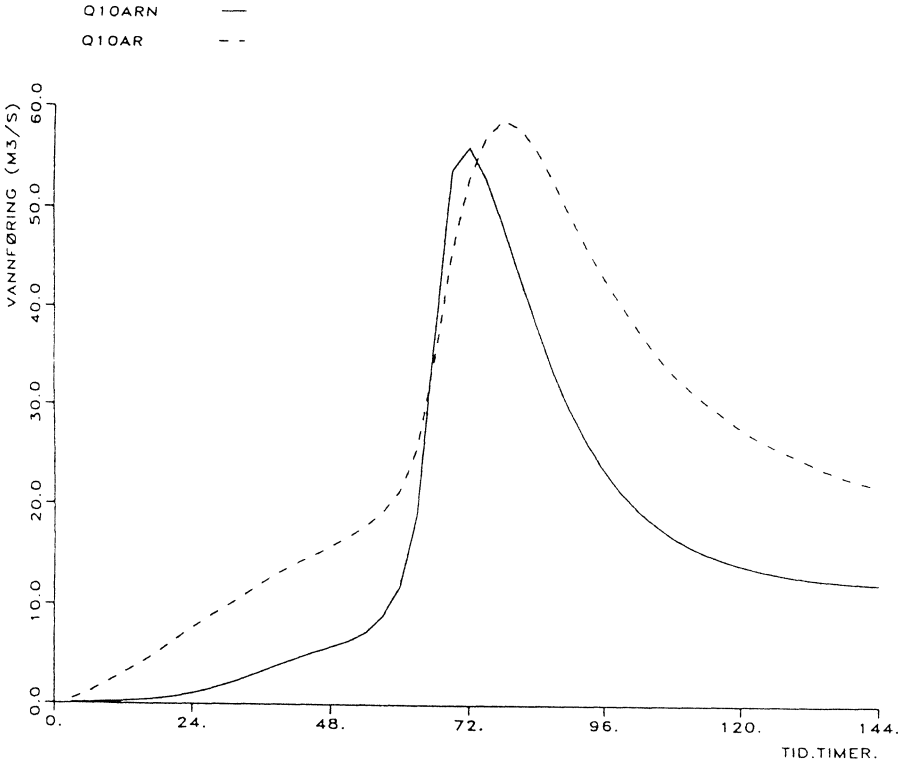
For Berdalsvatn (se figur 11) viser beregningen ca 20% senking av flomtoppen og noe langsomre flomforløp. Flomvolumet er noe større fordi det er regnet med bidrag fra overføringstunnelen fra Riskalsvatn. Dette har neppe noen betydning fordi volumøkningen vil komme på slutten av flommen. Ved flommer av denne størrels vil Nyset kraftstasjon høyst sannsynlig være i drift og da vil de regulerte flommene være dempet både i topp og volum.

For Riskalsvatn (se figur 12) viser beregningen at flomtoppen er ca 5% høyere for den regulerte flommen sammenlignet med naturlig flom. Volumet er også noe forøket. En må imidlertid holde det for mest sannsynlig at Naddvik kraftstasjon er i drift ved flommer av denne størrelse. I så fall vil de regulerte flommene være redusert sammenlignet med de naturlige.



48Q10ABN	48Q10AB
0.755	0.030
0.918	0.084
1.068	0.156
1.203	0.242
1.348	0.345
1.522	0.502
1.712	0.721
1.912	0.961
2.113	1.219
2.311	1.489
2.502	1.821
2.683	2.213
2.853	2.600
3.011	2.981
3.161	3.348
3.319	3.764
3.615	4.256
4.333	4.818
5.459	5.471
6.815	6.214
9.890	7.441
17.405	9.764
24.442	12.677
25.556	15.322
23.831	17.672
21.027	19.394
17.954	20.197
15.099	20.305
12.589	19.853
10.566	19.020
9.002	18.057
7.817	17.053
6.931	16.065
6.272	15.035
5.784	14.008
5.424	13.103
5.159	12.311
4.964	11.621
4.821	10.934
4.718	10.262
4.642	9.690
4.586	9.207
4.547	8.796
4.517	8.365
4.497	7.918
4.482	7.542
4.471	7.227
4.463	6.961

Fig. 11. Naturlig- (heltr.) og regulert avløpsflom fra Berdalsvatn(10-års gjentaksintervall).



48Q10ARN	48Q10AR
0.140	0.465
0.171	1.246
0.218	2.167
0.283	3.143
0.383	4.142
0.542	5.272
0.778	6.506
1.110	7.692
1.546	8.816
2.083	9.867
2.699	10.975
3.364	12.126
4.041	13.162
4.700	14.091
5.316	14.921
5.880	15.810
6.449	16.787
7.289	17.843
8.976	19.316
11.896	21.412
19.004	25.653
36.984	34.804
53.906	45.661
56.119	52.989
53.019	57.236
48.304	58.817
43.088	57.971
38.088	55.744
33.436	52.655
29.487	49.228
26.226	45.967
23.554	42.982
21.374	40.316
19.596	37.783
18.147	35.426
16.963	33.440
15.998	31.769
15.211	30.360
14.568	29.004
14.045	27.712
13.619	26.652
13.272	25.787
12.990	25.074
12.762	24.322
12.577	23.548
12.426	22.926
12.306	22.427
12.208	22.025

Fig. 12. Naturlig- (heltr.) og regulert avløpsflom fra Riskalsvatn(10-års gjentaksintervall).

11. FREKVENSANALYSE

Vm. 1239,0, Nysetelv, ligger i Nysetelv nedenfor feltet til Riskalsvatn. Feltet her er 106 km^2, ca 15% større felt enn det denne flomberegningen omfatter.

Frekvensanalyse på avløpsdata fra uregulert periode, 1957 - 1989, gir følgende resultat (døgnmiddel):

Middelflom: 47.5 m^3/s. 1000-års flom er 191.5 m^3/s som tilsvarer 1806 l/skm^2 (Gumbel fordelingsfunksjon). Q1000 tilløpsflom til Viervatn er beregnet til ca 1593 l/skm^2, for Berdalsvatn lokalfelt 1623 l/skm^2 mens det for Riskalsvatnets lokalfelt ble beregnet 1453 l/skm^2.

De feltene som ikke inngår i denne flomberegningen, men som drenerer til vm. 1239,0, Nysetelv, har betydelig mindre sjøprosent og har dermed større flommer målt i l/skm^2. Frekvensanalysen viser dermed at de beregnede flommene er av sannsynlig størrelse.

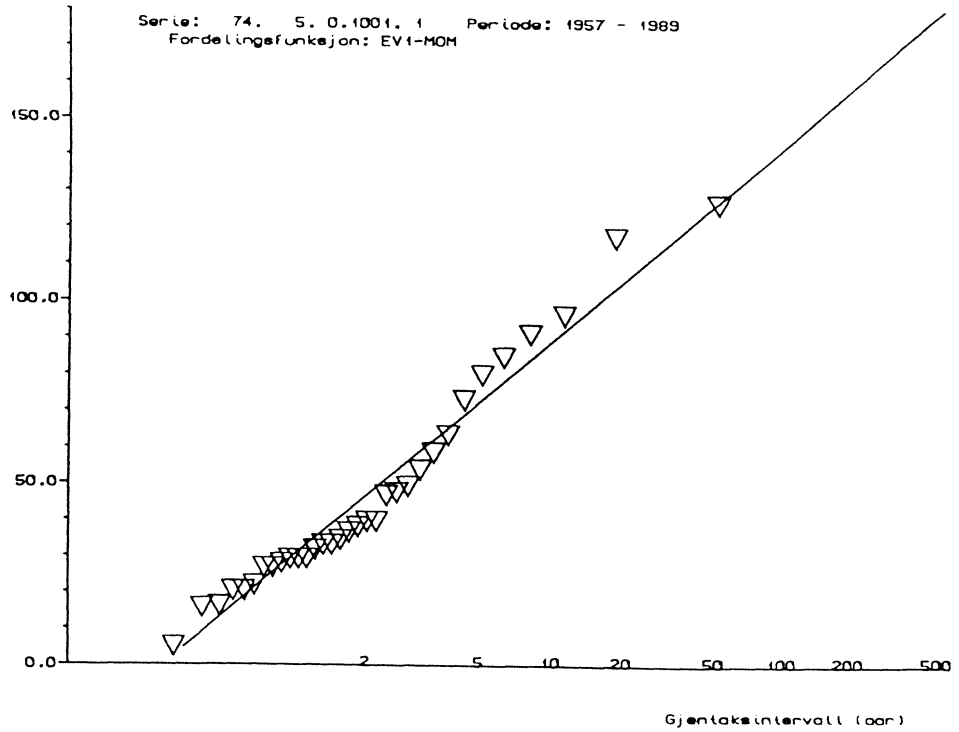


Fig. 8. Frekvensanalyse av flommer ved Vm. 1239,0 Nysetelv. Uregulert periode 1957-1989.

12. KONKLUSJON

Ruting av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom for Berdalsvatn og Riskalsvatn viser at overløpene er dimensjonert rikelig for slike flommer.

Beregningen på hvordan reguleringen har påvirket naturlige flommer viser at slike flommer er minsket for Berdalsvatn (ca 20% mindre flomtopp) og øket for Riskalsvatn (ca 5% høyere flomtopp). Dette gjelder om kraftverkene er ute av drift. Dersom kraftverkene er i drift, vil flommer med hyppige gjentaksintervall være dempet i begge magasinene.

13. LITTERATUR

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

(2) Krokli, Bjarne:
1994: Flomberegning for Viervatn (074.B1AC)
Rapport nr. 24 1994. NVE.

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

(4) Førland, Eirik J.:
1992: Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier.
Rapport nr. 21/92. Klima DNMI.

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

I 1994 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

Nr 1 Truls Erik Bønsnes og Lars Andreas Roald: Regional flomfrekvensanalyse. Sambandet mellom momentanflom og døgnmiddelflom. (45 s.)

Nr 2 Steinar Myrabø: Sæternbekken forsøksfelt. (29 s.)

Nr 3 Edward Witczak: Vurdering av grustak i Stjørdalselva ved Måsøra - Hofstadøra. Stjørdal kommune, N-Trøndelag. Vassdrag nr. 124. A0. (11 s.)

Nr 4 Bjarne Krokli: Q 100 og Q 1000 avløpsflom med naturlig utløpsprofil i Ulldalsvatn og Bergsvatn (079.Z). (13 s.)

Nr 5 Rune Dahl, Hans Otnes og Frode Trengereid: Årsrapport for NVEs interne havarigruppe. (8 s.)

Nr 6 Harald Sakshaug: Vassdragsteknisk vurdering av interimsvei ved bygging av ny Vikersund bru. (5 s.)

Nr 7 Astrid Voksø, Bjarne Krokli: Flomlinjeberegning og flomsonekart for nedre del av Leira (002. CAZ). (9 s.)

Nr 8 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Lærdalsvassdraget (073.Z). (36 s.)

Nr 9 Ole Einar Tveito og Hege Hisdal: A study of regional trends in annual and seasonal precipitation and runoff series. (30 s.)

Nr 10 Einar Beheim, Eirik Smidt Eriksen: Vassdragsteknisk seksjon 1993. (73 s.)

Nr 11 Nils-Otto Kitterød: The Haslemoen-project - main results and experiences. (56 s.)

Nr 12 Roger Sværd: Beregning av normalavløp for Taraldsvik kraftverk. (9 s.)

Nr 13 Bjarne Krokli: Vannlinje- og avløpskurveberegning for utløpet av Ostevatn (067.6Z). (9 s.)

Nr 14 Rune Dahl, Hans Otnes og Frode Trengereid: Uværet i Nord-Norge vinteren 1993. Hva har vi lært? (21 s.)

Nr 15 Ingebrigt Bævre: Oversvømte arealer langs nedre deler av Orkla ved en middelflom. Orkdal kommune, Sør-Trøndelag. Vassdrag nr. 121.Z. (7 s.)

Nr 16 BEGRENSET

Nr 17 Hallvard Berg: Utprøving av erosjonssikringstiltak i Slemdalsbekken. (20 s.)

Nr 18 Dag Bachke (red.): Vassdragstilsynet. Årsoversikt 1993. (36 s.)

Nr 19 Arve M. Tvede: Vanntemperaturen i Suldalslågen. Forholdet mellom vanntemperatur, vannføring og værforhold i perioden 15. april - 15. juni. (20 s.)

Nr 20 Roger Sværd: Flomberegning for Andfiskåga i Ranavassdraget. (15 s.)

Nr 21 Astrid Voksø, Bjarne Krokli: Flomlinjeberegning og flomsonekart for nedre del av Leira (002.CAZ). Revidert utgave. (10 s.)

Nr 22 Arve M. Tvede: Blomsterskardbreen, Folgefonni. En oversikt over breens variasjoner i nyere tid. (14 s.)

Nr 23 Svein Homstvedt og Harald Høifødt: Inndelingssystem for kystsoneforvaltning. Sluttrapport fra et forsøksprosjekt for Rogaland. (22 s.)

Nr 24 Bjarne Krokli: Flomberegning for Viervatn (074.B1AC). (14 s.)

Nr 25 Eirik Traae: Vassdragsteknisk vurdering av utfyllinger, langs Drammenselva, for G/S-veier i Nedre Eiker Kommune. (10 s.)

Nr 26 Bjarne Krokli: Flomberegning for Nyset-Steggje. (21 s.)