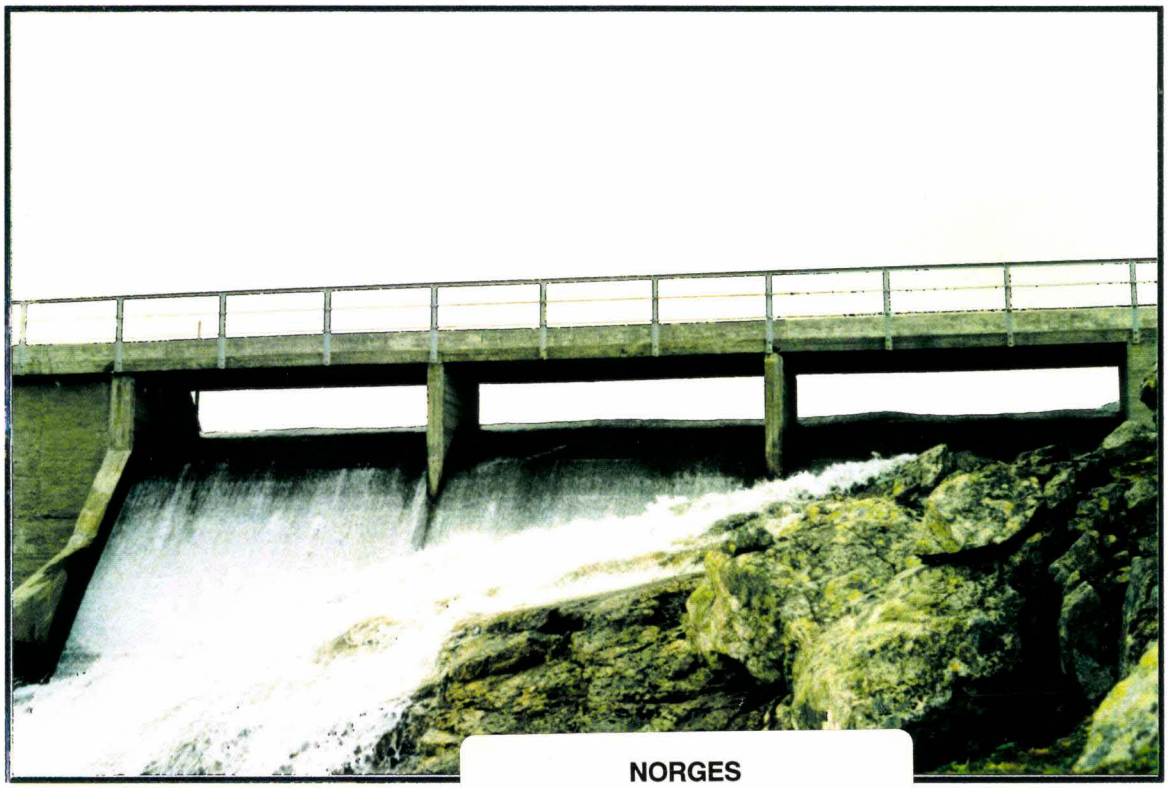
RAPPORT

24 1994

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Bjarne Krokli

FLOMBEREGNING FOR VIERVATN (074.B1AC)



HYDROLOGISK AVDELING

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL FLOMBEREGNING FOR VIERVATN (074.B1AC)	**RAPPORT** 24-1994
SAKSBEHANDLER Bjarne Krokli Seksjon Vannbalanse	DATO 27.09.94 RAPPORTEN ER ÅPEN
OPPDRAGSGIVER HYDRO ENERGI SOGN	OPPLAG 20

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" (1) er utført for Viervatn dam.

Resultatet av beregningen ble:

DIMENSJONERENDE FLOM:

	Avløpsflom (m^3/s)	Flomvann-stand (m o.h.)	Flomstigning over HRV (m)
Viervatn	26.4	1229.10	1.10

PÅREGN. MAKSIMAL FLOM:

	Avløpsflom (m^3/s)	Flomvann-stand (m o.h.)	Flomstigning over HRV (m)
Viervatn	55.0	1229.87	1.87

Verdiene for avløpsflommene refererer til flomtoppene.

Overløpets innvirkning på flommer er beskrevet i kap. 8. Vannføringskurve for naturlig avløp er beregnet. Flom med gjentaksintervall 10 år er rutet gjennom naturlig sjø og magasin for sammenligning. Konklusjon: Reguleringen har redusert flommer med gjentaksintervall 10 år.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

OPPDRAGSRAPPORT
Q1000
PMF
NATURLIGE FLOMMER

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Jon Ove Hagen
fung. avd. direktør

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

1011. Andvord.

Omslagsbilde: Viervatn dam
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 Viervatn dam (074.B1AC). Viervatn drenerer naturlig til Berdalsvatn (074.B1AA3) (Nyset-Steggje Kraftverk), men overføres via tunnel til Tyin. Det er beregnet Q1000, PMF og påvist reguleringens innvirkning på naturlige flommer. Som naturlig flom er det valgt flom med gjentaksintervall 10 år.

Oslo, september 1994

Bjarne Krokli
fung. seksjonsjef

INNHOLD

		Side
1.	INNLEDNING	3
2.	BELIGGENHET	3
3.	BEREGNING AV FLOMMER	4
4.	NEDBØRFELTET	5
5.	NEDBØR	5
6.	HYDRAULISKE FORMLER	6
6.1	Viervatn dam	7
7.	FLOMMER VIERVATN	7
7.1	Tilløpsflommer Viervatn	7
7.2	Avløpsflommer Viervatn	9
8.	OVERLØPETS INNVIRKNING PÅ FLOMMER	11
9.	FREKVENSANALYSE	13
10.	LITTERATUR	14

1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling påtok seg 05.08.94 å utføre flomberegninger for Viervatn dam (074.B1AC) som overføres til Tyin Kraftverk, Årdal kommune, Sogn og Fjordane.

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

2. BELIGGENHET

Feltet ligger syd for Årdalsvatn og drenerer naturlig til Årdalsvatn (Steggjeelv).
Beliggenhet og feltgrenser er vist på kartskisse i figur 1.

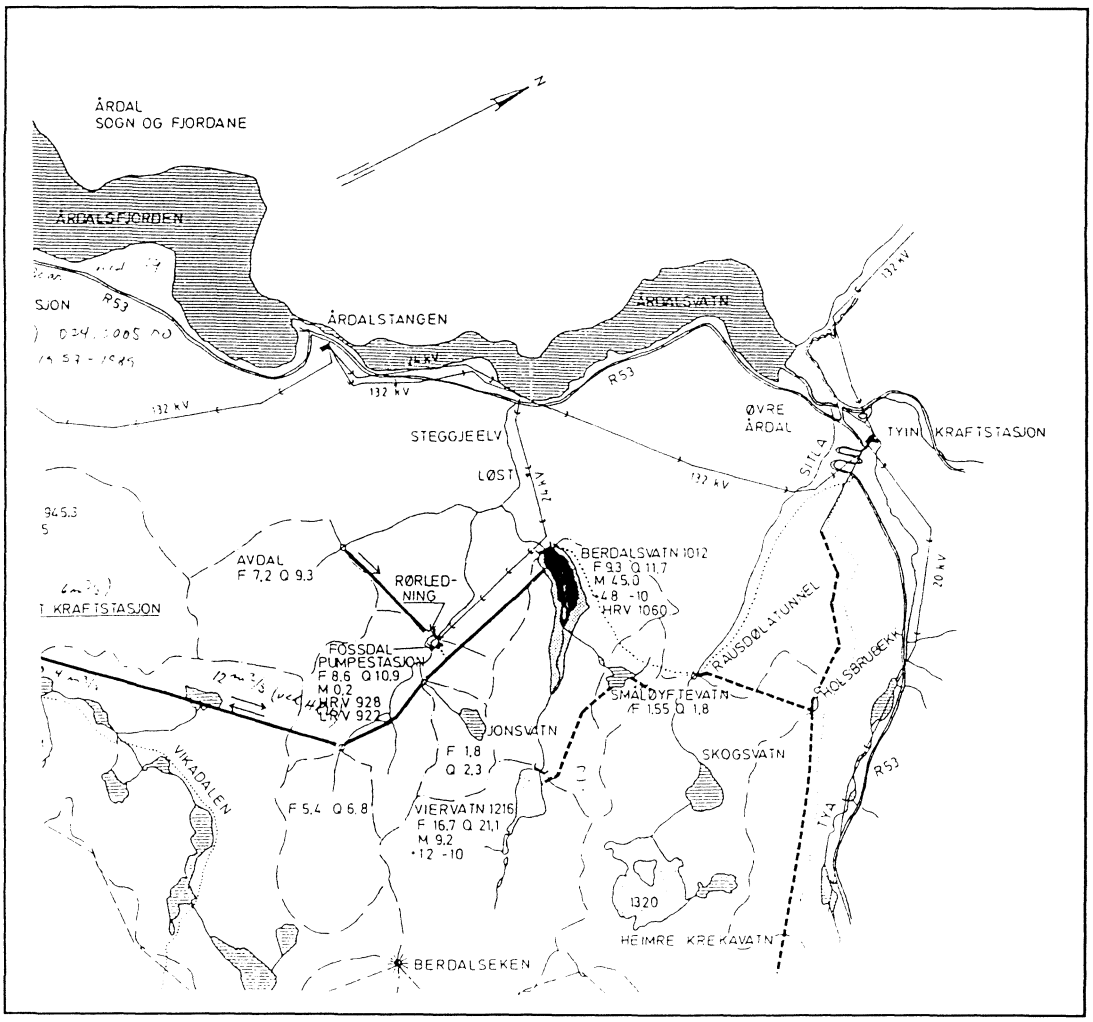


Fig. 1. Nedbørfeltets beliggenhet.

3. BEREGNING AV FLOMMER

Da det ikke foreligger avløpsregistreringer fra feltet, er flomberegningene utført ved å benytte flommodell til å beregne tilløpsflom for nedbørfeltet ved hjelp av nedbørestimater. Tilløpsflom ble så rutet gjennom naturlig sjø (naturlig flom) og gjennom magasin. Overføringstunnel regnes blokkert i beregningen.

De tre flommodellene er kalibrert ved å benytte feltparametre (H_L fra hypsografisk kurve) for feltene.

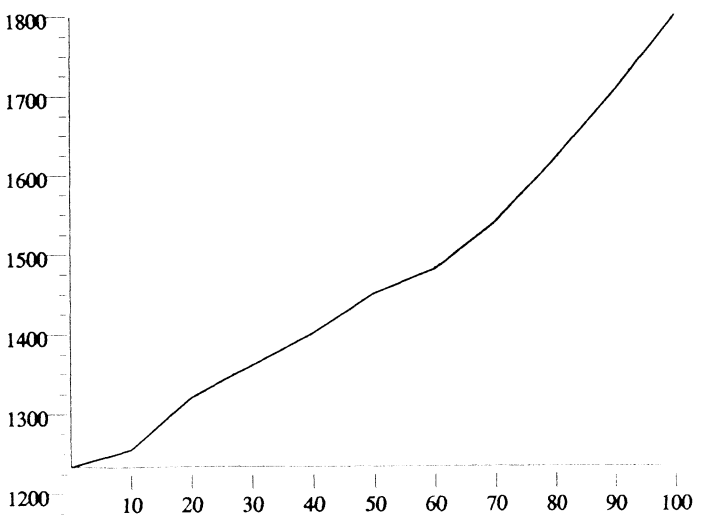
Øvre tømmekonstant: $K_1=0.0135+0.00268*H_L-0.01665*\ln(A_{SE})$

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.



0	1233
10	1255
20	1320
30	1360
40	1400
50	1450
60	1480
70	1540
80	1620
90	1706
100	1800

Fig. 2. Hypsografisk kurve.

4. NEDBØRFELTET

Viervatn

Viervatnets nedbørfelt er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M711) til 15.2 km^2.

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 5.45 og settes til 0.58 (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L, er 5.9 km.

Relieff-forholdet, H_L, er beregnet til 39.8 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1, er beregnet til 0.129 $time^{-1}$,

nedre tømmekonstant, K_2, er beregnet til 0.028 $time^{-1}$

og terskelverdien, T, er beregnet til 17.78 mm.

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

5. 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 området og få nedbørobservasjoner til støtte i beregningene. Tildels er det uoverensstemmelser mellom kartene som viser årlig avrenning og årlig nedbør.

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

Det norske meteorologiske institutt gir i rapporten "Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier",(2), 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 %, hvor M5 er nedbørverdi med gjentaksintervall 5 år og PN er normal årsnedbør.

Beregningen gir for årsverdier:

Felt Viervatn: M5(24t)=81mm

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

Felt Viervatn: M5(24t)=69mm

Beregningen gir følgende tabell dersom en tar areal-reduksjon med i beregningene:

Viervatn								
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.

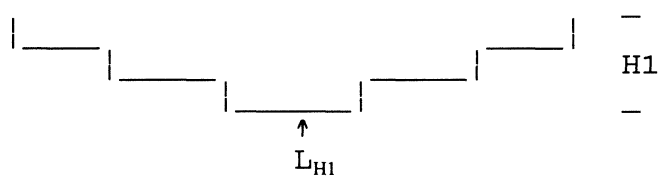
$T_L=6.0$ °C er en temperatur som kan påvises flere steder på Vestlandet i situasjoner med sterk nedbør og snøsmelting om våren.

6. HYDRAULISKE FORMLER

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

Rekonstruksjon av naturlig utløp 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.

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

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

Det er tatt hensyn til sidekontraksjon pga. pilarer og også beregnet et eget segment i kurven når avløpet er dykket.

6.1 Viervatn dam

Dam Viervatn er en betongdam med fast overløp på kote 1228.00 (HRV). Lengden av overløpet er netto 14.30 m (2 pilarer a 0.25 m). 0.80 m over overløpet ligger en betongplate som er 0.20 m tykk. Den fortsetter i plan med damkronen som er 89.10 m lang. På vannsiden er det støpt en brystning med høyde 0.65 m langs hele damkronen.

Vannføringskurve: $Q= 28.400*(H-1228.00)^{1.5000}$ H>1228.00

$Q= 24.455*(H-1228.00)^{0.8026}$ H>1228.80

$Q= 4.831*(H-1228.00)^{3.8815}$ H>1229.65

Naturlig vf.k.: $Q= 10.262*(H-1214.99)^{3.3744}$ H>1215.10

Magasinkurve: (1213.00, 2.25), (1215.50, 2.95)

(1220.00, 5.00), (1225.00, 7.88)

(1228.00,10.00), (1229.00,10.78)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m^3.

7. FLOMMER VIERVATN

7.1 Tilløpsflommer Viervatn

Med estimerte verdier for M1000 og kalibrerte verdier for avløpsparametrene ble det beregnet dimensjonerende tilløpsflom for Kirkevatn.

Dimensjonerende tilløpsflom,	flomtopp:	43.3 m^3/s.
	døgnmiddel:	24.2 m^3/s.
	eller:	1593 l/skm^2

Flomforløpet er vist i figur 3.

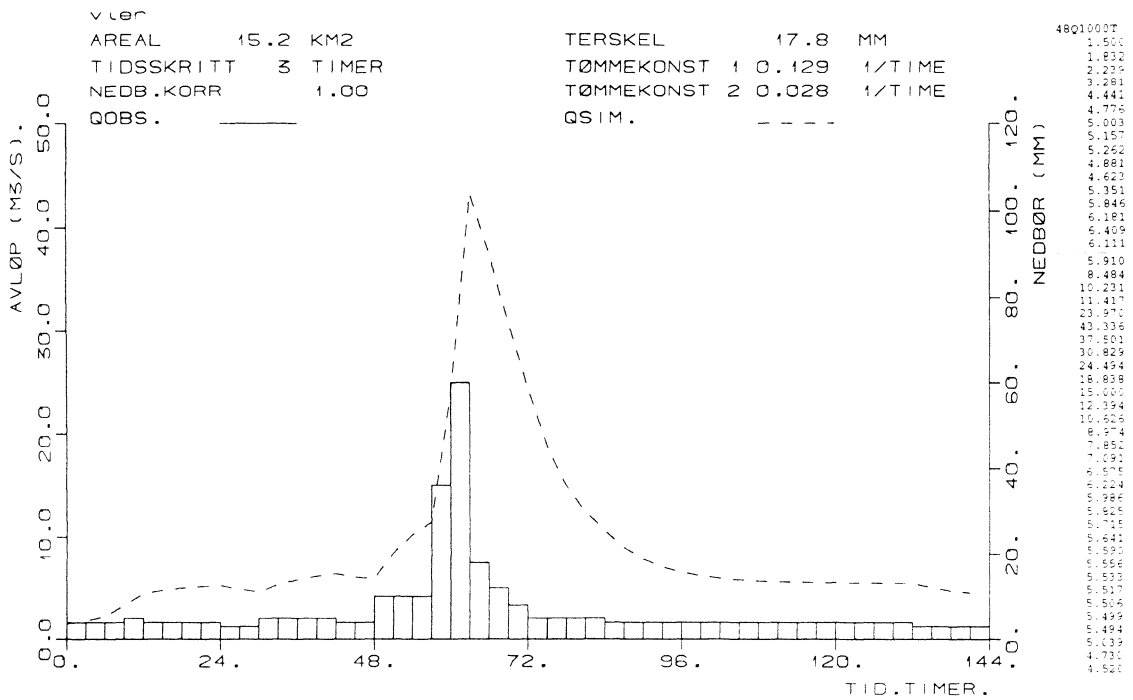


Fig. 3. Dimensjonerende tilløpsflom for Viervatn.

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

Påregnelig maksimal tilløpsflom, flomtopp: 77.3 m^3/s.

døgnmiddel: 45.7 m^3/s.
eller 3008 l/skm^2

Flomforløpet er vist i figur 4.

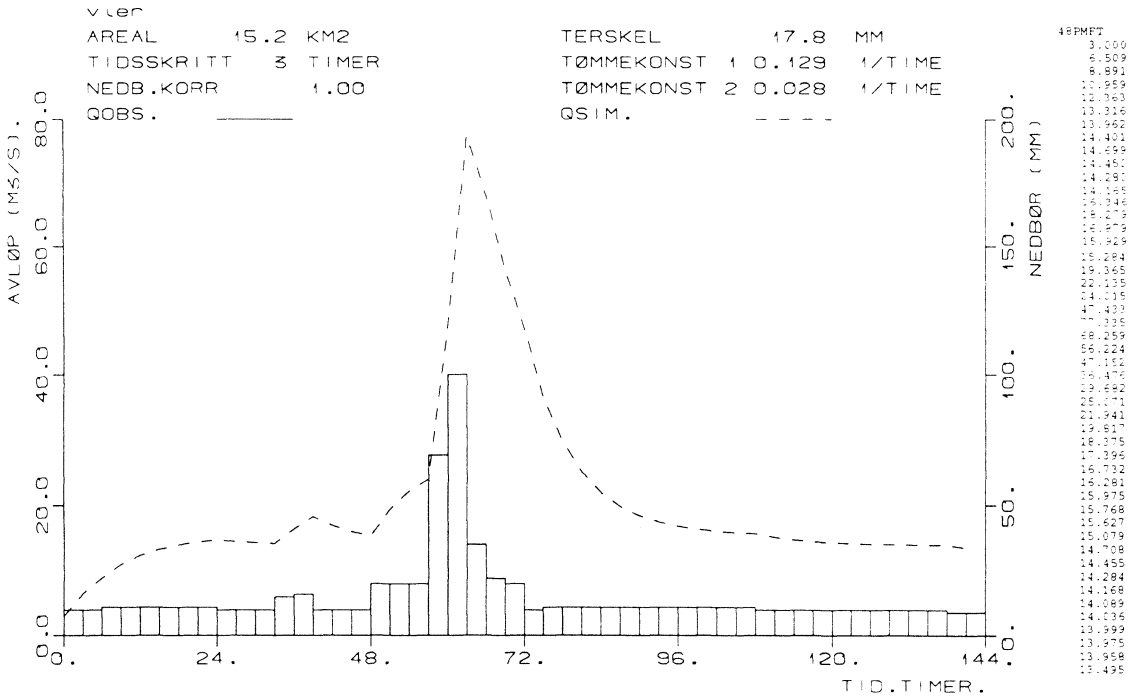


Fig. 4. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Viervatn.

7.2 Avløpsflommer Viervatn.

Dimensjonerende tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp: 26.4 m^3/s
Døgnmiddel: 22.1 " , eller 1455 l/skm^2.
Flomstigning: 1.10 m, dvs. 0.10 m over topp damkrone.

Rutingen er vist i figur 5.

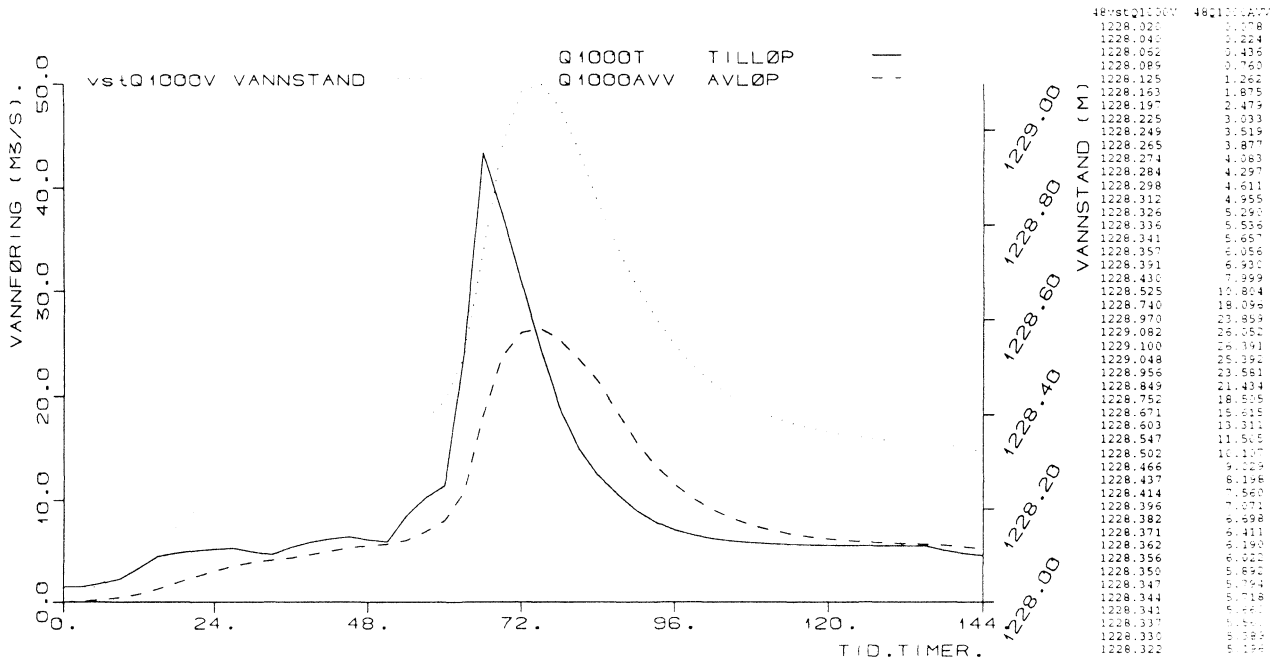


Fig. 5. Dimensjonerende avløpsflom for Viervatn.

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

Flomtopp: 55.0 m^3/s
Døgnmiddel: 41.0 "
Flomstigning: 1.87 m, dvs. 0.22 m over betongrekkverk.

Rutingen er vist i figur 6.

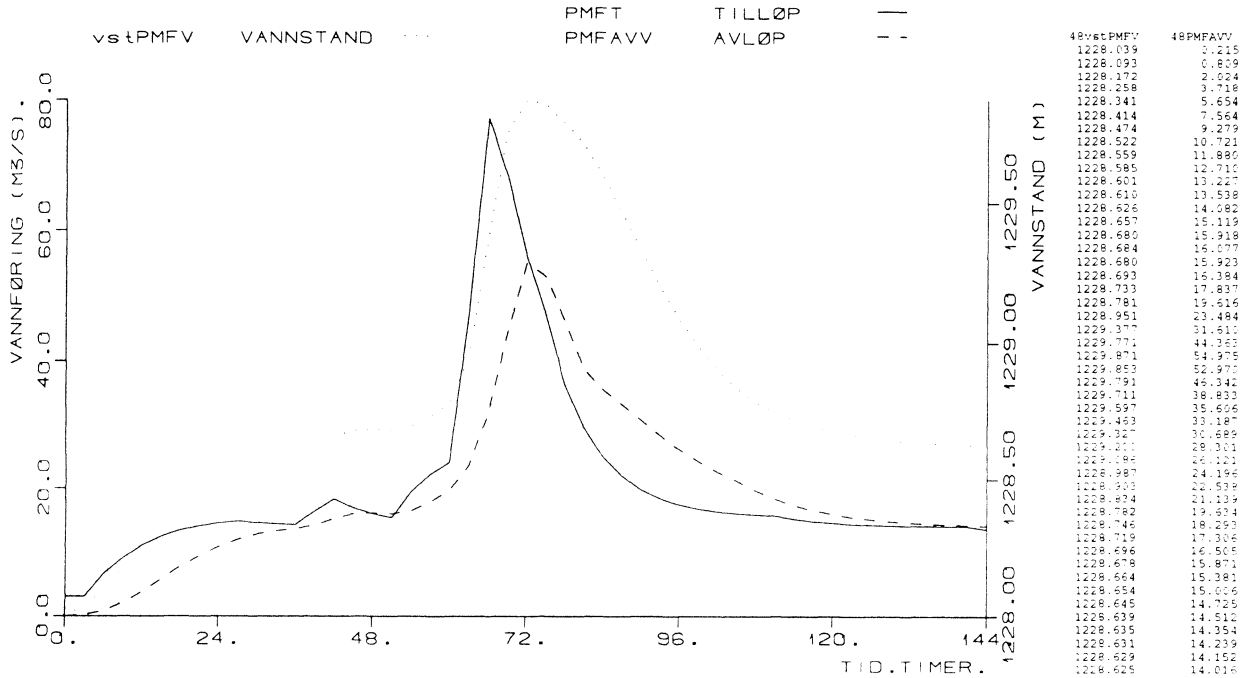


Fig. 6. Påregnelig maksimal avløpsflom for Viervatn.

8. 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 myrområder, 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."

Tilløpsflom, Q10, er rutet gjennom Viervatn (naturlig) og gjennom magasinet og sammenlignet.

Figur 7 viser at naturlig avløpsflom (stiplet) med gjentaksintervall 10 år er ca 20% høyere enn regulert avløpsflom med samme gjentaksintervall.

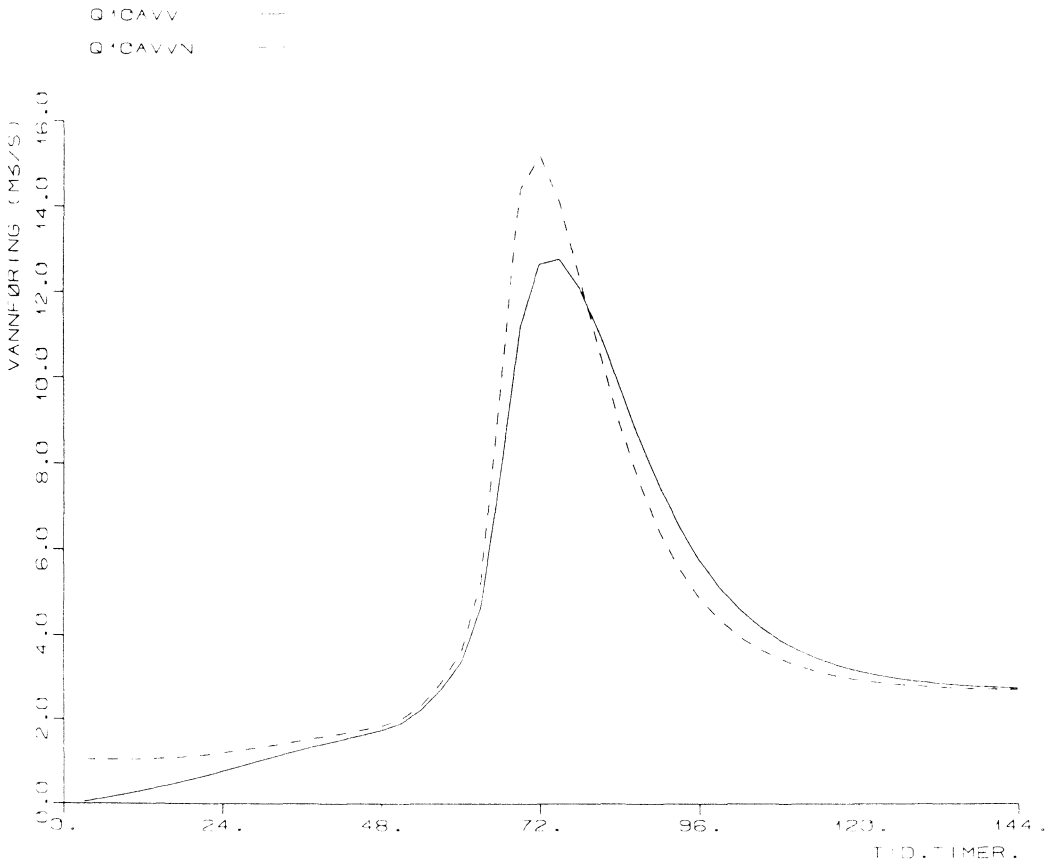


Fig. 7. Naturlig- (stiplet) og regulert avløpsflom fra Viervatn(10-års gjentaksintervall).

9. FREKVENSANALYSE

Vm. 1239,0, Nysetelv, ligger i Nysetelv nedenfor feltet til Riskalsvatn. Feltet her er 106 km^2, ca 90 km^2 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, mens avløpsflommen er på 1455 l/skm^2. Frekvensanalysen indikerer dermed at den beregnede dimensjonerende flommen for Viervatn har en sannsynlig verdi.

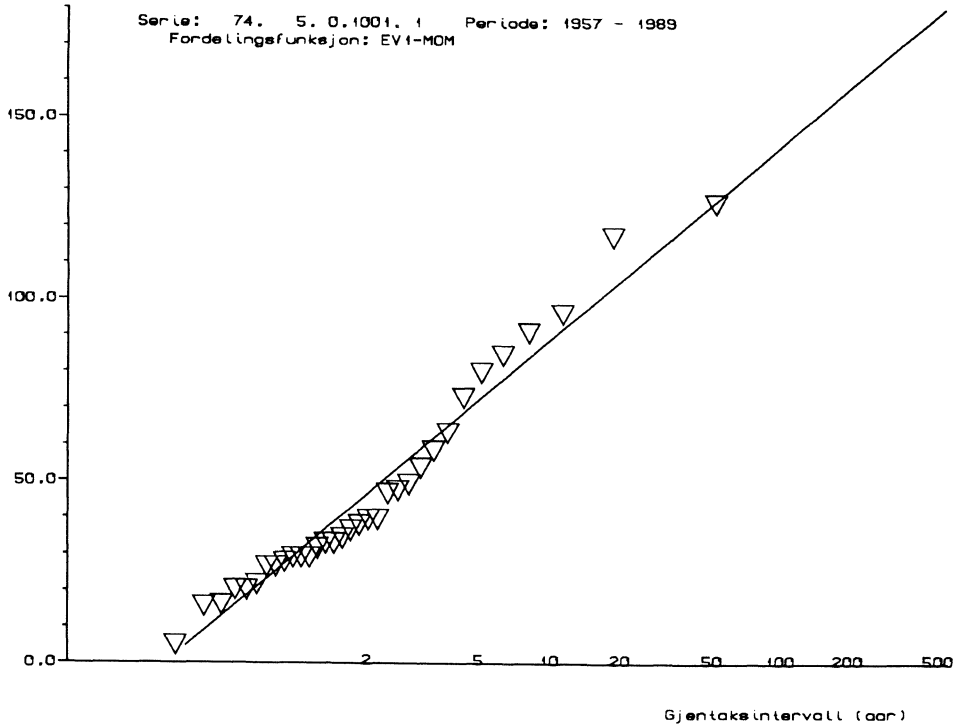


Fig. 8. Frekvensanalyse av flommer ved Vm. 1239,0 Nysetelv. Uregulert periode 1957-1989.

10. LITTERATUR

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

(2) 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.)