

RAPPORT

04 1995

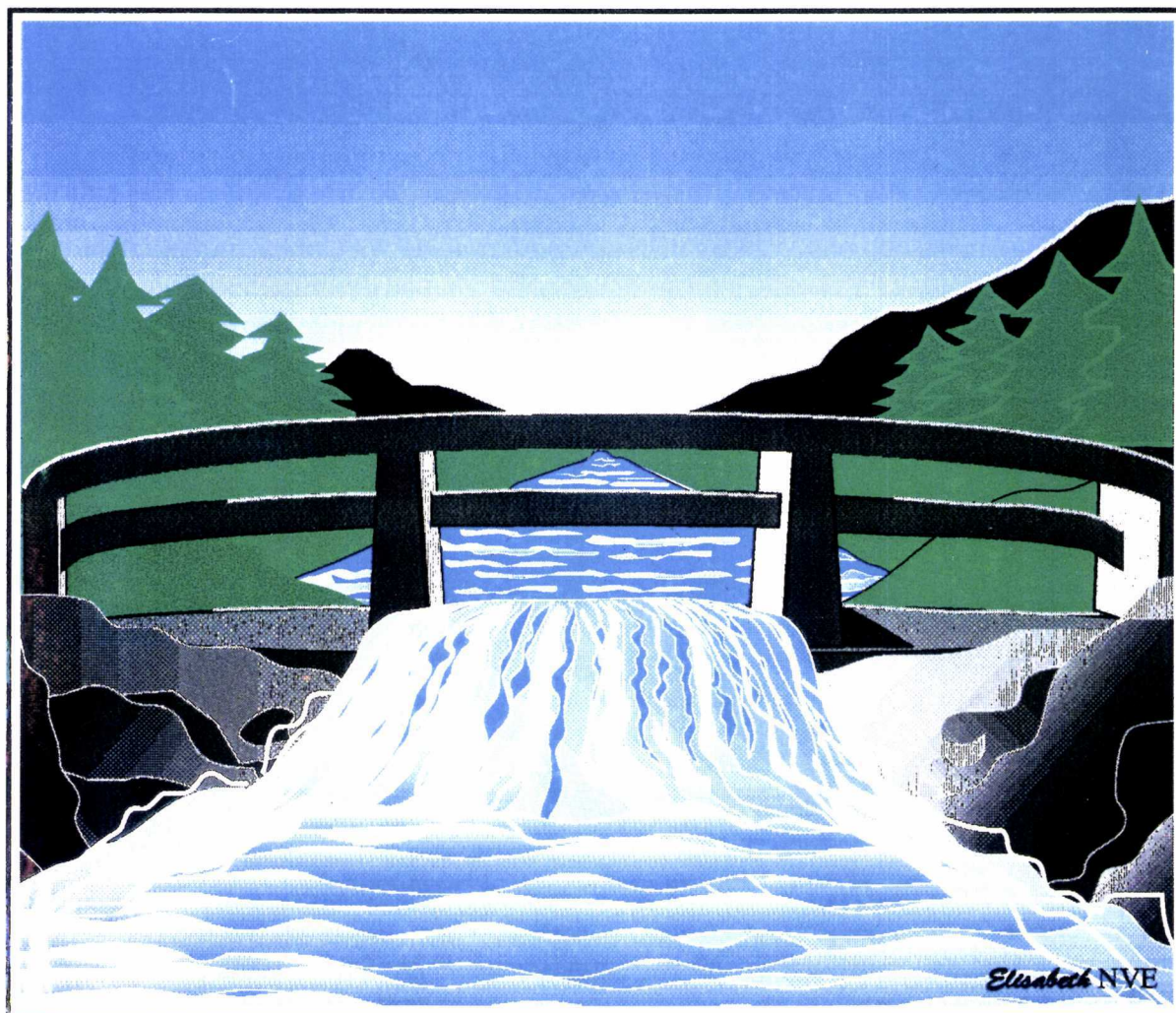


NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

Bjarne Krokli

FLOMBEREGNING FOR FINNABUVATN (036.CE) OG VASSTØLVATN (036.CC)



HYDROLOGISK AVDELING



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL FLOMBEREGNING FOR FINNABUVATN (036.CE) OG VASSTØLVATN (036.CC)	RAPPORT 04 -1995
SAKSBEHANDLER Bjarne Krokli Seksjon Vannbalanse	DATO 16.01.95
	RAPPORTEN ER ÅPEN
OPPDRAKSGIVER HYDRO ENERGI, RØLDAL-SULDAL	OPPLAG 20

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" (1) er utført for Finnabuvatn dam og Vasstølvatn dam .

Resultatet av beregningen ble:

DIMENSJONERENDE FLOM:

	Avløpsflom (m ³ /s)	Flomvann- stand (m o.h.)	Flomstigning over HRV (m)
Finnabuvatn	54.7	909.03	1.03
Vasstølvatn	87.0	753.53	0.53

PÅREGN. MAKSIMAL FLOM:

	Avløpsflom (m ³ /s)	Flomvann- stand (m o.h.)	Flomstigning over HRV (m)
Finnabuvatn	123	909.77	1.77
Vasstølvatn	195	753.91	0.91

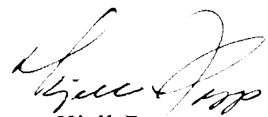
Verdiene for avløpsflommene refererer seg til flomtoppene.

Reguleringens følger for naturlige flommer er behandlet. Konklusjon følger i kap. 12.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

OPPDRAKSRAPPORT
Q1000
PMF
NATURLIGE FLOMMER

ANSVARLIG UNDERSKRIFT


Kjell Repp
fung. avd.direktør

Omslagsbilde: Tegnekontoret NVE

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, Norsk Hydro a/s, Røldal-Suldal. Beregningen gjelder 2 av magasinene til Suldal I, Finnabuvatn (036.CE) og Vasstølvatn (036.CC). Det er beregnet Q1000, PMF og behandlet reguleringens innvirkning på naturlige flommer.

Oslo, januar 1995


Kjell Repp
seksjonssjef

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	3
2. BELIGGENHET	3
3. BEREGNING AV FLOMMER	4
4. OVERFØRINGER	4
5. NEDBØRFELTENE	6
5.1 Vassølvatn	6
5.2 Finnabuvatn	6
6. NEDBØR	6
7. HYDRAULISKE FORMLER	7
7.1 Vassølvatn	8
7.2 Finnabuvatn	8
8. FLOMMER Finnabuvatn	8
8.1 Tilløpsflommer Finnabuvatn	8
8.2 Avløpsflommer Finnabuvatn	10
9. FLOMMER VASSTØLVATN	12
9.1 Tilløpsflommer Vasstølvatn	12
9.2 Avløpsflommer Vasstølvatn	14
10. REGULERINGENS INNVIRKNING PÅ FLOMMER	16
11. FREKVENSANALYSE	17
12. KONKLUSJON	18
13. LITTERATUR	19

1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling mottok oktober 1992 bestilling på flomberegninger for Vestre Vassdrag, Røldal-Suldal.

Beregningen i denne rapporten gjelder dimensjonerende flom og påregnelig maksimal flom for dammene Vasstølvatn (036.CC) og Finnabuvatn (036.CE).

Reguleringens påvirkning på naturlige flommer i vassdraget er også behandlet.

2. BELIGGENHET

Feltene ligger nord for Suldalsvatn og drenerer naturlig til dette.

Beliggenhet og feltgrenser er vist på kartskisse i figur 1.

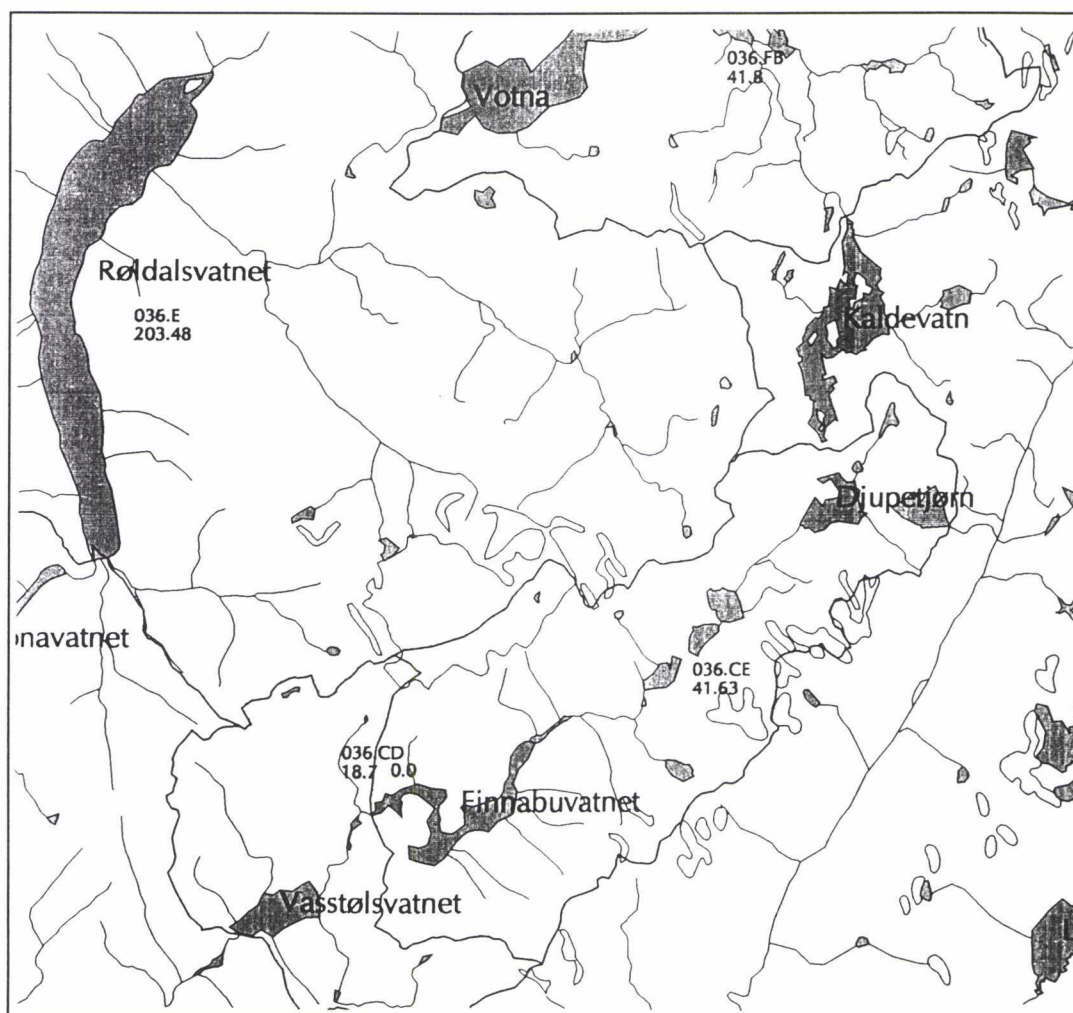


Fig. 1. Nedbørfeltenes beliggenhet.

3. BEREGNING AV FLOMMER

Det foreligger ikke avløpsregistreringer fra feltene. Flomberegningene er utført ved å benytte flommodell (2) til å beregne tilløpsflom for nedbør-feltene ved hjelp av M1000- og PMP-estimer (nedbørforløp med 1000-års gjentaksintervall og påregnelig maksimal nedbør). Tilløpsflom med tillegg av eventuelt oppstrøms overløp ble så rutet gjennom magasinene.

De to flommodellene er kalibrert ved å benytte felt-parametre (H_L fra hypsografisk kurve) for feltene.

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

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

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

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

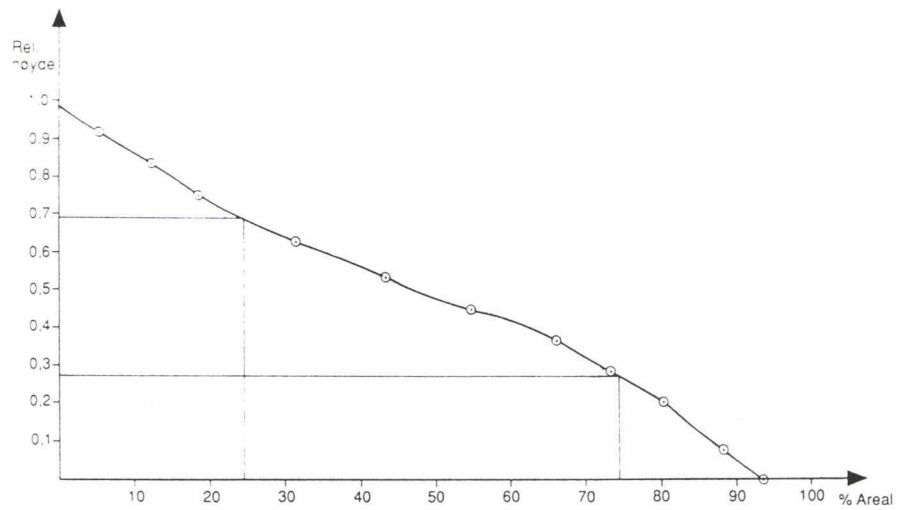
I relieff-forholdet, $H_L = H_{50}/L$, er L feltaksens lengde i km og H_{50} er høydeforskjellen i meter mellom 25% og 75% passasjen på feltets hypsografiske kurve. Se figur 2.

4. OVERFØRINGER

Vann fra magasinet i Vasstølvatn blir overført via tunnel til driftstunnelen for Suldal I. På denne tunnelen er det to bekkeinntak. I flomberegningen regnes tunnelen som stengt slik at overløp fra Vasstølvatn renner naturlig vei via Stølsåna til Suldalsvatnet.

Ovenfor Finnabuvatn finner en 4 mindre magasin. Det øverste er Kvanndalstjørn. Dette feltet drenerer naturlig til de Østre Vassdrag (Kvanndalsåna), men en senkningskanal overfører normalt vannet til Djupetjørn. I flomsituasjoner kan det renne begge veier. Djupetjørn og de nedenforliggende magasinene Indre- og midtre Grubbedalstjørn er senkningsmagasiner som overføres via tunnel til Votnamagasinet. Ved flomberegningen av dammen i Finnabuvatn regner en med at tunnelen er blokkert og at de øvre feltene er en del av lokalfeltet til Finnabuvatnet.

Finnabuvatn



Vasstølvatn

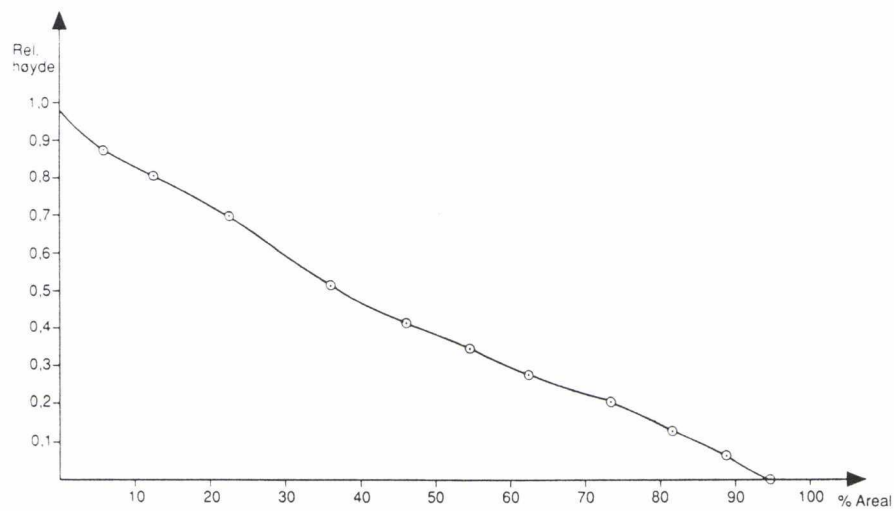


Fig. 2. Hypsografiske kurver.

5. NEDBØRFELTENE

5.1 Vasstølvatn

Vasstølvatnets nedbørfelt (lokalfeltet) er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M711) til 18.3 km².

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 4.42 og settes til 0.04 (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L , er 5.05 km.

Relieff-forholdet, H_L , er beregnet til 80.0 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1 , er beregnet til 0.281 time⁻¹,

nedre tømmekonstant, K_2 , er beregnet til 0.051 time⁻¹

og terskelverdien, T , er beregnet til 22.6 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n , settes til 79.3 l/skm².

5.2 Finnabuvatn

Nedbørfeltet til Finnabuvatn (medregnet de ovenforliggende feltene) er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M11) til 41.3 km².

Effektiv sjøprosent i feltet (A_{SE}) er 6.25 og settes til 0.90 (uten magasin) når tilløpsflom til magasinet beregnes.

Feltaksens lengde, L , er 11.6 km.

Relieff-forholdet, H_L , er beregnet til 25.9 m/km.

Øvre tømmekonstant, K_1 , er beregnet til 0.082 time⁻¹,

nedre tømmekonstant, K_2 , er beregnet til 0.021 time⁻¹

og terskelverdien, T , er beregnet til 33.6 mm.

Normalt spesifikt avløp, Q_n , settes til 81.7 l/skm².

6. NEDBØR

Det er valgt å sette årlig middelnedbør for samtlige felt til 1300 mm.

Det norske meteorologiske institutt gir i rapporten "Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier", (3), retningslinjer for beregning av årsverdier og

sesongverdier for felter ut fra geografisk beliggenhet.

I følge manualen ligger feltene i et strøk hvor $M5(24t)/PN = 5.7 \%$, hvor M5 er nedbørverdi med gjentakintervall 5 år og PN er normal årsnedbør.

Beregningen gir for årsverdier:

Begge felt: $M5(24t) = 74\text{mm}$

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

Begge felt: $M5(24t) = 63\text{mm}$

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

Begge felt								
Antall timer	6	12	24	48	72	96	120	144
M1000	85	110	145	190	215	247	277	302
PMP	157	202	262	343	387	450	500	545
PMP+snøsmelt	165	217	292	403	477	570	650	725

Snøsmelting: $S = C_s \cdot T_L = 5.0 \cdot 6.0 \text{ mm/døgn} = 30 \text{ mm/døgn}$.

$C_s = 5 \text{ mm/}^\circ\text{Cdøgn}$ er hentet fra NVEs publikasjon "Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer." (4) og gjelder snaufjell.

$T_L = 6.0 \text{ }^\circ\text{C}$ er en temperatur som kan påvises flere steder på Vestlandet i situasjoner med sterk nedbør og snøsmelting om høsten.

7. HYDRAULISKE FORMLER

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

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

$$Q = c_0 \cdot L \cdot H^{1.5}$$

7.1 Vasstølvatn

Vasstølvatn dam består av et fast overløp med lengde 121 m. Overløpets kotehøyde er 753.00 (HRV). C settes til 1.85. Dammen er en steinfyllingsdam med tetningskjerne.

Vannføringskurve: $Q = 223.85 \cdot (H - 753.00)^{1.5000} \quad H > 753.00$

Magasinkurve: (732.50, 0.00), (740.00, 3.00)
 (745.00, 5.70), (750.00, 7.80)
 (753.00, 11.00), (755.00, 12.40)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m³.

7.2 Finnabuvatn

Riskalsvatn dam er en steinfyllingsdam. Det er et fast overløp med lengde på 25 m. Overløpsterskel ligger på (HRV) kote 908.00. C øker fra 1.95 ved h = 0.3 m til 2.08 ved h = 1.2 m.

Vannføringskurve: $Q = 52.00 \cdot (H - 908.00)^{1.5000} \quad H > 908.00$

Magasinkurve: (893.00, 0.00), (895.00, 1.60)
 (898.00, 5.00), (901.00, 10.00)
 (904.00, 16.00), (908.00, 25.70)

Koordinatene gjelder kotehøyde og volum i mill m³.

8. FLOMMER Finnabuvatn

8.1 Tilløpsflommer Finnabuvatn

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

Dimensjonerende tilløpsflom, flomtopp: 81.00 m³/s.
 døgnmiddel: 58.9 m³/s.
 eller: 1426 l/skm²

Flomforløpet er vist i figur 3.

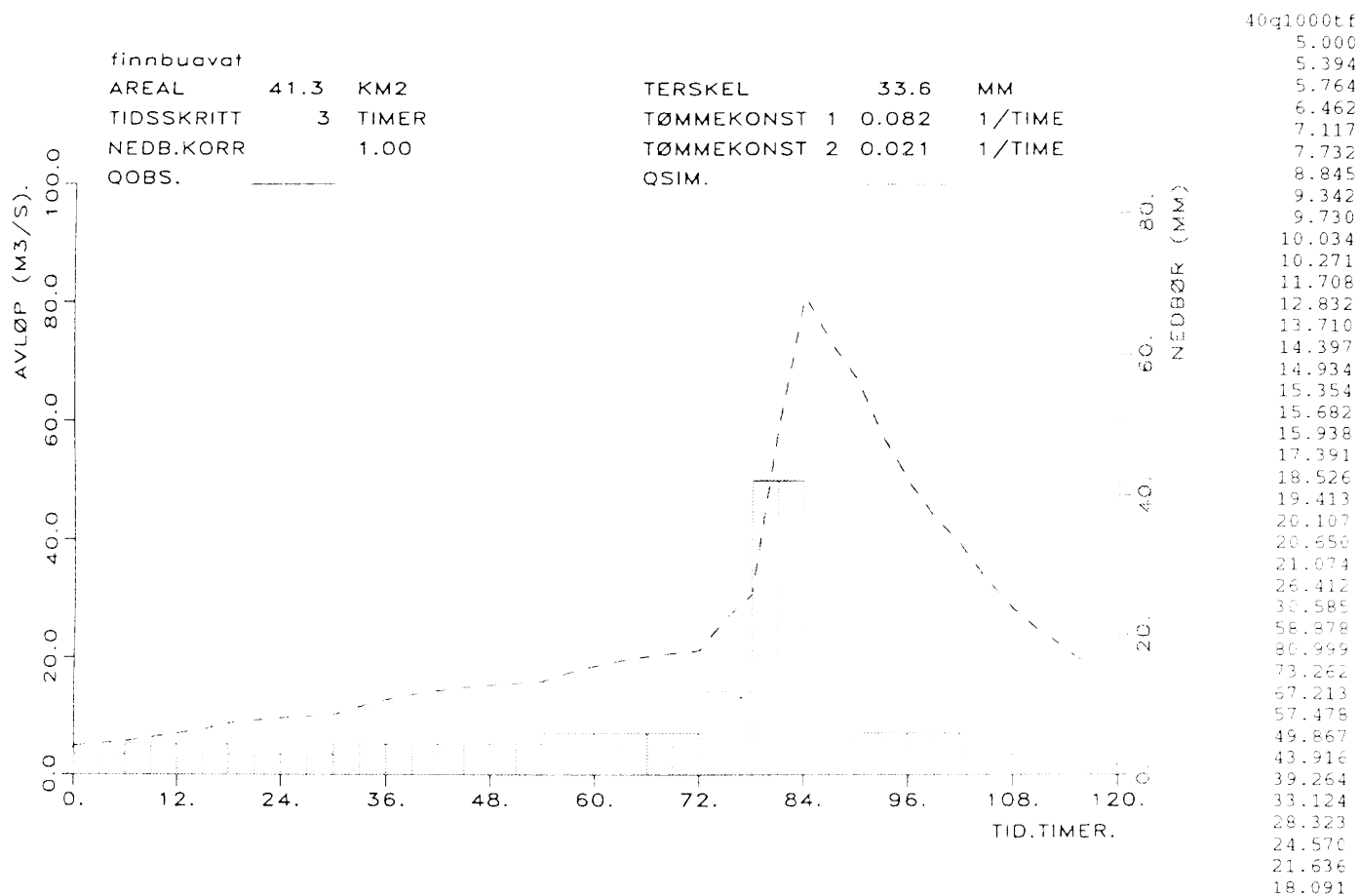


Fig. 3. Dimensjonerende tilløpsflom for Finnbuavatn lokalfelt.

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

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 167 m³/s.

Flomforløpet er vist i figur 4.

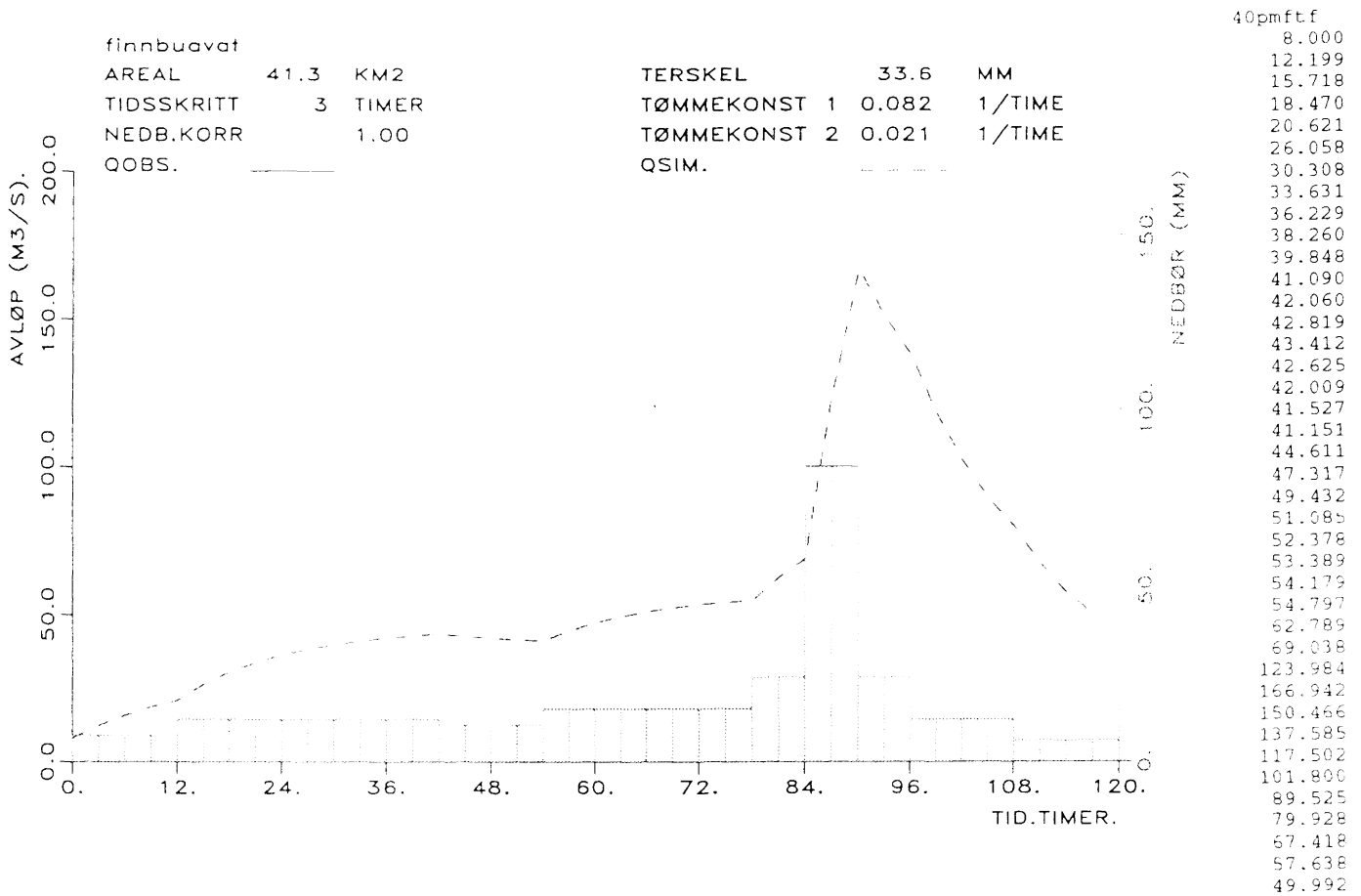


Fig. 4. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Finnabuvatn lokalfelt.

8.2 Avløpsflommer Finnabuvatn

Dimensjonerende tilløpsflom for lokalfeltet ble rutet gjennom magasinet (stengt overføringstunnel). Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp: 54.7 m³/s
 Døgnmiddel: 49.7 "
 Flomstigning: 1.03 m

Rutingen er vist i figur 5.

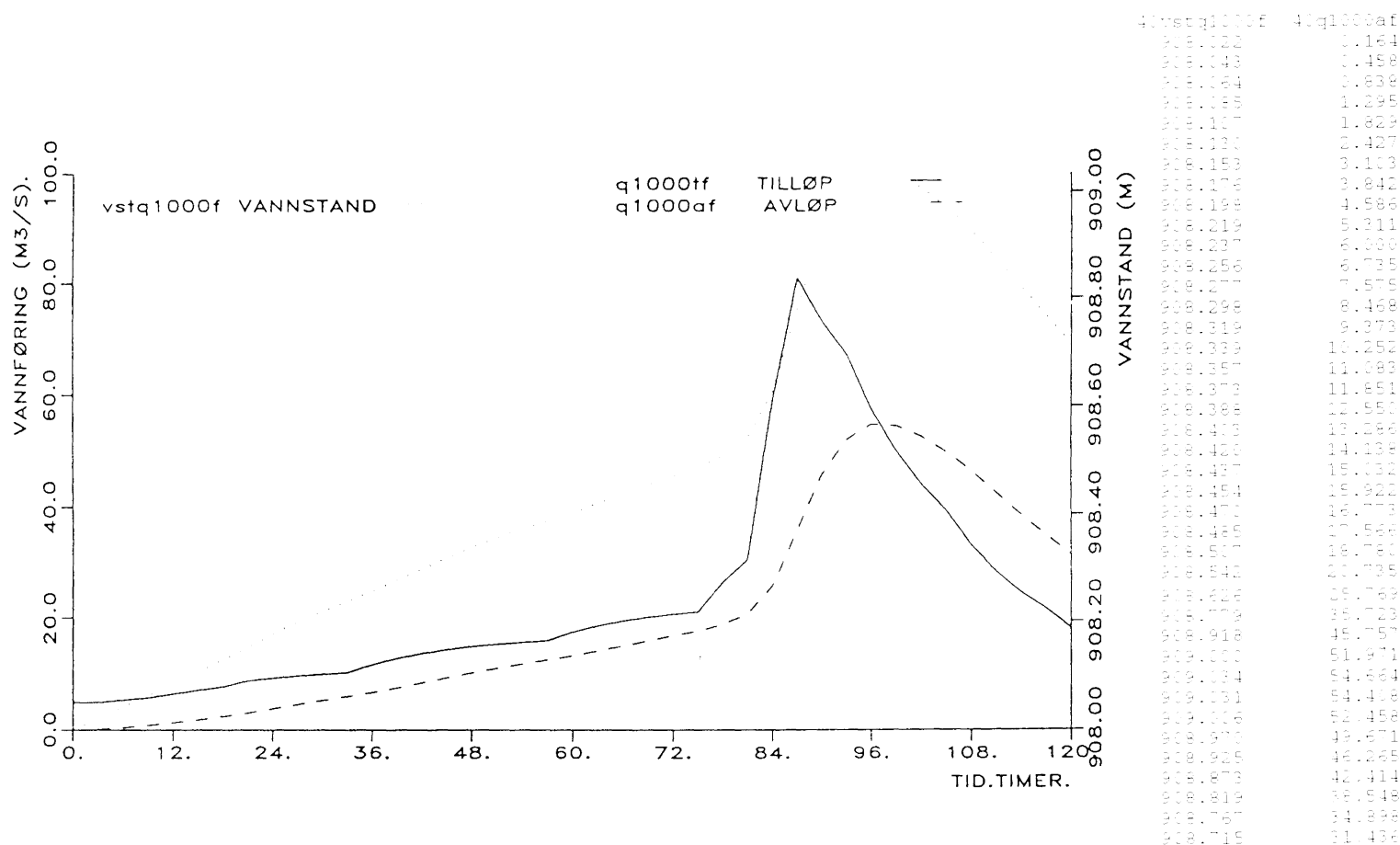


Fig. 5. Dimensjonerende avløpsflom for Finnabuvatn.

Påregnelig maksimal tilløpsflom for lokalfeltet ble på samme måte rutet gjennom magasinet. Rutingen ga følgende resultat:

Flomtopp: 123 m³/s
Døgnmiddel: 109 "
Flomstigning: 1.77 m

Rutingen er vist i figur 6.

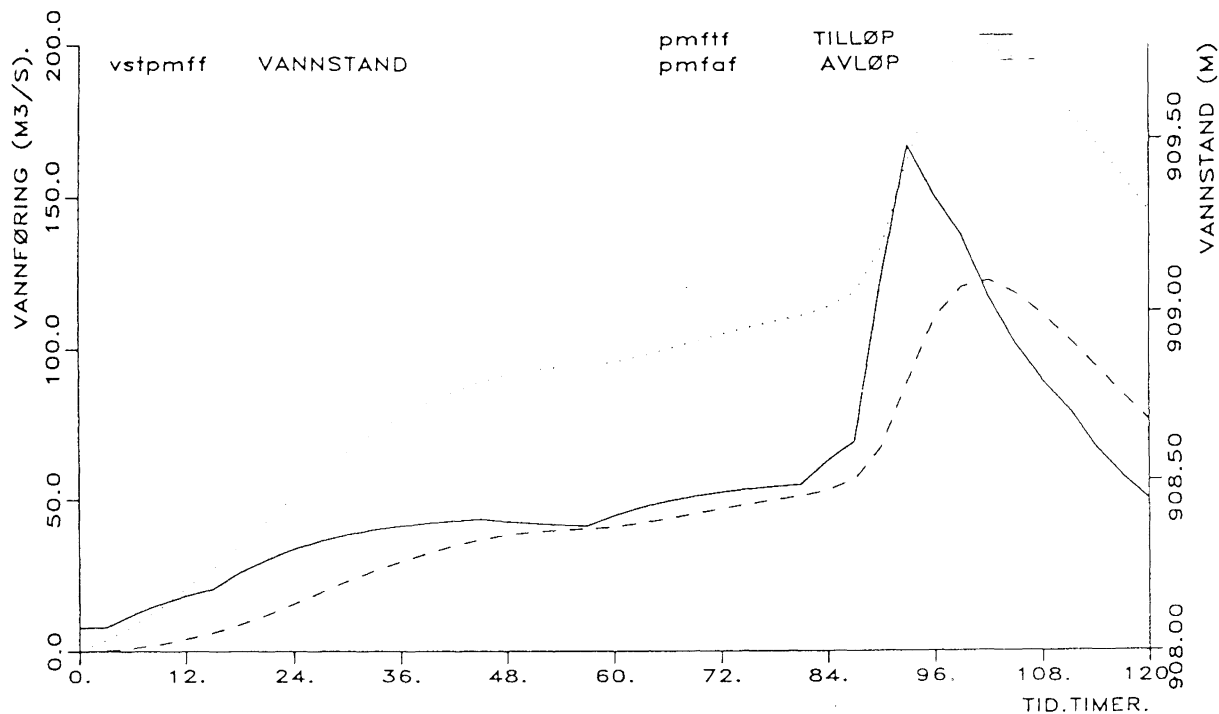


Fig. 6. Påregnelig maksimal avløpsflom for Finnabuvatn.

9. FLOMMER VASSTØLVATN

9.1 Tilløpsflommer Vasstølvatn

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

Dimensjonerende tilløpsflom, flomtopp: 60.7 m³/s.
døgnmiddel: 29.4 m³/s.
eller: 1603 l/skm².

Flomforløpet er vist i figur 7.

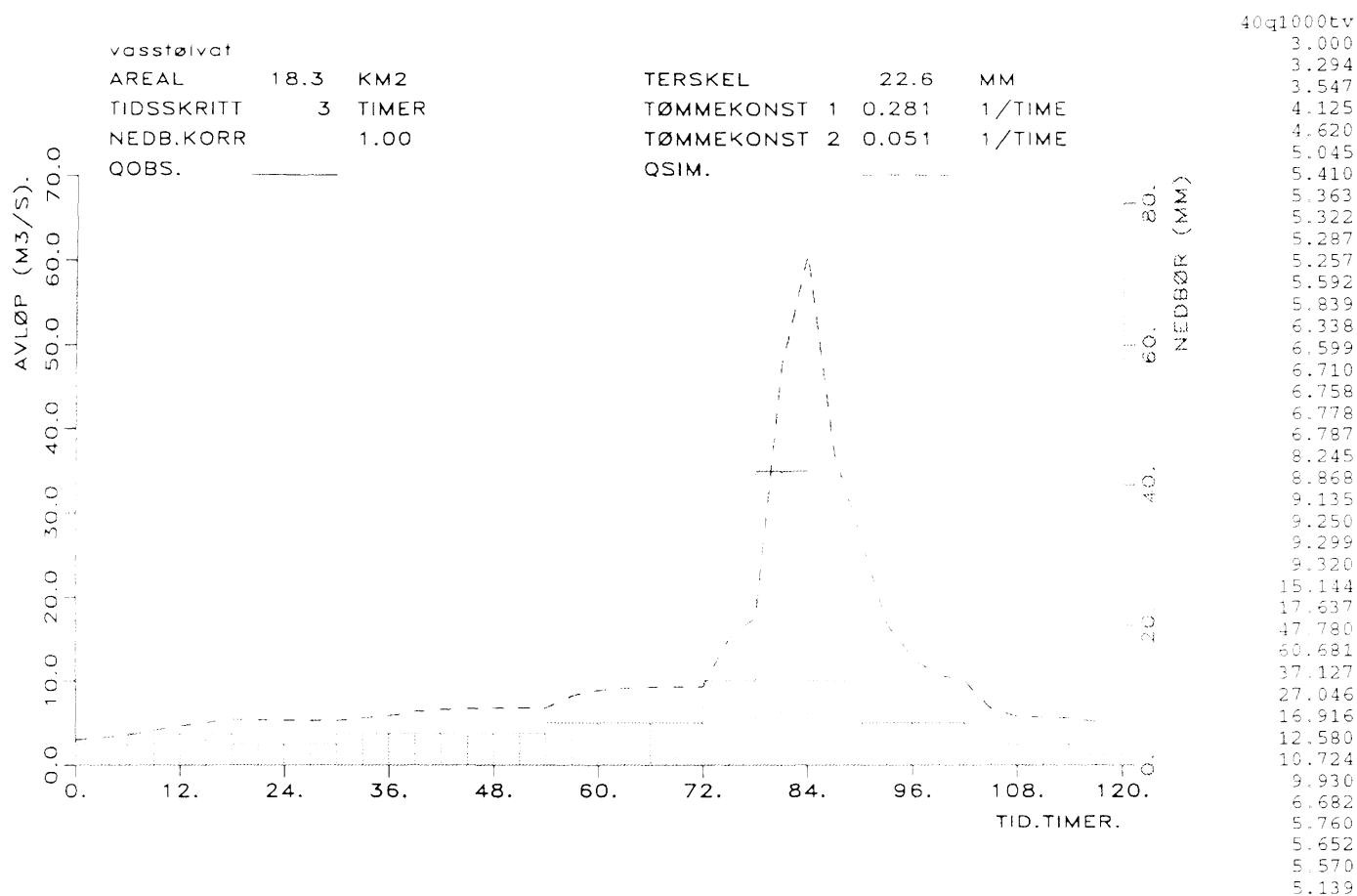


Fig. 7. Dimensjonerende tilløpsflom for Vasstølvatnets nedbørfelt.

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

Påregnelig maksimal tilløpsflom (flomtopp): 122 m³/s.

Flomforløpet er vist i figur 8.

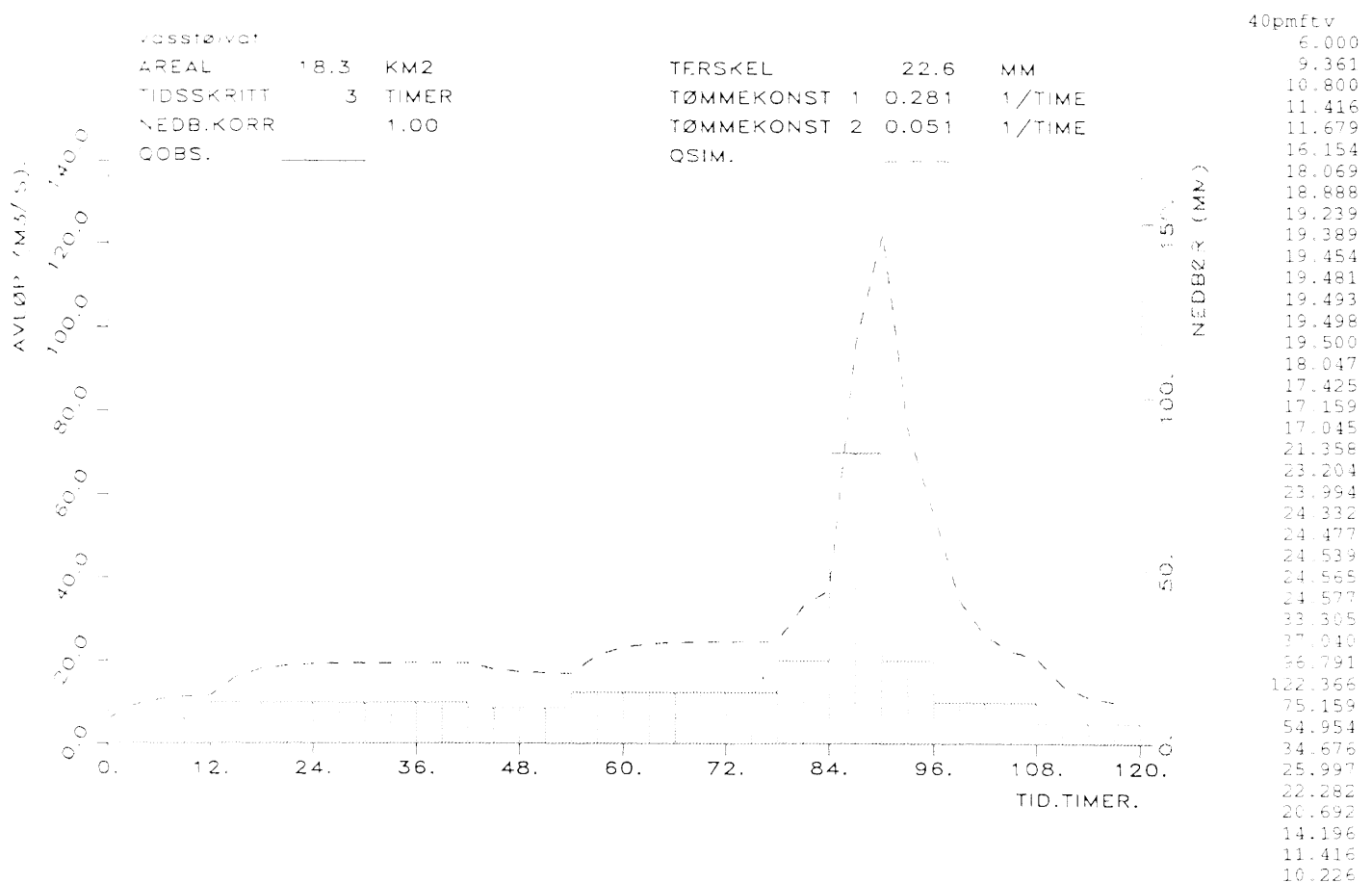


Fig. 8. Påregnelig maksimal tilløpsflom for Vasstølvatnets nedbørfelt.

9.2 Avløpsflommer Vasstølvatn.

Dimensjonerende tilløpsflom ble tillagt avløpsflom fra Finnbuavatn. Den totale tilløpsflommen ble rutet gjennom magasinet og ga følgende resultat:

Flomtopp:	87.0 m ³ /s
Døgnmiddel:	65.0 "
Flomstigning:	0.53 m

Rutingen er vist i figur 9.

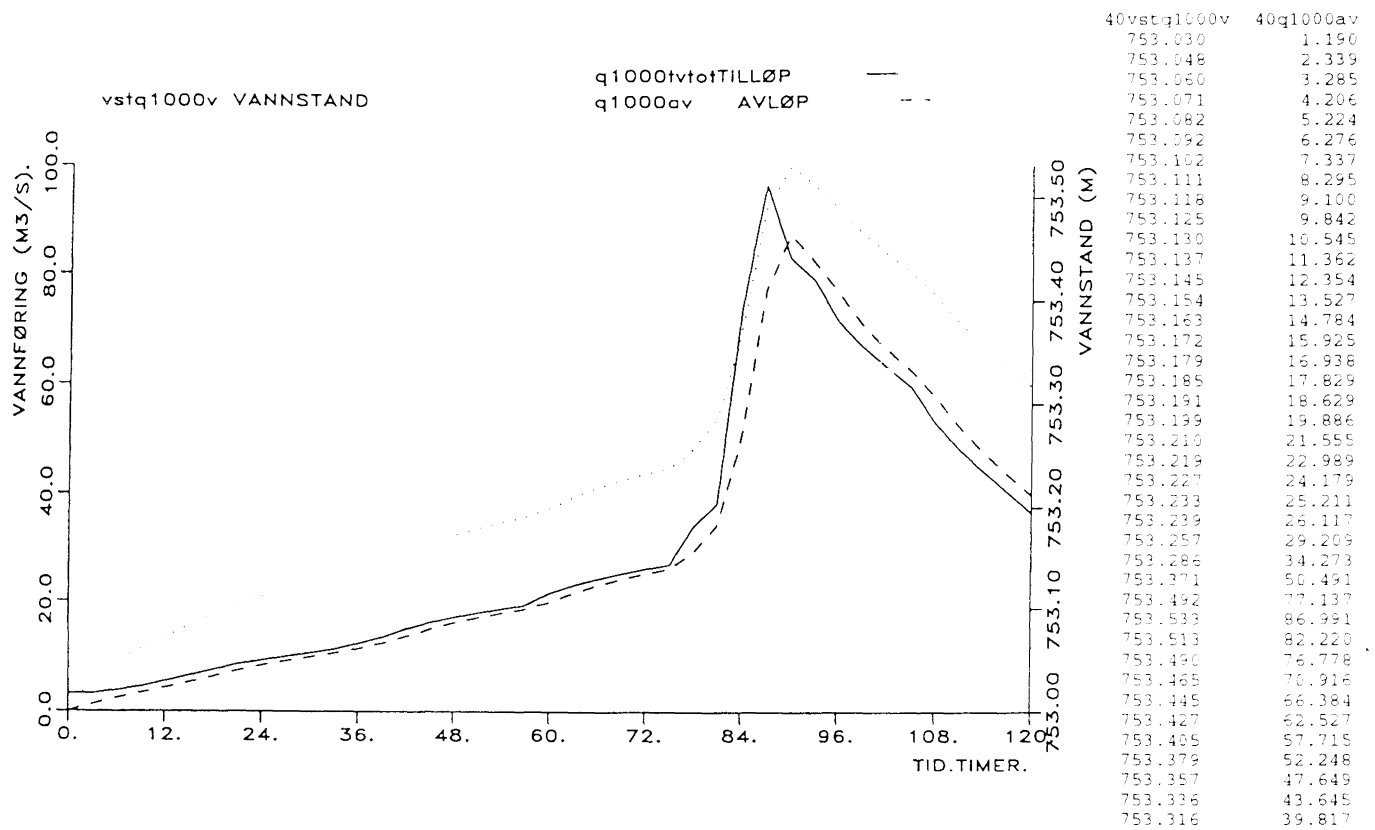


Fig. 9. Dimensjonerende avløpsflom for Vasstølvatn.

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

Flomtopp: 195 m³/s
 Flomstigning: 0.91 m

Rutingen er vist i figur 10.

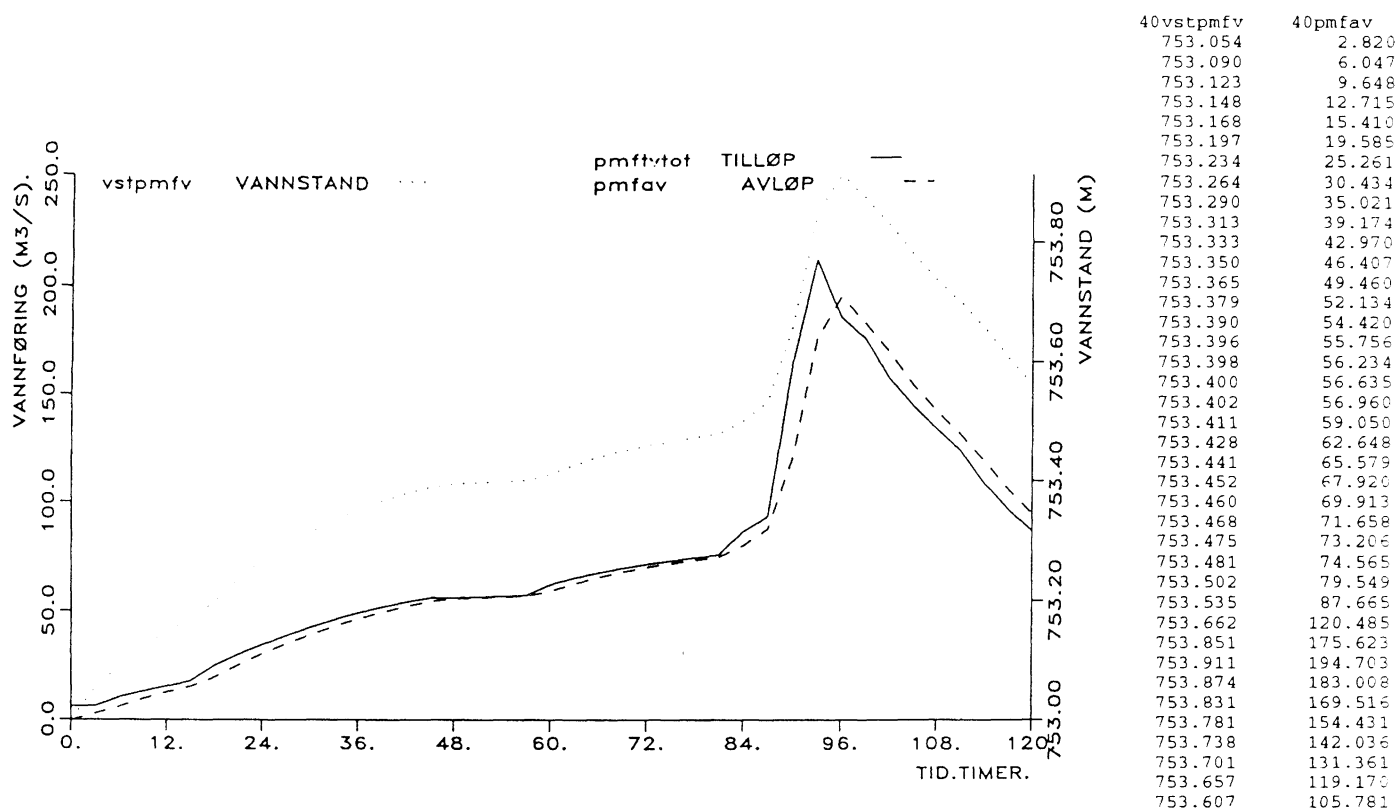


Fig. 10. Påregnelig maksimal avløpsflom for Vasstølvatn.

10. REGULERINGSINNVIKKNING 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."

For de 2 damanleggene er de naturlige avløpsprofilene neddemt eller de ligger under dammene. Rekonstruksjon av naturlig kurve er derfor vanskelig og kan gi usikre resultat.

De to overføringstunnelene ble regnet som stengt i beregningen av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. For mindre flommer er det meget lite sannsynlig at de er blokkerte slik at vann vil overføres til andre felt.

Konklusjonen må derfor bli at naturige flommer, av lavere gjentaksintervall enn dimensjonerende flom, vil ikke bli forøket. Det har heller ikke forekommet flomsituasjoner i Stølsåna etter utbyggingen som indikerer forøket flom.

11. FREKVENSANALYSE

Midlet over ett døgn er tilløpsflom for Finnabuvatn 1426 l/skm² og for Vasstølvatn 1603 l/skm². Middel for begge felt når en vektor på areal gir 1480 l/skm².

Frekvensanalyse på flommer ved Vm. 581,0, Hauge bru, som har serie fra 1905 til 1983 og som er sammenlignbar med hensyn til felt og nedbør, gir 1472 l/skm² (Gumbel fordelingsfunksjon).

Frekvensanalysen viser dermed at de beregnede flommene er av sannsynlig størrelse.

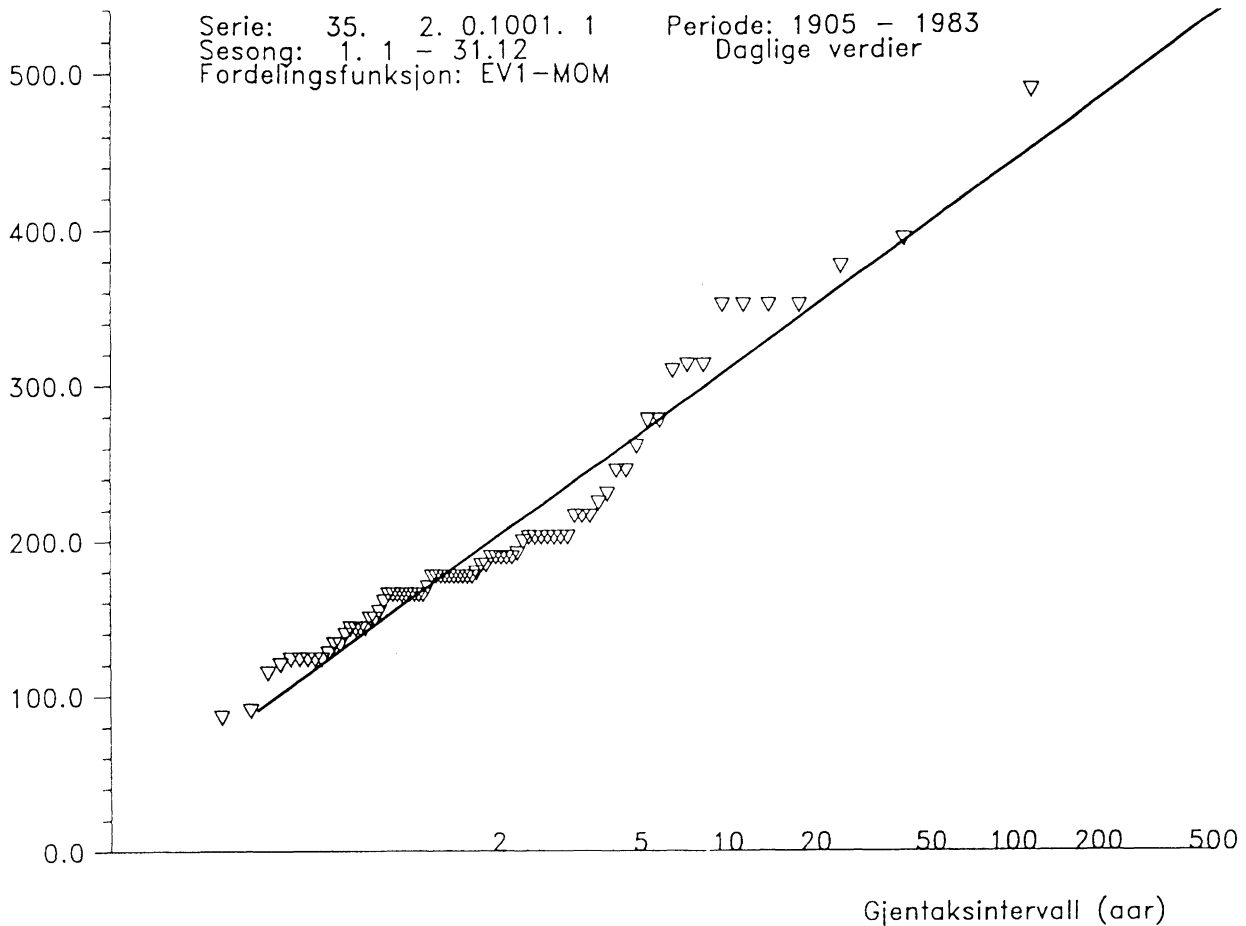


Fig. 8. Frekvensanalyse av flommer ved Vm. 581,0, Hauge bru. Uregulert periode 1905-1983.

12. KONKLUSJON

Ruting av dimensjonerende flom for Finnabuvatn og Vasstølvatn gir flomstigning på henholdsvis 1.03 m og 0.53 m. Tillatt stigning er i følge Sikkerhetsavdelingen 1.20 m og 0.50 m.

Det bør bemerkes at det under beregningen er antatt at overføringstunnelene har vært stent i hele flomperioden. Det er imidlertid lite sannsynlig at dette vil være tilfelle, og det må også antas at noe vann fra Kvanndalstjørn vil renne østover til Kvanndalsåna under en flomsituasjon. I lys av dette er det mulig at flomstigningen i Vasstølvatn vil ligge innenfor den tillatte som er 0.50 m.

Ved mindre flommer enn dimensjonerende må en anta at de to tunnelene med tverrsnitt 8 og 12 m² vil overfører vann fra feltene slik at bare deler av flommene når Stølsåna. En må derfor anta at flommer med hyppige gjentaksintervall vil være dempet pga. reguleringen.

13. LITTERATUR

- (1) OED/NVE:
1981: Forskrifter for dammer.
- (2) Andersen, J. m.fl.:
1983: Hydrologisk modell for flomberegninger.
- (3) Førland, Eirik J.:
1992: Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier.
Rapport nr. 21/92. Klima DNMI.
- (4) NVE/V- informasjon:
1986: Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer
V-informasjon nr. 1 1986. NVE.

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

I 1995 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- Nr 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Fossheimselva (087.B1Z). (11 s.)
- Nr 2 Jim Bogen og Rolf Tore Ottesen: Suldalslågens sedimentkilder. (17 s.)
- Nr 3 Lars-Evan Pettersson: Flomfrekvensanalyser for vestlandet. (15 s.)
- Nr 4 Bjarne Krokli: Flomberegning for Finnbuavatn (036.CE) og Vasstølvatn (036.CC). (19 s.)