



NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
VASSDRAGSDIREKTORATET
HYDROLOGISK AVDELING

FLOMBEREGNING FOR SELBUSJØEN

OPPDRAGSRAPPORT

2 - 90

**NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT**
BIBLIOTEKET

Rapportens tittel: FLOMBEREGNING FOR SELBUSJØEN	Dato:26.03.1990 Rapporten er: åpen Opplag:10
--	--

Saksbehandlere/Forfattere: Bjarne Krokli og Harald Viken Kontoret for overflatehydrologi	Ansvarlig: <i>Kjell Hegge</i> Kjell Hegge
--	---

Oppdragsgiver: TRONDHIEM ELEKTRISITETSVERK

Sammendrag:		
<p>Det er gjort beregning av påregnelig maksimal flom for Selbusjøen.</p> <p>Beregningen er utført ved å bruke flommodellen som er beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport "Hydrologisk modell for flomberegninger" (1).</p> <p>Verdier for ekstrem nedbør er utarbeidet i DNMI-rapporten "Selbusjøen (Nea). Påregnelige ekstreme nedbørverdier" (2).</p> <p>Resultatet ble (tallene i parantes gjelder ny magasintabell):</p>		
Påregnelig maksimal avløpsflom (topp): (m ³ /s)	Påregnelig maksimal avløpsflom (døgnm.): (m ³ /s)	Flomstigning (m)
2252 (2180)	2237 (2165)	11.70 11.40
Flomstigning refererer seg til HRV.		

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 slike 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 Trondheim Elektrisitetsverk. Det er gjort beregning av påregnelig maksimal flom for Selbusjøen.

Oslo, mars 1990



Arne Tollan
avdelingsdirektør

INNHOLD

	Side
1. INNLEDNING	3
2. BELIGGENHET	3
3. BEREGNINGSFORUTSETNINGER	4
4. LOKALFELTENE	5
4.1 Feltdata Sylsjø lokalfelt	5
4.2 Feltdata Nesjø lokalfelt	5
4.3 Feltdata Selbusjø lokalfelt	5
5. DAMMER	
5.1 Dam Sylsjø	7
5.2 Dam Nesjø	7
5.3 Dam Selbusjø	8
6. NEDBØR	8
7. KALIBRERING AV FLOMMODELL	9
8. PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM	9
8.1 Tilløpsflommer	9
8.2 Sylsjø	11
8.3 Nesjø	12
8.4 Selbusjø	13
9. LITTERATUR	14
10. VEDLEGG	15

SELBUSJØEN (123.Z)

1. INNLEDNING

Det ble beregnet dimensjonerende flom (gjentaksintervall 1000 år) for Nidelva ved utløpet av Selbusjøen 1986. Det forelå også bestilling for PMF, men dette ble utsatt i påvente av retningslinjer for beregning i store felt.

Trondheim Elektrisitetsverk påminner i brev av 19.12.1988 om manglende PMF-beregning.

Det ble bestilt nedbørdata fra DNMI oktober 1989 samtidig som områdeingeniøren ble anmodet om å planimetrere og utarbeide hypsografiske kurver for nedbørfeltene. Nedbørdata forelå på slutten av 1989 og hypsografiske kurver i begynnelsen av mars 1990.

2. BELIGGENHET

Selbusjøen er en ca 60 km² stor innsjø som ligger omtrent 20 km syd-sydøst for Trondheim. Det meste av tilløpet kommer med elva Nea mens elva mellom Selbusjøen og havet heter Nidelv.

Selbusjøen med nedbørfeltgrenser er vist på kart i figur 1.

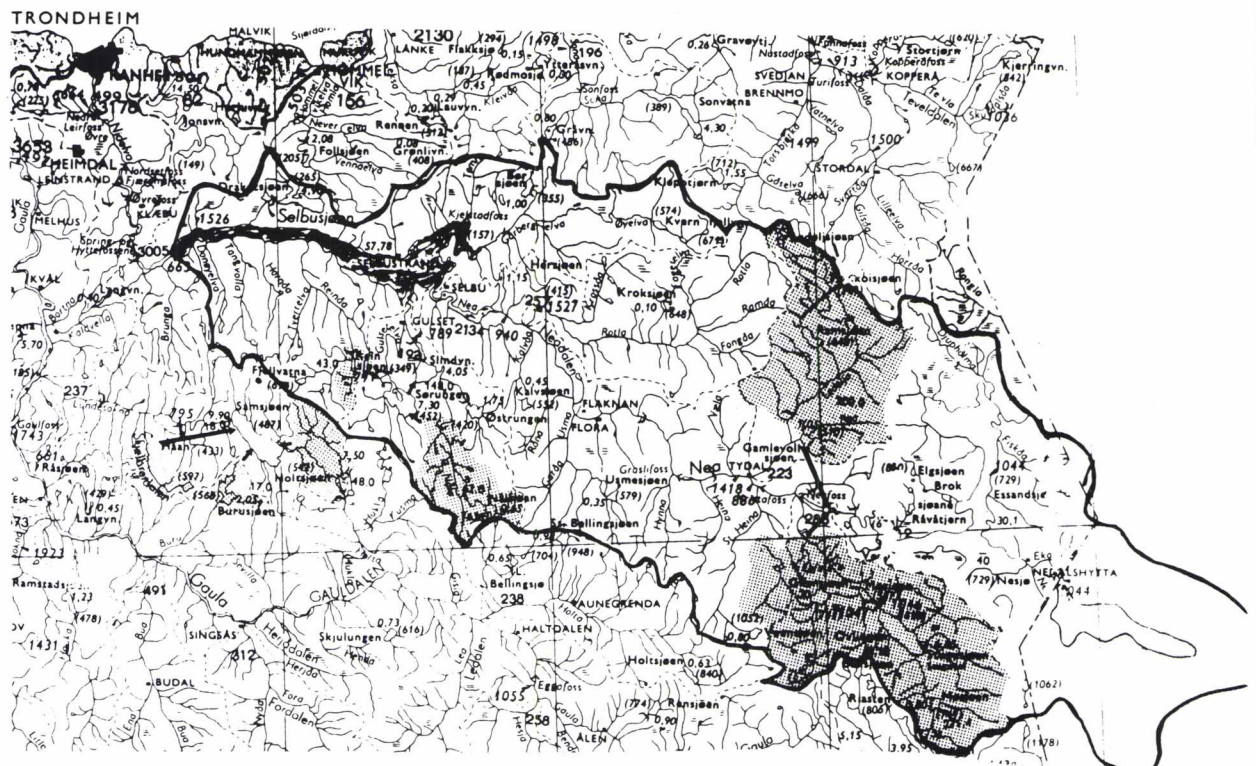


Fig. 1. Selbusjøen med feltgrenser (1:500.000).

Figur 2 viser Selbusjøens nedbørfelt delt inn i 3 lokal-felt: Sylsjø-, Nesjø- og Selbusjø lokal-felt.

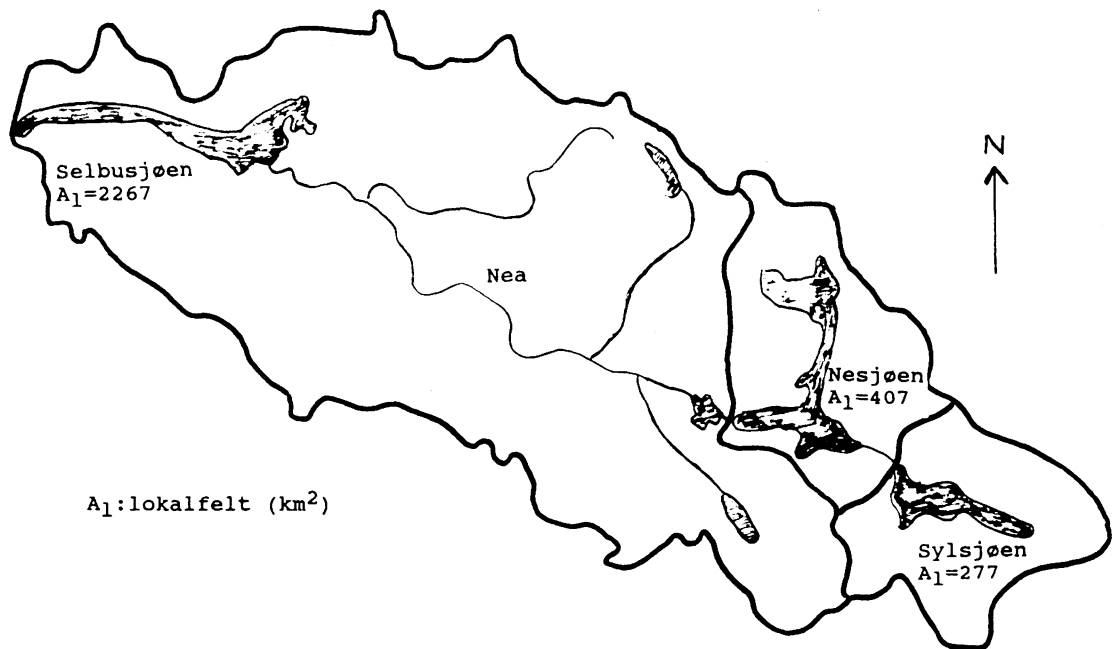


Fig. 2. Lokalfeltene.

3. BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Flomberegningen er utført ved å benytte flommodell til å beregne tilløpsflom for lokalfeltene og så røte flommene gjennom de enkelte magasinene. Modellene for de enkelte feltene ble kalibrert ved å benytte feltparametre. Som inngangsdata i modellene er det benyttet nedbørtall utarbeidet av DNMI. Da flomsesongen strekker seg til og med september måned, er det også lagt til for snøsmelting.

Gangen i beregningen har vært:

Tilløpsflom for Sylsjø beregnes ved hjelp av modell og rutes gjennom Sylsjømagasinet. Avløpsflommen herfra legges til tilløpsflom for Nesjø (modell) og rutes gjennom Nesjømagasinet. Denne avløpsflommen adderes til beregnet tilløpsflom for Selbusjøens lokal-felt (modell) og rutes gjennom Selbusjøen. Dette gir PMF-avløpsflom for Selbusjøen.

Alle høyder som det henvises til er lokale kotehøyder. En kommer inn i NGOs høydegrunnlag ved å trekke 3.134 fra det lokale grunnlaget.

4. LOKALFELTENE

4.1 Feltdata Sylsjø lokalfelt

Sylsjøens nedbørfelt er planimetrert på kart i m. 1:50.000 (serie M711) til 277.4 km². Sylsjøens areal ved HRV (lokal kotehøyde 851) er 17.5 km².

Effektiv sjøprosent i feltet (ASE) er 6.4% når magasinet tas med og 0.04% uten (benyttes ved beregning av tilløpsflom).

Total høydeforskjell i feltet er 946 m.

Feltaksens lengde (L) er 20.7 km.

Relieff-forholdet, $HL = H50/L$, hvor H50 er høydeforskjell i meter mellom 25% og 75% passasjen på feltets hypsografiske kurve og L feltaksens lengde, er 8.6 m/km. Hypsografisk kurve er gjengitt i figur 3.

Normalt spesifikt avløp (Q_n) anslås til 35 l/s km² ut fra isohydatkart.

4.2 Feltdata Nesjø lokalfelt

Nesjø lokalfelt defineres her som Nesjø nedbørfelt minus Sylsjø nedbørfelt.

Nesjøens lokalfelt er planimetrert på kart i m. 1:50.000 (serie M711) til 406.6 km². Nesjøens areal ved HRV (lokal kotehøyde 729) er 66.0 km².

Effektiv sjøprosent i feltet (ASE) er 16.04% med magasin og 0.03% uten (benyttes ved beregning av tilløpsflom).

Total høydeforskjell i feltet er 1030 m.

Feltaksens lengde (L) er 22.6 km.

Relieff-forholdet, $HL = H50/L$, hvor H50 er høydeforskjell i meter mellom 25% og 75% passasjen på feltets hypsografiske kurve og L feltaksens lengde, er 6.4 m/km. Hypsografisk kurve er gjengitt i figur 3.

Normalt spesifikt avløp (Q_n) anslås til 35 l/s km² ut fra isohydatkart.

4.3 Feltdata Selbusjø lokalfelt

Selbusjø lokalfelt er her definert som Selbusjø nedbørfelt fratrukket Sylsjø lokalfelt og Nesjø lokalfelt.

Selbusjø lokalfeltfelt er planimetrert på kart i m. 1:50.000 (serie M711) til 2267 km². Selbusjøens areal ved HRV (lokal

kotehøyde 161.30) er 60.6 km^2 .

Effektiv sjøprosent i feltet (ASE) er 2.7% når magasinet tas med og 0.11% uten (benyttes ved beregning av tilløpsflom).

Total høyde forskjell i feltet er 1385 m.

Feltaksens lengde (L) er 94 km.

Relieff-forholdet, $HL = H_{50}/L$, hvor H_{50} er høydeforskjell i meter mellom 25% og 75% passasjen på feltets hypsografiske kurve og L feltaksens lengde, er 3.4 m/km . Hypsografisk kurve er gjengitt i figur 3.

Normalt spesifikt avløp (Q_n) anslås til 36 l/s km^2 ut fra isohydatkart.

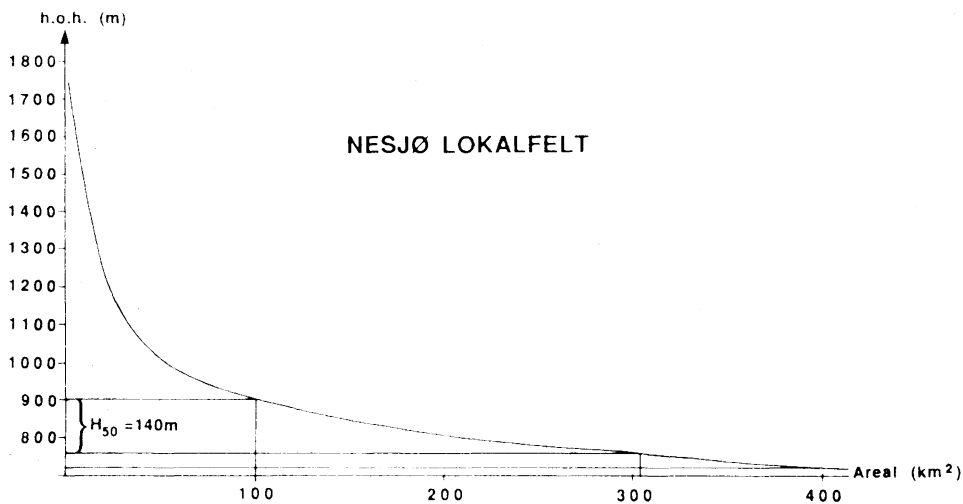
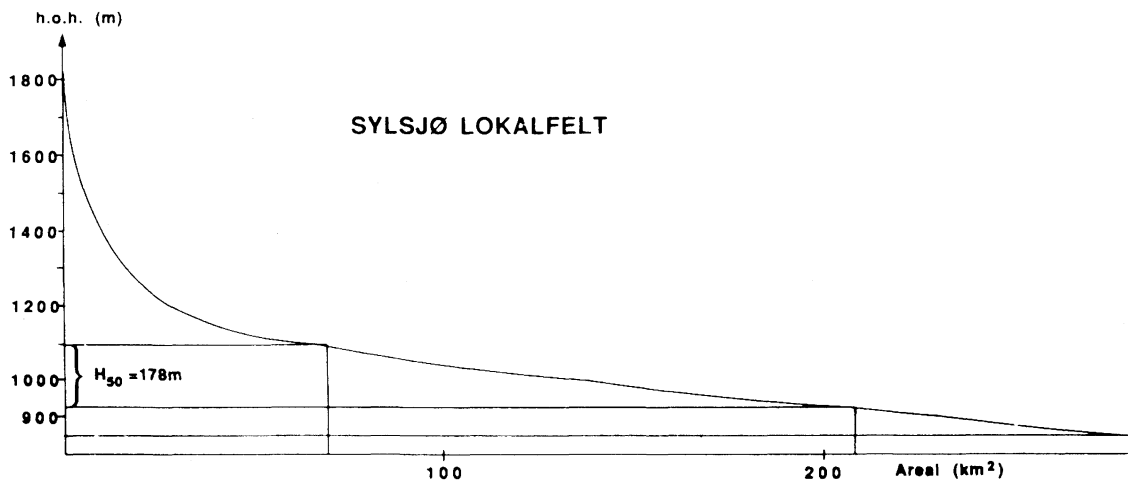


Fig. 3a. Hypsografisk kurve for Sylsjø- og Nesjø lokalfelt.

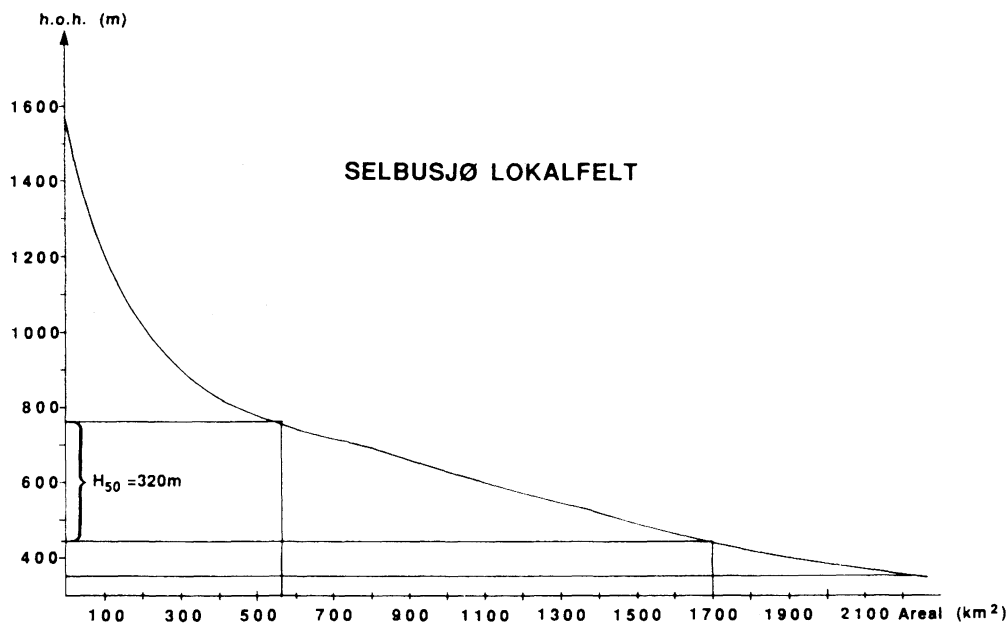


Fig. 3b. Hypsografisk kurve for Selbusjø lokalfelt.

5. DAMMER

5.1 Dam Sylsjø

Det øverste magasinet i vassdraget er Sylsjø. Feltarealet er ca 277 km². Magasinareal er ca 17 km² ved HRV som er 851 på lokal kotehøyde. Det faste overløpet har 3 seksjoner.

Følgende avløpsfunksjon har vært benyttet:

$$Q = 171.000 (H - 851.00)^{1.5000} \quad H > 851.00$$

$$Q = 239.370 (H - 851.03)^{1.5169} \quad H > 851.17$$

$$Q = 170.200 (H - 851.00)^{2.3397} \quad H > 852.46$$

Magasintabellen er gitt ved følgende punkter:

$$(848.00, 154.000), (851.00, 204.000) \text{ og } (852.00, 222.000).$$

Her er første koordinat kotehøyde og andre koordinat volum i mill. m³.

5.2 Dam Nesjø

Neste magasin i vassdraget er Nesjø. Arealet av lokalfeltet er ca 407 km² (nedenfor Sylsjø). Magasinareal er ca 66 km² ved HRV som er 729 (lokal kotehøyde). Dammen har fastoverløp.

Følgende avløpsfunksjon har vært benyttet:

$$Q = 620.000 (H - 729.00)^{1.5000} \quad H > 729.00$$

Magasintabellen er gitt ved følgende punkter:

$$(727.00, 498.000), (729.00, 625.000) \text{ og } (730.00, 691.000).$$

5.3 Dam Selbusjø

Det er flere mindre dammer i vassdraget. De er imidlertid ikke vurdert til å spille noen rolle i forsinkelse av en påregnelig maksimal flom ved fulle magasin.

Det siste magasinet i vassdraget er Selbusjøen. Areal av lokalfelt (her i betydningen totalfelt fratrukket Sylsjø og Nesjø lokalfelt) er 2267 km². Magasinarealet er 60.6 km² ved HRV (lokal kotehøyde 161.30).

Følgende avløpsfunksjon har vært benyttet:

$$Q = 44.869 (H - 157.50)^{1.3266} \quad H > 157.500$$

$$Q = 30.728 (H - 157.50)^{1.5660} \quad H > 162.370$$

Fra tidligere beregninger er magasintabellen gitt ved følgende punkter dersom magasin settes lik 0 ved LRV:

$$(159.00, 217.000), (161.00, 334.000), \\ (163.00, 459.000), (165.00, 593.000), \\ (166.00, 663.000).$$

Sjøarealene ved forskjellige høydekoter over HRV er i midlertid planimetrert på nytt. Det ga en noe gunstigere magasintabell i forbindelse med routing da en unngår lineær interpolasjon over kote 166.00:

$$(159.00, 217.000), (161.00, 330.000), \\ (163.00, 453.100), (165.00, 584.300), \\ (167.00, 723.300), (169.00, 869.500), \\ (171.00, 1022.600), (173.00, 1182.300).$$

6. NEDBØR

DNMI har i rapporten " Selbusjøen (Nea). Påregnelige ekstreme nedbørverdier " utarbeidet nedbørverdier for feltet. Det er i flomberegningen benyttet verdiene for årstid sommer (juni - september). Da september er med i denne perioden, er det i tillegg til nedbør lagt til snøsmelting.

$$\text{Snøsmelting: } S = C_S * T_L = 4.0 * 7.0 \text{ mm/døgn} \\ = 28 \text{ mm/døgn.}$$

Graddagsfaktoren $C_S = 4.0 \text{ mm/}^\circ\text{C d\ddot{o}gn}$ er et middel mellom snaufjell og tett skog (henholdsvis 5 og 3). Smeltetemperatur 7°C er satt lavt for å kompensere for eventuelle sjøer som ikke er islagt (ingen snø til å smelte).

Antall timer	6	12	24	48	72	96	120	144
n timer/24 timer	.60	.80	1.00	1.25	1.41	1.58	1.73	1.87
PMP	150	185	230	290	325	365	400	430
Areal red.faktor	.78	.83	.86	.88	.89	.90	.91	.91
PMP	117	154	198	255	300	330	364	391
PMP + snøsmelt	124	168	226	311	384	442	504	560

7. KALIBRERING AV FLOMMODELL

Kalibrering av flommodell for feltene er gjort ved å benytte et sett av regresjonsligninger som gir de tre viktigste modellparametrene som funksjon av feltkarakteristika.

Øvre tømmekonstant:

$$K_1 = 0.0135 + 0.00268 \cdot HL - 0.01665 \cdot \ln(ASE)$$

Nedre tømmekonstant:

$$K_2 = 0.009 + 0.21 \cdot K_1 - 0.00021 \cdot HL$$

Terskelkonstant:

$$T = -9.000 + 4.4 \cdot K_1 \exp(-0.6) + 0.28 \cdot Q_n$$

Ut fra disse ligningene fikk en følgende parametersett:

	K_1	K_2	T
Sylsjø	0.090	0.026	19.50
Nesjø	0.089	0.026	19.70
Selbusjø	0.068	0.023	22.80

8. PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM

8.1 Tilløpsflommer

Modellene for de tre delfeltene ble tilført påregnelig maksimal nedbør + snøsmelt.

Tilløpsflommene for de tre delfeltene ble (døgnmiddel):

Sylsjø: 523 m³/s

Nesjø: 766 "

Selbusjø: 3845 "

Figur 4 viser nedbørforløp og tilløpsflommene.

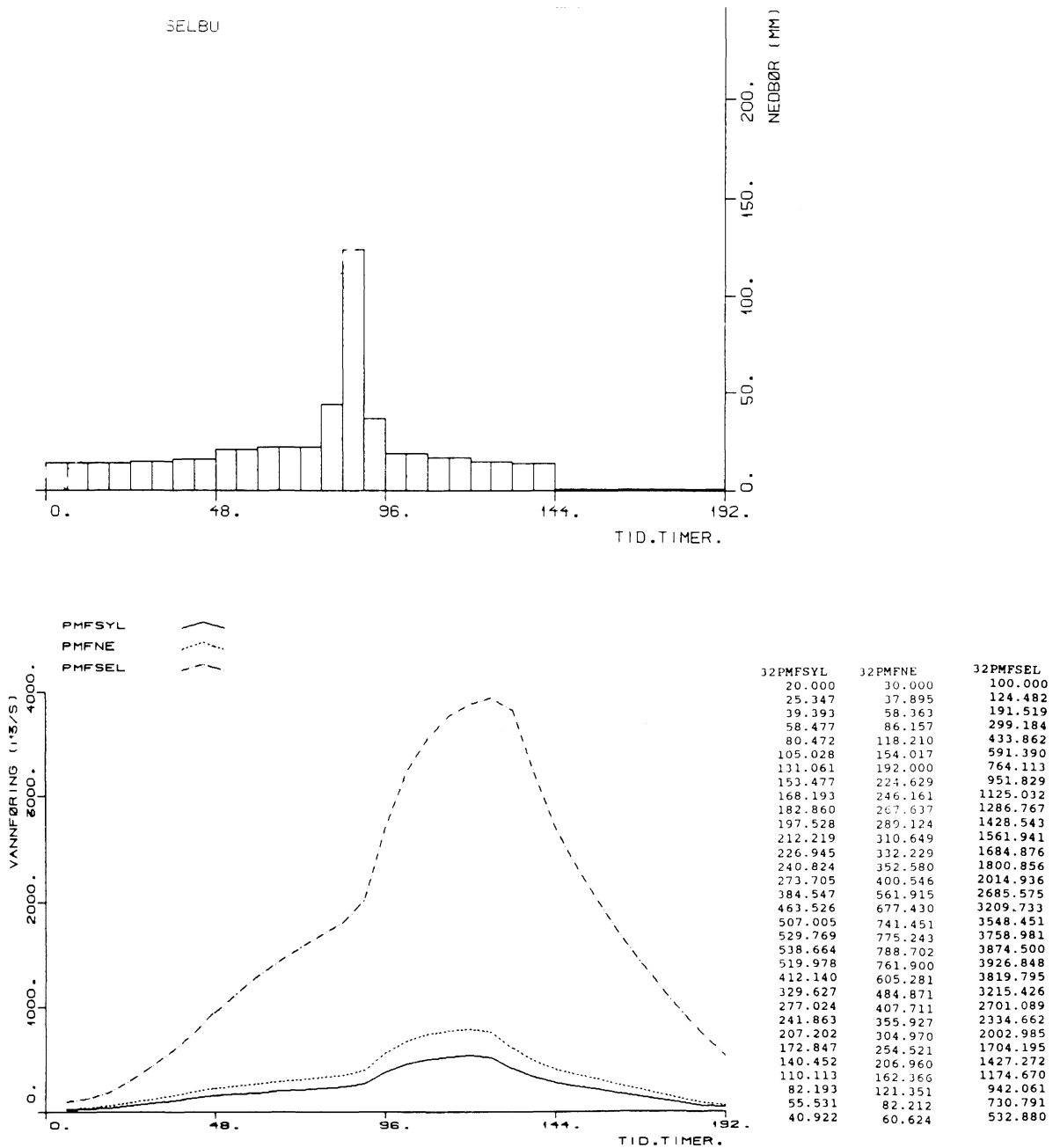


Fig. 4. Tilløpsflommer.

8.2 Sylsjø

Tilløpsflom Sylsjø lokalfelt ble rutet gjennom Sylsjømagasinet.

Resultatet ble:

PMF (flomtopp)	497 m ³ /s
PMF (døgnmiddel)	470 "
Flomstigning	1.58 m

Figur 5 viser plott fra rutingen.

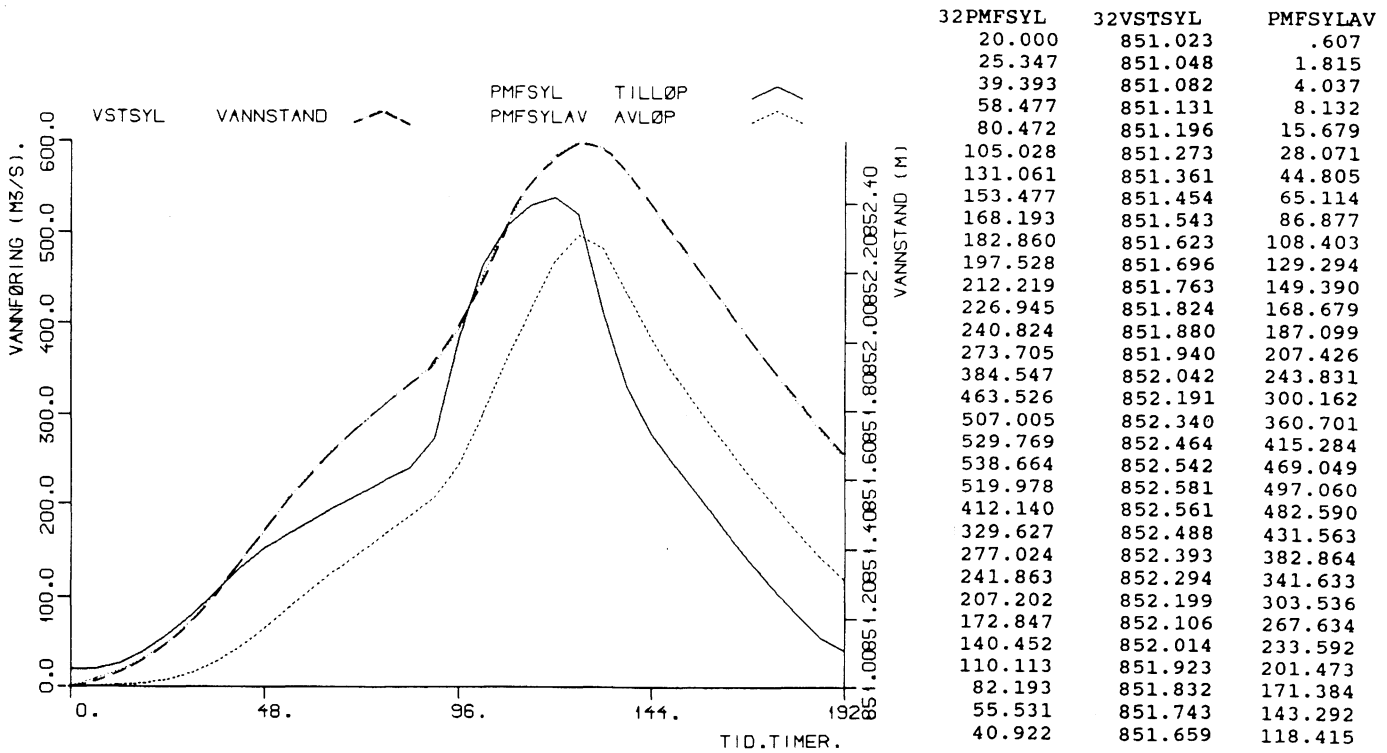


Fig. 5. PMF-flom og vannstander Sylsjømagasinet.

8.3 Nesjø

Tilløpsflom Nesjø lokalfelt tillagt avløpsflom fra Sylsjømagasinet ble rutet gjennom Nesjømagasinet.

Resultatet ble:

PMF (flomtopp)	1034 m ³ /s
PMF (døgnmiddel)	1006 "
Flomstigning	1.40 m

Figur 6 viser plott fra rutingen.

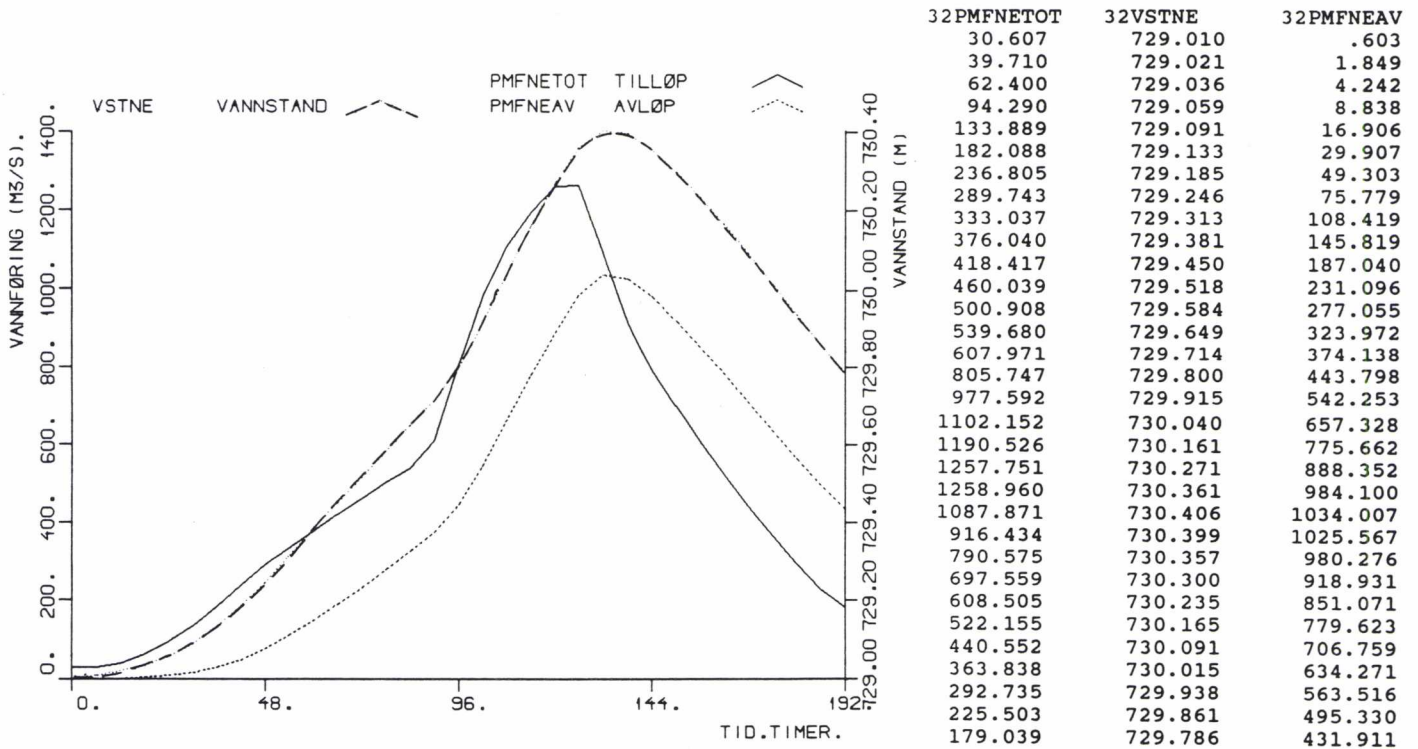


Fig. 6. PMF-flom og vannstander Nesjømagasinet.

8.4 Selbusjø

Tilløpsflom Selbusjø lokalfelt tillagt avløpsflom fra Nesjømagasinet ble rutet gjennom Selbusjøen. I rutingen ble det både benyttet gjeldende magasintabell og tabell etter ny beregning.

Resultatet ble (i parentes tall med ny magasintabell):

PMF (flomtopp)	2252 (2180) m ³ /s
PMF (døgnmiddel)	2237 (2165) "
Flomstigning	11.70 (11.40) m

Figur 7 viser plott fra rutingen.

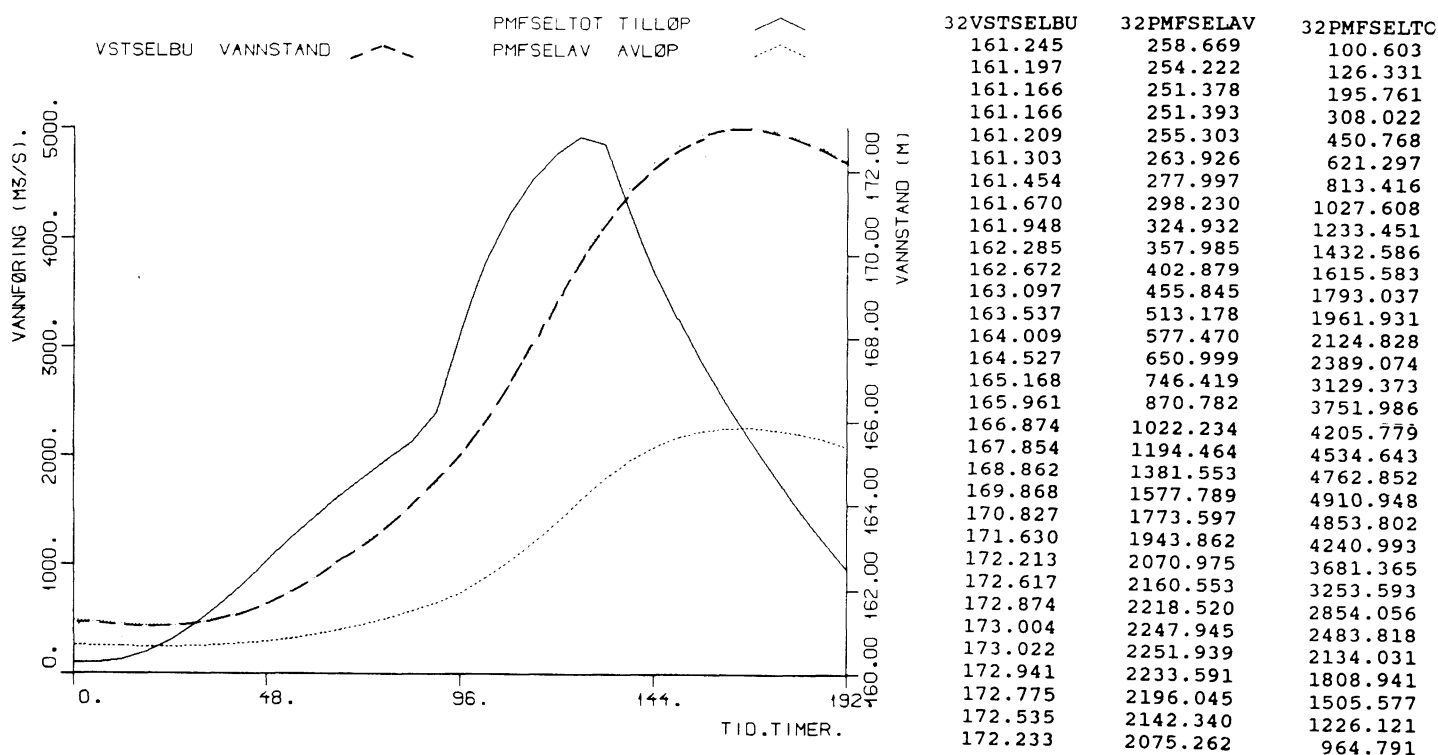


Fig. 7. PMF-flom og vannstander Selbusjøen.

9. LITTERATUR

- (1) Andersen, J. m.fl.
1983: Hydrologisk modell for flomberegninger.
- (2) Førland, Eirik J.
1984 og 1987: Påregnelige ekstreme nedbørverdier.
Rapport nr. 3/84. Klima DNMI.
Beregning av ekstrem nedbør.
Rapport nr. 23/87. Klima DNMI.
- (3) OED/NVE
1981: Forskrifter for dammer.
Universitetsforlaget 1981.

Det Norske Meteorologiske Institutt

PÅREGNELIG EKSTREMNEDBØR .

Nedbørfelt : S E L B U S J Ø E N

1). Normal årsnedbør (basert på verdier fra normalkart): PN ~ 940 mm

2). M5(24t) / PN ~ 5.0 % ===> M5(24t) ~ 47 mm

3). Påregnelige 24 timers nedbørverdier :

	ÅR	SOMMER (J, J, A, S)	HØST (O, N, D)	VINTER (J, F, M)	VÅR (A, M)
M5(årstid)/M5(år)	1.00	0.95	0.76	0.63	0.61
M5 (mm)	47	45	36	30	29
M50 (mm)	70	70	55	50	45
M100 (mm)	80	80	65	55	55
M1000 (mm)	120	115	100	85	85
PMP (mm)	230	225->230	195	175	175

4). Påregnelige n-timers nedbørverdier

4.1) Årsverdier :

Antall timer (n)	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall								
n timer / 24 timer	0.65	0.80	1.00	1.25	1.41	1.58	1.73	1.87
M100 (mm)	50	65	80	100	115	125	140	150
M1000 (mm)	80	95	120	150	170	190	210	225
PMP (mm)	150	185	230	290	325	365	400	430

4.2) Årstidsverdier : SOMMER (JUNI - SEPTEMBER)

Antall timer (n)	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall								
n timer / 24 timer	0.65	0.80	1.00	1.25	1.41	1.58	1.73	1.87
M100 (mm)	50	65	80	100	115	125	140	150
M1000 (mm)	75	90	115	145	160	180	200	215
PMP (mm)	150	185	230	290	325	365	400	430

5). Justering fra punkt til areal-verdi.

De gitte verdier gir punktnedbør for et "representativt" fiktivt punkt i feltet. For felt på ca. 2900 kv.km. fåes et grovestimat av arealnedbør ved å multiplisere punktverdiene med en "arealreduksjonsfaktor" ARF:

Antall timer :	6	12	24	48	72	96	120	144
ARF(2900 kv.km.):	0.78	0.83	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91	0.91

6). Nærmeste målestasjon : Flere stasjoner i feltet

7). Maksimal observert arealnedbør i feltet etter 1956:

1 døgn : 69 mm den 01.08.1989
2 døgn : 80 mm den 01.-02.08.1989

**NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT**



72026569