

RAPPORT

28 1994

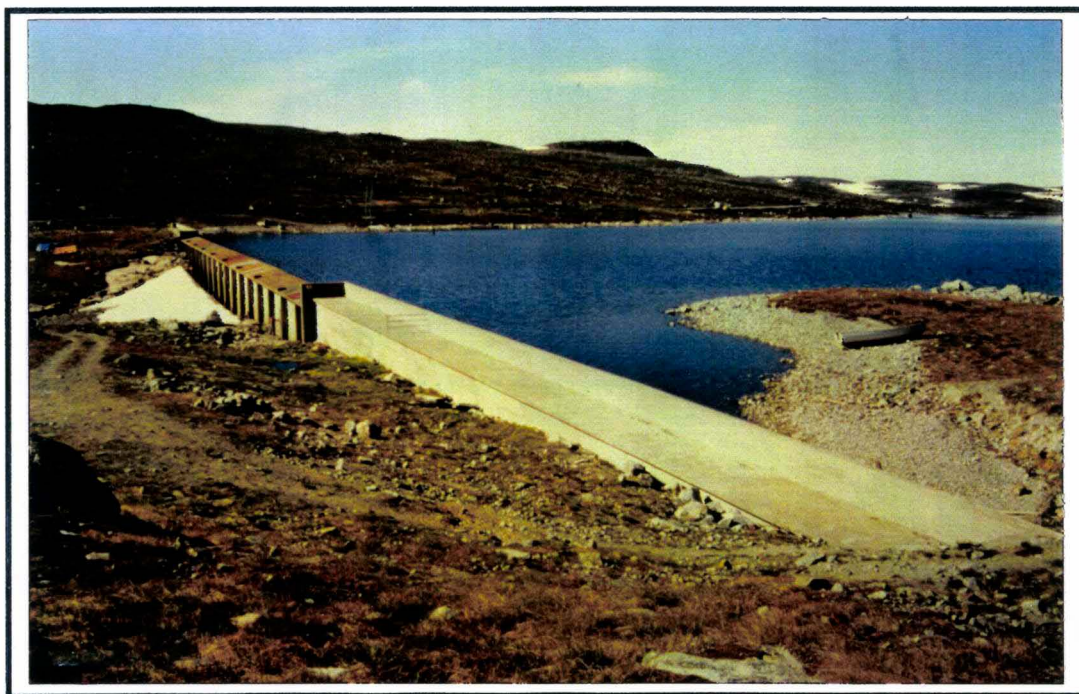


NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEKET

Lars-Evan Pettersson

FLOMBEREGNING USTE/NES-REGULERINGEN I HALLINGDALSVASSDRAGET (012.CZ OG 015.L1B)



HYDROLOGISK AVDELING



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL FLOMBEREGNING USTE/NES-REGULERINGEN I HALLINGDALSVASSDRAGET (012.CZ og 015.L1B)	RAPPORT 28 - 94
SAKSBEHANDLER Lars-Evan Pettersson Hydrologisk avdeling, Seksjon Vannbalanse	DATO 28.11.1994 RAPPORTEN ER åpen
OPPDRAGSGIVER Oslo Energi AS	OPPLAG 20

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" er utført for seks dammer tilhørende Uste/Nes-reguleringen i Hallingdalsvassdraget. Resultatet av beregningen ble:

Dam	DIMENSJONERENDE FLOM		PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM	
	Avløpsflom m ³ /s	Flomvannstand m o.h.	Avløpsflom m ³ /s	Flomvannstand m o.h.
Finsevatn	92	1215.66	166	1215.99
Nygårdsvatn	263	996.09	482	996.60
Ørteren	56	1147.43	104	1147.65
Ustevatn, lukket	341	986.73	625	987.64
Ustevatn, åpen	353	985.73	629	986.73
Rødungen, uten overføring fra Ustevatn				
terskel 957.40	23	957.65	44	957.79
terskel 958.40	0	≈ 958.40	≈ 23	≈ 958.65
Rødungen, med overføring fra Ustevatn				
terskel 957.40	50	≈ 958.20	50	> 958.80
terskel 958.40	50	≈ 958.93	50	> 959.30
Strandefjord				
fire luker åpne	1003	447.86	1672	449.46
to luker åpne	1005	448.93	1673	450.30

Avløpsflommer og flomvannstander i Ustevatn er noe usikre pga kanalen fra vatnet og ned til dammen, som sannsynligvis vil virke oppstuende ved store flommer. Dette vil føre til at avløpsflommene og flomvannstandene ved dammen blir mindre enn beregnet, og at vannstandene i magasinet blir høyere.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

OPPDRAGSRAPPORT

ANSVARLIG UNDERSKRIFT


Arne Tollan
Avdelingsdirektør

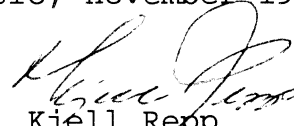
Omslagsbilde: Dam Ørteren
Foto : Oslo Energi

FORORD

"Forskrifter for dammer" 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 fremgangsmåten og gir resultatene av en flomberegning bestilt av Oslo Energi for dammer tilhørende Uste/Nesreguleringen i Hallingdalsvassdraget.

Oslo, november 1994



Kjell Repp
seksjonssjef

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	3
2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM	3
2.1 Flomfrekvensanalyser	4
2.2 Hydrologisk modell	7
2.3 Sammendrag	9
3. REGULERINGSYSTEMET	10
3.1 Magasin	10
3.2 Avløpskurver	11
3.3 Overføringer	13
4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM	14
4.1 Finsevatn	14
4.2 Nygårdsvatn	15
4.3 Ørteren	15
4.4 Ustevatn	16
4.5 Rødungen	18
4.6 Strandefjord	21
5. PÅREGNELIG MAKSIMAL TILLØPSFLOM	24
6. PÅREGNELIG MAKSIMAL AVLØPSFLOM	26
6.1 Finsevatn	26
6.2 Nygårdsvatn	27
6.3 Ørteren	27
6.4 Ustevatn	28
6.5 Rødungen	30
6.6 Strandefjord	33
7. SAMMENDRAG, Q1000 OG PMF	36
8. LITTERATUR	37

1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling ble i brev av 30.11.1993 fra Oslo Energi bedt om å utføre flomberegninger for seks dammer tilhørende Uste/Nesreguleringen i Hallingdalsvassdraget i Buskerud/Hordaland. Det gjelder dammene ved Finsevatn, Nygårdsvatn, Ørteren, Sløtfjord-Ustevatn, Rødungen og Strandefjord. Rødungen ligger i Numedalslågen men overføres til Hallingdalsvassdraget. Overløpet fra Rødungen går naturlig vei, mot Numedalen.

Dimensjonerende og påregnelig maksimal avløpsflom med tilhørende vannstander skal beregnes etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer". Kartet i figur 1 gir en oversikt over reguleringen. I tabell 1 er dammene/feltene listet sammen med de viktigste feltparametrene. Ettersom det er tilløpsflom som i første omgang skal beregnes, er det ved beregning av effektiv sjøprosent ikke regnet med magasinenes sjøarealer. Flomdempningen i magasinene taes det hensyn til ved at tilløpsflommer rutes gjennom disse og avløpsflommer beregnes.

Tabell 1. Dammer/felt i Uste/Nesreguleringen med feltparametre.

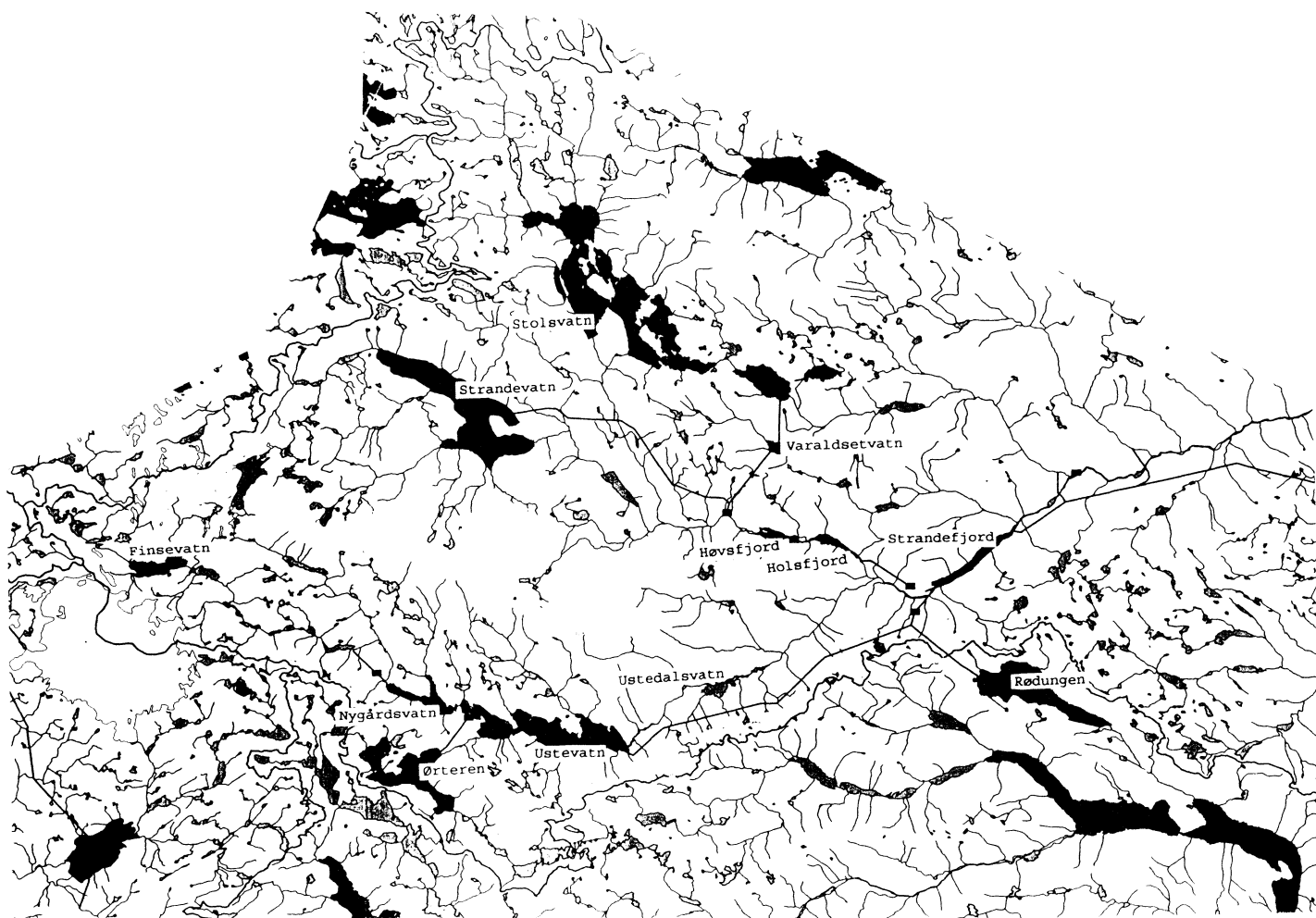
Felt	Feltareal A (km ²)	Normal- avløp Q _N (l/s*km ²)	Eff.sjø- prosent A _{SE} (%)	Relieff- forhold H _L (m/km)
Finsevatn	71.3	60	0.56	17.5
Nygårdsvatn, lokal	201.9	-	-	-
Nygårdsvatn, total	273.2	48	0.51	6.2
Ørteren	75.5	31	0.81	4.7
Ustevatn, lokal	148.4	-	-	-
Ustevatn, total	497.1	38	0.18	5.0
Rødungen	42.7	11	0.01	7.2
Strandefjord, lokal	406.5	19	0.03	5.8

Feltarealene er planimetrert på kart i målestokk 1:50000. Totalt areal for Strandefjord er 1716.6 km², summert som Ustevatns totalfelt, Høvsfjords totalfelt inkl. Stolsvatn (813 km²) og Strandefjord lokalfelt nedenfor disse magasiner.

2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM

Tilløpsflom er flom til magasinet fra et felt, når det er tatt hensyn til flomdempningen i ovenforliggende magasiner og eventuelle overføringer. Dimensjonerende tilløpsflom er den tilløpsflom som har et gjentakintervall på 1000 år, Q₁₀₀₀. Denne

beregnes enten i hovedsak ut fra frekvensanalyser av observerte flommer, eller ut fra nedbør-snøsmeltesdata ved bruk av en nedbør-avløpsmodell.

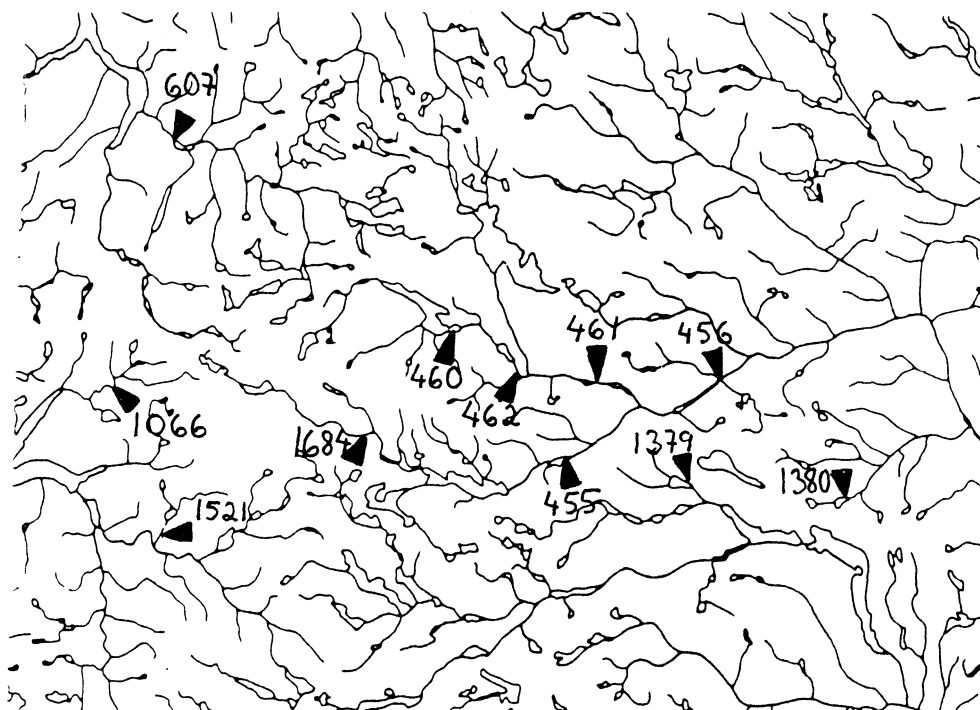


Figur 1. Uste/Nesreguleringen.

2.1 Flomfrekvensanalyser

Aktuelle hydrologiske målestasjoner i området er vist på kartet i figur 2.

Analyser av observerte flommer viser at det er snøsmelteflommer, med bidrag fra regn, som vil være de største i området. Resultatene fra flomfrekvensanalyser for sesongen januar-juli er vist i tabell 2.



Figur 2. Hydrologiske målestasjoner.

Tabell 2. Flomfrekvensanalyser for sesongen januar-juli.

Avløpsstasjon	Felt- areal km ²	Antall obs.år	Varig het døgn	Middelflom, QM		
				m ³ /s	l/s*km ²	Q1000 QM
Hallingdalselv						
460 Strandefjord, tilsig	267 "	21 "	1 3	90.7 74.7	340 280	2.96 2.37
462 Bry bru "	339 "	29 "	1 3	106.5 94.8	314 280	2.88 2.59
461 Høvsfjord, tilsig	770 "	20 "	1 3	217.9 192.8	283 250	2.82 2.34
1684 Nysetervatn	212	14	1	100.1	472	-
455 Ustedalsvatn "	568 "	57 "	1 3	134.4 129.1	237 227	2.29 2.23
456 Oppsjø	1709	26	1	297.1	174	2.45
1380 Buvatn	25.0	30	1	3.5	141	2.80
Aurlandselv						
607 Vassbygdvatn "	762 "	62 "	1 3	289.4 253.6	380 333	2.57 2.41
Austdøla						
1066 Ø.Austdalsv.	88.7	34	1	43.8	494	2.00
Eio						
1521 Isdøla	56.9	16	1	19.6	345	2.14
Numedalslågen						
1379 Halldalsvatn	58.0	30	1	7.1	122	2.50

Middelflom, QM, for et felt uten avløpsobservasjoner kan beregnes ut fra regionale formler basert på feltparametre. Disse flomformler er utledet i "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag". Formelen for V2-område, som feltene i Usta tilhører, er som følger;

$$QM = 51.5 * Q_N^{0.451} * L_F^{-0.223} * (A_{SF}+1)^{0.197} * (A_{SE}+0.01)^{-0.107}$$

hvor L_F er feltlengden og A_{SF} er snaufjellprosenten.

Formelen for V1-område, som Rødungenfeltet tilhører, er som følger;

$$QM = 46.1 * S_T^{0.351} * (A_{SE}+0.01)^{-0.103} * (A_{SF}+1)^{0.140} * \Delta H^{0.172} * Q_N^{0.312}$$

hvor S_T er hovedelvas gradient og ΔH er maksimal høydeforskjell i feltet.

Middelflomberegningen ga til resultat for Finsevatn 494 l/s*km², for Nygårdsvatn, Ørteren og Ustevatn 340-360 l/s*km² og for Rødungen 219 l/s*km² som ett-døgnsmiddel. Beregningen for Strandefjord, som ligger på grensen mellom V1- og V2-område ga til resultat henholdsvis 302 og 262 l/s*km², dvs ca 280 l/s*km² som gjennomsnitt.

Ut fra resultatene i tabell 2 anslås middelflomverdien over tre døgn å være ca 350 l/s*km² for Finsevatn, ca 290 l/s*km² for Nygårdsvatn, Ørteren og Ustevatn, ca 180 l/s*km² for Rødungen og ca 250 l/s*km² for Strandefjord.

Ut fra flomfrekvensanalysene anslås forholdstallet mellom Q1000 og QM til 2.6-3.0 for ett døgn og 2.4-2.5 for tre døgn som representativt for de aktuelle feltene.

Anslåtte Q1000-verdier ut fra flomfrekvensanalysene er vist i tabell 3.

Tabell 3. Resultater fra flomformler og flomfrekvensanalyser.

Finsevatn

Q1000, ett døgn: 2.6 * 494 = 1284 l/s*km²
Q1000, tre døgn: 2.4 * 350 = 840 l/s*km²

Nygårdsvatn, Ørteren, Ustevatn

Q1000, ett døgn: 2.7 * 350 = 945 l/s*km²
Q1000, tre døgn: 2.4 * 290 = 696 l/s*km²

Rødungen

Q1000, ett døgn: 3.0 * 219 = 657 l/s*km²
Q1000, tre døgn: 2.5 * 180 = 450 l/s*km²

Strandefjord

Q1000, ett døgn: 2.8 * 280 = 784 l/s*km²
Q1000, tre døgn: 2.4 * 250 = 600 l/s*km²

2.2 Hydrologisk modell

Q1000 kan som nevnt også beregnes ved bruk av en nedbør-avløpsmodell. Denne er nærmere beskrevet i rapporten "Hydrologisk modell for flomberegninger". Det antas at Q1000 forårsakes av nedbør med gjentaksintervall 1000 år om våren, M1000, tillegg et bidrag fra snøsmelting. Modellparametrene er beregnet ut fra formler basert på feltparametrene effektiv sjøprosent A_{SE} , relieff-forholdet H_L og normalavløpet Q_N . Relieff-forholdet H_L er definert som høydeforskjellen i meter mellom 25%- og 75%-passasjen på feltets hypsografiske kurve, dividert med feltaksens lengde. De beregnede modellparametrene er vist i tabell 4.

Tabell 4. Modellparametre.

Felt	Feltareal km ²	Øvre tømme- konst. K1	Nedre tømme- konst. K2	Terskel- verdi, T
Finsevatn	71.3	0.070	0.020	29.5
Nygårdsvatn, totalfelt	273.2	0.041	0.016	34.2
Ørteren	75.5	0.030	0.014	36.0
Ustevatn, totalfelt	497.1	0.055	0.020	26.6
Rødungen	42.7	0.109	0.030	10.7
Høvsfjord, totalfelt	813.0	0.072	0.022	22.4
Strandefjord, lokalfelt	406.5	0.087	0.026	15.3

Ekstreme nedbørverdier er beregnet etter en metode som Det Norske Meteorologiske Institutt har beskrevet i blant annet rapporten 21-92, "Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier". Ut fra antatt normal årsnedbør på 1200-620 mm i de aktuelle feltene ble nedbør med gjentaksintervall 1000 år, M1000, og påregnelig maksimal nedbør, PMP, beregnet. Nedbørverdiene arealreduseres for å tilpasses ulike store felt. Det blir større arealreduksjon av nedbøren dess større feltet er. Arealreduserte ekstreme nedbørverdier for feltene i Usta/Nes-reguleringen for forsommeren er vist i tabell 5.

Nedbørforløp basert på M1000-verdiene konstrueres med tids-skritt 3 timer for feltene i Usta og med tidsskritt 6 timer for Rødungen og Strandefjords totalfelt. I tillegg regnes det med et bidrag fra snøsmelting. Flomsituasjonen antas opptre i mai-juli når det fortsatt er fullt snødekke i høyfjellet. Temperaturen antas å kunne være ca. 6°C i de aktuelle feltene under stor nedbør. Med en graddagsfaktor på 5 mm vannekvivalent snøsmelting per °C og døgn anslås snøsmeltebidraget til 30 mm vann per døgn. Ved beregningen for Strandefjord antas flommen opptre tidligere på sesongen, med lavere temperaturer. Snøsmeltebidraget anslås da til 20 mm vann per døgn. Begrunnelsen for dette er at en stor del av Strandefjords felt

ligger adskillig lavere enn fjellfeltene, og hvis man skal kunne forutsette snødekke over hele feltet må flommen komme tidligere på sesongen.

Tabell 5. Arealredusert ekstrem nedbør for forskjellige varigheter, sesongen mai-juli.

Finsevatn, normal årsnedbør = 1200 mm

Varighet (timer)	6	12	24	48	72	96
M1000 (mm)	58	76	100	127	148	169
PMP (mm)	114	149	195	248	290	330

Nygårdsvatn, normal årsnedbør = 1000 mm

Varighet (timer)	6	12	24	48	72	96
M1000 (mm)	50	64	83	106	122	138
PMP (mm)	100	128	166	212	243	276

Ørteren, normal årsnedbør = 800 mm

Varighet (timer)	6	12	24	48	72	96
M1000 (mm)	49	61	76	94	107	118
PMP (mm)	104	129	162	201	226	250

Ustevatn, normal årsnedbør = 900 mm

Varighet (timer)	6	12	24	48	72	96
M1000 (mm)	47	60	77	99	112	126
PMP (mm)	97	123	159	204	230	261

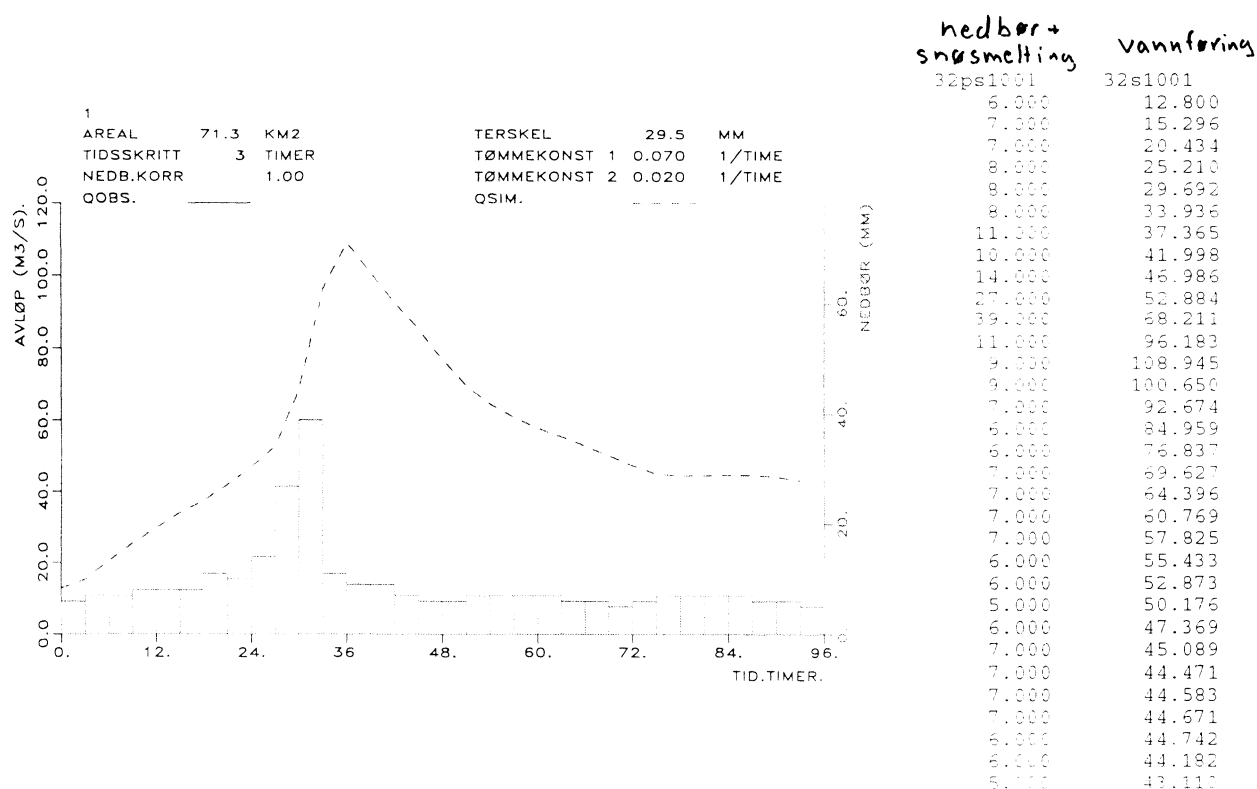
Rødungen, normal årsnedbør = 620 mm

Varighet (timer)	6	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	42	52	62	76	83	92	99
PMP (mm)	90	111	134	163	179	198	214

Strandefjord, normal årsnedbør = 800 mm

Varighet (timer)	6	12	24	48	72	96
M1000 (mm)	43	55	70	87	100	112
PMP (mm)	91	117	148	186	212	237

Ut fra nedbør-snøsmelteforløpene simuleres flommer som antas å ha gjentaksintervall 1000 år for de forskjellige feltene ved bruk av nedbør-avløpsmodellene. Som eksempel på simuleringene vises den for Finsevatn i figur 3. Resultatene av simuleringene er sammenfattet i tabell 6. For å simulere flommen i Strandefjords felt er dette oppdelt i tre delfelt, Ustevatns felt, Høvsfjords felt og Strandefjords lokalfelt. Flommene i Høvsfjordfeltet og i Ustevatnfeltet antas å være hhv 6 timer og 12 timer forsinket i forhold til flommen i Strandefjords lokalfelt. Ekstrem nedbør er beregnet med arealreduksjonsfaktorer som gjelder for totalfeltet, 1716.6 km². Opplysningene om Høvsfjordfeltet er tatt fra rapporten 12-88 "Flomberegning Holsvassdraget".



Figur 3. Simulering av Q1000 for Finsevatn.
Tidsskritt 3 timer.

Tabell 6. Q1000, simulert flom.

Varighet	1 døgn		3 døgn	
	m³/s	l/s*km²	m³/s	l/s*km²
Finsevatn	87.3	1223	62.4	875
Ustevatn,				
totalfelt	467.2	940	353.8	712
Rødungen	41.5	971	27.5	644
Strandefjord,				
totalfelt	1356	790	990	577

Simuleringene for Nygårdsvatn og Ørteren ga noe lavere spesifikke flommer enn for Ustevatn. Som diskuteres i avsnitt 2.3 velges spesifikk flom for Ustevatn å representere også Nygårdsvatn og Ørteren.

2.3 Sammen drag

Sammenlikning av resultatene ved simulering av Q1000 og anslåtte verdier ut fra flomfrekvensanalyser, tabellene 6 og 3, viser stort sett en god overensstemmelse. Simuleringsresultatene for ett døgn blir noe lavere enn hva flomfrekvensanalyse gir, mens de for tre døgn blir noe høyere. Flomformelen for

ett døgn antyder samme størrelseorden for flommene i Nygårdsvatn, Ørteren og Ustevatn, og siden den simulerte flommen for Ustevatn stemmer godt overens med frekvensanalyseresultatene velges den å representere også flommene i Nygårdsvatn og Ørteren.

Simuleringsresultatene for Rødungen er adskillig større enn hva flomformelen og frekvensanalysene antyder. Til dette er å bemerke at de regionale flomformelene er utledet på grunnlag av data fra forholdsvis store felt. I retningslinjene for beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom er det nevnt at flomformelene gjelder for felt større enn 50 km² og at de må brukes forsiktig for felt under 100 km². Rødungen er et spesielt felt i den forstand at magasinarealet er forholdsvis stort i forhold til hele feltet, og at det er korte strekninger fra vannskillet og ned til magasinet. Av den grunn må man anta at feltet reagerer meget raskt på nedbør og smelting. Siden magasinarealet er så stort vil tilløpsflommen dempes mye. Tilløpsflommens størrelse over ett døgn er ikke av betydning for avløpsflommen, men det er flomvolumet over flere døgn som vil være avgjørende for avløpsflommens størrelse. Simulert flom over tre døgn, 644 l/s*km² i spesifikke verdier, vurderes å være i rimelig størrelsesorden sammenliknet med tilsvarende verdier for øvrige felt.

Ut fra disse kommentarer antas de simulerte flommene, tabell 6, å representere Q1000 for de aktuelle feltene og benyttes for beregning av avløpsflommer og flomvannstander.

3. REGULERINGSYSTEMET

For å beregne avløpsflommene rutes tilløpsflommene, tillagt eventuelle overføringer, gjennom magasinene. Flomdempningen avhenger bl.a. av magasinets størrelse og flomavledningsorganenes kapasiteter, dvs. avløpskurvene. Ved rutingen, som utføres ved bruk av et dataprogram ved Hydrologisk avdeling, forutsettes magasin vannstanden ligge på HRV ved flommens begynnelse.

3.1 Magasin

Den magasin størrelse som er interessant ved flomberegning er volumet over HRV. Magasinet beskrives av volumet ved to forskjellige vannstander. Verdiene kan tas ut fra en magasinkurve eller beregnes ut fra sjøarealet ved HRV. For magasinene tilhørende Uste/Nesreguleringen benyttes arealer planimetrert på kart i målestokk 1:50000. Se tabell 7.

Tabell 7. HRV-verdier og magasinarealer ved HRV.

Magasin	HRV m o.h.	Magasinareal ved HRV km ²
Finsevatn	1215.00	3.16
Nygårdsvatn	995.00	3.38
Ørteren	1147.00	10.48
Ustevatn	985.00	16.80
Rødungen	957.40	13.17
Strandefjord	445.20	2.97

3.2 Avløpskurver

Damkarakteristika er funnet fra damtegnninger og ligger til grunn for beregningen av avløpskurver. Overløpskoeffisientene er fastsatte etter drøfting med Vassdragstilsynet.

Dammen ved Finsevatn har et overløp med terskel på 1215.00 m o.h., effektiv lengde 84.6 m etter reduksjon for sidekontraksjon ved pilarer, og overløpskoeffisient 2.0. Damkrona ligger på 1216.1 m o.h. med effektiv lengde 140 m og overløpskoeffisient 1.7. Reell damkronelengde 157 m er redusert for å kompensere for oppstuingseffekten av bru over overløp og gjerde på bruene. Avløpskurven blir:

$$Q = 169.2000 (H - 1215.00)^{1.5000} \quad 1215.00 < H < 1216.10$$

$$Q = 161.8001 (H - 1215.00)^{1.9515} \quad 1216.10 \leq H$$

Dammen ved Nygårdsvatn har et overløp med terskel på 995.00 m o.h., lengde 109.8 m og overløpskoeffisient 2.1. Damkrona ligger på 996.00 m o.h. med lengden 19.6 m og overløpskoeffisienten 1.6. Avløpskurven blir:

$$Q = 230.5800 (H - 995.00)^{1.5000} \quad 995.00 < H < 996.00$$

$$Q = 230.6578 (H - 995.00)^{1.5660} \quad 996.00 \leq H$$

Dammen ved Ørteren har et overløp med terskel på 1147.00 m o.h., lengde 105.0 m og overløpskoeffisient 1.9. Damkrona ligger på 1148.00 m o.h. med lengden 95 m og overløpskoeffisienten 1.7. Avløpskurven blir:

$$Q = 199.5000 (H - 1147.00)^{1.5000} \quad 1147.00 < H < 1148.00$$

Dammen ved Ustevatn har et overløp med terskel på 985.00 m o.h., effektiv lengde 62.1 m etter reduksjon for sidekontraksjon ved pilarer, og overløpskoeffisient 2.1. Dammen har luker. Ved åpne luker er terskelen på 981.30 m o.h. Lengden er 20 m og overløpskoeffisienten 1.5. Lukekapasiteten ved HRV er beregnet til 213 m³/s. Ved høyere vannstander beregnes lukekapasiteten etter formelen for dykket avløp. Ved lukkede luker er terskelen på 985.30 m o.h., lengden 20 m og overløpskoeffi-

sienten 1.7. Ved vannstander over 986.20 m o.h. beregnes avløpet over lukene etter formelen for dykket avløp. Avløpskurven ved åpne luker blir:

$$\begin{aligned} Q &= 30.0000 (H - 981.30)^{1.5000} & 981.30 < H < 985.00 \\ Q &= 5.1213 (H - 981.30)^{2.8438} & 985.00 \leq H \end{aligned}$$

Avløpskurven ved lukkede luker blir:

$$\begin{aligned} Q &= 150.1701 (H - 985.00)^{1.6137} & 985.00 < H < 986.20 \\ Q &= 154.9897 (H - 985.00)^{1.4378} & 986.20 \leq H \end{aligned}$$

En kanal fra vatnet til dammen vil sannsynligvis begrense kapasiteten ved dammen. Det vil bli et fall på strekningen frem til dammen. Det tas ikke hensyn til denne begrensning. En nøyaktig beregning vil kreve oppmåling av profiler på strekningen.

Dammen ved Rødungen har et overløp med terskel på 957.40 m o.h., lengde 100.0 m og overløpskoeffisient 1.8. Nedenfor overløpet er det en sjakt som går over i tunnel. Lengden på sjakt og tunnel er tilsammen drøyt 220 m, fallet er totalt ca. 18 m og sjakttverrsnittet er 8 m². Det regnes med et Mannings tall på 30 og tunnelkapasiteten ut fra disse mål er 50 m³/s. Damkrona ligger på 959.80 m o.h. Avløpskurven blir:

$$\begin{aligned} Q &= 180.0000 (H - 957.40)^{1.5000} & 957.40 < H < 957.83 \\ Q &= 50.0000 (H - 957.40)^{0.0000} & 957.83 \leq H < 959.80 \end{aligned}$$

For tiden er det et 1 m høyt bjelkestengsel på overløpet. Flomvannstander beregnes også under forutsetning at dette stengsel står. Avløpskurven blir densamme men med terskelnivå 958.40 m.

Dammen ved Strandefjord har et overløp med terskel på 445.20 m o.h., effektiv lengde 15.4 m etter reduksjon for sidekontraksjon ved pilarer, og overløpskoeffisient 2.1. Damkrona ligger på 447.00 m o.h. med effektiv lengde 90 m og overløpskoeffisient 1.5. Reell damkronelengde, 98.7 m, er redusert for å kompensere for oppstuingseffekten av gjerde på damkrona. Dammen har fire luker. Ved åpne luker er terskelen på 441.50 m o.h. Lengden er tilsammen 40 m og overløpskoeffisienten 1.5. Lukekapasiteten ved HRV er beregnet til 427 m³/s. Ved vannstander over 445.50 m o.h. beregnes lukekapasiteten etter formelen for dykket avløp. Ved lukkede luker er terskelen på 445.50 m o.h., lengden 40 m og overløpskoeffisienten 1.7. Ved vannstander over 446.40 m o.h. beregnes avløpet over lukene etter formelen for dykket avløp. Avløpskurven ved åpne luker blir:

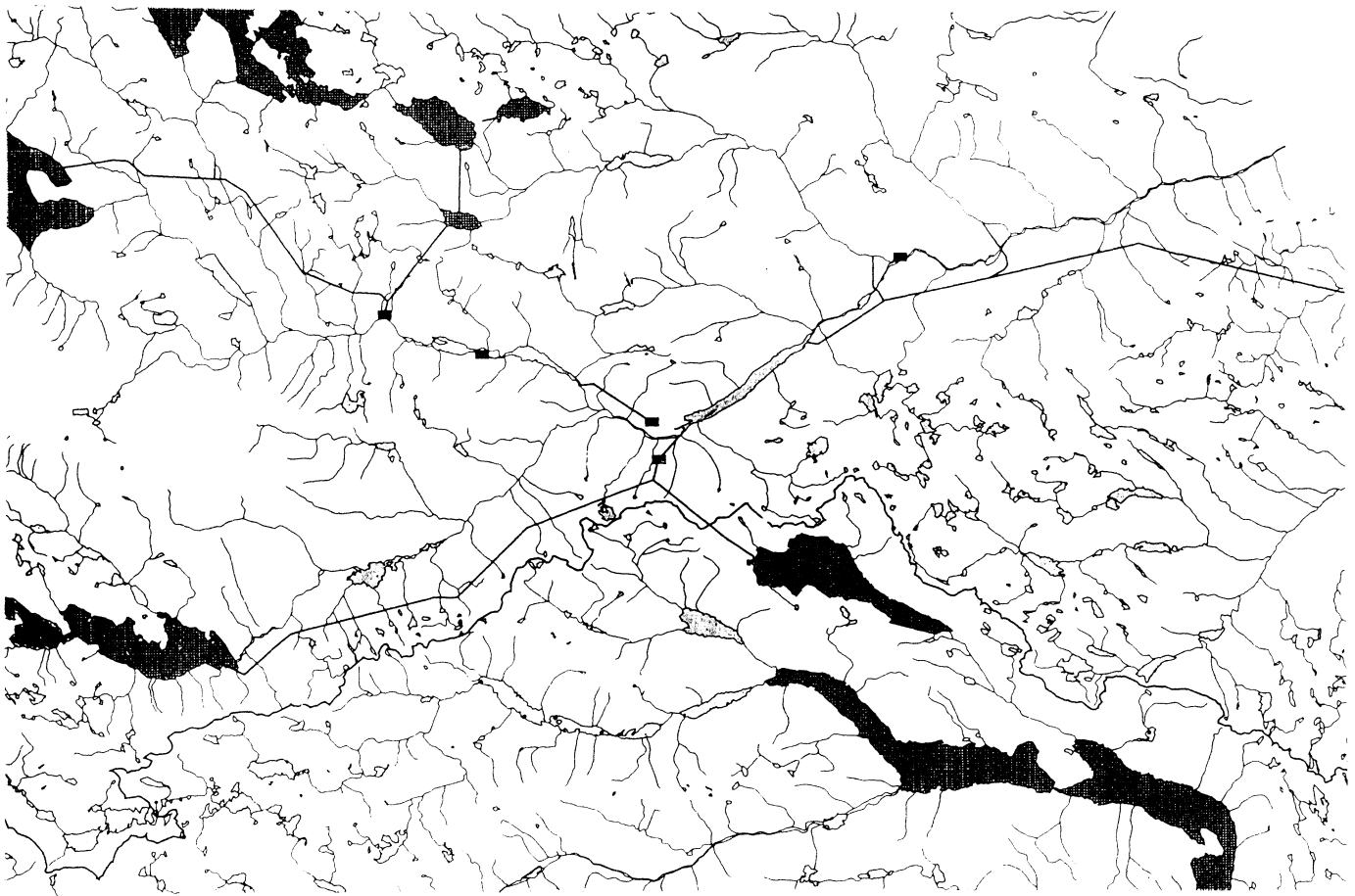
$$\begin{aligned} Q &= 60.0000 (H - 441.50)^{1.5000} & 441.50 < H < 445.50 \\ Q &= 276.9707 (H - 443.44)^{0.7744} & 445.50 \leq H < 447.06 \\ Q &= 0.2498 (H - 437.55)^{3.5557} & 447.06 \leq H \end{aligned}$$

Det er også beregnet avløpskurve når kun to luker av de fire er åpne. Den blir:

$Q = 30.0000$	$(H - 441.50)^{1.5000}$	$441.50 < H < 445.50$
$Q = 82.4002$	$(H - 442.88)^{1.1329}$	$445.50 \leq H < 447.05$
$Q = 2.3722$	$(H - 441.50)^{3.0154}$	$447.05 \leq H$

3.3 Overføringer

I figurene 2 og 4 gis en oversikt over reguleringsystemet Uste/Nes.



Figur 4. Overføringstunneler i Uste/Nes-reguleringen.

Ved flomberegning for Finsevatn, Nygårdsvatn, Ørteren og Ustevatn er det ikke noen overføringer å ta hensyn til.

Til Rødungen kan det overføres vann fra Ustevatn. Kapasiteten på denne overføring er oppgitt til 40 m³/s. Ved beregningen for Rødungen regnes det både med og uten denne overføring.

I Holsvassdraget er det en driftstunnel fra Strandevatn til kraftstasjonen Hol I. Den regnes for å være lukket og flommen

i Strandevatn går kun i overløpet. Det er også en overføring fra Votna inn i feltet gjennom en driftstunnel fra Varaldsetvatn til Hol I. Den har en kapasitet på 26 m³/s og antas å stå åpen under flommen.

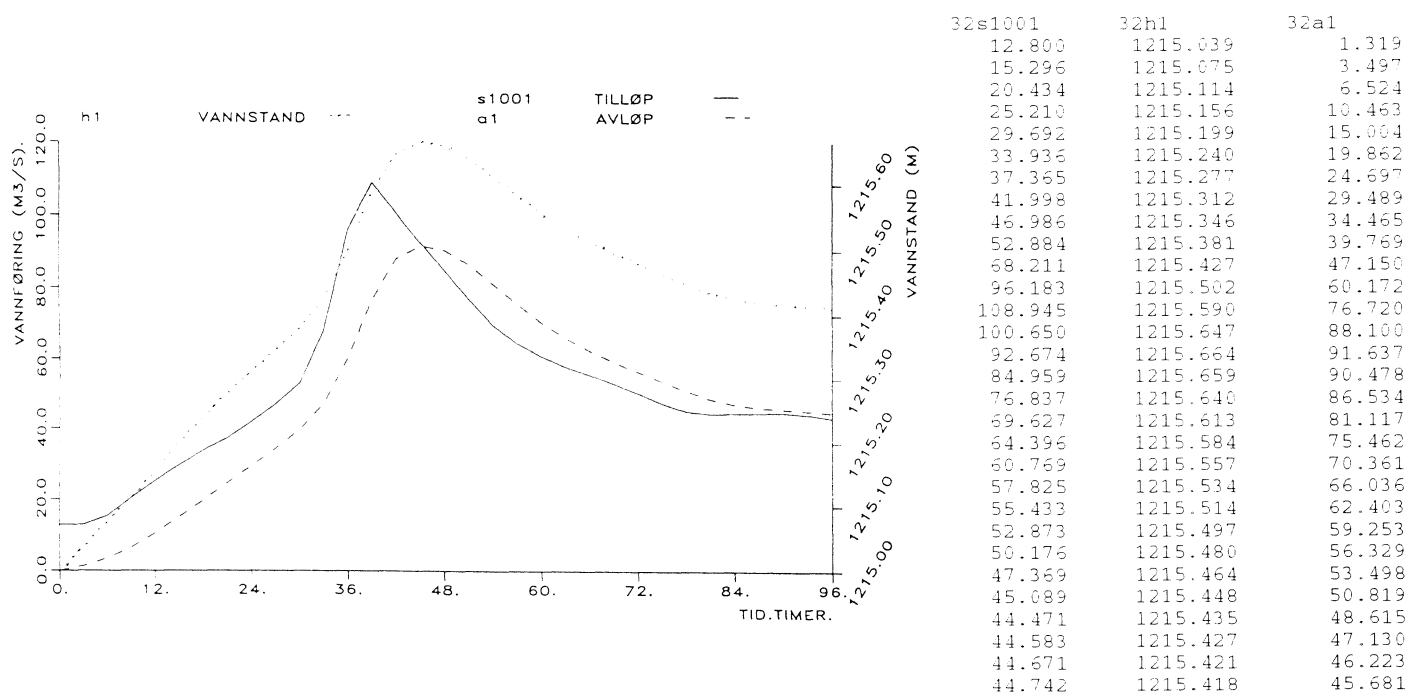
Til Strandefjord kan det overføres vann fra fem bekkeinntak på driftstunnelen mot Nes kraftstasjon. Total kapasitet på overføringen er 60 m³/s. De forskjellige bekkeinntakene, med kapasiteter, er Votna (18 m³/s) og Lya (20 m³/s) på nordsiden, og Ridøla (4 m³/s), Dokkelv (6 m³/s) og Rukkedøla (12 m³/s) på sørsiden av Hallingdalselv.

I tillegg kan det overføres vann fra Rødungen, totalt 40 m³/s.

4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM

4.1 Finsevatn

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom til Finsevatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 5. Dimensjonerende avløpsflom blir 92 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 1215.66 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.66 m.



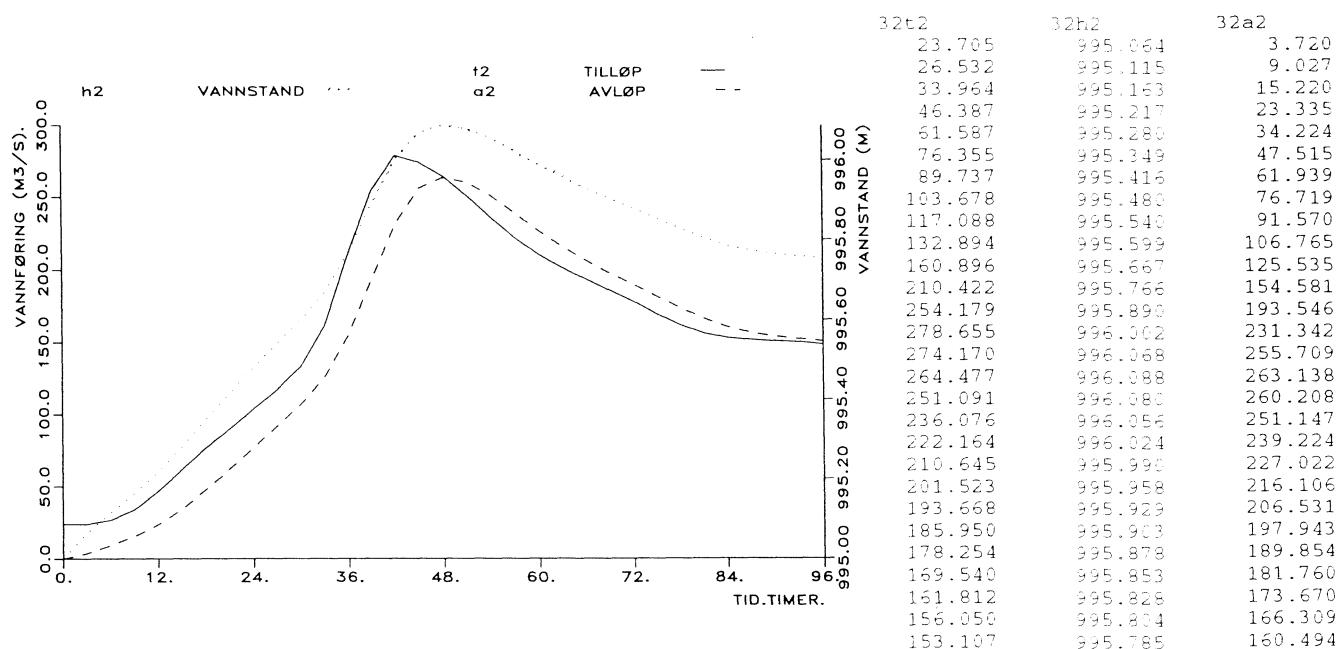
Figur 5. Dimensjonerende flom Finsevatn. Tidsskritt 3 timer.

4.2 Nygårdsvatn

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år for Ustevatns totalfelt fordeles etter relativ areal på delfeltene. Skaleringsfaktorene blir:

Finsevatns felt	: 71.3/497.1 = 0.143
Nygårdsvatns lokalfelt	: 201.9/497.1 = 0.406
Ørterens felt	: 75.5/497.1 = 0.152
Ustevatns lokalfelt	: 148.4/497.1 = 0.299

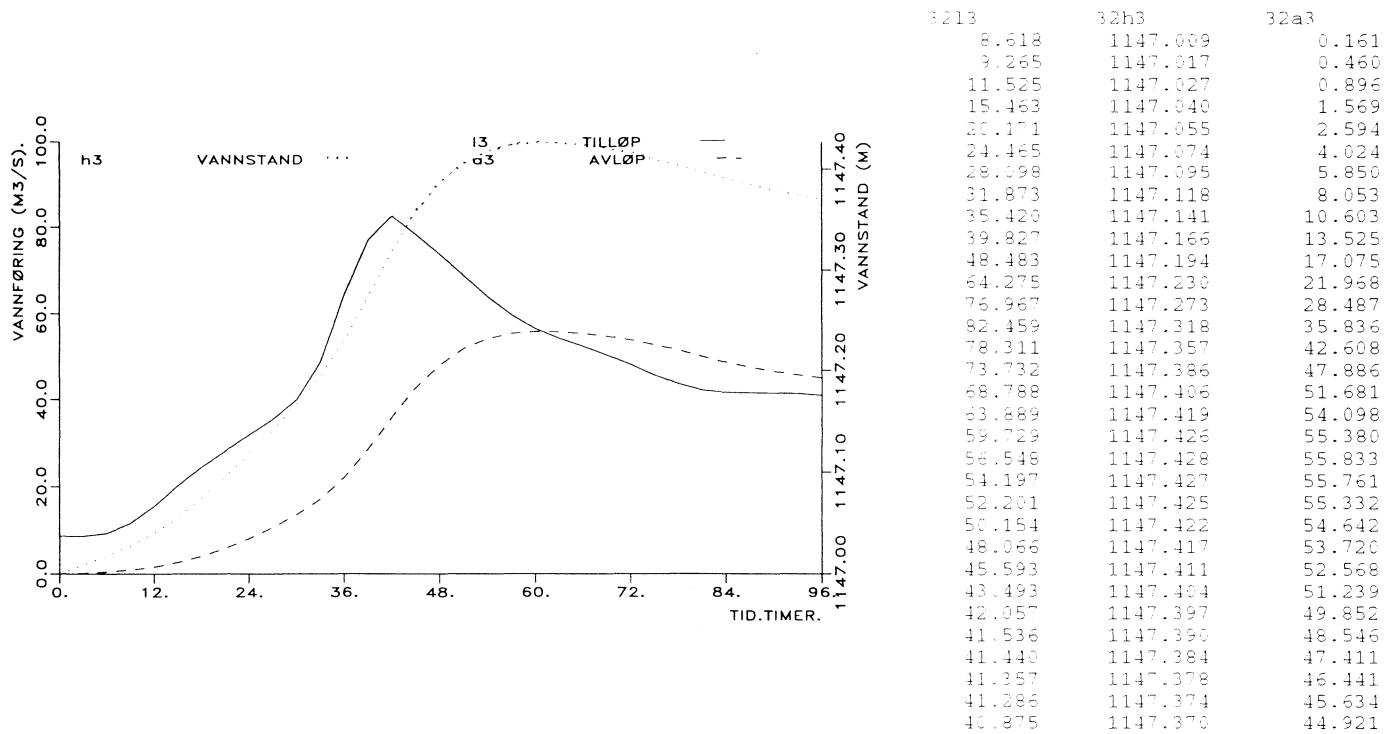
Den skalerte flommen i Finsevatns felt rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Denne flommen er mindre enn dimensjonerende avløpsflom for Finsevatn. Dimensjonerende tilløpsflom til Nygårdsvatn utgjøres av avløpsflommen fra Finsevatn og flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 6. Dimensjonerende avløpsflom blir 263 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 996.09 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.09 m.



Figur 6. Dimensjonerende flom Nygårdsvatn. Tidsskritt 3 timer.

4.3 Ørtereren

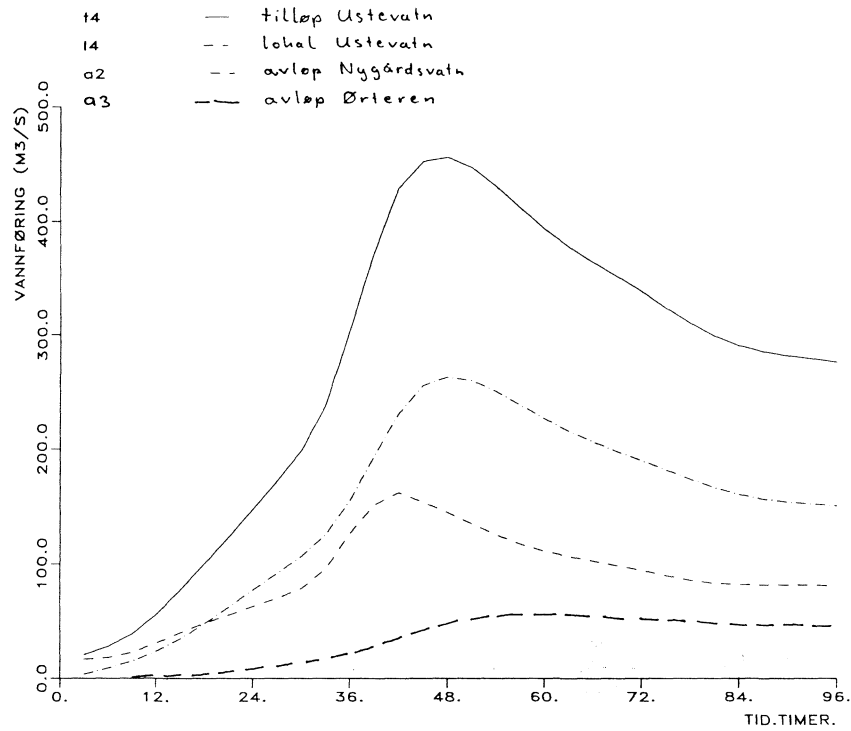
Den i avsnitt 4.2 skalerte flommen til Ørterens felt tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 7. Dimensjonerende avløpsflom blir 56 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 1147.43 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.43 m.



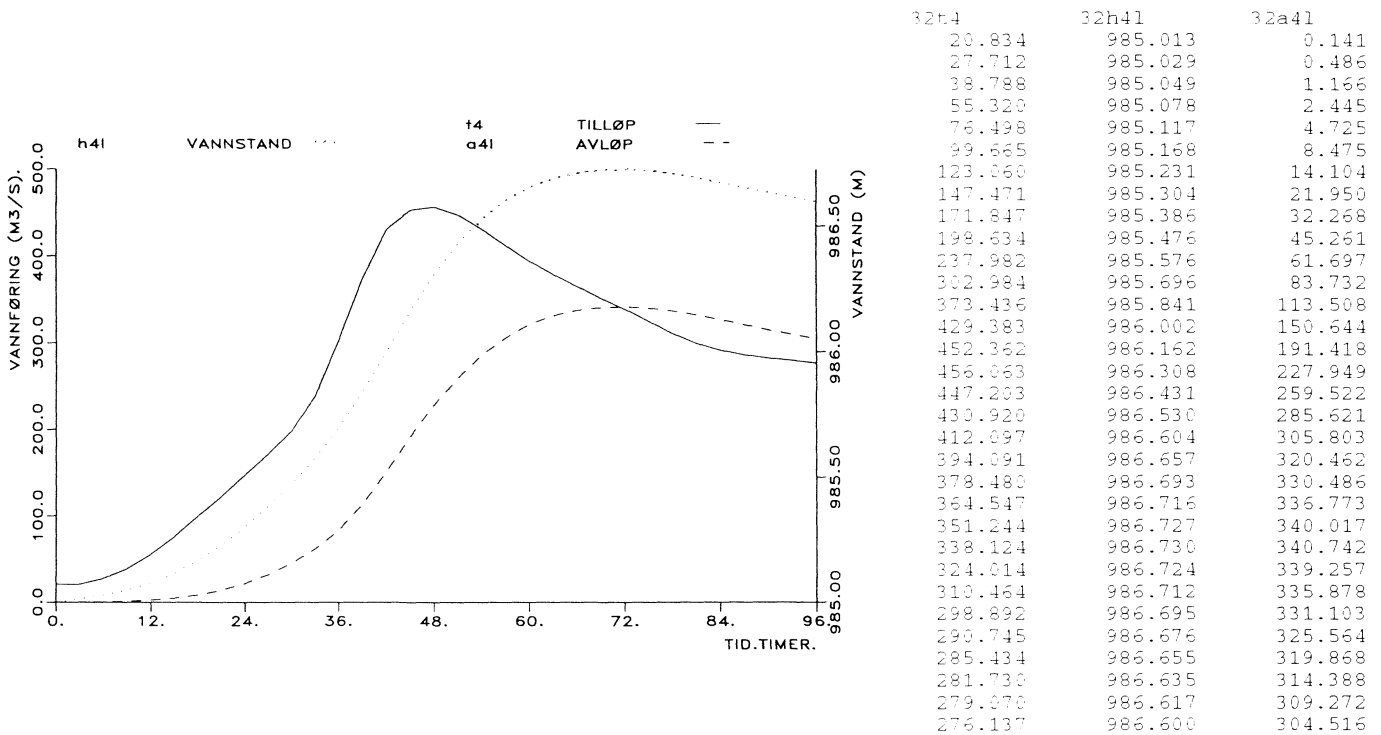
Figur 7. Dimensjonerende flom Ørteren. Tidsskritt 3 timer.

4.4 Ustevatn

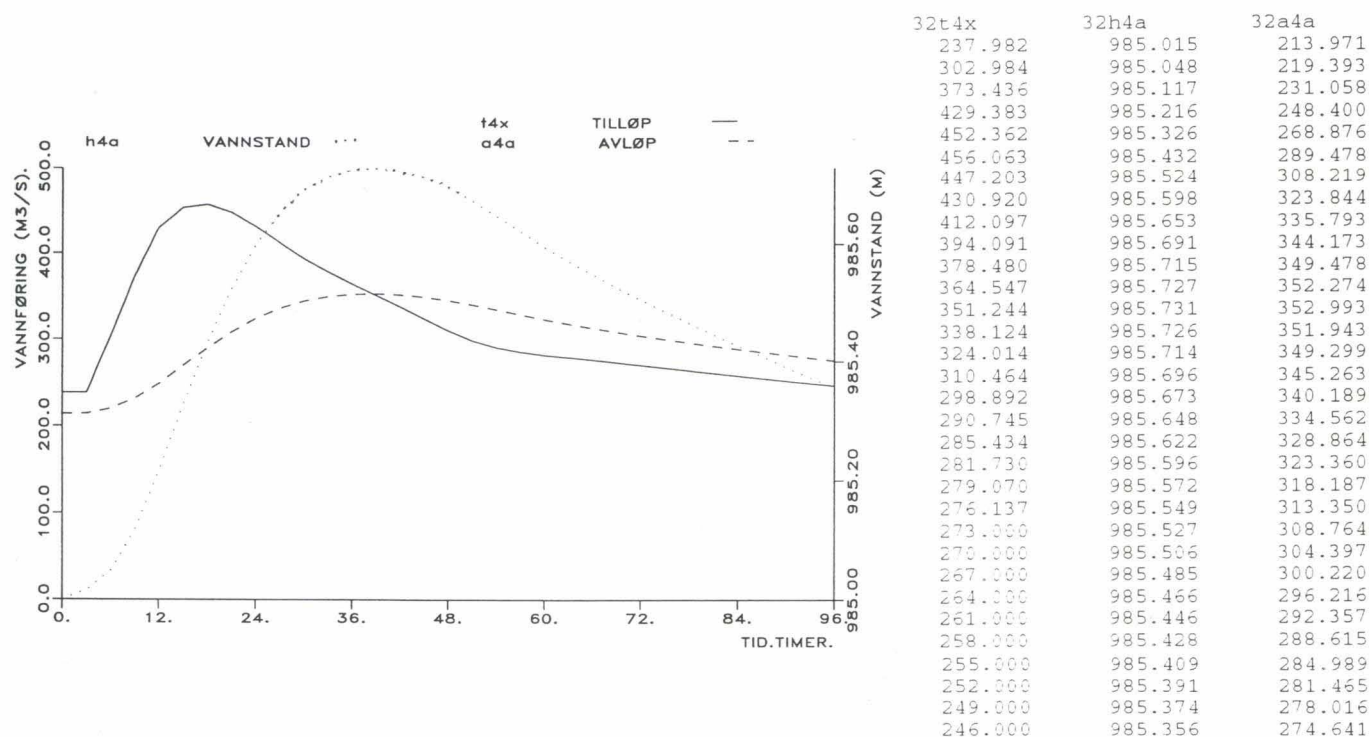
Dimensjonerende tilløpsflom til Ustevatn består av flommen i Ustevatns lokalfelt, avløpsflommen fra Nygårdsvatn og avløpsflommen fra Ørteren, se figur 8. Dimensjonerende tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes dels under forutsetning at dammen er lukket og dels at lukene er åpne, se figur 9 og 10. Det regnes ikke med noen overføring ut av feltet. Dimensjonerende avløpsflom, med lukket dam, blir 341 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 986.73 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.73 m. Dimensjonerende avløpsflom, med åpne luker, blir 353 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 985.73 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.73 m. Som nevnt i avsnitt 3.2 er avløpsflommer og flomvannstander usikre for Ustevatn pga kanalen fra vatnet og ned til dammen. Den vil sannsynligvis virke oppstuende slik at avløpsflommen og flomvannstanden ved dammen blir mindre enn beregnet og vannstanden i magasinet blir høyere.



Figur 8. Dimensjonerende tilløpsflom til Ustevatn med forskjellige bidrag.



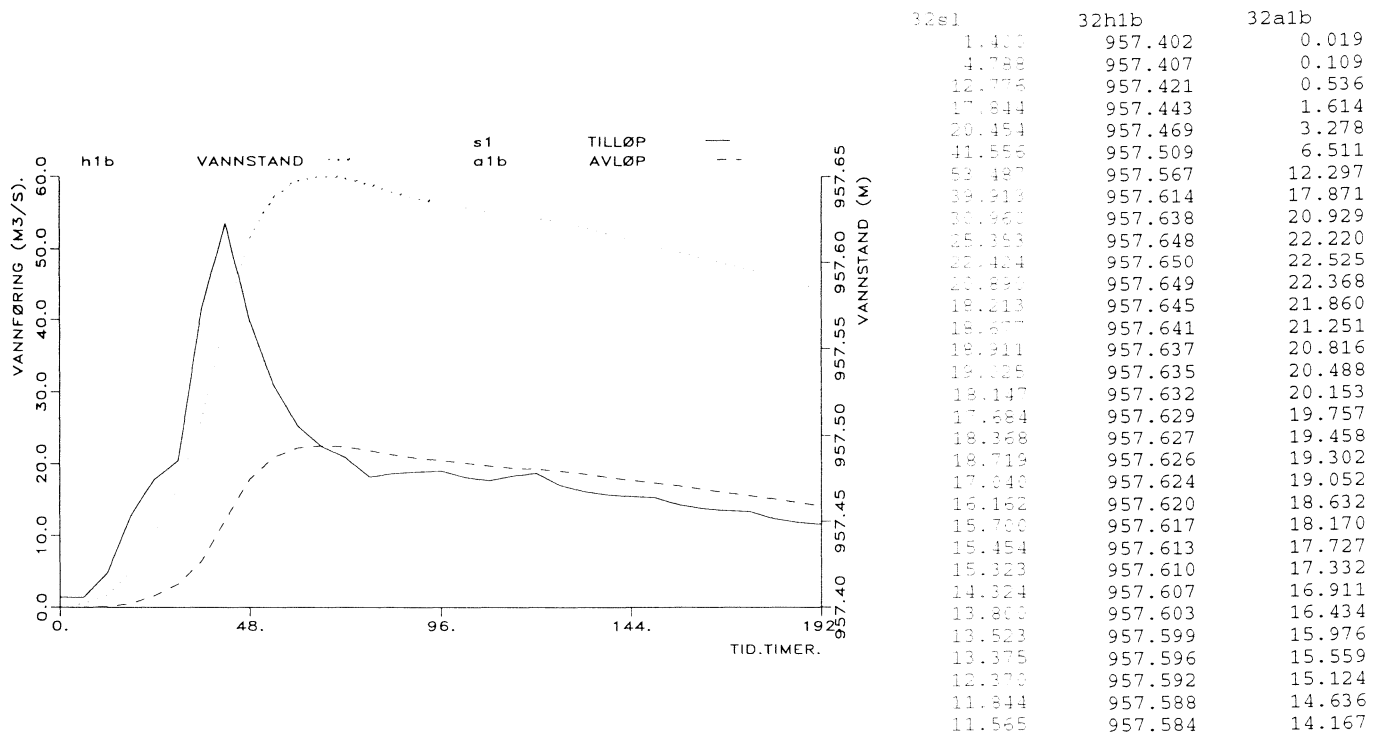
Figur 9. Dimensjonerende flom Ustevatn, lukket dam. Tidsskritt 3 timer.



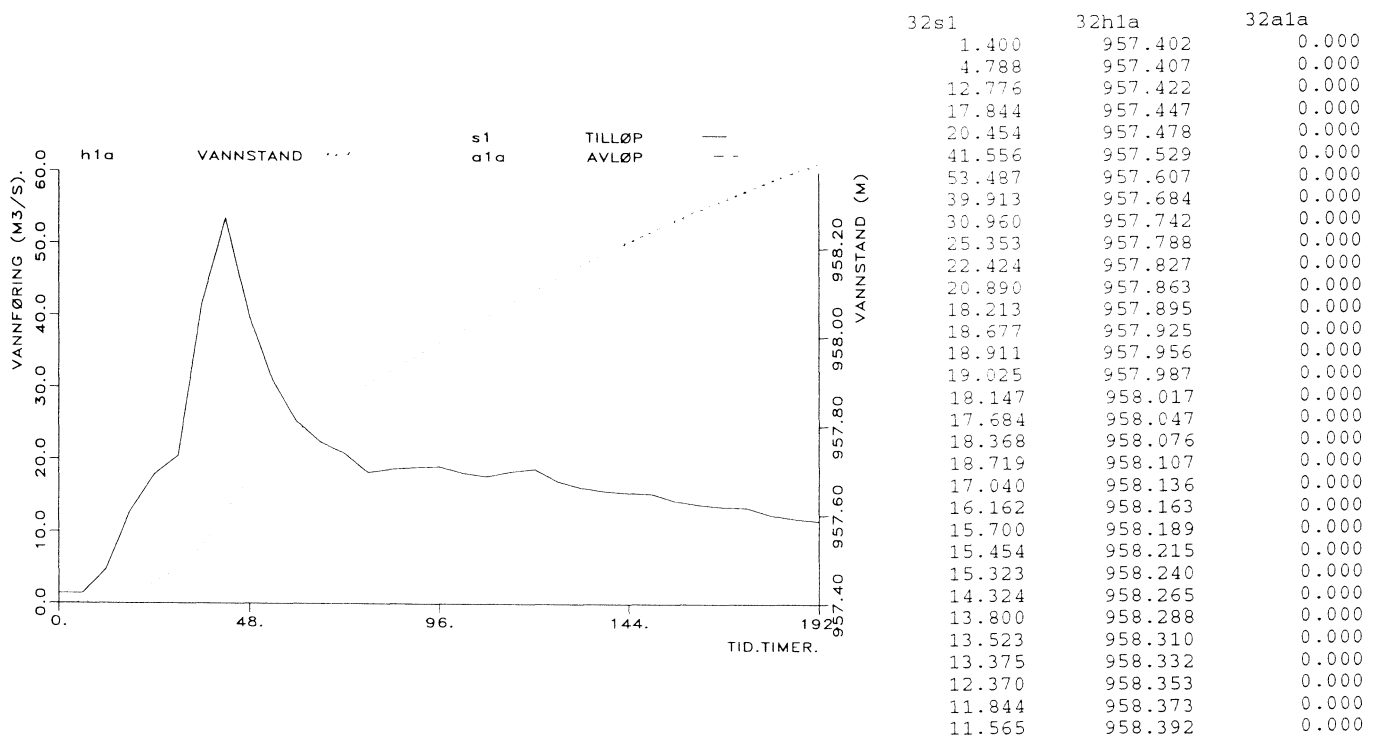
Figur 10. Dimensjonerende flom Ustevatn, åpne luker.
Tidsskritt 3 timer.

4.5 Rødungen

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom til Rødungen. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, dels under forutsetning av at det en meter høye bjelkestengslet på overløpet er fjernet og dels at det står. I begge tilfeller forutsettes vannstanden å være på HRV=957.40 m o.h. ved flommens begynnelse. Dimensjonerende avløpsflom, forutsatt at bjelkestengslet er fjernet, blir 22.5 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 957.65 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.25 m. Se figur 11. Hvis bjelkestengslet står vil det bli overløp først etter lang tid og avhengig av at det ikke tappes vann ut fra magasinet mot Hallingdal. Med den varighet på flommen som er benyttet her, 8 døgn, vil flomvannstanden nå akkurat opp til bjelkestengslets terskel og uten at det blir noe avløp. Se figur 12.

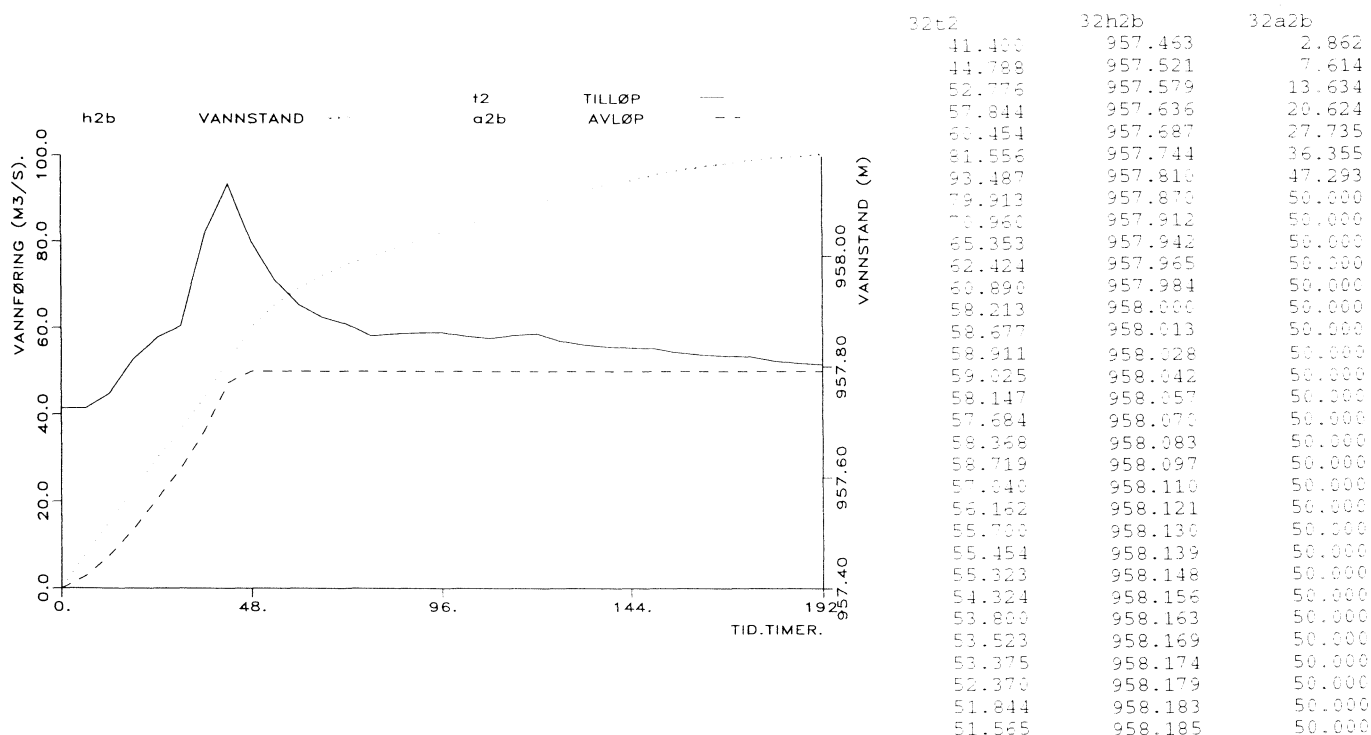


Figur 11. Dimensjonerende flom Rødungen. Forutsetning: lukket overføring fra Ustevatn og overløpsterskel på 957.40 m o.h. Tidsskritt 6 timer.

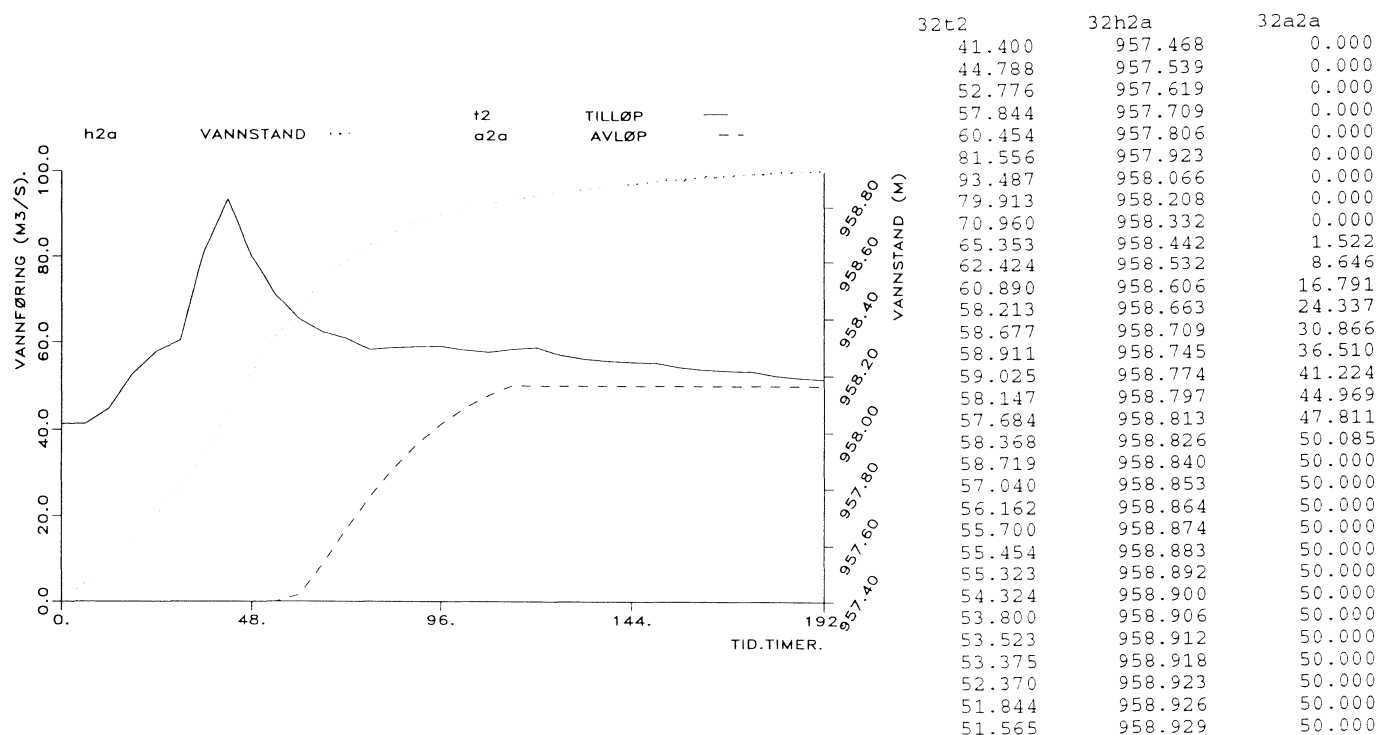


Figur 12. Dimensjonerende flom Rødungen. Forutsetning: lukket overføring fra Ustevatn og overløpsterskel på 958.40 m o.h. Tidsskritt 6 timer.

Hvis det forutsettes at det overføres vann fra Ustevatn, 40 m³/s, blir dimensjonerende tilløpsflom lik denne overføring tillegg flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, under samme forutsetninger som ovenfor. Dimensjonerende avløpsflom, forutsatt at bjelkestengslet er fjernet, blir 50.0 m³/s, dvs lik sjaktkapasiteten, med dimensjonerende flomvannstand ca 958.20 m o.h., dvs flomstigningen blir ca 0.80 m. Se figur 13. Hvis bjelkestengslet står vil dimensjonerende avløpsflom bli 50.0 m³/s, dvs lik sjaktkapasiteten, med dimensjonerende flomvannstand ca 958.93 m o.h., dvs flomstigningen blir ca 1.53 m. Se figur 14. I begge disse tilfeller er kulminasjonsvannstanden avhengig av eventuelle tiltak vedrørende overføring til magasinet eller tapping ut av magasinet som utføres i dagene etter tilløpsflommens kulminasjon.



Figur 13. Dimensjonerende flom Rødungen. Forutsetning: åpen overføring fra Ustevatn og overløpsterskel på 957.40 m o.h. Tidsskritt 6 timer.



Figur 14. Dimensjonerende flom Rødungen. Forutsetning: åpen overføring fra Ustevatn og overløpsterskel på 958.40 m o.h. Tidsskritt 6 timer.

4.6 Strandefjord

Simulert flom med gjentakintervall 1000 år for Strandefjord er satt sammen av simulerte flommer for tre delfelt, se avsnitt 2.2.

Simulert flom for Høvsfjordfeltet fordeles på delfeltene til magasinene etter relativ areal. Skaleringsfaktorene blir:

Strandevatns felt	: 267/813 = 0.328
Stolsvatns felt	: 294/813 = 0.362
Høvsfjords lokalfelt	: 252/813 = 0.310

Magasindata og avløpskurver for disse tre magasiner er hentet fra rapport 12-88 "Flomberegning Holsvassdraget".

De skalerte flommene i Strandevatns og Stolsvatns felter rutes gjennom magasinene og avløpsflommer beregnes. Tilløpsflommen til Høvsfjord utgjøres av avløpsflommene fra Strandevatn og Stolsvatn, flommen i lokalfeltet samt overføringen fra Varaldsetvatn. Overføringen er driftsvannføringen i Hol I, 26 m³/s. Tilløpsflommen til Høvsfjord rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes.

Simulert flom for Ustevatnfeltet fordeles på delfeltene til magasinene etter relativ areal. Skaleringsfaktorene blir:

Finsevatns felt	: 71.3/497.1 = 0.143
Nygårdsvatns lokalfelt	: 201.9/497.1 = 0.406
Ørterens felt	: 75.5/497.1 = 0.152
Ustevatns lokalfelt	: 148.4/497.1 = 0.299

De skalerte flommene i Finsevatns og Ørterens felter rutes gjennom magasinene og avløpsflommer beregnes. Tilløpsflommen til Nygårdsvatn utgjøres av avløpsflommen fra Finsevatn og flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Tilløpsflommen til Ustevatn utgjøres av avløpsflommene fra Nygårdsvatn og Ørteren og flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Denne avløpsflommen er mindre enn dimensjonerende avløpsflom for Ustevatn.

Simulert flom for Strandefjords lokalfelt fordeles på delfelter etter relativ areal. Skaleringsfaktorene blir:

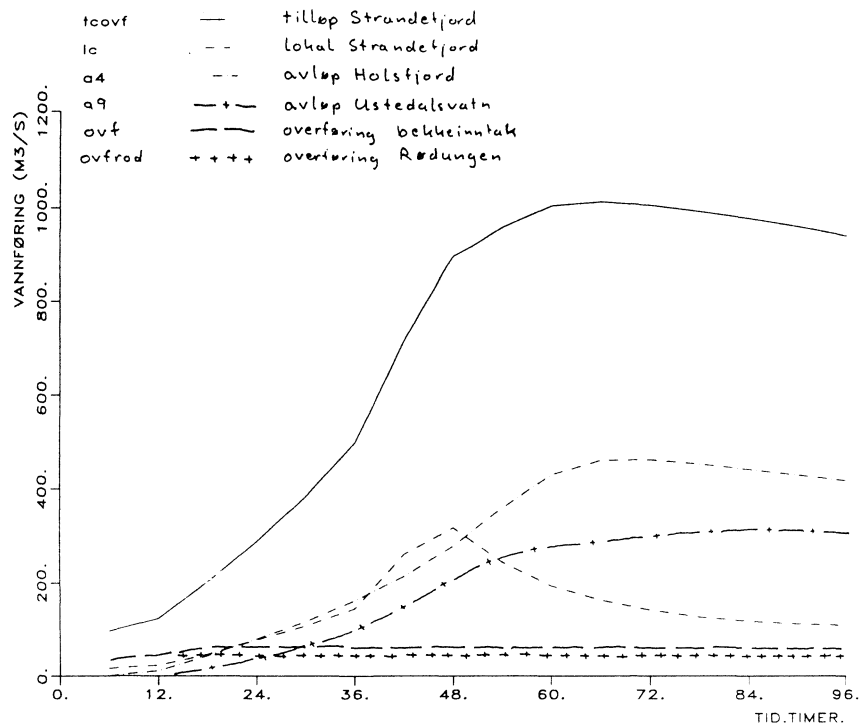
Holsfjords lokalfelt	: 34.0/406.5 = 0.084
Ustedalsvatns lokalfelt	: 81.0/406.5 = 0.199
Strandefjords lokalfelt	: 291.5/406.5 = 0.717

Som nevnt i avsnitt 2.2 regnes det med en forsinkelse av flommene i Høvsfjordfeltet og i Ustevatnsfeltet på hhv 6 og 12 timer i forhold til flommen i Strandefjords lokalfelt. Denne forsinkelse skyldes transporttider i vassdraget. I tillegg kommer forsinkelsen av avløpsflommene på grunn av dempningen i magasinene.

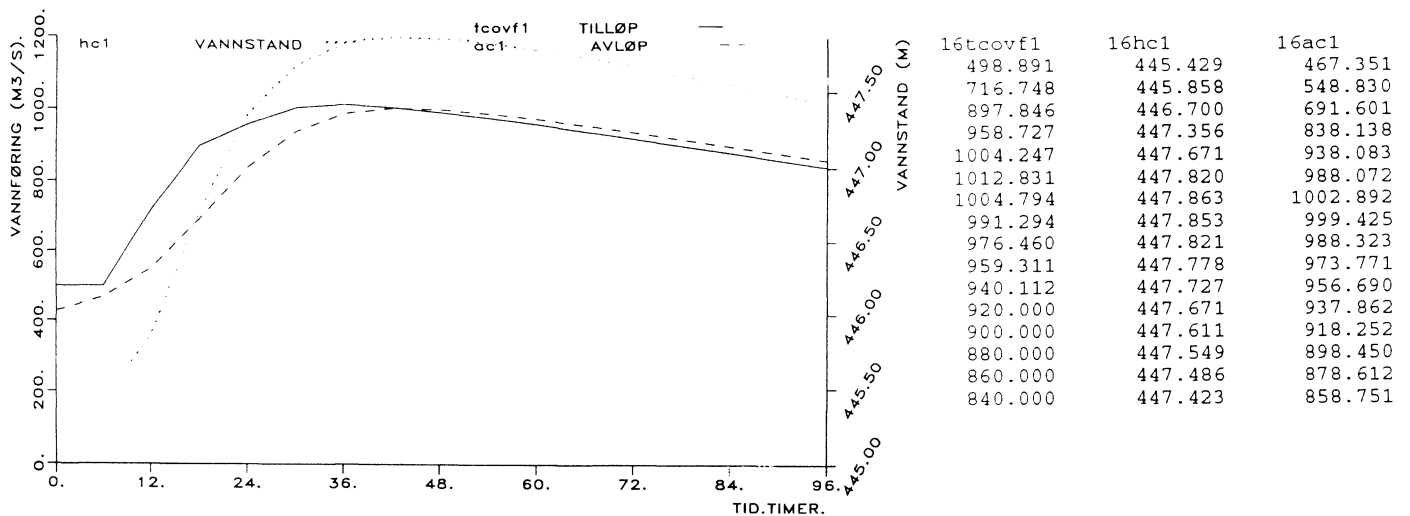
Tilløpsflommen til Holsfjord utgjøres av avløpsflommen fra Høvsfjord og den skalerte flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Tilløpsflommen til Ustedalsvatn utgjøres av avløpsflommen fra Ustevatn og den skalerte flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom vatnet og avløpsflom beregnes. Ved denne rutning benyttes magasinarealet 1.16 km² og avløpskurve fra den gamle avløpsstasjonen Ustedalsvatn.

Dimensjonerende tilløpsflom til Strandefjord består av avløpsflommene fra Holsfjord og Ustedalsvatn, flommen i lokalfeltet og overføringer fra Rødungen og bekkeinntakene på driftstunnelen mot Nes kraftverk. Total overføring til Strandefjord blir maksimalt 100 m³/s. Se figur 15.

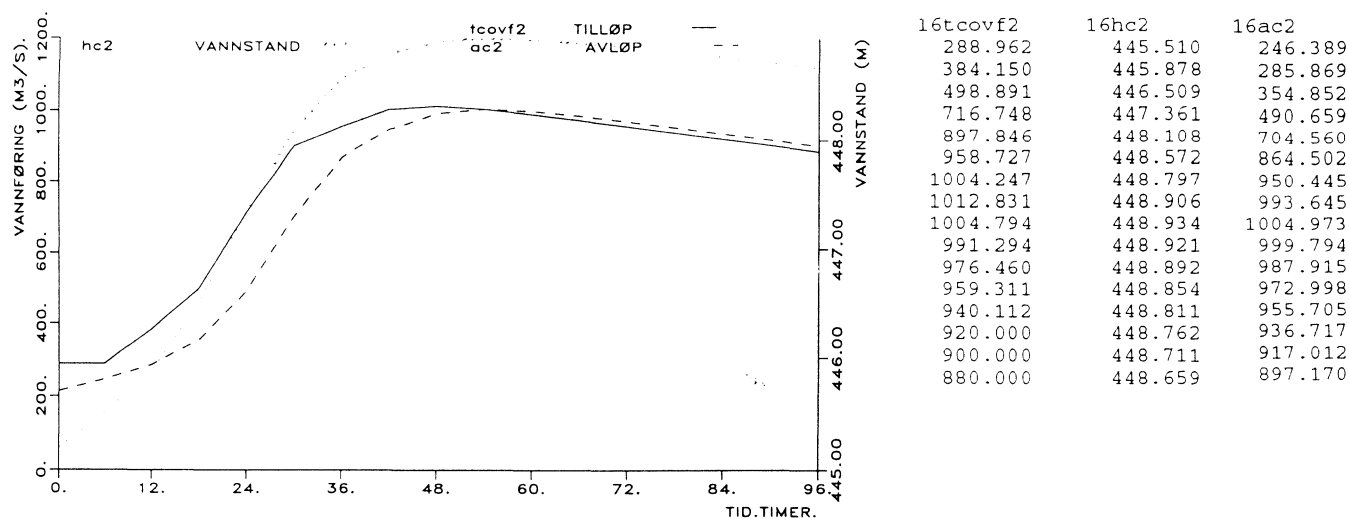
Dimensjonerende tilløpsflom rutes gjennom magasinet under to forutsetninger, dels at dammens alle fire luker står helt åpne og dels at kun to luker står helt åpne, og avløpsflom og flomvannstand beregnes. Dimensjonerende avløpsflom når fire luker er åpne blir 1003 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 447.86 m o.h., dvs flomstigningen blir 2.66 m. Se figur 16. Dimensjonerende avløpsflom når to luker er åpne blir 1005 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 448.93 m o.h., dvs flomstigningen blir 3.73 m. Se figur 17.



Figur 15. Dimensjonerende tilløpsflom til Strandefjord med de forskjellige bidragene.



Figur 16. Dimensjonerende flom Strandefjord, fire luker åpne. Tidsskritt 6 timer.



Figur 17. Dimensjonerende flom Strandefjord, to luker åpne. Tidsskritt 6 timer.

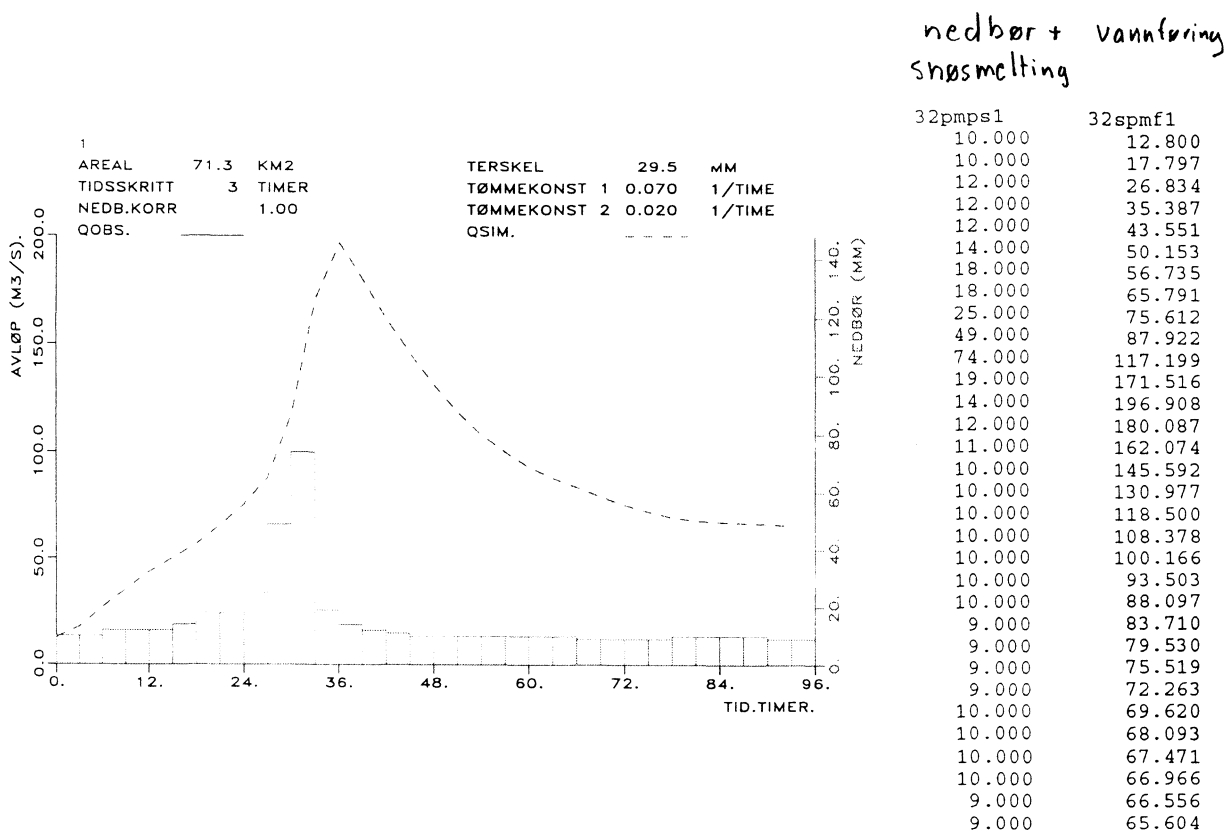
5. PÅREGNELIG MAKSIMAL TILLØPSFLOM

Påregnelig maksimal tilløpsflom, PMF, kan ikke knyttes til noe bestemt gjentakintervall. Den fastsettes på grunnlag av en analyse av ugunstige kombinasjoner av meteorologiske og hydrologiske forhold og beregnes på tilsvarende måte som dimensjonerende tilløpsflom.

I øvre deler av Hallingdalsvassdraget er det usikkert om det er en vårsituasjon eller en høstsituasjon som vil være størst ved PMF. Påregnelig maksimal nedbør, PMP, over ett døgn vil være ca 30-40 mm større om høsten enn om våren. Døgnelig snøsmelting kan antas å være ca 15-20 mm større om våren enn om høsten. Dette skulle tilsi at høstsituasjonen er mest kritisk. Men i slike store felter og magasiner som i Uste/Nes-reguleringen, vil det være flomvolumet over litt lengre tid som er mest kritisk for avløpsflommens størrelse. Over tre døgn er PMP om høsten ca 50-60 mm større enn om våren, men fordi snøsmeltingen kan fortsette med samme store intensitet over lang tid, så lenge snømagasinet er stort nok, vil den større snøsmeltingen om våren ha kompensert for nedbørfor-skjellen etter tre døgn. I tillegg må man regne med et markvannsunderskudd om høsten, som vil fange opp noe av nedbøren. Om våren er dette markvannsunderskudd minimalt.

Flomdataene viser at de største flommene har vært observert om våren. Flomfrekvensanalyser viser også at de største flommene sannsynligvis er vårflommer. Også om nedbørekstremene er størst om høsten og man ikke kan være helt sikker på at ikke også de aller mest ekstreme flommene opptrer om høsten, velges det å betrakte PMF som en vårflom, og beregningen baseres på PMP-data for våren.

De beregnede verdiene for påregnelig maksimal nedbør, som presentert i tabell 5, legges til grunn for et nedbørforløp. I tillegg regnes det med et bidrag fra snøsmelting. Ved PMF regnes det med 20% mer snøsmelting enn under dimensjonerende flom. Det regnes med 36 mm snøsmelting per døgn ved beregning for de øvre magasinene og 24 mm snøsmelting per døgn ved beregning for Strandefjord. Dette er rimelige verdier ut fra den temperatur som kan forventes ved stor nedbør når hele feltene er snødekkete. Ut fra de kombinerte nedbør-snøsmelteforløpene simuleres påregnelige maksimale flommer for de forskjellige feltene i Uste/Nes-reguleringen på tilsvarende måte som ved dimensjonerende flom. Som eksempel på simuleringene vises den for Finsevatn i figur 18. Resultatene av simuleringene er sammenfattet i tabell 8.



Figur 18. Simulering av PMF for Finsevatn. Tidsskritt 3 timer.

Tabell 8. PMF, simulert flom

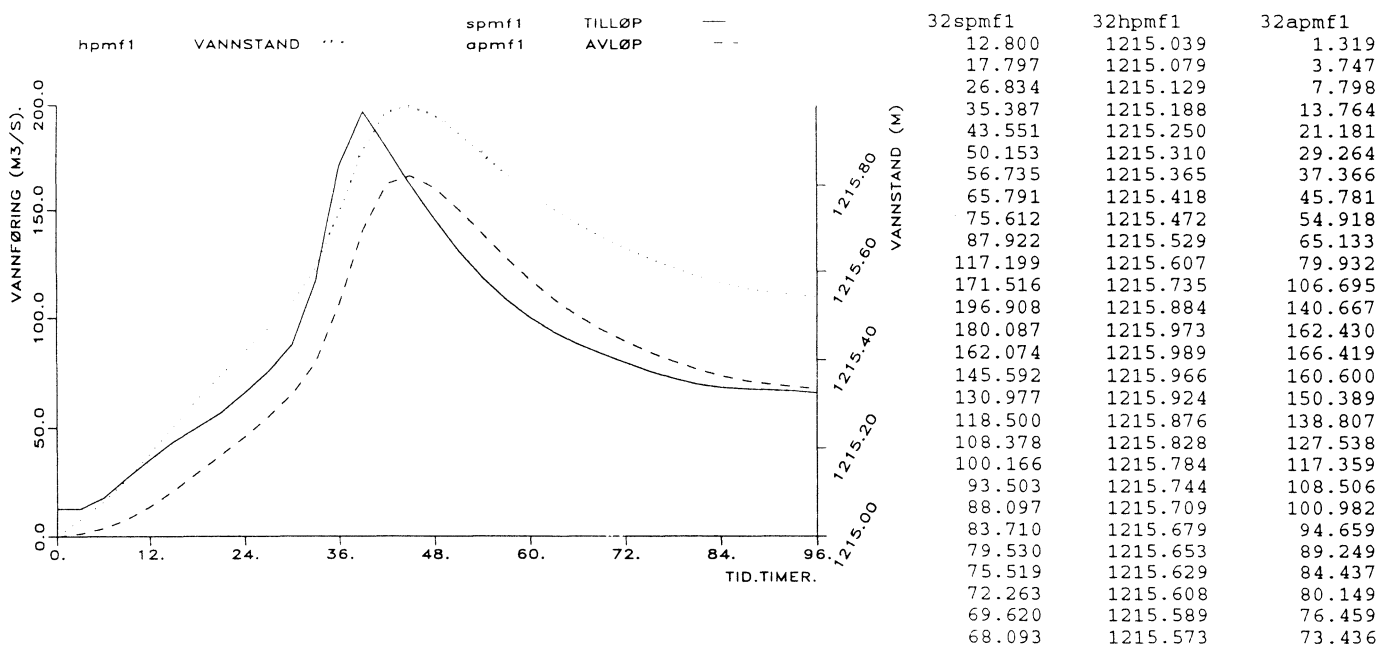
Varighet	m ³ /s	1 døgn l/s*km ²	PMF Q1000	m ³ /s	3 døgn l/s*km ²	PMF Q1000
Finsevatn	153	2144	1.75	103	1451	1.66
Ustevatn, totalfelt	835	1680	1.79	596	1200	1.69
Rødungen	76	1773	1.82	46	1075	1.67
Strandefjord, totalfelt	2565	1494	1.89	1756	1023	1.77

6. PÅREGNELIG MAKSIMAL AVLØPSFLOM

Beregningen av avløpsflommer foregår på tilsvarende måte som ved dimensjonerende flom.

6.1 Finsevatn

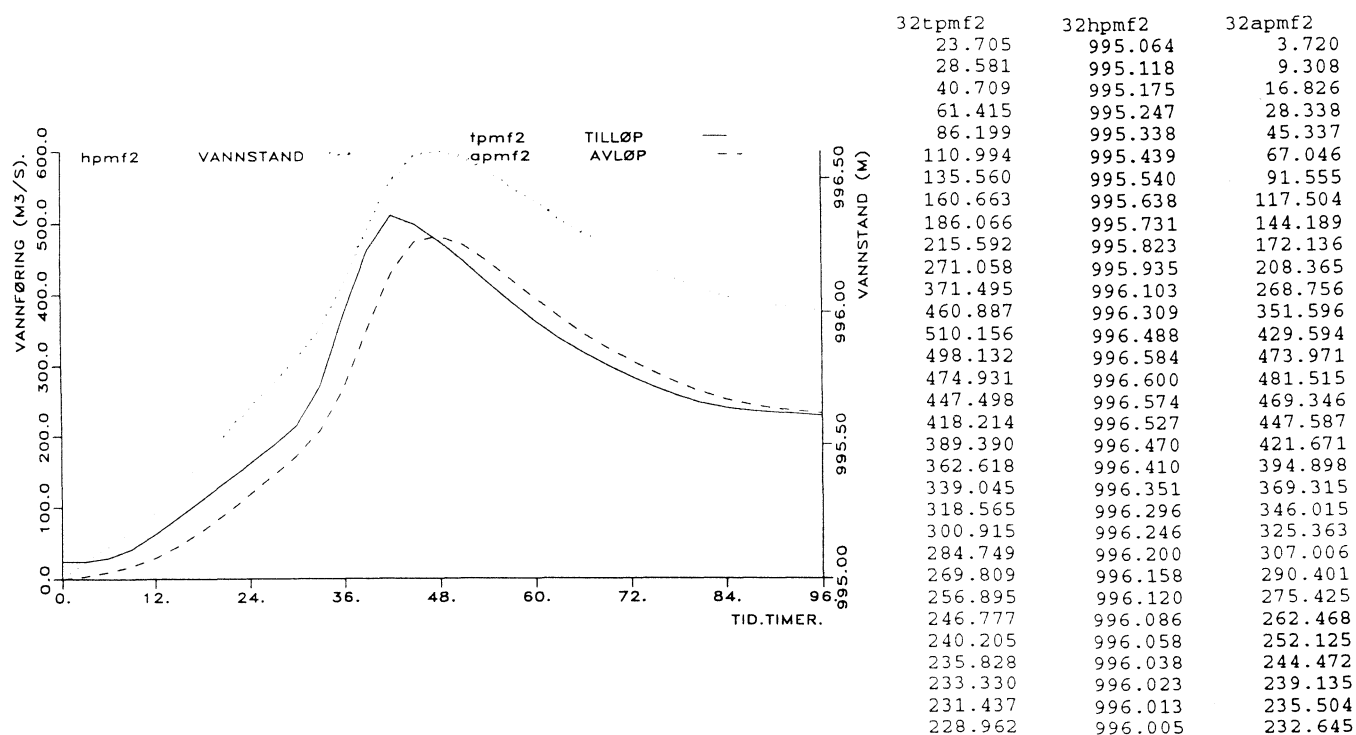
Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarende påregnelig maksimal tilløpsflom til Finsevatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 19. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 166 m³/s med maksimal flomvannstand 1215.99 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.99 m.



Figur 19. Påregnelig maksimal flom Finsevatn. Tidsskritt 3 timer.

6.2 Nygårdsvatn

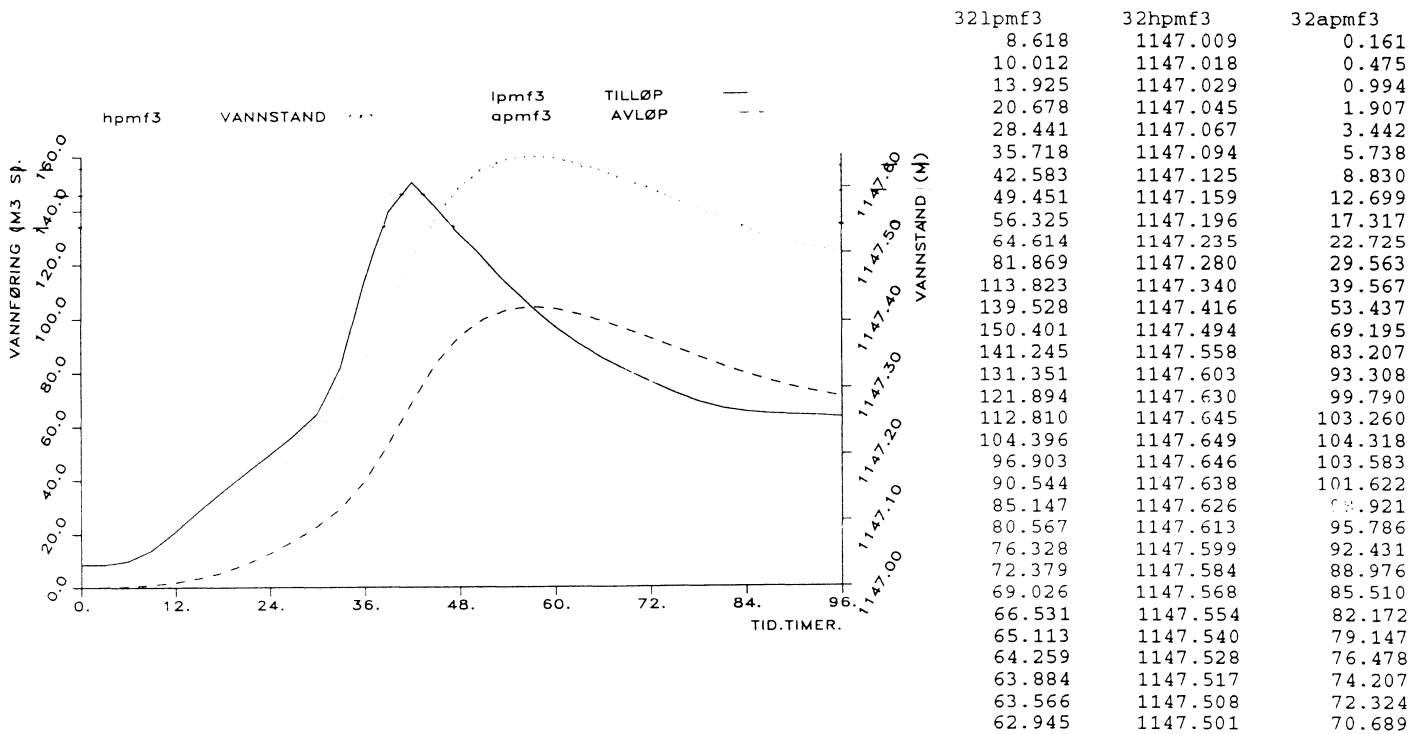
Den i avsnitt 5 simulerte flommen for Ustevatns totalfelt fordeles etter relativ areal på delfeltene, som ved dimensjonerende flom. Se avsnitt 4.2. Den skalerte flommen i Finsevatns felt rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Denne flommen er mindre enn påregnelig maksimal avløpsflom for Finsevatn. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Nygårdsvatn utgjøres av avløpsflommen fra Finsevatn og flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 20. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 482 m³/s med maksimal flomvannstand 996.90 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.60 m.



Figur 20. Påregnelig maksimal flom Nygårdsvatn. Tidsskritt 3 timer.

6.3 Ørteren

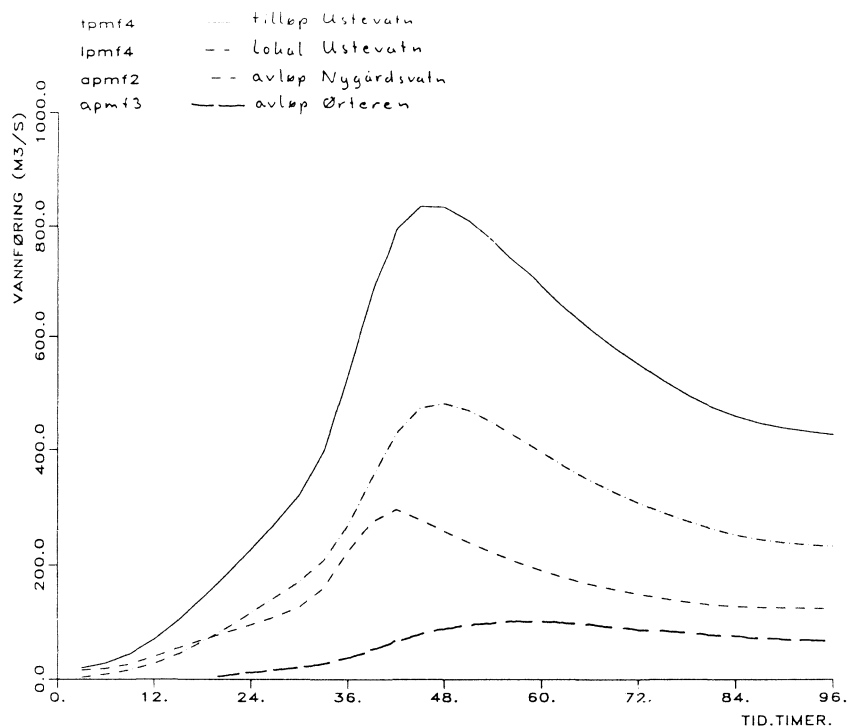
Den i avsnitt 6.2 skalerte flommen tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom til Ørteren. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 21. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 104 m³/s med maksimal flomvannstand 1147.65 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.65 m.



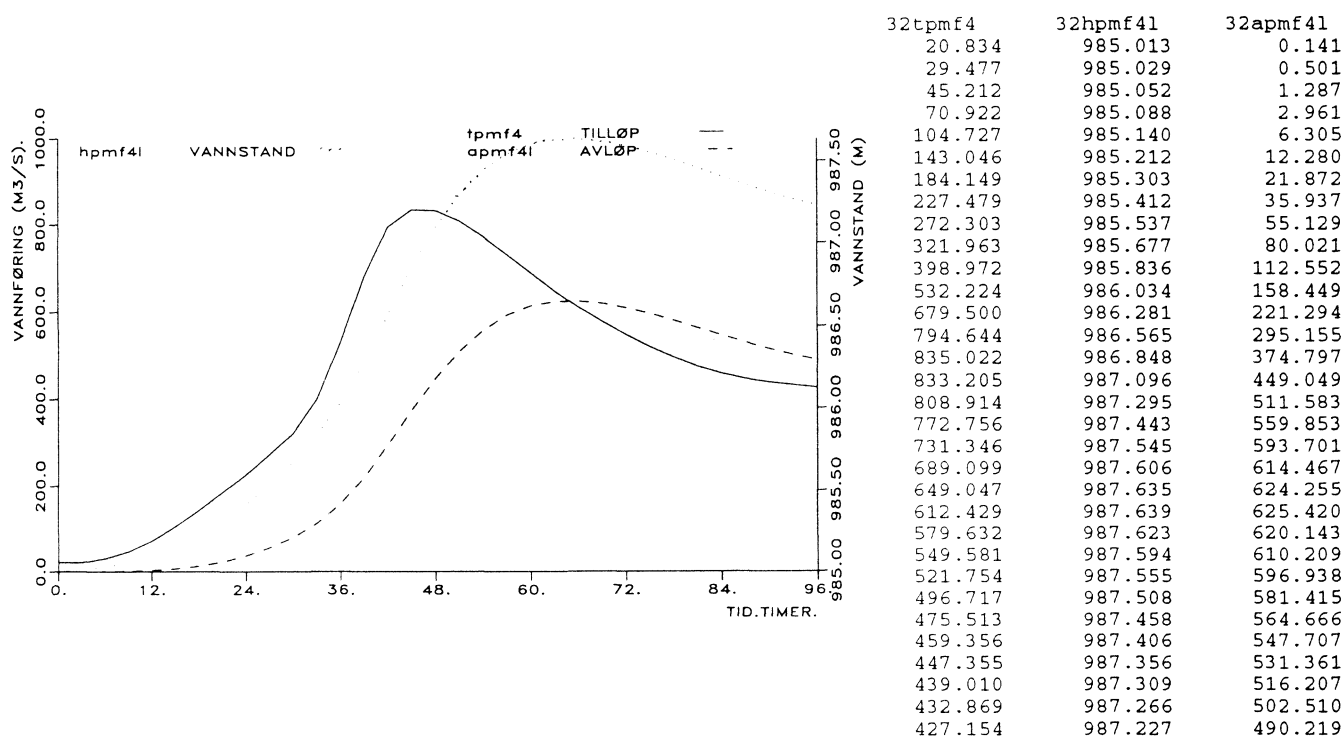
Figur 21. Påregnelig maksimal flom Ørteren. Tidsskritt 3 timer.

6.4 Ustevatn

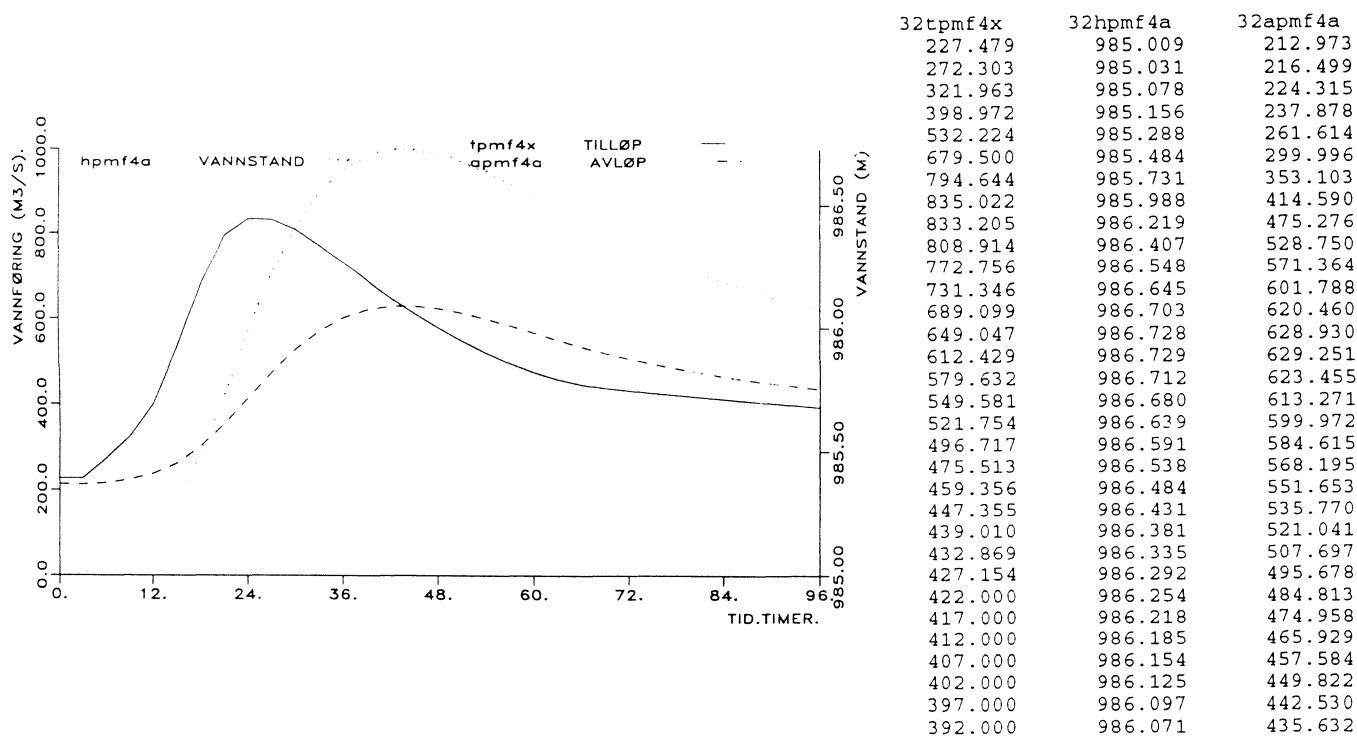
Påregnelig maksimal tilløpsflom til Ustevatn består av flommen i Ustevatns lokalfelt, avløpsflommen fra Nygårdsvatn og avløpsflommen fra Ørteren, se figur 22. Påregnelig maksimal tilløpsflom rutes gjennom magasinet dels under forutsetning at dammen er lukket og dels at lukene er åpne, se figur 23 og 24. Det regnes ikke med noen overføring ut av feltet. Påregnelig maksimal avløpsflom, med lukket dam, blir 625 m³/s med maksimal flomvannstand 987.64 m o.h., dvs flomstigningen blir 2.64 m. Påregnelig maksimal avløpsflom, med åpne luker, blir 629 m³/s med maksimal flomvannstand 986.73 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.73 m. Som nevnt i avsnitt 3.2 er avløpsflommer og flomvannstander usikre for Ustevatn pga kanalen fra vatnet og ned til dammen. Den vil sannsynligvis virke oppstuende slik at avløpsflommen og flomvannstanden blir mindre enn beregnet og vannstanden i magasinet blir høyere.



Figur 22. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Ustevatn med forskjellige bidrag.



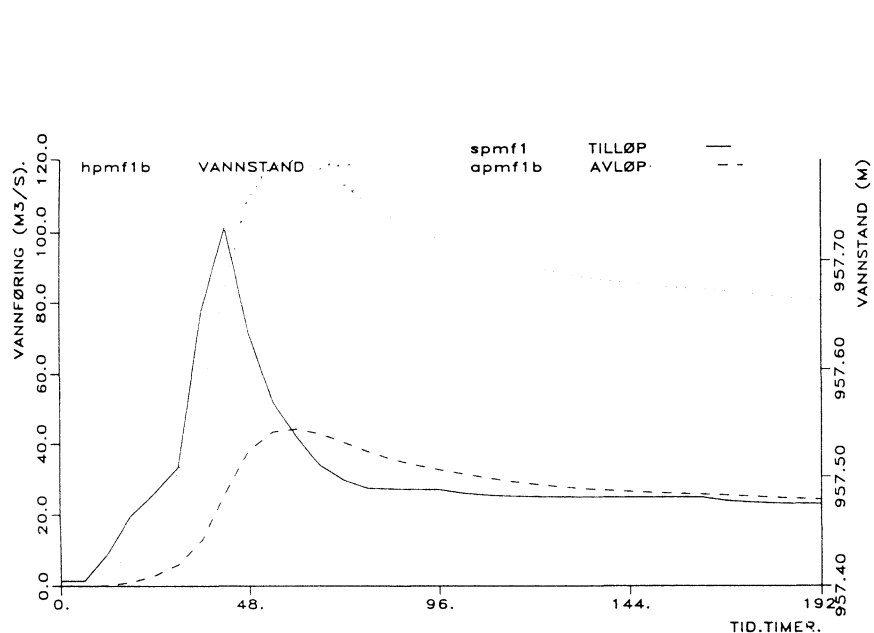
Figur 23. Påregnelig maksimal flom Ustevatn, lukket dam. Tidsskritt 3 timer.



Figur 24. Påregnelig maksimal flom Ustevatn, åpne luker.
Tidsskritt 3 timer.

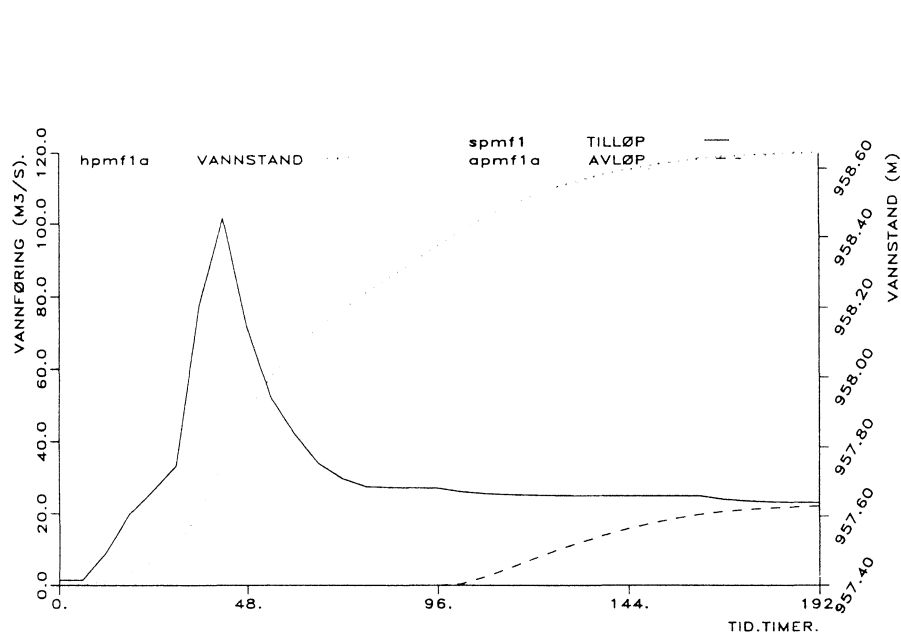
6.5 Rødungen

Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarende påregnelig maksimal tilløpsflom til Rødungen. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, dels under forutsetning av at det en meter høye bjelkestengslet på overløpet er fjernet og dels at det står. I begge tilfeller forutsettes vannstanden å være på HRV=957.40 m o.h. ved flommens begynnelse. Påregnelig maksimal avløpsflom, forutsatt at bjelkestengslet er fjernet, blir 44 m³/s med maksimal flomvannstand 957.79 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.39 m. Se figur 25. Påregnelig maksimal avløpsflom, forutsatt at bjelkestengslet står, blir ca 23 m³/s med maksimal flomvannstand ca 958.65 m o.h., dvs flomstigningen blir ca 1.25 m. Se figur 26.



32smpf1	32hpmf1b	32apmf1b
1.400	957.402	0.019
8.993	957.410	0.192
19.690	957.432	1.041
26.160	957.465	2.979
33.265	957.504	6.021
77.525	957.573	12.990
101.583	957.677	26.265
71.562	957.756	38.286
52.157	957.787	43.298
42.049	957.792	44.121
33.955	957.784	42.797
29.732	957.770	40.460
27.524	957.754	37.972
27.301	957.741	35.786
27.177	957.729	34.040
27.105	957.720	32.650
26.126	957.713	31.445
25.610	957.705	30.346
25.336	957.699	29.395
25.189	957.693	28.597
25.109	957.689	27.930
25.064	957.685	27.383
25.038	957.682	26.935
25.022	957.679	26.577
25.011	957.677	26.282
25.004	957.676	26.039
24.999	957.674	25.841
24.062	957.672	25.591
23.572	957.670	25.256
23.315	957.668	24.914
23.179	957.665	24.608
23.106	957.663	24.337

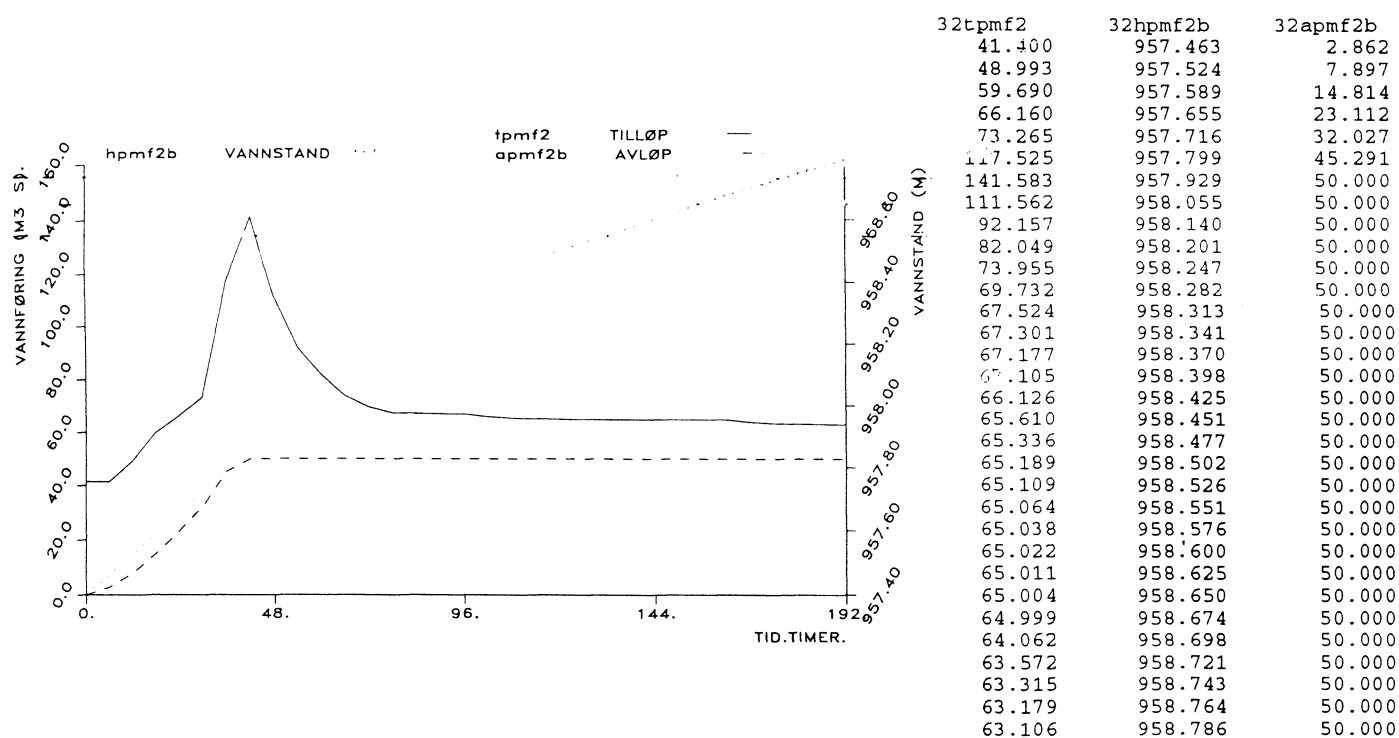
Figur 25. Påregnelig maksimal flom Rødungen. Forutsetning: lukket overføring fra Ustevatn og overløpsterskel på 957.40 m o.h. Tidsskritt 6 timer.



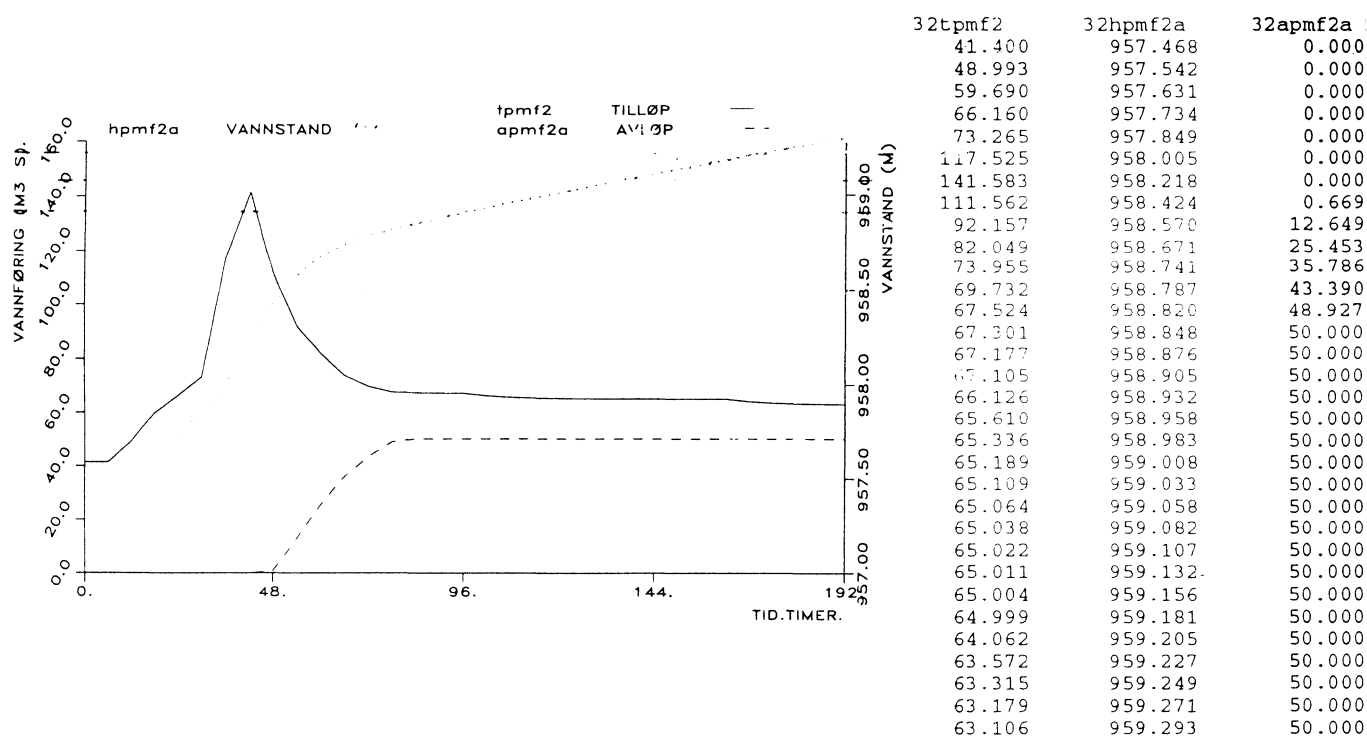
32smpf1	32hpmf1a	32apmf1a
1.400	957.402	0.000
8.993	957.411	0.000
19.690	957.434	0.000
26.160	957.472	0.000
33.265	957.521	0.000
77.525	957.612	0.000
101.583	957.758	0.000
71.562	957.900	0.000
52.157	958.002	0.000
42.049	958.079	0.000
33.955	958.141	0.000
29.732	958.194	0.000
27.524	958.241	0.000
27.301	958.286	0.000
27.177	958.330	0.000
27.105	958.375	0.000
26.126	958.418	0.424
25.610	958.456	2.399
25.336	958.490	4.862
25.189	958.519	7.419
25.109	958.544	9.872
25.064	958.566	12.129
25.038	958.583	14.146
25.022	958.598	15.910
25.011	958.611	17.431
25.004	958.621	18.725
24.999	958.630	19.813
24.062	958.636	20.640
23.572	958.640	21.203
23.315	958.643	21.600
23.179	958.646	21.893
23.106	958.647	22.122

Figur 26. Påregnelig maksimal flom Rødungen. Forutsetning: lukket overføring fra Ustevatn og overløpsterskel på 958.40 m o.h. Tidsskritt 6 timer.

Hvis det forutsettes at det overføres vann fra Ustevatn, 40 m³/s, blir påregnelig maksimal tilløpsflom lik denne overføring tillagt flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, under samme forutsetninger som ovenfor. Påregnelig maksimal avløpsflom, forutsatt at bjelkestengslet er fjernet, blir 50 m³/s, dvs lik sjaktkapasiteten, med maksimal flomvannstand > 958.80 m o.h., dvs flomstigningen blir > 1.40 m. Se figur 27. Hvis bjelkestengslet står vil dimensjonerende avløpsflom bli 50 m³/s, dvs lik sjaktkapasiteten, med maksimal flomvannstand > 959.30 m o.h., dvs flomstigningen blir > 1.90 m. Se figur 28. I begge disse tilfeller er kulminasjonsvannstanden avhengig av eventuelle tiltak vedrørende overføring til magasinet eller tapping ut av magasinet som utføres i dagene etter tilløpsflommens kulminasjon.



Figur 27. Påregnelig maksimal flom Rødungen. Forutsetning: åpen overføring fra Ustevatn og overløpsterskel på 957.40 m o.h. Tidsskritt 6 timer.



Figur 28. Påregnelig maksimal flom Rødungen. Forutsetning: åpen overføring fra Ustevatn og overløpsterskel på 958.40 m o.h. Tidsskritt 6 timer.

6.6 Strandefjord

Simulert påregnelig maksimal flom for Strandefjord er satt sammen av simulerte flommer for tre delfelt, se avsnittene 5 og 2.2.

Simulert flom for Høvsfjordfeltet fordeles på delfeltene til magasinene etter relativ areal, på tilsvarende måte som ved beregning av dimensjonerende flom. Se avsnitt 4.6. De skalerte flommene i Strandevatns og Stolsvatns felter rutes gjennom magasinene og avløpsflommer beregnes. Tilløpsflommen til Høvsfjord utgjøres av avløpsflommene fra Strandevatn og Stolsvatn, flommen i lokalfeltet samt overføringen fra Varaldsetvatn. Tilløpsflommen til Høvsfjord rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes.

Simulert flom for Ustevatnfeltet fordeles på delfeltene til magasinene etter relativ areal, på tilsvarende måte som ved beregning av dimensjonerende flom. Se avsnitt 4.6. De skalerte flommene i Finsevatns og Ørterens felter rutes gjennom magasinene og avløpsflommer beregnes. Tilløpsflommen til Nygårdsvatn utgjøres av avløpsflommen fra Finsevatn og flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Tilløpsflommen til Ustevatn utgjøres av avløpsflommene fra Ny-

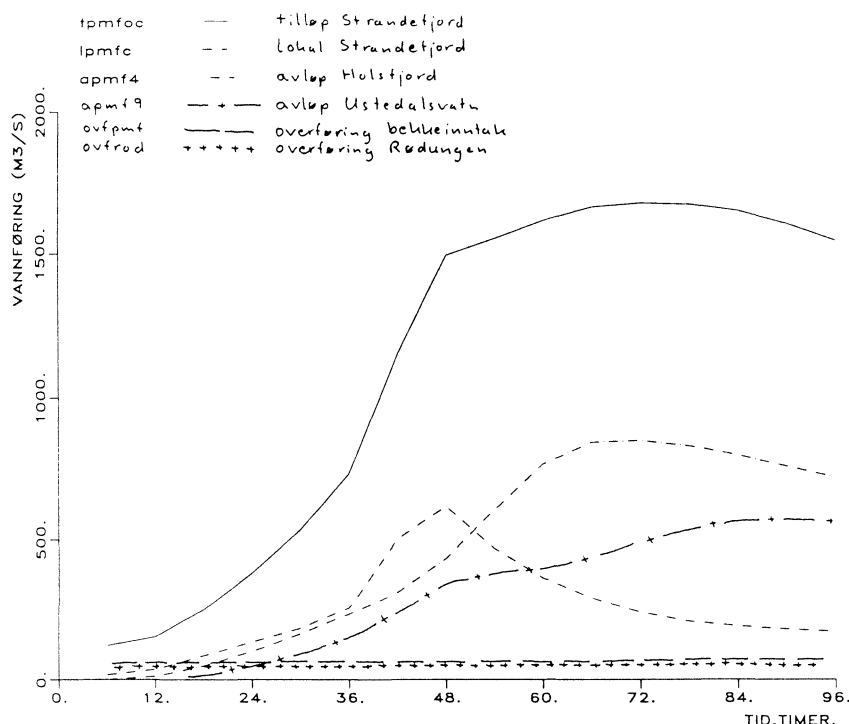
gårdsvatn og Ørteren og flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes.

Simulert flom for Strandefjords lokalfelt fordeles på del-felter etter relativ areal, på tilsvarende måte som ved beregning av dimensjonerende flom. Se avsnitt 4.6.

Som nevnt i avsnitt 2.2 regnes det med en forsinkelse av flommene i Høvsfjordfeltet og i Ustevatnsfeltet på hhv 6 og 12 timer i forhold til flommen i Strandefjords lokalfelt. Denne forsinkelse skyldes transporttider i vassdraget. I tillegg kommer forsinkelsen av avløpsflommene på grunn av dempningen i magasinene.

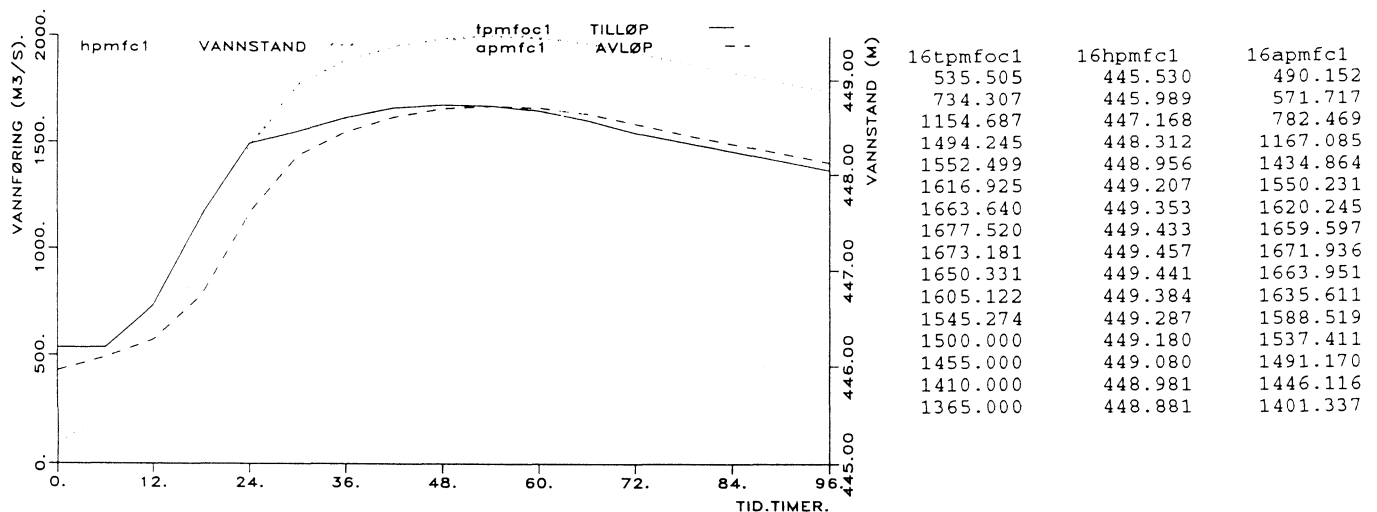
Tilløpsflommen til Holsfjord utgjøres av avløpsflommen fra Høvsfjord og den skalerte flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Tilløpsflommen til Ustedalsvatn utgjøres av avløpsflommen fra Ustevatn og den skalerte flommen i lokalfeltet. Den rutes gjennom vatnet og avløpsflom beregnes.

Påregnelig maksimal tilløpsflom til Strandefjord består av avløpsflommene fra Holsfjord og Ustedalsvatn, flommen i lokalfeltet og overføringer fra Rødungen og bekkeinntakene på driftstunnelen mot Nes kraftverk. Total overføring til Strandefjord blir 100 m³/s. Se figur 29.

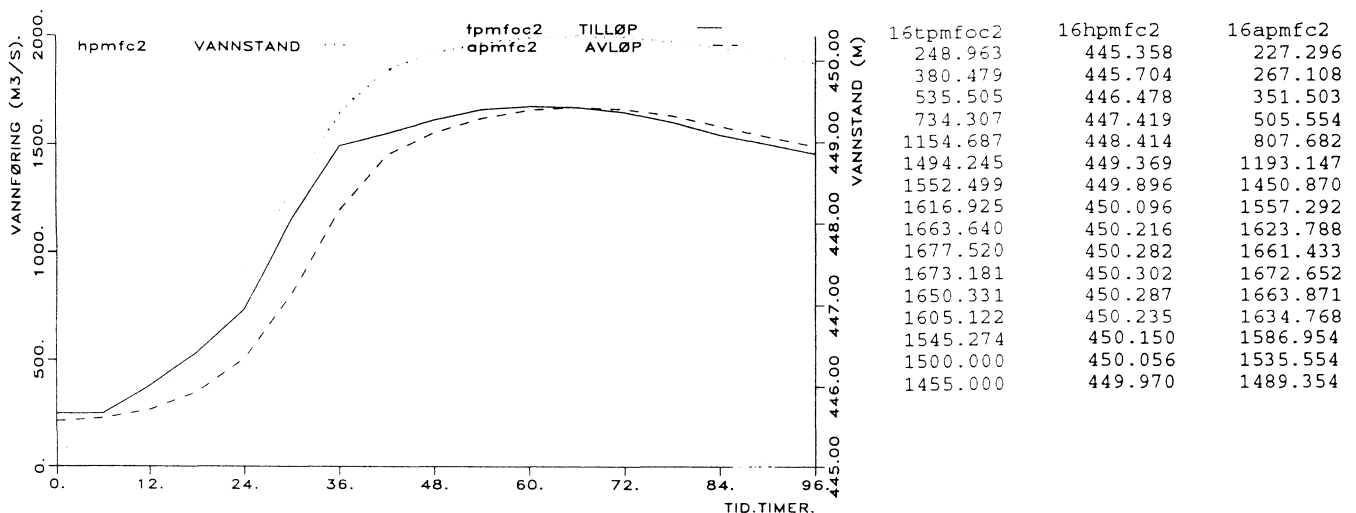


Figur 29. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Strandefjord med forskjellige bidrag.

Påregnelig maksimal tilløpsflom rutes gjennom magasinet under to forutsetninger, dels at dammens alle fire luker står helt åpne og dels at kun to luker står helt åpne, og avløpsflom og flomvannstand beregnes. Påregnelig maksimal avløpsflom når fire luker er åpne blir 1672 m³/s med maksimal flomvannstand 449.46 m o.h., dvs flomstigningen blir 4.26 m. Se figur 30. Påregnelig maksimal avløpsflom når to luker er åpne blir 1673 m³/s med maksimal flomvannstand 450.30 m o.h., dvs flomstigningen blir 5.10 m. Se figur 31.



Figur 30. Påregnelig maksimal flom Strandefjord, fire luker åpne. Tidsskritt 6 timer.



Figur 31. Påregnelig maksimal flom Strandefjord, to luker åpne. Tidsskritt 6 timer.

7. SAMMENDRAG, Q1000 OG PMF

Resulterende avløpsflommer, flomvannstander og flomstigninger over HRV er sammenfattet i tabell 9 for dimensjonerende flom og i tabell 10 for påregnelig maksimal flom.

Tabell 9. Dimensjonerende flom

Dam	Avløpsflom m ³ /s	Flomvannstand m o.h.	Flomstigning m over HRV
Finsevatn	92	1215.66	0.66
Nygårdsvatn	263	996.09	1.09
Ørteren	56	1147.43	0.43
Ustevatn, lukket	341	986.73	1.73
Ustevatn, åpen	353	985.73	0.73
Rødungen, uten overføring fra Ustevatn			
terskel 957.40	23	957.65	0.25
terskel 958.40	0	≈958.40	≈1.00
Rødungen, med overføring fra Ustevatn			
terskel 957.40	50	≈958.20	≈0.80
terskel 958.40	50	≈958.93	≈1.53
Strandefjord			
fire luker åpne	1003	447.86	2.66
to luker åpne	1005	448.93	3.73

Tabell 10. Påregnelig maksimal flom

Dam	Avløpsflom m ³ /s	Flomvannstand m o.h.	Flomstigning m over HRV
Finsevatn	166	1215.99	0.99
Nygårdsvatn	482	996.60	1.60
Ørteren	104	1147.65	0.65
Ustevatn, lukket	625	987.64	2.64
Ustevatn, åpen	629	986.73	1.73
Rødungen, uten overføring fra Ustevatn			
terskel 957.40	44	957.79	0.39
terskel 958.40	≈23	≈958.65	≈1.25
Rødungen, med overføring fra Ustevatn			
terskel 957.40	50	>958.80	>1.40
terskel 958.40	50	>959.30	>1.90
Strandefjord			
fire luker åpne	1672	449.46	4.26
to luker åpne	1673	450.30	5.10

8. LITTERATUR

OED/NVE:

1981: Forskrifter for dammer. Universitetsforlaget.

DNMI:

1992: Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier. Rapport nr. 21. KLIMA.

NVE:

1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr.2, Hydrologisk avdeling.

NVE:

1983: Hydrologisk modell for flomberegninger. Rapport nr.2, Hydrologisk avdeling.

NVE:

1986: Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer. V-publikasjon nr.1, Vassdragsdirektoratet.

NVE:

1988: Flomberegning Holsvassdraget Oppdragsrapport nr.12, Hydrologisk avdeling.

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 Trøngereid: 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 avløpskurveregning for utløpet av Ostevatn (067.6Z). (9 s.)
- Nr 14 Rune Dahl, Hans Otnes og Frode Trøngereid: 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.)
- Nr 27 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Ålesund Vannverk (101.3 og 101.5Z). (15 s.)
- Nr 28 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Uste/Nes-reguleringen i Hallingdalsvassdraget (012.CZ og 015.L1B). (37 s.)