

RAPPORT

08 1994



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Lars-Evan Pettersson

FLOMBEREGNING LÆRDALSVASSDRAGET (073.Z)



HYDROLOGISK AVDELING

Omslagsbilde: Dam Store Juklevatn
Foto : Vassdragstilsynet, 1974



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL FLOMBEREGNING LÆRDALSVASSDRAGET (073.Z)	RAPPORT 8 - 94
SAKSBEHANDLER Lars-Evan Pettersson Hydrologisk avdeling, Seksjon Vannbalanse	DATO 02.03.1994 RAPPORTEN ER åpen
OPPDRAKSGIVER Østfold Energiverk AS, Borgund Kraftverk	OPPLAG 15

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" er utført for syv dammer i Lærdalsvassdraget i Sogn og Fjordane. Resultatet av beregningen ble:

	DIMENSJONERENDE FLOM		PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM	
	Avløpsflom m ³ /s	Flomvst. m o.h.	Avløpsflom m ³ /s	Flomvst. m o.h.
Sulevatn	17.3	1420.55	34	1420.87
Store Juklevatn	18.7	1286.58	37	1286.93
Lille Juklevatn	26	1280.59	51	1280.93
Eldrevatn	144	1116.62	235	1116.86
Øljusjøen	41	1333.64	67	1333.89
Kvevotni	26	1473.94	48	1474.28
Vassetvatn	9.8	1126.19	18.4	1126.81

Reguleringens innvirkning på flommer er undersøkt ved at avløpsflom i regulert og i uregulert tilstand er beregnet for en flom med gjentaksintervall 10 år. Resultatet av denne beregning ble:

	Uregulert avløpsflom	Regulert avløpsflom
	m ³ /s	m ³ /s
Sulevatn	7.9	7.5
Store Juklevatn	7.4	8.0
Lille Juklevatn	10.2	11.1
Eldrevatn	35.9	60.4
Øljusjøen	14.0	19.2
Kvevotni	11.8	11.5
Vassetvatn	6.2	4.5

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

EMNEORD/SUBJECT TERMS

OPPDRAKSRAPPORT

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

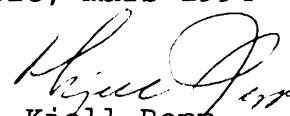
Arne Tollan
Avdelingsdirektør

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 Østfold Energiverk AS, Borgund Kraftverk for dammer i Lærdalsvassdraget.

Oslo, mars 1994



Kjell Repp
seksjonssjef

INNHOOLD

	Side
1. INNLEDNING	3
2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM	3
2.1 Flomfrekvensanalyser	6
2.2 Hydrologisk modell	8
2.3 Sammendrag	10
3. REGULERINGSSYSTEMET	11
3.1 Magasin	11
3.2 Avløpskurver	11
3.3 Overføringer	13
4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM	14
4.1 Sulevatn	14
4.2 Store Juklevatn	15
4.3 Lille Juklevatn	15
4.4 Eldrevatn	17
4.5 Øljusjøen	19
4.6 Kvevotni	20
4.7 Vassetvatn	20
5. PÅREGNELIG MAKSIMAL TILLØPSFLOM	21
6. PÅREGNELIG MAKSIMAL AVLØPSFLOM	22
6.1 Sulevatn	23
6.2 Store Juklevatn	23
6.3 Lille Juklevatn	23
6.4 Eldrevatn	25
6.5 Øljusjøen	27
6.6 Kvevotni	28
6.7 Vassetvatn	29
7. SAMMENDRAG, Q1000 OG PMF	29
8. REGULERINGENS INNVIRKNING PÅ FLOMMER	30
8.1 Sulevatn	31
8.2 Store Juklevatn	31
8.3 Lille Juklevatn	32
8.4 Eldrevatn	33
8.5 Øljusjøen	34
8.6 Kvevotni	35
8.7 Vassetvatn	35
9. LITTERATUR	36

1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling ble i brev av 03.12.1993 fra Østfold Energiverk AS bedt om å utføre flomberegninger for syv dammer tilhørende Borgund Kraftverk i Lærdalsvassdraget i Sogn og Fjordane. Det gjelder dammene ved Sulevatn, Store og Lille Juklevatn, Eldrevatn, Øljusjøen, Kvevotni og Vassetvatn.

Dimensjonerende og påregnelig maksimal avløpsflom med tilhørende vannstander skal beregnes etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer". Videre skal det gjøres en vurdering hvorvidt reguleringen har ført til større flommer enn ved naturlig tilstand. Kartet i figur 1 gir en oversikt over Lærdalsvassdraget. Kartene i figurene 2-4 gir en oversikt over nedbørfeltene. I tabell 1 er dammene/feltene listet sammen med de viktigste feltparametrene. Etersom 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.

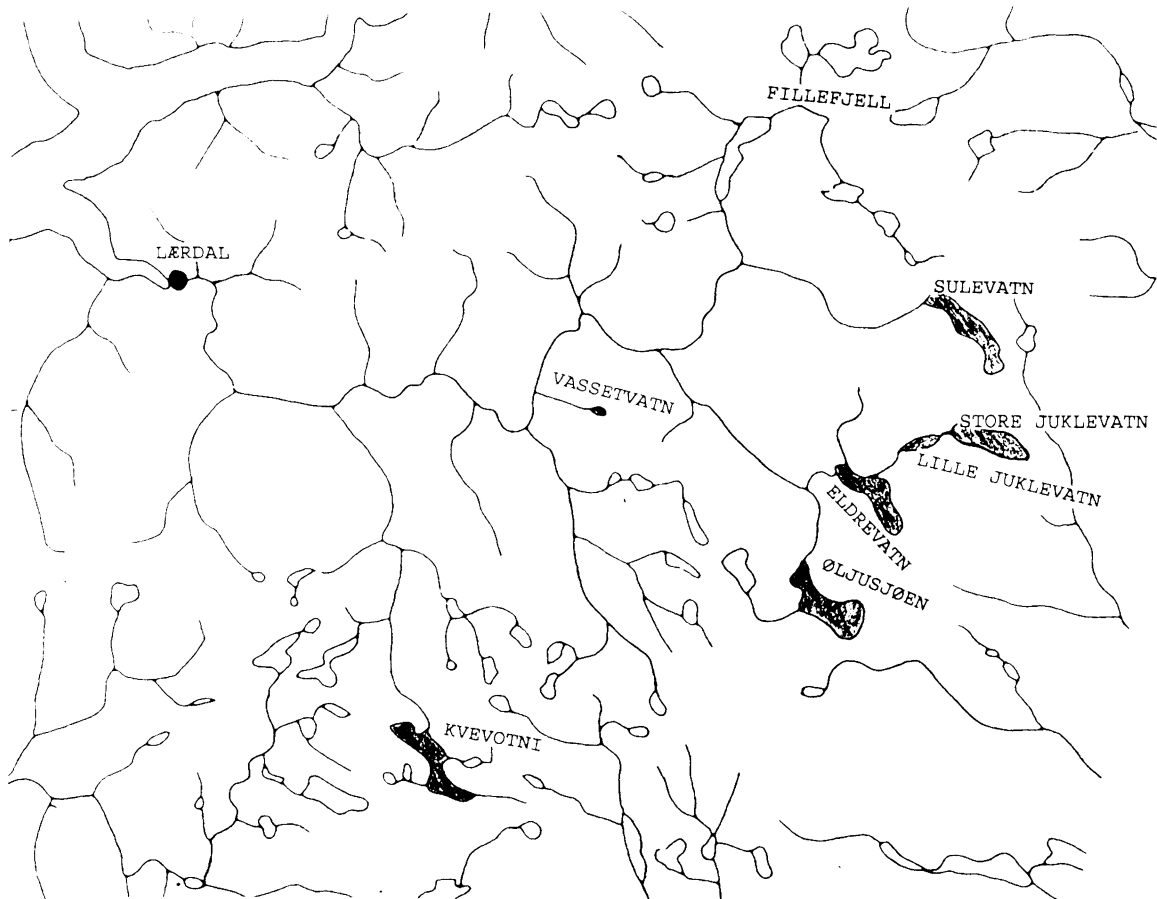
Felt	Feltareal A (km ²)	Normal- avløp Q _N (1/s*km ²)	Eff.sjø- prosent A _{SE} (%)	Relieff- forhold H _L (m/km)
Sulevatn	17.4	35	0.17	81.0
St.Juklevatn	18.7	35	-	-
Li.Juklevatn, lokal	6.7	-	-	-
Li.Juklevatn, total	25.4	35	0.01	104.0
Eldrevatn, lokal	60.8	-	-	-
Eldrevatn, total	86.2	33	0.04	23.5
Øljusjøen	40.4	38	1.64	18.6
Kvevotni	38.8	48	0.51	9.0
Vassetvatn	7.7	32	0.10	32.4

Tabell 1. Dammer/felt i Lærdalsvassdraget med feltparametre.

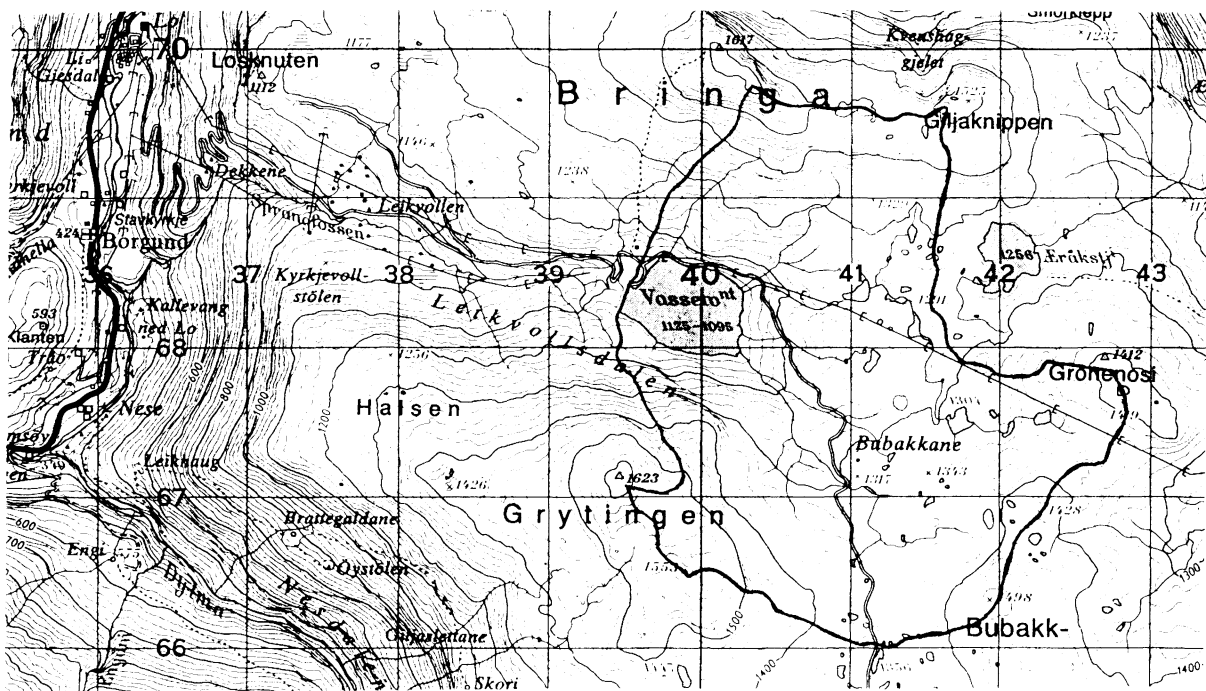
Feltparametre er ikke beregnet for Store Juklevatn fordi det er valgt å ikke simulere flom i dette felt. Simulert flom for Lille Juklevatn, spesifikke verdier, antas å være representative også for Store Juklevatn. Se videre i avsnittene 2.2 og 4.2.

2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM

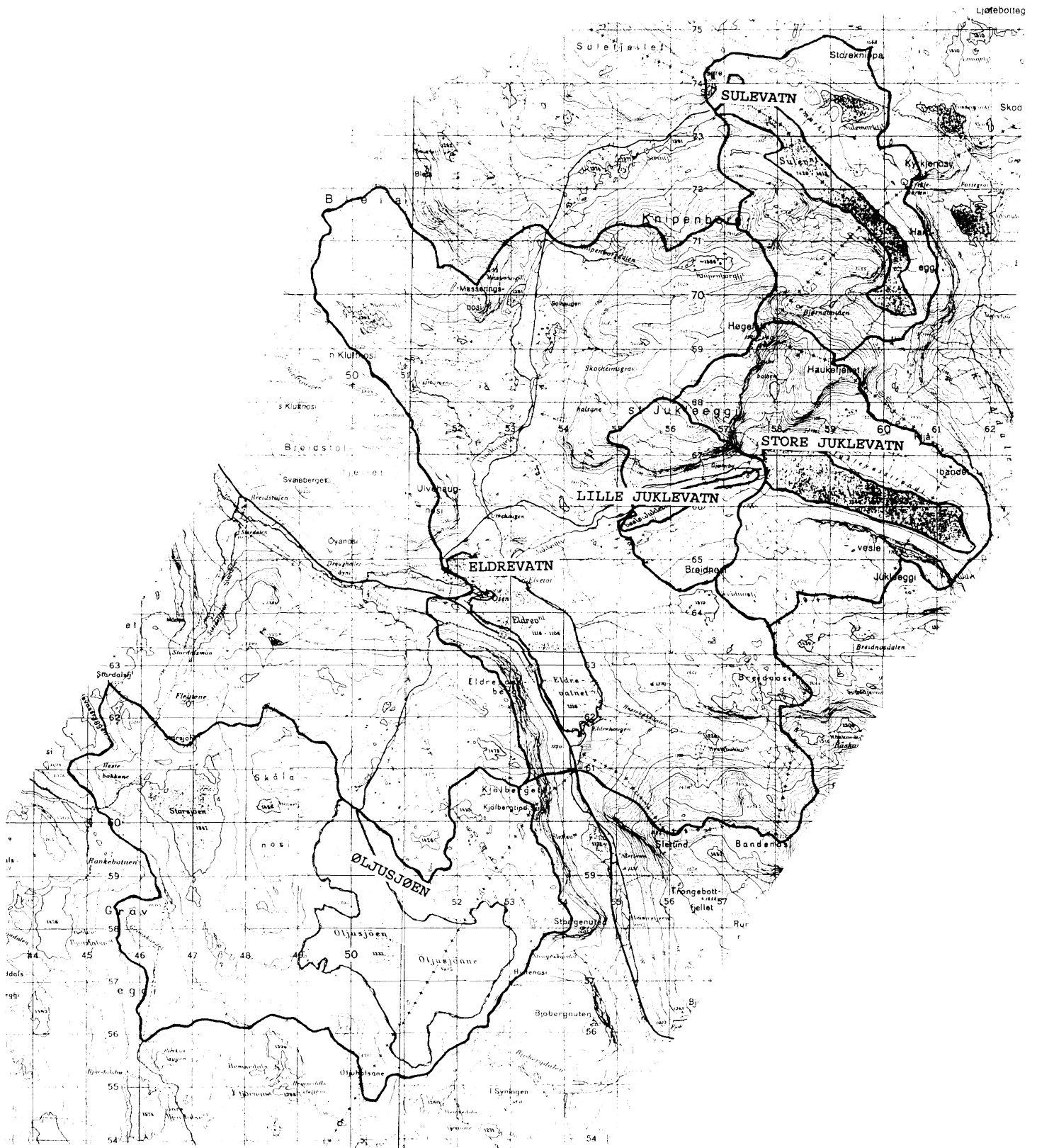
Tilløpsflom er flom til magasinet fra et felt, når det er tatt hensyn til flomdempningen i ovenforliggende magasiner og eventuelle overføringer. Dimensjonerende tilløpsflom er den tilløpsflom som har et gjentaksintervall på 1000 år, Q₁₀₀₀. Denne beregnes enten i hovedsak ut fra frekvensanalyser av observerte flommer, eller ut fra nedbør-snøsmeltesdata ved bruk av en nedbør-avløpsmodell.



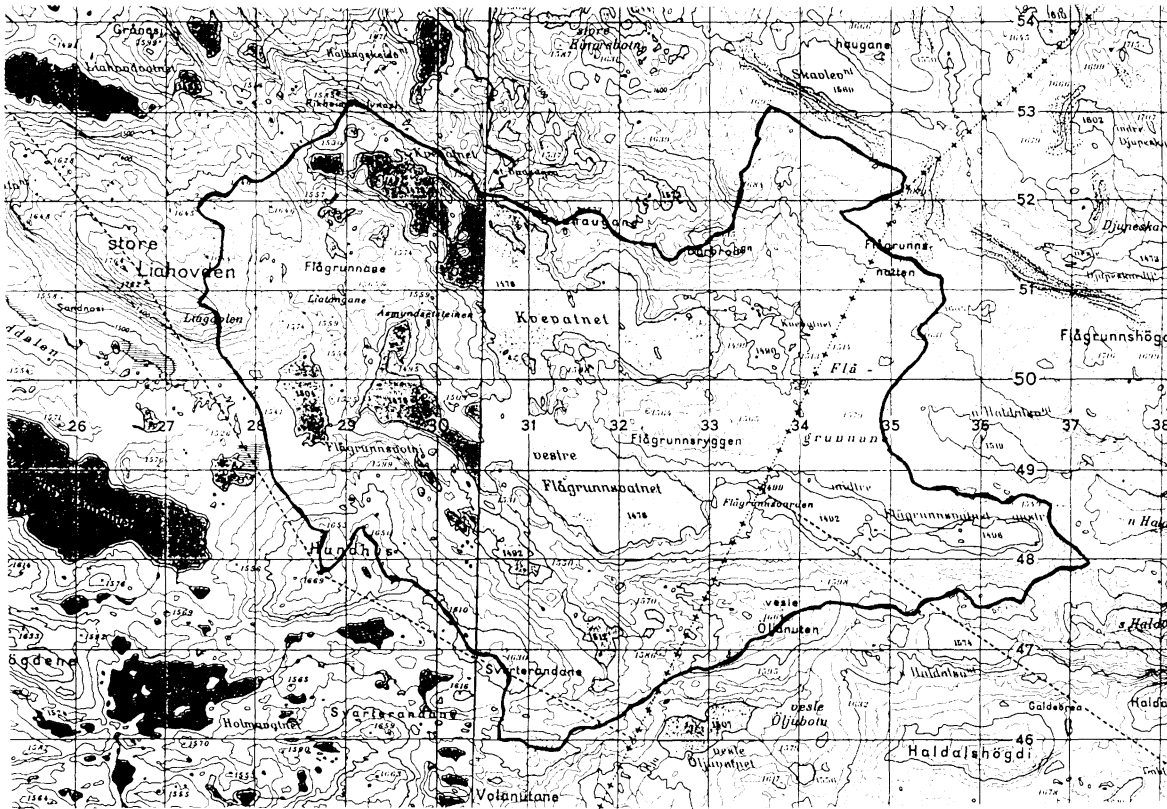
Figur 1. Lærdalsvassdraget.



Figur 2. Vassetvatns nedbørfelt.



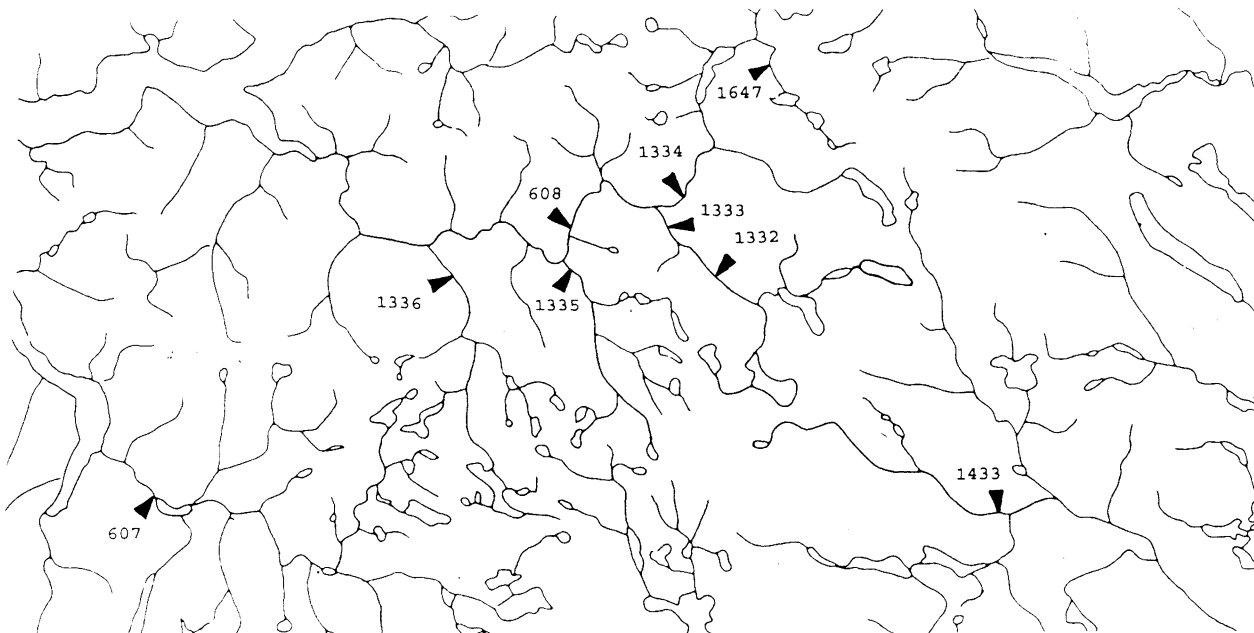
Figur 3. Sulevatns, Store og Lille Juklevatns, Eldrevatns og Øljusjøens nedbørfelt.



Figur 4. Kvevotnis nedbørfelt.

2.1 Flomfrekvensanalyser

Aktuelle hydrologiske målestasjoner i området er vist på kartet i figur 5.



Figur 5. Hydrologiske målestasjoner.

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

Avløpsstasjon	Felt-areal km ²	Antall obs.år	Varig- het døgn	Middelflom, QM		Q1000 QM
				m ³ /s	l/s*km ²	
Lærdalselv						
608 Lo bru	557	57	1	158.3	284	3.04
"	"	"	3	137.0	246	2.77
1336 Nivla	164	11	1	66.0	403	2.92
"	"	"	3	57.6	351	2.91
1335 Dilma	135	10	1	46.8	347	3.03
"	"	"	3	38.0	281	2.61
1333 Bergstølfoss	195	10	1	59.8	328	-
"	"	"	3	52.6	270	-
1332 Breistøl	152	11	1	54.3	357	-
"	"	"	3	46.6	306	-
1334 Ulvisbakken	264	11	1	83.0	314	2.90
"	"	"	3	70.8	268	2.72
1647 Sula	28.7	15	1	7.2	250	2.68
"	"	"	3	6.7	234	2.60
Aurlandselv						
607 Vassbygdvatn	762	62	1	289.4	380	2.57
"	"	"	3	253.6	333	2.41
Hemsil						
1433 Lio	128	22	1	37.8	296	2.95
"	"	"	3	29.2	228	2.68

Tabell 2. Flomfrekvensanalyser for sesongen januar-juli.

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". Formlene gjelder imidlertid kun for felter større enn 50 km² og bør brukes forsiktig for felter mindre enn 100 km². Det er bare Eldrevatn som er større enn 50 km² av de aktuelle feltene i denne beregningen, og det er valgt å heller ikke bruke flomformel for dette felt.

Resultatene i tabell 2 viser at middelflom for ett døgn ligger i størrelsesordenen 300-400 l/s*km² i det aktuelle området. Middelflomverdien er til stor grad avhengig av sjøprosenten og størrelsen av feltet. Siden flomberegningen for magasinene

gjelder tilløpsflommer til forholdsvis små felter, med stort sett lav sjøprosent, må det antas at middelflom for disse felter er en del høyere enn middelflom ved avløpsstasjonene. Middelflomverdien over tre døgn, i tabell 2, ligger i størrelsesorden $300 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Denne verdien er ikke i like høy grad avhengig av feltkarakteren, fordi effekten av forskjeller i feltkarakteren utjevnes over tid.

Ut fra flomfrekvensanalysene anslås forholdstallet mellom Q1000 og QM til 3.0 for ett døgn og 2.8 for tre døgn som representativt for Lærdalsvassdraget. Middelflom, ett døgn, anslås å ligge mellom 480 og $350 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, og middelflom, tre døgn, anslås til $300 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Q1000-verdiene for magasinene i Lærdalsvassdraget blir da som følger;

$$Q1000, \text{ ett døgn: } 3.0 * (480-350) = 1440 - 1050 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$$

$$Q1000, \text{ tre døgn: } 2.8 * 300 = 840 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$$

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 3.

Felt	Feltareal km^2	Øvre tømme- konst. K1	Nedre tømme- konst. K2	Terskel- verdi, T
Sulevatn	17.4	0.260	0.047	10.7
Lille Juklevatn, totalfelt	25.4	0.369	0.065	8.8
Eldrevatn, totalfelt	86.2	0.130	0.031	15.2
Øljusjøen	40.4	0.055	0.017	26.7
Kvevotni	38.8	0.049	0.017	31.4
Vassetvatn	7.7	0.139	0.031	14.4

Tabell 3. Modellparametre.

Ekstreme nedbørverdier er beregnet av Det Norske Meteorologiske Institutt for Stolsvatnfeltet i Hallingdalsvassdraget. Dette feltet ligger like sør for feltene i Lærdalsvassdraget. Fordi nedbørnormalene skiller seg lite antas de ekstreme nedbørverdiene for Stolsvatn å være representative også for

feltene i Lærdalsvassdraget. Imidlertid er det regnet med ca.10% større M5-verdi for Kvevotnifeltet, som ligger i et litt nedbørrikere strøk enn de andre feltene. M5-verdien er definert som nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentakelsestid en gang i løpet av 5 år, og den danner grunnlag for videre beregning av ekstreme nedbørverdier. Nedbørverdiene arealreduseres for å tilpasses ulike store felt. Det blir større arealreduksjon av nedbøren dess større feltet er. Arealreduerte ekstreme nedbørverdier for Lærdalsvassdraget for forsommeren er vist i tabell 4.

(Eldrevatn, Øljusjøen)

Varighet (timer)	3	6	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	55	66	83	106	134	149	170	186
PMP (mm)	104	126	158	202	255	285	323	356

(Sulevatn, Juklevatna, Vassetvatn)

Varighet (timer)	3	6	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	57	70	86	108	137	152	173	190
PMP (mm)	109	133	165	206	260	291	330	363

(Kvevotni)

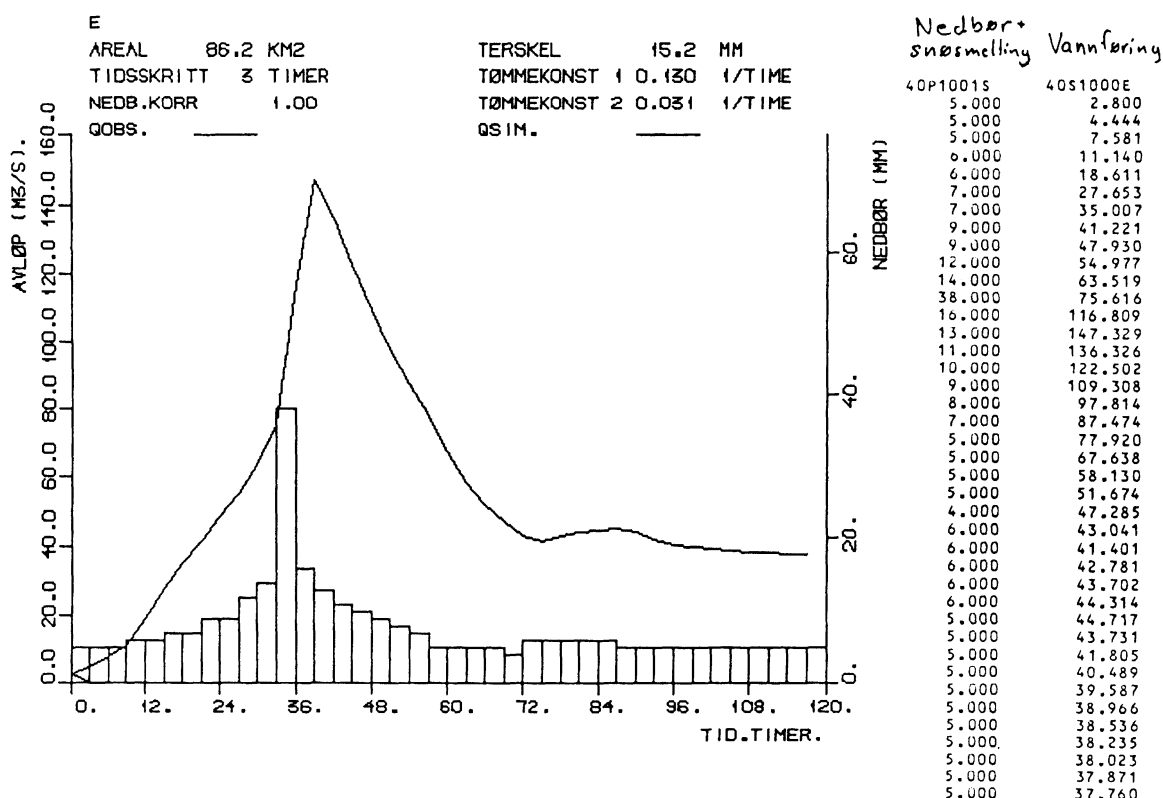
Varighet (timer)	3	6	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	59	72	90	115	146	163	184	204
PMP (mm)	112	134	169	216	273	306	346	381

Tabell 4. Arealreduert ekstrem nedbør for forskjellige varigheter, sesongen mai-juni.

Nedbørforløp basert på M1000-verdiene konstrueres med tidsskritt 3 timer. I tillegg regnes det med et bidrag fra snøsmelting. Flomsituasjonen antas opptre i mai-juni når det fortsatt er fullt snødekke i høyfjellet. Temperaturen antas å kunne være ca. 5°C i de aktuelle feltene under stor nedbør. Med en graddagsfaktor på 5 mm vannekvivalent snøsmelting per °C og døgn anslås snøsmeltebidraget til 24 mm per døgn.

De konstruerte nedbørforløpene bør i prinsipp inneholde M1000-verdiene for de forskjellige varighetene. Imidlertid er det her tatt hensyn til at regnet forsinkes gjennom snøpakken, hvilket har ført til at de konstruerte nedbørforløpene har noe lavere verdier enn M1000 for de korteste varighetene.

Ut fra nedbør-snøsmelteforløpene simuleres flommer som antas å ha gjentaksintervall 1000 år for de forskjellige feltene ved bruk av nedbør-avløpsmodellene. Simulert flom for Lille Juklevatn, spesifikke verdier, antas å være representativ også for Store Juklevatn. For Eldrevatn simuleres tilsigsflom for hele feltet. Denne skaleres til de forskjellige delfeltene og rutes gjennom de magasinene før tilløpsflom til Eldrevatn beregnes. Som eksempel på simuleringene vises den for Eldrevatn i figur 6. Resultatene av simuleringene er sammenfattet i tabell 5.



Figur 6. Simulering av Q1000, tilsigsflom for Eldrevatn. Tidsskritt 3 timer.

Varighet	1 døgn		3 døgn	
	m ³ /s	l/s*km ²	m ³ /s	l/s*km ²
Sulevatn	24.7	1418	14.6	837
Lille Juklevatn, totalfelt	36.1	1421	21.0	828
Eldrevatn, totalfelt	111.9	1299	71.1	825
Øljusjøen	42.7	1056	31.4	778
Kvevotni	42.4	1093	31.6	814
Vassetvatn	10.5	1365	6.4	837

Tabell 5. Q1000, simulert flom.

2.3 Sammenheng

Sammenlikning av resultatene ved simulering av Q1000 og anslåtte verdier ut fra flomfrekvensanalyser viser en brukbar overensstemmelse. Simuleringsresultatene for Sulevatn og Juklevatna blir høye for ett døgn, men det er også felt som er bratte og har liten effektiv sjøprosent, dvs liten selvregulering. Simuleringsresultatene for Øljusjøen og Kvevotni blir

lave på grunn av at feltene har stor effektiv sjøprosent. De store forskjellene utjevnes over tid og tre-døgnsverdiene er forholdsvis like i de forskjellige feltene. Over lengre tid er det mer nedbørmengdene og snøsmeltevolumet som teller, og de varierer lite i dette området. De simulerte flommene antas å representere Q1000 for de aktuelle feltene.

3. REGULERINGSSYSTEMET

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 Borgund kraftverk benyttes arealer oppgitt av Østfold energiverk. Magasinarealene er kontrollerte på nytt topografisk kart og godtatte også om det er enkelte små avvik. Se tabell 6.

Magasin	HRV m o.h.	Magasinareal ved HRV km ²
Sulevatn	1420.00	2.93
Store Juklevatn	1286.00	3.02
Lille Juklevatn	1280.00	0.78
Eldrevatn	1116.00	3.81
Øljusjøen	1333.00	8.59
Kvevotni	1473.30	6.23
Vassetvatn	1125.00	0.36

Tabell 6. HRV-verdier og magasinarealer ved HRV.

3.2 Avløpskurver

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

Dammen ved Sulevatn har et overløp med terskel på 1420.00 m o.h., lengde 20.0 m og overløpskoeffisient 2.1. En del av

damkrona ligger på 1421.00 m o.h. med lengden 65 m og overløpskoeffisienten 1.8. Resten av damkrona har terskel på 1423.10 m. Avløpskurven blir:

$$\begin{aligned} Q &= 42.0000 (H - 1420.00)^{1.5000} & 1420.00 < H < 1421.02 \\ Q &= 41.4441 (H - 1420.00)^{2.5192} & 1421.02 \leq H < 1423.10 \end{aligned}$$

Dammen ved Store Juklevatn har et overløp med terskel på 1286.00 m o.h., lengde 20.0 m og overløpskoeffisient 2.1. Damkrona ligger på 1289.15 m o.h. Avløpskurven blir:

$$Q = 42.0000 (H - 1286.00)^{1.5000} \quad 1286.00 < H < 1289.15$$

Dammen ved Lille Juklevatn har et overløp med terskel på 1280.00 m o.h., lengde 30.0 m og overløpskoeffisient 1.9. En del av damkrona ligger på 1281.00 m o.h. med lengden 110 m og overløpskoeffisienten 1.7. Resten av damkrona har terskel på 1283.15 m o.h. Avløpskurven blir:

$$\begin{aligned} Q &= 57.0000 (H - 1280.00)^{1.5000} & 1280.00 < H < 1281.01 \\ Q &= 56.5506 (H - 1280.00)^{2.4762} & 1281.01 \leq H < 1283.15 \end{aligned}$$

Dammen ved Eldrevatn har flere overløp med terskel på 1116.00 m o.h., sammenlagt lengde 140.0 m og overløpskoeffisient 2.1. Damkrona ligger på 1117.00 m o.h. med lengden 229 m og overløpskoeffisienten 1.9. Avløpskurven blir:

$$\begin{aligned} Q &= 294.0000 (H - 1116.00)^{1.5000} & 1116.00 < H < 1117.01 \\ Q &= 293.0979 (H - 1116.00)^{1.9230} & 1117.01 \leq H \end{aligned}$$

Dammen ved Øljustjøen har et overløp med terskel på 1333.00 m o.h., lengde 40.0 m og overløpskoeffisient 2.0. Det er ikke tatt hensyn til en liten utvidelse av overløpslengden ved vannstand 1334.00 m o.h. Nedenfor overløpet er det en sjakt som går over i tunnel. Lengden på sjakt og tunnel er tilsammen drøyt 200 m, fallet er totalt nesten 27 m og tverrsnittet nesten 19 m². Det regnes med et Mannings tall på 30 og tunnelkapasiteten ut fra disse mål er 188 m³/s. Damkrona ligger på 1336.75 m o.h. Avløpskurven blir:

$$\begin{aligned} Q &= 80.0000 (H - 1333.00)^{1.5000} & 1333.00 < H < 1334.76 \\ Q &= 188.0000 (H - 1333.00)^{0.0000} & 1334.76 \leq H < 1336.75 \end{aligned}$$

Dammen ved Kvevotni har et overløp med terskel på 1473.30 m o.h., lengde 25.0 m og overløpskoeffisient 2.0. Det er ikke tatt hensyn til en liten utvidelse av overløpslengden ved vannstand 1474.30 m o.h. Nedenfor overløpet er det en sjakt som går over i tunnel. Lengden på sjakt og tunnel er tilsammen knapt 100 m, fallet er totalt 26 m og tverrsnittet ca. 17 m². Det regnes med et Mannings tall på 30 og tunnelkapasiteten ut

fra disse mål er 211 m³/s. Damkrona ligger på 1476.80 m o.h. Avløpskurven blir:

$$Q = 50.0000 \quad (H - 1473.30)^{1.5000} \quad 1473.30 < H < 1475.92$$

$$Q = 211.0000 \quad (H - 1473.30)^{0.0000} \quad 1475.92 \leq H < 1476.80$$

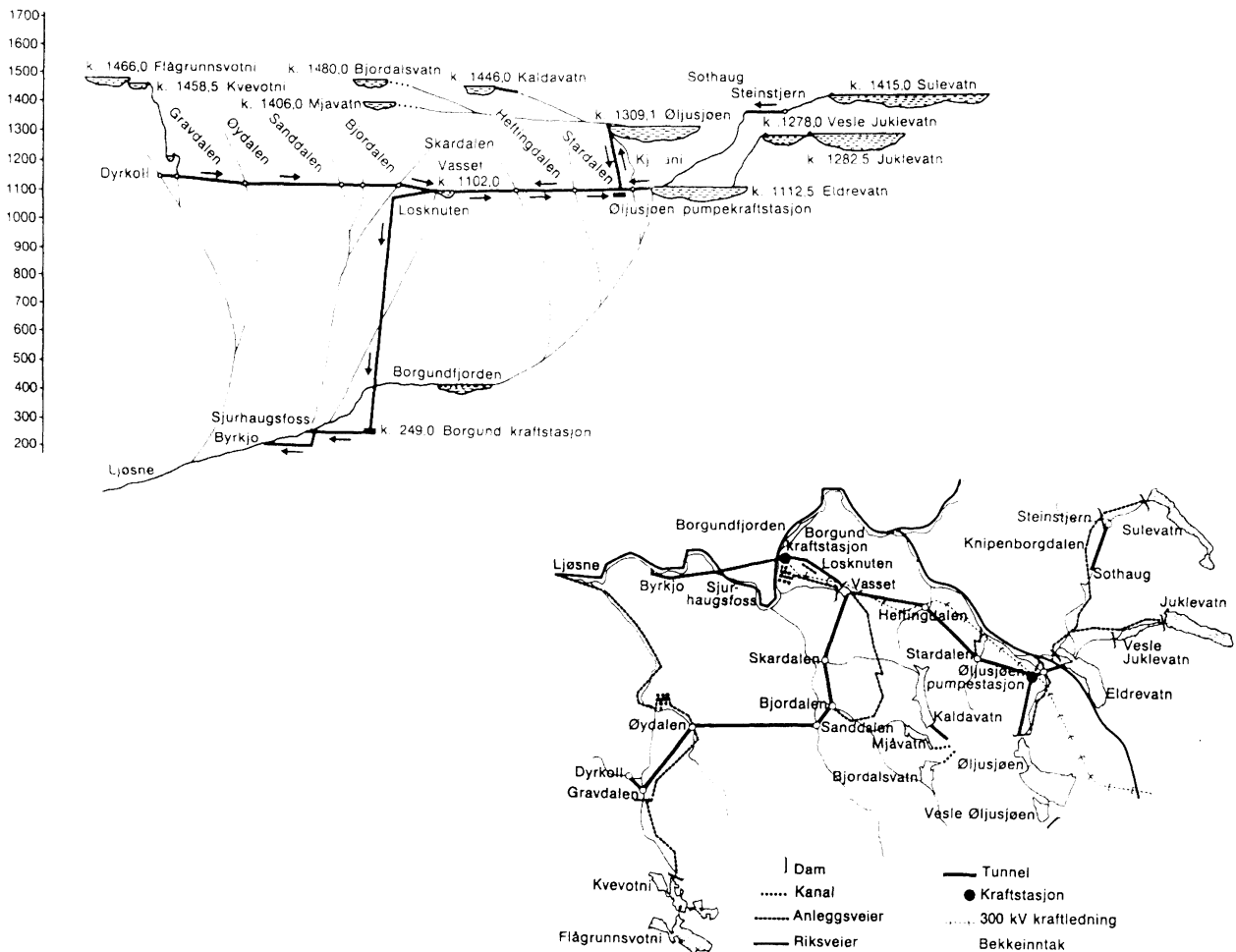
Dammen ved Vassetvatn har et overløp med terskel på 1125.00 m o.h., lengde 4.0 m og overløpskoeffisient 1.9. Det er ikke tatt hensyn til at overløpslengden økes noe ved vannstand 1126.00 m o.h. Damkrona ligger på 1128.50 m o.h. Avløpskurven blir:

$$Q = 7.6000 \quad (H - 1125.00)^{1.5000} \quad 1125.00 < H < 1128.50$$

3.3 Overføringer

Reguleringssystemet er forholdsvis komplisert. I figur 7 gis en oversikt over Borgund kraftverk.

Høyde . o.h



Figur 7. Borgund kraftverk.

Ved flomberegning for Sulevatn, Store og Lille Juklevatn og Kvevotni er det ikke noen overføringer å ta hensyn til.

Ved beregningen for Øljusjøen regnes det med overføringer fra Mjåvatn og fra Kaldavatn til Øljusjøens felt. Overføringen fra Mjåvatn går i tunnel med lengde ca. 400 m, fall 15 m og tunneltverrsnitt 4 m². Det regnes med et Mannings tall på 30 og tunnelkapasiteten ut fra disse mål er 14 m³/s. Fra Mjåvatn regnes det derfor med en overføring på maksimalt 14 m³/s fra et nedbørfelt på 19.2 km². Overføringen fra Kaldavatn går i tunnel med lengde ca. 225 m, fall 1.9 m og tunneltverrsnitt 4 m². Det regnes med et Mannings tall på 30 og tunnelkapasiteten ut fra disse mål er 7 m³/s. Kapasiteten i inntaket er noe mindre og fra Kaldavatn regnes det derfor med en overføring på maksimalt 6 m³/s fra et nedbørfelt på 4.1 km².

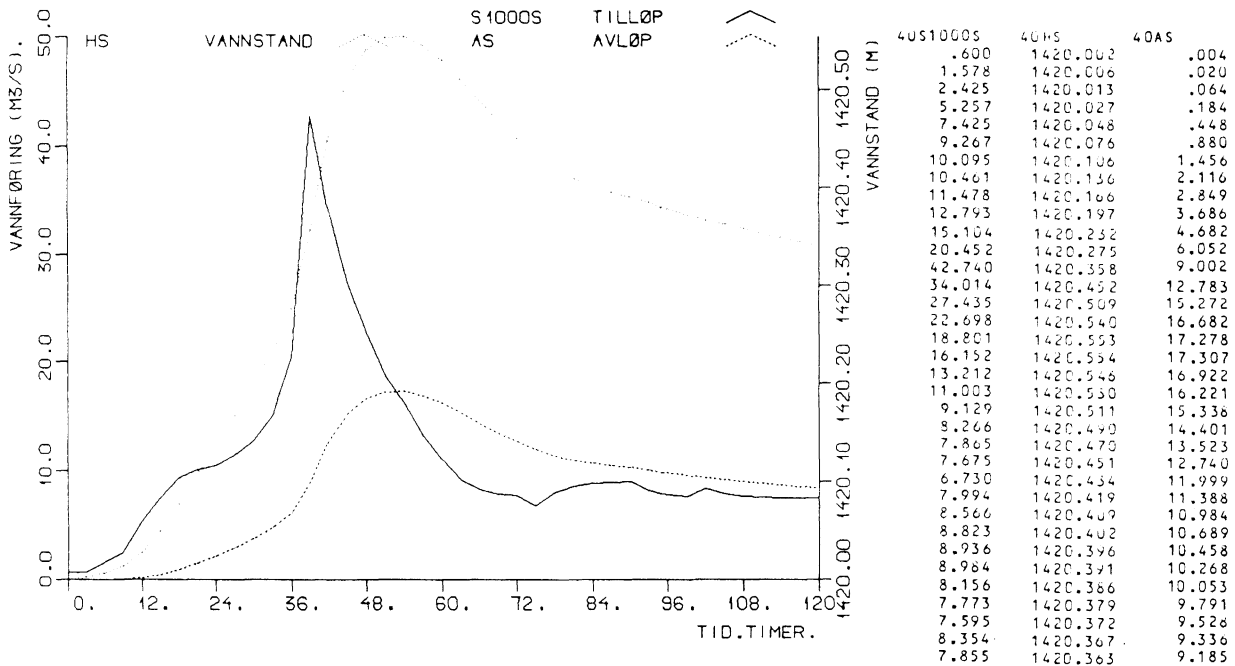
Ved beregningen for Eldrevatn regnes det med overføring fra Steinstjern, som ligger straks nedenfor Sulevatn. Det forutsettes at inntaksarrangementet er begrensende for overføringskapasiteten. Overløpet er 4 m langt og antas å ha overløpskoeffisienten 2.0. Taket på inntaket er 1.7 m over overløpsterskelen. Dette betyr at inntaket har kapasiteten 17.7 m³/s hvis man beregner etter vanlig overløpsformel. Fra Steinstjern regnes det derfor med en overføring på maksimalt 18 m³/s fra et nedbørfelt på 26.0 km². Ved beregningen for Eldrevatn regnes det også med overføring fra Vassetvatn og Øljusjøen gjennom driftstunnelen. Kapasiteten er oppgitt på kart fra Østfold Energiverk til 24 m³/s.

Eneste muligheten for at vannstanden i Vassetvatn skal stå ved overløpsterskelen er at både tunnelen mot Eldrevatn og tunnelen fra Kvevotni er sperret av en eller annen grunn. Hvis tunnelen mot Eldrevatn er åpen vil vann renne mot Eldrevatn, som har lavere overløpsterskel enn Vassetvatn. Hvis tunnelen fra Kvevotni er åpen vil vannet renne ut i Skardalen som har lavere overløpsterskel enn Vassetvatn. Flomberegningen for Vassetvatn gjelder derfor kun for eget lokalfelt til magasinet.

4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM

4.1 Sulevatn

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentakintervall 1000 år tilsvarende dimensjonerende tilløpsflom til Sulevatn. Den routes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 8. Dimensjonerende avløpsflom blir 17.3 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 1420.55 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.55 m.



Figur 8. Dimensjonerende flom Sulevatn. Tidsskritt 3 timer.

4.2 Store Juklevatn

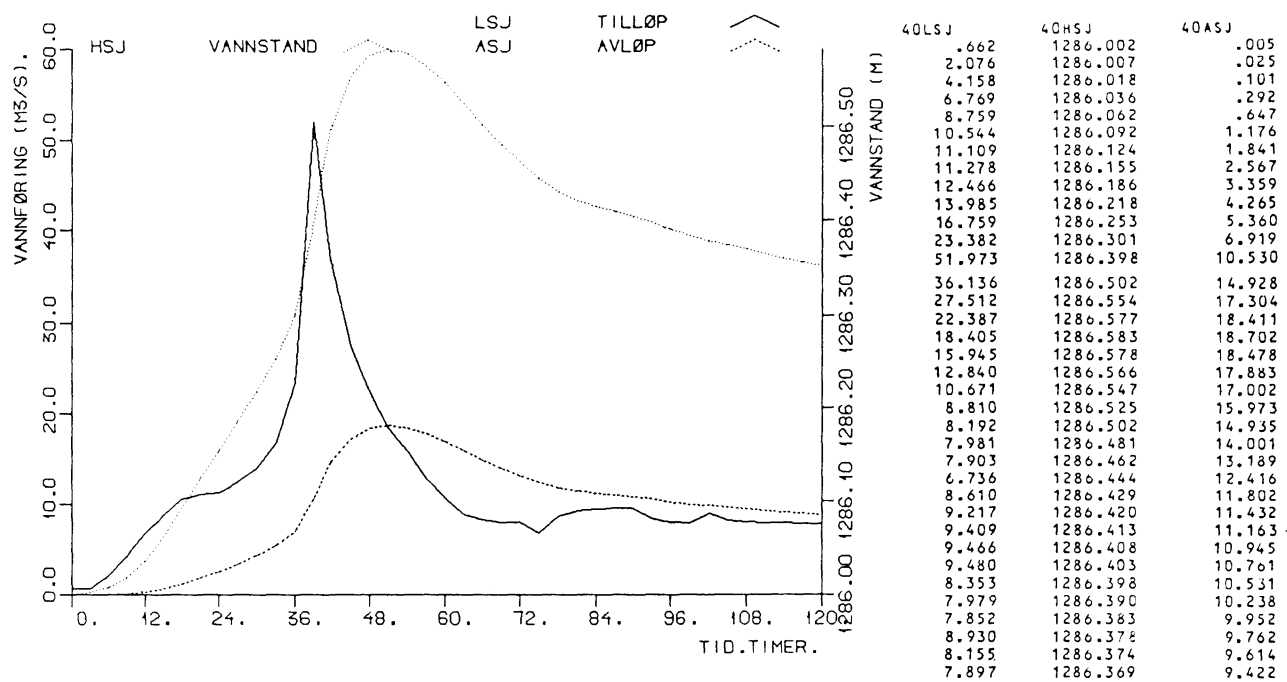
Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år for Lille Juklevatns hele felt fordeles etter relativ areal på delfeltene. Skaleringsfaktorene blir:

Store Juklevatns lokalfelt : $18.7/25.4 = 0.736$
 Lille Juklevatns lokalfelt : $6.7/25.4 = 0.264$

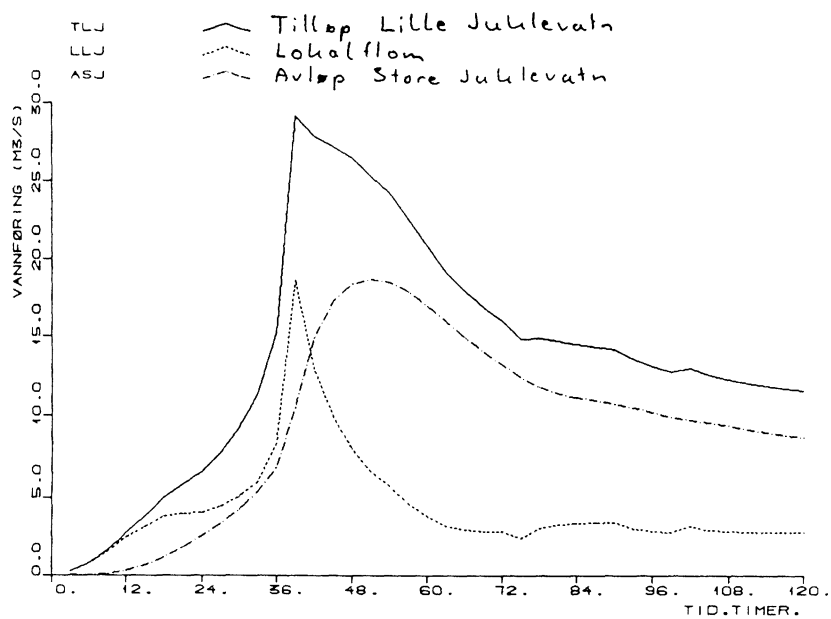
Den skalerte flommen i Store Juklevatns felt tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 9. Dimensjonerende avløpsflom blir $18.7 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand 1286.58 m o.h. , dvs flomstigningen blir 0.58 m .

4.3 Lille Juklevatn

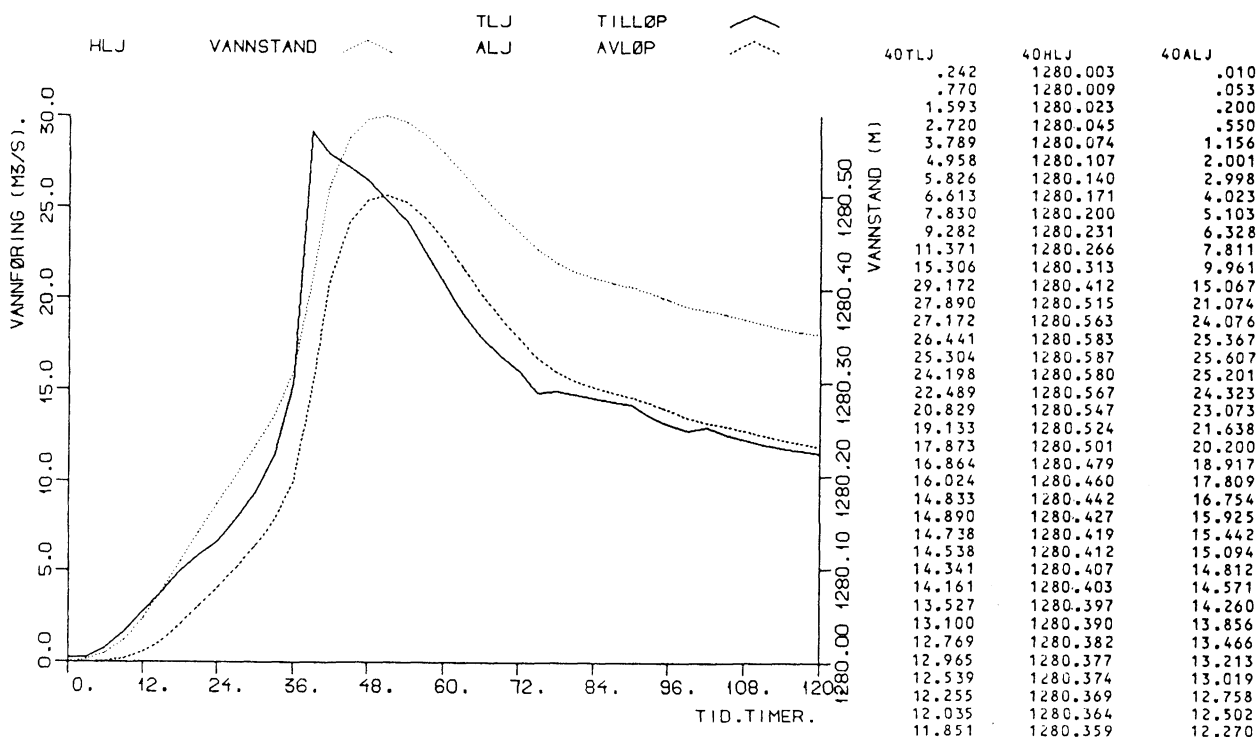
Dimensjonerende tilløpsflom til Lille Juklevatn utgjøres av avløpsflommen fra Store Juklevatn og flommen fra lokalfeltet, se figur 10. Dimensjonerende tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 11. Dimensjonerende avløpsflom blir $25.6 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand 1280.59 m o.h. , dvs flomstigningen blir 0.59 m .



Figur 9. Dimensjonerende flom Store Juklevatn. Tidsskritt 3 timer.



Figur 10. Dimensjonerende tilløpsflom til Lille Juklevatn med forskjellige bidrag.



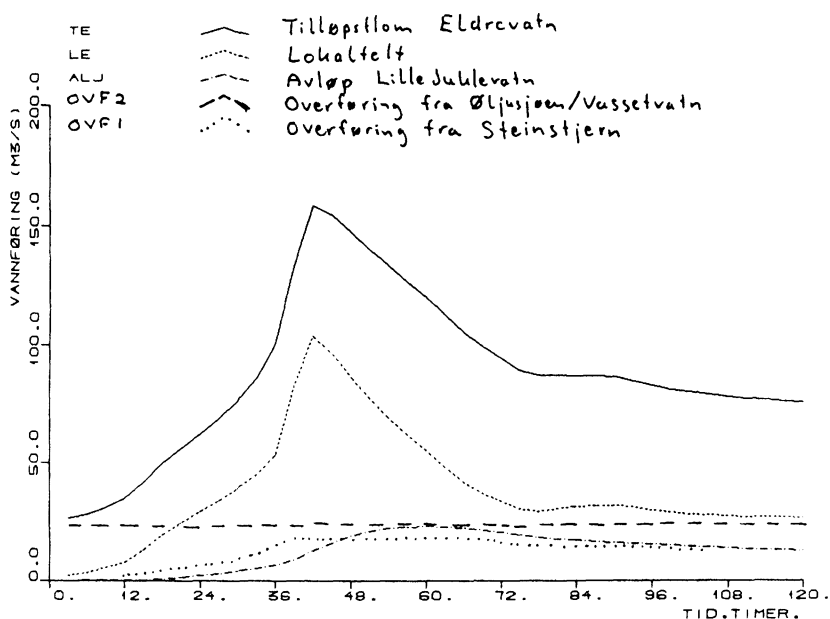
Figur 11. Dimensjonerende flom Lille Juklevatn. Tidsskritt 3 timer.

4.4 Eldrevatn

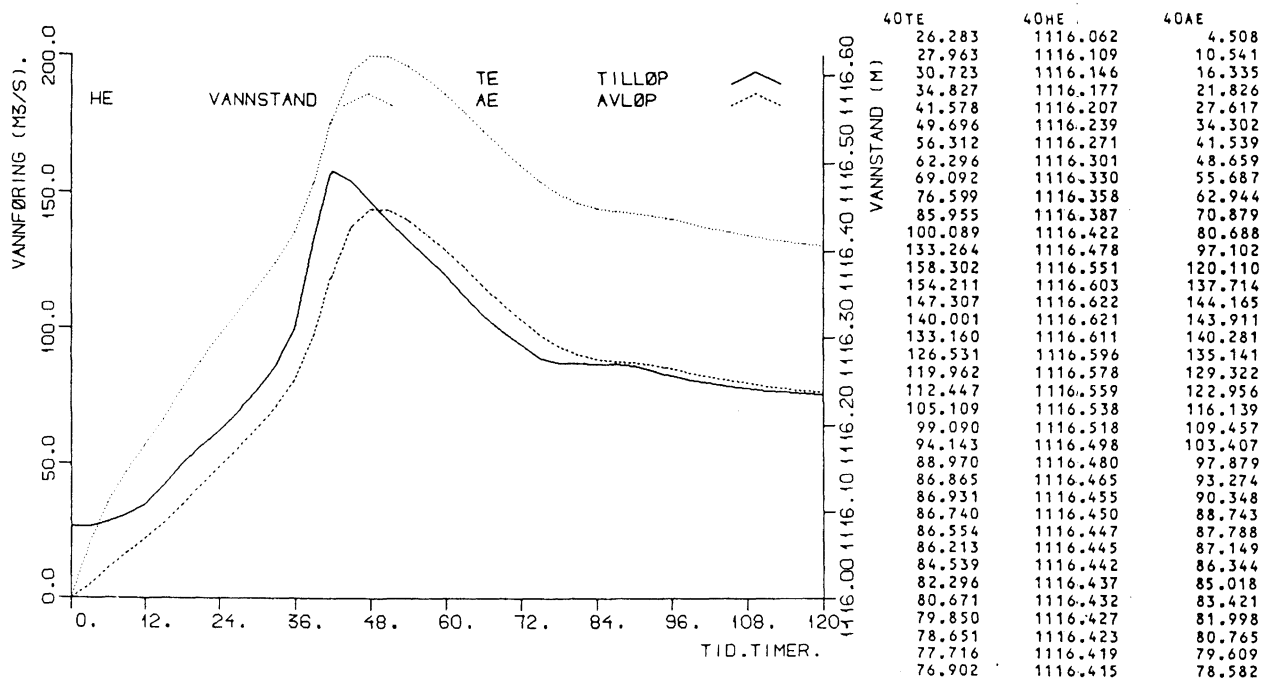
Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år for Eldrevatns totale felt fordeles etter relativ areal på delfeltene. Skaleringfaktorene blir:

Store Juklevatns lokalfelt	: 18.7/86.2 = 0.217
Lille Juklevatns lokalfelt	: 6.7/86.2 = 0.078
Eldrevatns lokalfelt	: 60.8/86.2 = 0.705

Den skalerte flommen i Store Juklevatns felt rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Tilløpsflommen til Lille Juklevatn består av flommen i lokalfeltet og avløpsflommen fra Store Juklevatn. Denne tilløpsflommen rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Dimensjonerende tilløpsflom til Eldrevatn består av flommen i Eldrevatns lokalfelt, avløpsflommen fra Lille Juklevatn, overføringen fra Steinstjern og overføringen fra Vassetvatn/Øljusjøen, se figur 12. Dimensjonerende tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 13. Dimensjonerende avløpsflom blir 144.2 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 1116.62 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.62 m.



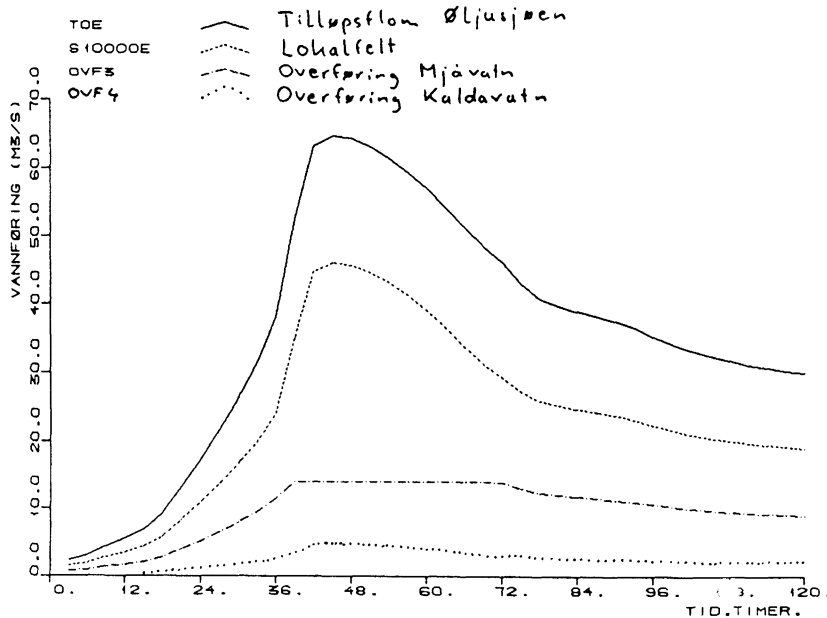
Figur 12. Dimensjonerende tilløpsflom til Eldrevatn med forskjellige bidrag.



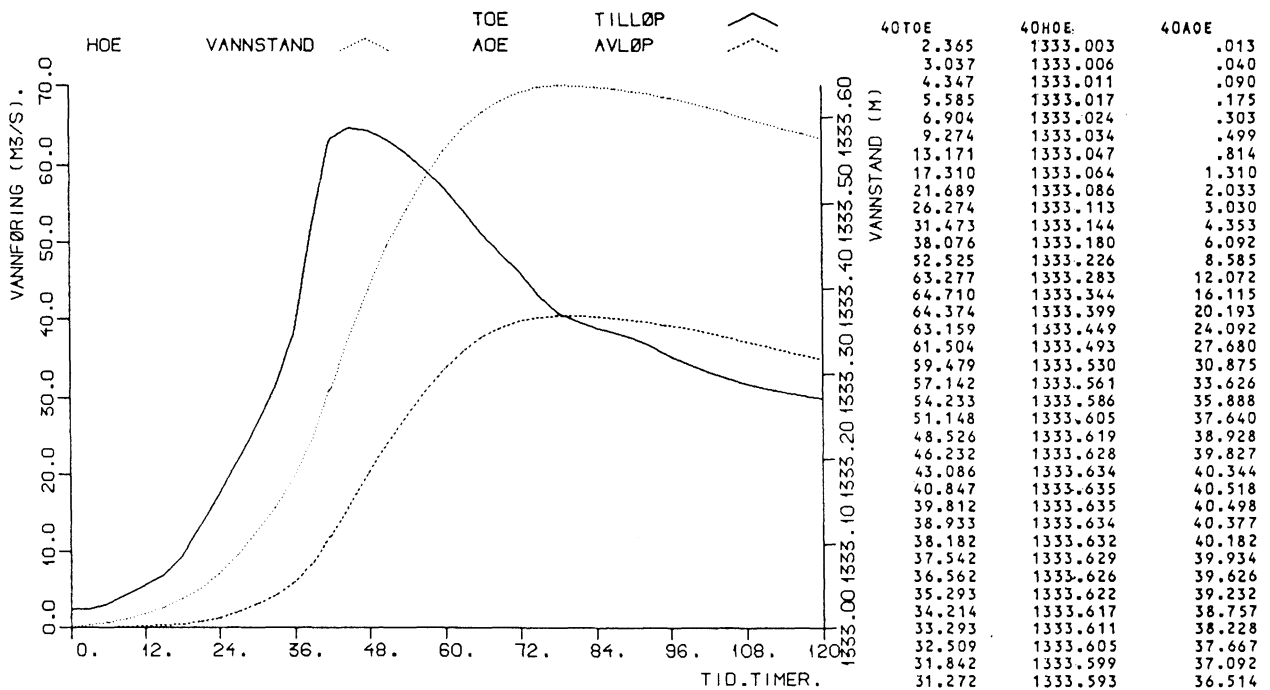
Figur 13. Dimensjonerende flom Eldrevatn. Tidsskritt 3 timer.

4.5 Øljustjøen

Dimensjonerende tilløpsflom til Øljustjøen består av flommen i Øljustjøens lokalfelt, simulert i avsnitt 2.2, overføringen fra Mjåvatn og overføringen fra Kaldavatn, se figur 14. Dimensjonerende tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 15. Dimensjonerende avløpsflom blir 40.5 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 1333.64 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.64 m.



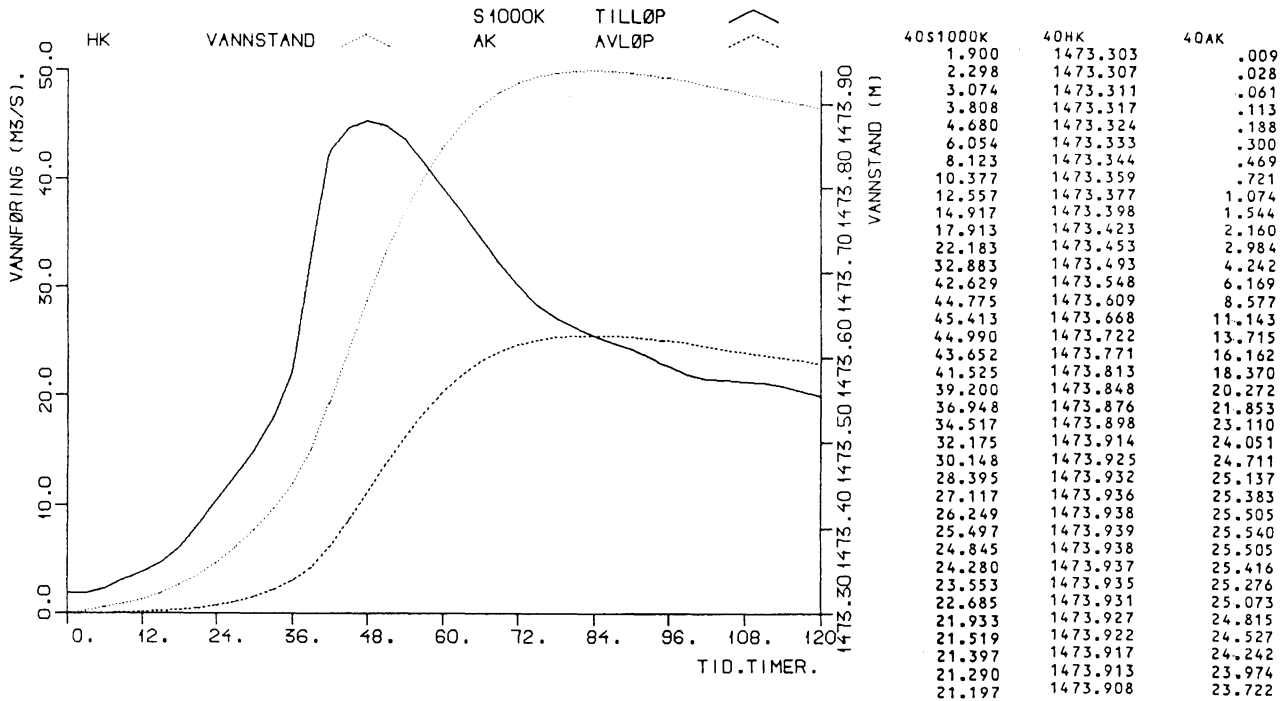
Figur 14. Dimensjonerende tilløpsflom til Øljustjøen med forskjellige bidrag.



Figur 15. Dimensjonerende flom Øljustjøen. Tidsskritt 3 timer.

4.6 Kvevotni

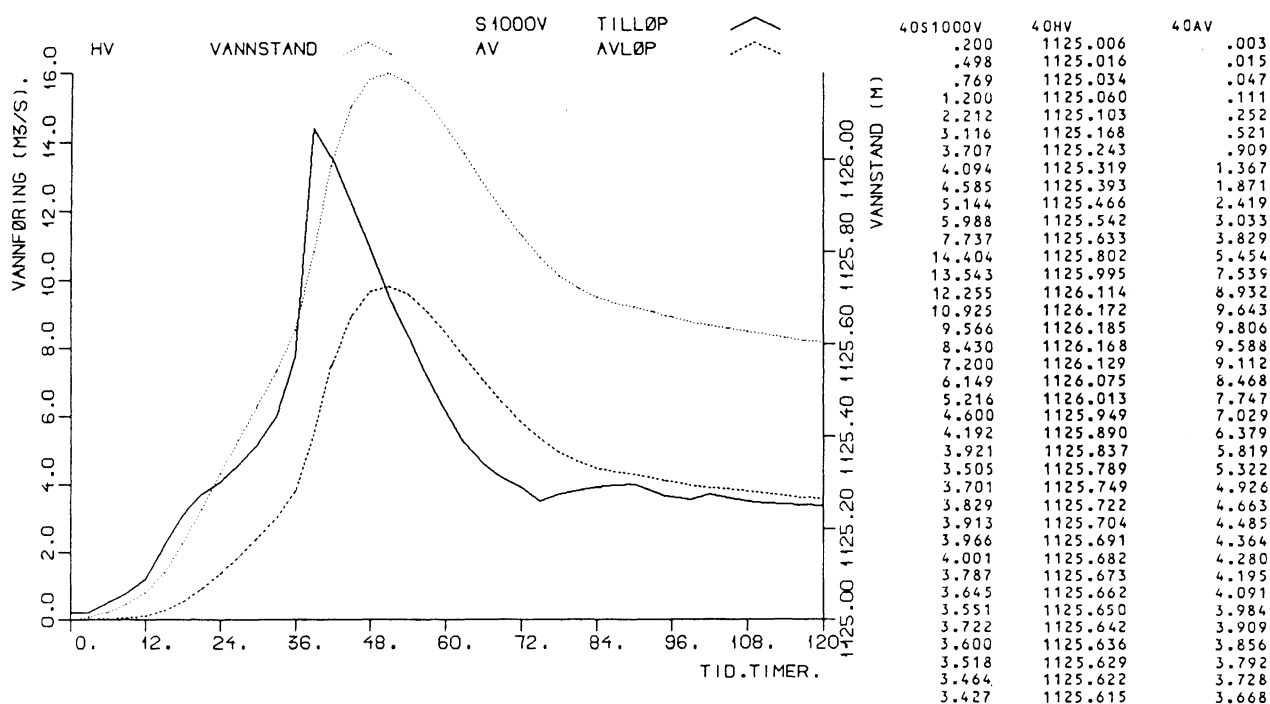
Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom til Kvevotni. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 16. Dimensjonerende avløpsflom blir 25.5 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 1473.94 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.64 m.



Figur 16. Dimensjonerende flom Kvevotni. Tidsskritt 3 timer.

4.7 Vassetvatn

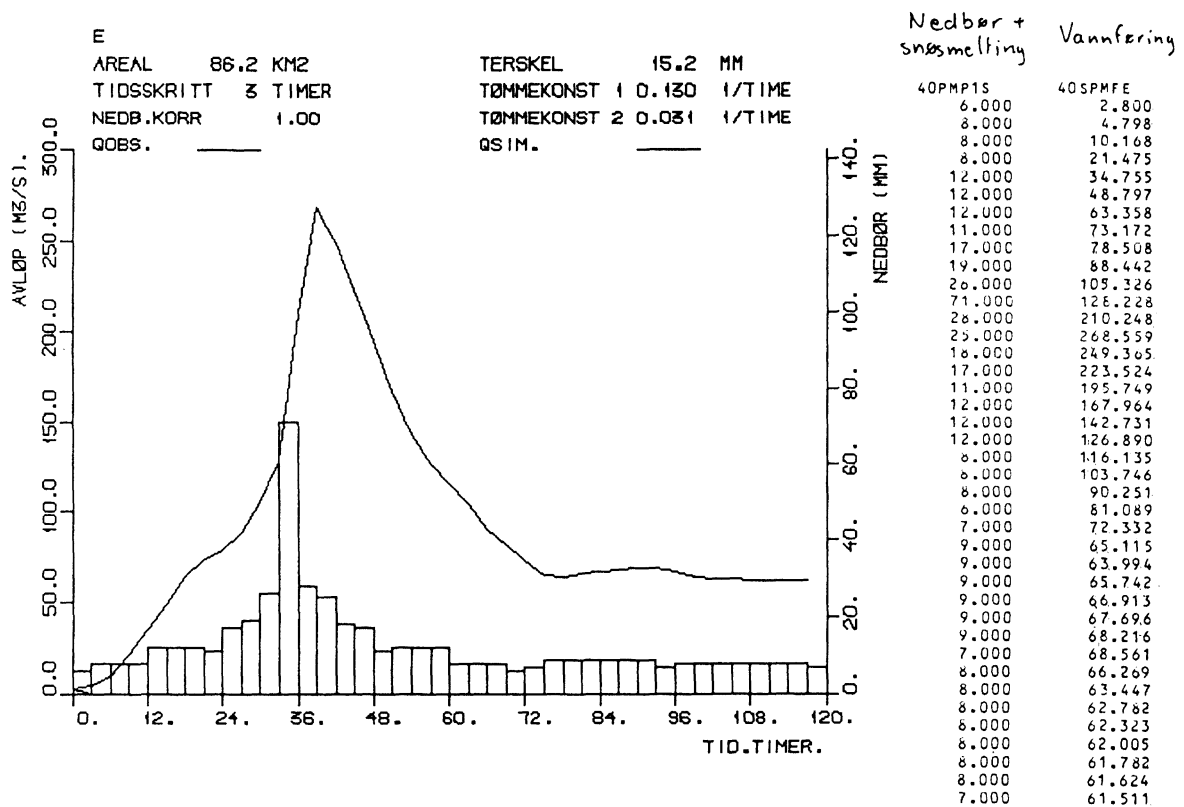
Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom til Vassetvatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 17. Dimensjonerende avløpsflom blir 9.8 m³/s med dimensjonerende flomvannstand 1126.19 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.19 m.



Figur 17. Dimensjonerende flom Vassetvatn. Tidsskritt 3 timer.

5. PÅREGNELIG MAKSIMAL TILLØPSFLOM

Påregnelig maksimal tilløpsflom, PMF, kan ikke knyttes til noe bestemt gjentaksintervall. Den fastsettes på grunnlag av en analyse av ugunstige kombinasjoner av meteorologiske og hydrologiske forhold og beregnes på tilsvarende måte som dimensjonerende tilløpsflom. De beregnede verdiene for påregnelig maksimal nedbør, PMP, i tabell 4, legges til grunn for et nedbørforløp. I tillegg må det regnes med et bidrag fra snøsmelting. Ved PMF regnes det med 30 mm snøsmelting per døgn, dvs 25% mer snøsmelting enn ved Q1000. Ut fra de kombinerte nedbør-snøsmelteforløpene simuleres påregnelige maksimale flommer for de forskjellige feltene i Lårdalsvassdraget. Som eksempel på simuleringene vises den for Eldrevatn i figur 18. Resultatene av simuleringene er sammenfattet i tabell 7.



Figur 18. Simulering av PMF, tilsigsflom for Eldrevatn. Tidsskritt 3 timer.

Varighet	1 døgn			3 døgn		
	m³/s	l/s*km²	$\frac{PMF}{Q1000}$	m³/s	l/s*km²	$\frac{PMF}{Q1000}$
Sulevatn	43.4	2492	1.76	24.8	1425	1.70
Lille Juklevatn, totalfelt	63.9	2517	1.77	36.5	1438	1.74
Eldrevatn, totalfelt	198.3	2300	1.77	121.7	1411	1.71
Øljusjøen	75.4	1867	1.77	54.0	1337	1.72
Kvevatni	74.0	1906	1.75	53.9	1389	1.71
Vassetvatn	18.4	2390	1.75	11.1	1440	1.72

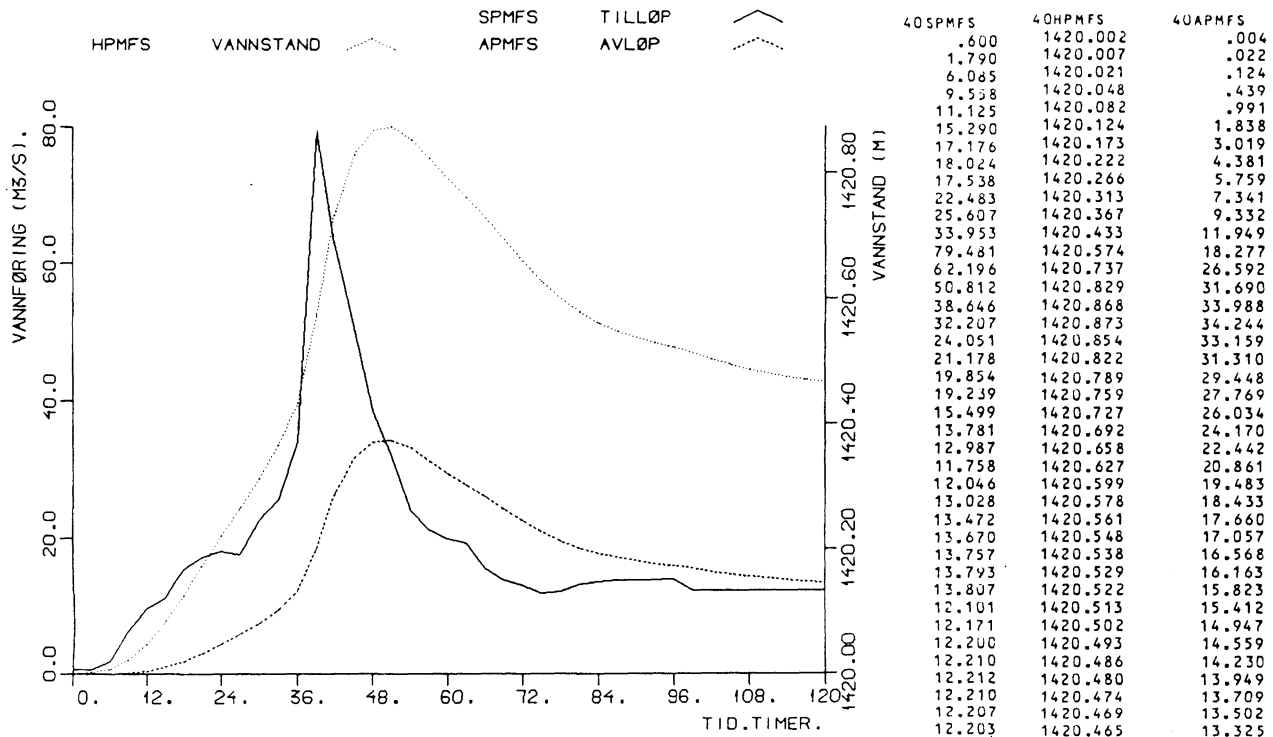
Tabell 7. PMF, simulert flom

6. PÅREGNELIG MAKSIMAL AVLØPSFLOM

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

6.1 Sulevatn

Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom til Sulevatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 19. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 34.2 m³/s med maksimal flomvannstand 1420.87 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.87 m.



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

6.2 Store Juklevatn

Den i avsnitt 5 simulerte flommen for Lille Juklevatns hele felt fordeles etter relativ areal på delfeltene. Skaleringsfaktorene blir:

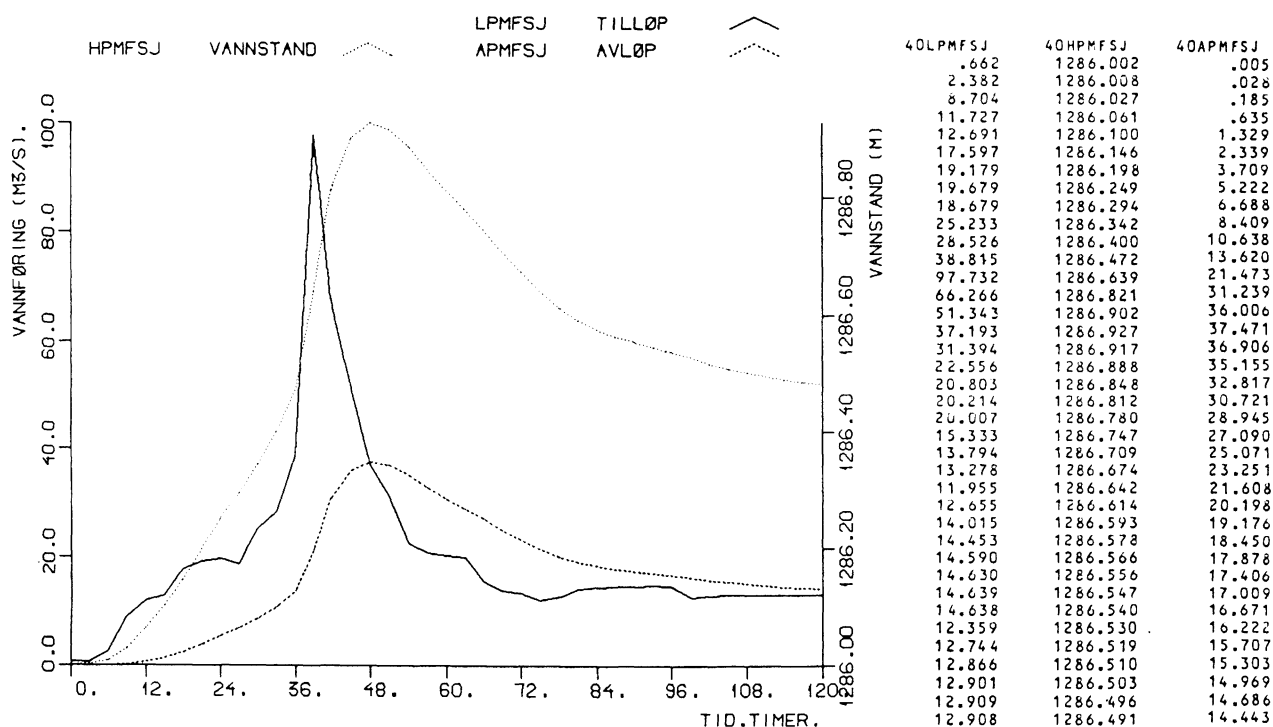
Store Juklevatns lokalfelt : $18.7/25.4 = 0.736$
 Lille Juklevatns lokalfelt : $6.7/25.4 = 0.264$

Den skalerte flommen i Store Juklevatns felt tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 20. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 37.5 m³/s med maksimal flomvannstand 1286.93 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.93 m.

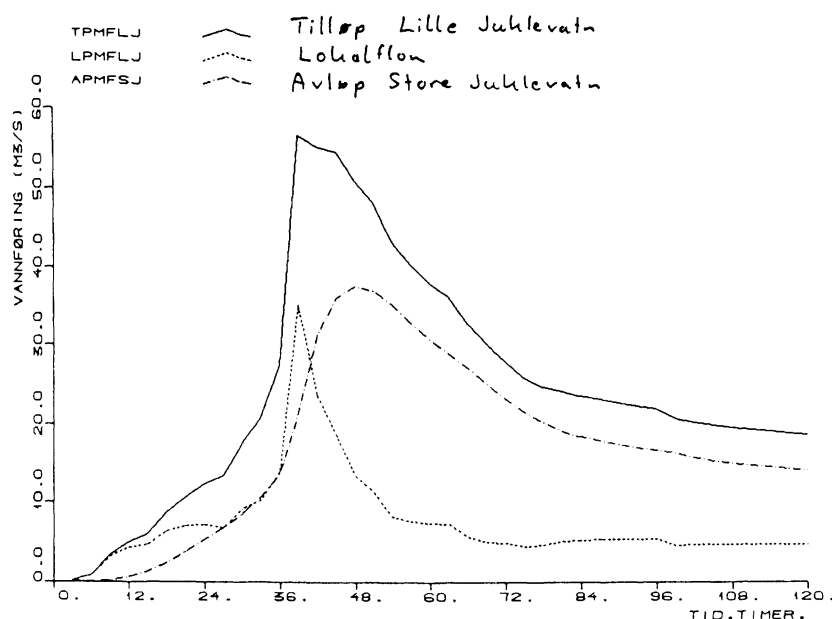
6.3 Lille Juklevatn

Påregnelig maksimal tilløpsflom til Lille Juklevatn består av avløpsflommen fra Store Juklevatn og flommen fra lokalfeltet,

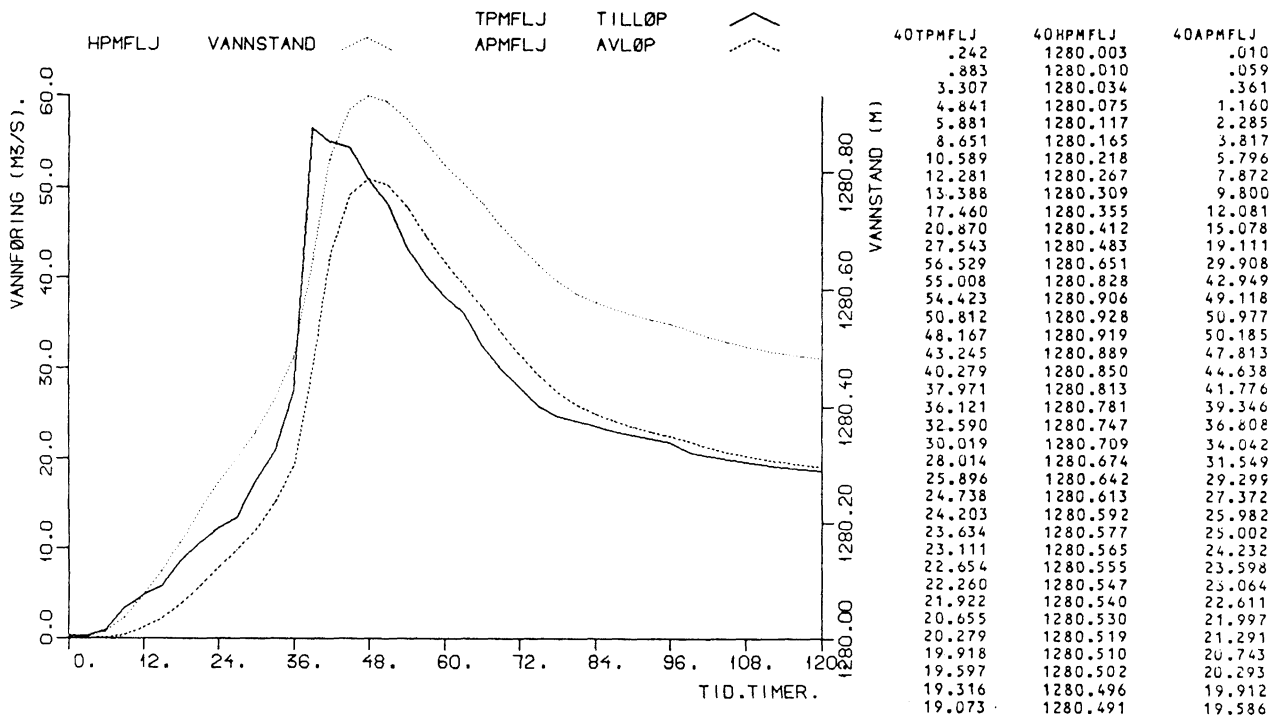
se figur 21. Påregnelig maksimal tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 22. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 51.0 m³/s med maksimal flomvannstand 1280.93 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.93 m.



Figur 20. Påregnelig maksimal flom Store Juklevatn. Tidsskritt 3 timer.



Figur 21. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Lille Juklevatn med forskjellige bidrag.



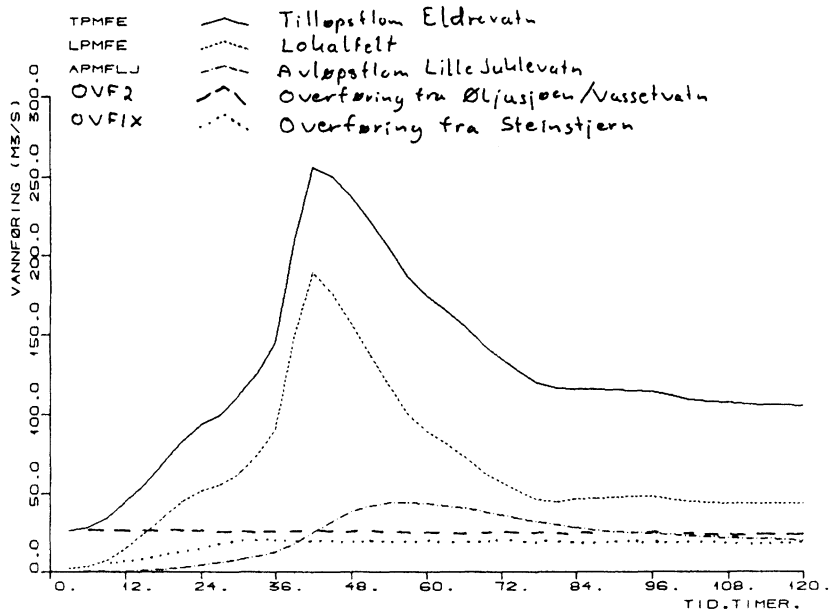
Figur 22. Påregnelig maksimal flom Lille Juklevatn. Tidsskritt 3 timer.

6.4 Eldrevatn

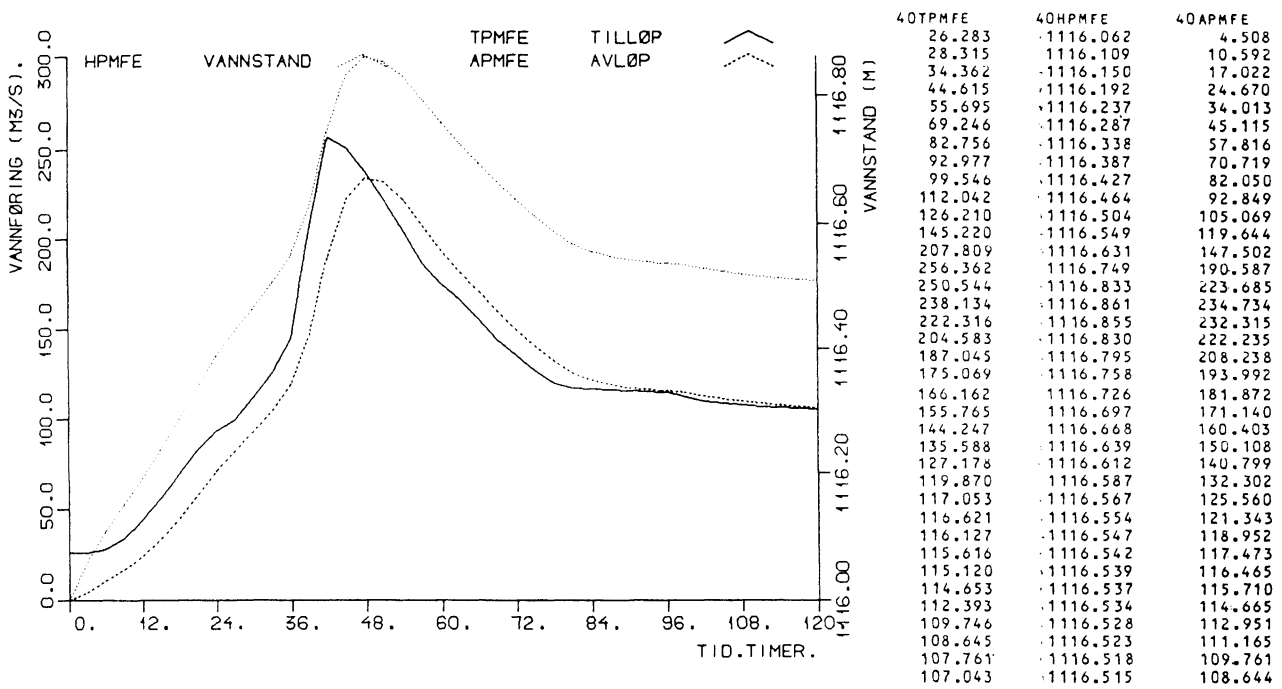
Den i avsnitt 5 simulerte flommen for Eldrevatns totale felt fordeles etter relativ areal på delfeltene. Skaleringsfaktorene blir:

Store Juklevatns lokalfelt	: 18.7/86.2 = 0.217
Lille Juklevatns lokalfelt	: 6.7/86.2 = 0.078
Eldrevatns lokalfelt	: 60.8/86.2 = 0.705

Den skalerte flommen i Store Juklevatns felt rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Tilløpsflommen til Lille Juklevatn består av flommen i lokalfeltet og avløpsflommen fra Store Juklevatn. Denne tilløpsflommen rutes gjennom magasinet og avløpsflom beregnes. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Eldrevatn består av flommen i Eldrevatns lokalfelt, avløpsflommen fra Lille Juklevatn, overføringen fra Steinstjern og overføringen fra Vassetvatn/Øljusjøen, se figur 23. Påregnelig maksimal tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 24. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 234.7 m³/s med maksimal flomvannstand 1116.86 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.86 m.



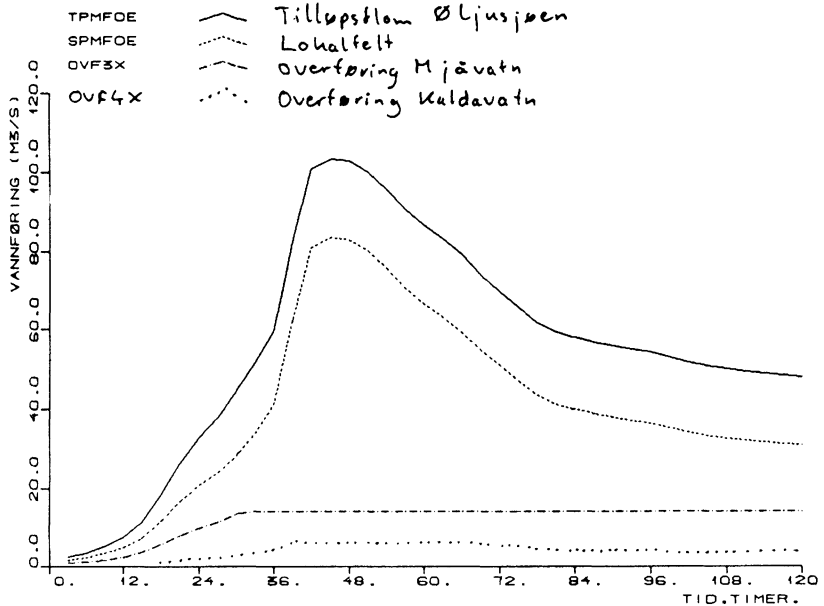
Figur 23. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Eldrevatn med forskjellige bidrag.



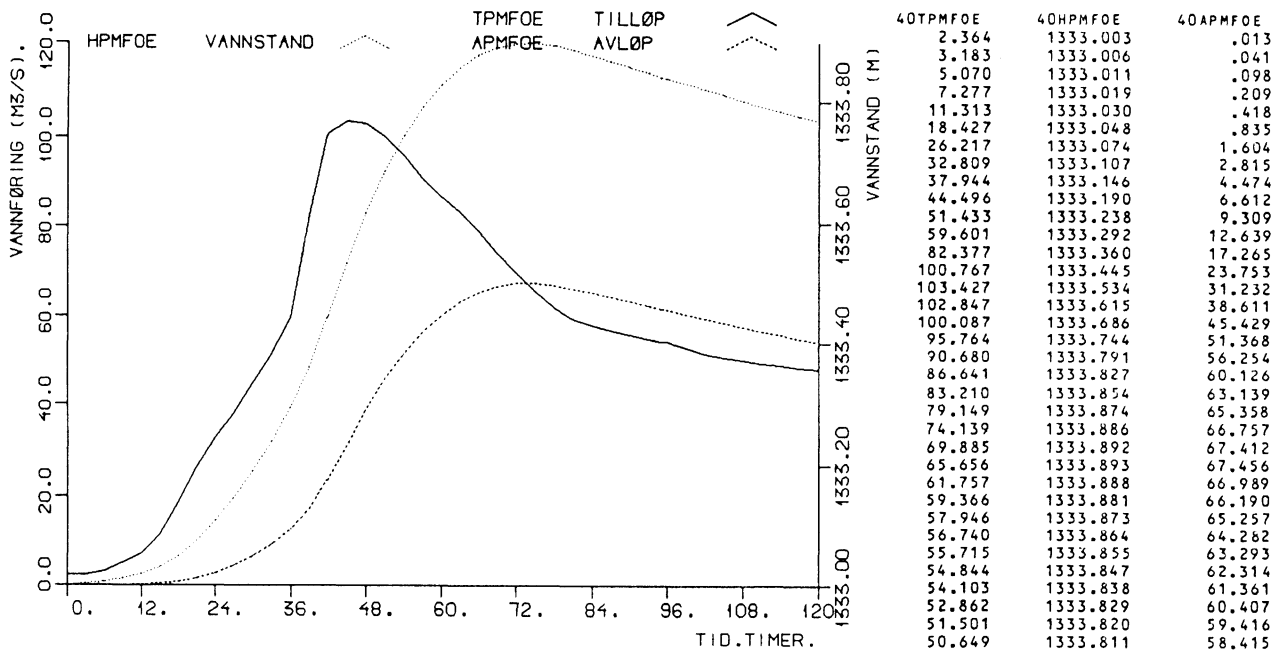
Figur 24. Påregnelig maksimal flom Eldrevatn. Tidsskritt 3 timer.

6.5 Øljustjøen

Påregnelig maksimal tilløpsflom til Øljustjøen består av flommen i Øljustjøens lokalfelt, simulert i avsnitt 5, overføringen fra Mjåvatn og overføringen fra Kaldavatn, se figur 25. Påregnelig maksimal tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 26. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 67.4 m³/s med maksimal flomvannstand 1333.89 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.89 m.



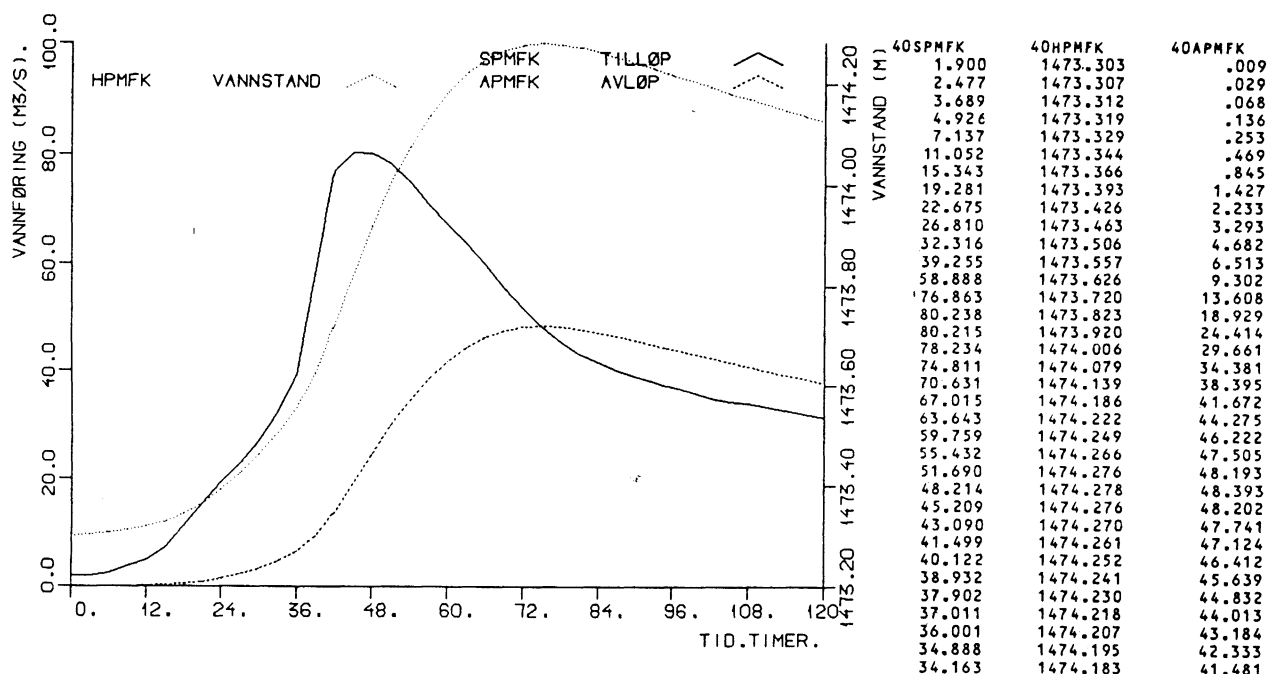
Figur 25. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Øljustjøen med forskjellige bidrag.



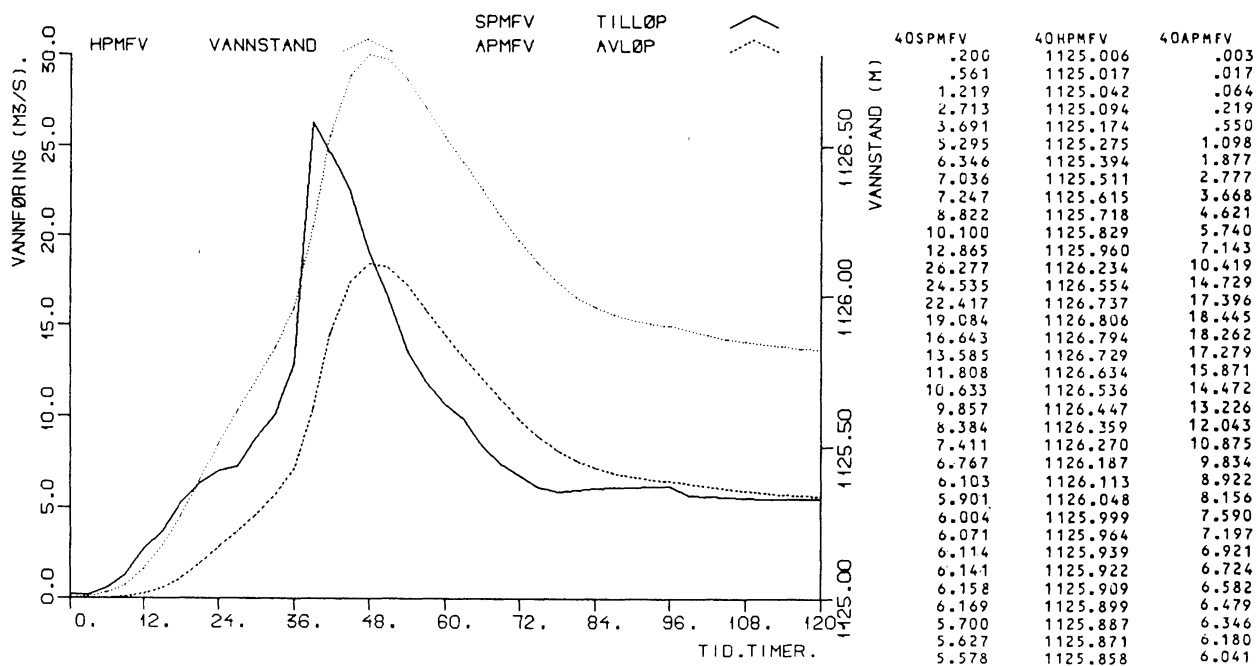
Figur 26. Påregnelig maksimal flom Øljustjøen. Tidsskritt 3 timer.

6.6 Kvevotni

Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom til Kvevotni. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 27. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 48.4 m³/s med maksimal flomvannstand 1474.28 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.98 m.



Figur 27. Påregnelig maksimal flom Kvevotni. Tidsskritt 3 timer.



Figur 28. Påregnelig maksimal flom Vassetvatn. Tidsskritt 3 timer.

6.7 Vassetvatn

Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom til Vassetvatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 28. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 18.4 m³/s med maksimal flomvannstand 1126.81 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.81 m.

7. SAMMENDRAG, Q1000 OG PMF

Resulterende avløpsflommer, flomvannstander og flomstigninger over HRV er sammenfattet i tabell 8 for dimensjonerende flom og i tabell 9 for påregnelig maksimal flom. Ved vannføringsverdier over 20 m³/s utjevnes resultatet til hele m³/s.

Dam	Avløpsflom m ³ /s	Flomvannstand m o.h.	Flomstigning m over HRV
Sulevatn	17.3	1420.55	0.55
Store Juklevatn	18.7	1286.58	0.58
Lille Juklevatn	26	1280.59	0.59
Eldrevatn	144	1116.62	0.62
Øljusjøen	41	1333.64	0.64
Kvevotni	26	1473.94	0.64
Vassetvatn	9.8	1126.19	1.19

Tabell 8. Dimensjonerende flom

Dam	Avløpsflom m ³ /s	Flomvannstand m o.h.	Flomstigning m over HRV
Sulevatn	34	1420.87	0.87
Store Juklevatn	37	1286.93	0.93
Lille Juklevatn	51	1280.93	0.93
Eldrevatn	235	1116.86	0.86
Øljusjøen	67	1333.89	0.89
Kvevotni	48	1474.28	0.98
Vassetvatn	18.4	1126.81	1.81

Tabell 9. Påregnelig maksimal flom

8. REGULERINGENS INNVIRKNING PÅ FLOMMER

I "Forskrifter for dammer" står det i kapittel 7.3:

"Det skal påvises at flomforholdene i vassdraget nedenfor dammen såvidt mulig ikke forverres i forhold til naturlig tilstand, eller at vannføringen ikke overskrider eventuelle fastsatte grenser."

I forskriftenes annen del, "Regler og anbefalinger", står det i kapittel 7.1:

"Flomløpenes utforming og manøvrering må ikke være slik at bare ekstreme flommer blir tilstrekkelig dempet, mens flommer med større sannsynlighet for å inntreffe blir økt til et nivå over det som kan aksepteres. Det er naturlig å skille mellom to tilfeller:

- Oppdemning av et område med liten eller ingen naturlig flomdempning og hvor det ikke er overføringer 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.

- Oppdemning 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."

Når det skal beregnes hvordan reguleringen påvirker flommer, taes det vanligvis utgangspunkt i flom med gjentaksintervall 10 år, Q10. I Lærdalsvassdraget er Q1000 omtrent 3.0 ganger middelflom, QM. Q10 er stort sett lik 1.5 ganger QM. Q10 beregnes derfor ved å skalere Q1000 med 0.5. Et riktig estimat på Q10 er ikke det viktige i dette tilfelle, da det er forholdet mellom regulert og uregulert avløpsflom som er av interesse.

For å kunne beregne avløpsflommer fra et vann, må en kjenne avløpskurven for utløpet. Vanligvis foreligger det kun et kart med høydekurver over det naturlige utløpet. Ut fra kartet beregnes avløpskurven ved at utløpsprofilet tegnes opp og omformes til et trappetrinnprofil:



Avløpskurven beregnes som summen av overløp med ulike terskelnivåer og lengder:

$$Q = c_0 * L_1 * (H - H_{\text{terskel1}})^{1.5} + c_0 * L_2 * (H - H_{\text{terskel2}})^{1.5} + \dots$$

hvor c_0 er satt til 1.4, L_x er lengde på overløpsdel med

terskel på H_{terskel} og H er aktuell vannstand.

Da det ikke foreligger målinger eller registreringer av vannføringer i uregulert tilstand, er det ikke mulig å kontrollere de beregnede avløpskurvene. En må derfor regne med en del usikkerhet i beregningene og resultatene må sees i lys av dette.

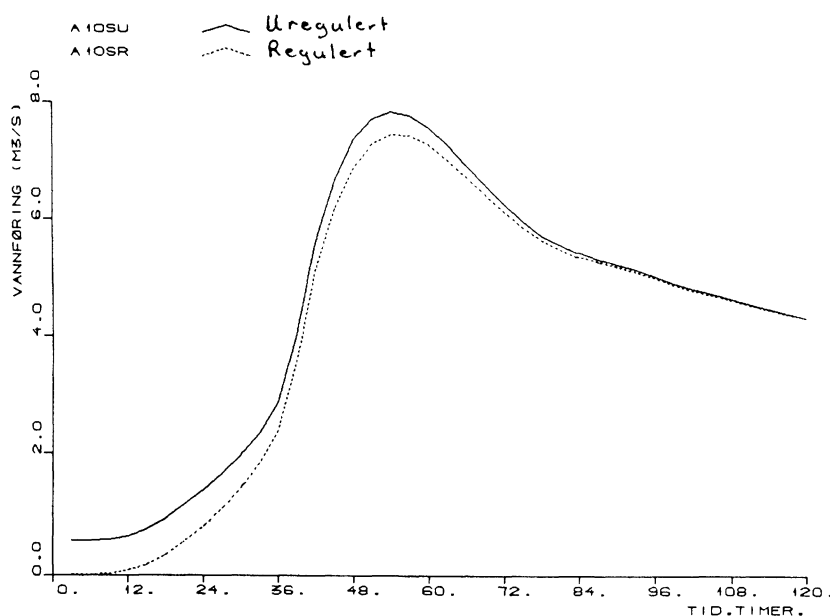
Innsjøarealer før regulering er tatt ut fra eldre kart i målestokk 1:100 000. Data for regulerte tilstander er beskrevet i avsnitt 3.

8.1 Sulevatn

Innsjøarealet før regulering er satt til 2.40 km². Naturlig avløpskurve er beregnet til:

$$Q = 33.0725 (H - 1414.80)^{1.7638}$$

Flom med gjentaksintervall 10 år ble rutet gjennom Sulevatn under uregulerte tilstander og avløpsflommen kulminerte på 7.9 m³/s. Samme tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet etter regulering og avløpsflommen kulminerte på 7.5 m³/s. Flommene er altså ikke øket etter reguleringen. Se figur 29.



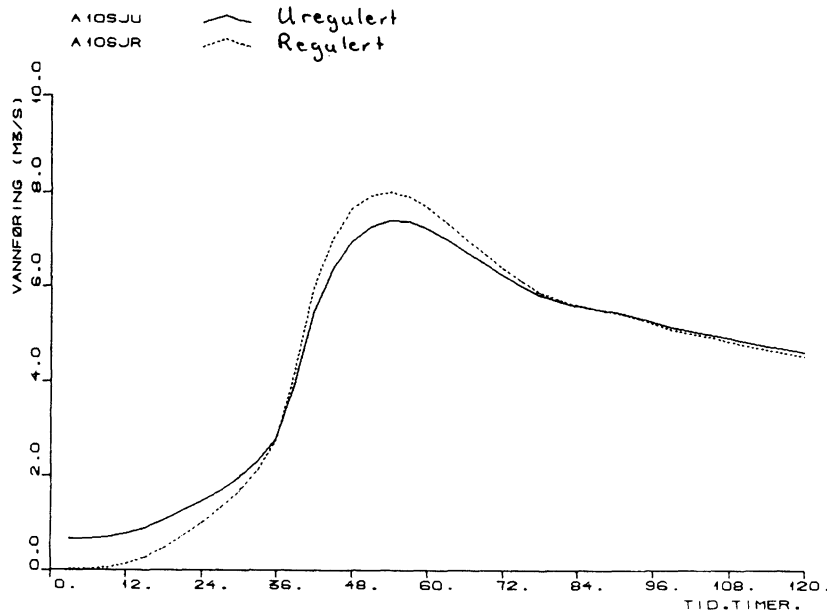
Figur 29. Sulevatn, Q10 avløpsflom før og etter regulering.

8.2 Store Juklevatn

Innsjøarealet før regulering er satt til 2.69 km². Naturlig avløpskurve er beregnet til:

$$Q = 27.2657 (H - 1281.70)^{1.8394}$$

Flom med gjentaksintervall 10 år ble rutet gjennom Store Juklevatn under uregulerte tilstander og avløpsflommen kulminerte på 7.4 m³/s. Samme tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet etter regulering og avløpsflommen kulminerte på 8.0 m³/s. Flommene er altså øket noe etter reguleringen. Se figur 30.



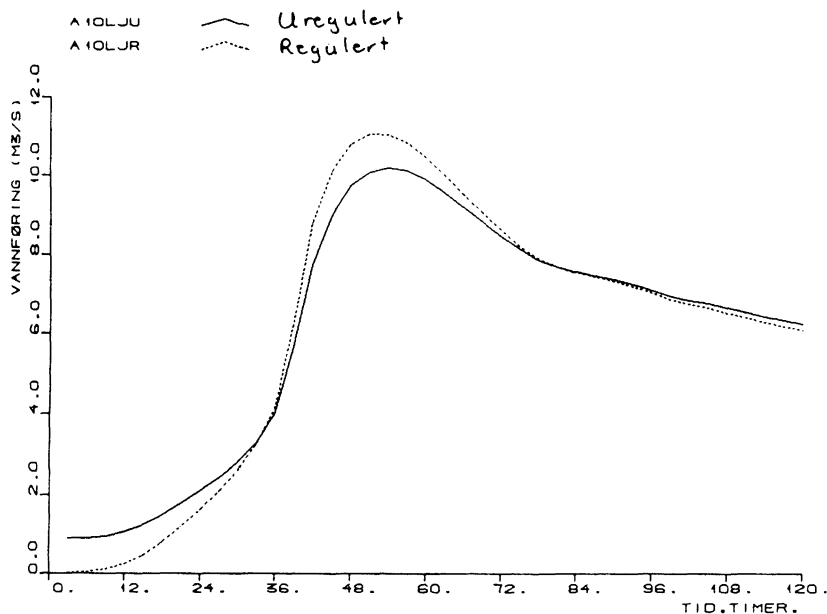
Figur 30. Store Juklevatn, Q10 avløpsflom før og etter regulering.

8.3 Lille Juklevatn

Innsjøarealet før regulering er satt til 0.54 km². Naturlig avløpskurve er beregnet til:

$$Q = 18.5791 (H - 1277.20)^{1.8736}$$

Tilløpsflommen til Lille Juklevatn i uregulert tilstand består av uregulert avløpsflom fra Store Juklevatn og flommen i lokalfeltet. Den ble rutet gjennom Lille Juklevatn under uregulerte tilstander og avløpsflommen kulminerte på 10.2 m³/s. Under regulerte tilstander består tilløpsflommen av regulert avløpsflom fra Store Juklevatn og flommen i lokalfeltet. Den ble rutet gjennom magasinet etter regulering og avløpsflommen kulminerte på 11.1 m³/s. Flommene er altså øket noe etter reguleringen. Se figur 31.



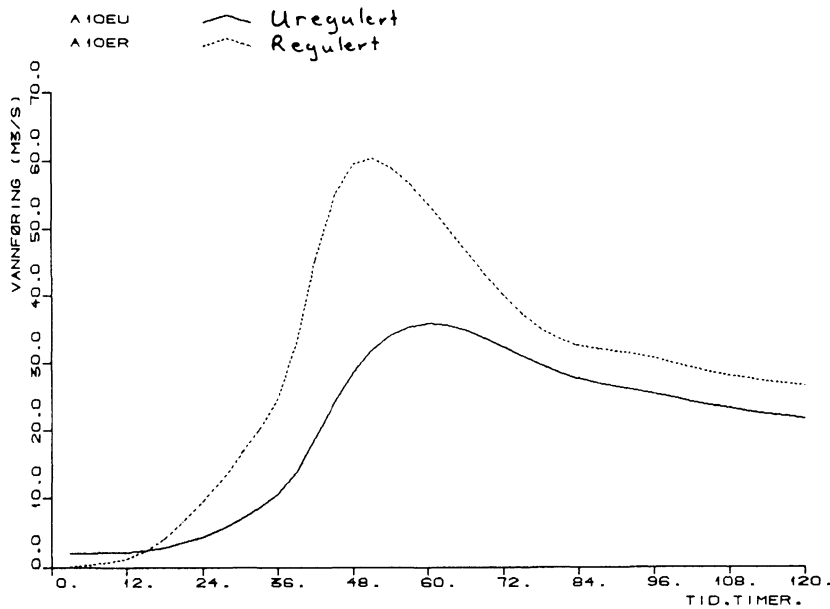
Figur 31. Lille Juklevatn, Q10 avløpsflom før og etter regulering.

8.4 Eldrevatn

Før regulering var Eldrevatn oppdelt i to vatn, med et lite tjern en meter lavere enn selve Eldrevatn. Mesteparten av tilløpet kom rett ut i dette tjern, blant annet elven fra Lille Juklevatn. Men fordi vi ikke har opplysninger om utløpet av Eldrevatn må beregningen begrenses til utløpet av tjernet hvor dammen nå ligger. Det regnes med et sammenlagt sjøareal før regulering på 2.77 km². Naturlig avløpskurve er beregnet til:

$$Q = 31.7283 (H - 1111.50)^{1.6986}$$

Tilløpsflommen til Eldrevatn i uregulert tilstand består av uregulert avløpsflom fra Lille Juklevatn og flommen i lokalfeltet. Den ble rutet gjennom Eldrevatn under uregulerte tilstander og avløpsflommen kulminerte på 35.9 m³/s. Under regulerte tilstander består tilløpsflommen av regulert avløpsflom fra Lille Juklevatn, flommen i lokalfeltet og overføring fra Steinstjern. Det forutsettes at det ikke er overføring gjennom tunnelen fra Vassetvatn/Øljusjøen. Tilløpsflommen ble rutet gjennom magasinet etter regulering og avløpsflommen kulminerte på 60.4 m³/s. Flommene er altså øket betraktelige etter reguleringen. Se figur 32. Dette skyldes fremst overføringen fra Steinstjern. Det bemerkes at flommen i uregulerte tilstander er usikker og beregnet for lav. Dette skyldes at hele tilløpsflommen er rutet gjennom Eldrevatn og tjernet nedenfor. Egentlig vil en stor del av tilløpsflommen kun gå gjennom tjernet og flomdemperingen vil derfor ikke bli så stor som beregnet.



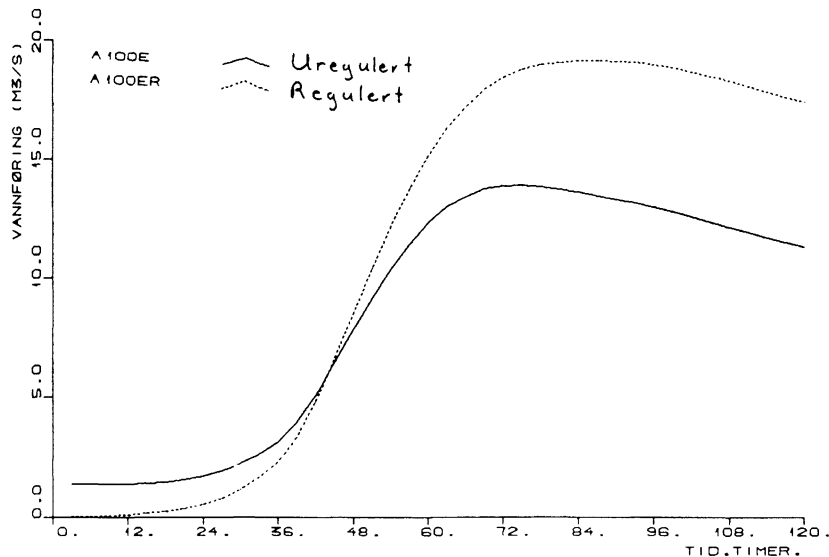
Figur 32. Eldrevatn, Q10 avløpsflom før og etter regulering.

8.5 Øljusjøen

Innsjøarealet før regulering er satt til 4.26 km². Naturlig avløpskurve er beregnet til:

$$Q = 45.8279 (H - 1309.50)^{1.6480}$$

Flom med gjentaksintervall 10 år ble rutet gjennom Øljusjøen under uregulerte tilstander og avløpsflommen kulminerte på 14.0 m³/s. Under regulerte tilstander består tilløpsflommen av overføringene fra Mjåvatn og fra Kaldavatn og flommen i lokal-feltet. Den ble rutet gjennom magasinet etter regulering og avløpsflommen kulminerte på 19.2 m³/s. Flommene er altså øket etter reguleringen på grunn av overføringene. Se figur 33.



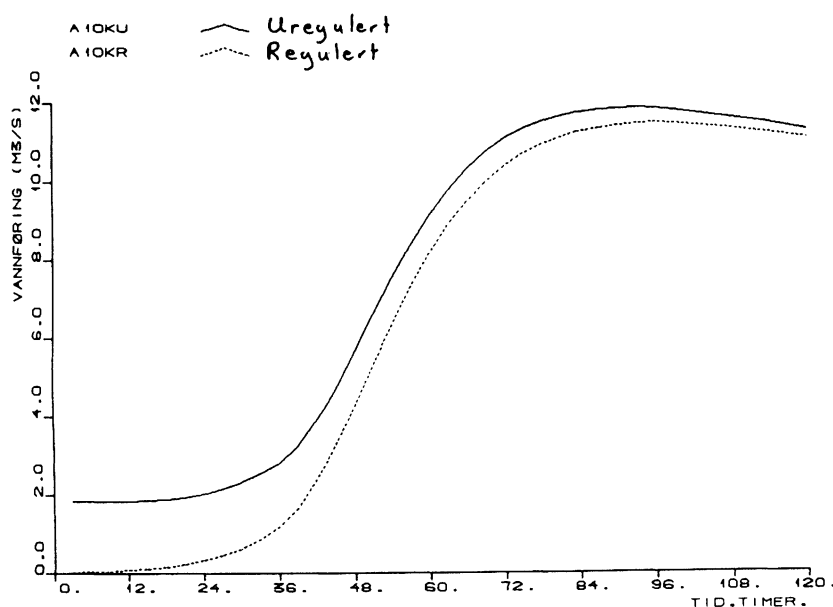
Figur 33. Øljusjøen, Q10 avløpsflom før og etter regulering.

8.6 Kvevotni

Kvevotnimagasinet besto før regulering av en rekke vatn, som ble demt sammen. Ved denne beregning legges arealet av alle disse vatn sammen og forutsettes å være sjøarealet før regulering. Dette er satt til 3.60 km². Naturlig avløpskurve er beregnet til:

$$Q = 16.5060 (H - 1458.50)^{1.8267}$$

Flom med gjentaksintervall 10 år ble rutet gjennom Kvevotni under uregulerte tilstander og avløpsflommen kulminerte på 11.8 m³/s. Samme tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet etter regulering og avløpsflommen kulminerte på 11.5 m³/s. Flommene er altså ikke øket etter reguleringen. Se figur 34.



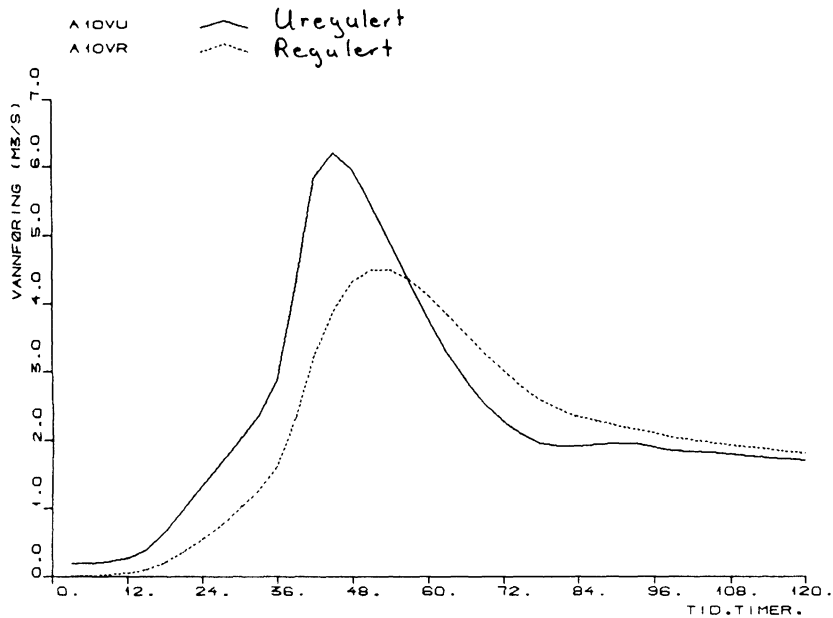
Figur 34. Kvevotni, Q10 avløpsflom før og etter regulering.

8.7 Vassetvatn

Innsjøarealet før regulering er satt til 0.17 km². Naturlig avløpskurve er beregnet til:

$$Q = 20.0760 (H - 1101.90)^{2.3851}$$

Flom med gjentaksintervall 10 år ble rutet gjennom Vassetvatn under uregulerte tilstander og avløpsflommen kulminerte på 6.2 m³/s. Samme tilløpsflom ble rutet gjennom magasinet etter regulering og avløpsflommen kulminerte på 4.5 m³/s. Flommene er altså ikke øket etter reguleringen. Se figur 35.



Figur 35. Vassetvatn, Q10 avløpsflom før og etter regulering.

9. 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.

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 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.)