

RAPPORT

15 1996

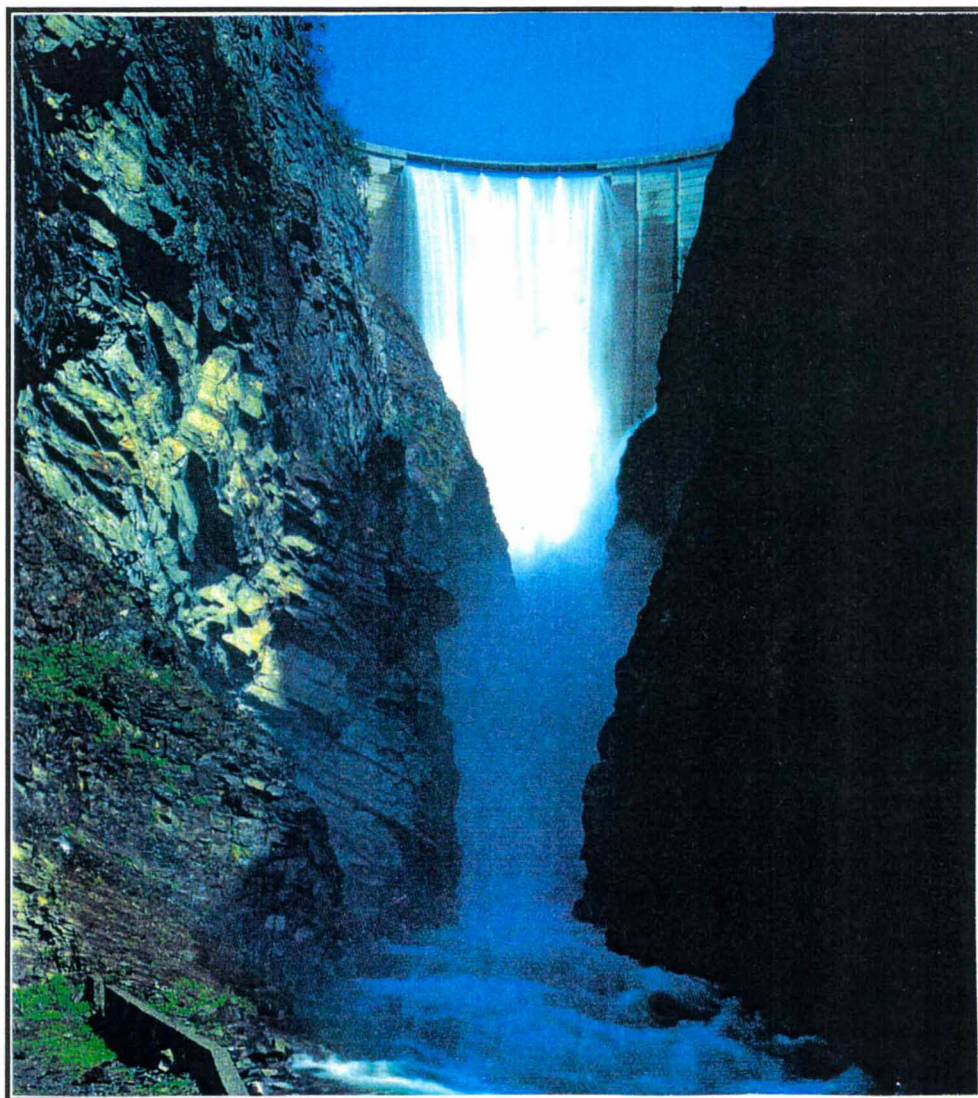


NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

Grzegorz Perzyna

FLOMBEREGNING FOR TAFJORDVASSDRAGET (099.Z)



HYDROLOGISK AVDELING



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL FLOMBEREGNING FOR TAFJORDVASSDRAGET (099.Z)	RAPPORT 15 - 96
SAKSBEHANDLER Grzegorz Perzyna Hydrologisk avdeling, Seksjon Vannbalanse	DATO 05.03.1996
	RAPPORTEN ER åpen
OPPDRAKSGIVER Tafjord Kraftselskap	OPPLAG 15

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" er utført for dammer tilhørende Tafjord Kraftselskap. Resultatet av beregningen ble:

DIMENSJONERENDE FLOM

	Avløpsflom m ³ /s	Flomvannstand m o.h.	Flomstigning m over HRV
Kolbeinsvatn	11.4	1111.65	0.25
Viavatn	48.6	1000.83	0.33
Fetvatn	25.6	1052.44	0.44
Kaldhussætervatn	109	573.36	1.26
Vikvatn	11.7	1319.57	0.47
Heim. Veltdalsvatn	40.8	1170.89	0.89
Smettevatn	55.2	1154.88	0.88
Onilsavatn	335	179.02	3.62

EMNEORD/SUBJECT TERMS

OPPDRAGRAPPORT

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arne Tollan
Avdelingsdirektør

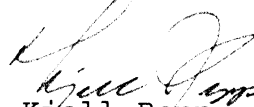
Omslagsbilde: Dam Zakariasvatn
Foto: Tafjord Kraftselskap

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 Tafjord Kraftselskap for dammer i Tafjordvassdraget.

Oslo, mars 1996



Kjell Repp
seksjonssjef

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	1
2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM	4
2.1. Flomfrekvensanalyse	4
2.2. Simulering ved hydrologisk modell	6
3. REGULERINGSSYSTEMET.	10
3.1 Magasiner.	10
3.2 Avløpskurver	10
3.3 Overføringer	12
4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM	14
4.1 Kolbeinsvatn	14
4.2 Viavatn	14
4.3 Fetvatn	15
4.4 Kaldhussætervatn	16
4.5 Vikvatn	18
4.6 Heimste Veltdalsvatn	19
4.7 Smettevatn	19
4.8 Onilsavatn	20
Litteratur	23

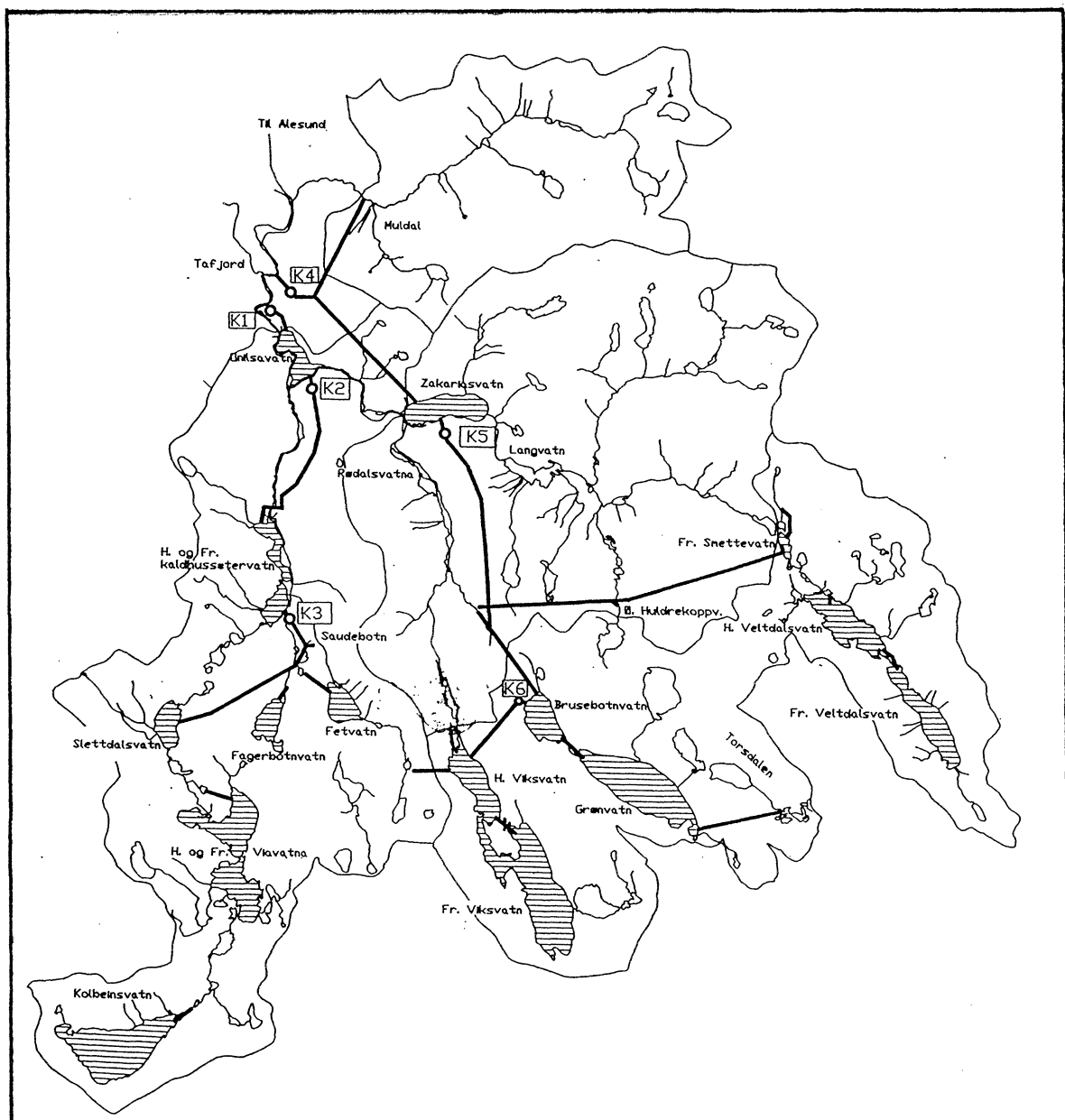
1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling ble i brev av 01.12.1995 fra Tafford Kraftselskap, bedt om å utføre flomberegninger for åtte dammer tilhørende Tafford Kraftverk i Taffordsvassdraget i Møre og Romsdal. Det gjelder dammene ved Kolbeinsvatn, Viavatn, Fetvatn, Kaldhussætervatn, Vikvatn, Heimste Veltdalsvatn, Fremste Smettevatn og Onilsavatn.

Dimensjonerende avløpsflom skal beregnes etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" (NVE, 1981).

Kartet på figur 1 gir en oversikt over de aktuelle nedbørfelt. I tabell 1 er de viktigste feltparametrene oppgitt. Hypsografisk kurver for de forskjellige feltene ble beregnet av Tafford Kraftselskap.

Figur 1. Tafford vassdraget



Tabell 1. Feltparametre

Felt	Feltareal (km ²)	Normalavløp (l/s* km ²)	Eff. sjøprosent (%)	Relieff forhold (m/km)
Kolbeinsvatn	11.8	-	-	-
Viavatn	40.3	50	0.39	34.7
Viavatn, lokalt	28.5	-	-	-
Fetvatn	16.9	55	1.00	31.3
Kaldhussætervatn	98.5	48	0.52	21.3
Kaldhussætervatn lokalt	41.3	-	-	-
Vikvatn (Fr+H)	23.7	55	0.80	27.5
Heim. Veltdalsvatn	33.6	-	-	-
Smettevatn	42.1	52	1.18	27.5
Smettevatn, lokalt	8.5	-	-	-
Zakariasvatn lokalt	113.0	-	-	-
Onilsavatn	298.1	45	0.15	10.8
Onilsavatn lokalt	20.8	-	-	-

Tillopsflom er flom til magasinet fra uregulert felt, tillagt avlopsflom fra ovenforliggende magasiner og overføringer. Ved simulering av tillopsflom er magasinets sjoareal ikke tatt med i beregningen av effektiv sjøprosent. Ved ruting av tillopsflommen gjennom magasinet, tas det hensyn til flomdempningen i selve magasinet. Normalavlopsverdiene er tatt fra isohydatkart (NVE, 1987).

Ved bestemmelse av tillopsflom skal det som regel forutsettes at eventuelle manøvrerbare konstruksjoner i overføringssystemet kan være ute av funksjon eller ikke manøvreres som forutsatt. Det bør således i beregningene tas hensyn til at eventuelle overføringer til feltet ikke kan stenges og at overføringer fra feltet kan være blokkert.

Følgende forutsetninger gjøres ved flomberegningen for Tafjordvassdraget:

- Kraftstasjonene K2 og K3 antas å stå.
- Ved beregning av tillopsflommen til Kaldhussætervatn antas at overføring fra Slettdalsvatn til K3 er lukket og at alt tilsig går in i lokalfeltet til Kaldhussætervatn. Overføring fra Fetvatn til K3 antas å være lukket og alt tilsig til Fetvatn går som overløp inn i lokalfeltet til Kaldhussætervatn.
- Ved beregning av tillopsflommen til Onilsavatn antas at overføring fra Kaldhussætervatn til K2 er lukket og at alt tilsig til Kaldhussætervatn går som overløp inn i lokalfeltet til Onilsavatn.
- Kraftstasjonen K4 antas å stå slik at vann fra Muldalen overføres til Zakariasvatn gjennom tillopstunnelene til K4 med maksimal kapasitet lik 15.0 m³/s. Alt annet tilsig i Muldalen går som overløp ut av reguleringen.

- Kraftstasjonen K5 antas å gå på vann fra Brusebotnvatn med maksimal kapasitet lik $11.0 \text{ m}^3/\text{s}$, som videre overføres til Zakariasvatn. Alt annet tilsig i feltet til Brusetbotnvatn går som overløp ut av reguleringen.
- Overføringen fra Vikvatn til Brusetbotnvatn antas å være lukket slik at tilsig til Vikvatn går som overløp inn i lokalfeltet til Zakariasvatn.
- Da K5 går på vann fra Brusetbotnvatn er overføringen fra Smettevatn stengt slik at alt tilsig til Smettevatn går som overløp inn i lokalfeltet til Zakariasvatn.
- Tilsig til Smettevatn består av tilsig fra Huldrekopptjern og bekkeinntak ved Kartind, overløp fra Veltdalsvatn og tilsig fra lokalfeltet til Smettevatn.

2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM

Dimensjonerende tillopsflom er den tillopsflom som har gjentakintervall på 1000 år (Q1000). Dimensjonerende tillopsflom kan beregnes ved to forskjellige metoder. Ved hjelp av frekvensanalyse av flommer eller ut fra meteorologiske data ved bruk av en nedbør-avløpsmodell. Begge fremgangsmåter er benyttet i dette tilfelle.

2.1. Flomfrekvensanalyse

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

For serier fra Øye, Øyen og Storholen er det utført flomfrekvensanalyser. For stasjonene Onilsavatn og Nedre Kaldhussætervatn, som har korte observasjonsserier, er middelflommene beregnet. Resultatene av analysene er vist i tabell 2a og 2b. Ved angivelse av forholdstallet Q1000/QM er benyttet verdiene fra Ekstreme Value Type 1 fordelingen (Gumbel), som viser god tilpasning for alle dataseriene.

Tabell 2a. Resultater av flomfrekvensanalyse for perioden januar-juli

No.	Avløpstasjon	Feltareal km ²	Periode	Antall obs. år	Varighet døgn	QM m ³ /s	QM l/s*km ²	Q1000/ QM	Q1000 l/s*km ²
98.2 - tilsig (630)	Øye	138	1916-1980	64	1	47.7	346	2.9	989
99.1 (631)	Onilsavatn	295	1909-1922	10	1	81.5	276	-	-
99.2 (632)	Nedre Kaldhussætervatn	93	1912-1925	13	1	29.4	316	-	-
99.3 - tilsig (633)	Øyen	182	1911-1980	69	1	56.2	309	2.6	806
103.1 (1862)	Storhølen	416	1971-1993	22	1	129.3	311	2.0	615

Tabell 2b. Resultater av flomfrekvensanalyse for perioden august-desember

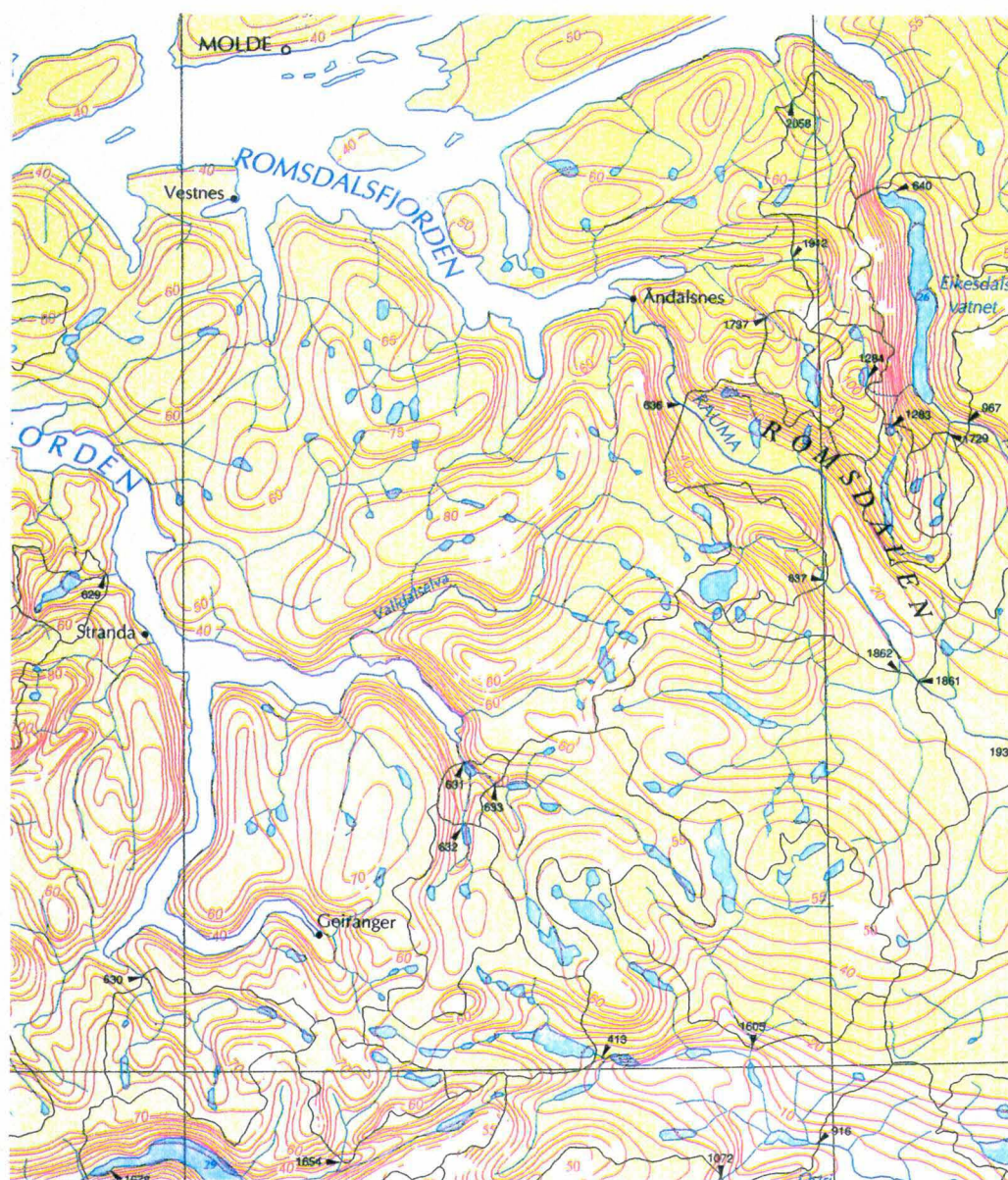
No.	Avløpstasjon	Felt areal km ²	Periode	Antall obs. år	Varighet døgn	QM m ³ /s	QM l/s*km ²	Q1000/ QM	Q1000 l/s*km ²
98.2 - tilsig (630)	Øye	138	1916-1980	64	1	58.8	426	3.6	1534
99.1 (631)	Onilsavatn	295	1909-1922	10	1	58.4	198	-	-
99.2 (632)	Nedre Kalhussetervatn	93	1912-1925	13		19.2	207	-	-
99.3 - tilsig (633)	Øyen	182	1911-1980	69	1	36.8	202	3.2	648
103.1 (1862)	Storhølen	416	1971-1993	23	1	63.7	153	3.2	490

Tabell 2a viser liten variasjon mellom stasjonene for midlere vårflom. Når det gjelder høstflommene så viser imidlertid tabellen 2b større verdier for det vestlige feltet 98.2 -Øye og mindre verdier for det østlige feltet 103.1 - Storholen. Det fremgår fra analysen at vårflommene, både midlere og 1000-års er større enn høstflommene for alle stasjoner unntatt for 98.2 -Øye.

Øyen, Nedre Kalhusetervatn og Onilsavatn har store regulære smelteflommer som kommer vanligvis i slutten av juni eller begynnelsen av juli. På den tiden av året er magasinene tappet og flommene skaper som regel ikke større problemer.

Stasjonen 99.3 -Øyen som ligger nedenfor utløpet fra Zakariasvatn , og stasjonene 99.2 og 99.1 representerer best de hydrologiske forhold i Tafjordvassdraget. På grunn av regulering er det for stasjon 99.3 utført frekvensanalyse for beregnet tilsigsserie, noe som tilfører en usikkerhet til analysen. QM verdiene for Onilsavatn og Nedre Kalhusetervatn er beregnet fra korte historiske serier og kan derfor ikke med sikkerhet sies å være representative for andre tidsperioder.

Figur 2. Hydrologiske målestasjoner .



Analyse av de aktuelle vannføringsseriene viser at store flommer også kan opptre i september og oktober. Diskusjonen med hydrologen Perry Aase fra Tafjord Kraftverk bekreftet at det er høstflommene som skaper størst problemer ved reguleringssystemet i Tafjord. Det antas at ekstrem

nedbør på høsten, som kan bli mye større enn den på sommeren, kan føre til den mest ugunstige kombinasjon av kritiske meteorologiske og hydrologiske forhold i feltet. Derfor legges høstsesong verdier til grunn for videre analyser.

Middelflom, QM, for et felt uten avløpsobservasjoner kan beregnes ut fra regionale formlene basert på feltparametre. Disse flomformler er utledet i 'Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag' (NVE 1978). Formelen for H2 området, som inkluderer de aktuelle felt, er som følger:

$$QM = 0.844 * Q_N^{1.405} * (A_{SE} + 0.01)^{-0.086} \quad (1)$$

hvor Q_N er normal avløp og A_{SE} er effektive innsjøprosent.

Forholdstallet mellom Q1000 og midlere flom QM er i henhold til regionkurvene i samme publikasjon 4.2 for høstflommer.

Formlene gjelder imidlertid kun for felter større enn 50 km² og bør brukes forsiktig for felter mindre enn 100 km². Det er bare Onilsavatn og Kaldhussætervatn som er større enn 50 km² av de aktuelle feltene i denne beregningen. Resultater av middelflomberegninger ut fra formel 1 er vist i tabell 3.

Ut fra frekvensanalysene anslås forholdstallet mellom Q1000 og QM til 3.4 for ett døgn som representativt for de aktuelle feltene. Estimer av Q1000 er også vist i tabell 3.

Tabell 3. Estimer av Q1000 ut fra regionale flomformler og flomfrekvens analyser.

Feltet	Varighet døgn	Ut fra formler	Ut fra frekvens.	Frekvens	Regional	Frekvens	Regional	Modell
		QM l/s*km ²	QM l/s*km ²	Q1000 QM	Q1000 QM	Q1000 l/s*km ²	Q1000 l/s*km ²	Q1000 l/s*km ²
Onilsavatn	1	207	198	3.4	4.2	673	869	1159
Kaldhussætervatn	1	205	207	3.4	4.2	704	861	1211

Siden flomberegningen for magasinene også gjelder tillopsflommer til forholdsvis små felter må det antas at middelflom QM for disse feltene blir en del høyere enn for Onilsavatn og Kaldhussætervatn og kan ligge rundt 250 -300 l/s*km².

2.2. Simulering ved hydrologisk modell

Q1000 kan, som tidligere nevnt, også beregnes ved hjelp av en hydrologisk modell. I denne rapporten ble Q1000 simulert ved bruk av flomprogrammet PQRUT. Modellen som brukes i programmet er beskrevet av Andersen et al. (1983) i NVE rapport Nr.2 -1983. Modellparametrene er beregnet ut fra formler basert på feltparametrene: A_{SE} - effektiv sjøprosent, H_L - relieff forholdet (høydeforskjellen i

meter mellom 25% og 75% passasjen på feltets hypsografiske kurve, dividert med feltaksens lengde), og normalavlopet Q_N . De beregnede modellparametrene er vist i tabell 4.

Tabell 4. Parametrene i PQRUT.

Felt	Feltareal (km ²)	Øvre tømmekonstant K1 (time ⁻¹)	Nedre tømmekonstant K2 (time ⁻¹)	Terskelverdi T(mm)
Viavatn (totalt)	40.3	0.122	0.027	20.5
Fetvatn	16.9	0.097	0.023	24.2
Kaldhussætervatn (totalt)	98.5	0.081	0.022	24.3
Vikvatn (Fr+H)	23.7	0.091	0.022	24.9
Smettevatn (totalt)	42.1	0.084	0.021	25.0
Onilsavatn (totalt)	298.1	0.074	0.022	24.6

Ekstreme nedbørverdier er beregnet etter en metode brukt ved Det Norske Meteorologiske Institutt, beskrevet av Forland (1984) og Forland (1992). Ut fra en antatt normal årsnedbør for området, på 1000 mm, ble høst nedbør med gjentaksintervall 1000 år (M1000) beregnet. De arealreduserte verdiene av nedbør, hvor det er tatt hensyn til feltstorrelsen, er vist i tabell 5a - 5d.

Tabell 5a. Arealredusert ekstrem nedbør (M1000) for forskjellige varigheter, sesong september - desember (Onilsavatn).

Antall timer (n)	3	6	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	54	75	98	127	164	188	213	230

Tabell 5b. Arealredusert ekstrem nedbør (M1000) for forskjellige varigheter, sesong september - desember (Kaldhussætervatn).

Antall timer (n)	3	6	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	57	78	100	129	168	190	215	232

Tabell 5c. Arealredusert ekstrem nedbør (M1000) for forskjellige varigheter, sesong september - desember (Viavatn og Smettevatn).

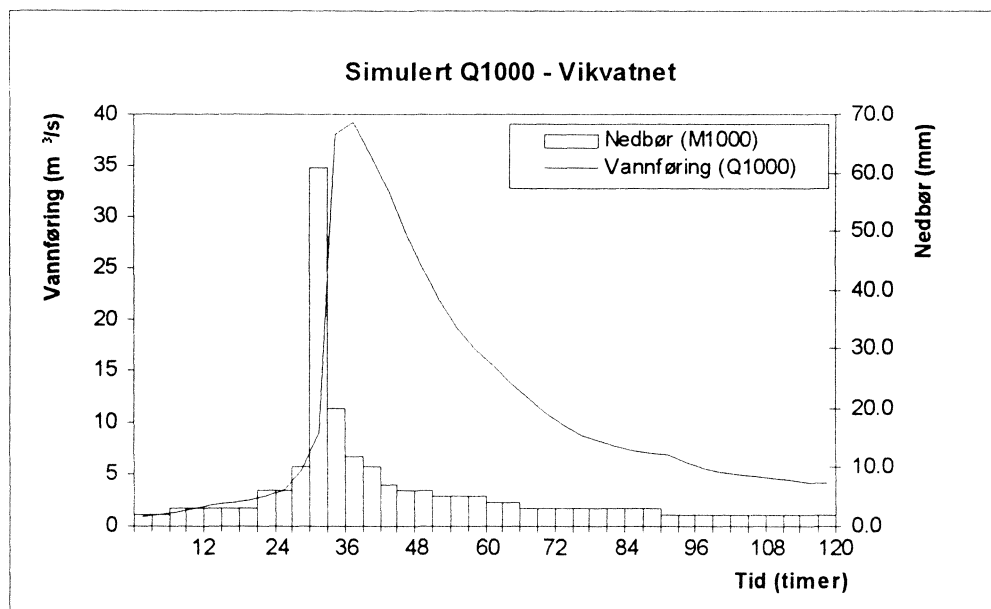
Antall timer (n)	3	6	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	59	80	101	131	169	191	216	233

Tabell 5d. Arealreduisert ekstrem nedbør (M1000) for forskjellige varigheter, sesong september - desember (Fetvatn og Vikvatn).

Antall timer (n)	3	6	12	24	48	72	96	120
M1000 (mm)	61	81	103	132	170	193	218	236

Basert på M1000 verdiene ble det konstruert et nedbørsforløp med tidskritt 3 timer. Bidrag fra snøsmelting er ikke medregnet. Ut fra nedbørforlovene simuleres tilsigsflommer som antas å ha et gjentaksintervall på 1000 år for de forskjellige feltene. For Onilsavatn og Kaldhussætervatn simuleres tilsigsflommer for hele felter. De skaleres i forhold til arealer til de forskjellige delfeltene og rutes gjennom magasinene for tillopsflom til Onilsavatn og Kaldhussætervatn beregnes. Simulert flom for Viavatn, spesifikke verdier, antas å være representativ også for Kolbeinsvatn. Det samme er tilfelle med tillopsflommen til Fremste Smettevatn, spesifikke verdier, som antas å være representative for Heimste Veldalsvatn feltet.

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



Som eksempel på tilsigssimuleringene vises i figur 3 den resulterende tillopsflom for Vikvatn. Resultatene av simuleringene er sammenfattet i tabell 6.

En sammenligning av resultatene for simulering og frekvensanalyse viser (se tabell 3 og tabell 6) at simulerte verdier av Q1000 ligger høyere enn Q1000 verdier beregnet ut fra frekvensanalyse. Imidlertid må det tas i betraktning at ved simulering av tillopsflommer er magasinets sjoareal ikke tatt med i beregningen av effektiv sjøprosent. Ved rutning av tillopsflommer gjennom magasiner, tas det hensyn til flomdempingen i selve magasinene. Derfor, har feltene liten effektiv sjøprosent, dvs liten selvregulering. I tillegg er feltene ganske bratte.

Tabell 6. Simulerte verdier av dimensjonerende 1 døgn tilløpsflom (Q1000).

Felt	Feltareal km ²	Vannføring m ³ /s	Vannføring l/s*km ²
Viavatn (totalt)	40.3	54.9	1362
Fetvatn	16.9	22.7	1344
Kaldhussætervatn (totalt)	98.5	119.3	1211
Vikvatn (Fr+H)	23.7	30.4	1281
Smettevatn (totalt)	42.1	52.2	1240
Onilsavatn (totalt)	298.1	345.5	1159

De simulerte flommene antas å representere Q1000 for de aktuelle feltene, og benyttes videre for beregning av avlopsflommer og flomvannstander.

3. REGULERINGSYSTEMET.

For å beregne avlopsflommene rutes tillopsflommene, tillagt eventuelle overføringer, gjennom magasinene. Ved rutingen, som er utført ved bruk av PQRUT, forutsettes det at magasin vannstanden ligger på HRV ved flommens begynnelse.

3.1 Magasiner.

Magasinstørrelsen, som har betydning ved flomberegning, er volumet over HRV. Magasinet beskrives av volumet ved to eller flere forskjellige vannstander. For Kolbeinsvatn, Viavatn, Fetvatn, Kaldhussætervatn, Vikvatn, Heimste Veltdalsvatn, Fremste Smettevatn og Onilsavatn, er magasinstørrelsen beregnet ut fra sjoarealet ved HRV. Magasinarealene ble planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (se tabell 7):

Tabell 7. Magasin data.

Magasin	HRV (m.o.h.)	Magasin areal ved HRV (km ²)
Kolbeinsvatn	1111.40	3.10
Viavatn	1000.50	3.22
Fetvatn	1052.00	0.63
Kaldhussætervatn	572.10	0.99
Vikvatn (Fr+H)	1319.10	5.21
Heim. Veltdalsvatn	1170.00	1.50
Smettevatn	1154.00	0.19
Zakariasvatn	450.00	1.39
Onilsavatn	175.40	0.65

3.2 Avløpskurver

Damkarakteristika er etablert på grunnlag av damtegninger og innhentede opplysninger fra Tafjord Kraftselskap. Damspesifikasjonene og overlopskoeffisientene er fastsatt etter samtaler med NVE, Sikkerhetsavdeling (Region Vest).

Dammen ved **Kolbeinsvatn** er en murt steindam med betong på vannside og topp. Dammen har et overløp med terskel på 1111.40 m.o.h., lengde 50 m og overlopskoeffisient 1.8. Damkrona ligger på 1112.40 m.o.h., har lengde 40 m og vil ikke bli overtoppet ved Q1000. Avløpskurven blir:

$$Q = 90.000 (H - 1111.4)^{1.5000} \quad \text{for } 1111.40 < H \leq 1112.40$$

Dammen ved **Viavatn** er en murt steindam med betong på vannside. Dammen har flere overløp med samlet lengde ca: 240m. Overlopsterskel er ujevn med HRV 1000.50 m.o.h. definert som laveste punkt på dammen og med høyeste punkt på 1000.70 m.o.h. For å kompensere for den ujevnheten, for

vannstand mindre enn 1000.70 m.o.h., er effektiv lengde av overlopsterskel anslått til 120 m. Ved vannstand høyere enn 1000.70 m.o.h. utvides overlopslengden til 240 m. Overlopsterskelen har overlopskoeffisient 1.7. Avlopskurven blir:

$$Q = 204.000 (H - 1000.5)^{1.5000} \quad \text{for } 1000.50 < H \leq 1000.70$$

$$Q = 420.341 (H - 1000.5)^{1.9597} \quad \text{for } H > 1000.70$$

Ved **Fetvatn** finnes det to dammer: en platedam og en fyllingsdam. Ved siden av platedammen er det fast avrundet overlop med lengde 40 m, topp krone på kote 1052.00 m.o.h. og overlopskoeffisient 2.0. Overlop utvides på fjell med effektiv lengde 12 m og overlopskoeffisient 1.4. Overlopet er stort nok til at det ikke blir overlop over platedammen med topp brystning på 1053.25 m.o.h. og fyllingsdammen med damkrone på 1053.50 m.o.h. Avlopskurven blir:

$$Q = 91.149 (H - 1052.0)^{1.5545} \quad \text{for } 1052.00 < H \leq 1053.29$$

Dammen ved **Kaldhussætervatn** har et fast overlop med terskel på 572.10 m.o.h. På grunn av sidekontraksjon ved pilarer regnes den effektive lengden å være 18.8 m og overlopskoeffisient 1.9. Overlopet fortsetter i den samme høyde i terrenget med effektiv lengde 29.5 m og overlopskoeffisient 1.4. Ved vannstandsstigning 0.95 m vil en brobane påvirke avlopet samtidig som flommen går over hele brobanen med lengde på 56 m. Det antas at oppstuingen mot brobanen og øket kapasitet over damkronen oppveier hverandre, slik at overlopsformelen kan representere dammens avlopskurve for alle vannstander. Avlopskurven blir:

$$Q = 77.020 (H - 572.1)^{1.5000} \quad \text{for } H > 572.10$$

Anlegget ved **Viksvatn** består av 2 dammer. En reguleringsdam har fast overlop med terskel på 1319.10 m.o.h., lengde 18 m og overlopskoeffisient 2.0. Damkronen har terskel på 1321.10 m.o.h. og vil aldri bli overtoppet. En sekundær dam har terskel på 1320.10 m.o.h., lengde 16 m og overlopskoeffisient 1.6. Avlopskurven blir:

$$Q = 36.000 (H - 1319.1)^{1.5000} \quad \text{for } 1319.10 < H \leq 1320.10$$

$$Q = 35.608 (H - 1319.1)^{1.8420} \quad \text{for } 1320.10 < H \leq 1321.10$$

Dammen ved **Veltdalsvatn** er en murt steindam med betong på vannside. Ved siden av dammen finnes det en fast overlop med betong terskel på 1170.00 m.o.h. lengde 5 m, overlopskoeffisient 1.80 og 2 overlop utsprengt i fjell med terskel på 1170.20 m.o.h., samlet lengde 27 m og overlopskoeffisient 1.4. Damkrone har lengde 50 m, med topp brystning på 1170.61 m.o.h. og overlopskoeffisient 1.7. Avlopskurven blir:

$$Q = 9.000 (H - 1170.0)^{1.5000} \quad \text{for } 1170.00 < H \leq 1170.20$$

$$Q = 56.110 (H - 1170.0)^{2.5780} \quad \text{for } 1170.20 < H \leq 1170.61$$

$$Q = 55.83 (H - 1170.0)^{2.7159} \quad \text{for } H > 1170.61$$

Ved **Smettevatn** finnes det tre dammer og en betong terskel. En betongdam (buedam) med overlop over hele dammen på kote 1154.00 m.o.h. (HRV), har overlopslengde 19 m og overlopskoeffisient 2. Den er etterfulgt av en platedam med lengde 48 m, overlop med terskel på 1154.5 m og overlopskoeffisient 1.8.

Tilleggsterskel ligger på kote 1154.6, har lengde 27 m og overlopskoeffisient 1.8. Den tredje dammen er en hvelvdam med overlop over hele dammen på kote 1155.2 m.o.h., overlopslengde 16 m og vil ikke bli overtoppet ved Q1000. Avlopskurven blir:

$$Q = 36.100 (H - 1154.0)^{1.5000} \quad \text{for } 1154.00 < H \leq 1154.50$$

$$Q = 78.898 (H - 1154.0)^{2.6700} \quad \text{for } 1154.50 < H \leq 1155.2$$

Dammen ved **Zakariasvatn** er en buedam. Vannføringskurve for overlop i tabellform ble oppgitt av regulanten. Kurven tar hensyn til at det er tre separate overlop med pilarer og noe ulik terskelhøyde og også til oppstuvning på grunn av brystning. Den oppgitte kurven er av oss tilpasset følgende ligningsform:

$$Q = 25.677 (H - 450.0)^{1.5190} \quad \text{for } 450.00 < H \leq 450.15$$

$$Q = 97.970 (H - 450.0)^{1.9206} \quad \text{for } 450.15 < H \leq 451.00$$

$$Q = 95.285 (H - 450.0)^{1.6351} \quad \text{for } H > 451.00$$

Dammen ved **Onilsavatn** er en gammel nåledam. Nålene er ikke lenger i bruk. Dammen har et tredelt overlop (2 pilarer). Den midterste del av overlopet har terskel på 175.40 m.o.h. og overlopskoeffisient 1.5. På grunn av sidekontraksjon ved pilarer regnes den effektive lengden å være 11 m. Venstre og høyre del av overlop har terskel på 175.80 m.o.h., samlet effektiv lengde 23 m og overlopskoeffisient 1.5. Ved vannstandsstigning til kote 178.00 m.o.h. vil overlopet utvides med lengde 10 m over en vei (overlopskoeffisient 1.5). Damkrone har terskel på 178.20 m.o.h. og lengde 15m. Ved vannstandsstigning til kote 178.10 m vil en gangbane påvirke avlopet samtidig som flommen går over hele brobanen med lengde på omkring 52 m. Det antas at oppstuingen mot brobanen og øket kapasitet over damkronen oppveier hverandre, slik at det tredje segmentet av overlopsformelen kan representere dammens avlopskurve for alle vannstander for $H > 178.00$ m.o.h. Avlopskurven blir:

$$Q = 16.500 (H - 175.4)^{1.5000} \quad \text{for } 175.40 < H \leq 175.80$$

$$Q = 30.186 (H - 175.4)^{1.9684} \quad \text{for } 175.8 < H \leq 178.00$$

$$Q = 29.730 (H - 175.4)^{1.8853} \quad \text{for } H > 178.00$$

3.3 Overføringer

Overføringskapasiteter ble oppgitt av Tafjord Kraftselskap. Reguleringssystemet er vist i figur 1. Det regnes med følgende overføringer.

- Kraftstasjonen K4 antas å stå slik at vann fra Muldalen overføres til Zakariasvatn gjennom tilloppstunnelene til K4 med maksimal kapasitet lik 15.0 m³/s. Alt annet tilsig i Muldalen går som overlop ut av reguleringen.
- Kraftstasjonen K5 antas å gå på vann fra Brusebotnvatn med maksimal kapasitet lik 11.0 m³/s, som videre overføres til Zakariasvatn. Alt annet tilsig i feltet til Brusebotnvatn går som overlop ut av reguleringen.
- Alt tilsig fra Huldrekopptjern overføres til Smettevatn.

samtligte andre overføringer og tunneler antas å være lukket eller sperret.

4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM

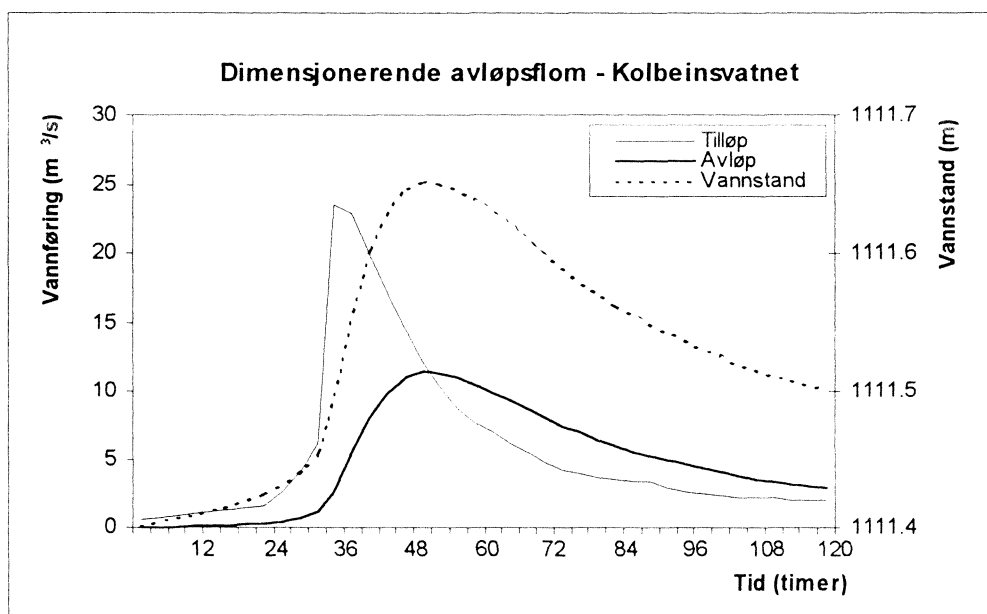
4.1 Kolbeinsvatn

Den simulerte flommen, med gjentakintervall 1000 år for hele Viavatn felt fordeles etter relativt areal på delfeltene. Skaleringsfaktorene blir:

Lokalfelt	Skaleringsfaktor
Kolbeinsvatn	0.293
Viavatn	0.707

Den skalerte flommen i Kolbeinsvatn felt tilsvarende dimensjonerende tilloppsflom. Den rutes gjennom magasinet, og avlopsflom og flomvannstand beregnes (se figur 4).

Figur 4. Dimensjonerende avlopsflom, Kolbeinsvatn. Tidsskritt 3 timer.

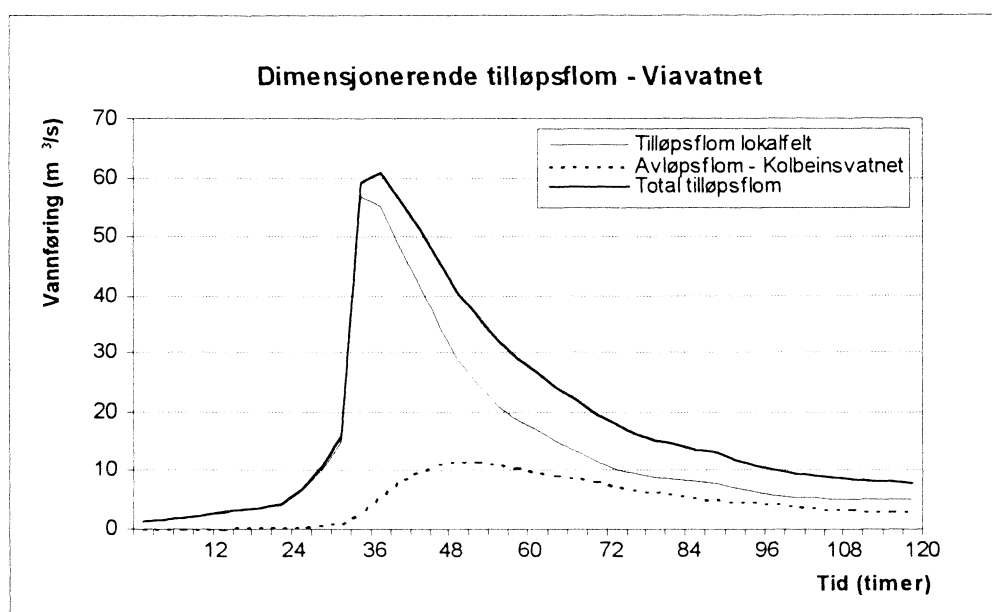


Dimensjonerende avlopsflom blir $11.4 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand 1111.65 m.o.h. Dette medfører en flomstigning på 0.25 m over HRV.

4.2 Viavatn

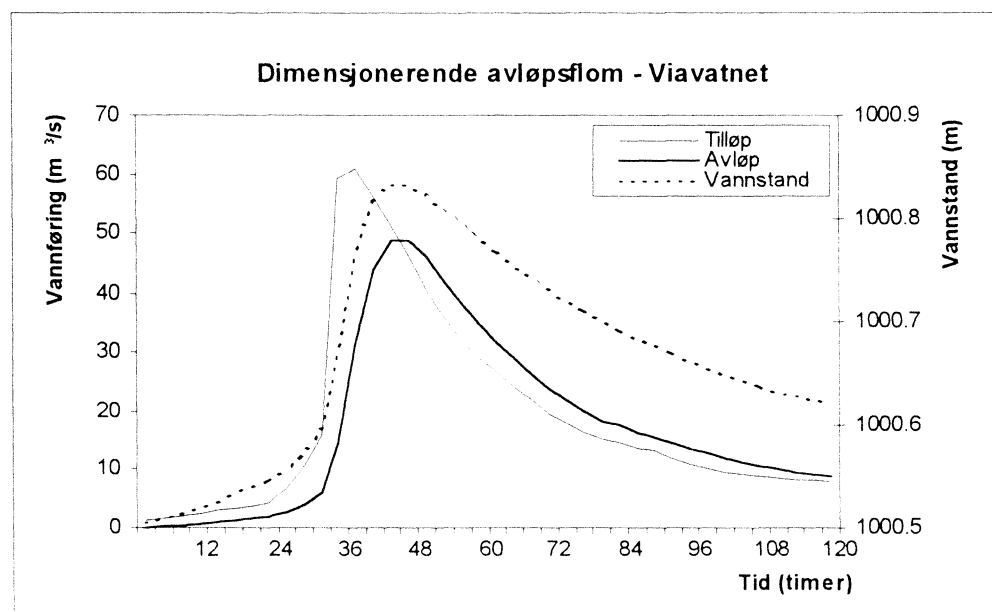
Dimensjonerende tilloppsflom til Viavatn består av tilloppsflommen fra Viavatns lokalfelt og avlopsflommen fra Kolbeinsvatn (se figur 5). Den totale dimensjonerende tilloppsflom rutes gjennom magasinet, og avlopsflom beregnes (se figur 6).

Figur 5. Dimensjonerende tillopsflom, Viavatn. Tidsskritt 3 timer.



Dimensjonerende avlopsflom blir $48.6 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand 1000.83 m.o.h. eller 0.33 m over HRV.

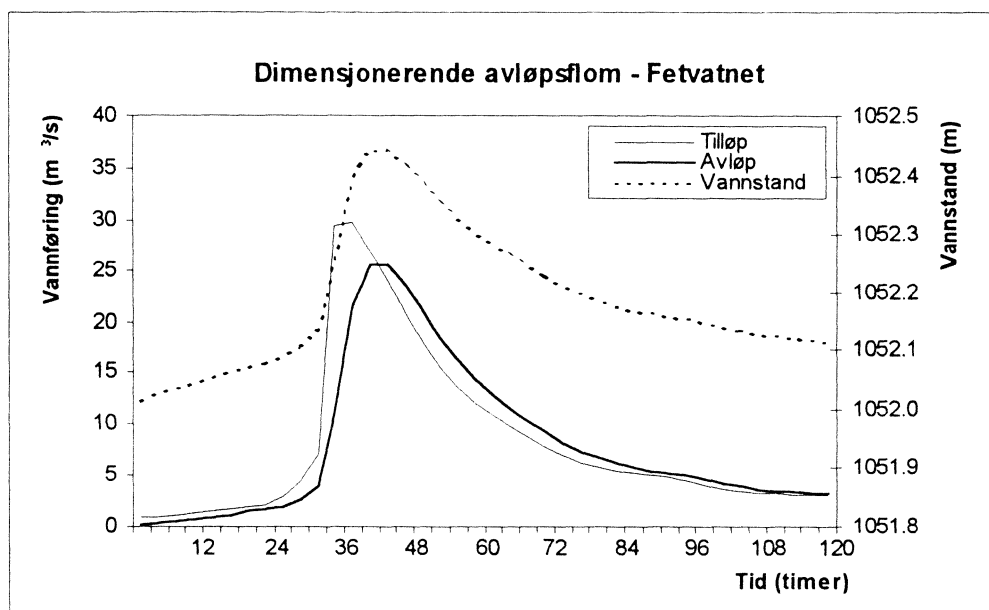
Figur 6. Dimensjonerende avlopsflom, Viavatn. Tidsskritt 3 timer.



4.3 Fetvatn

Den i avsnitt 2.2 simulerte Q1000 tillopsflomm for Fetvatns lokalfeltet rutes gjennom magasinet, og avlopsflom og flomvannstand beregnes (se figur 7).

Figur 7. Dimensjonerende avlopsflom, Fetvatn. Tidsskritt 3 timer.



Dimensjonerende avlopsflom blir $25.6 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand **1052.44 m.o.h.** eller 0.44 m over HRV.

4.4 Kaldhussætervatn

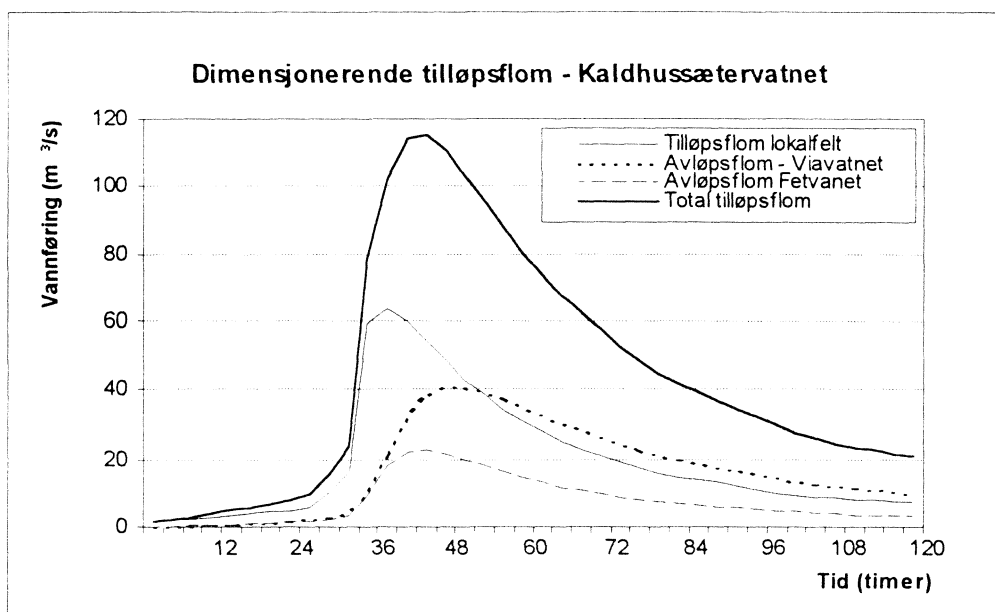
Den simulerte flommen, med gjentakintervall 1000 år for hele Kaldhussætervatn felt fordeles etter relativt areal på delfeltene. Skaleringsfaktorene blir:

Lokalfelt	Skaleringsfaktor
Kolbeinsvatn	0.120
Viavatn	0.289
Fetvatn	0.172
Kaldhussætervatn	0.419

Den skalerte flommen i Kolbeinsvatn felt rutes gjennom magasinet og avlopsflom fra Kolbeinsvatn beregnes. Tillopsflommen til Viavatn består av skalerte flommen i lokalfelt og avlopsflommen fra Kolbeinsvatn. Den rutes gjennom magasinet, og avlopsflom beregnes. Den skalerte flommen i Fetvatn felt rutes gjennom magasinet og avlopsflom beregnes.

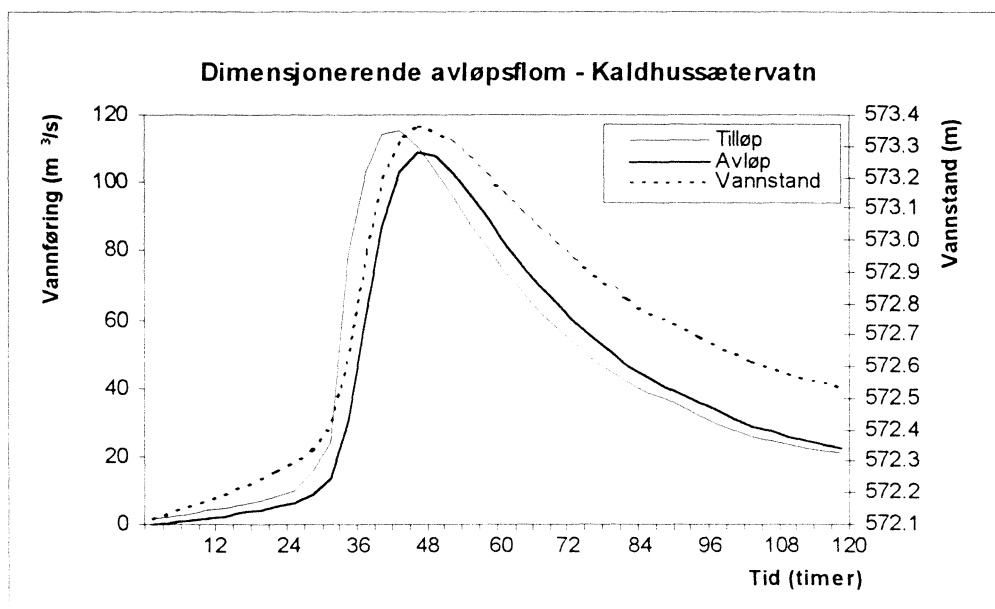
Dimensjonerende tillopsflom til Kaldhussætervatn består av tillopsflommen fra Kaldhussætervatn lokalfelt, avlopsflommen fra Viavatn og avlopsflommen fra Fetvatn (se figur 8). Den totale dimensjonerende tillopsflom rutes gjennom magasinet, og avlopsflom beregnes (se figur 9).

Figur 8. Dimensjonerende tillopsflom, Kaldhussætervatn. Tidsskritt 3 timer.



Dimensjonerende avlopsflom blir $109 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand 573.36 m.o.h. . Dette medfører en flomstigning på 1.26 m over HRV.

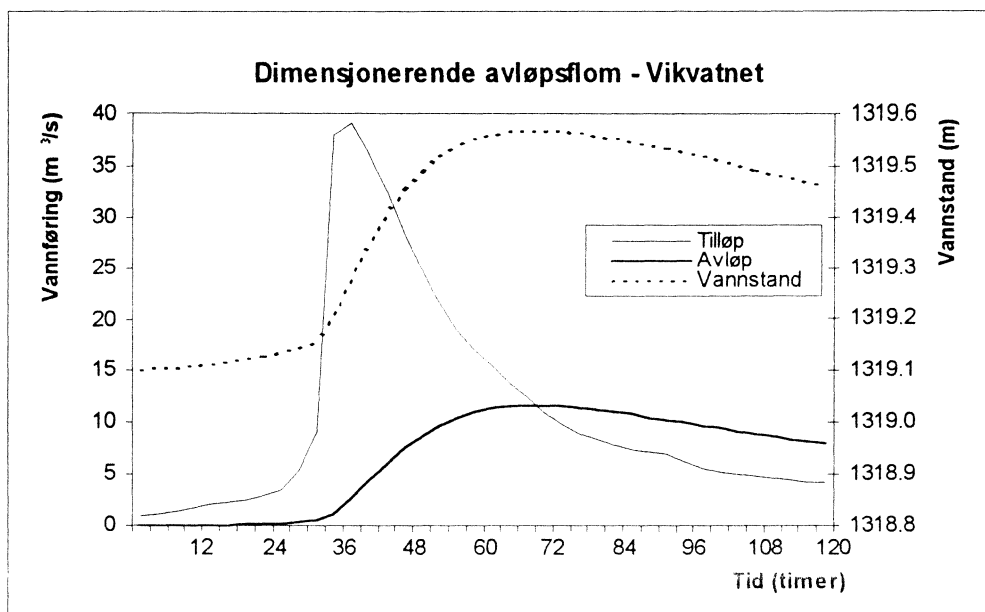
Figur 9. Dimensjonerende avlopsflom Kaldhussætervatn. Tidsskritt 3 timer.



4.5 Vikvatn

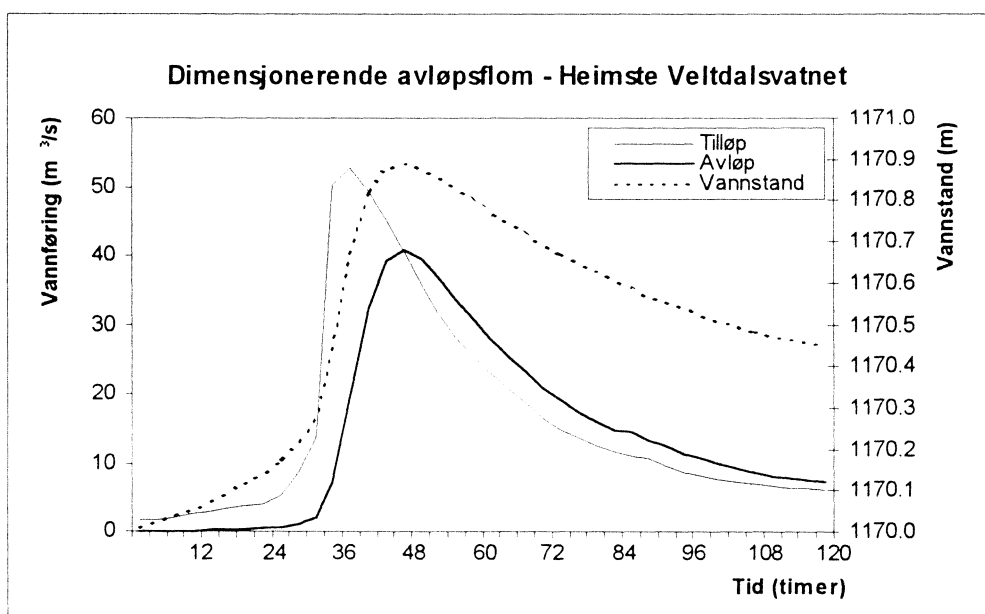
Den i avsnitt 2.2 simulerte Q1000 tillopsflom for Vikvatns lokalfelt rutes gjennom magasinet, og avlopsflom og flomvannstand beregnes (se figur 10).

Figur 10. Dimensjonerende avlopsflom, Vikvatn. Tidsskritt 3 timer.



Dimensjonerende avlopsflom blir $11.7 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand 1319.57 m.o.h. eller 0.47 m over HRV.

Figur 11. Dimensjonerende avlopsflom, Heimste Veltdalsvatn. Tidsskritt 3 timer.



4.6 Heimste Veltdalsvatn

Den simulerte flommen, med gjentaksintervall 1000 år for hele Smettevatn felt fordeles etter relativt areal på delfeltene. Skaleringsfaktorene blir:

Lokalfelt	Skaleringsfaktor
Heim. Veltdalsvatn.	0.798
Smettevatn	0.202

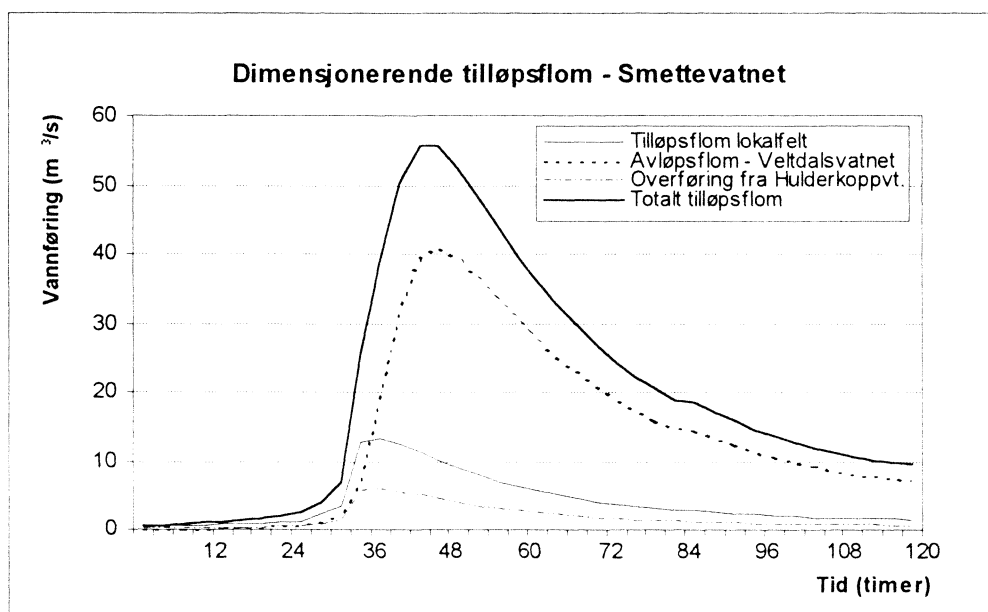
Den skalerte flommen i Heimste Veltdalsvatn felt tilsvarer dimensjonerende tillopsflom. Den rutes gjennom magasinet, og avlopsflom og flomvannstand beregnes (se figur 11).

Dimensjonerende avlopsflom blir $40.8 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand **1170.89 m.o.h.** Dette medfører en flomstigning på 0.89 m over HRV.

4.7 Smettevatn

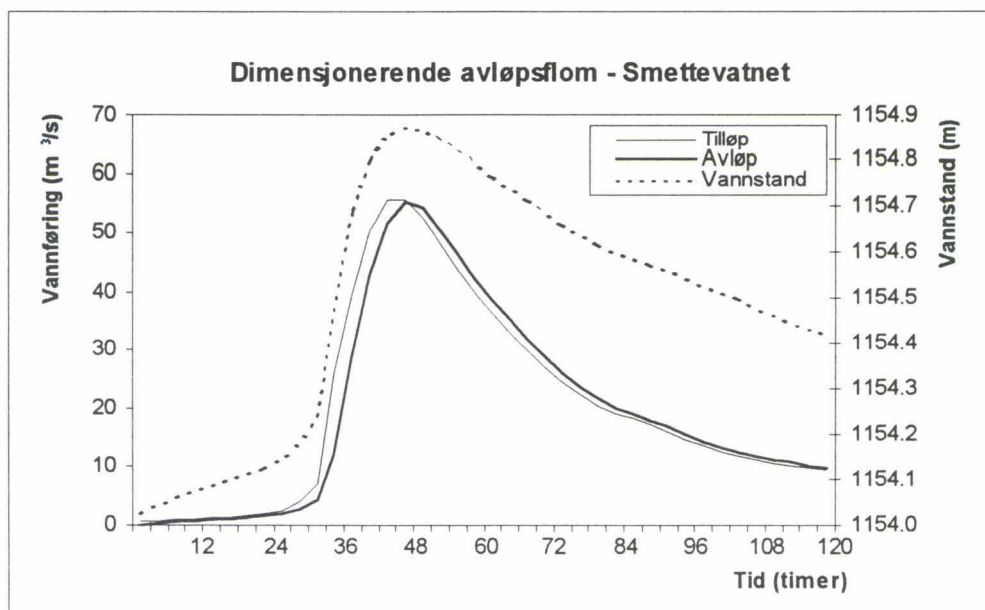
Dimensjonerende tillopsflom til Smettevatn består av tillopsflommen fra Smettevatns lokalfelt, avlopsflommen fra Heimste Veltdalsvatn og overføringen fra Huldrekoppvatn (se figur 12). Det antas at alt tilsig fra Huldrekoppvatns felt overføres til Smettevatn. Tilsig fra Huldrekoppvatns felt beregnes gjennom skalering, etter relativt areal, av den simulerte flommen, med gjentaksintervall 1000 år for Smettevatn. Skalerings faktor for Huldrekoppvatn blir 0.090. Den totale dimensjonerende tillopsflom rutes gjennom magasinet, og avlopsflom beregnes (se figur 13).

Figur12. Dimensjonerende tillopsflom, Smettevatn. Tidsskritt 3 timer.



Dimensjonerende avløpsflom blir $55.2 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand 1154.88 m.o.h. eller 0.88 m over HRV

Figur 13. Dimensjonerende avløpsflom, Smettevatn. Tidsskritt 3 timer.



4.8 Onilsavatn

Den simulerte flommen, med gjentakintervall 1000 år for hele Onilsavaten felt fordeles etter relativt areal på delfeltene. Skaleringsfaktorene blir:

Lokalfelt	Skaleringsfaktor
Kolbeinsvatn	0.040
Viavatn	0.096
Fetvatn	0.057
Kaldhussætervatn	0.139
Vikvatn	0.080
Heim. Veltdalsvatn.	0.113
Smettevatn	0.029
Zakariasvatn	0.379
Onilsavatn	0.070

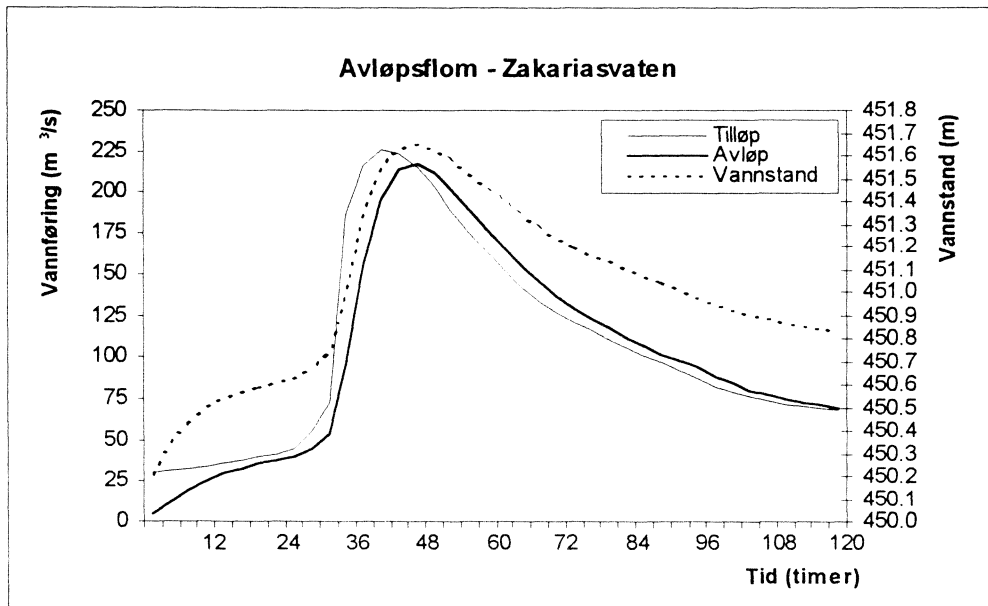
I tillegg skaleres flommen for bidrag fra Huldrekoppvatn - skalerings faktor 0.012.

Dimensjonerende tilløpsflom til Onilsavatn består av avløpsflommen fra Kaldhussætervatn, avløpsflommen fra Zakariasvatn og den skalerte flommen i Onilsavatn lokalfelt.

For å beregne avløpsflommen fra Kaldhussætervatn brukes den samme framgangsmåten som i avsnitt 4.4.

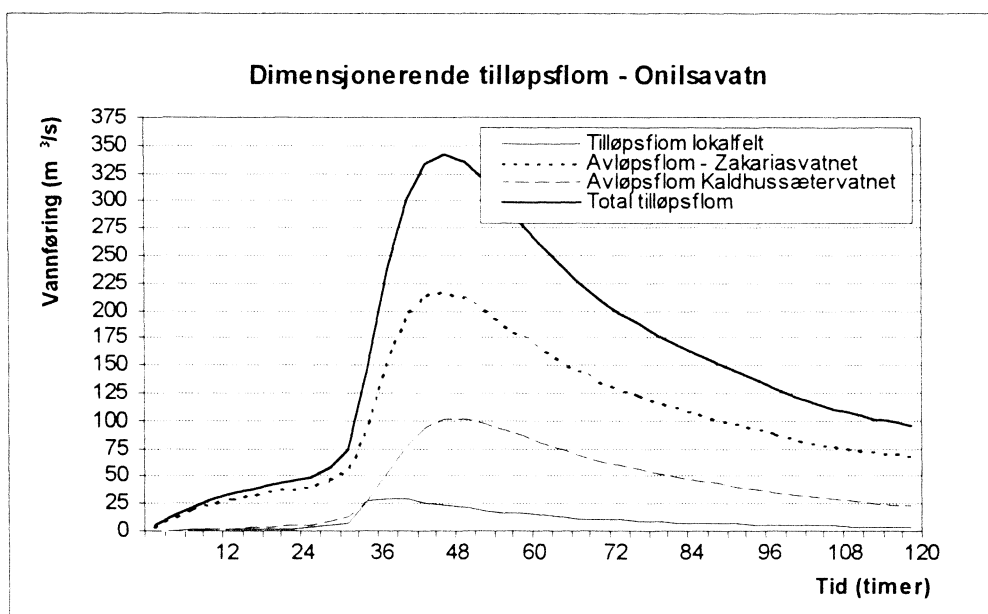
Tilløpsflommen til Zakariasvatn består av avløpsflommen fra Smettevatn (for fremgangsmåte se avsnitt 4.7), overføringen fra Muldalen, overføringen fra Brutsebotnvatn og den skalerte flommen i lokalfelt. Den rutes gjennom magasinet, og avløpsflom beregnes (se figur 14). Avløpsflom blir **217 m³/s** med flomvannstand **451.66 m.o.h.** eller 1.66 m over HRV

Figur 14. Avløpsflom, Zakariasvatn. Tidsskritt 3 timer



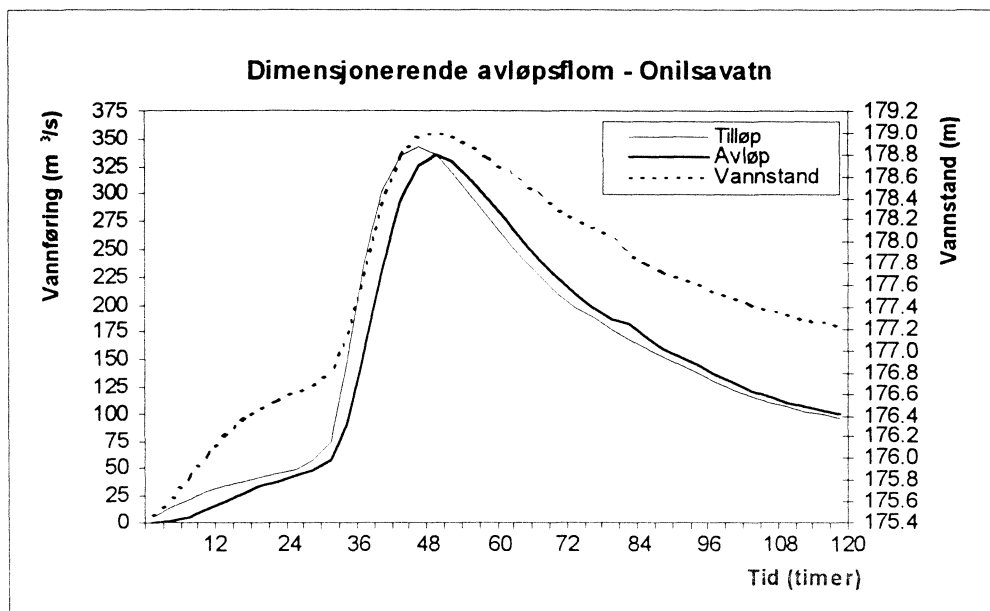
Dimensjonerende tilløpsflom til Onilsavatn består av avløpsflommen fra Kaldhussætervatn, avløpsflommen fra Zakariasvatn og den skalerte flommen i Onilsavatn lokalfelt (se figur 15).

Figur 15. Dimensjonerende tilløpsflom, Onilsavatn. Tidsskritt 3 timer



Den totale dimensjonerende tillopsflom rutes gjennom magasinet, og avlopsflom beregnes (se figur 16). Dimensjonerende avlopsflom blir $335 \text{ m}^3/\text{s}$ med dimensjonerende flomvannstand 179.02 m.o.h. Dette medfører en flomstigning på 3.62 m over HRV.

Figur 16. Dimensjonerende avlopsflom Onilsavatn. Tidsskritt 3 timer.



Resultatet av avlopsflomanalyse for de aktuelle feltene er sammenfattet i tabell 8.

Tabell. 8 Dimensjonerende avlopsflommer

Dimensjonerende flom	Avlopsflom m^3/s	Flomvannstand m.o.h.	Flomstigning m over HRV
Kolbeinsvatn	11.4	1111.65	0.25
Viavatn	48.6	1000.83	0.33
Fetvatn	25.6	1052.44	0.44
Kalhussætervatn	109	573.36	1.26
Vikvatn	11.7	1319.57	0.47
Heim. Veltdalsvatn	40.8	1170.89	0.89
Smettevatn	55.2	1154.88	0.88
Onilsavatn	335	179.02	3.62

Litteratur

Andersen, H.A. et.al. (1983), Hydrologisk modell for flomberegninger, NVE - Rapport nr. 2-83, Oslo.

Førland, E.J. (1984), Påregnelige Ekstreme Nedbørverdier, DNMI - Fagrapport nr. 3/84 KLIMA, Oslo.

Førland, E.J. (1984), Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier, DNMI - Rapport nr. 21/92, Oslo.

NVE, Forskrifter for dammer. Universitetsforlaget, 1981.

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

I 1996 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- Nr 1 Ole Einar Tveito og Hege Hisdal: Forbedring av ekstrapolasjonsrutinen i KOFOT. (31 s)
- Nr 2 Sylvia Smith-Meyer og Truls Erik Bønsnes: Erosjonsutsatte områder langs Sogna, Gardermoen. Fotoregistrering 20.-22.nov. 1995. (89 s.)
- Nr 3 Leif J. Bogetveit: Flomvannstander Sarpsfossen-Rakkestadelva juni-95, (002.A0). (10 s.)
- Nr 4 Heidrun Kårstein: Sluttrapport for grunnvannsundersøkelser i Jostedalen. (24 s.)
- Nr 5 Bjarne Kjøllmoen: Massebalansemålinger. Storsteinsfjellbreen (173.AB6Z) 1991-95. Sluttrapport. (23 s.)
- Nr 6 Ingjerd Haddeland: Beregning av flomvannstand ved Åmot bru. (9 s.)
- Nr 7 Roger Sværd: Longyearbyen - Elvesletta. Preliminær flomberegning. (26 s.)
- Nr 8 Knut Aune Hoseth (red.) og Tuva Cathrine Daae: Longyearbyen - Elvesletta. Vassdragstekniske vurderinger (34 s.)
- Nr 9 Arve M. Tvede: Overføring av Erdalselvi (073.27) til Aurland. Konsekvenser for is- og vanntemperaturforhold. (20 s.)
- Nr 10 Jim Bogen og Truls Erik Bønsnes: Flomtunnel Øyeren - Oslofjorden. En vurdering av konsekvensene for erosjon i deltaet i nordre Øyeren. (15 s.)
- Nr 11 Bredo Erichsen og Erik Holmquist: Flommen i Vik i Sogn, uke 43. (42 s.)
- Nr 12 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Hellelandsvassdraget (027.3Z). (26 s.)
- Nr 13 Bredo Erichsen og Bjarne Krokli: Tilløpsflom til Øyeren i juni 1995. (8 s.)
- Nr 14 Mike Kennett, Tron Laumann og Hallgeir Elvehøy: Snow-Pro - et barometer-basert utstyr for profilmåling av snødyp. (16 s.)
- Nr 15 Grzegorz Perzyna: Flomberegning for Tafjordvassdraget (099.Z). (23 s.)