# RAPPORT

12 1996

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

*Lars-Evan Pettersson*

## FLOMBEREGNING
## HELLELANDSVASSDRAGET (027.3Z)

*HYDROLOGISK AVDELING*

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

| TITTEL<br>FLOMBEREGNING HELLELANDSVASSDRAGET (027.3Z) | **RAPPORT**<br>12 - 96 |
|---|---|
| SAKSBEHANDLER<br>Lars-Evan Pettersson<br>Hydrologisk avdeling, Seksjon Vannbalanse | DATO 28.02.1996<br>RAPPORTEN ER åpen |
| OPPDRAGSGIVER<br>Dalane Elverk | OPPLAG 15 |

SAMMENDRAG

Flomberegning etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer" er utført for seks dammer i Hellelandsvassdraget i Rogaland. Resultatet av beregningen ble:

DIMENSJONERENDE FLOM

| | Avløpsflom $m^3/s$ | Flomvannstand m o.h. | Flomstigning m over HRV |
|---|---|---|---|
| Gyavatn | 300 | 159.33 | 3.33 |
| Botnavatn | 14.8 | 316.74 | 0.74 |
| Urddalsvatn | 22.6 | 212.55 | 0.55 |
| Teksevatn | 90.4 | 183.53 | 1.23 |
| Migaren | 2.8 | 152.75 | 0.35 |
| Øgreyvatn | 442 | 84.70 | 2.60 |

PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM

| | Avløpsflom $m^3/s$ | Flomvannstand m o.h. | Flomstigning m over HRV |
|---|---|---|---|
| Gyavatn | 492 | 160.49 | 4.49 |
| Botnavatn | 31.6 | 317.03 | 1.03 |
| Urddalsvatn | 38.8 | 212.78 | 0.78 |
| Teksevatn | 165 | 184.14 | 1.84 |
| Migaren | 5.5 | 152.94 | 0.54 |
| Øgreyvatn | 762 | 85.83 | 3.73 |


EMNEORD/SUBJECT TERMS

OPPDRAGSRAPPORT

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arne Tollan
Avdelingsdirektør

Kontoradresse: Middelthunsgate 29
Postadresse: Postboks 5091, Maj.
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Telefax: 22 95 90 00

Postgiro: 0803 5052055

Omslagsbilde: Dam Teksevatn
Foto: Lars-Evan Pettersson

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 Dalane Elverk for seks dammer i Hellelandsvassdraget i Rogaland.

Oslo, februar 1996

Kjell Repp
seksjonssjef

INNHOLD


| | | Side |
|---|---|---|
| 1. | INNLEDNING | 3 |
| 2. | DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM | 3 |
| 2.1 | Flomfrekvensanalyser | 4 |
| 2.2 | Hydrologisk modell | 7 |
| 3. | MAGASIN OG AVLØPSKURVER | 10 |
| 3.1 | Magasin | 11 |
| 3.2 | Avløpskurver | 11 |
| 4. | DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM | 13 |
| 4.1 | Gyavatn | 13 |
| 4.2 | Botnavatn | 13 |
| 4.3 | Urddalsvatn | 13 |
| 4.4 | Teksevatn | 16 |
| 4.5 | Migaren | 16 |
| 4.6 | Øgreyvatn | 16 |
| 5. | PÅREGNELIG MAKSIMAL TILLØPSFLOM | 19 |
| 6. | PÅREGNELIG MAKSIMAL AVLØPSFLOM | 20 |
| 6.1 | Gyavatn | 20 |
| 6.2 | Botnavatn | 20 |
| 6.3 | Urddalsvatn | 22 |
| 6.4 | Teksevatn | 22 |
| 6.5 | Migaren | 23 |
| 6.6 | Øgreyvatn | 23 |
| 7. | SAMMENDRAG | 25 |
| 8. | LITTERATUR | 26 |

## 1. INNLEDNING

Hydrologisk avdeling ble i brev av 10.01.1995 fra Dalane Elverk bedt om å utføre flomberegning for seks dammer i Hellelandsvassdraget i Rogaland. Vassdraget renner ut i fjorden ved Egersund.

Dimensjonerende flom, Q1000, og påregnelig maksimal flom, PMF, skal beregnes etter bestemmelsene i "Forskrifter for dammer". Kartet i figur 1 viser det aktuelle nedbørfeltet. I tabell 1 er de viktigste feltparametrene listet. Effektiv sjøprosent er beregnet eksklusive magasinenes sjøarealer siden det i første omgang er tilløpsflommer som skal beregnes. Flomdempningen i magasinene taes hensyn til ved at tilløpsflommene rutes gjennom magasinene.

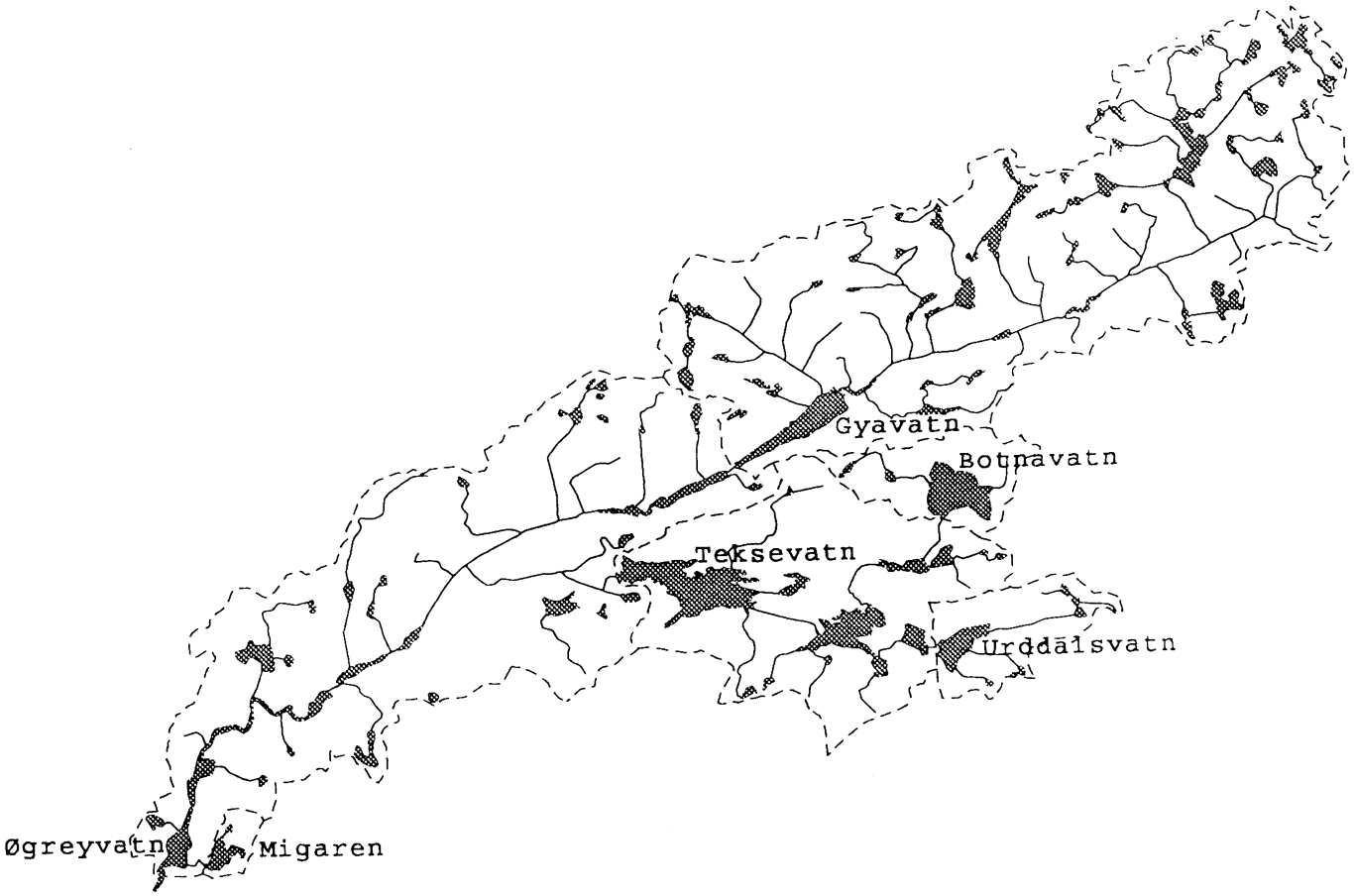
Tabell 1. Feltparametre

| Felt | Feltareal $A$ ($km^2$) | Normal-avløp $Q_N$ ($l/s*km^2$) | Eff.sjø-prosent $A_{SE}$ (%) | Relieff-forhold $H_L$ (m/km) |
|---|---|---|---|---|
| Gyavatn | 87.4 | 85 | 0.18 | 8.5 |
| Botnavatn | 8.2 | 80 | 0.15 | 70.6 |
| Urddalsvatn | 7.8 | 70 | 0.25 | 37.0 |
| Teksevatn, totalfelt | 50.4 | 70 | 1.77 | 26.2 |
| Migaren, ekskl. magasin | 1.11 | 45 | 0.65 | 48.8 |
| " , totalfelt | 1.40 | | | |
| Øgreyvatn, lokalfelt | 74.6 | 54 | 1.99 | 9.8 |
| " , totalfelt | 212.4 | 70 | | |

I Øgreyvatns lokalfelt inngår Migarens felt.

## 2. DIMENSJONERENDE TILLØPSFLOM

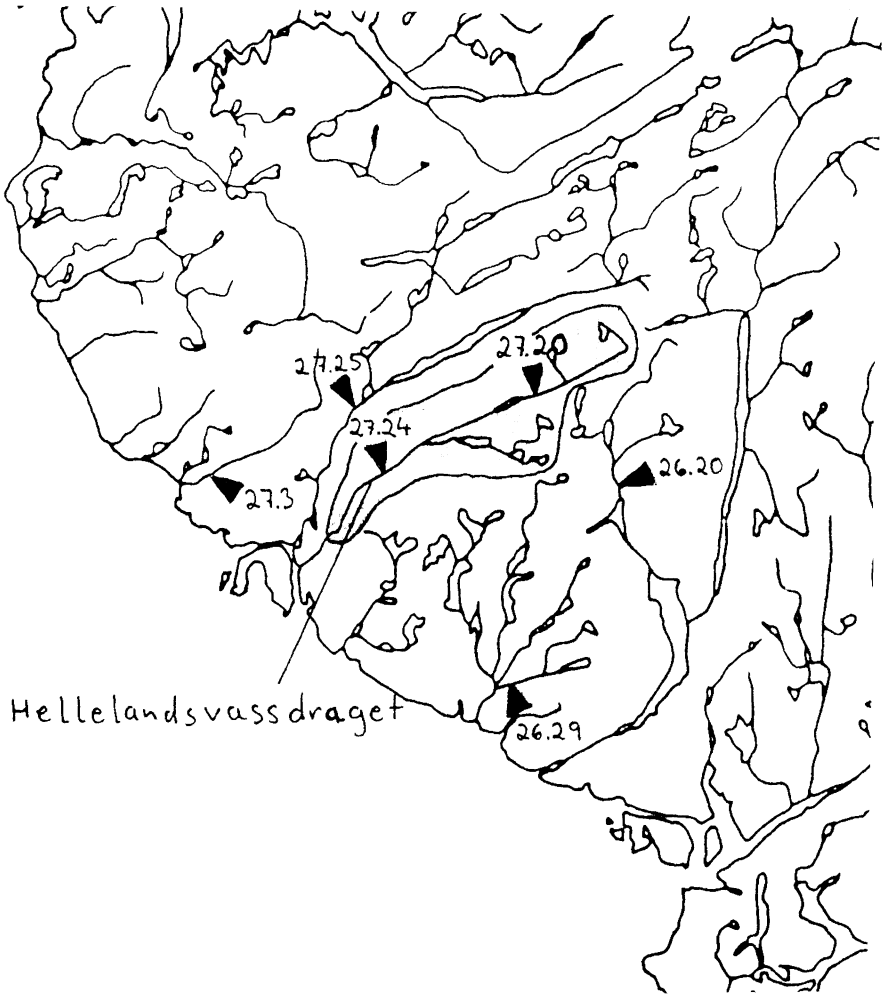
Tilløpsflom er flom til magasinet fra et felt, når det er tatt hensyn til flomdempningen i ovenforliggende magasiner og eventuelle overføringer. Dimensjonerende tilløpsflom er den tilløpsflom som har et gjentaksintervall på 1000 år, Q1000. Denne beregnes enten i hovedsak ut fra frekvensanalyser av observerte flommer, eller ut fra nedbør-snøsmeltedata ved bruk av en nedbør-avløpsmodell. Avløpsflom beregnes ved å rute tilløpsflom gjennom magasinet for å ta hensyn til magasinets og flomavledningsorganenes flomdempende innvirkning.




Figur 1. Hellelandsvassdraget

## 2.1 Flomfrekvensanalyser

Analyser av flomdata fra målestasjoner i det aktuelle området på Sørvestlandet viser at store flommer forekommer til alle årets tider, og særlig om høsten og vinteren. Flomfrekvensanalyser er utført for noen nærliggende målestasjoner, se kartet i figur 2. Resultatene fra flomfrekvensanalysene er vist i tabell 2.




Figur 2. Hydrologiske målestasjoner

Tabell 2. Flomfrekvensanalyser for årsflommer

| Avløpsstasjon | Felt-areal km² | Antall obs.år | Varig-het døgn | Middelflom, QM m³/s | QM l/s*km² | Q1000/QM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 26.20 Årdal | 76.0 | 20 | 1 | 43.3 | 569 | 1.8 |
| | | | 2 | 35.4 | 466 | 2.2 |
| 26.29 Refsvatn | 51.1 | 16 | 1 | 29.1 | 570 | 2.5 |
| | | | 2 | 25.0 | 489 | 2.4 |
| 27.3 Hetland | 70.3 | 68 | 1 | 39.5 | 562 | 3.3 |
| | | | 2 | 29.8 | 424 | 2.2 |
| 27.20 Gya | 55.1 | 52 | 1 | 52.3 | 950 | 3.6 |
| | | | 2 | 40.0 | 725 | 2.9 |
| 27.24 Helleland | 185.0 | 95 | 1 | 117.2 | 633 | 2.8 |
| | | | 2 | 91.2 | 493 | 2.4 |
| 27.25 Gjedlakleiv | 639.0 | 96 | 1 | 301.5 | 472 | 2.7 |
| | | | 2 | 281.9 | 441 | 2.7 |

Flomdata for 27.24 Helleland består også av data fra den nedlagte, nærliggende målestasjonen Bjerkeland bru, og flomdata for 27.25 Gjedlakleiv består også av data fra den nedlagte, nærliggende målestasjonen Bjerkreim bru. Begge disse stasjoner er regulerte, men reguleringene har sannsynligvis forholdsvis liten betydning ved store flommer. Middelflom ved Helleland er muligens noe underestimert i forhold til naturlig tilstand.

De spesifikke flomverdiene for Gya er noe usikre. Dette skyldes at de vannføringsmålinger som legges til grunn for beregning av avløpskurven og derved for beregning av vannføring ut fra observert vannstand, er utført i elven nedstrøms målestasjonen hvor feltarealet er større enn ved målestasjonen. Et riktigere feltareal er i størrelsesorden 65 $km^2$, hvilket fører til QM-verdier for ett og to døgn på hhv. ca. 805 og 615 $l/s*km^2$.

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 $km^2$ og bør brukes forsiktig for felter mindre enn 100 $km^2$. De kan derfor ikke brukes for de tre minste feltene i Hellelandsvassdraget. Den regionale flomformelen for det aktuelle området er: $QM = 14.4 * Q_N^{1.157} * ( A_S + 1 )^{-0.717}$
Sjøprosenten, $A_S$, er for Gyavatn 2.85%, for Teksevatn 3.89% og for Øgreyvatn 3.84%. Formelen ga følgende resultater:

| | |
|---|---|
| Gyavatn | QM = 935 $l/s*km^2$ |
| Teksevatn | QM = 629 $l/s*km^2$ |
| Øgreyvatn | QM = 634 $l/s*km^2$ |

Flomformelen er meget grov og tar kun hensyn til to parametre, normalavløpet og sjøprosenten. Det legges derfor mer vekt på data funnet ved flomfrekvensanalyser.

Faktoren Q1000/QM bør anslås ut fra lange serier. Q1000/QM for ett døgn er i gjennomsnitt ca. 3.0 for de fire stasjonene Hetland, Gya, Helleland og Gjedlakleiv, som alle har lange serier. Også tilsvarende verdi ut fra regionale flomfrekvensanalyser, rapporten "A regional flood frequency analysis of Norwegian catchments", gir en verdi på opp mot 3.0. Q1000/QM for to døgn er i gjennomsnitt for de fire stasjonene ca. 2.6.

Anslag basert på flomfrekvensanalyser gir følgende Q1000-verdier for ett og to døgn for feltene i Hellelandsvassdraget:

| | | |
|---|---|---|
| Gyavatn | 1 døgn | Q1000 = 3.0 * 805 = 2415 $l/s*km^2$ |
| " | 2 døgn | Q1000 = 2.6 * 615 = 1599 " |
| Botnavatn/ | 1 døgn | Q1000 = 3.0 * 805 = 2415 $l/s*km^2$ |
| Urddalsvatn | 2 døgn | Q1000 = 2.6 * 615 = 1599 " |
| Teksevatn | 1 døgn | Q1000 = 3.0 * 700 = 2100 $l/s*km^2$ |
| " | 2 døgn | Q1000 = 2.6 * 550 = 1430 " |

| | | |
|---|---|---|
| Migaren | 1 døgn | Q1000 = 3.0 * 650 = 1950 l/s*km$^2$ |
| " | 2 døgn | Q1000 = 2.6 * 500 = 1300 " |
| Øgreyvatn | 1 døgn | Q1000 = 3.0 * 600 = 1800 l/s*km$^2$ |
| | 2 døgn | Q1000 = 2.6 * 500 = 1300 " |

Verdiene gjelder for tilsigsflommer i hele feltet til hvert magasin, dvs det er foreløpig heller ikke tatt hensyn til flomdempning i ovenforliggende magasiner.

Det er antatt at spesifikk flom i Botnavatn og Urddalsvatn er lik spesifikk flom i Gyavatn, og er basert på reviderte tall for målestasjonen Gya.

Spesifikk flom i Teksevatn antas å være litt større enn spesifikk flom ved målestasjonen Helleland, som ligger et stykke nedenfor Teksevatn og har et betydelig større felt.

Øgreyvatn, som ligger nedstrøms Helleland, antas å ha lik eller noe mindre spesifikk flom enn Helleland.

Migaren, som ligger i et område med mindre nedbør, antas å ha mindre flommer enn de andre små feltene i vassdraget, Botnavatn og Urddalsvatn.

## 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, M1000. 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 feltlengden. De beregnede modellparametrene er vist i tabell 3.

Tabell 3. Modellparametre

| Felt | Feltareal km$^2$ | Øvre tømme-konst. K1 | Nedre tømme-konst. K2 | Terskel-verdi,T |
|---|---|---|---|---|
| Gyavatn | 87.4 | 0.226 | 0.046 | 25.5 |
| Botnavatn | 8.2 | 0.234 | 0.043 | 23.9 |
| Urddalsvatn | 7.8 | 0.136 | 0.030 | 25.2 |
| Teksevatn | 50.4 | 0.074 | 0.019 | 31.5 |
| Migaren, | | | | |
| ekskl. magasin | 1.11 | 0.151 | 0.031 | 17.3 |
| inkl. magasin | 1.40 | | | |
| Øgreyvatn,lokal | 74.6 | 0.028 | 0.013 | 43.5 |

Ved beregningen av modellparametre for Gyavatn er verdien for relieff-forholdet forandret i forhold til den verdi som står i tabell 1. Dette skyldes at Gyavatn er et meget langt felt, med feltlengde ca. 18 km, hvilket har ført til en lav $H_L$-verdi. Den er ikke representativ for relieff-forholdet i feltet. Det er regnet med en kortere feltlengde, 3 km, hvilket er representativt for sidebekkene til hovedelven i Gyadalen. Forsinkelse på grunn av transporttid nedover Gyadalen er tatt hensyn til ved å regne med en lang konsentrasjonstid. Med feltlengde 3 km ble $H_L$ beregnet til 50 m/km. I tillegg er, i trå med anbefalinger i rapporten "Hydrologisk modell for flomberegninger", øvre tømmekonstanten øket med 0.05 på grunn av at det er store arealer med bart fjell i feltet.

For Migaren, hvor magasinet utgjør en stor del av feltet, er det beregnet modell uten å ta med magasinets areal. Nedbør som faller på magasinet regnes isteden direkte om til vannføring.

Ekstreme nedbørverdier kan beregnes etter en metode som Det Norske Meteorologiske Institutt, DNMI, har beskrevet i blant annet rapporten 21-92, "Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier". Det er regnet med at normal årsnedbør for feltene i Hellelandsvassdraget er 2200 mm, unntatt for feltet til Migaren hvor det er regnet med 1700 mm. Ut fra disse årsnormaler ble nedbør med gjentaksintervall 1000 år, M1000, og påregnelig maksimal nedbør, PMP, beregnet. Arealreduserte ekstreme nedbørverdier, hvor det er tatt hensyn til feltstørrelsen, er vist i tabell 4.

Tabell 4. Arealredusert ekstrem nedbør for forskjellige varigheter, årsnedbør

Gyavatn/Teksevatn:

| Varighet | (timer) | 3 | 6 | 12 | 24 | 48 | 72 | 96 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M1000 | (mm) | 89 | 119 | 161 | 219 | 285 | 341 | 393 |
| PMP | (mm) | 134 | 179 | 241 | 328 | 427 | 512 | 589 |

Botnavatn/Urddalsvatn:

| Varighet | (timer) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 | 48 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M1000 | (mm) | 59 | 96 | 126 | 168 | 225 | 291 |
| PMP | (mm) | 89 | 144 | 189 | 251 | 338 | 436 |

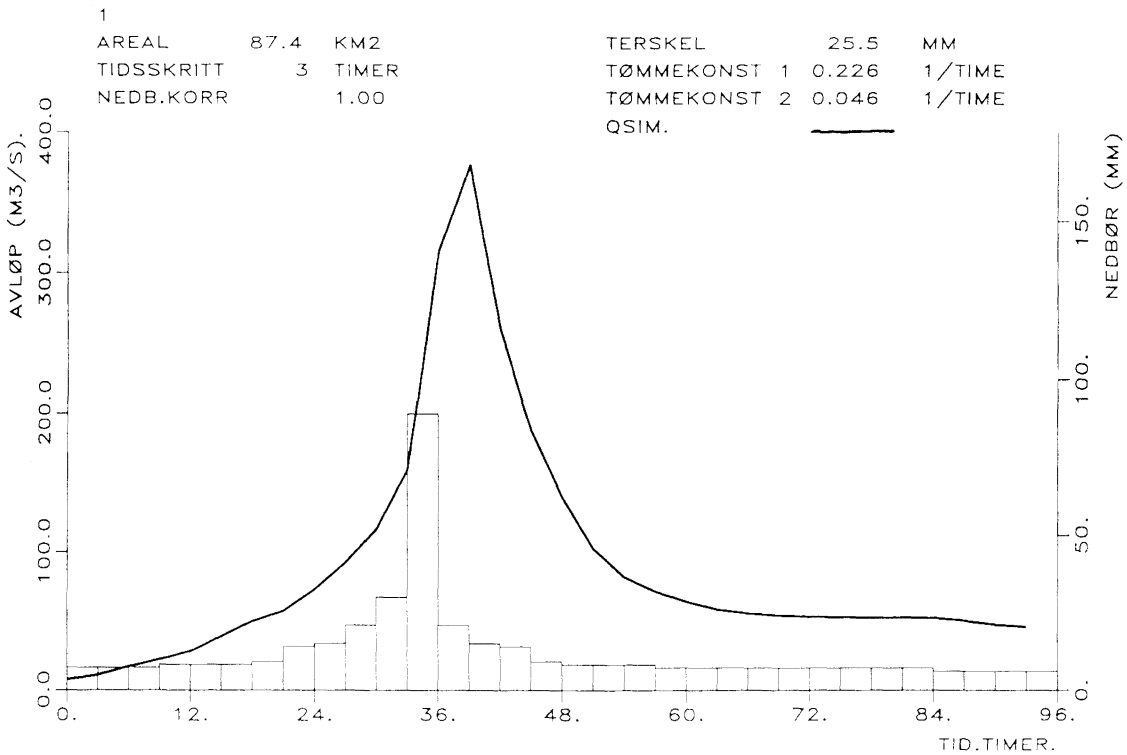
Migaren:

| Varighet | (timer) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 | 48 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M1000 | (mm) | 54 | 88 | 111 | 146 | 190 | 243 |
| PMP | (mm) | 87 | 140 | 178 | 235 | 305 | 390 |

Øgreyvatn:

| Varighet | (timer) | 3 | 6 | 12 | 24 | 48 | 72 | 96 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M1000 | (mm) | 86 | 115 | 157 | 214 | 282 | 338 | 389 |
| PMP | (mm) | 129 | 173 | 236 | 321 | 423 | 507 | 583 |

Nedbørforløp basert på M1000-verdiene konstrueres for de forskjellige feltene. For Gyavatn, Teksevatn og Øgreyvatn benyttes tidsskritt 3 timer. For Botnavatn, Urddalsvatn og Migaren benyttes tidsskritt 1 time. Ut fra disse nedbørforløp simuleres flommer som antas å ha gjentaksintervall 1000 år for feltene. Simuleringen for Gyavatn er vist som eksempel i figur 3. Resultatet av simuleringene, kulminasjonsvannføring og ett- og todøgnsmidler av vannføring, er vist i tabell 5.




| nedbør 32p1002 | vannføring 32s1001 |
|---|---|
| 7.000 | 7.400 |
| 7.000 | 10.570 |
| 7.000 | 16.495 |
| 8.000 | 21.646 |
| 8.000 | 27.805 |
| 8.000 | 38.860 |
| 9.000 | 49.826 |
| 14.000 | 57.329 |
| 15.000 | 72.996 |
| 21.000 | 92.806 |
| 30.000 | 116.712 |
| 89.000 | 158.604 |
| 21.000 | 315.227 |
| 15.000 | 376.829 |
| 14.000 | 260.829 |
| 9.000 | 188.118 |
| 8.000 | 139.339 |
| 8.000 | 102.686 |
| 8.000 | 82.115 |
| 7.000 | 71.675 |
| 7.000 | 64.385 |
| 7.000 | 58.691 |
| 7.000 | 55.788 |
| 7.000 | 54.300 |
| 7.000 | 53.529 |
| 7.000 | 53.123 |
| 7.000 | 52.904 |
| 7.000 | 52.780 |
| 6.000 | 52.705 |
| 6.000 | 50.685 |
| 6.000 | 47.681 |
| 6.000 | 46.149 |

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

Tabell 5. Simulering av Q1000

| | | $m^3/s$ | $l/s*km^2$ |
|---|---|---|---|
| Gyavatn | Maks. | 376.8 | 4312 |
| | 1 døgn | 207.3 | 2372 |
| | 2 døgn | 138.4 | 1583 |
| Botnavatn | Maks. | 44.1 | 5383 |
| | 1 døgn | 19.5 | 2383 |
| | 2 døgn | 12.4 | 1518 |
| Urddalsvatn | Maks. | 29.8 | 3824 |
| | 1 døgn | 17.6 | 2250 |
| | 2 døgn | 11.6 | 1481 |
| Teksevatn | Maks. | 137.5 | 2728 |
| | 1 døgn | 101.3 | 2010 |
| | 2 døgn | 76.3 | 1514 |
| Migaren | Maks. | 6.2 | 4448 |
| | 1 døgn | 2.8 | 1997 |
| | 2 døgn | 1.8 | 1311 |
| Øgreyvatn | Maks. | 592.7 | 2790 |
| | 1 døgn | 387.2 | 1823 |
| | 2 døgn | 290.2 | 1366 |

Vannføringene i Teksevatn og Øgreyvatn tilsvarer tilsig i feltene, dvs. det er ikke tatt hensyn til dempning i ovenforliggende magasiner. For de øvrige feltene tilsvarer vannføringene tilløpsflommer til magasinene.

Flommen i Øgreyvatns felt er beregnet ut fra nedbør som er arealredusert ut fra hele feltets areal, og er summen av simulerte flommer i Gyavatns og Teksevatns totalfelter og i Øgreyvatns lokalfelt.

De spesifikke middelvannføringene for ett og to døgn ut fra simulering i nedbør-avløpsmodell overensstemmer brukbart med hva som i avsnitt 2.1 ble anslått ut fra flomdata og flomfrekvensanalyser. De simulerte flommene antas derfor å representere dimensjonerende flom og benyttes for videre beregning av avløpsflommer og flomvannstander.

## 3. MAGASIN OG AVLØPSKURVER

For å beregne avløpsflommene rutes tilløpsflommene, tillagt eventuelle overføringer, gjennom magasinene. Flomdempningen avhenger bl.a. av magasinets størrelse og flomavlednings-

organenes kapasiteter, dvs. avløpskurvene. Ved rutingen, som utføres ved bruk av et dataprogram ved Hydrologisk avdeling, forutsettes magasinvannstanden ligge på HRV ved flommens begynnelse.

I Hellelandsvassdraget er det ikke noen overføringer av vann.

## 3.1 Magasin

Den magasinstørrelse 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 i Hellelandsvassdraget er arealene planimetrert på kart i målestokk 1:50000. Se tabell 6.

Tabell 6. HRV-verdier og magasinarealer ved HRV

| Magasin | HRV<br>m o.h. | Magasinareal ved HRV<br>$km^2$ |
|---|---|---|
| Gyavatn | 156.00 | 1.10 |
| Botnavatn | 316.00 | 1.39 |
| Urddalsvatn | 212.00 | 0.61 |
| Teksevatn | 182.30 | 2.16 |
| Migaren | 152.40 | 0.29 |
| Øgreyvatn | 82.10 | 0.88 |

Øgreyvatns areal er 0.48 $km^2$. Ved flomvannstander vil Øgreyvatn gå sammen med det ovenforliggende Kvålsvatn, og magasinarealet utvides til 0.88 $km^2$.

## 3.2 Avløpskurver

Damkarakteristika er dels funnet fra damtegninger og dels opplyst av Dalane Elverk, og ligger til grunn for beregningen av avløpskurver. Overløpskoeffisientene er fastsatte etter drøfting med Vassdragssikkerhetsseksjonen.

Gyavatn har en dam med fem flomløp med terskel på HRV, 156 m o.h., og sammenlagt lengde 27 m ( 5 * 5.4 m ). På grunn av at overløpsterskelen er forholdsvis bred, regnes det med en overløpskoeffisient på 1.5. Et stillas for en tappeluke begrenser overløpslengden noe, slik at effektiv lengde antas å være 26 m. Ved noe høyere vannstand vil vannet renne i enda et flomløp, på venstre del av dammen. Terskelen på det antas å være 156.50 m, mens lengden er 5.4 m. En brubane over dammen vil virke oppstuende fra vannstand 157.60 m o.h. Omtrent samtidig vil vannet renne over terrenget utenom dammen i 12-15 meters

lengde. Effektiv lengde av den delen reduseres til 10 m for å kompensere for oppstuingseffekten av brubane. Overløpskoeffisienten for det 6. flomløpet og for terrenget utenom dammen settes til 1.3. Avløpskurven blir:

$Q = 39.0000 \ ( H - 156.00 )^{1.5000}$ $\quad 156.00 < H < 156.51$
$Q = 41.4193 \ ( H - 156.00 )^{1.5839}$ $\quad 156.51 \leq H < 157.62$
$Q = 45.2974 \ ( H - 156.10 )^{1.6116}$ $\quad 157.62 \leq H$

På grunn av de noe uryddige forholdene rundt dammen ved høye vannstander er avløpskurven usikker og beregnede vannstander derfor også noe usikre.

Botnavatn har en dam hvor overløpet er planlagt å bygges om. Dammen vil få overløp på tre nivåer. På HRV, 316 m o.h., blir overløpslengden 5 m, på 316.30 m o.h. utvides det med 15 m og på 316.60 m o.h. utvides det med ytterligere 8 m. Overløpskoeffisienten er 1.9 på hele overløpet. Damkrona har terskel på 317.20 m o.h. med lengde 17 m og overløpskoeffisient 1.7. Avløpskurven blir:

$Q = 9.5000 \ ( H - 316.00 )^{1.5000}$ $\quad 316.00 < H < 316.31$
$Q = 34.1101 \ ( H - 316.00 )^{2.5554}$ $\quad 316.31 \leq H < 316.61$
$Q = 36.8151 \ ( H - 316.10 )^{1.9993}$ $\quad 316.61 \leq H < 317.21$
$Q = 29.0207 \ ( H - 316.00 )^{2.2607}$ $\quad 317.21 \leq H$

Urddalsvatn har tre fyllingsdammer. Det faste overløpet har terskel på HRV, 212 m o.h., med lengde 28.0 m og overløpskoeffisient 2.0. Fyllingsdammene forutsettes å ikke kunne overtoppes. Avløpskurven blir:

$Q = 56.0000 \ ( H - 212.00 )^{1.5000}$ $\quad 212.00 < H$

Teksevatn har et overløp med terskel på HRV, 182.30 m o.h., med lengde 10.5 m og overløpskoeffisient 1.5. Den lengste delen av dammen utgjøres av bjelkestengsler som ligger 0.15 m under HRV. Sammenlagt lengde på bjelkestengslene er 22.8 m ( 6 * 3.3 + 1 * 3.0 ). På grunn av sidekontraksjon ved pilarer og et lukespill regnes effektiv lengde å være 22 m. Overløpskoeffisienten på bjelkestengslet er satt til 1.75. Ved vannstand ca. 0.6 m over HRV vil vannet renne i terrenget utenom dammen i ca. 10 meters lengde. Overløpskoeffisienten er satt til 1.3. Samtidig vil brubanen over dammen og pilarene overtoppes. For å kompensere for oppstuingseffekten av brubanen regnes det ikke med øket lengde på dammen på slike høye vannstander. Avløpskurven blir:

$Q = 38.5000 \ ( H - 182.15 )^{1.5000}$ $\quad 182.15 < H < 182.31$
$Q = 52.8908 \ ( H - 182.15 )^{1.6602}$ $\quad 182.31 \leq H$

På grunn av de noe uryddige forholdene rundt dammen ved høye

vannstander er avløpskurven usikker og beregnede vannstander derfor også noe usikre.

Migaren har en dam med overløpsterskel på HRV, 152.40 m o.h., med lengde 9 m og overløpskoeffisient 1.5. Damkrona ligger på to nivåer. En del har terskel 152.90 m o.h. og lengde 8 m, og en annen del har terskel 153.40 m o.h. og lengde 26 m. Hele damkrona har overløpskoeffisient 1.45. Avløpskurven blir:

$$Q = 13.5000\ (H - 152.40)^{1.5000} \qquad 152.40 < H < 152.91$$
$$Q = 17.6072\ (H - 152.40)^{1.8930} \qquad 152.91 \leq H < 153.40$$

Øgreyvatn har en dam med overløpsterskel på HRV, 82.10 m o.h., med lengde 58 m og overløpskoeffisient 1.7. I tillegg er det et bjelkestengsel med terskel på HRV. Det er 4 m langt og har overløpskoeffisient 1.8. Avløpskurven blir:

$$Q = 105.8000\ (H - 82.10)^{1.5000} \qquad 82.10 < H$$

## 4. DIMENSJONERENDE AVLØPSFLOM

### 4.1 Gyavatn

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom til Gyavatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 4. Dimensjonerende avløpsflom blir 300 $m^3/s$ med dimensjonerende flomvannstand 159.33 m o.h., dvs flomstigningen blir 3.33 m.

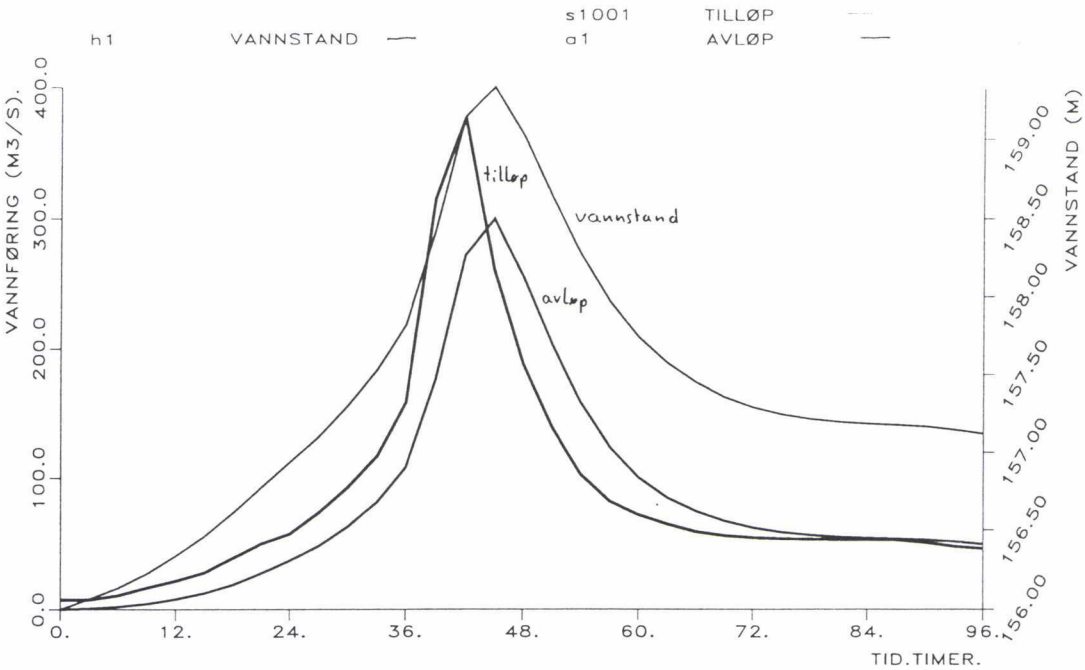
### 4.2 Botnavatn

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom til Botnavatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 5. Dimensjonerende avløpsflom blir 14.8 $m^3/s$ med dimensjonerende flomvannstand 316.74 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.74 m.

### 4.3 Urddalsvatn

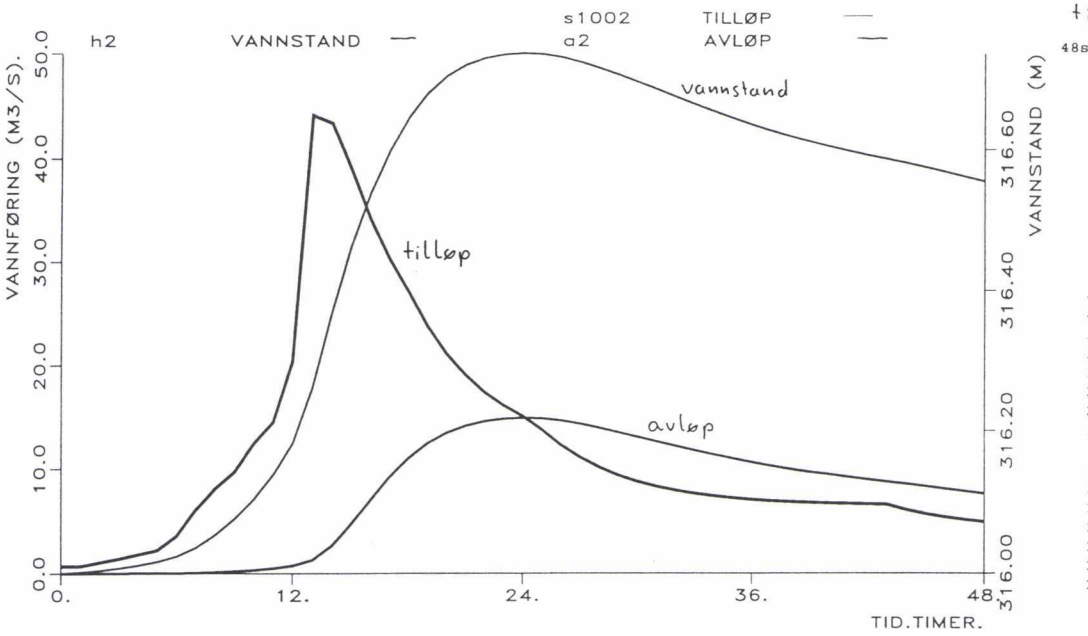
Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom til Urddalsvatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 6. Dimensjonerende avløpsflom blir 22.6 $m^3/s$ med

dimensjonerende flomvannstand 212.55 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.55 m.



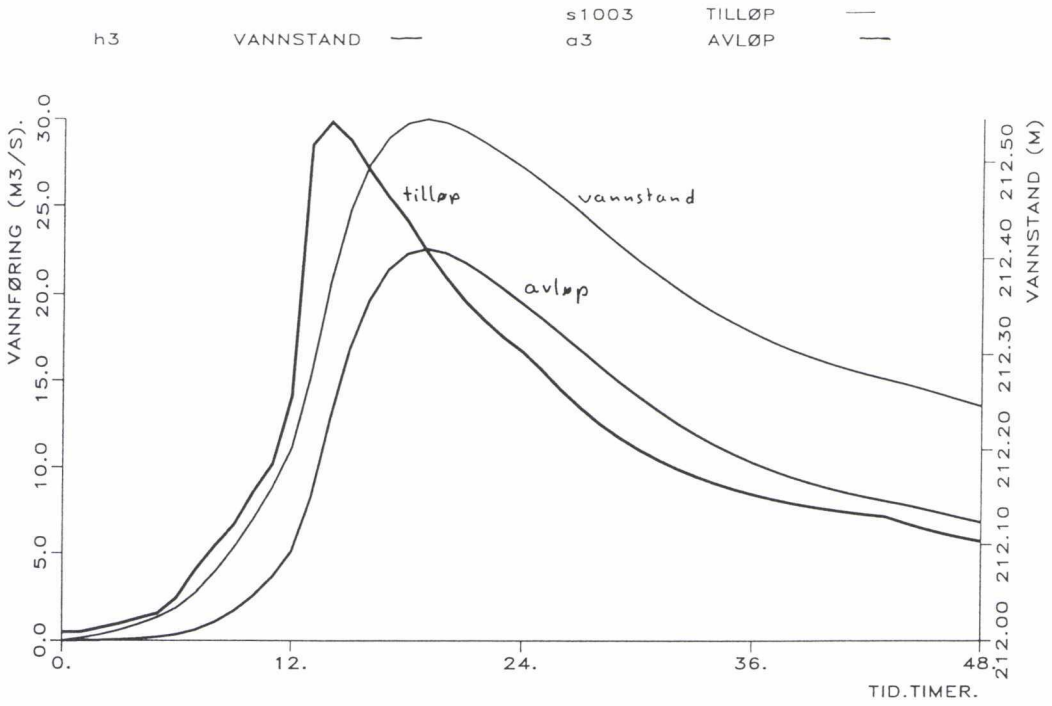

| tilløp 32s1001 | vannstand 32h1 | avløp 32a1 |
|---|---|---|
| 7.400 | 156.066 | 0.663 |
| 10.570 | 156.135 | 1.941 |
| 16.495 | 156.227 | 4.213 |
| 21.646 | 156.339 | 7.684 |
| 27.805 | 156.461 | 12.222 |
| 38.860 | 156.605 | 18.692 |
| 49.826 | 156.771 | 27.439 |
| 57.329 | 156.933 | 37.101 |
| 72.996 | 157.100 | 48.156 |
| 92.806 | 157.299 | 62.653 |
| 116.712 | 157.530 | 81.215 |
| 158.604 | 157.818 | 108.326 |
| 315.227 | 158.419 | 175.692 |
| 376.829 | 159.143 | 272.262 |
| 260.829 | 159.330 | 299.761 |
| 188.118 | 159.026 | 255.516 |
| 139.339 | 158.638 | 203.207 |
| 102.686 | 158.273 | 158.204 |
| 82.115 | 157.965 | 123.717 |
| 71.675 | 157.737 | 100.196 |
| 64.385 | 157.572 | 84.794 |
| 58.691 | 157.446 | 74.323 |
| 55.788 | 157.352 | 66.817 |
| 54.300 | 157.287 | 61.743 |
| 53.529 | 157.242 | 58.418 |
| 53.123 | 157.214 | 56.276 |
| 52.904 | 157.195 | 54.912 |
| 52.780 | 157.183 | 54.050 |
| 52.705 | 157.175 | 53.508 |
| 50.685 | 157.165 | 52.758 |
| 47.681 | 157.144 | 51.285 |
| 46.149 | 157.119 | 49.497 |

Figur 4. Dimensjonerende flom Gyavatn. Tidsskritt 3 timer.



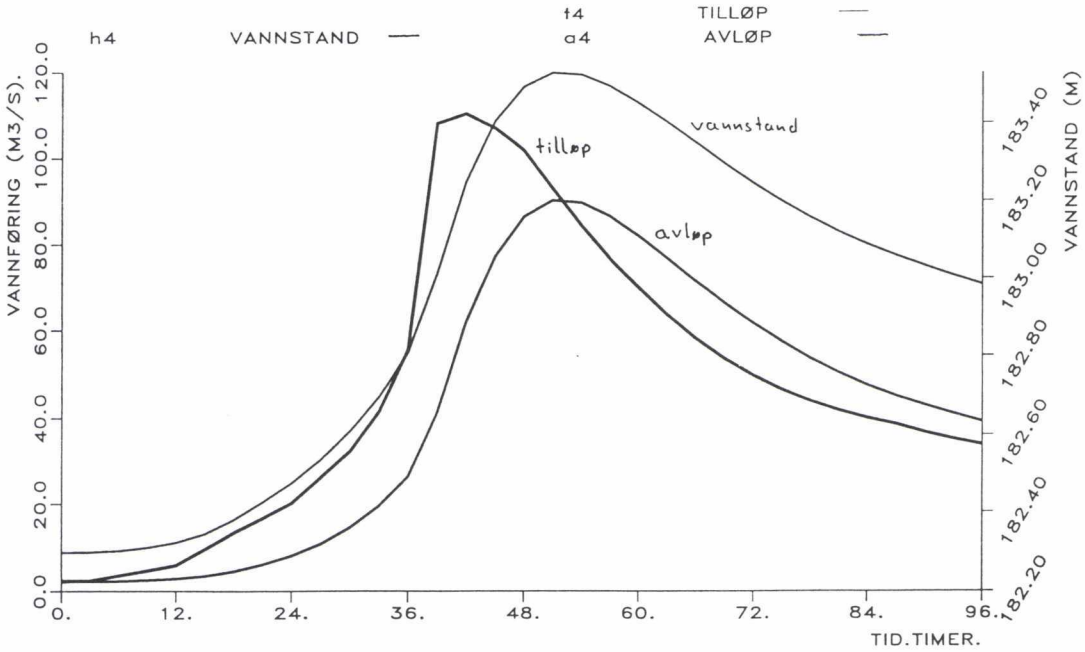

| tilløp 48s1002 | vannstand 48h2 | avløp 48a2 |
|---|---|---|
| 0.700 | 316.002 | 0.001 |
| 1.054 | 316.004 | 0.002 |
| 1.393 | 316.007 | 0.006 |
| 1.813 | 316.011 | 0.011 |
| 2.216 | 316.016 | 0.020 |
| 3.615 | 316.024 | 0.035 |
| 6.133 | 316.036 | 0.066 |
| 8.121 | 316.055 | 0.121 |
| 9.693 | 316.077 | 0.203 |
| 12.361 | 316.105 | 0.322 |
| 14.469 | 316.138 | 0.488 |
| 20.415 | 316.182 | 0.735 |
| 44.144 | 316.262 | 1.273 |
| 43.417 | 316.368 | 2.658 |
| 39.029 | 316.463 | 4.762 |
| 34.129 | 316.539 | 7.040 |
| 30.255 | 316.599 | 9.200 |
| 27.191 | 316.645 | 10.935 |
| 23.816 | 316.679 | 12.346 |
| 21.148 | 316.703 | 13.372 |
| 19.038 | 316.718 | 14.073 |
| 17.369 | 316.728 | 14.511 |
| 16.048 | 316.733 | 14.746 |
| 15.004 | 316.735 | 14.830 |
| 13.703 | 316.733 | 14.779 |
| 12.200 | 316.729 | 14.583 |
| 11.010 | 316.722 | 14.265 |
| 10.070 | 316.714 | 13.872 |
| 9.326 | 316.704 | 13.438 |
| 8.737 | 316.694 | 12.986 |
| 8.271 | 316.683 | 12.534 |
| 7.903 | 316.673 | 12.092 |
| 7.611 | 316.663 | 11.668 |
| 7.380 | 316.653 | 11.267 |
| 7.197 | 316.644 | 10.890 |
| 7.052 | 316.635 | 10.539 |

Figur 5. Dimensjonerende flom Botnavatn. Tidsskritt 1 time.




| tilløp 48s1003 | vannstand 48h3 | avløp 48a3 |
|---|---|---|
| 0.500 | 212.003 | 0.009 |
| 0.741 | 212.006 | 0.029 |
| 0.975 | 212.011 | 0.065 |
| 1.267 | 212.017 | 0.124 |
| 1.549 | 212.024 | 0.209 |
| 2.422 | 212.034 | 0.347 |
| 4.026 | 212.049 | 0.610 |
| 5.425 | 212.071 | 1.055 |
| 6.646 | 212.097 | 1.679 |
| 8.535 | 212.126 | 2.519 |
| 10.184 | 212.160 | 3.600 |
| 14.096 | 212.202 | 5.087 |
| 28.514 | 212.279 | 8.257 |
| 29.829 | 212.375 | 12.874 |
| 28.771 | 212.449 | 16.838 |
| 27.021 | 212.497 | 19.650 |
| 25.493 | 212.526 | 21.379 |
| 24.159 | 212.541 | 22.296 |
| 22.444 | 212.546 | 22.565 |
| 20.946 | 212.542 | 22.333 |
| 19.640 | 212.533 | 21.789 |
| 18.499 | 212.521 | 21.069 |
| 17.502 | 212.508 | 20.264 |
| 16.633 | 212.494 | 19.434 |
| 15.599 | 212.479 | 18.581 |
| 14.422 | 212.464 | 17.675 |
| 13.395 | 212.447 | 16.730 |
| 12.498 | 212.430 | 15.795 |
| 11.715 | 212.414 | 14.897 |
| 11.031 | 212.398 | 14.051 |
| 10.435 | 212.383 | 13.266 |
| 9.914 | 212.369 | 12.546 |
| 9.459 | 212.356 | 11.888 |
| 9.062 | 212.344 | 11.292 |
| 8.715 | 212.333 | 10.754 |
| 8.412 | 212.323 | 10.270 |
| 8.148 | 212.314 | 9.835 |
| 7.917 | 212.305 | 9.445 |
| 7.715 | 212.298 | 9.097 |

Figur 6. Dimensjonerende flom Urddalsvatn.
Tidsskritt 1 time.




| tilløp 32t4 | vannstand 32h4 | avløp 32a4 |
|---|---|---|
| 2.436 | 182.301 | 2.257 |
| 3.634 | 182.304 | 2.336 |
| 4.827 | 182.313 | 2.592 |
| 6.012 | 182.325 | 2.930 |
| 9.732 | 182.347 | 3.554 |
| 13.466 | 182.381 | 4.655 |
| 16.693 | 182.426 | 6.226 |
| 20.120 | 182.476 | 8.245 |
| 26.341 | 182.538 | 10.971 |
| 32.395 | 182.611 | 14.642 |
| 41.582 | 182.699 | 19.525 |
| 55.554 | 182.809 | 26.475 |
| 108.094 | 183.012 | 41.310 |
| 110.406 | 183.249 | 61.841 |
| 106.953 | 183.406 | 77.222 |
| 101.819 | 183.495 | 86.540 |
| 93.220 | 183.531 | 90.384 |
| 84.503 | 183.526 | 89.849 |
| 76.717 | 183.496 | 86.617 |
| 69.971 | 183.453 | 82.028 |
| 63.551 | 183.402 | 76.831 |
| 58.101 | 183.349 | 71.482 |
| 53.528 | 183.296 | 66.345 |
| 49.721 | 183.246 | 61.614 |
| 46.605 | 183.200 | 57.376 |
| 43.963 | 183.158 | 53.638 |
| 41.793 | 183.121 | 50.371 |
| 40.013 | 183.088 | 47.544 |
| 38.552 | 183.059 | 45.115 |
| 36.684 | 183.032 | 42.941 |
| 35.090 | 183.007 | 40.925 |
| 33.747 | 182.983 | 39.089 |

Figur 7. Dimensjonerende flom Teksevatn. Tidsskritt 3 timer.

## 4.4 Teksevatn

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

| | |
|---|---|
| Botnavatn: | 0.163 |
| Urddalsvatn: | 0.155 |
| Teksevatn lokalfelt | 0.682 |

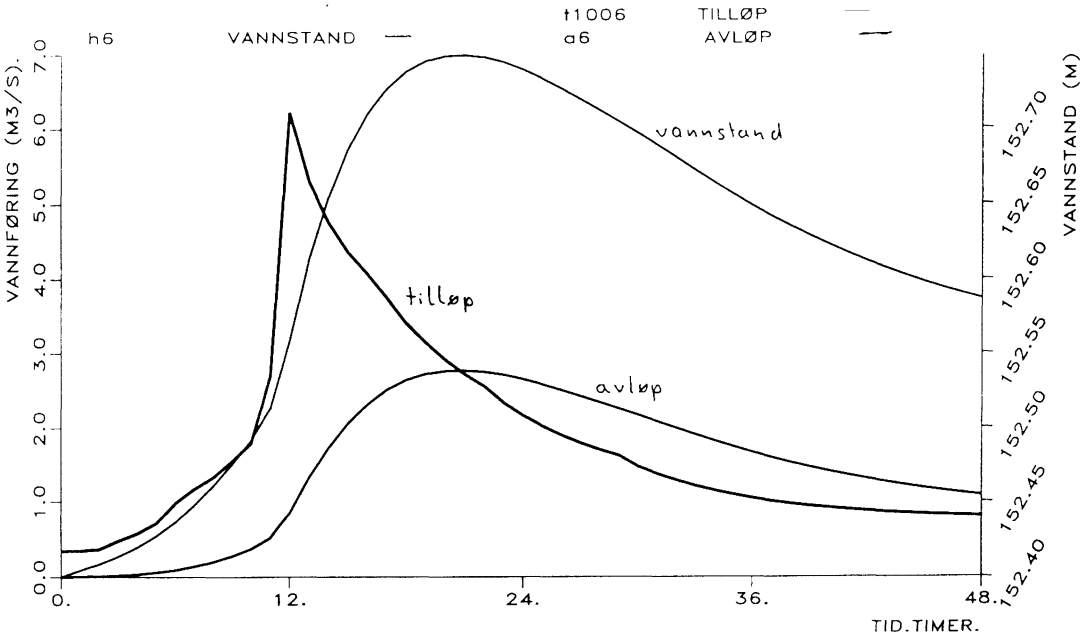
De skalerte flommene rutes gjennom Botnavatn og Urddalsvatn og avløpsflommer beregnes. Dimensjonerende tilløpsflom til Teksevatn består av avløpsflommene fra Botnavatn og Urddalsvatn og den skalerte flommen for lokalfeltet. Dimensjonerende tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 7. Dimensjonerende avløpsflom blir 90.4 $m^3/s$ med dimensjonerende flomvannstand 183.53 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.23 m over HRV, eller 1.38 m over bjelkestengslets terskelnivå.

## 4.5 Migaren

Den i avsnitt 2.2 simulerte flommen med gjentaksintervall 1000 år tilsvarer dimensjonerende tilløpsflom til Migaren. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 8. Dimensjonerende avløpsflom blir 2.8 $m^3/s$ med dimensjonerende flomvannstand 152.75 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.35 m.

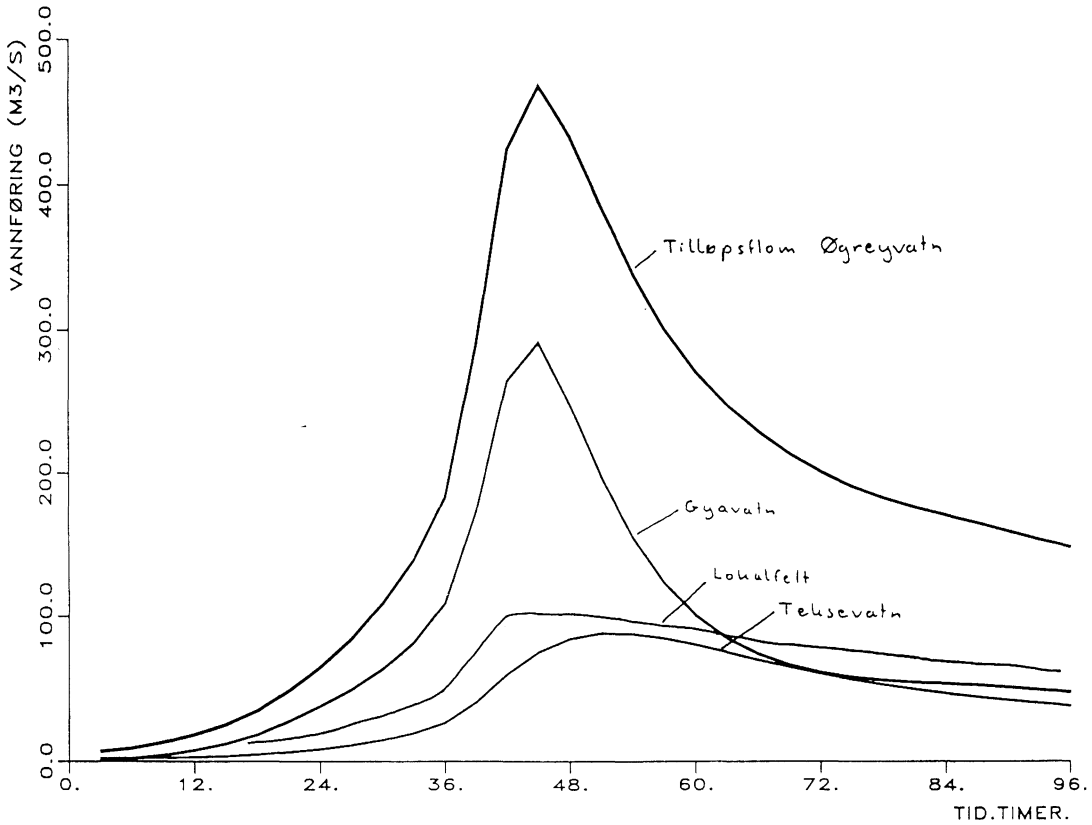
## 4.6 Øgreyvatn

Den i avsnitt 2.2 simulerte tilsigsflommen i Øgreyvatns felt er som nevnt beregnet ved bruk av tre modeller. Simulert flom i Gyavatns felt rutes gjennom Gyavatn og avløpsflom beregnes. Simulert flom i Teksevatns felt fordeles på delfeltene, rutes gjennom Botnavatn og Urddalsvatn, summeres til en tilløpsflom til Teksevatn og rutes gjennom dette magasin. Dimensjonerende tilløpsflom til Øgreyvatn består av avløpsflommene fra Gyavatn og Teksevatn og av simulert flom i Øgreyvatns lokalfelt, inklusive Migaren. I figur 9 er dimensjonerende tilløpsflom til Øgreyvatn med de forskjellige bidragene vist. I figur 10 vises den simulerte tilsigsflommen og dimensjonerende tilløpsflom, som er tilsigsflommen etter at den er dempet gjennom de ovenforliggende magasinene. Dimensjonerende tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 11. Dimensjonerende avløpsflom blir 442 $m^3/s$ med dimensjonerende flomvannstand 84.70 m o.h., dvs flomstigningen blir 2.60 m.

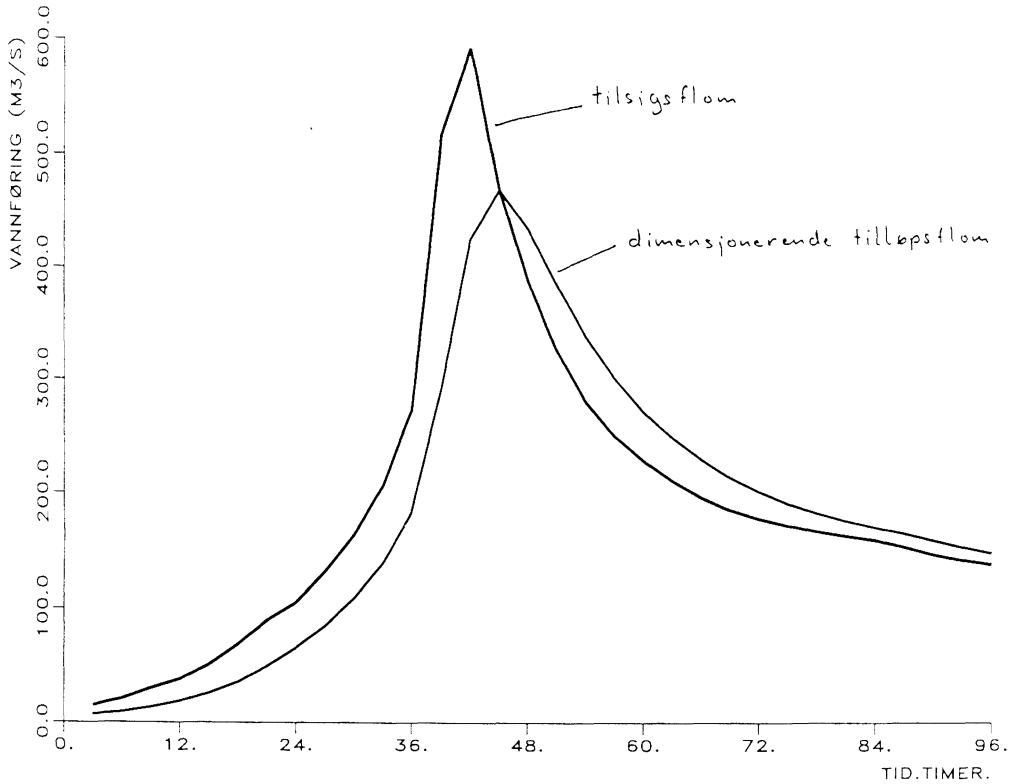



| tilløp 48t1006 | vannstand 48h6 | avløp 48a6 |
|---|---|---|
| 0.342 | 152.404 | 0.004 |
| 0.367 | 152.408 | 0.011 |
| 0.472 | 152.413 | 0.021 |
| 0.567 | 152.419 | 0.037 |
| 0.704 | 152.427 | 0.058 |
| 0.983 | 152.436 | 0.092 |
| 1.170 | 152.448 | 0.140 |
| 1.331 | 152.461 | 0.201 |
| 1.550 | 152.475 | 0.277 |
| 1.792 | 152.491 | 0.371 |
| 2.700 | 152.513 | 0.511 |
| 6.227 | 152.558 | 0.845 |
| 5.309 | 152.613 | 1.325 |
| 4.763 | 152.654 | 1.726 |
| 4.368 | 152.685 | 2.054 |
| 4.080 | 152.709 | 2.315 |
| 3.752 | 152.726 | 2.514 |
| 3.415 | 152.738 | 2.649 |
| 3.152 | 152.745 | 2.731 |
| 2.925 | 152.748 | 2.770 |
| 2.731 | 152.749 | 2.778 |
| 2.563 | 152.747 | 2.761 |
| 2.339 | 152.744 | 2.721 |
| 2.172 | 152.739 | 2.661 |
| 2.028 | 152.733 | 2.590 |
| 1.905 | 152.726 | 2.511 |
| 1.799 | 152.719 | 2.429 |
| 1.707 | 152.711 | 2.345 |
| 1.629 | 152.704 | 2.262 |
| 1.481 | 152.696 | 2.177 |
| 1.380 | 152.688 | 2.087 |
| 1.293 | 152.680 | 1.999 |
| 1.218 | 152.672 | 1.912 |
| 1.154 | 152.664 | 1.828 |
| 1.099 | 152.656 | 1.749 |
| 1.051 | 152.649 | 1.673 |

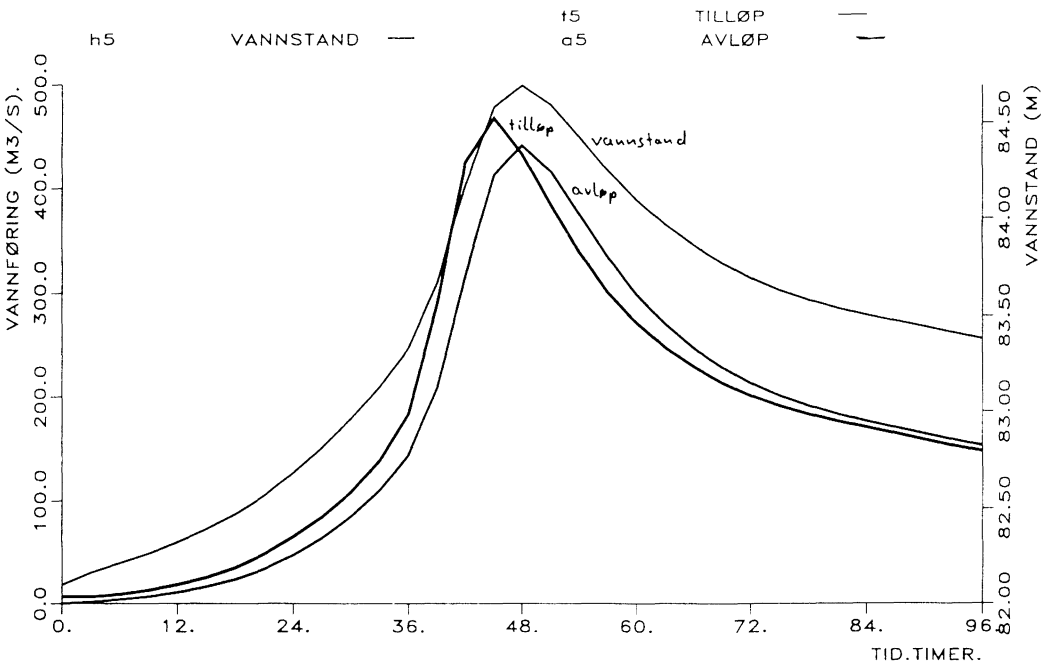
Figur 8. Dimensjonerende flom Migaren. Tidsskritt 1 time.




Figur 9. Dimensjonerende tilløpsflom til Øgreyvatn med forskjellige bidrag




Figur 10. Tilsigsflom med gjentaksintervall 1000 år i Øgreyvatns felt og dimensjonerende tilløpsflom til Øgreyvatn.




| tilløp 32t5 | vannstand 32h5 | avløp 32a5 |
|---|---|---|
| 6.920 | 82.164 | 1.710 |
| 9.124 | 82.213 | 4.021 |
| 13.312 | 82.264 | 7.044 |
| 18.715 | 82.324 | 11.183 |
| 25.539 | 82.391 | 16.620 |
| 35.178 | 82.471 | 23.877 |
| 49.043 | 82.570 | 34.049 |
| 65.422 | 82.687 | 47.634 |
| 84.617 | 82.818 | 64.376 |
| 108.803 | 82.963 | 84.871 |
| 139.468 | 83.130 | 110.569 |
| 183.451 | 83.333 | 144.889 |
| 290.097 | 83.674 | 208.982 |
| 425.735 | 84.178 | 316.885 |
| 468.474 | 84.583 | 414.056 |
| 433.928 | 84.695 | 442.148 |
| 385.344 | 84.597 | 417.551 |
| 339.347 | 84.429 | 376.059 |
| 301.202 | 84.254 | 334.521 |
| 271.427 | 84.099 | 298.979 |
| 248.039 | 83.969 | 270.316 |
| 229.146 | 83.861 | 247.347 |
| 213.608 | 83.772 | 228.688 |
| 201.133 | 83.697 | 213.479 |
| 191.121 | 83.635 | 201.176 |
| 182.998 | 83.584 | 191.220 |
| 176.311 | 83.541 | 183.102 |
| 170.734 | 83.506 | 176.404 |
| 165.246 | 83.475 | 170.542 |
| 159.197 | 83.444 | 164.766 |
| 153.272 | 83.411 | 158.865 |
| 148.030 | 83.380 | 153.205 |

Figur 11. Dimensjonerende flom Øgreyvatn. Tidsskritt 3 timer.

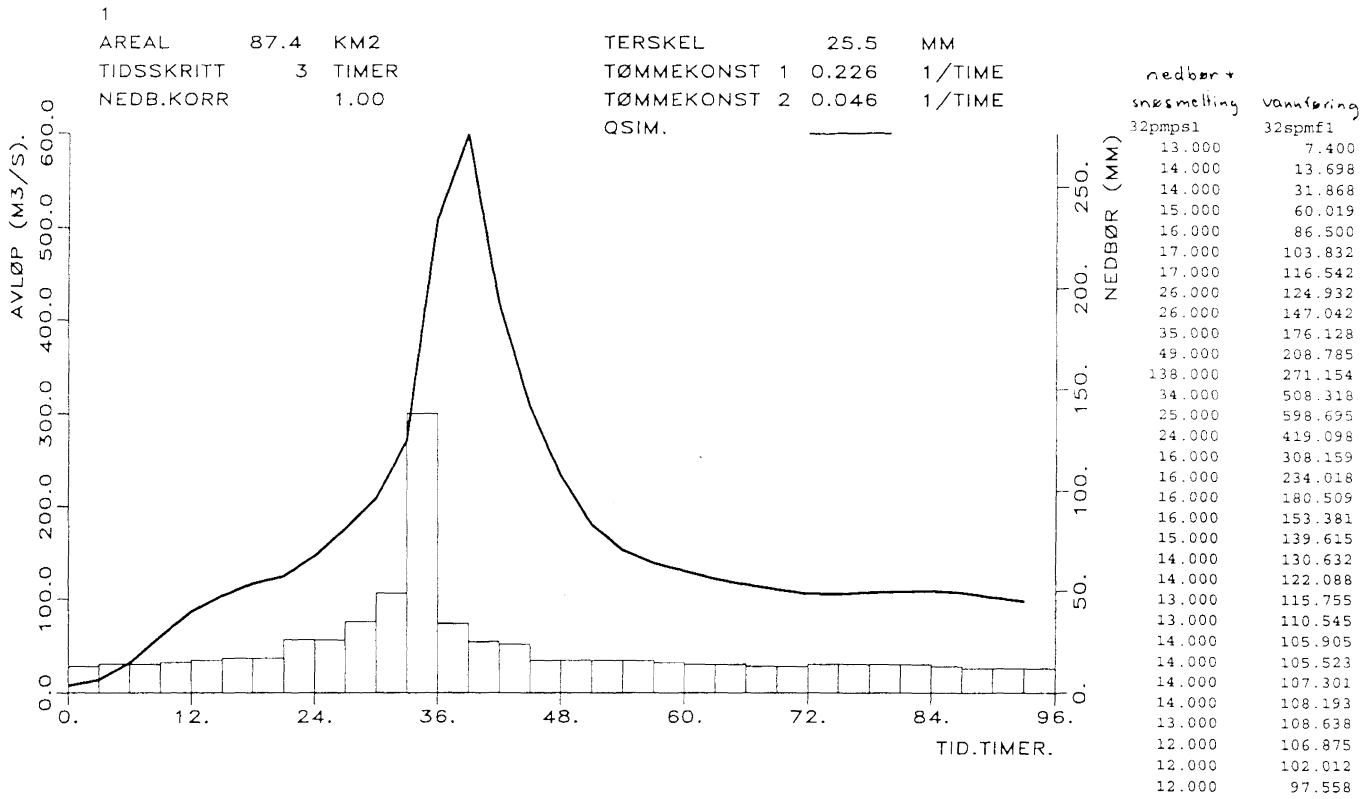
## 5. PÅREGNELIG MAKSIMAL TILLØPSFLOM

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.

Det Norske Meteorologiske Institutt har i en rapport beregnet påregnelige ekstreme nedbørverdier for Sira-Kvinavassdraget. I den rapporten finnes også en oversikt over snøforhold og temperatur under stor snøsmelting i forskjellige måneder. Den viser at Hellelandsvassdraget antas å kunne ha snødekke av betydning i november. Temperaturen under stor nedbør i november i det aktuelle området kan være mellom 7 og 9°C avhengig av høyde over havet. Med en graddagsfaktor representativ for felt delvis dekket av skog på 4 mm/°C * døgn anslås snøsmeltebidraget til 28 mm vann/døgn for Gyavatn (middelhøyde ca. 600 m o.h.), til 36 mm vann/døgn for Migaren (middelhøyde ca. 180 m o.h.) og til 32 mm vann/døgn for de øvrige feltene (middelhøyde ca. 400 m o.h.). Ut fra de kombinerte nedbør-snøsmelteforløpene simuleres påregnelig maksimal flom i de forskjellige feltene. Simuleringen for Gyavatn er vist som eksempel i figur 12. Resultatet av simuleringene, kulminasjonsvannføring og ett- og to-døgnsmidler av vannføring, er vist i tabell 7.

Tabell 7. Simulering av PMF

| | | $m^3/s$ | $l/s*km^2$ | PMF Q1000 |
|---|---|---|---|---|
| Gyavatn | Maks. | 598.7 | 6850 | 1.59 |
| | 1 døgn | 341.1 | 3903 | 1.65 |
| | 2 døgn | 239.9 | 2745 | 1.73 |
| Botnavatn | Maks. | 70.5 | 8603 | 1.60 |
| | 1 døgn | 33.0 | 4022 | 1.69 |
| | 2 døgn | 21.7 | 2648 | 1.74 |
| Urddalsvatn | Maks. | 48.3 | 6194 | 1.62 |
| | 1 døgn | 29.6 | 3795 | 1.69 |
| | 2 døgn | 20.0 | 2564 | 1.73 |
| Teksevatn | Maks. | 225.5 | 4475 | 1.64 |
| | 1 døgn | 170.5 | 3382 | 1.68 |
| | 2 døgn | 133.2 | 2642 | 1.75 |
| Migaren | Maks. | 10.7 | 7608 | 1.71 |
| | 1 døgn | 5.1 | 3629 | 1.82 |
| | 2 døgn | 3.5 | 2500 | 1.91 |
| Øgreyvatn | Maks. | 963.0 | 4534 | 1.63 |
| | 1 døgn | 654.6 | 3082 | 1.69 |
| | 2 døgn | 510.3 | 2403 | 1.76 |




Figur 12. Simulering av PMF for Gyavatn. Tidsskritt 3 timer.

## 6. PÅREGNELIG MAKSIMAL AVLØPSFLOM

Beregningen av påregnelig maksimal avløpsflom foregår på tilsvarende måte som ved dimensjonerende flom.

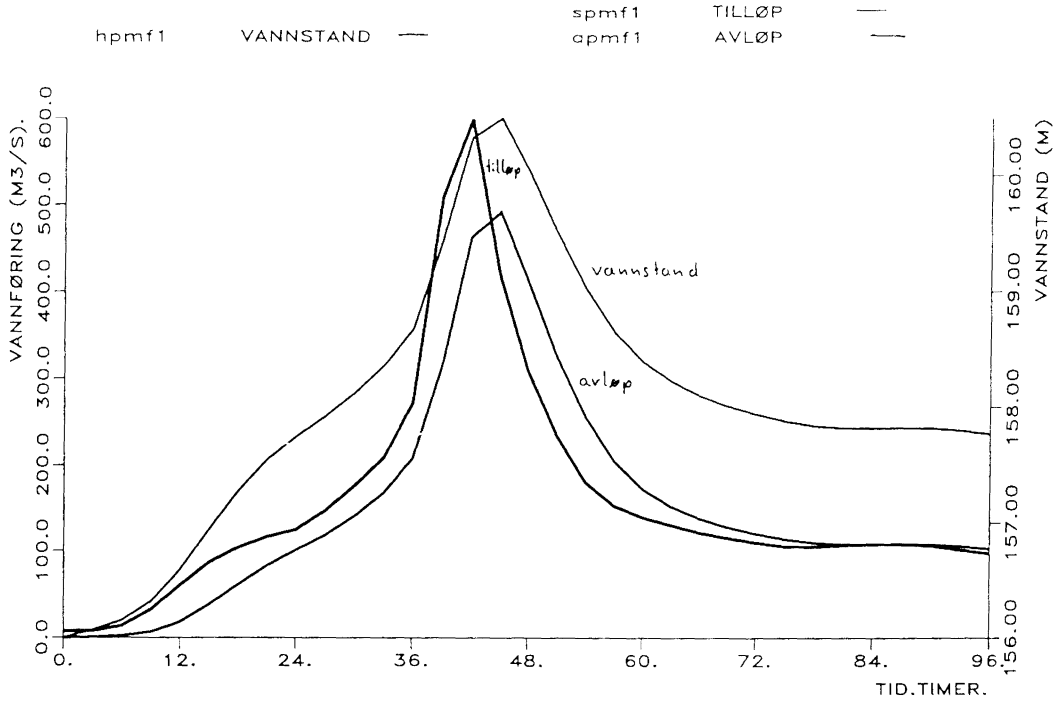
### 6.1 Gyavatn

Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom til Gyavatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 13. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 492 $m^3/s$ med maksimal flomvannstand 160.49 m o.h., dvs flomstigningen blir 4.49 m.

### 6.2 Botnavatn

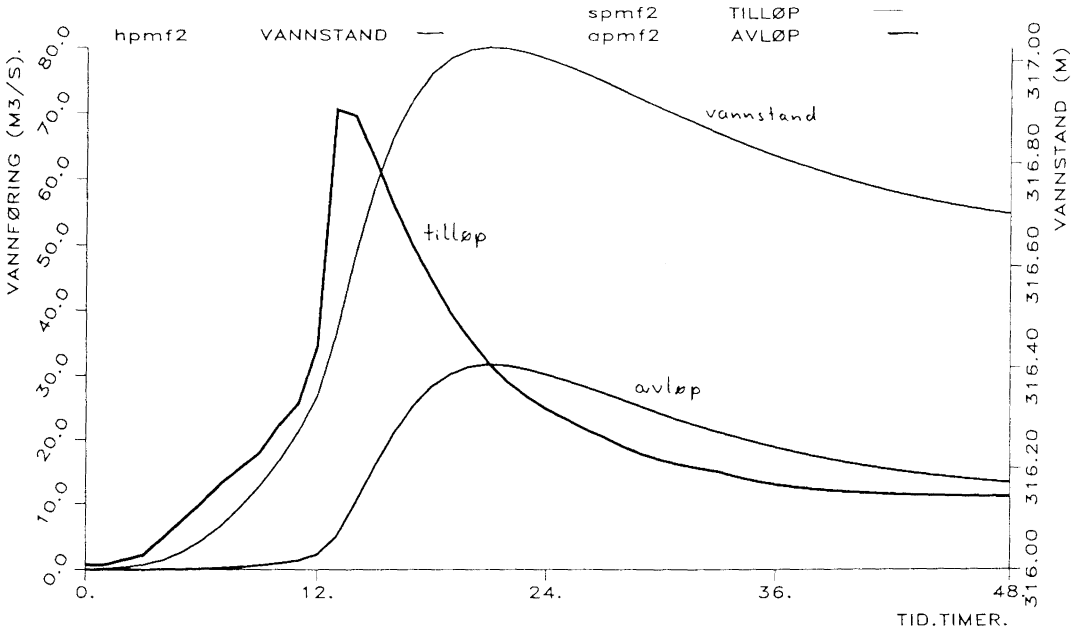
Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom til Botnavatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 14. Påregnelig

maksimal avløpsflom blir 31.6 $m^3/s$ med maksimal flomvannstand 317.03 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.03 m.




| tilløp 32spmf1 | vannstand 32hpmf1 | avløp 32apmf1 |
|---|---|---|
| 7.400 | 156.066 | 0.663 |
| 13.698 | 156.148 | 2.219 |
| 31.868 | 156.307 | 6.621 |
| 60.019 | 156.584 | 17.676 |
| 86.500 | 156.937 | 37.346 |
| 103.832 | 157.274 | 60.796 |
| 116.542 | 157.546 | 82.546 |
| 124.932 | 157.742 | 100.730 |
| 147.042 | 157.915 | 118.371 |
| 176.128 | 158.120 | 140.680 |
| 208.785 | 158.358 | 168.272 |
| 271.154 | 158.673 | 207.802 |
| 508.318 | 159.422 | 313.529 |
| 598.695 | 160.323 | 461.684 |
| 419.098 | 160.492 | 491.734 |
| 308.159 | 160.028 | 410.835 |
| 234.018 | 159.497 | 325.143 |
| 180.509 | 159.025 | 255.404 |
| 153.381 | 158.652 | 204.962 |
| 139.615 | 158.394 | 172.700 |
| 130.632 | 158.224 | 152.491 |
| 122.088 | 158.103 | 138.708 |
| 115.755 | 158.009 | 128.433 |
| 110.545 | 157.936 | 120.599 |
| 105.905 | 157.876 | 114.324 |
| 105.523 | 157.834 | 109.995 |
| 107.301 | 157.817 | 108.204 |
| 108.193 | 157.814 | 107.976 |
| 108.638 | 157.816 | 108.196 |
| 106.875 | 157.814 | 107.976 |
| 102.012 | 157.797 | 106.216 |
| 97.558 | 157.765 | 103.025 |

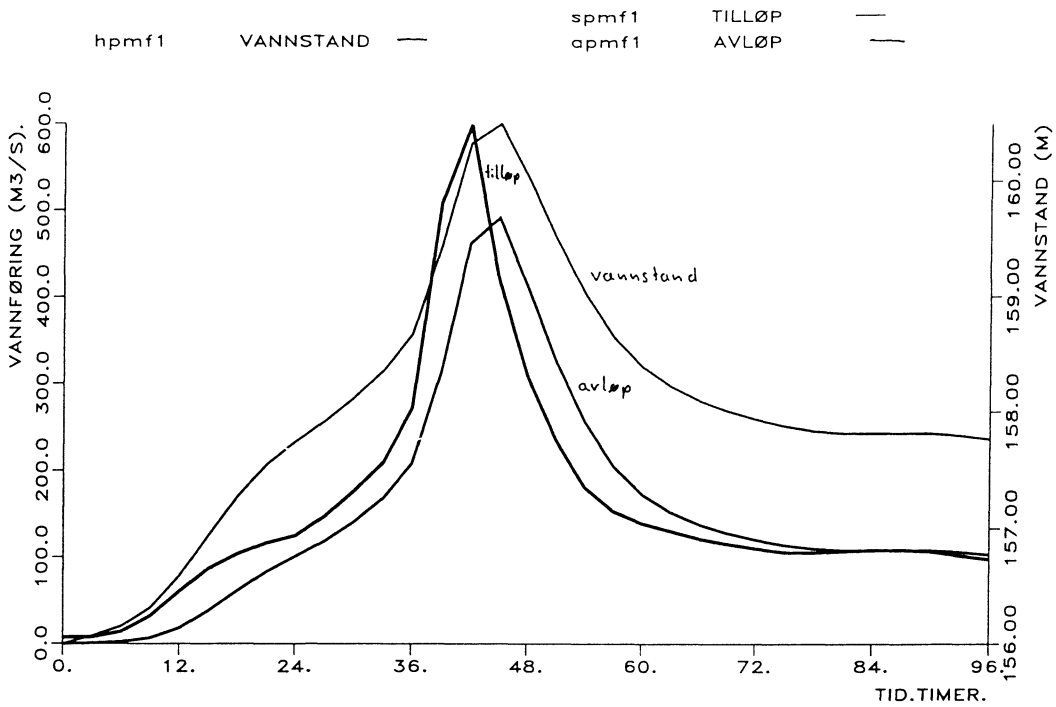
Figur 13. Påregnelig maksimal flom Gyavatn.
Tidsskritt 3 timer.




| tilløp 48spmf2 | vannstand 48hpmf2 | avløp 48apmf2 |
|---|---|---|
| 0.700 | 316.002 | 0.001 |
| 1.438 | 316.005 | 0.003 |
| 2.144 | 316.009 | 0.008 |
| 4.738 | 316.018 | 0.023 |
| 7.500 | 316.034 | 0.059 |
| 10.158 | 316.056 | 0.127 |
| 13.210 | 316.086 | 0.239 |
| 15.621 | 316.122 | 0.406 |
| 18.002 | 316.164 | 0.631 |
| 22.263 | 316.214 | 0.939 |
| 25.632 | 316.272 | 1.350 |
| 34.482 | 316.344 | 2.238 |
| 70.547 | 316.468 | 4.893 |
| 69.541 | 316.623 | 10.075 |
| 63.020 | 316.754 | 15.746 |
| 55.956 | 316.854 | 20.922 |
| 49.894 | 316.926 | 25.111 |
| 44.623 | 316.975 | 28.201 |
| 39.503 | 317.006 | 30.213 |
| 35.454 | 317.022 | 31.291 |
| 31.776 | 317.027 | 31.640 |
| 28.868 | 317.024 | 31.443 |
| 26.568 | 317.016 | 30.887 |
| 24.749 | 317.004 | 30.114 |
| 23.311 | 316.991 | 29.225 |
| 21.698 | 316.976 | 28.256 |
| 20.422 | 316.960 | 27.234 |
| 18.937 | 316.943 | 26.178 |
| 17.763 | 316.926 | 25.104 |
| 16.834 | 316.908 | 24.052 |
| 16.100 | 316.891 | 23.048 |
| 15.519 | 316.875 | 22.107 |
| 15.059 | 316.859 | 21.237 |
| 14.220 | 316.844 | 20.409 |
| 13.556 | 316.830 | 19.606 |

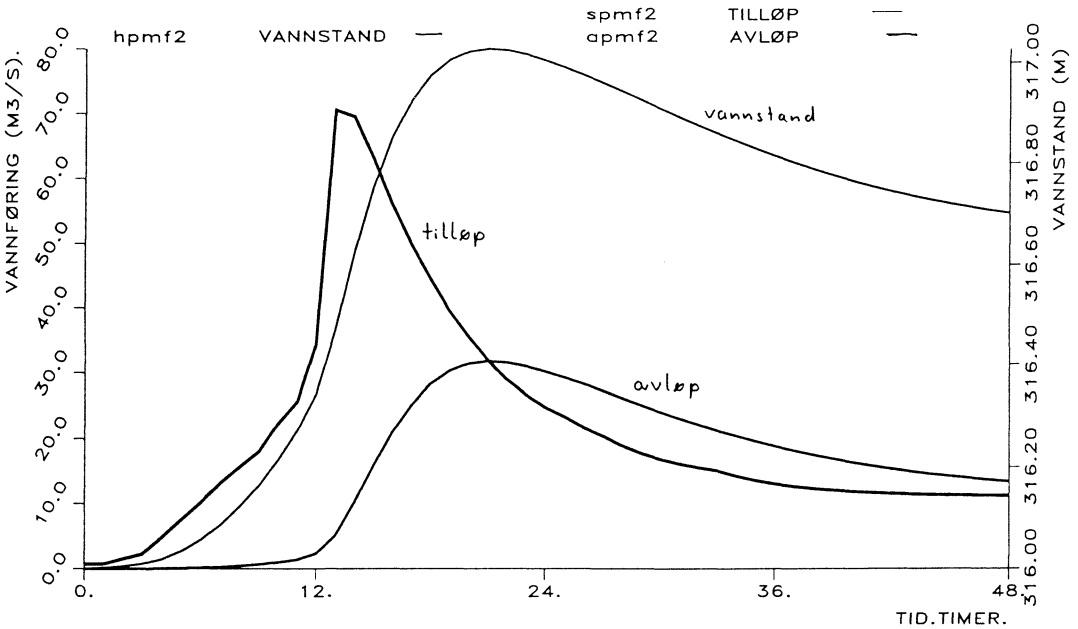
Figur 14. Påregnelig maksimal flom Botnavatn.
Tidsskritt 1 time.

maksimal avløpsflom blir 31.6 $m^3/s$ med maksimal flomvannstand 317.03 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.03 m.




| tilløp 32spmf1 | vannstand 32hpmf1 | avløp 32apmf1 |
|---|---|---|
| 7.400 | 156.066 | 0.663 |
| 13.698 | 156.148 | 2.219 |
| 31.868 | 156.307 | 6.621 |
| 60.019 | 156.584 | 17.676 |
| 86.500 | 156.937 | 37.346 |
| 103.832 | 157.274 | 60.796 |
| 116.542 | 157.546 | 82.546 |
| 124.932 | 157.742 | 100.730 |
| 147.042 | 157.915 | 118.371 |
| 176.128 | 158.120 | 140.680 |
| 208.785 | 158.358 | 168.272 |
| 271.154 | 158.673 | 207.802 |
| 508.318 | 159.422 | 313.529 |
| 598.695 | 160.323 | 461.684 |
| 419.098 | 160.492 | 491.734 |
| 308.159 | 160.028 | 410.835 |
| 234.018 | 159.497 | 325.143 |
| 180.509 | 159.025 | 255.404 |
| 153.381 | 158.652 | 204.962 |
| 139.615 | 158.394 | 172.700 |
| 130.632 | 158.224 | 152.491 |
| 122.088 | 158.103 | 138.708 |
| 115.755 | 158.009 | 128.433 |
| 110.545 | 157.936 | 120.599 |
| 105.905 | 157.876 | 114.324 |
| 105.523 | 157.834 | 109.995 |
| 107.301 | 157.817 | 108.204 |
| 108.193 | 157.814 | 107.976 |
| 108.638 | 157.816 | 108.196 |
| 106.875 | 157.814 | 107.976 |
| 102.012 | 157.797 | 106.216 |
| 97.558 | 157.765 | 103.025 |

Figur 13. Påregnelig maksimal flom Gyavatn.
Tidsskritt 3 timer.

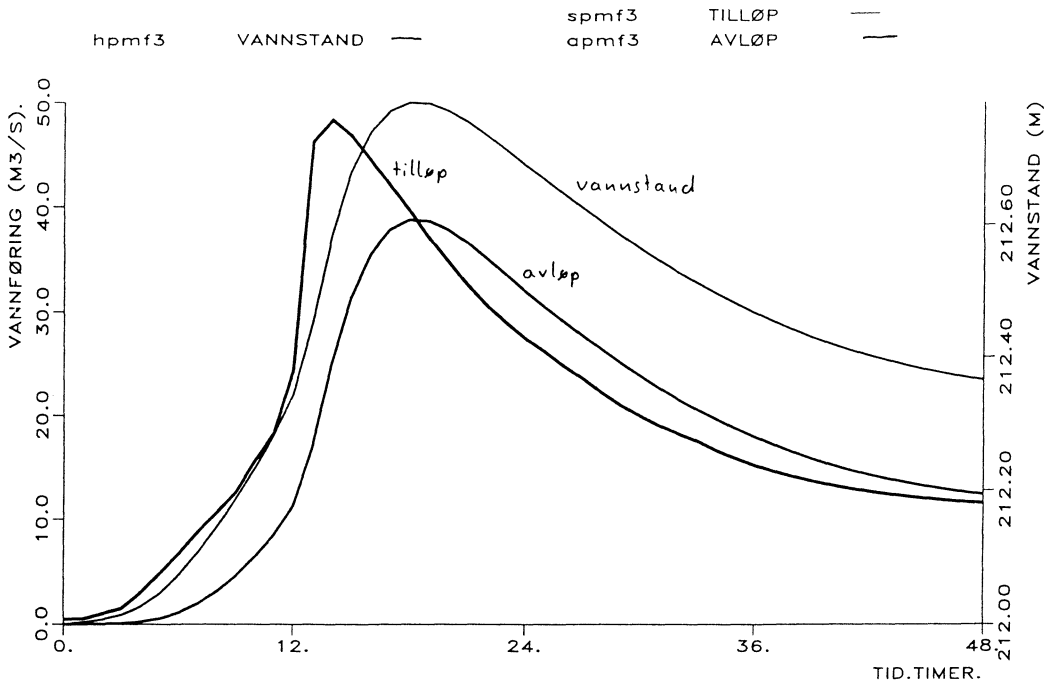



| tilløp 48spmf2 | vannstand 48hpmf2 | avløp 48apmf2 |
|---|---|---|
| 0.700 | 316.002 | 0.001 |
| 1.438 | 316.005 | 0.003 |
| 2.144 | 316.009 | 0.008 |
| 4.738 | 316.018 | 0.023 |
| 7.500 | 316.034 | 0.059 |
| 10.158 | 316.056 | 0.127 |
| 13.210 | 316.086 | 0.239 |
| 15.621 | 316.122 | 0.406 |
| 18.002 | 316.164 | 0.631 |
| 22.263 | 316.214 | 0.939 |
| 25.632 | 316.272 | 1.350 |
| 34.482 | 316.344 | 2.238 |
| 70.547 | 316.468 | 4.893 |
| 69.541 | 316.623 | 10.075 |
| 63.020 | 316.754 | 15.746 |
| 55.956 | 316.854 | 20.922 |
| 49.894 | 316.926 | 25.111 |
| 44.623 | 316.975 | 28.201 |
| 39.503 | 317.006 | 30.213 |
| 35.454 | 317.022 | 31.291 |
| 31.776 | 317.027 | 31.640 |
| 28.868 | 317.024 | 31.443 |
| 26.568 | 317.016 | 30.887 |
| 24.749 | 317.004 | 30.114 |
| 23.311 | 316.991 | 29.225 |
| 21.698 | 316.976 | 28.256 |
| 20.422 | 316.960 | 27.234 |
| 18.937 | 316.943 | 26.178 |
| 17.763 | 316.926 | 25.104 |
| 16.834 | 316.908 | 24.052 |
| 16.100 | 316.891 | 23.048 |
| 15.519 | 316.875 | 22.107 |
| 15.059 | 316.859 | 21.237 |
| 14.220 | 316.844 | 20.409 |
| 13.556 | 316.830 | 19.606 |

Figur 14. Påregnelig maksimal flom Botnavatn.
Tidsskritt 1 time.

## 6.3 Urddalsvatn

Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom til Urddalsvatn. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 15. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 38.8 $m^3/s$ med maksimal flomvannstand 212.78 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.78 m.

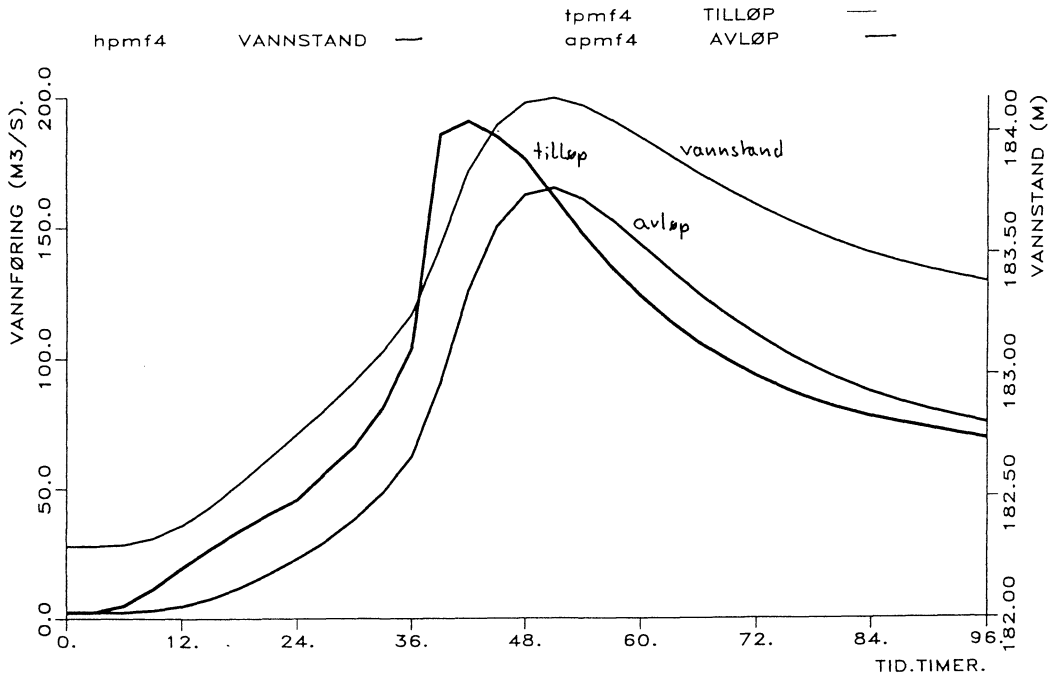



| tilløp 48spmf3 | vannstand 48hpmf3 | avløp 48apmf3 |
|---|---|---|
| 0.500 | 212.003 | 0.009 |
| 0.998 | 212.007 | 0.034 |
| 1.480 | 212.014 | 0.092 |
| 2.979 | 212.026 | 0.231 |
| 4.789 | 212.045 | 0.542 |
| 6.644 | 212.073 | 1.098 |
| 8.812 | 212.107 | 1.954 |
| 10.703 | 212.146 | 3.122 |
| 12.628 | 212.188 | 4.560 |
| 15.683 | 212.234 | 6.339 |
| 18.349 | 212.284 | 8.490 |
| 24.254 | 212.343 | 11.274 |
| 46.214 | 212.451 | 16.975 |
| 48.312 | 212.583 | 24.931 |
| 46.832 | 212.679 | 31.326 |
| 44.436 | 212.738 | 35.539 |
| 42.069 | 212.770 | 37.860 |
| 39.727 | 212.783 | 38.784 |
| 37.132 | 212.781 | 38.677 |
| 34.366 | 212.770 | 37.863 |
| 32.613 | 212.753 | 36.618 |
| 30.647 | 212.733 | 35.124 |
| 28.930 | 212.711 | 33.543 |
| 27.432 | 212.688 | 31.971 |
| 26.124 | 212.666 | 30.466 |
| 24.707 | 212.645 | 29.019 |
| 23.470 | 212.624 | 27.623 |
| 22.116 | 212.604 | 26.271 |
| 20.933 | 212.583 | 24.959 |
| 19.901 | 212.564 | 23.719 |
| 19.001 | 212.546 | 22.568 |
| 18.214 | 212.528 | 21.512 |
| 17.527 | 212.513 | 20.553 |
| 16.654 | 212.498 | 19.651 |
| 15.891 | 212.483 | 18.781 |
| 15.225 | 212.469 | 17.960 |
| 14.643 | 212.455 | 17.198 |
| 14.136 | 212.443 | 16.498 |

Figur 15. Påregnelig maksimal flom Urddalsvatn.
Tidsskritt 1 time.

## 6.4 Teksevatn

Den i avsnitt 5 simulerte flommen fordeles på delfeltene etter relativ areal på tilsvarende måte som ved dimensjonerende flom. De skalerte flommene rutes gjennom Botnavatn og Urddalsvatn og avløpsflommer beregnes. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Teksevatn består av avløpsflommene fra Botnavatn og Urddalsvatn og den skalerte flommen for lokalfeltet. Påregnelig maksimal tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 16. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 165 $m^3/s$ med maksimal flomvannstand 184.14 m o.h., dvs flomstigningen blir 1.84 m over HRV, eller 1.99 m over bjelkestengslets terskelnivå.




| tilløp 32tpmf4 | vannstand 32hpmf4 | avløp 32apmf4 |
|---|---|---|
| 2.436 | 182.301 | 2.257 |
| 4.893 | 182.307 | 2.400 |
| 11.343 | 182.332 | 3.130 |
| 19.441 | 182.385 | 4.785 |
| 27.188 | 182.463 | 7.700 |
| 33.927 | 182.557 | 11.876 |
| 40.369 | 182.657 | 17.116 |
| 45.849 | 182.757 | 23.087 |
| 56.548 | 182.862 | 30.118 |
| 66.354 | 182.977 | 38.567 |
| 81.214 | 183.102 | 48.742 |
| 104.184 | 183.254 | 62.321 |
| 186.157 | 183.529 | 90.165 |
| 191.150 | 183.840 | 126.409 |
| 185.253 | 184.028 | 150.600 |
| 176.557 | 184.119 | 162.824 |
| 162.002 | 184.138 | 165.458 |
| 147.699 | 184.106 | 161.137 |
| 135.045 | 184.047 | 153.158 |
| 124.212 | 183.976 | 143.787 |
| 114.423 | 183.902 | 134.196 |
| 106.225 | 183.829 | 124.997 |
| 99.431 | 183.760 | 116.600 |
| 93.151 | 183.696 | 109.037 |
| 87.927 | 183.638 | 102.261 |
| 83.614 | 183.585 | 96.315 |
| 80.071 | 183.538 | 91.173 |
| 77.170 | 183.497 | 86.772 |
| 74.799 | 183.462 | 83.036 |
| 72.866 | 183.432 | 79.883 |
| 70.608 | 183.405 | 77.119 |
| 68.694 | 183.380 | 74.608 |

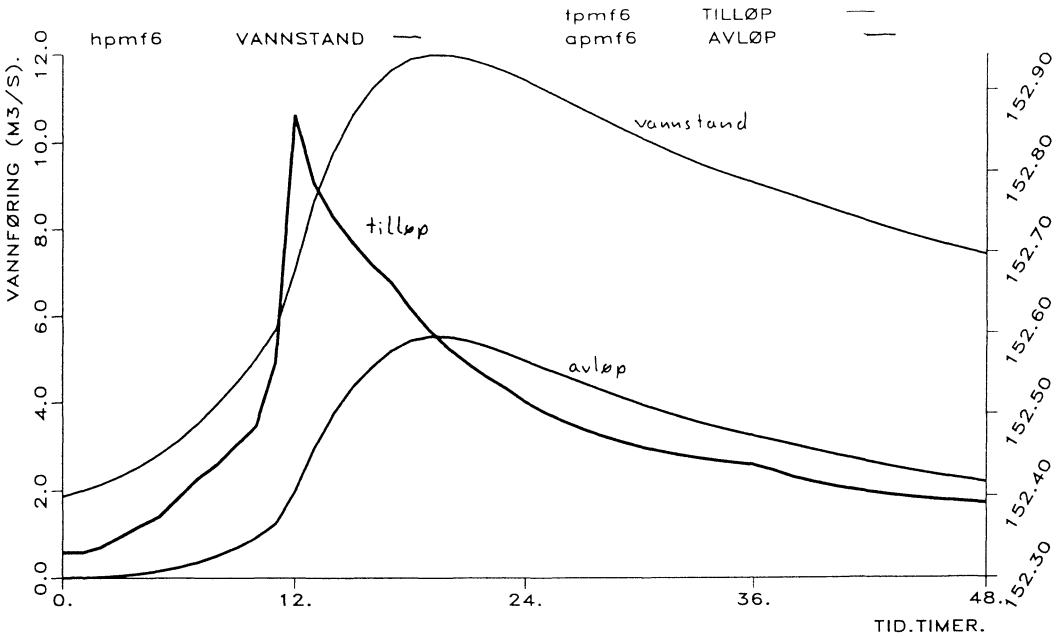
Figur 16. Påregnelig maksimal flom Teksevatn.
Tidsskritt 3 timer.

## 6.5 Migaren

Den i avsnitt 5 simulerte flommen tilsvarer påregnelig maksimal tilløpsflom til Migaren. Den rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 17. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 5.5 $m^3/s$ med maksimal flomvannstand 152.94 m o.h., dvs flomstigningen blir 0.54 m.

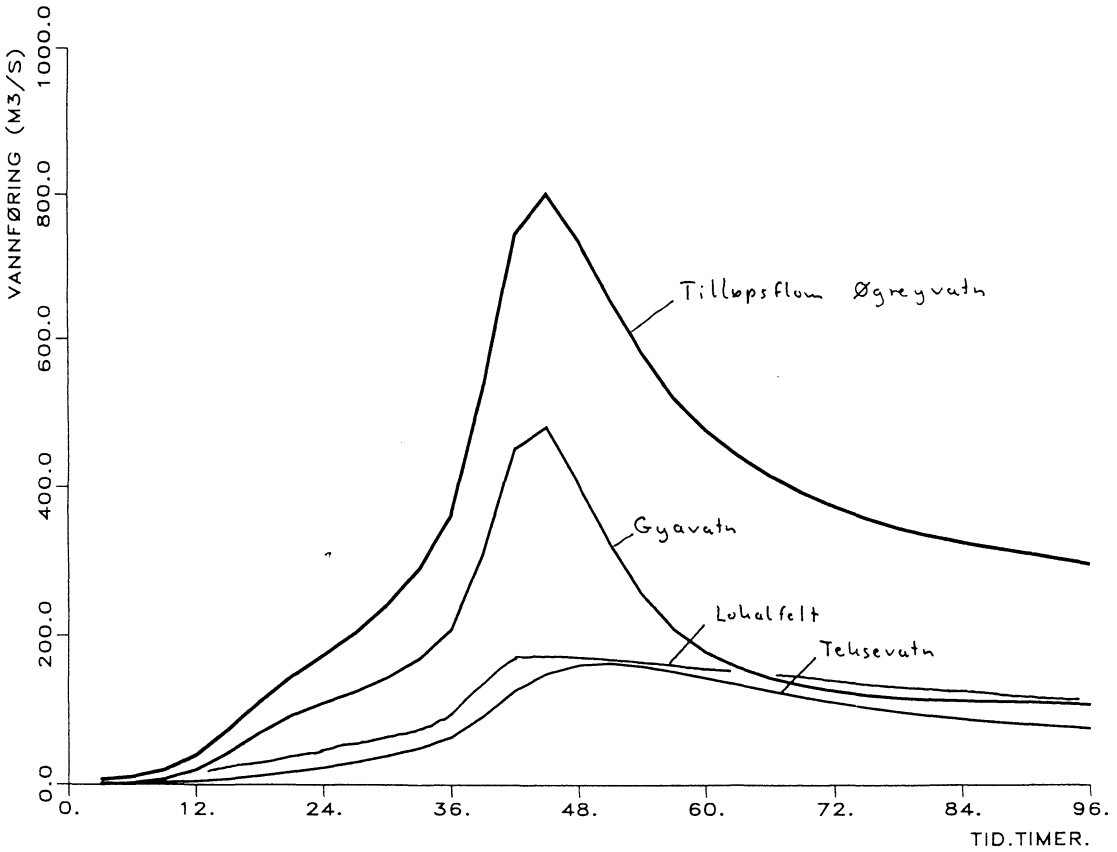
## 6.6 Øgreyvatn

Den i avsnitt 5 simulerte tilsigsflommen i Øgreyvatns felt er som ved dimensjonerende flom beregnet ved bruk av tre modeller. Simulert flom i Gyavatns felt rutes gjennom Gyavatn og avløpsflom beregnes. Simulert flom i Teksevatns felt fordeles på delfeltene, rutes gjennom Botnavatn og Urddalsvatn, summeres til en tilløpsflom til Teksevatn og rutes gjennom dette magasin. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Øgreyvatn består av avløpsflommene fra Gyavatn og Teksevatn og av simulert flom i Øgreyvatns lokalfelt, inklusive Migaren. I figur 18 er påregnelig maksimal tilløpsflom til Øgreyvatn med de forskjellige bidragene vist. Påregnelig maksimal tilløpsflom rutes gjennom magasinet og avløpsflom og flomvannstand beregnes, se figur 19. Påregnelig maksimal avløpsflom blir 762 $m^3/s$ med maksimal flomvannstand 85.83 m o.h., dvs flomstigningen blir 3.73 m.

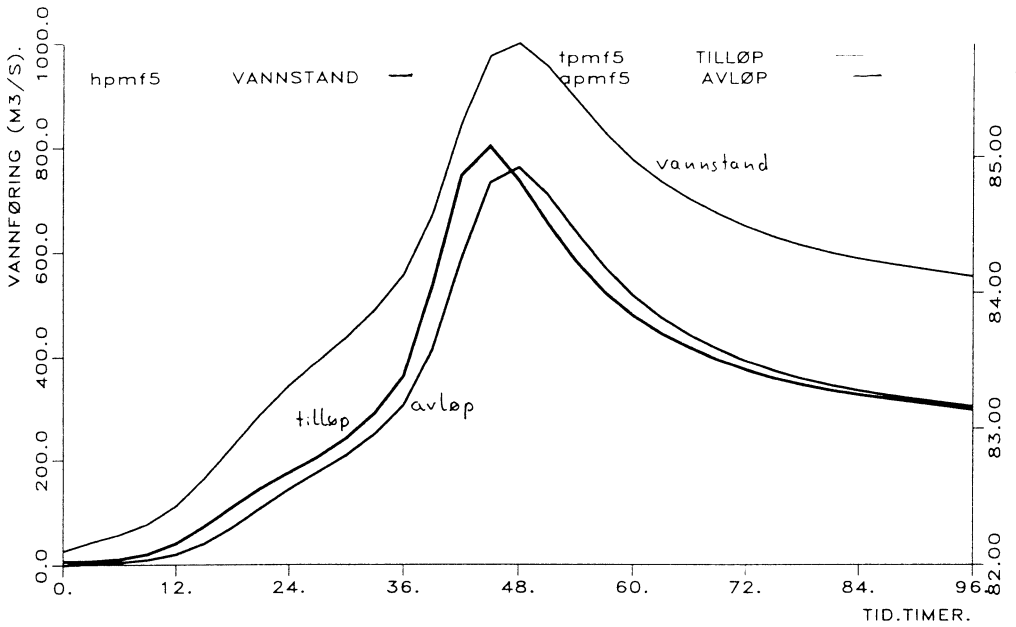



| tilløp 48tpmf6 | vannstand 48hpmf6 | avløp 48apmf6 |
|---|---|---|
| 0.584 | 152.407 | 0.008 |
| 0.717 | 152.415 | 0.025 |
| 0.955 | 152.425 | 0.052 |
| 1.201 | 152.437 | 0.095 |
| 1.412 | 152.451 | 0.156 |
| 1.836 | 152.468 | 0.241 |
| 2.282 | 152.489 | 0.361 |
| 2.614 | 152.513 | 0.515 |
| 3.060 | 152.540 | 0.706 |
| 3.472 | 152.569 | 0.936 |
| 4.928 | 152.605 | 1.256 |
| 10.651 | 152.678 | 1.974 |
| 9.090 | 152.763 | 2.957 |
| 8.292 | 152.825 | 3.738 |
| 7.703 | 152.870 | 4.351 |
| 7.194 | 152.903 | 4.813 |
| 6.782 | 152.925 | 5.199 |
| 6.186 | 152.938 | 5.444 |
| 5.671 | 152.943 | 5.537 |
| 5.254 | 152.942 | 5.523 |
| 4.896 | 152.938 | 5.437 |
| 4.588 | 152.931 | 5.304 |
| 4.324 | 152.922 | 5.144 |
| 4.016 | 152.912 | 4.962 |
| 3.777 | 152.901 | 4.789 |
| 3.572 | 152.889 | 4.621 |
| 3.395 | 152.877 | 4.452 |
| 3.243 | 152.865 | 4.285 |
| 3.112 | 152.854 | 4.124 |
| 3.000 | 152.842 | 3.970 |
| 2.904 | 152.831 | 3.825 |
| 2.820 | 152.821 | 3.689 |
| 2.749 | 152.811 | 3.563 |
| 2.688 | 152.802 | 3.446 |
| 2.635 | 152.794 | 3.339 |
| 2.589 | 152.786 | 3.240 |
| 2.469 | 152.779 | 3.144 |

Figur 17. Påregnelig maksimal flom Migaren. Tidsskritt 1 time.




Figur 18. Påregnelig maksimal tilløpsflom til Øgreyvatn med forskjellige bidrag.




| tilløp 32tpmf5 | vannstand 32hpmf5 | avløp 32apmf5 |
|---|---|---|
| 6.920 | 82.164 | 1.710 |
| 10.437 | 82.218 | 4.283 |
| 19.803 | 82.293 | 8.984 |
| 39.846 | 82.422 | 19.330 |
| 72.165 | 82.621 | 39.788 |
| 108.986 | 82.865 | 70.731 |
| 143.641 | 83.106 | 106.679 |
| 173.445 | 83.314 | 141.545 |
| 203.735 | 83.493 | 173.995 |
| 241.640 | 83.671 | 208.241 |
| 290.578 | 83.872 | 249.658 |
| 361.249 | 84.126 | 305.212 |
| 533.352 | 84.571 | 411.051 |
| 746.116 | 85.231 | 586.025 |
| 802.438 | 85.735 | 733.186 |
| 737.743 | 85.830 | 762.302 |
| 656.614 | 85.661 | 710.979 |
| 581.963 | 85.417 | 639.170 |
| 522.410 | 85.179 | 571.590 |
| 478.289 | 84.978 | 516.684 |
| 444.030 | 84.818 | 474.199 |
| 416.389 | 84.689 | 440.752 |
| 393.600 | 84.582 | 413.713 |
| 374.200 | 84.491 | 391.278 |
| 358.055 | 84.414 | 372.435 |
| 345.004 | 84.349 | 356.833 |
| 334.451 | 84.295 | 344.111 |
| 325.821 | 84.251 | 333.746 |
| 318.667 | 84.214 | 325.236 |
| 311.765 | 84.182 | 317.839 |
| 304.338 | 84.150 | 310.627 |
| 297.208 | 84.118 | 303.380 |

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

## 7. SAMMENDRAG

Resulterende avløpsflommer, flomvannstander og flomstigninger over HRV er sammenfattet i tabell 8.

Tabell 8. Resultater av flomberegning for Hellelandsvassdraget

Dimensjonerende flom

| Dam | Avløpsflom $m^3/s$ | Flomvannstand m o.h. | Flomstigning m over HRV |
|---|---|---|---|
| Gyavatn | 300 | 159.33 | 3.33 |
| Botnavatn | 14.8 | 316.74 | 0.74 |
| Urddalsvatn | 22.6 | 212.55 | 0.55 |
| Teksevatn | 90.4 | 183.53 | 1.23 |
| Migaren | 2.8 | 152.75 | 0.35 |
| Øgreyvatn | 442 | 84.70 | 2.60 |

Påregnelig maksimal flom

| Dam | Avløpsflom $m^3/s$ | Flomvannstand m o.h. | Flomstigning m over HRV |
|---|---|---|---|
| Gyavatn | 492 | 160.49 | 4.49 |
| Botnavatn | 31.6 | 317.03 | 1.03 |
| Urddalsvatn | 38.8 | 212.78 | 0.78 |
| Teksevatn | 165 | 184.14 | 1.84 |
| Migaren | 5.5 | 152.94 | 0.54 |
| Øgreyvatn | 762 | 85.83 | 3.73 |

## 8. LITTERATUR


OED/NVE:
1981: Forskrifter for dammer. Universitetsforlaget.

DNMI:
1991: Sira-Kvinavassdraget. Påregnelige ekstreme nedbørverdier. Rapport nr. 22. KLIMA.

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.

UiO:
1993: A regional flood frequency analysis of Norwegian catchments. Ole Einar Tveito, Inst. for Geofysikk, Report no.86.

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 Erdalselva (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.)