

Rapportens tittel: <i>FLOMBEREGNING FOR LYSDAMMEN, NORDRE ANKALTRUD</i>	Dato: 1986-12-22 Rapporten er: Åpen Opplag: 10
--	--

Saksbehandler/Forfatter: Bjarne Krokli Kontoret for overflatehydrologi	Ansvarlig: K. Hegge <i>K. Hegge</i>
--	--

Oppdragsgiver: VVT

Sammendrag:

Flomberegning er utført for Lysdammen, Nordre Ankaltrud, Dokka. Beregningen er utført ved å bruke flommodellen som er beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport "Hydrologisk modell for flomberegninger" [1].

Verdier for ekstrem nedbør er gitt i DNMI-rapporten "Påregnelige nedbørhøyder for Nordre Ankaltrud [2].

Under forutsetning av mettet felt ved flommens begynnelse ble resultatet av flomberegningen: (50% mettet felt i parentes).

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| - Dimensjonerende avløpsflom: | 7.2 m ³ /s | (5.3 m ³ /s) |
| - Flomstigning: | 0.69 m | (0.56 m) |
| - Påregnelig maksimal avløpsflom: | 13.5 m ³ /s | |
| - Flomstigning: | 1.05 m | |

Flomstigningen refererer seg til høyde over flomløpsterskel (HRV = 360 m).

Det forutsettes overføring konstant lik 0.7 m³/s i samtlige situasjoner.

En overløpslengde på 4 m vil ikke forøke kulminasjonshøyden på en flom med 10 års gjentaksintervall, mens 9 m overløpslengde vil forøke denne med 0.3 m³/s.

Volumet vil i alle tilfeller øke pga. overføringen.

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.

Det er Hydrologisk avdeling som utfører de fleste slike flomberegninger. Hydrologisk avdeling vil også kontrollere og godkjenne flomberegninger som er utført av andre.

Foreliggende rapport beskriver fremgangsmåten og gir resultatene av en flomberegning bestilt av VVT. Beregningen gjelder Lysdammen, Nordre Ankaltrud, Dokka.

Oslo, desember 1986



Arne Tollan
avdelingsdirektør

INNHOOLD

	Side
1. INNLEDNING	3
2. BELIGGENHET	3
3. FELTDATA	5
4. DAM	6
5. BEREGNINGSFORUTSETNINGER	6
6. NEDBØR	7
7. FLOMMODELL	9
8. BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM	11
9. BEREGNING AV PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM	13
10. SKADEFLOM	14
11. DATAUTSKRIFT	16
12. LITTERATUR	17
13. VEDLEGG: DNMI - RAPPORT	18

1. INNLEDNING

VVT ber i brev av 05.02.85 om at det blir beregnet dimensjonerende avløpsflom for Lysdammen, Nordre Ankaltrud. Det skal forutsettes at dammen har nåværende utforming og at overføringsorganene fra nabofeltene er i funksjon.

2. BELIGGENHET

Feltet er avmerket på kart i figur 1. Feltgrensene til Lysdammens nedbørfelt er vist i figur 2.

Figur 3 viser reguleringsystemet.

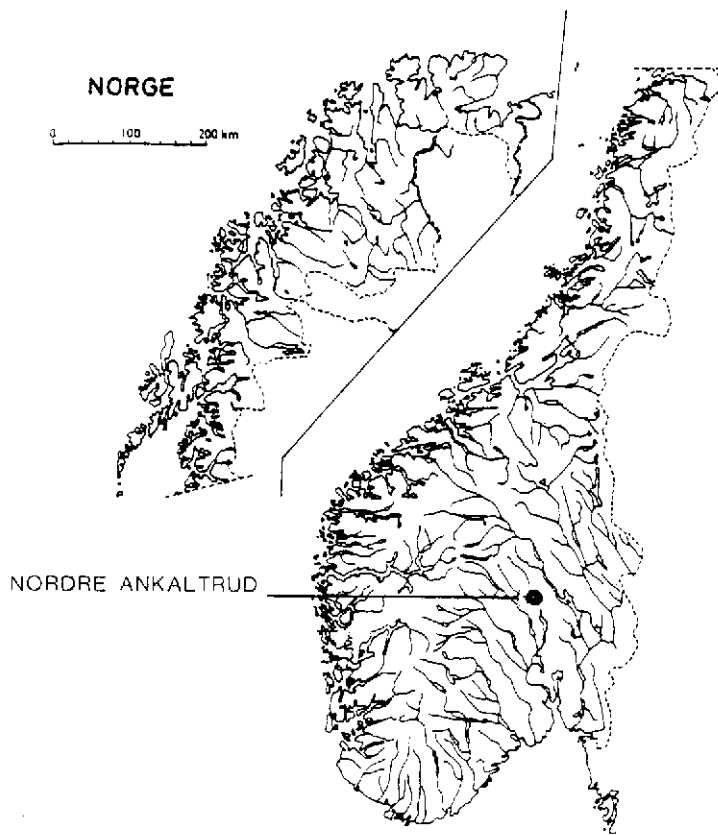


Fig. 1. Feltets beliggenhet.

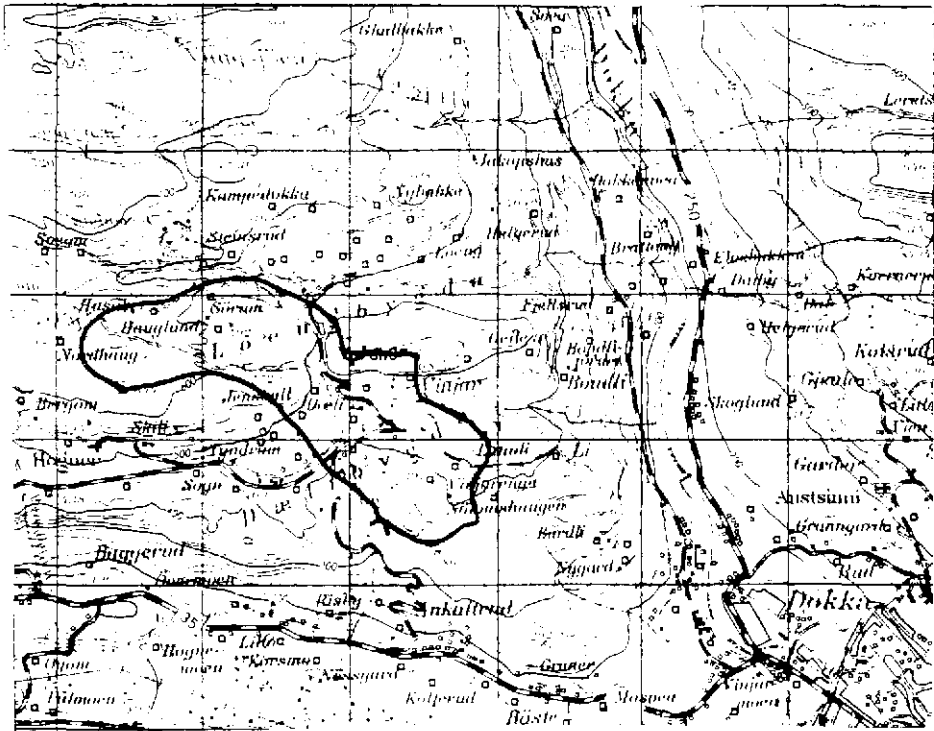


Fig. 2. Feltgrenser.

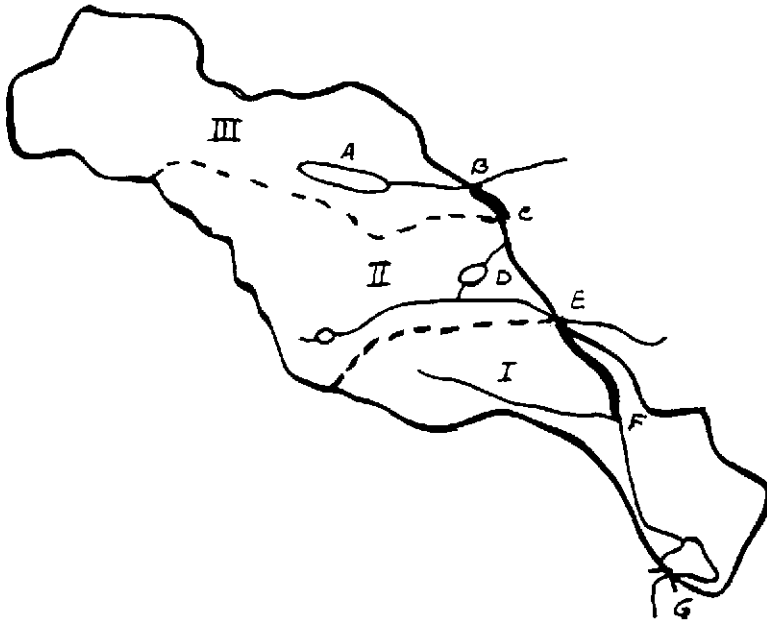


Fig. 3. Reguleringsystemet.

3. FELTDATA

Lysdammens nedbørfelt er planimetrert til 2.07 km². I figur 3, er feltet merket med I.

Feltet grenser til felt merket II. Dette feltet grenser igjen til felt merket III.

Tilsammen utgjør de tre feltene 6.55 km². I Karlsåa ca 450 m nedenfor Langdamtjern (A) er det bygd en vannfordeler. Den har et treoverløp mot øst (Karlsåa) og en bunntappeluke i tre i øvre ende av en kunstig kanal (B-C) for overføring av vann til Lysdammen via Steinsrudtjern (D). Kanalens lengde er 700 m og Nordre Ankaltrud har rett til å overføre en vannmengde som gir full kanal, dvs. minst 200 l/s.

Steinsrudtjernet er regulert 1.00 m som tilsvarer 10 000 m³. Rettighetene tilhører Nordre Ankaltrud. Herfra følger vannet naturlig vei til Steinsrudsaga (E) hvor et nytt reguleringsanlegg fører vannet i en kunstig kanal (E-F) mot Lysdammen G.

Den nåværende vannfordeler ved Steinsrudsaga (meget dårlig forfatning) har en trerenne med tverrsnitt 0.16 m² som leder vannet over i en gravd kanal med tverrsnitt 0.60 m². Med nåværende utforming er det trerennen som begrenser overføringskapasiteten.

For kanalen er overføringskapasiteten beregnet til:

$$V = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} = 25 \cdot 0.3^{2/3} \cdot 0.07^{1/2} \sim 3.0 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.6 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ m/s} = 1.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

For trerennen tilsvarende:

$$V = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} = 60 \cdot 0.13^{2/3} \cdot 0.07^{1/2} \sim 4.1 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.16 \text{ m}^2 \cdot 4.1 \text{ m/s} = 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Normalt spesifikt avløp settes til 18 l/s km².

4. DAM

Lysdammen er 136 m lang og nåværende overløp er 2.15 m • 0.25 m (L • H). VVT har imidlertid bedt om at det i beregningene blir regnet med overløp 9 m • 1.3 m (L • H), og med $C_o = 1.4$. Overløpsformelen blir derfor:

$$Q = C_o L \cdot H_o^{1.5} = 1.4 \cdot 9 \cdot H_o^{1.5} = 12.6 H_o^{1.5}$$

Da HRV = 360.00 gir dette en vannføringskurver:

$$Q = 12.6 (H-360)^{1.5}$$

Den lineære magasinkurven er bestemt av punktene:

$$(200\ 000\ m^3, 360.00\ m) \text{ og } (250\ 000\ m^3, 361.00\ m).$$

5. I følge "Forskrifter for dammer" [3] legges det til grunn for flomberegningene:

1. Overføring fra nabofelt er konstant lik $0.7\ m^3/s$.
2. Dammen har ingen tappeorganer.
3. Vannstanden ved flommens begynnelse settes til HRV = 360 m. Totalavløpet fra feltet + overføring må derfor i flomperioden avledes over flømterskel.

6. NEDBØR

Det norske meteorologiske institutt har i rapporten "Påregnelige ekstreme nedbørverdier for Nordre Ankaltrud" beregnet års- og sesongverdier for nedbørfeltet.

Dersom en baserer seg på sommermånedene juni, juli og august får en følgende påregnelig nedbørverdier:

Antall timer	6	12	24	48	72
<hr/>					
Nedbørtall					
n timer/24 timer	0.67	0.82	1.00	1.21	1.36
M10	40	50	60	73	82
M1000	87	107	130	157	177
PMP	168	205	250	303	340

I denne sesongen vil det ikke være snøsmelting i feltet.

Da feltet bare er ca 2 km² er det ikke nødvendig med arealreduksjon.

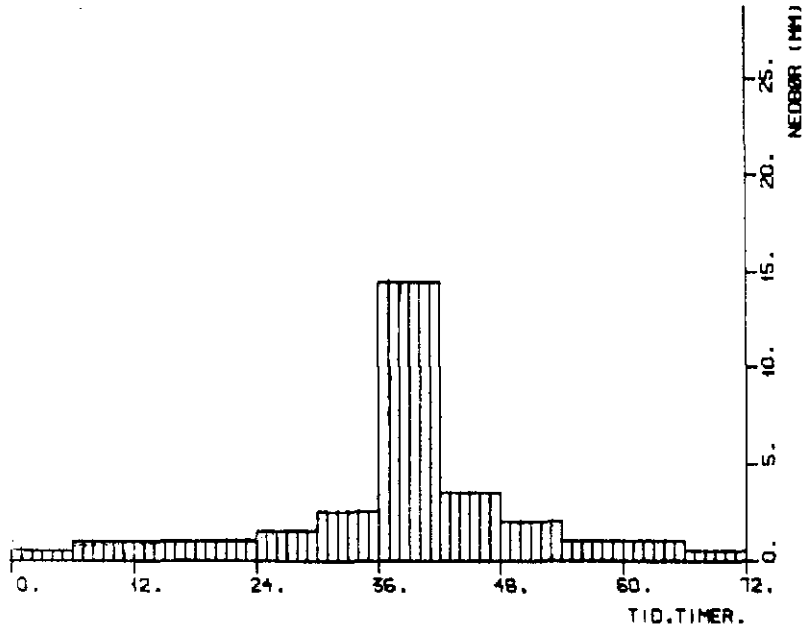


Fig. 4. Sommernedbør med 1000-års gjentakintervall (timeverdier).

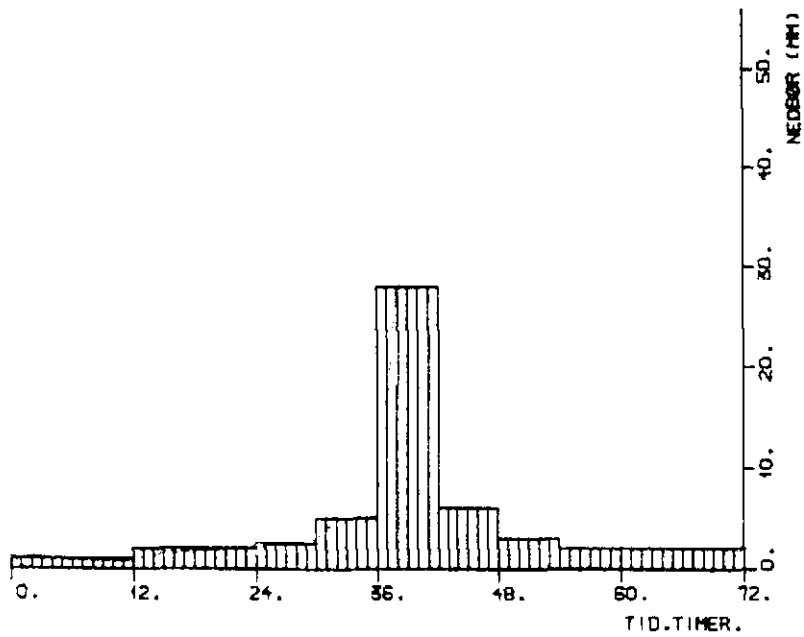


Fig. 5. Påregnelig maksimal sommernedbør (timeverdier).

7. FLOMMODELL

Det foreligger ikke avløpsdata fra feltet. En har derfor valgt å bruke flommodellen ved Hydrologisk avdeling til å beregne tilløpsflommer (både Q_{1000} og PMF).

Modellen ble kalibrert ved å bruke regresjonsligninger som bestemmer modellens avløpsparametre ut fra feltparametrene. Resultatet av kalibreringen:

Øvre tømmekonstant:	$K_1 = 0.312 \text{ time}^{-1}$
Nedre tømmekonstant:	$K_2 = 0.060 \text{ time}^{-1}$
Terskelverdi:	$T = 4.9 \text{ mm}$

Etter kalibreringen ble det simulert en tilløpsflom med 1000 års gjentaksintervall både ved 100% og 50% mettet felt ved start.

Resultatet ble en flom med kulminasjonsverdi på $7.25 \text{ m}^3/\text{s}$. ($5.35 \text{ m}^3/\text{s}$). Dersom denne flommen midles over ett døgn rundt kulminasjonstidspunktet, får en et døgnmiddel:

$$Q_{1000} = 3.15 \text{ m}^3/\text{s} \text{ eller } 1500 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \text{ (} 2.25 \text{ m}^3/\text{s} \text{ eller } 1070 \text{ l/s km}^2 \text{) (se figur 6).}$$

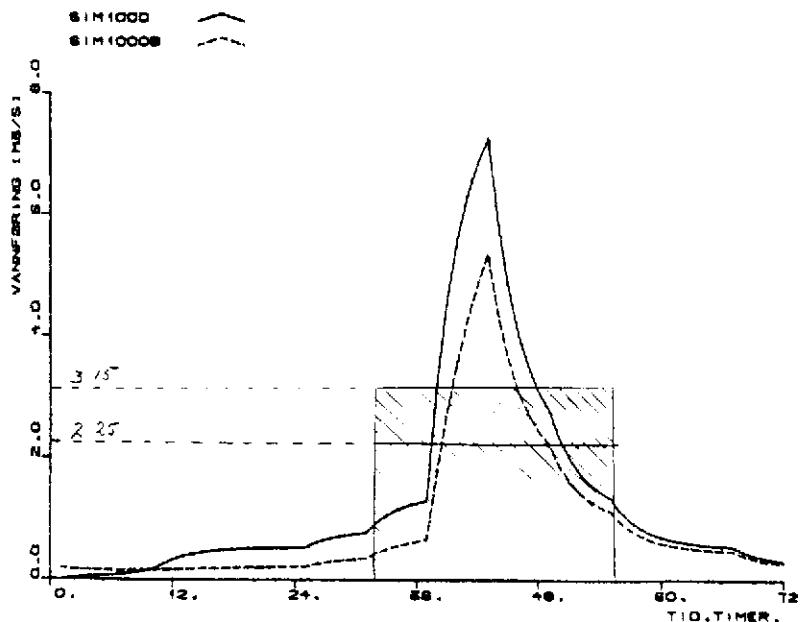


Fig. 6. Simulert tilløpsflom med 1000 års gjentaksintervall. Skravert: Midlet over 1 døgn. Stiplet: 50% mettet felt ved flommens begynnelse.

Som sammenligningsgrunnlag ble Q_{1000} beregnet ut fra vårflomformel i "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag" [4]. Da feltet bare er ca 2 km^2 er en egentlig utenfor formelens gyldighetsområde og en må ikke tillegge verdien for stor vekt. Resultatet ble:

$$Q_M = 0.75 \text{ m}^3/\text{s} \text{ og}$$

$$Q_{1000} = 3.2 \cdot Q_M = 2.4 \text{ m}^3/\text{s} \text{ eller } 1150 \text{ l/s km}^2.$$

Det ble også gjort flomfrekvensanalyse på døgnmidler i feltet 1141-0 Sagstubecken, Mosseelv. Dette er et felt på 3.17 km^2 med målinger fra 1951-1972.

Midlet av de to fordelingene som gav best tilpassing (se figur 7) er $Q_{1000} = 3.7 \text{ m}^3/\text{s}$. Skalert til størrelsen for Lysdammens felt tilsvare det en flom på $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Hvis en tar i betraktning at parameteren "Maks høydeforskjell i feltet" er 14-15 ganger større for Lysdammens felt enn for Sagstubecken, så er det ikke urimelig med et døgnmiddel på ca $3 \text{ m}^3/\text{s}$ rundt kulminasjonsverdien for Lysdammens felt.

Da feltet er lite og en har valgt sommermånedene som sesong, kan den flomutløsende nedbøren tenkes å ha kommet i forbindelse med bygevær. Sannsynligheten for at feltet ikke er mettet ved flommens begynnelse er da større. En har derfor beregnet Q_{1000} både med 100% og 50% metningstilstand ved begynnelsen av dimensjonerende flom selv om det i NVE's publikasjon "Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer" [5] blir uttrykt at en skal regne med mettet felt.

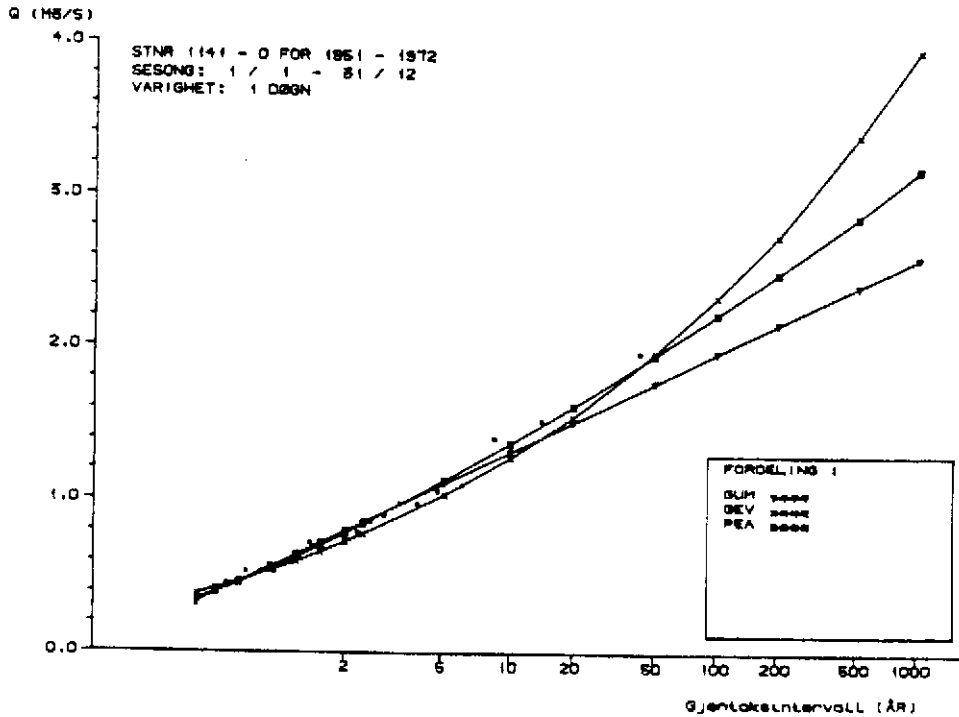


Fig. 7. Frekvensplott for felt 1141-0.

8. BEREGNING AV DIMENSJONERENDE FLOM

Flommodellen tilføres det valgte nedbørforløp (M1000) og tilløpsflommen finnes. Deretter rutes tilløpsflommen gjennom magasinet og avløpsflom og flomstigning beregnes. Det blir her antatt at startvannstand er HRV og at det er konstant overføring fra nabofelt på $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$. Beregningene blir gjennomført med tidsskritt på 1 time. Diagram over tilløps- og avløpsflom og over flomvannstander er vist i figur 8 (starttilstand 100% mettet felt) og figur 9 (Startilstand 50% mettet felt).

Resultat av beregningene: (50% mettet felt i parentes).

Dimensjonerende avløpsflom	$Q_{\text{Dim}} = 7.2 \text{ m}^3/\text{s}$	($5.3 \text{ m}^3/\text{s}$)
Flomstigning over HRV	$H_{\text{max}} = 0.69 \text{ m}$	(0.56 m)
Dvs.	DFV = 360.69 m	(360.56 m)

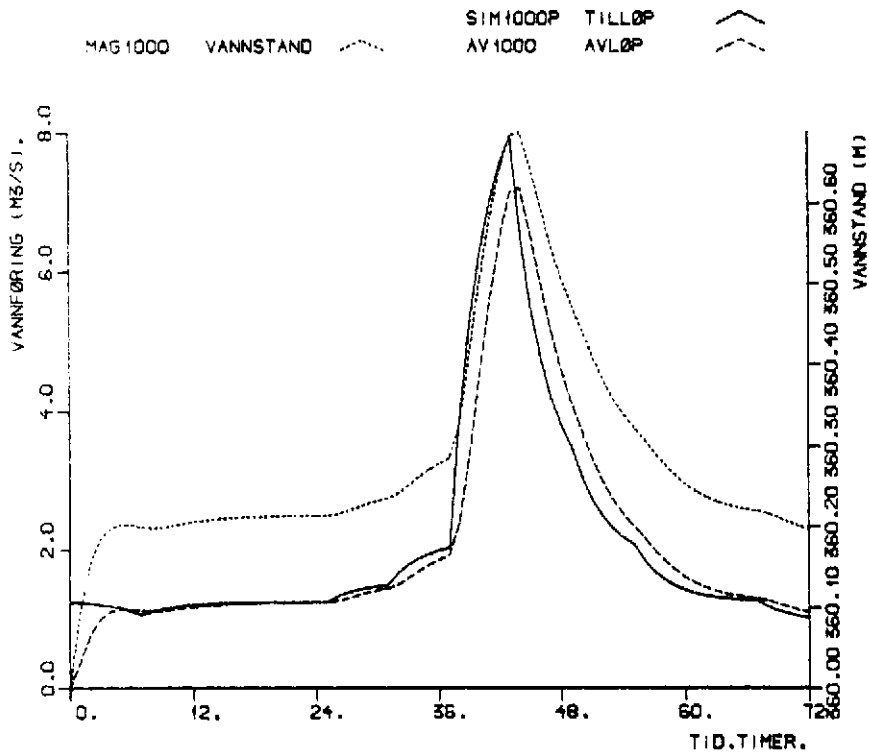


Fig. 8. Dimensjonerende flom (Startilstand 100% mettet felt).

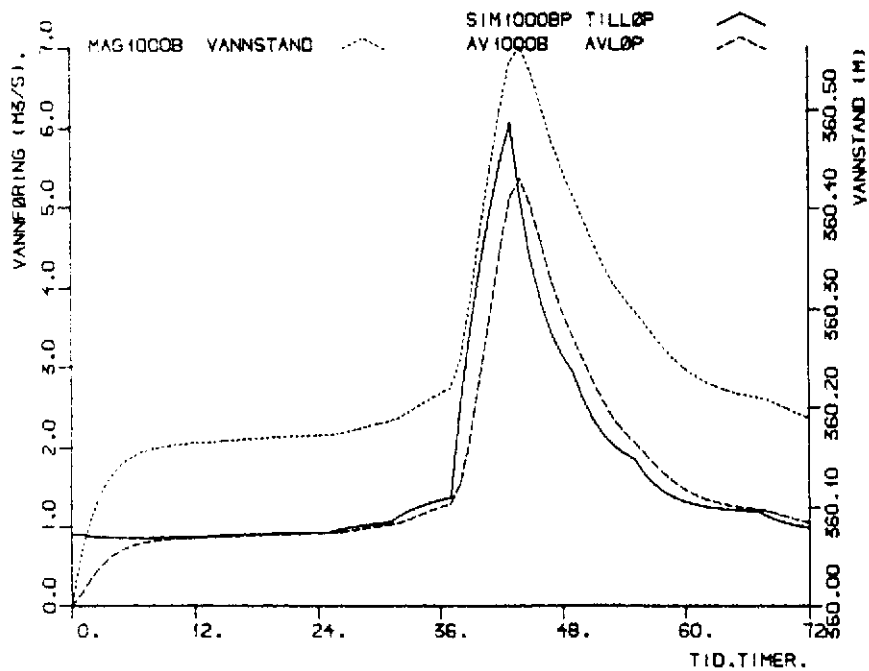


Fig. 9. Dimensjonerende flom (Startilstand 50% mettet felt).

9. BEREGNING AV PÅREGNELIG MAKSIMAL FLOM

Flommodellen tilføres påregnelig maksimal nedbør (PMP). Tilsigsflommen beregnes. Denne tillegges overføring på $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$. Total tilsigsflom rutes gjennom magasinet og påregnelig maksimal avløpsflom (PMF) og tilhørende flomvannstand beregnes.

Diagram over tilløps- og avløpsflom og over flomvannstander er vist i figur 10.

Resultatet av beregningen:

Påregnelig maksimal avløpsflom:	PMF = $13.5 \text{ m}^3/\text{s}$
Flomstigning over HRV:	$H_{\text{max}} = 1.05 \text{ m}$
dvs.	MFV = 361.05 m

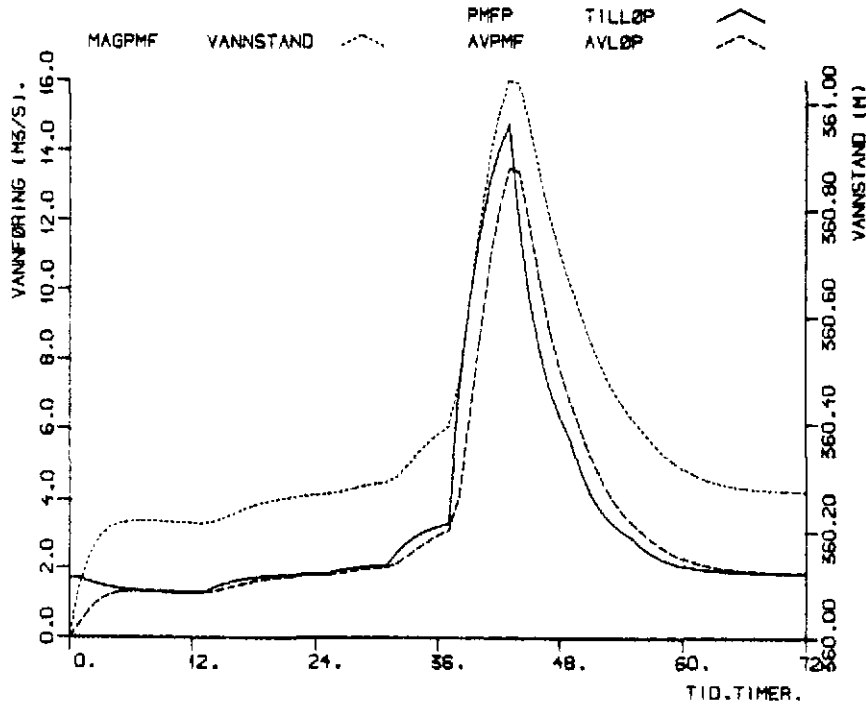


Fig. 10. Påregnelig maksimal flom.

10. SKADEFLOM

I "Forskrifter for dammer" blir det slått fast at flommer med større sannsynlighet for å inntreffe enn ekstreme flommer må ikke få øke til et nivå over det som kan aksepteres pga. regulering.

I dette feltet, som uten regulering ikke har sjøareal og hvor det i tillegg er overføring fra nabofeltet, vil det ikke være mulig å unngå at volumet av avløpsflommene øker, men flomtoppen kan holdes på det naturlig nivå med å regulere overløpets lengde.

Som flom "med større sannsynlighet for å inntreffe" er det vanlig praksis ved Vassdragsdirektoratet å regne med en tilløpsflom med gjentaksintervall 10 år. Den naturlige tilsigsflommen med gjentaksintervall 10 år ble simulert i flommodellen ved å legge på nedbør med samme gjentaksintervall. Da magasinet i sin helhet er dannet av dammen vil naturlig tilsigsflom være lik naturlig avløpsflom.

Tilsigsflommen er så tillagt overføring $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ og rutet gjennom magasinet med overløpslengde 9 m og 4 m (figur 11 og figur 12). En antar HRV ved flommens begynnelse. Med 9 m overløpslengde er avløpsflommen $3.6 \text{ m}^3/\text{s}$ og ved 4 m overløpslengde nede i $3.3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Naturlig avløpsflom ville ha vært $3.3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Konklusjon:

Med 9 m overløpslengde vil flom med gjentaksintervall 10 år forøkes med $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$, mens 4 m overløpslengde ikke vil øke kulminasjonsverdien.

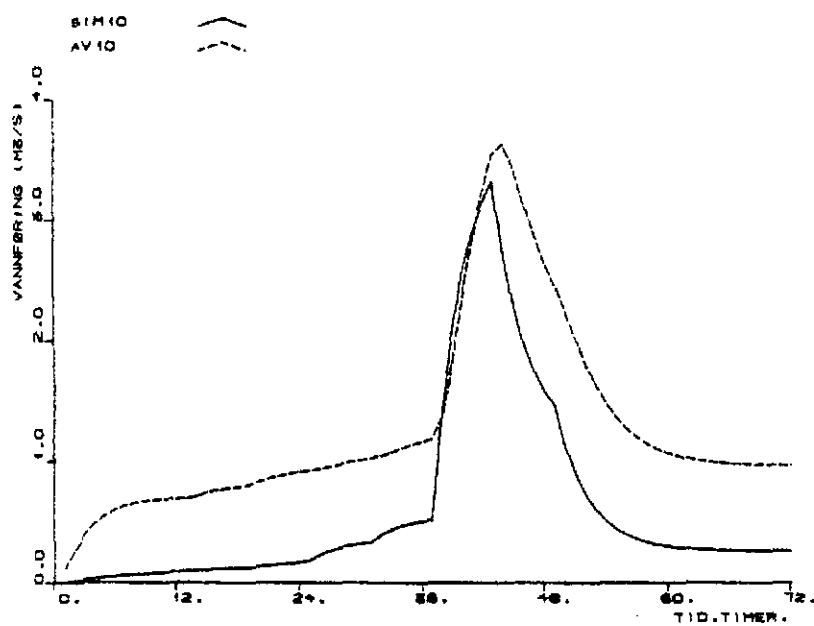


Fig. 11. Naturlig flom med gjentaksintervall 10 år (hel strek) og flom etter regulering (stiplet). Overløpslengden er 9 m.

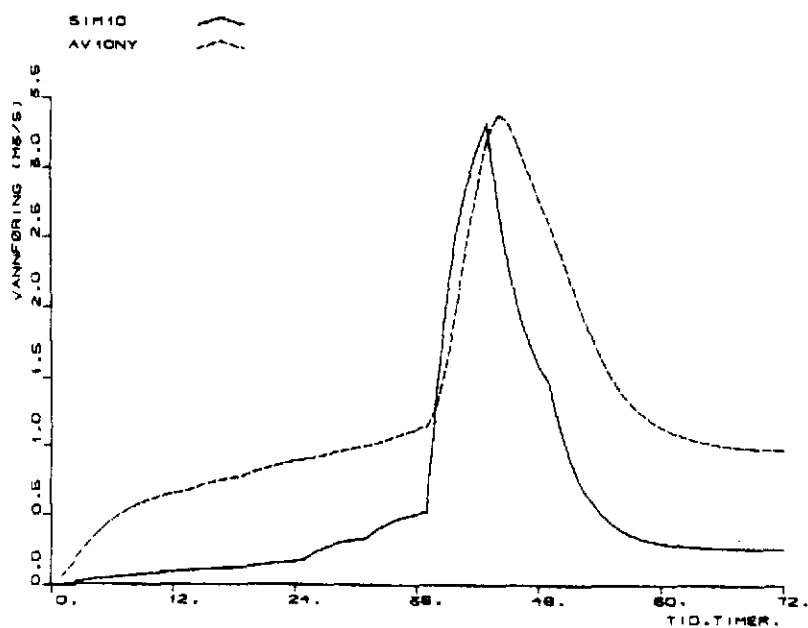


Fig. 12. Naturlig flom med gjentaksintervall 10 år (hel strek) og flom etter regulering (stiplet). Overløpslengden er 4 m.

11. DATAUTSKRIFT (TIMEVERDIER)

Dimensjonerende tilløpsflom (m ³ /s)	DFV (m)	Dimensjonerende avløpsflom (m ³ /s)
1.781	360.271	1.774
1.870	360.278	1.851
1.935	360.285	1.913
1.983	360.328	2.363
2.017	360.415	3.374
3.905	360.506	4.532
5.283	360.582	5.596
6.289	360.641	6.470
7.024	360.685	7.146
7.560	360.688	7.197
7.952	360.648	6.573
6.531	360.597	5.817
5.493	360.549	5.128
4.735	360.508	4.557
4.182	360.474	4.106
3.779	360.442	3.700
3.484	360.410	3.311
3.036	360.382	2.978
2.709	360.359	2.708
2.470	360.340	2.496

Påregnelig maksimal tilløpsflom (m ³ /s)	MFV (m)	Påregnelig maksimal avløpsflom (m ³ /s)
2.758	360.365	2.784
2.971	360.381	2.965
3.127	360.394	3.111
3.241	360.471	4.068
3.324	360.622	6.179
6.954	360.770	8.514
9.604	360.890	10.579
11.539	360.980	12.220
12.952	361.045	13.457
13.983	361.040	13.368
14.737	360.963	11.903
11.872	360.873	10.270
9.781	360.790	8.845
8.254	360.720	7.700
7.139	360.664	6.812
6.325	360.611	6.015
5.731	360.557	5.245
4.832	360.510	4.592
4.175	360.471	4.069
3.696	360.439	3.662

12. LITTERATUR

[1] Andersen, J. m.fl.:

1983: Hydrologisk modell for flomberegninger.

[2] Førland, E.:

1986: Påregnelige ekstreme nedbørhøyder for Nordre Ankaltrud. Rapport nr 56/86. Klima DNMI.

[3] OED/NVE:

1981: Forskrifter for dammer. Universitetsforlaget.

[4] Bo Wingård m.fl.:

1978: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport nr 2/78. Hydrologisk avdeling.

[5] NVE/V-informasjon nr 1:

1986: Beregning av dimensjonerende og påregnelig maksimal flom. Retningslinjer.

VEDLEGG

1. Metode og definisjoner.

Beskrivelse av fremgangsmåten og bakgrunnsdata for beregningene er gitt i < 1 > og < 2 >.

I denne rapporten blir følgende forkortelser og definisjoner brukt :

Tabell 1. Forkortelser og definisjoner. (Alle nedbørverdier er i mm)

PN	: Normal årlig nedbørshøyde i perioden 1931 - 1960.
MT	: Nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentakelsestid en gang i løpet av T år.
M5	: Nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentakelsestid en gang i løpet av 5 år.
M100	: Nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentakelsestid en gang i løpet av 100 år.
M1000	: Nedbørverdi med gjennomsnittlig gjentakelsestid en gang i løpet av 1000 år.
PMP	: Påregnelig maksimal nedbørverdi.

2. Feltbeskrivelse og datagrunnlag.

Flomberegninger (se bestilling fra NVE ved førstehydrolog B.Krokli. av 16/10-86 , Appendix A) skal utføres for nedbørfeltet til Nordre Ankaltrud ,

Dokka . Nedbørfeltet er på 2,1 km² .

Det norske meteorologiske institutt (DNMI) har ingen målestasjoner for nedbør i selve nedbørfeltet (se fig.1a) .

Endel data for nærliggende målestasjoner for nedbør er gitt i tab.2 .

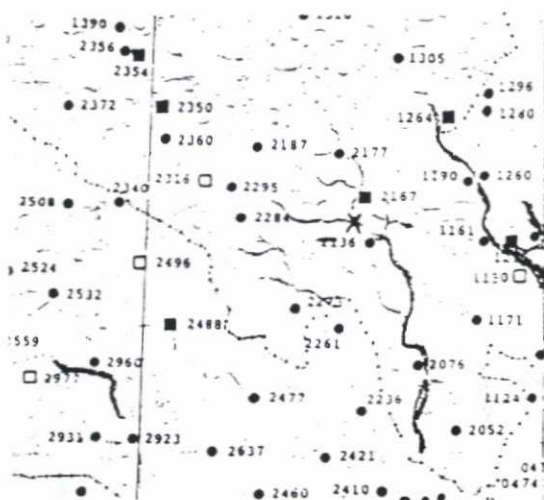


Fig. 1a.

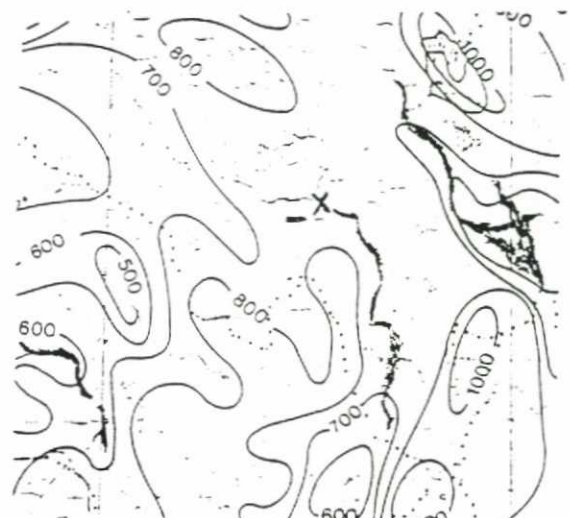


Fig. 1b.

Fig. 1a : Nedbørstasjoner og fig. 1b : Normal årsnedbør (mm) i området rundt Nordre Ankaltrud .

VEDLEGG

Nedbørfelt : NORDRE ANKALTRUD (Oppland)

1). Normal årsnedbør (basert på verdier fra normalkart): PN ~ 785 mm

2). M5(24t) / PN ~ 6.9 % ==> M5(24t) ~ 54 mm

3). Påregnelige 24 timers nedbørverdier :

	AR	SOMMER (J,J,A)	HØST (SOND)	VINTER (J,F,M)	VAR (A,M)	(A,M,J)
M5(årstid)/M5(år)	1.00	0.92	0.80	0.35	0.55	0.76
M5 (mm)	54	50	43	19	30	41
M100 (mm)	90	85	75	35	55	70
M1000 (mm)	135	130	115	60	85	110
PMP (mm)	250	240→250	220	130	175	215

4). Påregnelige n-timers nedbørverdier

4.1) Årsverdier

Antall timer (n)	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall n timer / 24 timer	0.67	0.82	1.00	1.21	1.36	1.50	1.64	1.77
M100 (mm)	60	75	90	110	120	135	150	160
M1000 (mm)	90	110	135	165	185	200	220	240
PMP (mm)	165	205	250	300	340	375	410	440

4.2) Årstidsverdier : VINTER (JANUAR - MARS)

Antall timer (n)	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall n timer / 24 timer	0.67	0.82	1.00	1.21	1.36	1.50	1.64	1.77
M100 (mm)	25	30	35	40	45	50	55	60
M1000 (mm)	40	50	60	70	80	90	100	105
PMP (mm)	85	105	130	155	175	195	215	230

5). Justering fra punkt til areal-verdi.

De gitte verdier gir punktnedbør for et fiktivt "representativt" punkt i feltet . Grovestimat av arealnedbør for felt på ca 2,1 km² fåes ved å multiplisere punktverdiene med en "arealreduksjonsfaktor" ARF :

Antall timer	6	12	24	48	72	96	120	144
ARF(2,1 km ²)	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

6). Nærmeste målestasjon : 2136 Odnes (PN= 715 mm)

7). Maksimal observert døgnnedbør i området : 88 mm (målt ved 2136 Odnes 17/6 -1935) .

8). Kommentarer

Det må presiseres at de gitte verdier for MT og PMF er basert på et relativt sparsomt datagrunnlag . Verdiene må derfor bare betraktes som grovestimat .