



NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

VASSDRAGSDIREKTORATET

HYDROLOGISK AVDELING

FLOMBEREGNING FOR VINKELFALLET

OPPDRAKSRAPPORT

5 - 89

**NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK**

OPPDRAKSRAPPORT

5-89

Rapportens tittel: <i>FLOMBEREGNING FOR VINKELFALLET</i>	Dato: 1989-04-20 Rapporten er: Åpen Opplag: 10
---	--

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

Oppdragsgiver: <i>MIDT-GUDBRANDSDAL ENERGIVERK</i>

Sammendrag:

Flomberegning er utført for dam Vinkelfallet.

Beregningene er utført ved å bruke flommodellen som er beskrevet i Hydrologisk avdelings rapport "Hydrologisk modell for flomberegninger" (1).

Verdier for ekstrem nedbør er utarbeidet etter DNMI-rapportene "Påregnelige ekstreme nedbørverdier" og "Beregning av ekstrem nedbør" (2).

Resultatet av flomberegningen ble:

Dim. avløps- flom (m ³ /s)	Flom- stigning (m)	Påregnelig maks. avløpsflom (m ³ /s)	Flom- stigning (m)
220	1.69	545	3.10

Flomstigningen refererer seg til HRV ved dammen.

FORORD

"Forskrifter for dammer" (3) 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 framgangsmåten og gir resultatene av en flomberegning bestilt av Midt-Gudbrandsdal Energiverk A/S. Beregningen gjelder dam Vinkelfallet.

Oslo, april 1989



Arne Tollan

avdelingsdirektør

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	3
2. BELIGGENHET	3
3. BEREGNINGSFORUTSETNINGER	3
4. VINKELFALLET NEDBØRFELT	4
4.1 Felldata	4
4.2 Dam Vinkelfallet	5
4.3 Nedbør	5
4.4 Kalibrering av flommodell	5
4.5 Routing gjennom magasinet	6
5. VURDERING	6
5.1 Vurdering av modellen	6
5.2 Vurderinger av flomvannstander gjort ved NHL	10
6. LITTERATUR	10
7. APPENDIKS	11

1. INNLEDNING

I brev av 20.03.88 blir VH bedt om å beregne dimensjonerende avløpsflom og påregnelig maksimal avløpsflom med tilhørende flomvannstander for dam Vinkelfallet i Våla elv ved Ringeby. Oppdragsgiver er Midt-Gudbrandsdal Energiverk A/S.

Arbeidet ble påbegynt i mai 1988, men på grunn av spesielle arbeidsoppgaver ved avdelingen har det ikke vært mulig å gjøre arbeidet ferdig før nå.

2. BELIGGENHET

Våla er en sideelv til Lågen. Feltet er avmerket på kart i figur 1. Grensene til nedbørfelt er avmerket.

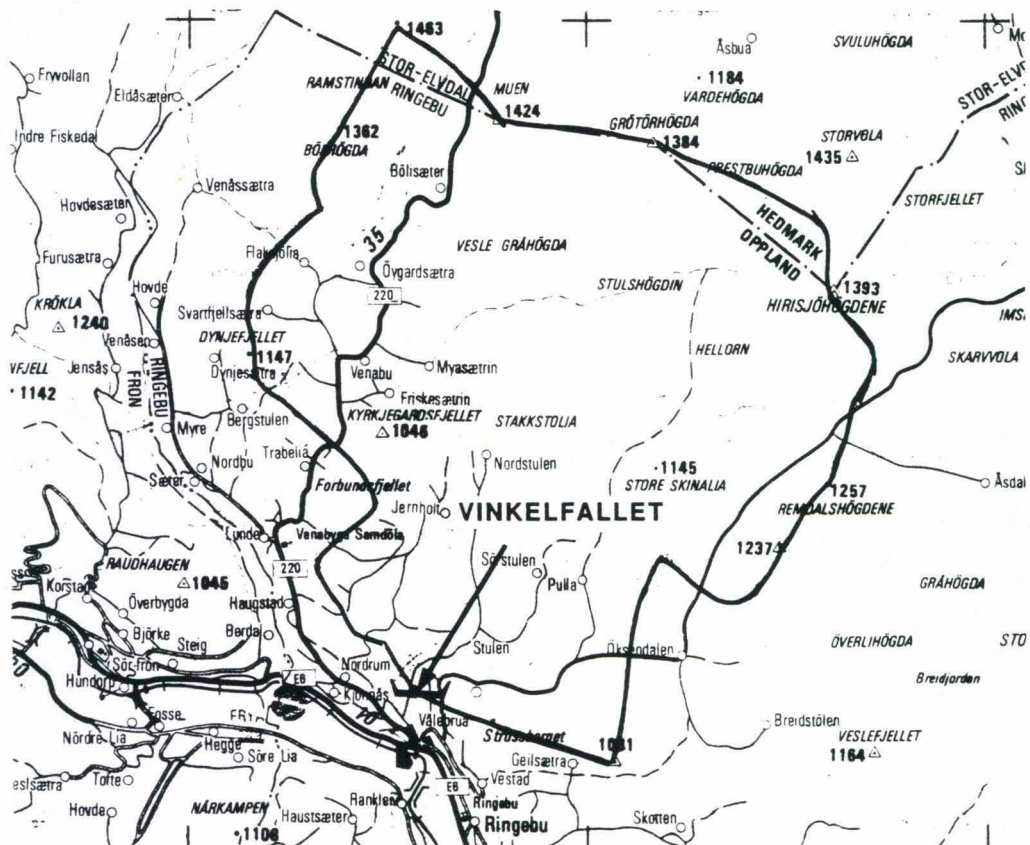


Fig. 1. Vinkelfallet.

3. BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Flomberegningen er gjort ved å benytte flommodell til å beregne tilløpsflom for feltet og så route flommen gjennom magasinet. Flom-

modellen ble kalibrert ved å benytte feltparametre. Som inngangsdata til modellen er benyttet nedbørtall gitt av DNMI.

Som flomskapende sesong er valgt månedene juni, juli og august.

4. VINKELFALLET NEDBØRFELT

4.1 Feltdata

Vinkelfallet nedbørfelt er planimetrert på kart i målestokk 1:50000 (serie M711) til 311 km². Magasinets areal ved HRV er 0.14 km².

Effektiv sjøprosent for feltet (ASE) er 0.03 %.

Total høydeforskjell i feltet er ca 1120 m.

Feltaksens lengde er 21.5 km.

Relieff-forholdet, $HL = H50/L$, hvor H50 er høydeforskjell i meter mellom 25 % og 75 % passasjen på feltets hypsografiske kurve og L er feltaksens lengde, er 6.5 m/km. Hypsografisk kurve er gjengitt i figur 2.

Normalt spesifikt avløp (Q_n) anslås til 15 l/s km² ut fra isohydatkart.

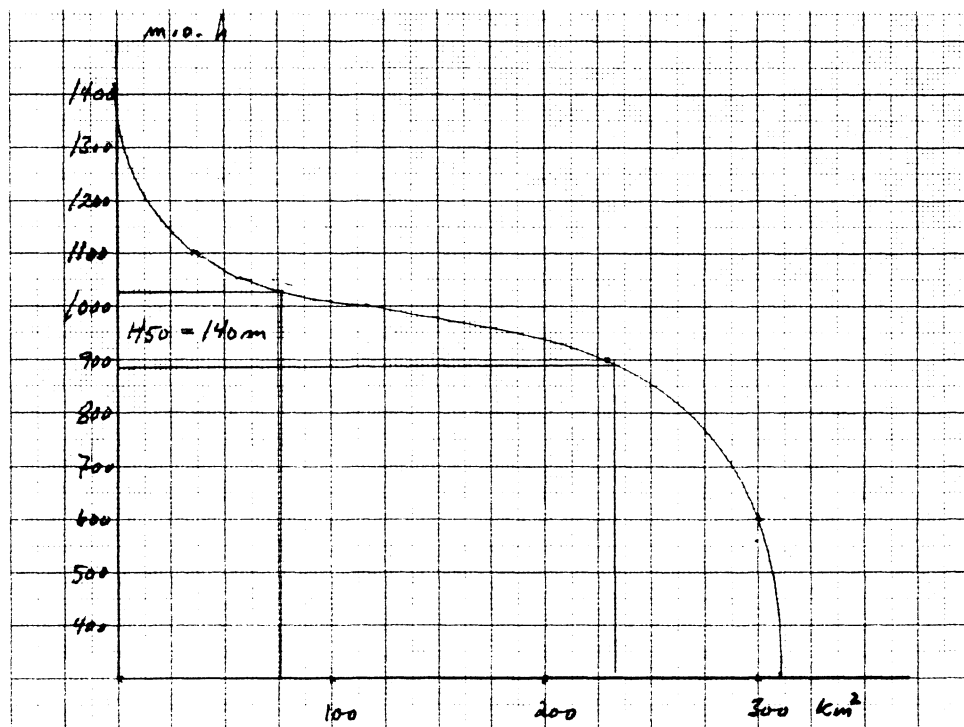


Fig. 2. Hypsografisk kurve for Vinkelfallet nedbørfelt.

4.2 Dam Vinkelfallet

Reguleringsanlegget består av en hesteskoformet betongdam med fast overløp. Overløpet har terskel på kote 1055.50. Det er 52 m langt, men er delt inn i 9 løp adskilt av betongpilarer som bærer gangbru. Denne har bane på kote 306.65.

Reguleringshøyde: HRV = 305.00

Følgende avløpsfunksjon er benyttet:

$$Q = 100.00 \cdot (H - 305.00)^{1.5}$$

Magasintabellen er gitt ved følgende punkter:

(305.00, 1.46) (306.00, 1.61)

Her er første koordinat kotehøyde og den andre volum i mill. m³.

4.3 Nedbør

Det norske meteorologiske institutt har i rapporten "Påregnelige ekstreme nedbørverdier" utarbeidet metoder for beregning av påregnelige nedbørverdier for hele landet. Dersom en baserer seg på sommermånedene juni, juli og august, kan følgende n-timers nedbørverdier gi ekstremflom ved fullt magasin:

Antall timer	2	6	12	24	48	72	96	120
n timer/24 timer	.60	.77	1.00	1.27	1.48	1.69	1.88	2.05
M1000 (mm) (pkt)	60	75	90	105	125	135	145	155
PMP " "	110	145	170	200	235	260	280	295
Areal red. faktor	.87	.90	.92	.94	.95	.96	.96	.97
M1000	52	68	83	99	118	130	138	150
PMP	96	130	155	188	224	250	268	289

4.4 Kalibrering av flommodell

Da det ikke finnes vannføringsdata for feltet som passer til kalibrering av flommodellen, er dette gjort ved å benytte regressjonsligninger hvor feltparametre inngår. Resultatet av kalibreringen:

Øvre tømmekonstant:

$$K1 = 0.0135 + 0.00268 \cdot HL - 0.01665 \cdot \ln(ASE) = 0.089 \text{ time}^{-1}$$

Nedre tømmekonstant:

$$K2 = 0.009 + 0.21 \cdot K1 - 0.00021 \cdot HL = 0.026 \text{ time}^{-1}$$

Terskelkonstant:

$$T = -9.0 + 4.4 \cdot K1^{-0.6} + 0.28 \cdot Q_n = 14.0 \text{ mm.}$$

Etter kalibrering ble det simulert tilløpsflom med gjentakintervall på 1000 år og PMF-tilløpsflom. Resultatet ble:

Q1000 tilløpsflom; Høyeste døgnmiddel: 174 m³/s
Flomtopp: 220 m³/s

PMF tilløpsflom; Høyeste døgnmiddel: 444 m³/s
Flomtopp: 554 m³/s

Nedbørforløp og simulert tilløpsflom er vist i figur 3 og 4.

4.5 Routing gjennom magasinet

De simulerte tilløpsflommene ble så rutet gjennom magasinet. Resultatet av routingen med 4-timers verdier av vannføring og vannstander er gitt som plott i figur 5 og 6.

Q1000 avløpsflom; Høyeste døgnmiddel: 174 m³/s
Flomtopp: 219 m³/s
Flomstigning: 1.69 m

PMF avløpsflom; Høyeste døgnmiddel: 438 m³/s
Flomtopp: 545 m³/s
Flomstigning: 3.10 m

5. VURDERING

5.1 Vurdering av modellen

Flomberegningens resultat når det gjelder dimensjonerende flom er en tilløpsflom med døgnmiddel på ca 174 m³/s eller 560 l/skm².

For å kunne vurdere om flommodellen er kalibrert til å gi flommer av rimelig størrelse, er det foretatt frekvensanalyse i noen felter av lignende karakter (kort responstid). De tre feltene er: Dombås (1663,0), Jora (1664,0) og Risefoss (956,0).

	Normalavløp (l/skm ²)	Q1000 (l/skm ²)	Q1000 skalert på normalavløp (l/skm ²)
1663,0	20	630	472
1664,0	23	843	550
956,0	22	883	602

Det er ved frekvensanalysen benyttet lognormal fordelingsfunksjon.

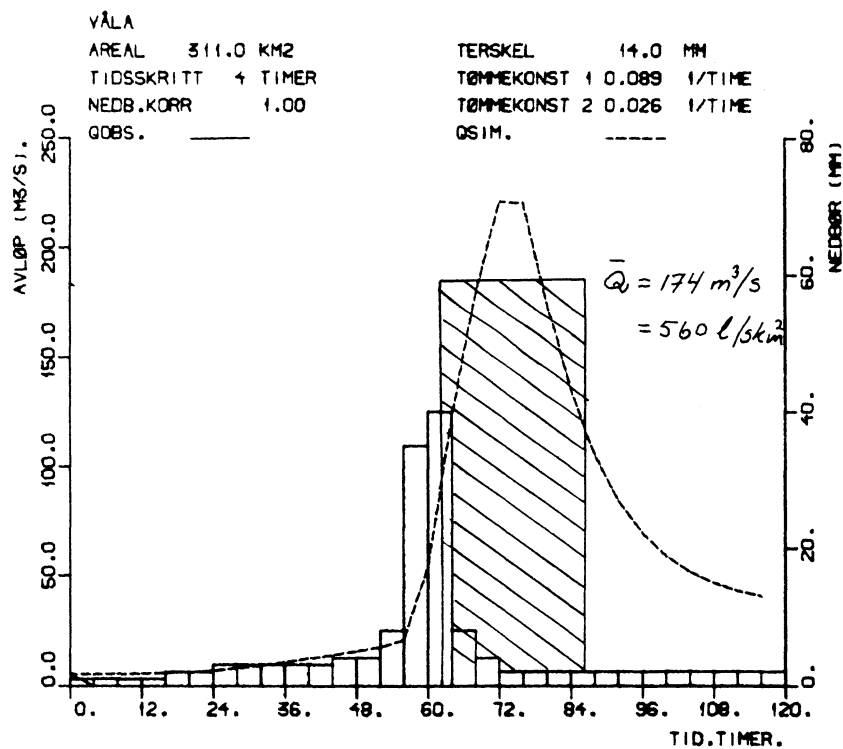


Fig. 3. Q1000 tilløpsflom.

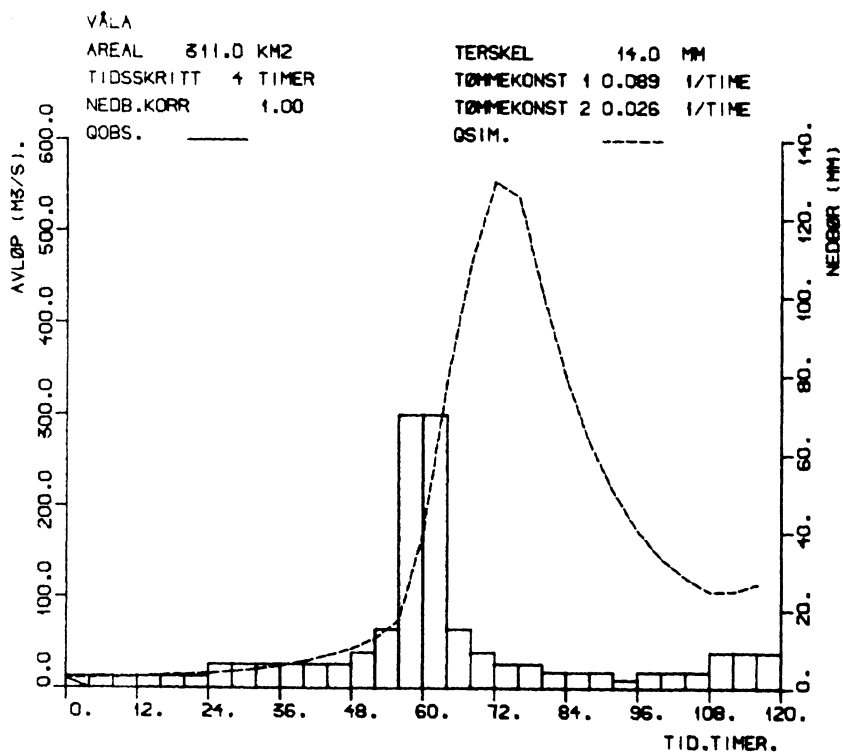
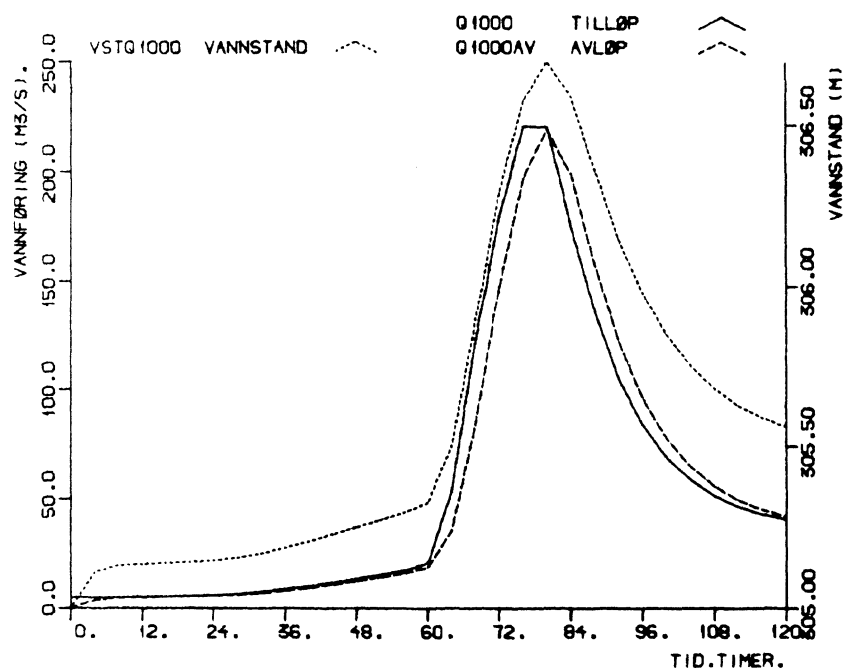
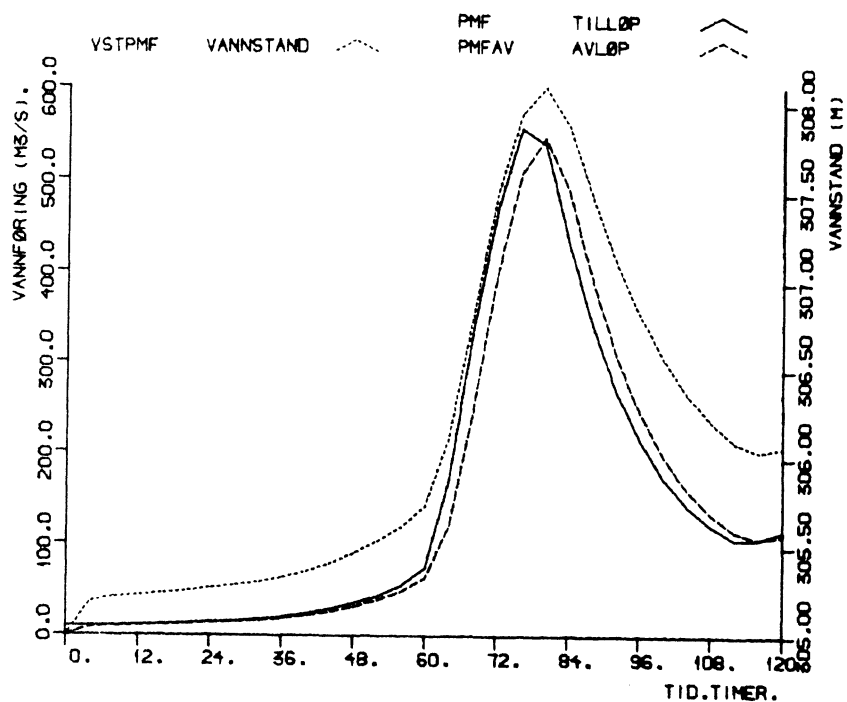


Fig. 4. PMF tilløpsflom.



30Q1000	30VSTQ1000	30Q1000AV
5.000	305.113	3.819
5.065	305.133	4.832
5.191	305.137	5.081
5.374	305.140	5.251
5.610	305.144	5.454
6.037	305.149	5.767
6.643	305.158	6.254
7.633	305.170	7.008
8.991	305.188	8.128
10.496	305.209	9.525
12.146	305.231	11.089
13.723	305.253	12.706
15.489	305.274	14.380
17.440	305.297	16.225
20.691	305.328	18.751
53.703	305.500	35.397
122.587	305.891	84.078
179.249	306.291	146.746
220.904	306.572	197.150
220.448	306.689	219.462
175.127	306.582	198.904
135.577	306.355	157.713
105.250	306.145	122.595
84.040	305.976	96.411
69.215	305.847	77.969
58.860	305.751	65.042
51.635	305.679	55.991
46.601	305.627	49.662
43.101	305.589	45.244
40.675	305.562	42.169

Fig. 5. Dimensjonerende flom dam Vinkelfallet.



30PMF	30VSTPMF	30PMFAV
10.000	305.187	8.057
10.374	305.214	9.883
10.991	305.223	10.561
11.963	305.235	11.361
13.242	305.249	12.449
14.487	305.266	13.694
15.700	305.281	14.930
17.624	305.300	16.464
20.254	305.327	18.666
23.588	305.360	21.576
28.717	305.404	25.690
35.340	305.462	31.424
42.952	305.529	38.453
54.242	305.611	47.742
73.762	305.733	62.732
170.205	306.117	117.986
335.615	306.820	245.580
465.680	307.493	393.639
554.728	307.945	505.492
538.184	308.096	544.882
432.365	307.875	487.578
341.274	307.482	390.922
269.718	307.123	309.236
216.493	306.823	246.222
172.976	306.573	197.340
142.489	306.367	159.879
121.127	306.212	133.426
106.156	306.097	114.842
106.577	306.045	106.899
114.697	306.068	110.401

Fig. 6. PMF-flom dam Vinkelfallet.

I Vinstravassdraget er det nylig gjort flomberegninger og det kan nevnes at Vinsteren lokalfelt ga tilsigsflom på ca 1130 l/skm² og Olstappen lokalfelt på ca 698 l/skm². Dersom en skalerer på samme måte som ovenfor gir det flommer på henholdsvis 680 og 475 l/skm².

Da tilløpsflommen til Vinkelfallet ligger innenfor disse verdiene må en anta at det er akseptable flommer modellen gir.

5.2 Vurderinger av flomvannstander gjort ved NHL

På grunn av noe usikkerhet med hensyn til avløpskoeffisient og effektiv lengde av overløpet ble materialet forelagt Norsk Hydroteknisk Laboratorium. Svaret som er i notats form er gjengitt i et appendiks på de neste sidene.

6. LITTERATUR

- (1) Andersen, J. m.fl.
1983: Hydrologisk modell for flomberegninger.
- (2) Førland, Eirik J.
1984 og 1987: Påregnelige ekstreme nedbørverdier.
Rapport nr. 3/84. Klima DNMI.
Beregning av ekstrem nedbør.
Rapport nr. 23/87. Klima DNMI.
- (3) OED/NVE
1981: Forskrifter for dammer.
Universitetsforlaget 1981.

7. APPENDIKS

NHL SINTEF-GRUPPEN NOTAT Skjemaet brukes til rapportering fra reiser, møter, konferanser etc. Omtal fortrinnsvis bare en sak på hvert skjema EN KOPI SENDES SENTRALARKIV.	Arkivkode/prosjektnr 604717 Gradering Fortrolig Isidentnr 2 UTTALELSE ORIENTERING ETTER AVTALE BEHANDLING GÅR TIL
GJELDER VINKELFALLET. FLOMLØP Underskrevet av Øivind Solvik Avd. 6002 Dato 1989-03-06	NVE, Boks 5091 Maj. 0301 Oslo 3 Midt-Gudbrandsdal Energiverk 2640 Vinstra

FLOMLØPSKAPASITET

MERKNADER

Følgende flomstørrelser er oppgitt i brev av 1989-02-24 fra NVE:

Dimensjonerende flom,	døgnmiddel	174 m ³ /s
	kulminasjon	220 m ³ /s
PMF-flom,	døgnmiddel	450 m ³ /s
"	kulminasjon	544 m ³ /s

Mottatte tegninger:

Ing. Chr. F. Grøner	3296-102	B
"	"	3296-103 B
"	"	3296-118

1. DIMENSJONERENDE FLOM

Det er oppgitt at flommen kulminerer ved $Q = 220 \text{ m}^3/\text{sek}$. Vi har oppfattet dette som innløpsflom til magasinet. Utløpsflommen skulle da bli noe mindre fordi magasinet vil dempe noe. Magasinet er imidlertid svært lite og vi legger derfor $Q = 220 \text{ m}^3/\text{sek}$ til grunn for beregningen av høyeste flomvannstand:

$$Q_{dim} = 220 \text{ m}^3/\text{sek}$$

Brutto flomløpslengde:	57,00 m
- 9 stk pilarer à 0,30 m	- 2,70 "
- Kontraksjon rundt pilarhodet og sidene: 10 · 2 · 0,03 · (H=1,60)	- 1,00 "

Netto flomløpslengde: 53,30 m

Flomløpet synes å ha gode tilstrømningsforhold bortsett fra ca 10 m på vestsiden der vi regner avløpskapasiteten i middel 95 % av det øvrige. Vi får da totalt en ekvivalent effektiv flomløpslengde lik:

$$53,30 - (1,0 - 0,95) \cdot 10 = 52,80 \text{ m}$$

~~1054 08.MAR.1985~~



Overløpets form gir oss en avløpskoeffisient $c = 2,10$ og følgelig får vi:

$$Q_{\max} = 220 = c \cdot 52,80 H^{3/2} \quad (c = 2,10)$$

$$\text{Herav } H = 1,58 \text{): HFV} = 306,58$$

Høyeste flomvannstand blir altså kote 306,58 dvs 5 cm under overkant brubane over hvelvdammen. Se fig. 1.

Vannlinjen vil nå smyge seg under brubanen med ca 15 cm klaring i feltene, noe mindre rundt pilarene. I en slik situasjon vil flytende rask som trær, røtter etc. ha store muligheter til å huke seg fast i de relativt små flomløpsåpningene med økning av den beregnede vannstand til følge. Dette kan jo skje på mindre flommer også, men ved $Q_{\max}$ er jo vannstanden allerede høy og står bare 0,17 m under teoretisk topp av morenetetting.

2. PÅREGNELIG MAKSIMALFLOM; PMF

PMF er oppgitt til 544 m³/s ved kuliminasjon. Vi regner også nå at utløpsflommen blir nær lik innløpsflommen dvs 544 m³/s da dempningen i det lille inntaksmagasinet er liten.

Ved denne flomsituasjone blir hele damkronen overtoppet med en netto overløpslengde på ca 65 m.

Vi regner da det som går over damkronen for seg og får; se fig. 2.

Vi prøver høyeste vannstand på kote 307,95:

$$Q_{\text{over}} = 1,65 \cdot 65 \cdot (307,95 - 306,65)^{3/2} = 159 \text{ m}^3/\text{s}$$

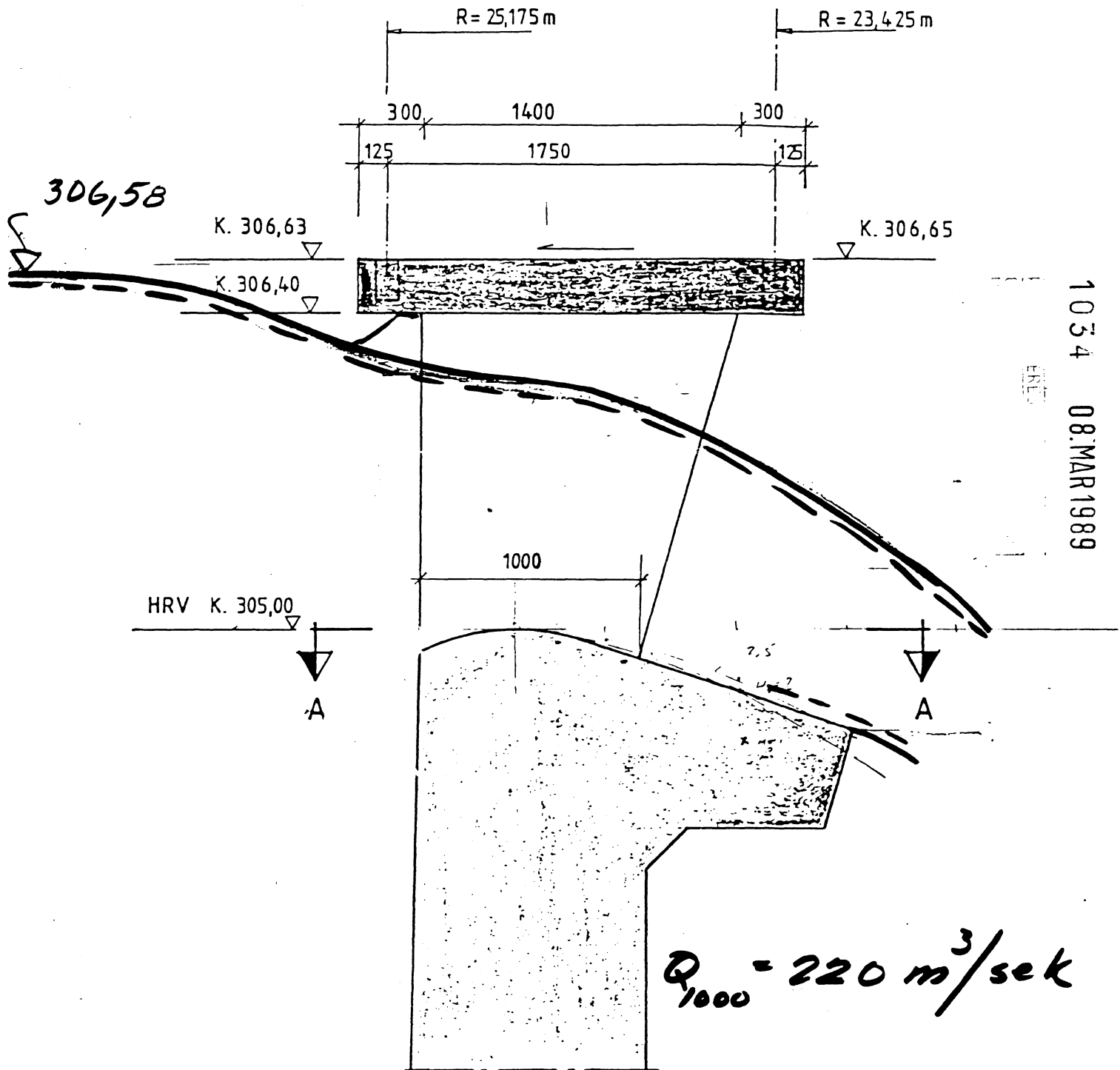
Gjennom løpene under brubanen får vi:

$$Q_{gj} = \sqrt{(307,95 - 306,3)2g} \cdot (306,30 - 305)52,8 = 390$$

$$\text{Sum } Q_{\text{over}} + Q_{gj} = \underline{549 \text{ m}^3/\text{s}} \quad \text{O.K.!}$$

Vannstand 307,95 ved PMF.

Vi ser nå at vannstanden når opp i ca 307,95. Det betyr at vannet står 0,30 m under damkronen på fyllingsdammen, 1,20 m over topp kjerne (sone 1) 0,95 m over topp sandfilter (sone 2) og 0,70 m over topp støttefylling. Dette gir en gjennomstrømning som må vurderes nærmere med tanke på gjennomstrømningens størrelse og konsekvenser. Til dette er det nødvendig med noe mer informasjon omkring steinfyllingens kornsammensetning og forholdene på steinfyllingsdammens nedstrømsside der vannet vil komme ut. Dette vil best kunne vurderes under en befaring og vi støtter tanken om befaring framsatt av T. Skarstad pr telefon 2/3. Befaringen bør utføres på bar mark, gjerne under vårflommen. Dette er således ufullstendig notat som ikke har behandlet konsekvensene av PMF og gjentetting av flomløpet. Dette regner vi med å komme tilbake til etter en befaring.



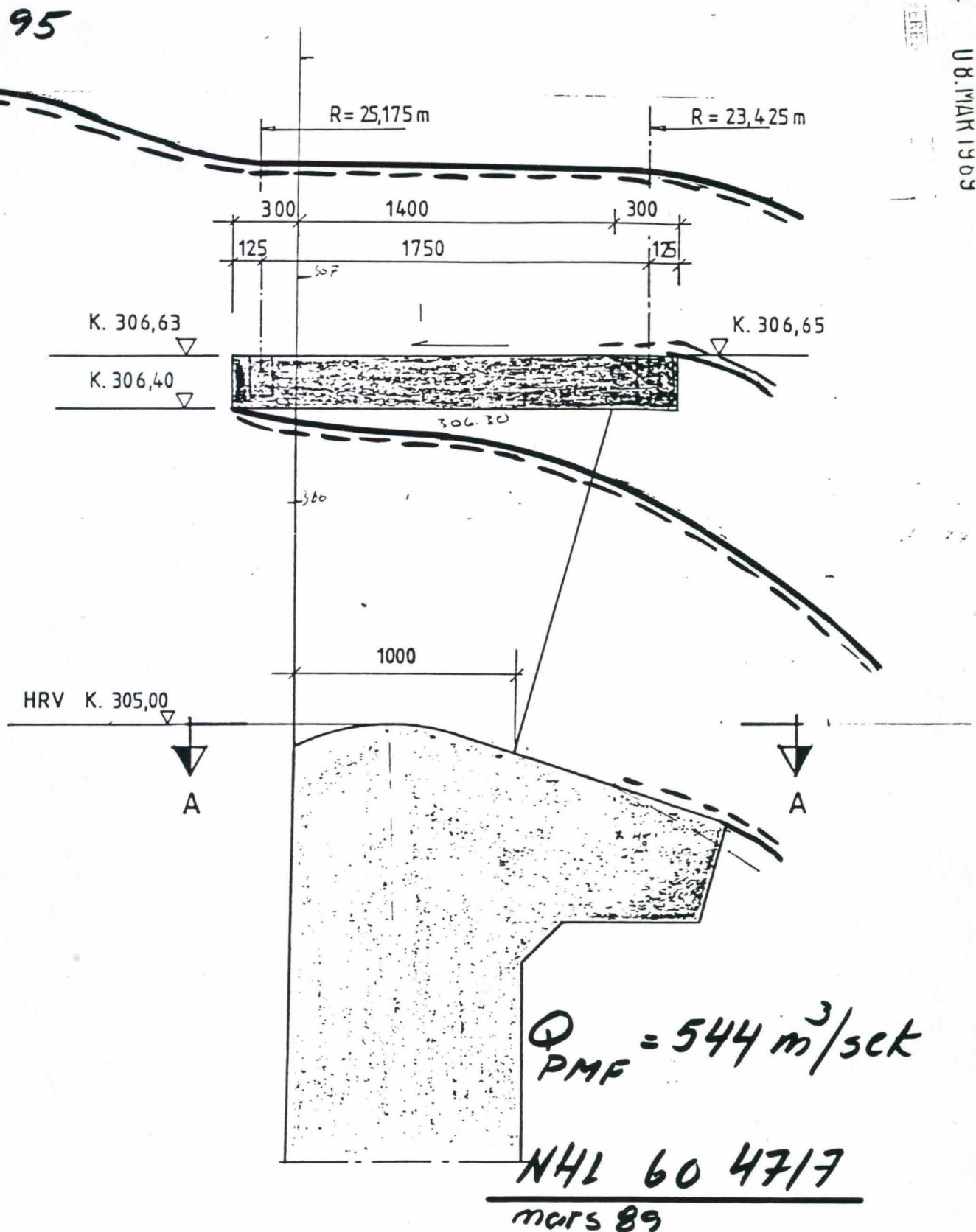
1054 08.MAR1989

NHL. 60. 4717.

Mars-89.

SNITT PILAR OG GANGBANE
1:25FIG. 1.

1054 08. MAR 1989



SNITT PILAR OG GANGBANE
1:25

FIG 2