

Rapport

Oppdragsgiver: **Trollfjord kraft AS**

Oppdrag: **Flomberegning, Mellomvatn inntaksdam**

Emne: **Flomberegning, hydrologi, Fiskefjordelva**

Dato: **08. juni 2012**

Rev. - Dato

Oppdrag- / Rapportnr. **123416**

Saksbehandler: **Irene Brox Nilsen/Media Sehatzadeh**

Sign.: *Irene Brox Nilsen*

Sehatzadeh

Fagansvarlig: **Arnt G. Bugten**

Sign.: *Arnt G. Bugten*

Kontaktperson hos Oppdragsgiver: **Jacob N. Jacobsen**

Sammendrag:

Tabellen under viser oppsummering av beregnede flomstørrelser for Mellomvatn inntaksdam. Resultatene er beregnet med nedbør-avløpsmodellen og disse anbefales brukt som dimensjonerende verdier da de er større enn resultatene beregnet med flomfrekvensanalyse.

Flomsituasjon	Tilløpsflom (m ³ /s)	Avløpsflom (m ³ /s)	Vannstand (moh)	Flomstigning (m over HRV)	Døgnmiddel- flom inn (l/s/km ²)
Q ₅₀₀	69,8	41,5	93,64	0,72	1800
Ulykke: 1,5 · Q ₅₀₀	104,7	65,7	93,90	0,98	2400
klimaendringene: 1,2 · Q ₅₀₀	83,8	51,3	93,7	0,83	2200

Flomberegningen foreslås plassert i klasse 3 - brukbart hydrologisk grunnlag, fordi det finnes en lang måleserie i området, men den er ikke helt representativ og det er store gradienter i spesifikk flom.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	4
2.	Datagrunnlag	4
3.	Nedbørfelt	4
4.	Beskrivelse av dammen	5
4.1	Dam og magasin	5
5.	Flomberegning	7
5.1	Flomfrekvensanalyse	7
5.1.1	Datagrunnlag	7
5.1.2	Spesifikk avrenning	8
5.1.3	Flomhistorikk	8
5.1.4	Statistisk analyse	11
5.1.5	Avløpsflom	12
5.2	Nedbør-avløpsmodell	13
5.2.1	Hydrologisk modell	13
5.2.2	Feltparametre for hydrologisk modell	13
5.2.3	Nedbørdata	14
23.1.1	Flomskapende periode	15
23.1.2	Nedbør på vann	16
23.1.3	Forutsetninger	16
23.1.4	Framgangsmåte ved modelleringen	16
23.1.5	Resultater av nedbør-avløpsmodellen	17
24.	Resultat og valg av dimensjonerende flomvannstand	17
24.1	Sammenligning av flomfrekvensanalyse og nedbør-avløpsmodell	17
24.2	Sammenligning med tidligere flomberegninger	17
24.3	Sammenligning med observasjoner i vassdraget	17
24.4	Klassifisering av flomberegning	18

Vedlegg

Vedlegg 1	Beliggenhet
Vedlegg 2	Oversiktskart nedbørfelt
Vedlegg 3	Hypsografiske kurver
Vedlegg 4	Kapasitetskurve
Vedlegg 5	Magasinkurve
Vedlegg 6	Ekstremnedbøranalyse
Vedlegg 7	Observerte flommer ved representativ målestasjon
Vedlegg 8	Flomfrekvensplott
Vedlegg 9	Flomfrekvensanalyse ved representativ målestasjon
Vedlegg 10	Flomfrekvensanalyse
Vedlegg 11	Modellsimuleringer

Litteratur & Referanser

- [1] NVE 2011. Retningslinjer for flomberegninger.
- [2] NVE 2003. Retningslinje for flomløp.
- [3] NVE 1983. Rapport 2 – 83, Hydrologisk Modell for Flomberegninger.
- [4] NVE 2007. Gjeldende retningslinjer for flomberegning, diverse klargjøringar og kommentarar. Datert 30. mai 2007.
- [5] NVE 1997. Rapport 14 – 97. Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag.
- [6] Gumbel, E.J. 1941. *The return period of flood flows*. The Annals of Mathematical Statistics 12(2).
- [7] Barlindhaug Consult AS 2001. Flomberegning dam andre Fiskefjordvatn (Mellomvatn inntaksdam).

Forkortelser brukt i rapporten

Det Norske Meteorologiske Institutt	met.no
Norges vassdrags- og energidirektorat	NVE

1. Innledning

Multiconsult har fått i oppdrag av Trollfjord kraft AS å utføre flomberegning for Mellomvatn inntaksdam. Dammen ligger på Hinnøya, på grensen mellom Hadsel og Sortland kommune i Nordland. Oppdraget omfatter beregning av dimensjonerende flom, dvs. 500-årsflom (tilløp og avløp) samt ulykkesflom. Ulykkesflommen er beregnet ved å øke tilløpsflommen med 50 %, og påslag ved klimaendringer er beregnet ved å øke tilløpsflommen med 20 %. Tabellen under viser hvilke flomsituasjoner som er beregnet. Dammen er i bruddkonsekvensklasse 1.

Dam	Klasse	Dimensjonerende flom	Ulykkesflom	Påslag ved klimaendringer
Mellomvatn inntaksdam	1	Q_{500}	$1,5 \cdot Q_{500}$	$1,2 \cdot Q_{500}$

Tabell 1. Flomberegningen omfatter følgende situasjoner

Flomberegningene i denne rapporten er utført etter gjeldende retningslinjer for flomberegninger [1]. Flomberegningen er utarbeidet av Kjell Dalviken, Irene Brox Nilsen og Media Sehatzadeh. Beregningene er kontrollert av Arnt Bugten som er godkjent i fagområde IV (flomhydrologi) og fagområde V (hydraulikk) for alle damklasser. Forrige flomberegning for Mellomvatn inntaksdam ble utført av Barlindhaug Consult AS i 2001.

2. Datagrunnlag

Meteorologisk institutt ved Jostein Mamen har utført ekstremnedbøranalyser og gitt opplysninger om temperatur og snødybder i området rundt Mellomvatn inntaksdam. Et sammendrag er å finne i vedlegg 6, men fullstendig datagrunnlag fra met.no er ikke skrevet ut da dette ikke er i et hensiktsmessig format.

Relevante vannføringsserier og deres karakteristikk er innhentet fra NVE sin database. Se kapittelet om flomfrekvensanalyser for mer inngående beskrivelser av de aktuelle stasjonene. Karttjenesten NVE-Atlas har vært benyttet til å finne normalavrenning og feltparametre. Informasjon om dammen (damtype, byggeår etc.) er tatt fra tidligere flomberegning.

All annen informasjon er mottatt fra oppdragsgiver.

3. Nedbørfelt

Kart som viser beliggenheten av vassdraget er vist i vedlegg 1. Videre finnes kart over nedbørfeltet i vedlegg 2. Feltarealet ble tegnet inn med GIS-programvare.

Det totale nedbørfeltet til Mellomvatn inntaksdam er $13,4 \text{ km}^2$. Spesifikk årsavrenning for perioden 1961-1990 er funnet på NVE-Atlas og er vist i tabellen under.

Navn	Feltareal km^2	Avrenning $\text{Mm}^3/\text{år}$	Middelavrenning l/s/km^2	Middelavrenning m^3/s
Mellomvatn inntaksdam totalfelt	13,4	44,8	107,3	1,43

Tabell 2. Nedbørfeltparametre til Mellomvatn inntaksdam

4. Beskrivelse av dammen

4.1 Dam og magasin

Mellomvatn inntaksdam demmer opp et 1,10 km² stort magasin som renner ned i første Fiskefjordvatn og videre ut i Fiskefjorden, på grensen til Sortlandsundet. Dammen er en massivdam med flomoverløp i betong. Den ble satt i drift i 1937 [7]. Det er ingen overføringer av vann inn i eller ut av feltet.

HRV er på kote 92,92. Damkrona ligger på 93,50 m.o.h., men lukehuset ligger på venstre side av overløpet og blokkerer alt overløp på denne siden. Vi antar at det ikke går noe vann over damkrona. Kontrollmåling av høydene viser avvik fra gamle tegninger. I de gamle tegningene er damkrona på kote 94,0 og overløpet på kote 93,5. Nye målinger viser at damkrona ligger på kote 93,5 og overløpet på kote 92,92.

Det er ingen luker i dammen. Vannet renner kun over et flatt overløp med overløpslengde 34,15 m. Den effektive lengden, L_{eff} varierer som vist i tabell på diagrammet i vedlegg 4.

Ved tidligere flomberegning ble overløpskoeffisienten 1,95 benyttet. Vi har brukt overløpskoeffisienten (C_1) 2,0, basert på korrespondanse med Henry Thomas Burton ved Norconsult.

Avløpskapasiteten er beregnet som vist under. På grunn av langt overløp anser vi tilstoppingsfaren som neglisjerbar. Ved dimensjonerende flom er vannstanden i magasinet mer enn en halvmeter over HRV. I slike tilfeller ser vi for oss at selv store trær trekkes raskt over overløpet. Bilder fra nedbørfeltet viser at vegetasjonen stort sett består av fjellbjørk som ikke forårsaker tilstopping i et så langt overløp.

$$Q = 2,0 \cdot L_{eff} (H - 92,92)^{1,5}, \quad H > 92,92$$

Den kritiske varigheten er beregnet ut fra magasinarealet A_M , overløpslengden B og overløpskoeffisienten C samt tilløpsflommen Q_i ved Mellomvatn inntaksdam. Likningen er tatt fra [1].

$$\begin{aligned} V_M &= 480 \cdot A_M \cdot Q_i^{-1/3} \cdot (C \cdot B)^{-2/3} \\ &= 480 \cdot 1,10 \text{ km}^2 \cdot 5,72 \text{ m}^3/\text{s}^{-1/3} \cdot (2,0 \cdot 34,15 \text{ m})^{-2/3} = 17,7 \text{ timer} \end{aligned}$$



Figur 1. Mellomvatn inntaksdam [7].



Figur 2. Mellomvatn inntaksdam sett fra oppstrøms side [7].

5. Flomberegning

Dimensjonerende tilløpsflom kan enten beregnes ut fra frekvensanalyser av observerte flommer, eller ut fra statistisk behandlede nedbørdata ved bruk av en nedbør-avløpsmodell. Her er tilløpsflommen generert ved både flomfrekvensanalyse og nedbør-avløpsmodell og i begge tilfellene blir den senere routet gjennom magasinet for å gi avløpsflom og magasininnvannstand.

5.1 Flomfrekvensanalyse

5.1.1 Datagrunnlag

Det er ingen målinger av vannføring i Fiskefjordelva annet enn vannstandsmålinger brukt i kraftproduksjon. Derfor må vi ta i bruk en målestasjon utenfor feltet, som har mest mulig lik feltkarakteristikk. Tabellen under viser de mest aktuelle målestasjonene i området. Flere målestasjoner ble luket ut fordi de var regulert eller hadde for kort tidsserie.

VMnr	Navn	Måle-Periode	Areal (km ²)	Eff sjø (%)	Skog (%)	Snaufj (%)	Q _N (l/s/km ²)	Høyde (moh)
177.4	Sneisvatn	1916-2011	29,25	2,27	19,97	54,50	72,05	18-970
178.1	Langvatn	1953-2011	18,41	6,29	31,88	50,08	72,8	27-1091
172.7	Leirpoldvatn	1970-2011	18,84	4,31	36,09	26,22	51,87	25-964
180.1	Grønlivatn	1993-2011	7,52	1,77	24,97	58,57	59,42	68-722
185.1	Gåslandsvatn	1934-2011	7,70	19,68	27,37	0,26	49,66	16-171
170.8	Kaldvågvatn ndf	1998-2011	12,60	16,94	48,67	4,00	32,3	40-412
172.8	Rauvatn	1977-2011	21,21	5,06	0,00	84,91	46,0	472-1001
168.2	Mørsvik bru	1985-2011	31,23	4,28	52,39	28,53	53,19	76-1094
186.2	Ånesvatn	1997/1978-2011	47,04	7,60	34,23	22,24	35,99	10-584
190.2	Storfossen	1986-2011	52,69	1,27	37,88	41,90	41,1	194-1328
Regime	Fiskefjord	-	13,4	1,6	21,0	58,4	107,3	93-1262

Tabell 3. Feltkarakteristika for aktuelle målestasjoner i området. Her er Q_N funnet på NVE-atlas.

Målestasjonen bør være representativ for Fiskefjordelva med tanke på feltstørrelse, høyde over havet, effektiv innsjøprosent A_{SE} og snaufjellprosent A_{SF}. Ti stasjoner ble vurdert, hvorav fem var aktuelle kandidater. Kaldvågvatn ndf og Rauvatn, Mørsvik bru, Ånesvatn og Storfossen ble fjernet pga. en kombinasjon av relativt korte måleserier, liten skogandel, beliggenhet innenlands og store nedbørfelt. Gåslandsvatn har relativt høy innsjøprosent, og Grønlivatns måleperiode er kort. Selv om disse stasjonene ikke er veldig representative er flomfrekvensanalysen likevel utført for dem for sammenligningens skyld, se tabell 6.

Blant alle stasjonene, er det Sneisvatn og Langvatn som har høyest Q_N. Men Sneisvatn ser ut til å være mest representativ fordi Langvatns innsjøprosent er høy. Ved Sneisvatn ble en flomfrekvensanalyse på 1-5 døgn utført.

Flomfrekvensanalysen ble utført på stasjonene 177.4, 178.1, 172.7, 180.1 og 185.1. Resultatene kan sees i tabell 6.

5.1.2 Spesifikk avrenning

NVE-Atlas oppgir veldig høy spesifikk avrenning (q_N) for Mellomvatn inntaksdam, på 107,3 l/(s km²). Nest høyeste q_N finnes ved Langvatn og er 72,8 l/(s km²). På fastlandet er avrenningen nærmere 40-50 l/(s km²). Kan vi stole på at q_N er 107,3 l/(s km²) i studieområdet?

Den store forskjellen i spesifikk avrenning kan komme av høydeforskjellen – nær 1200 m – innad i nedbørfeltet til Mellomvatn inntaksdam. Fjellryggen Møysalen ligger i den sørlige enden av nedbørfeltet og antas å presse luftmassene fra sørvest opp i høyden. Denne fjellryggen er 2-300 m høyere enn andre topper i området og breer i Møysalen antyder at temperaturen er lavere i dette området enn i områder rundt. Lav temperatur i Møysalen antas å gi høyere orografisk effekt enn over andre topper i området. Vi antar derfor at studieområdet mottar mer nedbør enn nabofeltene og at det er en indikasjon på at den høye spesifikke avrenningen kan være reell.

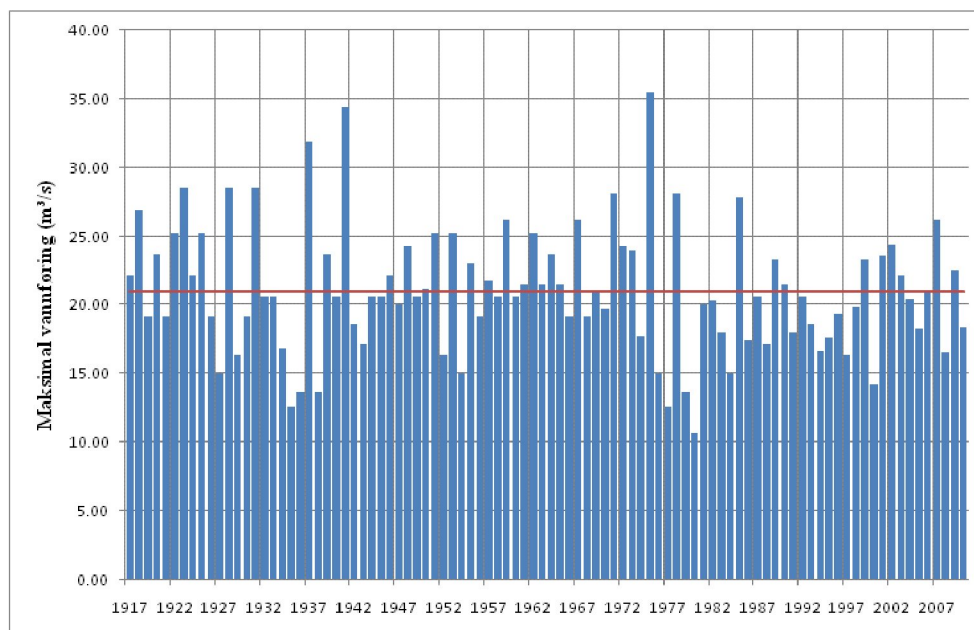
5.1.3 Flomhistorikk

I små felt som Mellomvatn inntaksdam, er flommene ofte raske og flomtoppen kan være mye høyere enn døgnmiddelverdien.

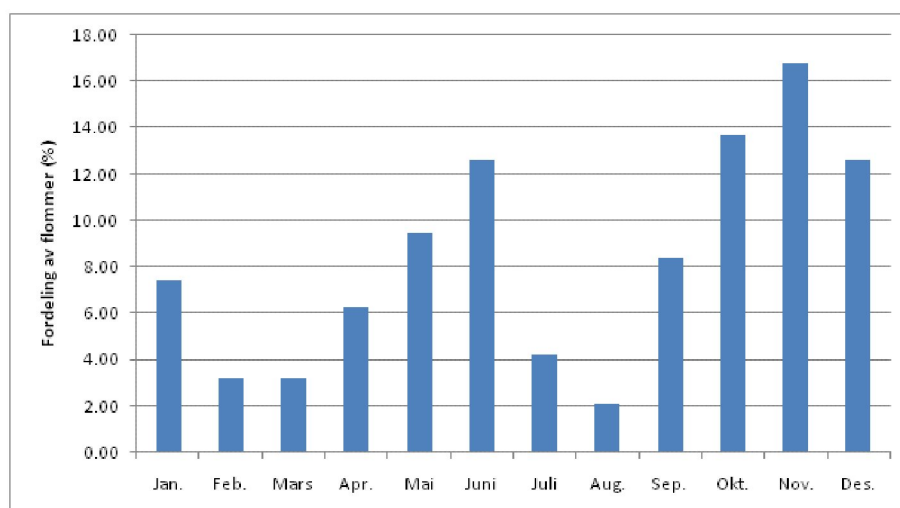
Tabellen under viser de ti største årsflommene målt ved Sneisvatn (en årsflom er den høyeste flommen registrert i et år). Den største flommen ved Sneisvatn er målt til 35,47 m³/s, i februar 1975. Tabellen viser også at både vårflo og høstflo er representert. I og med at flommene opptrer både om våren og høsten velger vi å kjøre flomfrekvensanalyse på årsflommer, dvs. uten sesonginndeling (se også avsnitt 5.2.4).

Nummer	År	Dato	Vannføring (m ³ /s)	Spesifikk avrenning, q (l/s/km ²)
1	1975	22.feb	35,47	1213
2	1941	18.jun	34,39	1176
3	1937	26.des	31,92	1091
4	1928	18.mar	28,52	975
5	1931	03.nov	28,52	975
6	1923	12.des	28,52	975
7	1971	11.jul	28,18	963
8	1978	26.mai	28,18	963
9	1985	19.nov	27,85	952
10	1918	29.mai	26,87	919

Tabell 4. Største flommer i Sneisvatn.



Figur 3. Årsflommer ved 177.4 Sneisvatn. Den røde streken viser middelflommen Q_M (gjennomsnitt av alle årsflommene).

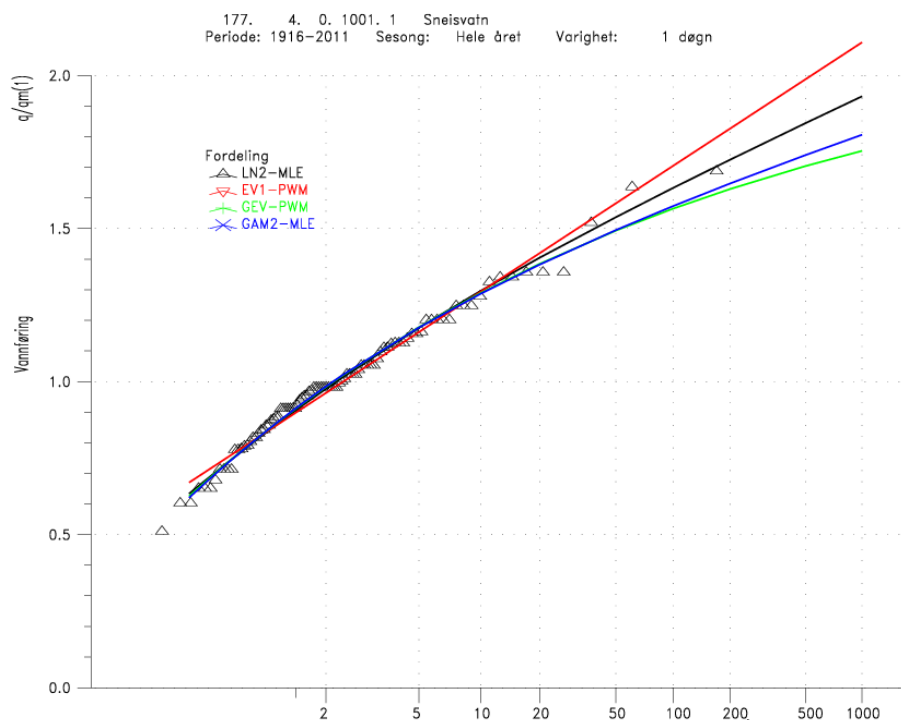


Figur 4. Flommenes fordeling over året i Sneisvatn. Rundt 30 % av maksimalvannføringerne er registrert i oktober og november.

Valg av ekstremverdifordeling

Figuren under viser observerte årsflommer (delt på middelflommen) ved Sneisvatn plottet mot gjentakintervall.

I figuren ser vi fire ekstremverdifordelinger som er tilpasset dataene. EV1-fordelingen (Gumbel) gir den høyeste tilpasningen til dataene og EV1-fordelingen benyttes derfor i de videre beregningene. Den overestimerer kanskje de høye flommene noe, men det er bedre å være noe konservativ i valg av fordeling.



Figur 5. Forskjellige ekstremverdifordelinger tilpasset dataene ved 177.4 Sneisvatn

Momentanverdi

Flomfrekvensanalysen er utført på døgnmiddelverdier, men døgnmidlene kan være mye lavere enn den største vannføringen (kulminasjons- eller momentanvannføringen) i ett døgn. Ved hjelp av regresjonsformlene i [1] kan vi estimere skaleringsfaktoren $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$. Tabellen under viser beregning av denne skaleringsfaktoren for vår- og høstperioder. Høstflommene gir de høyeste momentanflommene. Det er rimelig at små felt opplever største flom om høsten, fordi ekstremnedbøren kan antas å dekke store deler av feltet og forsinkelsen i feltet er liten. Vi velger derfor verdiene for høstflom. Basert på Vedlegg 2A- Retningslinjer for flomberegninger [1] antar vi at $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1,3$ ved Sneisvatn. Ved Mellomvatn inntaksdam er $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ rundet av til 1,6.

		Mellomvatn inntaksdam	Sneisvatn
Totalt nedbørfelt	km ²	13,36	29,25
Effektiv sjøprosent, A_{SE}	%	1,57	2,27
Vårflom	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	1,37	1,28
Høstflom	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	1,63	1,46
Valgt	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	1,6	1,3

Tabell 5. Momentanflom fra regresjonsligninger.

Når vi senere skal finne avløpsflommen må det først konstrueres et tilløpsflomforløp som kan routes gjennom magasinet. Flomforløpet kan konstrueres ved hjelp av disse to tallene Q_{mom} og $Q_{\text{døgn}}$, ved forskjellig varighet.

5.1.4 Statistisk analyse

Det er utført flomfrekvensanalyser på flere av de aktuelle seriene for årsflommer med fordelingene LN2, EV1 og GEV. Tabellen under viser indeksflommene fra de fordelingene, samt indeksflom funnet fra regionale flomformler [1]. Det går fram av tabellen under at valgte frekvensfaktorene gjelder for årsflomregion K1, og er 2,7 for 500-årsflom og 3,0 for 1000-årsflom.

Navn	Fordel- ing	Nr	Periode	Areal [km ²]	Varighet [d]	Sesong	q _M [l/s/km ²]	Q _M [m ³ /s]	Q ₅₀₀ / Q _M	Q ₁₀₀₀ / Q _M
Langvatn	LN2	178.1	1954- 2011	18,41	1	År	454	8,35	2,3	2,5
Grønlivatn	GEV	180.1	1994- 2011	7,52	1	År	443	3,33	1,2	1,2
Leirpoldvatn	EV1	172.7	1971- 2011	18,84	1	År	861	16,23	2,9	3,2
Gåslandsvatn	EV1	185.1	1935- 2011	12,60	1	År	157	1,98	2,6	2,8
Langvatn	LN2	178.1	1954- 2011	18,41	1	År	454	8,35	2,3	2,5
Sneisvatn	EV1	177.4	1928- 1943, 1947- 2010	29,25	1	År	719	21,02	2,0	2,1
					2	År	1405	17,70	1,9	2,0
					3	År	1230	15,50	1,9	2,0
					4	År	1112	14,01	1,9	2,0
					5	År	1026	12,92	1,9	2,0
Regionale kurver fra Sælthun (1997)										
Regionale kurver, årsflomregion K1									2,7	3,0
Regionale kurver, årsflomregion K2									2,5	2,7
Valgte verdier: Årsflomregion K1									2,7	3,0

Tabell 6. Flomfrekvensanalyse med varighet ett døgn

Spesifikk døgnmiddelflom

For å finne spesifikk dimensjonerende flom ved Mellomvatn inntaksdam må frekvensfaktorene fra analysen ved Sneisvatn multipliseres med spesifikk døgnmiddelflom q_M ved Mellomvatn inntaksdam. Det finnes ingen målinger ved Mellomvatn inntaksdam, og derfor er denne verdien vanskelig å bestemme. Det kan være lurt å ta utgangspunkt i spesifikk døgnmiddelflom ved de nærliggende feltene (men vi husker fra tabell 3 at disse varierte veldig for døgnmiddelvanntføringen, og varierer muligens mye for middelflommen også). Retningslinjene inneholder formler for beregning av spesifikk døgnmiddelflom. Disse gjelder for nedbørfelt med areal større enn 50 km², dvs. at de bør brukes med forsiktighet for mindre nedbørfelt. Likevel kan flomformlene gi en pekepinn på størrelsen til døgnmiddelflommen. Tabell 7 viser resultatene.

Basert på tabell 7 har vi valgt å benytte spesifikk døgnmiddelflom fra årsflomregion K1 rundet opp til 1000 l/(s km²). På denne måten er forholdet av døgnmiddelflommene fra Mellomvatn inntaksdam og Sneisvatn er proporsjonal med deres midlere spesifikk årsavrenning.

Når vi velger spesifikk døgnmiddelflom til å være 1000 l/(s km²) vil q₁₀₀₀ være over 2000 l/(s km²) som er foreslått i vedlegg 3 - Retningslinjer for flomberegninger [1].

Mellomvatn inntaksdam		
Midlere årsnedbør	P_N [mm/year]	1800
Midlere spesifikt årsavløp	q_N [l/s/km ²]	107,30
Effektiv sjøprosent	ASE [-]	1,570
Lengste feltakse	LF [km]	3,97
Høydeforskjell / LF	ST [m/km]	102
Snau fjellprosent	ASF [%]	58,4
Areal	A [km ²]	13,36
Q_M beregnet	vha regresjon	[l/s/km ²]
Høstflomregion	K1 [l/s/km ²]	978,0
Årsflomregion	K2 [l/s/km ²]	1279,8

Tabell 7. Estimert spesifikk døgnmiddelflom ved umålte felt.

Resultatene av flomfrekvensanalysen med forskjellige fordelinger og varigheter er vist i tabell 8 og 9. Tilløpsflommen med 500 års gjentakintervall er rundt 26,5 m³/s og 1000-årsflommen er oppe i 28,2 m³/s ved EV1-fordelingen (døgnmiddelverdier).

Fordeling	Nedbørfelt (km ²)	Middel- avrenning (m ³ /s)	Middelflom (m ³ /s)	Q_M mom (m ³ /s)	Q_{500} (m ³ /s)	Q_{500} mom (m ³ /s)	Q_{1000} (m ³ /s)	Q_{1000} mom (m ³ /s)
EV1	13,36	1,4	13,4	21,4	26,5	42,5	28,2	45,1

Tabell 8. Tilløpsflom ved Mellomvatn inntaksdam basert på data fra Sneisvatn.

T [år]	Q_T/Q_M	q_T (l/s/km ²)	Q_T (m ³ /s)	$Q_{T,mom}$ (m ³ /s)
QM	1	1000	13,4	21,4
5	1,16	1162	15,5	24,8
10	1,29	1293	17,3	27,6
20	1,42	1419	19,0	30,3
50	1,58	1582	21,1	33,8
100	1,70	1704	22,8	36,4
200	1,83	1826	24,4	39,0
500	1,99	1987	26,5	42,5
1000	2,11	2108	28,2	45,1

Tabell 9 Flomfrekvensanalyse for Mellomvatn inntaksdam med EV1-fordelingen og $q_M = 1000$ l/s/km².

Basert på flomfrekvensanalysen har vi laget en syntetisk tilløpshydrograf, se hydrografene for flomfrekvensanalysen i vedlegg 11. Denne tilløpsflommen ble deretter routet gjennom magasinet med routingmodellen PQRUT. Resultatene av flomfrekvensanalysen er vist i vedlegg 11, og en oppsummering finnes i kapittel 6. Disse resultatene må sammenlignes med resultatene fra nedbør-avløpsmodellen før det kan fattes en konklusjon.

5.1.5 Avløpsflom

Tilløpsflommene er konstruert ut fra Q_{mom} og $Q_{døgn}$ funnet ved flomfrekvensanalyse. Disse er vist i vedlegg 11. Disse er routet gjennom magasinet og resultatet av routing er vist i tabellen under. Tallene i første rad finnes også i vedlegg 10. Det er ikke vist

tabeller og grafer for alle de aktuelle kjøringene fra flomfrekvensanalyse da disse ikke er benyttet som dimensjonerende verdier.

Flomsituasjon	Tilløpsflom (mom) (m ³ /s)	Avløpsflom (m ³ /s)	Vannstand (moh)	Flomstigning (m over HRV)	Døgnmiddel- flom inn (l/s/km ²)
Q ₅₀₀	42,5	39,5	93,61	0,69	2700
Ulykke: 1,5 · Q ₅₀₀	63,8	59,8	93,84	0,92	4000
Klimaendringer : 1,2 · Q ₅₀₀	51,0	47,6	93,7	0,79	3200

Tabell 10. Resultat av flomfrekvensanalysen

I tillegg til å beregne dimensjonerende flom med flomfrekvensanalyse gjøres samme beregning med nedbør-avløpsmodellen. Resultatene som gir høyest flom benyttes som dimensjonerende verdier. Sammenligning av flomfrekvensresultatene med modellresultatene er vist i avsnitt 6.1.

5.2 Nedbør-avløpsmodell

5.2.1 Hydrologisk modell

I tillegg til flomfrekvensanalyse har vi beregnet tilløpsflommene ved hjelp av en nedbør-avløpsmodell. Vi har brukt karmodellen i NVE sin modell PQRUT til å beregne tilløpsflom ut fra ekstrem nedbør. Senere er denne tilløpsflommen routet gjennom magasinet. Inngangsparametre i modellberegningen er tømmekonstantene K1¹ og K2 samt terskelverdien T i tabell 12. Tidsoppløsningen i modellen er satt til en time. Se [1] og [3] for detaljer om modellens oppbygning.

5.2.2 Feltparametre for hydrologisk modell

Modellparametrene K1, K2 og T er beregnet ut fra feltparametre etter formler beskrevet i [1]. Merk her at delfeltareal ikke inkluderer magasinareal, og likeledes er effektiv sjøprosent beregnet for nedbørfelt eksklusive magasin.

¹ Disse modellparametrene må ikke forveksles med årsflomregion K1 og K2 fra bestemmelse av spesifikk middelflom i kapittel 5.1.4.

A_{delfelt}	Totalt areal for delfeltet, dvs uten magasin [km^2].
H_{25}	Kote som 25 % av delfeltets areal ligger over [m.o.h]
H_{75}	Kote som 75 % av delfeltets areal ligger over [m.o.h]
dH	$H_{25} - H_{75}$ [m]
L_F	Feltaksens lengde- fra delfeltets fjerneste punkt til magasinet. [m]
H_L	Relieff = dH/L_F . Høydeforskjellen i meter mellom 25%- og 75 %-passasjen på delfeltets hypsografiske kurve, dividert med feltaksens lengde
A_{SE}	Effektiv sjøprosent [%] for delfeltet
q_N	Normal spesifikt avløp [l/s/km^2] for delfeltet
T_c	Delfeltets konsentrasjonstid
K_1	Øvre tømmekonstant
K_2	Nedre tømmekonstant
T	Terskelverdi

Tabell 11. Beskrivelse av feltparametre for delfeltene.

Mellomvatn inntaksdam	
$A_{\text{totalfelt}}$ [km^2]	13,36
A_{magasin} [km^2]	1,10
A_{delfelt} [km^2]	12,27
H_{25} [m]	629
H_{75} [m]	225
dH [m]	405
L_F [km]	3,97
H_L [m/km]	101,9
A_{SE} %	1,21
q_N [$\text{l/(s km}^2\text{)}$]	107,3
Q_{init} [m^3/s]	3,950
K1 [1/h]	0,283
K2 [1/h]	0,047
T [mm]	30

Tabell 12. Feltparametre for simulerte felt.

5.2.3 Nedbørdata

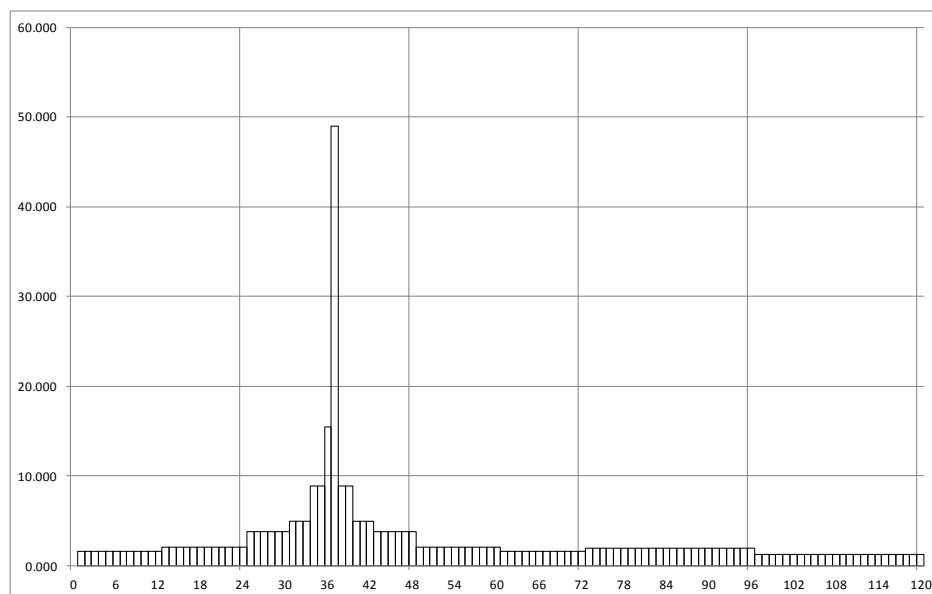
Punktnebbørdata for Mellomvatn inntaksdam er bestilt fra met.no og har vært basis for å lage nedbørforløp for feltet. En oversikt over 500-årsnedbøren M_{500} og tusenårsnedbøren M_{1000} er vist i tabellene under og i og vedlegg 6. Både punktnebbør og arealnebbør er vist. Arealnebbøren er den verdien vi bruker videre i beregningene fordi det er den representative verdien for hele nedbørfeltet.

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120
n timer / 24 timer	0,30	0,38	0,59	0,76	1	1,28	1,51	1,74	1,93
M500 (mm) punkt	55	70	105	135	180	230	270	315	345
ARF (15 kv.km.)	0,89	0,92	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99
M ₅₀₀ (mm) areal	49,0	64,4	99,8	129,6	174,6	225,4	264,6	311,9	341,6

Tabell 13. Ekstremnedbør (500-årsnedbør), Mellomvatn inntaksdam.

Påregnelige 24-timersverdier er 175 mm/døgn for M₅₀₀. Største observerte nedbør i området i perioden 1862-2011 er 121,3 mm på ett døgn.

Nedbørdataene er brukt til å konstruere et nedbørforløp for 500-årsnedbør og 1000-årsnedbør (se figuren under). Nedbørforløpet på fem døgn er laget ved å fordele det totale nedbørvolumet over de forskjellige varigheter, dvs. å la nedbøren over én time være 49 mm, over to timer være 64 mm osv. Dette brukes til å finne avrenning ved hjelp av nedbør-avløpsmodellen.



Figur 6. Konstruert 5-døgns nedbørforløp for beregning av Q₅₀₀ med nedbør-avløpsmodellen.

5.2.4 Flomskapende periode

Flomskapende periode er den perioden av året som gir høyest avløpsflom over dammen. Vi så på figur 3 at både høstflommer og vårflokker opptrer i nedbørfeltet til Mellomvatn inntaksdam. Snøsmelting utgjør et ubetydelig bidrag høstmånedene, fordi snømagasinet er såpass lite, både når det gjelder snødybde, men også fordi nedbørfeltet til Mellomvatn inntaksdam er så lite. Tabellen under viser gjennomsnittlig snøsmelting hver måned basert på gjennomsnittlig temperatur og snødyp. I nederste del av tabellen kommer det fram at årsnedbøren er større enn sesongnedbør + snøsmelting i alle måneder. Derfor inngår ikke snøsmelting i de videre beregningene.

	jan	feb	mar	apr	mai	Jun	jul	aug	sep	okt	nov	Des
Maks snødybde (cm)	42	55	61	51	12	0	0	0	0	3	12	24
Vanninnhold (%)	20	20	20	30	40	0	0	0	0	10	10	10
Vanninnhold (mm)	84	110	121	154	50	0	0	0	0	3	12	24
Høyeste temp. under nedbør	8	8	8	15	23	28	28	27	22	17	11	11
Smelteintensitet pr døgn (mm/d)	16	16	16	30	46	56	56	54	44	34	22	22
Smelteintensitet per time (mm/t)	0,7	0,7	0,7	1,3	1,9	2,3	2,3	2,3	1,8	1,4	0,9	0,9
Varighet til snømagasin (t)	122	165	182	123	26	0	0	0	0	2	13	26
Fiskefjord												
Døgnnedbør (mm/d)	155	155	120	120	120	105	105	105	160	160	160	155
Døgnnedbør + snø (mm/d)	171	171	136	150	166	105	105	105	160	163	172	177
Årsverdi (mm/d)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180

Tabell 14. Vurdering av snømagasin for å velge flomskapende periode.

met.no har gitt opplysninger om snødyp ved Sørkleivdalen og Sortlandkleiva og maksimumstemperatur ved stasjonen Sortlandkleiva. Relativt vanninnhold og graddagsfaktoren er satt noenlunde subjektivt og potensiell snøsmelting er funnet med graddagsformelen $\Delta w = M \cdot (TAM)$.

5.2.5 Nedbør på vann

Nedbør direkte på magasinet regnes som umiddelbart tilløp til magasinet og går ikke gjennom karmodellen. Den totale tilløpsflommen finnes derfor ved å summere tilløpsflommen fra PQRUT med nedbør på magasinet. Det regnes kun nedbør og ikke snøsmelting over magasinarealet.

5.2.6 Forutsetninger

Det forutsettes videre for beregningene at:

- Feltet er mettet med vann før flommen begynner.
- Initialvannføringen settes lik tre ganger middelvannføringen for året.
- Startvannstanden i magasinet er HRV.
- Tilstopping av flomløpet er neglisjerbar.
- Magasinkurven (volumet over HRV) er laget ved å anta rette vegger.

5.2.7 Framgangsmåte ved modelleringen

Tilløpsflommen til magasinet er funnet med karmodellen i PQRUT, der input er årsnedbør. Total tilløpsflom er funnet ved å summere tilløpsflommen til magasinet med nedbør på magasinet, regnet om til vannføring. Tre tilfeller er modellert: dimensjonerende flom (Q_{500}), dimensjonerende flom med ulykkesflom og et estimat for antatt klimaendring. For å beregne ulykkesflommen er den totale tilløpsflommen multiplisert med 1,5 før routing. For å beregne effekten av klimaendring er den totale tilløpsflommen multiplisert med 1,2 før routing.

Avløpsflommen er funnet ved å route tilløpsflommen med en excelmodell basert på PQRUT. Input består av total tilløpsflom, magasinkurve og avløpskurve (se vedlegg 4).

5.2.8 Resultater av nedbør-avløpsmodellen

Tabellene under viser hovedresultatene fra nedbør-avløpsmodellen, dvs. de tre tilfellene av 500-årsflommen Q_{500} og tusenårsflommen Q_{1000} ved Mellomvatn inntaksdam. Figurer og tabeller over hydrografene finnes i vedlegg 11.

Flomsituasjon	Tilløpsflom (m ³ /s)	Avløpsflom (m ³ /s)	Vannstand (moh)	Flomstigning (m over HRV)	Døgnmiddel- flom inn (l/s/km ²)
Q_{500}	69.8	41.5	93.64	0.72	1800
Ulykke: $1,5 \cdot Q_{500}$	104.7	65.7	93.90	0.98	2400
klimaendringene: $1,2 Q_{500}$	83.8	51.3	93.7	0.83	2200

Tabell 15. Hovedresultater av routing gjennom magasin.

6. Resultat og valg av dimensjonerende flomvannstand

6.1 Sammenligning av flomfrekvensanalyse og nedbør-avløpsmodell

Tabellen under viser avløpsflommen ved bruk av flomfrekvensanalyse og modell. Resultatene er veldig like, men noe høyere for modellen. Dette betyr at resultatene fra nedbør-avløpsmodellen bør brukes som dimensjonerende verdier. Alle resultatene er vist i vedlegg 11.

	Tilløpsflom, Q_{mom} (m ³ /s)		Avløpsflom, Q_{mom} (m ³ /s)		Flomvannstand (moh)	
	Flomfrekvens	Modell	Flomfrekvens	Modell	Flomfrekvens	Modell
Q_{500}	42,5	67,1	39,5	38,5	93,61	93,60

Tabell 16. Sammenligning av tilløp og vannstand beregnet ved flomfrekvensanalyse og modell.

6.2 Sammenligning med tidligere flomberegninger

Tidligere flomberegninger for Mellomvatn inntaksdam er utført av Barlindhaug Consult AS i oktober 2001. Dimensjonerende avløpsflom ble beregnet til 20,52 m³/s og flomstigningen er oppgitt til 46 cm. Flomstigningen ved dagens beregning er altså en del høyere enn i 2001, 69 cm ved flomfrekvensanalysen. Ved tilsvarende flomberegninger i området har vi sett en økning i flomstørrelser og mener at det kan være realistisk her. (Merk at HRV er endret fra 93,5 ved flomberegningen i 2001 til 92,92 ved dagens flomberegning, og at de absolutte magasin vannstandene i de to flomberegningene ikke er sammenlignbare.)

6.3 Sammenligning med observasjoner i vassdraget

Det er ikke registrert vannstander eller vannføringer i Fiskefjordelva.

6.4 Klassifisering av flomberegning

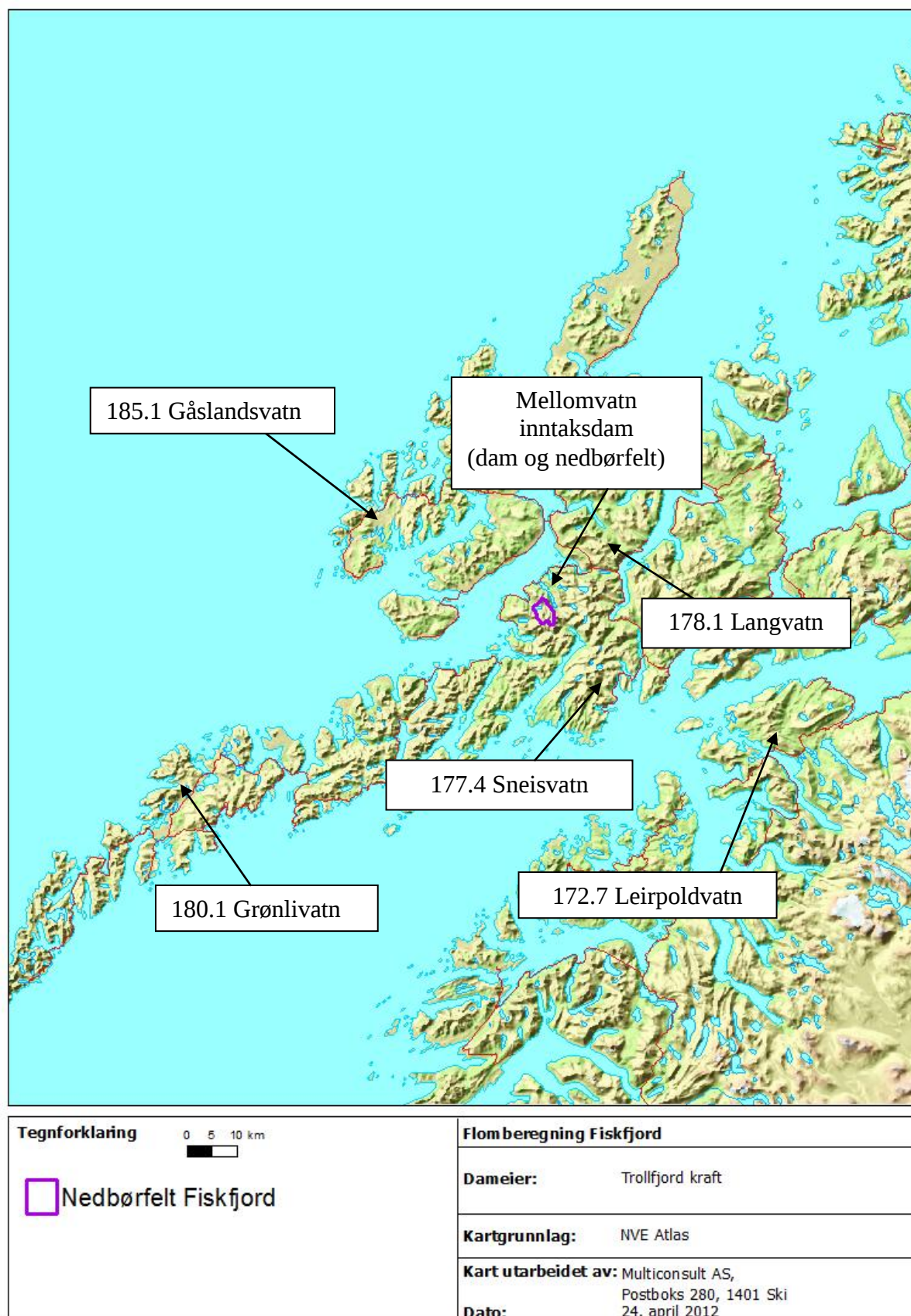
Tilgjengelig hydrologisk datagrunnlag betraktes som brukbart, med en veldig lang måleserie i nærheten av feltet, men gradientene i spesifikk avrenning er veldig store. De fleste målestasjonene er lite representative, med unntak av Sneisvatn og Langvatn. Det er også en ubetinget fordel at måleserien ved Sneisvatn er såpass lang (94 år).

Usikkerheten i beregningene er til tider betydelige. For flomfrekvenanalysen er bestemmelsen av spesifikk flom forbundet med stor usikkerhet. Tilpassing av en fordelingsfunksjon (her: EV1) innfører ytterligere usikkerhet, særlig når det finnes slengere i datamaterialet. Usikkerheten er ikke like stor i modellresultatene.

Som sensitivitetsanalyse har vi her tatt hensyn til forventede endringer i flomstørrelser som følge av klimaendringer. Nedbørfeltet til Mellomvatn inntaksdam ligger i et område hvor det er ventet ca. 20 prosent økning i tilløpsflom from mot år 2100. Mer informasjon om dette finnes i NVE-rapport 5-2011, Hydrological projections for floods in Norway under a future climate.

Flomberegningen foreslås plassert i klasse 3 - brukbart hydrologisk grunnlag, fordi det finnes en lang måleserie i området, men den er ikke helt representativ og det er store gradienter i spesifikk flom.

Vedlegg 1 Beliggenhet nedbørfelt og målestasjoner



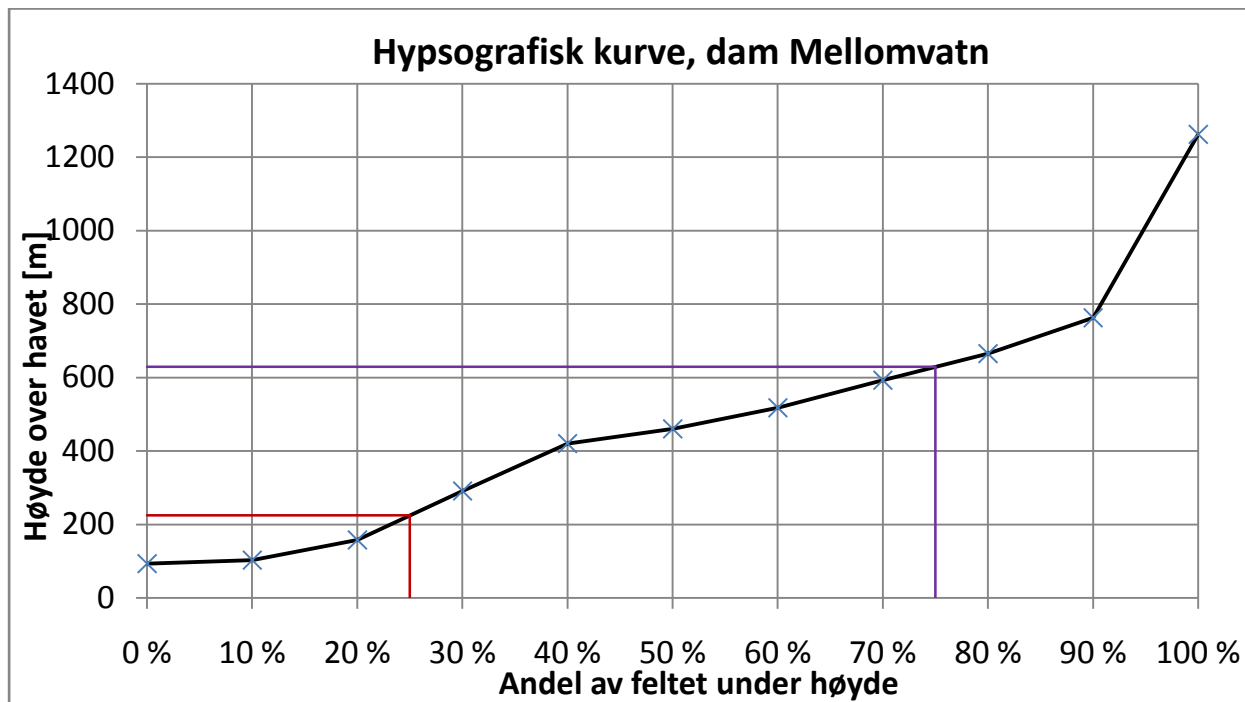
Figur 7. Oversiktskart over Mellomvatn inntaksdam.

Vedlegg 2 Oversiktskart over nedbørfeltet



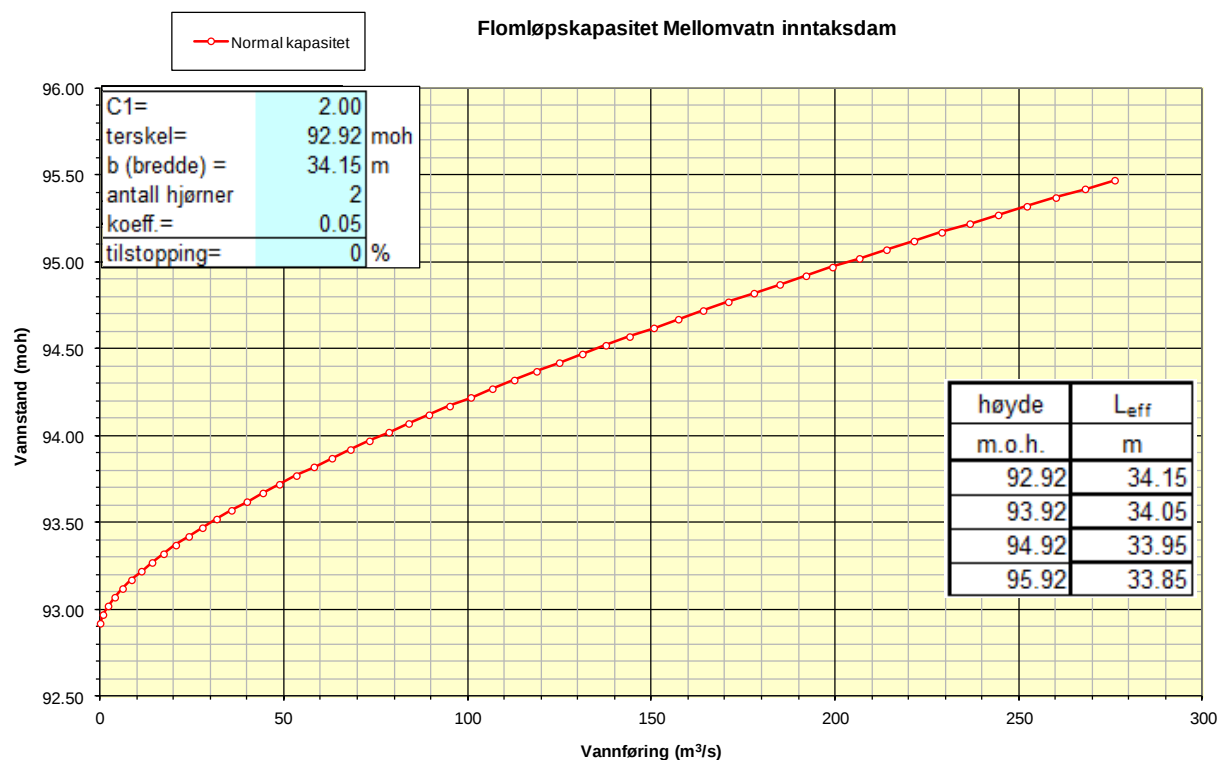
Figur 8. Nedbørfeltet til Mellomvatn inntaksdam

Vedlegg 3 Hypsografisk kurve

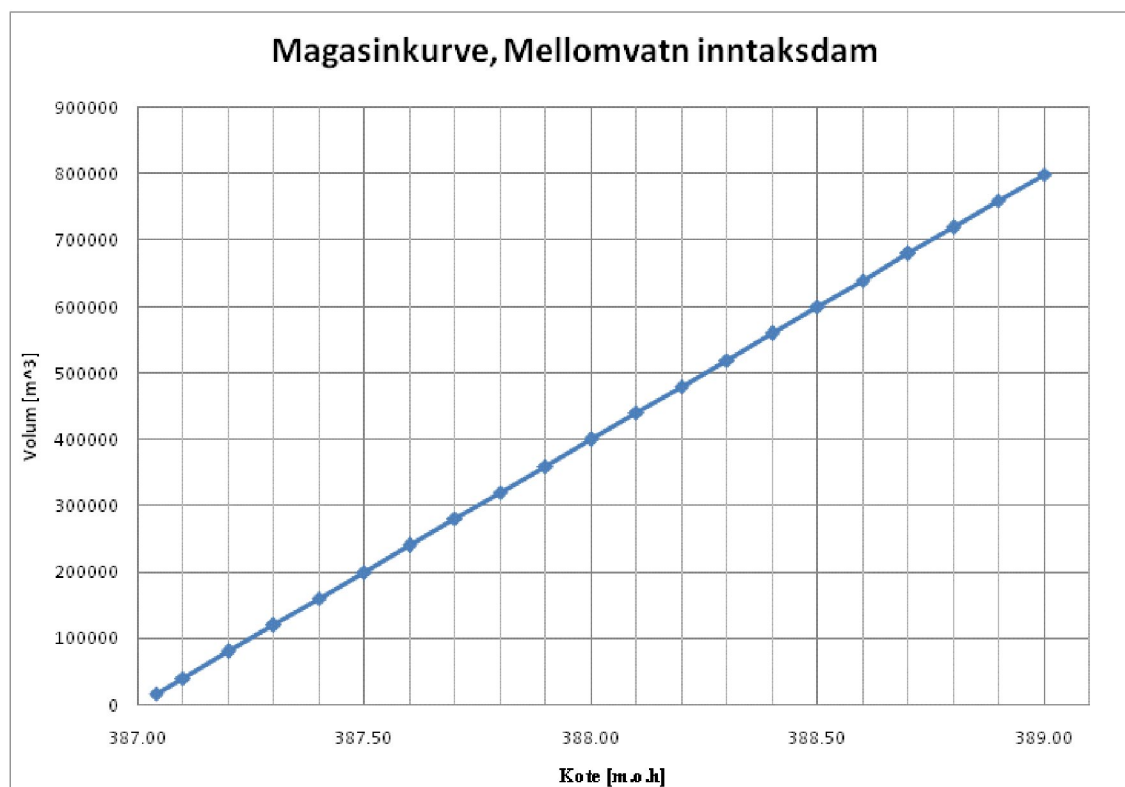


Figur 9. Hypsografisk kurve viser hvor stor andel av nedbørfeltarealet som ligger over en viss høyde. Rød strek markerer H_{25} , lilla strek markerer H_{75} .

Vedlegg 4 Kapasitetskurve og magasinkurve

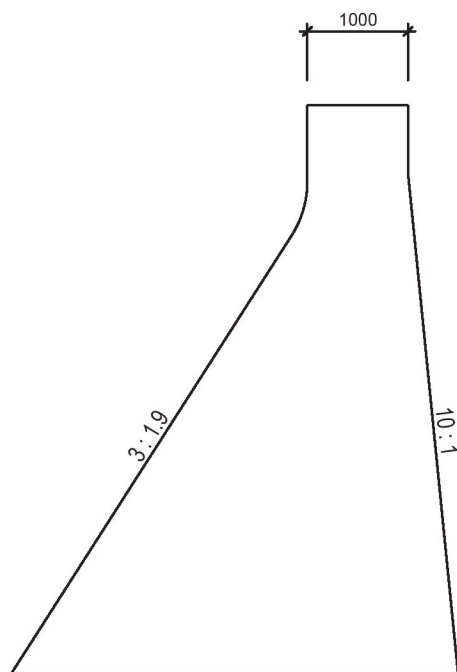


Figur 10. Kapasitetskurve ved Mellomvatn inntaksdam. Tilstoppingsfaren ble ansett å være neglisjerbar og er ikke tatt med.



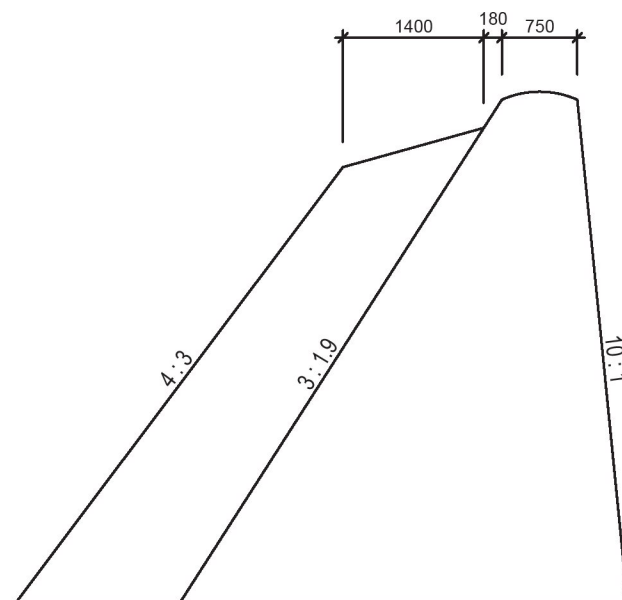
Figur 11. Magasinkurve for Mellomvatn inntaksdam.

Vedlegg 5 Damtegning



Tegn. 488, snitt B -B

kt.+93.50



Tegn 488, snitt C -C
tegn. 2, snitt D - D

kt.+92.92

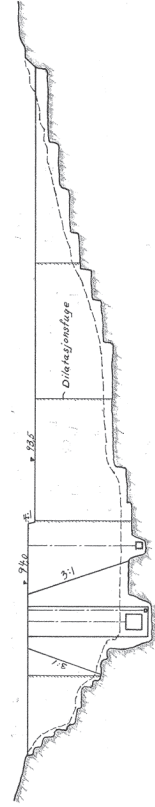
kt.+92.84
kt.+92.56
kt.+92.17

Typisk snitt
Jf. "Nordland fylke
Elektrisitetskontor"
tegn. 488
og
"Siviling. A. Adolfsen"
tegn. 2

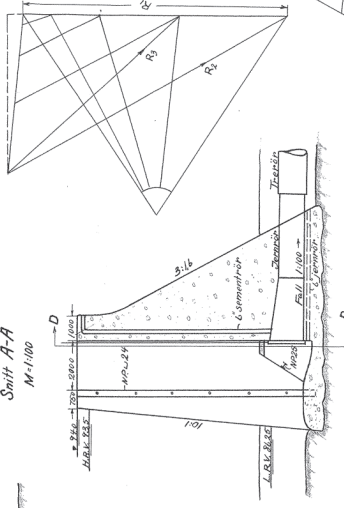
REVISJONER	
1	
2	
3	
Prosjektinformasjon	
Trollfjord Kraft AS	
Dammen i Fiskfjord	
Rehabilitering 2012	
Prosjekttype	Dam
Typisk damsnitt	23.01.2012
Skala	1:50
Forfatter	Ø.J.
Rev.	Ø.J.
 SIBSAS Prosjekt 23.01.2012 Trollfjord Kraft AS	
Prosjektnummer	Tegningsnummer
10696	003

Hadsel/E.V. övre anlägg.

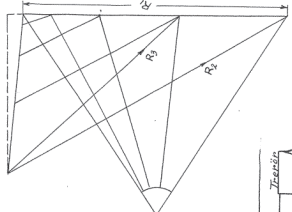
Inntaksdam
M=1:200



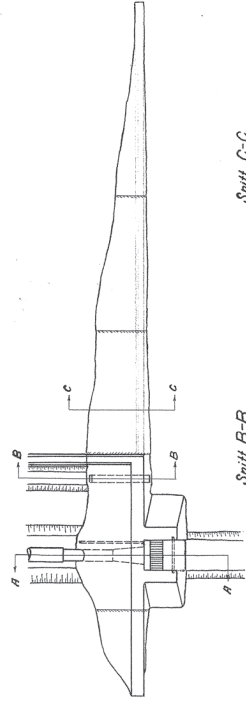
Statisk undersöktelse
M=1:50



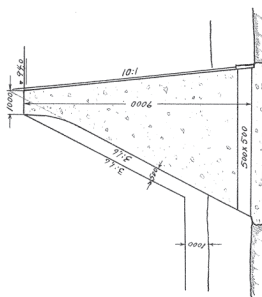
Snitt A-A
M=1:100



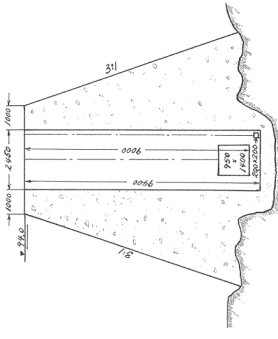
Snitt B-B
M=1:100



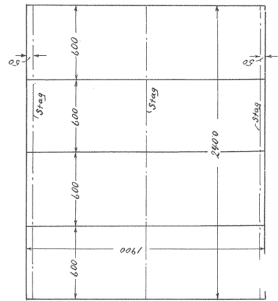
Snitt C-C
M=1:100



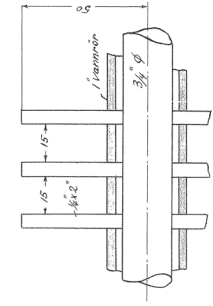
Snitt D-D
M=1:100



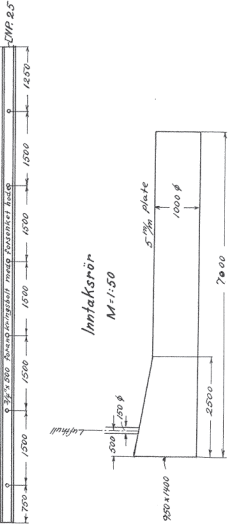
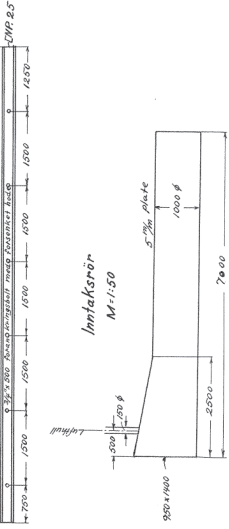
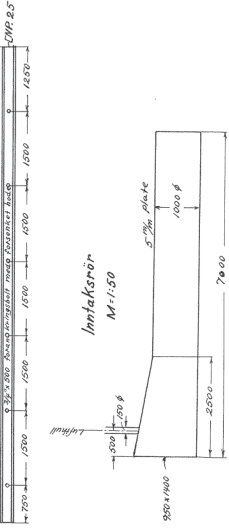
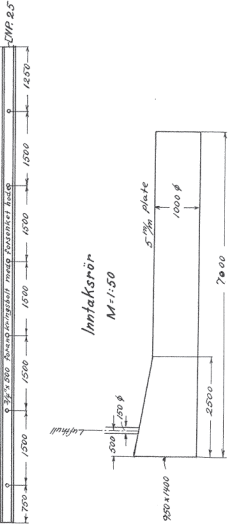
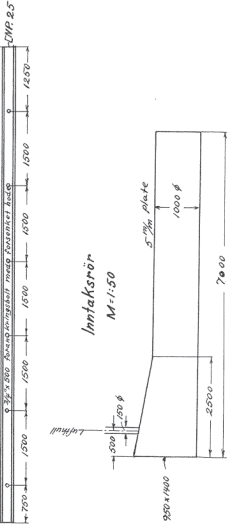
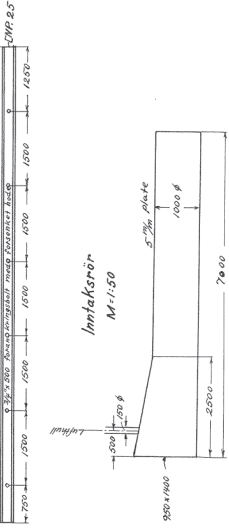
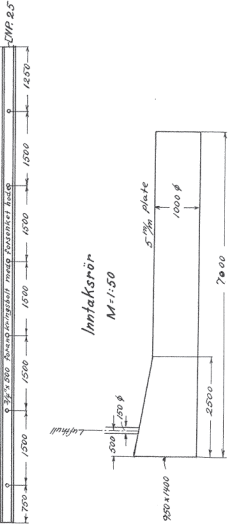
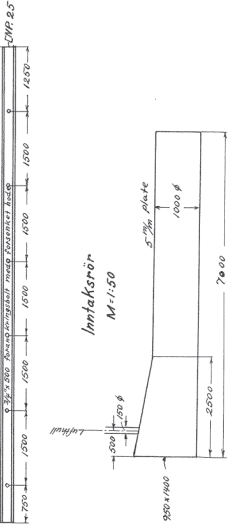
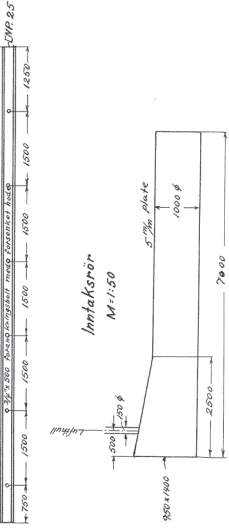
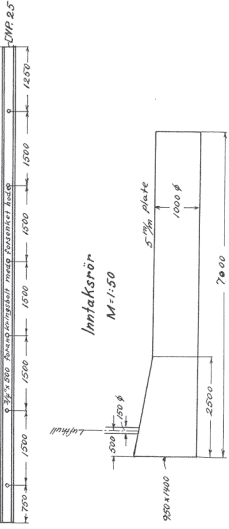
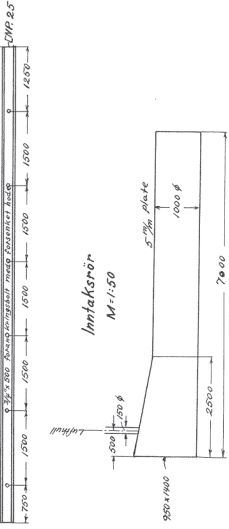
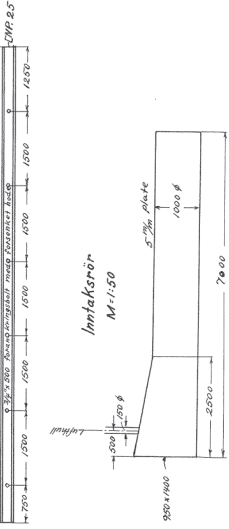
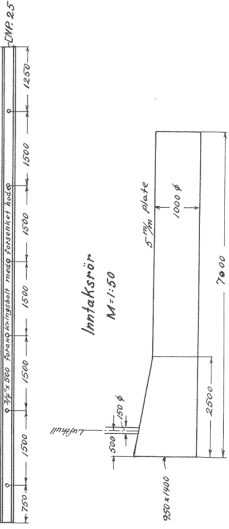
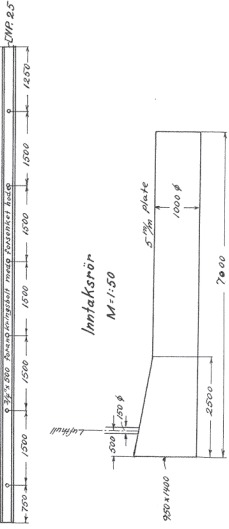
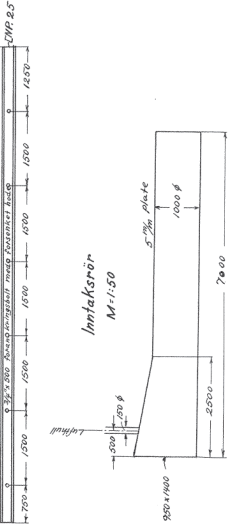
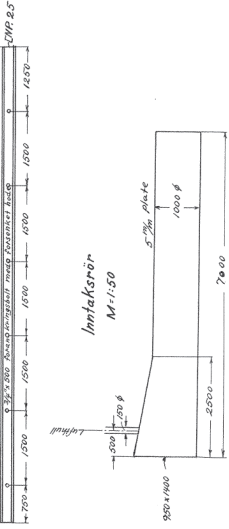
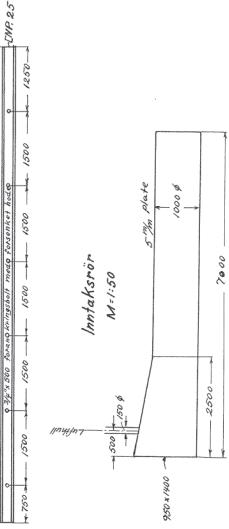
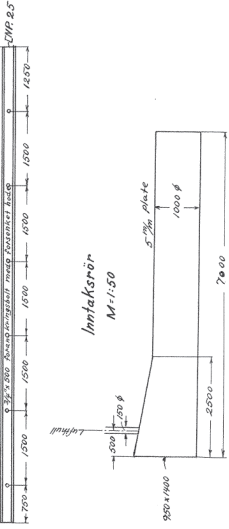
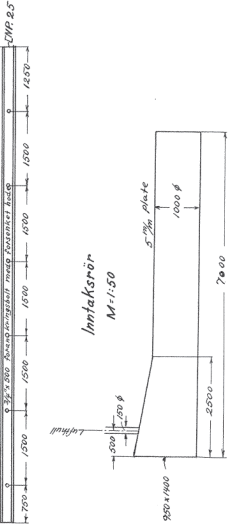
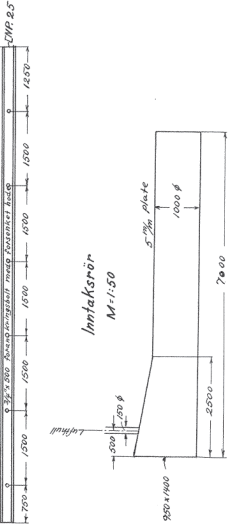
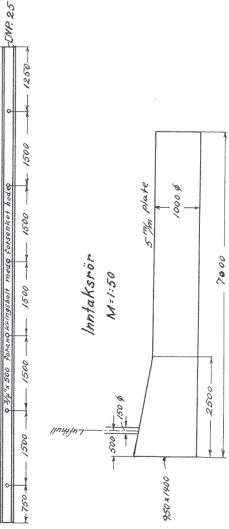
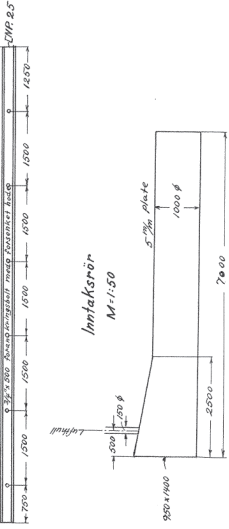
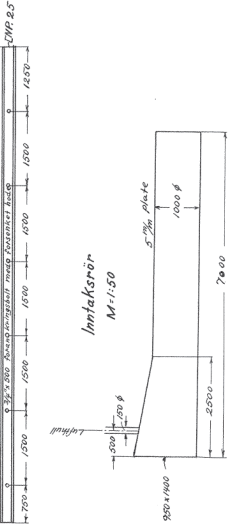
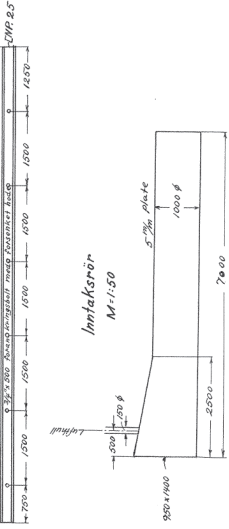
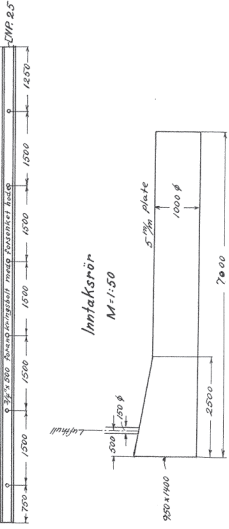
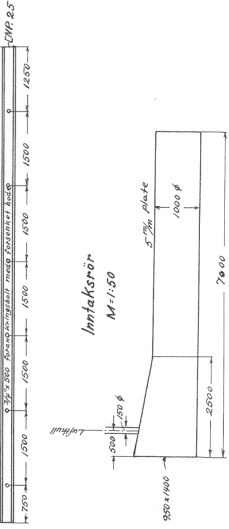
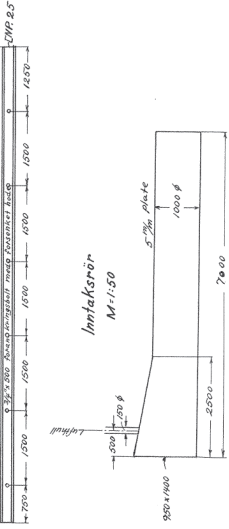
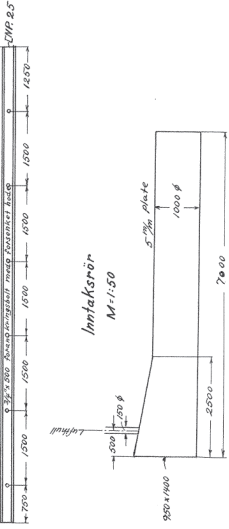
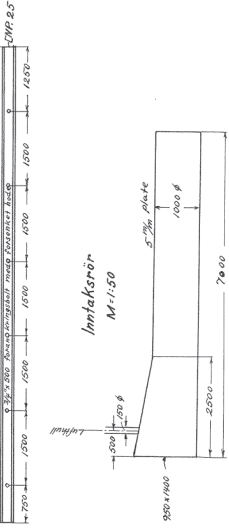
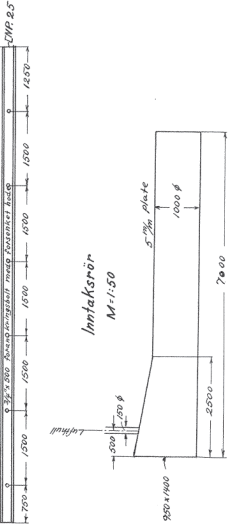
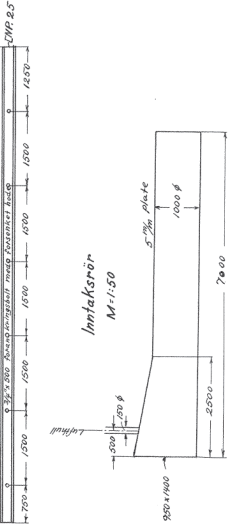
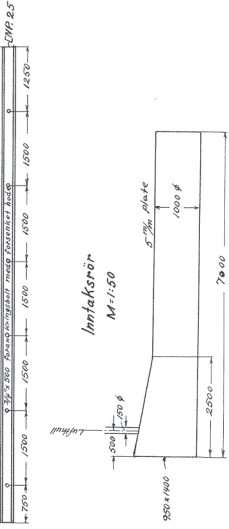
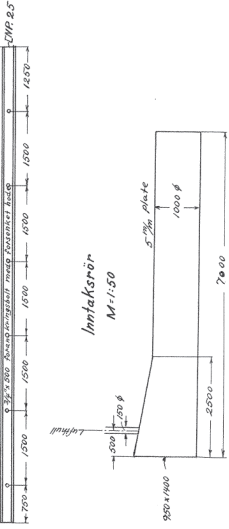
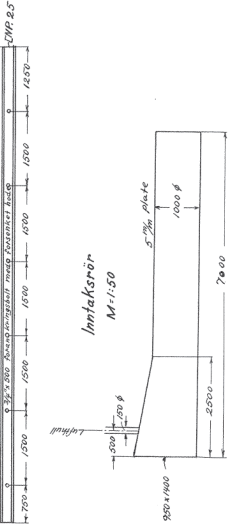
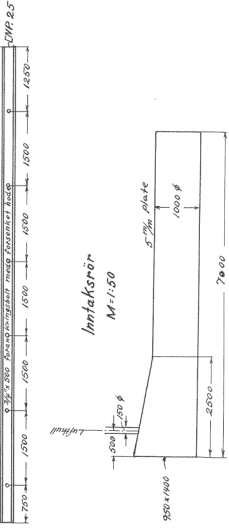
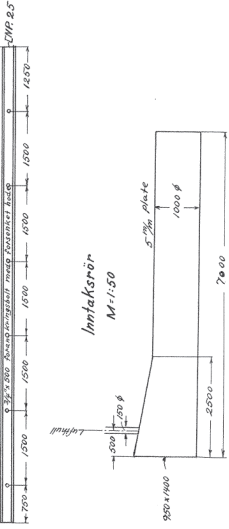
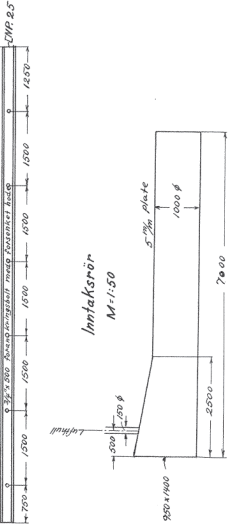
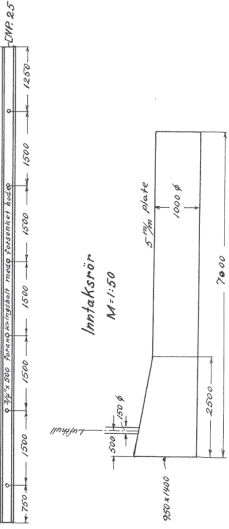
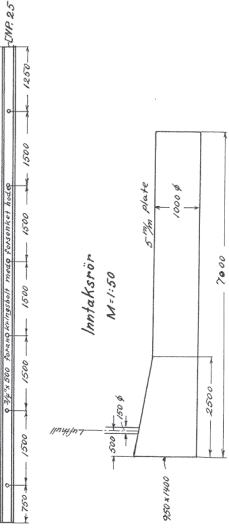
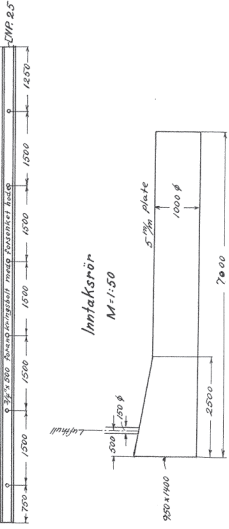
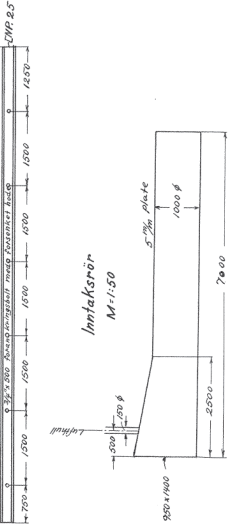
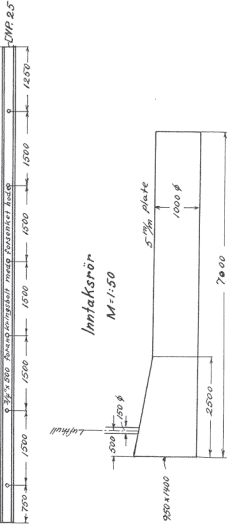
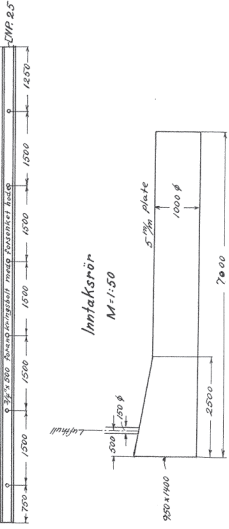
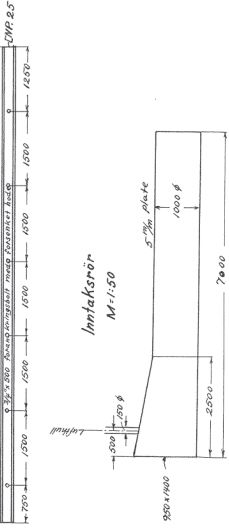
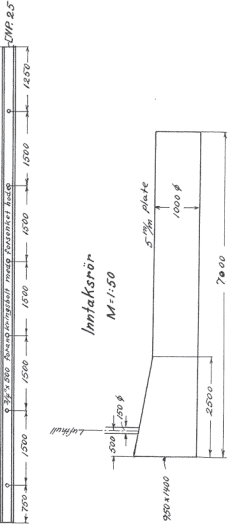
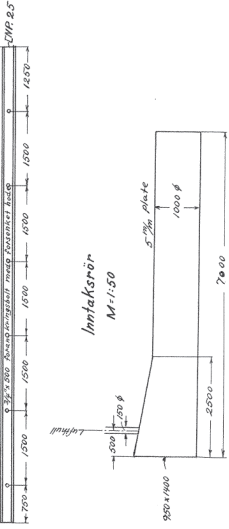
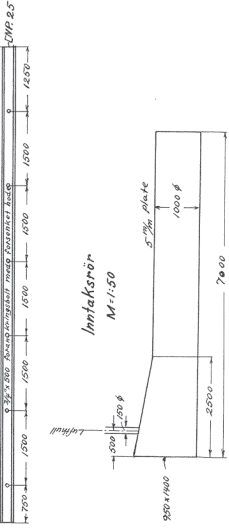
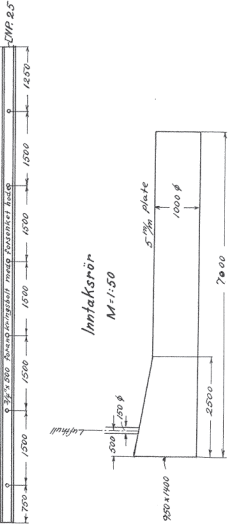
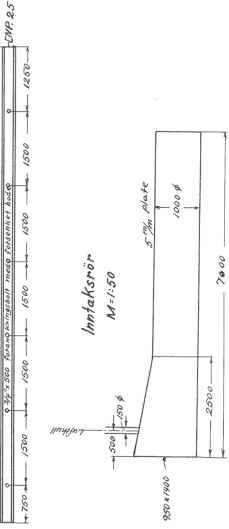
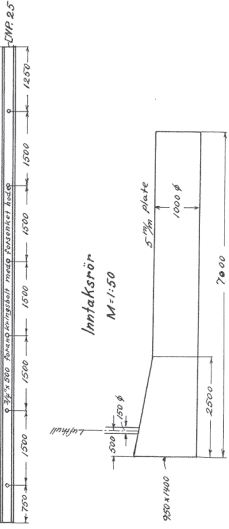
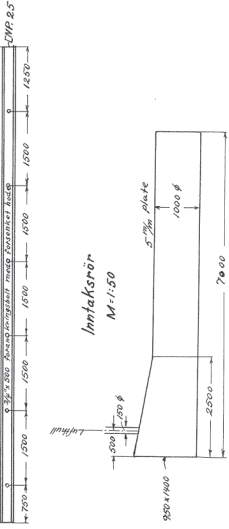
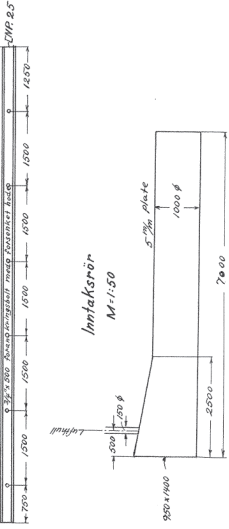
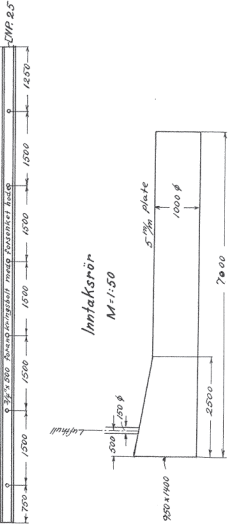
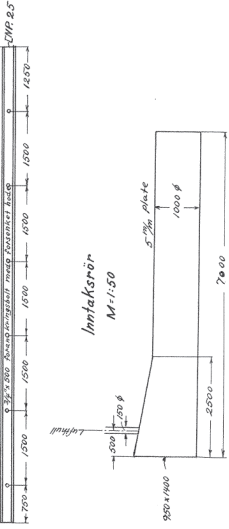
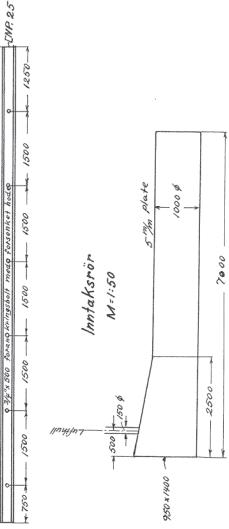
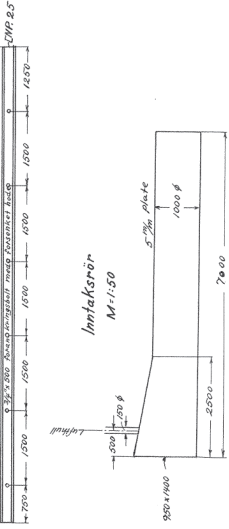
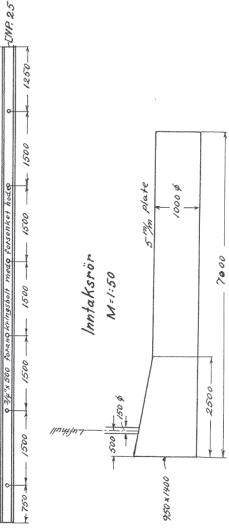
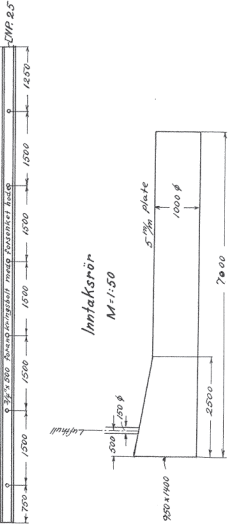
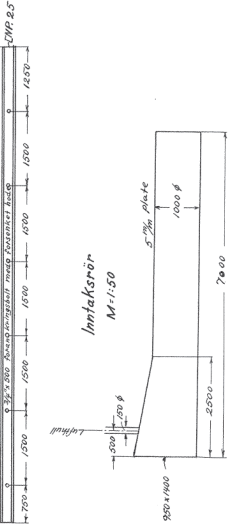
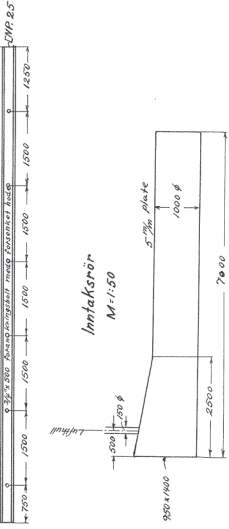
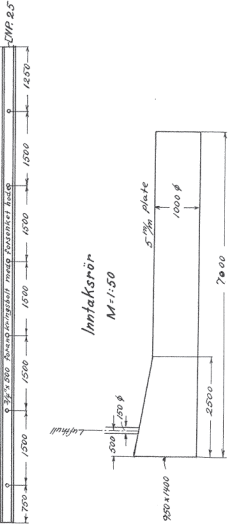
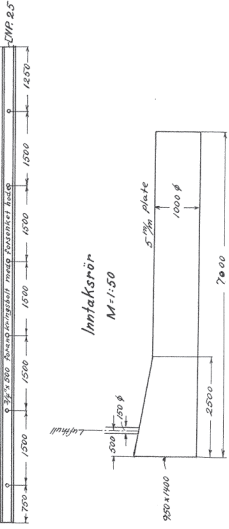
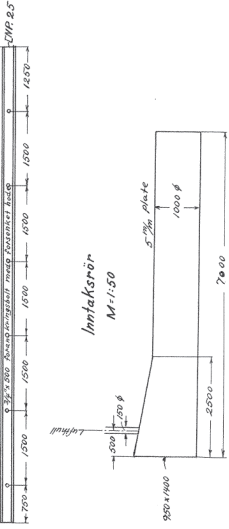
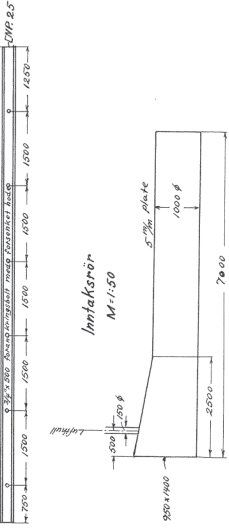
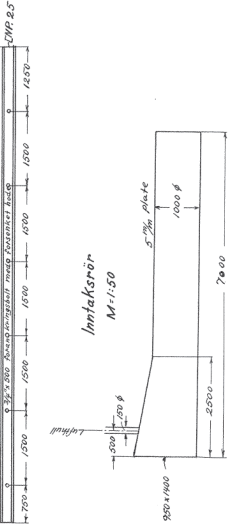
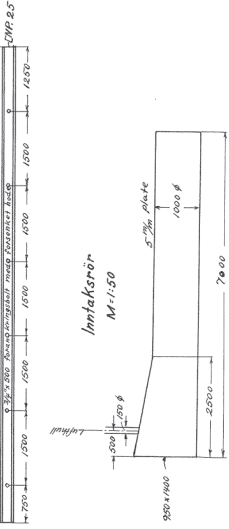
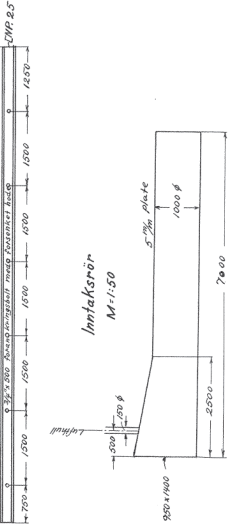
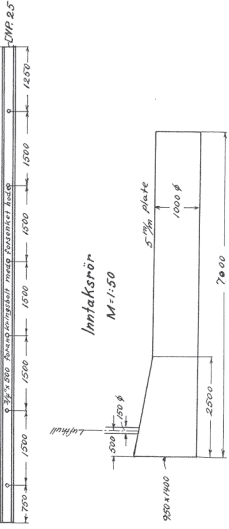
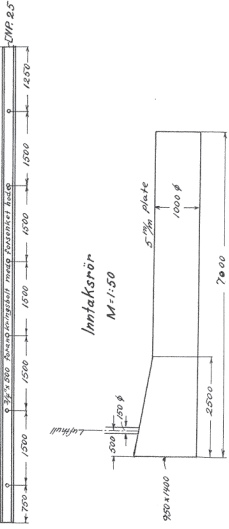
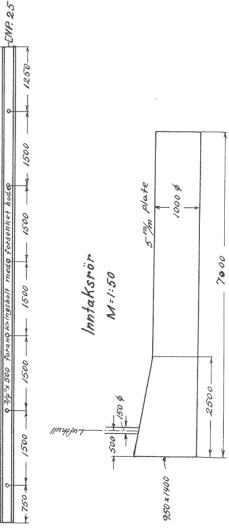
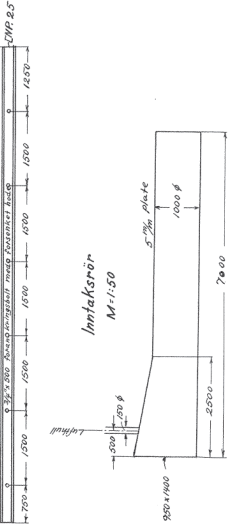
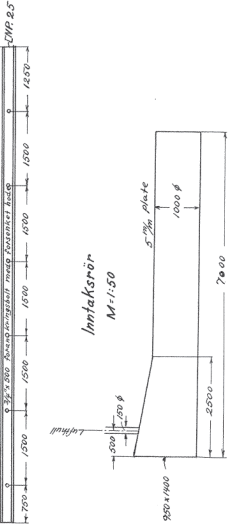
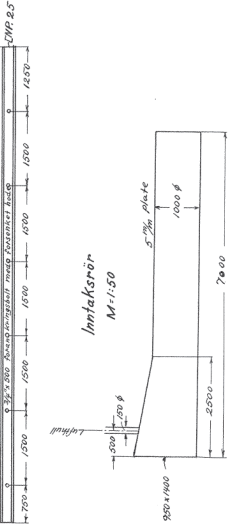
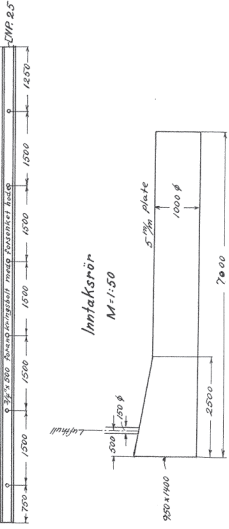
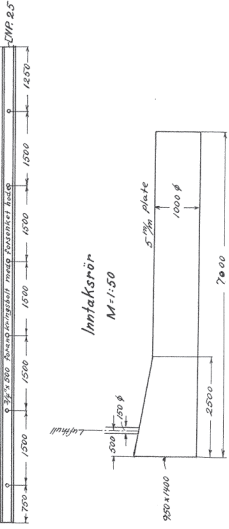
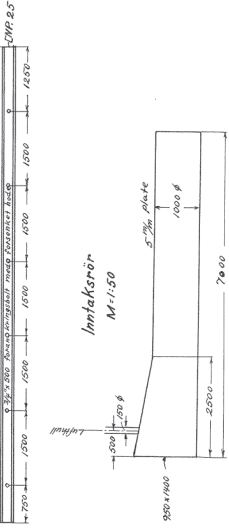
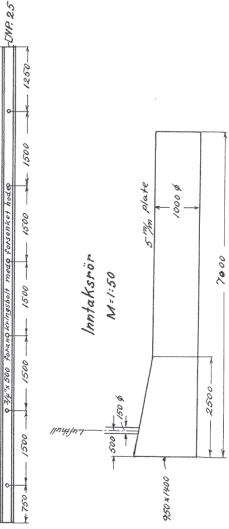
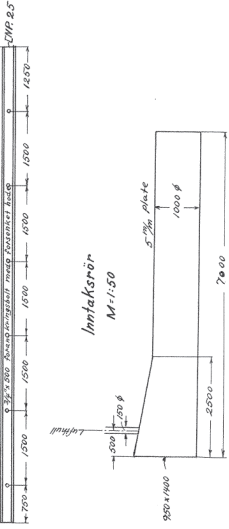
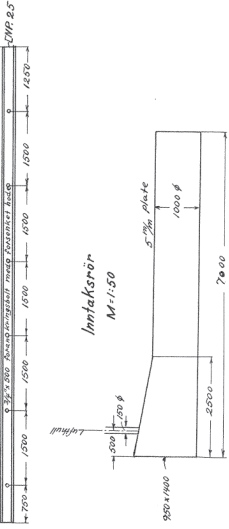
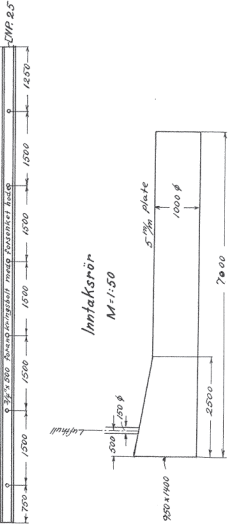
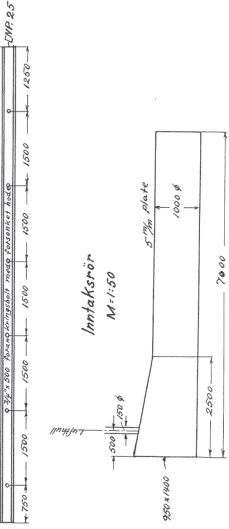
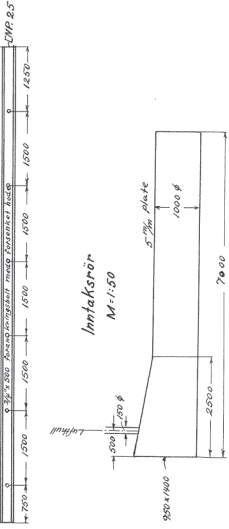
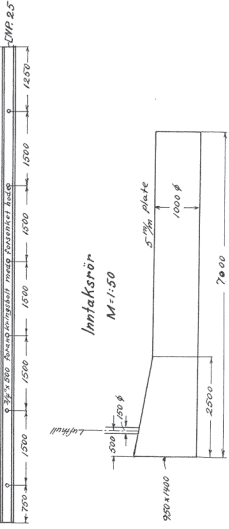
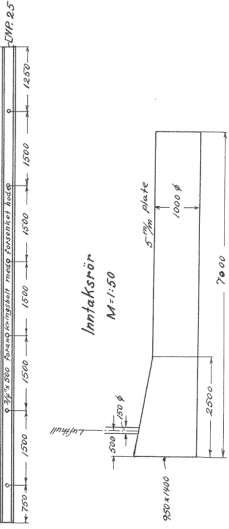
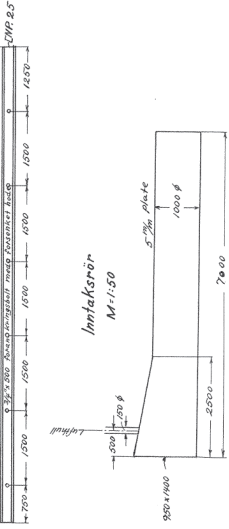
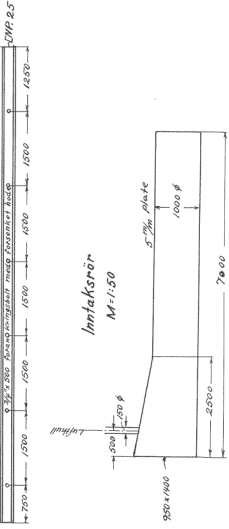
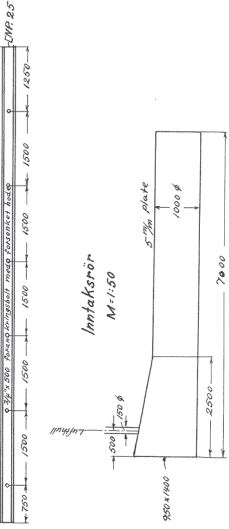
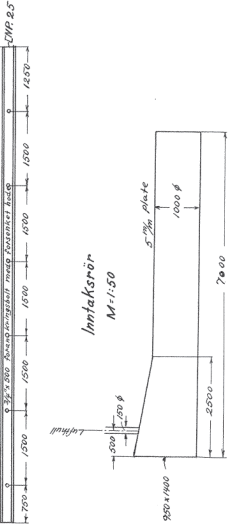
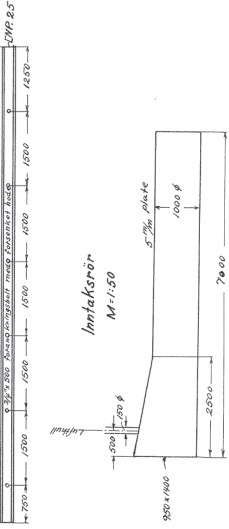
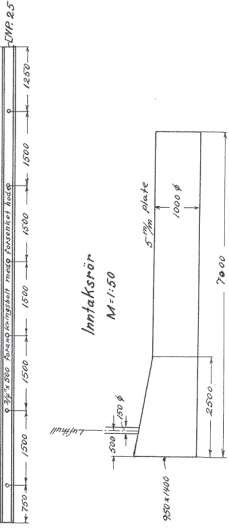
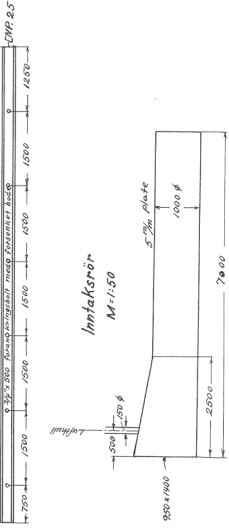
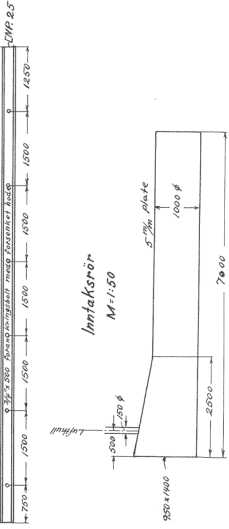
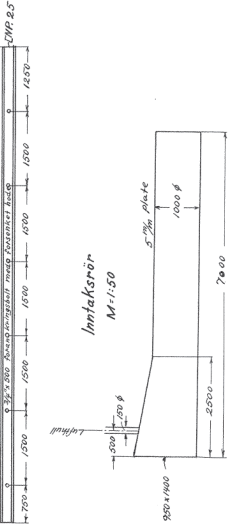
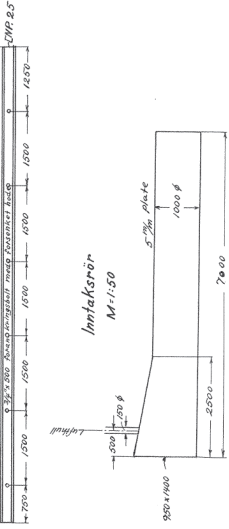
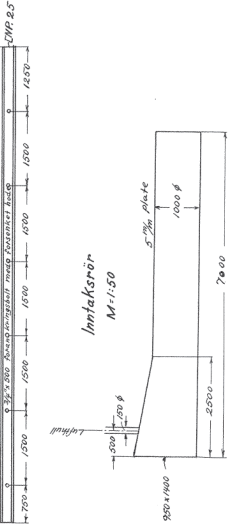
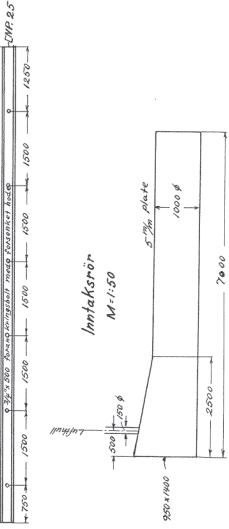
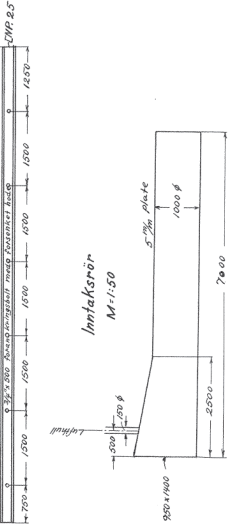
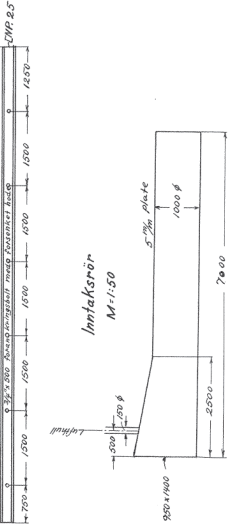
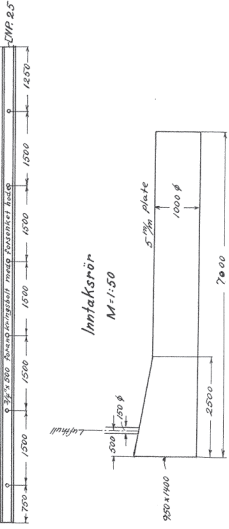
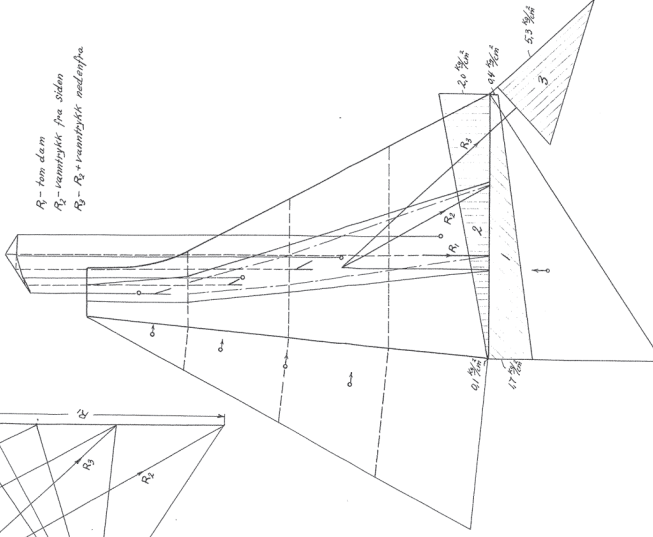
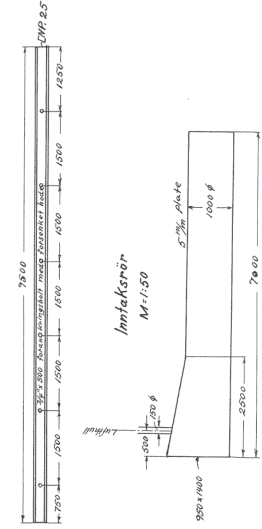
Rist
M=1:20



Detalj av rist
M=1:1



Föring för bjelkestengsel
M=1:50



Vedlegg 6 Ekstremnedbøranalyse

Påregnelig Ekstremnedbør (felt)



Nedbørfelt: Fiskefjord

1) Normal årsnedbør (basert på verdier fra normalkart): PN ~ 1800 mm

2) M5(24t) / PN ~ 6,2 % ==> M5(24t) ~ 90 mm

3) Påregnelige 24 timers nedbørverdier

	Årsverdi	jan, des	feb,	mar, apr, mai	jun, jul, aug	sep, okt, nov
M5(År) / M5(År)	1	0.84		0.6	0.5	0.87
M5 (mm)	90	76		54	45	78
M10 (mm)	100	85		60	50	85
M25 (mm)	115	100		70	60	100
M50 (mm)	125	110		80	70	110
M100 (mm)	140	120		90	80	125
M200 (mm)	155	135		100	90	140
M500 (mm)	180	155		120	105	160
M1000 (mm)	195	175		135	120	175
PMP (mm)	315	290		245	225	295 ->315

4) Påregnelige n-timers nedbørverdier

4. 1) Årsverdi:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120
n timer / 24 timer	0.3	0.38	0.59	0.76	1	1.28	1.51	1.74	1.93
M10 (mm)	30	40	60	75	100	130	150	175	195
M25 (mm)	35	45	70	85	115	145	175	200	220
M50 (mm)	40	50	75	95	125	160	190	220	240
M100 (mm)	40	55	85	105	140	180	210	245	270
M200 (mm)	45	60	90	120	155	200	235	270	300
M500 (mm)	55	70	105	135	180	230	270	315	345
M1000 (mm)	60	75	115	150	195	250	295	340	375
PMP (mm)	95	120	185	240	315	405	475	550	610

4. 2) jan, feb, des:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120
n timer / 24 timer	0.3	0.38	0.59	0.76	1	1.28	1.51	1.74	1.93
M10 (mm)	25	30	50	65	85	110	130	150	165
M25 (mm)	30	40	60	75	100	130	150	175	195
M50 (mm)	35	40	65	85	110	140	165	190	210
M100 (mm)	35	45	70	90	120	155	180	210	230
M200 (mm)	40	50	80	105	135	175	205	235	260
M500 (mm)	45	60	90	120	155	200	235	270	300
M1000 (mm)	55	65	105	135	175	225	265	305	340
PMP (mm)	85	110	170	220	290	370	440	505	560

4. 3) mar, apr, mai:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120
n timer / 24 timer	0.3	0.38	0.59	0.76	1	1.28	1.51	1.74	1.93
M10 (mm)	20	25	35	45	60	75	90	105	115
M25 (mm)	20	25	40	55	70	90	105	120	135
M50 (mm)	25	30	45	60	80	100	120	140	155
M100 (mm)	25	35	55	70	90	115	135	155	175
M200 (mm)	30	40	60	75	100	130	150	175	195
M500 (mm)	35	45	70	90	120	155	180	210	230
M1000 (mm)	40	50	80	105	135	175	205	235	260
PMP (mm)	75	95	145	185	245	315	370	425	475

4. 4) jun, jul, aug:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120
n timer / 24 timer	0.3	0.38	0.59	0.76	1	1.28	1.51	1.74	1.93
M10 (mm)	15	20	30	40	50	65	75	85	95
M25 (mm)	20	25	35	45	60	75	90	105	115
M50 (mm)	20	25	40	55	70	90	105	120	135
M100 (mm)	25	30	45	60	80	100	120	140	155
M200 (mm)	25	35	55	70	90	115	135	155	175
M500 (mm)	30	40	60	80	105	135	160	185	205
M1000 (mm)	35	45	70	90	120	155	180	210	230
PMP (mm)	70	85	135	170	225	290	340	390	435

4. 5) sep, okt, nov:

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72	96	120
n timer / 24 timer	0.3	0.38	0.59	0.76	1	1.28	1.51	1.74	1.93
M10 (mm)	25	30	50	65	85	110	130	150	165
M25 (mm)	30	40	60	75	100	130	150	175	195
M50 (mm)	35	40	65	85	110	140	165	190	210
M100 (mm)	40	50	75	95	125	160	190	220	240
M200 (mm)	40	55	85	105	140	180	210	245	270
M500 (mm)	50	60	95	120	160	205	240	280	310
M1000 (mm)	55	65	105	135	175	225	265	305	340
PMP (mm)	95	120	185	240	315	405	475	550	610

5) Justering fra punkt til areal-verdi.

De gitte verdier gir punktnedbør for et "representativt" fiktivt punkt i feltet.

For felt på ca. 15 kv.km fåes et grovestimat av arealnedbør ved å multiplisere

punktverdiene med en "arealreduksjonsfaktor" ARF:

ANTALL TIMER:	1	2	6	12	24	48	72	96	120
ARF (15 kv.km.)	0.89	0.92	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99

6) Nærmeste målestasjon: 86450 SIGERFJORD II (PN ikke tilgjengelig.)

7) Maksimal observert nedbør i området (valgte stasjoner i perioden 1862-2011) : 121,6 mm

Målt ved: 86520 SORTLAND - KLEIVA den 09.01.1964

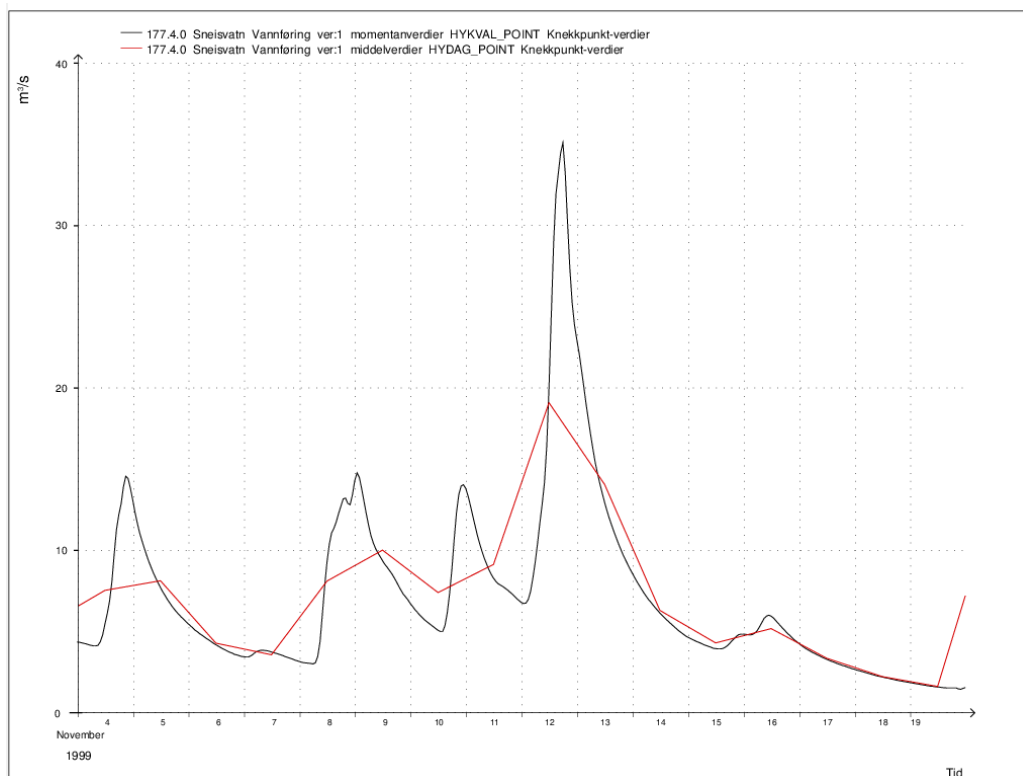
8) Kommentarer:

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

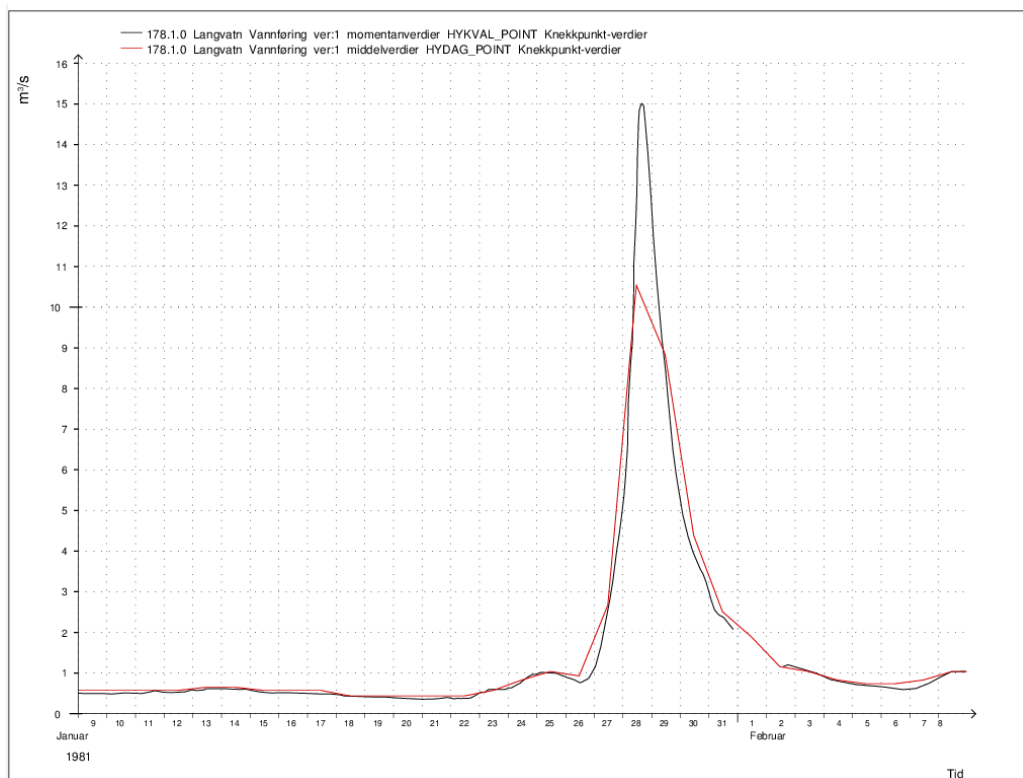
[Data er gyldig per 29.03.2012 \(CC BY 3.0\)](#)
kdvh@met.no © met.no

Vedlegg 7

Observerte flommer ved vannmerke 177.4 Sneisvatn

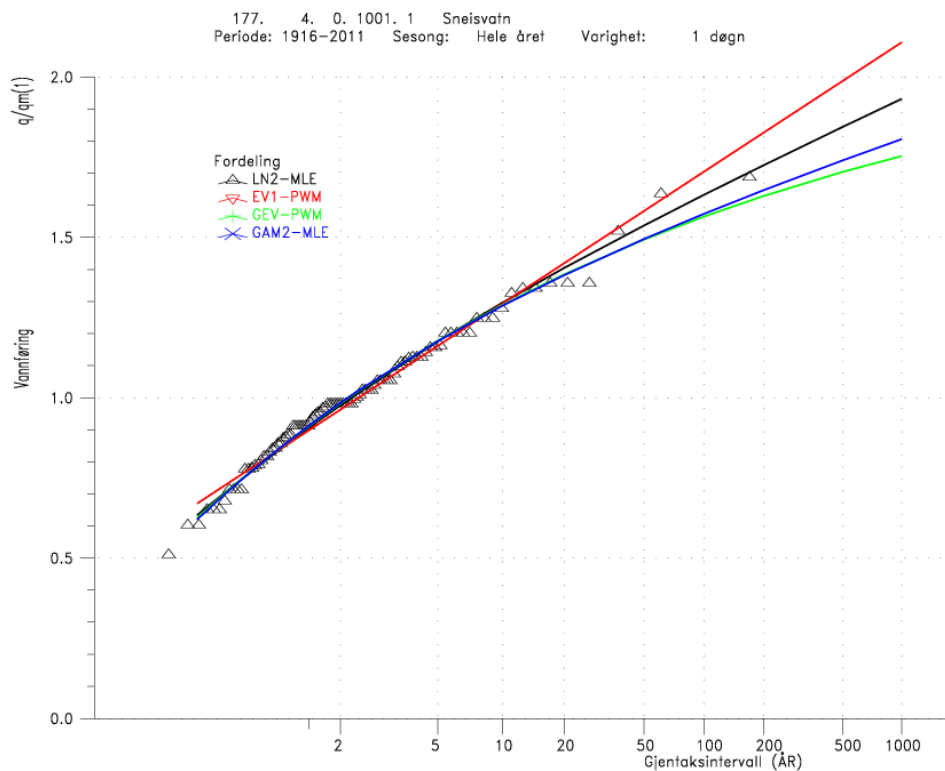


Figur 1. Observert flom ved Sneisvatn, 12. november 1999.

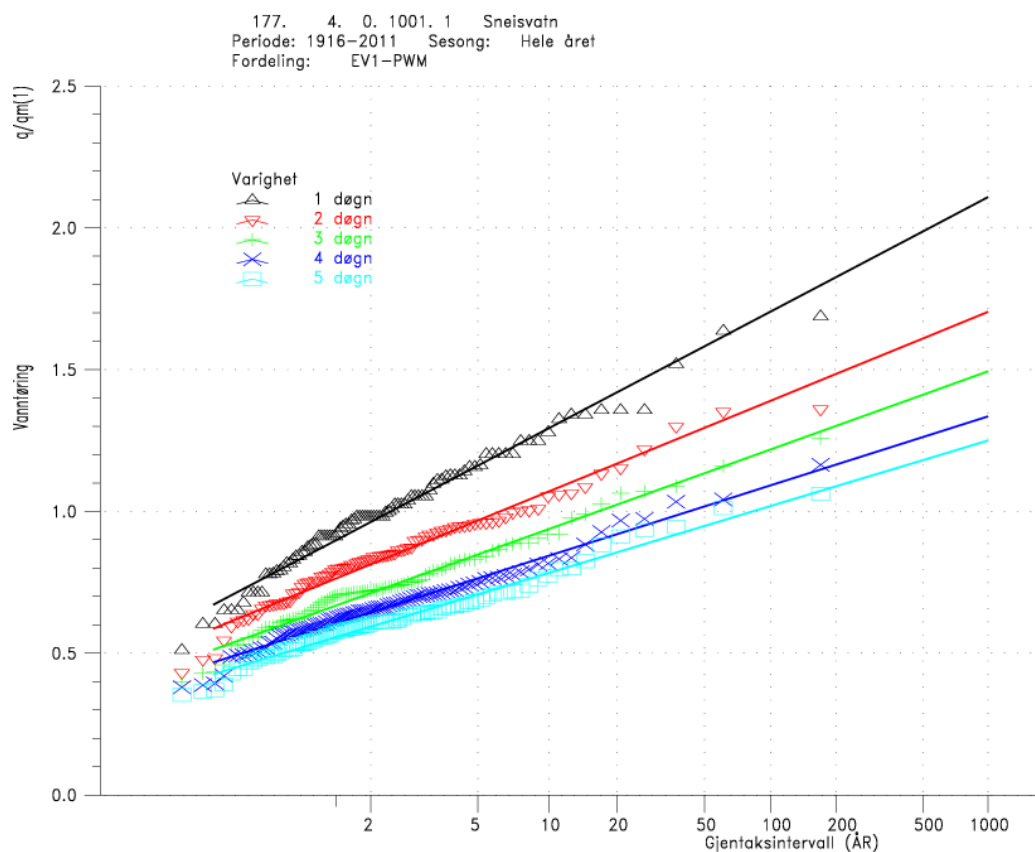


Figur 2. Observert flom ved Langvatn, 28. februar 1981.

Vedlegg 8 Flomfrekvensplott (fordelingsfunksjon og frekvensfaktorer ved forskjellig varighet)



Figur 3. Forskjellige fordelingsfunksjoner tilpasset måleserien ved Sneisvatn.



Figur 4. Flomfrekvensanalyse for 1-5 døgn ved Sneisvatn, valgt fordeling: EV1.

Vedlegg 9 Flomfrekvensanalyse ved 177.4 Sneisvatn.

T [år]	QT/QM	qT [l/s/km ²]	QT [m ³ /s]	QT,mom [m ³ /s]
QM	1	719	21	27
5	1,16	835	24	32
10	1,29	929	27	35
20	1,42	1020	30	39
50	1,58	1137	33	43
100	1,70	1225	36	47
200	1,83	1312	38	50
500	1,99	1428	42	54
1000	2,11	1515	44	58

Tabell 5 Flomfrekvensanalyse utført ved 98.4 Sneisvatn. Varighet: ett døgn, fordeling: EV1.

Varighet [d]	Q ₅ /Q _M	Q ₁₀ /Q _M	Q ₂₀ /Q _M	Q ₅₀ /Q _M	Q ₁₀₀ /Q _M	Q ₂₀₀ /Q _M	Q ₅₀₀ /Q _M	Q ₁₀₀₀ /Q _M
1	1,162	1,293	1,419	1,582	1,704	1,826	1,987	2,108
2	1,149	1,27	1,387	1,537	1,650	1,762	1,911	2,023
3	1,150	1,271	1,388	1,539	1,652	1,765	1,914	2,027
4	1,146	1,265	1,379	1,527	1,638	1,748	1,894	2,004
5	1,151	1,273	1,391	1,543	1,657	1,771	1,920	2,034

Tabell 6 Relative kvantiler for varighet ett til fem døgn ved Sneisvatn. Fordeling: EV1.

Vedlegg 10 Flomfrekvensanalyse ved Mellomvatn inntaksdam

T [år]	Q_T/Q_M	q_T [l/s/km ²]	Q_T [m ³ /s]	$Q_{T,mom}$ [m ³ /s]
Q_M	1	1000	13.4	21.4
5	1.16	1162	15.5	24.8
10	1.29	1293	17.3	27.6
20	1.42	1419	19.0	30.3
50	1.58	1582	21.1	33.8
100	1.70	1704	22.8	36.4
200	1.83	1826	24.4	39.0
500	1.99	1987	26.5	42.5
1000	2.11	2108	28.2	45.1

Tabell 7 Flomfrekvensanalyse for Mellomvatn inntaksdam basert på Sneisvatn. Varighet: ett døgn, fordeling: EV1.

T [år]	Q_T/Q_M	q_T [l/s/km ²]	Q_T [m ³ /s]
Q_M	1	1000.0	42.47
500	2.7	2700	114.7
500	2.2	2200	93.4
500	1.9	1900	80.7
500	1.8	1800	76.5
500	1.6	1600	68.0

Tabell 248 Flomfrekvensanalyse for Mellomvatn inntaksdam basert på frekvensfaktorene ved årsflomregion K2.

Liste over simuleringsutskrifter, Mellomvatn inntaksdam

1) Nedbør-avløpsmodell

Tilløpsflom	Q500
Dimensjonerende flom	Q500
Ulykkesflom*	Q500
Klimaendringer***	Q500

2) Flomfrekvensanalyse

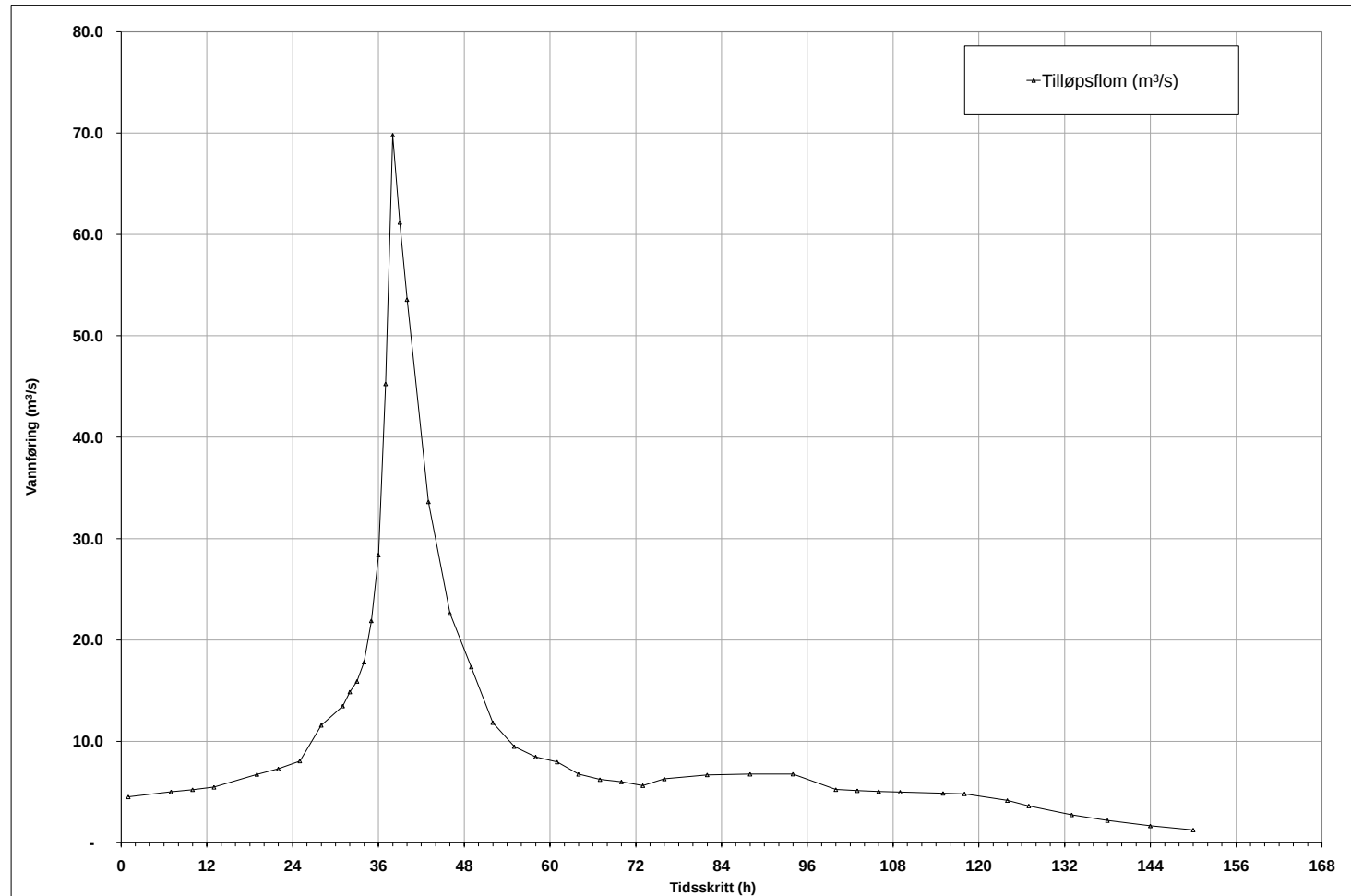
Tilløpsflom	Q500
Dimensjonerende flom	Q500
Ulykkesflom*	Q500
Klimaendringer**	Q500

* I ulykkestilfellet er tilløpsflommen halvannen ganger tilløpsflommen til dimensjonerende flom.

** Effekten av klimaendringer i små felt i Nord-Norge antas å bestå av en økning i tilløpsflommen med 20 %.

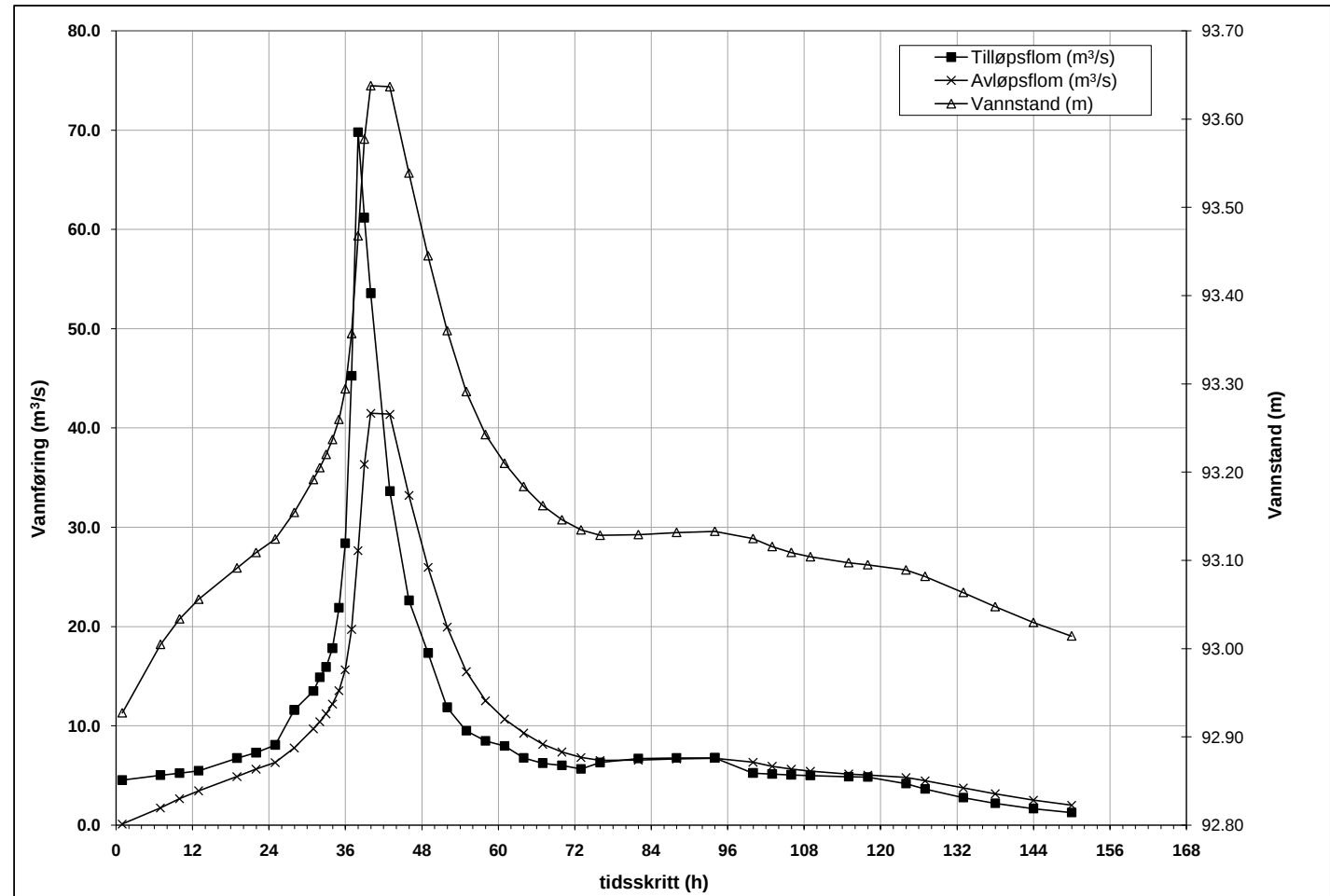
Total tilløpsflom Mellomvatn inntaksdam, Q500 , nedbør-avløp

Tidsskritt (h)	Tilløpsflom (m³/s)
Max	69.8
1	4.52
7	5.03
10	5.23
13	5.48
19	6.74
22	7.29
25	8.07
28	11.59
31	13.49
32	14.87
33	15.92
34	17.82
35	21.90
36	28.39
37	45.27
38	69.80
39	61.19
40	53.58
43	33.63
46	22.63
49	17.34
52	11.86
55	9.49
58	8.47
61	7.96
64	6.76
67	6.23
70	6.01
73	5.64
76	6.30
82	6.70
88	6.77
94	6.77
100	5.24
103	5.14
106	5.06
109	4.99
115	4.87
118	4.83
124	4.17
127	3.63
133	2.76
138	2.19
144	1.66
150	1.26



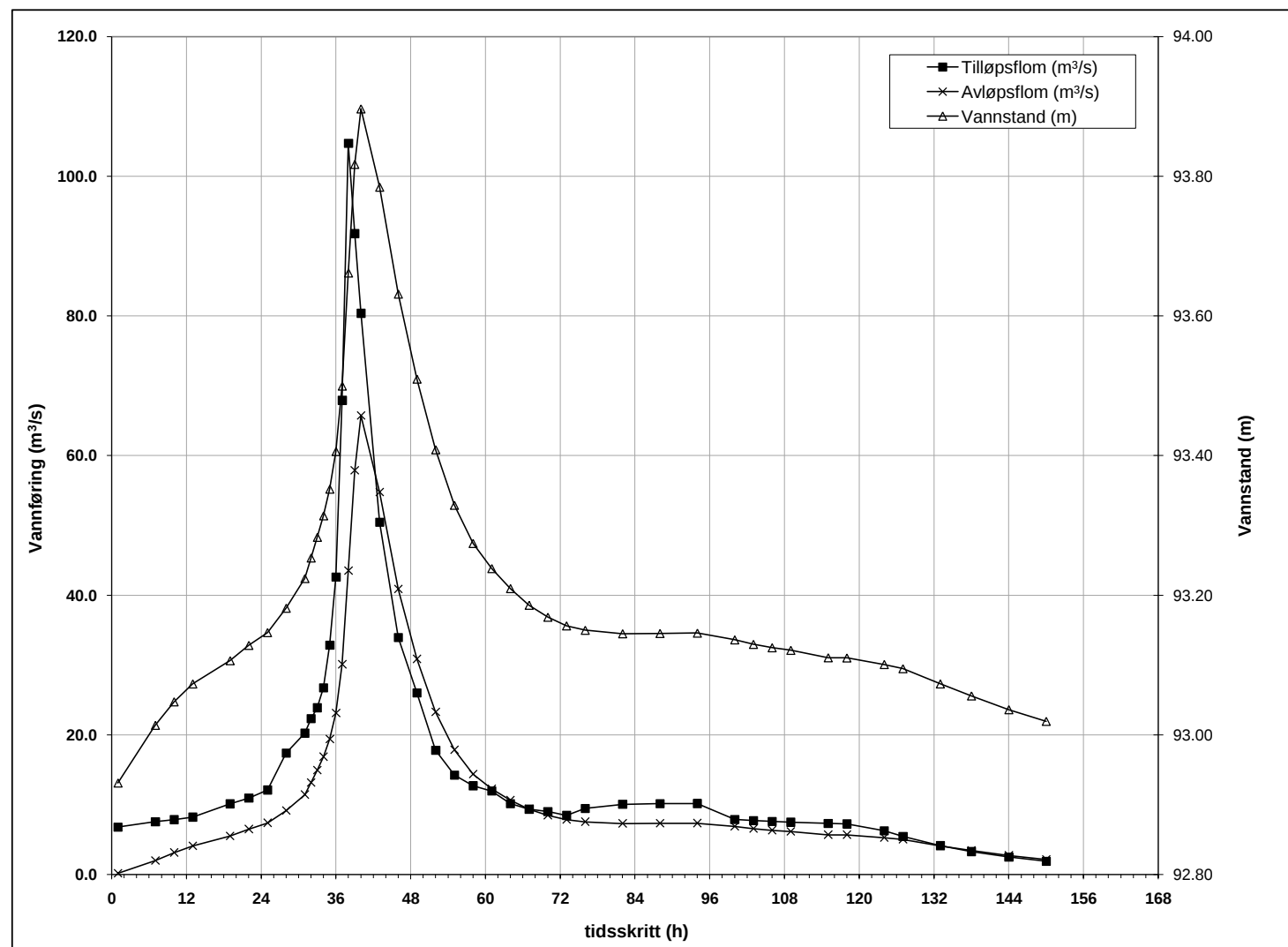
Magasinruting for Mellomvatn inntaksdam, dimensjonerende flom Q500 nedbør-avløp

Tidsskritt (h)	Tilløpsflom (m³/s)	Avløpsflom (m³/s)	Vannstand (m)
Max	69.8	41.47	93.64
1	4.5	0.1	92.93
7	5.0	1.7	93.00
10	5.2	2.7	93.03
13	5.5	3.5	93.06
19	6.7	4.9	93.09
22	7.3	5.6	93.11
25	8.1	6.3	93.12
28	11.6	7.8	93.15
31	13.5	9.7	93.19
32	14.9	10.4	93.21
33	15.9	11.2	93.22
34	17.8	12.2	93.24
35	21.9	13.5	93.26
36	28.4	15.7	93.29
37	45.3	19.7	93.36
38	69.8	27.6	93.47
39	61.2	36.3	93.58
40	53.6	41.5	93.64
43	33.6	41.4	93.64
46	22.6	33.2	93.54
49	17.3	26.0	93.45
52	11.9	20.0	93.36
55	9.5	15.5	93.29
58	8.5	12.5	93.24
61	8.0	10.7	93.21
64	6.8	9.3	93.18
67	6.2	8.1	93.16
70	6.0	7.4	93.15
73	5.6	6.8	93.13
76	6.3	6.5	93.13
82	6.7	6.6	93.13
88	6.8	6.7	93.13
94	6.8	6.7	93.13
100	5.2	6.3	93.12
103	5.1	5.9	93.12
106	5.1	5.6	93.11
109	5.0	5.4	93.10
115	4.9	5.1	93.10
118	4.8	5.0	93.10
124	4.2	4.8	93.09
127	3.6	4.5	93.08
133	2.8	3.7	93.06
138	2.2	3.2	93.05
144	1.7	2.5	93.03
150	1.3	2.0	93.01



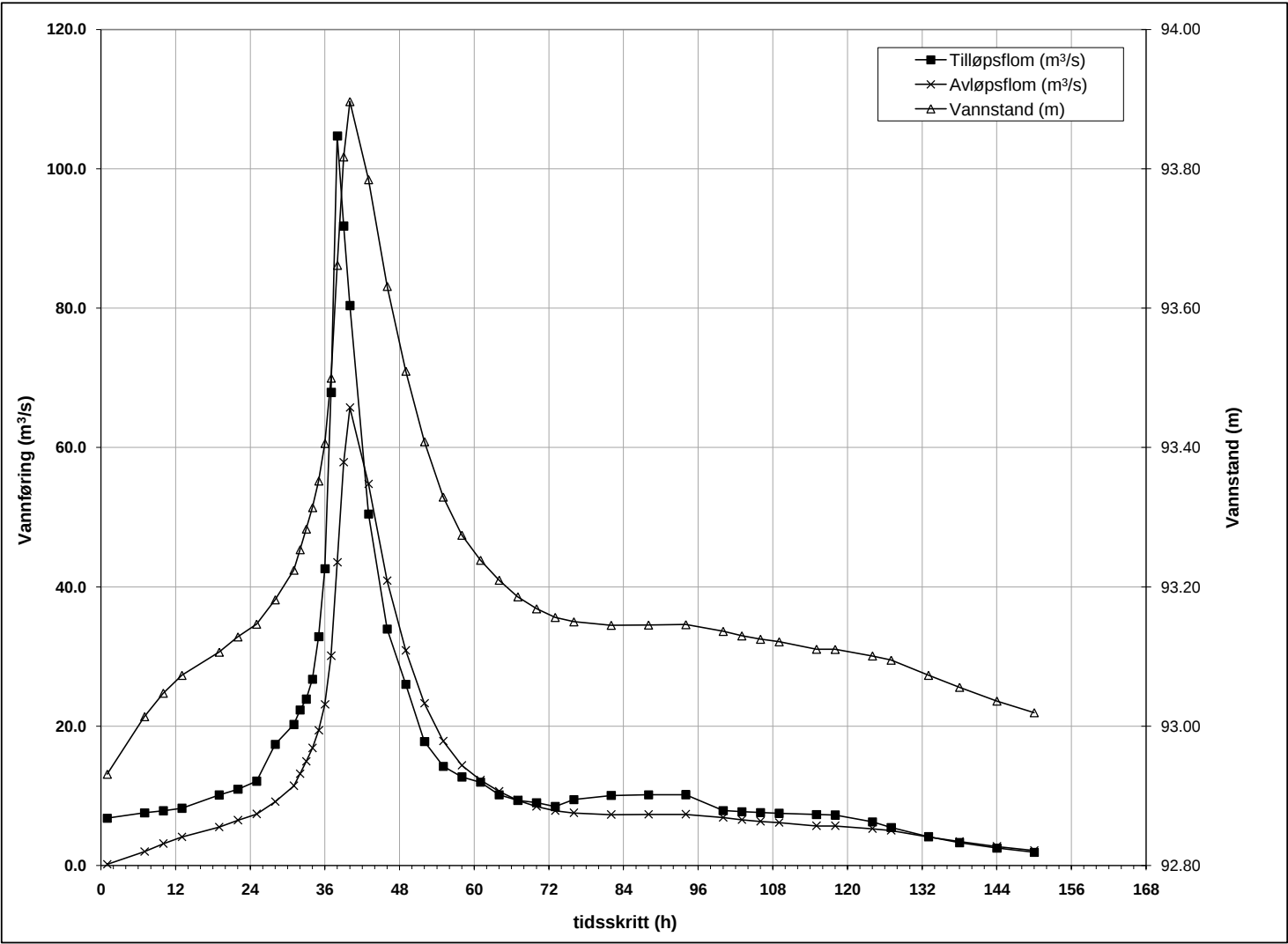
Magasinruting for Mellomvatn inntaksdam, ulykkesflom 1,5· Q500 nedbør-avløp

Tidsskritt (h)	Tilløpsflom (m³/s)	Avløpsflom (m³/s)	Vannstand (m)
Max	104.7	65.73	93.90
1	6.8	0.2	92.93
7	7.5	2.0	93.01
10	7.9	3.1	93.05
13	8.2	4.1	93.07
19	10.1	5.5	93.11
22	10.9	6.5	93.13
25	12.1	7.4	93.15
28	17.4	9.1	93.18
31	20.2	11.4	93.22
32	22.3	13.1	93.25
33	23.9	14.9	93.28
34	26.7	16.9	93.31
35	32.8	19.4	93.35
36	42.6	23.1	93.41
37	67.9	30.1	93.50
38	104.7	43.5	93.66
39	91.8	57.9	93.82
40	80.4	65.7	93.90
43	50.4	54.8	93.78
46	33.9	40.9	93.63
49	26.0	30.9	93.51
52	17.8	23.3	93.41
55	14.2	17.8	93.33
58	12.7	14.4	93.27
61	11.9	12.3	93.24
64	10.1	10.6	93.21
67	9.4	9.4	93.19
70	9.0	8.5	93.17
73	8.5	7.8	93.16
76	9.4	7.5	93.15
82	10.0	7.3	93.14
88	10.1	7.3	93.15
94	10.2	7.3	93.15
100	7.9	6.9	93.14
103	7.7	6.6	93.13
106	7.6	6.3	93.12
109	7.5	6.1	93.12
115	7.3	5.7	93.11
118	7.2	5.7	93.11
124	6.3	5.3	93.10
127	5.4	5.0	93.09
133	4.1	4.1	93.07
138	3.3	3.4	93.06
144	2.5	2.7	93.04
150	1.9	2.1	93.02



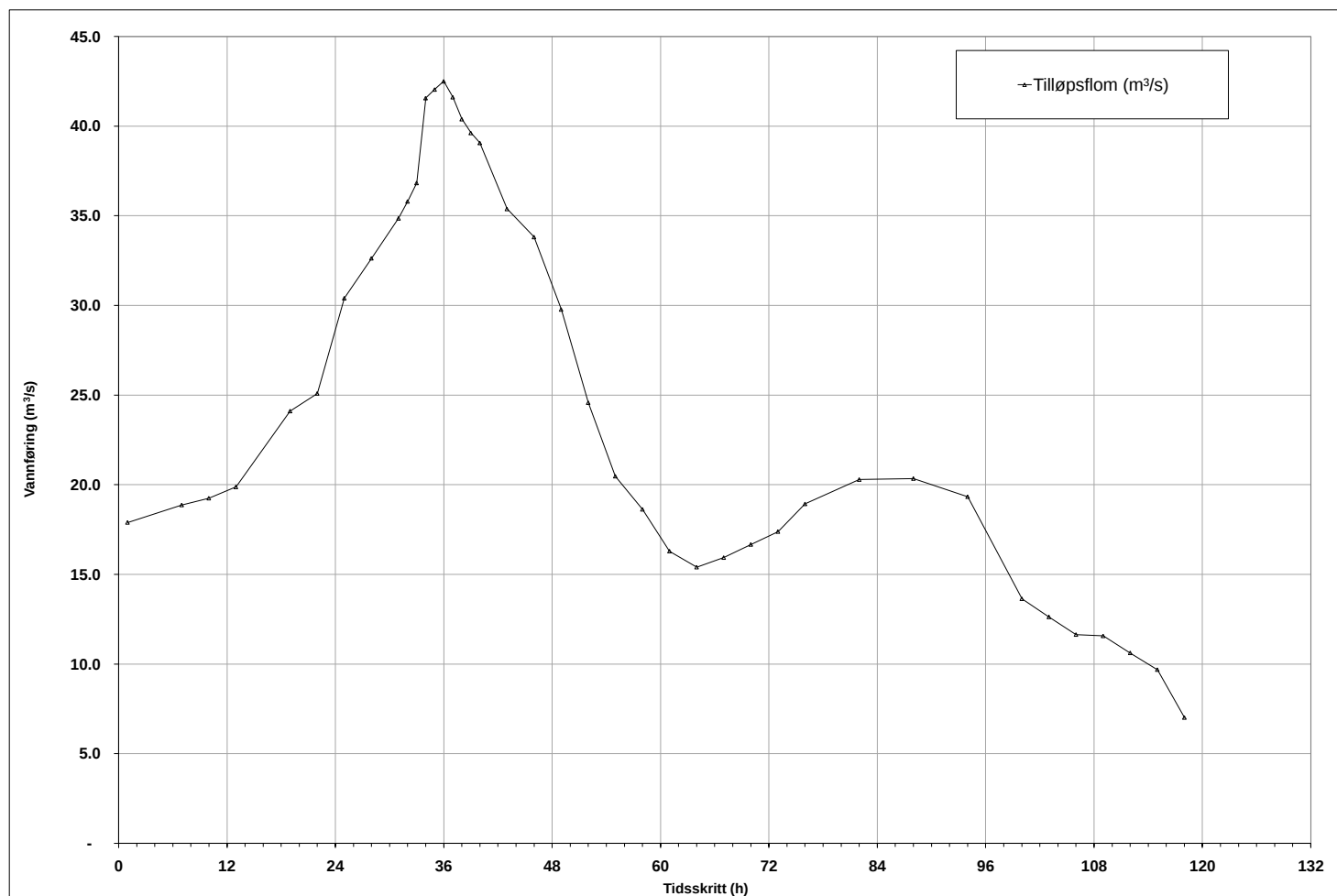
Magasinruting for Mellomvatn inntaksdam, Klimaendringene 1,2· Q500 nedbør-avløp

Tidsskritt (h)	Tilløpsflom (m³/s)	Avløpsflom (m³/s)	Vannstand (m)
Max	83.8	51.30	93.75
1	5.4	0.1	92.93
7	6.0	2.2	93.02
10	6.3	3.4	93.05
13	6.6	4.3	93.08
19	8.1	6.0	93.12
22	8.7	6.9	93.14
25	9.7	7.7	93.15
28	13.9	9.5	93.19
31	16.2	11.8	93.23
32	17.8	12.7	93.25
33	19.1	13.7	93.26
34	21.4	14.9	93.28
35	26.3	16.6	93.31
36	34.1	19.2	93.35
37	54.3	24.3	93.42
38	83.8	34.3	93.55
39	73.4	45.2	93.68
40	64.3	51.3	93.75
43	40.4	50.2	93.74
46	27.2	39.7	93.62
49	20.8	30.7	93.51
52	14.2	23.4	93.41
55	11.4	18.1	93.33
58	10.2	14.6	93.28
61	9.6	12.5	93.24
64	8.1	10.9	93.21
67	7.5	9.6	93.19
70	7.2	8.7	93.17
73	6.8	8.0	93.16
76	7.6	7.7	93.15
82	8.0	7.8	93.16
88	8.1	8.0	93.16
94	8.1	8.1	93.16
100	6.3	7.6	93.15
103	6.2	7.1	93.14
106	6.1	6.7	93.13
109	6.0	6.4	93.13
115	5.8	6.1	93.12
118	5.8	6.0	93.12
124	5.0	5.7	93.11
127	4.4	5.4	93.10
133	3.3	4.4	93.08
138	2.6	3.7	93.06
144	2.0	3.0	93.04
150	1.5	2.3	93.02



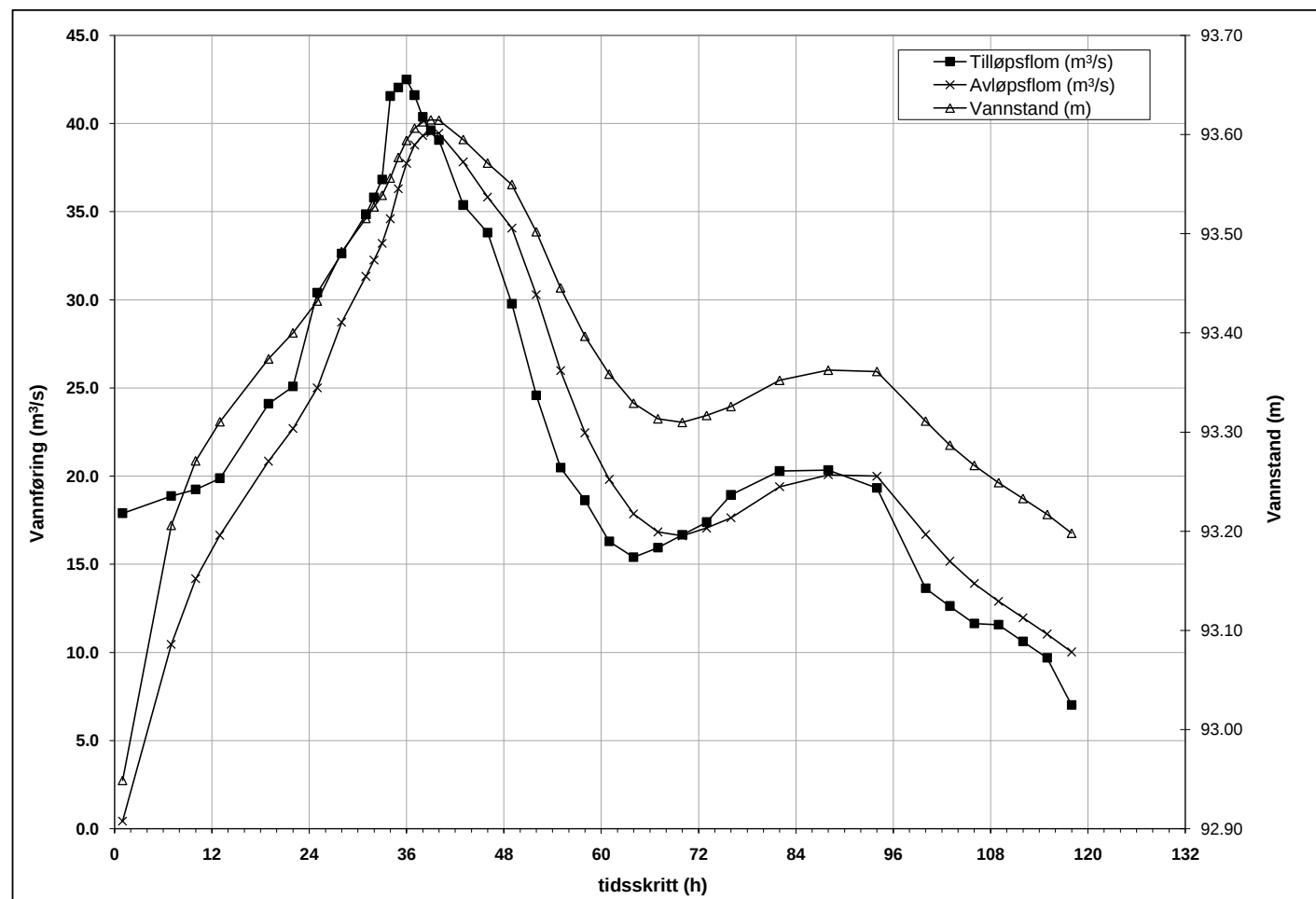
Total tilløpsflom Mellomvatn inntaksdam, Q500 , flomfrekvensanalyse

Tidsskritt (h)	Tilløpsflom (m³/s)
Max	42.5
1	17.9
7	18.9
10	19.2
13	19.9
19	24.1
22	25.1
25	30.4
28	32.6
31	34.9
32	35.8
33	36.8
34	41.6
35	42.0
36	42.5
37	41.6
38	40.4
39	39.6
40	39.1
43	35.4
46	33.8
49	29.8
52	24.6
55	20.5
58	18.6
61	16.3
64	15.4
67	15.9
70	16.7
73	17.4
76	18.9
82	20.3
88	20.3
94	19.3
100	13.6
103	12.6
106	11.6
109	11.6
112	10.6
115	9.7
118	7.0



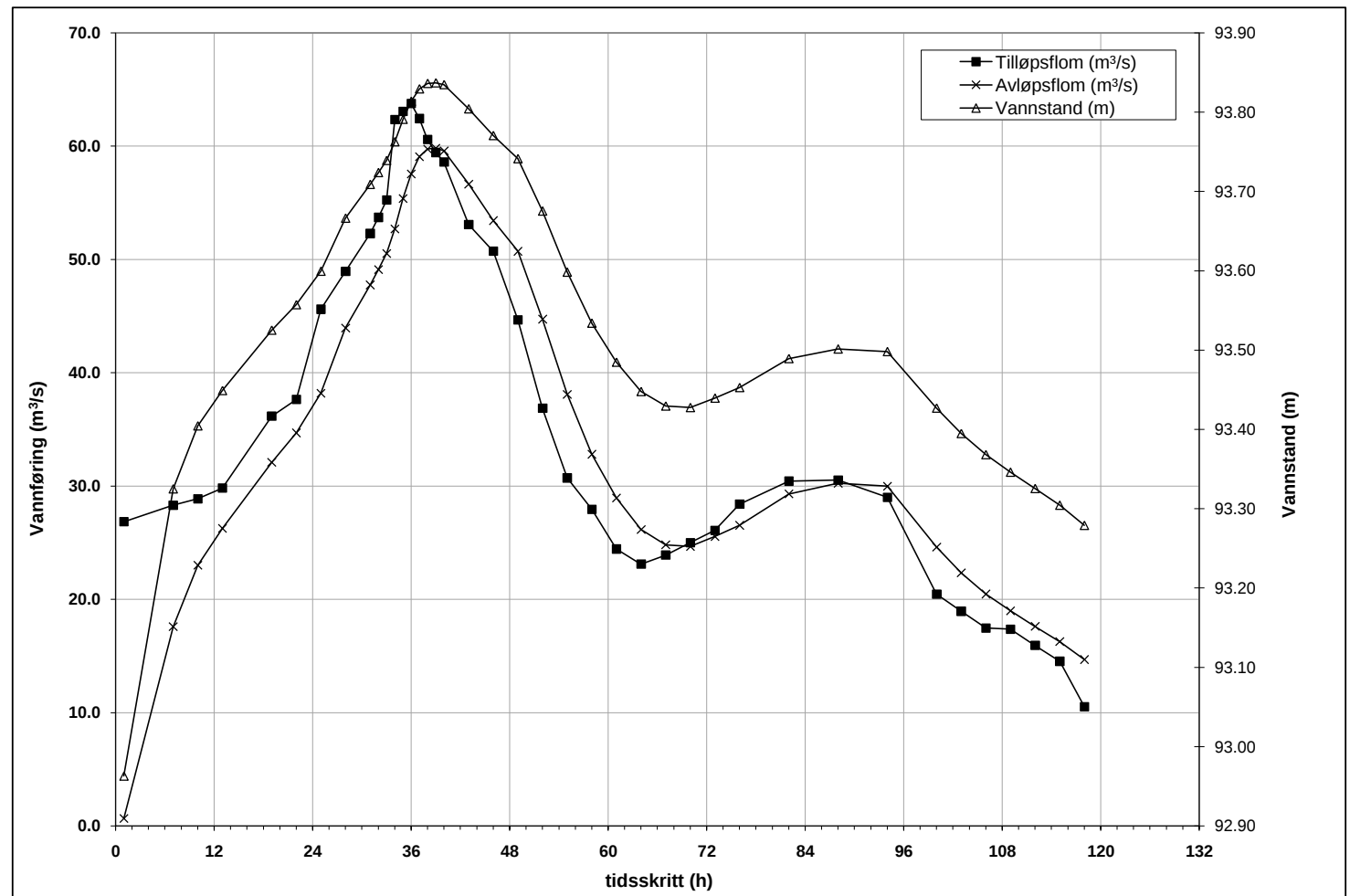
Magasinruting for Mellomvatn inntaksdam, dimensjonerende flom Q500 flomfrekvensanalyse

Tidsskritt (h)	Tilløpsflom (m³/s)	Avløpsflom (m³/s)	Vannstand (m)
Max	42.5	39.48	93.61
1	17.9	0.4	92.95
7	18.9	10.5	93.21
10	19.2	14.2	93.27
13	19.9	16.7	93.31
19	24.1	20.9	93.37
22	25.1	22.7	93.40
25	30.4	25.0	93.43
28	32.6	28.7	93.48
31	34.9	31.3	93.52
32	35.8	32.3	93.53
33	36.8	33.2	93.54
34	41.6	34.6	93.56
35	42.0	36.3	93.58
36	42.5	37.7	93.59
37	41.6	38.8	93.61
38	40.4	39.3	93.61
39	39.6	39.5	93.61
40	39.1	39.4	93.61
43	35.4	37.8	93.60
46	33.8	35.8	93.57
49	29.8	34.1	93.55
52	24.6	30.3	93.50
55	20.5	26.0	93.45
58	18.6	22.5	93.40
61	16.3	19.8	93.36
64	15.4	17.9	93.33
67	15.9	16.8	93.31
70	16.7	16.6	93.31
73	17.4	17.1	93.32
76	18.9	17.6	93.33
82	20.3	19.4	93.35
88	20.3	20.1	93.36
94	19.3	20.0	93.36
100	13.6	16.7	93.31
103	12.6	15.2	93.29
106	11.6	13.9	93.27
109	11.6	12.9	93.25
112	10.6	12.0	93.23
115	9.7	11.0	93.22
118	7.0	10.0	93.20



Magasinruting for Mellomvatn inntaksdam, ulykkesflom 1,5· Q500 flomfrekvensanalyse

Tidsskritt (h)	Tilløpsflom (m³/s)	Avløpsflom (m³/s)	Vannstand (m)
Max	63.8	59.81	93.84
1	26.8	0.7	92.96
7	28.3	17.6	93.32
10	28.9	23.0	93.40
13	29.8	26.3	93.45
19	36.2	32.1	93.52
22	37.6	34.7	93.56
25	45.6	38.2	93.60
28	48.9	43.9	93.67
31	52.3	47.7	93.71
32	53.7	49.1	93.72
33	55.2	50.5	93.74
34	62.3	52.7	93.76
35	63.1	55.4	93.79
36	63.8	57.5	93.81
37	62.4	59.1	93.83
38	60.6	59.7	93.84
39	59.4	59.8	93.84
40	58.6	59.6	93.83
43	53.1	56.6	93.80
46	50.7	53.4	93.77
49	44.7	50.7	93.74
52	36.9	44.7	93.68
55	30.7	38.1	93.60
58	27.9	32.8	93.53
61	24.4	28.9	93.48
64	23.1	26.2	93.45
67	23.9	24.8	93.43
70	25.0	24.7	93.43
73	26.1	25.5	93.44
76	28.4	26.5	93.45
82	30.4	29.3	93.49
88	30.5	30.2	93.50
94	29.0	30.0	93.50
100	20.5	24.6	93.43
103	18.9	22.3	93.39
106	17.5	20.5	93.37
109	17.3	19.0	93.35
112	15.9	17.6	93.33
115	14.5	16.3	93.30
118	10.5	14.7	93.28



Magasinruting for Mellomvatn inntaksdam, Klimaendringene 1,2· Q500 flomfrekvensanalyse

Tidsskritt (h)	Tilløpsflom (m³/s)	Avløpsflom (m³/s)	Vannstand (m)
Max	51.0	47.61	93.71
1	21.5	0.5	92.95
7	22.6	13.2	93.25
10	23.1	17.7	93.33
13	23.9	20.5	93.37
19	28.9	25.3	93.44
22	30.1	27.5	93.47
25	36.5	30.3	93.50
28	39.2	34.8	93.56
31	41.8	37.9	93.60
32	43.0	39.0	93.61
33	44.2	40.1	93.62
34	49.9	41.8	93.64
35	50.5	43.9	93.67
36	51.0	45.6	93.69
37	49.9	46.9	93.70
38	48.5	47.5	93.71
39	47.5	47.6	93.71
40	46.9	47.5	93.71
43	42.5	45.4	93.68
46	40.6	42.9	93.65
49	35.7	40.7	93.63
52	29.5	36.1	93.57
55	24.6	30.9	93.51
58	22.3	26.6	93.45
61	19.6	23.5	93.41
64	18.5	21.2	93.38
67	19.1	20.0	93.36
70	20.0	19.8	93.36
73	20.9	20.4	93.37
76	22.7	21.2	93.38
82	24.3	23.3	93.41
88	24.4	24.1	93.42
94	23.2	24.0	93.42
100	16.4	19.9	93.36
103	15.1	18.0	93.33
106	14.0	16.6	93.31
109	13.9	15.3	93.29
112	12.7	14.2	93.27
115	11.6	13.2	93.25
118	8.4	11.9	93.23

