
Flomberegning

Enebakk kommune

OPPDAG

Forprosjekt Haugdammen

EMNE

Flomberegning Haugdammen

DOKUMENTKODE

126150-RIEn-RAP-001



Multiconsult

Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument Multiconsult.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. Multiconsult har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra Multiconsult.

RAPPORT

OPPDRAAG	Forprosjekt Haugdammen	DOKUMENTKODE	126150-RIEn-RAP-001
EMNE	Flomberegning Haugdammen	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Enebakk kommune	ANSVARLIG ENHET: 1085 Naturressurser	
UTARBEIDET AV	Media Sehatzadeh Ole Magnus Tønsberg		
GODKJENT AV	Arnt Bugten		

SAMMENDRAG

Tabellen under viser hovedresultatene for tilløpsflom til Haugdammen.

Resultatet er beregnet ved hjelp av flomfrekvensanalyse med DAGUT.

Flomsituasjon	Tilløpsflom, $Q_{døgnverdi}$ (m ³ /s)	Tilløpsflom, $Q_{kulminasjon}$ (m ³ /s)	Ulykkesflom, $1,5 Q_{kulminasjon}$ (m ³ /s)	Klimaendring, $1,2 Q_{kulminasjon}$ (m ³ /s)
Q_{200}	1,05	2,21	-	-
Q_{500}	1,18	2,47	3,70	2,96
Q_{1000}	1,26	2,65	3,97	3,18

3	30.04.2014	Oppdatering	MEDS	AGB	AGB
2	07.04.2014	KS	MEDS	AGB	AGB
1	03.04.2014	Flomberegning førsteutkast	MEDS/OMT	AGB	AGB
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	5
1.1	Generelt	5
1.2	Forskrifter og retningslinjer	5
2.	Datagrunnlag	5
3.	Feltdata	5
4.	Beregningsforutsetninger	5
4.1	Vassdraget og prosjektet	5
4.2	Beregningsforutsetninger	6
5.	Beregning av tilløpsflom	6
5.1	Flomfrekvensanalyse	6
5.1.1	Flomhistorikk	6
5.1.2	Statistisk analyse	9
5.1.3	Resultat av flomfrekvensanalysen	10
5.1.4	Den rasjonelle formel	11
6.	Resultater	13
6.1	Oppsummering	13
6.2	Følsomhetsanalyse og klimaendringer	14
6.3	Klassifisering av flomberegning	14

Vedlegg

Vedlegg 1	Oversiktskart, NVE-vannmerker
Vedlegg 2	Nedbørfelt
Vedlegg 3	Hypsografisk kurve
Vedlegg 4	Flomfrekvensresultater

Litteratur & Referanser

- /1/ NVE, Retningslinjer for flomberegninger, NVE 04-2011.
- /2/ NVE, Hydrological projections for floods in Norway under a future climate. NVE 5-2011.
- /3/ NVE, Vassdragshåndboka, 2010.
- /4/ NVE, Tillegg til retningslinjer for flomberegninger, 02-2014

1. Innledning

1.1 Generelt

Multiconsult har fått i oppdrag av Enebakk kommune å gjennomføre flomberegninger for Haugdammen. Området ligger ved Flateby i Enebakk kommune i Akershus. Kart som viser geografisk beliggenhet av vassdraget og nærliggende målestasjoner er vist som Vedlegg 1.

Flomberegningene er utført etter gjeldende retningslinjer for flomberegninger /1/. Flomberegningen er utarbeidet av Media Sehatzadeh og Ole Magnus Tønsberg og kontrollert av Arnt Bugten som er godkjent i fagområde IV og V for alle damklasser.

1.2 Forskrifter og retningslinjer

I Forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg, § 5-7 heter det at "Det skal utføres flomberegninger for å fremskaffe nødvendige data ved dimensjonering av nye dammer, og ved ombygging og revurdering av eksisterende dammer. Flomberegningene skal samordnes med dimensjonering av nye flomløp eller revurdering av eksisterende flomløp, jf. § 5-8."

2. Datagrunnlag

Kartgrunnlag er hentet fra NVE-Atlas og Norgeskart.no. Relevante vannføringsserier er innhentet fra NVEs portal HYDRA II. Se kapittelet om flomfrekvensanalyser for mer inngående beskrivelser av de aktuelle stasjonene.

3. Felldata

Nedbørfelt er opptegnet i ArcGIS basert på kartgrunnlag fra Geovekst og kommuner - Geodata AS. Fra dette er feltarealer, høydefordeling, arealfordeling med mer beregnet. Normalavrenning er hentet ut fra NVE-atlas. Kart over vassdraget med nedbørfeltgrenser er vist i vedlegg 2. Tabell 3.1 viser feltareal og årsavrenning for feltet.

Tabell 3.1: Nedbørfelt

Navn	Feltareal A (km ²)	Avrenning q _N (l/s/km ²)	Avrenning Q _N (m ³ /s)	Årsavrenning (Mm ³ /år)
Haugdammen	1,4	22,3	0,03	1,0

Det ligger to innsjøer innen nedbørfeltet: Berskaumyra og Østre Morttjern. Effektivsjøprosent for nedbørfeltet er beregnet manuelt:

$$A_{SE} = \frac{Areal_{Berskaumyra} \times Delfelt_{Berskaumyra} + Areal_{\text{Østre Morttjern}} \times Delfelt_{\text{Østre Morttjern}}}{1,4^2}$$
$$= \frac{0,001 \times 0,26 + 0,02 \times 0,32}{1,4^2} = 0,003 = 0,3 \%$$

4. Beregningsforutsetninger

4.1 Vassdraget og prosjektet

Haugdammen er idag en damruin etter delvis riving på 1950-tallet, men Enebakk kommune har planer om å gjenoppbygge dammen. Etter gjenoppbygging vil dammen samle opp overflatevann fra et boligfelt og være en del av et grøntområde.

Damklasse for Haugdammen er ikke bestemt per dagens dato. Det skal derfor gjennomføres beregninger av flommer med 200, 500 og 1000 års gjentakintervall. Det antas at enten Q_{500} eller Q_{1000} vil bli dimensjonerende flom, mens Q_{200} er beregnet for å få et bedre bilde av flomsituasjonen. Ulykkesflom settes til $1,5Q_{dim}$.

4.2 Beregningsforutsetninger

Dimensjonerende tilløpsflom kan beregnes enten ut fra frekvensanalyser av observerte flommer, eller ut fra statistiske nedbørdata ved bruk av en nedbør-avløpsmodell. Her er tilløpsflommen generert ved flomfrekvensanalyse og sammenlignet med resultater fra den rasjonelle formel.

Topografiske data, herunder underlag til hypsografisk kurve, er fra NVE-Atlas samt N50-kart. Effektiv sjøprosent er beregnet manuelt med innsjøareal og feltareal til innsjøene innen nedbørfeltet. Hydrologiske data, som middelvrenning, er hentet ut fra NVE-atlas. Tilløpsflom er beregnet med flomfrekvensanalyse med NVE program DAGUT.

Regionale analyse kan ikke benyttes for nedbørsfelt som er mindre enn 20 km^2 . Også feltarealet er i det øvre sjiktet for den rasjonelle formel (areal $> 0,5 \text{ km}^2$), og flomberegning med den rasjonale formel bruker derfor primært til sammenligning.

5. Beregning av tilløpsflom

5.1 Flomfrekvensanalyse

5.1.1 Flomhistorikk

Det er funnet ca. 25 NVE-vannføringsmålestasjoner i området. Ved nærmere undersøkelse er en del av målestasjonene sortert ut fordi seriene var for korte, regulerte, stasjonert i ikke-representative områder eller hadde andre lite representative feltparametre. Kun 7 stasjoner som var igjen ble brukt til flomfrekvensanalyse. 6.10 Gryta i nærheten av Maridalsvannet og 8.6 Sæternbekken ved Sandvika er de beste kandidatene pga. lange dataserie som fortsetter til 2012. De har også ganske lav A_{SE} , mye skog og samme q_N og felt-gradient som Haugdammen. Feltene har relativt representative feltparametre, selv om de har nedbørsfelt ca. 5 ganger større enn Haugdammen. De 7 stasjonene er vist i Tabell 5.1 sammen med feltkarakteristika for Haugdammen i Tabell 5.2. Stasjonenes beliggenhet er vist på kartet i Vedlegg 1.

Tabell 5.1: Analyserte målestasjoner i området (data fra Hysopp program på NVEs portal)

Nr.	Navn	Måleperiode	Feltareal (km^2)	q_N (l/s/km^2)	Eff sjø (%)	Skog (%)	Snau- fjell (%)	Høyde- intervall (moh)	Felt- gradient (m/km)
3.11	Sagstubekken	1952-1973	3,39	18,6	0,03	97	0,0	154-239	-
2.233	Mariholtputten*	1997-2002	0,65	22,9	1,51	95	0,0	229-353	23,66
2.333	Eriksvann ndf	1998-2003	6,27	20,9	1,03	89	0,0	200-356	-
6.10	Gryta	1968-2012	7,03	18,7	0,41	95	0,0	165-435	21,0
5.17	Rustaskogen**	1973-1998	0,10	15,7	-	10	-	125-135	-
8.6	Sæternbekken	1971-2012	6,23	17,6	0,01	94	0,0	102-420	-
6.12	Vestli	1974-2000	0,38	20,3	0,0	58	0,0	159-328	-

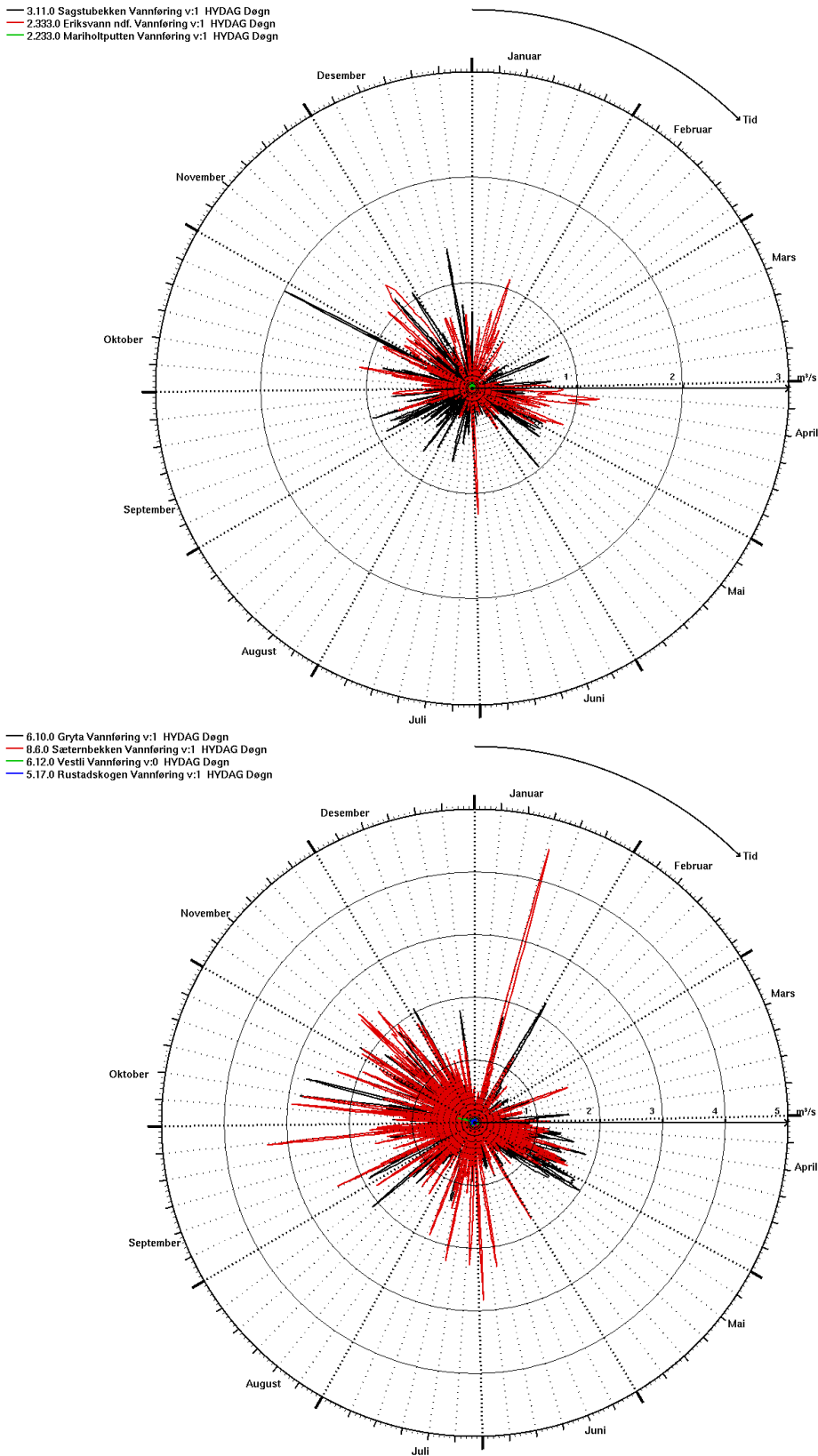
* selv om Mariholtputten har en kortdataserie, er den fortsatt vurdert pga. gode feltparametre.

** ikke alle feltparametrene er tilgjengelig for Rustaskogen pga. lav feltareal.

Tabell 5.2: Feltkarakteristika Haugdammen - til sammenligning.

Navn	Feltareal (km ²)	q _N (l/s/km ²)	Eff sjø (%)	Skog (%)	Snau- fjell (%)	Høyde- intervall (moh)	Felt- gradient m/km
Haugdammen	1,4	22,3	0,3	77	0,0	236-302	20,5

Flomhendelsene for de utvalgte vannmerker er vist som flomroser i figur 5.1. Det er observert større vannføring om høsten og flommer over hele året. Siden enkelte av vannmerkene har store flommer hele året er det valgt å kjøre flomfrekvensanalyse for hele året. Det er også kjørt analyse på flere varigheter for å fastsette flomvolumet.



Figur 5-1: Flomroser for de utvalgte målestasjonene. De minste stasjonene vises ikke så godt på grafene, da flommene her er små.

5.1.2 Statistisk analyse

Det er kjørt flomfrekvensanalyser på alle 7 aktuelle serier for å få et godt sammenligningsgrunnlag. Analysen er gjort for ulike varigheter og med ulike fordelingsfunksjoner. Flomstørrelser er normert med hensyn til årsflommenes middelværdi og Q_M står for middelflom. Det er kjørt analyse av årsflommer for alle vannmerkene. Tabellene under viser hovedresultatene fra flomfrekvensanalysene.

Detaljerte resultater er vedlagt i vedlegg 4. For Haugdammen forventes et ganske kort flomhydrogram (se t_c i kap 5.4.1). Derfor vurderes ikke lengre enn 2 og 3 døgn varighet i flomfrekvensanalysen.

Tabell 5.3: Resultat av flomfrekvensanalyse over hele året: døgnverdi middelflom og ekstremflommer. Varighet 1 døgn.

Stasjon	Periode	Areal (km ²)	q_M (l/s/km ²)	Q_M (m ³ /s)	Fordeling	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M	Q_{1000}/Q_M
3.11 Sagstubekken	1952-1973	3,39	242	0,822	Gumbel	2,65	2,97	3,21
2.233 Mariholtputten	1997-2002	0,65	278	0,181	Gumbel	2,30	2,56	2,75
2.333 Eriksvann ndf	1998-2003	6,27	151	0,945	Gumbel	2,15	2,37	2,54
6.10 Gryta	1968-2012	7,03	203	1,430	Gumbel	2,48	2,77	2,98
5.17 Rustaskogen	1973-1998	0,10	450	0,045	Gumbel	2,74	3,08	3,34
8.6 Sæternbekken	1971-2012	6,23	279	1,741	Lognormal	2,82	3,21	3,53
6.12 Vestli	1974-2000	0,38	182	0,069	Gamma	3,95	4,52	4,94

Tabell 5.4: Resultat av flomfrekvensanalyse: døgnverdi middelflom og ekstremflommer. Varighet flere døgn – Gryta.

Stasjon	Periode	Areal (km ²)	Q_M (m ³ /s)	q_M (l/s/km ²)	Fordeling/sesong	Varighet (døgn)	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M	Q_{1000}/Q_M
6.10 Gryta	1968-2012	7,03	1,263	180	Gumbel/år	2	2,30	2,56	2,76
			1,136	162		3	2,22	2,46	2,63

Normalt er det en sammenheng mellom feltareal og spesifikk flom - avtagende feltareal gir stigende spesifikk flom. Andre forhold som ofte også har betydning for spesifikk flom er for eksempel kystnærhet, høyde og feltets evne til selvregulering – altså effektiv sjøprosent. En høy effektiv sjøprosent gir en dempende flomvirkning og dermed lavere spesifikk flom. Trend mellom spesifikk flom med feltareal og effektivt sjøprosent er vist i kap 5.1.3. Her blir også resultater diskutert og flommer for Haugdammen er bestemt.

5.1.3 Resultat av flomfrekvensanalysen

Døgnverdi

Som sagt er både Gryta og Sæternbekken gode kandidater for Haugdammens nedbørfelt. Data fra Gryta er relativt konsistent, mens for Sæternbekken er det ingen av fordelingene som stemmer godt overens med observerte data (se vedlegg 4). Derfor brukes kun frekvensfaktorene fra Gryta, og verdiene blir rundet opp for å være mer konservativ.

Middelflom for Haugdammen er rundet opp fra gjennomsnitt middelflom ved Gryta og Sæternbekken, hver flom skalert basert på middelvannføring q_N :

$$q_{m,Haugdammen} = \text{Average} \left(q_{m,Gryta} \times \frac{q_{N,Haugdammen}}{q_{N,Gryta}}, q_{m,Sæternbekken} \times \frac{q_{N,Haugdammen}}{q_{N,Sæternbekken}} \right)$$

$$= 0,5 \times \left(\frac{203 \times 22,3}{18,7} + \frac{279 \times 22,3}{17,6} \right) = 298 \approx 300 \frac{l}{s/km^2}$$

Dette gir en spesifikk flom q_m på 300 l/s/km^2 , og q_{1000} på 900 l/s/km^2 , noe som stemmer brukbart med forventede tall i ref. /1/ ($600\text{-}1200 \text{ l/s/km}^2$ for vassdragsområdene 001 tom. 016 ved Østlandet). Resultater vises i Tabell 5.6.

Momentanverdi

For å finne momentanflommen fra døgnverdiene er regresjonsligninger fra retningslinjene for flomberegninger brukt. Oversikt over faktorene kan sees i Tabell 5.5. For små felt som Haugdammen med lav effektivsjøprosent og mer vannføring i høst enn i vår virker 2,1 som en realistisk faktor mellom døgnmiddelverdier og kulminasjonsverdier.

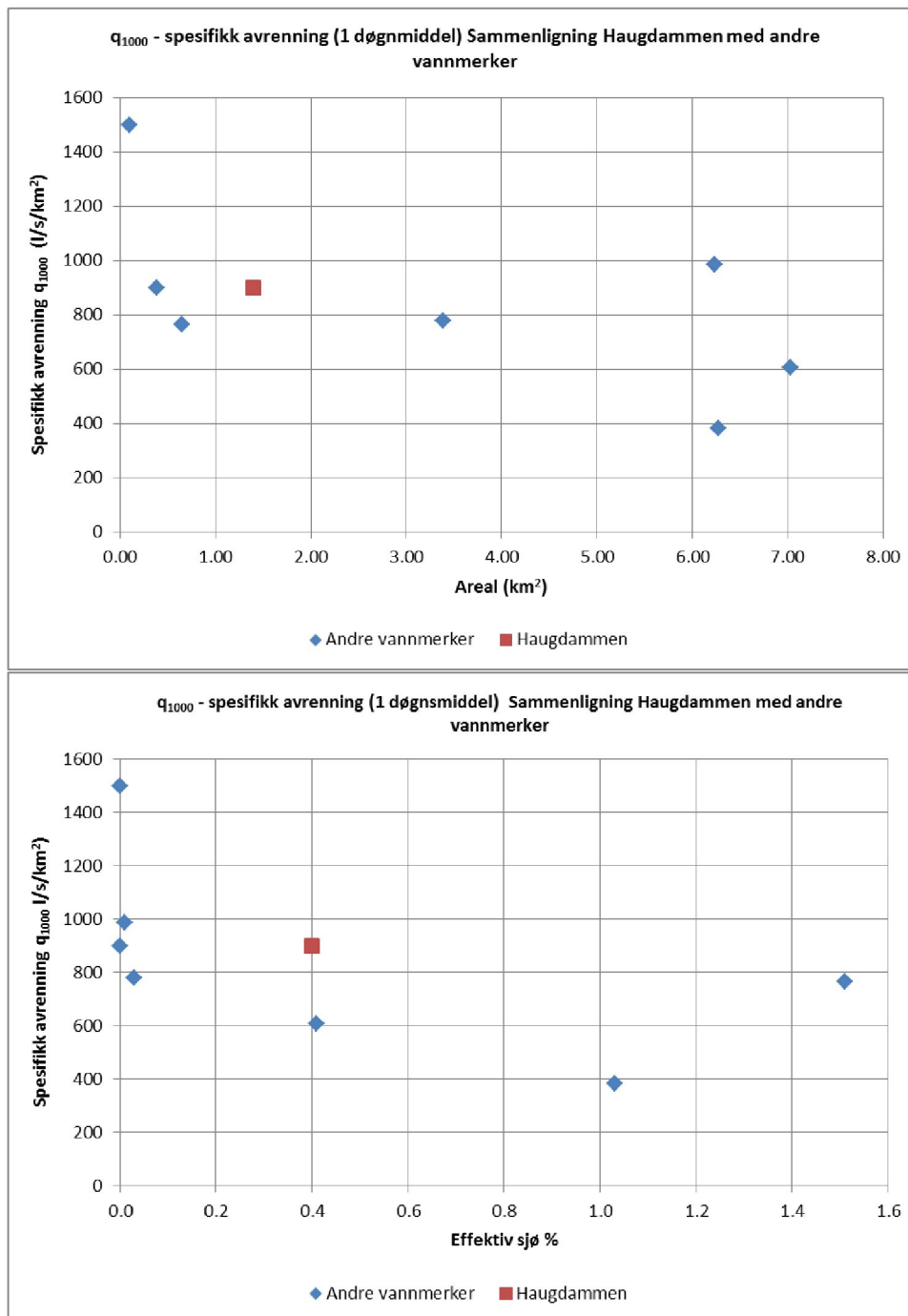
Tabell 5.5: Beregning av kulminasjonsvannføring for Haugdammen. Formlene (vår og høst) er tatt fra /1/.

Haugdammen	
Feltareal (km^2)	1,4
Effektiv sjøprosent (%)	0,3
Vår $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	1,63
Høst $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	2,10
Valgt $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$	2,1

Tabell 5.6: Resultater fra flomfrekvensanalyse for Haugdammen

T (år)	Q_T/Q_M	q_T (l/s/km^2)	$Q_{T,døgn}$ (m^3/s)	$Q_{T,mom}$ (m^3/s)
Q_M	1	300	0,42	0,88
200	2,5	750	1,05	2,21
500	2,8	840	1,18	2,47
1000	3,0	900	1,26	2,65

Figur 5.2 viser trend mellom spesifikk 1000-årsflom med feltareal og effektivt sjøprosent for vannmerkene fra Tabell 5.3. Haugdammen er også merket på figurene og stemmer med den generelle trenden.



figur 5.2: Flomrose for stasjonene fra Tabell 5.3.

5.1.4 Den rasjonelle formel

Feltarealet er i det øvre sjiktet for den rasjonale formel (areal > 0,5 km²). Det er allikevel bestemt å gjennomføre flomberegning med den rasjonale formell for sammenligning. For svært små nedbørsfelt, samt i urbane strøk, bør den rasjonale formel vurderes brukt for å finne kulminasjonsverdi for tilløpsflommen Q, Ref /3/:

$$Q = C.i.A$$

der C er avrenningsfaktoren, i er dimensjonerende nedbørintensitet ($l/s/km^2$), A er feltareal i km^2 og dimensjonerende nedbørintensitet (i) må bestemmes for et gitt gjentakintervall og med en varighet lik feltets konsentrasjonstid t_c . For naturlige felt kan følgende formel brukes for å finne t_c :

$$t_c = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0,5} + 3000 \cdot A_{SE}$$

der L = lengde av feltet i meter, H = høydeforskjellen i feltet i meter, A_{SE} er effektivt sjøareal i feltet, angitt i andel $0 < A_{SE} < 1$. Parameterne for den rasjonelle formel vises i Tabell 5.7.

Tabell 5.7: Beregning av feltets konsentrasjonstid for den rasjonale metode.

L (m)	1750	Feltlengde fra Lavvannskart
H (m)	66	Max-min høyde
A_{SE}	0,003	Effektivt sjøareal i feltet, forholdstall $0 < A_{SE} < 1$
t_c (min)	141,25	konsentrasjonstid

Ved oppslag i Tabell 5.8 for 200 års nedbør og med varighet t_c lik 120 minutter finner vi nedbørintensiteten til 76,8 ($l/s/ha$).

200 år er det største gjentakintervall tilgjengelig. Derfor er kun Q_{200} beregnet med den rasjonelle formel. Q_{500} og Q_{1000} kan beregnes med frekvensfaktorene fra 5.1.3.

Tabell 5.8: Nedbørdata fra www.eklima.no for stasjonsnummer 2840 Høland ved Øgdern. Stasjonen er valgt subjektivt på grunnlag av nærhet til Flateby.

IVF-KURVER (INTENSITET-VARIGHET-FREKVEN) FOR NEDBØR (SAMMENHENGENDE NEDBØR)														
Alle måleserier for kortidsnedbør er korte når det gjelder returperioder på 50 år og lengre. Estimert med slike returperioder må derfor benyttes med forsiktighet.														
***** MELDING *****														
Rapporten inneholder godkjente kvalitetskontrollerte data.														

Returperioder(År); Nedbørintensitet i liter pr. sekund pr. hektar(10 000 m^2) ($l/s \cdot ha$)														
2840 HÅLAND - KOLLERUD														
Periode: 1972 - 1987														
Antall sesonger: 16														
Å...r	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	317.5	279.7	245.7	201.6	142.3	112.5	91.3	69	53.5	44.1	29.3	23.1	17.3	11.1
5	396.1	352.5	301.2	253.3	194	150.4	122	92.8	74.1	64.2	44.9	35.5	25.8	15.4
10	448.1	400.8	337.9	287.4	228.3	175.6	142.3	108.5	87.7	77.5	55.2	43.8	31.4	18.2
20	498	447.1	373.2	320.2	261.2	199.7	161.8	123.6	100.7	90.3	65.1	51.7	36.7	20.9
25	513.9	461.7	384.4	330.6	271.6	207.3	168	128.4	104.8	94.4	68.2	54.2	38.4	21.7
50	562.7	507	418.8	362.7	303.7	230.9	187	143.2	117.6	106.9	77.9	61.9	43.7	24.4
100	611.1	551.9	453	394.5	335.6	254.3	205.9	157.8	130.2	119.2	87.5	69.6	48.9	27
200	650.2	591.3	485.6	428.7	367.2	276.6	225.5	174.9	143.4	132.8	97.7	76.8	54.2	29.4
Returperioder(År); Nedbørsum(mm)														
2840 HÅLAND - KOLLERUD														
Periode: 1972 - 1987														
Antall sesonger: 16														
Å...r	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	1,9	3,4	4,4	6,0	8,5	10,1	11,0	12,4	14,4	15,9	15,8	16,6	18,7	24,0
5	2,4	4,2	5,4	7,6	11,6	13,5	14,6	16,7	20,0	23,1	24,2	25,6	27,9	33,3
10	2,7	4,8	6,1	8,6	13,7	15,8	17,1	19,5	23,7	27,9	29,8	31,5	33,9	39,3
20	3,0	5,4	6,7	9,6	15,7	18,0	19,4	22,2	27,2	32,5	35,2	37,2	39,6	45,1
25	3,1	5,5	6,9	9,9	16,3	18,7	20,2	23,1	28,3	34,0	36,8	39,0	41,5	46,9
50	3,4	6,1	7,5	10,9	18,2	20,8	22,4	25,8	31,8	38,5	42,1	44,6	47,2	52,7
100	3,7	6,6	8,2	11,8	20,1	22,9	24,7	28,4	35,2	42,9	47,2	50,1	52,8	58,3
200	3,9	7,1	8,7	12,9	22,0	24,9	27,1	31,5	38,7	47,8	52,8	55,3	58,5	63,5

Utrekning av en vektet avrenningsfaktor C. Valgte avrenningsfaktorer for de ulike landskapstypene i nedbørfeltet er vist i Tabell 5.9.

Tabell 5.9: Avrenningsfaktorer og areal gir en vektet totalavrenningsfaktor

	Avr.faktor	Areal	Avr.faktor×Areal
Innsjø	1	0,021	0,021
Skog	0,4	1,077	0,431
Fastmark	0,8	0,239	0,191
Ukjent	0,5	0,063	0,032
Totalt	-	1,400	0,675
Midlere avr.faktor, vektet snitt (C)			0,482

Resultater er vist i Tabell 5.10. For å beregne døgnverdi for tilløpsflommen er kulminasjonsverdien skalert ned med 2,1 (kap 5.1.3).

Tabell 5.10: Resultater fra den rasjonelle formel ($Q_{\text{kulminasjon}} = C \cdot i \cdot A$)

	i (l/s/ha)	$Q_{\text{døgnverdi}}$ (m ³ /s)	$Q_{\text{kulminasjon}}$ (m ³ /s)
Q_{200}	76,8	2,47	5,18

6. Resultater

6.1 Oppsummering

Tabell 6.1 oppsummerer resultatet for tilløpsflom fra de to forskjellige metodene. Resultater fra den rasjonelle formel er generelt mindre nøyaktig og i dette tilfellet ikke brukbar pga. stort feltareal. q_{1000} fra den rasjonelle formel er ganske mye høyere en erfaringstall ($q_{1000} = 2500 \text{ l/s/km}^2 \gg \text{maks } 1200 \text{ l/s/km}^2$). Det er derfor bestemt å bruke resultater fra flomfrekvensanalyse som tilløpsflom for Haugdammen.

Tabell 6.1: Oppsummering av resultater fra flomberegning for Haugdammen (flomfrekvensanalyse)

Flomsituasjon	C.i.A (til sammenligning) $Q_{\text{døgnverdi}}$ (m ³ /s)	Tilløpsflom, $Q_{\text{døgnverdi}}$ (m ³ /s)	Tilløpsflom $Q_{\text{kulminasjon}}$ (m ³ /s)	Ulykkeflom $1,5 Q_{\text{kulminasjon}}$ (m ³ /s)
Q_{200}	2,47	1,05	2,21	-
Q_{500}	2,76	1,18	2,47	3,70
Q_{1000}	2,96	1,26	2,65	3,97

Det er per dags dato ikke tilgjengelig data for magasin eller overløp. Flomruting er derfor ikke gjennomført i denne rapporten.

Tilløpsflommens hydrogram forventes ikke å bli dempet betydelig i et såpass lite nedbørfelt med lav A_{SE} . Derimot kan trang parti ved utløpet av Berskaumyra fungere som et forsinkende element.

6.2 Følsomhetsanalyse og klimaendringer

Når datagrunnlaget er mangelfullt skal tilløpsflommen skaleres med 10 %, 20 % og 40 % som en følsomhetsanalyse. Resultater fra følsomhetsanalyse for både døgnerverdi og kulminasjonsflom vises i Tabell 6.2. Konsekvenser for avløpsflom og vannstand kan vurderes når data for flomruting er tilgjengelig.

Tabell 6.2: Følsomhetsanalyse

Flom	+ 10 %	+ 20 %	+ 40 %
Q ₂₀₀ - døgnerverdi	1,16	1,26	1,47
Q ₂₀₀ - kulminasjon	2,43	2,65	3,09
Q ₅₀₀ - døgnerverdi	1,29	1,41	1,65
Q ₅₀₀ - kulminasjon	2,72	2,96	3,46
Q ₁₀₀₀ - døgnerverdi	1,39	1,51	1,76
Q ₁₀₀₀ - kulminasjon	2,91	3,18	3,70

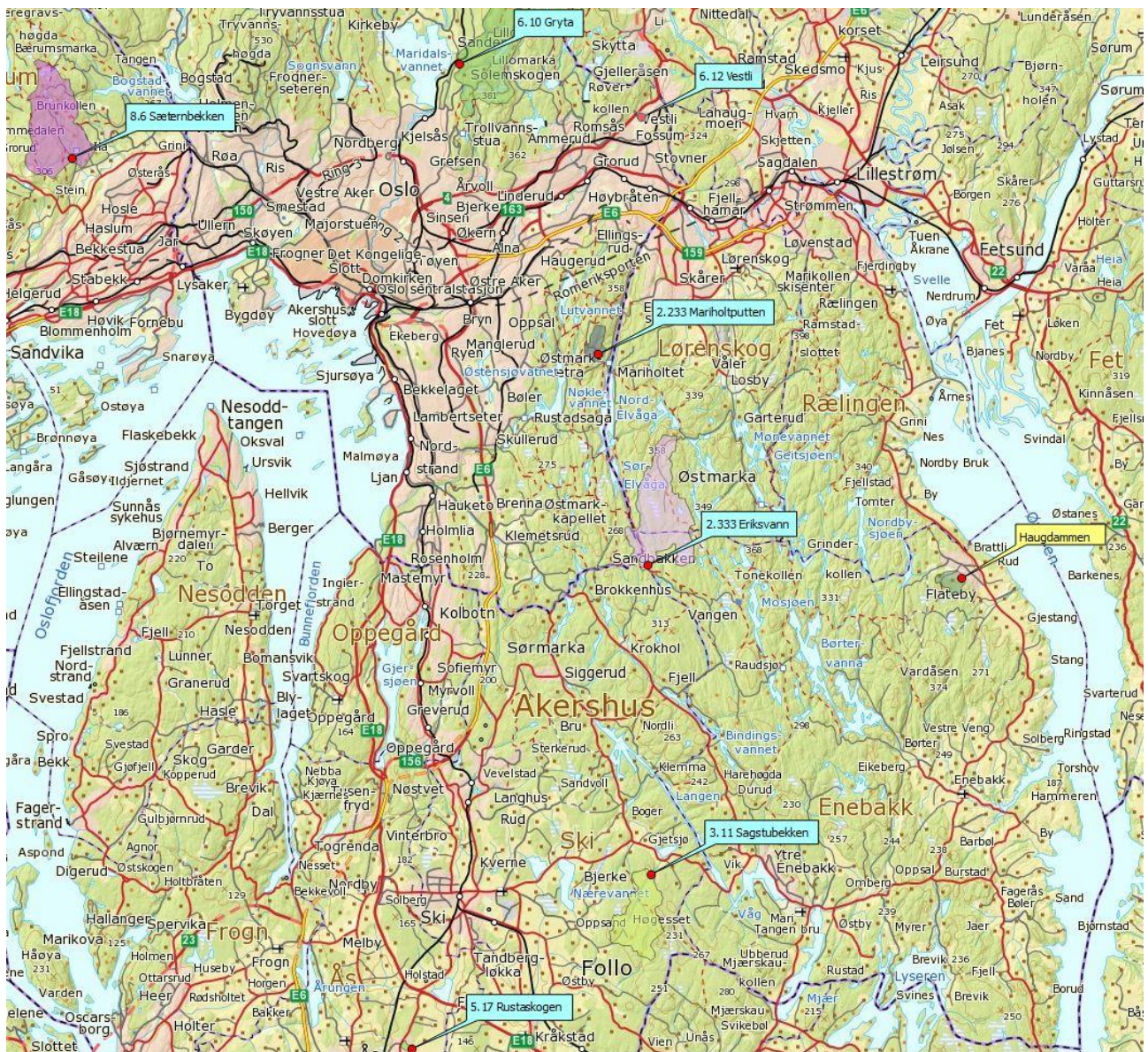
Dette dekker også klimaendringers virkning på flommer, som settes til +20 % for Haugdammens nedbørfelt /3/.

6.3 Klassifisering av flomberegning

Tilgjengelig hydrologisk datagrunnlag betraktes som middels, det er dataserier tilgjengelig fra området rundt og i vassdraget, og med gradienter bl.a. i spesifikk flomstørrelse (q_M fra 182 l/s/km² til 450 l/s/km²). Mange av målestasjonene har ganske korte dataserier, samt at noen av seriene er fra gamle, nedlagte målestasjoner. Basert på vurderingene av datagrunnlag foreslås flomberegningen plassert i klasse 3.

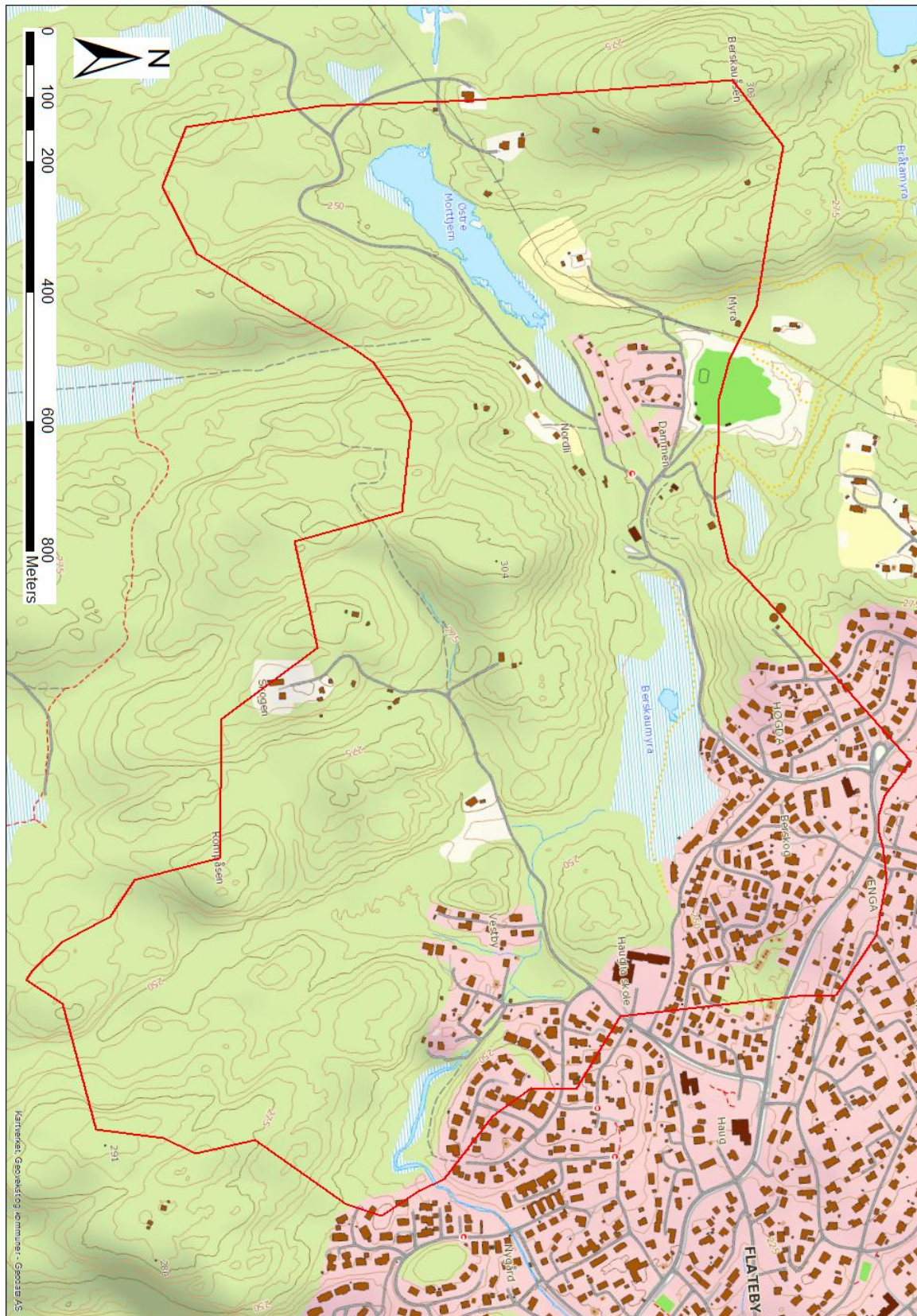
Vedlegg 1

Oversiktskart, NVE vannmerker



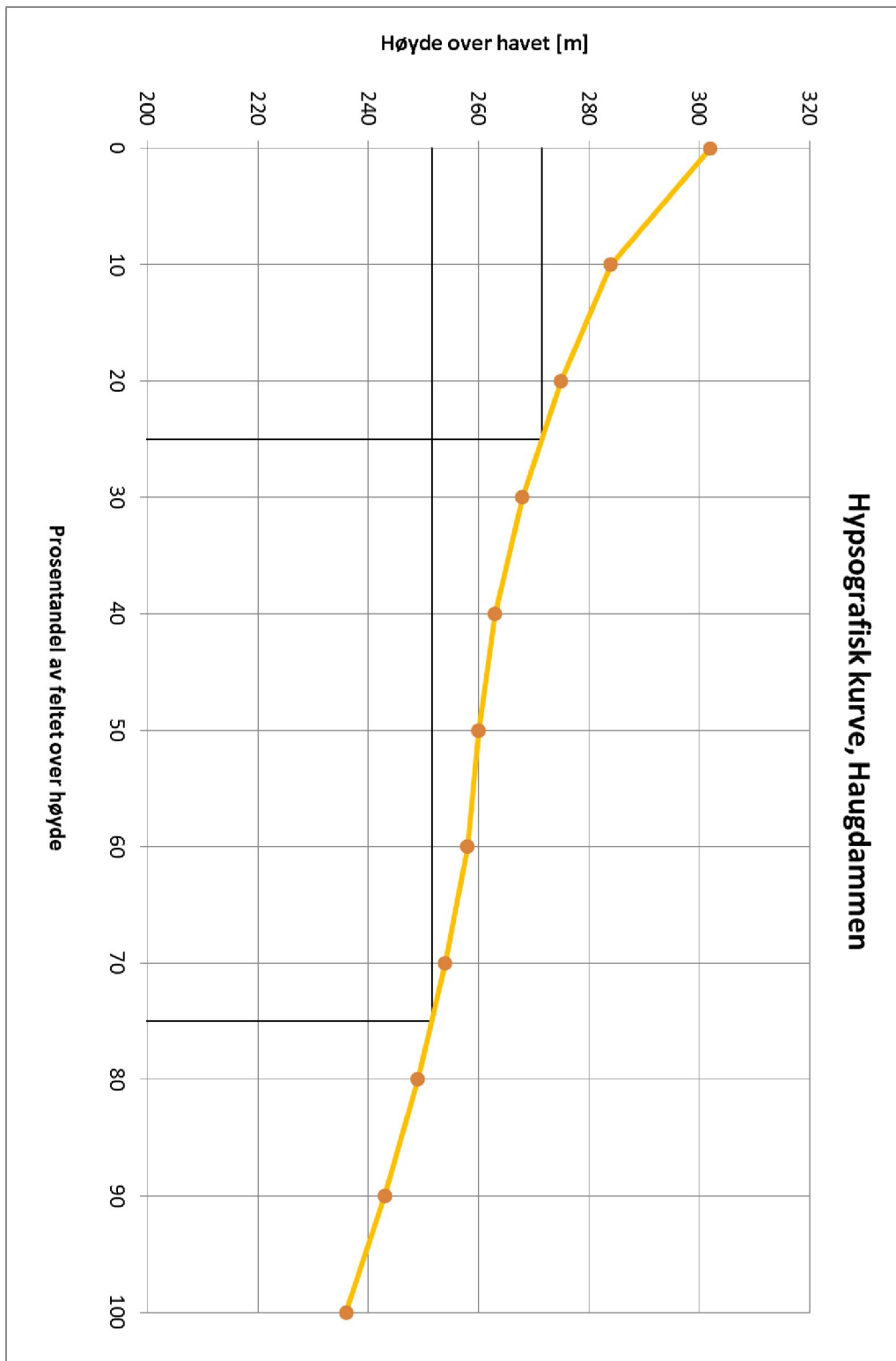
Vedlegg 2

Nedbørfelt til Haugdammen



Vedlegg 3

Hypsografisk kurve



Vedlegg 4

Flomfrekvensanalyseresultater

Lognormalfordeling:

$$f(x) = \frac{1}{x \hat{\sigma} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - m_x)^2}{2\hat{\sigma}^2}}$$

Her er m_x gjennom snittet av $y = \ln(x)$ og $\hat{\sigma}$ er y sitt standardavvik

Normalfordeling:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

Her er $\bar{x}$ gjennom snittelig verdi for x og σ er x sitt standardavvik.

Gamma:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}$$

Her er Γ den såkalte gammafunksjonen (tilsvarer faktultet – operasjonen for de hele tall). Parameterene α og β kan relateres til momentene

gjennomsnitt og standardavvik. ($\beta = \frac{\sigma^2}{\bar{x}}, \alpha = \frac{\bar{x}^2}{\sigma^2}$)

Gumbel:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\frac{x-u}{\alpha}} e^{-e^{-\frac{x-u}{\alpha}}}$$

Her kan α og u relateres til gjennomsnittet og standardavviket.

$$(\alpha = \frac{\sigma\sqrt{6}}{\pi}, u = \bar{x} - 0.5772 \alpha)$$

GEV:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} (1 + \xi(x - \mu)/\sigma)^{-1/\xi - 1} e^{-[1 + \xi(x - \mu)/\sigma]^{-1/\xi}}$$

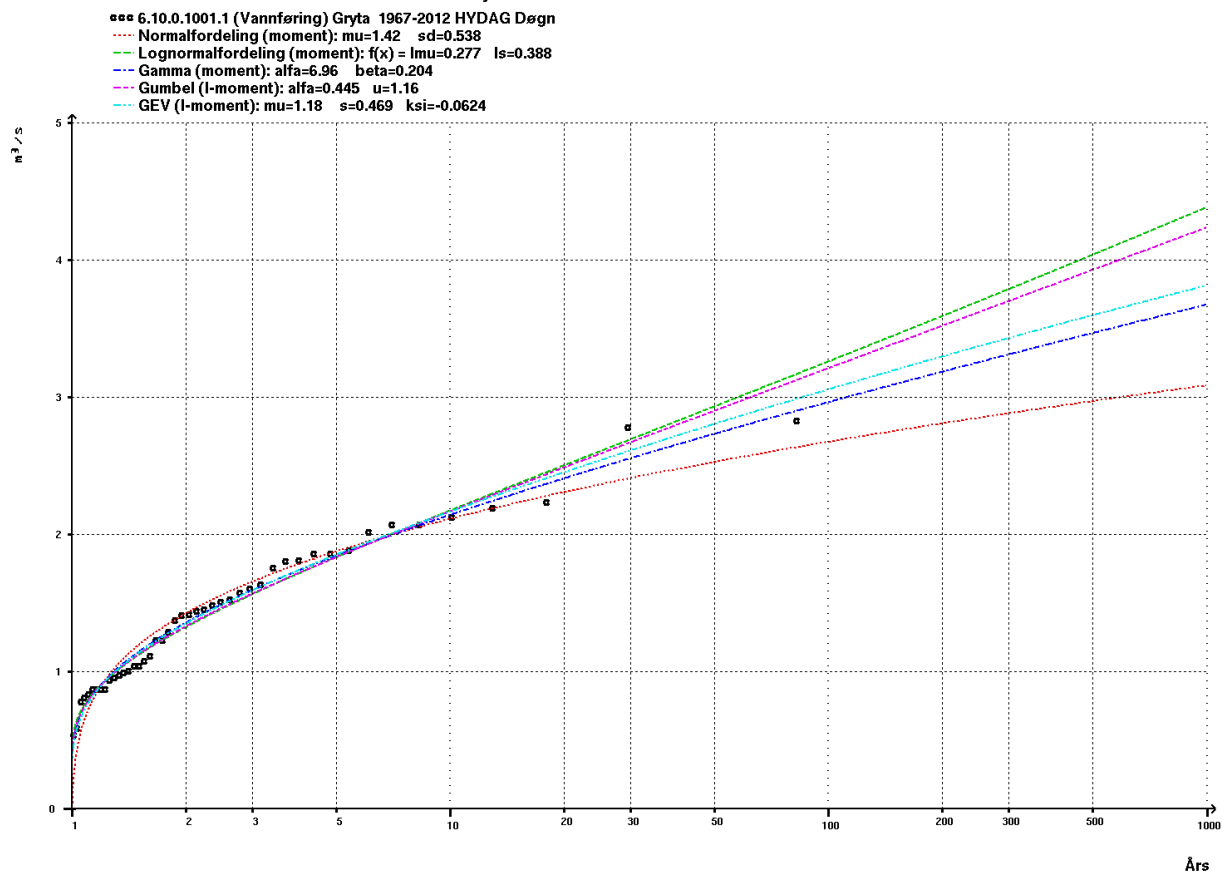
μ : lokasjonsparameter

σ : skalaparameter

ξ : formparameter

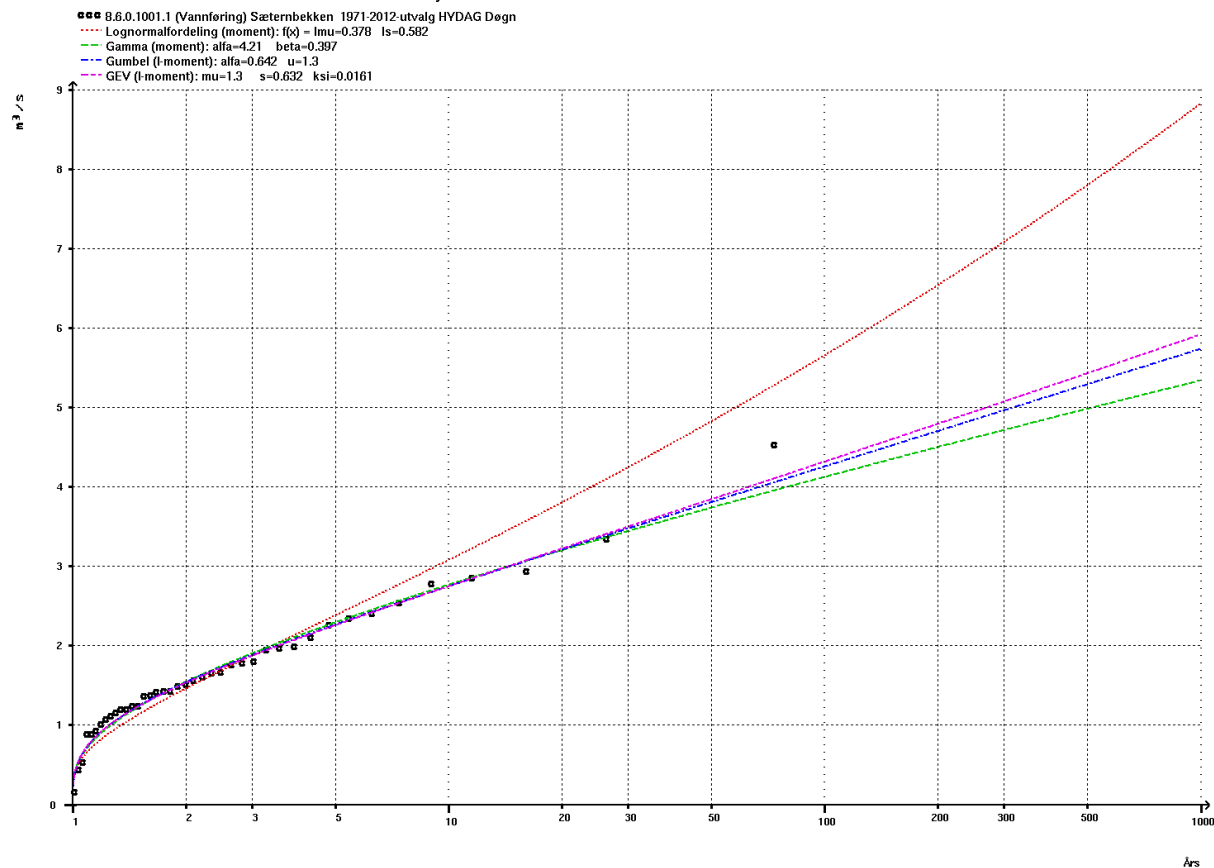
6.10 Gryta, Flere fordelinger

Maksimumsanalyse

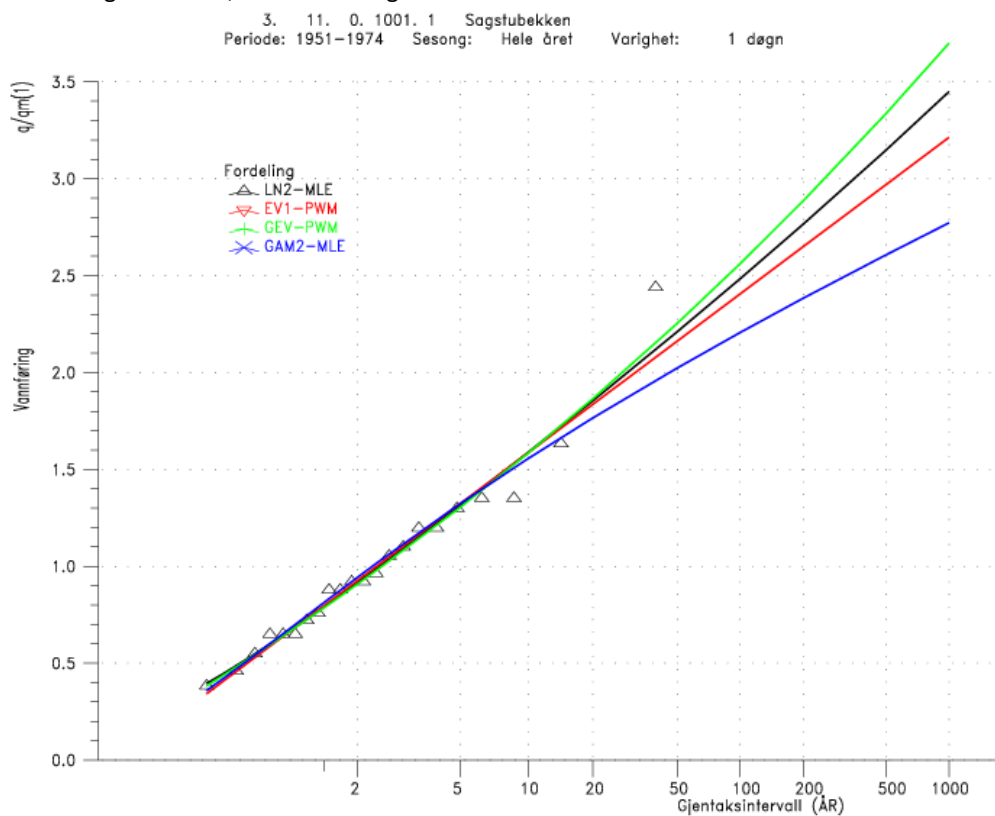


8.6 Sæternbekken, Flere fordelinger

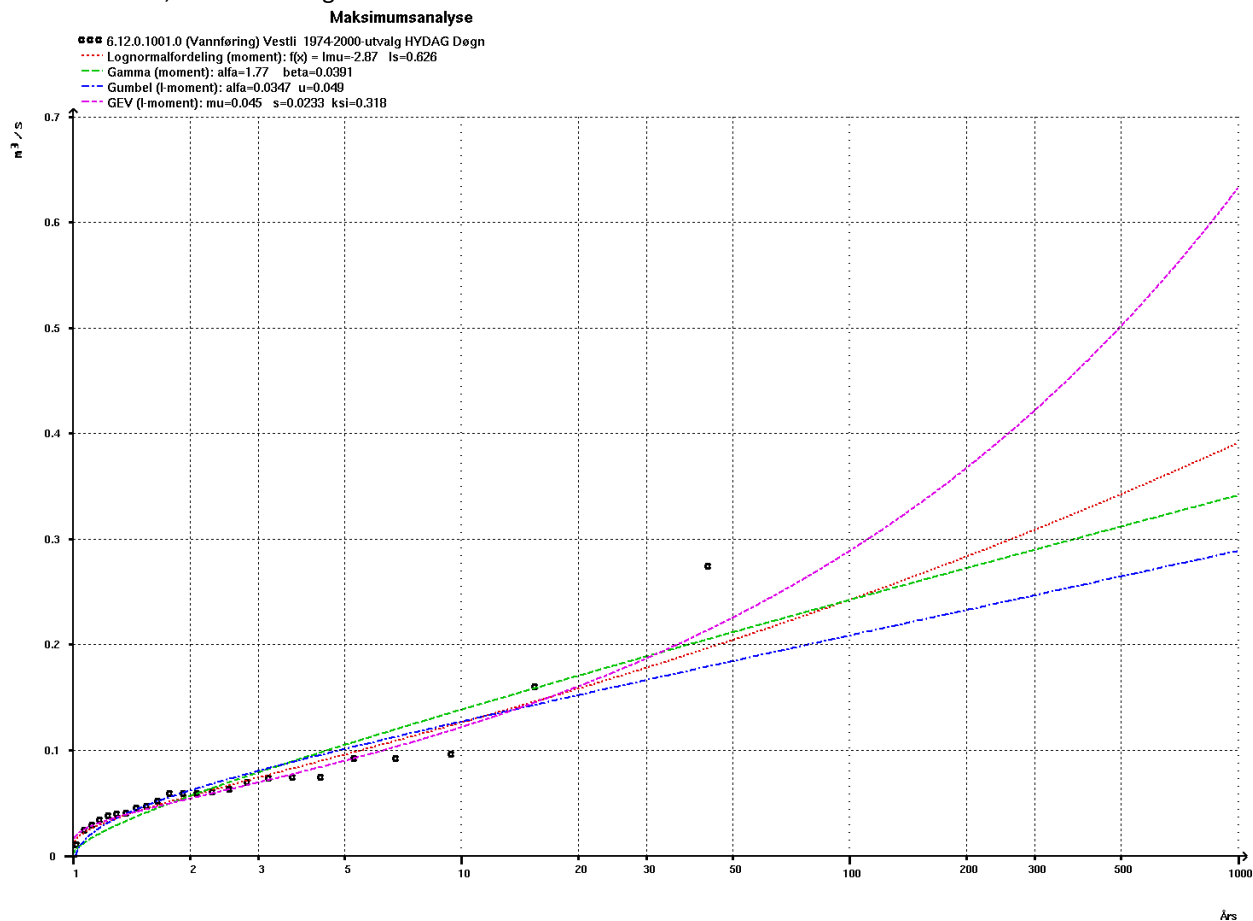
Maksimumsanalyse



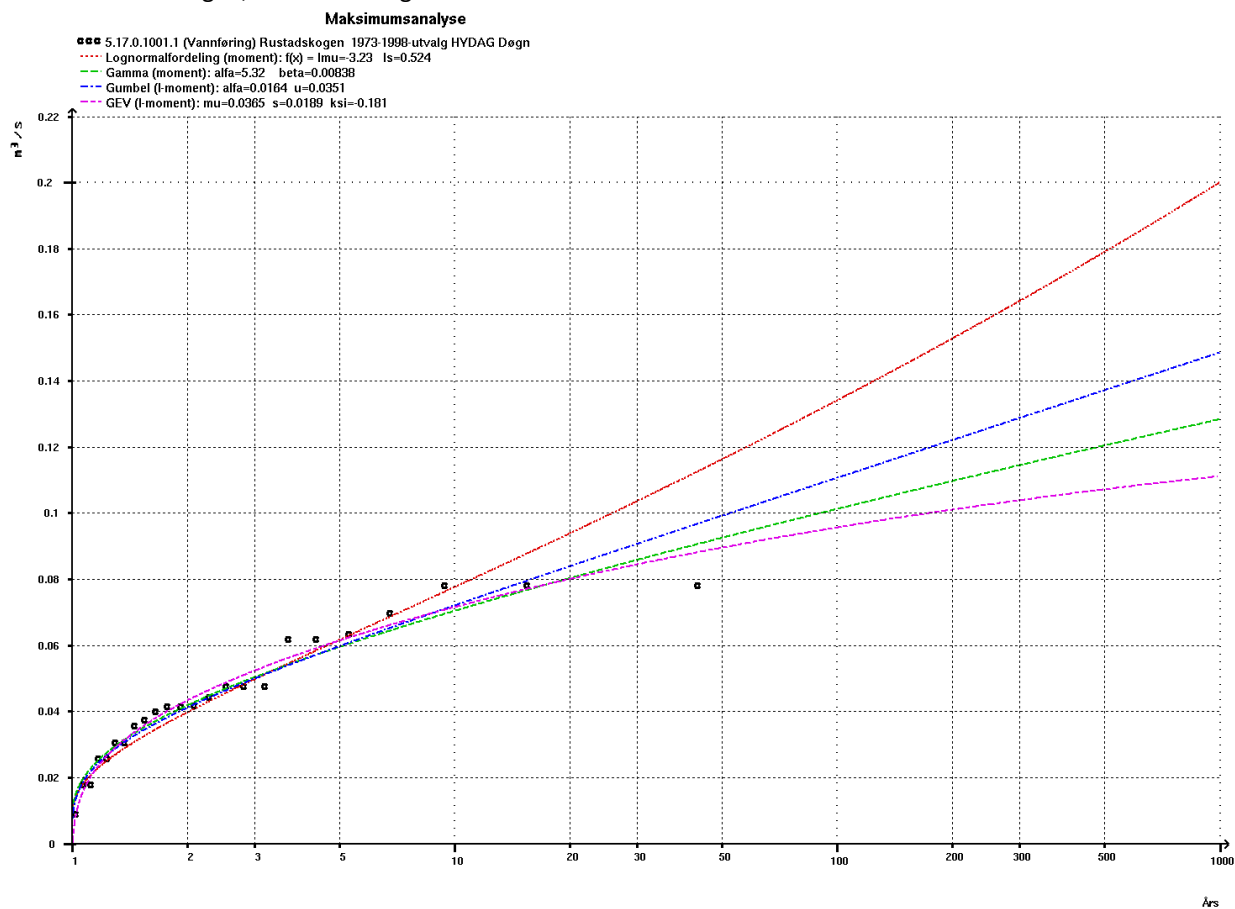
3.11 Sagstubekken, Flere fordelinger



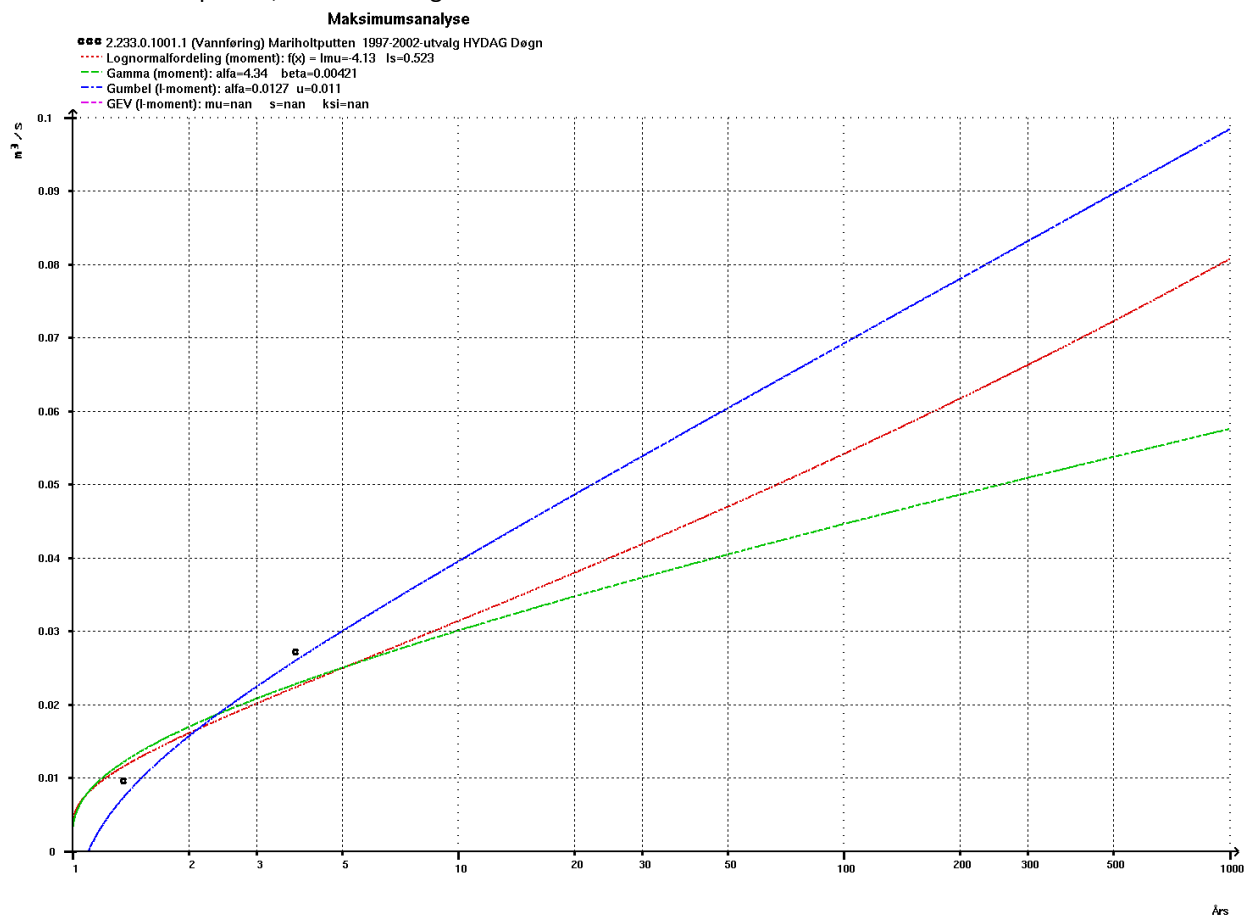
6.12 Vestli, Flere fordelinger



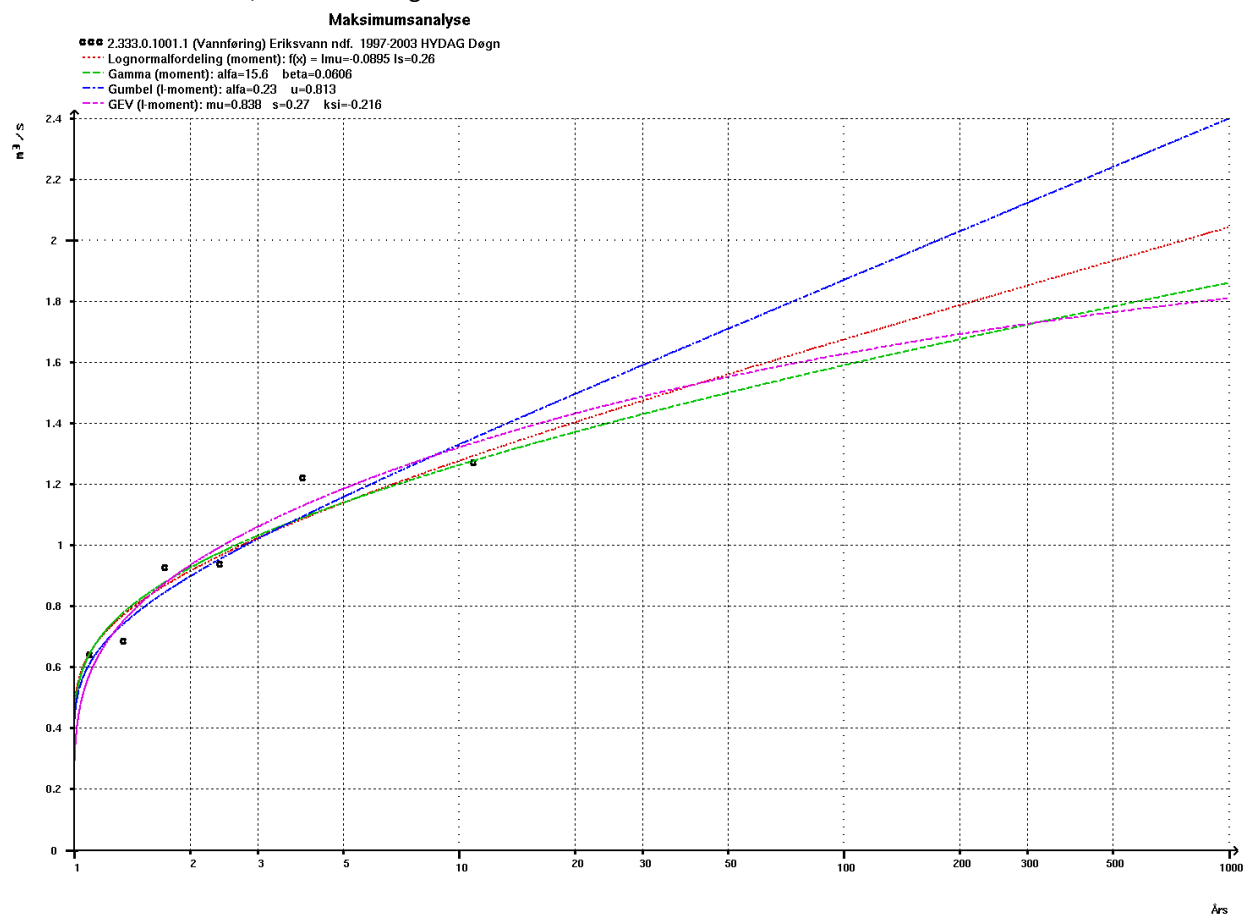
5.17 Rustaskogen, Flere fordelinger



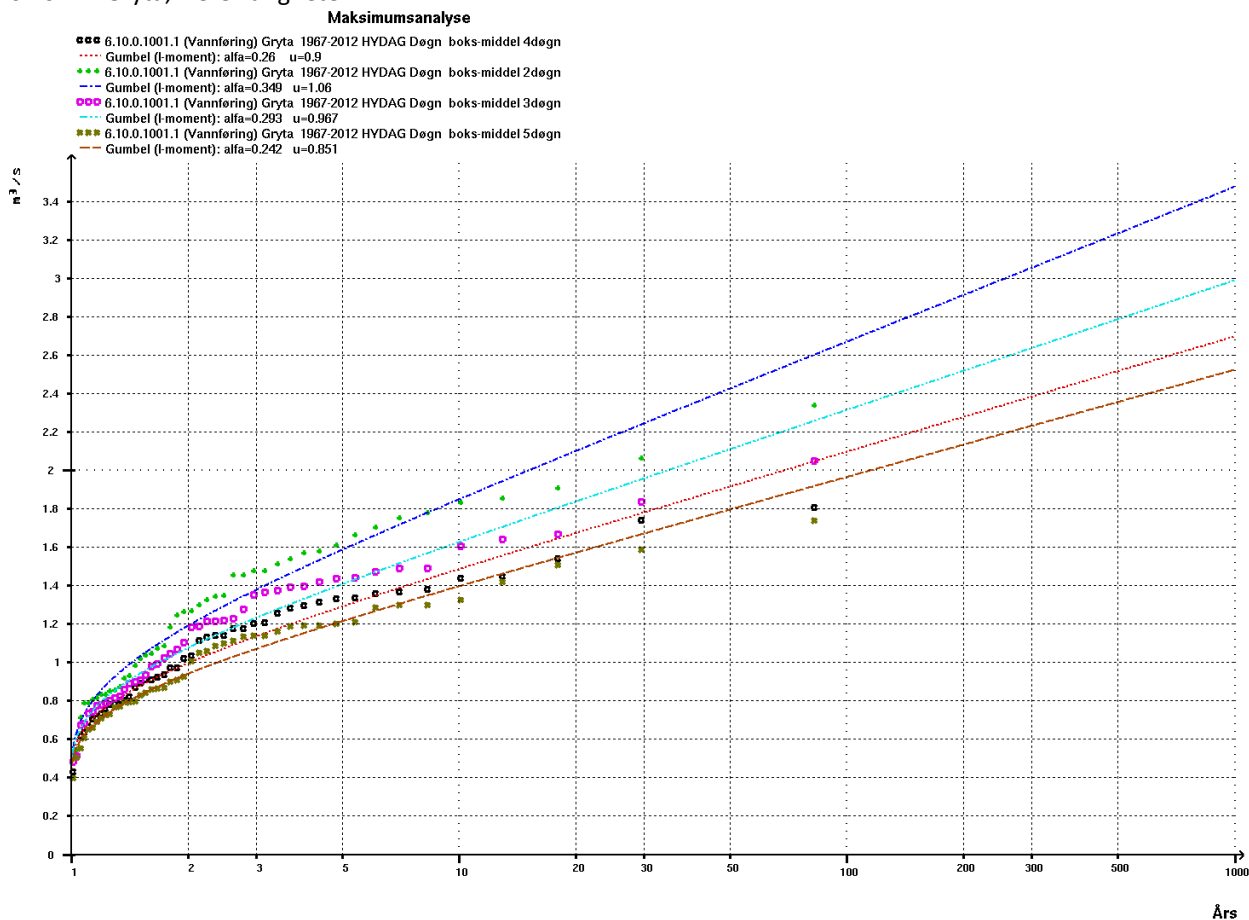
2.233 Mariholtputten, Flere fordelinger



2.333 Eriksvann ndf, Flere fordelinger



6.10 Gryta, Flere varigheter



8.6 Sæternbekken, Flere varigheter

