

# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 320 BLINDERN 0314 OSLO 3  
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

63/86 KLIMA

DATO

11.12.1986

TITTEL

PAREGNELIGE EKSTREME NEDBØRVERDIER  
FOR KALDEVATN, RØLDAL (HORDALAND)

UTARBEIDET AV

DAG KRISTOFFERSEN

OPPDRAGSGIVER

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK  
VASSDRAGSDIREKTORATET/B. KROKLI  
OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Det er beregnet M1000 og PMP med varighet 6 - 144 timer for nedbørfeltet til Kaldevatn, Røldal.

24 timers verdi av M1000 er beregnet til 170 mm og PMP er anslått til 280 mm.

UNDERSKRIFT

*Dag Kristoffersen*

Dag Kristoffersen  
SAKSBEHANDLER

*Bjørn Aune*

Bjørn Aune  
FAGSJEF

PÅREGNELIG EKSTREMNEDBØR .

Nedbørfelt : KALDEVATN (Hordaland)

1). Normal årsnedbør (basert på verdier fra normalkart): PN ~ 1300 mm .  
 2). M5(24t) / PN ~ 5.7 % ==> M5(24t) ~ 74 mm .

3). Påregnelige 24 timers nedbørverdier :

	AR	AMJ	JASO	ND	JFM
M5(årstid)/M5(år)	1.00	0.53	0.85	0.91	0.78
M5 (mm)	74	39	63	67	58
M100 (mm)	120	70	105	110	95
M1000 (mm)	170	110	150	160	145
PMP (mm)	280	210	265	270-280	260

4). Påregnelige n-timers nedbørverdier

4.1) Årsverdier

Antall timer (n)	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall								
n timer / 24 timer	0.61	0.78	1.00	1.30	1.47	1.68	1.87	2.04
M100 (mm)	75	95	120	155	175	200	225	245
M1000 (mm)	105	135	170	220	250	285	320	345
PMP (mm)	170	220	280	365	410	470	525	570

4.2) Årstidsverdier : JULI - OKTOBER .

Antall timer (n)	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall								
n timer / 24 timer	0.61	0.78	1.00	1.30	1.47	1.68	1.87	2.04
M100 (mm)	65	80	105	135	155	175	195	215
M1000 (mm)	90	115	150	195	220	250	280	305
PMP (mm)	165	210	270	350	395	455	505	550

5). Justering fra punkt til areal-verdi.

De gitte verdier gir punktnedbør for et fiktivt "representativt" punkt i feltet . Grovestimat av arealnedbør for felt på ca 15 km<sup>2</sup> fåes ved å multiplisere punktverdiene med en "arealreduksjonsfaktor" ARF :

Antall timer	6	12	24	48	72	96	120	144
ARF	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99

6). Nærmeste målestasjoner : 4645 Røldal (PN=1444 mm) , 4646 Røldal kraftverk (PN=1475) og Midtlæger (PN=1050) .

7). Maksimal observert døgnnedbør i området : 132 mm (målt ved 4645 Røldal 6/1-1944) .

8). Kommentarer

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

## 1. Metode og definisjoner.

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

I denne rapporten blir følgende forkortelser og definisjoner brukt :

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

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

## 2. Feltbeskrivelse og datagrunnlag.

Flomberegninger ( se bestilling fra NVE ved overingenør B. Krokli av 21/11-86 , Appendix A) skal utføres for nedbørfeltet til Kaldevatn, Røldal . Feltet er på 14,9 km<sup>2</sup> .

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

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

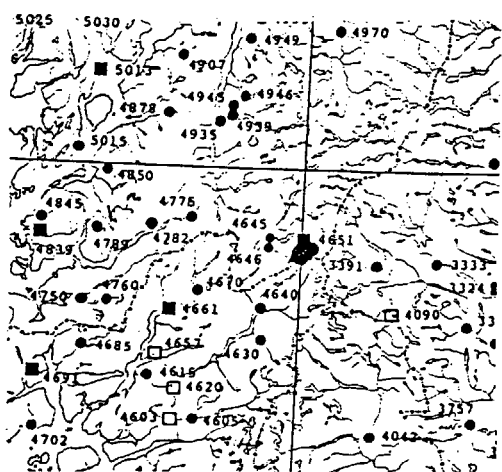


Fig. 1a.

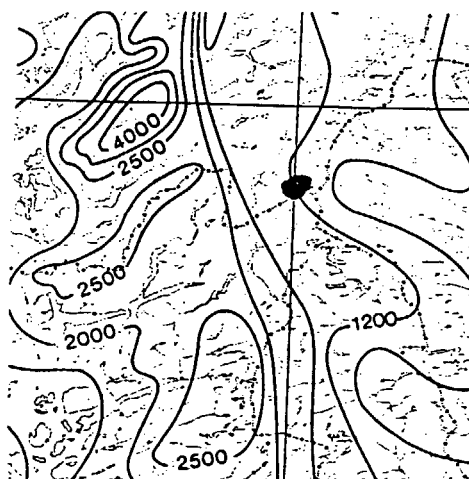


Fig. 1b.

Fig. 1a : Nedbørstasjoner og fig. 1b : Normal årsnedbør ( mm ) i området rundt feltet til Kaldevatn .

Tabell 2. Stasjons- og nedbørdata for målesteder nær feltet til Kaldevatn .

Stasjons- nr. navn	Obs.periode fom. - tom.	Hoh. m	PN mm	24 timer			48 timer	
				M5* mm	M5/PN obs. mm	Max obs. mm	M5* mm	Max* obs. mm
3391 Vågsli i Vinje	1958 - d.d.	822	990	58	5.9	68	72	85
4090 Bjåen	1895 - d.d.	920	758	43	5.7	51	63	76
4630 Suldalsvatn	1895 - d.d.	333	1646	85	5.2	90	114	169
4640 Nesflaten	1967 - d.d.	72	1460	79	5.4	79	108	131
4645 Røldal	1883 - d.d.	393	1444	71	4.9	111	100	157
4646 Røldal kraftvk.	1967 - d.d.	390	1475	73	4.9	88	106	136
4651 Midtlåger	1967 - d.d.	1079	1050	59	5.6	59	75	90

\* Basert på perioden 1957 - 1985

### 3. Normal årsnedbør.

Fra kart over normal årsnedbør ( fig. 1b ), fremgår det at gjennomsnittlig årsnedbør i nedbørfeltet til Kaldevatn er ca. 1300 mm .  
Normalavløpet (se appendix A ) er anslått til ca. 82 l / skm<sup>2</sup>  
(ca. 2600 mm/år) .

Når det taes hensyn til fordampning i feltet, og til aerodynamisk oppfangningssvikt i nedbørmålerne, er det et markant avvik mellom normalverdiene for avløp og nedbør . Vurderinger på dette avviket er gitt i Appendix B og det må rettes en takk til forsker Eirik Førland som har gjennomført vurderingene .

4. 24 timers verdier av M5.

Fra kart som viser fordeling av forholdstallet  $M5(24t) / PN$ , synes det som om  $M5(24t) / PN$  for feltet er ca. 5.4 % .

I tab. 2 er det gjengitt  $M5(24t)$  - verdier for perioden 1957 - 1985 for endel stasjoner nær feltet . For nedbørfeltet anslår vi forholdstallet  $M5(24t) / PN$  til 5.4 % .

$M5$ -verdiene fra nærmestliggende stasjoner med lang måleserie (se tab. 3) antyder at  $M5$ -verdien for den lange serien 1895 - 1985 i snitt ligger ca. 5,5% høyere enn serien 1957-1985 .  
For nedbørfeltet antas det endelig at

$$M5(24t) / PN = 5.4 * 1.055 = 5.7 \% .$$

Med normal årsnedbør  $PN = 1300$  mm, blir dermed estimert  $M5(24t)$  - verdi for feltene :  $M5(24t) \sim 1300 * 0.057 = 74$  mm .

5. Påregnelige 24 timers nedbørverdier på års- og årstidsbasis.

Tab. 3 gir en oversikt over forholdstallet mellom årstids- og årsverdier av  $M5(24t)$ . Ut fra verdiene fra 1957 - 1984, ( del A ) og verdiene fra de lange nedbørseriene fra området ( del B ) og kartverdiene fra fig. 10 - 13 i < 1 > ( del C ), er sannsynlige forholdstall for nedbørfeltet gitt i del D i tab.3 .

Tabell 3. Forholdstall ( % ) mellom årstids- og årsverdier av  $M5(24t)$ .

Stasjons- nr. navn	$M5(24t)$ mm	$M5(\text{årstid}) / M5(\text{år}) (\%)$			
		AMJ	JASO	ND	JFM
<b>A</b>					
3391 Vågsli i Vinje	58	53	91	95	63
4090 Bjåen	43	55	91	83	79
4630 Suldalsvatn	85	47	84	92	80
4640 Nesflaten	79	55	89	94	86
4645 Røldal	71	51	86	90	81
4646 Røldal kraftverk	73	52	89	99	75
4651 Midtlåger	59	57	94	97	47
<b>B</b>					
4090 Bjåen (lang serie)	47	57	88	75	64
4630 Suldalsvatn ( l.s. )	92	57	79	88	78
4645 Røldal ( l.s. )	73	51	81	86	77
4650 Svandalsflona ( l.s. )	77	47	77	79	65
<b>C</b>					
Fig. 10 - 13 i < 1 >	-	-	-	-	80
<b>D</b>					
==> KALDEVATN	74	53	85	91	78

Med M5(24t) = 74 mm og forholdstall som angitt i tab. 3, blir påregnelige 24 timers nedbørverdier for feltet til Kaldevatn som vist i tab.4 .

Tabell 4. Påregnelige 24 timers nedbørverdier.

	AR	AMJ	JASO	ND	JFM
M5(årstid)/M5(år)	1.00	0.53	0.85	0.91	0.78
M5 ( mm )	74	39	63	67	58
M100 ( mm )	120	70	105	110	95
M1000 ( mm )	170	110	150	160	145
PMP ( mm )	280	210	265	270-280	260

6. Ars- og årstidsverdier av M100, M1000 og PMP for ulike varigheter.

6.1 Arsverdier.

Verdier for forholdstall mellom påregnelig nedbør i løpet av n timer og i løpet av 24 timer er gitt i tab.2 i < 1 >. For et felt med årsnedbør PN ~ 1300 mm blir verdiene som angitt i tab. 5.

Tabell 5. Arsverdier.

Antall timer ( n )	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall n timer / 24 timer	0.61	0.78	1.00	1.30	1.47	1.68	1.87	2.04
M100 ( mm )	75	95	120	155	175	200	225	245
M1000 ( mm )	105	135	170	220	250	285	320	345
PMP ( mm )	170	220	280	365	410	470	525	570

6.2 Arstidsverdier : Juli - Oktober

Dersom det antas at nedbørforholdstallene for perioden ~~juli~~- okt. er de samme som for årsvrerdierne, fåes verdier som angitt i tab. 6.

Tabell 6. Arstidsverdier : Juli - Oktober .

Antall timer ( n )	6	12	24	48	72	96	120	144
Nedbørforholdstall n timer / 24 timer	0.61	0.78	1.00	1.30	1.47	1.68	1.87	2.04
M100 ( mm )	65	80	105	135	155	175	195	215
M1000 ( mm )	90	115	150	195	220	250	280	305
PMP ( mm )	165	210	270	350	395	455	505	550

Beregninger for periodene April-Juni og November-Desember kan gjøres på samme måte ved å bruke nedbørsforholdstall på respektive sesongers verdier av M100 , M1000 og PMP .

### 7. Justering for arealstørrelse.

Verdiene presentert ovenfor gir punktnedbør for et fiktivt " representativt " punkt i feltet . Disse verdiene må justeres dersom de skal brukes som arealestimat. Størrelsen på denne justeringsfaktoren vil avhenge av blant annet feltstørrelse , varighet, gjentakelsestid og typisk nedbørmønster for feltet ; og kan bare fastsettes på grunnlag av detaljerte analyser av en del observerte ekstreme nedbørepisoder i det aktuelle felt .

Et grovanslag for innflytelsen av feltstørrelse og varighet kan fåes ved å bruke data fra f.eks. NERC - rapporten < 3 > . For et felt på ca. 15 km<sup>2</sup>, fåes ifølge < 3 > følgende arealreduksjons-faktorer (ARF) :

Tabell 7. Arealreduksjonsfaktor for felt på 15 km<sup>2</sup>.

Antall timer	6	12	24	48	72	96	120	144
ARF	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99

### 8. Observerte og påregnelige maksimale nedbørverdier i området .

Høyeste observerte 1-døgnsverdi for de nærmestliggende stasjoner er 132 mm målt ved Røldal den 6/1-1944 .

Høyeste 2-døgnsverdi er 169 mm målt ved Suldalsvatn 21/12-1957 .

Observerte og påregnelige maksimale nedbørverdier i løpet av ett og to døgn for 4645 Røldal i perioden 1957-85 er gitt i Appendix C . Metodene som er benyttet for beregning av påregnelige ekstremverdier (Gumbel , NERC og Hershfield) er beskrevet i <1> .

NB ! Det må presiseres at de beregnede påregnelige verdier gjelder for vilkårlige 24 timers verdier, mens de observerte er målt i løpet av et fiksert nedbørdøgn ( kl. 07 - 07 eller kl. 08 - 08 ) .

9. Korttidsnedbør.

Nærmeste målested med registrerende nedbørmåler ( Plumatic vippepluviograf ) er 4789 Opstveit , cirka 60 km W av nedbørfeltet til Kaldevatn .  
Data fra norske Plumatic-stasjoner blir presentert i <4> .

10. Sluttord.

De beregnede verdier for MT og PMP er basert på et relativt sparsomt datagrunnlag . De må derfor betraktes som grovestimat .

11. Litteratur.

- < 1 > Førland E.J. 1984 Påregnelige ekstreme nedbørverdier.  
DNMI - Fagrapport nr. 3 / 84 KLIMA.
- < 2 > Førland E.J. 1984 Ekstrem nedbør i løpet av 1 - 30 døgn  
Iden K.A. DNMI - Fagrapport nr. 4 / 84 KLIMA.
- < 3 > NERC 1975 Flood Studies Report, Vol. II.  
Meteorological Studies.  
Natural Environment Research Council,  
London.
- < 4 > Aune B. 1986 Plumatic - målinger ( Arbeidstittel ).  
Iden K.A. DNMI (In manus)





NORGES  
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK  
VASSDRAGSDIREKTORATET  
HYDROLOGISK AVDELING

Vår ref.

/86-V BK/j1

Deres ref.

Vår dato

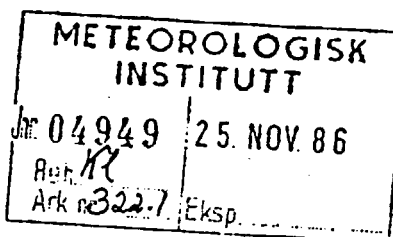
21.11.86

Deres dato

Side

1 (1)

Det Norske Meteorologiske Institutt  
Nedbøravdelingen  
Postboks 320  
0314 OSLO 3



BESTILLING AV P1000 OG PMP

Hydrologisk avdeling skal beregne dimensjonerende- og påregnelig maksimal avløpsflom fra dammen i Kaldevatn, Rølldal. Feltet er 14.9 km<sup>2</sup> og årsavløpet ca 82 l/s km<sup>2</sup> (2586 mm) etter Hydrologisk avdelings nye avløpskart.

Bestiller derfor følgende data fra DNMI:

P1000 og PMP for året og for sesongene.

- april-juni
- juli-oktober
- november-desember.

Da det er stor uoverensstemmelse mellom avløpskartet (ca 2600 mm) og Deres normalnedbørskart (ca 1300 mm) ber vi om en vurdering på dette punkt.

Faktura for rapporten bes sendt Røldal-Suldal Kraft A/S, 4244 NESFLATEN.

Med hilsen

B. Krokli  
overingeniør  
(Etter fullmakt)

Vedlegg: Kartkopi m/feltgrenser.  
Kopi av isohydatkart.

VURDERING AV AVVIKET MELLOM NORMALNEDBØR OG NORMALAVLØP .

Normalavløpet til Kaldevatn er oppgitt til 82 l/s km<sup>2</sup> eller cirka 2600 mm/år . Med anslått normal fordampning 200 mm/år vil normal årsnedbør som sum av avløp og fordampning være ca. 2800 mm/år . MI-kart over normal årsnedbør (fig.2) antyder 1300 mm/år og det er under halvparten av avløp + fordampning . En årsak er at nedbørdata ikke er korrigert for oppfangningssvikt ved vindeffekter . For utsatte stasjoner i høyfjellet vil korreksjonsfaktoren for regn være ca. 1.14 og for snø 1.80 <5> . I lavereliggende , mindre vindutsatte områder er faktorene lavere ( Røldal h.h.v 1.11 og 1.40 ) .

Vurdering av vindforhold og fordeling av årsnedbør som regn og snø vil kunne gi grovestimat av korreksjons-faktoren k på årsbasis . I tabell 1 er k gjengitt for stasjonene nærmest Kaldevatn . Væsketap fra nedbørmålerne pga. vætning (W) og fordampning (E) er anslått til ca. 50 mm/år for alle stasjoner . Korrigert årsnedbør er PN' .

Tabell 1

Stasjon	Hoh. (m)	Snø (%)	Regn (%)	PN (mm)	PN+W+E (mm)	k	PN'=k*(PN+W+E) (mm)
4645 Røldal	393	28	72	1444	1500	1.21	1815
4646 Røldal kr.vk.	390	26	74	1475	1525	1.20	1830
4650 Svandalsflona	1048	32	68	1285	1335	1.35	1800
4651 Midtläger	1079	44	56	1050	1100	1.43	1575

Tabell 1 viser at årsnedbør i Røldal og ved Svandalsflona kan anslås til ca. 1800 mm , og ca. 200 mm lavere på Midtläger . Ved vindutsatte steder i fjellet vil lokal topografi nær nedbørmåleren være av stor betydning (f.eks. nærliggende skrånende terreng , bygninger eller knauser, spesielle vindeffekter osv.) . Snø kan blåse ut av måleren når tørr lett snø er kombinert med sterk vind eller motsatt at nedbørmåleren får et vesentlig bidrag fra snøfokk . Slike effekter er det vanskelig å korrigere for .

Et indirekte mål for årlig nedbørgradient mellom to stasjoner , kan en få ved å se på nedbørforholdstall mellom stasjonene i sommermånedene da vindkorreksjonen er forholdsvis liten . Slike forholdstall (a) er gitt for perioden juni-september i tabell 2 . Nedbørverdiene er korrigert for oppfangningssvikt , vætning (W) og fordampning (E) (i Juni og September faller hhv. 5 og 15 % av nedbøren på Midtläger som snø) . P' er nedbør juni-september korrigert for W og E , P'' er P' korrigert for oppfangningssvikt . PN' er her justert årsnedbør som fås ved å anvende forholdstallet a på PN' for Røldal .

Tabell 2

	Pj-s	P'	k	P''	a=ST.X/Røldal	PN'
4645 Røldal	458	490	1.11	544	1.00	1815
4650 Svandalsfl.	494	525	1.14	599	1.10	2000
4651 Midtläger	430	460	1.19	547	1.01	1835

Vi ser at de korrigerede normale årsverdier (PN') blir hhv. 2000 mm for Svandalsflona og 1835 mm for Midtlæger, dvs. cirka 200 mm høyere enn ved vindkorreksjonsmetoden i tabell 1.

Det er vanskelig å gi sikre anslag på høydegradienten av årsnedbør i det aktuelle område, sannsynligvis vil det være liten forskjell i PN mellom Røldal og Kaldevatn. Dette skyldes at Røldal får nedbørgevinst ved "spillover-effekt" mens Midtlæger/Kaldevatn ligger lenger øst for maksimalsonen for nedbør hvilket tilsier minking i årsnedbør. Nedbørfeltet til Kaldevatn, like sør av Midtlæger, vil ha litt høyere årsnormal enn Midtlæger men forskjellen overstiger neppe cirka 200 mm/år.

Normal, korrigert (NB!) årsnedbør for Kaldevatn kan ut fra de anførte betraktninger anslås til ca. 1800-2000 mm/år. Dette er allikevel vesentlig lavere enn avløp+fordamning på ca. 2800 mm/år.

Betraktningene i det foregående er basert på sparsomt datagrunnlag og flere grove antakelser men det er vanskelig å forklare en årsnedbør på 2800 mm/år. Hvor sikre er så avløpsverdiene?

I dette området kan det være vrient å ekstrapolere verdier fra et felt til et annet, samt å fordele isohydater med høyde over havet. Avløpsverdier fra små felt kan bli misvisende pga. stor lateral snødrift vinterstid (snø fraktes fra høyere mot lavere terreng), enkelte felt kan få stor netto tilførsel fra høyereliggende nabofelt.

Avviket mellom avløps- og nedbørverdier vil ikke få noen vesentlig betydning for estimatene på ekstrem nedbør. I de fleste episoder i datagrunnlaget for M5-verdiene er nedbøren kommet som regn og store dråper gir liten oppfangningssvikt. Forholdstallet M5/PN er basert på ukorrigerede verdier av PN. Dersom PN hadde vært basert på korrigerede nedbørverdier eller på avløpsverdier, ville forholdstallet blitt lavere. MT- og PMP-verdier ville blitt de samme.

#### Litteratur :

- <5> NWGP 1986 The improvement of point precipitation on an operational basis.  
Nordisk NHP-arbeidsgruppe for nedbør (in manus).

STASJON : 4645 RÅLDAL

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1985

Påregnelige og observerte maksimale nedbørshøyder (mm) i løpet av 1 døgn.

Gjentagelses- tid (år)	Beregnings- metode	ARS- VERDI	ARSTIDSVERDIER			
			jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des
5	GUMBEL	77	63	32	47	69
10	GUMBEL	89	78	39	53	80
50	GUMBEL	117	110	54	66	103
100	GUMBEL	128	124	60	71	113
1000	GUMBEL	169	173	83	92	149
5	NERC	71	58	32	45	67
50	NERC	105	87	51	70	99
100	NERC	119	98	59	80	112
1000	NERC	172	146	93	122	163
PMP	NERC	301	269	192	236	290
PMP	HERSHFIELD	312				
Tre høyeste obs. verdier (årstall)		110.8 (1962)	110.8 (1962)	38.0 (1967)	48.4 (1964)	84.0 (1980)
		84.0	62.3	37.5	46.1	78.0
		78.0	61.5	30.6	44.3	70.7
Middelerverdier av max.		54.0	39.0	20.8	34.4	48.8
Standardavvik av max.		16.2	19.3	8.2	7.9	14.0

Påregnelige og observerte maksimale nedbørshøyder (mm) i løpet av 2 døgn.

Gjentagelses- tid (år)	Beregnings- metode	ARS- VERDI	ARSTIDSVERDIER			
			jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des
5	GUMBEL	105	82	41	61	97
10	GUMBEL	121	100	49	70	111
50	GUMBEL	154	139	66	90	141
100	GUMBEL	169	156	73	98	153
1000	GUMBEL	220	216	98	128	198
5	NERC	100	74	40	59	95
50	NERC	140	108	62	88	134
100	NERC	155	121	71	99	149
1000	NERC	215	173	108	146	208
PMP	NERC	336	292	212	261	329
Tre høyeste obs. verdier (årstall)		156.6 (1962)	156.6 (1962)	51.4 (1964)	82.4 (1972)	124.5 (1980)
		124.5	90.1	46.4	71.0	101.5
		101.5	84.8	43.5	69.0	101.3
Middelerverdier av max.		82.1	56.0	29.9	48.1	76.9
Standardavvik av max.		21.9	25.7	10.9	12.7	19.2