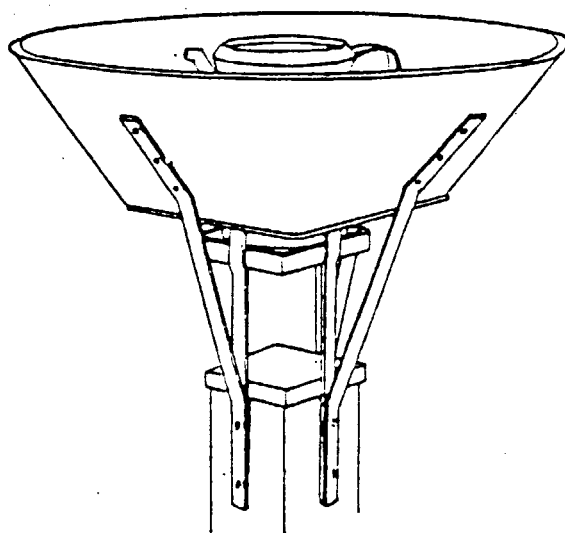


DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

PÅREGNELIG MAKSIMAL NEDBØR FOR TO FELT PÅ FOSENHALVØYA

AV

DAG KRISTOFFERSEN



Fagrappport nr. 13/88 KLIMA

Oppdragsgiver : VASSDRAGSREGULANTENES FORENING
(Prosjekt A-143)

OSLO 1988

DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

13/88 KLIMA

DATO

25.05.1988

TITTEL

PAREGNELIG MAKSIMAL NEDBØR FOR
TO FELT PÅ FOSENHALVØYA

UTARBEIDET AV

DAG KRISTOFFERSEN

OPPDRAKSGIVER

VASSDRAGSREGULANTENES FORENING (VR)

DNMI

OPPDRAKSNR. A - 143

SAMMENDRAG

Denne rapporten er utarbeidet i regi av VR-prosjekt
A - 143: "Påregnelige maksimale nedbørverdier".

Det er foretatt beregning av 24-timers verdier av
påregnelig maksimal nedbør (PMP) for to områder
på Fosenhalvøya. Beregningene er utført med fire
ulike metoder. For felt A på 500 km² lå PMP-verdiene
i intervallet 254-285 mm, mens de i felt B på 3500 km²
lå i intervallet 176-247 mm.

UNDERSKRIFT

Eirik J. Førland.....

Eirik J. Førland
Prosjektleder

Bjørn Aune.....

Bjørn Aune
FAGSJEF

SAMMENDRAG .

24 timers PMP er estimert ved 4 ulike metoder i to felt på Fosenhalvøya for å antyde størrelsesorden og usikkerhet i estimatene .

I felt A på 500 km^2 var middelerdi av estimatene 274 mm med variasjonskoeffesient på 4 % .

I felt B på 3500 km^2 var middelerdi av estimatene 220 mm med variasjonskoeffesient på ca. 13 % .

De oppgitte variasjonskoeffesienter antyder godt samsvar mellom metodene i felt A mot et noe dårligere samsvar i felt B .

En følsomhetstest utført på WMO-metodens resultat 176 mm i felt B , viste at beskjedne endringer i maksimeringsparameterene var tilstrekkelig for å gi PMP-verdier opp mot middelerdien av estimatene , 220 mm .

I WMO-estimatene er det ikke foretatt transponering av kraftige nedbørepisoder (observert utenfor Fosenhalvøya) inn i felt A eller felt B . Det er heller ikke foretatt noen "smoothing" av 24 timers PMP-verdier .

INNHALDSFORTEGNELSE .

1. Innledning .
2. Maksimering av ekstreme nedbørepisoder ved WMO-metoden .
Fosenhalvøya , Trøndelag .
 - 2.1 Innledning .
 - 2.2 Om utvalg av felt , stasjoner og nedbørepisoder .
 - 2.3 Beregning av arealnedbør .
 - 2.4 Observert 24 timers nedbør .
 - 2.5 Maksimering av 24 timers arealnedbør på Fosenhalvøya .
 - 2.6 Sammenligning av maksimeringsresultater i felt A og felt B .
 - 2.7 Følsomhetstest på maksimeringsresultatet i felt B .
3. Sammenligning av ulike PMP-estimat for Fosenhalvøya .
 - 3.1 Metoder .
 - 3.2 24 timers PMP-estimat i felt A på Fosenhalvøya .
 - 3.3 24 timers PMP-estimat i felt B på Fosenhalvøya .
 - 3.4 Diskusjon .
4. Litteraturliste .
5. Appendiks .

1. INNLEDNING .

Ved dimensjonering av damanlegg skal "påregnelig maksimal tilløpsflom legges til grunn for beregningene ved kontroll av dammens sikkerhet mot brudd" . Den maksimale tilløpsflom skal bl.a. være forårsaket av påregnelig maksimal nedbørhøyde (PMP) .

PMP er "den teoretisk største nedbørmengde som for en gitt varighet er fysikalsk mulig over et gitt nedbørfelt til en gitt tid av året" .

Det er tidligere publisert en rekke rapporter om PMP-beregninger , < 1 > , < 2 > , < 3 > og < 4 > . Denne rapporten beskriver beregning av PMP ved WMO-metoden på Fosenhalvøya og følger opp de forsøk som ble gjort med metoden i felt på Vestlandet og på Østlandet .

Kapittel 2 gir resultater fra maksimering av ekstreme nedbørepisoder på Fosenhalvøya . Kapittel 3 gir sammenligning mellom den fysisk - dynamiske WMO-metoden og 3 statistiske metoder mht. PMP-beregning på Fosenhalvøya .

2. MAKSIMERING AV EKSTREME NEDBØREPISODER VED WMO-METODEN . FOSENHALVØYA , TRØNDELAG .

2.1 INNLEDNING .

I < 1 > ble "WMO-metoden" beskrevet og diskutert . Metoden ble testet ved å beregne maksimert 24 timers punkt - og arealnedbør for felter på Vestlandet og Østlandet .

I dette kapittel blir metoden anvendt på to felt på Fosenhalvøya i Trøndelag . Maksimering mht. fuktighet blir utført som i < 1 > , men i tillegg gjennomføres maksimering mht. vind .

2.2 OM UTVALG AV FELT , STASJONER OG NEDBØREPISODER .

Fosenhalvøya ligger i en maksimalson for nedbør hvilket er basis for utvalget av de to felt i Trøndelag .

Det minste feltet , A (ca. 500 km²) , ligger på Fosenhalvøyas østlige del i et område med avtagende årsnedbør fra vest til øst i feltet (se figur lab) . Feltets areale årsnedbør er ca. 1650 mm og dets middelhøyde ca. 450 moh , varierende fra havnivå (ved Beitstad - fjorden) og opptil 664 moh (Storfjellet) .

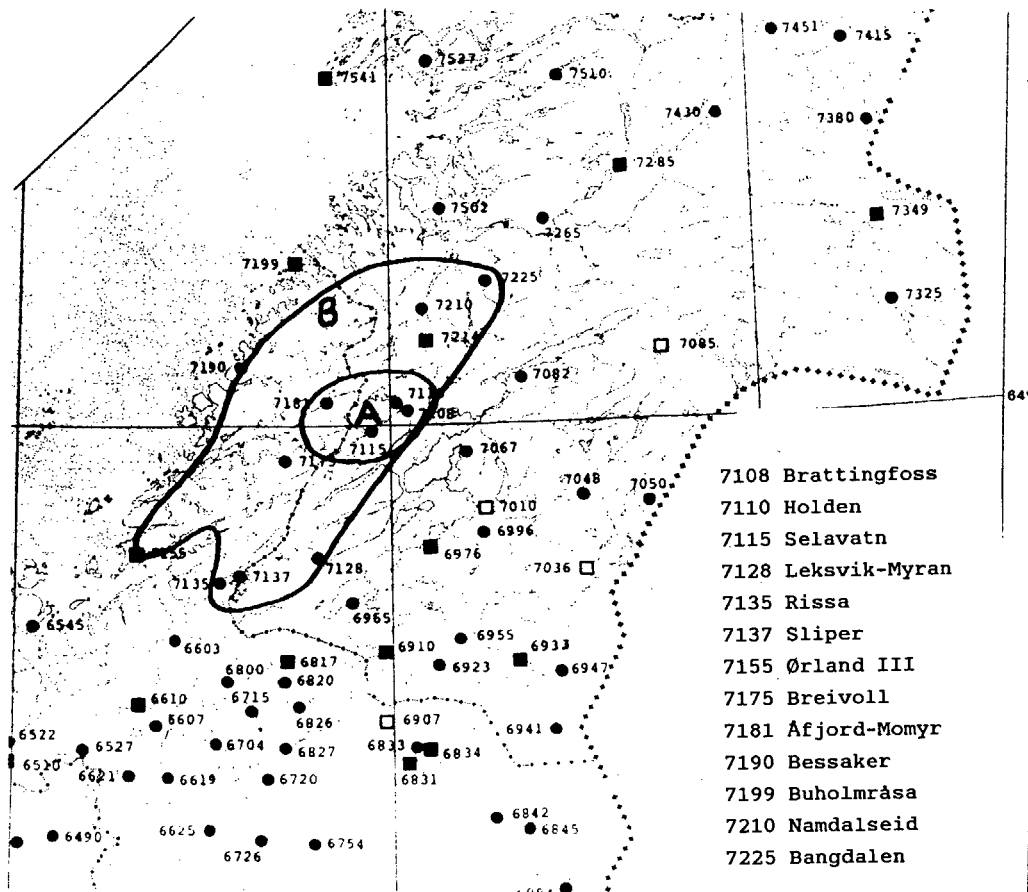
Det største feltet , B (ca. 3800 km²) , omhyller tilnærmet hele Fosenhalvøya med maksimal årsnedbør (over 2000 mm) i feltets midtre deler (se figur lab) . Feltets areale årsnedbør er ca. 1450 mm og dets middelhøyde ca. 375 moh , varierende fra havnivå (Trondheims - fjorden) opptil 687 moh (Øyenskavlen) .

Stasjonene 7190 Bessaker og 7210 Namdalseid har de lengste observasjonsrekker i området , tilbake til 1895 . Ved sortering av ekstremepisoder før 1957 ble stasjonen 7180 Måmyr i Åfjord benyttet . Stasjonen ligger svært sentralt plassert i maksimalsonen for nedbør på Fosenhalvøya og fanger opp de fleste ekstremepisoder med datarekke fra 1899 . Ekstremepisoder etter 1957 ble sortert ved kjøring av et program som beregner 1 - og 2 døgns arealnedbør ved aritmetisk midling av stasjoner i feltene .

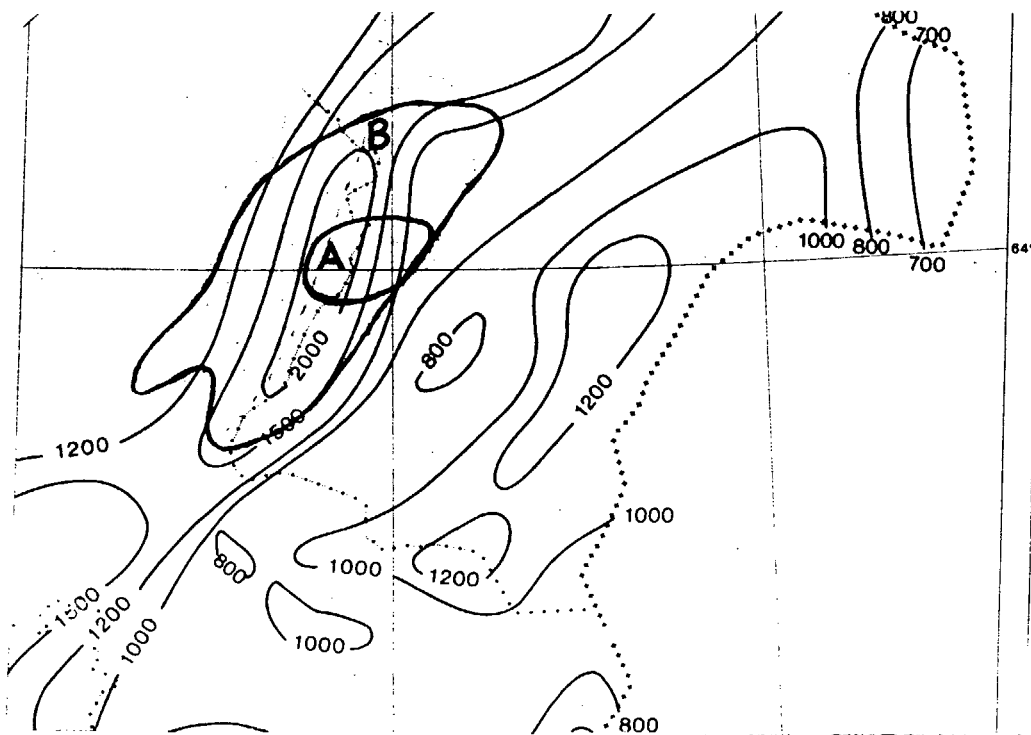
Resulterende liste over de mest interessante episoder for nedbør - maksimering ble sammenlignet med oversikt over de kraftigste flom - episoder for Øyungen-feltet på Nord-Fosen (data 1917 - 1986) , se < 2 > .

2.3 BEREGNING AV AREALNEDBØR .

I punkt 2.2 ble nevnt at nedbørepisoder etter 1957 ble sortert ut ved å kjøre program som beregner arealnedbør ved aritmetisk midling av stasjonene i feltene . Beregning ble også utført for de undersøkte nedbørepisoder før 1957 . Datagrunnlaget var mindre som følge av færre stasjoner og at ikke alle eksisterende stasjoners data var tilgjengelige . Det ble derfor interpolert nedbørhøyder i punkter med manglende stasjonsdata ved vekting av de omkringliggende stasjoner .



FIGUR 1a Nedbørstasjoner i felt A (250 km^2) og felt B (3800 km^2) på Fosenhalvøya .



FIGUR 1b Normal årsnedbør i felt A og felt B på Fosenhalvøya .

I < 1 > ble endelige areale nedbørhøyder fastsatt etter beregning ved Thiessen-metoden . I dette kapittel er vekting av stasjoner etter Thiessens polygonmetode utført for felt B . I felt A er de tre nedbørstasjonene gitt samme vekt , som ved aritmetisk midling . Vektenheter for stasjoner i felt B er gitt i et appendiks , der en vekting er utarbeidet for årene tom. 1965 mens en ny vekting gjelder fom. 1966 pga. ny stasjon 7175 Breivoll i feltet . Høydekorreksjon av de fastsatte arealnedbørhøydene er ikke foretatt .

Største observerte 1 døgns nedbørsum i felt A er 117.7 mm fra 25.11.83 mens den høyeste 2 døgnssum er 205.7 mm fra 21.10.47 . De tilsvarende høyeste verdier i felt B er 74.4 mm og 147.6 mm fra 21.10.47 .

2.4 OBSERVERT 24 TIMERS NEDBØR .

Forut for maksimering av nedbørepisoder må observert 24 timers nedbørsum (O24) fastsettes . O24 ble estimert vha. kontinuerlige nedbørregistreringer fra Plumatic-stasjonen 6817 Trondheim-Tyholt , samt 12 timers nedbørsummer hovedsaklig fra stasjonene 6910 Værnes , 7155 Ørlandet og 7199 Buholmråsa .

Forholdstallene F1 (O24 dividert med 1 døgns nedbørsum) og F2 (O24 dividert med 2 døgns nedbørsum) ble beregnet for 20 nedbørepisoder som oppsummert med de tilhørende datoer i tabell 1 .

Middelverdi av F1 ble 1.157 med standardavvik 0.104 og spredningsområde 1.025 - 1.439 . Dette er nær faktoren 1.13 som WMO anbefaler til å skalere opp 1 døgns nedbørsummer til vilkårlige 24 timers verdier .

Middelverdi av F2 ble 0.798 med standardavvik 0.083 og spredningsområde 0.600 - 0.912 . Dette er i godt samsvar med forholdstallet 0.80 mellom M5(24t) og M5(2d) for stasjoner med årsnedbør 1400 - 2000 mm fra tabell 2 i < 3 > (M5 er nedbørsum med gjennomsnittlig 5 års gjentakstid) .

Største observerte 24 timers nedbørhøyde i felt A er 156 mm fra 20. til 21. oktober 1947 , mens tilsvarende verdi i felt B er 112 mm fra samme episode (se øvrige verdier i tabellene 2 og 3) .

2.5 MAKSIMERING AV 24 TIMERS AREALNEDBØR PÅ FOSENHALVØYA .

Representative areale duggpunkttemperaturer (TD1) for felt A og B ble beregnet ut fra punktverdier fra stasjonene Værnes , Ørlandet og Buholmråsa . Verdiene gitt i tabellene 2 og 3 er best mulig tilpasset 24 timers periodene for nedbør omtalt i punkt 4 (reduksjon til havnivå er foretatt) .

Maksimal areale duggpunkt (TD2) for feltene ble beregnet vha. punktverdier fra de tre ovenfor nevnte værstasjoner . TD2 ble fastsatt etter kriterium dag med midlere skydekke 6 - 8/8 og nedbør større enn 1 mm . Den endelige kurven benyttet for TD2 i felt A er gitt som stiplet kurve i figur 2 mens i felt B ble hel kurve anvendt . De maksimale duggpunkt har et maksimum på ca. 16.5 grader Celsius i juli og et minimum på ca. 5 grader C i februar .

TABELL 1

DATO	F1	F2	DATO	F1	F2
28.01.1932	1.080	0.600	29.10.1975	1.235	0.877
29.09.1932	1.100	0.700	27.12.1975	1.303	0.912
21.10.1947	1.110	0.760	18.09.1978	1.033	0.910
25.03.1953	1.136	0.733	09.01.1981	1.285	0.813
09.01.1957	1.071	0.864	03.12.1981	1.439	0.904
04.12.1962	1.025	0.737	26.03.1982	1.075	0.708
28.06.1965	1.232	0.870	15.09.1982	1.266	0.750
20.09.1966	1.058	0.850	30.10.1983	1.156	0.830
07.10.1971	1.189	0.753	25.11.1983	1.106	0.778
01.03.1975	1.140	0.734	22.07.1985	1.091	0.885
			MIDDEL	1.157	0.798
			STD. AVVIK	0.104	0.083
			MAKSIMUM	1.439	0.912
			MINIMUM	1.025	0.600

Forholdstall F1 og F2 mellom observert 24 timers nedbør og hhv. 1- og 2 døgn nedbørsummer på Fosenhalvøya . Middell , std.avvik , maksimum og minimum er basert på de 20 nedbørepisoder ovenfor .

TABELL 2

DATO	O24 mm	TD1 Cel.	TD2 Cel.	W1 mm	W2 mm	W2/W1	Rm mm	V1 dgm/s	V2 m/s	V2/V1	Rmv mm
20-21.10.47	156	7.2	10.5	14.3	19.6	1.37	214	2416	19	1.19	254
24-26.11.83	130	2.8	7.3	9.6	14.5	1.51	196	2517	21	1.24	243
28-29.09.32	109	8.6	12.6	16.5	24.8	1.50	164	2513	17	1.31	214
05-07.10.71	97	8.8	12.0	16.7	23.6	1.41	137	2414	19	1.36	186
08-09.01.81	78	1.2	6.5	8.1	13.7	1.69	132	2714	19	1.36	179
03-04.12.62	86	5.1	6.9	12.7	13.9	1.09	94	2512	22	1.83	173
27-28.01.32	114	5.0	6.0	12.6	13.6	1.08	123	2514	19	1.36	167
29-31.10.83	85	4.9	9.5	12.4	17.8	1.44	122	2514	19	1.36	166
28.2-1.3.75	66	0.8	5.2	8.2	12.8	1.56	103	2712	19	1.58	163
17-18.09.78	73	6.9	13.5	13.8	26.6	1.93	141	2616	17	1.06	149
24-25.03.53	124	5.7	6.4	13.3	13.7	1.03	127	2518	19	1.06	135
08-09.01.57	89	5.0	6.5	12.6	13.7	1.09	97	2315	19	1.27	123
18-20.09.66	67	8.4	13.4	16.3	26.3	1.61	108	2515	17	1.13	122
02-04.12.81	81	5.6	7.0	13.2	14.9	1.13	91	2617	22	1.29	118
25-26.03.82	74	5.1	6.4	12.7	13.7	1.08	80	2516	19	1.19	95

Maksimert arealnedbør i felt A på Fosenhalvøya . Feltareal ca. 500 km² .
Midlere stasjonshøyde ca. 239 moh .

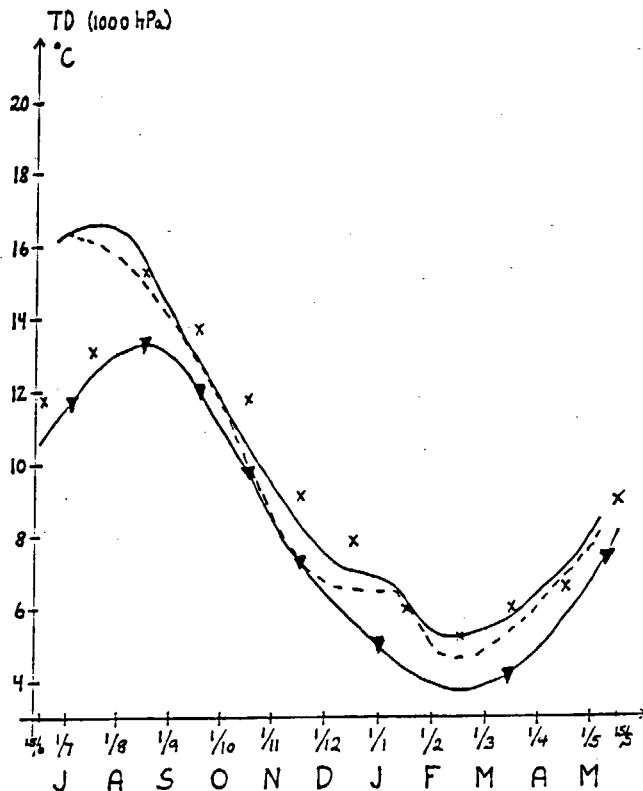
O24 er største observerte 24 timers nedbørsum , TD1 og TD2 er hhv. representativt og maksimalt duggpunkt ved havnivå med tilhørende vanninnhold W1 og W2 over nivå 239 moh , W2/W1 er maksimeringsfaktor for fuktighet , V1 og V2 er hhv. representativ og maksimal midlere 24 timers vind (V1 angir ved to første siffer fremherskende vindretning i dekadgrader) , V2/V1 er maksimeringsfaktor for vind og Rm , Rmv er maksimert nedbørsum etter maksimering for fuktighet respektive for fuktighet og vind (Rmv) .

TABELL 3

DATO	O24 mm	TD1 Cel	TD2 Cel	W1 mm	W2 mm	W2/W1	Rm mm	V1 dgm/s	V2	V2/V1	Rmv
20-21.10.47	112	7.7	10.8	16.1	21.3	1.32	148	2416	19	1.19	176
24-25.11.83	81	2.8	8.3	10.2	17.0	1.67	135	2517	21	1.24	167
26-27.12.75	61	1.8	7.0	9.2	14.3	1.55	95	2414	22	1.57	149
06-07.10.71	78	9.0	12.0	17.7	24.7	1.40	109	2414	19	1.36	148
28.2-1.3.75	63	2.1	5.6	9.5	14.0	1.47	93	2712	19	1.58	147
28-29.09.32	75	8.9	12.6	17.6	25.9	1.47	110	2513	17	1.31	144
03-04.12.62	65	5.1	7.8	13.7	16.3	1.19	77	2512	22	1.83	141
28-29.10.75	54	6.7	10.1	14.6	19.9	1.36	74	2310	19	1.90	141
17-18.09.78	70	6.9	13.5	14.8	27.7	1.87	131	2616	17	1.06	139
14-15.09.82	62	11.7	13.7	22.7	28.1	1.24	77	2510	17	1.70	131
27-28.06.65	57	9.7	16.5	19.1	36.1	1.89	108	2513	15	1.15	125
08-09.01.57	82	5.0	6.8	13.6	14.7	1.08	89	2315	19	1.27	113
27-28.01.32	76	5.0	6.0	13.4	14.4	1.07	82	2514	19	1.36	111
24-25.03.53	92	5.9	6.7	14.3	14.7	1.03	95	2518	19	1.06	100

Maksimert arealnedbør i felt B på Fosenhalvøya . Feltareal ca. 3800 km² .
Midlere stasjons høyde over havet er 129 m .

Tabellen gir samme type data som i tabell 2 . O24 er basert på arealverdier beregnet etter Thiessen-metoden . Vektenheter er gitt i Appendix .



FIGUR 2 Maksimale døgnmiddel av duggpunkttemperatur (TD) for felt A (stiplet kurve) og felt B (hel kurve) . Kurvene er basert på data fra stasjonene 6910 Værnes , 7155 Ørland III og 7199 Buholmråsa fyr . Sjøtemperaturnormaler (hel kurve med trekantar) og høyeste månedsmiddel av sjøtemperatur (kryss)

Sjøtemperaturnormaler for Sula fyr er gitt som hel kurve med trekanter og viser godt samsvar med TD2 kurvene , det største avvik eksisterer i juni og juli . Kryssene markerer høyeste månedsmidler av sjøtemperatur og disse viser tildels svært godt samsvar med TD2 .

Fuktighetsmaksimeringsfaktorer er gitt i kolonner for W2/W1 i tabellene 2 og 3 .

Det ble foretatt "grov" vindmaksimering for feltene basert på vinddata fra 7155 Ørlandet (observasjonstider kl 01 , 07 , 13 og 19) . I hver situasjon ble et 24 timers middel av vind V1 beregnet , mest mulig sammenfallende med tidsrommet for O24 (se kolonner V1 i tabellene 2 og 3 der vinden er angitt med vindretning i dekadgrader etterfulgt av vindhastighet i m/s) . Samtlige nedbørepisoder hadde 24 timers vindretning omkring 250 grader (230 - 270 grader) .

Ved bestemmelse av månedlige maksimale 24 timers vindhastigheter V2 , sjekket man vindhastigheter observert på retning 250 ± 30 grader (220 - 280 grader) . Tabell 4 gir månedlige V2 verdier der den største verdien er 22 m/s observert i desember mens laveste V2 er observert i månedene juni , juli og august med 15 m/s .

Vindmaksimeringsfaktorer er gitt i kolonner V2/V1 .

Resultater av beregningene er gitt i kolonne Rmv i tabellene 2 og 3 . Maksimering mht. fuktighet og vind ga 254 mm som 24 timers PMP i felt A , med O24 lik 156 mm , W2/W1 lik 1.37 og V2/V1 lik 1.19 , oppnådd oktober 1947 . Nedbørepisodene i november 1983 og september 1932 ga hhv. 243 mm og 214 mm som maksimeringsresultat . Middelerdi av faktor W2/W1 i felt A ble 1.37 med standardavvik 0.27 og maksimalverdi 1.93 fra episoden september 1978 . Middelerdi av faktor V2/V1 i feltet ble 1.31 med standardavvik 0.19 og maksimalverdi 1.83 fra desember 1962 .

Maksimering i felt B ga 176 mm som 24 timers PMP , med O24 lik 112 mm, W2/W1 lik 1.32 og V2/V1 lik 1.31 , oppnådd oktober 1947 . Nedbør - episodene i november 1983 og desember 1975 ga hhv. 167 mm og 149 mm som maksimeringsresultat . Middelerdi av W2/W1 i felt B ble 1.40 med standardavvik 0.27 og maksimalverdi 1.89 fra juni 1965 . Middelerdien av V2/V1 i felt B ble 1.40 med standardavvik 0.26 og maksimalverdi 1.90 fra oktober 1975 .

2.6 SAMMENLIGNING AV MAKSIMERINGSRESULTATER I FELT A OG FELT B .

Resultater fra maksimering av totalt 20 nedbørepisoder for to felt er vist i tabellene 2 og 3 . Maksimering for fuktighet og vind er grov mht. tid og rom . Ved fuktighetsmaksimering er TD1 og TD2 middelerdi av høyst 3 stasjoners TD-verdier . Ved vindmaksimering er kun vind - data fra Ørlandet benyttet .

I de tilfeller der samme nedbørepisode maksimeres i felt A og felt B (10 av 20 episoder) , brukes identiske verdier for vindmaksimering V2/V1 . Det er også tilnærmet like store faktorer W2/W1 da middelerdiene i de 10 episoder er 1.36 i både felt A og felt B . Størst forskjell i W2/W1 var det i situasjonen november 1983 med 1.51 i felt A og 1.67 i felt B .

TABELL 4

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
19	19	19	17	16	15	15	15	17	19	21	22

Beregnet månedlige middel av maksimal 24 timers vind for 7155 Ørlandet .
Verdiene (i m/s) er basert på datarekken 1957 - feb 1988 for vindretning
250 ± 30 grader , sektor 220 - 280 grader .

TABELL 5

DATO	FELT	O24	FELTB FELTA	W2 W1	V2 V1	Rmv	FELTB FELTA
27-28.01.32	A	114		1.08	1.36	167	
	B	76	0.67	1.07	1.36	111	0.66
28-29.09.32	A	109		1.50	1.31	214	
	B	75	0.69	1.47	1.31	144	0.67
20-21.10.47	A	156		1.37	1.19	254	
	B	112	0.72	1.32	1.19	176	0.69
24-25.03.53	A	124		1.02	1.06	134	
	B	92		1.03	1.06	100	0.75
08-09.01.57	A	89		1.09	1.27	123	
	B	82	0.92	1.08	1.27	113	0.92
03-04.12.62	A	86		1.09	1.83	173	
	B	65	0.76	1.19	1.83	141	0.82
05-07.10.71	A	97		1.41	1.36	186	
	B	78	0.80	1.40	1.36	148	0.80
28.2-1.3.75	A	66		1.56	1.58	163	
	B	63	0.95	1.47	1.58	147	0.90
17-19.09.78	A	73		1.93	1.06	149	
	B	70	0.96	1.87	1.06	139	0.93
24-26.11.83	A	130		1.51	1.24	243	
	B	81	0.62	1.67	1.24	167	0.69

Sammenligning av feltverdier i felt A og felt B i 10 "felles" nedbør -
episoder .

FELT A er 500 km² , FELT B er 3800 km² .

Første kolonne FELTB/FELTA gir forholdstallet mellom de to felts O24 -
verdier , siste kolonne FELTB/FELTA gir forholdstallet mellom de to
felts PMP-verdier . W2/W1 og V2/V1 er maksimeringsfaktorer .

Tabell 5 viser en sammenligning av data for felt A og felt B i de 10 "felles" nedbørepisoder. Det er en markert prosentvis forskjell mellom PMP i felt A (500 km²) og felt B (3800 km²). Forskjellen er størst i episoden januar 1932 der PMP-felt B utgjorde 66% av PMP-felt A mens den er minst i episoden september 1978 da PMP-felt B var 93% av PMP-felt A . I middel for de 10 episoder var PMP-felt B ca. 78% av PMP-felt A med standardavvik ca. 10% .

Forskjeller i 24 timers PMP-verdier skyldes i hovedsak markante forskjeller i observert 24 timers arealnedbør O24 mellom felt B og felt A . Differensen i O24 er størst i de kraftigste nedbørepisodene (O24-felt A over 100 mm) . Da eksisterer tildels store gradienter i nedbørhøyder fra sentrale deler av Fosenhalvøya (som felt A) til de ytre deler av Fosen. Differensen i O24 er minst i mindre kraftige nedbørepisoder (O24-felt A under 100 mm) . De betydelige gradienter i nedbørhøyder fra indre mot ytre deler av Fosenhalvøya er da merkbart svekket .

I 5 av de 10 "felles" nedbørtilfeller er O24-felt A over 100 mm og da utgjør PMP-felt B i gjennomsnitt 69% av PMP-felt A . I de resterende 5 situasjoner er O24-felt A under 100 mm og da er PMP-felt B i middel 87% av PMP-felt A , ca. 18% mer enn i tilfellene med O24-felt A over 100 mm .

2.7 FØLSOMHETSTEST PÅ MAKSIMERINGSRESULTATET I FELT B .

Vi har i kapittel 2 av < 1 > diskutert WMO-metodens svakheter . Mulige feilkilder ligger naturlig nok i bestemmelsen av observert 24 timers arealnedbør O24 , i fastsettelsen av duggpunkttemperaturene TD1 og TD2 samt estimering av vindhastighetene V1 og V2 .

Med henblikk på usikkerheten i fastsettelse av en PMP-verdi i felt B på Fosenhalvøya , ble det utført en følsomhetstest på høyeste maksimeringsresultat fra nedbørepisoden 20. - 21. oktober 1947 . Denne episoden ga desidert størst O24-verdi , nemlig 112 mm . Med TD1 = 7.7 grader Celsius , TD2 = 10.8 grader C , V1 = 16 m/s og V2 = 19 m/s ble estimert PMP lik 176 mm .

Den følgende testprosedyre er vinklet på økning av PMP i felt B . Vi har valgt å la samtlige parametere variere selv om det ville være mest naturlig å betrakte TD1 og V1 som gitt . Motivasjonen for å la TD1 og V1 variere , er usikkerheten som er forbundet med å fastsette deres feltverdier . TD1 er basert på 3 stasjoner som ligger like utenfor feltene A og B , mens V1 er basert på kun 1 stasjon lengst sørvest i felt B .

Tabell 6 viser resultater ved 6 tester der samtlige tester tar utgangspunkt i samme O24-verdi , nemlig 112 mm . Test I ble utført ved å la TD1 variere mellom verdiene 5.0 og 7.0 grader Celsius , mens de andre parametere ble holdt fast . En reduksjon av TD1 med 2.7 grader C gir en økning av PMP fra 176 til 212 mm , 120 % av PMP i referanse - situasjonen oktober 1947 .

TABELL 6

TEST	O24	TD1	TD2	W1	W2	$\frac{W2}{W1}$	Rm	V1	V2	$\frac{V2}{V1}$	Rmv
I	112	5.0	10.8	13.4	21.3	1.59	178	16	19	1.19	212
		6.0	10.8	14.4	21.3	1.48	166	16	19	1.19	198
		7.0	10.8	15.2	21.3	1.40	157	16	19	1.19	187
<u>OKT47</u>	<u>112</u>	<u>7.7</u>	<u>10.8</u>	<u>16.1</u>	<u>21.3</u>	<u>1.32</u>	<u>148</u>	<u>16</u>	<u>19</u>	<u>1.19</u>	<u>176</u>
II	112	7.7	12.0	16.1	24.7	1.53	171	16	19	1.19	203
		7.0	12.0	15.2	24.7	1.63	183	16	19	1.19	218
		6.0	12.0	14.4	24.7	1.72	193	16	19	1.19	230
		5.0	12.0	13.4	24.7	1.84	206	16	19	1.19	245
III	112	7.7	10.8	16.1	21.3	1.32	148	14	19	1.36	201
		7.7	10.8	16.1	21.3	1.32	148	15	19	1.27	188
IV	112	7.7	10.8	16.1	21.3	1.32	148	14	20	1.43	212
		7.7	10.8	16.1	21.3	1.32	148	15	20	1.33	197
V	112	6.5	11.5	14.8	23.2	1.57	176	15	20	1.33	234
VI	112	5.0	12.0	13.4	24.7	1.84	206	14	20	1.43	295

Følsomhetstest på maksimeringsresultatet 20-21.10.1947 (plassert etter TEST I i tabellen) . Felt B på Fosenhalvøya , 3800 km² .

- TEST I TD1 varierer , TD2 , V1 , V2 fast .
 TEST II TD1 varierer , TD2 = 12.0 , V1 , V2 fast .
 TEST III TD1 , TD2 fast , V1 varierer , V2 fast .
 TEST IV TD1 , TD2 fast , V1 varierer , V2 = 20 .
 TEST V Maksimering med TD2 - TD1 = 5.0 grader C
 og V2 - V1 = 5 m/s .
 TEST VI Maksimering med TD2 - TD1 = 7.0 grader C
 og V2 - V1 = 6 m/s .

Test II ble utført ved å la TD1 variere mellom 5.0 og 7.7 , TD2 ble satt lik 12.0 , mens V1 og V2 ble holdt fast . Vi ser at med TD1 2.7 grader lavere og TD2 1.2 grader høyere enn i referansesituasjonen , vil resulterende PMP bli 245 mm eller ca. 140 % av referanse-PMP . TD2 = 12.0 vil sannsynligvis kreve at episoden inntreffer primo oktober , mens TD1 = 5.0 bør være et relevant duggpunkt hele oktober .

Test III ble gjennomført med TD1 og TD2 fast , V1 antok verdiene 14 og 15 m/s mens V2 ble holdt fast . En reduksjon av V1 med 2 m/s ga et PMP-estimat på 201 mm , eller 114 % av PMP i referansesituasjonen .

Test IV var identisk med III men V2 ble satt lik 20 m/s . Dette er kun 1 m/s økning av fastsatt V2-verdi og realistisk nok da V2 ble estimert på 30 års grunnlag , mens den helst bør fastsettes på 50 til 100 års data . Reduksjon av V1 med 2 m/s og økning av V2 med 1 m/s , ga PMP lik 212 mm eller 120 % av PMP i referansesituasjonen .

Test V er et eksempel hvor forholdsvis beskjedne justeringer er lagt inn på parameterene . Relativt oktober 1947-situasjonen , ble TD1 redusert med 1.2 , TD2 hevet med 0.7 , V1 redusert med 1 m/s og V2 ble øket med 1 m/s . PMP-estimatet ble 234 mm eller 133 % av referanse-PMP .

Test VI er et mindre realistisk eksempel da TD1 er redusert med 2.7 , TD2 øket med 1.2 , V1 er redusert med 2 m/s og V2 er øket med 1 m/s . Dette ga estimat lik 295 mm eller 168 % av beregnet PMP i oktober 1947 .

Følsomhetstesten har vist at selv "beskjedne" endringer i parameterene gir betydelig økning i fastsatt PMP , fra 176 mm opptil ca. 235 mm . Dette understreker behovet for mest mulig eksakte verdier på 024 , duggpunkttemperaturer og 24 timers vind .

3. SAMMENLIGNING AV ULIKE PMP-ESTIMAT FOR FOSENHALVØYA .

3.1 METODER .

a) "WMO-metoden" .

Metoden er beskrevet i kapittel 2 i < 1 > og verdiene er hentet fra kapittel 5 i denne rapporten .

b) "DNMI-I-metoden" .

Metoden er beskrevet i < 1 > , < 3 > og < 4 > . Man fastsetter normal årsnedbør PN ved hjelp av kart (figur 6 i < 3 >) og forholdstallet $M5(24t)/PN$ (figur 9 i < 4 >) . Den beregnede M5 gjelder for et "representativt punkt" i feltet og justeres til arealverdi ved hjelp av arealreduksjonsfaktorer (figur 1 i < 4 >) .

c) "DNMI-II-metoden" .

Døgnlige arealnedbør er beregnet ved aritmetisk midling av stasjonsverdier . $M5(24t)$ og PMP er beregnet ut fra disse døgnlige arealverdier .

d) "Hershfields metode" .

Metoden er beskrevet i kapittel 4.1 i < 1 > . Døgnlig arealnedbør er beregnet ved aritmetisk midling av stasjonsverdier . Hershfields metode er benyttet på de beregnede døgnlige arealverdier .

3.2 24 TIMERS PMP-ESTIMAT I FELT A PÅ FOSENHALVØYA .

- a) WMO-metoden gir PMP lik 254 mm .
O24 lik 156 mm ble maksimert for fuktighet ved faktoren 1.37 og for vind med faktoren 1.19 .
- b) DNMI-I-metoden gir PMP lik 278 mm .
PN lik 1650 mm og M5/PN lik 0.052 ga M5 lik 85 mm . PMP for et "representativt punkt" ble 305 mm som redusert med ARF lik 0.91 ga 278 mm .
- c) DNMI-II-metoden gir PMP lik 277 mm .
Basert på 3 samtidig fungerende stasjoner (3 av de 5 : 7105 , 7108 , 7115 , 7180 , 7181) i felt A ble M5(24t) lik 69 mm .
Resulterende PMP ble 277 mm .
- d) Hershfields metode gir PMP lik 285 mm .
Basert på de samme stasjoner som i c) .

3.3 24 TIMERS PMP-ESTIMAT I FELT B PÅ FOSENHALVØYA .

- a) WMO-metoden gir PMP lik 176 mm .
O24 lik 112 mm ble maksimert for fuktighet med faktoren 1.32 og for vind med faktoren 1.19 .
- b) DNMI-I-metoden gir PMP lik 241 mm .
PN lik 1450 mm og M5/PN lik 0.048 ga M5 lik 70 mm . PMP for et "representativt punkt" ble 280 mm som redusert med ARF lik 0.86 ga 241 mm .
- c) DNMI-II-metoden gir PMP lik 247 mm .
Basert på 15 stasjoner (7105 , 7108 , 7115 , 7127 , 7128 , 7135 , 7137 , 7155 , 7165 , 7175 , 7180 , 7181 , 7190 , 7210 , 7225) i felt B ble M5(24t) lik 55 mm . Resulterende PMP ble 247 mm .
- d) Hershfields metode gir PMP lik 217 mm .
Basert på samme stasjoner som i c) .

TABELL 7 PMP-ESTIMATER FOR FOSENHALVØYA .

Metode	Felt A	Felt B
a) WMO	254	176
b) DNMI-I	278	241
c) DNMI-II	277	247
d) HERSHFIELD	285	217

3.4 DISKUSJON .

Tabell 7 gir PMP-estimer ved 4 forskjellige metoder , en fysisk - dynamisk metode (a) og 3 statistiske metoder (b , c , d) .

I felt A er middelverdien av estimatene 274 mm , med variasjons- koeffisient (standardavvik/middelverdi) på 4 % . Det skiller 31 mm mellom WMO-metodens PMP = 254 mm og Hershfields PMP = 285 mm . Med de usikkerheter som er innebygget i PMP-metodene , er dette et godt samsvar .

I felt B er middelverdien av estimatene 220 mm med variasjons- koeffesient på ca. 13 % . De 3 statistiske metoder samsvarer rimelig godt med middelverdien , mens WMO-metoden gir et estimat markert under middelverdien . Forskjellen mellom WMO-PMP og DNMI-II-PMP er 71 mm og dette indikerer et vesentlig dårligere samsvar i felt B enn i felt A .

Følsomhetstesten i punkt 7 viste at beskjedne endringer av TD og V var tilstrekkelig for å gi en PMP på 200 - 235 mm i felt B . Usikkerhetene forbundet med å fastsette TD og V for felt B på Fosenhalvøya er så store at den lave WMO-verdi ikke nødvendigvis betyr at de statistiske metoder gir for høye PMP-verdier .

Det må understrekes at betegnelsen PMP benyttet i denne rapporten , ikke fullt ut tilfredsstillende de krav som WMO setter på betegnelsen PMP for et felt . Vi har ikke tatt hensyn til transponering av kraftige nedbørepisoder (observert utenfor Fosenhalvøya) inn i felt A og felt B . Dessuten er det ikke foretatt noen "smoothing" av våre 24 timers verdier , da vi ikke har fastsatt verdier for kortere eller lengre varigheter .

APPENDIKS .

Vektenheter for stasjoner i felt B på Fosenhalvøya , benyttet ved beregning av arealnedør etter Thiessens polygonmetode .

STN.NR	tom. 1965	tom. 1966
7105/08	0.08	0.08
7115	0.08	0.06
7127/28	0.12	0.09
7135/37	0.09	0.08
7154/55/56	0.07	0.07
7175	-	0.16
7180/81	0.18	0.10
7190	0.13	0.11
7210	0.18	0.18
7225	0.07	0.07