

551.57
B1

NPo-forskning fra Miljøstyrelsen

Nr. B17 1990

Klimastationer i NPo-værkstedso- mråder



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Om NPo-forskningsprogrammet

NPo-forskningsprogrammet skal tilvejebringe viden om, hvordan kvælstof (N), fosfor (P) og organisk stof (o) omsættes i jord og påvirker søer, vandløb, fjorde, hav og grundvand.

Denne rapport er een af de ca. 50, der udsendes som et resultat af NPo-forskningsprogrammet. Med Miljøstyrelsen som ansvarlig for programmets gennemførelse er der sat ca. 70 NPo-projekter i gang ved 25-30 institutioner.

Op gennem 1970'erne og i 80'ernes begyndelse kom der en stigende erkendelse af, at udledninger af næringsstoffer kunne blive en trussel mod livet i vandløb m.v. – og af at der kunne ske en nitratforurening af grundvandet. Den eksisterende viden blev i 1984 samlet af Miljøstyrelsen i den såkaldte NPo-rapport.

Rapporten førte til, at Folketinget i 1985 vedtog de første indgreb for at begrænse forureningen med næringsstoffer – ved at stille krav om, hvordan landbruget skal opbevare og sprede husdyrgødningen.

For at skaffe en større viden om næringsstoffernes indvirkning på naturen afsatte Folketinget samtidig 50 mill. kr. til dette forskningsprogram – som løber fra 1985 og frem til udgangen af 1990.

NPo-forskningsprogrammet blev yderligere aktuelt med Folketingets vedtagelse af Vandmiljøplanen i 1987. Her vil NPo-programmets resultater indgå som et vigtigt baggrundsmateriale for vurderingen af Vandmiljøplanens virkninger.

Til at sikre den faglige og økonomiske afvejning af forskningen blev der nedsat en styringsgruppe, som således har haft det øverste ansvar for NPo-programmets gennemførelse. Desuden blev der nedsat tre koordinationsgrupper, som hver har haft det faglige ansvar for deres område: jord og luft, grundvand og overfladevand.

Rapporterne udsendes i serien »NPo-forskning fra Miljøstyrelsen« – som er opdelt i A, B og C publikationer:

- A er rapporter om jord og luft
- B er rapporter om grundvand
- C er rapporter om vandløb, søer og marine områder

Miljøstyrelsen har været sekretariat for arbejdet og har sammen med koordinationsgrupperne stået for redaktionen af denne rapportserie.

4015

**NPo-forskning fra Miljøstyrelsen
Nr. B17 1990**

Klimastationer i NPo-værkstedso- mråder

Jørgen E. Olesen
Statens Planteavlsvforsøg

**MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K**

**Miljøministeriet
Miljøstyrelsen**

Indholdsfortegnelse

	<u>Sammendrag</u>	5
<u>1.</u>	<u>Indledning</u>	6
<u>2.</u>	<u>Målemetoder</u>	7
2.1	Stations placeringer.....	7
2.2	Automatiske klimastationer.....	8
2.3	Manuelle nedbørsmålinger.....	11
<u>3.</u>	<u>Databehandling</u>	13
3.1	Behandling af nedbørsdata.....	13
3.2	Beregning af potentiel fordampning...	15
<u>4.</u>	<u>Måleperioder</u>	17
<u>5.</u>	<u>Oversigt over klimaforholdene</u>	19
5.1	Normalklima for værkstedsområderne...	19
5.2	Klimaforhold 1987-90.....	22
<u>6.</u>	<u>Konklusion</u>	31
	<u>Referencer</u>	32
	<u>Registreringsblad</u>	34

Sammendrag

Klima- stationer	Der er i perioden november 1987 til juni 1990 gennemført klimamålinger i de to værkstedsområder ved Rabis Bæk og Langvad Å. Målingerne er gennemført med automatiske klimastationer, og følgende klimaparametre målt: lufttemperatur i 2 m, jordtemperatur i 10 og 30 cm, luftfugtighed i 2 m, vindhastighed i 2 m, nedbør i 1.5 m, globalstråling og overfladefugtighed.
Database	Data fra de to stationer er lagret i en database som timeværdier og døgnværdier. På grundlag af målinger af nedbørsintensitet og vindhastighed er de målte nedbørsmængder korrigeret til jordoverfladehøjde.
Vinterklima	Klimaforholdene har i måleperioden afvejet betydeligt fra normalen. Alle tre vintre har været meget milde, især i januar og februar, og de målte nedbørsmængder i vinterhalvåret er alle større end normalnedbøren for 1931-60. Nedbørsmængden var særligt stor ved Rabis Bæk i vintrene 1987-88 og 1989-90.
Sommerklima	Sommertemperaturerne i 1988 og 1989 lå som helhed omkring det normale for 1931-60. Nedbørsmængden i sommerhalvåret blev dog væsentligt lavere end normalt, især ved Rabis Bæk. Det meget solrige sommervejr i 1989 gav stor fordampning, som kombineret med beskedne nedbørsmængder gav en stor udtørring af jorden.

1. Indledning

Værksteds-
områder

Med de aktiviteter, der i NPO-regi er gennemført i værkstedsområderne ved Langvad Å og Rabis Bæk, har der været behov for indsamling af meteorologiske data på disse lokaliteter. De meteorologiske data skal dels anvendes som baggrundsmateriale for vurdering af øvrige målinger i værkstedsområderne, og dels anvendes som drivvariable i de modeller, der er udviklet i forbindelse med NPO-forskningsprogrammet.

Landsdækkende
stationsnet

Den sidste anvendelse bevirker, at de meteorologiske målinger i værkstedsområderne i størst muligt omfang skal være sammenlignelige med de landsdækkende registreringer, der gennemføres i Danmarks Meteorologiske Instituts og Statens Planteavlsforsøgs net af automatiske meteorologiske stationer (Olesen, 1988).

Der er i perioden november 1987 til juni 1990 indsamlet data for en række meteorologiske parametre i de to værkstedsområder ved Rabis Bæk og Langvad Å. Disse målinger er lagret i en database ved Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Statens Planteavlsforsøg.

I denne rapport er de anvendte målemetoder beskrevet, og hovedtallene for klimaforholdene i perioden er angivet. Der er endvidere foretaget en sammenligning med dansk normalklima.

2. Målemetoder

2.1 Stations placeringer

Der er foretaget klimamålinger med en automatisk klimastation i hver af de to værkstedsområder ved Rabis Bæk og Langvad Å.

Rabis Bæk

Stationen ved Rabis Bæk var opstillet på et græsareal, ca. 1 ha stort, beliggende lige oven for Rabis Bæk, som markeret på kortet i figur 1. Stationens UTM-koordinater er zone 32V, 510930 E, 6245075 N. Positionen i bredde- og længdegrader er (56°21'N, 9°10'E). Arealet er beliggende 56 m over dansk normal nul.

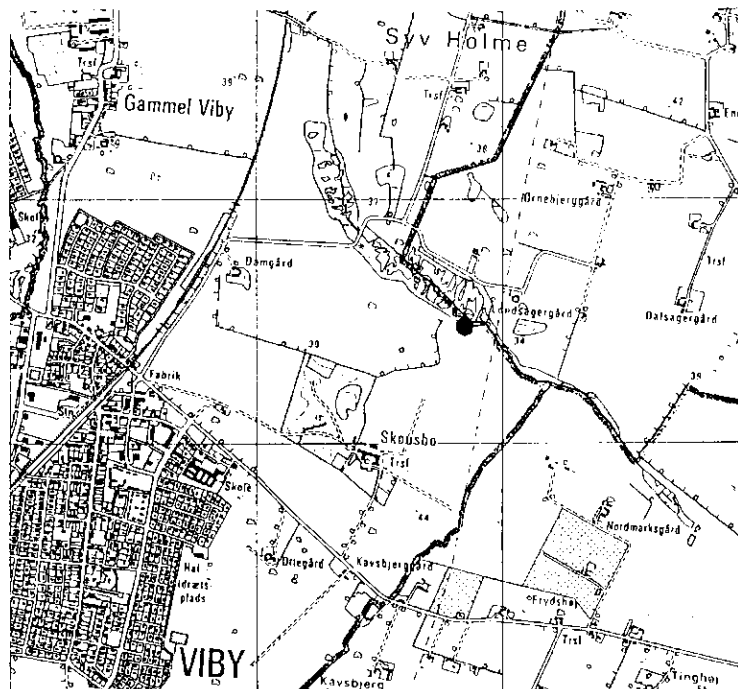


Figur 1. Placering af stationen ved Rabis Bæk.

Langvad Å

Stationen ved Langvad Å var opstillet på et lille plateau oven for den lavning, hvori vandløbet i værkstedsområdet løber, jf. figur 2.

Arealet indgår ikke i landbrugsdrift. Stationens UTM-kordinater er zone 33U, 313850 E, 6160500 N. Positionen i bredde- og længdegrader er (55°33'N, 12°03'E). Arealet er beliggende 35 m over dansk normal nul.



Figur 2. Placering af stationen ved Langvad Å.

2.2 Automatiske klimastationer

Målte
parametre

Følgende meteorologiske parametre registreredes på de automatiske klimastationer:

- Lufttemperatur i 2 m højde.
- Jordtemperatur i 10 og 30 cm dybde.
- Luftfugtighed i 2 m højde.
- Vindhastighed i 2 m højde.
- Nedbør i 1,5 m højde.
- Globalstråling.
- Overfladefugtighed.

Dataopsamling	Disse parametre målt med sensorer tilkøbet en datalogger, model CR10 fra Campbell Scientific Inc. Dataloggeren var forbundet til et modem og til telefonnettet, således at data kunne hentes via telefonforbindelse. Datalogger, modem og batteri var anbragt i plastkasse, som var placeret i en nedgravet brøndring (Olesen, 1987).
Målemetoder	<p>Temperatur blev målt med Pt-100 følere fra firmaet Frode Petersen. Sensorerne var individuelt kalibrerede af Afdeling for Jordbrugsmeteorologi til en nøjagtighed på 0.1 °C. Lufttemperaturføleren i 2 m højde var monteret i en strålingsskærm type 2922 fra Aanderaa Instruments.</p> <p>Jordtemperatur er målt i 10 og 30 cm dybde under den naturlige bevoksning på stationerne. Denne bevoksning kunne begge steder karakteriseres som langt græs.</p> <p>Luftfugtighed i 2 m højde målt med et hårhygrometer type 800L100 fra Lambrecht. Sensoren var monteret i en strålingsskærm type 814 fra Lambrecht. Håret i hårhygrometeret er af pernix kunststof.</p> <p>Vindhastighed i 2 m højde målt med et skålkorsanemometer type A100R fra Vector Instruments. Nøjagtigheden opgives til +/- 0.1 m/s, og den mindste målbare vindhastighed er 0.3 m/s.</p> <p>Globalstråling målt med et pyranometer, model CM11 fra Kipp & Zonen. Pyranometeret opfylder specifikationerne for et klasse 1 pyranometer under WMO's secondary standards.</p> <p>Nedbør målt med en Geonor total nedbørsmåler type T200, hvor målingen sker med et vægtprin-</p>

cip, hvilket tillader målinger af fast nedbør om vinteren. Nedbørsmålerens overkant placeredes i 1.5 m højde. Nedbørsmåleren var monteret med en vindskærm, Geonor type T210. Årsagen til placering af nedbørsmåleren i 1.5 m højde er dels, at dette er standardhøjden for nedbørsmålinger, og dels at placering i jordoverfladehøjde giver andre væsentlige måletekniske problemer og usikkerheder.

Overfladefugtighed målt med et frit monteret elektrisk gridnet, Malling Kontrol type 884.87.

Målte
timeværdier

Temperaturer, relativ luftfugtighed, globalstråling og overfladefugtighed blev målt hvert minut, nedbør hvert andet minut og vindhastighed hvert tiende sekund. På grundlag heraf beregnedes og lagredes følgende timeværdier:

- Lufttemperatur i 2 m højde ved timeskift.
- Lufttemperatur i 2 m højde, middel for timen.
- Lufttemperatur i 2 m højde, minimum for timen.
- Lufttemperatur i 2 m højde, maksimum for timen.
- Jordtemperatur i 10 cm dybde ved timeskift.
- Jordtemperatur i 10 cm dybde, middel for timen.
- Jordtemperatur i 10 cm dybde, minimum for timen.
- Jordtemperatur i 10 cm dybde, maksimum for timen.
- Jordtemperatur i 30 cm dybde ved timeskifte.
- Jordtemperatur i 30 cm dybde, middel for timen.
- Jordtemperatur i 30 cm dybde, minimum for timen.

- Jordtemperatur i 30 cm dybde, maksimum for timen.
- Relativ luftfugtighed i 2 m højde ved timeskifte.
- Relativ luftfugtighed i 2 m højde, middel for timen.
- Relativ luftfugtighed i 2 m højde, minimum for timen.
- Relativ luftfugtighed i 2 m højde, maksimum for timen.
- Vindhastighed i 2 m højde, middel af sidste 10 min.
- Vindhastighed i 2 m højde, middel for timen.
- Vindstød i 2 m højde, maksimal 10 sek. middelhastighed indenfor timen.
- Maksimal vindhastighed i 2 m højde, største 10 min. middelhastighed indenfor timen.
- Minimal vindhastighed i 2 m højde, mindste 10 min middelhastighed indenfor timen.
- Nedbørsum for timen.
- Nedbørtid i timen.
- Maksimal nedbørsintensitet, største 2 min. nedbørsværdi indenfor timen.
- Globalstråling, middel for timen.
- Tidsrum med fugtig overflade for timen.

Kalibreringsstation

Målingerne på de to automatiske klimastationer blev i 1988 og 1989 kontrolleret med en mobil kalibreringsstation (Olesen, 1989; Heidmann, 1989; Heidmann, 1990). Dette gav begge steder anledning til mindre korrektioner af lufttemperatur målingerne.

2.3 Manuelle nedbørsmålinger

Manuel nedbør

I efteråret 1987 gennemførtes, umiddelbart inden opstilling af de automatiske klimastationer, manuelle målinger af nedbør ved de to lokaliteter. Nedbøren blev målt en gang i døgnet

ved manuel aflæsning af nedbør opsamlet med en Hellmann-tragt placeret i 1.5 m højde. Placeringen af nedbørsmålerne var af praktiske grunde forskellig fra placeringen af de automatiske klimastationer.

Rabis Bæk

Ved Rabis Bæk blev nedbørsmængden målt i perioden 31. juli til 26. november 1987. Nedbørsmåleren var placeret på UTM-koordinat 32V, 510125 E, 6244975 N.

Langvad Å

Ved Langvad Å blev nedbøren målt i perioden 6. august til 11. november 1987. Nedbørsmåleren var placeret på UTM-koordinat 33U, 313325 E, 6159850 N.

3. Databehandling

Behandling og
beregning

De målte data fra de to automatiske klimastationer behandles efterfølgende af en række EDB-programmer, som bl.a. justerer målingerne for forskellig kalibrering af sensorerne og beregner nedbørsmængde, nedbørstid m.m. for timen. Herefter beregnes en række døgnværdier, og både timeværdier og døgnværdier blev lagret i en database ved Afdeling for Jordbrugsmeteorologi.

Manglende
data

Der har i enkelte tilfælde manglet værdier fra de to automatiske klimastationer, dels som følge af svigt på sensorer og dels som følge af svigt på datalogger og batteri. I sådanne tilfælde er der for Rabis Bæks vedkommende benyttet data fra Foulum (56°30'N, 9°35'E) og for Langvad Å's vedkommende fra Ledreborg Allé (55°37'N, 12°03'E). Det har i de fleste tilfælde været muligt at rekonstruere nedbørsserien ved de to stationer, da den totale vægtstand af nedbøren målt.

3.1 Behandling af nedbørsdata

Nedbørsmængde

Nedbøren målt på de automatiske klimastationer ved et vægtprincip, hvor det er den akkumulerede nedbørsmængde, der måles. Det er derfor nødvendigt at behandle disse data for bl.a. at beregne nedbørsmængde og nedbørstid. Til dette er i princippet benyttet samme algoritme, som anvendes på de automatiske klimastationer ved statens forsøgsstationer (Olesen, 1988). Denne algoritme tager hensyn til følgende forhold:

- Der kan være tale om et langsomt fald i vægten i nedbørsmåleren som følge af fordampning.

- Der kan være tale om døgnsvingninger i målt vægt som følge af temperaturændringer.
- Der kan forekomme spontane fejl i målt vægt som følge af vindpåvirkning og andre rystelser.

Den målte nedbørsmængde lagres efter disse beregninger i en database ved Afdeling for Jordbrugsmeteorologi.

Nedbørs-
korrektion

Da nedbøren er målt i 1.5 m højde skal denne korrigeres for opfugtningstab og aerodynamisk fejl. Opfugtningstab som følge af fordampning fra regndråber på nedbørstragtens overflader antages at være halvdelen af den af Allerup og Madsen (1979) foreslåede værdi, da denne overflade på Geonor måleren er mindre end for Hellmann tragte. Den aerodynamiske fejl opstår, når regndråber afbøjes af vindens strømninger i og omkring nedbørstragten. Allerup og Madsen (1979) og Allerup og Madsen (1986) har foreslået en metode til korrektion af nedbørsobservationer, som benyttes her.

Døgnværdier af nedbør korrigeres efter følgende formel:

$$P = f_w + f_A P_o$$

hvor P er den korrigerede nedbørsmængde (mm, dag⁻¹),
P_o er den målte nedbørsmængde (mm, dag⁻¹),
f_w er korrektion for opfugtningstab, og
f_A er en korrektionsfaktor for aerodynamisk fejl.

Aerodynamisk
fejl

Korrektionen for aerodynamisk fejl afhænger af vindhastighed og nedbørsintensitet. Allerup og

Madsen (1979) angiver følgende formel for korrektionsfaktoren i tilfælde af regn.

$$f_A = 1 + [\exp (\alpha_0 + \alpha_1 \ln P_i + \alpha_2 v \ln P_i + \alpha_3 v) - 1] \alpha_s$$

hvor P_i er nedbørsintensitet (0.1 mm time^{-1}),
 v er vindhastighed i 10 m højde (ms^{-1}),
 α_0 er 0.0100, α_1 er -0.0010, α_2 er -0.0082, α_3 er 0.0420, og
 α_s er en korrektionsfaktor for stationens læforhold.

På de to automatiske klimastationer er vindhastigheden målt i 2 m højde. Disse værdier er korrigeret med en regressionsligning for at opnå værdier for v , som er vindhastighed i 10 m højde. Regressionsligningerne er estimeret for hver lokalitet ved anvendelse af data fra en nærtliggende station med vindmåling i 10 m højde. Nedbørsintensiteten er beregnet som døgnnedbøren delt med den beregnede nedbørsvarighed. Da begge stationer stort set har været uden læ, er der begge steder benyttet $\alpha_s = 1$.

3.2 Beregning af potentiel fordampning

Makkink
fordampning

Døgnværdier af potentiel fordampning er beregnet efter Makkink's ligning (Makkink, 1957) med modifikation af Aslyng og Hansen (1982):

$$E_p = 0.7 \frac{s}{(s + \gamma)} R_{si} / \lambda$$

hvor s er damptrykskurvens hældning ved temperaturen T ($\text{Pa } ^\circ\text{C}^{-1}$),
 γ er psykrometrekonstanten ($66.7 \text{ Pa } ^\circ\text{C}^{-1}$),
 R_{si} er globalstrålingen ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$), og

λ er vands fordampningsvarme (2.465 MJ mm^{-1}).

Denne ligning har kun fysisk mening for sommermånederne (april-oktober). de Bruin (1987) argumenterer dog for, at metoden også med nogen rimelighed kan anvendes for vintermånederne. Da fordampningen i disse måneder er lav, gøres der ikke nogen stor fejl ved dette.

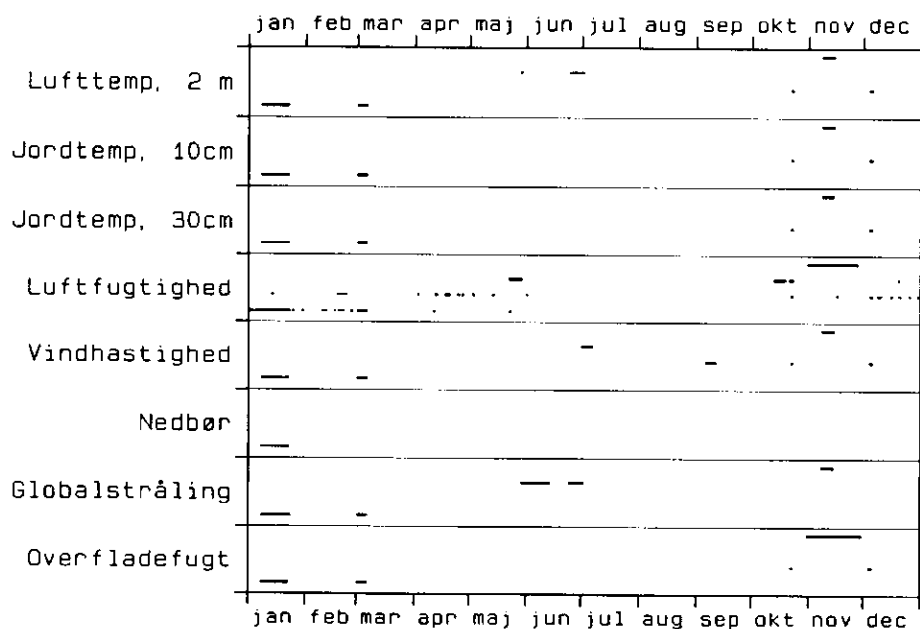
4. Måleperioder

Etablerings-
tidspunkt

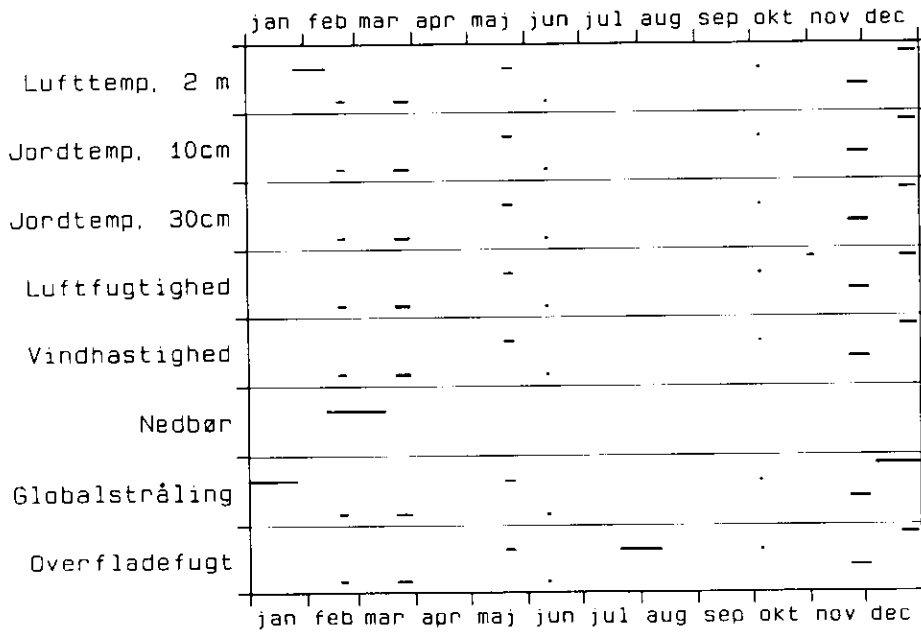
Den automatiske klimastation ved Rabis Bæk blev opstillet 27. oktober 1987, og stationen ved Langvad Å blev opstillet den 28. oktober 1987. Begge stationer blev nedtaget i eftersommeren 1990. I denne rapport behandles kun måleperioden 1. november 1987 til 30. juni 1990.

Manglende
data

Figur 3 og 4 viser de perioder, hvor der mangler data for de enkelte klimavariabler ved de to stationer. Det ses, at der i en del tilfælde har været tale om svigt på dataloggeren, mens det i andre tilfælde er de enkelte sensorer, der er svigtet. I begge tilfælde benyttes, som omtalt i afsnit 3, data fra nærliggende stationer.



Figur 3. Oversigt over manglende data fra Rabis Bæk i perioden 1. november 1987 til 30. juni 1990. For hver klimavariabel angiver linierne perioder med manglende data, idet den øverste linie er for 1987, den næste for 1988, osv.



Figur 4. Oversigt over manglende data fra Langvad Å i perioden 1. november 1987 til 30. juni 1990. For hver klimavariabel angiver liniene perioder med manglende data, idet den øverste linie er for 1987, den næste for 1988, osv.

5. Oversigt over klimaforholdene

5.1 Normalklima for værkstedsområderne

Normalklima
1931-60

Tabel 1 og 2 viser estimerede værdier for normalklimaet i de to værkstedsområder. Der er vist månedsværdier for middeltemperatur, nedbør og potentiel fordampning. Normalværdierne er dels vist for den seneste normalperiode 1931-60 (Danmarks Meteorologiske Institut, 1975). For Rabis Bæk er der her benyttet normaltemperatur fra Hald Ege (56°25'N, 9°21'E) og normalnedbør fra Karup (56°15'N, 9°08'E). For Langvad Å er der benyttet normalværdier for temperatur fra Ledreborg Allé (55°37'N, 12°03'E) og nedbør fra Roskilde (55°37'N, 12°06'E).

Tabel 1. Normalklima for Rabis Bæk. Estimerede værdier efter Danmarks Meteorologiske Institut (1975) og Mikkelsen (1990). Temperatur er i °C og nedbør og potentiel fordampning er i mm. Korrigeret nedbørsmængde er målt nedbørsmængde korrigeret til jordoverfladen med en faktor for standardnormaler for stationer med moderat læ (Allerup og Madsen, 1979).

Måned	Middel-temperatur		Nedbør				Potentiel fordamp.
	1931-60	1961-88	Ukorrigeret		Korrigeret		1961-88
			1931-60	1961-88	1931-60	1961-88	
Januar	-0.3	-1.1	58	61	70	73	5
Februar	-0.6	-1.0	39	36	48	43	11
Marts	1.5	1.3	35	49	43	60	27
April	6.1	5.1	41	43	48	50	52
Maj	11.2	10.1	36	53	41	61	84
Juni	14.4	13.7	52	61	59	69	98
Juli	16.3	15.0	85	68	95	76	95
August	15.8	14.8	93	70	103	77	82
September	12.5	11.9	80	79	90	89	47
Oktober	8.1	8.4	78	84	89	95	23
November	4.7	4.2	69	90	80	104	8
December	2.1	0.7	53	73	63	87	4
Året	7.7	7.0	719	765	829	884	535

Tabel 2. Normalklima for Langvad Å. Estimerede værdier efter Danmarks Meteorologiske Institut (1975) og Mikkelsen (1990). Temperatur er i °C og nedbør og potentiel fordampning er i mm. Korrigeret nedbørsmængde er målt nedbørsmængde korrigeret til jordoverflade med en faktor for standardnormaler for stationer med moderat læ (Allerup og Madsen, 1979).

Måned	Middel-temperatur		Nedbør				Potentiel fordamp.
	1931-60	1961-88	Ukorrigeret		Korrigeret		1961-88
			1931-60	1961-88	1931-60	1961-88	
Januar	-0.2	-1.0	43	51	52	61	5
Februar	-0.6	-1.1	34	31	41	38	11
Marts	1.5	1.5	29	40	35	49	27
April	6.4	5.7	35	38	41	45	54
Maj	11.4	11.1	36	45	41	52	89
Juni	14.8	14.8	46	51	52	58	103
Juli	16.9	16.0	68	68	76	77	100
August	16.5	16.0	60	59	67	66	87
September	13.1	12.8	60	61	68	69	51
Oktober	8.6	8.9	53	58	60	67	25
November	4.9	4.4	43	66	50	76	9
December	2.1	0.9	44	61	52	73	5
Året	8.0	7.5	554	630	637	730	565

Middelklima
1961-88

I tabellerne er desuden vist middelværdier for perioden 1961-88. Disse værdier er beregnet ved geografisk interpolation af klimaserier til netpunkterne i kvadratnet for nitratmålinger (Mikkelsen, 1990). Der er her benyttet værdierne fra det nærmeste netpunkt.

Nedbørs-
korrektion

De anførte værdier for ukorrigeret nedbørsmængde er gennemsnit af målt nedbørsmængde. Den korrigerede nedbørsmængde i tabellerne er den målte nedbørsmængde multipliceret med en faktor for standardnormaler for stationer med moderat læ (Allerup og Madsen, 1979). Denne korrektion tager højde for gennemsnitlige værdier af opfugtningstab og aerodynamisk fejl ved nedbørmålingen.

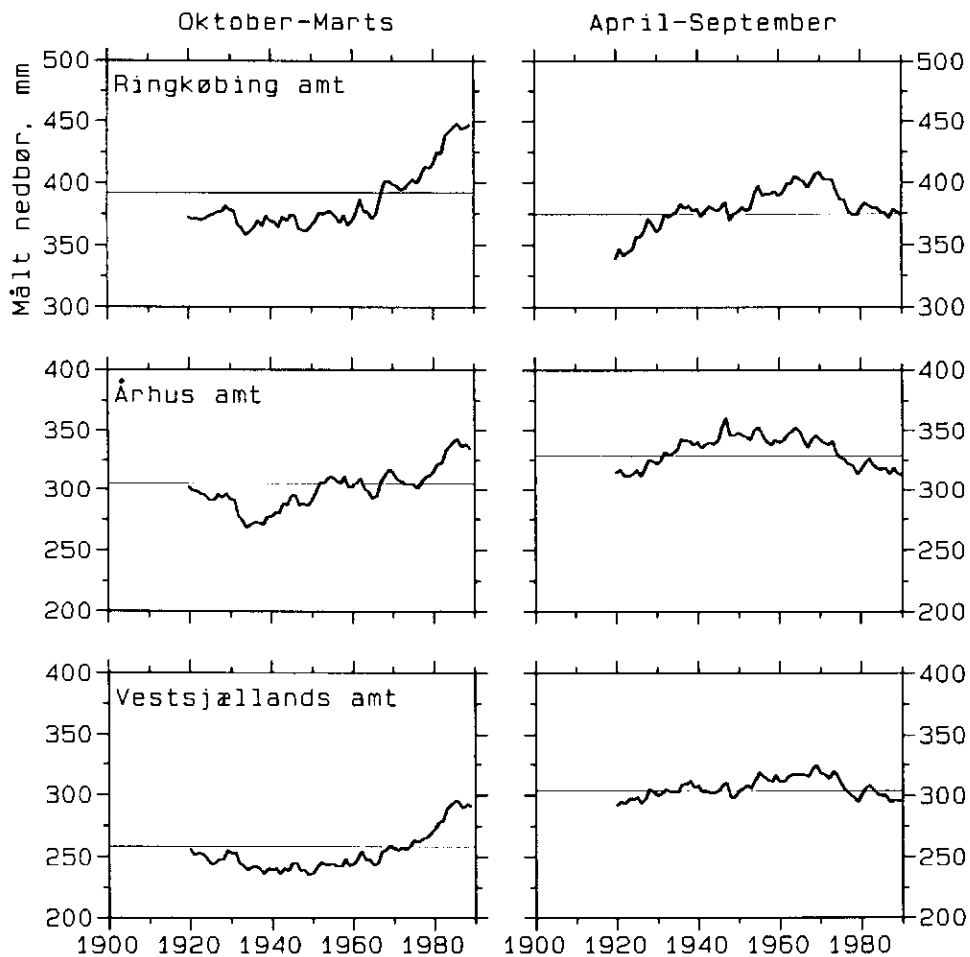
Klimaændring

En sammenligning af værdierne for de to gennemsnitsperioder i tabel 1 og 2 viser, at temperaturen generelt er faldet, mens nedbørsmængden er steget fra 1931-60 til 1961-88. Temperaturfaldet har været størst i juli og august samt i december og januar. Dette er et generelt billede, som gælder for hele landet (Mikkelsen, 1990). Den store forskel i årsmiddeltemperatur mellem de to perioder ved Rabis Bæk kan dog til dels tillægges lokalklimatiske forskelle mellem de forskellige målestationer for de to perioder.

Nedbørsstigningen fra 1931-60 til 1961-88 er især sket i november, december samt marts måneder, dvs. i vinterhalvåret. Også dette billede er generelt for hele landet (Mikkelsen, 1990). Nedbørsstigningen har tilsyneladende været større ved Langvad Å end ved Rabis Bæk.

Nedbørsudvikling

Det generelle billede er dog, at de største nedbørsstigninger er sket i Vestjylland. Dette er illustreret i figur 5, der viser 20 års glidende middelværdier af halvårsnedbør i tre amter for perioden 1900-89. Det ses, at stigningen i nedbørsmængden har været størst i vinterhalvåret i det vestlige Jylland. Der er her flere steder tale om en stigning på mere end 100 mm i vinterhalvåret. Nedbøren i sommerhalvåret har derimod i de sidste 20 år udvist en faldende tendens.



Figur 5. 20 års glidende middelværdi af målt (ukorrigeret) nedbør 1900-89 opgjort halvårsvis for Ringkøbing, Århus og Vestsjællands amter. Middelværdien af 20 år er anført ud for det sidste år i perioden.

5.2 Klimaforhold 1987-90

Temperatur og vandbalance

Oversigter over temperatur, nedbør og potentiel fordampning ved de to stationer i perioden november 1987 til juni 1990 er givet i tabel 3 og

4. Disse data er også illustreret i figur 6, der viser middeltemperatur og nedbørsoverskud.

For årene som helhed var både 1988 og 1989 varmere end normalt. Dette skyldes især de meget milde vintre. Årsnedbøren lå omkring det normale for 1931-60, men noget under gennemsnittet for 1961-88.

Jordtemperatur

Tabel 3 og 4 viser noget højere jordtemperaturer ved Rabis Bæk end ved Langvad Å. Dette skyldes formentlig, at stationen ved Rabis Bæk var placeret på en flad mark, mens stationen ved Langvad Å var placeret på nordsiden af en skråning. Placeringen af Langvad Å stationen har givet mindre indstråling på jordoverfladen og dermed mindre opvarmning og lavere jordtemperatur.

Halvårsværdier

Tabel 5 og 6 viser klimaforholdene i måleperiodernes sommer og vinterhalvår. De målte værdier er i tabellerne sammenlignet med såvel normalværdien for 1931-60 som gennemsnittet for 1961-88.

Vejrforholdene i 1987

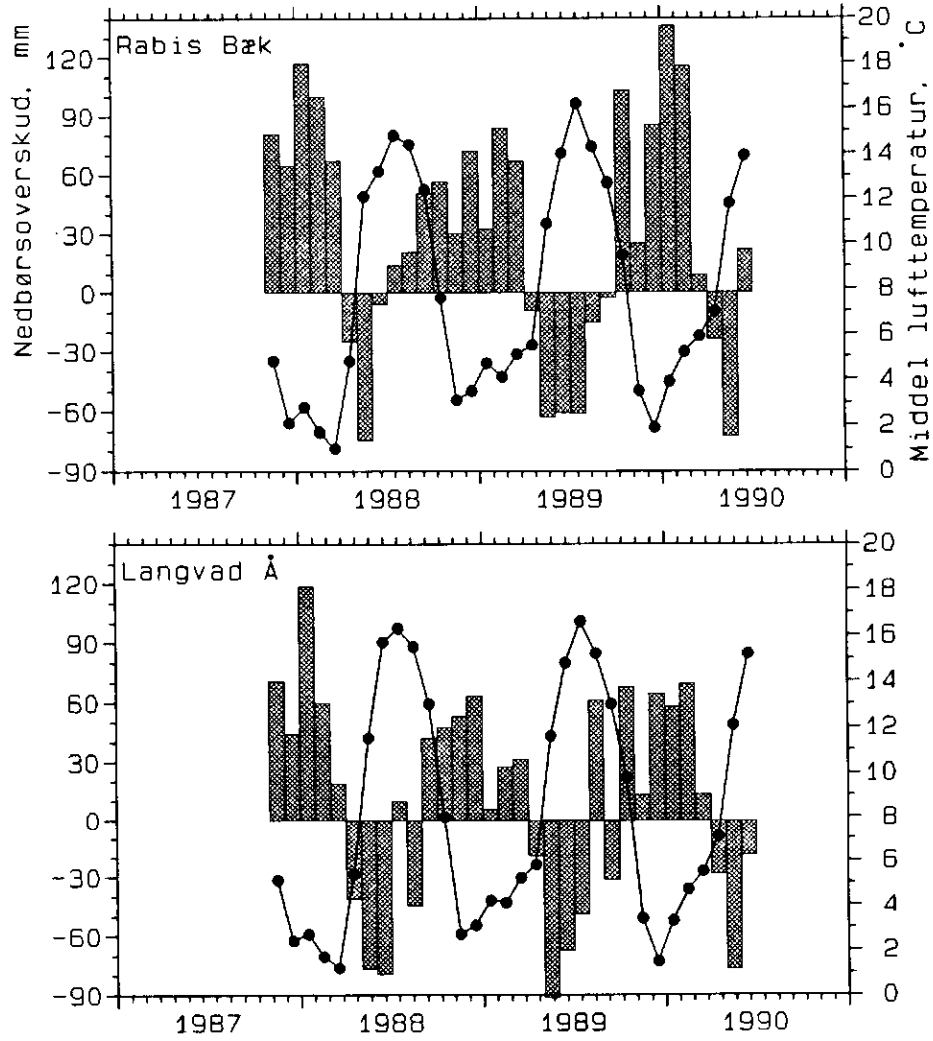
Sommeren 1987 var meget kold og regnfuld. På landsplan blev middeltemperaturen for april til september 11.2 °C mod normalt 13.0 for 1931-60. Nedbøren lå på landsplan ca. 80 mm over det normale for denne periode. Det kolde og fugtige sommervejr medførte en sen kornhøst, og at der kun meget kortvarigt i begyndelsen af juli var vandingsbehov på sandjorderne.

Tabel 3. Oversigt over månedsværdier af temperatur, nedbør og potentiel fordampning ved Rabis Bæk.

År	Måned	Middel temperatur			Nedbør		Potentielt fordamp. mm
		Luft 2 m	Jord 10 cm	Jord 30 cm	Målt mm	Korr. mm	
1987	11	4.8	5.6	6.2	79	87	6
1987	12	2.1	1.7	2.2	61	69	4
1988	1	2.8	3.0	3.5	108	121	5
1988	2	1.7	1.9	2.5	97	109	9
1988	3	1.0	1.7	2.0	80	91	24
1988	4	4.8	6.7	6.6	21	25	50
1988	5	12.1	13.6	12.6	15	17	100
1988	6	16.7	19.2	17.4	36	40	112
1988	7	15.3	17.6	17.5	88	94	83
1988	8	14.4	15.1	15.2	81	90	69
1988	9	12.4	12.8	13.1	86	95	44
1988	10	7.6	8.5	9.2	68	76	20
1988	11	3.1	3.6	4.4	35	40	10
1988	12	3.5	2.8	3.2	67	76	4
1989	1	4.7	4.4	4.7	33	38	5
1989	2	4.1	4.1	4.5	83	96	12
1989	3	5.1	5.0	5.1	80	92	26
1989	4	5.5	6.5	6.7	38	44	53
1989	5	10.9	11.5	11.1	34	39	102
1989	6	14.0	15.8	15.0	50	53	114
1989	7	16.2	18.1	17.3	41	45	106
1989	8	14.3	15.9	16.0	50	57	72
1989	9	12.7	13.4	13.6	44	49	52
1989	10	9.5	10.0	10.5	112	125	22
1989	11	3.5	4.7	5.8	31	35	10
1989	12	1.9	1.7	2.3	81	90	4
1990	1	3.9	3.7	4.0	101	141	5
1990	2	5.2	4.7	4.9	108	127	11
1990	3	5.9	5.4	5.5	34	40	31
1990	4	7.0	7.4	7.3	32	37	61
1990	5	11.8	13.1	12.5	20	23	96
1990	6	13.9	15.8	15.1	96	104	82
1988		7.9	8.9	8.9	780	874	528
1989		8.5	9.3	9.4	675	761	577

Tabel 4. Oversigt over månedsværdier af temperatur, nedbør og potentiel fordampning ved Langvad Å.

År	Måned	Middel temperatur			Nedbør		Poten- tiel fordamp. mm
		Luft 2 m	Jord 10 cm	Jord 30 cm	Målt mm	Korr. mm	
1987	11	5.1	6.1	6.9	67	76	5
1987	12	2.4	3.0	3.9	43	49	5
1988	1	2.7	3.6	4.4	107	122	4
1988	2	1.7	2.3	3.1	62	71	11
1988	3	1.2	2.0	2.5	38	46	26
1988	4	5.4	6.4	6.0	13	17	58
1988	5	11.5	10.7	9.7	27	30	106
1988	6	15.7	14.2	12.9	24	27	106
1988	7	16.3	15.8	15.2	94	102	92
1988	8	15.5	15.0	14.4	29	33	77
1988	9	13.0	12.8	12.8	80	90	48
1988	10	8.0	8.8	9.6	62	71	23
1988	11	2.7	3.8	5.0	54	63	10
1988	12	3.1	2.8	3.6	59	68	5
1989	1	4.2	4.3	4.8	10	13	7
1989	2	4.1	4.2	4.7	35	40	12
1989	3	5.2	5.3	5.4	53	62	30
1989	4	5.8	6.6	6.5	34	40	59
1989	5	11.6	10.1	9.3	16	19	111
1989	6	14.8	12.8	11.8	46	49	117
1989	7	16.6	15.4	14.1	61	67	115
1989	8	15.2	15.0	14.5	133	140	79
1989	9	13.0	12.7	12.7	21	23	54
1989	10	9.8	10.2	10.5	84	92	24
1989	11	3.4	5.3	6.6	21	24	11
1989	12	1.5	2.9	3.8	61	70	5
1990	1	3.3	3.8	4.3	54	63	5
1990	2	4.7	4.7	5.1	72	85	15
1990	3	5.5	5.5	5.5	43	50	36
1990	4	7.1	7.1	6.9	34	40	68
1990	5	12.1	10.8	10.1	25	28	105
1990	6	15.2	14.1	12.9	75	82	100
1988		8.1	8.2	8.3	649	739	565
1989		8.8	8.7	8.7	574	637	622



Figur 6. Månedsværdier af lufttemperatur og nedbørsoverskud (korrigeret nedbør minus potentiel fordampning) ved Rabis Bæk og Langvad Å. Lufttemperaturen er vist som punkter forbundet med linier og nedbørsoverskuddet som søjler.

Tabel 5. Oversigt over temperatur, nedbør og potentiel fordampning ved Rabis Bæk og Langvad Å i perioden april til september. Temperatur er i °C og nedbør og potentiel fordampning er i mm.

Periode	Middel lufttemp.			Korrigeret nedbør			Pot. fordampning	
	Periode	Gennemsnit		Periode	Gennemsnit		Periode	Gens.
		31-60	61-88		31-60	61-88		61-88
Rabis Bæk								
1988	12.6	12.7	11.8	361	436	422	458	458
1989	12.3	12.7	11.8	286	436	422	498	458
Langvad Å								
1988	12.9	13.2	12.7	298	345	367	487	484
1989	12.8	13.2	12.7	338	345	367	535	484

Tabel 6. Oversigt over temperatur, nedbør og potentiel fordampning ved Rabis Bæk og Langvad Å i perioden oktober til marts. Temperatur er i °C og nedbør og potentiel fordampning er i mm.

Periode	Middel lufttemp.			Korrigeret nedbør			Pot. fordampning	
	Periode	Gennemsnit		Periode	Gennemsnit		Periode	Gens.
		31-60	61-88		31-60	61-88		61-88
Rabis Bæk								
1987-88*	3.5	2.6	2.1	592	393	462	70	78
1988-89	4.7	2.6	2.1	418	393	462	75	78
1989-90	5.0	2.6	2.1	557	393	462	83	78
Langvad Å								
1987-88*	3.8	2.7	2.3	390	290	364	79	82
1988-89	4.5	2.7	2.3	315	290	364	85	82
1989-90	4.7	2.7	2.3	384	290	364	96	82

*) Værdier for oktober 1987 er taget fra nærmeste station.

Vinteren 1987-88 blev som helhed mild og meget nedbørsrig. Også september forud for vinteren var meget våd. Nedbøren i oktober varierede meget mellem landsdelene, idet der i Vestjylland registreredes omkring 150 mm regn, mens de sydøstlige egne kun fik omkring 25 mm. I januar og februar var temperaturen betydeligt højere end normalen. For disse måneder var nedbøren ligeledes væsentlig over normalen. Nedbøren for januar blev rekordstor. Marts havde også nedbør

betydelig over normalen og relativt mange nedbørsdøgn jævnt fordelt over måneden.

Vejrforholdene
i 1988

Det fugtige vejr fortsatte frem til midten af april 1988. Herefter var vejret tørt og solrigt frem til slutningen af juni. Resten af sommeren var præget af nedbør, især i forbindelse med torden. Bygevejret i midtsommeren betød, at nedbøren varierede meget fra egn til egn.

Vinteren 1988-89 blev som helhed meget mild og forholdsvis tør. Det milde vejr forekom især i månederne december til marts, hvorimod november var noget koldere end normalt og faktisk blev den koldeste i vinteren. Især januar var meget tør, hvorimod nedbøren i marts var noget over normalen.

Vejrforholdene
i 1989

Sommeren 1989 bød især i maj og juni på usædvanligt solrigt vejr. Dette gav anledning til en høj fordampning, som kombineret med en forholdsvis beskeden nedbørsmængde gav anledning til et stort vandunderskud over hele landet, dog mest udpræget på Øerne. Dette førte kombineret med moderate nedbørsmængder i efterårsperioden til, at jorden mange steder først blev vandmættet igen mod slutningen af året.

Vinteren 1989-90 blev som de foregående meget mild, især i januar til marts. Både februar og marts blev rekordvarme. Vinteren som helhed blev også noget vådere end normalt, især i Jylland.

Temperatur for
hele landet

I tabel 7 er vist månedsværdier for middelttemperatur i Danmark for årene 1981-1990 i månederne oktober til marts. De tre seneste varme vintre fremgår tydeligt af denne tabel, især

Tabel 7. Middeltemperatur i °C for Danmark.
Data fra Danmarks Meteorologiske Insitut.

År	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Gns.
1981-1982	7.6	5.0	-3.9	-3.6	-0.7	3.3	1.3
1982-1983	10.0	6.2	2.6	4.6	-0.7	3.4	4.3
1983-1984	9.4	4.3	1.9	1.0	0.1	0.9	2.9
1984-1985	10.6	5.8	2.7	-5.1	-4.2	1.0	1.8
1985-1986	9.8	1.8	2.6	-1.3	-5.2	1.1	1.5
1986-1987	9.1	7.0	2.5	-4.7	-0.5	-1.8	1.9
1987-1988	9.4	5.7	3.0	3.6	2.5	1.7	4.3
1988-1989	8.5	3.7	3.9	4.9	4.6	5.4	5.2
1989-1990	10.3	4.4	2.7	4.1	5.4	6.0	5.5
Middel	9.4	4.9	2.0	0.4	0.1	2.3	3.2
Normal 31-60	8.7	4.9	2.2	-0.1	-0.4	1.7	2.8

når disse ses i forhold til de foregående tre meget kolde vintre.

Nedbør for
landsdele

Tabel 8 viser tilsvarende nedbøren for denne periode for Jylland og Sjælland. Disse nedbørsdata er korrigeret til jordoverfladehøjde efter månedskorrektionsfaktorer for standardnormaler angivet af Allerup og Madsen (1979). Som gennemsnit for vinterhalvåret er der i årene 1981-1990 faldet væsentligt mere nedbør end normalt for perioden 1931-60. Denne stigning i nedbørsmængde har været størst i Jylland med over 100 mm. Bortset fra 1987-88 afviger de tre seneste år dog ikke nedbørsmæssigt markant fra de øvrige vintre i 1980'erne.

Tabel 8. Nedbør i mm korrigeret til jordoverflade efter Allerup og Madsen (1979) for Jylland og Øerne. Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

År	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Sum
Jylland							
1981-1982	133	138	55	74	20	56	477
1982-1983	104	105	127	91	30	90	546
1983-1984	131	58	72	135	44	43	483
1984-1985	164	86	49	59	28	68	453
1985-1986	44	79	177	110	3	78	490
1986-1987	111	93	105	36	42	58	445
1987-1988	113	102	63	145	122	107	651
1988-1989	84	47	77	28	79	103	419
1989-1990	113	34	72	116	132	39	506
Middel	111	83	88	88	55	71	497
Normal 31-60	87	77	69	71	50	43	396
Øerne							
1981-1982	114	91	57	67	15	50	394
1982-1983	100	63	79	55	30	81	409
1983-1984	65	63	66	98	31	30	353
1984-1985	101	55	27	50	27	70	330
1985-1986	25	67	141	88	5	48	374
1986-1987	88	62	74	32	25	38	319
1987-1988	37	82	55	117	79	70	441
1988-1989	67	43	56	12	32	68	279
1989-1990	83	23	67	65	72	39	349
Middel	75	61	69	65	35	55	361
Normal 31-60	63	55	56	56	43	37	308

6. Konklusion

- Klimaændringer Der er i perioden november 1987 til juni 1990 gennemført klimamålinger i værkstedsområderne ved Rabis Bæk og Langvad Å. Klimaforholdene har i måleperioden, især i vinterhalvåret, afvejet betydeligt fra normalen. Snedække er stort set ikke forekommet i måleperioden. De målte nedbørsmængder er derfor korrigeret til jordoverfladehøjde alene på grundlag af målinger af nedbørsintensitet og vindhastighed.
- Vintertemperatur De tre år i måleperioden skiller sig især ud fra de foregående år i kraft af det meget milde vejr i midtvinteren, januar og februar. Betragtes alene temperaturen i januar og februar hører disse tre år alle hjemme blandt de fire varmeste siden 1874, hvorimod de tre foregående år hører hjemme blandt de 16 koldeste.
- Vinternedbør De målte nedbørsmængder i vinterhalvåret er alle større end normalnedbøren for 1931-60. Nedbørsmængden var særligt stor ved Rabis Bæk i vintrene 1987-88 og 1989-90, hvor også gennemsnitsnedbøren for 1961-88 blev væsentligt overskredet. Ved Langvad Å svarer de målte nedbørsmængder i de tre vintre omtrent til gennemsnittet for 1961-88.
- Sommerklima Sommertemperaturerne i 1988 og 1989 lå som helhed omkring det normale for 1931-60. Nedbørsmængden i sommerhalvåret blev dog væsentligt lavere end normalt, især ved Rabis Bæk. Endvidere blev sommeren 1989 usædvanlig solrig.

Referencer

Allerup, P. og Madsen, H. (1979): Accuracy of point precipitation measurements. Danish Meteorological Institute. Climatological Papers No. 5. Copenhagen.

Allerup, P. og Madsen, H. (1986): On the correction of liquid precipitation. Nordic Hydrology 17, 237-250.

Aslyng, H.C. og Hansen, S. (1982): Water balance and crop production simulation. Hydrotechnical Laboratory. The Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen.

de Bruin, J.C. (1987): From Penman to Makkink. p. 5-32 i J.C. Hoogart (ed.): Evaporation and weather: Technical meeting 44, Ede, The Netherlands, 25 March 1987. Proceedings and Information, TNO Committee on Hydrological Research no. 39.

Danmarks Meteorologiske Institut (1975): Middelnedbør og middeltemperatur 1931-60. Måned, år og vækstperiode. Det Danske Meteorologiske Institut. København.

Heidmann, T. (1989): Automatiske klimastationer, sammenligning med kalibreringsstation 1988. AJMET arbejdsnotat nr. 4. Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Statens Planteavlsvforsøg.

Heidmann, T. (1990): Automatiske klimastationer, sammenligning med kalibreringsstation 1989. AJMET arbejdsnotat nr. 10. Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Statens Planteavlsvforsøg.

Makkink, G.F. (1957): Ekzameno de la formula de Penman. Repr. Neth. J. agric. Sci. 5, 290-305.

Mikkelsen, H.E. (1990): Beregning af klimanormaler til kvadratnet for nitratmålinger. Normaler for nedbør, lufttemperatur, jordtemperatur og potentiel fordampning. AJMET Arbejdsnotat nr. 11. Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Statens Planteavlsvforsøg.

Olesen, J.E. (1987): Klimastationer i NPO-værkstedssområder, systembeskrivelse. AJMET arbejdsnotat nr. 1. Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Statens Planteavlsvforsøg.

Olesen, J.E. (1988): Jordbrugsmeteorologisk årsoversigt 1987. Tidsskrift for Planteavlsv Specialserie nr. S1924.

Olesen, J.E. (1989): Jordbrugsmeteorologisk årsoversigt 1988. Tidsskrift for Planteavlsv Specialserie nr. S2002.

Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.: NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, B17

Udgivelsesår: 1990

Titel:

Klimastationer i NPo-værkstedsovråder

Undertitel:

Forfatter(e):

Olesen, Jørgen E.

Udførende institution(er): Statens Planteavlsoversøg

Resumé:

I perioden november 1987 til juni 1990 er der gennemført klimamålinger i de to værkestedsovråder ved Rabis Bæk og Langvad Å. Data fra de to klimastationer er lagret i en database som timeværdier og døgnværdier. Klimaforholdene i måleperioden har afvejet betydeligt fra normalen, især i kraft af 3 meget milde og til dels nedbørsrige vintre. De 2 sommerperioder har derimod haft lavere nedbør end normalt.

Emneord:

monitering; klima; målestationer; nedbør; temperatur; tidsvariationer; databaser

ISBN: 87-503-8730-8

ISSN:

Pris: 45,- (inkl. 22 % moms)

Format: AS5

Sideantal: 36 s.

Md./år for redaktionens afslutning: oktober 1990

Oplag: 450

Andre oplysninger:

Rapport fra koordinationsgruppe B for grundvand

Tryk: Luna-Tryk ApS, København

NPo-forskning fra Miljøstyrelsen

Rapporter fra koordinationsgruppe B for grundvand

- Nr. B 1 : Kemisk nitratreduktion med jern(II)forbindelser
- Nr. B 2 : Nitratreduktion i moræneler
- * Nr. B 3 : Nitratreduktion og organisk stof i grundvandsmagasiner
- * Nr. B 4 : Nitrat og fosfat i grundvand/drikkevand fra områder i Danmark
- * Nr. B 5 : Transport og omsætning af N og P i Rabis Bæks opland
- * Nr. B 6 : Transport og omsætning af N og P i Langvad Å's opland - 1
- Nr. B 7 : Transport og omsætning af N og P i Langvad Å's opland - 2
- * Nr. B 8 : Nitratreduktionsprocesser i Rabis hedesletteaquifer
- * Nr. B 9 : Afstrømning og transport til Rabis og Syv Bæk
- * Nr. B10 : Geokemiske processer i et grundvandsmagasin
- * Nr. B11 : Grundvandsbelastning fra to landbrug på sandjord
- * Nr. B12 : Fluktuationer i grundvandets nitratindhold
- * Nr. B13 : Flow and transport modelling – Rabis field site
- * Nr. B14 : Drainage flow modelling – Syv field site
- * Nr. B15 : Regional model for næringssalttransport – og omsætning
- * Nr. B16 : Kortlægning af potentialet for nitratreduktion
- Nr. B17 : Klimastationer i NPo-værkstedsområder
- * Nr. B18 : Grundvandsmoniteringsnet i Danmark
- * Nr. B19 : Field Investigations of Preferential Flow Behaviour

De med * mærkede titler er ikke trykt på udgivelsesdagen for denne rapport, men forventes trykt i løbet af 1990.

Nr. B8 er tidligere annonceret med titlen:

Processes of nitrate reduction in a sandy aquifer

Klimastationer i NPo-værkstedso- mråder

I perioden november 1987 til juni 1990 er der gennemført klima-
målinger i de to værkstedso mråder ved Rabis Bæk og Langvad Å.
Data fra de to klimastationer er lagret i en database som timeværdier
og døgnværdier. Klimaforholdene i måleperioden har afvejet betydeligt
fra normalen, især i kraft af 3 meget milde og til dels nedbørsrige vintre.
De 2 sommerperioder har derimod haft lavere nedbør end normalt.



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

Pris kr. 45.- inkl. 22% moms

ISBN nr. 87-503-8730-8