



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1548

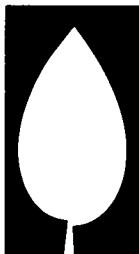
Metodik ved automatisk registrering af temperatur og fugtighed i jord

Methods by automatic registration of temperature and
tension in soil

Søren Christensen, Arne Helweg og Anne-Margrethe Lind
Statens Planteavls-Laboratorium
Jordbundskemisk Afdeling
Bakteriologisk Afdeling
Lyngby

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1981



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1548

Metodik ved automatisk registrering af temperatur og fugtighed i jord

Methods by automatic registration of temperature and
tension in soil

Søren Christensen, Arne Helweg og Anne-Margrethe Lind
Statens Planteavls-Laboratorium
Jordbundskemisk Afdeling
Bakteriologisk Afdeling
Lyngby

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1981

Metodik ved automatisk registrering af
temperatur og fugtighed i jord.

Methods by automatic registration of
temperature and tension in soil.

Søren Christensen, Arne Helweg og
Anne-Margrethe Lind

Resumé

Der beskrives 1 års resultater af automatiske registreringer af temperatur og fugtighed i jord sammenlignet med manuelle aflæsninger af samme data.

Jordtemperaturer er registreret automatisk via termofølere på en datalogger 1 gang i timen og i dybderne 1, 5, 15, 30 og 50 cm. Manuel aflæsning af jordtemperatur er sket 1 gang i døgnet i dybderne 2, 6, 11 og 21 cm.

To typer tensiometre er benyttet til registrering af fugtighed. Type I er kommersielt tilgængeligt og er anvendt i 5, 15, 30 og 50 cm's dybde. Type II er et specialfremstillet minitensiometer til brug i de øverste jordlag (1-5 cm). Minitensiometrets målinger, sammenlignet med vandbestemmelser ved tørring viser god overensstemmelse.

Muligheden for at aflæse og registrere tensiometrene automatisk på datalogger er forsøgt via tryktransducere, og er sammenlignet med de manuelle aflæsninger.

Nøgleord: Klimaregistrering, jordtemperatur, jordfugtighed.

Summary

Soil temperature and soil moisture tension were registered using

termocouples and pressure transducers on a data logger. The temperature registrations were performed once every hour at five different depths (1, 5, 15, 30 and 50 cm) while soil moisture was measured at a depth of 15 cm, also hourly. A mini tensiometer with a ceramic cup of only 2 cm length were constructed for use in the uppermost centimeters of soil. The results indicate a good relation between automatic registrations of soil temperature and moisture and daily manual measurements of the same parameters. The moisture tension recorded on the mini tensiometer corresponded to simultaneous determination of the water content by drying.

Key words: Climate registration, soil temperature, soil water tension.

Indledning

I tilknytning til to projekter: "Nedbrydning af pesticider" og "Jordluft" blev der etableret et forsøgsareal ved Roskilde Forsøgsstation. En forudsætning for bedst muligt udnyttelse af de primære resultater er et nøje kendskab til variationerne i temperatur og fugtighed i forskellige jorddybder. Da der til en del af disse målinger er anvendt nyere teknik har vi i det følgende samlet vore erfaringer, der forhåbentlig kan være en hjælp ved andres målinger og registreringer af lignende art.

Materiale og metoder

Forsøgsareal

Det anvendte forsøgsareal er beliggende ved Roskilde Forsøgsstation umiddelbart ved siden af en af Meteorologisk Instituts klimastationer. Det øverste 0-20 cm jordlags teksturelle sammensætning og pH fremgår af tabel 1. Til pesticidundersøgelsen er udlagt 3 parceller og til jordluftundersøgelsen 6 parceller - alle á 6,25 m². (3 parceller uden N-gødning og 3 med N-gødning). I den beskrevne periode har arealet været udyrket. Måleudstyrets placering i parcellerne fremgår af fig. 1.

Tabel 1. Jordens tekstur og pH (H_2O) for forsøgsarealet, (Roskilde forsøgsstation).

Particle size distribution and pH (H_2O) for the soils from the experimental area (Roskilde exp. st.).

<u>Tekstur</u>					
% ler	% silt	% fins.	% grovs.	% humus	pH (H_2O)
12,1	17,5	46,1	22,0	2,4	7,9

Datalogger

Til registrering af jordtemperatur og jordfugtighed (jordvandspotentiale) er anvendt en datalogger (Solartron Compact Logger 3430) med 30 kanaler. Da dataloggerens stabilitet er afhængig af, at den er placeret ved en temperatur mellem 15 og 25°C, har den været anbragt i en isoleret kasse, termostateret med en 60 W pære som varmekilde. Kassen er forsynet med en overbygning for solafskærmning. Af dataloggerens kanaler anvendes én til at registrere lufttemperatur, 15 kanaler til registrering af jordtemperatur med termofølere og 6 kanaler bruges til registrering af tension via tryktransducere. Registreringerne sker på et kassettebånd.

Termofølere

Til måling af jordtemperatur er anvendt termoelektriske følere af kobberkonstantan-type. (Frode Petersen og CO A/S, København). Placeringen af termofølere i parcellerne fremgår af fig. 1. Måledybrederne har været 1, 5, 15, 30 og 50 cm med 3 gentagelser i hver dybde.

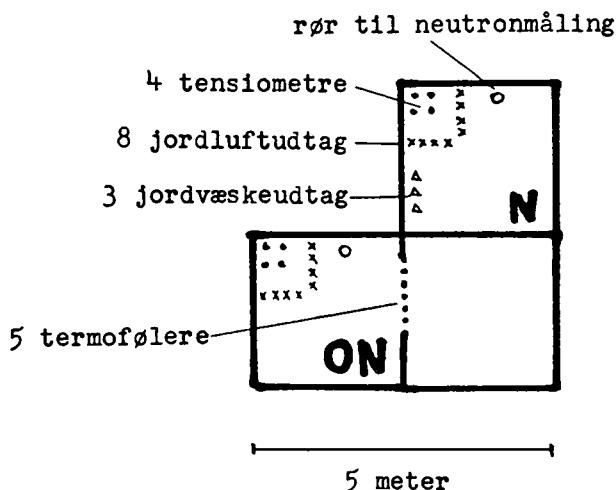


Fig. 1. Forsøgsparceller, hvoraf to benyttes til jordluftmålinger og en til pesticidundersøgelser.

Experiment plots with two plots used for soil air measurements and one used for pesticide examinations.

Tensiometer I

Til måling af tension i 5, 15, 30 og 50 cm er anvendt et Soil Moisture tensiometer (Gravquick, Glostrup), der er dimensioneret således at det nedsættes ved hjælp af et standard jordbor (diameter 2 cm). De angivne dybder er midten af den 5 cm lange tensiometerkop. Tensiometrenes vakuummetre har skala fra 0 til 100 cBar. Tensiometeret er vist i fig. 2, dog med tryktransducer istedet for vakuummeter (se senere).

Minitensiometer (Tensiometer II)

Til måling af jordfugtighed i det øverste jordlag (0-5 cm) var det nødvendigt med et tensiometer med en væsentlig mindre keramikkop (se fig. 3).

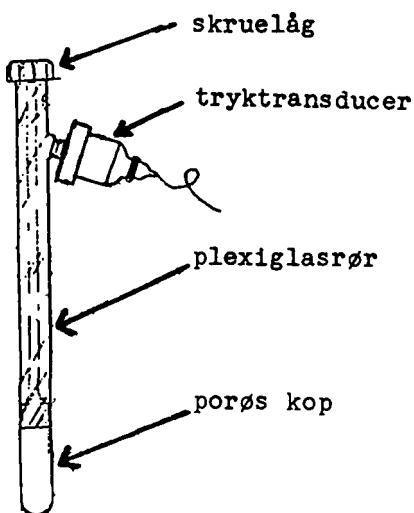


Fig. 2. Tensiometer I forsynet med tryktransducer.

Tensiometer I equipped with pressure transducer.

Deans and Milne (1978) har arbejdet med små tensiometerkopper til måling af jordfugtighed i nålelaget i en skovbund. På grundlag af bl.a. deres erfaringer blev der fremstillet et minitensiometer, fig. 3, bestående af et tilspidset 20 cm langt plexiglasrør (indv. diameter 3 mm, udv. diameter 6 mm). I den tilspidsede ende er fastlimet en 6 mm porøs keramikkop (Soil Moisture, Cat. no. 2133), afskåret til 3,5 cm's længde og fastgjort således at 2 cm af koppens er udenfor røret. Røret er i den modsatte ende lukket med en nylonskrue til påfyldning af vand og er forsynet med en nedadrettet sidegren med vakuummeter til aflæsning af tension. På grund af tensiometrets overfladiske placering i jorden har det været fastgjort til et 12 mm jernspyd.

Til måling på forsøgsarealet blev tensiometrene anbragt med keramikkopperne i 1 til 3 og 3 til 5 cm's dybde (koppens længde 2 cm) med to tensiometre i hver dybde.

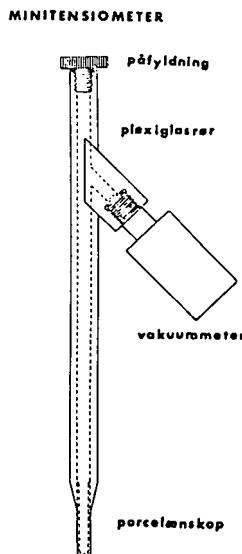


Fig. 3. II (minitensiometer) til måling af jordvandspotentiale i de øverste lag.

Tensiometer II (mini-tensiometer) for measuring soil water potential in the uppermost soil layers.

Andre klimamålinger

Fra forsøgsstationens klimaaflæsninger fås nedbør, potentiel for-dampning, max. og min. lufttemperatur og manuelt aflæste jordtemperaturer i 4 dybder (2, 6, 11 og 21 cm).

Databehandling

De data, der registreres på dataloggeren, kan direkte fra kasset-tebåndet spilles ind i en databank i tilknytning til NEUCC. De manuelt aflæste data føres via Dataanalytisk Laboratorium ind i samme databank tillige med analyseresultater fra pesticidnedbrydningen og jordluftmålingerne. Herfra er det således muligt senere

TEMP. KURVE, DØGN 169

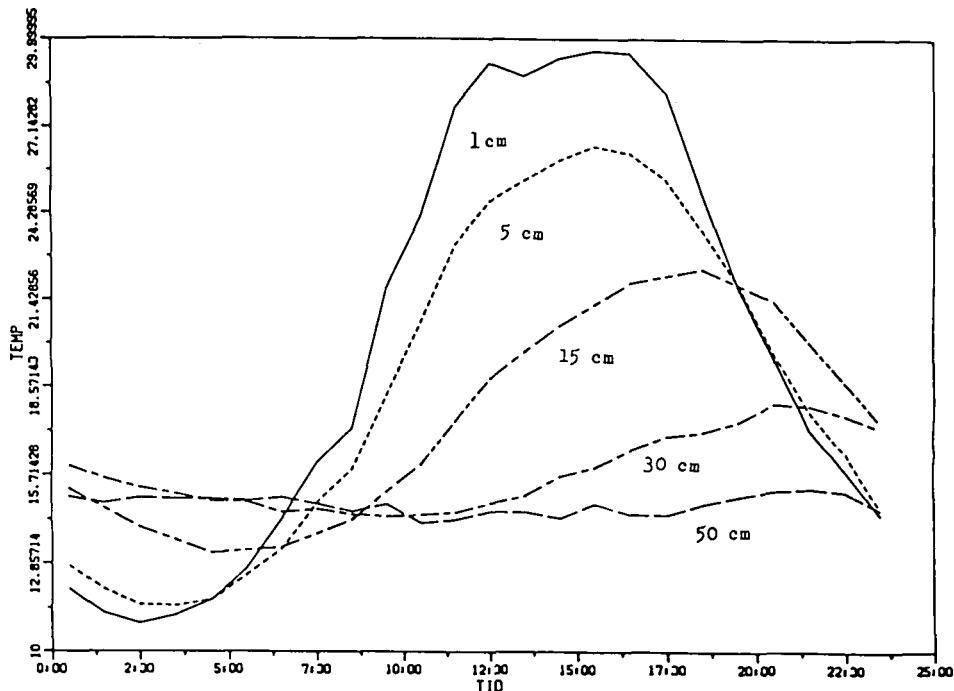


Fig. 4. Jordtemperaturens variation i 5 dybder d. 18. juni 1979

The variation in the soil temperature at 5 depths 18. June 1979.

at hente alle de lagrede data ud til statistisk analyse og evt. opstilling af matematiske modeller.

Resultater

Temperaturmålinger

Dataloggeren har været programmeret til at registrere jordtemperaturen hver time. Efter ca. 1 måned viste der sig problemer med nogle af målepunkterne i form af helt urealistiske temperaturer. En kontrol af nogle af termofølerne viste, at en utilstrækkelig isolering var årsag til problemerne. Igennem måleperioden er ter-

STD FØR DAG 191-195 I 30 CM

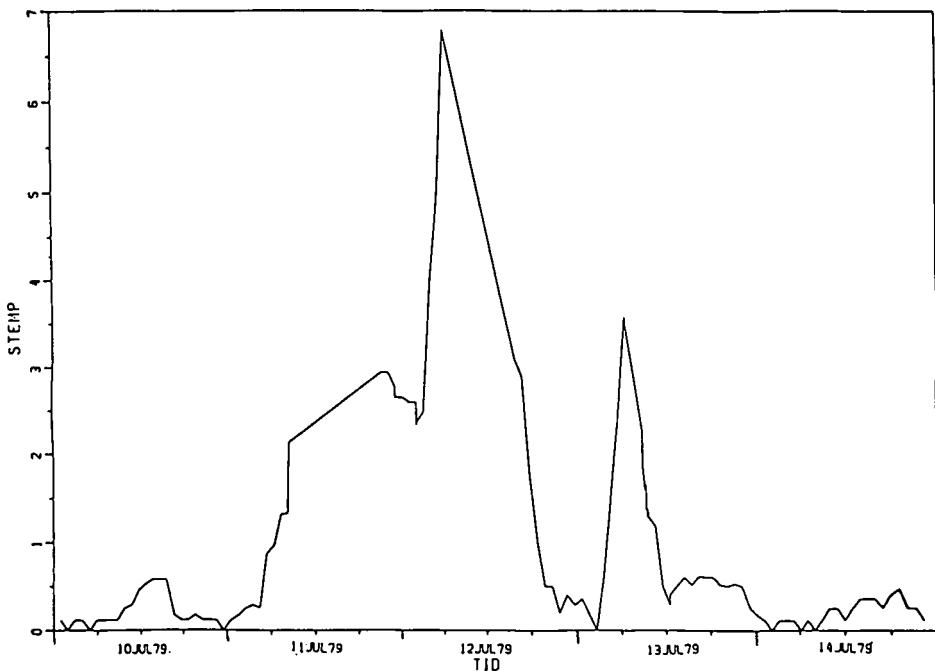


Fig. 5. Standardafvigelser for jordtemperatur i 30 cm's dybde (3 gentagelser) 10.-14. juli 1979.

Standard deviation for soil temperature at a depth of 30 cm (3 replications) 10.-14. July 1979.

mofølere derfor blevet forbedrede, hvilket har indskrænket antallet af gentagelser i de enkelte dybder.

For at vise, hvorledes de "dårlige" termofølere findes, vises i det følgende dels temperaturforløbet i et døgn uden problemer, fig. 4, og dels et eksempel på hvorledes man i en periode med fejl finder frem til de dårlige termofølere ved hjælp af de statistiske analyser, fig. 5.

Figuren viser standardafvigelserne på temperaturen i 30 cm's dybde

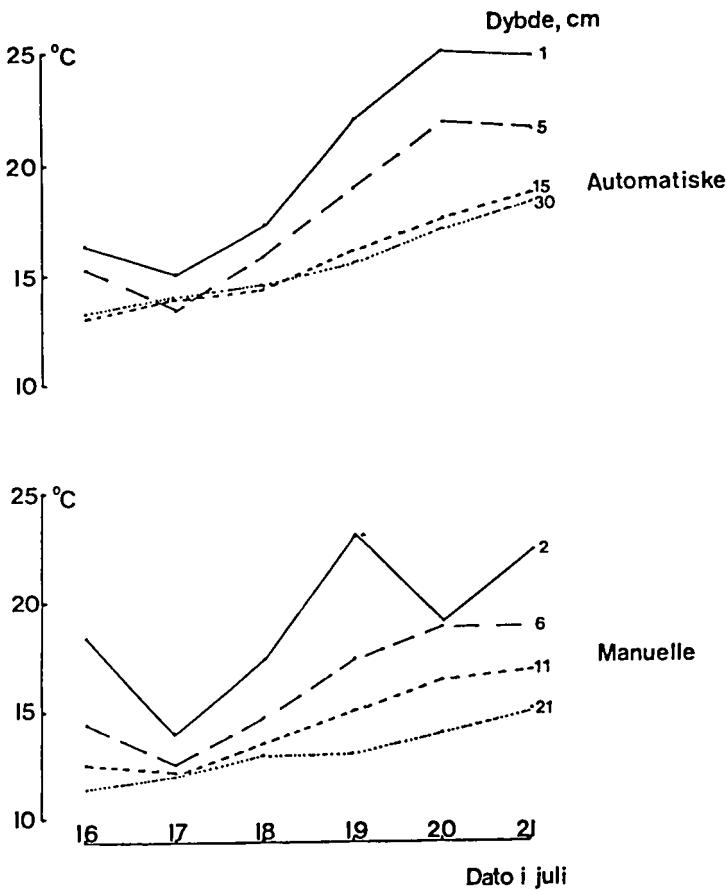


Fig. 6. Jordtemperaturer, registreret automatisk og manuelt kl. 8 i en 6-dages periode.

Soil temperatures registered automatically and manually 8 a.m. within a 6-days period.

i dagene 10. til 13. juli 1979. For dybder med store standardafvigelser må man derefter tilbage til rådata for at lokalisere den eller de termofølere, der er årsag til ekstremerne.

De automatisk registrerede temperaturer har stemt godt overens med

INDSTRÅLING*TIMER DØGN 169 1979

TEMP. KURVE DØGN 169

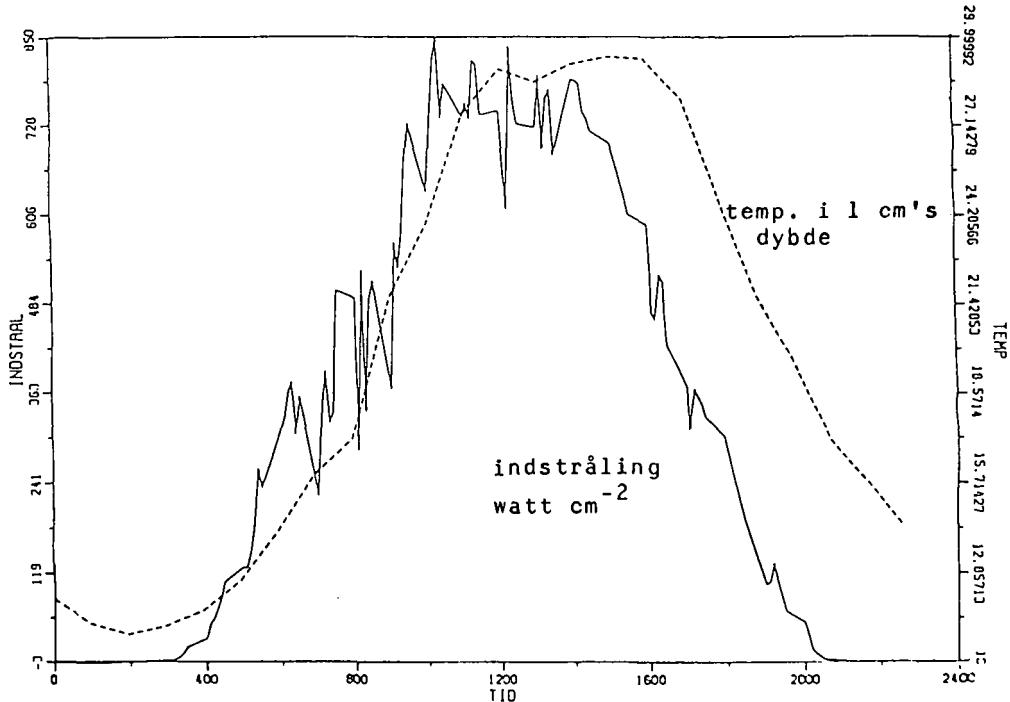


Fig. 7. Sammenhæng mellem indstråling og jordtemperatur i 1 cm's dybde den 18. juni 1979.

Relationship between solar radiation and soil temperature at 1 cm's depth 18. of June 1979.

med de manuelt aflæste. En sammenligning kl. 8⁰⁰ for en seks dages periode er givet i fig. 6.

En korrelation mellem manuelt aflæste og automatisk registrerede temperaturer er ikke mulig for hele måleperioden p.g. a. de omtalte fejl ved nogle af termofølerne.

For at få et indtryk af, om der er nogen sammenhæng mellem indstråling og temperatur i jorden, er disse data indtegnet sammen i figur 7. Kurverne viser samme forløb, dog med en forsinkelse af

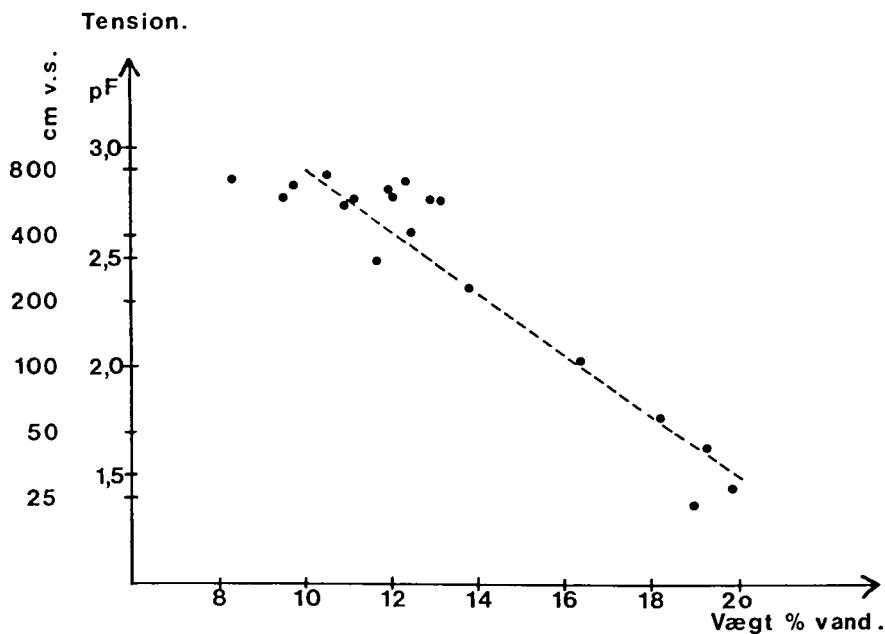


Fig. 8. Relation mellem vandindhold bestemt med minitensiometer og ved tørring.

Relationship between water content estimated with mini tensiometer and through drying.

maximum og nedkølingsfasen for jordtemperaturen på ca. 2 timer. Figuren er en direkte EDB-udskrift på basis af data fra ovenfor omtalte databank.

Tensiometermålinger

Tensiometrene med vakuummeter er blevet aflæst dagligt kl. 8⁰⁰. Type I, de almindelige tensiometre, har stået ude fra forår til sent efterår. Allerede i foråret viste det sig, at isdannelser i vakuummetrene beskadigede disse. Sådanne beskadigelser kunne opstå, blot ved varmeafgivelse i klare nætter. I efteråret er det

TRYKTRANSDUCER*DAG

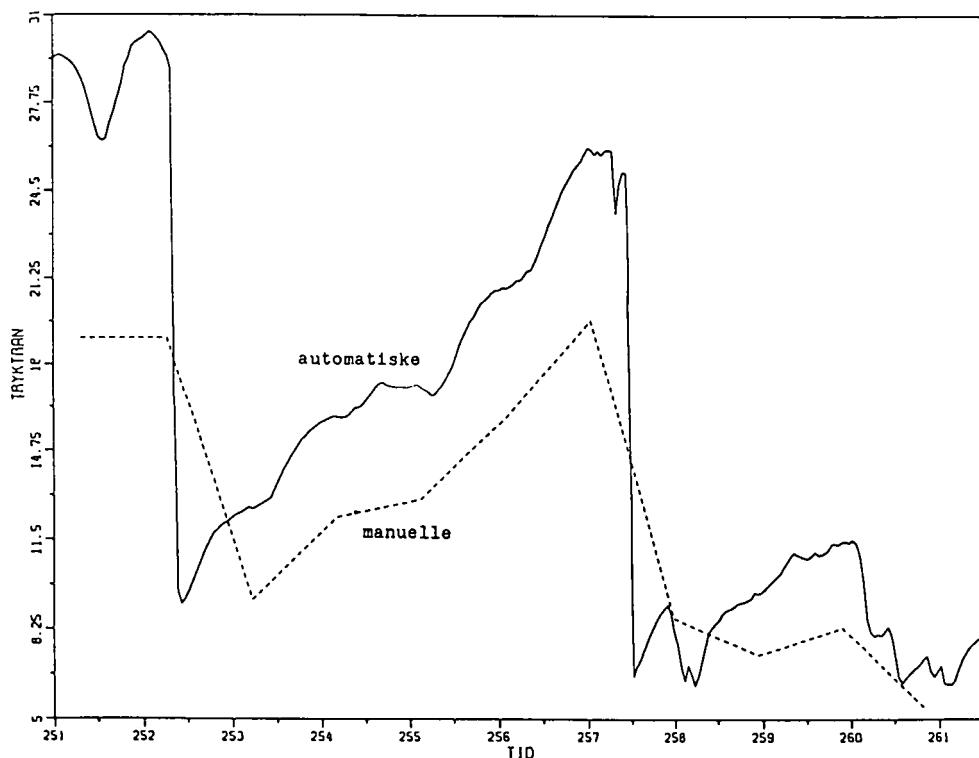


Fig. 9. Tension (cBar) i 15 cm's dybde, aflæst manuelt og registreret via tryktransducer. Begge er baseret på 3 gentagelser.

Tension (cBar) at 15 cm's depth registered manual and automatic with pressure transduser. Both of them are based on 3 replications. 8.-18. september 1979.

derfor forsøgt at benytte "frostvæske" i form af dodecan ($C_{12}H_{26}$), der lægger sig i et lag ovenfor vandet og har et frysepunkt på $-9,6^{\circ}\text{C}$. Tensiometrene har fungeret godt med denne løsning.

Fig. 8 viser sammenhængen mellem tension udtrykt som pF, målt med minitensiometre i 1-3 og 3-5 cm's dybde og jordens vandindhold i 0-5 cm's dybde, bestemt ved tørring og angivet i vægtpct. Den punk-

terede linie angiver sammenhængen beregnet i en liniær regressionsanalyse. Som det kunne ventes er sammenhængen behæftet med stigende usikkerhed, når vandindholdet falder og tension dermed er stigende.

Registrering af tension med tryktransducere

Tre tensiometre i 15 cm's dybde blev forsynet med tryktransducere og afprøvet i Roskilde. I fig. 9 er tension i 15 cm's dybde registreret automatisk og manuelt sammenlignet gennem en 10. dages periode. Der ses en god overensstemmelse mellem forløbet af de to kurver, omend de automatisk registrerede gennemgående ligger noget højere end de manuelle, det kan skyldes problemer med kalibreringen. Bemærk de bratte tensionfald, fra time til time, der er forårsaget af nedbør.

Faglig rådgivning

Forsøgsstationerne Højer og Jyndevad har rådgivet ved anskaffelse af udstyr til fugtighedsmåling. FRIT (Forskningsrådenes og Risø's Instrumenttjeneste) har rådgivet ved anskaffelse og indkøring af apparatur. Forsøgene blev udført ved Roskilde Forsøgsstation, der har foretaget de daglige klimamålinger. Laboratoriet for Varmeisolering, DTH, har været behjælpelig ved indspilning af data til databank.

Databehandlingen og statistiske analyser er udført af Kristian Kristensen og Michael Hoffmann ved Dataanalytisk Laboratorium.

Litteratur

- Deans, J.D. and Milne, R., 1978. An electrical recording soil Moisture tensiometer.
Plant Soil, 50: 509-513.

Institutioner ved Statens Planteavlsforsøg

Sekretariatet

Statens Planteavlskontor, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 50 57
Informationstjenesten, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 53 27
Dataanalytisk Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Sekretariatet for Sortsafprøvning, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Statens Bisygdomsnævn, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 62 00

Landbrugscsentret

Statens Forsøgsstation, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsareal, Bornholm, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	(03) 97 53 10
Statens Biavlfsforsøg, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsstation, Rønhave, 6400 Sønderborg	(04) 42 38 97
Statens Forsøgsstation, Tylstrup, 9380 Vestbjerg	(08) 26 13 99
Statens Forsøgsstation, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Statens Forsøgsstation, Ødum, 8370 Hadsten	(06) 98 92 44
Statens Forsøgsstation, Borris, 6900 Skjern	(07) 36 62 33
Statens Forsøgsstation, Silstrup, 7700 Thisted	(07) 92 15 88
Statens Forsøgsstation, Askov, 6600 Vejen	(05) 36 02 77
Statens Forsøgsstation, Lundgård, 6600 Vejen	(05) 36 01 33
Statens Marskforsøg, Siltoftvej 2, 6280 Højer	(04) 74 21 05
Statens Forsøgsstation, St. Jyndevad, 6360 Tinglev	(04) 64 83 16
Statens Planteavls-Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Statens Planteavls-Laboratorium, Pedersholm, 7100 Vejle	(05) 82 79 33

Havebrugscsentret

Institut for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Væksthuskulturer, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Frugt og Bær, Blangstedgåardsvej 133, 5220 Odense SØ	(09) 15 90 46
Institut for Landskabsplanter, Hornum, 9600 Års	(08) 66 13 33

Planteværnscentret

Institut for Pesticider, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Institut for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Planteværnsafdelingen på »Godthåb«, Låsbyvej 18, 8660 Skanderborg	(06) 52 08 77
Institut for Ukrudtsbekämpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00
Analyselaboratoriet for Pesticider, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00