

Mikroklima under byg med lucerne og lucerne alene. 1958-60

Af KRISTIAN HØJENDAHL

Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskoles kemiske laboratorium

Indledning

Denne undersøgelsesrække blev i sin tid startet af lektor J. M. JAKOBSEN, (1, 2, 3) efter hvis død jeg har fortsat målingerne af mikroklimaet over og især under forskellige landbrugsafgrøder. Disse målinger er udført i Landbohøjskolens undervisningsmark, hvis efor professor AXEL PEDERSEN på flere måder har støttet mit arbejde. De tidligere undersøgelser omhandlede græs, havre, hvede (4), bederoer (5, 6), olieør (7), rug (8), gul sennep (9) og kartofler (10).

Vejret var meget forskelligt i de godt to år, hvorom der her berettes, idet 1958 var våd og kold, hvorimod 1959 var tør og varm, også vinteren 1960 var tør. Som følge heraf er det ikke så nemt, at sammenligne resultaterne for de to år. Nærmere enkeltheder om vejret de to år vil fremgå af en artikel i Gartner-Tidende (11).

Byggen blev sået $^{11/4}$ 1958, som dæksæd for lucerne, der blev sået $^{19/4}$. Byggen blev ikke særlig tæt; men der kom efterhånden en god bevoksning af lucerne. Høsten blev foretaget den $^{11/8}$; de lufttørrede neg vejede 38 hkg pr. ha, og de aftærskede bygkærner 17 hkg pr. ha. Efter høst kom lucernen i god vækst, og klarede den følgende ret milde vinter godt. Lucernen trivedes også godt i 1959. Første slæt blev taget $^{20/5}$ og gav 165 hkg grønt pr. ha; andet slæt blev taget $^{16/7}$ og gav 130 hkg pr. ha og sidste slæt blev taget $^{1/9}$ og gav 90 hkg pr. ha. Ialt 385 hkg pr. ha for 1959, vel at mærke nyslået og ikke tørret afgrøde. For at afgøre, om det i 1958 var bygens rødder eller lucernens rødder, som kom først ned i jorden, blev der $^{19/4}$ 1959 sået lucerne uden dæksæd i det sydvestlige

hjørne af marken, hvor der i 1958 havde været bar jord. Denne nysåede lucerne var længe om at komme i gang, hvoraf man skønner, at det i 1958 var byggens rødder, som kom først ned i jorden. Men endelig kom lucernen i grøde og gav ved slæt $\frac{3}{9}$ 1959 170 hkg grønt pr. ha. Efter den tid blev lucernen i begge parceller holdt nede ved gentagen harvning; men selv efter pløjningen $\frac{19}{11}$ var lucernen ikke helt død. Jorden i den forhenværende lucerne-mark holdt sig tør indtil $\frac{1}{2}$ 1960. Det var en prøve på driftssikkerhed for de nye plexiglas-tensiometre, at blive holdt i gang den halve vinter, for at vise, hvornår jorden blev gennemblødt; men plexiglas-tensiometrene bestod prøven.

I luften målttes: Belysningsmængde, temperatur med maximum og minimum, nedbør eller dugfald, vindstyrke og vindretning. I jorden under afgrøderne, såvel som i bar jord, målttes temperaturen med maximum og minimum for forskellige dybder, fugtigheden med tensiometre i forskellige dybder samt grundvandstand.

Belysningsmængde og klarhedsprocent målttes ved hjælp af en af mig kombineret fotoelektrisk lysmåler (12); den er indbygget i vejrhytten. Klarhedsprocenten angiver forholdet mellem den mængde rød-gult lys, en bestemt vandret flade modtager i en vis tid, og den mængde, den ville have modtaget i samme tid, dersom himlen havde været klar hele tiden. Klarhedsprocent for tidøgn er vist ved den knækkede kurve nederst i diagrammerne 1 og 2. En oversigtsartikel over klarhedsprocent og belysningsmængde er publiceret i *Gartner-Tidende* (13).

Nedbøren målttes ved hjælp af en almindelig regnmåler. I diagrammerne er nedbøren angivet ved punkterede pile, hvis længde viser nedbøren i mm (falder der regn flere dage i træk, regnes det sædvanligvis for een nedbørsperiode og vises med een pil).

Dugfald bestemmes direkte, eller ved at strø lidt KMnO_4 på et stykke karduspapir. Dug eller regn vil opløse KMnO_4 , som siver ned i papiret, hvor det så reduceres til en brun plet af MnO_2 . Hvis der i så fald ikke er vand i regnmåleren, siger man dug, ellers regn (14).

Temperaturmålinger

Temperaturen måles daglig kl. 9 med maximum og minimum, samt kl. 13: i luften, i jordens overflade og i 5, 15 og 25 cm dybde

i såvel bar som bevokset jord. I større dybder er døgnvariationen så ubetydelig, at man kan se bort fra den, hvorfor jeg i 50, 75 og 100 cm dybde, samt i grundvandets overflade, nøjedes med at aflæse temperaturen kl. 9. Jeg har i tidens løb afprøvet mange slags termometre, også med hensyn til driftssikkerhed. Som bedst egnet for 15 og 25 cm dybde anses et vinkelbøjet maximumstermometer med kviksølvfyldning og derover en klar vædske med en markør, som kan flyttes med en magnet; og et vinkelbøjet minimumstermometer med toluolfyldning, og deri en markør, som kan flyttes ved hjælp af en magnet. I overfladen og i 5 cm dybde kan man godt bruge lige termometre, som iøvrigt ligner de ovenfor beskrevne. Termometrenes kappe skal være tilsmeltet og ikke lukket med en metalhætte. Maximumstermometrene justeres i isvand. Minimumstermometrene justeres ikke, og bruges kun til at vise, hvormeget minimum ligger under temperaturen kl. 9. Temperaturen i 50, 75 og 100 cm dybde målt i grundvandshuller føret med eternitrør. Ned i røret sættes en indsats, bestående af en træstok med tre messingcylindre, som passer med hullet. Cylinderne har huller for termometre og er varmeisoleret opad og nedad ved hjælp af korkpropper. En større korkprop for oven på træstokken fanger eternitrørets kant og definerer dybderne. For aflæsning af termometrene tages indsatsen ud, og messingcylinderne holder deres respektive temperaturer, medens aflæsningen varer.

Middeltemperaturen for en bestemt dybde dannes af tidøgnets 10 maxima og 10 minima. Sådanne middeltemperaturer for luften, for jordens overflade i såvel bevokset som bar jord, er afsat som kurver i diagram 1 for året 1958 og i diagram 2 for 1959-60, idet tiden er abscisse. Kurverne diskuteres med henblik på kurven for klarhedsprocent og på pilene for nedbør.

Diagram 1. Vinteren 1958 varede usædvanlig længe, og der var nattefrost indtil $27/4$, da der kom rigelig regn, som fik udsæden til at spire. Sidst i maj dækkede byggen jorden, hvilket også kan ses deraf, at kurven for temperaturen i overfladen af bevokset jord bøjer ned fra den tilsvarende kurve for bar jord. Afvigelsen, som er et mål for skyggevirkningen, når et maximum på 10°C først i juli. Da var det klart og meget varmt; men ikke ret længe, for midt i juli blev det regnvejr, og det blev det ved at være hele august. Regnvejret udligner temperaturforskellene, også den på

Diagram 1.

Klima i Byg med Lucerne 1958

Nedbør (Rainfall)

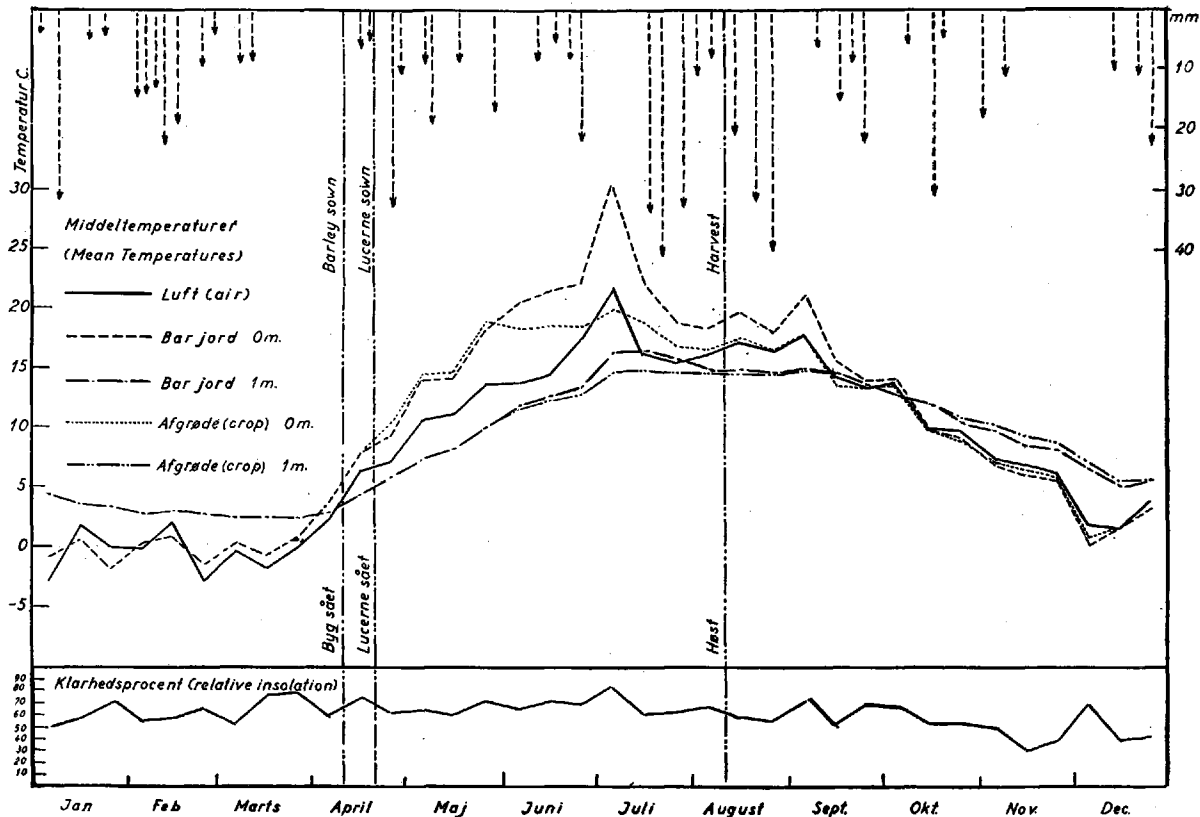
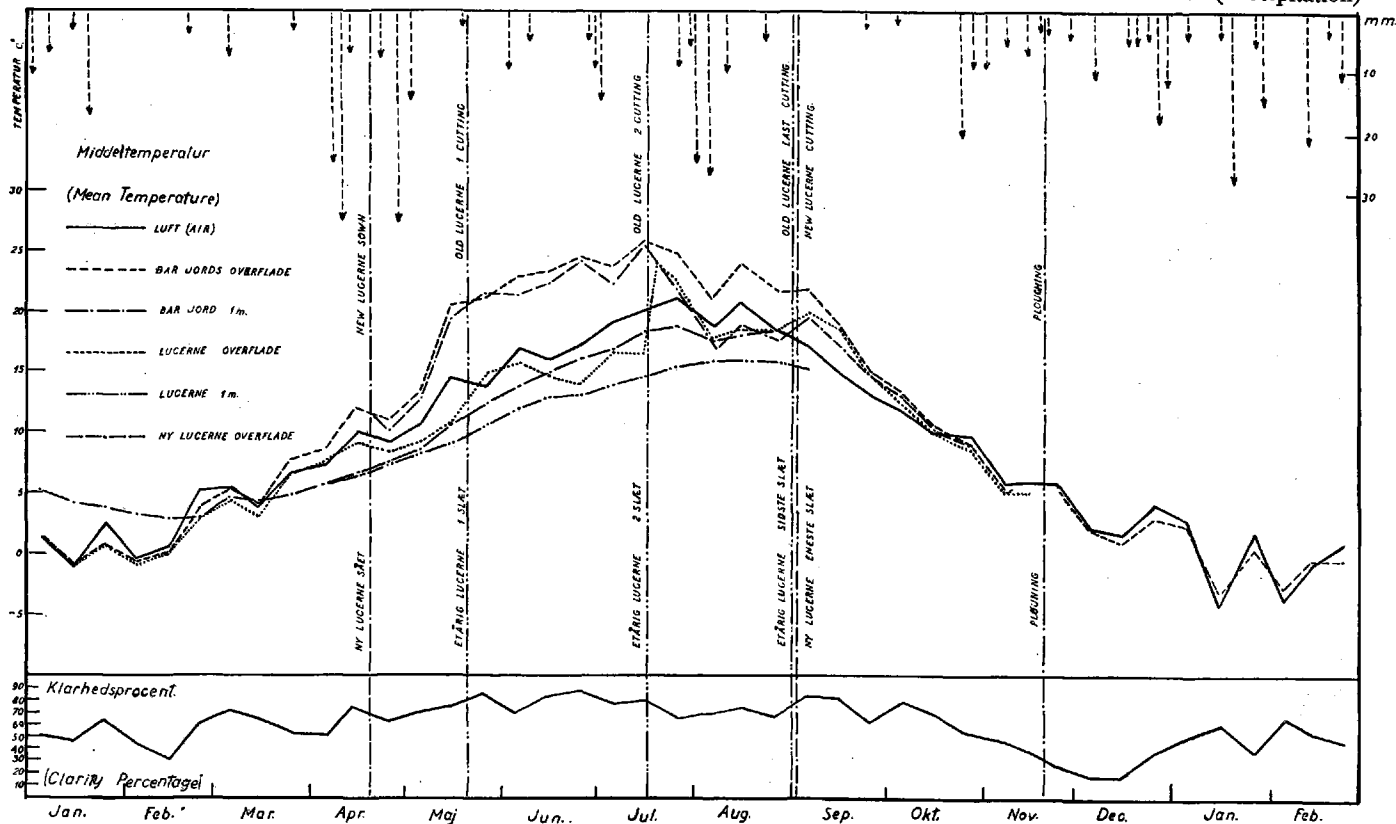


Diagram 2

Klima i Lucernemark 1959-60

Nedbør (Precipitation)



1,5°C mellem bar og bevokset jord i 1 m dybde. Der kom en ny tørvejrperiode først i september; man bemærker de opadgående spidser på alle kurverne. Forskellen mellem bar og bevokset jord bliver påny lidt større, fordi lucernen nu giver skygge.

Diagram 2. I 1959 var vinteren tør, mild og kortvarig, for allerede sidst i februar kom middel lufttemperaturen over 5°C. Lucernen klarede vinteren godt, og dens skygge bevirkede, at temperaturen i bevokset jord steg langsommere end i bar jord. Da første slæt blev taget $\frac{20}{3}$ var temperaturforskellen allerede 8°C. Den aftog efter slættet; men steg hurtigt igen til 10°C. Det var gennemgående klart, tørt og varmt vejr. Efter andet slæt $\frac{16}{7}$ aftog temperaturforskellen mellem bar og bevokset jord stærkt; der kom også nogle tordenbyger med regn og hagl, som udlignede temperaturforskellen. Efter tredje slæt blev lucernen holdt nede ved harvning og skufning, skyggevirksomheden blev derfor ringe, og temperaturforskellen mellem bar og tidligere bevokset jord blev efterhånden udlignet. Som tidligere nævnt, blev der den $\frac{19}{4}$ 1959 sået lucerne uden dæksæd i sydvest hjørne af marken. Først hen i juli var denne lucerne så kraftig, at den gav en kendelig skyggevirksomhed. Temperaturforskellene mellem bar og bevokset jord steg her til 5°C midt i august. Også her blev lucernen holdt nede efter slæt den $\frac{3}{9}$, og også her udlignes temperaturforskellen mellem bar jord og tidligere lucernemark.

Måling af grundvandstand og jordfugtighed

Grundvandstanden måltres tre gange om ugen ved hjælp af en almindelig tommestok, som man lader svirre, så kan man let se, hvornår den fanger vandoverfladen i grundvandshullet. Afdøde lektor J. M. JAKOBSEN (2) lod bore 50 grundvandshuller i undervisningsmarken og lod dem udføre på forskellig måde. Det var hensigten at afprøve de forskellige foringer af grundvandshuller, og resultatet af denne prøve kan gives nu: Rør af zinkplade klemmes sammen af jordtrykket, og rør af tegl frostsprænges, så disse to foringer er ikke egnede. Eternitrør holder upåklageligt, og også betonrør holder ganske godt. Jeg bruger nu eternitrørene til temperaturmålingerne for dybderne 50, 75 og 100 cm, og betonrørene

til grundvandsmålingerne. Betonrørene har en krave foroven, deri lægges et dæksel af træ, så falder man ikke i hullerne. Middelværdier for den, som vi siden vil sige, direkte grundvandstand i bevokset jord vises ved fuldt optrukne kurver i diagrammerne 3, 4 og 5, hvor tiden er abskisse. Grundvandstands-rørene blev taget op af jorden i efteråret 1959 på følgende måde: Ved hjælp af et jordbor bores en krans af huller omkring røret, disse huller fyldes med vand. Efter nogen tids henstand er jorden så opblødt, at røret kan rokkes og ved hjælp af et tov trækkes op af muddret.

Jordbundens fugtighed i $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1 m, $\frac{5}{4}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{7}{4}$ og 2 m dybde måles i såvel bar som bevokset jord tre gange om ugen ved hjælp af tensiometre. Jeg har tidligere (5) gjort rede for de ældre tensiometeres konstruktion. Til lucerne uden dæksæd har jeg imidlertid afprøvet en nykonstruktion; det var den, som blev holdt i gang til februar 1960, og som altså holdt til, at vandet frøs til is i rørene. Disse rør var gennemgående af plexiglas, og der var luft i en del af apparatet, når blot man kan se luften og altså korrigere for luft søjlen, betyder dens tilstedeværelse ikke nogen stor fejl. Det har været en ulempe ved tidligere konstruktioner, at man for at aflæse tensiometeret måtte betrede den jord, hvori man ville studere rodvirksomheden. Dette har jeg nu undgået ved at anbringe alle kviksølvmanometrene i et fælles stativ ca. 2 m til siden for de nedgravede porøse flasker. Forbindelsen dannedes i 1959 af slanger af klar plastic; men 1960 har jeg indført plexiglasrør hele vejen. Ligesom kautschuk- er plasticslange nemlig ikke helt lufttæt. Der bruges dog stadig plastic- og kautschukslange til at forbinde de enkelte plexiglasrør, og for at gøre disse slanger så tætte som muligt, stryges de over med syntal- eller visielak.

For at kunne sammenligne tensiometermålingerne med grundvandsmålingerne, bliver tensiometermålingerne udtrykt ved begrebet »virtuel grundvandstand« på engelsk »hydraulic head«; det er kviksølv søjlen gange 13,6 minus vandsøjlen fra kviksølvet og ned til jordens overflade. Vandet i jorden vil altid bevæge sig mod det lag, som udviser den laveste virtuelle eller direkte grundvandstand. I diagrammerne 3, 4 og 5 er ordinaten udtrykt som dybde i m fælles for grundvandstands- og tensiometermålingerne, og tiden er abskisse.

Diagram 3. Jordfugtighed under Byg med Lucerne 1958

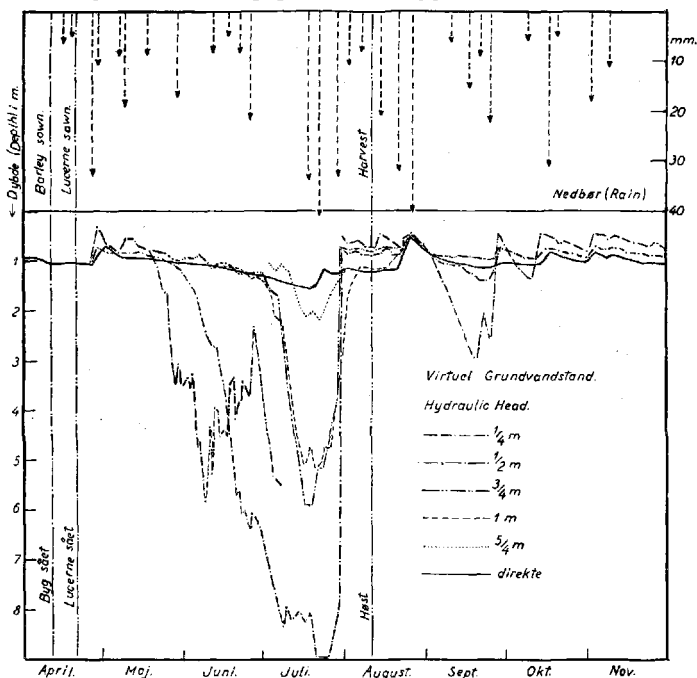
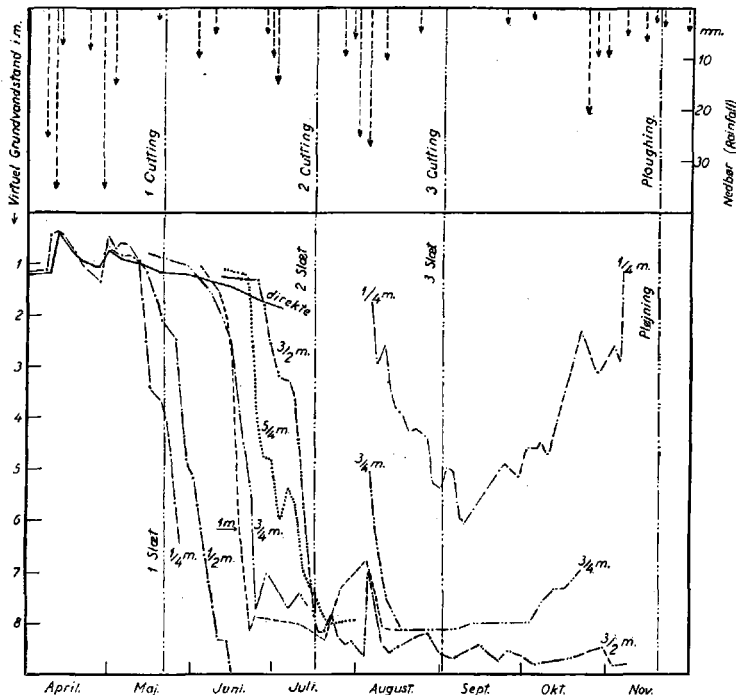


Diagram 3 viser målingerne i byg med lucerne 1958. Efter såningen af byg $11/4$ og lucerne $19/4$ ligger de virtuelle grundvandstande i nogenlunde samme dybde, som den direkte grundvandstand. Den $18/5$ bøjer kurven for virtuel grundvandstand for $1/4$ m dybde nedad; årsagen hertil er, at rødderne (og det er formodentlig byggens rødder) nu er nede i $1/4$ m dybde og suger kraftigt der. Kurven falder til 6 m dybde, og stiger så igen dels på grund af regnvejr, og dels fordi rødderne nu er gået længere ned. Efter $27/5$ falder kurven påny, antagelig fordi lucernens rødder nu er nede i $1/4$ m dybde og suger kraftigt der. Kurverne for de andre dybder opfører sig på lignende måde; men de bøjer ikke nedad så brat. Efter kurverne at dømme, skønnes rødderne at være i følgende dybder til følgende tider:

Dybde:	$1/4$ m	$1/2$ m	$3/4$ m	1 m	$5/4$ m
Tid:	$18/5$	$27/5$	ca. $1/7$	ca. $1/7$	$12/7$

Diagram 4. Jordfugtighed under etårig Lucerne. 1959



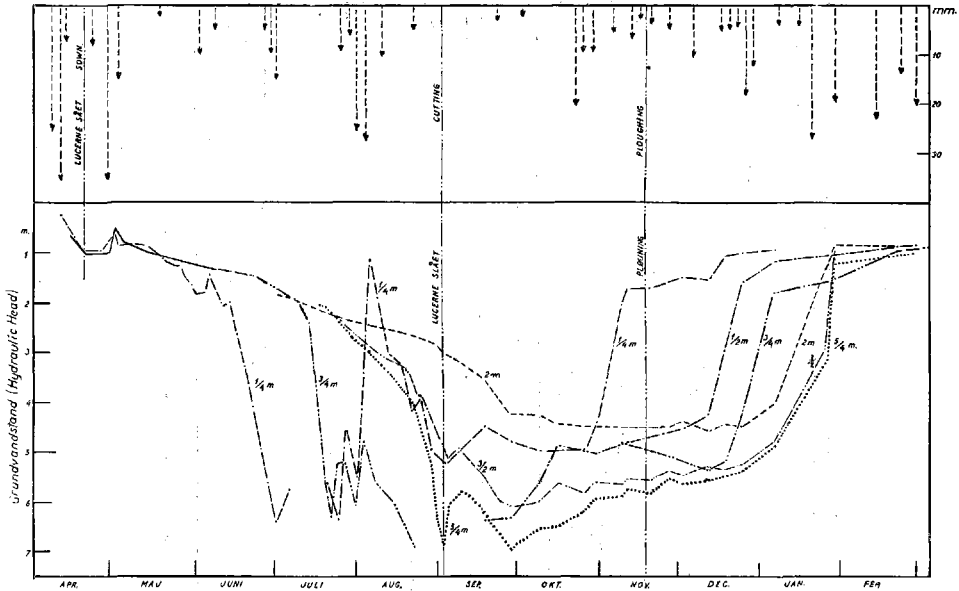
Alle kurverne passerer et minimum og stiger påny op over kurven for direkte grundvandsstand; d.v.s., at jorden er helt gennemblødt den $\frac{1}{8}$, altså før høsten $\frac{11}{8}$. Efter høsten er byggen død; men lucernens lever videre, og under tørvejret først i september tørrer lucernens rødder jorden ud i $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{2}$ m dybde, hvorfor de tilsvarende kurver falder, indtil mere regnvejr bringer dem op igen. Det synes, som om lucernens rødder ikke er nået mere end $\frac{1}{2}$ m ned i jorden den første sommer.

Diagram 4 viser målingerne for den samme lucernemark i 1959. Midt i maj drejer kurverne for $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{2}$ m dybde nedad, de følges nogenlunde ad, for rødderne var allerede fra efteråret nede i disse dybder. Efter kurverne at dømmes skønnes rødderne at være i følgende dybder til følgende tider:

Dybde:	$\frac{3}{4}$ m	1 m	$\frac{5}{4}$ m	$\frac{3}{2}$ m
Tid:	$\frac{1}{6}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{21}{6}$	$\frac{26}{6}$

Diagram 5.

Jordfugtighed under Lucerne 1959-60 Nedbør (Precipitation)



Desværre havde jeg ikke tensiometre i større dybder på dette sted, for der er ingen tvivl om, at lucernens rødder er gået mere end de 1,5 m ned i jorden. Der kom meget lidt regn i efteråret og jorden var tør langt ned. Da jeg skulle have tensiometrene op inden vinteren, blev jeg nødt til at standse målingerne, inden jorden var gennemblødt.

Diagram 5 viser målingerne for i 1959 nysået lucerne uden dæksæd. Af kurverne finder vi følgende vækstdata for lucernens rødder:

Dybde: $\frac{1}{4}$ m $\frac{3}{4}$ m $\frac{5}{4}$ m $\frac{3}{2}$ m
 Tid: $\frac{25}{5}$ $\frac{11}{7}$ $\frac{26}{7}$ $\frac{3}{8}$

Desværre svigtede tensiometrene i $\frac{1}{2}$ og 1 m dybde.

Ved at sammenligne diagrammerne 3 og 5 ser man, at rodvæksten for lucerne alene kommer en halv snes dage bagefter rodvæksten for byg med lucerne. Det er jo nogen forskel; men ikke nok til med bestemthed at sige, at de af diagram 3 fundne vækstdata skyldes byggens rødder og ikke lucernens rødder. Her ville vækstdata for byg alene være til stor nytte. Målinger i byg alene er imidlertid udført af H. C. ASLYNG og K. J. KRISTENSEN (16).

Ifølge de af dem fundne data, synes byggens rødder at være i $\frac{1}{2}$ m dybde den $^{22}/_6$ og i 1 m dybde den $^{18}/_6$, dette er en halv snes dage før rødderne af byg med lucerne efter diagram 3, og en snes dage før rødderne af lucerne alene efter diagram 5. Deres byg blev imidlertid sået tyve dage før min byg. Det er klart, at den tidligere såning vil bevirke, at rødderne kommer før ned i jorden. Men alt taget i betragtning tør man dog vist slutte, at byggen kommer først, ikke blot over jorden, hvilket man kan iagttage; men også ned i jorden. Vi kan derfor med nogenlunde sikkerhed henføre de ovenfor anførte vækstdata for byg med lucerne til byggens rødder.

Vækstkurver for rødder

De fundne vækstdata er afsat i diagram 7, hvor dybden er ordinat og tiden abscisse. Der trækkes vækstkurver gennem punkterne.

Diagram 6.

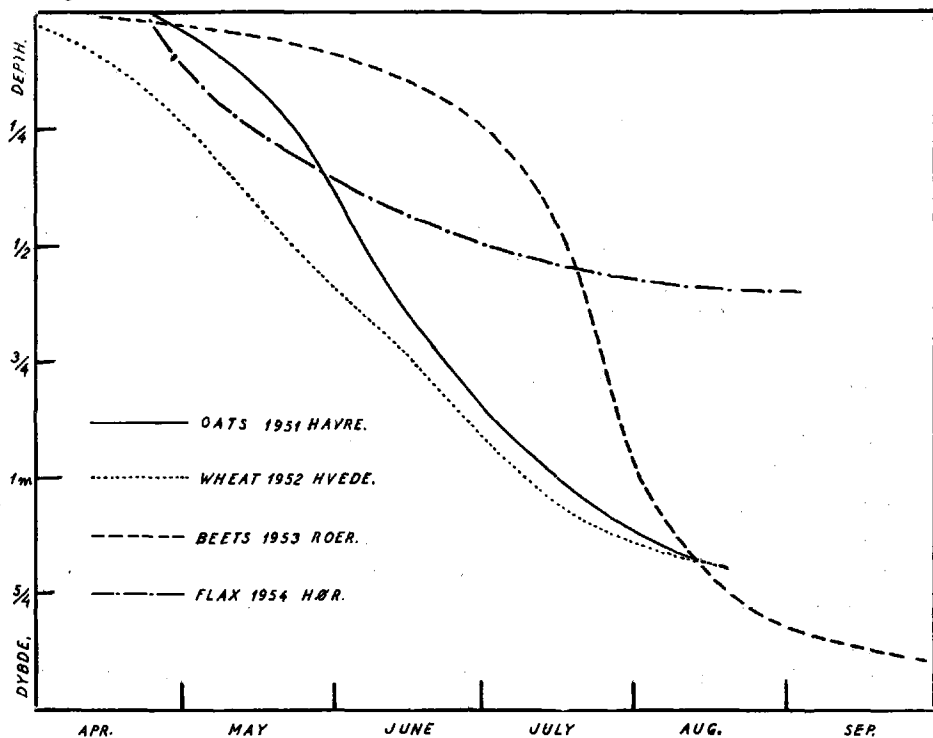
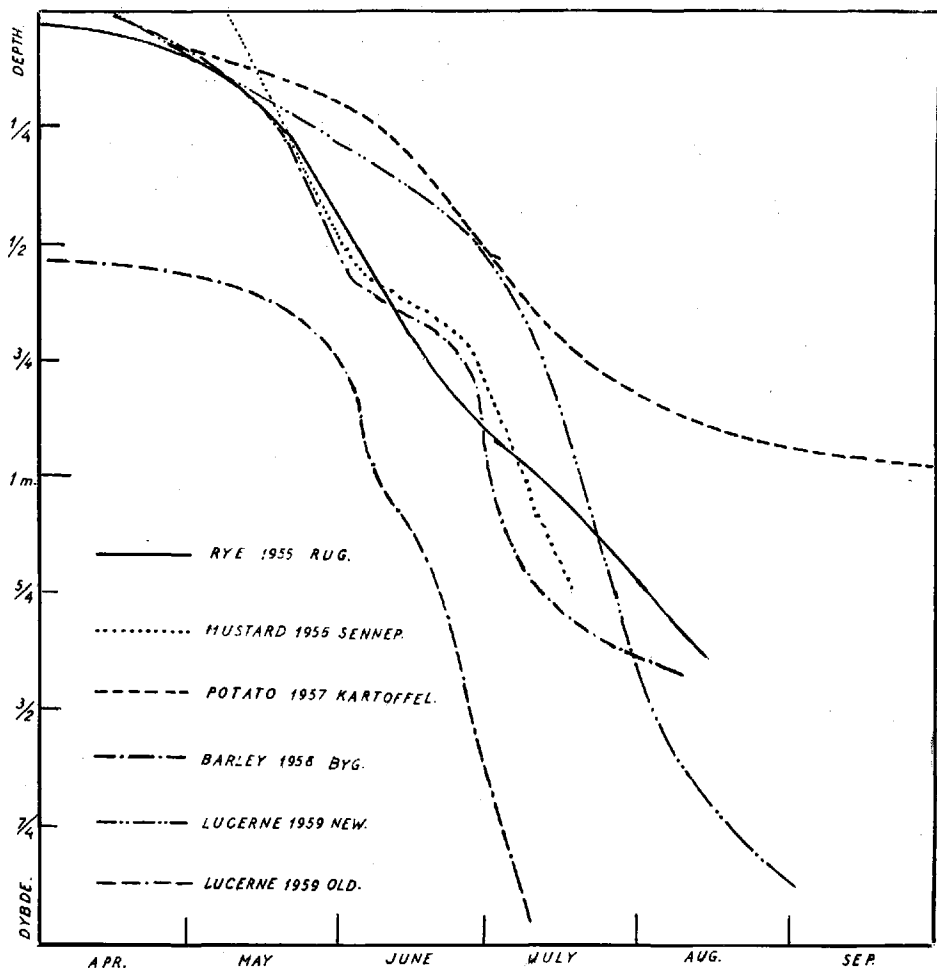


Diagram 7.



Til vækstkurven for byg bruges data fra byg med lucerne. Kurven er noget buget; men det stemmer med, at rødderne vokser hurtigt, når det er varmt og tørt, og langsomt, når det er koldt og vådt. I diagrammerne 6 og 7 er endvidere afsat vækstkurver for de af mig tidligere undersøgte afgrøder. Man bemærker, at de fleste afgrøder går ca. $\frac{5}{4}$ m ned i jorden. Hør gik imidlertid kun godt $\frac{1}{2}$ m ned i jorden (det var nu også en våd sommer) og kartofler kun godt 1 m ned i jorden. Lucerne uden dæksæd går $\frac{7}{4}$ m ned i jorden den første sommer, og mere næste år. Man bemærker

også, at lucerne ligesom bederoer og kartofler kommer sent i gang med at gro, hvorimod kornsorterne kommer tidligt i gang.

Planternes vandforbrug

Ved hjælp af tensiometre kan man bestemme den dato, da jorden under afgrøden begynder at blive tør; og den dato, da jorden igen er gennemblødt. Så længe der findes et tørt lag i jorden, vil intet vand løbe igennem jorden ned til grundvandet; men i dette tidsrum vil den til nedbøren svarende mængde vand fordampe, i det væsentlige med passage gennem planterne. Noget vil vel nok fordampe direkte fra blade og stængler (interception) og især efter høst vil noget fordampe direkte fra jordens overflade. Man forstår, at man ved hjælp af tensiometre kan få en (omend lidt grov) bestemmelse af planternes vandforbrug.

Af diagram 3 ser man, at jorden under byg med lucerne var tør fra $18/5$ til $1/8$. Nedbøren i dette tidsrum var 170 mm, svarende temmelig godt til planternes vandforbrug i det samme tidsrum. Det er imidlertid ikke til at afgøre, hvorledes dette forbrug blev fordelt mellem byg og lucerne.

Det fremgår af begge diagrammer 4 og 5, at jorden i efteråret 1959 var tør meget langt ned. Medens det på forhånd blev opgivet at holde tensiometrene i gang vinteren igennem i pløjemarken efter den etårige lucerne, blev dette gennemført i pløjemarken efter den 1959 nysåede lucerne uden dæksæd. Som diagram 5 viser, blev jorden først gennemblødt omkring $1/2$ 1960. Den blev tør $25/5$ 1959. Nedbøren i dette lange tidsrum var 311 mm. Hele denne mængde er dog næppe brugt af lucernen. Der er også fordampnet noget fra jordens overflade i det lange tidsrum fra $3/9$ 1959, da sidste slæt blev taget, hvorefter der blev harvet, og til $1/2$ 1960. Kurverne i diagram 5 viser, hvorledes jorden blev våd, både fra oven og fra neden. Man bemærker, at kurven for 2 m dybde stiger før kurverne for $3/2$ og $5/4$ m dybde. Vandstigningen i jorden er nok langsom; men dog ikke helt uden betydning.

H. C. ASLYNG og K. J. KRISTENSEN (15, 16) har på lignende måde undersøgt etårig og toårig, men ikke nysået lucerne på to steder, nemlig Albertslund 1952-53 og Højbakkegård 1956-57. Kurverne for de to steder afviger fra hinanden, og det er åbenbart, at rod-

udvikling og vandforbrug afhænger af jordbunden, af vejret, af gødsningen og af tiderne for såning og slæt.

OVERSIGT

Temperaturen målt daglig, i luften og i forskellige dybder dels i bar jord og dels i jord under byg med lucerne, samt under ren lucerne. Der brugtes maximums- og minimumstermometre ned til 25 cm dybde, og alm. kviksløvtermometre ned til 1 m dybde, samt i grundvandets overflade. Middelterperaturen, dannet af tidøgnetts ti maxima og ti minima, er afsat som ordinat og tiden som abscisse i diagram 1 for 1958 og diagram 2 for 1959-60.

Nedbøren målt også og er vist ved punkterede pile i diagrammerne.

Klarhedsprocenten er forholdet mellem den mængde rød-gult lys, man får, og den mængde, man ville have fået, dersom himlen havde været klar hele tiden. Den målt ved hjælp af et af mig kombineret apparat, og er for tidøgn afsat som ordinat for kurven nederst i diagrammerne.

Man bemærker, at temperaturkurverne stiger og falder med klarhedsprocenten. Når afgrøden bryder frem af jorden, drejer temperaturkurven for bevokset jord ned fra temperaturkurven for bar jord, idet den stiger mindre. Efter hvert slæt, og især efter den sluttelige høst, nærmer kurverne sig igen hinanden.

Grundvandstanden målt direkte i 10 huller.

Virtuel grundvandstand (hydraulic head) målt med *tensiometre* i forskellige dybder, dels i bar jord og dels under afgrøde. Dybder af både virtuel og direkte målt grundvandstand er afsat som ordinat i diagrammerne 3, 4 og 5. Diagram 3 gælder byg med lucerne i 1958. Diagram 4 den samme lucerne i 1959. Og diagram 5 gælder nysået lucerne uden dæksæd i 1959-60. Tiden er abscisse i alle diagrammerne.

Røddernes vækst. Idet afgrødens rødder når ned til tensiometerets porøse flaske, drejer den tilsvarende kurve for virtuel grundvandstand nedad. Ved at have tensiometre med porøse flasker i forskellige dybder kan man derfor følge røddernes vækst ned i jorden, og bestemme punkter på vækstkurven.

I diagrammerne 6 og 7 sammenlignes vækstkurverne for byg og lucerne med de af mig tidligere bestemte vækstkurver for andre afgrøder.

Planternes vandforbrug lader sig også bestemme ved hjælp af tensiometre og nedbørsmåler, idet man kan bestemme den dato, da jorden under afgrøden begynder at blive tør, og den dato, da jorden påny er gennemblødt. Nedbøren i det mellemliggende tidsrum er et groft mål for planternes vandforbrug i det samme tidsrum. I 1958 brugte byg med lucerne 170 mm i tiden fra $\frac{13}{5}$ til $\frac{1}{8}$. I 1959 brugte den nysåede lucerne uden dæksæd 310 mm fra $\frac{25}{5}$ til $\frac{3}{5}$; men her er bestemmelsen ikke så nøjagtig, for af de 310 mm er en hel del fordampet direkte fra pløjejorden i tiden fra $\frac{3}{5}$ 1959 til $\frac{1}{2}$ 1960, da jorden blev gennemblødt.

SUMMARY

The *temperature* of air, bare soil, and soil under barley with lucerne, and lucerne alone, was measured at various depths, by means of maximum and minimum thermometers. The mean temperatures, plotted in diagram 1 for 1958 and diagram 2 for 1959-60, were obtained by taking the average of maxima and minima for consecutive ten days. The time is abscissa.

The *precipitation* was measured as usual, and is shown by dotted arrows at the top of the diagrams.

The *clarity percentage* or relative insolation for red-yellow light, was measured by means of an apparatus combined by the author. It is shown as a curve at the bottom of the diagrams.

It will be observed that the temperature curves rise and fall with the clarity percentage. As the crop grows, the temperature curve for the surface of soil under crop leaves the corresponding curve for bare soil; after each cutting, and after the final harvest, it approaches it again.

The *depth of ground water table* was measured in 10 holes.

The *hydraulic head* at various depths was measured by means of *tensiometers*. The variation with time of ground water table and hydraulic heads is given in diagram 3 showing barley with lucerne in 1958; diagram 4, showing the same lucerne in 1959, and diagram 5, showing lucerne without cover crop in 1959-60.

Root Development. When the roots of the crop reach the tensiometer cup, the corresponding curve of hydraulic head turns downwards, hence we may follow the development of roots by means of tensiometers, and determine points on the growth curve.

In the diagrams 6 and 7, such growth curves for barley and lucerne are compared to growth curves found earlier for other crops.

The *Water consumption of plants* may be determined by means of tensiometers, because one may determine the date, when the soil below the crop starts being dried up, and the date, when the soil is again saturated with water. As no water passes through the soil in that time

interval, the precipitation must be equal to the evaporation. The evaporation is mainly due to the action of the crop. Thus we get a crude determination of the consumption of the crop. In 1958 the consumption of barley with lucerne was 170 mm from $\frac{13}{8}$ till $\frac{1}{8}$. In 1959 the consumption of new lucerne without cover crop was 310 mm; but in this case the determination is not very accurate, because it did last five months from harvest until the soil was saturated with water, and in that time a considerable amount of water evaporated directly from the surface of the soil.

LITTERATUR

1. *Jakobsen J. M. & Højendahl K.*: Investigation of methods and apparatus suitable for current control of the moisture in soil covered by crop. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskoles Årsskrift 1950, 114-123.
2. *Jakobsen J. M., Lysgaard C. P. & Højendahl K.*: Investigation with tensiometers, holes for determining ground water table, and soil samples in the Experimental Field. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskoles Årsskrift 1950, 124-140.
3. *Jakobsen J. M., Sørensen C., Middelboe V., Madsen J. & Højendahl K.* To what extent is wet soil colder than dry soil? Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskoles Årsskrift 1953, 15-20.
4. *Højendahl K.* Recording the climate in the old Experimental Field. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskoles Årsskrift 1953, 21-47.
5. - Måling af jordens fugtighed ved hjælp af tensiometre i Landbohøjskolens undervisningsmark. Gartner-Tidende 1954, 79-82.
6. - Undersøgelse af jordbundens temperaturforhold i Landbohøjskolens undervisningsmark 1953. Gartner-Tidende 1954, 263-265.
7. - Løbende kontrol af klimaet både over og under jorden i en olieørmark i Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles undervisningsmark. LIN 9, 1955, 37-43.
8. - Maximum- og minimumstermometre til bestemmelse af jordbundens temperatur. Nordisk Jordbrugsforskning. 38, 1956, 327-332.
9. - Klimastudier omkring danske landbrugsafgrøder VIII. Gul sennep 1956. Ugeskrift for Landmænd. 1957, nr. 15, VI.
10. - Klimastudier omkring kartofler 1957. Gartnerforeningens Årbog 1958, 183-190.
11. - Om sol og regn i årene 1958 og 1959. Gartner-Tidende 1960, 54.
12. - En lysmængdemåler. Nordisk Jordbrugsforskning 36 1954, 64-68.
13. - Klarhedsprocent og belysningsmængde. Gartner-Tidende 1959, 209-210.
14. - Hvorledes man, uden at stå tidlig op, kan afgøre, om der er faldet dug om natten eller ej. Gartner-Tidende. 1956, 609.
15. *Aslyng H. C. & Kristensen K. J.*: Investigations on the water balance in danish agriculture. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskoles Årsskrift 1953, 48-90.
16. - Investigations on the water balance in danish agriculture II. 1953-1957. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskoles Årsskrift 1958, 64-100.