

Planternes vandforbrug, klimaforhold og planteproduktion

Evapotranspiration, climate and plant production.

V. Jørgensen

Resumé

Klimaet ved Jyndeved forsøgsstation er søgt karakteriseret ved hjælp af temperatur, dugpunkt, vindhastighed, globalstråling, nettostråling, diffusstråling, refleksion, nedbør samt potentiel og aktuel fordampning.

Potentiel og aktuel fordampning blev målt direkte i marken ved hjælp af neutronmetoden. Endvidere blev potentiel fordampning beregnet ved hjælp af klimadata (*Penman*) samt målt med fordampningsmåler (HL 315).

Det gennemsnitlige årlige vandingsbehov blev bestemt til 169 mm for græs, 68 mm for byg og 89 mm for kartofler, hvilket blev beregnet som differencen mellem fordampningen fra vandede og uvandede planter af den aktuelle afgrøde. Der fandtes en høj korrelation mellem stofproduktion og vandforbrug.

Vanding medførte, at afstrømningen i vækstperioden blev øget: I græs med 40 mm til 105 mm, i byg med 6 mm til 18 mm og i kartofler med 22 til 42 mm.

Nøgleord: Klima, fordampning, vanding.

Summary

The climate at St. Jyndeved experimental station (situated near the border of West Germany) is characterized by means of temperature, dewpoint, windvelocity, global radiation, net radiation, diffuse radiation, reflection, precipitation as well as potential and actual evapotranspiration.

The potential and actual evapotranspiration were measured directly in the field by means of the neutron scattering method. Furthermore the potential evapotranspiration was calculated from the climatic observations (*Penman*) and compared with data from an evaporation pan (HL 315).

Irrigation caused an increase in drainage through the growthseason: In grass with 40 mm to a total of 105 mm. Barley with 6 mm to 18 mm. Potatoes with 22 mm to 42 mm.

The average annual requirement of irrigation was determined to 169 mm in grass, 68 mm in barley and 89 mm in potatoes. These figures were estimated in each crop as the difference in evapotranspiration between irrigated and not-irrigated plants.

Between evapotranspiration and plantproduction as dry matter was found a close correlation.

Key words: Climate, evapotranspiration, irrigation.

Indledning

I forbindelse med det af UNESCO iværksatte forskningsprogram med henblik på udforskning af vandets kredsløb i naturen, regionalt som globalt, »Den Internationale Hydrologiske Dekade« (IHD), blev der i 1966/67 planlagt en række koor-

dinerede aktiviteter ved forskellige virksomheder og forskningsinstitutioner i de nordiske lande.

Styring og koordinering af de enkelte aktiviteter skete via en nordisk IHD komité samt otte arbejdsgrupper (*Anon.*, 1968, *Anon.*, 1969).

I IHD samarbejdet var det Jyndeved forsøgsstations opgaver at:

1. Bestemme luft og nedbørs kemiske sammensætning i de danske landområder.
 2. Måle den potentielle fordampning fra et landsdækkende net af fordampningsmålere (HL 315).
 3. Bestemme den potentielle fordampning ved hjælp af klimadata.
 4. Bestemme den aktuelle fordampning fra forskellige landbrugskulturer under forskellige vandforsyningsforhold.
 5. Undersøge de enkelte klimaelementers indflydelse på fordampning og stofproduktion.
- Resultater fra punkt 1 og 2 publiceres i særlige beretninger. I nærværende beretning publiceres resultater fra punkt 3-5.

Metodik

Til bestemmelse af de enkelte klimaparametre blev der etableret en automatisk klimastation på et for området repræsentativt areal nær Jyndeved forsøgsstation.

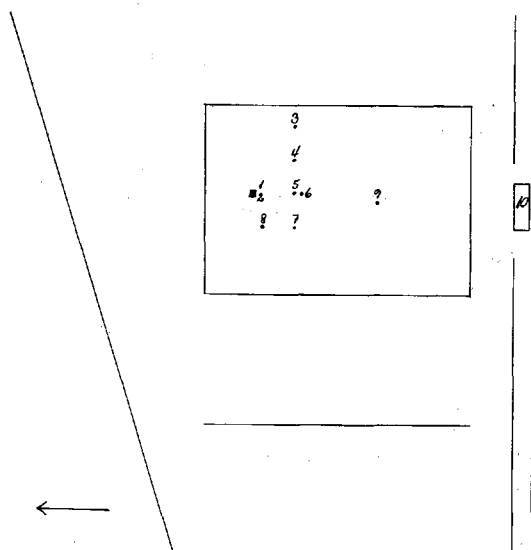


Fig. 1. Placering af klimatologisk måleudstyr.

Placement of climatological equipment.

1. termometer, 2. dugpunktsføler, 3. vindretning, 4. anemometer, 5. solarimeter, 6. netradiometer, 7. solarimeter for refleksion, 8. solarimeter for måling af diffus stråling, 9. heatflowmeters, 10. hus for måleudstyr.
- 1 cm på figur = 5 m i terræn.

Fig. 1 viser de enkelte måleinstrumenters opstilling og deres indbyrdes placering. Af figuren fremgår, at der blev målt lufttemperatur, dugpunkttemperatur, vindretning, vindhastighed, globalstråling, nettostråling, refleksion, diffusstråling og jordvarmetransport.

Målearealet, som var 28×39 m, var bevokset med kortklippet græs. Arealet blev gødet og vandet med det formål at holde farven konstant grøn i planternes vækstperiode og at undgå svingninger i jordens termiske egenskaber på grund af periodvis udtørring.

Lufttemperaturen målt med et 100 ohms platinmodstandstermometer, medens dugpunkttemperaturen blev målt med et modstandstermometer omgivet af glasvæv bevirket med to spændingsførende sølvtråde. Glasvævet befugtes med lithiumklorid, hvis vandindhold varierer med luftfugtigheden, og som derved leder strøm mellem trådene. Føleren opvarmes til den temperatur, hvor lithiumklorids damptryk er i ligevægt med luftens damptryk. Ved uligevægt, d.v.s. højere eller lavere damptryk i luften end over lithiumklorid, optager eller afgiver saltet vand, modstanden ændres, og den ændrede strømgenmængde fører til en ny ligevægtstemperatur. Ligevægtstemperaturen registreres med modstandstermometeret.

Vindhastigheden blev målt i 2 m højde med skålanemometer med elektronisk omdrejningstæller, der gennem en forstærker sender signaler til dataloggeren.

Vindretningen målt ligeledes i 2 m højde med en elektronisk vindretningsmåler med en serie modstande, som automatisk indkobles efter vindretningen. Vindretningen blev målt i ottendedele. Data fra vindretningsmålingerne er ikke medtaget i denne beretning.

Globalstrålingen blev målt i 1 m højde med Kipp & Zonen solarimeter. Energien absorberes i en sortsværtet termosøjle. Temperaturforskellen mellem den absorberende overflade og lufttemperaturen er proportional med strålingsfluxen. Termosøjlen er beskyttet af to glaskugler, der begrænser den spektrale følsomhed til 0,3-2,5 μm .

Diffusstråling blev ligeledes målt i 1 m højde

med samme instrument som globalstrålingen, men med en ring placeret således, at den skygger for den direkte solstråling.

Reflektionen blev målt i 1 m højde med samme instrument som global- og diffusstråling, men med instrumentet vendt mod jordoverfladen. Nettostråling blev målt i 1 m højde med netradio-meter. Måleren består af en terningeformet termosøjle, som er sort på de to modstående måleflader. Strålingsenergien absorberes effektivt af begge overflader, og den registrerede temperaturforskelle er proportional med nettostrålingen. Følere beskyttes af polyethylenkupler, som

transmitterer både kort- og langbølget stråling. Kuplerne holdes udspændte med et svagt overtryk af tørret luft.

Jordvarmetransport blev målt i 5 cm dybde under græs med heatflowmeter, der består af termosøjler indstøbt i et vandfast og elektrisk isolerede materiale. Den registrerede temperaturændring er proportional med varmefluxen, positiv eller negativ.

Aslyng (1976) har beskrevet de omtalte instrumenter nærmere. I tabel 1 findes en oversigt over instrumentbetegnelser, de anvendte måleenheder samt nye enheder.

Tabel 1. Måleinstrumenter og enheder
Measuring instruments and units

Parameter	Instrument	Enhed
Temperatur	100 ohm pt modstandstermometer	°C
Dugpunkt	lithiumkloridføler	°C
Vindhastighed	anemometer	m/sec.
Vindretning	modstandskæde	talkode
Indstråling (= globalstråling)	solarimeter, Kipp & Zonen	cal/cm ² minut (1 W/m ² = 14,33 · 10 ⁻⁴ cal/cm ² · minut)
Diffus stråling	»	»
Reflektion	»	»
Nettostråling	»	»
Jordvarmetransport (Heat flux)	»	»
Jordvand	neutronmeter	counts per minute (cpm)

Dataregistreringen fra alle instrumenter blev foretaget elektronisk ved hjælp af en datalogger af mærket Solartron. Oplysningerne blev lagret på papirstrimmel. Der blev registreret hver 10. minut i hele perioden. Dataloggeren består af følgende grundenheder:

- scanner, der bestemmer rækkefølgen af de indgående signaler.
- digitalvoltmeter, der omsætter indgangsspændingen til impulsserier.
- digitalur, som styrer anlægget tidsmæssigt.
- termobro, som leverer en konstant strøm til modstandstermometrene.
- styreenhed for dataindføringen.
- tapepuncher (hullemaskine), som udstander resultaterne på hulstrimmel.

Fra måleinstrumenterne overføres (transporteres) alle signaler som spænding, mV. Spændingen lægges over en tællekæde af multivibratorer, som afgiver en serie veldefinerede firkantimpulser. Disse føres som binær kode til udstandsning på papirstrimlen. Relationen mellem spænding og værdi er i de fleste tilfælde givet ved en ret linie:

$$Y = \alpha x + c$$

Ved beregningerne, som blev foretaget på EDB anlægget på Danmarks Tekniske Højskole, blev der på alle data anvendt en speciel testprocedure, som i hovedtræk kan beskrives således:

Der blev foretaget en undersøgelse af variationen af de enkelte klimaparametre mellem to registreringer (10 min. interval). Det blev derefter krævet, at alle enkeltdata befandt sig i intervallet:

$$y_2 = y_1 \pm a$$

y_1 og y_2 : To på hinanden følgende registreringer.
a: Max. tilladte variation.

Hvis ovenstående betingelse ikke var opfyldt blev $y_2 = y_1$. Metoden gav mulighed for frasortering af de apparatur- og registreringsfejl, som opstod med mellemrum. Manglende data blev oprettet ved reliniet interpolation. Hvor der i enkelte tilfælde var længere stop i registreringerne, ét til flere døgn, f.eks. på grund af reparation af datalogger, blev der beregnet døgnværdier ved hjælp af de manuelle aflæsninger i Meteorologisk Instituts klimahytte. Globalstrålingen blev beregnet, som beskrevet af *Johansson* (1974).

De øvrige strålingsværdier blev beregnet ved hjælp af fundne korrelationer mellem de enkelte parametre:

$$\text{Refleksion (y)} = 0,244x + 0,76$$

$$(1/4-31/10)x = \text{globalstråling}$$

$$r = 0,99^{***}$$

$$y = 0,247x + 17,24$$

$$(1/11-31/3)x = \text{globalstråling}$$

$$r = 0,86^{***}$$

$$\text{Nettostråling (y)} = 0,617x + 1042,4$$

$$(1/4-30/9)x = \text{globalstråling}$$

$$r = 0,95^{***}$$

$$y = 0,599x + 1246,0$$

$$(1/10-31/3)x = \text{globalstråling}$$

$$r = 0,94^{***}$$

$$\text{Heat flux (Y)} = 0,0413x + 103,5$$

$$(1/1-31/12)x = \text{nettostråling}$$

$$r = 0,93^{***}$$

I de følgende afsnit anvendes oftest betegnelsen fordamning, evt. vandforbrug, i forbindelse med den totale vandafgivelse til atmosfæren, det vil sige summen af fordamning og transpiration (= evapotranspiration).

Den potentielle evapotranspiration blev beregnet på klimadata ved hjælp af Penmans formel (*Penman*, 1948).

Den aktuelle fordamning blev bestemt i marken ved hjælp af neutronmetoden. Denne metode bygger på det princip, at hurtige neutroner frigives fra en neutronkilde. Ved kollision med brintatomer mister neutronerne energi. Brint er en del af vandmolekylet. En del af de modererede neu-

troner når en lithiumjodid krystal, som udsender lysglimt, når den rammes af modererede neutroner. Disse lysglimt omdannes til elektriske impulser, som registreres på et tællerværk. Relationen mellem vandindhold og tælletal, cpm, kan beskrives således:

$$Y = ax + bx^2 + c$$

Y = vandindhold i volumen pct.

x = tælletal, counts per minut (cpm).

a, b og c er konstanter.

Kurvens beliggenhed i koordinatsystemet ændres med jordens tørre volumenvægt således, at samme tælletal repræsenterer et faldende vandindhold ved stigende volumenvægt af jorden. Derimod ændres kurvens form kun ubetydeligt selv inden for relativt store ændringer i jordens vandindhold. Dette medfører, at differensmålinger normalt kan foretages ved en fikseret tæthed, hvorimod måling af det absolutte vandindhold kræver beregning under hensyntagen til jordens tæthed. *Ølgård* (1965) har beskrevet metodens teori indgående.

Målingerne blev foretaget i aluminiumsrør, som blev nedsat i jorden om foråret. I de fleste tilfælde er målingerne gennemført med to gentagelser og måling fra 20 cm dybde og med 20 cm intervaller indtil 120 cm dybde. Den anvendte måletid var 1 minut og målefrekvensen var to gange ugentlig.

Den aktuelle evapotranspiration blev beregnet således:

$$E_a = \Delta w + N + V$$

E_a = aktuel evapotranspiration, mm

Δw = vandindhold i 1 m dybde (målt fra jordoverfladen) ved måling nr. x minus vandindholdet i 1 m dybde ved måling x+1, mm.

N = nedbør i perioden fra måling nr. x til x+1, mm.

V = vanding i perioden fra måling nr. x til x+1, mm.

Afstrømning til undergrunden finder sted, når jordens vandindhold overstiger 140 mm (markkapacitet) i 1 m dybde. Afstrømning blev beregnet på følgende måde:

$$A = (\Delta w + N + V) \div E_p \text{ (ved vandindhold} > 140 \text{ mm i 1 m dybde)}$$

A = afstrømning, mm.

Ep = potentiel evapotranspiration
efter Penman, mm.

Undersøgelserne blev foretaget på grovsandet jord ved Jyndevad forsøgsstation. Jordtypen er beskrevet af Hansen (1976).

Resultater

Månedsværdier for de enkelte klimaparametre, fordampning fra fordampningsmåler og beregnet potentiel fordampning ved hjælp af klimadata, er vist i hovedtallerne I–III.

Klimaparametre og fordampning

Som eksempler på klimatisk årsvariation på månedsværdierne skal kun omtales nogle værdier fra juni og juli måned, som er måneder med stor planteproduktion og høj potentiel og aktuel fordampning. Den globale indstråling kan i disse måneder blive op til 16000 cal pr. cm², tabel 1d.

De højeste globalstrålingsværdier for juni måned blev målt i 1970, 73, 75 og 1976, og varierede fra 15675 cal pr. cm² i 1975 til 16797 cal pr. cm² i 1970. I de samme år blev der målt den højeste nettostråling og fordampning fra fordampningsmåler. Fordampningen varierede fra 99 mm i 1975 og 1976 til 128 mm i 1970, som også var året med den højeste globalstråling og en meget lille nedbørsmængde, 20 mm.

De laveste globalstrålingsværdier for juni måned blev målt i 1971 og 1972, henholdsvis 11673 og 13019 cal pr. cm². I de samme år blev der målt de laveste nettostrålingsværdier og fordampningstal. Nedbørsmængden for juni måned var relativ høj i begge år, henholdsvis 84 og 72 mm.

De højeste globalstrålingsværdier i juli måned blev målt i årene 1971, 75 og 76, varierende fra 15415 cal pr. cm² i 1971 til 16406 cal pr. cm² i 1976. Den gennemsnitlige globalstråling for juli måned var 13967 cal pr. cm². I de samme måneder fandtes de højeste nettostrålingsværdier samt de højeste månedlige fordampningstal, der blev målt i hele perioden 1969–77. I 1976 var nedbøren kun 17 mm i juli måned.

I måneder med høj globalstråling fandtes oftest en relativ høj lufttemperatur og refleksion. Månedsværdierne viste derimod ikke nogen entydig

sammenhæng mellem globalstråling på den ene side og dugpunkt, diffusstråling og vindhastighed på den anden side. Diffusstrålingen afhænger af skydækkets karakter og af luftfugtigheden. På gennemsnitstallerne varierer den fra 70 pct. af globalstrålingen i perioden nov.–jan. til ca. 40 pct. i perioden april–august.

Beregnet på gennemsnitstallerne har reflektionen været 23–24 pct. af globalstrålingen i perioden april–oktober, medens den i jan.–feb. var 41–42 pct.

I de fleste måneder af perioden nov.–jan. har nettostrålingen været negativ. I februar og oktober har den i gennemsnit af måleperioden været 18 og 30 pct. af globalstrålingen og i de øvrige måneder 42–56 pct. af globalstrålingen.

Globalstråling og nettostråling har været meget tæt korreleret. For perioden 1969–76 har korrelationskoefficienten været 0,99, beregnet på månedsværdier, fig. 2.

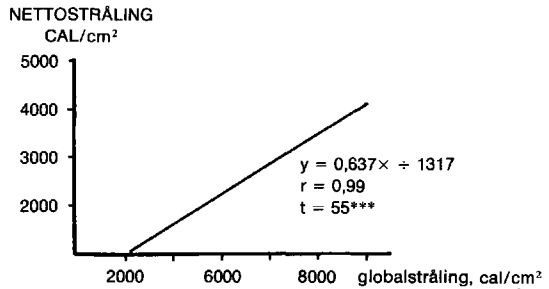


Fig. 2. Korrelation mellem globalstråling og nettostråling.

Correlation between global radiation and netradiation.

Der er udført regressions og korrelationsberegninger på fordampningen beregnet efter klimadata som funktion af fordampningen fra fordampningsmåler i nogle år med store klimatiske årsvariationer, 1972–77. Beregningerne blev udført over 7 døgnperioder fra april til oktober.

Tabel 2 viser, at der var en høj korrelation mellem fordampningen bestemt ved hjælp af disse to metoder. Den beregnede fordampning har været højere end fordampningen fra fordampningsmåler. Hældningskoefficienten (b) har varieret fra 0,94 til 1,13 med et gennemsnit på 1,05 for de seks år.

Tabel 2. Korrelation mellem fordampning fra fordampningsmåler (x) og beregnet fordampning efter Penman (y), $y = bx + a$
Correlation between pan evaporation and calculated potential evapotranspiration (Penman)

	b.	a.	r.	t.
1972	1,00	1,08	0,94	15,4***
1973	1,11	0,43	0,89	10,2***
1974	1,13	-0,87	0,96	16,2***
1975	1,09	0,73	0,96	15,5***
1976	1,01	1,68	0,94	14,9***
1977	0,94	2,38	0,95	15,9***
Gns.	1,05			

Fig. 3 viser den summerede fordampning fra fordampningsmåler, den summerede beregnede potentielle evapotranspiration (Penman) samt den summerede aktuelle evapotranspiration, målt ved hjælp af neutronmetoden i en vandet græsafgrøde og en vandet bygafgrøde.

Afgrødernes vandforbrug må forventes at finde sig nær det potentielle niveau i den del af vækstperioden, hvor kulturen opfylder betingelserne for potentiel fordampning. Af de viste vækstsæsoner repræsenterer 1972 en relativ nedbørsrig forsommer, 1975 og 1976 var ekstremt tørre vækstsæsoner, medens 1977 var et mere »normalt« år.

Beregninger og målinger blev startet ca. 1. april i alle år. Det ses af figuren, at den beregnede fordampning fra målingernes start var større end fordampningen fra fordampningsmåleren, og ved midten af september var den fra 45 mm i 1972 og 1977 til 75 mm i 1975 større end tallene fra fordampningsmåleren. Til sammenligning er indlagt

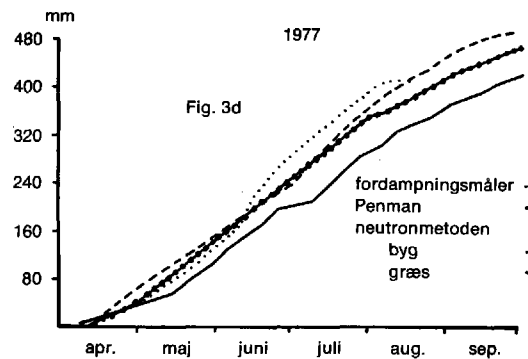
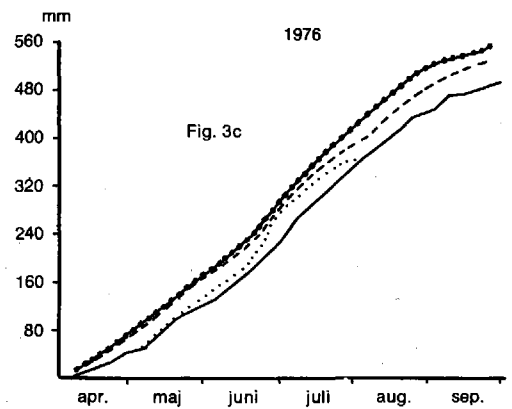
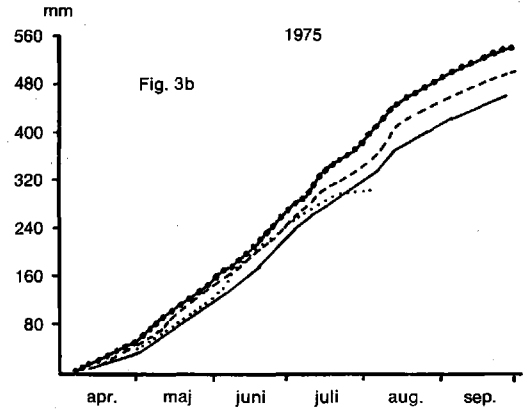
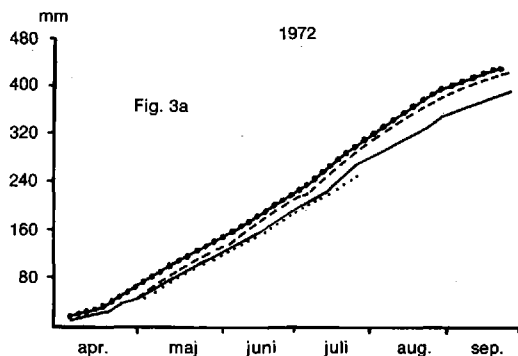


Fig. 3. Fordampning fra fordampningsmåler.
Pan evaporation.

Fordampning beregnet efter Penman.

Evaporation after Penman.

Afgrødernes vandforbrug, evapotranspiration (neutronmetoden), byg og græs.

Water consumption of the plants, evapotranspiration, (neutron scattering method), barley and grass.

den aktuelle fordampning fra vandet byg og græs. I 1972, som havde en relativ nedbørsrig forsommer, var bygafgrødens fordampning og fordampningen fra fordampningsmåleren næsten ens i hele vækstperioden. I 1972 blev målingen i byg startet den 1/5. Dette nulpunkt er på figuren lagt ind på den summerede fordampning fra fordampningsmåleren på denne dato, ca. 44 mm, for at lette sammenligningen.

I 1972 kendes byggens vandforbrug før den 1/5 altså ikke. I de øvrige år har byggens vandforbrug været højere end fordampningen fra fordampningsmåleren. Dette forspring opstod i sidste del af maj, evt. juni måned. Græsafgrødens vandforbrug var i alle år større end fordampningen fra fordampningsmåler.

I tabel 3 er vist den aktuelle fordampning fra en række forskellige landbrugskulturer i årene 1969-77. I de vandede forsøgsled blev vandingen i

de fleste tilfælde foretaget, når ca. 50 pct. af den plantetilgængelige vandmængde var optaget. Det må antages, at fordampningen fra disse forsøgsled var nær potentiel fordampning.

For græs i april måned og byg i maj måned var fordampningen næsten ens i vandede og uvandede forsøgsled. Vandet græs har i maj måned brugt mere vand end vandet byg, henholdsvis 99 og 80 mm. I de uvandede forsøgsled har der kun været en mindre forskel i vandforbruget af græs og byg i maj og juni måned. I juni måned har den vandede græsafgrøde brugt 104 mm, medens den vandede bygafgrøde har brugt 119 mm.

Fra juli måned var bygafgrødens fordampning faldende på grund af modning. I juni, juli og august har fordampningen fra vandet græs været næsten ens, ca. 100 mm, hvorefter den var stærkt faldende. For juni måned var fordampningen fra vandet græs 73 pct. større end fra uvandet græs og

Tabel 3a. Aktual fordampning fra forskellige kulturer, mm. $c = \frac{s \cdot 100}{x}$
Actual evapotranspiration from plants, mm.

	Vandet Irrigation							
	græs <i>grass</i>	(c)	byg <i>barley</i>	(c)	kartofler <i>potatoes</i>	(c)	majs <i>corn</i>	(c)
April	64	(19)	—	—	—	—	—	—
Maj	99	(21)	80	(21)	6	(200)	—	—
Juni	104	(25)	119	(19)	97	(25)	44	(98)
Juli	100	(18)	73	(38)	109	(18)	138	(32)
August	102	(15)	9		85	(25)	83	(45)
September	56	(29)			9	(211)	72	(40)
Oktober	35	(80)	—		—		29	(145)

	Uvandet No irrigation							
	græs <i>grass</i>	(c)	byg <i>barley</i>	(c)	kartofler <i>potatoes</i>	(c)		
April	60	(23)	—	—	—	—		
Maj	72	(33)	79	(19)	6	(183)		
Juni	60	(37)	66	(33)	66	(15)		
Juli	63	(40)	50	(60)	79	(42)		
August	62	(50)	18	(211)	58	(43)		
September	39	(56)			8	(188)		
Oktober	36	(92)						

Tabel 3b. Fordampning i vækstperioden, mm
Evapotranspiration, growing period, mm

	Vandet <i>Irrigation</i>				Uvandet <i>No irrigation</i>		
	græs <i>grass</i>	byg <i>barley</i>	kartofler <i>potatoes</i>	majs <i>corn</i>	græs <i>grass</i>	byg <i>barley</i>	kartofler <i>potatoes</i>
1969	546	306			401	256	—
1970	609	290	370		419	213	302
1971	605	278	276		422	207	241
1972	498	233	308		471	235	307
1973	650	237	317		536	184	239
1974	541	267	196		350	317	178
1975	541	258	323	467	312	140	156
1976	556	300	353	339	252	162	126
1977	490	354	298	291	358	196	181
	560	280	305	366	391	212	216
(c)	9	14	17	25	21	25	31
	Vækstperiode (<i>growing period</i>)		Græs	1. april– 1. nov.			
			Byg	1. maj–10. aug.			
			Kartofler	20. maj–10. sep.			

af vandet byg 80 pct. større end fra uvandet byg. I de følgende måneder var forskellen mellem vandet og uvandet afgrøde faldende.

Kartoflernes fordampning var ubetydelig i maj måned, men var i det vandede forsøgsled i juni-juli nær fordampningen fra vandet græs. Majs havde en relativ lav fordampning i juni måned, men havde til gengæld en meget høj fordampning 138 mm, i juli måned. Det skal understreges, at fordampningen i majs kun er bestemt i tre år, hvoraf de to år var de ekstremt tørre år 1975 og 1976.

Efter de enkelte månedstal er opgivet variationskoefficienten (c), som kan give et indtryk af årsvariationerne. Tabel 3b viser den årlige fordampning fra hele perioden 1969–77. Vandet græs har i gennemsnit brugt 560 mm, medens uvandet har brugt 391 mm. Vandingen har altså medført en merfordampning på 169 mm. Af tabellen ses, at vandingen har stabiliseret græssets vandforbrug betydeligt, idet variationskoefficienten (c) var 21 pct. i de vandede forsøgsled, men kun 9 pct. i de vandede forsøgsled. Vandet byg har i gennemsnit brugt 280 mm, medens uvandet byg har brugt 212 mm, d.v.s., at vandingen har medført en merfordampning på 68 mm. I byg har vandingen ligele-

des medført en formindskelse af årsvariationen. I kartofler har vandingen øget vandforbruget med 89 mm fra 216 til 305 mm. I majs er vandforbruget kun bestemt i vandet afgrøde og det gennemsnitlige forbrug over tre år har været 366 mm.

Afstrømning

Tabel 4a og 4b viser den gennemsnitlige månedlige afstrømning samt afstrømningen i vækstperioden for alle enkeltår. Af tabellen ses, at der fandtes meget store årsvariationer på såvel månedsresultater som på årssummer. Fra uvandet og vandet græs har afstrømningen været henholdsvis 65 og 105 mm. Vanding medførte en merafstrømning på 40 mm, medens de tilsvarende tal for byg var 12 og 18 mm og for kartofler 20 og 42 mm. Af månedsresultaterne fra græs ses, at de højeste afstrømningsværdier fandtes i april, august og især i september og oktober.

Bennetzen (1978) fandt en merafstrømning forårsaget af vanding i perioden apr.–okt. varierende fra 62 mm til 133 mm fra græs og 18 mm til 76 mm i byg.

I juni og juli 1978 gennemførtes en undersøgelse af afstrømningshastigheden fra 1 m dybde (perkulationshastigheden) fra overmættet jord.

Tabel 4a. Afstrømning fra rodzonen, mm
Percolation from the root zone, mm

Vandet Irrigation						
	græs <i>grass</i>	(c)	byg <i>barley</i>	(c)	kartofler <i>potatoes</i>	(c)
April	14	(150)	—	—	—	—
Maj	8	(113)	7	(171)	—	—
Juni	4	(225)	4	(225)	5	(240)
Juli	9	(233)	5	(260)	23	(135)
August	14	(129)	1	(300)	12	(158)
September	27	(111)	—	—	—	—
Oktober	29	(107)	—	—	—	—

Uvandet No irrigation						
	græs <i>grass</i>	(c)	byg <i>barley</i>	(c)	kartofler <i>potatoes</i>	(c)
April	9	(156)	—	—	—	—
Maj	6	(183)	5	(220)	2	(200)
Juni	2	(250)	3	(333)	6	(300)
Juli	2	(250)	4	(275)	0	—
August	9	(211)	—	—	9	(167)
September	17	(159)	—	—	2	(350)
Oktober	20	(125)	—	—	—	—

Tabel 4b. Afstrømning fra rodzonen i vækstperioden, mm
Percolation from the root zone, growing period, mm

	Vandet Irrigation			Uvandet No irrigation		
	græs <i>grass</i>	byg <i>barley</i>	kartofler <i>potatoes</i>	græs <i>grass</i>	byg <i>barley</i>	kartofler <i>potatoes</i>
1969	45	3	—	16	0	—
1970	23	0	78	0	0	19
1971	57	8	74	16	0	33
1972	87	35	84	108	30	94
1973	179	53	71	54	41	0
1974	218	0	27	181	0	9
1975	97	5	0	82	0	0
1976	94	0	0	50	0	4
1977	147	57	4	79	33	0
	105	18	42	65	12	20
(c)	61	132	90	86	150	168

Undersøgelsen gennemførtes ved, at ubevokset jord, hvis vandindhold var meget nær på markkapacitet, tilførtes ca. 50 mm vand. Nogle få timer efter denne vanding blev jordens vandindhold

målt med neutronmetoden i 1 m dybde. Målingen blev gentaget to gange i døgnet i starten og med længere intervaller efter perkolationen var aftagende.

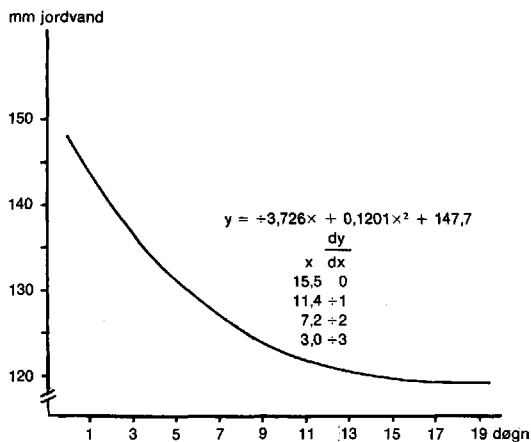


Fig. 4. Perkolationsfunktion som funktion af tiden.
Percolation as a function of the time.

Relationen mellem jordens vandindhold og antal døgn efter overmætning er vist i fig. 4. Af figuren fremgår, at relationen kan beskrives med en andengradsligning. Differentialkvotienten viser, at der efter tre døgn stadig var en afstrømning på ca. 3 mm pr. døgn, og efter elleve døgn var der en afstrømning på 1 mm pr. døgn.

Klima, fordampning og stofproduktion

I fig. 5a ses Ea/Ep for græs 2. slæt, 20/5 – 20/6, og i 5b for byg i perioden 20/5 – 25/7 som funktion af jordens vandindhold. Hvis markkapaciteten sættes til 140 mm (sml. fig. 4) ses af fig. 5a og 5b, at græs kun kunne optage 15 mm og byg 28 mm vand, inden den aktuelle evapotranspiration/potentielle evapotranspiration (Ea/Ep) blev mindre end én.

For at undersøge forskellige klimafaktorerers indflydelse på fordampningen blev der gennemført multiple regressionsanalyser med globalstråling, vindhastighed og luftfugtighed som uafhængige variable og fordampningen fra fordampningsmåler som afhængig variabel for perioden 1970–77.

I tabel 5 ses de partielle regressionskoefficienter, t-test på disse samt den multiple korrelationskoefficient (R). Der fandtes signifikante regressionskoefficienter for indstråling og luftfugtighed, men ikke for vindhastighed. Den multiple korrelationskoefficient var signifikant, (0,72).

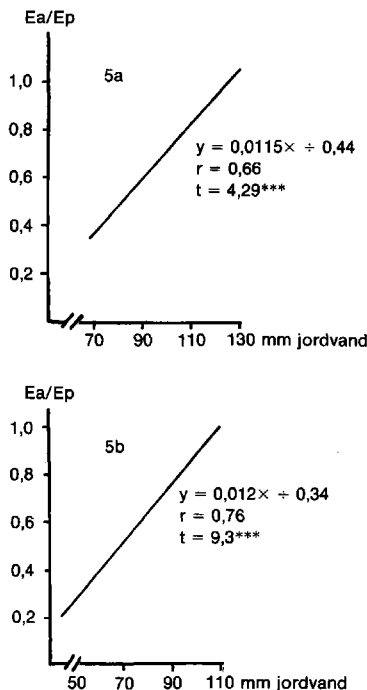


Fig. 5. Ea/Ep som funktion af jordvand, mm i 1 m dybde, græs 2. slæt, 5a, byg 5b.
 Ea/Ep as a function of soil water, 1 m depth, grass, the second cut, 5a, barley 5b.

Tabel 5. Klimaets indflydelse på fordampningen, multiple regressionsregressioner
Influence of the climate on evaporation (HL 315)

	Partielle regressionskoefficienter
Luftfugtighed	-0,021***
Vindhastighed	0,039
Indstråling	0,005***
R	0,72***

Stofproduktionen som funktion af globalstrålingen blev undersøgt på forsøgsstationens sortsforsøg med alm. rajgræs. Stofproduktion blev anvendt den årlige middelværdi af ni sorter i perioden 1969–77.

Analysen blev foretaget på samtlige slæt, men kun i sidste slæt, hvor vokseperioden var 1/9 – 10/10 fandtes en signifikant sammenhæng (99 pct.).

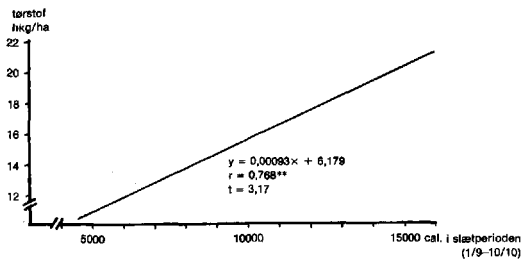


Fig. 6. Tørstofproduktion af græs som funktion af indstråling, 1969-77.

Dry matter production as a function of incoming radiation, grass.

Fig. 6 viser, at 59 pct. af udbyttevariationerne i denne del af vækstperioden kan forklares med variationer i globalstrålingen.

Den relative stofproduktion (Pa/Pp), hvor Pa og Pp er stofproduktionen af uvandet og vandet afgrøde, som funktion af Ea/Ep er vist i fig. 7 fra fire delperioder i græs og i fig. 8 for byg.

Fig. 7 viser, at 86 pct. af variationerne i stofproduktion kan forklares ved variationer i kvoten Ea/Ep for 2. slæts vedkommende. T-tests viste, at korrelationen faldt gennem vækstperioden, og der var ingen sikker sammenhæng i 5. slæt.

Hældningskoefficienterne viser, at et fald i kvoten Ea/Ep medførte et relativt større fald i stofproduktionen. Fig. 8 viser den samme relation for byg beregnet på perioden 20/5 - 25/7.

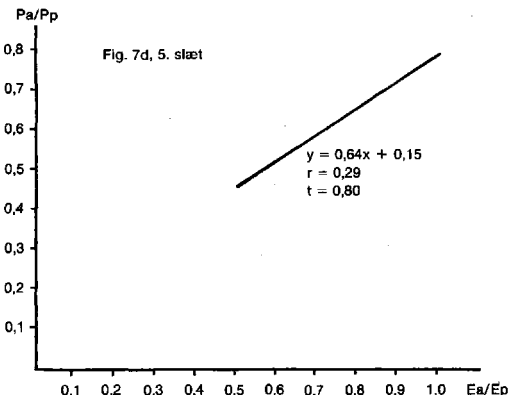
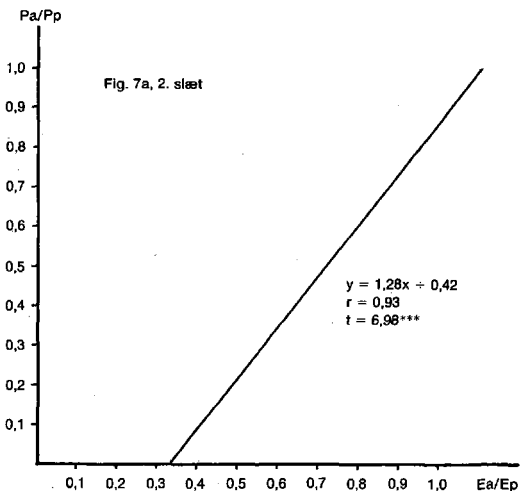
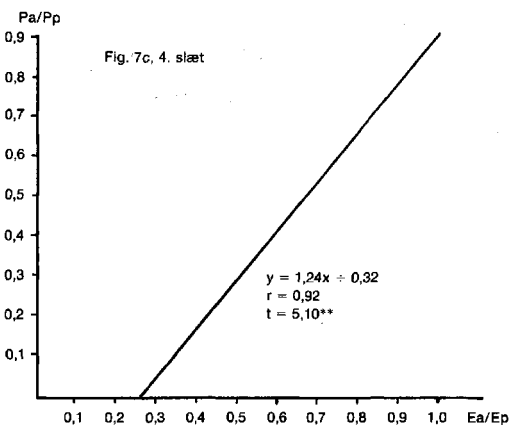
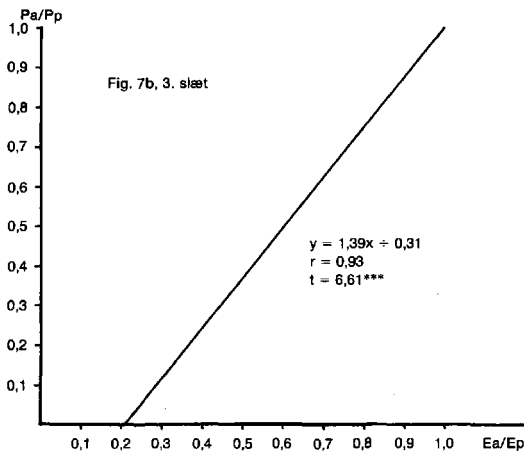


Fig. 7. Pa/Pp som funktion af Ea/Ep , græs.
 Pa/Pp as a function of Ea/Ep , grass.

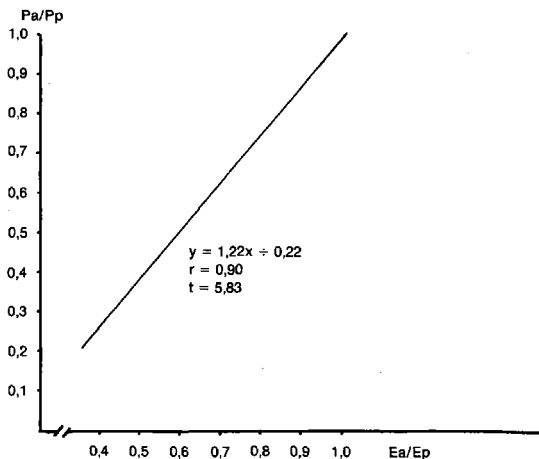


Fig. 8. Pa/Pp som funktion af Ea/Ep , byg.
 Pa/Pp as a function of Ea/Ep , barley.

Figuren viser, at 81 pct. af variationerne i stofproduktionen kunne forklares ved variationer i kvoten Ea/Ep . Hædningskoefficienten har ca. samme størrelse som for græs 2. og 4. slæt.

Diskussion

De klimatiske årsvariationer, f.eks. udtrykt ved variationen i globalstråling var oftest af lignende karakter, som den variation, der blev fundet ved Højbakkegård nær København (Anon., 1969-77). Til eksempel er i tabel 6 vist globalstrålingsværdier fra de to lokaliteter i juni måned og årene 1969-76.

Det bemærkes, at globalstrålingen har været lavest ved Jyndevad, fra 86 til 100 pct. af vær-

Tabel 6. Globalstråling i juni måned, cal/cm^2
 Global radiation in June, cal/cm^2

	Jyndevad	Højbakkegård	Jyndevad i pct. af Højbakkegård
1969	15681	15755	100
1970	16797	17266	97
1971	11673	12947	90
1972	13019	14172	92
1973	15760	16916	93
1974	14075	16371	86
1975	15675	16452	95
1976	16277	16350	99

dierne ved Højbakkegård. De laveste værdier fandtes i 1971 og 1974, 90 og 86 pct.

Sammenligning af den beregnede fordampning (Penman) ved de to lokaliteter og de samme år gav 99 og 90 pct. ved Jyndevad og fordampning fra fordampningsmåler 90 og 98 pct. (Anon., 1972, Gregersen, 1975).

I juli måned var globalstrålingsværdierne ved Jyndevad fra 86 pct. i 1973 til 112 pct. i 1975 af værdierne ved Højbakkegård. De tilsvarende tal for fordampningen fra fordampningsmåler var 92 og 109 pct. I juli 1973 faldt der 127 mm nedbør ved Jyndevad, og 101 mm ved Højbakkegård og i 1975 henholdsvis 50 og 56 mm. Det tyder således på, at større nedbørsmængder, og dermed mere skydække ved Jyndevad medfører en noget lavere globalstråling, men i måneder med høj indstråling og evt. ekstrem lav nedbørsmængde, kan værdierne blive højest ved Jyndevad. Dette kan skyldes større forurening og evt. luftfugtighed i Højbakkeområdet. Reflektionen var relativ konstant, 23-24 pct. af globalstrålingen, i vækstperioden. Den konstante reflektion skyldes bl.a., at målearealets græsvegetation havde en relativ ensartet farve på grund af optimal vandforsyning og gødskning.

Fordampningen fra fordampningsmåleren syntes at undervurdere afgrødernes vandforbrug. Dette kan skyldes, at fordampningsmåleren er kalibreret på en tætklippet græsafgrøde, som måske ikke har opfyldt betingelserne for potentiel fordampning.

En tætklippet græskultur har en anden overfladeruhed end en høj afgrøde. Over den tætklippede græsafgrøde vil vindhastigheden teoretisk være nul. Ved blot moderate vindhastigheder vil en høj kraftig afgrøde have en betydelig ruhed, som kan bevirke turbulens. Disse forhold kan eventuelt medføre, at der over den kraftige kultur opstår en større damptrykgradient, som fører til større fordampning fra en sådan overflade.

Den vertikale turbulente transport af et stof (f.eks. vanddamp) kan generelt udtrykkes ved produktet af en turbulent transportkoefficient og den tilhørende gradient (Hansen et al., 1976). I juni måned har den vandede græsafgrøde i gennemsnit af måleperioden brugt 104 mm vand, me-

dens den vandede bygafgrøde brugte 119 mm. Dette var henholdsvis 14 og 31 pct. mere end fordampningsmålerens tal.

Når vandet græs har haft et større vandforbrug end vandet byg i maj måned skyldes det, at byggen oftest ikke opfylder betingelserne for potentiel fordampning i den første del af maj.

Når vandet græs har brugt mindre vand end vandet byg i juni måned, skyldes det, at græsset blev afhugget ca. 20. juni. Efter afhugning er græssets vandforbrug reduceret væsentligt indtil bladmassen er reetableret.

Af variationskoefficienterne ses, at vanding har medført en betydelig mindre variation i såvel den månedlige som den årlige fordampning.

Hvis differencerne mellem fordampningen fra vandet og uvandet anvendes som mål for vandingsbehovet, bliver behovet for græs 169 mm, byg 68 mm og kartofler 89 mm. Beregninger på fordampningstal fra perioden 1956-75 har tidligere vist et vandingsbehov på 162 mm til græs, 63 mm til byg og 94 mm til kartofler (*Jørgensen, 1976*).

Der fandtes meget store variationer i den månedlige afstrømning. Vanding medførte, at afstrømningen fra græs steg med 40 mm til 105 mm, i byg med 6 mm til 18 mm og i kartofler med 22 mm til 42 mm. De største afstrømningsværdier fandtes i de måneder, hvor der er størst sandsynlighed for relativt store nedbørsmængder.

Der blev vist, at græs og byg kun kunne optage henholdsvis 15 og 28 mm vand, inden der kan forventes en nedgang i Ea/Ep. Disse tal dækker dog over relativt store variationer, og det må forventes, at nedgangen i Ea/Ep finder sted fra forskelligt niveau afhængig af den potentielle fordampning (*Hillel, 1971*). Det var ikke muligt at påvise en sådan sammenhæng i nærværende undersøgelse.

Undersøgelser over perkolationshastigheden viste, at der ikke opnåes en stationær tilstand (markkapacitet) 2-3 døgn efter overmætning. Efter elleve døgn var der stadig en perkolation på 1 mm pr. døgn. Det skal dog understreges, at denne undersøgelse blev foretaget fra en profil, hvorfra der ikke fandt fordampning sted. Hvis der finder en fordampning sted fra overfladen, vil

perkolationen sandsynligvis mindskes betydelig hurtigere, men resultatet viser, at det kan medføre en relativ stor fejl at antage, at et nedbørsoverskud er perkoleret under planternes rodzone. Det skal dog bemærkes, at denne undersøgelse er foretaget over 1 m dybde, som sandsynligvis i de fleste tilfælde overstiger planternes ekstraktionsdybde på den pågældende jordtype. *Hillel, (1971)* anfører, at perkolationen på visse jordtyper kan fortsætte i flere måneder. *Richards et al., (1956)* fandt, at nedgangen i vandindhold kunne beskrives med følgende funktion:

$$\frac{dw}{dt} = at^{-b}$$

hvor w er vandindholdet, t er tiden og a og b er konstanter, som bl.a. afhænger af jordens hydrauliske egenskaber. Der er påvist en høj korrelation mellem den relative stofproduktion og Ea/Ep. Op mod 90 pct. af variationen i stofproduktionen kunne forklares ved variationer i Ea/Ep. *Johansson (1974)* fandt korrelationer af samme størrelse i græs og korn.

Der findes forskningsresultater, som viser en god sammenhæng mellem tørstofproduktion og transpiration og andre arbejder, hvor en sådan sammenhæng ikke kunne påvises (*Richards and Wadleigh, 1952, R. J. Hanks, 1974*).

Laboratoriestudier har vist, at tørstofproduktionen falder stærkere end transpirationen især ved højt vandindhold (*Rawitz, 1970*). Der synes således at kunne stilles spørgsmålstegn ved de simple relationers almen gyldighed. *Jensen (1968)* og *Hanks (1974)* har benyttet modeller, som kan behandle komplicerede situationer, hvor forholdene i visse vækststadier er mere kritiske end i andre.

Konklusion

Den potentielle fordampning blev beregnet ved hjælp af klimadata, målt fra fordampningsmåler og direkte i marken ved hjælp af neutronmetoden på afgrøder, som var søgt dyrket under optimale vandforsyningsforhold.

Det i marken målte vandforbrug var i perioder op til 31 pct. større end fordampningen fra fordampningsmåleren. Den beregnede fordampning

(Penman) lå oftest nærmere de målte »markværdier«.

Vanding medførte, at afstrømningen fra græs i vækstperioden blev øget med 40 mm til 105 mm, i byg med 6 mm til 18 mm og i kartofler med 22 mm til 42 mm.

Differencerne mellem fordampningen fra vandede og uvandede kulturer viste et gennemsnitligt årligt vandingsbehov på 169 mm for græs, 68 mm for byg og 89 mm for kartofler. Endvidere sandsynliggjorde undersøgelser, at et eventuelt nedbørsoverskud ikke ubetinget bør regnes som tabt (perkoleret) fra planternes rodzone.

Der fandtes en god sammenhæng mellem den relative stofproduktion, Pa/Pp (stofproduktion af uvandet afgrøde/stofproduktion af vandet afgrøde) og den relative fordampning Ea/Ep (aktuel fordampning/potentiel fordampning).

Erkendtlighed

Det omfattende arbejde med registrering og dataindsamling, kontrol og vedligeholdelse af dataregistreringsudstyr samt datakontrol og kommunikation med EDB specialister er udført af landbrugstekniker Erik Damgaard. Erik Damgaard takkes for en omhyggelig og engageret indsats.

Litteraturliste

- Anon. (1968). Vannet i Norden 1.
Anon. (1969). IHD projects in Norden 1965-74.
Anon. (1969). 1970 1977). Klima og vandbalance, Højbakkegård 1969, 1970 1977. Hydroteknisk laboratorium og klimastation.
Anon. (1972). Nedbør, fordampning og vandbalance 1971. 1020. Medd. fra Statens Planteavlsvforsøg.
Aslyng, H. C. (1976). Klima, jord og planter. DSR forlag Den kgl. Veterinær og Landbohøjskole: 368 s.

- Bennetzen, F. (1978). Vandbalance og kvælstofbalance ved optimal planteproduktion. Tidsskrift for Planteavl 82 (2): 191-220.
Gregersen, A. (1975). Nedbør, fordampning og vandbalance 1974. 1172. Medd. fra Statens Planteavlsvforsøg.
Hanks, R. J. (1974). Model for predicting plant yield as influenced by water use. Agron J. 66: 660-65.
Hansen, G. K. et al. (1976). Simuleret Planteproduktion. Hydroteknisk Laboratorium. Den kgl. Veterinær og Landbohøjskole.
Hansen, L. (1976). Jordtyper ved Statens Forsøgsstationer. Tidsskrift for Planteavl 80 (6): 742-758.
Hillel, D. (1971). Soil and Water. Academic Press: 288 s.
Jensen, M. E. (1968). Water consumption by agricultural plants. Ch. 1. In T. T. Kozlowski (ed.) Water deficits and plant growth. Vol 2. Academic press, New York.
Johansson, W. (1974). Beräkning av vatteninnehåll och vattenomsättning i odlad jord med ledning av meteorologiska data. Sårtryk ur Grundförbättring 1970 och 1973/74. 153 s.
Jørgensen, V. (1976). Vandforbrug, styring og udnyttelse af vandingsanlæg. Ugeskrift for Agronomer 14: 277-281.
Penman, H. L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc., A 193: 120-146.
Rawitz, E. (1970). The dependence of growth rate and transpiration on plant and soil physical parameters under controlled conditions. Soil Sci. 110: 172-182.
Richards, L. A., and C. H. Wadleigh (1952). Soil water and plant growth. In B. T. Shaw (ed.) Soil physical condition and plant growth. Agronomy 2: 73-251. Amer. Soc. of Agron., Madison, Wis.
Richards, L. A. et al. (1956). Physical processes determining water loss from soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20: 310-14.
Ølgård, P. L. (1965). On the theory of the neutronic method for measuring the water content in soil. Risø Report No. 98: 44 s.

Manuskript modtaget den 5. oktober 1978.

Tabel Ia. Temperatur, månedsgennemsnit, °C
Temperature, monthly mean, °C

	Jan.	Feb.	Marts	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
1969	1.1	-0.5	0.0	5.5	10.6	14.3	16.8	16.9	11.6	10.6	4.8	-3.1
1970	-2.7	-2.4	1.1	3.5	10.5	16.3	14.8	15.4	12.3	8.8	5.3	2.5
1971	0.0	2.3	2.5	5.9	11.7	13.3	16.1	15.9	12.3	9.4	4.9	5.5
1972	-1.8	0.6	3.8	6.6	11.1	13.2	16.9	15.3	10.4	7.2	5.1	3.0
1973	2.1	2.7	4.8	4.6	10.5	14.7	16.7	15.6	13.0	7.1	3.7	1.5
1974	3.5	3.7	4.0	7.7	10.2	13.3	14.0	15.1	12.6	6.4	5.6	5.4
1975	5.6	1.3	3.2	5.4	10.6	14.1	16.4	18.9	14.0	8.2	4.2	4.0
1976	0.8	0.5	0.3	6.1	11.1	14.8	17.5	16.5	12.4	9.4	5.2	-0.3
1977	-0.3	1.0	4.4	5.0	10.7	14.4	15.3	15.1	11.6	10.3	5.7	3.4
Gns.	0.9	1.0	2.7	5.6	10.8	14.3	16.1	16.1	12.2	8.6	4.9	2.4

Tabel Ib. Dugpunkt, månedsgennemsnit, °C
Dewpoint, monthly mean, °C

	Jan.	Feb.	Marts	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
1969	0.2	-3.9	-3.9	1.4	6.2	9.9	12.8	11.6	10.7	8.6	2.6	-4.7
1970	-4.2	-4.1	-1.0	1.1	5.6	9.9	11.1	11.2	8.9	6.6	3.1	0.5
1971	-1.3	0.3	0.1	1.7	5.8	8.9	11.4	12.1	8.8	6.3	2.8	3.6
1972	-3.9	-1.0	0.4	2.6	6.2	9.4	13.1	11.0	7.1	4.1	3.3	0.8
1973	0.7	0.7	2.2	0.8	5.8	9.4	12.5	10.9	9.9	4.6	0.7	-0.4
1974	1.7	1.2	0.0	2.2	4.4	8.6	11.0	11.3	9.4	3.9	3.4	3.2
1975	2.3	-1.4	-1.0	1.4	5.1	6.6	11.4	12.3	10.2	5.3	1.3	2.6
1976	-2.1	-2.1	-3.9	0.0	4.9	7.2	9.4	8.9	7.9	6.9	3.4	-2.5
1977	-1.5	-0.9	1.5	1.5	4.3	9.7	10.8	11.0	7.2	8.0	3.1	1.5
Gns.	-0.9	-1.2	-0.6	1.4	5.4	8.8	11.5	11.1	8.9	6.0	2.6	0.5

Tabel Ic. Vindhastighed, månedsgennemsnit, m/sek
Wind velocity, monthly mean, m/sec

	Jan.	Feb.	Marts	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
1969	2.8	3.2	4.8	3.0	2.6	1.7	2.1	2.1	2.2	2.0	3.0	2.5
1970	3.3	2.4	2.6	2.3	3.0	2.2	2.0	1.9	1.9	2.1	2.8	2.2
1971	2.5	2.6	2.8	2.9	2.6	2.3	0.9	2.5	2.0	2.1	2.6	2.9
1972	3.5	2.9	3.5	2.6	2.3	1.5	1.7	1.5	1.1	1.4	2.4	2.6
1973	1.7	2.3	2.5	2.4	2.1	1.8	1.8	1.1	1.8	1.6	2.4	2.7
1974	2.7	2.5	4.0	3.3	2.8	2.3	3.3	1.7	1.8	1.5	2.9	3.6
1975	3.7	1.8	2.8	2.7	3.6	2.8	2.3	2.3	1.8	1.9	2.4	4.6
1976	4.1	3.2	3.1	2.6	2.6	2.1	2.1	2.0	2.2	2.9	2.2	2.4
1977	2.4	2.9	2.8	3.2	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.0	2.8	2.9
Gns.	3.0	2.6	3.2	2.8	2.6	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	2.6	2.9

Tabel Id. Globalstråling, månedssum, cal/cm²
Global radiation, monthly summaries, cal/cm²

	Jan.	Feb.	Marts	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
1969	811	2586	7344	9852	11183	15681	13192	12238	8563	4124	1485	1138
1970	1613	3004	5210	7466	13921	16797	12220	12285	6970	3770	1541	1239
1971	1010	2372	4986	9403	14709	11673	15415	10738	7060	3976	1936	839
1972	1355	1862	6107	8261	12516	13019	12842	11254	7552	5175	1475	793
1973	1124	2517	7003	9126	12973	15760	12534	12198	6283	4093	2017	1164
1974	915	2685	7198	13060	13189	14075	12669	11879	6627	3952	1260	800
1975	1197	3471	6222	8442	15953	15675	15922	13945	8113	3573	1643	1134
1976	1825	3080	7074	10607	13146	16277	16406	14365	6287	2546	1447	1166
1977	1285	1933	5629	8301	16036	14725	14500	10382	7685	4105	1727	683
Gns.	1237	2612	6308	9391	13736	14854	13967	12143	7238	3924	1615	995

Tabel IIa. Diffus stråling, månedssum, cal/cm²
Diffuse radiation, monthly summaries, cal/cm²

	Jan.	Feb.	Marts	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
1969	1148	2161	3914	4268	5940	5564	6190	4965	3298	1871	971	752
1970	749	1902	2881	5199	5723	5957	5903	4866	3283	1898	1040	603
1971	912	1442	3242	4204	6200	6706	5801	4990	3473	3053	1209	735
1972	1028	1530	4129	4595	5259	5994	5886	3751	3230	2119	1317	725
1973	1028	1530	4129	4595	5259	5994	5886	3751	3230	2119	1317	725
1974	716	1430	3064	4645	5691	6352	6657	4922	3511	2623	910	640
1975	805	1468	3103	4671	6163	3459	6241	4248	3712	2154	1041	—
1976	939	1807	3355	4291	5459	6181	5753	5060	3376	1693	1126	816
1977	937	1452	3176	4202	4780	6379	6230	4828	3252	2241	1490	529
Gns.	918	1636	3444	4519	5608	5843	6061	4598	3374	2197	1158	691

Tabel IIb. Reflektion, månedssum, cal/cm²
Reflection (albedo), monthly summaries, cal/cm²

	Jan.	Feb.	Marts	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
1969	190	1643	2224	3193	2668	3869	3153	2685	1953	769	493	875
1970	1179	2242	2579	1411	2228	3176	2665	2008	1112	626	253	322
1971	294	432	1025	1885	3354	2967	3653	2682	1744	1053	646	179
1972	534	592	1423	1964	3109	3493	3224	2944	1995	1488	389	197
1973	261	646	1709	2265	3373	3938	3115	3075	1540	1092	700	534
1974	204	642	1760	3131	3257	3485	3214	3211	1680	1073	298	262
1975	302	851	1613	1948	3984	3822	3914	3351	2077	935	405	279
1976	841	1159	1802	2341	3219	3865	3687	3121	1339	519	318	441
1977	762	616	1128	1710	3973	3418	3172	2378	1953	1093	558	222
Gns.	507	980	1696	2205	3241	3559	3311	2828	1710	961	451	368

Tabel IIc. Nettostråling, månedssum, cal/cm²
Netradiation, monthly summaries, cal/cm²

	Jan.	Feb.	Marts	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
1969	307	362	3659	3753	6209	8737	7137	5847	3497	1514	-507	-879
1970	-16	-101	1576	4454	8166	9533	7653	7139	3467	1564	-365	-1346
1971	-567	549	2435	4903	7795	6871	8809	5803	3591	1010	22	-372
1972	-761	554	2037	3620	5833	6109	6572	6779	3904	1683	-112	-1221
1973	151	592	3991	5270	7929	9920	7591	6779	3160	1195	-978	-1175
1974	-355	768	2754	7600	7200	8175	7545	5765	2418	764	-108	-586
1975	-723	746	2284	4649	8920	8679	8431	7003	3530	1124	103	690
1976	-132	566	3062	5844	6979	8785	8403	6349	1799	584	-276	-1418
1977	-352	276	2302	4310	7473	7406	7590	5105	3134	1265	-598	-326
Gns.	-272	479	2678	4934	7389	8246	7748	6285	3167	1189	-313	-737

Tabel IIId. Potentiel fordampning beregnet efter klimadata (*Penman*), månedssum, mm
Potential evapotranspiration calculated from climatological data, monthly summaries, mm

	Jan.	Feb.	Marts	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	Årsum
1969	10	7	27	49	70	101	94	89	38	24	8	1	518
1970	7	5	18	43	136	133	97	93	49	25	9	0	615
1971	1	12	29	60	103	89	106	84	52	23	11	7	577
1972	7	11	34	47	76	75	85	89	48	25	6	3	506
1973	6	12	43	57	92	123	104	85	46	20	8	1	597
1974	6	16	46	93	95	103	96	76	38	15	11	18	613
1975	15	14	35	53	116	126	113	108	53	24	14	16	687
1976	15	16	38	72	96	121	129	100	39	22	7	1	656
1977	3	9	31	50	95	97	101	72	50	23	11	8	550
Gns.	8	11	33	58	98	108	103	88	46	22	9	6	591

Tabel IIIa. Fordampning fra fordampningsmåler (HL 315), månedssum, mm. Tallene er multipliceret med faktorer givet af *Aslyng* (1976)

Pan evaporation (HL 315), monthly summaries, mm

	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.
1969	37	49	79	79	94	64	23	27
1970	21	80	128	85	84	55	26	19
1971	49	91	72	117	78	42	26	14
1972	41	76	70	87	73	46	21	6
1973	43	64	102	95	91	53	32	17
1974	64	87	83	83	69	45	17	11
1975	38	76	99	104	98	49	23	10
1976	44	79	99	128	92	45	24	8
1977	40	77	84	103	69	47	17	14
Gns.	42	75	91	98	83	50	23	14

Tabel IIIb. Nedbør, månedssum, mm
Precipitation, monthly summaries, mm

	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.
1969	25	72	60	36	57	38	19	192
1970	104	25	20	101	58	104	115	166
1971	32	12	84	78	91	44	87	114
1972	70	84	72	99	90	45	15	159
1973	111	71	35	127	63	127	58	116
1974	7	15	79	119	73	158	82	132
1975	70	26	17	50	47	143	48	81
1976	20	74	15	17	14	58	110	77
1977	123	51	64	57	49	51	79	154
Gns.	62	48	50	76	60	85	68	132