

## Vanding af majs 1976–1980

*Irrigation of maize 1976–1980*

A. K. Gregersen

### Resumé

I perioden 1976–80 er der gennemført forsøg med vanding af majs på grovsandet jord ved Statens Forsøgsstation, Jydevad. Vækstperioden blev inddelt i 3 faser, henholdsvis før blomstring, under blomstring og efter blomstring.

Forsøgene gennemførtes med et uvandet (1) og 4 vandede (4–5) led. Vandet tilførtes ved hyppige vandinger med 15 mm ved 15 mm underskud inden blomstring (led 2), under blomstring (led 3), efter blomstring (led 4) og i hele vækstsæsonen (led 5). Led 2–4 tilførtes endvidere 30 mm vand ved 45 mm underskud i den øvrige del af vækstsæsonen.

Udbytte og merudbytte blev i f.e. pr. ha: 8621, 2790, 2686, 2558 og 3370 ved vanding med henholdsvis 00, 66, 63, 66 og 96 mm i gennemsnit pr. år. Vandtilførsel varierede mellem år fra 00 til 330 mm.

Vandingen blev foretaget med drypslanger (Twin-Wall) med en slange pr. række.

**Nøgleord:** Majs, vanding.

### Summary

A field experiment of irrigating maize on gravel sand were carried out 1976–80 at Jydevad Research Station in the South of Jutland.

High-frequently irrigation (it means 15 mm water irrigated when 15 mm was removed from the soil) the whole season or at different periodes was compared to non-irrigated maize.

The experiment program was: 1) non-irrigated, 2) only 15 mm deficit before flowering, 3) only 15 mm deficit in the flowering period, 4) only 15 mm deficit after flowering, 5) only 15 mm deficit the whole season. At other times 2–4 were irrigated with 30 mm water at 45 mm deficit.

Yield without irrigation and increase of yield by different irrigation was in FU per ha, 8621, 2790, 2686, 2558 and 3370. The yearly average of water supply was, 00, 66, 63, 66 and 93 mm respectively.

Water supply was provided by trickle irrigation by means of Twin-Wall system, with a tube for each row of maize.

**Key words:** Maize, irrigation.

## Indledning

Under danske forhold er 2 klimafaktorer, temperatur og nedbør afgørende for majsens trivsel og vækst. Temperaturen ses ofte omregnet til majsvarmeenheder (MVE), der er baseret på gennemsnit af minimum og maximum temperaturer over en vis værdi, forskelligt for henholdsvis min. og max. Til opnåelse af silomajs med 24% tørstof kræves ca. 2200 MVE fra såning til høst (Møller *et al.*, 1980).

I varme, tørre år, hvor temperaturen ikke er den begrænsende faktor, vil der på grovsandet jord optræde vandmangel. Forsøg i udlandet med majs til modenhed (Barloy, 1970) har vist meget forskellig følsomhed for vandmangel i forskellige perioder af majsens udvikling. Det var forsøgets mål at undersøge om tilsvarende forhold gør sig gældende i Danmark ved produktion af majs til ensilering.

## Metodik

Majsplanternes høje vækst har i perioden, hvor vanding med små sprinklere har været den fremherskende vandingsmetode, næsten umuliggjort vanding af majs. Med fremkomsten af store mobile spredere er det muligt, at sprede vandet ind over store arealer af 2 meter høje majs fra et begrænset antal kørespor.

I nærværende forsøg med differentieret vanding inden for et begrænset areal, var det nødvendigt at vælge en metode, der skarpt kunne afgrænse vandingen. Der blev derfor anvendt drypvanding, som blev gennemført med dobbeltvægede plasticlanger. Systemet (Twin-Wall) bygger på, at vandet tilføres en indre slange med få drypsteder. Denne omslutes af en ydre slange med større diameter og 4 gange så mange huller (drypsteder pr. enhed). Dette system bevirker, at der kan opretholdes et højere tryk i inderste kammer end i yderste kammer, hvorfra vandet fordeles på planter eller jord. Herved opnås en ret ensartet vandmængde i hele slangens længde.

I forsøget blev der anvendt en slange pr. majs-række. Slangerne var forbundet, så de for hver parcel dannede et rektangulært system med en fælles fødeslange, der via en vandmåler var forbundet med hovedvandtilførselsrøret.

Ved hjælp af vandmåleren kontrolleredes vandtilførslen i liter pr. parcel og ved hjælp af tensiometre og målinger med neutronspretningsudstyr kontrolleredes jordfugtighedstilstanden.

En midlertidlig majssort LG 11 blev anvendt alle år og vandingen blev gennemført efter følgende plan:

## Forsøgsplan

	Betegnelse i tabeller Uvandet
1. Ingen vanding.	
2. Vanding ved 15 mm underskud i fase 1 og ved 45 mm i fase 2 og 3.	15/45/45
3. Vanding ved 15 mm underskud i fase 2 og ved 45 mm i fase 1 og 3.	45/15/45
4. Vanding ved 15 mm underskud i fase 3 og ved 45 mm i fase 1 og 2.	45/45/15
5. Vanding ved 15 mm underskud i fase 1, 2 og 3.	15/15/15

Ved 15 mm underskud blev der vandet med 15 mm og ved 45 mm underskud med 30 mm.

Fase 1: Før blomstring.

Fase 2: Under blomstring.

Fase 3: Efter blomstring.

Der blev udelukkende gødet med handelsgødning og tilført følgende mængder pr. ha.

1000 kg 0-4-21 m. Mg og Cu  
360 kg kas.  
300 kg 11-23-0  
500 kg kieserit

I 1976 blev der yderligere tilført 300 kg 0-5-12. Gødningen blev udbragt og nedharvet før majsåningen. Af N og P blev dog henholdsvis 33 og 69 kg placeret ved såning.

Majsens blev tidligst sået den 6. maj og senest den 9. maj. I 1976 var forfrugten byg, i 1977 rug. De øvrige år fortsattes med majs på samme areal.

## Temperatur, nedbør og vanding

På grundlag af temperaturmålinger i Meteorologisk Instituts vejrrhythme ved Jyndevad forsøgsstation er der beregnet majsvarmeenheder (MVE), dels for forsøgsperioden 1976-80 og dels for en længere periode 1957-80.

For tidsrummet 1. maj til 1. november fås samme gennemsnit for årene 1957–80 som for 1976–80, fig. 1.

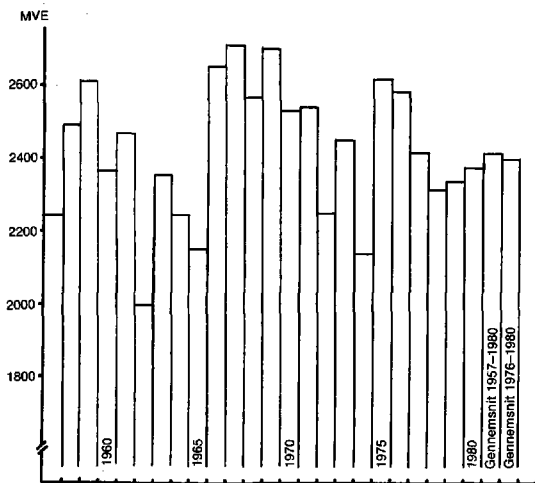


Fig. 1. Majsvarmeheder 1. maj–1. november, Jynde-  
vad 1957–1980.

*Maize heat units, Maj–November, Jynde-  
vad 1957–1980.*

Beregningsmetoden for MVE, efter *Brown* (1969), er anvendt i Danmark af bl.a. *Møller et al.* (1980). Ved samme er anført, at begyndende

blomstring indtræffer ved ca. 1300 MVE, målt fra sådato. I nærværende forsøg er der anvendt en anden sort end i de af *Møller et al.* refererede undersøgelser.

Begyndende blomstringstidspunkt varierede fra 16. juli til 3. august og antal MVE ved begyndende blomstring varierede fra 1069 til 1265.

Benyttes 1100 MVE som tidspunkt for overgang fra fase 1 til fase 2 i forsøget, findes dette i 3 af 5 forsøgsår at falde sammen med noterede datoer for faseskift (begyndende blomstring), medens det i to år 1979 og 1980 er noteret nogle få dage senere end ved 1100 MVE.

Summeringen af MVE findes derfor at være egnet til en beregning af tidspunktet for faseskift (begyndende blomstring) og giver hermed mulighed for at beregne vækstoffordeling over en længere årrække end forsøget rækker over. Næste faseskift er lagt 4 uger efter begyndende blomstring.

Tabel 1 viser nedbørsfordeling maj–september i forsøgsårene, sum af nedbør juni–august, samt vandtilførsel ved vanding. En stor del af det gennemsnitlige vandingsbehov skyldes 1976, medens behovet har været meget lille i årene 1978–80.

Det er ved beregning på modeller, som anført af *Gregersen og Knudsen* (1980), undersøgt, hvordan det gennemsnitlige vandforbrug ville være over en længere årrække, 1957–80.

Tabel 1. Nedbør og vanding, Jynde-  
vad 1976–80, mm  
*Precipitation and irrigation, mm*

Nedbør	1976	1977	1978	1979	1980	Normal
Maj .....	74	51	21	94	10	50
Juni .....	15	64	87	51	166	49
Juli .....	17	57	83	52	95	81
August .....	14	49	72	95	160	106
September .....	58	51	155	68	71	80
Juni–August .....	46	170	242	198	421	236
<b>Vanding i mm</b>						<b>Gns.</b>
Led 2 .....	255	60	00	15	00	66
Led 3 .....	255	45	15	00	00	63
Led 4 .....	255	60	15	00	00	66
Led 5 .....	330	105	30	15	00	96
<b>Sum af nedbør + vanding</b>						
i led 3 .....	301	215	257	198	421	242
i led 5 .....	376	275	272	213	421	284

Denne beregning viser et gennemsnitligt behov for vanding med 99 mm i gennemsnit af 24 år mod 93 mm i gennemsnit af forsøgets 5 år. Det ses i tabel 1, at der gennemsnitlig er vandet med 96 mm i led 5, som beregningen er baseret på.

En lidt mindre hyppig vanding, som i led 3 viser et forbrug på 63 mm i tabel 1. En beregning af 24 års gennemsnit, fig. 2, viser, at også dette forbrug falder tæt sammen med forsøgsperiodens forbrug på 63 mm i gennemsnit.

## Resultater

I tabel 2 vises udbytte af uvandet og merudbytte for vanding i foderenheder pr. ha. Der er et meget stort merudbytte for vanding i 1976, et beskedent merudbytte i 1977, de øvrige år er der ikke signifikant udslag for vanding. Som det fremgår af tabel 1, er der ikke vandet i 1980, og kun en del af leddene er vandet i 1978 og 1979. Vandingssslanger og andet materiel har været

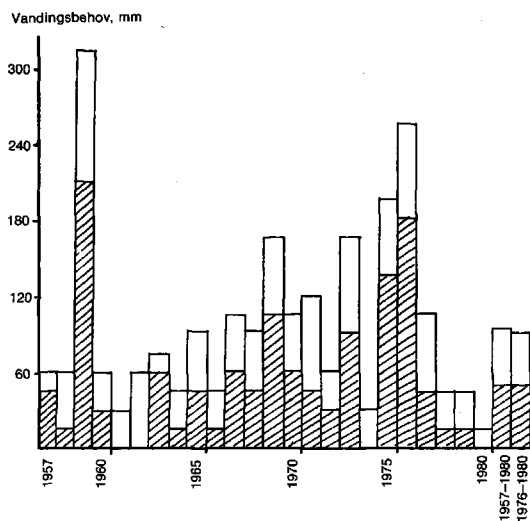


Fig. 2. Vandingsbehov 1957-1980, mm. Hele søjlen, vanding som led 5, skraveret del, vanding som led 3. Demand of irrigation 1957-1980, mm.

Tabel 2. Udbytte af uvandet majs og merudbytte for vanding, f.e. pr. ha  
Yield of maize without irrigation and rise of yield by irrigation, FU per hectare

Forsøgsled	1 Uvandet	2 15/45/45	3 45/15/45	4 45/45/15	5 15/15/15
<i>Kolber, ears</i>					
1976 .....	347	11291	11546	11014	12747
1977 .....	6283	227	470	712	959
1978 .....	6249	21	335	÷198	244
1979 .....	5198	141	385	130	430
1980 .....	4353	÷450	÷310	100	÷95
Gns. ....	4486	2246	2485	2352	2857
<i>Stængler, stalks</i>					
1976 .....	2706	1616	1006	792	1634
1977 .....	5719	822	÷259	÷66	144
1978 .....	4105	212	210	151	509
1979 .....	4976	69	9	44	214
1980 .....	3171	1	32	113	65
Gns. ....	4135	544	200	207	513
<i>I alt, total</i>					
1976 .....	3053	12907	12552	11806	14381
1977 .....	12002	1049	211	646	1103
1978 .....	10354	233	545	÷47	753
1979 .....	10174	210	394	174	644
1980 .....	7524	÷449	÷278	213	÷30
Gns. ....	8621	2790	2685	2559	3370

**Tabel 3.** Udbytte og indhold af tørstof i majs til ensilering, samt kg tørstof pr. f.e. Gennemsnit af 5 års resultater, samt enkelt resultater fra uvandet og hyppigt vandet majs  
*Yield and content of DM, and kg of DM per FU. Average of five years and yearly results from not irrigated and frequently irrigated maize*

Forsøgsled	hkg tørstof pr. ha			% tørstof			kg tørstof pr. f.e.		
	kolbe	stængel	k + s	kolbe	stængel	k + s	kolbe	stængel	k + s
1. Uvandet .....	39,3	57,7	97,0	29,1	19,7	22,7	0,86	1,38	1,13
2. 15/45/45 .....	57,0	69,4	126,4	32,8	19,3	23,7	0,86	1,49	1,11
3. 45/15/45 .....	59,9	62,9	122,8	32,8	18,6	23,6	0,86	1,46	1,09
4. 45/45/15 .....	58,7	63,1	121,8	33,1	18,5	23,5	0,86	1,46	1,09
5. 15/15/15 .....	63,3	68,7	132,0	34,1	18,7	23,9	0,87	1,48	1,10
1. Uvandet									
1976 .....	2,8	30,4	33,2	24,3	21,7	21,9	0,81	1,12	—
1977 .....	55,0	80,2	135,2	29,3	20,9	23,7	0,88	1,40	—
1978 .....	54,3	58,9	113,2	27,7	18,1	21,7	0,87	1,44	—
1979 .....	47,7	69,1	116,8	25,9	19,7	21,8	0,92	1,39	—
1980 .....	36,5	49,0	85,5	38,0	18,5	23,6	0,84	1,54	—
5. (15/15/15)									
1976 .....	108,2	71,3	179,5	46,6	18,2	28,8	0,83	1,64	—
1977 .....	63,4	85,7	149,1	30,8	18,3	22,1	0,88	1,46	—
1978 .....	57,9	63,4	121,3	27,6	18,6	22,0	0,89	1,37	—
1979 .....	51,1	73,3	124,4	27,4	20,3	22,8	0,91	1,41	—
1980 .....	35,9	50,0	85,9	37,8	18,3	23,4	0,84	1,54	—

monteret og placeret alle år, og dette kan være medvirkende til negativ effekt i nogle forsøgsled.

Tørstofudbyttet samt tørstofindholdet i kolber og stængler og kg tørstof pr. f.e. er vist i tabel 3. Der er vist gennemsnit af 5 års forsøg samt enkelt års resultater fra uvandet og fra det hyppigst vandede forsøgsled. Det er karakteristisk, at tørstofprocenten er relativ lav i kolber og høj i stængler af uvandet majs i tørre år, set i forhold til vandet majs. Det vil sige, at der er tale om en forsinket udvikling af majs på grund af tørke.

Kolbetørstoffets værdi (kg pr. f.e.) er i gennemsnit ikke ændret fra uvandet til vandet majs. Heller ikke når der ses på udprægede tørkeår, er der væsentlig forskel. Derimod findes stængler fra uvandet majs 1976 at have væsentlig højere foderværdi end stængler fra vandet majs, hvilket her er tegn på, at tørstof i form af sukker ikke har kunnet transporteres fra stængler til kolber på grund af sen kolbeudvikling eller manglende kolbeansættelse i det hele taget.

Nogle kvalitetstal er vist i tabel 4 og på samme måde som i tabel 3 er det gennemsnit af 5 år samt

enkelt års tal fra uvandet og hyppigt vandet majs, led 1 og led 5.

Kvalitetstallene er anvendt i beregningen af skandinaviske foderenheder ud fra formlen: Skandinavisk f.e. pr. 100 kg organisk stof = (% ford. org. stof  $\times$  1,00 + % ford. råprotein  $\times$  0,43 + 1,50)  $\times$  V  $\times$  1,333 (Frederiksen, 1969; Møller *et al.*, 1980). Hvor V er værditallet, som beregnes ud fra formlen:  $V = 1,10 \div \% \text{ træstof} \times 0,00968$ . Råproteinprocenter i uvandede kolber og stængler lå i 1976 over indholdet i vandet afgrøde, en følge af den meget lille tørstofproduktion uden vanding. I 1980, hvor der ikke blev vandet, er råproteinindholdet i kolber og især i stængler chokerende lille, trods en relativ lille produktion af tørstof, hvilket taler sit tydelig sprog om kvælstofmangel, som følge af udvaskning ved det store overskud af nedbør i sidste halvdel af juni måned.

#### Planteantal og højde

Planteantallet har inden for år varieret fra 8,5 til 9,9 pr. m<sup>2</sup>. Vandingen er i alle år gennemført på

**Tabel 4.** Råprotein, træstof og aske i % af tørstof; hkg org. stof pr. ha og f.e. pr. 100 kg org. stof  
*CP, CF and ash in % of DM. OM per ha and FU per 100 kg of OM*

Forsøgsled	råprotein		% i tørstof træstof		råaske		hkg pr. ha org. stof		f.e. pr. 100 kg org. stof	
	K.	S.	K.	S.	K.	S.	K.	S.	K.	S.
1. Uvandet .....	8,83	6,16	11,16	28,02	2,24	7,10	38,42	53,68	118,99	79,02
2. 15/45/45 .....	7,85	4,78	10,82	30,92	2,06	6,98	55,86	64,70	119,34	72,33
3. 45/15/45 .....	7,93	5,05	11,22	30,18	2,08	7,10	58,65	58,51	118,34	73,91
4. 45/45/15 .....	8,01	5,11	11,26	30,34	2,06	7,12	57,47	58,69	118,29	73,61
5. 15/15/15 .....	7,85	4,90	11,48	30,76	2,04	7,16	62,03	63,97	117,63	72,70
1. Uvandet										
1976 .....	12,50	11,50	8,7	20,6	2,6	8,7	2,73	27,76	127,32	97,53
1977 .....	8,37	6,25	12,0	29,7	2,0	5,4	53,90	75,87	116,57	75,38
1978 .....	8,12	5,31	11,6	30,1	2,0	6,0	53,21	55,37	117,44	74,15
1979 .....	8,50	5,12	14,0	29,0	2,4	5,6	46,56	65,23	111,67	76,30
1980 .....	6,62	2,62	9,5	30,7	2,2	9,8	35,70	44,20	121,96	71,76
5. .15/15/15)										
1976 .....	8,00	4,37	9,3	34,2	1,8	7,4	106,25	66,02	123,24	65,75
1977 .....	8,37	5,93	12,0	31,0	2,0	5,8	62,13	80,73	116,57	72,63
1978 .....	8,12	5,81	12,8	28,6	2,0	6,0	56,74	59,60	114,44	77,43
1979 .....	8,18	5,50	13,5	29,4	2,3	6,4	49,92	68,61	112,74	75,65
1980 .....	6,56	2,87	9,8	30,6	2,1	10,2	35,15	44,90	121,16	72,07

tidspunkter, hvor det ikke har kunnet påvirke planteantallet.

Antal stængler ligger 1–10% over antal planter, mest i vandet majs. I 1976 er antal stængler signifikant større i vandet end i uvandet majs. Også de følgende år er antallet størst i vandet majs, men forskellen er uvæsentlig.

Antal kolber pr. plante er vist i tabel 5. I 1976 var der næsten ingen kolber i uvandet majs. I 1977 har vanding øget kolbeantallet med ca. 5%. De øvrige år er der ingen forskel på uvandet og van-

det majs. I gennemsnit af de år (1976–78) hvor der er vandet i led 3, er antal kolber pr. plante størst i dette forsøgsled.

Højde til basis af hanblomst er vist i tabel 6. Det ses, at der i det tørre år 1976 er en aftrapning i plantehøjden jo senere vandingen sættes ind. Samme effekt lader sig ane i 1977, men ikke i de 3 sidste år. Det er sandsynligt, at den lave højde i 1980 skyldes manglende kvælstof til rådighed for vegetativ udvikling. Kolber med brand (*Ustilago zae*) er kun iagttaget i 1976. Sygdommen var

**Tabel 5.** Antal kolber pr. plante  
*Number of ears per maize plant*

Forsøgsled	1	2	3	4	5
	Uvandet	15/45/45	45/15/45	45/45/15	15/15/15
1976 .....	0,12	1,09	1,15	1,09	1,16
1977 .....	0,99	1,01	1,05	1,06	1,03
1978 .....	1,43	1,34	1,52	1,38	1,46
1979 .....	1,41	1,45	1,38	1,40	1,45
1980 .....	0,98	0,98	0,96	0,96	0,97
1976–78 .....	0,85	1,15	1,24	1,18	1,22

**Tablet 6.** Højde, cm til basis af hanblomst  
*Height to male flower, cm*

Forsøgsled	1 Uvandet	2 15/45/45	3 45/15/45	4 45/45/15	5 15/15/15
1976 .....	85	201	193	178	213
1977 .....	211	235	220	216	231
1978 .....	189	187	190	191	192
1979 .....	176	180	178	184	184
1980 .....	162	153	153	157	158

meget udbredt i uvandet majs, hvor 84% af kolberne var angrebet. I vandet majs var angrebsgraden maximalt 2,5%. Der var tendens til, at tidlig og kraftig vanding gav mindst angreb, men der var ikke signifikant forskel inden for vandingsparcellerne.

### Diskussion

Det er klart, at et gennemsnit af 5 år er en for kort periode at vurdere en afgrødes vandingsbehov på. Imidlertid synes det inden for denne femårsperiode, hvor vandingsforsøg i majs er gennemført, at være lykkedes at få begge ekstremer med, dels det tørre år 1976, hvor det næsten ikke regnede i majsens vækstperiode, og dels dette århundredes måske mest fugtige år 1980, hvor der ikke blev anledning til at vande majsen i forsøget, fordi der ikke opstod sammenhængende tørkeperioder med 15 mm summeret underskud i den for majsen aktuelle periode.

Gennem anvendelse af klimadata, nedbør og fordampning i modelberegninger er forsøgsperiodens 5 år sammenlignet med en periode på 24 år, og der er fundet praktisk talt samme behov 99 mm mod forsøgsperiodens 93 mm beregnet efter samme model. Denne beregning er foretaget med vanding som i led 5, hvor faseindelingsens tidspunkter ikke volder noget problem, idet der i hele vækstperioden vandes, når 15 mm er fjernet fra planternes rodzone.

Da dette nok er en vandingshyppighed, der kun kan gennemføres ved stationære vandingsanlæg, er der desuden gennemført en modelberegning med vandingsmønster, som forsøgsled 3. Tidspunkterne for faseskift er fundet ved at sætte disse i relation til summerede MVE. Ved model-

beregningen findes herefter et vandingsbehov på 51 mm i forsøgsperioden og et behov på 52,5 mm over en periode på 24 år, 1957–80.

Så længe majs er i det vegetative stadium, har den en vældig evne til at kompensere for en midlertidig tørkeperiode, når den senere får vand nok til rådighed (*Kemper et al.*, 1961). Dette synes til dels bekræftet ved en supplerende undersøgelse i forbindelse med forsøget i det tørre år 1976. På samme areal som vandingsforsøget blev der 2. august begyndt vanding i en parcel, der ikke tidligere var vandet. Planterne var da kun 85 cm høje mod vandede planters højde på ca. 2 meter.

Stængeludbyttet blev kun lidt forøget, men vandtilførslen bevirkede, at der kom en kolbeudvikling igang i de på dette tidspunkt stærkt udtørrede majs. I relation til forsøgets led 5 gav denne majs 59% udbytte imod kun 16% i uvandet majs.

Det er sandsynligt, at den tilførte N-mængde i flere tilfælde har været den begrænsende faktor for majsens udvikling, og i særdeleshed i fugtige år. I de år, hvor der er vandet meget, som i 1976 og tildels i 1977, vil en del kvælstof blive tilført med vandingsvandet, medens den med nedbøren tilførte mængde ikke vil øges væsentligt, fordi nedbørmængden øges. Tværtimod vil periodisk nedbørsoverskud, som i 1980, medføre, at nitrat-kvælstof kan bortføres fra planternes rodzone. Tabel 7, der viser indhøstet kvælstof i % af tilført i gødning, synes at bekræfte dette.

Indholdet af råprotein er i det hele taget lavt i nærværende forsøgsresultater, set i forhold til f.eks. høsttidsforsøg 1972–76 (*Møller et al.*, 1980), hvor der opgives 10,2% råprotein for hele majsplanter og med en variationsbredde fra 8,3 til 12,1%. I nærværende uvandet majs var gennem-

**Tabel 7.** Kvælstof i afgrøden (kolber + stængler) i % af tilført gødning  
*Nitrogen in the crop in % of applied nitrogen in fertilizer*

Forsøgsled	1	2	3	4	5
	Uvandet	15/45/45	45/15/45	45/45/15	15/15/15
1976 .....	48	134	138	133	148
1977 .....	121	129	122	135	131
1978 .....	95	98	102	95	106
1979 .....	96	98	102	98	104
1980 .....	47	43	46	49	48

snittet 6,7% og variationen 4,4 til 11,5%. I vandet majs 6,5% med en variation på 4,3 til 7,6%. Det anføres yderligere (Møller *et al.*, 1980), at indholdet af råprotein var lavere i kolber med svøb end i stængler plus blade (9,6 mod 10,5). I vandingsforsøget var forholdet omvendt 8,1 mod 5,2.

Dette kan være udtryk for, at majsens i vandingsforsøget er høstet på et senere udviklingstrin end majs fra høsttidsforsøgene. Således anfører *Soibiés og Gadet* (1953) et meget lavt indhold af N i blade plus stængler, 0,6%, og finder mindst 75% af optaget kvælstof i kolberne.

Udvaskningen af kvælstof i 1980 kan henføres specielt til perioden 15. juni til 30. juni, hvor der var et nedbørsoverskud på 120 mm.

Rodzonekapaciteten ved Jydevad er i flere tilfælde, bl.a. *Hansen* (1976), målt til 66 mm til-

gængeligt vand ved 60 cm roddebyde. Nedbørsoverskuddet i ovennævnte periode nærmer sig således 2 gange rodzonekapacitet, hvilket ifølge *Jensen* (1977) kan medføre, at 90% af nitratkvælstoffet forsvinder fra planterøddernes rækkevidde.

Nogle orienterende, ikke publicerede undersøgelser ved Jydevad 1980 bekræfter, at ekstra kvælstoftilførsel 1. juli eller beskyttelse mod nedvaskning har kunnet øge majsudbyttet. Der er således ved ekstra N-tilførsel høstet udbytter på 130 hkg tørstof og med væsentlig større N-indhold i tørstof end i vandingsforsøget.

Den relative udbytteforøgelse ved sengøds-kning 1980 var størst i kolber, 59 til 107%. I stængler var det kun 15 til 31%.

**Tabel 8.** Merudbytte for vanding, f.e. pr. ha og i % af uvandet, samt pr. mm vand. Vandingens fordeling procentvis på tre vækstfaser.

*Increase of yield by irrigation, FU per hectare and as % of non irrigated maize, and per mm of water. Water distribution, % to every growth period*

Forsøgsled	2	3	4	5
	15/45/45	45/15/45	45/45/15	15/15/15
Kolber .....	2246 (50)	2485 (55)	2352 (52)	2857 (64)
Stængler .....	544 (13)	200 (5)	201 (5)	513 (12)
I alt .....	2790 (32)	2685 (31)	2559 (30)	3370 (39)
Merudbytte pr. mm vand, f.e. pr. ha				
Total .....	42	42	39	35
Stængler .....	8	3	3	5
Kolber .....	34	39	36	30
Vandingens fordeling på vækstperioden, %				
Før blomstring .....	55	29	27	37,5
Under blomstring .....	27	52	27	34,4
Efter blomstring .....	18	19	46	28,1



### Hyppig vanding eller begrænset vanding?

Som det fremgår af tabel 2, er merudbyttet for hyppig vanding større i kolber end i stængler. I tabel 8 er vist merudbytte for vanding dels i f.e. pr. ha og dels (i parentes) % merudbytte i forhold til uvandet. I kolber varierer merudbyttet mellem led fra 50 til 64%, medens det i stængler kun varierer fra 5 til 13%. I alt i kolber plus stængler varierer merudbyttet fra 30 til 39%.

I tabel 8 er yderligere vist merudbytte pr. mm vand samt vandingens procentiske fordeling på de tre vækstperioder. Det fremgår af tabellen, at det største totale merudbytte er opnået ved hyppig vandingsfrekvens i hele vækstperioden. Men ses der specielt på merudbytte pr. mm vand, må led 3 fremhæves med 42 f.e. pr. mm vand, hvoraf de 39 f.e. er merudbytte i kolber.

I tabel 9 er foretaget en økonomisk vurdering af merudbyttet, hvor følgende parametre er anvendt.

Bruttofoderenhed, 75 øre pr. enhed.

Mandsminutter/ha, 100 øre pr. enhed.

Kilowatttimer, 45 øre pr. enhed.

Vedligeholdelse, 50 kr. pr. ha plus 1 kr. pr. ha mm.

Mandsminutter pr. vanding er taget fra »De landbrugstekniske undersøgelser« over vandingmaskiner (Nielsen, 1976), hvor flytning og opstilling af maskiner er målt til 16,8 min. pr. ha.

Da slangelængden ikke altid kan anvendes fuldt ud, er tallet til herværende formål multipliceret med forholdet 300/210 og herved fås 24 min. pr. ha.

El-forbruget er regnet til 4,6 kWt pr. ha mm (Gregersen, 1976). Vedligeholdelsesudgiften er et skønnet tal. Ud fra disse parametre viser restværdien (e) i tabel 9, at den hyppige vanding har været mest fordelagtig. Led 2 og 3 er næsten ens, men dog således, at den tidlige periode med hyppig vanding viser samme tendens som hyppig vanding i hele vækstperioden. Et tørkestress i de to første faser (led 4), har givet det dårligste resultat af de vandede led. Ses der alene på kolbeudbyttet, findes samme tendens som i de udenlandske undersøgelser, at hyppig vanding i blomstringsperioden er mere værdifuld end en hyppig vanding før eller efter blomstring.

### Konklusion

Det største kolbeudbytte pr. mm vandingsvand opnås ved at sørge for god vandforsyning i blomstringsperioden og ingen eller moderat vanding før blomstring.

Det største totaludbytte, men samtidig det mindste merudbytte pr. mm vand, opnås ved god vandforsyning i hele vækstperioden. Ved god vandforsyning i hele vækstperioden var der en udbytteforøgelse på 39% og et vandforbrug på 96

Tabel 9. Vandtilførsel, antal gange og antal mm samt økonomien ved forskellig vanding  
Water supply, number of times and mm, and compare of economy by different irrigation

Forsøgsled	2	3	4	5
	15/45/45	45/15/45	45/45/15	15/15/15
Antal mm .....	66	63	66	96
Antal gange .....	3,7	3,5	3,7	6,4
Mandsmin./ha .....	(89)	(84)	(89)	(154)
kWt/ha .....	303	290	303	442
Økonomi ved 75 øre pr. B f.e., 1 kr. pr. mandsmin., 45 øre kWt og vedligehold, 1 kr. pr. ha mm + 50 kr. pr. ha.				
a. 75 øre pr. B f.e. ....	2092	2013	1919	2527
b. 1 kr. pr. mandsmin. .	(89)	(84)	(89)	(154)
c. 45 øre kWt .....	136	131	136	199
d. 1 kr./ha mm + 50 kr.	116	113	116	146
e. = a-(b+c+d) .....	1751	1685	1578	2028

mm. Ved god vandforsyning i blomstringsperioden og moderat vanding før og efter blomstring var vandforbruget 63 mm og udbytteforøgelsen 31%.

### Litteratur

- Barloy, J. Ed.* (1970): *Les Cahiers du Mais, Engrais de France.*
- Brown, D. M.* (1969): Heath units for corn in Southern Ontario. Factsheet, AGDEX 111/31. Ontario Ministry of Agriculture and Food, Ontario, 4 pp.
- Frederiksen, J. Højland* (1969): Beregning af foderværdien i græsmarksafgrøder, roer og roetop. 371. beretning fra Forsøgslaboratoriet, 1-42, Statens Husdyrbrugsudvalg, København.
- Gregersen, A.* (1976): Økonomi ved vanding. Ugeskrift for agronomer m.v. 121, 291-294.
- Gregersen, A. & Knudsen, H.* (1980): Vindhastighed, vandbalance og vandingsbehov 1957-78. Tidsskr. Planteavl 84, 111-161.
- Hansen, L.* (1976): Jordtyper ved Statens Forsøgsstationer. Tidsskr. Planteavl 80, 742-758.
- Jensen, H. E.* (1977): Kvælstofbalance og kvælstoftransport i dyrket jord. Nordforsk. Publikation 1977, 2.
- Kemper, W. D., Robinson, C. W. & Colus, H. M.* (1961): Growth rates of barley and corn as affected by changes in soil moisture stress. Soil Sci. 91, 332-338.
- Møller, E., Augustinussen, J. E. & Thomsen, K. Vestergaard* (1980): Majs til ensilering. 8. beretning. Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg.
- Nielsen, V.* (1976): Vandingsmaskiner. Arbejdsbehov og vandingskapacitet i praksis. De landbrugstekniske Undersøgelser, Ørritslevgård.
- Soibiés, L. & Gadet, R.* (1953): L'exportation d'éléments fertilisants par le maïs. C.r. Acad. Agric. Fr. 39, 176-178.

Manuskript modtaget den 10. marts 1982.