

Vanding i sædskiftet

Irrigation in a crop rotation

ANNETTE ANDERSEN og ANDERS K. GREGERSEN †

Resumé

Vandingens indflydelse på udbytte samt eftervirkning af vanding blev undersøgt på en grovsandet jord igennem to rotationer af et fireårigt sædskifte i årene 1975–86. Afgrøderne var byg med udlæg, derefter to års græs eller kløvergræs fulgt af byg i første rotation og hvede i anden rotation. Til slut en bygafgrøde uden forsøgmæssig behandling.

Den største vandings effekt målt i kløvergræs, hvor vanding i det første brugsår forøgede udbyttet med gennemsnitlig 36 pct. I rent græs var den tilsvarende vandings effekt 23 pct. Udbyttet af plantetørstof var imidlertid på grund af større kvælstoftilførsel ca. en tredjedel større i rent græs end i kløvergræs. I andet brugsår var både udbytter og vandings effekt ens for græsmarksafgrøderne, og her gav vanding et gennemsnitligt merudbytte på 18 pct.

For både første og andet brugsår gjaldt, at van-

ding i rent græs havde størst effekt ved anden slæt omkring første juli, og i kløvergræs ved tredje slæt ca. fem uger senere.

Vanding i byg med udlæg gav i gennemsnit af årene 1975–82 et merudbytte på 26 pct. i kerne og 22 pct. i halm. Den totale proteinmængde i kerne var 12 pct. større efter vanding. Merudbyttet for vanding steg med øget kvælstoftilførsel.

På grund af lejesæd gav vanding i byg efter græsmarksafgrøder i første rotation kun et merudbytte på 8 pct. i kerne. Vanding i hvede efter græsmarksafgrøder i anden rotation (1982–85) gav et merudbytte på 25 pct.

Der var ingen signifikante eftervirkninger af vanding i nogen af afgrøderne.

Jordens humusindhold, fosforsyretilførsel, magnesium og kobberindhold var ikke væsentligt påvirket af vandingen. Kaliumtallet var signifikant lavere i alle vandede led.

Nøgleord: Byg med udlæg, græs, kløvergræs, byg, hvede, merudbytte, vanding, eftervirkning af vanding, kvælstof, kvælstofoptagelse, afgrødekvalitet, jordkemi, kaliumtal.

Summary

The effect and after-effect of irrigation was examined, through two rotations of crops on a coarse sandy soil in the years 1975–86. The crops were barley undersowed with grass, two years of

grass or clover-grass mixture followed by barley in the first rotation and wheat in the second rotation. At the end barley without experimental treatments.

The greatest effect of irrigation was seen in the clover-grass mixture, where yields in the first year of use were increased by 36 per cent. In grass alone the increase in yield was only 23 per cent, but because of abundant N-fertilizer the yield of plant dry matter was approximately one third greater than in clover-grass mixture. In the second year of use, both yields and effects of irrigation were the same in the grass crops. Here the average yield increase caused by irrigation was 18 per cent.

The greatest effect of irrigation was seen in the second cut around 1 July in grass alone and in the third cut circa five weeks later in clover-grass mixture.

In most years irrigation of barley had a small negative after-effect on grass crops, while in 1977 a strongly positive after-effect was recorded. This

year the grass crops after unirrigated barley had to be resown because of an extremely dry summer the previous year.

Irrigation increased yield of barley undersowed with grass crops by 26 per cent, while in barley following grass crops the average increase of yield was much smaller because of lodging in irrigated plots.

In wheat following grass crops the yield was increased by 25 per cent.

Irrigation of grass crops had no significant after-effect on yield of the following cereal crops.

There were no effects of irrigation on soil content of humus, P, Mg or Cu. But soil K was significantly different in the four irrigation treatments. In most irrigated soil the potassium content was, at the end, 5.8 mg and in unirrigated soil 7.4 mg per 100 g soil.

Key words: Barley, grass, clover-grass, wheat, yield increase, irrigation, after-effect of irrigation, nitrogen, nitrogen uptake, crop quality, soil chemistry, potassium.

Indledning

Vandingens effekt på udbyttet af forskellige afgrøder er undersøgt i mange oftest enårige forsøg. Derimod savnes der viden om en eventuel akkumuleret effekt af vanding og langtidseffekten af vanding på jorden og dens indhold af næringsstoffer.

Nærværende beretning beskriver resultaterne af et sædskifteforsøg, på grovsandet jord, hvor disse aspekter blev belyst. Baggrunden for forsøget var bl.a. tidligere undersøgelser vedrørende vandingens betydning for flerårige græsmarksafgrøder (2).

Metodik

Forsøgsplan

Fra 1975 blev der gennemført fastliggende markforsøg med fireårigt sædskifte i to rotationer. Sædskiftet blev anlagt forskudt i fire tilstødende parcelrækker, I-IV, som hver var ca. 0,3 ha (20 m × 146 m). Afgrøderne i sædskiftet fremgår af tabel 1.

Hver parcelrække var delt på langs i to halvdele med hver sin type af udlæg:

- a. Rent græs
- b. Kløvergræs

Som udlæg anvendtes i 1975–76 en græsblanding bestående af 28 pct. alm. rajgræs, 28 pct. timothe, 28 pct. hundegræs samt 16 pct. engsvingel. Til kløvergræs anvendtes en blanding i samme forhold, men med 25 pct. hvidkløver. I resten af forsøgsperioden bestod græsblandingen af ca. 42 pct. alm. rajgræs, 46 pct. hybrid rajgræs samt 12 pct. hundegræs. I 1977 anvendtes til kløvergræs en tilsvarende blanding blot med 15 pct. hvidkløver, og i 1978–79 med 33 pct. hvidkløver. De sidste tre år bestod kløvergræsblandingen af 50 pct. alm. rajgræs, 14 pct. hundegræs, 14 pct. hvidkløver og 22 pct. rødkløver.

Hver parcelrække var inddelt i fire blokke, hver med fire stor-parceller svarende til de fire forsøgsled, som lå i systematisk rækkefølge.

Forsøgsleddene var:

1. Uvandet
2. Kun græsmarksafgrøder vandet
3. Alle afgrøder vandet
4. Kun korn vandet

Hver stor-parcel var inddelt i tre små-parceller, hvor der, også i systematisk rækkefølge blev givet forskellige kvælstofmængder, men kun til byg med udlæg:

Tabel 1. Afgrøder i sædskiftet, a. Samme i b, blot med kløvergræs.

Rotation of crops in plot rows I-IV. Crops were barley undersowed with grass or clover-grass (Byg m. udlæg), then two years of grass or clover-grass (1. års, 2. års græs) followed by barley (Byg) in the first rotation, and wheat (Hvede) in the second rotation. At the end barley without any experimental treatment.

År	Parcelrække			
	I	II	III	IV
1975	Byg m. udlæg			
1976	1. års græs	Byg m. udlæg		
1977	2. års græs	1. års græs	Byg m. udlæg	
1978	Byg	2. års græs	1. års græs	Byg m. udlæg
1979	Byg m. udlæg	Byg	2. års græs	1. års græs
1980	1. års græs	Byg m. udlæg	Byg	2. års græs
1981	2. års græs	1. års græs	Byg m. udlæg	Byg
1982	Hvede	2. års græs	1. års græs	Byg m. udlæg
1983	(Byg)	Hvede	2. års græs	1. års græs
1984		(Byg)	Hvede	2. års græs
1985			(Byg)	Hvede
1986				(Byg)

- x. 60 kg N/ha
- y. 90 kg N/ha
- z. 120 kg N/ha

De anvendte gødningsmængder til de forskellige afgrøder fremgår af tabel 2. Gødsningen af især kløvergræs blev ændret væsentligt fra år til år. Første års kløvergræs fik således overhovedet ikke tilført kvælstof i 1978, mens det året før fik samme mængde som rent græs, nemlig 452 kg N pr. ha (tabel 10).

Jordbearbejdning, anvendelse af pesticider m.m. fulgte i øvrigt normal dyrkningspraksis. Vandings skete ved 30 mm underskud, dvs. når ca. halvdelen af den tilgængelige vandmængde var opbrugt. Vandingsmængderne fremgår af tabel 3.

Tabel 2. De gennemsnitlige mængder af næringsstoffer, kg pr. ha pr. år, tilført som handelsgødning.

The average amounts of nutrients, kg per ha per year, applied as fertilizer to barley (Byg), wheat (Hvede), grass (Græs) and clover-grass (Kløvergræs).

Afgrøde	N	P	K	Mg	Cu
Byg	90	24	126	7	0,6
Hvede	155	32	165	10	0,8
1. års græs	428	117	393	57	0,6
1. års kløvergræs	201	114	397	65	1,4
2. års græs	416	110	399	60	0,8
2. års kløvergræs	337	110	399	60	0,8

Jordtype

Forsøget blev anlagt ved Jynde vad forsøgsstation på en typisk grovsandet jord (JB1). Der blev før forsøgets start taget jordprøver til teksturanalyse i parcelrækkerne I, III og IV (tabel 4).

Parcelrække IV skilte sig ud fra de to andre ved et lavere humusindhold og et lidt større indhold af ler og grovsand, mens indholdet af finsand var betydeligt lavere.

Tabel 3. De omtrentlige vandingsmængder, mm, for bygafgrøder, græsmarksafgrøder og hvede.

Approximate amounts of irrigation, mm, for barley crops, grass crops and winter wheat.

År	Byg	Græs	Hvede
Year	Barley	Grass	Wheat
1975	68	–	–
1976	180	367	–
1977	108	156	–
1978	62	71	–
1979	22	58	–
1980	64	70	–
1981	0	100	–
1982	50	113	125
1983	120	240	127
1984	0	90	65
1985	30	–	84
1986	100	–	–
\bar{x}	67	141	100

Tabel 4. Procentisk kornstørrelsesfordeling i tre af parcelrækkerne før forsøgets start.

Soil texture in plot rows I, III and IV at the outset. Per cent of dry matter of humus (Humus), clay (Ler), silt (Silt), fine sand (Finsand) and coarse sand (Grovсанд).

Fraktion	Parcelrække (år)		
	I (75)	III (77)	IV (78)
Humus	– *	3,4	2,8
Ler	2,0	2,0	3,3
Silt	3,9	4,3	4,1
Finsand	36,4	30,6	25,9
Grovсанд	57,7	59,7	63,9

* Humus er inkluderet i finsand

Nedbør

Nedbøren i forsøgsperioden fremgår af tabel 5, hvor også stedets normalnedbør er angivet.

Tabel 5. Nedbør (mm) i vækstsæsonen ved Jyndeved forsøgsstation (12, 13).

Precipitation, mm, in the growing season at the Research Station in Jyndeved.

	1975	-76	-77	-78	-79	-80	-81	-82	-83	-84	-85	-86	Normal (1930–60)
April	70	20	123	32	62	37	11	32	77	26	48	34	45
Maj	26	74	51	12	94	10	109	54	154	60	39	37	46
Juni	17	15	64	73	51	163	105	72	36	96	100	49	45
Juli	50	17	57	49	52	99	63	45	23	61	104	43	84
August	47	14	49	50	95	161	87	135	6	68	106	55	96
Sept.	143	58	51	130	68	73	26	54	122	134	88	69	77
Okt.	48	110	79	47	55	246	185	86	122	180	49	137	80
Sum M+J+J	93	106	172	134	197	272	277	171	213	217	243	129	175

Tabel 6. Oversigt over test af de forskellige variable i variansanalysen af byg med udlæg.

Outline of the tests used in the analysis of variance of barley undersowed with grass.

Variabel	Fejlld (Error)
L	B*L
N og L*N	B*N + B*N*L
U	M*U
L*U	L*M + U*B + L*U*B + L*U*M + L*B*M + U*B*M + L*U*B*M
N*U og L*N*U	M*N + B*M*N + M*L*N + B*M*L*N + B*N*U + M*N*U + B*M*N*U + B*L*N*U + M*L*N*U + B*M*L*N*U

L = Forsøgsled (*Experimental irrigation treatment*)

U = Udlægstype (*Sward type, grass or clover-grass*)

N = Kvælstof (*Amount of N to barley undersowed with grass*)

M = Parcelrække (*Plot row*)

B = Blok (*Block*)

Det ses, at årene 1975 og 1976 var præget af meget tørre somre, mens 1977 havde en meget stor nedbør i april måned. En meget tør maj måned var karakteristisk for 1978 og 1980. I 1980 var juni måned til gengæld ekstrem regnfuld. I 1983 var sommeren tør, men maj måned meget nedbørig. De øvrige forsøgsår var nedbøren mere jævnt fordelt over vækstsæsonen.

Statistik

Forsøgsplanen var gennemgribende systematisk. For hver type afgrøde blev der udført variansanalyse på udbytter m.m. (15), og som et eksempel er de for byg med udlæg benyttede test angivet i tabel 6 (*A. Ersbøll, pers. kom.*)

For nogle analyseresultater var der dog kun én fællesværdi for alle fire blokke. Dermed var der ingen sand gentagelse af faktorerne forsøgsled og kvælstof. I variansanalysen heraf blev rotation i stedet anvendt som en gentagelse.

Resultater og diskussion

Byg med udlæg

Den første afgrøde i sædskiftet var byg med udlæg, som figurerede hvert år fra 1975 til og med 1982 (tabel 1).

Typen af udlæg havde i sig selv ingen betydning for størrelsen af udbyttet, som i gennemsnit af alle år og led var 40,7 hkg kerne og 39,8 hkg halm pr. ha. (Alle udbytter af kerne og halm er angivet med 85 pct. tørstof).

Vanding

Variansanalysen viste en stærk signifikant effekt af vanding på både kerne- og halmudbytter. De to vandede led (3 og 4) og de to uvandede led (1 og 2) var ikke signifikant forskellige indbyrdes, hverken i første eller anden rotation, og der var således ingen eftervirkning i anden rotation fra vanding af græs.

Af tabel 7 ses, at merudbyttet for vanding i gennemsnit var 9,4 hkg kerne pr. ha pr. år, mens det tilsvarende merudbytte i halm var 7,9 hkg. Det svarer til en udbytteforøgelse på henholdsvis 26 pct. og 22 pct. i kerne og halm. Det er noget mindre end både det af *Gregersen* og *Olesen* beregnede sandsynlige merudbytte på 12,9 hkg kerne (4) og det merudbytte på 37 pct., som angives af *Jacobsen* og *Abildskov* (7) som typetal for vandingseffekt på kerneudbyttet i byg. Forklaringen herpå kunne være, at vandingsbehovet i forsøgsperioden som helhed var ca. 10 mm mindre end normalt (3), men også for ringe kvælstof-

Tabel 7. Udbytte og merudbytte af kerne og halm, hkg pr. ha (85 pct. t.s.), i byg med udlæg. Gennemsnit af vandet (V) og uvandet (U).

Average yields and excess yields, hkg per ha of grain (Kerne) and straw (Halm) of barley undersowed with grass in irrigated (V) and unirrigated (U).

År	Kerne			Halm		
	V	U	V-U	V	U	V-U
1975	42,6	25,4	17,3	38,8	23,3	15,5
1976	44,7	28,5	16,3	48,1	39,0	9,0
1977	33,6	28,2	5,4	34,6	22,6	11,9
1978	48,3	38,0	10,3	48,4	34,7	13,7
1979	45,0	43,3	1,7	45,7	45,7	-0,1
1980	50,8	33,6	17,2	45,2	41,1	4,1
1981	49,5	50,0	-0,5	51,2	51,7	-0,5
1982	48,9	41,4	7,5	39,0	29,8	9,2
\bar{x}	45,4	36,0	9,4	43,9	36,0	7,9

gødskning samt græsudlægget kan have medvirket til, at merudbyttet for vanding måske ikke blev optimalt.

I fig. 1a er afbildet effekten af vandingsbehandlingerne på kerneudbyttet igennem otte år. Heraf ses, at der var store klimatiske betingede forskelle imellem årene. Gennemsnitsudbyttet for alle led varierede fra 30,9 hkg kerne pr. ha i 1977 til 49,7 hkg i 1981. Det meget lave udbytte i 1977 hænger antagelig sammen med en stor nedbørsmængde i april måned, hvorved meget af gødningen kan være udvasket. I det bedste år, 1981, var foråret meget lunt og sommeren kølig med et ringe antal soltimer. Der var ringe nedbør i april, men stor nedbør i både maj og juni. Der blev ikke vandet i 1981. I 1980 var den samlede nedbør for maj, juni og juli af samme størrelsesorden som i 1981, nemlig ca. 100 mm over normalen (tabel 5), men fordelingen var anderledes, idet nedbøren i maj måned 1980 var meget ringe. Dette har været medvirkende til en udbytteforskel på 16,4 hkg kerne imellem de uvandede led i 1980 og 81, mens udbytterne i de vandede led var næsten ens.

Udbytteforskelle imellem årene kan dog også hænge sammen med sortsforskelle, idet sorten de første fem år var Zita, i to år derefter Mona, og det sidste år Ida.

Gødskning

Kvælstofgødskningen havde også signifikant effekt på udbyttet, som steg med øget kvælstoftilførsel (tabel 8). For kerneudbyttet var der desuden signifikant vekselvirkning imellem vanding og kvælstof, idet merudbyttet for vanding steg med øget kvælstoftilførsel (fig. 2). Det modsatte

Tabel 8. Udbytte af kerne og halm, hkg pr. ha pr. år (85 pct. t.s.), i byg med udlæg. Gns. af led. (Udlæg: a = græs, b = kløvergræs).

Yearly yields, hkg per ha of grain (Kerne) and straw (Halm) of barley applied with 60, 90 or 120 kg N per ha, and undersowed with a: grass or b: clover-grass. Average of treatments.

kg N pr. ha	Kerne			Halm		
	a	b	\bar{x}	a	b	\bar{x}
60	37,3	36,9	37,1	34,3	36,9	35,6
90	41,6	41,9	41,8	40,8	40,7	40,8
120	43,3	43,3	43,3	43,6	42,3	42,9
LSD ₉₅	(n.s.)		0,3	(0,8)		0,5

forhold var gældende et enkelt år, 1980, hvor der forekom lejesæd efter en voldsom nedbør i juni måned i forsøgsleddene tildelt størst kvælstofmængde.

For halmudbyttet fandtes en sikker vekselvirkning imellem typen af udlæg og kvælstofgødskning (tabel 8). Halmudbyttet var ens i de to typer udlæg ved mellemste kvælstofniveau, men i kløvergræs var gødskningseffekten mindre end i rent græs.

Der blev i årene 1975 samt 1978–82 foretaget analyse for totalkvælstof i kerne med en fælles-

værdi for de fire blokke. I variansanalyse heraf blev år anvendt som en gentagelse, og såvel udlægstype som forsøgsled blev testet mod vekselvirkningen med år, mens kvælstof blev testet mod summen af vekselvirkningen med år og trevejsvekselvirkningen med år og led.

Den altdominerende faktor for kvælstofindholdet i kernen var ikke overraskende kvælstofgødskning, idet der var stærk signifikant effekt på såvel det procentiske indhold som på den optagne mængde af kvælstof (tabel 9). Det fremgår imidlertid også af tabellen, at kvælstofindholdet i ker-

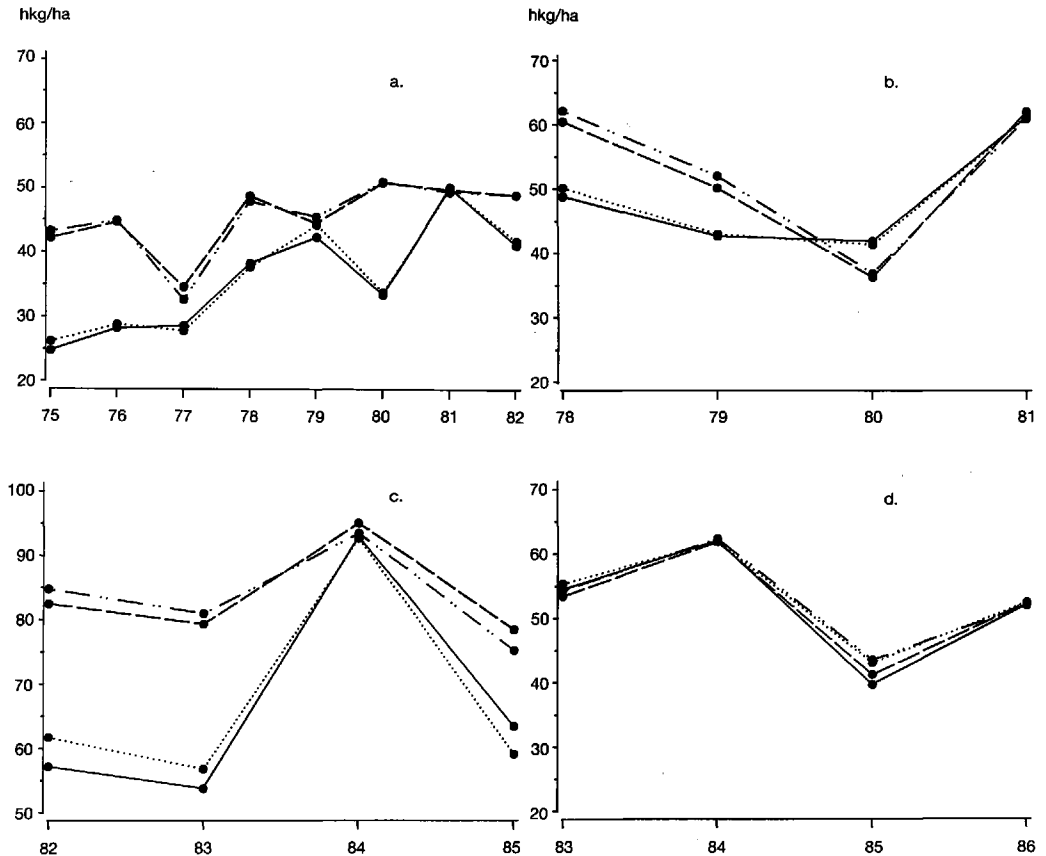


Fig. 1. Kerneudbytte, hkg pr. ha, i sædskiftet. a. Byg med udlæg. b. Byg efter græsmarksafgrøder. c. Hvede efter græsmarksafgrøder. d. Byg efter hvede.

Grain yield, hkg per. ha, of cereals in the crop rotation. a. Barley undersowed with grass crops. b. Barley after grass crops. c. Wheat after grass crops. d. Barley after wheat.

- Led 1. Uvandet (unirrigated)
- Led 2. Kun græsmarksafgrøder vandet (only grass crops irrigated)
- · - · Led 3. Alle afgrøder vandet (all crops irrigated)
- - - Led 4. Kun korn vandet (only cereals irrigated)

nen var signifikant forskelligt i vandede og uvandede led. I uvandet målt det største procentiske kvælstofindhold i kerne, mens den totalt optagne mængde kvælstof i kerne var størst i de vandede parceller som følge af et større udbytte her. Det samlede resultat var, at den høstede proteinmængde i kernen blev ca. 12 pct. større i vandet end i uvandet byg med udlæg.

Græsmarksafgrøder

Udbytterne er omregnet til jordfrit plantetørstof m.m. ved hjælp af formlerne, som angivet af Pedersen og Møller (14), idet der dog er anvendt korrektionsfaktoren 0,966 ved beregning af procent jordtørstof og faktoren 0,862 ved beregning af procent planteaske.

Udlægstype og gødskning

Produktionen af græsmarksafgrøder varierede meget fra år til år, men også imellem udlægstyper og brugsår sås store variationer (fig. 3).

Table 9. Kvælstof i kerne af byg med udlæg. Gns. af år. Led: 1 = uvandet, 2 = kun græsmarksafgrøder vandet, 3 = alle afgrøder vandet, 4 = kun korn vandet.

Per cent of nitrogen and nitrogen content, kg N per ha, in grain of barley undersowed with grass and applied with 60, 90 or 120 kg N per ha in fertilizer. Average of years. Treatments: 1 = unirrigated, 2 = only grass crops irrigated, 3 = all crops irrigated, 4 = only cereals irrigated.

Gødskning	Pct. N	kg N/ha
60 kg N/ha	1,55	50,1
90 »	1,73	63,7
120 »	1,97	75,2
LSD ₉₅	0,07	2,2
<i>Led</i>		
1	1,85	58,8
2	1,85	60,0
3	1,64	66,7
4	1,65	66,5
LSD ₉₅	0,18	4,6

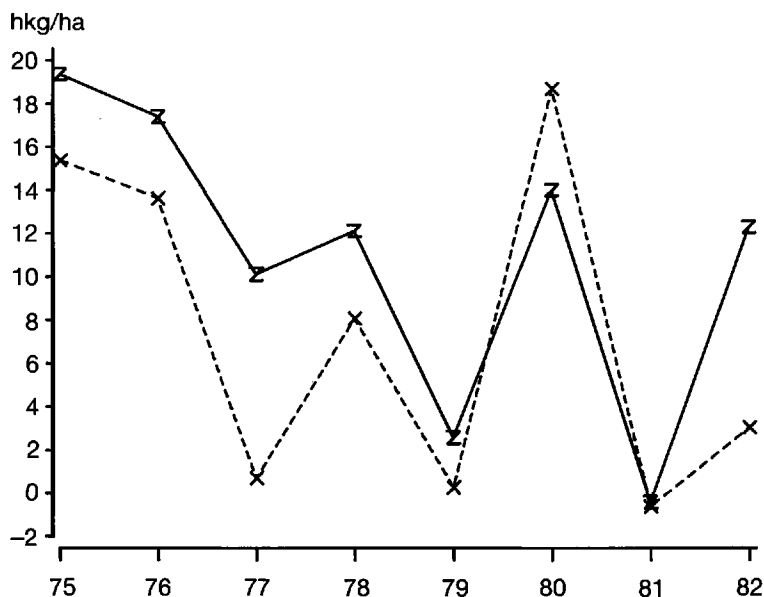


Fig. 2. Merudbytte af kerne, hkg pr. ha, for vanding i byg med udlæg ved lav (x = 60 kg N/ha) og høj (z = 120 kg N/ha) kvælstoftildeling.

Increase in grain yields, hkg per ha, caused by irrigation of barley undersowed with grass crops at low (x) and high (z) nitrogen level.

Tabel 10. Græsmarksudbytter i hkg plantetørstof pr. ha pr. år samt kvælstofgødskning, kg N pr. ha. Sum af alle slæt, gns. af led.

Yearly yields, hkg plant dry matter per ha, of grass (Græs) and clover-grass (Kløvergræs) in the first (1. brugsår) and second (2. brugsår) year crop, and fertilizer nitrogen, kg N pr. ha. Average of treatments.

	1976	-77	-78	-79	-80	-81	-82	-83	-84	\bar{x}	LSD ₉₅
1. brugsår											
Græs	94	117	142	138	146	153	121	125	-	130	
kg N/ha	460	452	454	454	464	405	359	373			18
Kløvergræs	74	114	78	88	106	121	98	99	-	97	
kg N/ha	340	452	0	204	210	215	62	125			
2. brugsår											
Græs	-	128	141	118	125	124	97	108	103	118	
kg N/ha		452	454	454	464	405	359	373	365		n.s.
Kløvergræs	-	124	140	128	124	128	81	95	121	118	
kg N/ha		452	454	454	464	405	140	125	201		

Der var en svag signifikant forskel imellem tørstofudbyttet af rent græs og kløvergræs i første brugsår (tabel 10). I gennemsnit af alle forsøgsled og år blev der i den rene græsblanding høstet 130 hkg plantetørstof pr. ha, mens kløvergræsblandingen kun gav 97 hkg (tabel 10). Forskellen gjorde sig gældende alle otte år, men var størst i 1978, hvor også forskellen i kvælstofgødskning var størst. I 1977 derimod, hvor første års græsmarksafgrøder blev gødet ens, var udbytterne også næsten ens.

I modsætning til første brugsår var der i andet brugsår ingen forskel imellem tørstofproduktionen i rent græs og kløvergræs. Her høstedes i gennemsnit 118 hkg plantetørstof pr. ha pr. år (tabel 10). Det må ses i sammenhæng med, at mens

kløvergræs i første brugsår gennemsnitlig fik tilført mindre end halvdelen af kvælstofmængden til rent græs, fik kløvergræs i andet brugsår i gennemsnit tilført ca. 80 pct. af mængden til rent græs (tabel 2).

Pedersen og Møller (14) fandt i overensstemmelse hermed, ved højt kvælstofniveau, at når der gødes med samme mængde kvælstof, giver rent græs og kløvergræs samme udbytte.

Eftervirkning af kvælstof

Der var ingen signifikant hovedeffekt af kvælstofniveauet til byg i udlægsåret på udbytterne af græsmarksafgrøder i første eller andet brugsår, men der var en tendens til positiv eftervirkning på første slæt i første brugsår. Denne effekt modsva-

Tabel 11. Græsmarksudbytte, hkg plantetørstof pr. ha pr. år. Vekselvirkning imellem udlægstypen og kvælstofmængden til byg i udlægsåret. Gns. af led.

Average yearly yields, hkg plant dry matter per ha, of grass (Græs) and clover-grass (Kløvergræs) in the first (1. brugsår) and second (2. brugsår) year crop. Interactions with amount of N applied to the preceding barley crop. Average of treatments.

	kg N pr. ha i udlægsåret			LSD ₉₅
	60	90	120	
1. brugsår				
Græs	128,9	129,8	130,1	0,9
Kløvergræs	98,0	97,4	96,8	
2. brugsår				
Græs	117,4	117,8	118,6	1,1
Kløvergræs	118,2	118,2	116,4	

Tabel 12. Græsmarksudbytte i hkg plantetørstof pr. ha pr. år. Led: 1 = uvandet, 2 = kun græsmarksafgrøder vandet, 3 = alle afgrøder vandet, 4 = kun korn vandet. Udlægstype: a = rent græs, b = kløvergræs.

Average yearly yields, hkg plant dry matter per ha, of grass (a) and clover-grass (b) in the first (1. brugsår) and second (2. brugsår) year crop. Treatments: 1 = unirrigated, 2 = only grass crops irrigated, 3 = all crops irrigated, 4 = only cereals irrigated.

Led	1. brugsår			2. brugsår		
	a	b	\bar{x}	a	b	\bar{x}
1	115,0	81,1	98,1	109,1	108,0	108,6
2	142,1	110,7	126,4	127,5	125,9	126,7
3	144,5	114,1	129,3	128,5	127,4	128,0
4	116,8	83,7	100,2	106,7	109,0	107,9
LSD ₉₅	(n.s.)		15,4	(n.s.)		10,1

redes dog af en negativ eftervirkning på udbyttet ved anden slæt. Der var imidlertid stærk signifikant vekselvirkning imellem udlægstypen og kvælstofniveauet i udlægsåret (tabel 11). Øget kvælstof til byg i udlægsåret gav positiv eftervirkning i rent græs især i første brugsår, og negativ eftervirkning i kløvergræs. Udbytteforskellene var dog meget små (<2 pct.).

Vanding

Vanding havde signifikant effekt på græsmarksproduktionen i begge brugsår (fig. 3, tabel 12).

Selv om der ikke var signifikant vekselvirkning imellem udlægstypen og forsøgsled, var der dog en åbenlys forskel imellem vandingens effekt i rent græs og kløvergræs i første brugsår. Vandings-effekten var nemlig relativt størst i kløvergræs, hvor det gennemsnitlige merudbytte var 30 hkg tørstof mod 27 hkg i rent græs. Det svarer til et merudbytte på henholdsvis 36 pct. og 23 pct.

I andet brugsår var vandingseffekten mindre end i første, og en smule mindre i kløvergræs end i rent græs. Vanding gav her et gennemsnitligt merudbytte på 19 hkg plantetørstof pr. ha om

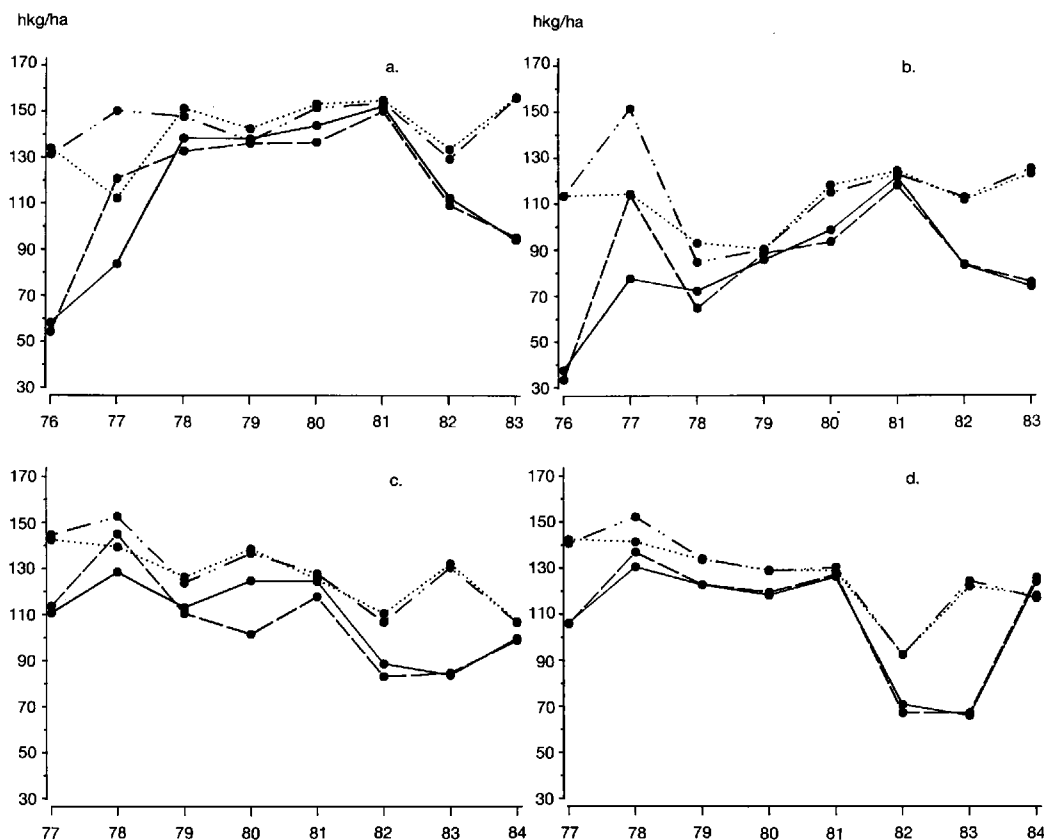


Fig. 3. Udbytte af jordfrit plantetørstof, hkg pr. ha, i græsmarksafgrøder. a. Græs, første brugsår. b. Kløvergræs, første brugsår. c. Græs, andet brugsår. d. Kløvergræs, andet brugsår.

Yields of soilfree plant dry matter, hkg per ha, of grass crops. a. Grass, first year crop. b. Clover-grass, first year crop. c. Grass, second year crop. d. Clover-grass, second year crop.

- Led 1. Uvandet (unirrigated)
- Led 2. Kun græsmarksafgrøder vandet (only grass crops irrigated)
- · - · Led 3. Alle afgrøder vandet (all crops irrigated)
- - - Led 4. Kun korn vandet (only cereals irrigated)

året, svarende til ca. 18 pct. forøgelse af udbyttet.

Gregersen (2) fandt, at vanding stabiliserede udbyttet og formindskede udbyttereduktionen fra første til andet brugsår. Det modsatte var faktisk tilfældet i nærværende forsøg for rent græs, hvor udbyttereduktionen fra første til andet brugsår var 7 pct. i uvandet, men 11 pct. i vandet. I kløvergræs fandtes i nærværende forsøg tværtimod en forøgelse i udbyttet fra første til andet brugsår. Forøgelsen var 32 pct. i uvandet og 13 pct. i vandet, så her kan vanding siges at have haft en stabiliserende effekt.

Eftervirkning af vanding

Der var ikke signifikant effekt af vanding i udlægsåret, selv om der de fleste år var en lille negativ eftervirkning, som kan skyldes en øget tilbøjelighed til lejesæd på grund af vanding. For første års græs var udbyttenedgangen i gennemsnit af alle år, på nær 1977, 2,4 hkg pr. ha (ca. 2 pct.). I 1977 sås til gengæld en kraftig positiv eftervirkning i form af et merudbytte på 37 hkg plantetørstof. Det svarer til udbyttet ved første slæt, idet græsset i parceller, som ikke blev vandet i udlægsåret, måtte omsås i foråret 1977, og derfor ikke blev høstet før anden slæt. I andet års græs var der i 1978 en positiv eftervirkning på 11,7 hkg fra vanding i udlægsåret, men i gennemsnit af alle otte år var eftervirkningen nær nul.

Slæt

Der blev hvert år høstet fire eller fem slæt. Første slæt høstedes i slutningen af maj eller begyndelsen af juni måned, og herefter fulgte slæt med ca. 5 ugers mellemrum. Som gennemsnit for alle græsmarksafgrøder var tørstofproduktionen fordelt på slæt med 36 pct. ved første slæt, 23 pct. ved anden slæt, 22 pct. ved tredje slæt, 16 pct. ved fjerde slæt og 3 pct. ved femte slæt.

Der var forskel på vandingens betydning for udbyttets størrelse ved de forskellige slæt. Det hænger bl. a. naturligt sammen med forekomst og varighed af tørkeperioder, men der var også betydelige forskelle imellem græs og kløvergræs (tabel 13). Denne forskel kan skyldes, at græs har størst vækstrate først på sæsonen og kløver midt på sæsonen (17).

Kvalitet

Græssets kvalitet er vist i tabel 14. De største forskelle i værdierne for såvel organisk plantetørstof som det procentiske indhold af kvælstof, træstof

Tabel 13. Gennemsnitligt merudbytte for vanding i procent af udbyttet uden vanding.

Average per cent yield increase caused by irrigation at cuts (slæt) 1-5 of grass (Græs) and clover-grass (Kløvergræs) in the first (1. brugsår) and second (2. brugsår) year crop.

	Slæt				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. brugsår					
Græs	6	37	34	31	31
Kløvergræs	7	54	81	46	18
2. brugsår					
Græs	8	28	25	17	6
Kløvergræs	13	8	30	22	5
1. og 2. brugsår					
Græs	7	33	30	24	17
Kløvergræs	10	26	49	33	11

og aske sås imellem de forskellige slæt. Mest markant var den aftagende mængde organisk plantetørstof pr. slæt i løbet af sæsonen og den samtidigt stigende koncentration af totalkvælstof (og dermed råprotein). Disse forhold er i høj grad udtryk for den anvendte slæt- og gødkningsstrategi.

I første brugsår havde udlægget også afgørende betydning, mens forsøgsleddet (vandingen) havde størst betydning i andet brugsår.

Kløvergræs havde i begge brugsår et lidt større procentisk indhold af aske (minerale) end rent græs, mens såvel mængden af organisk plantetørstof som koncentrationen heri af kvælstof og træstof var mindre i kløvergræs end i rent græs. Det stemmer ikke overens med, at kløvergræs ofte angives at have et større proteinindhold end græs (14, 17). Vanding medførte lavere koncentration af total- og nitratkvælstof, hvorimod træstofindholdet steg. Det gjaldt både for græs og kløvergræs og er i overensstemmelse med andre resultater for græs (9, 16). Derimod fandt *Jørgensen* (8) for kløvergræs, at træstofprocenten var lidt mindre i vandet end i uvandet. I nærværende forsøg steg askeprocenten som følge af vanding i både græs og kløvergræs i første brugsår, men faldt i andet brugsår. *Søegaard* (16) fandt ligeledes aftagende askeprocent ved stigende udtørring i første års græs.

Bestand af græs og kløver

Bestanden af græs og kløver blev bedømt på forskellige tidspunkter ved en anslået dækningsgrad i procent af jordoverfladearealet. I tabel 15 er vist

Tabel 14. Græssets kvalitet ved hver slæt. Organisk plantetørstof (org. p.t.s) hkg/ha, samt det procentiske indhold heri af totalkvælstof (N), nitratkvælstof (NO₃), og træstof. Desuden det procentiske indhold af planteaske i plantetørstof.

Grass quality at cuts (Slæt) 1-5 of grass (Græs) and clover-grass (Kløvergræs) in the first (Brugsår = 1) and second (Brugsår = 2) year crop. Organic plant dry matter, hkg per ha, with per cent content of total nitrogen (N), nitrate (NO₃) and crude fiber (Træstof). Per cent content of ashes in plant dry matter (Vandet = irrigated, Uvandet = unirrigated).

Brugsår	Slæt	Org. p.t.s.	Pct. N	Pct. NO ₃	Pct. træstof	Pct. aske
1	1	36,5	2,75	0,03	28,1	9,6
	2	23,9	3,11	0,12	26,2	10,2
	3	21,1	3,21	0,08	26,9	10,7
	4	16,8	3,48	0,08	25,4	10,6
	5	4,2	3,99	0,11	21,7	10,7
1	Græs					
	Uvandet	22,6	3,48	0,13	25,8	10,2
	Vandet	28,1	3,17	0,11	27,8	10,3
1	Kløvergræs					
	Uvandet	16,1	3,24	0,05	24,4	10,3
	Vandet	21,9	3,09	0,04	26,0	10,5
2	1	39,7	2,87	0,05	29,3	9,0
	2	24,3	3,46	0,20	26,9	10,3
	3	25,5	3,53	0,18	29,5	10,5
	4	15,7	3,75	0,11	27,3	10,3
	5	1,8	4,10	0,02	20,7	10,2
2	Græs					
	Uvandet	23,2	3,58	0,14	27,4	9,9
	Vandet	27,4	3,37	0,12	28,8	9,7
2	Kløvergræs					
	Uvandet	23,0	3,48	0,13	26,9	10,4
	Vandet	26,9	3,34	0,12	28,1	10,2

de gennemsnitlige dækningsgrader på to tidspunkter i 1983, hvor en nedbørsrig maj måned efterfulgtes af tre meget tørre måneder (tabel 5).

I første års kløvergræs havde hvidkløveren generelt større dækningsgrad end i andet brugsår, men der kunne også være stor variation i løbet af vækstsæsonen, som det fremgår af tabellen.

Kløveren blev favoriseret ved vanding, idet der både i første og andet års kløvergræs var større dækningsgrad af kløver i vandede end i uvandede parceller. Det stemmer godt overens med, at kløver angives at være mere tørkefølsom end græs (8, 16), der således havde størst dækningsgrad i de uvandede parceller. Den samlede bestand var

ofte nogle få procent ringere i uvandet end i vandet. Der sås i nogle tilfælde en positiv eftervirkning af vanding i udlægsåret på kløverbstanden. I rent græs sås i 1983 en positiv effekt af vanding, hvor der i september var 15-20 pct. større dækningsgrad i vandet end i uvandet.

I parceller med græs i ren bestand, som i udlægsåret havde fået den største mængde kvælstof, var dækningsgraden i såvel første som andet brugsår - bl.a. i 1983 - nogle få procent mindre end i parceller, som fik den laveste kvælstofmængde. Det kan skyldes, at en større bygafgrøde har medført større skyngningseffekt og større konkurrence til græsset end en mindre bygafgrøde. Hvis

Tabel 15. Dækningsgrad (pct.) af græs og kløver, på to tidspunkter i 1983. a = rent græs, b = kløvergræs. Led: 1 = uvandet, 2 = kun græsmarksafgrøder vandet, 3 = alle afgrøder vandet, 4 = kun korn vandet. Kvælstof: x = 60 kg N/ha, y = 90 kg N/ha, z = 120 kg N/ha i udlægsåret.

Per cent covering of grass (Græs) and clover (Kløver) in pure grass (a) and clover-grass (b) on two dates in 1983. Treatments (Led): 1 = unirrigated, 2 = only grass crops irrigated, 3 = all crops irrigated, 4 = only cereals irrigated. Fertilizer N to the preceding barley crops: x = 60 kg N per ha, y = 90 kg N per ha, z = 120 kg N per ha.

Led	30/6-1983						8/9-1983					
	1. brugsår			2. brugsår			1. brugsår			2. brugsår		
	a	b		a	b		a	b		a	b	
	Græs	Græs	Kløver	Græs	Græs	Kløver	Græs	Græs	Kløver	Græs	Græs	Kløver
1	100	53	47	96	55	43	82	75	15	70	81	12
2	100	47	53	99	50	50	98	49	49	88	56	40
3	100	43	57	99	48	52	100	48	51	90	53	48
4	100	48	52	94	53	47	86	69	19	68	71	18
N												
x	100	43	57	98	48	52	93	59	36	81	64	31
y	100	48	53	98	50	49	92	61	34	79	64	31
z	100	53	47	95	58	42	89	62	30	76	68	26
\bar{x}	100	48	52	97	52	48	91	60	34	79	65	29

byggen gik i leje, havde det også en stor negativ effekt på udlægget. I kløvergræs var der også negativ effekt på kløverbestanden ved øget kvælstofmængde i udlægsåret. Til gengæld sås en positiv effekt på græsbestanden, mens den samlede dækningsgrad kunne være nogle få procent lavere ved højeste kvælstofmængde end ved de to øvrige.

Byg og hvede, eftervirkninger

I byg efter græsmarksafgrøder, 1978-81, var der en meget sikker effekt af vanding på såvel kerne- som halmudbytte (tabel 16). Vanding af byggen gav et gennemsnitligt merudbytte på 3,9 hkg kerne (8 pct.) og 5,4 hkg halm (13 pct.) pr. ha. At merudbyttet ikke var større, skyldtes især, at der i 1980 var kraftig lejesæd i de vandede parceller, og at vanding derfor fik en negativ effekt på udbyttet dette år. I fig. 1b ses kerneudbytterne for de fire år. (Bygsorten var de to første år Zita og derefter Mirjam og Claudia). Der var en lille eftervirkning fra vanding af græsmarksafgrøder i form af et merudbytte på 0,5 hkg kerne pr. ha, men denne forskel var langt fra statistisk sikker. Udlægstypen havde en væsentlig betydning for halmudbyttet, som var signifikant større (8 pct.)

Tabel 16. Udbytte af kerne og halm, hkg/ha (85 pct. t.s.), samt koncentration af totalkvælstof i kerne af byg og hvede efter græs. Gns. af fire år. Led: 1 = uvandet, 2 = kun græsmarksafgrøder vandet, 3 = alle afgrøder vandet, 4 = kun korn vandet. Forfrugt: a = græs, b = kløvergræs.

Yields of grain (Kerne) and straw (Halm) plus nitrogen (N) content in grain of barley (Byg) and wheat (Hvede). Average of four years. Treatments: 1 = unirrigated, 2 = only grass crops irrigated, 3 = all crops irrigated, 4 = only cereals irrigated. Preceding crop (Forfrugt): a = grass, b = clover-grass.

Led	Byg			Hvede		
	Kerne	Halm	Pct. Ni kerne	Kerne	Halm	Pct. Ni kerne
1	48,6	41,6	1,96	66,7	66,4	2,52
2	48,8	41,5	1,95	67,5	66,3	2,55
3	53,0	46,8	1,88	83,5	70,6	2,25
4	52,2	47,1	1,90	84,1	71,3	2,26
LSD ₉₅	1,7	1,4	n.s.	5,0	2,4	0,20
Forfrugt						
a	50,9	45,9	1,91	77,7	68,8	2,35
b	50,4	42,6	1,93	72,9	67,6	2,44
LSD ₉₅	n.s.	2,1	n.s.	4,0	n.s.	0,04

efter rent græs end efter kløvergræs. Denne effekt kan skyldes, at græsrødder måske omsættes hurtigere end kløvergræsrødder, hvorved en større organisk kvælstofpulje bliver stillet til rådighed for den følgende afgrøde i den tidlige vegetative vækstfase.

I hvede (sorten Kraka) efter græsmarksafgrøder, 1982–85, var der ligeledes stærk signifikant forskel imellem udbytteerne i vandet og uvandet (tabel 16). Vanding gav her et gennemsnitligt merudbytte på 16,7 hkg kerne (25 pct.) og 4,7 hkg halm (7 pct.). I fig. 1c ses kerneudbytteerne for hvert år. Ligesom hos byg var der en sikker effekt af den forudgående udlægstype, men her var det kerneudbyttet, som var større (7 pct.) efter rent græs end efter kløvergræs. I hvede sås slet ingen eftervirkning af vanding af græsmarksafgrøder.

Efter hvede i anden rotation afsluttedes forsøget med en bygafrøde, som var helt uden forsøgsmæssig behandling, og som udelukkende tjente til opsamling af eventuelle eftervirkninger fra de foregående år. Der kunne imidlertid ikke påvises nogen som helst eftervirkning fra forudgående vanding (fig. 1d), og heller ikke typen af græs havde nogen betydning. (Bygsorten var Ida, på nær i 1986, hvor sorten var Mikkel).

Af tabel 16 ses, at både i byg og hvede efter græs var kvælstofprocenten i kerne større uden end med vanding. Variansanalysen blev udført som for kvælstof i kerne af byg med udlæg. De største (og signifikante) forskelle sås hos hvede.

Tabel 17. Summeret resultat for to rotationer (otte år). Gennemsnitlige vandingsmængder, høstede foderenheder og merudbytte pr. mm vandingsvand for de fire forsøgsled. 1 = uvandet, 2 = kun græsmarksafgrøder vandet, 3 = alle afgrøder vandet, 4 = kun korn vandet. *Summation of treatment effects through two rotations (eight years). Average amounts of irrigation water, mm, yields in feed units, FE/ha, and excess yield per mm, FE per ha per mm, in treatments: 1 = unirrigated, 2 = only grass crops irrigated, 3 = all crops irrigated, 4 = only cereals irrigated.*

Led	Vand mm	Udbytte FE/ha	Merudbytte FE/ha × mm
1	0	56574	–
2	518	63258	12,90
3	794	68124	14,55
4	276	61367	17,37

Der var desuden en mindre eftervirkning af udlægstypen, således at kvælstofprocenten var lidt større efter kløvergræs end efter rent græs. Det sidstnævnte gjaldt også for byg efter hvede, hvor kvælstofprocenten i tidligere græsparceller var 1,75 imod 1,80 i tidligere kløvergræsparceller. Jævnfør teorien ovenfor kunne dette skyldes, at der i kernefyldningsfasen sidst på vækstsæsonen sker en større frigivelse af kvælstof fra de mere langsomt omsættelige kløvrødder. Derimod var der ikke nogen betydelig eftervirkning af vanding på kvælstofstofindholdet i byg efter hvede, idet kvælstofprocenten i led 1, 2 og 3 var 1,77, og i led 4 (kun korn vandet) 1,79.

Hele sædskiftet

Det samlede resultat af de forskellige vandingsstrategier i sædskiftet fremgår af tabel 17. Her er udbytteerne omregnet til foderenheder (FE) og summeret over otte år.

Udbyttet af græsmarksafgrøderne er omregnet til foderenheder ved formlen (14):

$$FE = 1,333 \times (96,36 - 0,842 a + 0,384 b) \times (1,095 - 0,009164 a)$$

hvor FE = foderenheder pr. hkg organisk (askefrit) plantetørstof, a = tørstofprocent i organisk plantetørstof og b = råproteinprocent i organisk plantetørstof. For kerne af byg og hvede er anvendt omregningsfaktorerne 1,15 og 1,20 FE pr. kg tørstof (6). For halm er anvendt faktoren 0,26 FE pr. kg tørstof (5).

Merudbyttet set i forhold til den forbrugte vandingsmængde er størst, når kun korn vandes i sædskiftet. Den ringeste vandudnyttelse opnås, når kun græsmarksafgrøder vandes.

Kernekvalitet og afgrødebedømmelser

Der blev i 1978 foretaget en udvidet analyse af næringsstofindholdet i bygkerner fra et vandet og et uvandet led i parcelrækkerne I og IV (tabel 18). Der blev analyseret en prøve fra højeste og laveste kvælstofniveau fra hver udlægstype. Kernerne af uvandet byg havde den største koncentration af de fleste næringsstoffer, men forskellen var kun statistisk sikker med hensyn til magnesium og mangan. Der var ingen betydelig vekselvirkning imellem parcelrække og forsøgsled, hvilket er ensbetydende med, at der ikke kunne påvises nogen akkumuleret effekt på næringsstofoptagelsen hos byg i løbet af en rotation.

Table 18. Gennemsnitlig koncentration af næringsstoffer i kernetørstof af byg, 1978.
Nutrient content in barley grain, 1978. (Vandet = irrigated, Uvandet = unirrigated).

	Pct.					ppm			
	K	P	Mg	Ca	Na	Zn	Mn	Cu	Co
Vandet	0,49	0,35	0,10	0,04	0,01	27	15	4,1	0,41
Uvandet	0,57	0,36	0,11	0,04	0,01	36	17	6,0	1,44
LSD ₉₅	n.s.	n.s.	0,01	n.s.	n.s.	n.s.	2	n.s.	n.s.

Kernestørrelse

Kernestørrelsesfordelingen blev bestemt på bygkerner fra parcelrække IV i 1982. Det var byg med udlæg i anden rotation. Af tabel 19 ses, at der var signifikant flere kerner af den største størrelsesklasse i vandet end i uvandet byg. Tilsvarende var der signifikant færre kerner i de tre mindste størrelsesklasser efter vanding.

Kvælstofgødskning havde kun en sikker effekt på de tre mindste størrelsesklasser, hvor der skete en forringelse i kernestørrelsen ved øget kvælstoftilførsel.

Endelig havde typen af udlæg en betydning i de to mindste størrelsesklasser, hvor der var flest af de helt små kerner med kløvergræs som udlæg.

Der blev også bestemt kornstørrelsesfordeling af bygkerner i byg efter hvede, parcelrække IV, 1986. Her sås signifikante eftervirkninger fra ty-

pen af græs, men i øvrigt ingen eftervirkninger af betydning. Der var flere store og færre små kerner efter rent græs end efter kløvergræs. Efter græs var 93,3 pct. af kernerne større end 2,5 mm mod kun 87,2 pct. efter kløvergræs.

Lejesæd

I byg med udlæg gav vanding nogle år store problemer med lejesæd, værst i parceller med størst kvælstofgødskning. Lejesæd viste sig at kunne kvæle udlægget og dermed have lige så negativ effekt på udlægget som hård tørke.

Også i byg efter græsmarksafgrøder var der nogle år lejesæd. Fx sås i 1980 kraftig lejesæd efter regn, hvor 90–100 pct. af kornet i vandede parceller gik helt i leje.

I hvede efter græsmarksafgrøder var der i 1983 kraftig lejesæd i de vandede led.

Grøns kud

Forekomsten af grøn kud blev bedømt før høst i byg med udlæg i 1977, 78 og 82 (tabel 20) samt i byg efter græs i 1978 og i hvede efter græs i 1982. For byg med udlæg udførtes en variansanalyse, hvor udlægstypen blev testet mod vekselvirkningen med år, mens led og kvælstof blev testet som anført i tabel 6.

Af tabel 20 ses, at i byg med udlæg var der en signifikant effekt af kvælstof, idet forekomsten steg med øget kvælstoftilførsel. I de tre år var der fra tre til tyve gange så mange planter med grøn kud ved gødskning med 120 kg N pr. ha som ved 60 kg N.

Generelt ved alle fem bedømmelser var der en lidt større hyppighed af grøn kud i kløvergræsparceller end i rent græs. Vanding medførte generelt en reduktion i antallet af grøn kud. Det modsatte var dog tilfældet i byg med udlæg i 1977, men her havde der tidligere på sommeren også været flest grøn kud i uvandet.

Table 19. Kernestørrelsesfordeling i procent. Byg med udlæg, 1982.

Size distribution of grains in per cent. Barley undersowed with grass, 1982. (Vandet = irrigated, Uvandet = unirrigated, Græs = grass, Kløvergræs = clover grass).

	>2,8 mm	2,5-2,8 mm	2,2-2,5 mm	<2,2 mm
Vandet	71,5	24,0	3,5	0,9
Uvandet	66,2	27,1	4,6	2,2
LSD ₉₅	1,3	1,0	0,5	0,2
60 kg N/ha	68,3	26,9	3,9	0,8
90 » »	69,0	26,0	3,8	1,1
120 » »	69,2	23,8	4,4	2,7
LSD ₉₅	n.s.	0,9	0,4	0,2
Græs	68,7	25,6	4,3	1,4
Kløvergræs	68,9	25,5	3,9	1,7
LSD ₉₅	n.s.	n.s.	0,4	0,1

Tabel 20. Grønskud, grønne strå med grønne kerner i procent af alle strå (0–10), i byg med udlæg lige før høst. Gns. af årene 1977, 1978 og 1982.

Green fertile tillers (Grønskud) in per cent of all fertile tillers (0–10) in barley undersowed with grass just before harvest. Average of 1977, 1978 and 1982.

Udlæg	Grøn- skud	N	Grøn- skud	Led	Grøn- skud
a	0,4	60	0,1	1	0,6
b	0,5	90	0,3	2	0,5
LSD ₉₅	0,1	120	0,8	3	0,2
		LSD ₉₅	0,2	4	0,2
				LSD ₉₅	n.s. (0,4)

Jordkemi

Der blev før forsøgets start i foråret 1975, 1977 og 1978 (svarende til parcelrække I, III og IV) udtaget én prøve pr. led pr. blok til tekstur og næringsstofanalyse. Derefter blev der udtaget jordprøver til næringsstofanalyse hvert efterår fra 1978 til 1985 i den mark, hvor en rotation var fuldført det pågældende år.

De første seks år blev der analyseret én prøve pr. led pr. blok pr. udlægstype, og de to sidste år én prøve pr. kvælstofniveau (til byg med udlæg) pr. led pr. udlægstype.

Der mangler analyse for humusindhold i 1975 og 1980 samt kobbertal i 1981.

På grund af forskellig prøveudtagning kunne der kun for årene 1978–83 udføres en statistisk analyse af forsøgsleddets betydning. For kaliumtallet viste denne test stærkt signifikante forskelle imellem alle fire forsøgsled ($P < 0,0005$). På de øvrige kemiske parametre var der ingen sikker effekt af vandingen.

Jordens tekstur varierede fra parcelrække til parcelrække (tabel 4), og tilsvarende var der tydelige forskelle imellem blokke (tabel 21).

Jorden i blok 2 havde det største indhold af humus, ler og silt, og jorden i blok 4 havde det laveste indhold af disse tre fraktioner. Blok 4 havde også det mindste indhold af grovsand og tilsvarende mest finsand. Også hvad de analyserede jordkemiske værdier angår, fandtes de største værdier i blok 2. Reaktionstallet derimod viste en jævn stigning fra blok 1 til blok 4.

De nævnte blokforskelle, især for de fineste kornstørrelser var antagelig stærkt medvirkende til, at der alle år høstedes de største udbytter i blok 2 og de mindste udbytter i blok 4. På samme

Tabel 21. Jordanalyser i de fire blokke, gns. af alle år. *Soil texture and chemical analyses in the four blocks. Average of all years. (Ler = clay, Finsand = fine sand, Grovsand = coarse sand).*

	Blok			
	1	2	3	4
Humus, pct.	3,58	3,68	3,13	2,39
Ler, pct.	2,56	2,74	2,44	1,96
Silt, pct.	4,33	4,48	4,03	3,63
Finsand, pct.	25,35	29,55	33,19	35,74
Grovsand, pct.	65,68	60,82	58,15	57,04
Rt, pH (CaCl) + 0,5	6,29	6,30	6,37	6,46
Ft, 3 mg/100 g	7,74	8,22	7,94	7,83
Kt, mg/100 g	6,62	6,82	6,40	5,91
Mgt, mg/100 g	3,95	4,00	3,64	2,90
Cut, mg/kg	4,99	5,25	5,09	5,08

lokalitet fandt *Andersen* (1) i et tørt år en positiv korrelation imellem græsudbytter og jordens humusindhold. I samme undersøgelse blev den stedlige variation i græsudbytter analyseret, og for 1985 blev rækkevidden af den rumlige afhængighed anslået til 17 m (1). Til sammenligning er dimensionerne af blokke i tabel 21 ca. 36 × 80 m.

Humus

En variansanalyse blev udført på de otte års jordkemiske data efter første og anden rotation. I modellen indgik rotation, parcelrække, udlægstype og vanding. Analysen viste, at for jordens humusindhold var parcelrækken den faktor, som havde helt dominerende betydning. Som en af jordens teksturparametre vil humusindholdet naturligt være stærkt lokalitetsbestemt. Dette fremgik også af de store blokforskelle i tabel 21.

Af tabel 22 ses, at der også skete en del ændringer i jordens kemi i løbet af de to rotationer. Humusprocenten steg igennem de otte forsøgsår med gennemsnitlig 0,03 procentenheder om året. Af fig. 4 ses, at den største stigning skete i det led, hvor kun korn blev vandet. Denne generelle stigning kan ses i sammenhæng med, at der forud for nærværende sædskifte havde været vårsæd fem år i træk, hvorved der kan være sket en »afbrænding« af jordens humuspulje. Det skal imidlertid understreges, at usikkerheden er stor. Fx er den lave humusprocent i parcelrække IV før forsøget (tabel 4) ikke genfundet ved senere målinger, tværtimod har parcelrække IV senere det største humusindhold.

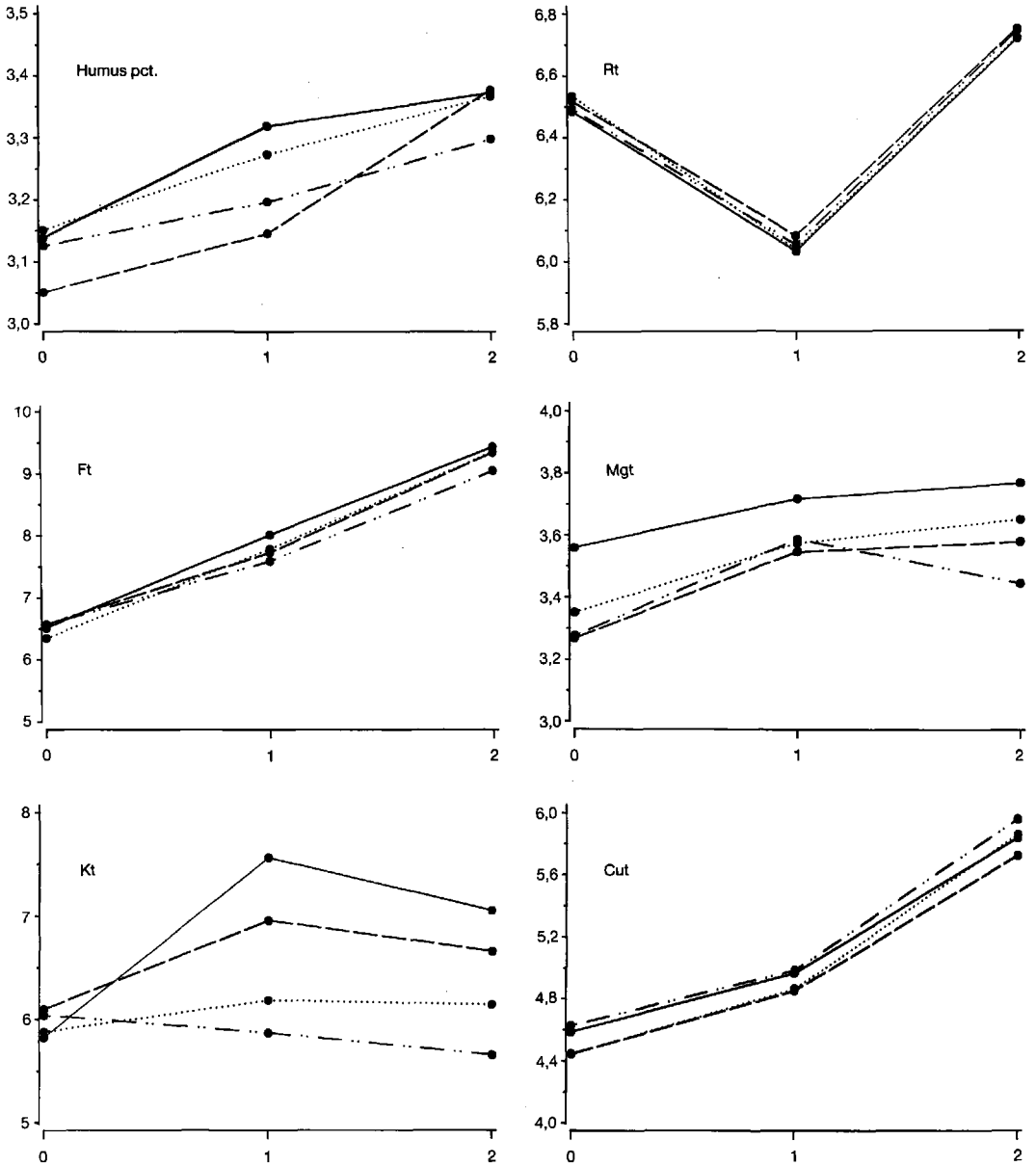


Fig. 4. Ændringer i jordens kemi igennem to rotationer. 0 = ved forsøgets start, 1 = efter første rotation, 2 = efter anden rotation.

Changes in soil chemical properties. 0 = at the outset, 1 = at the end of first rotation, 2 = at the end of second rotation.

— Led 1. Uvandet (unirrigated)

..... Led 2. Kun græsmarksafgrøder vandet (only grass crops irrigated)

- · - · Led 3. Alle afgrøder vandet (all crops irrigated)

- - - Led 4. Kun korn vandet (only cereals irrigated)

Humusprocenten var i gennemsnit 0,11 procentenheder større efter kløvergræs end efter rent græs, men forskellen var ikke signifikant. En mulig forklaring kunne være en større rodmængde hos kløver, men det stemmer ikke overens med, at græs angives at have bedre rodudvikling end kløver (17). Derimod kan omsætningen af de døde rødder tænkes at foregå med forskellig hastighed (se afsnit om eftervirkninger).

Reaktionstal

For jordens reaktionstal var rotationen den mest afgørende faktor. Ændringerne heri (tabel 22) hænger hovedsagelig sammen med, at hele arealet blev kalket i foråret 1975 inden forsøgets start og igen seks år senere i 1981 (parcelrække II dog først i 1982).

Af fig. 4 fremgår det klart, at den vandingsmæssige praksis ikke har haft nogen betydning for jordens reaktionstal. Heller ikke *Knudsen* (10) fandt effekt af vanding på jordens reaktionstal i et ti-årigt sædskifteforsøg.

Fosforsyretal

For jordens fosforsyretal var rotation også den alt-afgørende faktor. Det indebærer, at sædskiftet og/eller gødskningen har stor indflydelse på denne parameter, men også klimatiske forhold kan tænkes at spille ind. Fosforsyretallet steg i løbet af otte år med 2,8 enhed eller 0,35 enhed om året. Det er en betragtelig stigning svarende til ca. 30 kg fosfor om året.

Ved høst af korn fjernedes 20–34 kg fosfor om

året med kerne og halm, hvilket stort set svarer til gødningsmængden (tabel 2). Derimod blev der i græstørstof kun høstet gennemsnitlig ca. 40 kg fosfor om året (6), svarende til 35 pct. af den tilførte mængde. Græs blev altså tilført ca. 73 kg fosfor mere, end det optog, svarende til 37 kg overskydende fosfor pr. forsøgsår, hvilket stemmer overens med den observerede stigning i fosforsyretallet. Også *Knudsen* (10) fandt stigende fosforsyretal i jorden i et tiårigt sædskifteforsøg og ligesom her ingen effekt af vanding.

Kaliumtal

Kun for kaliumtallet var vandingen af størst betydning. Det gjaldt især i første rotation, hvor kaliumtallet fra en for alle led nær ens udgangsværdi på ca. 6 steg kraftigt i det uvandede led, men faldt i det fuldt vandede led (fig. 4). De delvis vandede led lå derimellem. I anden rotation aftog kaliumtallet mere eller mindre i alle forsøgsled. Det kan hænge sammen med, at jordprøverne er taget efter hvøde, hvor især halmen indeholder en stor mængde kalium. De tilførte kaliummængder (tabel 2) burde imidlertid være mere end tilstrækkelige for at opretholde jordens kaliumtal, idet der årligt tilførtes ca. 80–90 kg mere, end der fjernes i afgrøderne (5).

Efter anden rotation var kaliumtallet siden forsøgets start steget 1,2 enhed i det uvandede led og faldet 0,4 enhed i det fuldt vandede led. Denne forskel svarer til en mængde kalium på 40–50 kg pr. ha eller ca. 5 kg om året, hvilket i forhold til de tilførte mængder i gødning er af uanselig størrelsesorden (tabel 2). Den fjernede mængde i høstet kerne vil antagelig være næsten ens uanset vanding, idet koncentrationen af kalium er større i uvandet korn end i vandet (tabel 18). Der er imidlertid ikke foretaget analyse for kalium i halmen, hvor langt størstedelen af kaliummængden findes.

For græs findes modstridende oplysninger, idet *Knudsen* (10) fandt større kaliumkoncentration i uvandet end i vandet græs, *Jørgensen* (9) og *Mc Ewen et al.* (11) fandt ens koncentration i uvandet og vandet græs, mens *Søegaard* (16) fandt, at kaliumkoncentrationen aftog med stigende udtørring. I nærværende forsøg er der ikke udført kaliumanalyse i græsmarksafgrøder, men det synes under alle omstændigheder ikke usandsynligt, at de observerede forskelle imellem kaliumtallene i jorden kan skyldes en større optagelse i planterne som følge af vanding.

Tabel 22. Jordkemiske parametre ved forsøgets start (Rotation = 0) samt efter fuldført første (1) og anden (2) rotation. Gennemsnit af alle parceller; startværdier dog kun tre parcelrækker.

Soil chemical parameters at the outset (Rotation = 0) and following the first (1) and second (2) rotation of crops. Average of all plots.

	Rotation		
	0	1	2
Humus	3,12	3,23	3,35
Rt	6,51	6,05	6,73
Ft	6,49	7,78	9,29
Kt	5,99	6,64	6,37
Mgt	3,36	3,61	3,61
Cut	4,56	4,92	5,84

Knudsen (10) fandt tilsvarende over ti år et lidt forøget kaliumtal i uvandet jord og en reduktion i kaliumtallet i vandet afdeling. Reduktionen gjorde sig også gældende i de dybere jordlag, og *Knudsen* mente derfor ikke, at den skyldtes øget udvaskning som følge af vanding, men derimod en forøget kaliumoptagelse samt en med henblik på opretholdelse af jordens kaliumtal utilstrækkelig gødsning.

Magnesiumtal

For jordens magnesiumtal var udlægstypen den mest afgørende faktor, idet der efter kløvergræs var et magnesiumtal på 3,90 og efter rent græs 3,32. Det er en forskel på ca. 15 kg magnesium pr. ha. Der var svag signifikans på denne forskel, som nøje svarer til to gange forskellen imellem de tilførte mængder i første års græs og kløvergræs (tabel 2).

I løbet af første rotation steg magnesiumtallet lidt i alle led (fig. 4). Stigningen fortsatte i anden rotation for alle led undtagen det fuldt vandede. Med kornafgrøderne fjernedes omtrent samme mængde magnesium, som der blev tilført, nemlig ca. 8 og 13 kg pr. ha i henholdsvis byg og hvede (6). Græs derimod tilførtes årligt ca. 42 kg for meget, idet der antagelig kun blev fjernet 18–19 kg pr. ha (6). Således blev der i løbet af hele forsøget tilført et overskud på ca. 160 kg magnesium pr. ha, svarende til mere end 6 enheder i Mgt. Den fundne svage stigning er derfor ikke overraskende, tværtimod kunne en meget kraftigere stigning forventes.

Kobbertal

Jordens kobbertal var i næsten lige stor grad bestemt af faktorerne parcelrække og rotation.

Gennemsnitsværdierne for parcelrækkerne I–IV var 6,3, 4,9, 4,7 og 6,1.

Af fig. 8 ses, hvordan kobbertallet steg med i gennemsnit 1,3 enhed over de to rotationer svarende til en forøgelse på ca. 3,5 kg kobber pr. ha. Denne forøgelse skyldes, at der anvendtes kobberholdig gødning, hvorved der over hele perioden tilførtes ca. 6,2 kg mere (tabel 2) end der fjernedes med afgrøderne. Med korn fjernedes nemlig antagelig højst ca. 50 g og med græs ca. 60–90 g pr. ha om året (6).

Konklusion

Vanding giver sikre merudbytter i byg, hvede, græs og kløvergræs.

Vanding påvirker kvaliteten af korn, idet koncentrationen af kvælstof og de fleste andre næringsstoffer i kernerne reduceres. Vanding kan give større kerner og begrænse forekomsten af grønskud, men kan til gengæld give problemer med lejesæd i nogle år.

I græsmarksafgrøder medfører vanding ligeledes lavere koncentration af kvælstof og nitrat i plantetørstof, men forøger træstofprocenten.

Der er ingen generel eftervirkning af vanding. I græsmarksafgrøder er der ofte en lille negativ eftervirkning af vanding i udlægsåret, men efter vanding i et ekstremt tørt udlægsår kan der ses en stor positiv eftervirkning.

Vanding medfører reduktion i jordens kaliumtal, men ændrer ikke i betydelig grad jordens humusindhold, reaktionstal, fosforsyretil, magnesiumtal eller kobbertal.

Litteratur

1. *Andersen, A.* 1989. Rumlig og tidsmæssig variabilitet i tørstofproduktion hos almindelig rajgræs (*Lolium perenne*). Tidsskr. Planteavl 93, 11–25.
2. *Gregersen, A. K.* 1980. Vand og kvælstofgødning til flerårigt græs og kløvergræs. Tidsskr. Planteavl 84, 191–208.
3. *Gregersen, A. & Knudsen, H.* 1981. Normalværdier for vandingsbehov, afstrømning og nettovandbehov ved forskellig rodzonekapacitet. Statens Planteavlsforsøg, Beretning nr. S 1537.
4. *Gregesen, A. K. & Olesen, J. E.* 1983. Sandsynlige værdier for merudbytte ved vanding i vårbyg, græs og kartofler. Statens Planteavlsforsøg, Beretning nr. S 1668.
5. Håndbog for driftsplanlægning 1988–89. Landbrugets Informationskontor, 34.
6. Håndbog for plantedyrkning 1989. Landbrugets Informationskontor, 22–23.
7. *Jacobsen, S. E. & Abildskov, A.* 1987. Produktion af landbrugsafgrøder på tørre, sandede jorde. Statens Planteavlsforsøg, Beretning nr. S 1888.
8. *Jørgensen, V.* 1975. Vanding af græs og kløvergræs. Tidsskr. Planteavl 79, 545–560.
9. *Jørgensen, V.* 1984. Virkning af udtørningsgraden på udbytte og kemisk sammensætning af almindelig rajgræs. Tidsskr. Planteavl 88, 365–377.
10. *Knudsen, H.* 1963. Fastliggende forsøg med vanding og gødsning 1950–60. Tidsskr. Planteavl 67, 652–678.
11. *McEwen, J., Day, W. Henderson, I. F., Johnston, A. E., Plumb, R. T., Poulton, P. R., Spaul, A. M., Stribley, D. P., Todd, A. D. & Yeoman, D. P.* 1989.

- Effects of irrigation, N fertilizer, cutting frequency and pesticides on ryegrass, ryegrass-clover mixtures, clover and lucerne grown on heavy and light land. *J. agric. Sci., Camb.* 112, 227-247.
12. Meteorologiske data fra Statens Forsøgsstationer og andre lokaliteter 1975-1979. Statens Forsøgsstation, St. Jyndeved.
 13. Oversigter over de meteorologiske forhold på forsøgsstationerne 1980-1986. Statens Planteavlsforsøg, Foulum.
 14. *Pedersen, E. J. Nørgaard & Møller, E.* 1976. Almindelig rajgræs og kløver i renbestand og i blanding. 6. Beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg.
 15. *SAS Institute Inc.* 1985. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Version 6 Edition, Cary, NC, 378 pp.
 16. *Søegaard, K.* 1984. Vand og kvælstof til almindelig rajgræs. Statens Planteavlsforsøg, Beretning nr. S 1704.
 17. *Søegaard, K.* 1988. Dyrkning af græs og kløvergræs. Litteraturudredning. Statens Planteavlsforsøg, Beretning nr. S 1954.

Manuskript modtaget den 8. juni 1990.