

Fastliggende forsøg med vanding og gødskning 1950-60

Ved HARDY KNUDSEN

676. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Fra 1950-60 er der udført fastliggende forsøg med vanding og gødskning på statens forsøgsstation ved St. Jyndeved. Resultaterne fra de første 6 års forsøg er meddelt i 532. beretning. I nærværende beretning er resultaterne fra 10 års forsøg opgjort og bearbejdet af forstander *Hardy Knudsen*, St. Jyndeved.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

INDHOLD

	Side
I. Jordbunds- og klimaforhold.....	652
II. Vandingsvand.....	654
III. Forsøgets plan og gennemførelse.....	655
IV. Forsøgsresultater.....	657
V. Jordbundsanalyser.....	667
VI. Afgrødeanalyser.....	668
VII. Tilførsel og bortførsel af plantenærings- stoffer.....	671
VIII. Oversigt.....	675
IX. Summary.....	677

I. Jordbunds- og klimaforhold

Jyndeved forsøgsstation ligger 2,5 km nord for den dansk-tyske grænse på Tinglev hedeslette kote 15,0 over DNN. Forsøgsarealet består af grovkornet sandjord. Kapaciteten for tilgængeligt vand, der er den vandmængde, jorden maksimalt kan stille til rådighed for planterne, er omkring 1 mm pr. cm jorddybde og aftager med dybden. Luftkapaciteten er over 25% og gennemtrængeligheden er stor, der er ingen podsolering.

Klimaforholdene: En oversigt over nedbørs- og temperaturforholdene ved Jyndeved sammenlignet med de tilsvarende forhold beregnet for hele landet for årene 1950-60 er vist i tabel 1.

Fra 1956 er vandfordampningen målt fra en 1 m dyb metal-

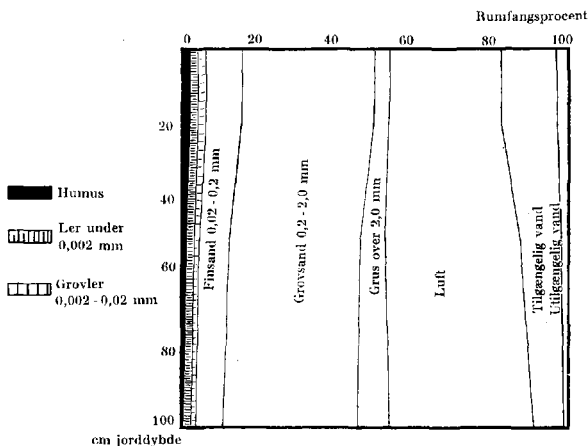


Fig. 1. Tekstur, luft- og vandindhold i sandjord ved St. Jyndeved

beholder med $1/3 \text{ m}^2$ vandoverflade i niveau med jordoverfladen, skærmet med et trådnæt med $5 \times 5 \text{ mm}$ masker. Den gennemsnitlige fordampning for årene 1956-60 er anført i sidste talkolonne.

Tabel 1. Nedbør, temperatur og fordampning

	Gennemsnit for årene 1950-60				1956-60
	Nedbør mm		Middeltemperatur C°		Fordampning
	Jyndeved	hele landet	Jyndeved	hele landet	mm
Januar	64	57	0.3	0.2	0
Februar	49	41	÷0.5	÷0.8	6*
Marts	42	34	2.2	1.6	23*
April	43	37	6.4	6.0	50
Maj	45	37	11.2	11.0	81
Juni	50	45	14.5	14.5	90
Juli	75	76	16.1	16.2	78
August	122	93	15.9	16.1	55
September	88	69	12.9	12.9	48
Oktober	78	68	8.8	8.9	20
November	68	62	4.8	5.1	21
December	69	63	2.3	2.5	0
Hele året	793	682	7.9	7.9	472

* Beregnet fordampning.

Årsnedbøren er over 100 mm større end landsgennemsnittet. Det er især månederne august, september og oktober, der er særlig regnrige. Da fordampningen i disse måneder er lille, er afstrømningen i efterårs- og vintermånederne stor fra den let gennemtrængelige jord ved Jynde vad.

Middeltemperaturen har i gennemsnit for årene 1950-60 været omtrent ens for Jynde vad og hele landet.

Årsnedbøren ved Jynde vad er større end fordampningen, men månederne maj, juni og juli har et nedbørsunderskud, der opsummeret bliver større end den vandmængde, jorden kan tilbageholde af vinter nedbøren og stille til rådighed for planterne.

De anførte målinger af nedbør, vandkapacitet og fordampning viser således, at der normalt er et behov for vanding ved Jynde vad.

II. Vandingsvand

Fra 1945, da de første vandingsforsøg blev påbegyndt ved Jynde vad, og indtil 1957 er vandet til vanding taget fra Sønderå, der løber 300 m nord for forsøgsstationen.

Pumpen, der forsynede vandingsanlægget, var anbragt ved en grøft, hvortil der var afløb fra en grusgrav. Vandingsvandet blev på den måde en blanding af åvand og grundvand. I 1957 og 1960 er vandingsanlægget blevet ændret således, at der vandes med grundvand fra tre brønde. Brøndene er 1,0 m i diameter og 8 m dybe. Vandet i brøndene står 3 m under terræn. Ved pumpning af 35 m³ i timen fra hver brønd, sænkes vandspejlet til 5 m under terræn, hvor det holder sig konstant.

Tabel 2. Reaktion og næringsindhold i vand april-oktober

	mg pr. l (= ppm)									
	pH	P	S	Cl	NO ₃ -N	NH ₃ -N	Na	K	Mg	Ca
1959 åvand ..	7.8	0.02	9.6	21.6	0.13	0.16	14.7	1.9	5.1	53.0
Grundvand ..	7.5	0.01	12.6	26.3	2.31	0.29	13.6	2.1	6.2	34.9
1960 åvand ..	7.8	0.01	11.6	22.2	0.33	0.17	16.6	2.9	5.2	54.6
Grundvand ..	7.7	0.01	11.7	25.7	4.73	0.08	17.0	4.1	4.7	33.1
1961 åvand ..	7.5	0.03	11.0	23.0	0.19	0.18	14.9	1.8	6.4	58.7
Grundvand ..	7.5	0.02	7.7	29.1	5.73	0.05	16.1	2.0	5.9	40.0
Gns. åvand ..	7.7	0.02	10.7	22.3	0.22	0.17	15.4	2.2	5.6	55.4
Grundvand ..	7.6	0.01	10.7	27.0	4.26	0.14	15.6	2.7	5.6	36.0

Fra 1959-61 er der i sommermånederne udtaget vandprøver fra Sønderå og fra en af brøndene en gang om måneden. Vandprøverne er analyseret på Statens Planteavls-Laboratorium i Lyngby. Gennemsnitsresultaterne for hvert år er opført i tabel 2.

Et mg pr. l af et stof i vandingsvandet giver 10 g pr. ha ved tilførelse af 1 mm vand.

Vandes der med 100 mm i løbet af en vækstsæson, skulle der, beregnet på gennemsnitsindholdet af nitratkvælstof i grundvandet, tilføres 4,26 kg nitratkvælstof svarende til 27 kg kalksalpeter pr. ha. Indhold af nitratkvælstof i grundvandet tyder på, at der udvaskes næringsstoffer fra den grovkornede sandjord ved Jyndevad.

I sommermånederne 1961 er temperaturen i henholdsvis åvand og grundvand samt luftens temperatur målt hver dag kl. 17. Gennemsnitstemperaturerne for hver måned er vist nedenstående.

Vand- og lufttemperatur april-august 1961

	Lufttemperatur C°		Temperatur C° kl. 17	
	kl. 14	kl. 17	Sønderå	Brønd II
April.....	14.7	12.8	11.4	8.0
Maj.....	13.2	12.3	11.8	8.0
Juni.....	19.2	18.2	15.8	8.4
Juli.....	17.6	16.5	15.0	8.6
August.....	16.6	15.4	14.1	9.0

Åvandet temperatur varierer efter luftens temperatur, medens grundvandets temperatur næsten er konstant. Analyseresultaterne og temperaturmålingerne viser, at der er variationer i næringsstofindhold og temperatur for åvand og grundvand. Indholdet af næringsstoffer vil variere fra sted til sted afhængig af jordens gennemtrængelighed og hvilke tilløb, der er til det vandløb, hvor vandet tages fra. Der kan derfor ikke i forsøg påvises nogen generel forskel i udbytte efter vanding med henholdsvis åvand og grundvand.

III. Forsøgets plan og gennemførelse

Forsøget blev anlagt i 1950 efter nedenstående plan i en vandet og en uvandet afdeling.

- | | |
|------------------|------------------|
| A. Fuldgødet | B. ÷ superfosfat |
| C. ÷ kaligødning | D. ÷ salpeter |

Parcelstørrelsen i gødningsforsøget var 45 m², med 4 fællesparceller både i den uvandede og den vandede afdeling.

Resultaterne fra de første 6 år er meddelt i 532. beretning. Forsøgsplanen er fulgt i alle årene 1950-60, men forsøgets sædskifte og gødningsmængderne er ændret. Sædskiftet var 1950-55: 1. havre, 2. rug, 3. kálroer, 4. byg med udlæg, 5. 1. års kløvergræs og 6. 2. års kløvergræs. I 1956 ændredes sædskiftet således, at 2. års kløvergræsmarken gik ud til fordel for kartofler, og kálroer blev ombyttet med bederoer.

Til roer er der grundgødet med 30 t staldgødning og 12 t ajle i alle år undtagen 1958 og 1959, hvor der kun er givet staldgødning. Til kartofler er der grundgødet med 12 t ajle i 1958, 1959 og 1960. Af kunstgødning er der anvendt følgende mængder, ens i alle led, der får pågældende gødning:

	Salpeter	superf. kg pr. ha	Kalig.
1950-55			
Havre	300	300	200
Rug	400	200	200
Kálroer	800	400	400
Byg med udlæg	200	200	200
1. års kløvergræs	0	600	600
2. års kløvergræs	0	600	600
Ialt	1700	2200	2200
1956-60			
Havre	400	200	100
Rug	500	200	100
Fodersukkerroer	700	200	400
Byg med udlæg	200	200	200
1. års kløvergræs	0	200	600
Kartofler	400	200	400
Ialt	2200	1200	1800

Kvælstofgødningen er tilført i ovennævnte mængder kalksalpeter undtagen til kartofler, hvor der er brugt tilsvarende kvælstofmængder i svovlsur ammoniak. De anførte kalimængder er 40% kaligødning, dog er der de senere år anvendt 50 pct. kaligødning i tilsvarende mindre mængder. Kaligødning til kløvergræs er givet ad to gange med halvdelen i foråret og halvdelen i juli måned, de øv-

rige gødninger er udbragt om foråret. Vandingen er foretaget med samme linespredere (Skinners-system), som er beskrevet i 532. beretning.

Vandingen er indtil 1957 foretaget efter skøn over jordens udtørring, efter 1957 har fordampningstallene været vejledende for vandingen. Der har gennem årene været tilført nedenstående vandmængder til de enkelte afgrøder, med 20-40 mm pr. gang.

Tilført mm vand til de enkelte afgrøder

	Havre	Rug	Byg m. udlæg	1. års kløver- græs	Foder- sukker- roer	Kar- tofler	Nedbør	
							maj- juni	maj- aug.
1950....	35	35	35	—	—	—	188	310
1951....	71	59	61	147	—	—	163	247
1952....	41	20	52	57	—	—	221	349
1953....	33	61	49	93	—	—	188	306
1954....	85	60	84	160	—	—	255	412
1955....	105	90	85	181	—	—	179	268
1956....	198	156	174	225	131	68	89	236
1957....	70	65	88	117	55	55	145	268
1958....	66	18	78	90	0	70	193	327
1959....	180	150	155	475	370	200	101	151
1960....	65	—	—	138	30	0	146	338
Gns.	86	71	86	168	117	79	170	292

I alle år har der været tørkeperioder af mere end 8-10 dages varighed i vækstperioden. Der har således altid været brug for vanding én eller flere gange til korn og kløvergræs. I 1959 blev kløvergræs også vandet i september, og fodersukkerroer i september og oktober.

IV. Forsøgsresultater

Afsnittet omfatter en gennemgang af forsøgsresultater fra 6 afgrøder samt af gennemsnit for sædskiftet beregnet i a. e. = 100 f. e. pr. ha.

Havre: Fra 1950-60 foreligger resultaterne af 11 havreafgrøder opført i tabel 3. I årene 1951, 1957, 1958, 1959 og 1960 har forfrugten været kartofler, de øvrige 2. års kløvergræs.

Udbyttet i den uvandede afdeling har varieret fra år til år, stærkt afhængig af nedbøren i forår og forsommer. I det fuldgødede forsøgsled har udbyttet varieret fra 6,9 hkg kærne pr. ha i 1959 til 37,1 hkg kærne i 1952. I 1950 ved forsøgets anlæg var marken i

Tabel 3. Havre, udbytte og kvalitet

	÷	÷	÷		÷	÷	÷	÷	Van-
Fuld-	super-	kali-	sal-	Fuld-	super-	kali-	sal-		ding
gødet	fosfat	gødning	peter	gødet	fosfat	gødning	peter		mm
Kærneudbytte, hkg pr. ha									
	uvandet				vandet				
1950.....	20.2	18.5	18.2	14.2	24.5	23.4	24.6	15.2	35
1951.....	31.2	30.7	30.3	15.4	40.0	38.4	41.2	15.3	71
1952.....	37.1	37.8	38.6	35.4	44.4	43.6	45.6	42.5	41
1953.....	25.0	25.8	26.5	22.6	45.4	42.0	42.6	36.2	33
1954.....	33.6	30.4	31.6	25.1	43.5	41.0	41.2	34.0	85
1955.....	22.9	22.5	22.0	19.4	40.3	36.8	40.0	30.6	105
1956.....	18.7	18.3	17.8	18.5	44.5	40.9	41.0	35.8	198
1957.....	18.7	17.2	18.3	14.3	29.8	28.1	28.4	20.2	70
1958.....	27.7	23.2	29.8	16.0	40.3	34.4	39.9	21.2	66
1959.....	6.9	8.0	8.8	5.8	45.6	43.1	45.3	21.7	180
1960.....	24.8	26.7	27.2	23.1	46.4	40.0	37.3	41.4	65
Gennemsnit af 11 år 1950-1960									
Kærne, hkg	24.3	23.6	24.5	19.1	40.4	37.4	38.8	28.6	86
Halm, hkg	35.4	35.0	31.6	25.0	53.9	48.4	45.2	36.9	
a.e. ialt. . .	27.4	26.7	26.7	20.9	44.5	40.9	41.3	31.2	
Kærnepct. .	41	40	44	43	43	44	46	44	
Rumvægt g/l	457	464	461	491	509	500	492	512	
kg råprot. .	401	396	399	253	570	533	527	355	
Merudbytte for vanding									
Kærne, hkg.....					16.1	13.8	14.3	9.5	
Halm, hkg.....					18.5	13.4	13.6	11.9	

1.2 kg kærne = 5 kg halm = 1 f.e.

dårlig kultur, og i 1957 skadede nattefrost havren, hvilket forklarer de lave udbyttetotal i alle forsøgsled for disse år. Ses der bort fra årene 1950 og 1957 ligger udbyttet i den vandede afdelings fuldgødede forsøgsled mellem 40 og 45 hkg kærne pr. ha, uanset om forfrugten har været kløvergræs eller kartofler.

Nederst i tabel 3 er det gennemsnitlige merudbytte for vanding vist for de forskellige gødninger. Det største merudbytte er nået i det fuldgødede forsøgsled - 16,1 hkg kærne pr. ha. Det er således en positiv vekselvirkning mellem vanding og gødskning.

Kærneprocenten er øget ved vandingen, og rumvægten er også størst efter vanding. Det procentiske indhold af kvælstof i afgrøden er lavest i de vandede afgrøder, men det store merudbytte, der er

Tabel 4. Byg, udbytte og kvalitet

	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	Vand-
Fuld-	super-	kali-	sal-	Fuld-	super-	kali-	sal-		ding
gødet	fosfat	gødning	peter	gødet	fosfat	gødning	peter		mm
Kærneudbytte, hkg pr. ha									
	uvandet				vandet				
1950.....	9.0	8.6	9.9	7.6	16.8	16.3	16.9	8.8	35
1951.....	31.6	31.1	31.6	23.2	32.5	32.3	32.4	24.4	61
1952.....	30.6	29.9	29.6	20.7	36.6	34.3	32.2	24.6	52
1953.....	27.2	24.3	24.9	17.2	32.5	33.4	31.9	19.4	49
1954.....	20.9	20.6	20.1	15.6	35.9	35.3	35.0	24.4	84
1955.....	26.3	25.2	23.1	14.1	36.8	34.9	32.0	17.0	85
1956.....	19.5	19.2	19.5	16.4	41.4	39.8	40.1	27.4	174
1957.....	25.3	26.8	25.5	19.6	36.5	35.1	36.0	23.4	88
1958.....	22.5	23.7	21.9	14.8	34.3	36.0	36.6	20.0	78
1959.....	9.9	10.3	9.3	11.2	46.6	42.8	40.6	27.1	155
Gennemsnit af 10 år 1950-59									
Kærne, hkg	22.3	22.0	21.5	16.0	35.0	34.0	33.4	21.7	86
Halm, hkg	21.9	22.5	20.7	15.7	34.8	32.3	29.6	25.5	
a.e. ialt . . .	26.7	26.5	25.6	19.1	42.0	40.5	38.9	26.8	
Kærnepct. . .	50	49	51	51	50	51	53	46	
Rumvægt g/l	664	658	657	653	685	680	682	678	
kg råprot.									
Kærne +									
halm	262	268	256	186	377	360	343	290	
Merudbytte for vanding									
Kærne, hkg					12.7	12.0	11.9	5.7	
Halm, hkg					12.9	9.8	8.9	9.8	

1 kg kærne = 5 kg halm = 1 f.e.

opnået af kærne og halm, medfører, at også udbyttet af råprotein er øget ved vandingen.

Byg med udlæg: Forsøgsresultaterne fremgår af tabel 4, der omfatter resultaterne fra 10 år, 1950-59. Forfrugten var i 1950 kartofler, 1951-56 kålroer og 1957-59 fodersukkerroer. I det fuldgødede forsøgsled har udbyttet varieret fra 9,0 til 31,6 hkg kærne pr. ha i den uvandede afdeling. De lave udbyttetal fra anlægsåret 1950 skyldes, ligesom for havrens vedkommende, at marken var i dårlig kultur. Udbyttet i den vandede afdelings fuldgødede forsøgsled er stabiliseret ved omkring 35 khg kærne pr. ha. Årene 1956 og 1959, hvor temperaturen har været høj, og hvor der er vandet me-

Tabel 5. Rug, udbytte og kvalitet

	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	Van-
Fuld-	super-	kali-	sal-	Fuld-	super-	kali-	sal-	÷	ding
gødet	fosfat	gødning	peter	gødet	fosfat	gødning	peter		mm
Kærneudbytte, hkg pr. ha									
	uvandet				vandet				
1950.....	20.8	20.8	18.8	13.4	21.7	21.5	22.8	12.6	35
1951.....	31.9	31.2	31.8	15.1	35.5	34.6	34.8	16.4	59
1952.....	39.0	37.9	41.2	23.3	39.2	41.9	38.7	23.6	19
1953.....	20.7	22.4	21.1	17.0	35.3	33.6	31.1	18.3	61
1954.....	19.9	18.9	21.6	16.1	32.0	30.0	23.8	19.0	60
1955.....	33.6	31.8	33.1	20.8	37.3	37.9	36.9	20.5	90
1956.....	29.1	27.5	27.6	14.8	40.4	37.6	37.6	20.8	156
1957.....	26.2	24.3	27.8	20.2	31.0	30.9	34.1	22.6	65
1958.....	22.3	23.6	26.0	17.2	28.4	27.3	26.3	16.6	18
1959.....	12.9	13.9	13.7	11.1	47.6	42.4	44.5	20.7	150
Gennemsnit af 10 år 1950-59									
Kærne, hkg	25.6	25.2	26.3	16.9	34.8	33.8	33.1	19.1	71
Halm, hkg	46.2	45.6	45.5	27.9	60.0	57.6	54.5	32.2	
a.e. ialt . . .	34.8	34.3	35.4	22.5	46.8	45.3	44.0	25.5	
Kærnepct. .	36	36	37	38	37	37	38	38	
Rumvægt g/l	668	679	675	697	694	697	685	703	
kg råprot.									
Kærne+									
halm	334	340	331	195	428	411	395	229	
Merudbytte for vanding									
Kærne, hkg.....					9.2	8.6	6.8	2.2	
Halm, hkg.....					13.8	12.0	9.0	4.3	

1 kg kærne = 5 kg halm = 1 f.e.

get, viser udbyttet på 41,4 og 46,6 hkg kærne pr. ha. Det højeste merudbytte for vanding er også opnået i det fuldgødede forsøgsled med 12,7 hkg kærne pr. ha. Forsøgsleddet, der ikke har fået salpeter, har kun givet 5,7 hkg i merudbytte.

Udbyttene er lavere end for havre, men da det er udlægsbyg, er der kun tilført 200 kg kalksalpeter pr. ha, så gødningsbetingelserne har ikke været de samme. Også i byg er der tale om en forøgelse af rumvægten ved vanding.

Det store merudbytte for vanding bevirker, at også udbyttet af råprotein er øget ved vanding af byg, selv om det procentiske indhold af kvælstof i afgrøden er mindst i den vandede afdeling.

Rug: Forsøgsresultaterne fremgår at tabel 5, der omfatter resultaterne fra 10 år, 1950-1959. Forfrugten var i 1950 kløvergræs, i alle de øvrige år har den været havre. Udbyttet i den uvandede afdeling har ligesom for havre og byg varieret stærkt efter årets vejrlig, men i den tørre sommer 1959 høstedes alligevel 12,9 hkg kærne pr. ha i det fuldgødede forsøgsled, eller omtrent det dobbelte af hvad havre gav. Det gennemsnitlige merudbytte for vanding er i det fuldgødede forsøgsled 9,2 hkg kærne pr. ha. Merudbyttet for vanding er størst de år, hvor tørke indtræffer tidligt i vækstperioden. Også i rug er der en positiv vekselvirkning mellem vanding og gødskning, her ligger det ikke-salpetergødede forsøgsled væsentlig under de andre forsøgsled i udbyttet, og merudbyttet for vanding er da også her lavest.

Rumvægten er forøget ved vandingen. Det procentiske indhold af kvælstof i kærnen er lavest i den vandede afdeling, men merudbyttet af kærne og halm medfører også her, at udbyttet af råprotein er øget ved vandingen.

Kløvergræs: I tabel 6 er opført resultaterne af 1. års kløvergræs i 10 år. Indtil 1955 var der også en 2. års kløvergræsmark med i sædskiftet. Udbyttet af 2. års kløvergræs er omtalt i 532. beretning og skal derfor ikke omtales her. Den anvendte frøblanding har i de første fem år været følgende: 6 kg halvsildig rødkløver, 8 kg hvidkløver, 2 kg timothe, 4 kg almindelig rajgræs, sildig og 4 kg almindelig rajgræs, tidlig. Efter at 2. års marken gik ud af sædskiftet i 1955, er en del af hvidkløveren erstattet med engsvingel. Rødkløvermængden er hævet til 10 kg og tidlig rajgræs er taget ud af frøblandingen.

De første 6 år er der taget to slæt årlig, de sidste fire år 3 slæt. I det tørre år 1959 mislykkedes udlægget totalt i den uvandede afdeling. I foråret 1960 blev der sået ærtehavre i denne afdeling, så udbyttetallene i den uvandede afdeling fra dette år er fra ærtehavre.

Merudbytte for vanding har været stort, i gennemsnit for alle årene 4110 f.e. i det fuldgødede forsøgsled. Med undtagelse af året 1954, hvor udlægget var skadet af vinterens barfrost, har udbyttet i den fuldgødede og vandede afdeling altid ligget over 80 hkg tørstof pr. ha eller på ca. 7000 f.e. I 1959 er der høstet over 10000 f.e. i denne afdeling, men der er også tilført 475 mm vand. Forsøgene viser, at der på let sandjord kan frembringes store afgrøder, når

Tabel 6. 1. års kløvergræs, udbytte og kvalitet

	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	Vand-
	Fuld-	super-	kali-	sal-	Fuld-	super-	kali-	sal-	ding
	gødnet	fosfat	gødning	peter	gødnet	fosfat	gødning	peter	mm
Udbytte i hkg tørstof pr. ha									
	uvandet				vandet				
1951.....	41.5	41.9	41.4	49.4	82.9	80.2	77.4	84.5	147
1952.....	61.4	64.3	61.7	66.1	89.8	80.7	83.6	88.4	57
1953.....	59.1	57.0	53.8	58.8	85.9	85.4	87.9	95.5	93
1954.....	31.3	31.2	30.5	37.9	50.2	41.9	45.5	50.0	160
1955.....	56.9	57.2	50.4	59.1	101.1	101.4	79.8	101.2	181
1956.....	21.9	22.8	18.7	28.0	91.6	79.8	44.4	84.1	225
1957.....	29.3	24.7	22.6	35.6	101.6	95.7	70.0	106.5	117
1958.....	65.8	63.2	51.5	65.5	85.8	90.5	77.6	85.2	90
1959.....	26.9	25.2	24.0	28.2	123.6	118.5	107.5	98.7	475
1960.....	25.4	24.9	22.9	27.8	100.3	98.1	79.7	97.5	138
Gennemsnit af 10 år 1951-60									
Grønt, hkg	177	175	148	207	505	471	364	508	168
Tørstof, hkg	42.0	41.2	37.8	45.6	91.3	87.2	75.3	89.2	
a.e., ialt...	35.0	34.3	31.5	38.0	76.1	72.7	62.8	74.3	
pct. kløver	27	23	17	31	60	54	42	65	
kg råprot. .	595	575	529	731	1527	1441	1250	1558	
Merudbytte for vanding									
a.e., ialt.....					41.1	38.4	31.3	36.3	
råprot., kg.....					932	833	721	827	

1.2 kg tørstof = 1 f.e.

der gødes godt og vandfaktoren beherskes; men de viser også, at det er nødvendigt, at vandingsanlægget har en meget stor kapacitet, for at der kan vandes tilstrækkeligt i et år som 1959.

Vandingen har bevirket en stigning i afgrødens kløverindhold på ca. 30%. Samtidig er kvælstofindholdet i afgrøden forøget. Udbyttet af råprotein i det fuldgødede forsøgsled har været 1527 kg pr. ha i den vandede afdeling mod 595 kg i den uvandede, et merudbytte på 932 kg råprotein pr. ha.

Som det fremgår af gødningsplanen side 656 er der ikke givet salpeter til kløvergræs. Forsøgsleddene fuldgødnet og ÷ salpeter har således været gødet ens. Der er da heller ikke ret stor forskel på udbyttet fra de to forsøgsled i den vandede afdeling. Mindreudbyt-

tet for salpeter i den uvandede afdeling er et udtryk for byggens virkning på udlægget.

Det ikke kaligødede forsøgsled ligger lavest i udbytte. Kaliumvirkningen ses også på kløverindholdet i afgrøderne. I de fleste forsøgsår har der været kalimangelsymptomer i kløveren, hvor der ikke var tilført kaligødning. De bedre fugtighedsforhold i den vandede afdeling bevirkede dog, at der her stadig var en ret god kløverbestand.

Fodersukkerroer: Resultaterne fra 5 års forsøg med fodersukkerroer 1956-60, er opført i tabel 7. De første 3 år er anvendt Pajbjerg Rex, de to sidste år Gul Dæno. Forfrugten har i alle år været rug.

Tabel 7. *Fodersukkerroer, udbytte og kvalitet*

	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	Van-
Fuld-	super-	kali-	sal-	Fuld-	super-	kali-	sal-	ding	
gødet	fosfat	gødning	peter	gødet	fosfat	gødning	peter	mm	
Tørstof i rod hkg pr. ha									
	uvandet				vandet				
1956.....	85.4	84.8	85.4	80.9	113.4	109.9	109.4	98.5	131
1957.....	104.0	100.9	96.5	97.2	122.8	120.5	112.5	105.2	55
1958.....	109.0	105.8	97.8	88.8	110.0	111.0	95.9	92.6	0
1959.....	58.6	55.5	51.2	56.0	143.4	135.6	138.2	122.0	370
1960.....	121.5	120.0	115.5	111.5	124.8	121.0	116.0	107.5	30
Gennemsnit af 5 år 1956-60									
Roer, hkg .	512	514	478	444	661	649	620	548	117
Top, hkg..	291	292	279	195	312	309	297	206	
Tørst. i roer	95.7	93.4	89.3	86.9	122.9	119.6	114.4	105.2	
Tørstof i sandfri top a.e. i rod+	33.7	35.1	34.0	25.1	36.7	36.8	36.6	26.0	
top.....	109.5	108.3	103.9	95.7	136.2	133.2	128.4	112.9	
pct. tørstof rod P.R. ...	19.9	19.9	20.2	21.2	20.8	20.7	20.4	21.3	
pct. tørstof i rod G.D. .	16.6	16.0	16.4	17.1	16.3	16.2	16.5	16.7	
kg råprot. i rod og top.	764	764	735	484	843	736	746	529	
Merudbytte for vanding									
a.e. i rod+top.....					26.7	24.9	24.5	17.2	

1 kg roetørstof = 1.5 kg toptørstof = 1 f.e.

Af tabel 7 ses, at udbyttet i 1957, 1958 og 1960 har været særdeles godt. Der er vandet to gange i forsommeren i 1957, og der er et sikkert merudbytte for vanding dette år. I 1958 blev der ikke vandet, og udbyttet er da også omtrent ens i de to afdelinger. I 1960 blev der vandet med 30 mm i foråret for at dæmpe jordfygning, men det fik ingen udbyttmæssig betydning.

Der er vandet 4 gange i juli måned 1956. Tørken i juli faldt sammen med et stærkt luseangreb. Vandingen skadede lusene, så der nærmest var en tosidig virkning af vandingen. Det tørre år 1959 gav et stort merudbytte for vanding. Der blev vandet 11 gange i vækstperioden med ialt 370 mm, første vanding 4. juni, sidste 14. oktober. Af de fem forsøgsår har der været behov for vanding i de tre. Vandingstidspunkterne har været forskellige fra år til år, men merudbyttet har ligesom i de enårige forsøg, der er omtalt i 456. beretning, været sikkert. Merudbyttet for vanding er størst i det fuldgødede forsøgsled, 2670 f.e. pr. ha, og lavest, 1720 f.e., hvor der ingen salpeter er givet. Hvor der ikke er tilført superfosfat og kaligødning, er udbyttet af omtrent samme størrelse som i det fuldgødede forsøgsled, men som det fremgår af gødningsplanen side 656, er roemarken grundgødet med staldgødning og ajle.

Kartofler: Resultaterne er opført i tabel 8. I alle 5 forsøgsår 1956–60 er benyttet sorten Dianella. Forfrugten har været kløvergræs. I 1960 er der ikke vandet. De øvrige år har der været et vandingsbehov, og der er vandet i juni og juli måned. Der er sprøjtet 2 gange mod kartoffelskimmel hvert år. Udbyttet har selv i den vandede afdeling varieret stærkt fra år til år med særdeles lave udbytter i 1957 og 1958. I 1957 var der nattefrost på indtil -10°C kort efter kartoflernes lægning, en del af knoldene blev frostskaadet og spirede ikke. I 1958 blev kartoflerne lagt sent og blev meget stærkt angrebet af kartoffelskimmel, inden de var afgroet. I 1960 var kartoflerne stærkt angrebet af virus sygdomme, hvilket måske er forklaringen på de noget varierende udbyttetal for dette år, hvor der ikke er vandet.

I gennemsnit af de fem forsøgsår er merudbyttet for vanding 1280 f.e. i det fuldgødede forsøgsled. Tørstofindholdet i knoldene er højest i den vandede afdeling, og i begge afdelinger højest i det forsøgsled, der ikke er gødet med kaligødning. I de fire år der er vandet, har forsøgsleddet uden salpetergødning givet det største

Tabel 8. Industrikartofler, udbytte og kvalitet

	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	Van-	
Fuld-	super-	kali-	sal-	Fuld-	super-	kali-	sal-	ding	
gødet	fosfat	gødning	peter	gødet	fosfat	gødning	peter	mm	
Tørstof i knolde, hkg pr. ha									
	uvandet				vandet				
1956.....	58.8	60.7	64.0	61.1	97.7	101.4	94.3	101.2	68
1957.....	55.3	45.3	54.8	48.6	56.4	54.7	61.0	64.3	55
1958.....	37.0	38.9	49.3	49.4	45.8	46.4	54.4	56.7	70
1959.....	58.5	56.3	63.3	57.9	78.7	78.1	73.5	79.9	200
1960.....	75.1	67.2	72.2	72.2	70.0	69.3	70.7	68.8	0
Gennemsnit af 5 år 1956-60									
Knolde, hkg	266	251	257	269	314	312	290	328	79
Tørst. i kn.	56.9	53.7	60.7	57.8	69.7	70.0	70.8	74.2	
a.e. i knolde	56.9	53.7	60.7	57.8	69.7	70.0	70.8	74.2	
pct. tørstof	21.5	21.4	23.8	21.7	22.2	22.3	24.3	22.6	
kg råprot. i									
knolde....	439	403	473	389	481	479	495	422	
Merudbytte for vanding									
Knolde, hkg.....					48	61	33	59	
a.e.....					12.8	16.3	10.1	16.4	

1.0 kg tørstof = 1 f.e.

udbytte. Da kartoflerne følger efter kløvergræs i sædskiftet, og der hvert år er tilført 12 t ajle som grundgødning, er de tilførte kunstgødningsmængder måske mere, end der har været brug for.

Sædskiftegennemsnit

I tabel 9 er samlet de gennemsnitlige udbytletal i a.e. pr. ha, for de afgrøder der har været med i sædskiftet, og deraf er beregnet gennemsnit af sædskiftet og merudbytte for vanding i det fuldgødede forsøgsled. Man vil her lægge mærke til, hvor forskellig udbyttestørrelsen er af de forskellige afgrøder. Det største udbytte er opnået i roer. Selv om der er et stort merudbytte for vanding af bede-roer, er der alligevel høstet store og sikre udbytter af roer i den uvandede afdeling. Det er roer, kartofler og rug, der er de bærende afgrøder i det uvandede sædskifte. Med undtagelse af kálroer er der et stort merudbytte for vanding i alle afgrøder.

Kløvergræs er i den vandede afdeling blevet en sikker afgrøde, der kommer på 2. pladsen efter roer. Der er opnået et udbytte på 7600 f.e. i kløvergræsmarken ved tilførsel af 168 mm vand årlig. Som

Tabel 9. Udbytte i a.e. pr. ha for de enkelte afgrøder og af sædskiftet

	Gennemsnit af alle forsøgsår			
	Uden vanding			
	fuldgødet	÷ superfosfat	÷ kaligødning	÷ salpeter
1. Havre.....	27.4	26.7	26.7	20.9
2. Rug.....	34.8	34.3	35.4	22.5
3. Kålroer 1950-55.....	91.4	91.5	89.5	79.4
3. Bederøer 1956-60.....	109.5	108.3	103.9	95.7
4. Byg.....	26.7	26.5	25.6	19.1
5. 1. års kløvergræs.....	35.0	34.3	31.5	38.0
6. 2. års kløvergræs 1950-55	27.9	29.3	26.1	29.8
6. Kartofler 1956-60.....	56.9	53.7	60.7	57.8
Sædskiftet.....	44.7	44.1	43.4	39.5

	Med vanding					
	fuldgødet	÷	÷	÷	fuldgødet mer- udbytte	Van- ding mm
		super- fosfat	kali- gødning	sal- peter		
1. Havre.....	44.5	40.9	41.3	31.8	17.1	86
2. Rug.....	46.8	45.3	44.0	25.5	12.0	71
3. Kålroer 1950-55.....	94.2	98.7	97.6	80.1	2.8	66
3. Bederøer 1956-60.....	136.2	133.2	128.4	112.9	28.0	117
4. Byg.....	42.0	40.5	38.9	26.8	15.3	86
5. 1. års kløvergræs.....	76.1	72.7	62.8	74.3	41.1	168
6. 2. års kløvergræs 1950-55	46.2	43.8	36.8	42.3	18.3	115
6. Kartofler 1956-60.....	69.7	70.0	70.8	74.2	12.8	79
Sædskiftet.....	63.7	62.0	58.9	52.0	19.0	99

gennemsnit af sædskiftet er der et merudbytte på 1900 f.e. Den tilførte vandmængde har været 99 mm. Skal der etableres vanding på let sandjord, hvor der indgår en kløvergræsmark i sædskiftet, skal der være 100 mm = 1000 m³ vand pr. ha til rådighed til vanding. Med den normale fordampning på ca. 3 mm pr. døgn i sommermånederne, skal anlægget have en omløbstid på ca. 10 dage. På let sandjord vil der da være brug for en pumpekapaцитet på 2 m³ pr. time pr. ha.

I gennemsnit af sædskiftet har der været størst udslag for forøsgødningen i den vandede afdeling. Beregnet for de enkelte gødninger har medudbyttet været følgende:

	Merudbytte for tilført gødning i a.e. pr. ha		
	salpeter	superfosfat	kaligødning
Uden vanding.....	5.2	0.6	1.2
Med vanding.....	11.7	1.7	4.8

I forsøgs-gødning er der i gennemsnit tilført 325 kg salpeter og høstet 520 f.e. derfor i den uvandede afdeling, et nogenlunde rentabelt merudbytte. I den vandede afdeling er udbyttet for salpeter 1170 f.e., det dobbelte af merudbyttet uden vanding. For tilførsel af 330 kg superfosfat årligt er der kun små udslag, størst i den vandede afdeling. 325 kg kaligødning har givet 130 f.e. i merudbytte uden vanding, men 480 f.e. med vanding. Foruden kunstgødning er der som før omtalt tilført staldgødning og ajle til rodfrugt og kartofler.

V. Jordbundsanalyser

Før forsøgets anlæg i 1950 er der udtaget jordprøver i 3 dybder i såvel uvandet som vandet afdeling af de enkelte marker. I 1955 og

Tabel 10. Jordbundsanalyser, gennemsnit af 6 marker

Dybde i cm	1950	Uvandet afdeling							
		1955			1960				
	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N	
Reaktionstal Rt									
0-20.....	5.6	5.6	5.6	5.6	5.4	6.1	6.2	6.3	6.2
30-50.....	5.2	5.3	5.3	5.3	5.2	5.5	5.5	5.5	5.4
50-100.....	5.3	5.4	5.3	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Fosforsyretal Ft									
0-20.....	3.2	4.9	3.6	4.8	4.9	4.9	3.9	4.9	5.1
30-50.....	2.5	3.0	3.0	3.1	3.0	3.8	3.2	3.6	3.4
50-100.....	3.1	3.8	3.6	4.0	3.7	3.7	3.2	3.4	3.5
Kaliumtal Tk									
0-20.....	4.7	4.8	5.6	1.8	6.1	5.5	5.8	2.4	5.5
30-50.....	2.3	2.4	2.6	1.0	3.1	1.8	1.9	0.7	2.0
50-100.....	1.8	1.4	1.3	0.8	1.7	1.5	1.4	0.5	1.5
Vandet afdeling									
Reaktionstal Rt									
0-20.....	5.9	5.6	5.7	5.7	5.6	6.4	6.4	6.5	6.3
30-50.....	5.5	5.4	5.5	5.4	5.3	5.6	5.6	5.7	5.6
50-100.....	5.5	5.4	5.5	5.5	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4
Fosforsyretal Ft									
0-20.....	3.0	4.2	3.0	4.3	4.3	4.6	3.2	4.4	4.5
30-50.....	2.5	2.8	2.6	2.7	2.8	3.2	3.1	3.2	3.2
50-100.....	3.3	3.7	4.0	3.8	3.7	3.9	4.2	4.1	3.8
Kaliumtal Tk									
0-20.....	4.6	4.3	4.2	1.6	4.9	3.4	3.4	1.1	3.4
30-50.....	2.6	2.4	2.8	0.8	2.4	1.2	1.4	0.5	1.5
50-100.....	2.2	1.3	1.6	0.8	1.4	0.9	0.9	0.4	0.9

1960 er der igen udtaget jordprøver i de samme tre dybder, men med en prøve fra hvert forsøgsled i gødningsforsøget fra såvel uvandet som vandet afdeling af de enkelte marker. I disse prøver er der på Statens Planteavls-Laboratorium bestemt reaktionstal, Rt, fosforsyretal, Ft og kaliumtal, Tk.

Der er ikke stor variation i reaktionstallene for de enkelte forsøgsled. Efter udtagning af jordprøver i 1955 blev hele forsøgsarealet tilført 3 t kulsur kalk pr. ha. Ved udtagning af jordprøver i 1960 er tallene da også steget i de øverste 20 cm, men ikke i de dybere jordlag. Reaktionstallene i den vandede afdeling var lidt højere ved forsøgets start og har ligget højere i alle årene. De ca. 100 mm vand, der er tilført den vandede afdeling hvert år, har ikke bevirket noget fald i reaktionstallene, der er snarere tale om en lille stigning, men reaktionstallet i vandingsvandet har også været 7,6.

Fosforsyretallene viser en stigende tendens for alle forsøgsled og alle dybder, men er alle år lavest, hvor der ikke er tilført fosforsyre med kunstgødning. Fosforsyretallene har i modsætning til reaktionstallene ligget lavest i den vandede afdeling helt fra forsøgets start. Der kan ikke i fosforsyretallene konstateres nogen variation forårsaget af vandingen.

Kaliumtallene har omtrent samme niveau i 1955 og 1960 i den uvandede afdeling. I den vandede afdeling er tallene mindre i 1960 i alle tre dybder. Niveauet har ikke kunnet holdes, og dette kan skyldes, at der er udvasket kalium, men man skulle så kunne forvente et stigende indhold af kalium i de dybere jordlag. Som det fremgår af gødningsplanen side 656, er der imidlertid i det ændrede sædskifte fra 1955-60 tilført 400 kg kaligødning mindre pr. ha. Det har ikke ændret kaliniveauet i den uvandede afdeling, hvor udbytteneiveauet er 5000 f.e., men i den vandede afdeling, hvor udbyttet er 1900 f.e. større, har de anførte gødningsmængder antagelig ikke været tilstrækkelige til, at kaliniveauet har kunnet holdes.

VI. Afgrødeanalyser

Der er udført kvælstofbestemmelser i tørrede prøver fra alle afgrøder hvert år. Ud fra disse bestemmelser er udbyttet af råprotein beregnet, som det er anført under udbyttetallene for hver afgrøde.

Tabel 11. Afgrødeanalyser, procentisk indhold i tørstof 1958

	Kvælstof, N							
	fuldg.	uvandet			vandet			
		÷ P	÷ K	÷ N	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N
Rug, kærne.....	1.62	1.70	1.56	1.54	1.79	1.59	1.63	1.56
Rug, halm.....	0.44	0.53	0.44	0.54	0.63	0.55	0.53	0.53
Havre, kærne.....	1.94	2.00	1.80	1.67	1.59	1.71	1.72	1.68
Havre, halm.....	0.63	0.71	0.69	0.53	0.42	0.49	0.43	0.41
Byg, kærne.....	1.68	1.67	1.73	1.46	1.44	1.47	1.42	1.49
Byg, halm.....	0.66	0.62	0.62	1.50	0.80	0.76	0.68	1.62
Kløvergræs 1.+2. slæt....	2.69	2.70	2.64	2.89	2.84	2.84	2.77	2.94
Kartofler, knolde.....	1.78	1.46	1.80	1.26	1.63	1.58	1.59	1.18
Fodersukkerroer, rod.....	0.81	0.70	0.74	0.61	0.75	0.69	0.66	0.60
Fodersukkerroer, top.....	1.90	2.19	2.17	1.80	2.13	1.92	2.01	1.77

	Fosforsyre, P ₂ O ₅							
	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N
Rug, kærne.....	0.71	0.73	0.82	0.82	0.80	0.78	0.80	0.82
Rug, halm.....	0.23	0.14	0.16	0.21	0.30	0.18	0.21	0.32
Havre, kærne.....	0.87	0.80	0.80	0.82	0.78	0.78	0.80	0.85
Havre, halm.....	0.23	0.23	0.25	0.41	0.30	0.23	0.25	0.48
Byg, kærne.....	0.80	0.69	0.78	0.80	0.80	0.76	0.80	0.85
Byg, halm.....	0.18	0.16	0.18	0.46	0.27	0.23	0.23	0.46
Kløvergræs 1.+2. slæt....	0.73	0.71	0.73	0.76	0.69	0.64	0.73	0.69
Kartofler, knolde.....	0.55	0.50	0.53	0.53	0.48	0.50	0.50	0.53
Fodersukkerroer, rod.....	0.46	0.41	0.41	0.44	0.44	0.41	0.41	0.46
Fodersukkerroer, top.....	0.67	0.62	0.71	0.74	0.66	0.60	0.68	0.67

	Kali, K ₂ O							
	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N
Rug, kærne.....	0.66	0.66	0.65	0.64	0.64	0.65	0.59	0.64
Rug, halm.....	1.04	0.77	0.58	1.01	0.94	0.98	0.51	1.18
Havre, kærne.....	0.71	0.72	0.61	0.65	0.63	0.63	0.64	0.63
Havre, halm.....	2.63	2.47	1.40	2.70	2.48	2.33	1.47	2.65
Byg, kærne.....	0.58	0.53	0.54	0.70	0.65	0.64	0.64	0.70
Byg, halm.....	1.06	1.04	0.81	2.63	1.71	1.63	1.07	2.66
Kløvergræs 1.+2. slæt....	3.89	3.81	2.33	4.04	3.77	3.68	1.75	3.68
Kartofler, knolde.....	3.24	2.71	2.19	2.87	2.65	2.49	1.80	2.55
Fodersukkerroer, rod.....	1.86	1.75	1.40	1.80	1.75	1.84	1.27	1.76
Fodersukkerroer, top.....	4.81	4.79	3.54	5.69	5.29	4.61	2.80	5.67

I 1958 og 1959 er der foruden kvælstof (N) også bestemt fosforsyre (P₂O₅) og kali (K₂O) i tørrede prøver fra alle afgrøder. Resultaterne af analyserne fra disse to år er meddelt i tabel 11 og 12.

Det procentiske indhold i afgrøden er mindst, hvor det pågældende næringsstof ikke er tilført. En undtagelse er dog kvælstof-

Tabel 12. Afgrødernes procentiske indhold i tørstof 1959

	Kvælstof, N							
	fuldg.	uvandet			fuldg.	vandet		
		÷ P	÷ K	÷ N		÷ P	÷ K	÷ N
Rug, kærne	2.14	2.06	2.05	2.11	1.51	1.61	1.61	1.64
Rug, halm	0.60	0.54	0.51	0.42	0.42	0.46	0.43	0.43
Havre, kærne	2.54	2.49	2.38	2.26	1.48	1.54	1.49	1.53
Havre, halm	1.25	1.25	1.12	0.81	0.31	0.28	0.27	0.27
Byg, kærne	2.38	2.30	2.14	2.09	1.38	1.36	1.38	1.60
Byg, halm	1.24	1.28	1.31	0.82	0.45	0.37	0.38	0.55
Kløvergræs 1.+2. slæt	2.57	2.41	2.46	2.79	2.97	2.87	3.01	3.02
Kartofler, knolde	0.19	0.18	0.20	0.20	0.17	0.17	0.17	0.18
Fodersukkerroer, rod	1.69	1.83	1.78	1.12	0.80	0.87	0.82	0.59
Fodersukkerroer, top	2.82	2.82	2.87	2.77	2.45	2.17	2.32	2.07
	Fosforsyre P ₂ O ₅							
Rug, kærne	0.64	0.62	0.62	0.60	0.71	0.69	0.69	0.82
Rug, halm	0.16	0.11	0.09	0.21	0.16	0.14	0.11	0.30
Havre, kærne	0.92	0.87	0.92	0.94	0.78	0.76	0.76	0.85
Havre, halm	0.46	0.44	0.37	0.64	0.21	0.14	0.16	0.48
Byg, kærne	0.80	0.78	0.73	0.87	0.76	0.73	0.73	0.85
Byg, halm	0.32	0.27	0.27	0.27	0.14	0.11	0.11	0.23
Kløvergræs 1.+2. slæt	0.71	0.69	0.76	0.71	0.69	0.62	0.73	0.64
Kartofler, knolde	0.44	0.41	0.46	0.46	0.39	0.39	0.39	0.41
Fodersukkerroer, rod	0.39	0.34	0.34	0.39	0.39	0.37	0.39	0.37
Fodersukkerroer, top	0.60	0.60	0.72	0.71	0.57	0.55	0.57	0.69
	Kali K ₂ O							
Rug, kærne	0.65	0.60	0.60	0.60	0.55	0.53	0.47	0.55
Rug, halm	1.21	1.00	0.64	1.05	1.13	1.18	0.52	1.06
Havre, kærne	0.76	0.71	0.61	0.60	0.55	0.54	0.55	0.61
Havre, halm	2.87	2.95	1.77	2.64	2.68	2.96	1.66	2.78
Byg, kærne	0.58	0.53	0.57	0.59	0.72	0.74	0.64	0.81
Byg, halm	2.06	1.94	1.29	1.49	1.89	1.69	1.12	2.04
Kløvergræs 1.+2. slæt	3.74	3.98	2.51	3.92	3.30	3.39	1.78	3.29
Kartofler, knolde	2.98	3.00	1.93	2.90	2.52	2.58	1.71	2.64
Fodersukkerroer, rod	3.10	3.28	2.28	2.81	2.45	2.42	1.59	2.33
Fodersukkerroer, top	2.41	2.58	2.03	2.61	3.22	3.38	1.96	3.85

indholdet i byghalm 1958, der i det ikke kvælstofgødede forsøgsled har haft et større indhold af kløver. Det samme forhold gør sig gældende i kløvergræs, hvor kløverbstanden er bedst i det forsøgsled, hvor der ikke er givet kvælstof.

Som det fremgår af oversigten side 657, er 1958 et af de år, der

har haft den største nedbør i maj-juni, 193 mm, kun 1952 og 1954 har haft større nedbør i disse måneder. I gennemsnit af sædskiftet blev der kun tilført 54 mm vand ved vanding. Der er da heller ikke stor variation i indholdet af næringsstoffer i de to afdelinger uvandede og vandet i 1958.

I 1959 faldt der kun 31 mm nedbør i maj-juni, og i hele vækstperioden maj-august faldt der kun 151 mm. I gennemsnit blev der tilført 255 mm vand ved vanding. Hvor der ikke blev vandet, blev der misvækst, medens stofproduktionen var stor, hvor der blev vandet. Det procentiske indhold af kvælstof er i 1959 betydeligt mindre i den vandede end i den uvandede afdeling, undtagen i kløvergræs, hvor det er højere på grund af den gode kløverbestand i denne afdeling.

Det procentiske indhold af fosforsyre og kalium varierer ikke så meget som indholdet af kvælstof. Indholdet af kalium i foder-sukkerroetop er størst i den vandede afdeling i 1959. Toppen i den uvandede afdeling visnede allerede i juli, så muligheden for optagelse af næringsstoffer var stærkt begrænset for roerne i denne afdeling.

VII. Tilførsel og bortførsel af plantenæring

På grundlag af de foran omtalte analyser fra 1958 og 1959 er der i tabellerne 13 og 14 foretaget en opgørelse af afgrødernes samlede bortførsel af plantenæring. Beregningen er foretaget på grundlag af høstudbyttet i de to år. I alle forsøgsled er kvælstofbortførslen i rodfrugt 2-3 gange så stor som for kornafgrøder og i kløvergræs 3-4 gange så stor.

Tallene fra 1958, der vist kan betragtes som et normalt år, viser, at der i den uvandede afdeling er tilført mere kvælstof, end der er bortført i de forsøgsled, hvor dette næringsstof er tilført, medens alle forsøgsled i den vandede afdeling har bortført mere, end der er tilført. Det må dog bemærkes, at tilførslen kun andrager den mængde, der direkte er tilført i staldgødning og kunstgødning. Det kvælstof, som tilføres planterne fra luften gennem bælgplantebakteriernes og de fritlevende kvælstofbindende mikroorganismers virksomhed, indgår ikke i opgørelsen. Ligeledes indgår de 7-8 kg kvælstof, der årligt tilføres jorden gennem regnvandet heller ikke i denne opgørelse. At bælgplanterne spiller en ret afgørende rolle

Tabel 13. Tilførsel og bortførsel af plantenæringsstoffer 1958

	uvandet				vandet			
	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N
Kvælstof, kg N pr. ha								
Bortført i afgrøden								
Havre.....	66.0	62.0	67.4	34.5	77.0	71.5	79.5	42.4
Rug.....	50.7	57.4	53.8	37.3	78.7	65.7	62.8	38.9
Fodersukkerroer.....	161.9	162.8	148.8	98.6	162.2	154.4	135.2	101.9
Byg.....	42.6	43.0	41.1	42.0	64.2	67.1	61.5	63.5
Kløvergræs.....	177.0	170.6	136.0	189.3	243.7	257.0	215.0	250.5
Kartofler.....	65.2	56.8	88.7	62.2	74.7	73.3	86.5	66.9
Gns. af sædskiftet.....	93.9	92.1	89.3	77.3	116.8	114.8	106.8	94.0
Tilført i gødning.....	102.8	102.8	102.8	40.3	102.8	102.8	102.8	40.3
Tilført ÷ bortført.....	8.9	10.7	13.5	÷37.0	÷14.0	÷12.0	÷4.0	÷53.7
Fosforsyre, kg P ₂ O ₅ pr. ha								
Bortført i afgrøden								
Havre.....	27.9	23.1	28.2	20.3	42.8	32.9	39.4	29.5
Rug.....	23.9	20.8	25.2	17.8	36.2	27.4	28.3	21.8
Fodersukkerroer.....	76.1	68.5	65.1	57.3	73.1	69.9	63.7	60.1
Byg.....	18.2	16.3	17.1	17.3	30.8	30.0	30.8	25.3
Kløvergræs.....	48.0	44.9	37.6	49.8	59.2	57.9	56.7	58.8
Kartofler.....	20.4	19.5	26.1	26.2	22.0	23.2	27.2	30.1
Gns. af sædskiftet.....	35.8	32.2	33.2	31.5	44.0	40.2	41.0	37.6
Tilført i gødning.....	52.7	16.7	52.7	52.7	52.7	16.7	52.7	52.7
Tilført ÷ bortført.....	16.9	÷15.5	19.5	21.2	8.7	÷23.5	11.7	15.1
Kalium, kg K ₂ O pr. ha								
Bortført i afgrøden								
Havre.....	101.5	92.7	59.7	69.0	154.8	120.4	94.1	89.7
Rug.....	59.7	47.1	40.9	37.1	68.3	66.5	38.5	46.6
Fodersukkerroer.....	389.4	379.1	261.5	300.4	390.3	391.4	222.0	311.5
Byg.....	27.9	26.4	21.6	50.2	66.3	67.0	47.2	74.5
Kløvergræs.....	256.0	240.8	120.0	264.6	323.5	333.0	135.0	313.5
Kartofler.....	119.9	105.4	108.0	141.8	121.4	115.5	97.9	144.6
Gns. af sædskiftet.....	159.1	148.6	102.0	143.9	187.4	182.3	105.8	163.4
Tilført i gødning.....	189.3	189.3	39.3	189.3	189.3	189.3	39.3	189.3
Tilført ÷ bortført.....	30.2	40.7	÷62.7	45.4	1.9	7.0	÷66.5	25.9

som kvælstofkilde vil fremgå af, at kløvergræsafgrøderne står med den højeste kvælstofbortførsel, især i den vandede afdeling hvor kløverbestanden er bedst.

Selv om beregningen viser større bortførsel end tilførsel for den vandede afdeling, behøver det ikke at være et tegn på, at jordens

Tabel 14. Tilførsel og bortførsel af plantenæringsstoffer 1959

	Kvælstof, kg N pr. ha							
	uvandet				vandet			
	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N
Bortført i afgrøden								
Havre.....	27.4	30.1	27.6	16.2	71.1	67.5	67.5	34.2
Rug.....	39.4	39.8	38.9	29.1	83.8	81.2	82.2	41.7
Fodersukkerroer.....	133.6	136.2	130.7	92.9	175.9	179.8	179.9	115.5
Byg.....	32.8	32.5	27.7	26.5	67.9	59.1	56.3	48.5
Kløvergræs.....	69.1	60.7	59.0	78.7	367.5	340.1	323.6	298.1
Kartofler.....	98.9	99.1	107.0	92.6	97.6	103.1	100.7	95.9
Gns. af sædskiftet.....	66.9	66.4	65.2	56.0	143.9	138.5	135.0	105.7
Tilført i gødning.....	95.5	95.5	95.5	43.7	95.5	95.5	95.5	43.7
Tilført ÷ bortført.....	28.6	29.1	30.3	÷12.3	÷48.4	÷43.0	÷39.5	÷62.0

	Fosforsyre, kg P ₂ O ₅ pr. ha							
	uvandet				vandet			
	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N
Bortført i afgrøden								
Havre.....	10.0	10.6	10.1	8.6	39.6	33.4	35.2	26.3
Rug.....	11.3	10.8	9.9	10.3	37.4	31.9	31.6	23.4
Fodersukkerroer.....	31.1	26.3	27.4	29.6	68.3	65.8	70.2	59.6
Byg.....	10.0	9.5	6.0	10.4	34.2	29.4	27.7	24.5
Kløvergræs.....	19.6	17.4	18.2	20.0	85.3	73.5	78.5	63.2
Kartofler.....	25.7	23.1	29.1	26.6	30.7	30.5	28.7	32.8
Gns. af sædskiftet.....	17.9	16.3	16.8	17.6	49.3	44.1	45.3	38.3
Tilført i gødning.....	61.3	25.3	61.3	61.3	61.3	25.3	61.3	61.3
Tilført ÷ bortført.....	43.4	9.0	44.5	43.7	12.0	÷18.8	16.0	23.0

	Kalium, kg K ₂ O pr. ha							
	uvandet				vandet			
	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N	fuldg.	÷ P	÷ K	÷ N
Bortført i afgrøden								
Havre.....	33.3	35.9	20.1	19.3	140.2	136.5	83.1	72.7
Rug.....	39.2	35.7	25.8	28.7	83.3	78.5	43.6	41.3
Fodersukkerroer.....	214.7	213.8	144.2	185.8	419.1	424.5	276.0	365.1
Byg.....	26.1	23.4	15.2	17.5	84.1	75.7	47.8	61.6
Kløvergræs.....	100.6	100.3	60.2	110.5	407.9	400.5	191.4	324.7
Kartofler.....	174.3	168.9	122.2	167.9	198.3	201.5	125.7	210.9
Gns. af sædskiftet.....	98.0	96.3	64.6	88.3	222.2	218.7	127.9	179.4
Tilført i gødning.....	202.3	202.3	52.3	202.3	202.3	202.3	52.3	202.3
Tilført ÷ bortført.....	104.3	106.0	÷12.3	114.0	÷19.9	÷16.4	÷75.6	22.9

indhold af kvælstof er blevet forringet, da der i kløvergræsmarken også er sket en stor kvælstofproduktion. I det midterste afsnit af tabellerne er vist fosforsyreomsætningen. Bortførselen af fosforsyre er 2-3 gange så stor i kløvergræs og rodfrugt som i de øvrige

afgrøder. Hvor der ikke er tilført fosforsyre med kunstgødning har differensen mellem tilførselen og bortførselen været fra 9 til ÷ 23,5 kg fosforsyre pr. ha, afhængig af planternes vandforsyning.

Af oversigten over kaliumomsætning i tabellernes nederste afsnit fremgår det, at rodfrugt og kløvergræs er storforbrugere af kalium, herefter følger kartofler og havre. Det ses at forbruget af kalium er størst i den vandede afdeling. I 1958 er der dog kun underskud i de forsøgsled, der ikke har fået tilført kalium i form af kunstgødning.

I 1959 er der derimod underskud i alle forsøgsled, der har fået tilført kvælstof, og derfor har haft en stor planteproduktion, medens der kun er et lille underskud i den uvandede afdeling i det forsøgsled, der ikke har fået tilført kalium. I de øvrige forsøgsled i denne afdeling har planterne på grund af vandmangel ikke været i stand til at optage hele den tilførte kaliummængde.

Afgrødeanalyserne, som stammer fra to år, der nedbørmæssigt er meget forskellige, viser, at der bortføres større mængder næringsstoffer fra den vandede afdeling end fra den uvandede. Tilsyneladende er der givet for lidt kvælstof, og i 1959 også for lidt kalium, i denne afdeling, medens der i den uvandede afdeling har været tilført større mængder af næringsstoffer, end afgrøderne har bortført.

Når der tilføres større mængder af næringsstoffer, end planterne kan optage i vækstperioden, er der på grovkornet sandjord mulighed for, at letopløselige næringsstoffer udvaskes. Nedenstående er opført nitratanalyser fra grundvandet under Tinglev hedeslette fra året 1959 og nedbøren fra de samme måneder.

NO ₃ -N, mg pr. l i grundvandet 1959						
	maj - juni	juli	august	september	oktober	november
-	0.90	0.01	3.39	2.11	2.98	4.44
	Nedbør i mm					
2	29	70	50	6	78	44

Indholdet af nitrat i grundvandet stiger efter høst, hvilket er i overensstemmelse med, at planterne, i det område hvor grundvandet stammer fra, i den tørre sommer ikke har været i stand til at optage den kvælstofmængde, der har været tilstede som NO₃⁺ i jorden. I et

år som 1959 var faren for udvaskning af næringsstoffer størst, hvor der ikke blev vandet, fordi vand var den begrænsende faktor i vækstperioden. I 1958 var vand ikke i så udpræget grad den begrænsende faktor, men alligevel var der mulighed for udvaskning af næringsstoffer, hvor der ikke blev vandet, på grund af en mindre planteproduktion og dermed en mindre bortførelse af næringsstoffer. De ca. 100 kg N og 200 kg K₂O, der er tilført i gennemsnit af sædskiftet i de fuldgødede forsøgsled, har ligget i underkanten af hvad afgrøderne har haft brug for i den vandede afdeling. De tilførte næringsstoffer er udnyttet fuldt ud og muligheden for merudbytte for en større tilførelse af de to omtalte næringsstoffer er tilstede.

VIII. Oversigt

Forsøg med vanding og gødskning er i årene 1950-60 gennemført som fastliggende forsøg ved Jyndeved forsøgsstation. Jyndeved forsøgsstation er beliggende på Tinglev hedeslette, 15 m over dansk normal nul. Forsøgsarealet er let sandjord, der højest kan stille 1 mm vand til rådighed for planterne pr. cm roddybde.

Forsøgsperiodens årsgennemsnit i nedbør har været 793 mm, hvilket er ca. 100 mm over landets gennemsnit i de pågældende år. Fra 1956 er den potentielle fordampning målt ved hjælp af fordampningsmålere. Den gennemsnitlige årlige fordampning er 472 mm, men da der i maj og juni er en stor fordampning, vil der specielt i denne periode altid være behov for vanding, selv om årsnedbøren er meget større end fordampningen.

Vandtilførselen er dels sket fra en å dels fra grundvandet. Analyser viser, at indholdet af plantenæringsstoffer i alt vandingsvand er lille, men for det meste størst i grundvandet. En undtagelse herfra er indholdet af calcium, der er højest i åvand. Temperaturen er 4-7 °C højere i åvand end i grundvand.

Forsøgsplan: I såvel en uvandet som en vandet afdeling er anlagt gødningsforsøg med:

- A. Fuldgødet
- B. ÷ superfosfat
- C. ÷ kaligødning
- D. ÷ salpeter.

I kunstgødning er der i årene 1950-55 i gennemsnit tilført 280 kg kalksalpeter, 365 kg superfosfat og 365 kg 40% kaligødning. Fra 1956-60 er der årligt tilført 365 kg kalksalpeter, 200 kg superfosfat og 300 kg kaligødning. Der er desuden til roer tilført 30 tons staldgødning og 12 tons ajle pr. ha.

Vandingen er gennemført med linespredere. Kun de sidste 4-5 år er vandingen gennemført på grundlag af fordampningstallene. Der er gennemsnitlig tilført 100 mm vand pr. ha årligt.

Det gens. udbytte fremgår af følgende oversigt:

Udbytte i a.e. pr. ha for de enkelte afgrøder og af sædskiftet, gennemsnit af alle forsøgsår

	uvandet				vandet			
	fuld-gødet	superfosfat	kali-gødning	salpeter	fuld-gødet	superfosfat	kali-gødning	salpeter
Havre.....	27.4	26.7	26.7	20.9	44.5	40.9	41.3	31.2
Byg.....	26.7	26.5	25.6	19.1	42.0	40.5	38.9	26.8
Rug.....	34.8	34.3	35.4	22.5	46.0	45.3	44.0	25.5
1. års kløvergræs .	35.0	34.3	31.5	38.0	76.1	72.7	62.8	74.3
Bederøer.....	108.2	108.3	103.9	95.7	136.2	133.2	118.4	112.9
Kartofler.....	51.7	48.8	55.2	52.6	63.4	63.6	64.4	67.5
Sædskiftegennerisn.	44.7	44.1	43.4	39.5	63.7	62.0	58.9	52.0

Årsvariationen er meget stor i den uvandede afdeling. Den procentiske variation er ikke nær så stor i den vandede afdeling. Vandingen har gennemgående givet en stor afgrødeforøgelse.

Merudbyttet for vanding er størst i kløvergræs, men iøvrigt ret stort i alle afgrøder. Kunstgødning i form af superfosfat og kali giver kun ringe udslag i den uvandede afdeling, det er noget større i den vandede afdeling. Tilførsel af salpeter lønner sig også bedst i den vandede afdeling.

En beregning af afgrødernes bortførsel af plantenæringsstofferne N, P og K viser, at der er den største bortførsel fra den vandede afdeling, selv om afgrødernes procentiske indhold gennemgående er lavest her. Dette medfører, at der specielt i tørre år vil være det største indhold af letopløselige næringsstoffer i jorden i den uvandede afdeling, når afgrøderne er fjernet, og sandsynligheden for

udvaskning i efterårs- og vintermånederne vil således være større her end i den vandede afdeling. I denne afdeling er næringsstofferne kvælstof og kalium fuldt udnyttede, og der er mulighed for en udbytteforøgelse ved en større tilførsel.

SUMMARY

Experiment with irrigation and fertilization 1950 to 1960

During the years 1950 to 1960 watering and fertilization experiments were carried out as stationary experiments at the Jyndevad Research Station.

The Jyndevad Research Station is situated on the Tinglev moorland plain, 15 metres above Danish normal sea level (altitude zero). The experimental area has a light sandy soil which cannot supply more than 1 millimetre of water per centimetre depth of root to the plants.

During the experimental period, the annual average precipitation was 793 millimetres which was about 100 millimetres above the average of the country during the years in question.

From 1956, the potential evaporation was measured by means of evaporimeters. The annual average evaporation was 472 millimetres, but as the rate of evaporation in May and June is high, there will always be a special need of watering during this period, even if the annual precipitation greatly exceeds the evaporation.

The water was supplied partly from a brook, partly from the ground water.

Analyses show that in all irrigation water the content of plant nutrients is small, but usually the highest content is found in the ground water. An exception to this rule is the content of calcium which is highest in brook water. The temperature of brook water is 4 to 7 degrees centigrade higher than that of subsoil water.

Experimental scheme. In a non-sprinkled as well as in a sprinkled section fertilization experiments were carried out with:

- A. Full fertilization
- B. ÷ superphosphate
- C. ÷ potassic fertilizer
- D. ÷ nitrogen.

During the years 1950 to 1956, the average addition of fertilizers amounted to 280 kilos of calcium nitrate, 365 kilos of superphosphate, and 365 kilos of a 40 per cent potassic fertilizer per year. From 1956 to 1960, the annual addition was 365 kilos of calcium nitrate, 200 kilos of superphosphate, and 300 kilos of potassic fertilizer. Furthermore, 30 tons of manure and 12 tons of liquid manure per hectare were applied to beets.

The watering was carried out by means of line sprinklers. Only during the last 4 or 5 years, the watering was based on the evaporation figures.

The annual addition of water was, on an average, 100 millimetres per hectare.

The average yields will appear from the following table:

Yields in 100 fodder unit per hectare of the individual crops as well as of the rotation of crops.

Average of all experimental years.

	non-sprinkled			
	fully fertilized	÷ super-phosphate	÷ potassic fertilizer	÷ calcium nitrate
Oats.....	27.4	26.7	26.7	20.9
Barley.....	26.7	26.5	25.6	19.1
Rye.....	34.8	34.3	35.4	22.5
1st year clover grass.....	35.0	34.3	31.5	38.0
Beets.....	108.2	108.3	103.9	95.7
Potatoes.....	51.7	48.8	55.2	52.6
Average of rotation of crops	44.7	44.1	43.4	39.5

	sprinkled			
	fully fertilized	÷ super-phosphate	÷ potassic fertilizer	÷ calcium nitrate
Oats.....	44.5	40.9	41.3	31.2
Barley.....	42.0	40.5	38.9	26.8
Rye.....	46.0	45.3	44.0	25.5
1st year clover grass.....	76.1	72.7	62.8	74.3
Beets.....	136.2	133.2	118.4	112.9
Potatoes.....	63.4	63.6	64.4	67.5
Average of rotation of crops	63.7	62.0	58.9	52.0

The variation from year to year were very great in the non-sprinkled section. The variation percentage is not nearly so great in the sprinkled section. On the whole, the watering gave a considerable increase of yield.

The increased yield obtained through watering was highest in clover grass, but, for that matter, rather high in all crops. Fertilization in the form of superphosphate and potassium is only reflected to a very small degree in the non-sprinkled section. In the sprinkled section the results obtained are somewhat better. Addition of calcium nitrate also pays best in the sprinkled section.

A calculation of the crops' removal of the plant nutrients N, P, and K, show that the greatest removal takes place in the sprinkled section, even if, expressed in percentages, the content of nutrients of the crops is generally lower in this section. This involves that particularly in dry years, the highest content of easily soluble nutrients will be found in the soil of the non-sprinkled section when the crops have been removed, and the probability of leaching out the nutrients during the months of autumn and winter will consequently be greater in this section than in the sprinkled section. In the latter, the nutrients nitrogen and potassium are fully utilized, and there is a possibility of obtaining greater yields by an increased addition of fertilizers.