

Statens Forsøgsstation, St. Jyndeved, (Hardy Knudsen)

Vanding af græs og kløvergræs

(The response of grass and grass/clover to irrigation)

V. Jørgensen

Resumé

For at bestemme det rette tidspunkt for vandingens påbegyndelse samt at undersøge effekten af en eller to vandinger foretaget ved forskelligt underskud, blev der i årene 1968-73 gennemført vandingsforsøg med græs og kløvergræs på grovkornet sandjord ved St. Jyndeved.

I græsblandingen blev der ikke opnået noget merudbytte for den første vanding (vanding med 30 mm ved 30 mm underskud). I kløvergræs var der derimod ofte merudbytte for den tidlige vanding. Ved to vandinger blev der opnået et forholdsvis stort merudbytte især i græs.

En enkelt vanding gav kun i enkelte tilfælde et signifikant merudbytte. Vanding bevirkede, at produktionskurvens korttidsvariationer blev udjævnet, og at afgrøden bortførte mere kvælstof.

Summary

The response of grass and grass/clover mixtures to irrigation were compared over 6 years. The grass received 450 kg nitrogen per hectare and the grass/clover 150 kg nitrogen per hectare.

The crops were cut 5 times each year (20. may, 20. june, 20. july, 1. sep. and 10. oct.).

Continuous irrigation, irrigated with 30 mm water whenever 30 mm deficit arose, gave the greatest increase in total annual yield (1330 feed units grass and 2560 feed units grass/clover mixture). There was little effect of the earliest irrigation (at 30 mm deficit calculated from the 1. april) on yield of grass. The response of grass/clover mixture to the early irrigation was significant most years.

Partial irrigation, i.e. two irrigations with 60 and 90 mm deficit of two irrigations at 90 and 120 mm deficit, was rather efficient in use of water. The effect of two irrigations was 850 units (grass) and 1020 feed units (grass/clover mixture).

There was little effect of one irrigation at 90 mm deficit.

More nitrogen was recovered from the irrigated than from the unirrigated plots, nevertheless, the lowest digestible crude protein content were in the material from the irrigated plots.

The effects of stage (1.-5. cut), light intensity, temperature and precipitation on chemical composition of the dry matter are calculated by simple and multiple regression analysis. Light intensity and temperature show positive influence on crude fibre. Light intensity shows a significant negative and temperature a significant positive influence on the concentration of nitrogen in the unirrigated grass.

1. Indledning

Efter den tørre vækstsæson i 1959 har der været stigende interesse for markvanding.

I de senere år er der sket en koncentration af Danmarks kvægbestand i landets vestlige egne. Dette har betydet flere storkreaturer pr. arealenhed i områder med forholdsvis lille markkapacitet. Denne udvikling har øget interessen for at sikre grovfoderproduktionen ved hjælp af kunstig vanding.

Formålet med vanding er dels at producere flere foderenheder pr. arealenhed og dels, for græsmarksafgrøders vedkommende, at opnå en mere jævn produktionsrytme gennem vækstsæsonen.

De forholdsvis store nedbørsmængder i efterårs- og vintermånederne samt en meget ringe fordampning fra jord og planter i denne periode bevirker, at jorden om foråret har et vandindhold svarende til markkapaciteten. Når plantevæksten begynder, øges vandoptagelsen. Dermed indledes jordens udtørring, der i begyndelsen især sker i de øverste lag. Hvis næringsionerne hovedsageligt befinder sig i de øverste udtørrede lag vanskeliggøres optagelsen. Manglende mulighed for at optage næringsstoffer kan bevirke, at rødderne ikke vokser ned i dybere liggende jordlag, hvor der eventuelt er mere vand til rådighed. (Garwood og Tyson, 1973).

Da markvanding hidtil næsten udelukkende er foretaget med den arbejdskrævende sprinklervanding, er landmanden interesseret i at udsætte vandingen så længe som muligt og dermed tildele en større vandmængde ad gangen. Dette medfører færre flytninger af anlægget i løbet af vækstperioden.

Danske undersøgelser har imidlertid vist, at hvis vandingen udskydes til nedbørsunderskuddet er større end ca. 30 mm på jord med lille vandkapacitet, er merudbyttet for vanding faldende (Knudsen, 1966).

Et nedbørsunderskud på 30 mm svarer til, at der på de fleste af Danmarks hedeslette-sandjorder er brugt ca. 50 pct. af den plantetilgængelige vandmængde. Andre undersøgelser har vist, at der indtræder en væsentlig reduktion i planternes produktionsevne, når omkring

halvdelen af rodzonens plantetilgængelige vand er fjernet (Aslyng, 1971).

Planternes aktuelle transpiration kan imidlertid holdes næsten konstant, og i nærheden af det potentielle niveau, ved betydelig lavere jordfugtighed, når transpirationsintensiteten er lav end ved høj transpirationsintensitet (Denmead and Shaw, 1962).

Det må derfor antages, at man i perioder med lav fordampning kan udskyde vandingen til større underskud end i perioder med høj fordampning, uden at dette vil reducere planternes produktionsevne.

Forsøget er anlagt med det formål, at bestemme det rette tidspunkt for vandingens påbegyndelse samt at undersøge effekten af en eller to vandinger à 30 mm foretaget ved forskelligt underskud.

2. Forsøgsplan og metodik

2.1. Forsøgsplan

Forsøget blev gennemført som enårige forsøg i årene 1968-73 på grovkornet sandjord ved Jyndevad Forsøgsstation efter følgende plan:

1. Ingen vanding.
2. Vanding hver gang det opsummerede underskud nåede 30 mm i vækstperioden (30, 60, 90 mm o.s.v.).
3. Vanding første gang ved 60 mm underskud, derefter som led 2.
4. Vanding to gange, første gang ved 60 mm underskud, anden gang ved 90 mm underskud.
5. Vanding to gange, første gang ved 90 mm underskud, anden gang ved 120 mm underskud.
6. Vanding en gang ved 90 mm underskud.

Nedbørsunderskud ($\text{nedbør} \div \text{fordampning}$) blev opsummeret fra 1. april. Der blev vandet med 30 mm pr. gang. Rodzonens kapacitet for plantetilgængeligt vand var ca. 60 mm.

Forsøget blev gennemført i første års græs- og kløvergræsmarker. Udlæg i moderat kvælstofgødet byg. Der blev taget 5 slæt årligt ca.

20. maj, 20. juni, 20. juli, 1. september og 10. oktober.

Græsblanding: 5 alm. rajgræs, sildig, 5 timothe, 10 engsvingel og 4 engrapgræs, udsædsmængde 24 kg pr. ha.

Kløvergræsblanding: 16 kg af ovennævnte blanding + 8 kg hvidkløver pr. ha.

Der blev gødet med 1000 kg PK-gødning 0-4-21 med magnesium, udbragt ad to gange, 500 kg om foråret og 500 kg efter 2. slæt. Som kvælstofgødning blev anvendt kalkammonsalpeter. Græs blev gødet med 450 kg kvælstof, kløvergræs med 150 kg kvælstof udbragt med henholdsvis 90- og 30 kg pr. ha om foråret og efter 1., 2., 3. og 4. slæt.

Til bestemmelse af foderværdi er benyttet de formler, som er angivet af Landøkonomisk forsøgslaboratoriums afdeling for kvægforsøg. Formlerne er mere udførligt beskrevet af J. Højland Frederiksen (1964).

2.2. Forsøgsudstyr

Grund- og forsøgsgødning blev udbragt med præcisionssåmaskine. Afhøstning blev foretaget med almindelig skærebom monteret på en Agria havetraktor. For at opnå en god vandfordeling og minimal fordampning og vinddrift blev vandingen udført med vandingsrammer (Knudsen, 1966).

2.3. Forsøgsarealet

Forsøgsarealets tekstur fremgår af tabel 1. Arealet er repræsentativt for de fleste danske hedeslettearealer, hvor interessen for markvanding hidtil har været størst.

Retentionskurverne i fig. 1 viser, at den plantetilgængelige vandmængde (bestemt som vandindhold ved pF 2,0 ÷ vandindhold ved pF 4,2) i dybden 0-50 cm, kun er ca. 11 volumen

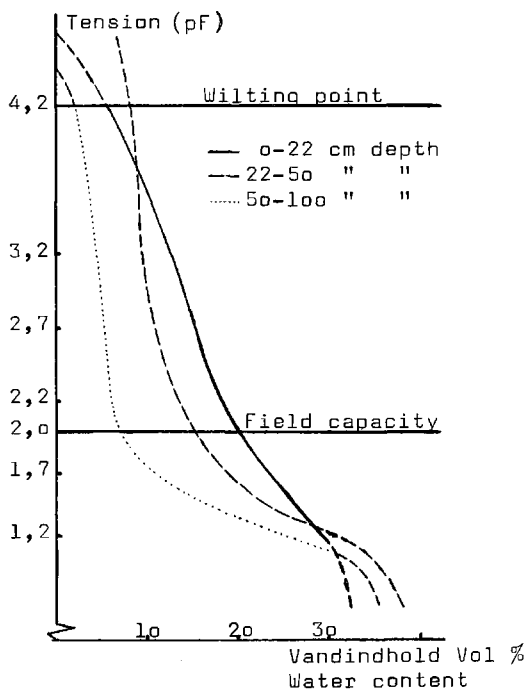


Fig. 1. Retentionskurver. Soil water retention curves.

pct. I 50-80 cm dybde er vandindholdet endnu lavere, ca. 5,5 volumen pct.

3. Resultater

3.1. Udbytte af afgrødeenheder

Udbyttet i afgrøderenheder pr. ha er vist i tabel 2 og hovedtabel I. Af tabel 2 fremgår, at med undtagelse af led 6, græs, har alle vandede forsøgsled – i såvel græs som kløvergræs – i gennemsnit af alle år givet et signifikant merudbytte for vanding.

I græs har merudbyttet været ens, uanset om vandingen blev påbegyndt ved 30- eller 60 mm underskud. To vandinger har givet et større

Tabel 1. Teksturanalyser. Soil Texture

Dybde Depth cm	Glødetab Humus	Ler Clay <0,002 mm	Silt Silt 0,002-0,02 mm	Finsand Fine sand 0,02-0,2 mm	Grovsand Coarse sand >0,2 mm
0-20	3,4	2,0	4,1	24,1	66,4
20-40	2,1	1,9	2,5	24,7	68,8

Tabel 2. Afgrødeenheder (A.E) pr. ha. *Yield in 100 feed units per hectare*

Led Treatment	1	2	3	4	5	6	LSD ₉₅
Vanding påbegyndt ved underskud, mm	ingen vanding	30	60	60	90	90	
Watering at deficit, mm	no watering						
Antal vandinger <i>No. of applications</i>	0	afhængig af underskud <i>dependent on deficit</i>		2	2	1	
Græs <i>Grass</i>							
1968	64,0	69,9	69,5	66,5	64,2	64,8	3,6
1969	77,5	90,1	91,0	85,4	82,5	80,1	4,6
1970	62,2	69,3	70,1	66,8	69,0	64,9	3,0
1971	75,6	109,8	108,1	99,6	96,0	89,0	3,6
1972	99,7	102,2	103,6	104,4	102,9	99,1	n.s.
1973	75,2	92,5	96,1	85,8	87,1	79,1	5,2
Gens. Average ..	75,7	89,0	89,7	84,8	83,6	79,5	5,3
Merudb. f. vanding <i>Average yield increase</i>		13,3	14,0	9,1	7,9	3,8	
Kløvergræs <i>Grass/clover</i>							
1969	75,3	104,1	97,9	90,4	90,3	81,0	6,6
1970	41,6	75,5	70,5	49,5	54,9	49,8	5,1
1971	57,3	91,4	87,6	75,1	70,1	66,1	4,9
1972	83,1	93,1	91,6	91,7	83,7	87,4	6,8
1973	62,7	84,0	75,7	69,3	67,3	67,2	5,3
Gens. Average ..	64,0	89,6	84,7	75,2	73,3	70,3	6,2
Merudb. f. vanding <i>Average yield increase</i>		25,6	20,7	11,1	9,3	6,3	

udbytte end een vanding. Der var ikke større forskel på, om to vandinger blev påbegyndt ved 60- eller 90 mm underskud.

I kløvergræs har der derimod i de fleste år været tendens til et mindre merudbytte, når første vanding blev udskudt til 60 mm underskud. En eller to vandinger har i alle tilfælde givet et mindre merudbytte end ved »kontinuerlig« vanding.

3.2. Fordeling af afgrødeenheder på slæt

Fig. 2 og hovedtabel I viser udbyttets fordeling på de enkelte slæt i forsøgsperioden. Det generelle billede er et faldende udbytte gennem vækstperioden, og at vandingen har udjævnet produktionskurvens korttidsvariationer. Det uvandede forsøgsled har været i stand til at re-etablere produktionsevnen fuldstændig, selv ef-

ter en lang tørkeperiode, under hvilken væksten ofte standser, fig. 2 1970, 1971 og 1973.

3.3. Kvælstofoptagelse

Af tabel 3 fremgår, at vandingen medførte en stigning i afgrødens kvælstofbortførelse. Når denne stigning var størst i kløvergræs, kan det blandt andet skyldes, at kvælstofbindingen i det uvandede forsøgsled var reduceret på grund af dårlig kløverbestand, tabel 4.

Tabel 5 viser tørstoffets indhold af nitratkvælstof i det uvandede forsøgsled og det kontinuerligt vandede forsøgsled (led 2) fra fire år. Der har været store svingninger i koncentrationerne fra år til år.

I næsten alle tilfælde er koncentrationen i det vandede forsøgsled mindre end eller lig med koncentrationen i det uvandede forsøgs-

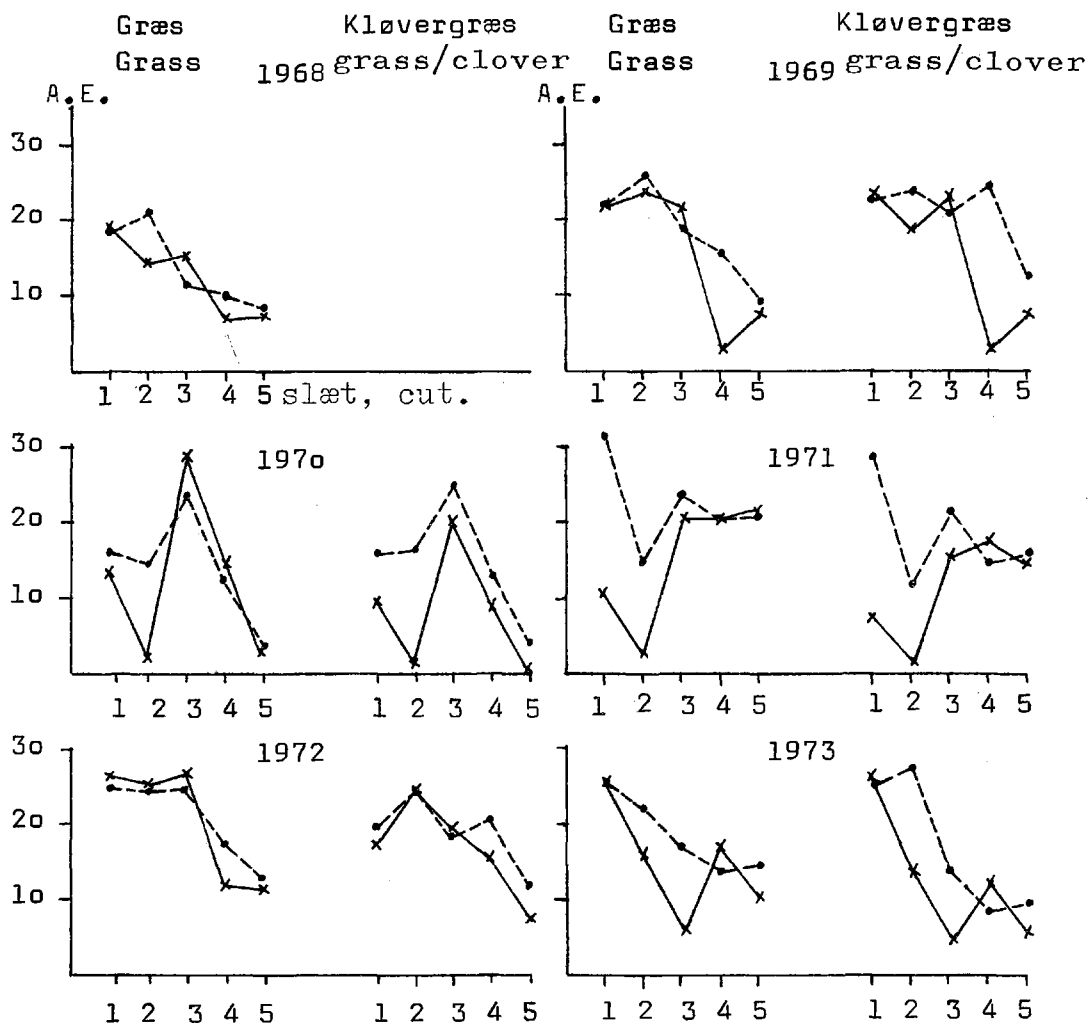


Fig. 2. Udbyttets fordeling på 1. - 5. slæt i det uvandede forsøgsled (led 1 × — ×) og det kontinuerlig vandede forsøgsled (led 2 ● --- ●).

Distribution of the yield on the different cuts, A.E. = feed units/100. Unirrigated treatment × — × irrigated treatment ● --- ●.

Tabel 3. Kvælstof bortført med afgrøden, kg pr. ha.
Nitrogen removed in cut herbage, kg per hectare

Led Treatment	1	2	3	4	5	6	LDS ₉₅
Græs Grass							
1968	174	179	176	165	168	173	
1969	229	261	262	241	247	238	
1970	197	196	199	196	208	198	
1971	304	370	374	356	359	346	
1973	244	291	301	266	278	247	
Gens. Average	230	259	262	245	252	240	21
Kløvergræs Grass/clover							
1969	253	368	345	303	313	274	
1970	128	248	219	143	169	147	
1971	174	264	248	206	207	197	
1973	214	296	263	235	229	225	
Gens. Average	192	294	269	222	230	211	17

led. Meget høje koncentrationer (f.eks. græs, forsøgsled 1, 3. slæt i 1971) kan tilsyneladende opstå i forbindelse med en lang tørkeperiode før slæt. Det har dog ikke været muligt at påvise en generel sammenhæng mellem nedbørsmængden i vækstperioden og nitratkoncentrationen i afgrøden.

Tabel 4. Kløverprocent ved 3. slæt (ca. 20/7)
Percentage clover at the 3rd cut

Led Treatment	1969	1970	1971	1972	1973
1	80	10	50	40	20
2	80	90	60	50	50
3	70	80	50	50	40
4	70	20	50	50	20
5	80	50	60	50	20
6	70	10	60	50	10

Tabel 5. Nitratkvælstof i tørstof, pct. $\times 100$
Concentration of nitrate-N in dry matter, pct. $\times 100$

Slæt Cut	1		2		3		4		5	
Forsøgsled Treatment	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Græs Grass										
1969	4	4	3	3	4	4	20	4	11	6
1970	1	1	4	3	8	6	7	5	3	3
1971	5	3	19	11	57	12	20	8	14	6
1973	2	2	8	3	18	7	5	4	8	7
Kløvergræs Grass/clover										
1969	3	4	3	4	3	3	5	4	5	4
1970	2	2	4	3	5	4	5	4	3	3
1971	3	3	10	4	5	4	4	3	3	3
1973	2	1	3	3	12	5	3	2	4	3

I tabel 6 er vist den høstede mængde fordøjeligt råprotein for alle år og forsøgsled og som sum af fem slæt. I hovedtabel II er vist fordelingen på de enkelte slæt.

I græsblandingen har der ikke været signifikant forskel på den høstede mængde fordøje-

ligt råprotein i de vandede forsøgsled. Vandingen har i gennemsnit kun forøget den høstede mængde fordøjeligt råprotein med ca. 5 pct.

Kløvergræs har reageret anderledes. Hvor der kun blev vandet 1-2 gange, var udbyttet af fordøjeligt råprotein signifikant mindre end

Tabel 6. Fordøjeligt råprotein, kg pr. ha
Yield of digestible crude protein, kg per hectare

Led Treatment	1	2	3	4	5	6	LSD ₉₅
Græs Grass							
1968	776	783	768	720	746	772	
1969	1052	1186	1199	1119	1143	1097	
1970	925	890	907	900	964	913	
1971	1489	1735	1774	1700	1735	1684	
1972	1538	1412	1443	1488	1495	1465	
1973	1154	1357	1403	1242	1299	1151	
Gens. Average ..	1156	1227	1249	1195	1230	1180	75
Kløvergræs Grass/clover							
1969	1217	1792	1677	1459	1521	1321	
1970	598	1185	1028	657	789	672	
1971	793	1202	1123	922	944	912	
1972	1349	1517	1406	1369	1251	1328	
1973	1034	1437	1277	1138	1102	1082	
Gens. Average ..	998	1427	1302	1109	1121	1063	103

Tabel 7. Gram fordøjeligt råprotein/f.e. Digestible crude protein, gram per feed unit

Led 1	1. slæt Cut		2. slæt Cut		3. slæt Cut		4. slæt Cut		5. slæt Cut	
Treatm.	græs	kl.græs	græs	kl.græs	græs	kl.græs	græs	kl.græs	græs	kl.græs
1968	91		104		131		177		156	
1969	141	167	117	139	114	147	211	190	213	240
1970	70	103	145	129	169	153	181	166	156	167
1971	154	108	242	211	209	147	213	157	182	114
1972	114	135	153	142	168	209	191	162	181	171
1973	116	168	166	163	215	223	156	135	190	170
Led 2 Treatment										
1968	91		87		136		138		158	
1969	130	161	119	160	113	144	141	197	194	211
1970	68	140	136	151	136	166	161	175	209	137
1971	112	98	187	172	169	147	189	160	165	115
1972	102	144	133	161	144	159	159	169	181	193
1973	109	178	143	165	174	182	151	138	180	180

ved den kontinuerlige vanding (forsøgsled 2 og 3), hvor der i gennemsnit blev høstet 37 pct. mere fordøjeligt råprotein end i det uvandede forsøgsled, og 10 pct. mere end i de tilsvarende forsøgsled i græs.

I tabel 7 og hovedtabel III er vist indholdet af fordøjeligt råprotein pr. f.e. Indholdet varierer meget fra slæt til slæt og fra år til år. Det generelle billede er et stigende indhold af råprotein frem gennem vækstperioden. I græs har vandingen i de fleste år bevirket et fald i indhold af fordøjeligt råprotein. Et sådant fald ses kun i få tilfælde i kløvergræs.

3.4. Afgrødens træstofindhold

Tabel 8 viser det procentiske indhold af træstof i de enkelte forsøgsled for alle år. I græsblandingen har vanding bevirket en stigning i træstofprocenten. De højeste træstofprocenter findes, hvor der har været vandet hyppigst (led 2), som i gennemsnit af forsøgsårene ligger én procentenhed over det uvandede forsøgsled.

I kløvergræs derimod findes de laveste træstofprocenter, hvor der har været vandet hyppigst. Der er dog kun små, og ikke signifikante forskelle på gennemsnitstallene.

Disse forhold fremgår også af fig. 3, som

Tabel 8. Procentisk indhold af træstof. *Per cent content of crude fibre*

Forsøgsled. <i>Treatment</i>	1	2	3	4	5	6	LSD ₉₅
Græs. <i>Grass</i>							
1968	21,6	22,6	22,1	21,8	21,9	22,1	
1969	21,0	21,7	21,3	21,3	21,0	21,6	
1970	21,2	21,3	21,0	20,9	21,2	21,7	
1971	22,6	24,2	23,4	23,1	22,2	22,6	
1972	21,6	22,6	22,1	21,8	21,9	22,1	
1973	21,3	23,0	22,7	21,9	23,0	22,1	
Gens. <i>Average</i>	21,6	22,6	22,1	21,8	21,9	22,0	0,4
Kløvergræs <i>Grass/clover</i>							
1969	19,7	19,0	19,4	19,2	19,0	18,6	
1970	20,8	19,1	19,9	20,8	20,3	20,9	
1971	22,7	21,9	21,5	21,8	22,0	21,8	
1972	20,8	20,1	20,4	20,4	20,5	20,3	
1973	19,9	20,2	20,1	19,8	20,6	20,0	
Gens. <i>Average</i>	20,8	20,1	20,4	20,4	20,5	20,3	0,6

viser træstofprocenten i led 1 og 2 ved de enkelte slæt gennem vækstperioden. En variansanalyse har vist, at der ikke er signifikant forskel mellem årene, medens 2.-4. slæt har haft et signifikant højere træstofindhold end 1. og 5. slæt. Forskellen mellem uvandet og vandet afdeling har i et enkelt tilfælde været ca. 6,0 procentenheder (1971, 1. slæt, græs).

3.5. Klima

I fig. 4 er vist nedbør- og fordampningsværdierne i forsøgsperioden. På figuren kan endvidere aflæses vandings- og slæt datoer. Nedbørsunderskuddet på et givet tidspunkt kan ikke direkte aflæses på kurven. I vandingsregnskabet anses et nedbørsoverskud for tabt for planterne, da den hydrauliske ledningsevne i

den grovkornede sandjord er meget stor. Fordampningen bestemmes af en række forskellige klimafaktorer: Temperatur, luftfugtighed, vindhastighed, nettostråling og varmetransport til jorden. Fordampningen alene kan derfor ikke give nogen eksakt beskrivelse af klimaet, da samme fordampning kan opnås med en forskellig kombination af ovennævnte klimafaktorer. Af figuren ses, at nedbørsforløbet gennem vækstperioden har været meget forskelligt fra år til år.

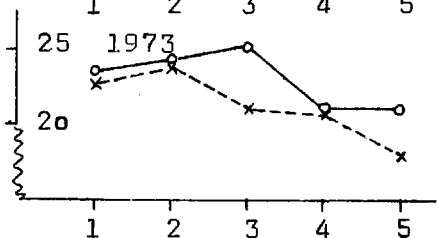
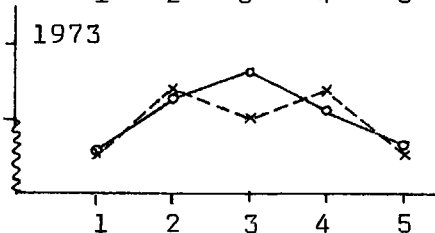
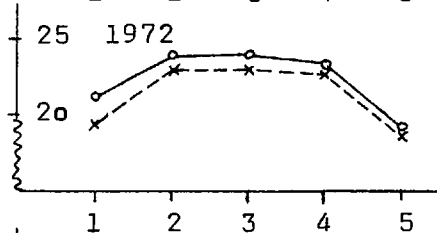
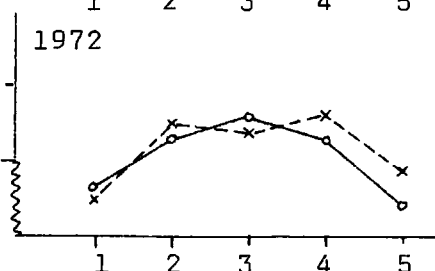
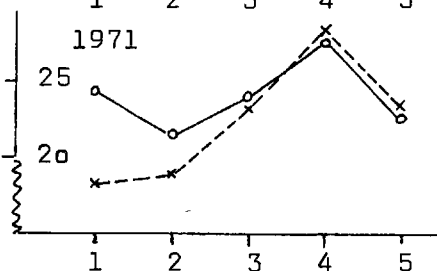
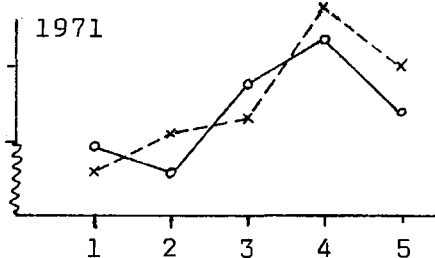
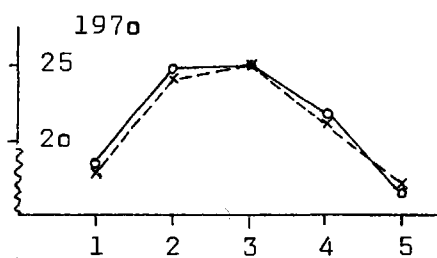
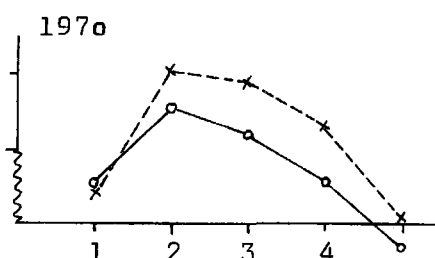
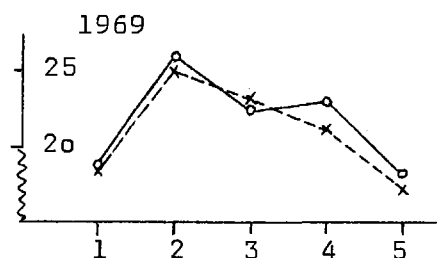
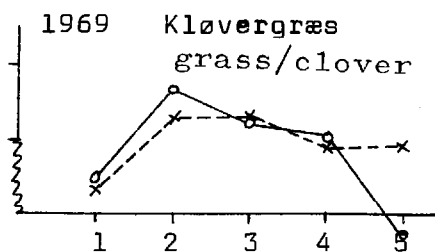
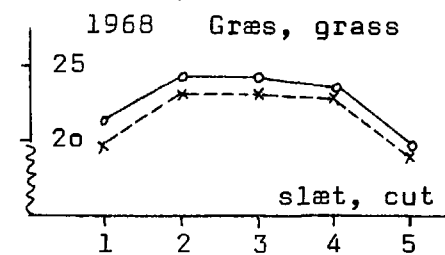
I flere år har der været et relativt stort vandingsbehov før 2. slæt (ca. 20. juni). 1969 var karakteristisk ved en langvarig sensommertørke. I 1972 fandtes den gunstigste nedbørsfordeling og en forholdsvis lav fordampning.

I tabel 9 er vist nettostråling og temperatur

Tabel 9. Gennemsnits døgnsum af nettostråling (RN), cal./cm². Gens. temperatur (T) °C i vækstperioden for de enkelte slæt

Average daily netradiation (RN). Temperature (T) of the periods before the different cuts

	RN					Gns.					T					Gns.
slæt <i>cut</i>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1968	—	339	287	270	106	239	8,1	12,5	15,2	16,1	13,1	13,0				
1969	211	250	237	201	105	201	7,5	12,8	15,5	18,2	13,5	13,5				
1970	201	332	241	235	100	222	7,2	16,0	15,6	15,8	11,7	13,3				
1971	210	216	294	202	135	211	8,7	13,5	14,7	16,3	13,6	13,4				
1972	147	185	198	227	126	177	8,1	12,5	13,6	16,6	10,2	12,2				
1973	203	302	292	207	97	220	6,7	13,2	17,4	16,2	12,6	13,2				
Gens.	194	271	258	224	112		7,7	13,4	15,3	16,5	12,5					



x---x led 1. Treatment 1.
o---o led 2. Treatment 2.

Fig. 3. Træstofprocenter ved de enkelte slæt. Per cent crude fibre at the different cuts.

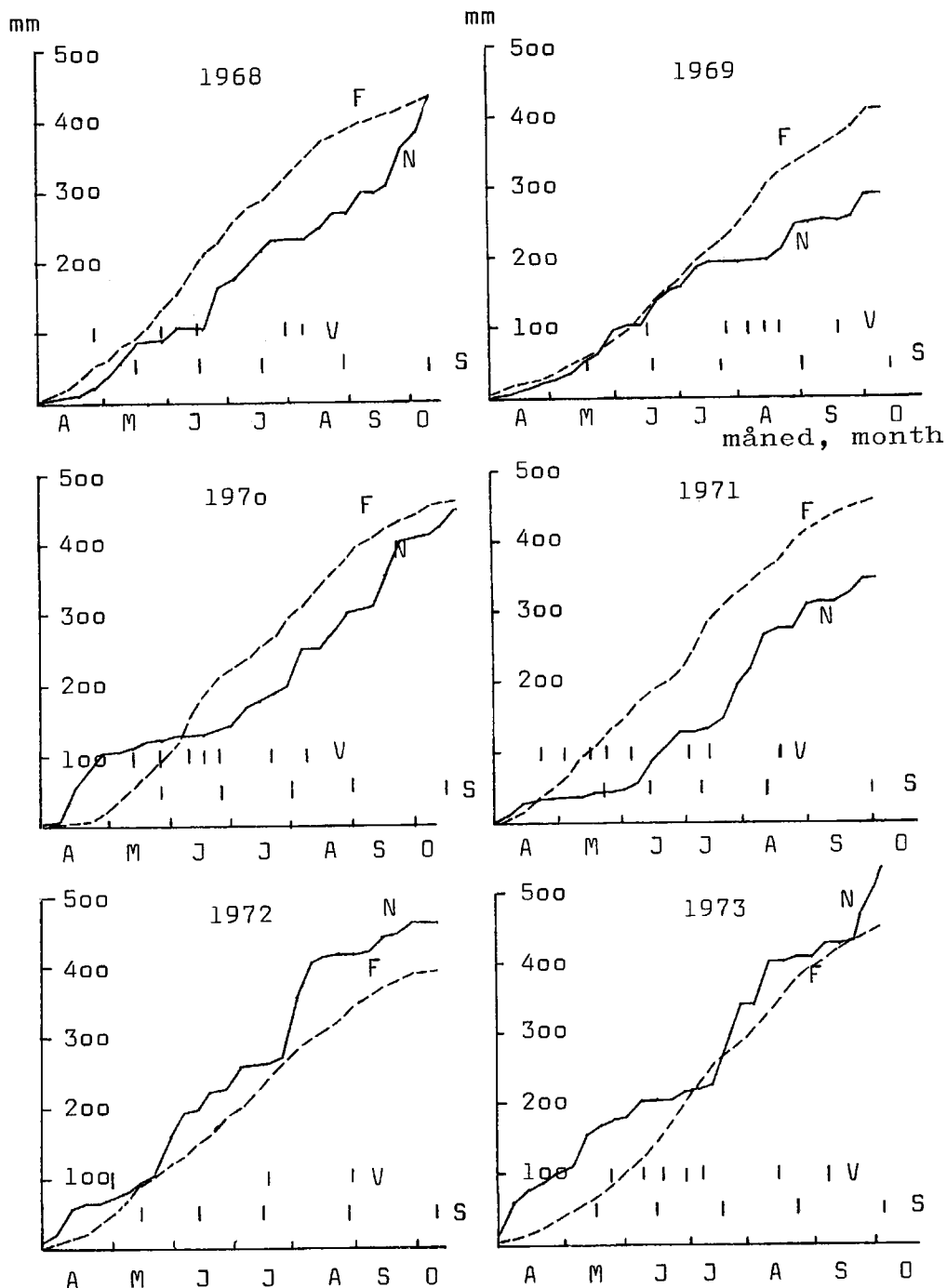


Fig. 4. Nedbør (N) og fordampning (F) i forsøgsperioden, kumulative værdier.

V = vandingsdatoer, S = slætdatoer.

Precipitation (N) and evapotranspiration (F). Cumulative values. V = irrigation, S = cuts.

Tabel 10. Miljøets indflydelse på den kemiske sammensætning

Effect of environment on chemical composition

% TØRSTOF		Simple regressioner				Multiple regressioner				
Græs	Slæt nr.	RN	T	N	Slæt nr.	RN	T	N	R	
Uvandet ...	÷ 1,14	0,03 ¹	÷ 0,08	÷ 0,05 ¹		0,03	÷ 0,33	÷ 0,03	0,53 ¹	
Vandet	÷ 0,15	0,01	0,12	÷ 0,01	0,46	0,02	÷ 0,14		0,30	
<i>Kløvergræs</i>										
Uvandet ...	÷ 0,51	0,03	0,20	÷ 0,06 ¹	0,22	0,03		÷ 0,05	0,48	
Vandet	0,50	0,00	0,19	÷ 0,01	1,24	0,02	÷ 0,24		0,35	
TOTAL-N										
<i>Græs</i>										
Uvandet ...	2,77 ³	÷ 0,03	0,89 ¹	÷ 0,01		÷ 0,06 ²	1,31 ³	÷ 0,05	0,66 ²	
Vandet	3,14 ³	÷ 0,04 ²	0,50	0,02	2,79 ³	÷ 0,02	÷ 0,02		0,80 ³	
<i>Kløvergræs</i>										
Uvandet ...	1,04	÷ 0,02	0,20	÷ 0,01		÷ 0,03	0,42	÷ 0,02	0,34	
Vandet	0,98	÷ 0,02	0,06	0,00	0,71	÷ 0,01		÷ 0,01	0,35	
NO ₃ -N										
<i>Græs</i>										
Uvandet ...	1,63	0,04	1,39 ¹	0,03	2,45	0,06	0,41		0,45	
Vandet	0,62 ¹	0,00	0,32 ¹	0,00	0,43		0,21	0,00	0,46	
<i>Kløvergræs</i>										
Uvandet ...	0,16	0,01	0,31 ¹	0,00	÷ 0,69	0,00	0,54		0,50	
Vandet	0,08	0,00	0,11 ¹	÷ 0,01 ¹		0,00	0,12 ¹	÷ 0,01	0,59 ¹	
TRÆSTOF										
<i>Græs</i>										
Uvandet ...	÷ 0,10	0,02 ³	0,41 ²	0,00		0,02 ¹	0,25	0,01	0,67 ²	
Vandet	÷ 0,38	0,02 ³	0,35 ¹	÷ 0,01	÷ 0,50	0,01	0,37		0,68 ³	
<i>Kløvergræs</i>										
Uvandet ...	0,49	0,02 ¹	0,60 ³	÷ 0,01		0,01	0,53 ²	0,00	0,67 ²	
Vandet	÷ 0,27	0,03 ³	0,49 ²	0,00		0,03 ²	0,30	0,01	0,73 ²	

¹: Signifikant ved 5 pct., ²: Signifikant ved 1 pct., ³: Signifikant ved 0,1 pct.

Slæt nr.: (1-5).

RN: Nettostrålingens effekt pr. cal · cm⁻² · dag⁻¹.

T: Temperaturenens effekt pr. °C (døgngennemsnit).

N: Nedbørens effekt, vækstperiodens sum (mm).

R: Multiple korrelationskoefficient.

fra de enkelte slæts vækstperioder. Der har været store variationer i såvel nettostråling som temperaturforhold fra slæt til slæt.

Den største nettostråling blev i de fleste år opnået ved 2. slæt, hvorimod den højeste temperatur fandtes ved 4. slæt. Temperaturstigningen kommer således »bagefter« stigningen i nettostråling.

Ved hjælp af en række simple og multiple regressionsanalyser er det undersøgt, om de forskellige klimafaktorer (miljøfaktorer) har haft nogen målelig effekt på tørstofkoncentrationen og koncentrationerne af forskellige ke-

miske komponenter i tørstoffet.

I tabel 10 er vist den blandt alle multiple regressionsanalyser med tre af de ialt fire uafhængige variable, som har givet den største korrelation.

Af de simple regressionsanalyser fremgår, at der har været en signifikant positiv korrelation mellem nettostråling og træstofprocenten, mellem temperaturen og træstofprocenten, mellem temperaturen og nitratkvælstof og mellem slæt nr. og totalkvælstof i græs.

De multiple korrelationskoefficienter viser i de fleste tilfælde en signifikant korrelation mel-

lem nettostråling, temperatur og nedbørsmængde som uafhængige variable og træstof som den afhængig variable. De partielle regressionskoefficienter har i flere tilfælde været signifikant forskellige fra nul. Der har været en signifikant korrelation mellem tre uafhængige variable og total kvælstof i græs. I det uvandede forsøgsled har nettostrålingen haft en signifikant negativ – og temperaturen en positiv effekt på pct. total kvælstof. Da de multiple regressionsanalyser med fire uafhængige variable kun i enkelte tilfælde gav små stigninger i korrelationskoefficienten, og kun enkelte signifikante partielle regressionskoefficienter, er disse analyser ikke medtaget.

4. Diskussion

Udbytteresultaterne i tabel 2 og hovedtabel I viser, at for græs har den tidlige vanding ikke give nogen produktionsforøgelse. Dette skyldes sandsynligvis, at med den lavere fordampningsintensitet i forsommeren kan planterne acceptere et større underskud inden produktionen går ned (*Denmead and Shaw*, 1962).

I kløvergræs har der i de fleste år været en mindre, dog kun et enkelt år, signifikant nedgang i udbyttet ved at udskyde første vanding til 60 mm underskud.

Dette kan hænge sammen med, at kløveren er mere frostfølsom end de anvendte græsser. En udtørret øverste jordskorpe vil bevirke, at jordens varmekapacitet og varmeledningsevne er mindre. Der vil derfor ofte kunne ledes en mindre varmemængde fra jorden til den luft der omgiver planterne, når det øverste jordlag er udtørret.

I græsblandingen blev der med to vandinger ved 60-90 mm underskud opnået 64 pct. af det merudbytte, som blev opnået med 5-6 vandinger, medens der i kløvergræs kun blev opnået 40 pct. To vandinger af græsblandingen har således givet en forholdsvis høj udnyttelse af den tilførte vandmængde. Når dette ikke var tilfældet for kløvergræs, skyldes det, at ved et underskud på 60-90 mm var der allerede sket en uoprettelig reduktion af plantebestanden.

Resultaterne giver ikke noget entydigt svar

på, om de to vandinger bør være ved 60- og 90 mm underskud eller ved 90- og 120 mm underskud. Dette vil afhænge af nedbørsforholdene før og efter vandingerne.

I græs har en vanding ved 90 mm underskud kun været i stand til at frembringe et signifikant merudbytte i 1971. I kløvergræs har en vanding derimod medført en signifikant stigning i udbyttet af afgrødeenheder i tre forsøgsår. I gennemsnit af forsøgsårene er der med afgrøden fra det uvandede forsøgsled i græs bortført 51 pct. af den tilførte kvælstofmængde. Vandingen har været i stand til at øge afgrødens bortførsel til 58 pct. I kløvergræs har vanding været i stand til at øge afgrødens bortførsel fra 128 pct. til 196 pct.

Et begrænset antal vandinger (1 og 2) har i græs medført en mindre, insignifikant – og i kløvergræs en signifikant stigning i kvælstofbortførelsen. Da fordøjeligheden af råprotein fortrinsvis afhænger af afgrødens indhold af råprotein (*Nørgård Pedersen m.fl.* 1971), blev den procentiske forøgelse af den høstede fordøjelige råproteinmængde, forårsaget af vanding, mindre end den procentiske forøgelse af bortført kvælstof.

Vandingens indflydelse på træstofprocenten har været lille. I græs har der dog været signifikante stigninger i træstofprocenten som følge af vanding, omvendt i kløvergræsblandingen. Disse forhold kan eventuelt skyldes, at planterne i det uvandede forsøgsled ofte kan være fysiologisk yngre ved afhugning på grund af forudgående tørkeperioder, som har hæmmet udviklingen. I kløvergræsblandingen har vandingen medført en højere kløverprocent, som kan påvirke blandingsens træstofprocent i nedadgående retning.

Analyser af forskellige klimafaktorerers indflydelse på den kemiske sammensætning viste, at såvel temperatur som nettostråling havde en positiv effekt på træstofkoncentrationen. *Deinum m.fl.* (1968) fandt, at temperaturen havde en positiv, men lysintensiteten en negativ indflydelse på træstofprocenten. Endvidere viser resultaterne i tabel 10, at temperaturen havde en positiv, og nettostrålingen en mindre nega-

tiv indflydelse på træstofprocenten. Endvidere viser resultaterne i tabel 10, at temperaturen havde en positiv, og nettostrålingen en mindre negativ effekt på koncentrationen af kvælstof. I ingen af de signifikante multiple regressions-analyser kan mere end ca. 50 pct. af variationen i den afhængig variable forklares med variationer i de analyserede uafhængige variable. Klimaresultaternes anvendelighed i analysen begrænses af, at de er udført på samme sted hvert år, og i varierende afstand fra forsøget (50-200 m). Planternes mikroklima kan derfor være noget anderledes, end der hvor registreringer er foretaget.

5. Konklusioner

På grundlag af forsøgenes resultater konkluderes, at første vanding af kløvergræs bør foretages ved ca. 30 mm underskud, regnet fra 1. april. I græs kan første vanding udskydes til ca. 60 mm underskud uden udbyttenedgang. Er der begrænsede vandmængder til rådighed, kan der opnås en relativ god udnyttelse af vandet ved at foretage to vandinger ved 60 og 90 mm – eller 90 og 120 mm underskud. Vandingen har medført, at der fjernes mere kvælstof med afgrøden. Det procentiske kvælstofindhold er dog blevet lavere som følge af vandingen, og som følge deraf har indholdet af fordøjeligt råprotein pr. foderenhed ofte været lavere i de vandede forsøgsled. Om kvælstofindholdet kunne være hævet ved ændret gødskning, kan forsøgene ikke belyse. Vanding har medført en mere stabil produktion gennem vækstperioden.

Litteratur

- Alberda, Th.* (1955). The influence of temperature, light intensity and nitrate concentration on dry matter production and chemical composition of *Lolium perenne* L. *Neth. J. Agric. Sci.* 13: 335-360.
- Aslyng, H. C.* og *M. M. Stendal* (1965). Vindhastighed og vandbalance ved Statens Forsøgsstationer og Højbakkegård 1960-63. *Tidsskr. Planteavl* 68: 805-825.
- Aslyng, H. C.* (1968). Klima, jord og vandbalance i jordbruget. D.S.R. forlag. Den Kgl. Vetr. &

Landbohøjskole: 303 pp.

Aslyng, H. C. (1971). Vanding i jordbruget. D.S.R. forlag Den Kgl. Vetr. & Landbohøjskole: 124 pp.

Deinum, B., A. J. H. van Es and *P. J. van Soest*, (1968). Climate, nitrogen and grass. II The influence of light intensity, temperature and nitrogen on vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from chemical procedures. *Neth. J. Agric. Sci.* 16: 217-23.

Denmead, O. T. and *R. H. Shaw* (1962). Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. *Agron. J.* 54: 385-390.

Garwood, E. A. (1968). Some effects of soil water conditions and soil temperature on the roots of grasses and clover.

2. Effects of variations in the soil-water content and in soil temperature on root growth. *J.Br. Grassld. Soc.* 23: 117-28.

Garwood, E. A. and *K. C. Tyson* (1973). The response of S 24 Perennial Ryegrass swards to irrigation. I. Effects of partial irrigation on DM yield and on the utilization of applied nitrogen. *J. Br. Grassld. Soc.* 28: 223-33.

Guttormsen, G. (1974). Effects of root medium and watering on transpiration, growth and development of glasshouse crops.

III. The effect of watering-factor and volume of root medium on yield and quality of greenhouse tomatoes. *Plant and soil* 40: 479-92.

Heich, Fr. og *I. Sandfær* (1957). Fastliggende forsøg med vanding og gødskning. *Tidsskr. Planteavl* 60: 621-656.

Frederiksen, J. Højland (1964). Fordøjeligheds- og afgræsningsforsøg med drøvtyggere. *Licentiatafhandling*: 32-53.

Knudsen, H. (1963). Fastliggende forsøg med vanding og gødskning. *Tidsskr. Planteavl* 67: 652-678.

Knudsen, H. (1966). Vanding af græs og kløvergræs under forskellige jordbunds- og klimaforhold. *Tidsskr. Planteavl* 70: 1-12.

Nørgård-Pedersen, E. J. et al (1971). Græsser i renbestand I. 1. beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavl- og husdyrbrugsforsøg: 83 pp.

Ward, C. Y. et al (1966). Effects of irrigations and cutting management on yield and botanical composition of selected legume-grass mixtures. *Agron. J.* 58: 181-84.

Manuskript modtaget den 7. marts 1975.

Hovedtabel I. Afgrødeenheder (A.E.) pr. ha. *Feed units/100 on different cuts*

		Græs <i>Grass</i> Slæt <i>Cut</i>							Kløvergræs <i>Grass/clover</i> Slæt <i>Cut</i>				
Forsøgsled <i>Treatments</i>		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
1968	1	19,2	14,7	15,6	7,1	7,5	1969	23,5	18,6	23,0	2,9	7,3	
	2	18,8	21,1	11,5	10,0	8,5		22,3	23,6	20,8	24,9	12,5	
	3	19,9	21,3	10,8	9,2	8,3		22,5	18,2	21,9	22,3	13,1	
	4	19,8	21,1	11,0	7,0	7,6		23,9	19,1	22,1	14,3	11,1	
	5	19,5	15,3	13,2	8,1	8,1		23,9	18,8	22,2	14,8	10,6	
	6	19,2	16,2	14,1	6,7	8,6		23,4	18,2	20,7	8,8	9,9	
1969	1	21,8	23,7	21,7	2,8	7,6	1970	9,6	1,4	20,5	9,2	0,9	
	2	21,5	25,8	18,6	15,2	9,0		16,2	16,8	25,0	13,0	4,6	
	3	21,6	23,8	21,9	14,5	9,2		12,5	14,5	25,4	13,3	4,8	
	4	22,8	21,7	21,0	11,8	8,1		11,3	3,5	22,4	10,0	2,3	
	5	21,1	22,8	20,6	10,3	7,6		10,1	8,1	22,0	10,6	4,2	
	6	20,7	23,5	21,3	6,2	8,4		10,1	4,3	23,1	10,2	2,2	
1970	1	13,8	2,2	28,9	14,9	2,5	1971	7,6	1,8	15,7	17,4	14,8	
	2	15,7	14,1	23,5	12,4	3,5		28,5	11,5	21,3	14,6	15,5	
	3	15,4	13,7	25,7	12,1	3,2		22,8	12,7	21,7	15,1	15,2	
	4	15,0	5,5	28,1	15,0	3,1		22,3	4,7	16,3	15,8	16,0	
	5	13,7	10,1	27,7	13,7	3,8		9,6	14,6	14,2	15,3	16,3	
	6	13,1	6,4	28,2	14,1	3,0		10,4	5,8	16,2	16,7	17,1	
1971	1	10,1	3,1	20,6	20,2	21,7	1972	17,2	24,3	19,2	15,1	7,3	
	2	31,1	14,9	23,6	20,1	20,2		19,2	24,0	18,2	20,2	11,5	
	3	27,9	16,0	23,7	19,7	20,8		17,6	23,9	18,5	20,9	10,7	
	4	27,4	9,9	19,1	22,4	20,8		17,8	24,6	19,6	19,4	10,4	
	5	13,9	22,1	17,3	20,4	22,3		17,3	22,8	18,6	14,5	10,6	
	6	14,1	10,9	19,4	21,9	22,7		17,9	23,5	19,4	15,3	11,3	
1972	1	25,9	24,8	26,3	11,6	11,1	1973	26,4	13,6	4,8	12,2	5,7	
	2	24,8	24,0	24,0	17,0	12,4		25,1	27,5	13,8	7,9	9,8	
	3	25,6	24,3	24,4	16,4	13,0		24,8	20,4	14,9	7,2	8,4	
	4	24,0	25,9	24,9	17,2	12,4		24,5	22,9	7,8	8,8	5,2	
	5	25,9	24,7	26,9	11,8	13,5		25,4	12,8	14,8	9,3	5,0	
	6	25,5	23,4	24,7	12,1	13,3		26,0	15,9	8,7	10,2	6,3	
1973	1	25,8	15,5	6,1	17,3	10,4							
	2	25,2	22,1	17,2	13,6	14,5							
	3	25,5	21,2	18,5	16,2	14,7							
	4	25,3	22,0	14,3	13,7	10,4							
	5	25,0	17,2	18,7	16,6	9,5							
	6	25,2	15,3	12,4	16,1	10,1							

Hovedtabel II. Udbytte af råprotein, kg pr. ha.
Digestible crude protein on different cuts, kg per hectare

		Græs Grass Slæt Cut					Kløvergræs Grass/clover Slæt Cut						
Forsøgsled Treatments		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1968	1	175	153	205	126	117	1969	392	258	337	55	175	
	2	171	183	156	138	134		360	377	300	490	264	
	3	163	195	146	134	130		374	255	322	439	286	
	4	155	174	143	125	123		387	255	310	262	245	
	5	160	169	167	125	126		401	269	321	300	230	
	6	161	170	182	121	137		391	249	292	174	215	
1969	1	307	277	247	59	162	1970	99	18	314	153	15	
	2	279	307	211	214	175		227	253	415	227	63	
	3	277	292	246	217	167		154	221	368	214	71	
	4	261	290	230	181	157		128	49	292	149	37	
	5	309	271	218	192	154		109	123	318	177	62	
	6	289	295	236	105	171		108	60	312	156	35	
1970	1	97	32	487	270	39	1971	82	38	231	273	169	
	2	107	192	319	200	73		280	198	313	233	178	
	3	109	193	336	206	63		213	205	283	233	189	
	4	110	88	450	201	52		202	83	229	242	166	
	5	102	164	392	243	63		106	227	203	222	186	
	6	100	105	407	252	49		144	101	225	256	185	
1971	1	156	75	431	431	395	1972	233	344	402	245	125	
	2	347	279	398	379	333		277	386	290	342	222	
	3	326	295	427	389	338		251	362	276	342	176	
	4	333	203	344	456	364		249	363	289	299	170	
	5	201	400	343	411	380		245	335	270	231	169	
	6	215	219	382	470	399		260	348	291	244	184	
1972	1	296	380	441	221	201	1973	444	221	107	165	97	
	2	252	320	346	270	225		447	454	251	109	176	
	3	260	335	352	270	226		456	323	261	99	138	
	4	237	378	371	283	219		471	325	142	114	86	
	5	284	359	405	210	237		464	189	256	116	78	
	6	281	352	377	219	236		442	235	164	137	104	
1973	1	298	258	131	270	198							
	2	275	316	299	205	261							
	3	281	332	311	226	254							
	4	273	332	248	193	196							
	5	257	279	339	255	170							
	6	246	247	232	241	185							

Hovedtabel III. Fordøjeligt råprotein, g pr. foderenhed
Digestible crude protein on different cuts, gram per feed units

		Græs Grass					Kløvergræs Grass/clover					
		Slæt Cut					Slæt Cut					
Forsøgsled Treatments		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1968	1	91	104	131	177	156	1969	166	138	146	189	239
	2	90	86	135	138	157		161	159	144	196	211
	3	81	91	135	145	156		166	140	147	196	218
	4	78	82	130	178	161		161	133	140	183	220
	5	82	110	126	154	155		167	143	144	202	216
	6	83	104	129	180	159		167	136	141	197	217
1969	1	140	116	113	210	213	1970	103	128	153	166	166
	2	129	118	113	140	194		140	150	166	174	136
	3	128	122	112	149	181		123	152	144	160	147
	4	114	133	109	153	193		113	140	130	149	160
	5	146	118	105	186	202		107	151	144	166	147
	6	139	125	110	169	203		106	139	135	152	159
1970	1	70	145	168	181	156	1971	107	211	147	156	114
	2	68	136	135	161	208		98	172	146	159	114
	3	70	140	130	170	196		93	161	130	154	124
	4	73	160	160	134	167		90	176	140	153	103
	5	74	162	141	177	165		110	155	142	145	114
	6	76	164	144	178	163		138	174	138	153	108
1971	1	154	241	209	213	182	1972	135	141	209	162	171
	2	111	187	168	188	164		144	160	159	169	193
	3	116	184	180	197	162		142	151	149	163	164
	4	121	205	180	203	175		139	147	147	154	163
	5	144	180	198	201	170		141	146	145	159	159
	6	152	200	196	214	175		145	148	150	159	162
1972	1	114	153	167	190	181	1973	168	162	222	135	170
	2	101	133	144	158	181		178	165	181	137	179
	3	101	137	144	164	173		183	158	175	137	164
	4	98	145	148	164	176		192	141	182	129	165
	5	109	145	150	177	175		182	147	172	124	156
	6	110	150	152	180	177		170	147	188	134	165
1973	1	115	166	214	156	190						
	2	109	142	173	150	180						
	3	110	156	168	139	172						
	4	107	150	173	140	188						
	5	102	162	181	153	178						
	6	97	161	187	149	183						