

## Kalk, gips og superfosfat til græs på marskjord

*Application of lime, gypsum and superphosphate to pasture grown on a marsh soil*

Carl Nielsen

### Resumé

I 1969–75 blev virkningen af kalk-, gips- og superfosfattilførsel undersøgt i et græsrigt sædskifte i forbindelse med kalium- og kvælstofgødskning.

Jordanalyser i pløjelaget viste en stigning i  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  på 0,3 enheder ved kalktilførsel. Ved tilførsel af superfosfat steg Ft 2,5 enheder. Kaligødskning hævede Kt med 6 enheder.

Der var kun svage udbytteudslag for tilførsel af kalk, gips og superfosfat. Det største merudbytte målt for superfosfat, hvor der i græs målt et merudbytte på 2,9 hkg tørstof.

Kaliumgødskning gav ingen merudbytte, men hævede afgrødetørstoffets K-indhold. Samtidig sænkedes Ca- og Mg-indholdet, hvilket kan fremme faren for græstetani hos kvæget. Forholdet var mest kritisk i første slæt i første brugsår.

Kvælstofgødskningen medførte den største ændring i kløvergræsudbyttet. I forhold til ikke kvælstofgødet græs steg udbyttet i 1. års græsmarken med 23 og 47% ved en årlig tilførsel af henholdsvis 120 og 240 kg N pr. ha. I 2. års græsmarken, hvor der gødedes med 240 og 480 kg N pr. ha pr. år, steg udbyttet med henholdsvis 52 og 73% i forhold til 0 N.

Tilførsel af kvælstof havde ingen indflydelse på afgrødetørstoffets kaliumindhold.

De kvælstofgødede græsmarker blev i løbet af 3 brugsår ofte forurenede med kvik.

**Nøgleord:** Gips, superfosfat, kalk, kalium, kvælstof, græs.

### Summary

In the period 1969–75 experiments were carried out with application of lime, gypsum and superphosphate to a marsh soil. The effects of potassium and nitrogen were also examined.

Addition of lime raised the  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ -index by 0.3 units in the soil layer 0–20 cm. An increase in  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -extractable P-content of 7.5 mg P per 100 g soil was also registered at the same depth after application of superphosphate. Fertilization with potassium raised the amount of  $\text{NH}_4^+$ -exchangeable potassium by 6 mg K per 100 g soil.

Lime, gypsum and superphosphate had only small effects on the yield. Superphosphate gave the largest increase in yield of dry matter; an excess of 2.9 hkg per hectare was registered.

Fertilization with potassium gave no increase in yield but the content of K in dry matter increased. At the same time the content of Ca and Mg decreased. This increases the risk of grass-tetany. The phenomenon was most critical in the 1st cut in 1st year ley.

Nitrogen-fertilizer gave a large additional yield. In 1st year ley 120 and 240 kg N per hectare increased yield by 23% and 47% respectively in relation to control (0 N).

In 2nd year ley the additional yield was 52% and 73% for addition of 240 and 480 kg N per hectare respectively.

N-fertilizer had no effect upon the content of K in dry matter.

The plots with N-fertilization were often contaminated with coach grass over the 3 years ley.

**Key words:** Gypsum, superphosphate, lime, potassium, nitrogen, grass.

### Indledning

I årene 1957–68 gennemførtes forsøg med dybpløjning og kalkning på marskjord (Nielsen, 1974).

Forsøgene blev gennemført i en 10-marksdrift med et alsidigt sædskifte bestående af byg – havre – 2 og 1 årige græsmarker – roer.

Efter forsøgets afslutning i 1968 påbegyndtes på det samme areal et nyt forsøg med kalk, gips og superfosfat.

Formålet med forsøget var at undersøge kalks, gips' og superfosfats indvirkning på et græsrigt sædskifte i forbindelse med K- og N-gødsning.

### Forsøgets gennemførelse

Sædskiftet bestod af en 1., 2. og 3. års kløvergræs-mark, en havremark samt en bygmark med udlæg. Derved blev alle afgrøder repræsenteret i hvert enkelt år.

I forsøgsplanen indgik følgende led. De opgivne tal er kg pr. ha.

- a. Ukalket
- b. 850 kg vandfrit gips årlig
- c. 930 kg superfosfat årlig
- d. 5000 kg kalk hvert 5. år forud for havre
  
- x. 0 K
- y. 300 K til kløvergræs

	Kløvergræs		
	1. års	2. års	3. års
1.	0 N	0 N	120 N
2.	120 N	240 N	240 N
3.	240 N	480 N	480 N

Som kvælstofkilde er der benyttet kalkammonsalpeter. Der blev høstet 4 slæt pr. år. Slættene blev taget på ensileringsstadiet. Kvælstof og kalium blev tildelt med 25% pr. slæt, 1. udbringning i april.

Der blev givet 75 P ekstra til 1. års kløvergræs. Havren blev ikke gødet, byg blev tilført 30 N.

Der blev foretaget udbyttebestemmelse i såvel græs som korn. I tørstofprøver af græs blev der bestemt træstof, N, P, K, Ca og Mg.

Forud for de enkelte slæt blev kløverindholdet bestemt.

Igennem hele forsøgsperioden benyttedes følgende frøblanding:

- 6 kg hvidkløver
- 2 kg timothe
- 5 kg alm. rajgræs
- 4 kg engsvingel
- 2 kg rød svingel
- 5 kg engrapgræs
- i alt 24 kg frø pr. ha.

## Jordprøver

I forbindelse med forsøget blev der hvert efterår i et af skifterne udtaget jordprøver i dybderne 0–20 og 20–40 cm. Der blev ikke ved jordprøveudtagninger taget hensyn til kvælstoffordelingen.

Resultaterne vises som et gennemsnit af årene 1969–74 i tabel 1. Kalktilførsel har medført en stigning i pH(H<sub>2</sub>O) i 0–20 cm dybde. Det samme er tilfældet i 20–40 cm dybde, hvor pH(H<sub>2</sub>O) som helhed er større end i 0–20 cm dybde. Noget tilsvarende gør sig gældende for Ft og Kt. Tilførsel af henholdsvis superfosfat og kaligødning har hævet jordbundstallene betydeligt i 0–20 cm dybde. Forskellen mellem 0 og 300 K er helt oppe på 6 enheder.

I dybderne 20–40 cm kan der ikke påvises virkning af superfosfattilførsel og kun en svag virkning af kaliumgødskningen, hvilket kunne tyde på, at disse gødninger bindes ret fast i de øvre jordlag. Ifølge tabellen er Mgt faldende ved såvel kalk- som gipstilførsel. Det gør sig gældende i både 0–20 og 20–40 cm dybde. Nat er ret upåvirket af de forskellige forsøgsleeds behandlinger og svagt stigende i dybden. Kaligødskning har sænket Cat og Mgt i begge dybder, hvilket må bero på K's ionbytningssevne.

## Udbytteresultater

I tabel 2 ses tørstofudbyttet i kløvergræs og af kerne med 85% tørstof. Tilførsel af gips gav et lille merudbytte i byg. Kaligødskning skader udbyttet i korn. Kvælstofgødskning til kløvergræs havde en positiv eftervirkning i den efterfølgende havreafgrøde. Hvor kløvergræsset blev gødet med 480 kg N pr. ha, var der et merudbytte på 4 hkg kerne i forhold til, hvor kløvergræsmarkerne kun blev tilført 120 kg N pr. ha. I kløvergræsset var der et lille merudbytte for superfosfat. Tilførsel af kalk, gips og kalium har ikke fremmet udbyttestørrelsen.

I forhold til 0 N har 120 N hævet tørstofudbyttet i 1. brugsår med 23% og 240 N med 47%. I 2. brugsår er der et merudbytte på henholdsvis 52% for 240 N og 73% for 480 N. I 3. brugsår, hvor 0 N er erstattet med 120 N, er der et merudbytte på 30% ved 240 N og 46% ved kvælstofgødskning til 480 N.

Tabel 3 viser tørstofudbytteerne ved N-gødskning til de enkelte slæt for såvel 1., som 2. og 3. års markerne. Ligeledes viser tabellen den procentiske fordeling af totaludbyttet. Tallene er gennemsnit for hele forsøgsperioden.

**Tabel 1.** Jordanalyser. Gns. 1969–74.  
*Soil chemical analyses. Average 1969–74.*

	pH(H <sub>2</sub> O)	Ft	Lt	Cat	Mgt	Nat
0–20 cm						
Ukalket Control .....	7,4	10,2	13,0	286	17,5	4,5
Gips Gypsum .....	7,4	10,6	13,2	293	15,4	4,3
Superfosfat Superphosphate ...	7,4	12,7	12,8	284	16,5	4,4
Kalk Lime .....	7,7	10,2	12,0	290	15,3	4,4
0 K .....	7,5	10,9	9,7	291	16,6	4,4
300 K .....	7,5	10,9	15,7	284	15,7	4,3
20–40 cm						
Ukalket Control .....	7,9	9,4	12,2	262	18,6	4,9
Gips Gypsum .....	7,8	9,3	11,6	258	17,1	4,6
Superfosfat Superphosphate ...	7,8	9,2	11,6	248	18,2	4,6
Kalk Lime .....	7,9	8,8	11,2	242	16,6	4,7
0 K .....	7,8	9,2	11,4	253	18,0	4,5
300 K .....	7,8	9,1	11,8	251	17,2	4,9

**Table 2.** Udbytte i hkg tørstof eller kerne pr. ha, 1969–75.  
*Yields in hkg of dry matter or grain per hectare, 1969–75.*

	Græs – Grass				Korn – Cereal					
	1. år year	2. år year	3. år year	Gns. Average	Havre Oat	Byg/udl. Barley	Gns. Average			
Ukalket Control . . . . .	93,7	98,0	103,8	98,5	44,4	47,4	45,9			
Gips Gypsum . . . . .	93,8	99,1	105,2	99,4	45,1	49,6	47,4			
Superfosfat Superphosphate . . .	96,9	100,7	106,6	101,4	44,1	48,8	46,5			
Kalk Lime . . . . .	94,0	98,0	104,5	98,8	44,2	47,8	46,0			
0 K . . . . .	94,1	99,1	105,2	99,5	45,0	48,9	47,0			
300 K . . . . .	95,1	98,7	104,7	99,5	43,9	47,9	45,9			
	1. år year	2. år year	3. år year							
1 N . . . . .	0 N	0 N	120 N	76,5	69,7	83,9	76,7	42,5	47,9	45,2
2 N . . . . .	120 N	240 N	240 N	94,6	106,2	108,7	103,2	44,3	49,2	46,8
3 N . . . . .	240 N	480 N	480 N	112,5	120,9	122,4	118,6	46,5	48,2	47,4
Gns. Average . . . . .				94,6	98,9	105,0	99,5	44,4	48,4	46,4

**Table 3.** Tørstofudbytte, hkg pr. ha, og procentisk fordeling pr. slæt.  
*DM yield, hkg per hectare, and relative distribution per cut.*

	1. slæt cut	2. slæt cut	3. slæt cut	4. slæt cut	I alt Total	% of total			
						1. slæt cut	2. slæt cut	3. slæt cut	4. slæt cut
<b>1. brugsår year ley</b>									
1 N . . . . .	25,0	16,7	19,6	15,2	76,5	33	22	25	20
2 N . . . . .	32,6	22,3	23,6	16,1	94,6	34	24	25	17
3 N . . . . .	37,9	26,5	29,3	18,8	112,5	34	23	26	17
Gns. Average	31,9	21,9	24,2	16,7	94,7	34	23	25	18
<b>2. brugsår year ley</b>									
1 N . . . . .	25,3	14,3	17,7	12,4	69,7	36	21	25	18
2 N . . . . .	39,7	18,8	28,1	19,6	106,2	37	18	26	19
3 N . . . . .	46,1	20,7	32,6	21,5	120,9	38	17	27	18
Gns. Average	37,1	17,9	26,1	17,8	98,9	38	18	26	18
<b>3. brugsår year ley</b>									
1 N . . . . .	36,5	14,9	19,3	13,2	83,9	43	18	23	16
2 N . . . . .	45,8	18,3	25,5	19,1	108,7	42	17	24	17
3 N . . . . .	50,4	20,5	29,7	21,8	122,4	41	17	24	18
Gns. Average	44,2	17,9	24,8	18,0	104,9	42	17	24	17

**Tabel 4.** Udbytter i kg pr. ha og procentisk indhold af træstof og mineralstof i 1. års græs. 1969–75.  
*Yield of CF and minerals in 1st year ley, 1969–75, kg per hectare and percentage of DM.*

	Træstof CF	N	P	K	Ca	Mg
<i>Udbytte Yield</i>						
Ukalket Control . . . . .	2069	217	32	259	69	16
Gips Gypsum . . . . .	2078	217	32	256	69	15
Superfosfat Superphosphate . . . . .	2126	224	35	269	72	16
Kalk Lime . . . . .	2053	218	32	256	72	16
0 K . . . . .	2061	218	33	244	70	16
300 K . . . . .	2102	220	33	276	71	15
1 N . . . . .	1601	189	27	208	66	14
2 N . . . . .	2091	211	33	259	69	15
3 N . . . . .	2551	256	39	313	76	18
<i>% i indhold Percentage</i>						
Ukalket Control . . . . .	22,7	2,38	0,35	2,86	0,76	0,18
Gips Gypsum . . . . .	22,8	2,37	0,36	2,82	0,76	0,17
Superfosfat Superphosphate . . . . .	22,6	2,37	0,37	2,87	0,76	0,17
Kalk Lime . . . . .	22,5	2,39	0,36	2,82	0,79	0,17
0 K . . . . .	22,6	2,38	0,36	2,68	0,77	0,18
300 K . . . . .	22,8	2,38	0,36	3,00	0,76	0,17
1 N . . . . .	21,6	2,54	0,37	2,80	0,89	0,18
2 N . . . . .	22,7	2,39	0,36	2,82	0,73	0,16
3 N . . . . .	23,3	2,34	0,36	2,88	0,71	0,17

Det ses, at den største N-virkning forekom i 1. slæt i alle brugsårene og størst i 2. brugsår, hvor der er en udbytteforøgelse fra 1 til 3 N på 20,8 hkg tørstof pr. ha.

Ved 2. slæt gav 1. brugsår det største merudbytte på 9,8 hkg ved tilførsel af 240 kg N pr. ha. I 3. slæt var udbytteforøgelsen igen størst i 2. brugsår med 14,9 hkg tørstof pr. ha ved tilførsel af den største kvælstofmængde. Ved 4. slæt høstede et relativt lille merudbytte på 3,6 hkg i 1. brugsår, medens 2. og 3. brugsår ligger på henholdsvis 9,1 og 8,6 hkg tørstof.

Det fremgår ligeledes af tabellen, at den procentiske andel af totaludbyttet var størst i 1. slæt, og at andelen steg fra 1. til 3. brugsår. Ligeledes ses det, at der procentisk set ikke var nævneværdig forskel mellem N-leddene, hverken ved 1., 2., 3. eller 4. slæt.

I 1. plus 2. slæt blev der i 1. brugsår høstet 57% af totaludbyttet, i 2. brugsår 56% og i 3. brugsår 59%. Beregninger af tørstofudbytte og procentisk fordeling pr. slæt i forbindelse med gips, superfosfat, kalk og kalium er udeladt, da forskydningerne leddene imellem var små og usikre.

#### Indhold af næringsstoffer

I tabellerne 4, 5 og 6 vises udbytter af kvælstof og mineralstoffer i kg pr. ha for de enkelte brugsår. Tillige vises det procentiske indhold i tørstoffet.

Tilførsel af 930 kg superfosfat årligt hævede P-procenten i tørstoffet lidt med større udbytte af P til følge.

Kaliumgødskning øger det procentiske indhold af K, og dermed øges kaliumoptagelsen. Samtidig formindskes indholdet af Ca og Mg.

I 1. og 2. brugsår stiger træstofprocenten ved

**Tabel 5.** Udbytte i kg pr. ha og procentisk indhold af træstof og mineralstof i 2. års græs. 1969–75.  
*Yield of CF and minerals in 2nd year ley, 1969–75, kg per hectare and percentage of DM.*

	Træstof CF	N	P	K	Ca	Mg
<b>Udbytte Yield</b>						
Ukalket Control . . . . .	2293	277	33	263	76	18
Gips Gypsum . . . . .	2338	280	34	259	77	18
Superfosfat Superphosphate . . . . .	2334	284	38	266	78	19
Kalk Lime . . . . .	2314	282	33	258	76	18
0 K . . . . .	2307	283	35	233	80	20
300 K . . . . .	2332	279	34	289	73	16
1 N . . . . .	1536	190	25	182	60	13
2 N . . . . .	2517	279	37	282	77	18
3 N . . . . .	2907	373	41	320	93	23
<b>% i indhold Percentage</b>						
Ukalket Control . . . . .	23,4	2,85	0,33	2,69	0,78	0,19
Gips Gypsum . . . . .	23,6	2,84	0,34	2,61	0,78	0,18
Superfosfat Superphosphate . . . . .	23,2	2,84	0,37	2,64	0,78	0,19
Kalk Lime . . . . .	23,6	2,89	0,34	2,64	0,78	0,18
0 K . . . . .	23,3	2,87	0,35	2,35	0,81	0,20
300 K . . . . .	23,6	2,84	0,34	2,94	0,75	0,17
1 N . . . . .	22,1	2,72	0,36	2,60	0,86	0,18
2 N . . . . .	23,7	2,65	0,35	2,67	0,73	0,17
3 N . . . . .	24,0	3,10	0,34	2,65	0,77	0,19

øget N-gødsning, og samtidig falder Ca-procenten.

Kvælstofgødskningen gav alle brugsår et stigende udbytte af N pr. ha. Det procentiske N-indhold stiger fra 1. til 2. brugsår, men har så faldende tendens i 3. brugsår. Faldet er størst ved 1 N, hvilket må skyldes, at N-gødskningen ikke kan kompensere for vigende kløverindhold i afgrøden.

Tabel 7 viser træ- og mineralstoffernes andel af tørstoffet i de enkelte slæt ved såvel 1. som 2. og 3. brugsår.

Det fremgår af tabellen, at mineralstoffernes andel af tørstoffet er betydelig lavere ved 1. end ved de øvrige slæt.

Tabel 8 viser et gennemsnit af karaktererne for kløverbestanden gennem hele forsøgsperioden. Det er kun N-gødskningen, der influerer på ka-

raktererne. Ved 0 N de første 2 brugsår og moderat N-gødsning det 3. år er der en god til jævn bestand af hvidkløver. Ved kraftig N-gødsning er hvidkløverbstanden allerede ubetydelig i 1. brugsår.

#### **Kalium – magnesiumforholdet**

En række mineralstoffer er nødvendige for husdyrenes sundhed, bl.a. Mg. Lavt magnesiumindhold i blodet kan fremkalde sygdommen hypomagnesæmi – populært kaldet græstetani.

Ved kaliumgødskning stiger kaliumindholdet i afgrøderne på magnesiumindholdets bekostning. Det har særlig betydning for dyrenes sundhed, at K/Mg ikke bliver for højt i græsafrøden, da K/Mg-forholdet i foderet indvirker på magnesiumindholdet i blodet (*Henriksen, 1960*).

Hvis tetanikoefficienten i græsafrøden over-

**Tabel 6.** Udbytter i kg pr. ha og procentisk indhold af træstof og mineralstof i 3. års græs. 1969–75.  
*Yield of CF and minerals in 3rd year ley, 1969–75, kg per hectare and percentage of DM.*

	Træstof CF	N	P	K	Ca	Mg
<b>Udbytte Yield</b>						
Ukalket Control . . . . .	2532	275	33	270	66	17
Gips Gypsum . . . . .	2600	277	34	267	68	17
Superfosfat Superphosphate . . .	2644	284	39	274	69	18
Kalk Lime . . . . .	2578	278	33	266	67	17
0 K . . . . .	2585	280	35	240	69	18
300 K . . . . .	2593	277	35	298	65	16
1 N . . . . .	2028	194	28	211	52	13
2 N . . . . .	2725	268	36	278	66	17
3 N . . . . .	3013	373	41	318	86	22
<b>% i indhold Percentage</b>						
Ukalket Control . . . . .	24,4	2,66	0,32	2,61	0,64	0,16
Gips Gypsum . . . . .	24,6	2,65	0,33	2,53	0,65	0,16
Superfosfat Superphosphate . . .	24,7	2,67	0,36	2,56	0,64	0,16
Kalk Lime . . . . .	24,6	2,69	0,32	2,54	0,64	0,17
0 K . . . . .	24,5	2,67	0,33	2,28	0,66	0,18
300 K . . . . .	24,7	2,66	0,33	2,84	0,63	0,15
1 N . . . . .	24,0	2,33	0,34	2,52	0,62	0,15
2 N . . . . .	25,0	2,48	0,33	2,55	0,60	0,16
3 N . . . . .	24,5	3,06	0,33	2,59	0,70	0,18

stiger 6,0, er faren for græstetani til stede (*Kemp & t'Hart, 1957*).

I tabel 9 er disse koefficienter opgivet for såvel slæt som de enkelte brugsår.

Det fremgår af tabellen, at faren for græstetani er størst i 1. brugsår, 1. slæt. Her lå koefficienten over 6,0. Ligeledes ses det, at kaliumgødskning hæver disse tal betydelig. Derimod ser det ikke ud til, at N-gødskning har nogen større betydning for K/Mg-forholdet. I 1. brugsår, 1. slæt er der dog en stigning i koefficienten på 0,9 fra 1 til 3 N. Af *Knudsen og Gregersens (1976)* omtale af græstetani fremgår det også, at N-gødskning ikke har den store betydning for K/Mg-forholdet.

### Eftervirkning

Efter forsøgets afslutning i 1974 overgik de enkelte marker til ensidig bygdyrkning, efterhån-

den som de havde ligget med 3 års kvælstofgødet kløvergræs.

De 3 år gamle kløvergræsmarker var visse år stærkt kvikforurennet, hvilket resulterede i en relativt svag kornmark det følgende år.

Det samme var tilfældet i forsøg med afvandsningsmetoder på svær marskjord (*Nielsen, 1982*), hvor hvede efter kvikforurennet græs i gennemsnit gav 8,7 hkg kerne mindre pr. ha, end hvor arealet havde været kvikfrit.

Problemet med kvikforurening af ældre, stærkt kvælstofgødede græsmarker er særlig udpræget i en regnfattig vækstsæson.

### Diskussion

Forsøgsresultaterne viste, at der ikke var statistisk sikkert udslag i tørstofudbyttet af kløvergræs for tilførsel af gips, superfosfat eller kalk.

**Tabel 7.** Træstof og mineralstoffer. % af tørstof. Gns. for de enkelte slæt.  
*Content of CF and minerals, percentage of DM. Average for all years.*

Brugsår year ley	Træ- eller mineralstof CF or mineral	1. slæt cut	2. slæt cut	3. slæt cut	4. slæt cut
1	Træstof - CF	22,5	23,1	23,1	19,6
2		24,7	22,0	23,8	20,1
3		26,2	22,4	24,3	21,0
1	N	1,94	2,51	2,72	2,98
2		2,37	4,23	3,05	3,37
3		2,25	3,04	2,93	3,19
1	P	0,33	0,38	0,39	0,40
2		0,31	0,36	0,37	0,37
3		0,31	0,36	0,34	0,35
1	K	2,69	2,83	3,09	2,70
2		2,54	2,67	2,68	2,68
3		2,51	2,58	2,59	2,56
1	Ca	0,58	0,81	0,89	0,90
2		0,64	0,89	0,91	0,80
3		0,50	0,79	0,77	0,71
1	Mg	0,12	0,19	0,20	0,19
2		0,14	0,21	0,22	0,22
3		0,13	0,19	0,19	0,20

**Tabel 8.** Gns. af karakterer for kløverbestand (0-10; 0 = ingen kløver) 1969-75.  
*Estimation of the growth of clover (0-10; 0 = no clover), average 1969-75.*

	1. brugsår - year ley				2. brugsår - year ley				3. brugsår - year ley			
	slæt - cut				slæt - cut				slæt - cut			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Ukalket Control . . . . .	2,1	2,5	2,9	3,4	2,2	2,7	2,5	2,4	1,2	1,4	1,0	0,9
Gips Gypsum . . . . .	2,1	2,5	2,8	3,2	2,2	2,6	2,4	2,2	1,0	1,1	0,8	0,7
Superfosfat Superphosphate	2,0	2,5	2,9	3,3	2,0	2,5	2,4	2,3	1,1	1,1	0,7	0,6
Kalk Lime . . . . .	2,1	2,5	2,8	3,3	2,3	2,6	2,5	2,3	1,2	1,2	0,9	0,6
0 K . . . . .	2,1	2,5	2,9	3,3	2,2	2,7	2,5	2,3	1,1	1,2	0,9	0,7
300 K . . . . .	2,0	2,5	2,8	3,4	2,2	2,5	2,4	2,3	1,2	1,2	0,8	0,7
1 N . . . . .	3,0	3,6	5,3	6,0	3,8	4,7	4,9	4,7	2,3	2,6	2,2	1,7
2 N . . . . .	2,0	2,3	2,2	2,6	1,8	2,1	1,7	1,5	0,9	0,8	0,4	0,4
3 N . . . . .	1,3	1,5	1,1	1,3	1,0	1,0	0,7	1,0	0,2	0,2	0,0	0,1



**Tabel 9.** Tetanikoefficienter – K/Mg.  
Coefficient of tetany – K/Mg.

	1. brugsår – year ley				2. brugsår – year ley				3. brugsår – year ley			
	slæt – cut				slæt – cut				slæt – cut			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Ukalket Control . . . . .	6,4	4,5	4,5	4,2	5,6	4,0	4,0	3,9	6,0	4,2	4,4	4,0
Gips Gypsum . . . . .	6,9	4,5	5,0	4,4	6,0	3,8	3,8	3,8	6,3	4,2	4,2	3,9
Superfosfat Superphosphate	7,0	4,7	4,8	4,4	5,6	3,8	3,7	3,7	6,5	4,2	4,1	3,9
Kalk Lime . . . . .	6,7	4,7	4,7	4,3	5,5	3,8	3,7	3,8	5,4	4,1	4,1	4,0
0 K . . . . .	6,2	4,3	4,2	3,6	4,9	3,2	3,2	3,0	5,1	3,5	3,3	3,2
300 K . . . . .	7,1	5,0	5,1	5,1	6,6	4,5	4,5	4,6	6,9	4,9	5,2	4,9
1 N . . . . .	6,2	4,4	4,3	4,2	5,4	3,9	3,9	4,0	6,3	4,5	4,4	4,1
2 N . . . . .	6,8	4,8	5,0	4,5	6,0	4,1	4,1	4,1	6,0	4,4	4,4	4,2
3 N . . . . .	7,1	4,7	5,0	4,5	5,6	3,5	3,5	3,5	5,6	3,8	3,8	3,7
Gns. Average . . . . .	6,7	4,6	4,7	4,4	5,7	3,8	3,8	3,8	6,0	4,2	4,2	4,0

I gennemsnit af 15 kløvergræsafgrøder fra årene 1969–75 gav gips således kun et merudbytte på 0,9 hkg, superfosfat 2,9 hkg og kalk 0,3 hkg tørstof pr. ha. Havren gav 0,7 hkg kerne pr. ha for gipstiltførsel, men negativt udslag for tilførsel af superfosfat og kalk. I byg blev målt et merudbytte på 2,2 hkg kerne for gips, 1,4 for superfosfat og 0,4 for kalk.

Det er udbyttestørrelser, der ikke modsvarer udgifterne til såvel gips, som superfosfat og kalk. Tilførsel af kalium havde ingen indflydelse på kløvergræsudbyttet, og i korn var der en negativ eftervirkning på 1,1 og 1,0 hkg kerne for henholdsvis havre og byg.

Der var et relativt pænt udbytte af kløvergræs uden kvælstoftilførsel i 1. og 2. brugsår, men ud-

**Tabel 10.** Udbytter og indhold de enkelte år og i de enkelte marker.

DM yield, hkg per hectare, DM content, percentage of fresh weight, and content of CF, N, P, K, Ca, Mg, percentage of DM.

		Tørstof DM hkg/ha	Tørstof DM %	% af tørstof – % of DM					
				Træstof CF	N	P	K	Ca	Mg
År	1969	96,9	19,5	24,2	2,78	0,30	2,87	0,74	0,20
Year	1970	102,6	17,3	22,4	2,89	0,36	2,83	0,90	0,21
	1971	102,3	20,8	25,4	2,42	0,35	2,83	0,68	0,16
	1972	109,4	19,9	24,0	2,33	0,33	2,38	0,68	0,15
	1973	95,4	20,5	24,0	2,62	0,37	2,64	0,67	0,15
	1974	90,6	22,9	22,5	2,78	0,36	2,52	0,70	0,15
Mark	1	94,7	18,7	23,1	2,60	0,36	3,00	0,78	0,18
Plot	2	109,4	19,1	24,2	2,52	0,35	2,64	0,71	0,17
	3	103,1	20,8	24,6	2,43	0,34	2,56	0,67	0,16
	4	99,7	21,2	23,7	2,70	0,33	2,53	0,69	0,17
	5	94,2	20,1	23,4	2,82	0,33	2,64	0,78	0,18
Gns. Average		99,5	19,9	23,8	2,63	0,34	2,68	0,73	0,17

byttet kan ikke stå mål med udbyttet i kvælstofgødede kløvergræsmarker. Fra 0 til 240 kg N pr. ha var der i 1. brugsår et merudbytte på 36 hkg tørstof pr. ha. I 2. brugsår fra 0 til 480 kg N pr. ha var merudbyttet 51,2 hkg. I 3. brugsår, hvor 0 N blev erstattet med 120 N, var udbytteforskellen mellem 120 og 480 kg N pr. ha på 38,5 hkg tørstof.

Det største merudbytte for kvælstof blev opnået i 1. slæt, 2. brugsår, hvor der i forhold til 0 N målttes en udbyttefremgang på 20,8 hkg tørstof pr. ha for den største kvælstoftilførsel.

Der var positiv eftervirkning af N i havren på 1,8 og 4,0 hkg kerne pr. ha for henholdsvis 240 N og 480 N til 3. års kløvergræs.

**Tabel 11.** Vekselvirkning mellem de forskellige behandlinger. Gns. 1.-3. brugsår 1969-74.  
*Interaction between treatments. Average 1.-3. year ley 1969-74.*

	Led	Tørstof DM hkg/ha	Tørstof DM %	% af tørstof - % of DM					
				Træstof CF	N	P	K	Ca	Mg
<b>K × N</b>									
0K									
	1N	76,4	20,5	22,7	2,50	0,35	2,47	0,79	0,18
	2N	102,5	20,8	23,8	2,47	0,35	2,43	0,70	0,17
	3N	117,8	20,2	24,0	2,87	0,34	2,37	0,74	0,19
300K									
	1N	76,2	20,0	22,9	2,51	0,35	2,80	0,76	0,16
	2N	102,7	20,0	24,1	2,47	0,34	2,90	0,66	0,16
	3N	117,8	19,3	24,1	2,83	0,34	3,00	0,71	0,17
<b>Kalk × N</b>									
<i>Fertilizer × N</i>									
Ukalket									
	1N	75,9	19,9	22,6	2,52	0,35	2,66	0,77	0,17
	2N	101,4	20,1	23,8	2,47	0,33	2,70	0,68	0,17
	3N	116,3	19,4	24,1	2,84	0,33	2,73	0,71	0,18
Gips									
<i>Gypsum</i>									
	1N	75,8	20,5	22,7	2,49	0,35	2,61	0,77	0,17
	2N	102,4	20,5	24,1	2,45	0,33	2,63	0,68	0,16
	3N	118,3	19,8	24,2	2,84	0,34	2,66	0,73	0,18
Superfosfat									
<i>Superphosphate</i>									
	1N	77,1	20,3	22,8	2,49	0,37	2,65	0,78	0,17
	2N	105,4	20,5	24,0	2,46	0,36	2,68	0,68	0,16
	3N	119,7	19,8	23,9	2,87	0,37	2,69	0,73	0,18
Kalk									
<i>Lime</i>									
	1N	76,4	20,4	22,9	2,52	0,35	2,61	0,77	0,17
	2N	101,3	20,5	23,9	2,51	0,33	2,65	0,69	0,17
	3N	116,9	19,9	24,1	2,86	0,33	2,67	0,73	0,18
<b>Kalk × K</b>									
<i>Fertilizer × K</i>									
Ukalket									
	0K	97,8	20,0	23,5	2,65	0,34	2,50	0,73	0,19
	300K	98,0	19,6	23,7	2,60	0,33	2,91	0,70	0,16
Gips									
<i>Gypsum</i>									
	0K	98,8	20,6	23,6	2,63	0,34	2,38	0,74	0,18
	300K	98,9	19,8	24,0	2,60	0,34	2,89	0,70	0,16
Superfosfat									
<i>Superphosphate</i>									
	0K	100,8	20,6	23,6	2,67	0,37	2,42	0,74	0,18
	300K	100,7	19,8	23,7	2,63	0,36	2,93	0,70	0,16
Kalk									
<i>Lime</i>									
	0K	98,3	20,7	23,6	2,64	0,34	2,38	0,74	0,18
	300K	98,1	19,7	24,0	2,66	0,33	2,92	0,72	0,16

I tabel 10 er vist kløvergræsudbyttet samt afgrødens kemiske sammensætning de enkelte år og i de enkelte marker. Tørstofudbytteerne er ret ensartede fra år til år, hvilket viser, at marskjerne er meget dyrknings sikre til græsmarksdrift, hvilket også fremgår af beretningen »Sædskifteforsøg på marsk« (Hansen & Kjellerup, 1968).

Årsvariationen er sikkert bestemt, idet hvert år omfatter alle 3 brugsår. Men da disse sidstnævnte er koblede til markvariationen, indeholder årsvariationen en del markvariationer. Markvariationen er dårligst bestemt. Dels er der et varierende antal forsøg, og dels er markvariationen koblet til både årsvariation og brugsårvariation.

Det ses endvidere af tabellen, at mineralstofindholdet i tørstoffet varierede en del fra år til år og fra mark til mark. For Ca-indholdet var der et enkelt år (1970), hvor indholdet var usædvanlig højt.

Mg-indholdet svingede en del fra år til år, hvorimod svingningerne fra mark til mark var meget små.

I tabel 11 er kløvergræssets udbytte og kemiske sammensætning anført med vekselvirkningen mellem de forskellige forsøgsbehandlinger.

#### *Vekselvirkningen K × N*

Ved tilførsel af kaliumgødning steg afgrødetørstoffets K-indhold med stigende kvælstoftilførsel. Kaliumtilførsel bevirkede et fald i Ca- og Mg-indholdet. Afgrødetørstoffets indhold af N og P var derimod upåvirket af kaliumtilførsel. Dette gælder også tørstofudbyttet, der steg betydeligt ved kvælstoftilførsel.

#### *Vekselvirkningen kalk × N*

Alle forsøgsbehandlinger havde samme virkning på mineralstofindholdet ved stigende kvælstofgødning og ligeledes på tørstofudbyttet.

#### *Vekselvirkningen kalk × K*

Der var ingen egentlig vekselvirkning her. I alle forsøgsled faldt Ca- og Mg-indholdet samtidig

med, at K-indholdet steg ved gødskning med kalium. P-indholdet var upåvirket af tilførsel af gips, superfosfat og kalk. Derimod stabiliserede kalktilførsel N-indholdet med kaliumgødning i modsætning til de øvrige forsøgsbehandlinger, hvor N-indholdet faldt ved tilførsel af kalium.

#### **Konklusion**

I indtil 20 cm dybde stiger pH(H<sub>2</sub>O), når der tilføres kalk. Ligeså stiger Ft og Kt ved tilførsel af henholdsvis superfosfat og kaligødning. Mgt falder, især når der gives gips og kalk. Dybere liggende jordlag reagerer ikke på tilførsel af kalk, fosfor og kalium.

Kaligødning har hævet K-indholdet betydeligt i græsmarksafgrøderne og sænket Ca- og Mg-indholdet. Forholdet er mest udpræget i 1. brugsår, 1. slæt, men også ved 1. slæt i 2. og 3. brugsår er kaliumindholdet i græsset så højt, at faren for græstetani er til stede.

N-indholdet i græsset er stigende med øget kvælstofgødning. Kaligødning i forbindelse med stigende kvælstoftilførsel har kun ringe indflydelse på K/Mg-forholdet.

Kvælstofgødning helt op til 480 kg N pr. ha har øget totaludbyttet i græsmarkerne.

#### **Litteratur**

- Hansen, L. & Kjellerup, C. M. (1968): Sædskifteforsøg på marsk. Tidsskr. Planteavl 71, 444-455.
- Henriksen, Aa. (1960): Om gødskningens indflydelse på græsmarksafgrødernes mineralstofindhold. Tidsskr. Planteavl 64, 1-50.
- Kemp, A. & t'Hart, M. L. (1957): Grass tetany in grazing milking cows. Neth. J. Agr. Sci. 5, 4-17.
- Knudsen, H. & Gregersen, A. (1976): Græsarter ved stigende mængde kvælstofgødning og vanding 1968-71. Tidsskr. Planteavl 80, 325-351.
- Nielsen, C. (1974): Dybpløjning og kalkning på marskjord. Tidsskr. Planteavl 78, 313-330.
- Nielsen, C. (1982): Afvandingemetoder på svær marskjord. Tidsskr. Planteavl 86, 415-425.

Manuskript modtaget den 7. juli 1984.