

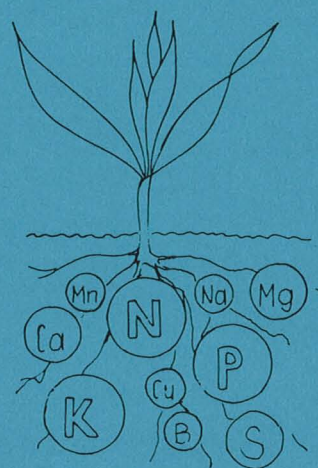


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

REGIONALA BEHOV AV UNDERHÅLLS- KALKNING

Regional needs of maintenance liming

Janne Ericsson och Göte Bertilsson



**Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringslära**

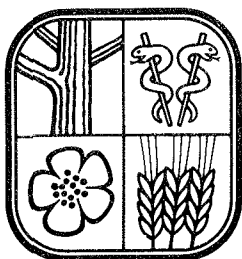
**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Soil Fertility**

**Rapport 144
Report**

Uppsala 1982

ISSN 0348-3541

ISBN 91-576-1226-9

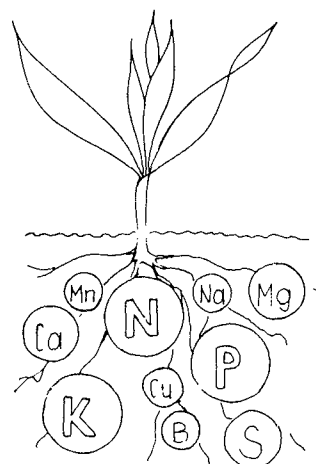


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

REGIONALA BEHOV AV UNDERHÅLLS- KALKNING

Regional needs of maintenance liming

Janne Ericsson och Göte Bertilsson



**Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringslära**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Soil Fertility**

**Rapport 144
Report**

Uppsala 1982
ISSN 0348-3541
ISBN 91-576-1226-9

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>sid</u>
Inledning	1
Försurande processer	1
Beräkning av underhållsbehovet, länsvis	2
Utlakning	4
Surt nedfall	4
Grödans kalciumupptagning	4
Kvävegödsling	4
Underhållsbehov	4
Slutsats	4
Summary	5
Referenser	5
Bakgrundsmaterial för beräkning av kalkbehov	6
Areal	6
pH-värde	6
Kalkförlust genom kvävegödsling	7
Perkolation	8
Skattning av utlakningen	8

REGIONALA BEHOV AV UNDERHÅLLSKALKNING

- o Med underhållskalkning avses ersättning för markens kalkförluster orsakade av olika försurningsprocesser.
- o De försurande processerna har ökat med åren och därmed behovet av underhållskalkning.
- o Det torde vara rimligt att numera som ett genomsnitt för hela landet räkna med ett underhållsbehov på ca 150 kg CaO per ha och år.
- o Underhållsbehovet har hittills beräknats eller skattats som ett genomsnitt för hela landet. Ett försök till beräkning av underhållsbehovet i olika län har här gjorts.
- o Enligt beräkningarna varierar det årliga underhållsbehovet mellan ca 250 kg CaO per ha (Hallands län) och ca 80 kg CaO per ha (Östergötlands län).

Inledning

Kalkningsråden grundas på en sammanfattande bedömning av vad som är lämpligt med tanke på växternas rotmiljö och samtidigt ekonomiskt riktigt. För svenska förhållanden rekommenderas ett pH-värde på omkring 6,5 för lerjordar och minst 6 för lerfria eller lerfattiga jordar.

Totala kalkbehovet indelas i grundkalkningsbehov och underhållsbehov. Med grundkalkning avses en märkbar förbättring av jordens kalktillstånd, en höjning av pH-värdet till lämplig nivå. Med underhållskalkning avses ersättning för markens kalkförluster orsakade av olika försurningsprocesser.

Kalkanvändningen i landet motsvarar inte på långt när behovet. Efter det senaste världskriget gick förbrukningen starkt tillbaka. Sedan mitten av 1960-talet har dock kalkanvändningen ökat stadigt och har under de senaste åren legat på ungefär samma nivå som i början av 1940-talet. För att täcka behovet krävs för närvarande i stort sett en fördubbling av den årliga förbrukningen, som uppgår till ungefär 250 000 ton (CaO).

I början av 1970-talet uppskattades kalkbehovet till 150 kg CaO per ha och år i genomsnitt för hela landet. Av detta utgjorde underhållsbehovet ca 100 kg per ha. Senare har de försurande processerna ökat och därmed underhållsbehovet. De senaste åren har det ansetts rimligt att räkna med ett underhållsbehov på omkring 150 kg CaO per ha och år, utgörande $3/4$ av totala behovet.

Försurande processer

Försurningen i marken är resultatet av många samverkande faktorer. Samspillet mellan de olika faktorerna gör det svårt att i kalkförlust uppskatta betydelsen av dem var för sig.

Växterna tar upp kalcium och andra skatjoner (främst kalium och magnesium) och avger väte.

Utlakningen har stor betydelse. Om nederbördsvattnet inte är surt, är det inte heller särdeles aggressivt mot de skatjoner som är anrikade vid jordkolloidernas ytor. Det är syrabildning och syratillförsel som i samverkan med uttvättning försämrar kalktillståndet.

Genom rotandning och mikrobverksamhet (nedbrytning av organisk substans) bildas kolsyra. Organiskt kväve övergår i salpetersyra och organiskt svavel i svavelsyra.

Handelsgödselns ammoniumkväve nitrifieras och bildar salpetersyra. Beroende på andelen ammoniumkväve varierar därför den försurande effekten med gödselmedlet. Nitrat har en viss kalkverkan. Den uppstår vid växtens upptagning av nitraten, varvid växten avger vätekarbonat, som i marken tillsammans med kalcium ger kalkverkan.

Svavel tillförs från luften som svavelsyra (eller som svaveldioxid som blir svavelsyra i marken). Svavelnedfallet varierar starkt och därmed dess försurande verkan.

Beräkning av underhållsbehovet, länsvis

Underhållsbehovet har hittills beräknats eller skattats som ett genomsnitt för hela landet. Givetvis är verkligheten den, att försurningen varierar starkt mellan olika områden. Det är svårt att skatta en sådan variation. Man tvingas stödja sig på många osäkra faktorer. Ett försök till beräkning av underhållsbehovet i olika län har dock gjorts. Här följer en redogörelse för hur beräkningen gjorts och vad den utmynnar i.

De ovannämnda processerna har vid beräkningen delats upp på följande komponenter:

- Utlakning
- Surt nedfall
- Grödans kalciumupptagning
- Gödslingens effekter

Hela underhållsbehovet har beräknats på så sätt, att de enskilda komponenterna beräknats var för sig och summerats. Detta har gjorts länsvis. Vad som då kommer fram är ett underhållsbehov som medeltal för länet. Denna siffra kan vara till en viss ledning då man skall bedöma vilken insats som behövs inom länet för att kompensera de försurande processerna.

Resultatet framgår av tabell 1. Bakgrundsmaterialet till beräkningarna presenteras i tabellerna 2-5 och figur 1.

Tabell 1. Behov av underhållskalkning, länsvis (Gotlands län utelämnat)
 Table 1. Needs of maintenance liming in different counties

Län County	Försurande komponenter, kalkförlust <i>Acidifying components, loss of lime, kg CaO per ha</i>				S:a underhållsbehov <i>Total needs of maintenance liming</i>	
	Utlakning <i>Leaching</i>	Surt nedfall <i>Acid fall-out</i>	Grödans Ca-upp- tagning <i>Crop uptake</i>	Kväve- gödsling <i>Nitrogen fertilization</i>	Kg/ha	1000 ton CaO
A+B	36	18	10	60	124	12,3
C	36	16	10	77	139	22,4
D	36	16	10	68	130	18,5
E	36	17	10	21	84	18,6
F	70	25	10	66	171	16,6
G	70	30	10	51	161	9,8
H	36	25	10	57	128	17,4
K	68	30	10	67	175	6,8
L	98	32	15	45	190	35,2
M	108	34	15	25	182	56,2
N	123	36	10	78	247	31,1
O} P}	102	34	10	59	205	47,6
R	71	21	10	33	135	38,9
S	66	18	10	60	154	19,3
T	71	15	10	85	181	21,5
U	77	15	10	79	181	24,3
W	50	14	10	70	144	9,6
X	50	16	10	58	134	10,7
Y	50	18	10	33	111	7,0
Z	47	18	10	39	114	5,2
AC	47	15	10	37	109	9,9
BD	47	10	10	54	121	5,6
Summa					($\bar{x}$ = 151)	445

Utlakning

Som inledningsvis nämnts orsakar nederbördsvattnet endast i ringa grad utlakning av baskatjoner, om det inte är surt. Men även om svavelnedfall eller kvävegödsling inte förekommer, så blir det nedträngande vattnet surt av kolsyra och andra syror, som bildas i marken genom rotandning och mikrobverksamhet. Då det sura vattnet tränger ned och avdräneras, tar det med sig baser, bl a kalcium, och neutraliseras. Den utlakning som påverkar underhållsbehovet bör vara bortflödet från matjordslagret. Utlakningen beräknas som avdränerande mängd vatten gånger kalciumhalten i det vatten som passerar matjordslagret. Denna halt beror i sin tur av matjordens pH-värde (ju högre pH-värdet är, desto mer kalcium utlakas). Det är mål-pH (se nedan) som tagits till utgångsvärde, varför det beräknade underhållet i princip bör gälla efter uppkalkning till mål-pH.

De principer och data som ligger till grund för beräkning av utlakningsförlusterna presenteras närmare i anslutning till figur 1 och tabell 4.

Surt nedfall

Svavelnedfallet och den därav orsakade försurningen har ökat med åren och tilldrar sig numera stort intresse. Bas för beräkning av den surgörande effekten är totaltillförseln från atmosfären enligt data från atmosfärkemiska stationer. Nedfallet inkluderar också en del sura kväveföreningar. Översättningen till en siffra per län är naturligtvis ungefärlig.

Grödans kalciumupptagning

Med grödan bortförs en del kalcium. Det är små mängder, utom för vissa grödor, t ex klöver och lusern. Återtillförsel via stallgödsel kompenserar till en del upptaget. Effekterna av det totala katjonutbytet med marken hänger också samman med effekten av kvävegödsling och kväveupptagning. Det kan därför diskuteras om man skall ange grödans kalciumupptagning som en särskild komponent. Detta har gjorts med tanke på vissa grödors relativt stora kalciumkonsumtion.

Kvävegödsling

Kalkförlusten genom kvävegödsling har beräknats så, att länets förbrukning av olika gödselmedel har multiplicerats med respektive gödselmedels försurande verkan enligt vanligen använda riktvärden. Division med arealen ger siffran i kg CaO per ha. Siffrorna är hämtade från tabell 2 och framräknade enligt riktvärdena i tabell 3. De låga siffrorna beror i några fall på stor andel kalksalpeter, som har viss kalkverkan. Detta gäller t ex Östergötlands, Malmöhus och Skaraborgs län.

Underhållsbehov

Hela underhållsbehovet är summan av de fyra ovannämnda komponenterna. Det varierar som synes mellan 247 kg CaO per ha (Hallands län) och 84 kg per ha (Östergötlands län).

Slutsats

Behovet av underhållskalkning i de olika länen enligt här gjorda beräkningar får givetvis ses mot bakgrund av de osäkra faktorer på vilka skattningarna gjorts. Siffrorna skall betraktas som ungefärliga riktvärden.

Beräkningarna borde dock kunna ge vägledning för handeln (ang marknads-
volymen åren framöver) liksom för de rådgivande organisationerna, om
hur stort underhållsbehovet inom området kan bedömas vara. Det är in-
tressant att notera, att medeltalet för alla länen sammanfaller med det
underhållsbehov man räknat med de senaste åren som ett genomsnitt för
landet. Eftersom beräkningsgrunden är densamma för alla länen, bör mate-
rialet vara en god mätare på variationen mellan de olika länens genom-
snittliga underhållsbehov. Det bör dock starkt framhållas, att rådgiv-
ningen till den enskilde jordbrukaren i fortsättningen liksom tidigare
måste grundas på markkartan och genom kontroll av densamma minst en
gång och gärna ett par gånger under en 10-årsperiod. Behovet av under-
hållskalkning är bl a beroende av vilka kvävegödselmedel som används.

Summary

The acidification shows an increasing trend and stresses the need for
maintenance lime applications. As an average for Swedish agriculture
the maintenance requirements will be about 150 kg CaO per hectare and
year.

An attempt to break down the maintenance lime requirement regionally
has been done in this report. For each county the requirement has been
calculated by adding the components leaching, acid atmospheric deposi-
tion, crop uptake and the effects of fertilizers.

According to the calculations the yearly maintenance requirements (aver-
ages for each county) vary between 247 kg CaO per ha (county of Halland)
and 84 kg CaO per ha (county of Östergötland).

Referenser

1. "Kalkningsproblemet", av S. Tovborg-Jensen. Växtnäringsnytt 1955,
2:29.
2. Lanna-försöken. Statens Jordbruksförsök, meddelande 96, 1958.
3. Dränvandsundersökelse 1971-74, (L. Hansen). Tidskrift för Planteavl 79,
5, 670.

Bakgrundsmaterial för beräkning av kalkbehov

I det följande presenteras några data och beräkningar som leder fram till siffervärdena i tabell 1.

Tabell 2. Grunddata för beräkning av kalkbehov

Table 2. Basic data for calculating of liming needs

Län <i>County</i>	Areal 1000 ha	pH-värde		Kalkförlust genom N-gödsling <i>Loss of lime</i>		Perkolation (avdränerande vatten) <i>Drainage</i> mm
		medel <i>average</i>	mål <i>aim</i>	N-gödsling <i>Fertilization</i> 1000 ton CaO	Kg/ha CaO	
A+B	99	6,1	6,3	6,0	60	80
C	161	6,4	6,3	12,3	77	80
D	142	6,2	6,3	9,7	68	80
E	221	6,2	6,3	4,7	21	80
F	97	5,7	6,1	6,4	66	170
G	61	5,8	6,1	3,1	51	170
H	136	6,1	6,3	7,8	57	80
K	39	6,0	6,2	2,6	67	150
L	185	6,3	6,4	8,4	45	200
M	309	6,65	6,5	7,6	25	200
N	126	5,8	6,1	9,8	78	300
O}	232	5,8	6,1	1,8	59	250
P}				5,9		
R	288	6,0	6,2	9,5	33	170
S	125	5,8	6,1	7,7	60	160
T	119	6,0	6,2	10,1	85	170
U	134	6,1	6,3	10,6	79	170
W	67	5,7	6,1	4,7	70	120
X	80	5,7	6,1	4,6	58	120
Y	63	5,7	6,1	2,1	33	120
Z	46	6,0	6,0	1,8	39	120
AC	91	5,5	6,0	3,3	37	100
BD	46	5,6	6,0	2,5	54	100
Summa	2953					

Areal

Siffrorna gäller år 1981.

pH-värde

Medel-pH har beräknats efter uppgifter från respektive lantbruksnämnder. Det är ett vägt medeltal för olika områden inom länet. Mål-pH skulle vara det man syftar till, också som ett vägt länsmedeltal. Hänsyn har därvid tagits till de olika krav på kalktillståndet som växtodlingsinriktning och jordart kräver. Detta mål-pH kommer in vid beräkning av utlakningen (se nedan). Mål-pH har medvetet hållits i underkant för att undvika överskattning av kalkbehovet.

Kalkförlust genom kvävegödsling

Komponenten har beräknats genom att länets förbrukning av olika gödselmedel har multiplicerats med respektive gödselmedels försurande verkan enligt vanligen använda riktvärden (tabell 3). Division med arealen ger siffran i kg CaO per ha.

Tabell 3. Olika gödselmedels kalkeffekt (+) respektive försurningseffekt (-)
Table 3. Lime effect (+) resp. acidification (-) of different fertilizers

Gödselmedel <i>Fertilizer</i>	Kg CaO/kg N
Urea	- 1,0
Kalkammonsalpeter, N28	- 0,5
Ammonsulfat	- 3,0
Na-salpeter	- 0,4
Chilesalpeter	+ 1,0
Kalksalpeter	+ 0,7
N30 (lösning)	- 1,0
NP 26-6	- 1,1
NP 20-12	- 1,8
NPK 20-6-6	- 1,3
NPK 20-5-9	- 1,3
NPK 20-5-8	- 1,3
NPK 16-7-13	- 1,8
NPK 16-5-12	- 1,3
NPK 15-4-12	- 1,2
NPK 14-6-17	- 2,0
NPK 12-9-16	- 2,2
NPK 11-5-18	- 1,7
NPK 8-7-16	- 2,5

Riktvärden enligt tabell 3 ger av allt att döma en viss överskattning av gödslingens försurningseffekt i svensk växtodling. De har emellertid använts i många år (hälften av kvävet antas utnyttjat sedan allt ammoniumkväve överförts i nitratkväve) och en revision får anstå till ett senare tillfälle.

Det som här kallats försurning genom gödsling är egentligen ett ofullständigt begrepp. En rättare benämning vore: "syra-bas-effekter av grödans näringsupptagning och näringsämnenas reaktioner i marken". Sluteffekten varierar bl a beroende på gröda. Baljväxter t ex är försurande trots att de inte kvävegödslas. Dels är de rika på kväve som mineraliseras och nitrifieras, varvid bildas salpetersyra, dels upptar de relativt stora mängder kalcium och andra baskatjoner. Detta borde egentligen komma med här, där effekterna av grödans näringsupptagning inkluderas, men det skulle fordra en omarbetning av vanligen använda begrepp och har på detta stadium inte bedömts lämpligt.

Stallgödseln är en annan osäker faktor. Återförseeln av kalcium och övriga baskatjoner är redan omnämnd. Kvävet i stallgödseln har inte medtagits alls i beräkningarna. Är den gödseln ej alltför kväverik, bör den ha en viss kalkverkan. I försök uppmäts ofta en svagt försurande till neutral effekt. Effekten bör bero på sammansättning, kvävet utnyttjandegrad och den tid som studeras. Vid gott utnyttjande (måttliga givor vintern eller våren) bör gödseln ha en viss kalkverkan på sikt, vid dåligt utnyttjande

(t ex stora givor på hösten) en försurande effekt genom nitrifikation och utlakning av kväve.

Perkolation

Perkolationen, avdränningen av vatten, styr utlakningens storlek. Den har uppskattats som nederbörd minus evapotranspiration (=totala vattenavdunstningen från mark och växter) och ytaavrinning.

Skattning av utlakningen

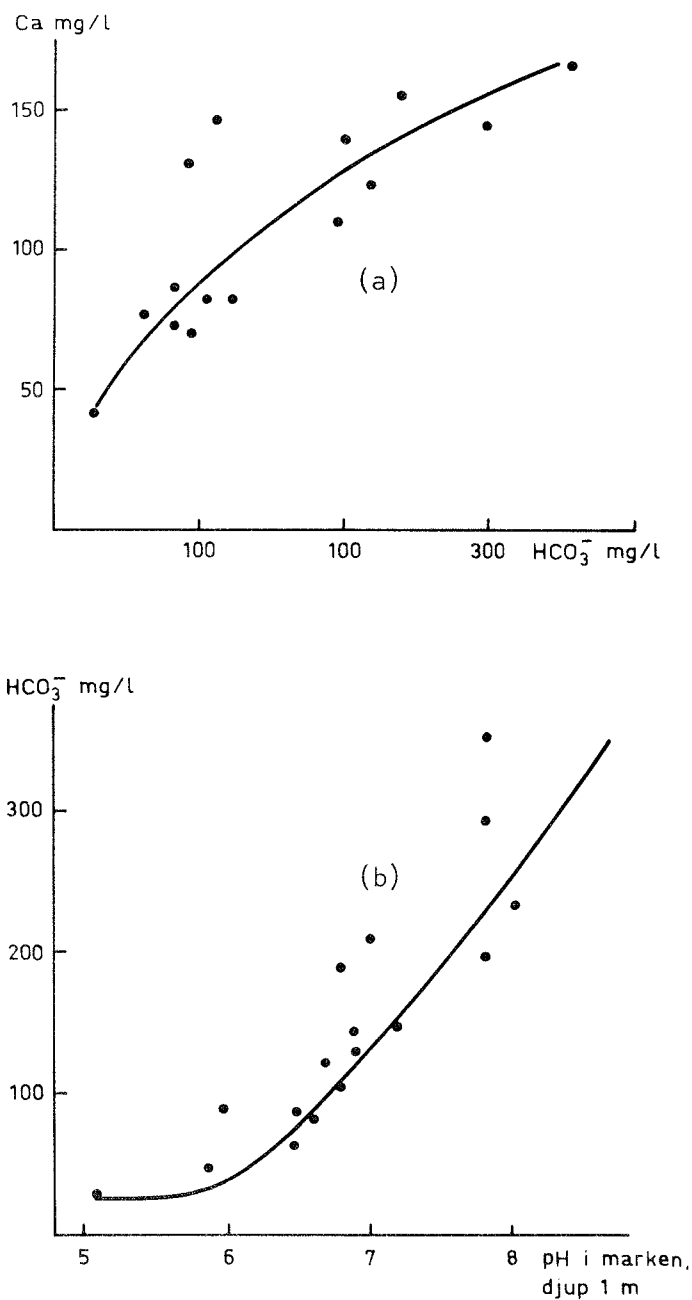
Klart är att utlakningen ökar med jordens pH-värde. Därmed får vi ett samband mellan kalktillstånd och kalciumförluster. I en del långliggande kalkningsförsök har kalkförlusterna visat sig vara direkt proportionella mot givan (1,2). Förlusterna beror på vilken pH-höjning en viss kalkgiva åstadkommer, vilket varierar mellan olika jordar.

Kalkförlusterna kan också uppskattas genom andra undersökningar än kalkningsförsök. Ur danska analyser av jord och dräneringsvatten (3) kan erhållas ett samband mellan utlakningsförluster och jordens pH-värde. Detta kan efter bearbetning användas för att uppskatta utlakningsförlusterna vid olika kalktillstånd i marken och vid olika nederbördsförhållanden.

I det danska materialet redovisas både halterna av kalcium (Ca^{2+}) och vätekarbonat (HCO_3^-) i vattnet samt jordens pH-värde vid dräneringsdjup. Dessa data är sammanställda i figur 1. Det finns inget strängt samband mellan halten kalcium och halten vätekarbonat, emedan kalciumhalten även bestäms av halten sulfat, klorid och nitrat i marken. Utöver denna grundvariation bör emellertid vätekarbonathalten i stor utsträckning styra kalciumhalten.

Det är vätekarbonat- och karbonatjonerna som kan påverka kalciumutlakningen, inte kolsyran som sådan.

Vilka faktorer bestämmer då vätekarbonat- och karbonathalten? Rotandningen och mikrobverksamheten förser marken med koldioxid. Vidare bestämmer pH-värdet vilka former koldioxidsystemet kommer att befinna sig i. Vid pH-värden under 6 föreligger endast en liten del av kolsyrasystemet i form av vätekarbonat, vid pH-värden över 6,6 större delen. Det bör observeras, att det pH-värde som angivits gäller markdjup motsvarande dräneringen. Sambandet gäller alltså vätekarbonathalt i markvätska och indirekt förutsättningen för kalciumförluster från motsvarande markskikt. Sambandet kan användas för skattningar av kalciumförlusterna från matjordslagret, dvs behovet av underhållskalkning vid pH-värden som gäller för matjorden.



Figur 1. Samband mellan dräneringsvattnets vätekarbonat - och kalciumhalt (a) samt mellan markens pH-värde och dräneringsvattnets vätekarbonathalt (b)

Figure 1. Relationship between the content of hydrogenous carbonate and that of calcium in the drainage water (a) and between the pH-value of the soil and the content of the hydrogenous carbonate in the drainage water (b)

Tabell 4. pH-beroende kalkförluster från marken

Table 4. pH-dependent losses of lime from the soil

pH i mark <i>pH in soil</i>	Vätekarbonat <i>hydr carbonate</i> mg/l HCO_3^- fig. 1	Motsv.förl. <i>Corresp losses</i> kg/ha CaO avr. drainage 100 mm	Förl. inkl grund- utl. <i>Losses incl.</i> <i>basic leaching</i> 20 kg/ha CaO avr. drainage 100 mm	Förluster vid olika avrinning <i>Losses at different drainage. Kg/ha CaO</i>					
				80 mm	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
5,0	25	11	31 (11+20)	24	31	47	62	78	93
5,5	30	14	34	25	34	51	68	85	102
5,8	35	16	36	29	36	55	74	93	111
6,0	40	18	38	30	38	57	76	95	114
6,1				33	41	62	82	103	123
6,2	48	22	42	34	42	63	84	105	126
6,3				36	46	68	91	114	137
6,4	63	29	49	40	49	74	98	123	147
6,5				43	54	81	108	135	162
6,6	85	39	59	47	59	89	118	148	177
6,7				53	66	99	132	165	198
6,8	110	50	70	56	70	105	140	175	210
6,9				61	76	114	152	190	228
7,0	135	62	82	66	82	123	164	205	246

Figurens övre del visar sambandet mellan vattnets halt av HCO_3^- och Ca^{2+} . Spridningen är tämligen stor, men sambandet visar dock tydligt, att koncentrationen av HCO_3^- i avrinnande vatten spelar stor roll för kalciumförlusterna, även om andra anjoner än vätekarbonat finns med i bilden.

Det nedre diagrammet visar hur koncentrationen av vattnets HCO_3^- beror av markens pH-värde. Här är variationen mindre, vilket visar att pH-värdet styr koncentrationen av HCO_3^- . Den kurva som inritats följer också nära den teoretiska som kan framräknas ur kolsyrasystemets jämviktskonstanter. Det förefaller därför möjligt att använda sambandet för att beräkna kalciumförlusterna från matjordslagret.

Beräkningsgången är följande:

Diagrammet ger koncentrationen av HCO_3^- vid ett givet pH-värde. Det antas att HCO_3^- åtföljs av ekvivalent mängd kalcium ($\text{mg Ca} = \frac{20}{61} \times \text{mg HCO}_3^-$).

Multiplikation med avrinnande vattenmängd ger kalciumförlusten, som omräknas till kg CaO per ha. ($\text{mg per l} = \text{kg per ha vid 100 mm avrinning}$; $\text{CaO} = \text{Ca} \times 1,4$). Av tabell 4 framgår det så beräknade sambandet mellan pH-värde och kalkförlust vid olika mängder avrinnande vatten. Grundutlakningen (ej pH-beroende) motsvarande 20 kg CaO per ha enligt tabellen avser den mängd kalcium som balanserar övriga anjoner än vätekarbonat i dräneringsvattnet (klorid, sulfat, nitrat). Skattningen är baserad på utlakningsundersökningar.

Man kan med rätta invända att detta är ett teoretiskt samband. Det kan dock jämföras med försöksdata från Lannaförsöken. Detta är gjort i tabell 5. Överensstämmelsen är naturligtvis inte perfekt, men skattningen speglar någorlunda de uppmätta kalkförlusterna.

Tabell 5. Jämförelse mellan i tabell 4 saktade värden och uppmätta kalkförluster i försöken vid Lanna.

Table 5. Comparison between the figures in table 4 and the losses of lime in the trials at Lanna experimental station

Kalkgiva Rate of lime ton/ha CaO		Förluster Losses Kg/ha CaO		Förluster/losses enl. tabell 4 (200 mm) kg/ha CaO
	pH			
<u>Lanna försök/trial IV</u>				
0	5,8	77		74
1,5	6,1	87		82
3	6,3	97		91
6	6,7	118		131
12	7,5	192		ca 200
<u>Lanna försök/trial VII</u>				
0	6,0	56		78
1,5	6,2	63		84
3	6,4	71		98
6	6,7	84		130
12	7,4	174		ca 200

RAPPORTER FRÅN AVDELNINGEN FÖR VÄXTNÄRINGSLÄRA

Komplett serieförteckning, författar- och ämnesregister återfinns i rapport nr 100.

Nr	År	
101	1976	Håkan Skoug och Jan Persson: Försök med frit-preparat (mangan, bor och kopparpreparat).
102	1976	Lars Gunnar Nilsson och Olle Johansson: Långsiktiga effekter av gödsling med olika kväveföreningar, mikro-näringsämnen och svavel.
103	1976	Kalju Valdmaa: Funktionen i förmulningsklosett Toga.
104	1976	Hans Gerhard Jerlström: Rapport från två "fullständiga fastliggande gödslingsförsök" med handelsgödsel, stallgödsel och kalk. Riksförsöksserie R3-8083.
105	1976	Olle Johansson och Lennart Mattsson: Aminosyrasammansättningen hos fyra kornsorter vid extremt varierad kvävegödsling.
106	1976	Subrata Ghoshal: Specifika tungmetaller i systemet mark-växt, med särskild hänsyn tagen till riskerna för ekologisk förorening (En litteraturöversikt). (Engelsk text med svensk sammanfattning).
107	1976	Gyula Simán och Sven L. Jansson: Undersökning av proteininlagringens dynamik vid kärnbildningen hos vårvete.
108	1976	Kalju Valdmaa och Ulrich Schoeps: Omsättning av hus-hållssopor vid närvaro av DDT.
109	1977	Karl Olof Nilsson: Svavelverkan av superfosfater. Fältförsök i Skåne 1957-1973.
110	1977	Lennart Mattsson: Fördelning av kväve till gräsvall.
111	1977	Kalju Valdmaa: Funktionen i förmulningstoaletten "Biolo".
112	1977	Börje Lindén: Utrustning för jordprovtagning i åkermark.
113	1977	Gyula Simán och Sven L. Jansson: Undersökning av olika kornsorters respons för kvävetillgång i jorden.
114	1978	Lennart Mattsson och Tord Eriksson: Tillförselsätt för olika kvävegödselmedel till vårstråsd. <i>Method of application for different nitrogen fertilizers to spring cereals.</i>
115	1978	Lennart Mattsson: Stigande mängder kväve till gräsvall i Mellansverige. <i>Nitrogen for grass dominated leys in central Sweden.</i>

Nr	År	
116	1978	Lennart Mattsson: Kvävegödsling på hösten till höstvete. <i>Nitrogen dressing in the autumn for winter wheat.</i>
117	1979	Gyula Simán: De permanenta kalkningsförsöken under 1962-1977 a) Markkemiska undersökningar och skörderesultat. <i>Long-term liming experiments 1962-1977</i> a) <i>Soil analyses and yield responses.</i>
118	1979	Subrata Ghoshal: Slampelletts som växtnäringskälla 1. Utvärderingsförsök (1976-1978) <i>Sludge-pellets as a plant nutrient source</i> 1. <i>Evaluation experiments (1976-1978).</i>
119	1979	Börje Lindén: Mineralkväveförrådets storlek och förändring i markprofilen vid odling av sockerbetor och korn. Studier i växtföljdsförsöken R4-001, R4-002 och R4-003 i Skåne 1978. <i>Mineral nitrogen supply in profiles of soils cropped with sugar beets and barley.</i> <i>Studies in crop rotation trials in Skåne, south Sweden, 1978.</i>
120	1979	Börje Lindén: Alvprovtagning med "Ultuna-borren" - för markkartering och framtida N-prognoser. <i>Subsoil sampling with the "Ultuna Core Sampler".</i>
121	1979	Lennart Mattsson: Kväveintensitet vid olika markbördighet. Jordanalydata vid försöksstarten. <i>Nitrogen intensities at different soil fertilities.</i> <i>Soil analysis data at the experimental start.</i>
122	1979	Börje Lindén: Kvävegödsling baserad på bestämning av mineralkväveförrådet i marken. Lägesrapport om N-prognosverksamhet i några europeiska länder och i Nordamerika. <i>Nitrogen fertilizer recommendations based on determination of mineral nitrogen in soils.</i> <i>Research and extension facilities for N-prognosis in some European countries and in North America.</i>
123	1980	Lennart Mattsson: Vinterklimatets betydelse för kväveeffekten i vårstråsäd nästkommande vegetationsperiod. <i>Impact of winterclimate on the nitrogen effect on spring cereals nextcoming vegetation period.</i>
124	1980	Magnus Hahlin och Haldo Carlsson: Verkan av kväve, fosfor och kalium på avkastning och kvalitet hos några matpotatissorter. <i>The influence of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on yield and quality of some table potatoes.</i>

Nr	År	
125	1980	Börje Lindén: Mineralkväve i åkerjordar i Halland och Uppland. <i>Mineral nitrogen in cultivated soils in the Swedish provinces of Halland and Uppland.</i>
126	1980	Gyula Simán och Harry Linnér: Styrning av stråsädesgrödans kärnavkastning och proteinhalt genom kvävegödsling efter växtanalys och genom bevattning. <i>Control of yield and protein in cereals by nitrogen fertilization based on plant analysis and by irrigation.</i>
127	1980	Karl Olof Nilsson: Skördeutveckling och omsättning av organisk substans vid användning av olika kvävegödselmedel och organiska material. Undersökningar i ett ramförsök under 20 år. <i>Development in harvest and conversion of organic matter when using different nitrogen fertilizers and organic materials. Studies in a small-plot field trial during 20 years.</i>
128	1980	Jan Persson: Detaljstudium av den organiska substansens omsättning i ett fastliggande ramförsök. <i>Detailed investigations of the soil organic matter in a long term frame trial.</i>
129	1980	Janne Eriksson, avd för lantbrukets hydroteknik: Inverkan på markstrukturen av olika kvävegödselmedel och organiska material. <i>The influence on soil structure of different nitrogen fertilizers and organic materials.</i>
130	1980	Lennart Mattsson och Nils Brink: Gödslingsprognoser för kväve. <i>Fertilizer forecasts.</i>
131	1980	Magnus Hahlin, Lennart Johansson och Lars Gunnar Nilsson: Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium. I. Kärnförsök. <i>Effects of potassium fertilization depending on the balance between potassium and magnesium. I. Pot experiments.</i>
132	1981	Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. I. Litteraturöversikt. <i>Movement and distribution of ammonium- and nitrate-N in the soil. I. Literature review.</i>
133	1981	Peder Waern: Spridningstidpunkt och tillförselsätt för flytande kvävegödselmedel till stråsäd. <i>Time and method of application of nitrogen solutions for cereals.</i>

Nr	År	
134	1981	Lennart Mattsson: Gödslingsystem. <i>Fertilizing systems.</i>
135	1981	Lennart Mattsson och Johan Biärsjö: Kvävegödsling till korn. <i>Nitrogen fertilization to barley.</i>
136	1981	Karl Olof Nilsson: Allsidig växtnäringstillförsel. <i>Balanced supply of complete plant nutrients.</i>
137	1981	Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävets rörelser och fördelning i marken. II. Metoder för mineralkväveprovtagning och -analys. <i>Movement and distribution of ammonium- and nitrate in the soil. II. Methods of sampling and analysing mineral nitrogen.</i>
138	1981	Jan Persson: Växtföljdens och skörderesternas effekt på skördeutvecklingen. <i>Effect of crop rotations and harvest residues on the yield development.</i>
139	1982	Arne Gustafson och Lennart Mattsson: Tidig gödslingsprognos och grödans kväveförsörjning. <i>Fertilizer forecasts and the nitrogen supply of the crop.</i>
140	1982	Peder Waern: Höst- och vårspridning av kväve till höstvete. <i>Autumn and spring application of nitrogen to winter wheat.</i>
141	1982	Lars Eric Andersson: Utrustning för jordprovtagning i markprofilen. <i>Equipment for soil sampling in the profile.</i>
142	1982	Lars Gunnar Nilsson: Borgödsling - små givor, kalktillstånd och till olika grödor. <i>Boron fertilization - small rates, level of lime and to different crops.</i>
143	1982	Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävets rörelser och fördelning i marken. III. Inverkan av nederbördsförhållanden och vattentillgång, studier i modell- och ramförsök. <i>Movement and distribution of ammonium- and nitrate-N in the soil. III. Influence of precipitation and water supply. Studies in model and frame experiments.</i>
144	1982	Janne Ericsson och Göte Bertilsson: Regionala behov av underhållskalkning. <i>Regional needs of maintenance liming.</i>

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Soil Fertility, Swedish University of Agricultural Sciences. The series is available at the Division and can, as far as supplies admit, be ordered from the Division of Soil Fertility.

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Avdelningen för växtnäringslära
750 07 UPPSALA

Tel. 018-10 20 00 ankn. 1249, 1255
