

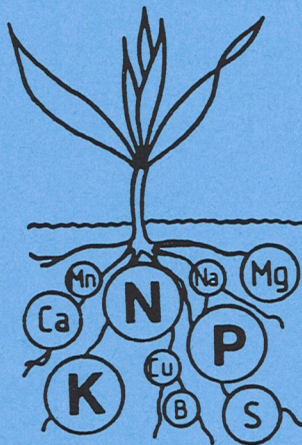


**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **Fältförsök med kalkning av fastmarks- jordar i Norrland**

Field experiments with liming of mineral soils in  
North Sweden

**Enok Haak**



---

**Institutionen för markvetenskap  
Avd. för växtnäringslära**

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

**Rapport 192  
Report**

**Uppsala 1993**  
ISSN 0348-3541  
ISRN SLU-VNL-R-192-SE

---

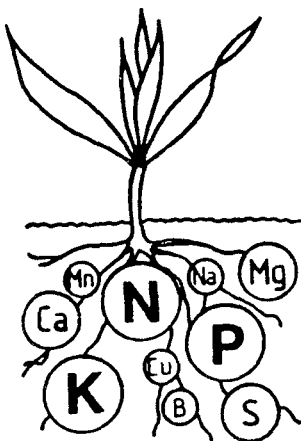


**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **Fältförsök med kalkning av fastmarks- jordar i Norrland**

Field experiments with liming of mineral soils in  
North Sweden

**Enok Haak**



---

**Institutionen för markvetenskap  
Avd. för växtnäringslära**

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

**Rapport 192  
Report**

**Uppsala 1993**  
ISSN 0348-3541  
ISRN SLU-VNL-R-192-SE

---

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning	7
Material och metoder	8
Grödor	8
Försöksplatser	8
Försöksplan	9
Redovisning	10
Resultat och diskussion	11
Effekter på mark	11
Effekter på skörd	15
Näringsinnehåll i växt	18
Avslutande synpunkter	20
Summary	21
Litteratur	22
Appendix	23

## FÄLTFÖRSÖK MED KALKNING AV FASTMARKSJORDAR I NORRLAND

- o Sexton försök med kalkning av fastmarksjordar till 70 och 100 V% genomfördes under 1966-90, sex i Y-län samt fem i vardera AC- och BD-län.
- o Resultat av mark- och växtdata redovisas för 133 försöksår. Korn, vall, grönfoderraps och potatis odlades respektive 54, 51, 17 och 11 försöksår.
- o Nio försök, liggtid två till sju år, kalkades endast vid start. I övriga sju, liggtid 6-22 år, underhållskalkades vid 1-3 tillfällen i två försöksled.
- o Kalkning påverkade jonbalans och växtnäringsstatus i marken. Den ökade halten av Ca-AL, pH och V%, alla i proportion till kalkgivan.
- o P-AL och Mg-AL ökade något med kalkgivan och förstärktes av underhållskalkning. Omvänt fanns en svag trend till sänkning av K-AL.
- o Skördeökning för kalkning var mest entydig i korn, mindre entydig i vall och minst entydig i grönfoderraps samt uteblev eller var svagt negativ i potatis.
- o Skörden ökade som regel efter kalkning liksom kväve- och fosforupptaget. I de kortvariga försöken ökade kväveinnehållet i kärnskoroden av korn, ca 10 kg/ha.
- o Med hänsyn till låg skörderespons och hög kalkförlust vid stegrad kalkgiva bör man på lång sikt eftersträva ett kalktillstånd motsvarande ca 70 V%.
- o Före vallinsädd i korn är ofta det lämpligaste kalkningstillfället. Med hänsyn till att kalkning av sura jordar ökar N-mineraliseringen bör man samtidigt minska N-givan till insådden med ca 20 kg/ha N.
- o Grundkalkning och underhållskalkning - baserad på S-värde, eller Ca-, Mg- och K-AL eller enbart Ca-AL, samt T-värde - är rationella åtgärder för att uppnå och på sikt bevara bördighet och produktionsförmåga på norrländska fastmarksjordar.

## INLEDNING

Kalkning påverkar en jords kemiska, fysikaliska och biologiska egenskaper. Halt av lättlösligt Ca, pH och basmättnadsgrad (V%) ökar (Jansson, 1979) medan halt av aktivt aluminium minskar (Ståhlberg, 1982; Siman, 1989). Mikrofloras sammansättning ändras. Andelen svampar minskar medan andelen av bakterier och aktinomyceter ökar. Alla dessa förändringar är gynnsamma ur bördighetsynpunkt. De förbättrar rotmiljön och ökar normalt en jords produktionsförmåga.

Negativa kemiska kalkeffekter har emellertid observerats och kräver uppmärksamhet (Siman, 1989). Höjning av pH-värdet medför, med undantag för molybden, en minskad växttillgänglighet av mikronäringsämnen. Kalkning kan därför öka risken för brist på bor, koppar, mangan eller zink. Om dessa brister inte åtgärdas kan leda till lägre skörd än före kalkning. Däremot medför kalkning en minskad fastläggning av labil markfosfor och nytillförd lättlöslig gödsel fosfor. Den kan även öka mineralisering av organisk bunden fosfor och kväve.

Skörderespons för kalkning varierar med gröda och årsmån samt med åstadkommen förändring av basmättnadsgrad, här benämnd V%. Genomsnittliga resultat från tidigare redovisade försöksserier visar detta. I en serie, omfattande 7 försök och en 24-årig försöksperiod, erhöles en säker merskörd vid kalkning till 70 V% i stråsåd, vall och oljeväxter. Vid stegrad kalkning till 100 V% erhöles ytterligare en mindre skördeökning i stråsåd och vall. (Siman, 1985, 1989)

I en annan serie, omfattande 28 försök och en 7-årig försöksperiod, erhöles en säker skördeökning i stråsåd vid kalkning till enbart 55 V% under ett av försöksåren, i stråsåd och vall vid kalkning till 70 V% under fem av de sju försöksåren men i denna serie inte någon skördeökning vid stegrad kalkning till 100 V%. (Haak & Siman 1992)

Från ovan relaterade svenska försöksserier kan vi dra den slutsatsen att 70 V% synes vara normalt att eftersträva vid kalkning av mineraljordar. Denna V% motsvarar ett pH-värde av 6,2-6,5.

I Västernorrlands, Västerbottens och Norrbottens län finns enligt tillgängliga markkarteringsdata ca 94 000 ha åkermark med lägre pH-värde än 5,0. Behovet av kalkning får därför bedömas som stort i denna region.

Hur ofta och när i växtföljden, som vi bör kalka för att underhålla och bevara ett bra kalktillstånd, är emellertid frågor, som kräver ytterligare belysning. I avsikt att besvara dessa, och då särskilt för norrländsk växtodling, har sammanlagt 16 kalkförsök (R3-1005) med olika liggtid utförts vid avdelningen för växtnäringlära. Sju försök startades 1966 övriga senare. Här redovisas mark- och skördeffekter fram till 1990 för sammanlagt 133 försöksår.

## MATERIAL OCH METODER

### Grödor

Vall och korn dominerade som grödor. De odlades under 54 respektive 51 försöksår. Grönfoderraps odlades under 17 och potatis under 11. Grödor för enskilda år och försöksplatser framgår av appendix. Sammanlagt nio försöksår har av olika anledningar inte medtagits i sammanställningen; hög variationskoefficient (korn 1 år), udda gröda (havre 1 år), skördat i grönt tillstånd före mognad (korn 1 år), missväxt (potatis 3 år) och träda (3 år).

### Försöksplatser

Vid försöksstart på 60- och 70-talet uttogs jordprov från matjordslagret på ett 50-tal platser i Norrland. 16 av dessa, som uppfyllde kravet att vara mineraljord och i behov av kalkning utvaldes. Sex platser är belägna i Västernorrlands län (Y-län) samt 5 i vardera Västerbottens och Norrbottens län (AC- och BD-län). Försökens liggtid samt pH, K-HCl, mullhalt och jordart återges i tabell 1.

Som framgår dominerade leriga mo- och mjälajordar, vilket är karakteristiskt för de älvdalar i Norrland till vilka försöken lokaliserades, figur 1.

Mullhalten varierade från 3,0 till 9,4. K-HCl varierade från 60 till 265 som motsvarar en lerhalt från ca 5 till 25 %. Som en följd av variationen i mullhalt och lerhalt varierade basbyteskapaciteten, dvs T-värdet, som diskuteras senare.

Tabell 1. Försöksperiod, pH(H<sub>2</sub>O), halt av svårslösligt kalium (K-HCl), mullhalt och jordart

Table 1. Experimental period, pH, content of, slightly soluble potassium (K-HCl), soil organic matter and soil type

Nr No.	Plats Site	Förs.per. Year	n	pH	K-HCl mg/100 g soil	Mull SOM %	Jordart Soil type
Y-111	Bjästa	1966	3	5,6	140	9,4	lmj Mo
Y-112	Kvarsätt	1966	3	5,6	120	3,3	lsa Mo
Y-48	Arnäsvall	1969	3	5,6	265	5,0	lmo Mj
BD-250	Sockenträsk	1969	4	5,6	100	4,8	svlmj Mo
Y-113	Svanholm	1966	6	5,6	240	4,8	mo LL
Y-114	Hamre	1966	6	5,6	240	4,4	lmj Mo
AC-142	Älglund	1966	7	5,6	180	4,5	lmj Mo
AC-145	Innervik A	1966	7	5,6	110	4,9	svlmj Mo
BD-37	Roknäs	1966	7	5,6	205	6,0	l Mo
AC-8	Innervik B	1973	6	5,6	175	20,0	G
BD-9	Buddbyn	1973	6	5,6	175	5,8	l Mo
AC-11	Lund	1979	12	5,6	60	6,0	lmj Mo
BD-13	Öjebyn	1979	12	5,6	195	3,0	lmj Mo
AC-12	Stenfors	1972	19	5,6	120	5,8	l Mo
BD-23	Vojakkala	1972	19	5,6	60	4,8	sa Mo
Y-2	Sättna	1969	22	5,6	250	4,1	mj LL

### Försöksplan

Med fem behandlingar och fyra upprepningar bestod varje försök av 20 rutor, som regel av 90 m<sup>2</sup> storlek.

- |  |  |
|--|--|
| A. Utan kalk   | A. No liming                                 |
| B. Grundkalkning till 70 V%                              | B. Basic liming to 70 BS%                    |
| C. Grundkalkning till 100 V%                             | C. Basic liming to 100BS%                    |
| D. Grundkalkning och under-<br>hållskalkning till 70 V%  | D. Basic and corrective<br>liming to 70 BS%  |
| E. Grundkalkning och under-<br>hållskalkning till 100 V% | E. Basic and corrective<br>liming to 100 BS% |

På basis av S- och T-analyser (tabell 2) samt därav be-  
tingade basmättnadsgrader, dvs  $V\% = (S/T) 100$ , beräk-  
nades de teoretiska kalkgivorna för att uppnå 70 och  
100 V%. På samtliga försöksplatser gäller de för ett  
matjordsdjup av 20 cm och en volymvikt av 1,25 kg/l.  
Som kalkningsmedel användes genomgående Köpings kalk-  
stensmjöl, 0-0,5 mm och ca 50 % CaO.

De på detta sätt beräknade kalkgivorna, anges i tabell  
2 i kg CaO per hektar. Nio försök med liggtid 3-7 år  
kalkades endast vid försökens utläggning. De 7 övriga  
mera långvariga försöken kompletteringskalkades i led D  
och E efter ny kalkbehovsbestämning. De erforderliga  
kalkmängderna varierade givetvis med S- och T-värden  
samt avsedd V% i respektive led.

### Redovisning

Effekter av kalkning på markbördighet redovisas för-  
öksvis som analysstal för kalk- och fosfortillstånd och  
i viss utsträckning även för kalium- och magnesiumtill-  
stånd.

Genomsnittliga effekter av kalkning på skördeutbyte  
redovisas dels *försöksvis*, omräknat för olika grödor  
till skördeenheter per ha enligt särskilt förfarande,  
dels *grödvis* som kärnskörd av stråsäd och som fröskörd  
av oljeväxter med 15 % vattenhalt, som torrsubstans-  
skörd av vall och grönfoderraps samt som knölskörd av  
potatis.

Genomsnittliga effekter av kalkning på näringskoncen-  
tration och näringsupptagnig redovisas grödvis för N,  
P, K, Ca och Mg för nämnda ekonomiska skördeprodukter.



Avkastningen av de ekonomiskt viktiga skördeprodukterna redovisas årsvis för varje försöksplats i särskilt appendix, dels som skördar för olika grödor, dels som genomsnittliga relativtal för vissa tidsperioder.

## RESULTAT OCH DISKUSSION

### Effekter på mark

Försöksjordarnas S- och T-värde samt V% anges nedan tillsammans med beräknade kalkgivor avsedda att uppnå 70 och 100 V%, dels vid grundkalkning av alla 16 försöken, tabell 2, dels vid underhållskalkning i led D och E i sju av dessa försök, tabell 3. Helt naturligt varierade kalkgivorna med respektive jords S- och T-värde samt med avsedd V% efter kalkning. För de nio jordar som enbart kalkades vid försökens start var givorna i genomsnitt 3 140 och 7 380 CaO, kg/ha. Motsvarande startgivor för de övriga sju jordarna var 3 780 och 8000 CaO, kg/ha.

Tabell 2. Grundkalkning vid försökens start, CaO, kg/ha  
Table 2. Basic liming at the start of the experiments, CaO, kg/ha

Nr No	År Year	S-värde	T-värde	V%	Kalkning/Liming	
		S	CEC	BS%	70 V%	100 V%
Y-111	1966	7,9	13,6	58,1	4000	10550
Y-112	1966	3,6	7,0	51,4	1550	4110
Y-48	1969	7,7	17,2	44,8	3190	8210
BD-250	1969	5,5	14,3	38,8	3160	6160
Y-113	1966	9,2	18,4	50,0	1110	5770
Y-114	1966	8,3	13,8	60,1	1770	5990
Y-142	1966	4,6	11,0	41,8	3770	7770
AC-145	1966	6,0	13,4	44,8	3220	6550
BD-37	1966	10,0	15,9	62,9	2000	7000
AC-8	1973	9,7	36,3	26,7	11000	18620
BD-9	1973	7,7	20,0	38,5	1400	8610
AC-11	1979	7,0	14,0	50,0	2360	5880
BD-13	1979	7,0	15,0	46,7	1180	4200
AC-12	1972	8,0	20,0	40,0	1530	5750
BD-23	1972	3,0	10,0	30,0	2800	3900
Y-2	1969	7,2	16,5	43,6	3210	8020

I genomsnitt gavs 1 830 och 5 600 CaO, kg/ha, i de sju försök som underhållskalkades under försöksperioden, tabell 3. Av denna tabell 3 framgår att aktuell V% före underhållskalkning som regel avvek mer från tidigare avsedd 100 V% i led E än från 70 V% i led D.

Som påvisats tidigare (Haak & Siman, 1992), krävs det högre kalkgivor för att upprätthålla ett högre kalktillstånd än ett lägre. Mer kalk förbrukas och utlakas. Ofta ökar emellertid T-värdet något med kalkgivan.

Tabell 3. Underhållskalkning CaO, kg/ha, i led D/E  
Table 3. Maintenance liming CaO, kg/ha, in treatments D/E

Nr No.	År Year	S-värde S-value	T-värde CEC	V% BS%	Kalkn./Liming 70 V% 100V%	
AC-8	1976	26,0/28,0	40,0/40,0	65,0/70,0	1400	8400
BD-9	1976	12,0/18,0	24,0/27,0	50,0/66,7	3360	6300
AC-11	1980	11,0/13,0	14,0/15,0	78,6/86,7	-	1400
	1984	8,0/14,1	14,1/13,4	59,7/>100	980	-
BD-13	1980	8,0/ 8,0	15,0/15,0	58,3/58,3	1750	4900
	1984	12,7/13,0	13,6/13,0	97,7/100	-	-
AC-12	1976	11,0/14,0	19,0/21,0	57,9/66,7	2100	4200
	1980	14,0/20,0	20,0/21,0	70,0/95,2	-	700
	1984	12,1/18,0	18,5/18,0	67,2/100	-	-
BD-23	1976	9,0/ 9,0	15,0/15,0	60,0/60,0	1050	4200
	1980	10,0/ 9,0	17,0/16,0	58,8/56,2	1330	4900
	1984	10,4/16,8	15,2/ -	68,4/ -	-	-
Y-2	1976	12,0/13,0	16,0/16,0	75,0/81,2	-	2100
	1980	10,0/14,0	16,0/17,0	62,5/82,4	840	2100
	1984	10,7/16,0	16,4/16,0	66,9/100	-	-

Kalkningen påverkade pH och halter av AL-lösliga näringsämnen i marken. Vid registrering 2-3 år efter kalkning i de nio försök, som enbart grundkalkades, kvarstod i genomsnitt en pH-effekt på ca 0,2 och 0,4 enheter medan Ca-AL ökade med ca 100 och 200 mg per 100 g jord. P-AL ökade i genomsnitt 0,1 och 0,5 enheter. Den lägre kalkgivan ökade således P-AL-talet betydligt mindre än den högre kalkgivan.

Tabell 4. Effekt av kalkning på pH, Ca-AL och P-AL i de 9 försök, som enbart kalkades vid starten

Table 4. Effect of liming on pH, Ca-AL and P-AL in the 9 experiments, which were limed at the start only

Nr No.	pH-H <sub>2</sub> O			Ca-AL			P-AL		
	A	BD	CE	A	BD	CE	A	BD	CE
Y-111	5,8	6,1	6,2	180	220	290	5,7	5,7	7,3
Y-112	5,9	6,0	6,6	112	123	142	5,8	6,1	6,7
Y-48	6,3	6,4	6,4	190	345	588	5,6	5,7	5,5
BD-250	5,6	6,5	6,6	200	800	925	8,4	9,4	7,9
Y-113	6,1	6,2	6,6	178	173	260	4,2	3,7	4,3
Y-114	6,1	6,2	6,7	150	169	210	2,6	2,6	2,9
AC-142	6,1	6,0	6,4	156	145	205	6,4	6,5	6,6
AC-145	5,3	5,4	5,6	132	155	336	2,8	2,7	3,5
BD-37	5,9	6,0	6,2	200	234	345	4,4	4,4	5,6
Med.	5,9	6,1	6,4	166	263	367	5,1	5,2	5,6

Vid registrering två år före sista underhållskalkning i övriga sju försök, förstärktes kalkens pH-effekt i led C och E jämfört med enbart grundkalkning i led B och D, tabell 5. pH-H<sub>2</sub>O och pH-CaCl<sub>2</sub> var i led E i snitt 6,4 respektive 6,0. Ca-AL var samtidigt ca 60 mg högre i led C än i led E och i led B än i led D.

P-AL tenderade att öka med kalkgivan och var 1,4 enheter högre i led E än i led C, men endast 0,3 enheter högre i led B och D än utan kalkning i led A. K-AL och Mg-AL, som även bestämdes i dessa sju försök, förändrades något vid kalkning. Medan K-AL tenderade att minska ökade Mg-AL med kalkgivan. Mg-AL var samtidigt klart högre i led D och E än i respektive led B och C. Kalkningen har därför varit positiv för både fosfor- och magnesiumtillstånd, en trend som förstärktes genom underhållskalkning.

Tabell 5. Effekt av kalkning på pH, Ca-AL, P-AL, K-AL och Mg-AL i de sju försök som även underhållskalkades (D och E)

Table 5. Effect of liming on pH, Ca-AL, P-AL, K-AL and Mg-AL in the 7 experiments which also were relimed (D and E)

Nr No.	Behandling/Treatment					Behandling/Treatment				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
	<u>pH-H<sub>2</sub>O</u>					<u>pH-CaCl<sub>2</sub></u>				
AC-8	5,1	5,6	6,1	5,8	6,0	4,7	5,3	5,8	5,5	5,7
BD-9	5,0	5,2	5,7	5,5	5,8	4,6	4,9	5,4	5,1	5,5
AC-11	5,9	6,1	6,5	6,1	6,5	4,9	5,5	6,0	5,4	6,1
BD-13	5,9	5,8	6,2	6,1	6,7	4,6	4,8	5,5	6,0	6,4
AC-12	5,6	5,8	6,1	6,1	6,7	4,7	4,9	5,5	5,3	6,2
BD-23	5,9	5,8	6,0	6,2	6,6	5,3	5,4	5,5	5,7	6,2
Y-2	5,4	5,4	5,7	5,8	6,4	4,2	4,5	4,7	4,7	5,7
Med.	5,5	5,7	6,0	5,9	6,4	4,7	5,0	5,5	5,4	6,0
	<u>Ca-AL</u>					<u>P-AL</u>				
AC-8	240	400	540	470	500	8,0	8,1	8,8	7,2	7,4
BD-9	133	192	310	250	310	7,1	7,1	7,3	6,6	6,0
AC-11	100	124	159	117	190	8,5	7,7	9,1	7,2	7,8
BD-13	101	128	139	161	181	9,8	9,4	10,1	10,9	12,3
AC-12	106	145	193	186	307	18,4	20,4	20,8	20,0	24,6
BD-23	149	131	143	175	215	10,6	11,6	11,8	12,6	12,8
Y-2	121	139	160	168	236	6,0	6,1	6,0	6,0	6,7
Med.	135	180	235	218	277	9,8	10,1	9,7	10,1	11,1
	<u>K-AL</u>					<u>Mg-AL</u>				
AC-8	9,0	8,5	8,0	7,5	9,0	5,6	6,6	9,0	9,3	9,3
BD-9	13,0	11,5	10,0	9,0	8,5	11,9	12,1	13,6	13,4	15,3
AC-11	6,6	4,8	5,7	5,8	6,7	2,6	4,4	3,6	3,8	3,4
BD-13	7,0	9,0	7,5	7,0	6,5	5,1	4,5	6,5	4,9	4,7
AC-12	6,8	7,4	8,3	8,4	8,7	3,9	4,7	5,4	5,1	5,8
BD-23	9,5	9,6	9,5	10,0	9,5	9,4	10,2	12,4	15,1	16,3
Y-2	5,4	5,4	5,2	5,5	5,4	11,4	11,3	10,5	11,0	11,8
Med.	8,2	8,0	7,7	7,6	7,8	7,2	7,7	8,7	8,9	9,5

## Effekter på skörd

För att kunna jämföra skördeutbytet över alla försöksplatser och grödor, har avkastningen omräknats till skördeenheter per hektar. Detta har gjorts genom att multiplicera torrsubstansskördarna för olika grödor med koncentrationsfaktorer, framtagna av Helmenius et al (1957); 1,15 för korn, 0,96 för potatis samt 0,92 för grönfoderraps och vall. Grundskörd och skördeökning för kalkning nivellerade på detta sätt anges i tabell 5-7 tillsammans med grundskörd och skördeökning för enskilda växtslag.

Tabell 6. Genomsnittliga kalkeffekter på nivellerade skördar för alla grödor samt skördar av korn, vall, foderraps och potatis. Samtliga 16 försöksplatser  
Table 6. Average lime effects on levelled yields for all crops, and yields of barley, ley, fodder rape and potatoes. All 16 experimental sites

Försöksled Treatments	Alla grödor All crops <sup>a</sup>	Korn Barley <sup>b</sup>	Vall Ley <sup>c</sup>	F.raps F.rape <sup>c</sup>	Potatis Potatoes <sup>d</sup>
A	3550	3020	6490	4360	27,5
BD-A	120***	170***	90*	170*	0,5
CE-A	150***	240***	160*	170*	-0,2
CE-BD	30	60*	70	0	-0,7
Antal år Years (n)	133	54	51	17	11

- a) skördeenheter/ha ; crop units/ha  
b) kärna kg/ha (85 % ts) ; grain kg/ha (85 % DM)  
c) torrsubstans kg/ha ; dry matter kg/ha  
d) knölar ton/ha ; tubers ton/ha

Som framgår av tabell 6 varierade kalkningens skördeeffekt med gröda och giva. För grönfoderraps var skördeökningen lika stor för hög som låg giva medan den för vall tenderade att öka med givan. Den var i snitt signifikant högre i kornkärna vid den högre givan i led CE än vid den lägre givan i led BD. Kalkningen gav ingen eller negativ effekt för potatis medan den var positiv för övriga tre grödor. Av denna anledning medtages inte potatis i tabell 6 och 7.

I de nio försök som endast kalkades vid försökens start var kalkverkan entydig som framgår av tabell 6. För korn ökade kärnskorörden i snitt med 190 och 280 kg/ha i led BD respektive led CE med signifikant ökning från 70 till 100 V%, CE-BD. För vall och foderraps ökade torrsubstansskorörden med 200 respektive ca 250 kg/ha vid kalkning till 70 V% men inte ytterligare vid kalkning till 100 V%, CE-BD.

Tabell 7. Genomsnittliga kalkeffekter på nivellerade skördar för alla grödor utom potatis samt skördar av korn, vall, och foderraps. Nio försök med enbart grundkalkning

*Table 7. Average lime effects on levelled yields for all crops except potatoes, and yields of barley, ley and fodder rape. Nine experimental sites with basic liming only*

Försöksled <i>Treatments</i>	Alla grödor <i>All crops<sup>a</sup></i>	Korn <i>Barley<sup>b</sup></i>	Vall <i>Ley<sup>c</sup></i>	F.raps <i>F.rape<sup>c</sup></i>
A	3110	2870	5340	4470
BD-A	160***	190***	200*	250*
CE-A	200***	280***	200*	260*
CE-BD	40	100*	0	10
Antal år <i>Years(n)</i>	39	18	17	4

a) skördeenheter/ha ; *crop units/ha*

b) kärna kg/ha (85 % ts) ; *grain kg/ha (85 % DM)*

c) torrsubstans kg/ha ; *dry matter kg/ha*

I de 7 försök som även underhållskalkades var kalk-effekterna i snitt mindre entydiga, tabell 8. För korn ökade kärnskorörden med nära 190 kg/ha, BCDE-A, med ca 100 kg/ha vid underhåll, DE-BC, med säker effekt för korn vid låg kalkgiva, D-B. För vall fanns en trend till skördeökning för underhållskalkning. För foderraps erhöles en negativ trend vid underhållskalkning till 70 V% och en positiv vid underhållskalkning till 100 V%.

Tabell 8. Genomsnittliga kalkeffekter på nivelerade skördar för alla grödor utom potatis samt skördar av korn, vall, och foderraps. Sju försök med grund och underhållskalkning

Table 8. Average lime effects on levelled yields for all crops except potatoes, and yields of barley, leys and fodder rape. Seven experimental sites with basic and maintenance liming

Försöksled Treatments	Alla grödor All crops <sup>a</sup>	Korn Barley <sup>b</sup>	Vall Ley <sup>c</sup>	F.raps F.rape <sup>c</sup>
A	3670	3090	7060	4330
BCDE-A	120***	190***	90	140
DE-BC	70**	100***	80	30
D-B	70*	130*	90	-50
E-C	60*	80	70	100
Antal år Years (n)	83	36	34	13

a) skördeenheter/ha ; crop units/ha

b) kärna kg/ha (85 % ts) ; grain kg/ha (85 % DM)

c) torrrsubstans kg/ha ; dry matter kg/ha

I två av försöken med liggtid sex år, 1973-78, som ingår i tabell 8, nämligen AC-8 Innervik B och BD-9 Buddbyn, var effekten av grundkalkning fram till och med 1977 mycket tydlig för korn under två år och vall under tre år, i snitt 15 % merskörd. Efter underhållskalkning 1977 var effekten i foderraps under 1978 delvis negativ i AC-8 och delvis positiv i BD-9. Se även Appendix, tabell 13.

För de övriga fem försöken med längre varaktighet sammanfattas det relativa skördeutbytet i tabell 9. För Stenfors fanns en trend till skördeökning vid kalkning fram till och med 1981, i genomsnitt 5 %. För de andra fyra försöken förstärktes skördeökningen av underhållskalkning med tiden. Efter den senaste kalkningen och fram till och med 1990 var den i genomsnitt 6 % i led C och E mot 2 % i led B och D.

Tabell 9. Relativtval för skördeutbyte i fem långvariga kalkningsförsök. Led A = 100

Table 9. Relative yield increase of liming in five long-term experiments. Treatment A = 100

---

Försök	<u>AC-11 Lund</u>			<u>BD-13 Öjebyn</u>			<u>AC-12 Stenfors</u>		
Period	79-81	81-86	88-90	79-81	82-85	88-90	72-78	79-81	82-90
B	94	105	99	94	98	103	105	102	97
C	90	109	99	98	103	107	105	110	100
D	94	106	105	104	105	111	103	105	98
E	95	112	104	100	106	112	104	103	98

Försök	<u>BD-23 Vojakkala</u>			<u>Y-2 Sättna</u>		
Period	72-78	79-80	82-90	69-77	78-82	83-90
B	101	101	100	103	102	102
C	100	100	100	102	102	104
D	101	103	104	102	103	104
E	101	99	103	103	103	106

---

#### Näringsinnehåll i växt

Kalkning kan, som nämndes i inledningen, påverka tillgängligheten av olika näringsämnen. Orsaken kan vara en ändrad katjonbalans i marklösningen. I tabell 10 återges näringskoncentrationer av N, P, K, Ca och Mg samt motsvarande totala näringsupptag i vissa skördeprodukter. Som framgår av tabellen varierade antal skördeår med gröda, och även antalet utförda växtanalyser per gröda.

Kalken höjde som regel näringskoncentrationerna i växt, relativt mer för kväve, fosfor och kalcium än för kalium och magnesium. Ökade näringsupptag i kalkade led, B, C, D och E, var vanliga för korn och 2:a skörd av vall. Som medeltal erhöles i de 11 kortvariga försöken 0,15 % procentenheter högre kvävehalt i kärnan samt ett merupptag av kväve på 9,5 kg N/ha och år. Detta tyder på att kalkning av ursprungligen sura jordar med relativt hög mullhalt, vanligt i Norrland, kan medföra stegrad kväveminerisering. Resultaten överensstämmer med detaljstudier i norska kärnförsök (Lyngstad, 1992).



Tabell 10. Näringsinnehåll av N, P, och K i ekonomiskt viktiga skördeprodukter, utan kalkning (led A) och med kalkning (led BCDE)

Table 10. Nutrient content in economic important yield products, without liming (treatment A) and with liming (treatments BCDE)

Gröda Crop	Näringskonc. Nutrient conc.		Näringsupptag Nutrient uptake		Antal år Years (n)
	A	BCDE	A	BCDE	
	<u>N, %</u>		<u>N, kg/ha och år</u>		
Korn <sup>a</sup>	2,03	2,09***	52,9	57,4***	44
Vall 1:sk <sup>b</sup>	1,75	1,76	84,6	85,9	46
Vall 2:sk <sup>c</sup>	2,22	2,26*	44,0	47,0***	38
G.raps <sup>d</sup>	2,25	2,24	99,8	101,6	10
Potatis <sup>e</sup>	1,55	1,58	64,2	67,1	8
	<u>P, %</u>		<u>P, kg/ha och år</u>		
Korn	0,40	0,41	10,5	11,5***	27
Vall 1:sk	0,24	0,25**	11,9	13,3***	46
Vall 2:sk	0,26	0,28***	5,6	6,1**	39
G.raps	0,36	0,36	16,2	16,7	10
Potatis	0,22	0,21	9,6	9,4	8
	<u>K, %</u>		<u>K, kg/ha och år</u>		
Vall 1:sk	2,33	2,30	112,6	114,5	20
Vall 2:sk	2,17	2,26*	44,6	50,2***	15
G.raps	3,02	2,97	135,5	135,8	8
Potatis	2,22	2,26	118,2	118,8	3
	<u>Ca, %</u>		<u>Ca, kg/ha och år</u>		
Korn <sup>a</sup>	0,50	0,53	12,3	14,2***	12
Vall 1:sk <sup>b</sup>	0,65	0,68	32,2	34,6**	27
Vall 2:sk <sup>c</sup>	1,07	1,06	18,2	19,9**	21
G.raps <sup>d</sup>	1,58	1,68	73,7	79,6	8
Potatis <sup>e</sup>	0,50	0,55	22,4	24,4	5
	<u>Mg, %</u>		<u>Mg, kg/ha och år</u>		
Vall 1:sk	1,58	1,59	8,6	9,0	15
Vall 2:sk	2,36	2,51*	5,0	5,7***	12
G.raps	2,00	1,98	9,0	9,5	7
Potatis	1,20	1,14	6,5	6,9	3

a) barley; b) ley 1st cut; c) ley 2nd cut;  
d) fodder rape; e) potatoes

## Avslutande synpunkter

Kemiska markeffekter av kalkning i de sexton redovisade norrländska försöken var som regel tydliga. Såväl pH-värden som Ca-AL-tal ökade. Effekterna kvarstod eller ökade vid underhållskalkning. Ökningen i basmättnadsgrad, V%, blev emellertid oftast lägre än den som avsågs. Orsaken torde vara att marken buffrar genom att nya syragrupper aktiveras efter kalkning (Persson, 1985). Detta resulterar i en förhöjd basutbyteskapacitet, T-värde eller CEC. Ploglagret kan också vara något större än 20 cm, vilket givetvis medför att kalken inblandas i en större jordvolym än den som här använts för beräkning av kalkgivor till 70 och 100 V%.

P-AL- och Mg-AL-talen ökade något med kalkgivan medan K-AL-talet tenderade att minska. Förändringarna, som för P-AL kan bero på ökad mineralisering av organisk fosfor och minskad fastläggning av oorganisk löslig fosfor, samt för Mg-AL och K-AL på en ändrad jonbalans i marken, var relativt måttliga, men större vid den högre än den lägre kalkgivan.

Skörderesponsen för kalkning, vilken som regel var positiv, var tydlig även vid upprepad underhållskalkning. Den var mest entydig för korn, mindre entydig för vall och minst entydig för grönfoderraps, ingen eller svagt negativ för potatis. I norrländska växtföljder bör därför normalt kalkas i anslutning till odling av korn.

Kalkning till 70 V% och underhåll av denna basmättnadsgrad bör normalt eftersträvas. Eftersom man som regel synes underskatta kalkbehovet vid en grundkalkning och ibland även vid en första underhållskalkning till denna basmättnadsgrad, bör man vid dessa tillfällen öka kalkgivan till att teoretiskt motsvara ca 80 V%.

Vid odling av korn bör hänsyn tas till det faktum att grundkalkning av norrländska jordar kan öka upptaget av mineraliserat kväve med i denna undersökning påvisade ca 10 kg N/ha och år. Detta är av speciell vikt vid vallinsådd för att undvika liggsäd i t ex korn. Kalken, som bör inbrukas i matjordslagret, tillföres lämpligen före höstplöjning, gärna året innan vallinsådden.

En uppkalkning till 70 V% synes på lång sikt vara tillräckligt för att optimera kalktillståndet på norrländska fastmarksjordar. Detta motsvarar normalt pH-värden på 6,1-6,3. Vid grundkalkning och en första underhållskalkning kan det vara befogat att tillföra något mera kalk än som motsvarar det teoretiska kalkbehovet.

## SUMMARY

Sixteen field experiments with liming of mineral soils to 70 and 100 BS% were carried out in North Sweden, 1966-90.

Results of soil and crop data are presented for 133 experimental years. The crops grown were barley, leys, fodder rape and potatoes, 54, 51, 17 and 11 years respectively.

Nine experiments, lasting 2-7 years, were only limed at the start. In the other seven, lasting 6-22 years, two treatments were also limed at 1-3 times later on.

Liming influenced the ion balance and nutrient status of the soils. The content of Ca-AL, pH and BS% increased in proportion to the lime rate.

Content of P-AL and Mg-AL increased slightly with lime rate of both corrective and maintenance liming. On the contrary there was a slight trend to decrease in K-AL.

The yield response to liming, was most positive for barley, less for leys and least for the green rape, none or slightly negative for potatoes.

The yield and uptake of N and P usually increased with lime rate. In the nine experiments of short duration, 2-7 years, the N uptake of barley increased with 10 kg per ha and year.

Due to less yield response and higher loss of lime with increasing lime rate, a lime status corresponding to 70 BS% should be conserved in the long term situation.

Liming before undersowing grass in barley is often the most optimal position in the crop rotation. Due to increased N mineralization the N dose should be lowered with about 20 kg/ha N.

Corrective and maintenance liming to 70 BS% - based on S-value, or sum of Ca-AL, Mg-AL and K-AL or Ca-AL only - are important to conserve soil fertility and productivity in North Sweden.

Yields of individual crops are presented and discussed for each experiment with respect to soil type, S and T in a special appendix.

## LITTERATUR

- Egnér, H., Riehm, H. & Domingo, W.R., 1960. Untersuchungen über die Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden II: Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. K. Lantbr. Högsk. Annlr 26, 199-215.
- Haak, E. & Siman G 1962. Fältsförsök med kalkning av fastmarksjordar till olika basmättnad. (Sveriges lantbruksuniversitet, inst. för markvetenskap, avd. för växtnäringslära, Rapport, 188) Uppsala.
- Helmenius, A., Rydå, K. & Woldmar, G. 1957. Husdjurskötsel.
- Jansson, S:l: 1979. Kalkningens roll i dagens och morgondagens jordbruk. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift. Supplement 13, 17-26. Stockholm.
- Lyngstad, I. 1992. Effect of liming on soil nitrogen as measured by plant uptake and nitrogen released during incubation. Pl. Soil, 247-253.
- Persson, 1985. Kalkningseffekt - betydelsen av kalkslag och siktkvalitet. (Sveriges lantbruksuniversitet, inst. för markvetenskap, avd. för växtnäringslära, Rapport 162), Uppsala.
- Siman, G. Mark- och skördeeffekter i de permanenta kalkningsförsöken under en 20-årsperiod 1962-82. (Sveriges lantbruksuniversitet, inst. för markvetenskap, avd för växtnäringslära, Rapport 165), Uppsala.
- Siman, G. Effect of lime on soil and crop in Swedish field experiments, Agrokémia és talajtan, Vol. 38, nr 3-4:765-774.
- Ståhlberg, S. 1982. Estimation of the requirement of liming by determination of exchangeable soil aluminium. Acta Agr. Scand. 32, 357-367.

APPENDIX

Nedan redovisas skördeutbytet årsvis tillsammans med T-värden samt ursprungliga och uppnådda basmättnadsgrader, V%, att jämföras med avsedda, 70 V% i led B och D samt 100 V% i led C och E. Utbytet anges i kg/ha, för korn som kärnskörd med 85 % ts, för vall och grönfoderraps som ts-skörd, för potatis som knölskörd. Signifikanta försöksledningsskillnader markeras som \*, \*\* och \*\*\* för respektive 95, 99 och 99,9 % sannolikhet. Försöken har grupperats med hänsyn till liggtid samt om eventuell underhållskalkning förekommit. Genomsnittliga relativtal (Rel) anges i tabell 11-13 för led A, BD och CE och i tabell 14-19 för enskilda led, dvs A, B, C, D och E.

Först kommenteras fyra försök, med startår 1966 och liggtid endast 2-4 år, som enbart grundkalkades hösten 1965. För sex försöksår med korn erhöles i genomsnitt 10 % högre skörd vid kalkning, BCDE-A, men ingen säker ökning vid ökad kalkning, CE-BD.

Tabell 11. Skördeutbyte i Y-111, Y-48, Y-112, och BD-250

Led	1966	1967	1968	Rel	1969	1970	1971	1972	Rel
<u>Y-111 Bjästa</u>					<u>Y-48 Arnäsvall</u>				
	Korn	Korn	V:I	<b>66-68</b>	Korn	Fraps	Pot.		<b>69-71</b>
A	2560	1870	4740	<b>100</b>	2820	3000	23,1		<b>100</b>
BD	2580	2000	4715	<b>102</b>	2665	3100	23,0		<b>99</b>
CE	2570	1990	4770	<b>102</b>	3020	3275	21,8		<b>104</b>
<u>Y-112 Kvarsätt</u>					<u>BD-250 Sockenträsk</u>				
	Korn	Pot.		<b>66-67</b>	Korn	Korn	V I	V II	<b>69-72</b>
A	2660	12,8		<b>100</b>	3770	2320	4860	4930	<b>100</b>
					***	*			
BD	3230	15,8		<b>122</b>	3705	3695	5385	4735	<b>116</b>
CE	2905	14,6		<b>108</b>	3790	3720	5580	5090	<b>120</b>

Y-111 Bjästa: En mycket mullrik lerig mjällig mo med ursprungligt T-värde 13,6 och basmättnad 41 V% som höjdes till 47 V% i led BD och 72 V% i led CE. Skörderesponsen var liten i detta försök. En trend till positiv kalkverkan fanns i korn 1967.

Y-112 Kvarsätt: En måttligt mullhaltig lerig sandig mo med ursprungligt T-värde 7,0 och basmättnad 31 V% som höjdes till 41 V% i led BD och 64 V% i led CE vid provtagning 1968. Ganska hög skörderespons, som var högre i led BD än i led CE såväl i korn 1967 som i potatis 1968. Kalkverkan var dock inte statistiskt säker.

Y-48 Arnäsfall: En måttligt mullhaltig lerig moig mjåla med T-vårde 17,2 och låg ursprunglig basmåttnad 45 V%. Ingen kalkverkan i led BD men en trend till sådan i led CE, positiv för korn 1967 och grönfoder-raps 1968 men negativ för potatis 1969.

BD-250 Sockentråsk: En måttligt mullhaltig svagt lerig mjålig mo med T-vårde 14,3 och mycket låg ursprunglig basmåttnad 38 V%. Ingen kalkverkan förekom i korn 1969 och i vall II 1972 men säker positiv kalkverkan i korn 1970 och i vall I 1971.

Tabell 12. Skårdeutbyte i Y-113, Y-114, AC-142, AC-145 och BD-37

Led	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	Rel
<u>Y-113 Svanholm</u>								
	Korn	Korn	V I	V II	V III	V IV		66-71
A	2220	3700	6940	6670	4320	5590		100
		*		*				
BD	2170	3960	6865	6535	4220	5785		100
CE	2225	4055	6655	6585	4150	5560		100
<u>Y-114 Hamre</u>								
	Korn	Korn	V I	V II	V III			66-70
A	2210	2740	5170	5220	6760			100
			*					
BD	2375	2805	5210	5470	7095			104
CE	2645	3015	5275	4930	7130			106
<u>AC-142 Ålglund</u>								
	Fraps	Korn	Korn	Korn	V I	V II	V III	66-72
A	5540	3470	2790	4570	3840	3360	4660	100
					**	*		
BD	6020	3610	3005	4875	4515	2930	4995	106
CE	6060	3430	3175	4940	4180	3530	4685	106
<u>AC-145 Innervik A</u>								
	Korn	Korn	V I	V II	V III	Fraps	Pot	66-72
A	2970	3460	6860	6260	4460	5920	29,3	100
		**	*					
BD	3415	3370	7095	7720	5230	6015	30,0	109
CE	3235	3710	7665	7665	5125	5915	28,4	108
<u>BD-37 Roknås</u>								
	Fraps	Pot.	Korn	V:I	Korn	Korn		66-71
A	3410	17,5	2420	5800	2910	1780		100
BD	3735	17,6	2445	5490	3170	1945		104
CE	3675	17,5	2635	5625	3410	2080		108

I tabell 12 kommenteras fem försök med startår 1966 och liggtid 5-7 år, men enbart grundkalkning hösten 1965. För 12 försöksår med korn erhöles i genomsnitt 5 procent högre skörd i led BD och ytterligare 4 procent högre skörd i led CE. För 14 försöksår med vall erhöles i genomsnitt 4 % högre skörd för kalkning, BCDE-A.

Y-113 Svanholm: En måttligt mullhaltig moig lättlera med T-värde 18,4 och ursprunglig basmättnad 50 V% som sänktes till 47 V% i led BD och höjdes 72 V% i led CE 1968. Här var kalkverkan liten, svagt positiv i korn 1967 och svagt negativ i vall III 1970.

Y-114 Hamre: En måttligt mullhaltig lerig mjälig mo med T-värde 13,8 och ursprunglig V% 60 som höjdes till 71 V% i led BD men endast till 70 V% i led CE vid provtagning 1968. Här var kalkverkan som regel positiv i såväl korn som vall, dock negativ i vall II och led BE 1969.

AC-142 Äglund: En måttligt mullhaltig lerig mo med T-värde 11,0 och ursprunglig basmättnad 42 V% som höjdes till endast 50 V% i led BD och 60 V% i led CE vid provtagning 1968. Här var kalkverkan som regel positiv i alla grödor med undantag för vall II och led BD 1971, där den var säkert negativ jämfört med led CE.

AC-145 Innervik A: En måttligt mullhaltig svagt lerig mjälig mo med T-värde 13,4 och ursprunglig basmättnad 45 V% som sänktes till 35 V% i led BD och höjdes till endast 56 V% i led CE vid provtagning 1968. Här var kalkverkan klart positiv för såväl korn som vall, säker i vall I 1968 och i vall II 1969.

BD-37 Rognäs: En mullrik lerig mo med T-värde 15,9 och ursprunglig basmättnad 63 V%. För tre försöksår med korn var kalkverkan positiv, 6 och 14 procent i led BD respektive led CE. Trend till kalkverkan fanns i de andra grödorna, positiv i foderraps 1966 och negativ i vall I 1970.

I tabell 13 kommenteras två försök med liggtid sex år och start 1973 samt omkalkning av led D och E på hösten 1977. För 4 försöksår med korn erhöles i genomsnitt 19 procent högre skörd oberoende av kalknivå. För 6 försöksår med vall erhöles 8 och 11 % högre skörd i led BD respektive led CE.

Tabell 13. Skördeutbyte i AC-8 och BD-9

Led	1973	1974	1975	1976	1977	Rel	1978
<u>AC-8 Innervik B</u>							
	Korn	Korn	V I	V II	V III	73-77	Fraps
A	4450	2190	8500	7660	3290	<b>100</b>	4800
		**	*	*			
B	4560	3260	9350	8130	3740	<b>116</b>	4470
C	4370	3170	8920	9380	4080	<b>119</b>	4650
D	4500	3050	9720	8590	3640	<b>115</b>	4780
E	4320	3030	10000	8820	3370	<b>114</b>	5170
<u>BD-9 Buddbyn</u>							
	Korn	Korn	V:I	V:II	V:III	73-77	Fraps
A	3720	2190	4830	4340	5170	<b>100</b>	3030
		*					*
B	4170	3130	5550	4420	5190	<b>114</b>	4140
C	4060	3170	4900	4440	5510	<b>113</b>	3320
D	4270	2960	5280	4260	5260	<b>112</b>	3520
E	4260	3210	5570	4970	5650	<b>120</b>	3170

AC-8 Innervik B: En mycket mullrik gyttjejord med högt T-värde 36,3 och extremt låg ursprunglig basmättnad 27 V% som 1976 höjts till 48 och 76 V% i led B resp. led C samt till 65 och 70 V% i led D resp. E. Som regel fanns en tydlig skördeökning i korn och vall med säker effekt i korn 1974, i vall 1975 och 1976. För foderraps 1978 fanns en trend till lägre skörd i led B och C men en trend till högre skörd i led E jämfört med utan kalkning i led A.

BD-9 Buddbyn: En måttligt mullhaltig lerig mo med T-värde 20,0 och ursprunglig basmättnad 38 V% som höjdes till 46 och 63 V% i led B resp. C samt till 50 och 67 V% i led D resp. E vid provtagning 1976. Här var kalkverkan som regel positiv i såväl korn som vall med mycket säker effekt i korn 1974. En trend till positiv skörderespons av kalkning fanns i foderraps 1978, dock lägre efter underhållskalkning 1977 än efter enbart grundkalkning, med lägre effekt i led C än B och i led E än D, dvs avtagande med kalkgivan.



I tabell 14-18 redovisas skördar för enskilda led, A, B, C, D och E, för de fem försök som varit mest långvariga. Fram till och med 1990 har de två första, AC-11 och BD-13, legat tolv år, de två nästkommande, AC-12 och BD-23, 19 år och det sista, Y-2, 22 år. Underhållskalkning har företagits vid två eller tre tillfällen i led D och E. Relativtal har beräknats för skördar av enskilda grödor för succesiv bedömning av kalkeffekter. Medeltal anges före varje kalkningsperiod samt för 1990.

AC-11 Lund: En måttlig mullhaltig till mullrik lerig mjällig mo med T-värde 14,0 och ursprunglig basmättnad 50 V% som höjdes till 79 V% i led B och C samt till 87 V% i led D och E vid provtagning 1980. Vid provtagning 1988 var motsvarande värden 52, 52, 54, 63 och 83 V%. En trend till negativ kalkverkan noterades under de tre första åren mest uttalad i potatis 1980 och i korn 1981.

Tabell 14. Skördeutbyte i AC-11 Lund

Led	1979	1980	1981	<b>79-81</b>	1982	1983	1984
	Fraps	Pot.	Korn	<b>Rel</b>	Korn	V I	V II
A	5000	31,3	1730	<b>100</b>	2420	9070	7490
B	5260	31,5	1320	<b>94</b>	2730	8900	7240
C	4950	29,2	1310	<b>90</b>	3040	9020	7810
D	4910	26,9	1680	<b>94</b>	2710	8950	7480
E	5560	27,7	1470	<b>95</b>	3180	9380	7180
	1985	1986	<b>82-86</b>	1988	1989	1990	<b>88-90</b>
	V:III	Korn	<b>Rel</b>	Korn	Korn	Korn	<b>Rel</b>
A	4450	2580	<b>100</b>	2780	2440	3260	<b>100</b>
B	4810	2740	<b>105</b>	2650	2480	3190	<b>99</b>
C	4600	2870	<b>109</b>	2590	2440	3240	<b>99</b>
D	4790	2900	<b>106</b>	2490	3100	3170	<b>105</b>
E	5070	2990	<b>112</b>	2540	3000	3150	<b>104</b>

Under de följande fem åren, 1982-86, var kalkverkan som regel positiv. Den var som störst i korn 1982 och 1986 och större vid kalkning till 100 V% än till 70 V% med trend till verkan av underhållskalkning i led D och E. Under 1987-90 uteblev verkan av grundkalkning i led B och C medan trend till positiv verkan av underhållskalkning kvarstod i led D och E.

BD-13 Öjebyn: En något till måttligt mullhaltig lerig mjälig mo med T-värde 15,0 och ursprunglig basmättnad 47 V% som sänktes till 44 och höjdes till 57 V% i led B resp. C samt till 53 V% i led D och E vid provtagning 1980. Vid provtagning 1988 var motsvarande värden 53, 55, 67, 68 och 88 V%. Som framgår uteblev som regel kalkverkan under de tre första åren. En trend till positiv kalkverkan fanns för potatis 1980 samt en trend till negativ kalkverkan i foderraps 1979 och i korn 1981.

Tabell 15. Skördeutbyte i BD-13 Öjebyn

Led	1979 Fraps	1980 Pot.	1981 Korn	<b>79-81 Rel</b>	1982 Korn	1983 V I	1984 V II
A	6600	23,7	3300	<b>100</b>	2740	5750	8260
B	5670	26,7	2720	<b>94</b>	2640	5960	7750
C	5650	28,5	2910	<b>98</b>	3750	5660	8490
D	5970	28,2	3410	<b>104</b>	3160	5920	8610
E	6010	27,0	3100	<b>100</b>	3270	6080	8900
	1985 V:III	<b>82-85 Rel</b>	1988 Korn	1989 Korn	1990 Korn	<b>88-90 Rel</b>	
A	4330	<b>100</b>	3500	3880	4540	<b>100</b>	
B	4330	<b>98</b>	3510	3980	4860	<b>103</b>	
C	4330	<b>103</b>	3790	4180	4800	<b>107</b>	
D	4300	<b>105</b>	3980	4280	4970	<b>111</b>	
E	4030	<b>106</b>	3870	4400	5140	<b>112</b>	

Under de följande fyra åren, 1982-85 var kalkverkan som regel positiv i led D och E, och som störst i korn 1982. Verkan var större vid kalkning till 100 än till 70 V% med trend till effekt av underhållskalkning i led D och E. Under 1988-90 fanns en mer uttalad trend till positiv kalkverkan efter upprepad underhållskalkning än efter enbart grundkalkning i led B och C.

AC-12 Stenfors: En måttligt mullhaltig till mullrik lerig mo med T-värde 20 och ursprunglig basmättnad 40 V% som höjdes till 55 och 80 V% i led B resp. C samt till 58 och 68 V% i led D resp. E vid provtagning 1976. Vid provtagning 1988 var motsvarande värden 41, 47, 54, 57 och 81 V%. Kalkning gav i snitt ca 4 procent merutbyte de sju första åren oberoende av giva. Positiv kalkverkan var som störst i foderraps 1972 och i korn 1975. I vall III 1978 fanns en trend till negativ kalkverkan.

Tabell 16. Skördeutbyte i AC-12 Stenfors

Led	1972 Fraps	1973 Pot.	1974 Korn	1975 Korn	1976 V I	1977 V II	1978 V III
A	4250	31,0	3740	2850	8150	8560	6580
B	5130	30,5	3650	3230	7760	9490	6300
C	5190	30,5	3560	3410	8120	9200	6170
D	5070	29,7	3820	3040	8060	8620	6430
E	5380	30,3	3640	3220	8120	8970	5940
	<b>72-78 Rel</b>	1979 Fraps	1980 Korn	1981 Korn	<b>79-81 Rel</b>	1982 Korn	1983 V I
A	<b>100</b>	4550	2270	3130	<b>100</b>	3250	7670
B	<b>105</b>	4910	2340	2960	<b>102</b>	3250	7510
C	<b>105</b>	5380	2520	3180	<b>110</b>	3120	7310
D	<b>103</b>	4590	2450	3340	<b>105</b>	3470	7520
E	<b>104</b>	4820	2420	3030	<b>103</b>	3690	7630
	1984 V II	1985 V III	1986 V IV	1987 Korn	1989 Korn	1990 Korn	<b>82-90 Rel</b>
A	10710	4980 *	4920	2290	3200	3580	<b>100</b>
B	9260	4450	4970	2370	3150	3720	<b>97</b>
C	10340	4650	5220	2280	3260	3900	<b>100</b>
D	10310	4630	4540	2360	3050	3600	<b>98</b>
E	10040	3880	4920	2420	3100	3820	<b>98</b>

Under de tre därpå följande åren, 1979-1981, var kalkverkan likaså som regel positiv, mest i foderraps 1979 och i korn 1980. Under 1981-90 varierade kalkverkan. Den var i genomsnitt försumbar eller svagt negativ. Den lilla kalkgivan i led D, CaO 700 kg/ha, som gavs hösten 81 var positiv i korn 1982 men negativ i foderraps 1985.

BD-23 Vojakkala: En måttligt mullhaltig sandig mo med lågt T-värde 10 och extremt låg ursprunglig basmättnad 30 V% som höjdes till 64 V% i led B och C samt till 60 V% i led D och E 1976. Tolv år senare, 1988, var motsvarande värden 53, 52, 54, 68 och 82 V%. Kalkverkan var nästan obefintlig under de sju första åren framtill 1978. Trend till positiv kalkverkan fanns i vall II 1976 och i vall III 1977 oberoende av kalkgivan.

Tabell 17. Skördeutbyte i BD-23 Vojakkala

Led	1972 Fraps	1973 Pot.	1974 Korn	1975 Korn	1976 V I	1977 V II	1978 V III
A	2630	38,5	3980	1940	8630	7630	6450
B	2700	38,1	3920	1870	8870	8050	6590
C	2600	38,8	4040	1850	8800	7990	6410
D	2640	38,5	4140	1890	8770	7880	6310
E	2630	37,9	3990	1850	8940	8150	6480
	<b>72-78 Rel</b>	1979 Fraps	1980 Pot.	<b>79-80 Rel</b>	1982 Korn ***	1983 V I	1984 V II
A	<b>100</b>	6360	28,8	<b>100</b>	3300	8910	8340
B	<b>101</b>	6490	28,8	<b>101</b>	3400	8720	8000
C	<b>100</b>	6460	27,9	<b>100</b>	3410	9030	8140
D	<b>101</b>	6860	28,3	<b>103</b>	3760	9020	7910
E	<b>101</b>	6640	27,1	<b>99</b>	3790	9200	8220
	1985 V III	1986 Korn	1988 Korn	1989 Korn	1990 Korn	<b>82-90 Rel</b>	
	5430	2570	2830	4410	4050	<b>100</b>	
					*		
B	5610	2610	2930	4370	4050	<b>100</b>	
C	5490	2380	2820	4430	4040	<b>100</b>	
D	5600	2690	3000	4480	4350	<b>104</b>	
E	5650	2600	2920	4410	4140	<b>103</b>	

Under de två därpå följande åren, 1979-80 var kalkverkan liten. Dock fanns en trend till positiv verkan av underhållskalkning i foderraps 1979. Under 1981-90 varierade kalkverkan. Den var mycket säker i korn 1982 med skördeökningar på 3 och 14 procent i led BC resp. led DE, utan verkan i vall 1983-85. Under 1986-90 var verkan i korn som regel positiv med säker effekt i led 1990. För hela perioden var verkan av underhållskalkning 3-4 procent.

Y-2 Sättna: En måttligt mullhaltig mjälilig lättlera med T-värde 16,5 och ursprunglig basmättnad 44 V% som höjdes till 76 och 82 V% i led B resp. C samt till 75 och 81 V% i led D resp. E år 1976. År 1988 var motsvarande värden 46, 52, 56, 57 och 74 V%. Kalkverkan var som regel positiv i korn och vall under de sju första åren fram till 1978 med säker verkan i korn 1971 och trend till kalkverkan i korn 1972 och vall II 1974.

Tabell 18. Skördeutbyte i Y-2 Sättna

Led	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	
	Fraps	Pot.	Korn	Korn	V I	V II	V III	Fraps	
A	3420	32,6 ***	3060	1980	8750	9420	7540	3060	
B	3530	33,5	3360	2110	8330	9920	7400	3020	
C	3340	32,9	3320	2190	8850	9960	7780	2750	
D	3400	33,3	3320	2070	8560	10020	7630	2970	
E	3500	33,0	3430	2220	8820	10180	7490	2750	
	1977	<b>69-77</b>	1978	1979	1980	1981	1982	<b>78-82</b>	
	Pot.	<b>Rel</b>	Korn	Korn	V I	V II	V III	<b>Rel</b>	
A	33,7	<b>100</b> **	3740	1880	7850	8450	5390	<b>100</b>	
B	34,5	<b>103</b>	3660	2150	7740	8330	5300	<b>102</b>	
C	33,7	<b>102</b>	3680	2190	7570	8160	5350	<b>102</b>	
D	34,9	<b>102</b>	3760	2210	7970	8260	5240	<b>103</b>	
E	33,5	<b>103</b>	3890	2370	7950	8530	5250	<b>103</b>	
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	<b>83-90</b>
	Fraps	Korn	Korn	Korn	V I	V II	V III	Korn	<b>Rel</b>
A	5000 *	5420	1940	3160	9410	6810	8800 *	4670	<b>100</b>
B	5130	5710	2030	3360	8810	6870	8380	4820	<b>102</b>
C	5110	5670	2140	3560	8720	7170	8680	4960	<b>104</b>
D	5080	5720	2100	3490	9180	7270	8420	4940	<b>104</b>
E	4950	5750	2100	3750	8970	7350	8960	5030	<b>106</b>

Under de fem åren 1978-1982 fortsatte kalkverkan att vara säker 1979 och även för underhållskalkning i led D och E. Under 1983-90 varierade kalkverkan. Den var säker i korn 1984 och därefter som regel större i led D och E än i led B och C. För hela denna period 1978-90 var den 4 och 6 %, i led D resp. E mot 2 och 4 % i led B resp. C. Verkan var även nu som störst i korn men även relativt stor i vall II 1988.

Förteckning över samtliga rapporter  
erhålls kostnadsfritt. I mån av  
tillgång kan tidigare nummer köpas  
från avdelningen.

A list of all Reports can be obtained  
free of charge. If available, issues  
can be bought from the division.

- 176 1989 Lennart Mattsson: Fastliggande kvävegödslingsförsök med bestämning av mineralkväve i marken.  
*Soil mineral nitrogen determination in long term experiment.*
- 177 1989 Staffan Steineck, Knud Erik Larsen och Erkki Kempainen: Stallgödsel - Växtnäringsbalans.  
*Manure spreading - Plant nutrient balance.*
- 178 1990 Sigfús Bjarnason: Datorstödd gödslingsplanering.  
*Computer aided fertilizer planning.*
- 179 1990 Lars Hylander, Subrata Ghoshal och Gyula Simán: Jämförande undersökning av olika extraktionsmetoder för manganbestämning i jord.  
*A comparison of different extraction methods for manganese determination in soil.*
- 180 1991 Lennart Mattsson: Effekter av årlig halmtillförsel på mark och gröda.  
*Effects of annual straw application on soils and crops.*
- 181 1991 Lars Gunnar Nilsson: Nitrifikationshämmare - flytgödsel.  
*Nitrification inhibitors - slurry.*
- 182 1991 Lennart Mattsson: Nettomineralisering och rotproduktion vid odling av några vanliga lantbruksgrödor.  
*Nitrogen mineralization and root production in some common arable crops.*
- 183 1991 Magnus Hahlin: Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium. II. Fältförsök, serie R3-8024.  
*Influence of K/Mg-ratios on the effect of potassium fertilization. Field experiments R3-8024.*
- 184 1991 Käll Carlgren: Skördeeffekter och pH-inverkan av fem kvävegödselmedel studerade i ett långliggande fältförsök.  
*Influence on yield and soil pH-value from five nitrogen fertilizers studied in a long-term field trial.*

- 185 1992 Enok Haak och Gyula Simán: Fältförsök med Øyeslagg.  
*Field experiments with Øyeslag.*
- 186 1992 Lennart Mattsson: Effekter av halm- och kvävetillförsel på mullhalt, kvävebalans och skörd i ett långliggande fältförsök i Uppland.  
*Effects on soil organic matter content, N balance and yield of straw and N additions in a long term experiment in Central Sweden.*
- 187 1992 Lars Gunnar Nilsson och Magnus Hahlin: Modell för beräkning av växttillgänglig fosfor-P-AL på basis av ICP-analys.  
*A model for calculation of plant available phosphorus in soil according to AL/standard and AL/ICP.*
- 188 1992 Enok Haak och Gyula Simán: Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar till olika basmättnadsgrad.  
*Field experiments with liming of mineral soils to different base saturation.*
- 189 1992 Lennart Mattsson och Tomas Kjellquist: Kvävegödsling till höstvetete på gårdar med och utan djurhållning.  
*Nitrogen fertilization of winter wheat on farms with and without animal husbandry.*
- 190 1992 Christine Jakobsson och Börje Lindén: Kväveeffekter av stallgödsel på lerjordar.  
*Nitrogen effects of manure on clay soils.*
- 191 1992 Magnus Hahlin och Erik Svensson: Radmyllning av NPK till fabrikspotatis. Resultat från försöksserie FK-1290. Samarbetsprojekt mellan Försöksavdelningen för växtnäring-lära och Fabrikspotatiskommittén.  
*Placed application of NPK fertilizer to starch potatoes. Results from field experiment project FK-1290.*
- 192 1993 Enok Haak: Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar i Norrland.  
*Field experiments with liming of mineral soils in North Sweden.*

I denna serie publiceras forsknings och försöksresultat från avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan beställas därifrån.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Soil Fertility, Swedish University of Agricultural Sciences. The series can be ordered from the Division of Soil Fertility.

---

**DISTRIBUTION:**

Sveriges lantbruksuniversitet  
Avdelningen för växtnäringslära  
750 07 Uppsala

Tel. 018-671249

---