

Strukturkalk, vilken nytta gör den för lantbruket och miljön?



Foto: Jens Blomquist



Foto: Jens Blomquist

Kerstin Berglund,
Inst f mark och miljö, SLU, Uppsala

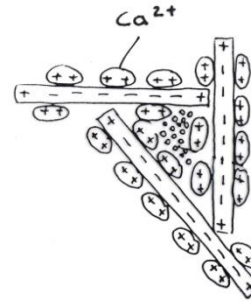
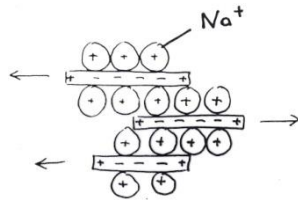
Kalkens effekter på marken

- **Kemiska** - pH, basmättnadsgrad
- **Biologiska** - påverkar mikrofloran och faunan
- **Fysikaliska** – markstrukturförändringar



Kalciumprodukters fysikaliska effekter

Basutbyte (tillförsel av kalciumjoner)



- ökad aggregatbildning
- mindre såpighet
- minskad tendens till krympning/svällning
- **gynnas av hög Ca-jonkoncentration**
- mycket snabb reaktion (1/2-2 timmar)

Kalciumprodukters fysikaliska effekter

Puzzolanreaktion

$\text{Ca (OH)}_2 + \text{Si och Al}$ $\rightarrow$ kalciumsilikathydrat,
kalciumaluminathydrat

Murbruksbildning

$\text{Ca (OH)}_2 + \text{CO}_2$ $\rightarrow$ kalciumkarbonatbryggor

- ger ökad hållfasthet (stabiliserar markstrukturen)
- beroende av tillgången på silikater och aluminater (= ler)
- **gynnas av högt pH och hög Ca-jonkoncentration**
- temperaturberoende
- långsamma reaktioner (huvuddelen inom ett år)

Det är skillnad på kalk och kalk !!!

Strukturkalk

Bränd kalk, CaO

Släckt kalk, Ca(OH)_2

Kalkstensmjöl, CaCO_3

möjligt pH

>12*

>12*

8

möjlig Ca-jon konc.

1000 mg/l vatten

1000 mg/l vatten

6 mg/l vatten

*kortvarigt

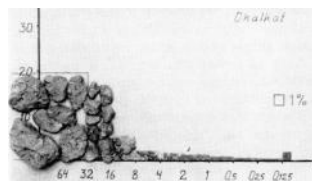
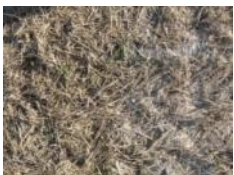
**Reaktionerna i marken är snabbare och effektivare
vid högre pH och högre Ca-koncentration**

Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ingen pH-höjande effekt i mark Lättlöslig, utflockande effekt
Dolomitkalk	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Mg-jonen har också en viss utflockande effekt, liknar kalkstensmjöl
Portlandcement	$\text{CaO} \cdot 3\text{SiO}_2$	vid reaktion med vatten bildas kalciumsilikathydrater och kalciumhydroxid Används inte i lantbruket
M-kalk	Silikatkalk Si Ca	Kiselsyran kan bilda kiselgel som har kortvarig struktureffekt (1-2 år) (Kan innehålla CaO och $\text{Ca}(\text{OH})_2$) Masugnsslagg kräver tillsats av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ eller Portlandscement för att bilda tex kalciumsilikathydrat
Mesakalk	$\text{CaCO}_3 + \text{CaOH}_2$	är en biprodukt som uppstår i sulfatprocessen vid framställning av pappersmassa
Filterkalk	$\text{CaCO}_3 + \text{CaO}$	Restprodukt från kalkindustrin, när man bränner kalksten

Påminner om de kalkprodukter som nu används vid
strukturkalkning i lantbruket (15-20 % släckt kalk)

Varför strukturkalka våra lerjordar?

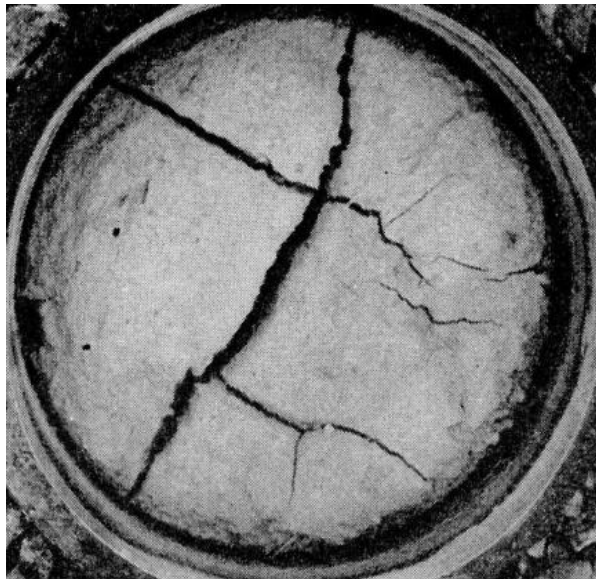
- Förbättrad markstruktur
- Mindre dragkraftsbehov
- Bättre infiltration ger mindre ytvatten och en bättre fungerande dränering
- Aggregatbildning ger minskade fosforförluster från åkermark
- Högre och framför allt jämnare skördenivå



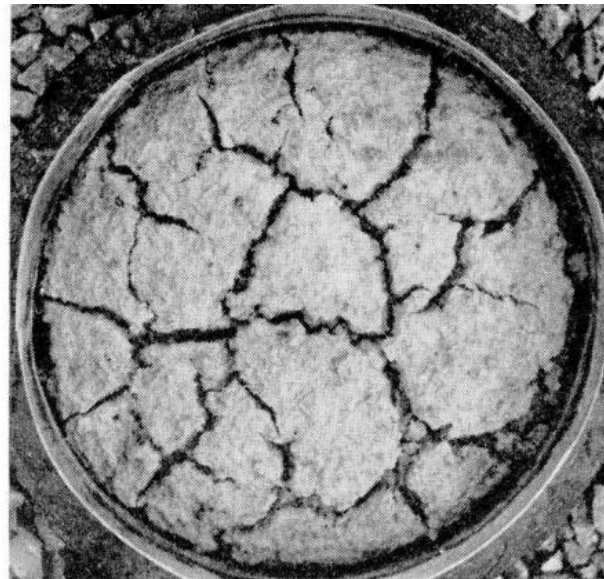
Strukturkalkning – effekter

Förbättrad markstruktur

mindre krympning/svällning och färre stora sprickor
leder till att vattnet infiltrerar över en större yta
= mindre ytavrinning



Ej kalkat

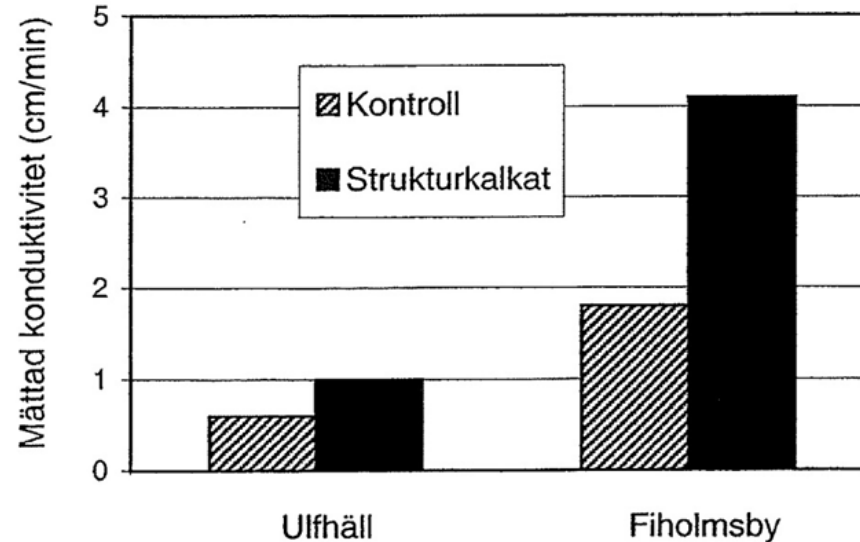


Strukturkalkat

Förbättrad markstruktur/infiltration

Konduktivitet

Figur 6 visar den mättade konduktiviteten för kontroll respektive strukturkalkat led. Konduktiviteten för försöksleden representerar ett medelvärde på 20 cylinderprover uttagna slumpmässigt i samtliga 3 block. Konduktiviteten blev dubbelt så hög på det strukturkalkade ledet jämfört med kontrolledet. Vid upptorkningen på våren kunde man se att det strukturkalkade ledet hade en bättre struktur än kontrolledet (J. Karlsson, pers. medd., 2001).



Figur 6. Mättad konduktivitet på nivån 5 – 15 cm. Ulfhäll och Fiholmsby, kontroll respektive kalkat led.

Jordart:

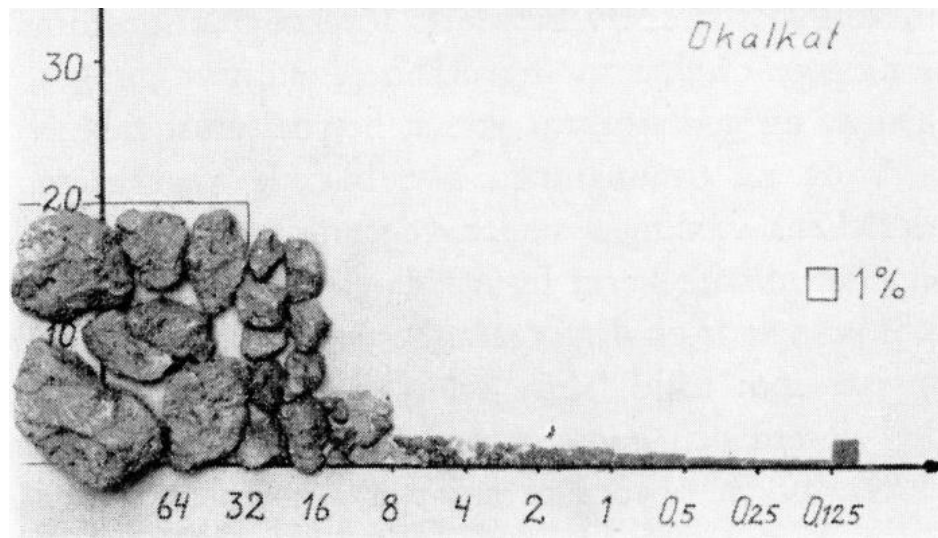
styv till mycket styv lera.

Båda profilerna hade
inslag av gytta i alven

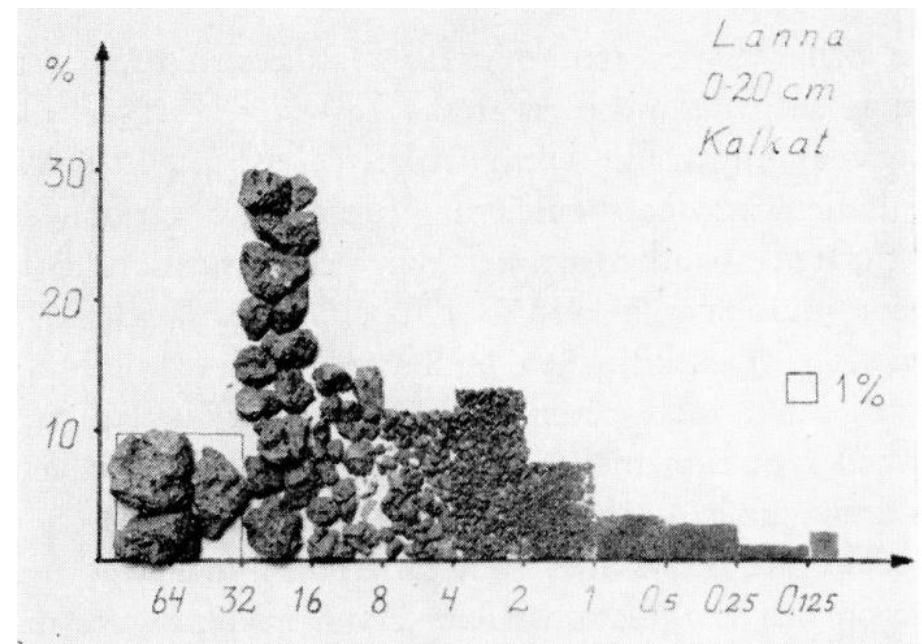
Strukturkalkning – effekter

Aggregatbildning

Stabilare aggregat och bättre aggregatfördelning ger mindre utlakning av partiklar



Ej kalkat



Strukturkalkat 28 år tidigare

Strukturkalkning – effekter

Aggregatbildning

Stabilare aggregat och bättre aggregatfördelning

Nyland, en utgård till
Värmlands Säby

Jordart:

**mullfattig moig
mellanlera.**

Mjälainslaget är
relativt stort
och mullhalten är
endast 1 %.

Släckt kalk (10 ton
CaO/ha) brukades in
ytligt i ett försöksled.

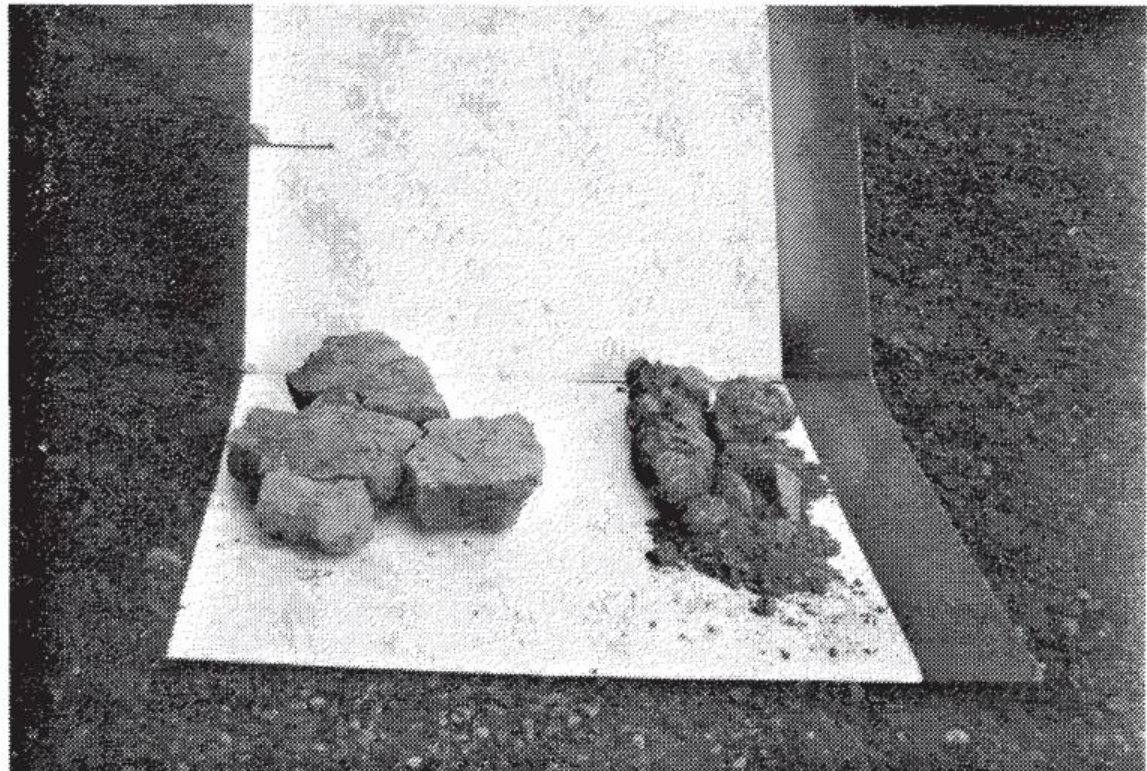


Bild 2 Jord från obehandlat led till vänster och strukturkalkad jord till höger. Kalkningen hindrade förhårdnandet avsevärt.

Strukturkalkning – effekter

Högre och jämnare skördenivå

Sundby (U-län)
Jordart: mmhML
6,5 ton (CaO)/ha

- Strukturkalkningen gav i medeltal en skördeökning på **5 %**
- skapade en stabilare struktur som minskade skorpbildningen.
- avdunstningsskyddet var bättre i det kalkande ledet vilket gynnade uppkomsten och vattenhushållningen under växtsäsongen.

Limsta (U-län)
Jordart: mmhSL
9,5 ton CaO/ha

- Strukturkalkningen gav i medeltal en skördeökning på **8 %**.
- Ett bättre avdunstningsskydd och en förbättrad tillgänglighet på växtnäringsämnen var troligen huvudorsakerna till den högre avkastning

Ultuna (C-län)
Jordart: mhSL
4 ton Ca (OH)₂ /ha

- Strukturkalkningen gav i medeltal en skördeökning på **6,5 %**
- Släckt kalk på ytan hösten 2000 (skörd medeltal 2001-2013)



Strukturkalkning – effekter

Högre och jämnare skördenivå - men inte alltid

Nya försök med givor motsvarande 1, 2 och 6 ton CaO/ha av släckt kalk och en blandprodukt (släckt/bränd kalk och kalciumkarbonat). Skördade 2011–2014.

8501A, (C-län)
Jordart: mmhML

Inga statistiskt signifikanta **behandlingseffekter** något enskilt år eller som medeltal över åren

8502 (C-län)
Jordart: mmhSL

8501B (C-län)
Jordart: mmhML

Statistiskt signifikant **negativ** effekt av några kalkningsled under 2 av de 4 åren (som mest 11 %)

8503 (C-län)
Jordart: nmhML

Signifikant **skördeökning** 2 av 4 år (3-5 %)

Minskade fosforförluster

Finska fältförsök
med olika bearbetning samt strukturkalkning



Uttagning av lysimetrar



Regnsimulator



Kalkning med filterkalk – effekt på fosforutlakning

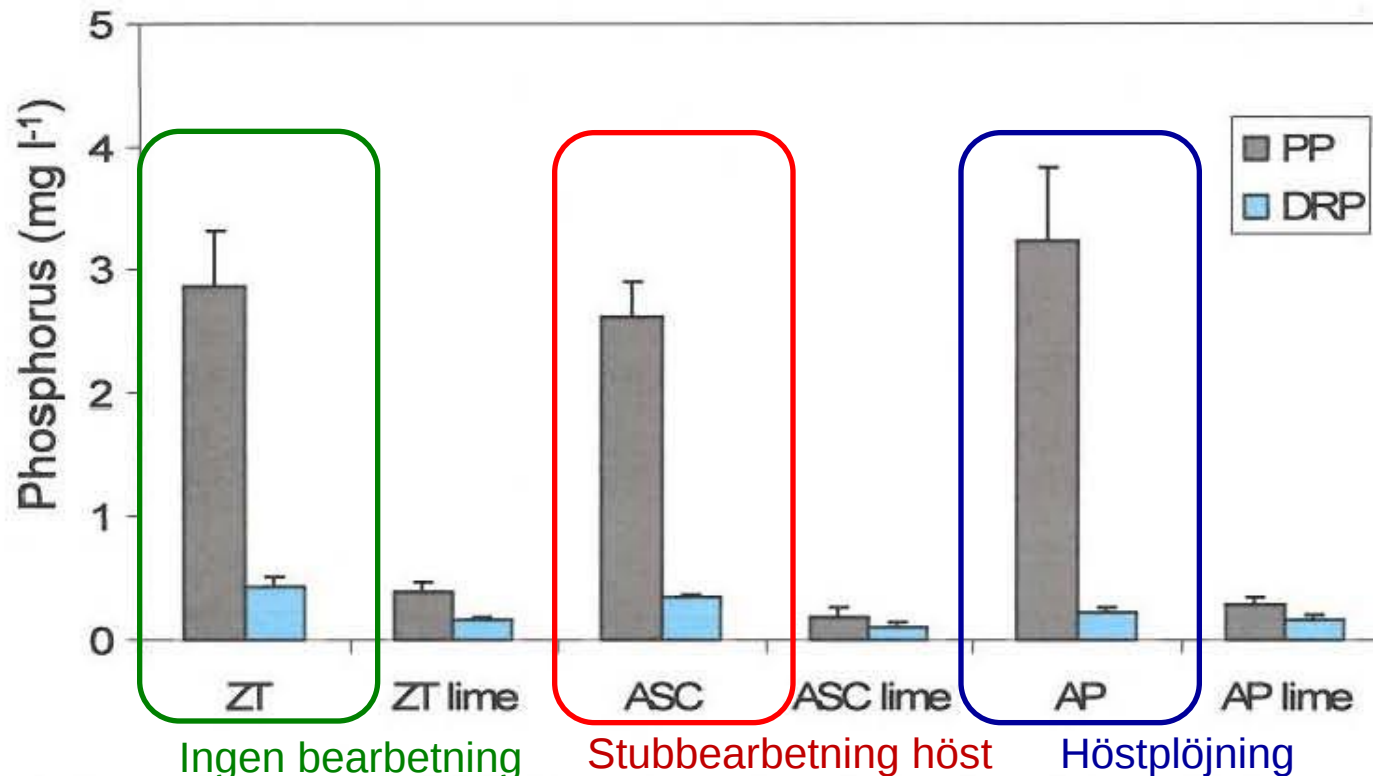
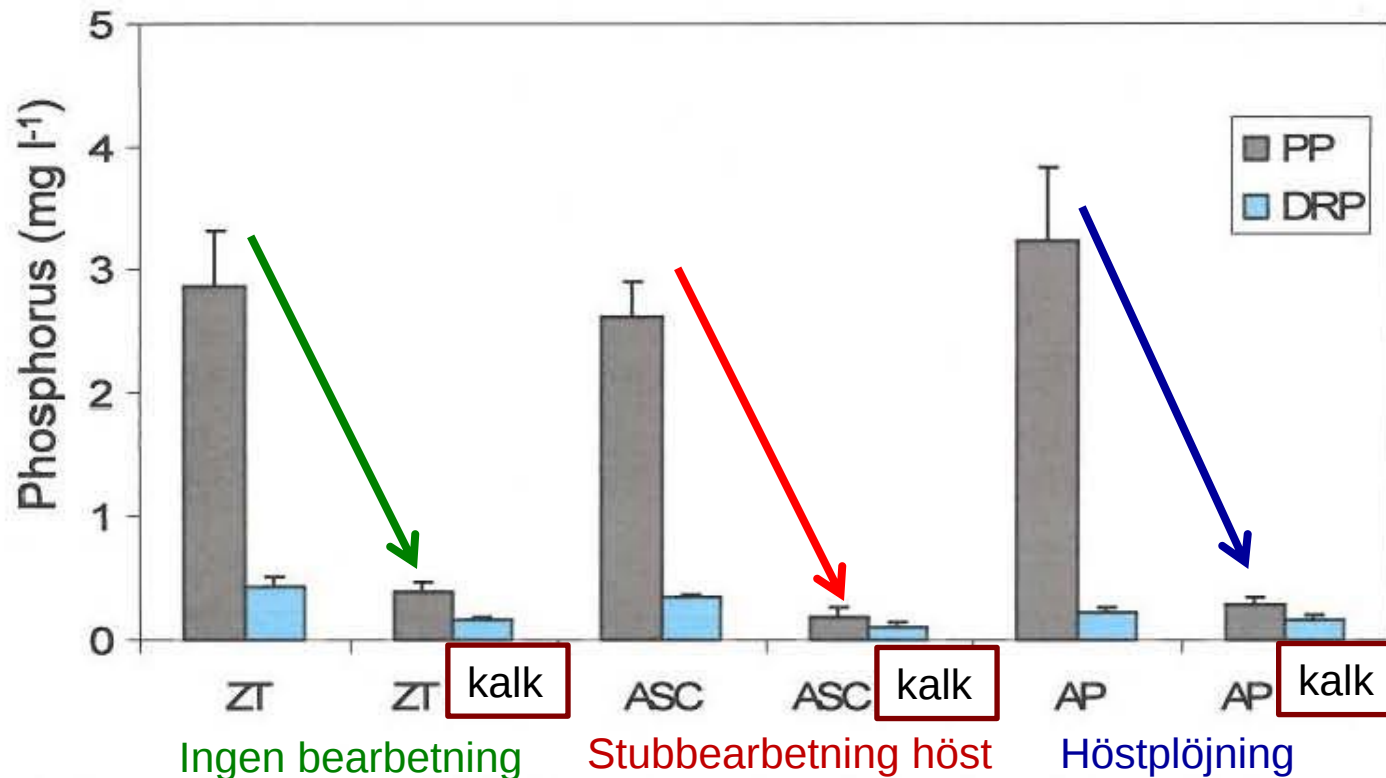


Figure 1. Average particulate (PP) and dissolved reactive (DRP) phosphorus content in surface runoff water during the three hours rainfall simulation (intensity 5 mm h⁻¹) which was repeated for three times. The rainfall simulation was done before and two days after liming (lime) of 5 Mg ha⁻¹. ZT, zero tillage; ASC, autumn stubble cultivation; AP, autumn ploughing. The tillage treatments were carried out five years before soil sampling. The vertical line above a bar indicates one standard of mean (n=4).

Undisturbed clay soil in lysimeters from a five year old field experiments. Lime kiln dust (mainly CaCO₃ + some CaO, 5 tonnes/ha) was spread in the lysimeters prior to simulated rainfall. Alakukku & Aura, 2006

Kalkning med filterkalk – effekt på fosforutlakning



Undisturbed clay soil in lysimeters from a five year old field experiments. Lime kiln dust (mainly CaCO_3 + some CaO , 5 tonnes/ha) was spread in the lysimeters prior to simulated rainfall. Alakukku & Aura, 2006

Strukturkalkning – påverkan på utlakning i svenska försök

	Bornsjön		Wiad	
	2007/2013		2011/2013	
	Bränd kalk	Kontroll	Blandkalk	Kontroll
Avrinning (mm år ⁻¹)	505	546	137	142
pH i vatten	7.1	6.8	7.1	7.0
TP (kg ha ⁻¹ år ⁻¹)	0.59*	0.97	0.13*	0.30
PP (kg ha ⁻¹ år ⁻¹)	0.46*	0.82	0.07	0.14
DRP (kg ha ⁻¹ år ⁻¹)	0.13	0.15	0.08*	0.15
DRP/TP (%)	20	15	55	55
TN (kg ha ⁻¹ år ⁻¹)	30	29	14	12

Lerhalt:

Bornsjön mtj 59 %, alv 60 %.

Wiad mtj 26 %, alv 37-53 %

Kalkgivor omräknat till kalcium (CaO):

Bornsjön ca 5 ton CaO/ha (som 5 ton bränd kalk)

Wiad ca 5 ton CaO/ha (som 11 ton blandkalk)

Källa:

Phosphorus leaching from clay soils can be counteracted by structure liming

Barbro Ulén & Ararso Etana, 2014

Strukturkalkning i ekologisk odling –

Bränd och släckt kalk är inte godkända

Kalkstensmjöl och gips är godkända

Finska fältförsök utlagda hösten 2008

Två nivåer med gips(CaSO_4 , 3 och 6 t ha^{-1})

Kalkstensmjöl(CaCO_3 , med Ca motsvarande 6 t ha^{-1})



Finska fältförsök utlagda hösten 2008

Uttagning av lysimetrar



Regnsimulator



Maj
2009:

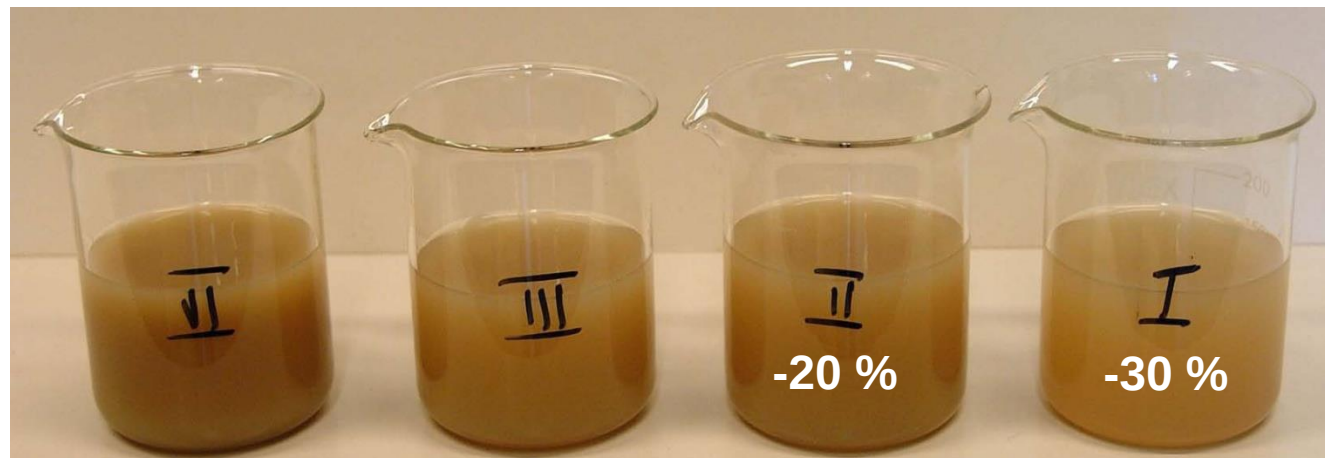


Obehandlad

Kalkstensmjöl

Gips 6 ton/ha

Maj
2010:



Obehandlad Kalkstensmjöl Gips 3 ton/ha Gips 6 ton/ha

Kortvarig
effekt!!

Strukturalka var?

Strukturalkning av

- hela åkern
- skyddszoner utefter vattendrag
- vändtegar



Foto: Jens Blomquist

På lerjordar



Strukturalkning

- av täckdikesåterfyllnaden
- runt ytvattenbrunnar
- förebyggande utefter vägar



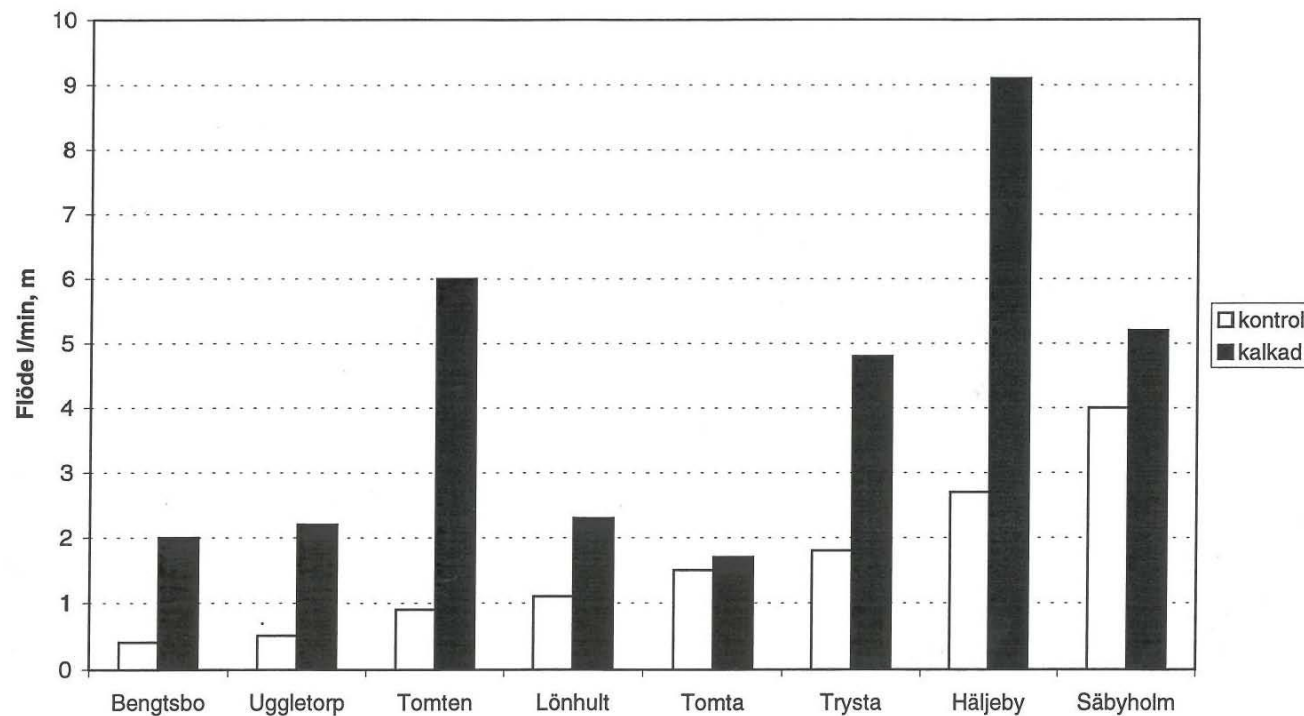
Foto: Jens Blomquist

Foto: Jens Blomquist

Strukturkalkning av täckdikesåterfyllnaden – effekter på genomsläppligheten

3-5 % bränd kalk (CaO) i återfyllnadsmassorna (50-80 % ler)

Kalkad och okalkad täckdikesåterfyllning



Strukturkalkning av täckdikesåterfyllnaden

— effekter på genomsläpplighet (infiltration)

Saulys and Bastiene, 2007 (Litauen, clay loam)

THE EFFECT OF LIME ADMIXTURE ON THE FUNCTIONING OF TILE DRAINAGE

381

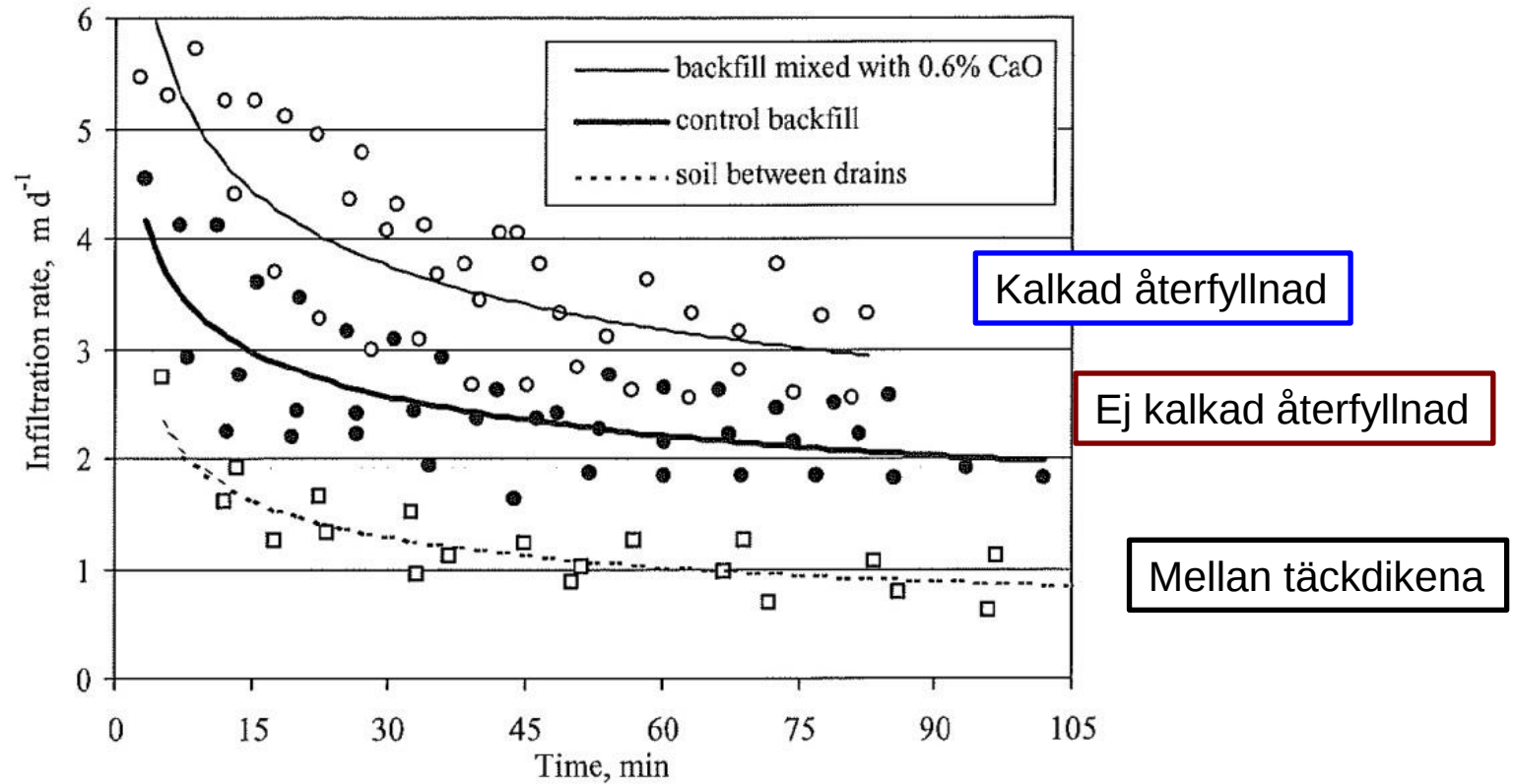


Figure 4. Variation of water infiltration rate in the Kalnujai site: trench backfill mixed with lime (○), control backfill (●), between drains (□)

Strukturkalkning av täckdikesåterfyllnaden

- effekter på utlakning av fosfor (total-P och löst fosfor)

Saulys and Bastiene, 2007 (Litauen, clay loam)

IMPACT OF LIME ON VARIATION OF PHOSPHORUS IN OUTFLOW

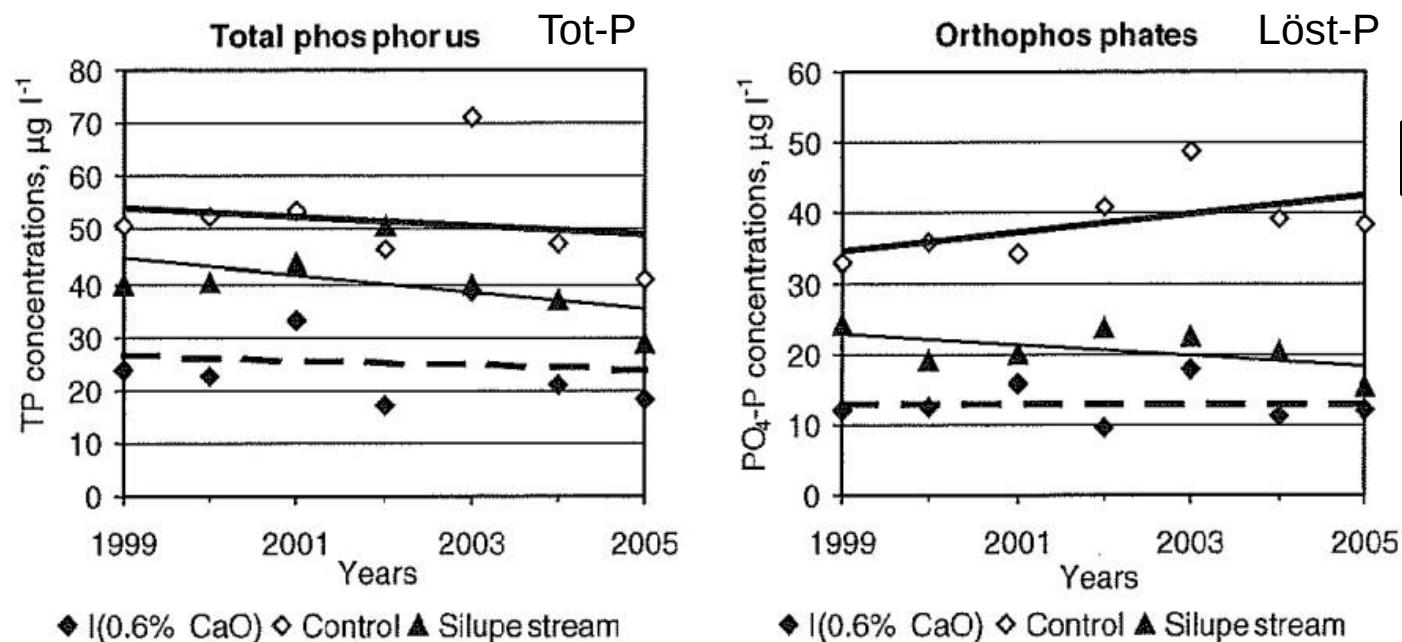


Figure 3. General trends in phosphorus concentrations in the Silupe stream and drainage water in 1999–2005

Effekter av strukturkalkning på dräneringsvattnets grumlighet

Grumlighet (FTU)



Strukturkalkat fält
(4-5 ton/ha blandvara)

Okalkat
fält

Kapellån

+ kalkfilterdike
(6 kg blandvara/meter)

Vattenprover
2011-01-21

Provtagning
gjord av
Dennis
Wiström i
Östergötland
40 % lerhalt

Strukturkalkning i praktiken!!

St Berga, Östergötland

Mkt styv lera (60 %)

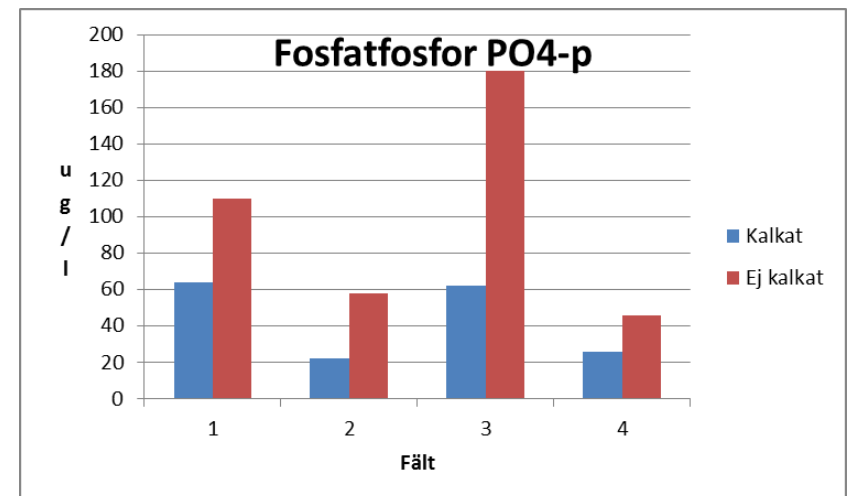
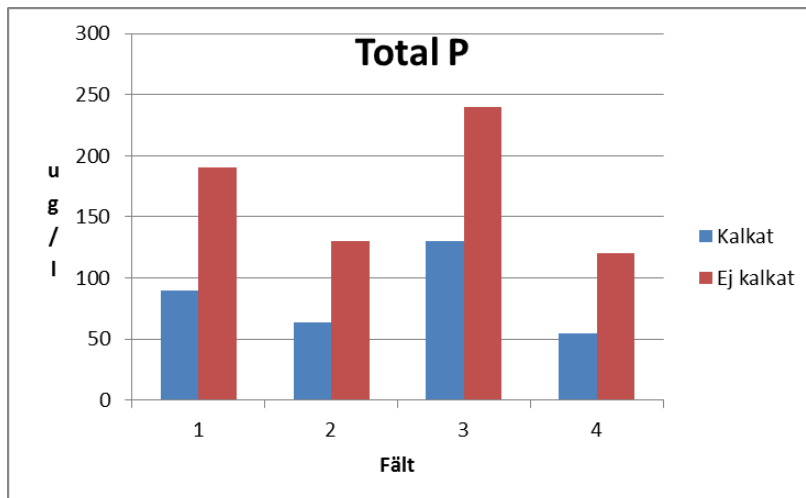
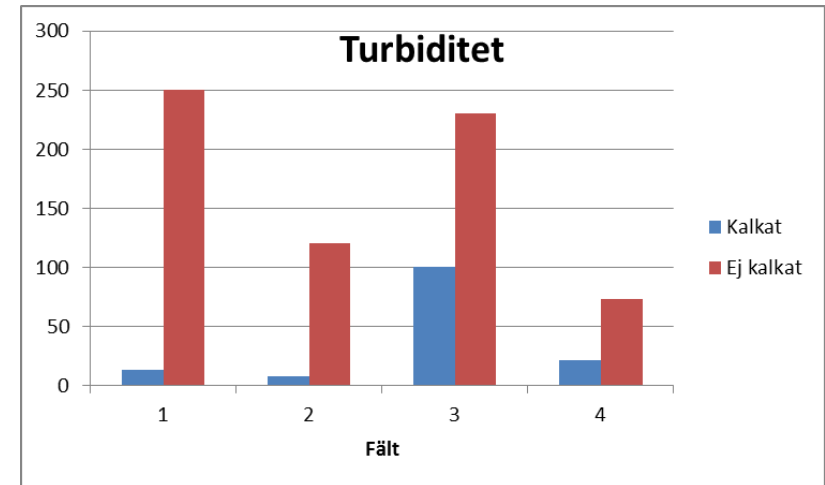
2013

7 ton/ha Strukturkalk blandvara

(ca 15 % släckt kalk)

Optimala spridningsförhållanden på
sensommaren efter gröngödslingsträda

Vattenprover tagna i täckdikesrör
hösten 2013 efter torrperiod (4/11).



Strukturkalkning - forskning framöver

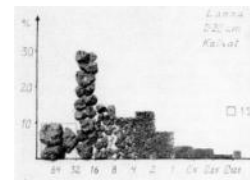
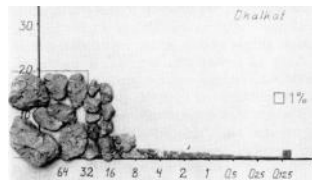
Vilka kalkgivor?

Vilken betydelse har typen av lermineral?

Hur långsiktiga är effekterna? De nya blandvarorna?

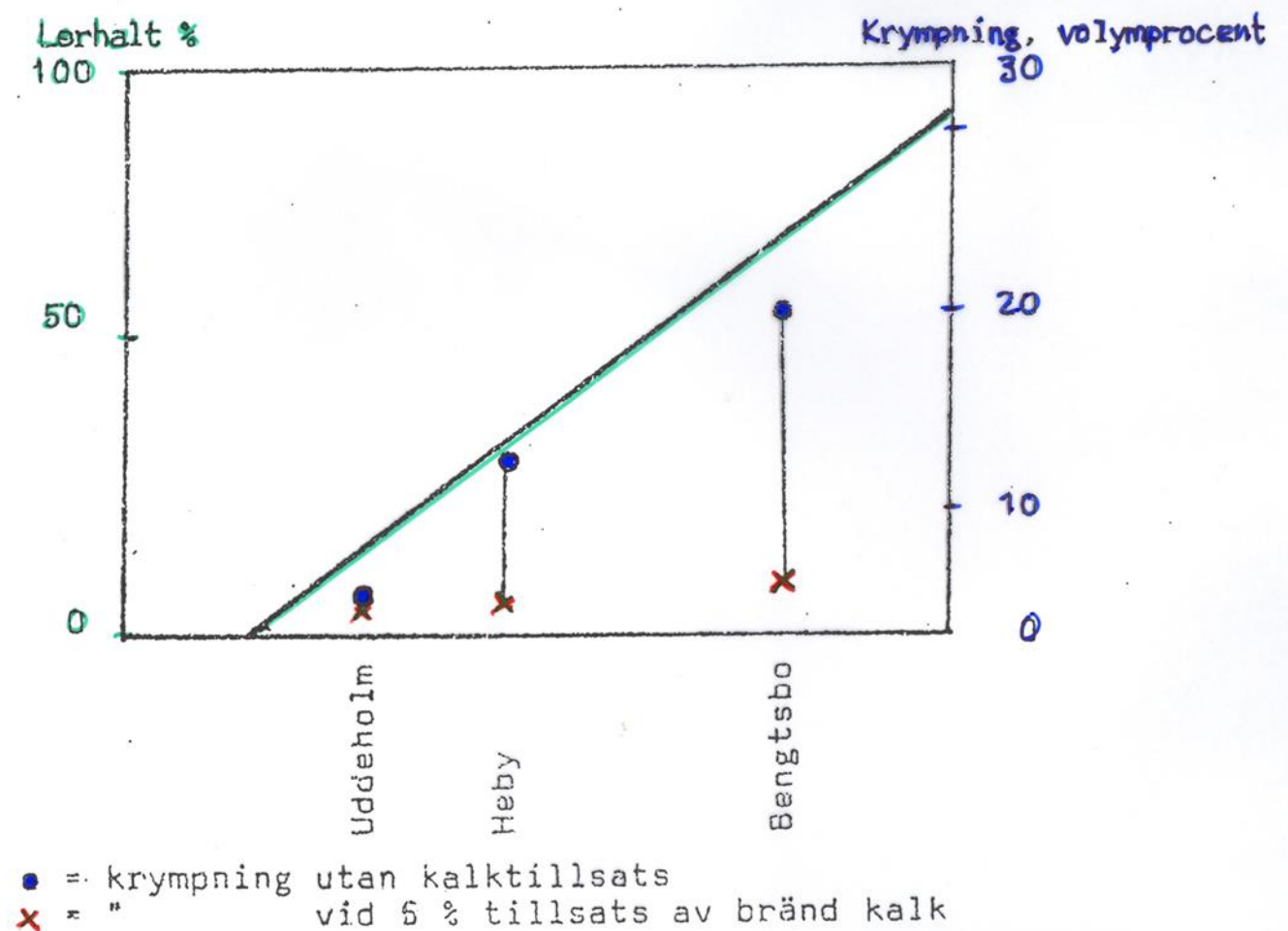
Kan vi hitta alternativ i Ekoodlingen?

Vid hur låga lerhalter har vi fortfarande effekt?



Strukturkalkning - forskning framöver

Vid hur låga lerhalter har vi fortfarande effekt?



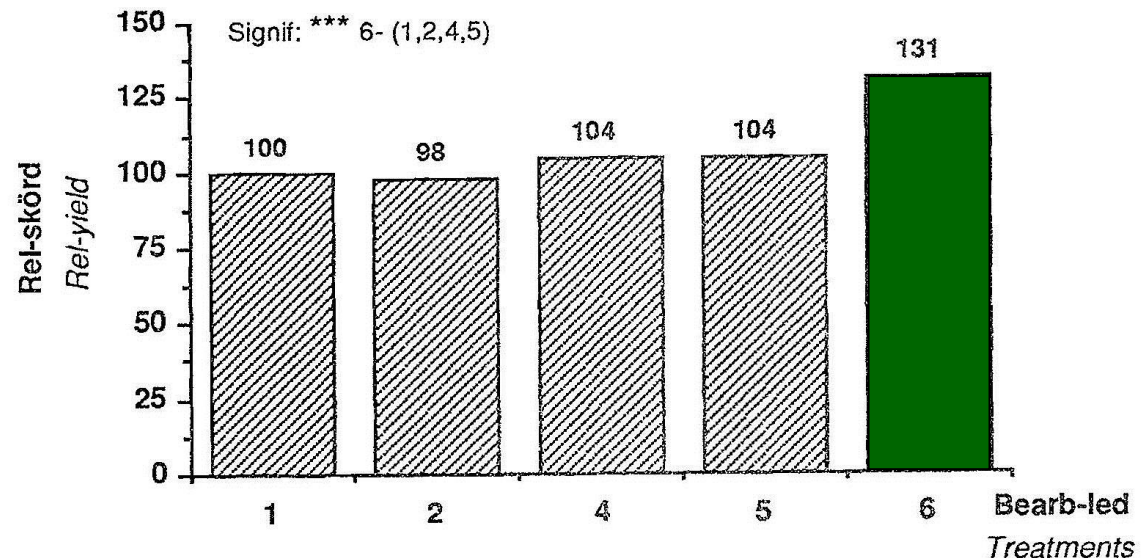
Figur 3. Kalkens effekt på krympningen vid olika lerhalter

Strukturkalkning – effekter

• Vid hur låga lerhalter har vi fortfarande effekt?

Finnbo (U-län)
Jordart: nmh **mjällättlera**
Mtj: 50 % mjäla, **19 % ler**
Slammingsbenägen,
bildar skorpa vid regn
pH 6,0

Strukturkalkning:
10 ton (CaO) bränd kalk/ha



Figur 18. Finnbo 1982, 1984-86. Jordbearbetningsförsök. Se tab 26 för förklaring av led 1-6.

Figure 18. Finnbo 1982, 1984-86. Cultivation trial. See Table 26 for explanation of treatments 1-6.

Försöksled:

1 = höstplöjt

2 = höstplöjt + halmtäckning 3 ton efter sådd

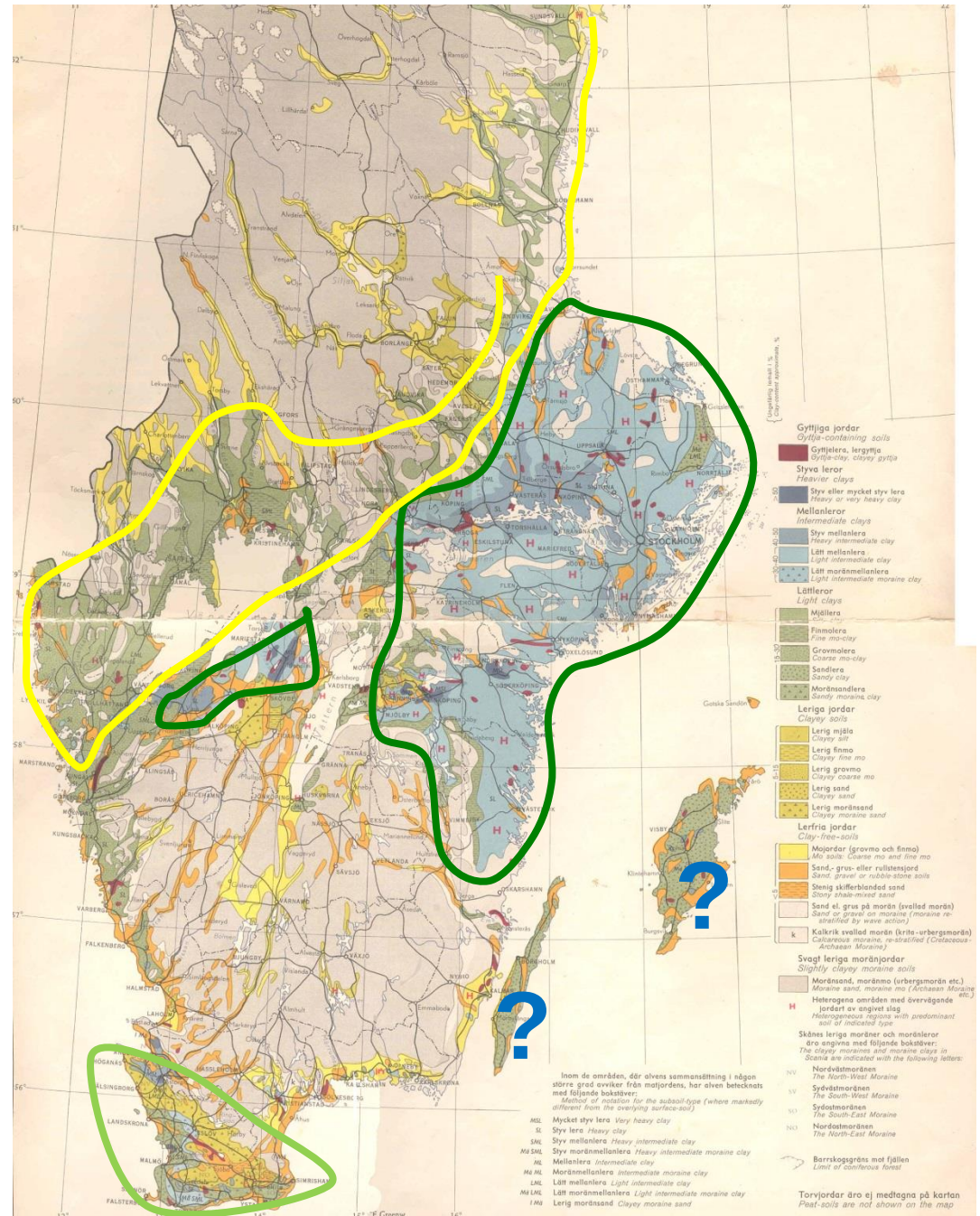
3 = höstplöjt + lättharvning efter sådd

5 = plöjningsfritt (stubberabotning 1-2 ggr)

6 = strukturkalkning 10 ton bränd kalk inblandad i matjorden 1981

Strukturkalkning – potentiella arealer?

Var i landet?



Strukturkalkning – potentiella arealer?

Tabell 7. Fördelning av jordart (%) uppdelat i olika jordartsklasser och vad detta motsvarar i areal åkermark (hektar)

Jordart	Andel (%)	Areal åkermark (ha)
Lerfria jordar (sand, mo, mjäla)	<1	24 700
Svagt leriga jordar (sand, mo, mjäla)	6	148 200
Leriga jordar (sand, mo, mjäla)	35	864 500
Lättlera	19	469 300
Mellanlera	22	543 400
Styv lera	15	370 050
Mycket styv lera	3	74 100

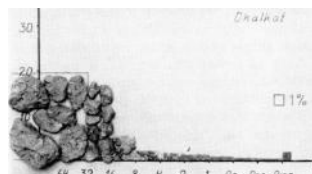
Källa: Jordbruket och vattenkvaliteten – kunskapsunderlag om åtgärder. Jordbruksverket Rapport 2012:22

987 550 ha

Lättlera 15-25 % ler
Mellanlera 25-40% ler
Styv lera 40-60 % ler
Mycket styv lera >60 % ler

Viktigt att komma ihåg vid strukturkalkning

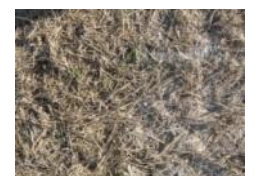
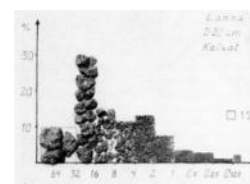
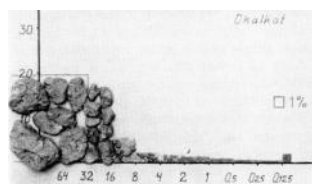
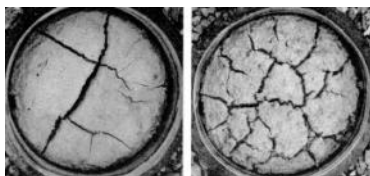
- **Testa själv** med en säck släckt kalk om Du tvekar om effekten.
- Det **måste finnas ler** som kalken kan reagera med. Fungerar ej på sandjord. Ju högre lerhalt desto mer kalk kan man lägga på och fortfarande få en effekt.
- Försök sprida kalken vid det tillfälle i växtföljden när strukturen är som bäst. Helst i augusti efter tex vallbrott eller tidigt skördad spannmålsgröda. **Vänta hellre ett år, än att sprida under dåliga förhållanden eller för sent på hösten.**
- För jämnare fält. **Lägg på mest där strukturen är som sämst.** Gör en "jävlighetskarta" och kalka efter den (överensstämmer ofta med lerhaltskartan).
- **Kalken skall blandas in snabbt efter spridning.** Helst inom ett dygn (max 2 dygn).
- **Viktigt med god inblandning.** Kör minst två gånger i olika riktningar. Använd redskap efter markförhållandena (enbart plöjning eller en lätt harvning duger inte). Blanda in kalken till det bearbetningsdjup du normalt har på fältet.
- Lämna gärna en GPS-inmätt yta okalkad i fältet som vi kan ha som forskningsyta och du själv kan ha som jämförelse. (helst 20x20m)



Viktiga åtgärder för att minska fosforförlusterna från åkermark

- Fungerande dränering
- Åtgärder som gynnar markens struktur
- Höga och framför allt jämna skördar
- Åtgärder som utnyttjar hela åkers "filterförmåga"

Mål: att behålla fosfor på fältet!!



Kerstin Berglund,

Inst f mark och miljö,
Avd f jordbearbetning och hydroteknik
SLU,
Box 7014,
75007 Uppsala.

018-671185.

kerstin.berglund@slu.se

Hemsida: www.slu.se/strukturkalk

