



Sveriges lantbruksuniversitet

Observationsfält med lerjord –
karakterisering av fosfors löslighet
och sorption

Observation fields with clay soils –
characterisation of soil phosphorus solubility and
sorption

Barbro Ulén and Ann Kristin Eriksson



Institutionen för mark och miljö
Department of Soil and Environment

Ekohydrologi *Ecohydrology*
Swedish University of Agricultural Sciences

Rapport 2
Report

Uppsala 2009
ISBN 978-91-86197-59-9



Sveriges lantbruksuniversitet

Observationsfält med lerjord – karakterisering av fosforns löslighet och sorption

Observation fields with clay soils – characterisation of soil phosphorus solubility and sorption

Barbro Ulén and Ann Kristin Eriksson



Institutionen för mark och miljö
Department of Soil and Environment

Rapport 2
Report

Ekohydrologi *Ecohydrology*
Swedish University of Agricultural Sciences

Uppsala 2009
ISBN 978-91-86197-59-9

Omslagsfoto (B Ulén): Grönalger som växer på våren ovanpå en jord med högt P-AL tal och med upptryckande grundvatten

Innehållsförteckning

Abstract.....	4
Inledning	5
Material och metoder.....	6
Resultat och diskussion	7
Fosforkoncentrationer i jorden med olika extraktionsmetod	7
Fosforläckage och fosforriskindex	11
Sorption av fosfor	12
Sammanfattning.....	15
Referenser	15
Bilaga 1	18
Bilaga 2	21
Bilaga 3.....	22
Bilaga 4.....	25
Bilaga 5.....	26

Abstract

Soil samples from five of the observations fields belonging to the programme "Observations Fields on Arable Land" were characterised for phosphorus (P) solubility and sorption. P concentration increased with the extraction agent (method) in the following order: calcium chloride (P-CaCl₂) < water (Pw) < hydrogen carbonate (Olsen-P) < ammonium lactate (P-AL) < hydrochloric acid (P-HCl) < nitric acid (P-HNO₃). Phosphorus sorption index (PSI) was found to be closely related to the concentrations of iron (Fe) and aluminum (Al) extracted with oxalate (ox) and acid ammonium lactate (AL) for most soils (r=0.87 and r= 0.71 respectively). It may be possible to include PSI value in a relationship between P concentration in soil and P concentration in drainage water.

Inledning

En av de främst bidragande faktorerna till övergödning av Östersjön är de diffusa utsläppen av fosfor från jordbruksmark (Helsinki Commission, 2009). Sambandet mellan fosforläckaget och jordens egenskaper är dock komplicerat. Fosfor kan t ex både sorberas till och desorberas från jordpartiklarna varvid bl.a. jordens innehåll av kalcium, leraggregatens och mineralernas innehåll av aluminium och järn, samt läckagevattnets pH och saltsammansättning har betydelse. För att kunna extrapolera läckagesiffrorna från observationsfälten till olika typer av andra fält bör därför jordens förmåga att frigöra och att sorbera fosfor kvantifieras på flera sätt. Syftet med denna studie har varit att jämföra fosforfrigörelse med olika extraktionsmetoder, hur dessa överensstämmer med sorptionen av fosfor till markvattenlösningen och vilka andra parametrar som påverkar sorptionen av fosfor i marken. Några utvalda observationsfält med stora fosforförluster och lerjord valdes ut. Detta gjordes dels för att bättre förstå dessa jordars egenskaper att frigöra och binda fosfor, dels för att ge underlag för den utveckling av fosformodellering som pågår på institutionen för Mark och Miljö, SLU.

En svag kalciumkloridlösning användes för att efterlikna saltförhållanden i marklösning medan avjonat vatten utnyttjades för att efterlikna det mycket saltfattiga regnvatten. Olsen-P med extraktion med vätekarbonatlösning utnyttjas för jordtester i många europeiska länder medan extraktion med surt laktat är den gängse svenska metoden för att bedöma mängden växttillgänglig fosfor. P-HCl används av tradition i Sverige för att bedöma förråden av växttillgänglig fosfor medan en uppslutning med salpetersyra kan innebära att också organiska föreningar i jorden löses upp i mer eller mindre grad.

Tabell 1. Lösning, jonstyrka, pH, förhållandet jord till extrakt och extraktionstid i undersökningen

Table 1. Solution, ion strength, pH, ratio of soil to extract, and extraction time used

Metod <i>Method</i>	Lösning <i>Solution</i>	Jonstyrka <i>Ion strength</i> (mol l ⁻¹)	pH <i>pH</i>	Jord:extrakt <i>Soil:extract</i> (g:ml)	Extraktionstid <i>Extraction time</i> (hours)
P-CaCl ₂	CaCl ₂	0,01	-	1:3	20
Pw	H ₂ O	-	-	1:3	20
Olsen-P	NaHCO ₃	0,50	8,5	1:20	0,5
P-AL	CH ₃ CHOHCOO	0,01/0,40	3,75	1:20	1,5
P-HCl	HCl	4	-	1:20	1,5
P _{ox}	(NH ₄ COO) ₂	0,2	3,0	1:60	4
P-HNO ₃	HNO ₃	7	-	1:4	0,5

Material och metoder

Totalt undersöktes 110 prov från matjorden från de fem observationsfälten 1D, 2M, 4O, 7E och 20E, samtliga med lerjord. Alla observationsfält provtogs under hösten 2005 och proverna förvarades i torrt tillstånd. Fosforinnehållet i jordarna analyserades som ”växttillgänglig fosfor” med ICP efter extraktion med ammoniumlaktat (P-AL; Egnér m fl., 1960), som ”förrådsfosfor” efter extraktion med saltsyra (P-HCl) och som ”totalfosfor” efter uppslutning med salpetersyra (P-HNO₃; SIS 1997) under 2005/2006. Mängden fosfor analyserades kolorimetriskt efter extraktion i svag kalciumkloridlösning (P-CaCl₂) (Börling m fl., 2004; Djodjic & Bergström, 2005), efter extraktion med vatten (P_w) (modifierad van der Paauw, 1969) och i vätekarbonatextrakt (Olsen-P)(Olsen m fl., 1954) hösten 2009. Proceduren för extraktionerna återfinns i tabell 1. Dessutom bestämdes fosfors sorptionsförmåga till den aktuella jorden i CaCl₂-lösningen med hjälp av ett index (PSI) (Börling m fl., 2001). Samband mellan markegenskaperna och PSI-bestämningarna beräknades genom stegvis regression.

Jordarnas förmåga att adsorbera fosfor indikerades också genom att mäta mängden aluminium (Al) och järn (Fe). Dessa bestämdes dels i lättlösligt form i AL-extraktet (Al-AL, Fe-AL) (Ulén, 2006) dels i mera amorf form efter extraktion i ammoniumoxalat (Al-ox, Fe-ox) (Schwertzmann, 1964; Jackson m fl., 1986). I AL-extraktet mättes även mängden kalcium (Ca-AL). Proceduren för extraktionerna återfinns i tabell 1. Mängden organiskt material i form av totalt organiskt kol (TOC) analyserades enligt LECO (2003) och pH mättes i vattenlösning (5 ml jord:25 ml vatten) enligt ISO 10390:2005. Fosfor analyserades också i oxalatextraktet (Wolf & Baker, 1990) men detta gav instabila värden för de här undersökta lerjordarna och resultaten har lämnats åsido. Värden från extraktion med saltsyra (HCl) är preliminära. De kommer att analyseras på nytt och resultatet kommer att kvalitetsgranskas. Även lerhalterna håller på att analyseras hösten 2009.

Tabell 2. Kod, antal prov (n) och medelvärden av mängden extraherad fosfor med de olika metoderna för fem observationsfält (mg P 100 g jord⁻¹)

Table 2. Code, number of samples (n) and mean amount of phosphorus extracted with different methods for five observations fields (mg P 100 g soil⁻¹)

Kod	n	P-CaCl ₂	P _w	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO ₃
1D	15	0,033	0,74	2,9	5,7	48	62
2M	40	0,031	0,33	2,4	7,0	30	42
4O	20	0,014	0,12	1,9	3,2	30	50
7E	25	0,031	0,20	3,2	5,7	34	48
20E	10	0,024	0,21	3,3	6,9	55	33

Resultat och diskussion

Fosforkoncentrationer i jorden med olika extraktionsmetod

Medelvärdet för fosforinnehållet baserat på de olika extraktionsmetoderna återfinns i tabell 2, medan enskilda analysdata ges i bilagorna 1 och 3. De olika procedurerna gav en fosforhalt i följande ordning; P-CaCl₂ < P_w < Olsen-P < P-AL < P-HCl < P-HNO₃. Vattenextraherad mängd fosfor var ung. 10 ggr större än mängden fosfor som extraherades med CaCl₂. Leran dispergerar och eftersom kloridlösningen får en högre elektropotential än rent vatten blir desorptionen av fosfatjoner lägre i kloridlösningen (Börling, 2001). Denna effekt är tydlig i kolloidrika lerjordar med hög katjonkapacitet och lågt pH vilket har gjort att man ifrågasatt CaCl₂ som ett lämpligt extraktionsmedel för att bestämma växttillgänglig fosfor (Hylander m fl., 1996). För fält 7E och 20E gav P_w och Olsen-P metoderna mycket likartade resultat, trots en högre lerhalt och ett högre pH för 7E.

Medelvärdet för pH, Ca-AL och extraherad mängd fosfor i förhållande till den totala mängden efter uppslutning med HNO₃ återges i tabell 3. Som väntat var koncentrationen P-AL hög i förhållande till totalfosfor för fält 2M, 20E och 7E med hög halt extraherbart kalcium (Ca-AL). Kalciumbunden fosfor löses upp i den sura laktatlösningen vilket kan ge en överskattning av mängden växttillgänglig fosfor i sådana jordar (t ex Börling, 2001).

Tabell 3. Kod, och medelvärden för pH, för kalcium i ammoniumlaktat (Ca-AL) (mmol kg jord⁻¹) och för mängden extraherad fosfor med olika extraktionsmetoder i procent av det fosforvärde som erhållits genom uppslutning med salpetersyra för fem observationsfält. Den nedersta raden visar medelvärde (X) för dessa relativa fosforvärden

Table 3. Code, mean pH, mean value of calcium in ammonium lactate (Ca-AL) (mmol kg soil⁻¹) and mean value of phosphorus extracted with different methods for five observations fields as a percentage of the phosphorus values obtained from oxidation with nitric acid. Lowest line show average value (X) for these relative phosphorus values

Kod Code	pH	Ca-AL	P-CaCl ₂	P _w	Olsen-P	P-AL	P-HCl
1D	5,7	40	0,053	1,19	4,7	9	77
2M	6,9	125	0,073	0,78	5,7	17	71
4O	6,8	45	0,028	0,24	3,8	6	60
7E	6,5	86	0,042	0,42	6,7	12	70
20E	6,9	106	0,043	0,64	10	21	71
X	-	-	0,058	0,65	6,2	13	70

Tabell 4. Korrelationskoefficienter (Pearson) med olika fosformetoder för samtliga jordprov

Table 4. Correlation coefficients (Pearson) with different phosphorus methods for all soil samples

Metod Method	CaCl ₂ -P	Pw	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO ₃
P- CaCl ₂	-	0,44	0,73	0,66	0,48	0,38
Pw		-	0,39	0,24	0,62	0,42
Olsen-P			-	0,78	0,65	0,59
P-AL				-	0,48	0,38
P-HCl					-	0,75
P-HNO ₃						-

Korrelationskoefficienter mellan de olika metoderna för samtliga fält presenteras i tabell 4. I bilaga 2 har motsvarande samband redovisats för varje fält för sig. För fältet 1D var alla metoderna väl korrelerade med varandra, medan fälten 4O och 20E kännetecknades av sämre korrelation mellan de olika metoderna. Speciellt gäller detta fält 20E som har ung marin lerjord. Salthalten i dräneringsvattnet är ovanligt högt och fältet har förmodligen en komplicerad markkemi när det gäller fosfor.

Linjär regression mellan P-AL och Olsen-P tillsammans med andra relevanta parametrar indikerade att förutom Ca och pH påverkas mängden extraherad fosfor också av den organiska halten i jorden mätt som TOC:

$$\text{Olsen-P} = 2,94 + 0,297\text{P-AL} - 0,000821\text{Ca-AL} + 0,488\text{TOC} - 0,400\text{pH} \quad R^2_{\text{adj}} = 79\%$$

Ottavong m fl. (2009) beräknade ett direkt samband mellan Olsen-P och P-AL för svenska matjordsprover, varav de flesta var från södra Sverige. Detta samband gav dock en ganska dålig prediktion av Olsen-P utifrån observationsfälten P-AL tal ($r=0,40$). Den bästa prediktionen för Olsen-P med detta samband erhöles från fälten 1D ($r=0,80$) och 20E ($r=0,74$). Sambandet mellan Olsen-P och P-AL varierade tillsammans med andra parametrar för de olika observationsfälten enligt nedan:

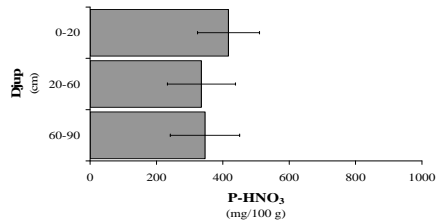
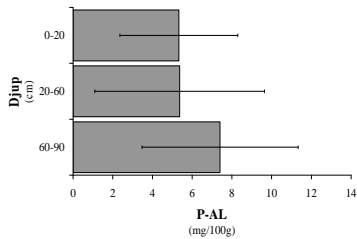
ID	Olsen-P = $-0,61 + 0,410\text{P-AL}$	$R^2_{\text{adj}} = 94\%$
2M	Olsen-P = $6,37 + 0,263\text{P-AL} - 0,859 \text{pH} - 0,00041\text{Ca-AL} + 0,252\text{TOC}$	$R^2_{\text{adj}} = 92\%$
4O	Olsen-P = $9,70 + 0,462\text{P-AL} - 0,0431\text{Al-AL} - 1,39\text{pH} + 0,657\text{TOC}$	$R^2_{\text{adj}} = 84\%$
7E	Olsen-P = $1,19 + 0,431\text{P-AL} - 0,00282\text{Ca-AL} + 0,0199\text{Fe-AL}$	$R^2_{\text{adj}} = 71\%$
20E	Olsen-P = $3,10 + 0,420\text{P-AL} - 0,00627\text{Ca-AL}$	$R^2_{\text{adj}} = 84\%$

Fält
Field

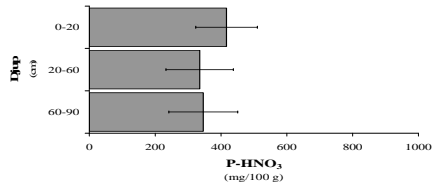
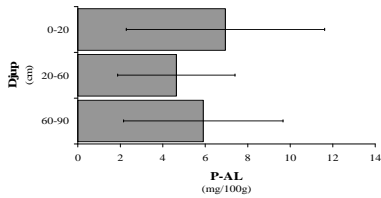
Fosfor i laktatextrakt
Phosphorus in lactate extract

Fosfor efter uppslutning med sal-
petersyra
Phosphorus oxidized with nitric acid

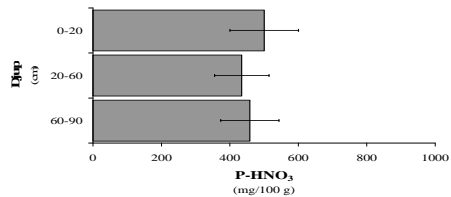
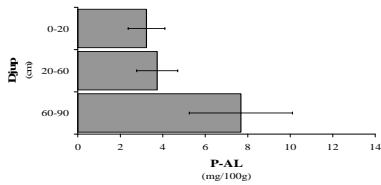
1D



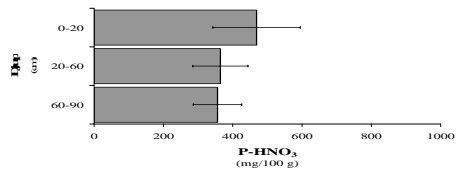
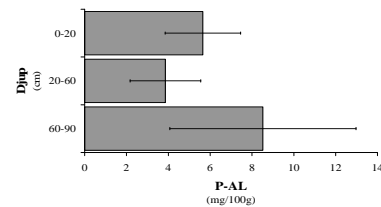
2M



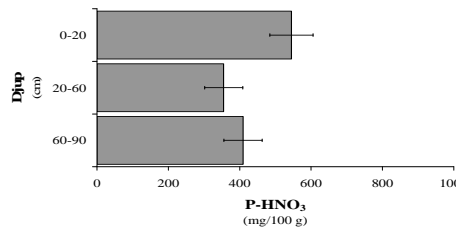
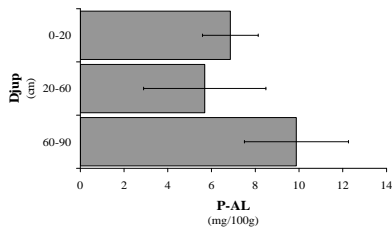
4O



7E



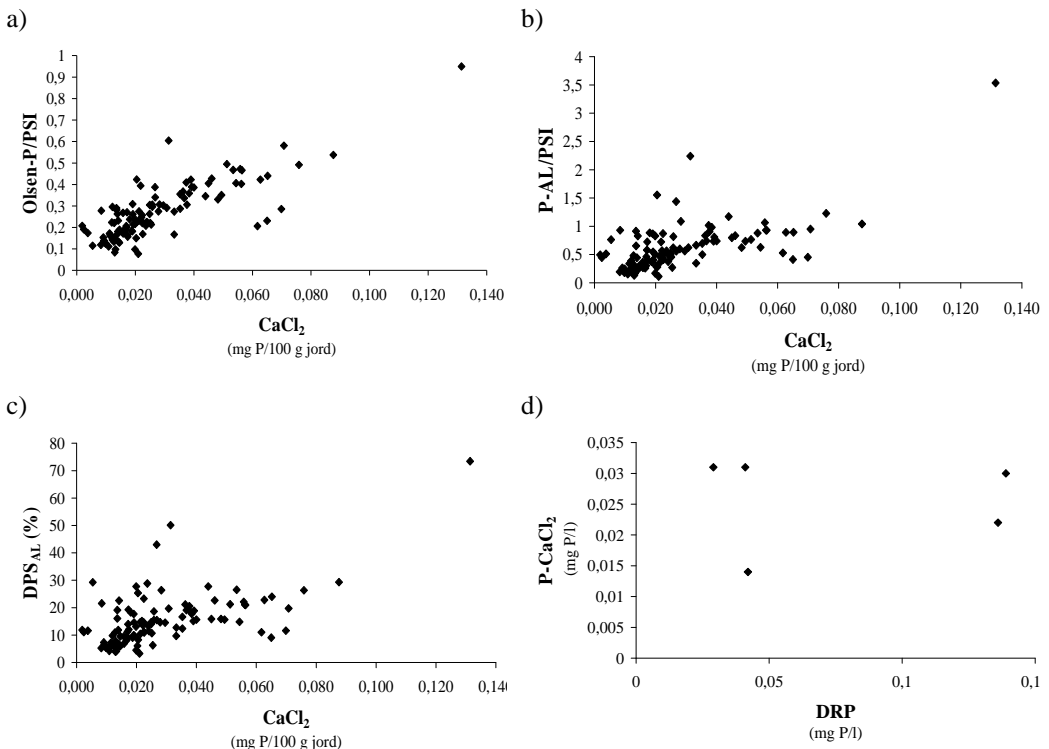
20E



Figur 1. Extraherad mängd fosfor som P-AL och P efter HNO₃-uppslutning på tre djup (0-20, 20-60 och 60-90 cm) för fem observationsfält (1D, 2M, 4O, 7E och 20E).

Figure 1. Amount of phosphorus extracted in P-AL and P after oxidative boiling with HNO₃ in three soil depths (0-20, 20-60 and 60-90 cm) of the observation fields (1D, 2M, 4O, 7E and 20E).

För enskilda fält var det oftast antingen pH eller Ca-AL som påverkade sambandet mellan Olsen-P och P-AL. Delar av fältet med högre pH eller Ca-AL halt hade ett relativt sätt högre värde för P-AL än Olsen-P. För fält 2M och 4O indikerades också en påverkan på Olsen-P av jordens innehåll av organiskt material. Börling m fl. (2004) observerade att P-AL talet kunde minska med djupet i profilen för att åter öka på större djup. Det förklarades med att det sura P-AL extraktet frigör kalciumbundna fosfater från de mera ovittrade jordarna på större djup. För alla här undersökta observationsfält ökade också mängden P-AL i den djupare alven. Totalfosfor mätt som P-HNO₃ ökade däremot inte på samma sätt eller minskade (Figur 1).

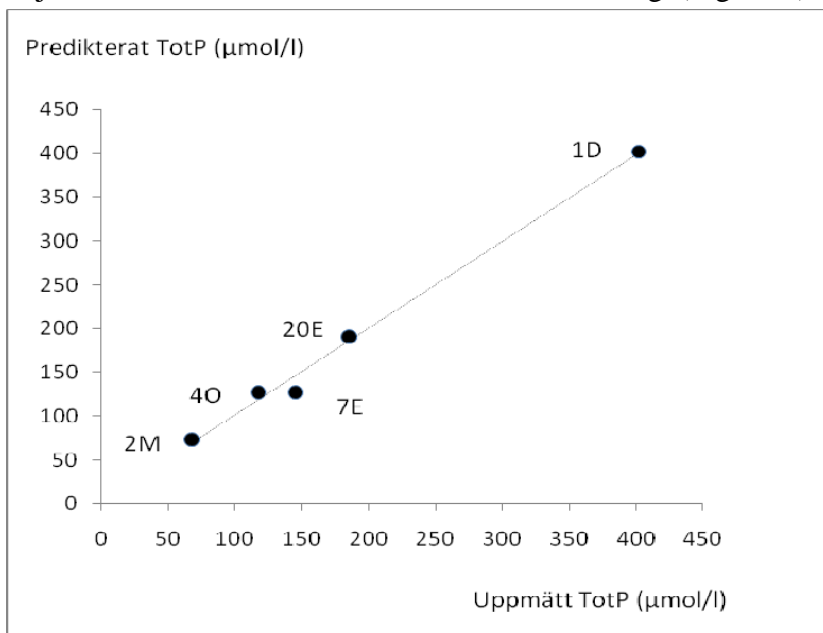


Figur 2. Korrelation ($r =$ korrelationskoefficienten) mellan P-CaCl₂ och olika fosforindex för fosfor a) Olsen-P/PSI ($r=0,81$) b) P-AL/PSI ($r=0,64$) c) DPS_{AL} ($r=0,60$). Figur 2d) visar sambandet mellan medelvärdet av P-CaCl₂ och långtidsmedelvärdet för löst reaktiv fosfor (DRP) i dräneringsvattnet för fem fält ($r=0,57$).

Figure 2. Correlations ($r =$ correlation coefficient) between P-CaCl₂, proposed indices of phosphorus release to soil water a) Olsen-P/PSI ($r=0,81$) b) P-AL/PSI ($r=0,64$) c) DPS_{AL} ($r=0,60$). Figure 2d) shows the relationship between mean P-CaCl₂ and dissolved reactive phosphorus (DRP) in drainage water for five fields ($r=0,57$).

Fosforläckage och fosforriskindex

Genom att mäta PSI (P sorption index) bestäms jordarnas förmåga att sorbera fosfor med en förenklad enpunktsmetod (Börling, 2003). Den fosfor som redan finns bunden i jorden påverkar också hur mycket som inte sorberas utan riskerar all läcka ut. Börling m fl. (2001) använde kvoterna Olsen-P/PSI samt P-AL/PSI som index för risken för fosforläckage som i sin tur antogs bero på halten P-CaCl₂ i jorden. Kvoten med Olsen-P gav då ett bättre samband än kvoten med P-AL. Också i den här undersökningen hade kvoten Olsen-P/PSI ett bättre samband med P-CaCl₂ ($r=0,81$) än kvoten P-AL/PSI ($r=0,64$). Ulén (2006) använde fosformättnadsgraden i extraktet (DPS-AL) både i matjorden och alven för att indikera läckaget från dräneringsrör från en rad jordar av varierad textur. Sambandet mellan långtidsmedelvärdet av löst reaktiv fosfor DRP i dräneringsvattnet och DPS-AL i matjorden var dock svagt för de här undersökta lerjordarna. Även sambandet med P-CaCl₂ var svagt (Figur 2d).



Figur 3. Samband mellan långtidsmedelvärdet för uppmätt totalfosfor (TotP) från observationsfältens dräneringssystem och beräknade värden från det empiriska sambandet $\text{TotP} = 303 + 1523 \cdot (\text{Pw}) - 979/\text{PSI}$. Pw och PSI är uttryckta i mmol kg^{-1} och regressionskoefficienten ($R^2 \text{ adj}$) = 99,3%.

Figure 3. Relationship between long-term average of measured total phosphorus (TotP) in drainage water from the observation fields and estimated values based on the empirical relationship $\text{TotP} = 303 + 1523 \cdot \text{Pw} - 979/\text{PSI}$. Pw and PSI are expressed in mmol kg^{-1} and the regression coefficient ($R^2 \text{ adj}$) = 99.3%.

Tabell 5. Kod, medelvärden för aluminium (Al), och järn (Fe) i oxalatextrakt, (Fe-ox och Al-ox) samt för aluminium, järn och kalcium i ammoniumlaktat extrakt (Al-AL, Fe-AL och Ca-AL) (mg P 100g jord⁻¹), total kolhalt (TOC) (%), pH samt sorptionsindex (PSI), (mmol kg⁻¹) för fem observationsfält

Table 5. Codes, mean measured aluminium (Al) and iron (Fe) content in oxalate extract, (Fe-ox and Al-ox) and aluminium, iron and calcium in ammonium lactate extract (Al-AL, Fe-AL and Ca-AL) (mg P 100g soil⁻¹), total carbon (TOC) (%), pH and sorption index (PSI), (mmol kg⁻¹) for five observation fields

Kod Code	Al-ox	Fe-ox	Al-AL	Fe-AL	Ca-AL	TOC	pH	PSI
1D	128	121	21	41	161	5,7	5,7	3,7
2M	88	62	14	29	501	6,9	6,9	2,5
4O	165	123	31	181	181	6,6	6,6	4,1
7E	151	114	22	29	347	6,5	6,5	3,6
20E	183	120	30	36	424	6,9	6,9	4,6

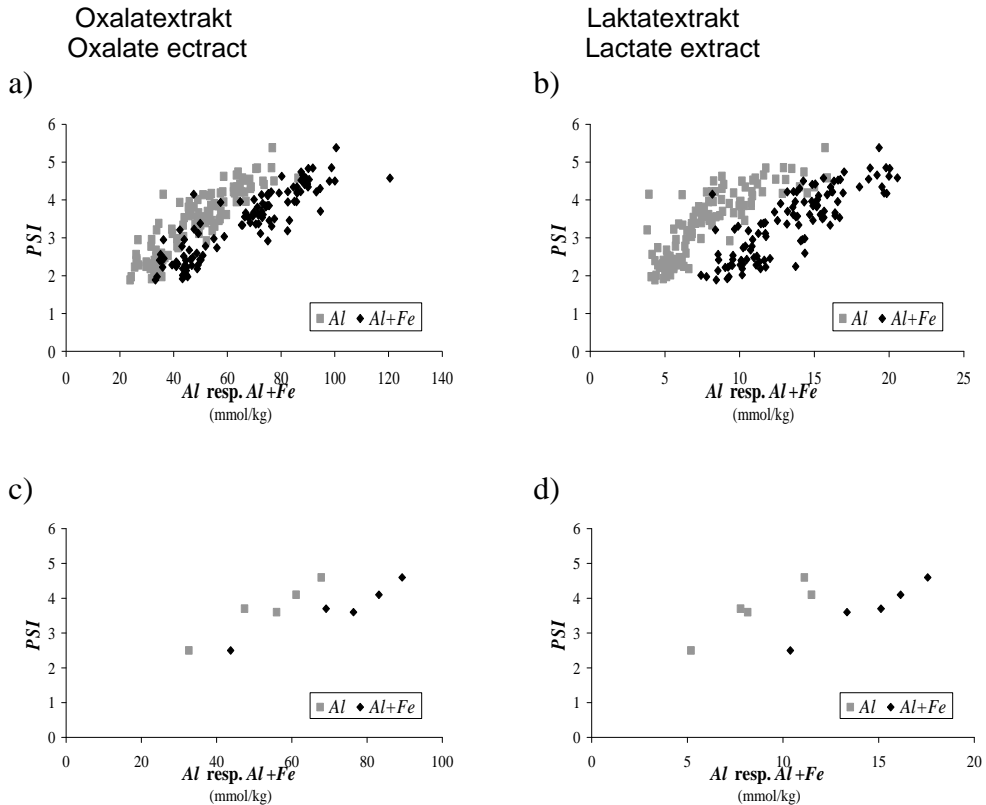
Regnvatten och smältvatten har en förmåga att effektivt frigöra löst reaktiv fosfor från lerkolloiderna p.g.a. låg salthalt (Ulén, 2003, 2004) och vattnet kan sedan infiltrera mycket snabbt i en lerjord (Djodjic, 2001). Extraktion med saltfattigt vatten skulle därför kunna ge en bättre bild än CaCl₂ av fosfortransporten med snabba kanaliserade flöden, både via ytavrinning och makroporer. I det senare fallet kan flödet vara så snabbt att några fosforjämvikter med jordmatrisen eller markvattnet i de mindre porerna inte hinner ställas in. I den här undersökningen återfanns ett samband mellan långtidsvärdet för totalfosforhalten i dräneringssystemets utlopp från observationsfälten och fosfor extraherad med vatten (P_w) samt jordens förmåga att sorbera fosfor uttryckt som ett inverterat värde av PSI (Figur 3). Detta samband skulle dock behöva undersökas för fler platser.

Sorption av fosfor

De ämnen som främst anses bidra till fosforsorptionen till jorden förutom Al och Fe är Ca men även mängden organisk material (TOC) och pH kan påverka. Halterna av dessa ämnen, som de analyserades här, återfinns i bilaga 3 tillsammans med PSI.

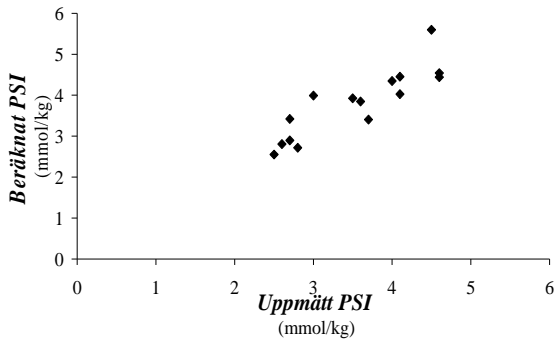
För samliga här undersökta fält utgjorde lösligt Al i AL extraktet 17 % av Al i oxalatextraktet. Motsvarande andel för Fe var 30%. Den mesta av det amorft bundna aluminiumet och järnet förelåg därför sannolikt i mer svårlöslig form som det behövdes en effektiv komplexbindare som oxalat för att lösa upp. Mängden av Fe och Al extraherade med såväl laktat som oxalat visade sig

överlag vara bra indikatorer på jordarnas förmåga att sorbera fosfor. För samtliga jordar från de analyserade försöksfälten var Al-ox ensamt bäst korrelera med PSI (figur 4a), men vid jämförelse med medelvärdena för de 5 fälten var såväl (Al+Fe)-ox som (Al+Fe)-AL en god prediktor för PSI (Figur 4b). Linjär regression för samtliga jordar mellan PSI samt Al och Fe i oxalat-extraktet och TOC respektive Al, Fe och Ca i AL- extraktet samt TOC gav följande ekvationer.



Figur 4. Korrelation (r = korrelationskoefficienten) mellan PSI och a) Al-ox ($r=0,90$) resp. (Al+Fe)-ox ($r=0,87$) och b) med Al-AL ($r=0,83$) resp. (Al+Fe)-AL ($r=0,71$) för de individuella proverna. Samband mellan PSI och c) Al-ox ($r=0,98$) resp. (Al+Fe)-ox ($r=0,97$) och d) Al-AL ($r=0,93$) resp. (Al+Fe)-AL($r=0,96$) baserat på medelvärden från fem observationsfält.

Figure 4. Correlation (r = correlation coefficient) between PSI and a) Al-ox ($r=0,90$) and (Al+Fe)-ox ($r=0,87$) and b) with Al-AL ($r=0,83$) and (Al+Fe)-AL ($r=0,71$) for individual samples. Correlation between PSI and c) Al-ox ($r=0,98$) and (Al+Fe)-ox ($r=0,97$) and d) Al-AL ($r=0,93$) and (Al+Fe)-AL($r=0,96$) based on average values from five observation fields.



Figur 5. Korrelation (r = korrelationskoefficienten) mellan beräknat och uppmätt värde för PSI i de här undersökta observationsfälten samt ytterligare 10 fält ($r=0,87$).

Figure 5. Correlation (r = correlation coefficient) between estimated and measured values for PSI in five observations fields investigated here together with 10 other fields ($r=0,87$).

$$(1) \text{ PSI} = 0,735 + 0,0163\text{Al-ox} + 0,143\text{TOC} + 0,00266\text{Fe-ox} \quad R^2_{\text{adj}}=82 \%$$

$$(2) \text{ PSI} = 0,235 + 0,0836\text{Al-AL} + 0,402\text{TOC} + 0,0173\text{Fe-AL} + 0,000167\text{Ca-AL}$$

$$R^2_{\text{adj}}=86\%$$

För enstaka fält, speciellt 1D, var det dock svårt att relatera PSI till några markkemiska parametrar över huvud taget (Tabell 7). PSI beräknades även enligt ekvation (1) med data från de svenska långliggande bördighetsförsöken (Börling m fl. 2001) (Bilaga 5). Uppmätta värden tillsammans med data från den här undersökningen visade på ett relativt gott samband (Figur 5) med korrelationskoefficienten (r) = 0,87. Sambandet verkar därför vara mera allmängiltigt och inte bara gälla för observationsfälten.

Samband mellan PSI och markparametrar för enskilda fält gav dock en splittrad bild. Kalcium verkar ha betydelse för fält 2M och 7E. För fält 2M, som är det fält som har det största inslaget av sand i matjorden, tycks dessutom det organiska materialet bidra till sorptionen av fosfor. För fält 1D observerades däremot inga signifikanta korrelationer över huvud taget. För övriga fält ökade ofta PSI med den totala mängden organiskt kol (TOC):

ID	$PSI = 3,00 + 0,0055 \text{ Al-ox} - 0,763 \text{ pH}$	$R^2_{\text{adj}} = 23\%$
	$PSI = 3,05 + 0,0313 \text{ Al-AL}$	$R^2_{\text{adj}} = 9\%$
2M	$PSI = 1,66 + 0,0032 \text{ Al-ox} + 0,358 \text{ TOC}$	$R^2_{\text{adj}} = 45\%$
	$PSI = 0,471 + 0,0971 \text{ Al-AL} + 0,292 \text{ TOC} + 0,000376 \text{ Ca-AL}$	$R^2_{\text{adj}} = 71\%$
4O	$PSI = 3,03 + 0,0222 \text{ Al-ox} - 0,149 \text{ pH}$	$R^2_{\text{adj}} = 79\%$
	$PSI = 1,79 + 0,0509 \text{ Al-AL} + 0,402 \text{ TOC} - 0,910 \text{ pH}$	$R^2_{\text{adj}} = 63\%$
7E	$PSI = 6,61 + 0,0214 \text{ Al-ox} - 0,950 \text{ pH}$	$R^2_{\text{adj}} = 77\%$
	$PSI = 0,397 + 0,0827 \text{ Al-AL} + 0,00263 \text{ Ca-AL} + 0,0169 \text{ Fe-AL}$	$R^2_{\text{adj}} = 70\%$
20E	$PSI = 2,70 + 0,0273 \text{ Al-ox}$	$R^2_{\text{adj}} = 44\%$
	$PSI = 3,34 + 0,108 \text{ Al-AL}$	$R^2_{\text{adj}} = 41\%$

Sammanfattning

För fem observationsfält med lerjord ökade fosfor med olika extraktionsmetoder i följande ordning; $\text{P-CaCl}_2 < \text{P}_w < \text{Olsen-P} < \text{P-AL} < \text{P-HCl}$. Av totalfosfor mätt efter uppslutning med salpetersyra P-HNO_3 var det bara omkring en procent som extraherades med vatten. P_w var trots detta den parameter som varierade mest mellan fälten och var också den parameter som var tydligast relaterad till fosforhalten i fältens dräneringssystem.

Den fosforadsorberande förmågan mättes med en förenklad sorptionsmetod (PSI). Denna var framför allt relaterad till aluminiumhalten extraherad i ammoniumlaktat (AL) eller oxalat. Efter subtraktion av ett uttryck för PSI-värdet förstärkte sambandet mellan P_w och fosforhalten i fältets dräneringssystem. Ett empiriskt samband upprättades baserat på de fem observationsfälten.

Referenser

- Börling, K., Otabbong, E. & Barberis, E. (2001) Phosphorus sorption in relation to soil properties in some cultivated Swedish soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **59**, 39-46
- Börling, K., Barberis, E. & Otabbong, E. (2004) Impact of long-term inorganic phosphorus fertilization on accumulation, sorption and release of phosphorus in five Swedish soil profiles. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **69**, 11-21

- Djodjic, F. (2001) *Displacement of phosphorus in structured soils*. Agraria 283, SLU. 30 pp.
- Djodjic, F. & Bergström, L. (2005) *Conditional phosphorus index as an educational tool for risk assessment and phosphorus management*. *Ambio* **34**, 296-305.
- Egnér, H., Riehm, H. & Domingo, W. R. (1960) Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Kungliga Lantbrukshögskolans annaler* **26**, 199-215.
- Helsinki Commission (2009) *Baltic Sea Environment Proceedings No 115A, Eutrophication in the Baltic Sea, An integrated thematic assessment of the effect of nutrient enrichment in the Baltic Sea regions, Executive Summary*, Baltic Marine Environment Protection Commission, Helsinki, Finland.
- Hylander, L., Svensson, H-I. & Simán, G. (1996) Different methods for determination of plant available soil phosphorus. *Communication Soil Plant Analysis* **27**, 1501-1512.
- ISO (2005) *Soil quality - Determination of pH*. International Organization for Standardization. ISO10390:2005.
- Jackson, M. L. Lim, C. H. Zelazny, L. W. (1986) Oxides, hydroxides, and aluminosilicates. In: Klute A (ed) *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*. Madison, Wisconsin, ASA and SSSA, pp 101-150.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. & Dean, L. A. (1954) *Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate*. USDA Circular No. 939. 19 pp. Washington, D.C., U.S.
- Ottobong, E., Börling, K., Kätterer, T. & Mattsson, L. (2009) Compatibility of the ammonium lactate (AL) and sodium bicarbonate (Olsen) methods for determining available phosphorus in Swedish soils. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science* **59**, 373 - 378.
- SIS (1997) *Swedish Standard Determinations of soils - Determinations of metals in soils by extraction with nitric acids*. Swedish Standard Institution, SS028311.

- Schwertmann, U. (1964) Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch photochemische Extraktion mit saurer Ammoniumoxalatelösung. *Zeitschrift für Pflanz und Bodenkunde* **105**, 194-202.
- Ulén, B. (2003) Concentration and transport of different forms of phosphorus during snowmelt runoff from an illite clay soil. *Hydrological Processes* **17**, 747-758.
- Ulén, B. (2004) Size and settling velocities of phosphorus-containing particles in water from agricultural drains. *Water Air and Soil Pollution* **157**, 331-343.
- van der Paauw, F. (1969) Development and utility of a new technique of water extraction for determining plant-available phosphorus. *Sonderheft Landwirtschaftliche Forschung* **23**, 102-109.
- Wolf, A.M. & Baker, D.E. 1990. Colorimetric method for phosphorus measurement in ammonium oxalate soil extracts. *Communication Soil Plant Analysis* **21**, 2257-2263.

Bilaga 1

Prov	ID	P-CaCl ₂	P _w	Olsen-P	P-AL (mg 100g ⁻¹)	P-HCl	P-HNO ₃
Fält	Prov						
1D	A3	0,020	0,30	1,2	2,1	25	42
1D	A4	0,021	0,28	0,9	1,4	21	38
1D	B3	0,013	0,26	0,9	1,4	21	28
1D	B4	0,013	0,52	1,8	2,7	29	40
1D	C2	0,025	0,36	2,5	5,1	55	68
1D	C3	0,012	0,44	1,9	2,6	35	53
1D	C4	0,012	0,55	2,6	4,6	41	69
1D	D1	0,016	0,79	3,4	4,7	52	51
1D	D2	0,063	1,15	4,4	9,3	73	72
1D	D3	0,056	1,12	4,9	11,0	64	90
1D	E1	0,056	1,15	4,4	10,2	70	85
1D	E2	0,022	0,94	3,0	7,0	67	73
1D	E3	0,040	1,24	4,2	8,1	57	77
1D	F2	0,056	1,28	5,1	10,1	72	71
1D	F3	0,065	0,70	2,6	4,6	45	71
Fält	Prov						
2M	A1	0,076	0,54	3,3	8,3	30	70
2M	A2	0,070	0,55	2,5	3,9	20	31
2M	A3	0,017	0,26	1,9	4,0	22	35
2M	A4	0,039	0,69	3,0	5,2	23	51
2M	A5	0,035	0,46	2,5	4,9	26	42
2M	B1	0,065	0,42	3,7	7,6	35	54
2M	B2	0,020	0,07	2,2	8,3	28	50
2M	B3	0,014	0,45	2,1	3,5	21	32
2M	B4	0,024	0,05	2,7	7,3	37	47
2M	B5	0,026	0,22	2,0	4,1	27	46
2M	B6	0,046	0,52	2,7	5,2	32	45
2M	B7	0,045	0,58	2,5	5,0	24	43
2M	B8	0,028	0,12	2,2	7,7	24	44
2M	B9	0,131	0,45	8,7	32,3	51	71
2M	C1	0,014	0,08	2,1	7,6	28	46
2M	C2	0,014	0,09	2,1	6,7	27	38
2M	C3	0,005	0,08	1,1	7,6	36	51
2M	C4	0,002	0,16	1,6	3,7	24	29
2M	C5	0,002	0,19	1,5	3,7	22	34
2M	C6	0,008	0,10	2,1	7,0	26	51
2M	C7	0,004	0,08	1,4	4,0	21	35
2M	C8	0,049	0,48	2,1	4,5	27	34
2M	D2	0,031	0,25	3,5	13,1	40	42
2M	D3	0,027	0,15	3,1	11,4	37	48
2M	D4	0,044	0,13	2,6	8,7	33	36
2M	D5	0,022	0,61	2,3	4,3	33	39
2M	D6	0,014	0,56	1,9	4,5	30	30
2M	D7	0,013	0,43	1,7	3,7	25	36

Forts. Bilaga 1

Fält	Prov	P-CaCl₂	P_w	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO₃
2M	D8	0,062	0,15	1,9	4,9	28	36
2M	E3	0,021	0,20	2,9	10,8	34	35
2M	E4	0,018	0,14	1,8	6,6	33	28
2M	E5	0,033	0,64	1,9	4,5	29	35
2M	E6	0,022	0,13	1,9	7,5	36	41
2M	E7	0,017	0,07	1,6	7,0	27	39
2M	E8	0,038	0,68	2,9	7,9	31	45
2M	F3	0,037	1,10	2,8	7,0	34	45
2M	F4	0,019	0,25	2,3	6,6	30	35
2M	F5	0,036	0,27	2,2	5,1	34	38
2M	F6	0,026	0,61	2,1	5,8	33	39
2M	F7	0,038	0,37	2,2	6,5	30	41
Fält	Prov						
4O	A1	0,017	0,12	2,1	3,1	32	47
4O	B1	0,017	0,12	2,5	3,5	29	60
4O	B2	0,016	0,08	2,0	3,2	26	46
4O	B3	0,014	0,09	1,5	2,7	31	47
4O	B4	0,014	0,10	2,0	2,9	22	46
4O	C2	0,021	0,14	3,2	4,0	40	88
4O	C3	0,011	0,09	2,0	2,3	32	43
4O	C4	0,009	0,08	1,8	3,2	28	46
4O	D2	0,013	0,20	1,6	2,5	33	48
4O	D3	0,010	0,08	1,7	2,5	30	46
4O	D4	0,013	0,08	1,7	3,7	25	45
4O	E2	0,012	0,08	1,7	3,0	30	42
4O	E3	0,011	0,07	1,6	2,2	30	49
4O	F2	0,008	0,08	1,5	2,5	32	48
4O	F3	0,010	0,08	1,8	3,5	32	57
4O	G2	0,015	0,14	1,7	3,6	35	55
4O	G3	0,013	0,12	1,3	2,3	29	49
4O	H3	0,011	0,24	2,1	4,4	31	51
4O	L3	0,033	0,17	2,8	5,8	34	49
4O	M3	0,020	0,16	1,9	3,7	27	40
Fält	Prov						
7E	A1	0,078	0,24	4,0	7,8	49	66
7E	A2	0,071	0,31	5,3	8,6	61	60
7E	A3	0,053	0,32	4,6	8,7	46	58
7E	B1	0,054	0,26	4,7	7,2	42	49
7E	B2	0,027	0,20	3,6	6,0	38	56
7E	B3	0,051	0,29	4,8	7,4	47	55
7E	C1	0,022	0,29	2,6	4,5	27	41
7E	C2	0,030	0,11	2,8	5,3	30	38
7E	C3	0,037	0,18	3,7	8,2	36	51
7E	D1	0,017	0,04	2,5	3,7	22	31
7E	D2	0,022	0,22	2,6	5,7	29	40
7E	D3	0,017	0,24	1,8	4,6	30	40
7E	D4	0,039	0,22	4,2	8,7	38	59
7E	D5	0,021	0,17	3,6	6,2	34	57

Forts. Bilaga 1

Fält	Prov	P-CaCl₂	P_w	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO₃
7E	E1	0,014	0,33	2,4	3,6	26	46
7E	E2	0,025	0,25	3,1	3,9	30	42
7E	E3	0,015	0,18	2,5	3,9	37	48
7E	E4	0,019	0,18	3,2	6,7	33	60
7E	E5	0,025	0,14	3,2	5,2	26	48
7E	F1	0,009	0,18	2,1	3,7	31	56
7E	F2	0,021	0,08	3,2	4,8	28	46
7E	F3	0,024	0,09	2,9	4,9	33	46
7E	G2	0,023	0,12	1,9	4,6	24	40
7E	G3	0,012	0,26	3,1	2,7	22	36
7E	G4	0,048	0,19	2,5	4,7	25	36
Fält	Prov						
20E	A1	0,019	0,18	2,7	5,4	32	63
20E	A2	0,035	0,21	3,7	6,5	35	53
20E	B1	0,024	0,16	2,9	6,7	33	48
20E	B2	0,025	0,15	3,5	7,0	37	55
20E	C1	0,017	0,20	2,8	6,5	30	57
20E	C2	0,019	0,20	2,5	5,1	30	58
20E	D1	0,019	0,21	3,2	6,1	34	44
20E	D2	0,020	0,25	3,6	7,6	30	49
20E	E1	0,028	0,27	4,1	9,0	32	56
20E	E2	0,031	0,23	4,1	8,7	37	62

Bilaga 2

Koefficienter (r) vid korrelation (Pearson) mellan de olika metoderna för att bestämma fosforkoncentration i jorden för fem observationsfält. Svaga samband anges som streck

1D	P-CaCl ₂	P _w	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO ₃
P-CaCl ₂		0,73	0,73	0,77	0,69	0,71
P _w			0,96	0,93	0,89	0,79
Olsen-P				0,97	0,93	0,85
P-AL					0,94	0,89
P-HCl						0,86
P-HNO ₃						

2M	P-CaCl ₂	P _w	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO ₃
P-CaCl ₂		0,38	0,81	0,62	0,44	0,57
P _w			-	-	-	-
Olsen-P				0,90	0,66	0,66
P-AL					0,77	0,62
P-HCl						0,48
P-HNO ₃						

4O	P-CaCl ₂	P _w	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO ₃
P-CaCl ₂		-	0,50	0,72	-	-
P _w			-	-	-	-
Olsen-P				0,62	-	-
P-AL					-	-
P-HCl						0,70
P-HNO ₃						

7E	P-CaCl ₂	P _w	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO ₃
P-CaCl ₂		n.s.	0,77	0,77	0,79	0,51
P _w			0,43	-	0,47	-
Olsen-P				0,82	0,83	0,67
P-AL					0,80	0,73
P-HCl						0,77
P-HNO ₃						

20E	P-CaCl ₂	P _w	Olsen-P	P-AL	P-HCl	P-HNO ₃
P-CaCl ₂		-	0,74	-	0,70	-
P _w			-	-	-	-
Olsen-P				0,89	-	-
P-AL					-	-
P-HCl						-
P-HNO ₃						

Bilaga 3

Fält	Prov	Al-ox	Fe-ox	Al-AL	Fe-AL	Ca-AL	TOC (%)	pH	PSI (mmol kg ⁻¹)
1D	A3	132	117	23,7	35,9	133	1,7	5,6	4,0
1D	A4	124	106	22,2	30,7	103	1,8	5,5	4,0
1D	B3	93	86	19,0	25,4	81	1,5	5,6	3,4
1D	B4	114	85	29,1	24,0	84	1,7	5,5	3,9
1D	C2	125	128	20,1	44,4	197	1,9	5,8	3,6
1D	C3	123	143	20,6	33,1	117	1,7	5,6	3,8
1D	C4	128	150	19,6	44,1	140	1,7	5,8	3,8
1D	D1	137	122	16,6	54,2	221	2,0	6,0	4,1
1D	D2	130	126	16,0	40,4	204	1,9	6,1	3,4
1D	D3	117	124	16,7	55,1	176	1,8	5,8	3,3
1D	E1	132	135	18,6	48,8	191	2,0	5,8	3,5
1D	E2	171	125	21,4	48,2	244	2,2	5,8	4,0
1D	E3	119	134	21,7	48,3	171	1,6	5,8	3,5
1D	F2	155	113	21,5	42,3	205	2,0	5,8	3,5
1D	F3	123	120	23,4	43,1	149	2,0	5,7	3,6
Fält	Prov								
2M	A1	94	78	17,8	20,0	179	1,4	6,6	2,2
2M	A2	85	64	17,1	25,1	282	0,6	6,6	2,8
2M	A3	95	54	15,1	20,3	201	1,3	6,0	2,2
2M	A4	88	65	15,8	29,3	198	1,1	6,3	2,3
2M	A5	92	70	12,7	26,8	213	1,3	6,6	2,3
2M	B1	113	81	12,2	31,9	394	3,1	6,7	2,7
2M	B2	106	47	15,1	22,7	964	1,9	7,4	3,2
2M	B3	102	72	13,9	24,6	209	1,1	6,7	2,5
2M	B4	97	63	10,6	23,7	2250	5,8	7,3	4,2
2M	B5	91	62	13,5	19,8	253	1,5	6,6	2,1
2M	B6	88	59	11,9	16,8	166	1,2	6,7	2,0
2M	B7	89	67	14,5	26,8	211	1,3	6,6	2,0
2M	B8	95	77	13,6	24,5	431	1,5	7,3	2,3
2M	B9	72	53	17,3	43,5	916	1,7	7,3	2,9
2M	C1	86	68	15,5	28,6	537	1,0	7,3	3,0
2M	C2	80	62	14,6	33,0	358	1,3	7,2	2,4
2M	C3	91	48	10,3	25,5	3394	2,3	7,3	3,2
2M	C4	90	69	13,8	31,4	304	1,2	7,0	2,7
2M	C5	89	66	13,2	29,1	314	1,2	6,8	2,4
2M	C6	93	66	14,7	28,1	342	1,4	6,9	2,4
2M	C7	90	58	14,4	32,5	238	1,3	6,9	2,5
2M	C8	96	54	13,8	23,3	211	1,5	6,6	2,0
2M	D2	64	53	11,7	22,9	728	1,1	7,4	1,9
2M	D3	70	51	11,2	24,6	1518	1,4	7,5	2,6
2M	D4	71	51	11,7	32,3	807	1,4	7,5	2,4
2M	D5	86	64	13,2	23,9	176	1,3	6,6	1,9
2M	D6	88	65	12,5	24,6	217	1,4	6,8	2,2

Forts. Bilaga 3

Fält	Prov	Al-ox	Fe-ox	Al-AL	Fe-AL	Ca-AL	TOC	pH	PSI
		(mg 100g jord ⁻¹)					(%)		(mmol kg ⁻¹)
2M	D7	99	58	16,1	27,9	229	1,4	6,7	2,5
2M	D8	111	77	20,0	38,8	317	1,4	6,7	3,0
2M	E3	80	63	16,9	41,8	378	1,3	6,8	2,2
2M	E4	71	48	16,6	30,7	382	1,2	7,1	2,4
2M	E5	85	68	15,1	32,4	266	1,2	6,4	2,2
2M	E6	111	59	15,4	26,1	401	1,7	7,3	2,8
2M	E7	107	54	18,4	27,4	573	1,4	7,6	3,1
2M	E8	96	73	17,3	44,4	243	1,2	6,7	2,6
2M	F3	69	58	14,3	36,0	216	0,9	6,9	2,2
2M	F4	71	57	14,4	37,4	266	1,0	7,1	2,5
2M	F5	65	54	11,0	20,7	207	1,3	6,9	2,0
2M	F6	73	69	12,2	30,8	242	1,2	6,7	2,3
2M	F7	84	59	13,1	30,0	294	1,6	6,8	2,3
Fält	Prov								
4O	A1	140	93	20,1	23,8	179	1,9	6,8	3,4
4O	B1	185	145	23,8	29,0	196	2,2	6,7	4,3
4O	B2	153	98	26,9	27,6	185	2,2	6,7	3,8
4O	B3	143	103	27,3	25,5	171	1,8	6,8	3,6
4O	B4	137	88	22,7	29,9	168	2,0	6,7	3,6
4O	C2	233	191	29,8	25,5	243	2,9	6,6	4,6
4O	C3	142	112	23,9	24,3	155	1,8	6,6	3,7
4O	C4	157	101	31,1	26,2	145	1,9	6,6	4,2
4O	D2	158	133	27,0	24,1	163	1,7	6,6	3,9
4O	D3	175	140	30,2	21,6	154	1,7	6,5	4,4
4O	D4	145	119	29,1	24,7	182	1,8	6,6	3,9
4O	E2	148	115	27,8	27,0	207	1,8	6,7	3,8
4O	E3	178	136	35,3	20,4	173	1,8	6,3	4,5
4O	F2	144	121	29,3	24,7	181	1,6	6,6	4,1
4O	F3	177	132	42,8	26,2	181	1,9	6,6	4,6
4O	G2	186	118	40,5	25,2	216	2,2	6,6	4,3
4O	G3	172	125	37,8	22,4	176	2,0	6,5	4,3
4O	H3	146	118	34,7	39,0	192	1,3	6,6	4,2
4O	L3	207	133	42,4	20,2	189	2,2	6,6	5,4
4O	M3	169	130	39,2	28,7	160	1,9	6,5	4,2
Fält	Prov								
7E	A1	97	79	14,4	18,2	216	2,0	6,6	2,4
7E	A2	141	127	25,2	26,5	277	2,1	6,5	2,9
7E	A3	147	156	17,5	22,9	309	2,3	6,6	3,2
7E	B1	155	207	19,0	48,1	316	2,4	6,5	3,7
7E	B2	146	120	21,5	25,5	324	1,9	6,6	3,5
7E	B3	133	128	18,0	25,6	301	2,2	6,6	3,1
7E	C1	149	118	18,3	17,4	269	2,0	6,5	3,3
7E	C2	118	85	18,3	27,8	337	2,1	6,6	3,0

Forts. Bilaga 3

Fält	Prov	Al-ox	Fe-ox	Al-AL	Fe-AL	Ca-AL	TOC	pH	PSI
				(mg100g jord ⁻¹)			(%)		(mmol kg ⁻¹)
7E	C3	142	94	20,3	35,4	416	2,5	6,6	3,6
7E	D1	149	100	25,1	19,2	272	1,5	6,6	3,9
7E	D2	133	98	25,9	37,9	413	2,5	6,3	3,7
7E	D3	144	92	19,9	27,7	432	2,7	6,5	3,7
7E	D4	153	146	27,9	25,5	371	2,9	6,7	3,5
7E	D5	176	124	22,6	29,2	392	2,4	6,6	4,2
7E	E1	173	131	38,6	15,0	232	2,1	6,5	4,7
7E	E2	158	121	23,8	62,4	355	3,0	6,4	4,6
7E	E3	175	157	21,9	28,3	462	3,5	6,6	4,2
7E	E4	181	101	27,2	26,5	379	2,0	6,7	4,0
7E	E5	148	93	18,3	25,9	357	2,4	6,6	3,4
7E	F1	198	138	27,4	34,4	321	2,0	6,5	4,5
7E	F2	199	84	24,1	33,1	534	3,8	6,4	4,4
7E	F3	179	110	21,0	33,7	524	4,1	6,5	4,2
7E	G2	161	76	21,4	31,6	391	2,4	6,5	3,6
7E	G3	135	85	22,0	32,4	250	1,6	6,5	3,3
7E	G4	95	81	15,7	20,8	234	2,3	6,3	2,4
Fält	Prov								
20E	A1	171	138	31,3	42,4	415	2,3	6,9	4,7
20E	A2	155	122	25,9	40,9	369	2,4	6,9	4,2
20E	B1	168	113	29,2	29,8	409	2,8	6,9	4,2
20E	B2	168	124	28,0	31,9	419	2,6	6,9	4,3
20E	C1	184	110	33,5	34,7	468	2,8	7,1	4,6
20E	C2	181	113	29,4	31,8	420	3,0	6,9	4,5
20E	D1	191	109	36,4	36,6	443	3,0	6,9	4,8
20E	D2	192	115	31,7	39,0	433	2,9	7,0	4,8
20E	E1	206	125	34,9	38,3	444	3,0	7,0	4,9
20E	E2	209	127	22,3	33,5	420	2,9	6,8	4,5

Bilaga 4

Kod för observationsfält antal prov (n) och korrelationskoefficienter (Pearson) mellan PSI och uppmätt mängd Al, och Fe i oxalatextrakt, (Fe-ox resp. Al-ox) och i ammoniumlaktat extrakt (AL-AL, Fe-AL), för de olika observationsfälten. Svaga samband anges som streck

Kod	n	Al-ox	(Al+Fe)-ox	Al-AL	(Al+Fe)-AL
1D	15	-	-	-	-
2M	40	0,87	0,78	0,68	0,77
4O	20	0,81	0,79	0,77	0,67
7E	25	0,71	0,69	0,68	0,72
20E	10	0,41	0,33	-	-

Bilaga 5

Textur, aluminium och järn i oxalatextrakt (Al-ox, Fe-ox), organiskt material (TOC) och fosforsorptionsindex (PSI) uppmätt från de långsliggande bördighetsförsöken (Börling, 2001) och från fem observationsfält. I kolumnen längst till höger har PSI beräknats från ett genomsnittligt samband från de fem observationsfälten i denna undersökning (ekvation 1)

Plats	Textur	Al-ox	Fe-ox	TOC	Uppmätt PSI	Beräknat PSI
		(mmol kg ⁻¹)	(mmol kg ⁻¹)	(%)	(mmol kg ⁻¹)	(mmol kg ⁻¹)
Orup	Moränmo	156	369	1,9	4,6	4,5
Ugglarp	Moränmo	111	251	1,5	2,7	3,4
Ekebo	Moränmo	156	279	2,2	4,0	4,3
Fjädringslöv	Moränlättilera	81	223	1,1	2,6	2,8
Örja	Moränlättilera	78	274	1,1	2,7	2,9
Högåsa	Lerig mo	165	307	1,5	4,1	4,4
Fors	Mjälälättilera	84	173	1,1	2,8	2,7
Bjertorp	Mellanlera	116	380	2,0	3,5	3,9
Vreta Kloster	Mellanlera/styv lera	154	179	1,9	3,0	4,0
Kungsängen	Mycket styv lera	140	843	2,3	4,5	5,6
Fält 1D	Mellanlera/styv lera	128	121	1,8	3,7	3,4
Fält 2M	Sandig lättilera	88	62	1,5	2,5	2,5
Fält 4O	Mellanlera	165	123	1,9	4,1	4,0
Fält 7E	Mellanlera	151	114	2,4	3,6	3,8
Fält 20E	Styv lera	183	120	2,8	4,6	4,4

Rapporter från institutionen för mark och miljö

- 1 2009 Wiklander, G. & Aronsson, H. (Red.) Mark- och miljödagen 2009. Marken och klimatet. *Soil and Climate*.
- 2 2009 Ulén, B. & Eriksson, A. K. Observationsfält med lerjord – karakterisering av fosfors löslighet och sorption. *Observation fields with clay soils – characterisation of soil phosphorus solubility and sorption*.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från institutionen för mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet. Serien spänner över ämnesområdena markkemi, markfysik, markbiologi och vattenvård.

In this series research results from the department of Soil and Environment at the Swedish University of Agricultural Sciences are reported. The reports are issued within the areas biogeochemistry, biogeophysics, soil biology and water quality.

Distribution:

SLU
Institutionen för mark och miljö
Box 7014
SE-750 07 UPPSALA
