



Utveckling av hållbara och produktiva odlingsystem

- karakterisering av lerjord



Maria Stenberg, Karl Delin, Björn Roland, Mats Söderström, Bo Stenberg, Johanna Wetterlind och Carl-Anders Helander

Avdelningen för precisionsodling

*Division of precision agriculture
Swedish University of Agricultural Sciences*

**Rapport 2
Skara 2005**

Report 2

ISSN 1652-2788
ISBN 91-576-6828-0

Utveckling av hållbara och produktiva odlingssystem - karakterisering av lerjord

Maria Stenberg, Karl Delin, Björn Roland, Mats Söderström, Bo Stenberg, Johanna Wetterlind och Carl-Anders Helander

Förord

Karakteriseringen av Logården finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning. Ett antal personer inom Hushållningssällskapet Skaraborg, Avdelningen för precisionsodling, SLU, Svenska Lantmännen, Lidköping, samt nätverket Precisionsodling Sverige har varit delaktiga på olika sätt under planering av karakteriseringsprojektet och under projektets genomförande: Maria Stenberg, Karl Delin, Carl-Anders Helander, Björn Roland, Johan Lidberg, Ingemar Gruvaeus, Ulf Axelson, Erik Hallerfors, Stellan Johansson, Ingemar Nilsson, Andreas Karlsson, Tomas Lans, Tage Klasson, Olle Karlsson, Henrik Stadig, Fredrika Lundberg, Olof Friberg, Bo Stenberg, Johanna Wetterlind, Johan Roland, Börje Lindén, Anders Jonsson, Mats Söderström och Knud Nissen.

Under 2003 genomförde Björn Roland sitt examensarbete inom projektet med Maria Stenberg som handledare. Arbetet finns publicerat vid SLU <http://www.mv.slu.se/po/jvsk/ex11.pdf>. I examensarbetet redovisas delar av karakteriseringen. I den här föreliggande rapporten redovisas övriga delar av karakteriseringen samt en samlad analys av alla resultat.

Skara juni 2005

Författarna

Innehållsförteckning

Förord	5
Innehållsförteckning	7
Sammanfattning	9
Bakgrund	11
Syfte	12
Material och metoder	12
Logården.....	12
Konventionell odling (A)	13
Ekologisk odling (B)	14
Integrerad odling (C).....	14
Bestämning av provplatser	15
Markegenskaper på Logården	16
Provtagning och analys av jord	16
Resultatbearbetning.....	17
Resultat och diskussion	18
Jordart.....	19
Porstorleksfördelning	20
Potentiell kväve mineralisering.....	21
Alla parametrar.....	22
Litteratur.....	27
Bilagor.....	29
Bilaga 1 Jordart	30
Bilaga 2 Vattenhållande förmåga.....	32
Bilaga 3 Porstorleksfördelning.....	36
Bilaga 4 Potentiell kväve mineralisering	38
Bilaga 5 Korrelationsmatris	40

Sammanfattning

Ett optimalt utnyttjande av tillförda och platsgivna resurser är en central fråga i produktionen av spannmål och oljevaxter, både i ett kortsiktigt ekonomiskt perspektiv och i ett långsiktigt uthållighetsperspektiv. Kväve i lantbruket har alltid varit en stor fråga. På Hushållningssällskapet Skaraborgs försöksgård Logården utanför Grästorps i Västergötland bedrivs sedan 1991 ett projekt för att utveckla odlingssystem som möjliggör uthållig och produktiv livsmedelsförsörjning med minimala negativa effekter på omkringliggande miljö. Hela gårdens areal om 60 ha ingår i projektet och är indelad i tre olika odlingssystem: konventionell odling, ekologisk odling och integrerad odling. Odlingssystemen lades ut för analys av och för att framtagande av underlag för utveckling av det enskilda systemet skall underlättas och inte för jämförelse av odlingssystemen.

Med konventionell odling menas här odling med traditionell odlingsteknik där användning av kemiska bekämpningsmedel och mineralgödsel ingår. I Logårdsprojektet ska den konventionella delen representera det vanligaste odlingssystemet inom svenskt lantbruk idag. Odlingen sköts som på andra växtodlingsgårdar i området, och insatser görs i enlighet med rekommendationer som ingår i Hushållningssällskapet HIR-rådgivning. Växtföljden domineras av höstvetete och havre med oljevaxter som avbrottsgröda, och det ingår ingen träda i växtföljden. Jordbearbetningen är traditionell med plöjning, harvning och sådd med konventionell såmaskin.

Den ekologiska odlingen bedrivs enligt KRAV:s regler vilket bland annat betyder att varken mineralgödsel eller kemiska bekämpningsmedel används. Växtföljden är utformad så att den så mycket som möjligt förebygger problem med ogräs och skadegörare. Kväveförsörjningen sker till största delen genom odling av kvävefixerande grödor. Genom att marken hålls bevuxen så stor del av året som möjligt minimeras riskerna för växtnäring förluster, erosion och markpackning. Mekanisk ogräsbekämpning tillämpas genom harvning i stråsåden och radhackning i åkerböborna.

Den integrerade växtföljden är utformad på ungefär samma sätt och med ungefär samma mål som den ekologiska, det vill säga förebyggande mot ogräs och skadegörare och odling av kvävefixerande grödor. Syftet med den integrerade odlingen är att bedriva en miljövänligare konventionell odling. Jordbearbetning för bekämpning av ogräs blir ofta en avvägning mellan en effektiv ogräsbekämpning och att minimera antalet överfarter för att minska energiåtgång och kväveförluster. Som komplement används mineralgödsel och vid behov kemisk bekämpning. Ett led i att minska energiåtgången i den integrerade delen är att den odlats helt plöjningsfritt sedan starten 1991. Målsättningen har varit att eventuella skördeminskningar i det integrerade odlingssystemet jämfört med det konventionella skulle täckas av lägre produktions- och insatskostnader.

Logården ligger i ett område med mellanlera, vilket medför ett stort behov av odlingssystem som är skonsamma för bland annat markstrukturen. Hela gården har varit i behov av ny täckdikning och detta är en av anledningarna till att all åker på Logården låg i träda under 2003 och täckdikades. Täckdikningen genomfördes med ett dikesavstånd på åtta meter. För att kunna följa avrinning och utlakning inom de enskilda skiftena täckdikades de separat, och en uppsamlingsbrunn för dräneringsvatten anlades för varje skifte.

Syftet med det här redovisade projektet var att i samband med täckdikningen genomföra en grundläggande karakterisering av förhållandena i marken på försöksgården Logården med avseende på biologiska, fysikaliska och kemiska parametrar. Detta för att kunna följa föränd-

ringarna i marken efter täckdikningen och i den fortsatta utvecklingen av de tre odlingssystemen. De markfysikaliska undersökningarna var jordart, vatteninfiltration i markytan, penetrationsmotstånd, vattengenomsläpplighet, torr skrymdensitet, ett visuellt markstrukturtest, total porvolym, porstorleksfördelning samt vattenhalt vid jordprovsuttagningen. De markkemiska undersökningarna innefattade markens kväve-, kol-, kalium-, fosfor-, magnesium-, kalcium-, koppar-, bor- och kadmiuminnehåll samt pH. Potentiell kvävemineralsättning kvantifierades även.

Alla undersökningar gjordes med några undantag på 64 av de 73 punkter som valdes från början och dessa positionsbestämdes med GPS. Provplatserna för karakteriseringen valdes ut med hjälp av mätningar av markens elektriska konduktivitet med EM38, topografi och fosforinnehåll (P-AL i matjorden 1991). Dessa tre parametrar bearbetades så att en zonindelning av Logården kunde göras på basis av parametrarna. Provplatser valdes ut inom homogena zoner för att få representativa prover. Jordprovtagningen utfördes huvudsakligen efter skörd 2002 och innan täckdikningen som genomfördes april-augusti 2003. Grödor under denna period var fånggröda och bevuxna träd. Cylindrar (50 mm höga, 72 mm innerdiameter) med ostörda jordprover togs ut från varje provpunkt i nivåerna 15-20, 25-30 och 50-55 cm. På varje provplats togs jordprover för analys av jordart och kemiska analyser ut från 10-20 cm respektive 50-55 cm djup med hjälp av jordborr. Potentiell kvävemineralsättning analyserades på prover från 5-10 cm djup.

Ett medeltal av de två mätningarna av respektive parameter på varje provplats bearbetades geostatistiskt och med PCA (principalkomponentanalys). Beräkningarna av markfysikaliska och markkemiska parametrar redovisades som kartor som visar hur respektive parameter varierade i fält. Resultaten från karakteriseringen bearbetades med PCA för att illustrera den huvudsakliga variationsstrukturen i data, eventuella grupperingar bland provplatserna, samvariation mellan de ingående parametrarna, etc. Data för alla parametrar i alla provpunkter redovisas förutom här också i Roland (2003).

Marken på Logården visade i karakteriseringen på generellt liten andel porer > 30 µm och låg vattengenomsläpplighet och infiltration i markytan. Lerhalten varierade i matjorden mellan 15-55 %. Att arbeta vidare med markstrukturen inom varje odlingssystem är mycket viktigt. Växtföljderna har förändrats något från och med 2004. Karakteriseringen av Logården ligger till grund för flera nya forskningsprojekt där den fortsatta utvecklingen av odlingssystemen på Logården följs med avseende på kväve-, fosfor- och pesticidutlakning samt lustgasemissioner för att få kunskap om dessa och hur vi skall anpassa odlingen för att uppnå produktions- och miljömål.

Bakgrund

Ett optimalt utnyttjande av tillförda och platsgivna resurser är en central fråga i produktionen av spannmål och oljeväxter, både i ett kortsiktigt ekonomiskt perspektiv och i ett långsiktigt uthållighetsperspektiv. Hur brukar vi våra jordar för att vi skall kunna producera rätt produkter på dem? Hur tar vi bäst tillvara den växtnäring som vi tillfört och den som härrör från marken själv? Hur undviker vi förluster? Hur påverkas våra produkter och därmed vår konkurrenskraft, av åtgärder som förmodas gynna mångfald och hållbarhet?

Kväve i lantbruket har alltid varit en stor fråga. Regler för hur marken skall brukas för minimerade förluster av mineralkväve till våra vattendrag och till grundvattnet har utarbetats. Speciellt på lätta jordar i södra Sverige kan kväveförlusterna genom utlakning bli stora (se t.ex. Aronsson & Torstensson, 1998; Stenberg et al., 1999; Torstensson & Aronsson, 2000). De största förlusterna från dessa jordar sker under perioder då inget kväveupptag i gröda sker och då nederbörden är hög. Regler för odling av fånggrödor, senareläggning av jordbearbetningstidpunkter samt anpassning av stallgödselgivor och spridningstidpunkter har införts för att minska dessa förluster och förbättra utnyttjandet av tillfört kväve och av kväve som mineraliserats från marken.

På lerjordar är bilden en annan än på lätta jordar. Många av lerjordarna i Mellansverige är struktursvaga med liten genomsläpplighet för vatten och har då ofta ogynnsamma förhållanden för grödors tillväxt. Många av lerjordarna har stor potential för mineralisering av kväve men förlustvägarna för det kväve som mineraliserats skiljer sig från de lätta jordarna genom ökad risk för gasformiga förluster genom denitrifikation. Om perioder med riklig nederbörd inträffar när nitratkväve och kol finns tillgängligt i marken i riklig mängd ökar det riskerna för denitrifikation och därmed förlust av gasformigt kväve, bl.a. växthusgasen N_2O . Detta gäller också för mineraliserat markkväve.

På Hushållningssällskapet Skaraborgs försöksgård Logården utanför Grästorp i Västergötland bedrivs sedan 1991 ett projekt för att utveckla odlingsystem som möjliggör uthållig och produktiv livsmedelsförsörjning med minimala negativa effekter på omkringliggande miljö (Helanders, 2002; Delin, 2003). Hela gårdens areal om 60 ha ingår i projektet och är indelad i tre olika odlingsystem: konventionell odling, ekologisk odling och integrerad odling. Jordarten på Logården är mellanlera och precis som många mellanleror är den relativt struktursvag vilket medför ett stort behov av odlingsystem som gynnar markstrukturen.

Hela gården har varit i behov av ny täckdikning och detta är en av anledningarna till att all åker på Logården låg i träda under 2003 och täckdikades. Detta var också början på ett nytt forskningsprojekt där huvudmålet är att finna lösningar på kväveproblematiken i lerjordar i Mellansverige och med hjälp av detta komma närmare ett samtidigt lönsamt och uthålligt jordbruk. En bättre förståelse av kväveomsättningen i dessa jordar är nödvändig för att minimera kväveförlusterna till luft och vatten. Kunskap om detta ska uppnås genom att dels kontinuerligt mäta kväveförlusterna och dels följa de förändringar i jordens egenskaper som sker i marken i respektive odlingsystem.

Täckdikningen genomfördes med ett dikesavstånd på åtta meter. För att kunna följa avrinning och utlakning inom de enskilda skiftena täckdikades de separat, och en uppsamlingsbrunn för dräneringsvatten anlades för varje skifte. I brunnarna kan prover tas för bestämning av till exempel kväveutlakning och innehåll av bekämpningsmedelsrester för respektive skifte.

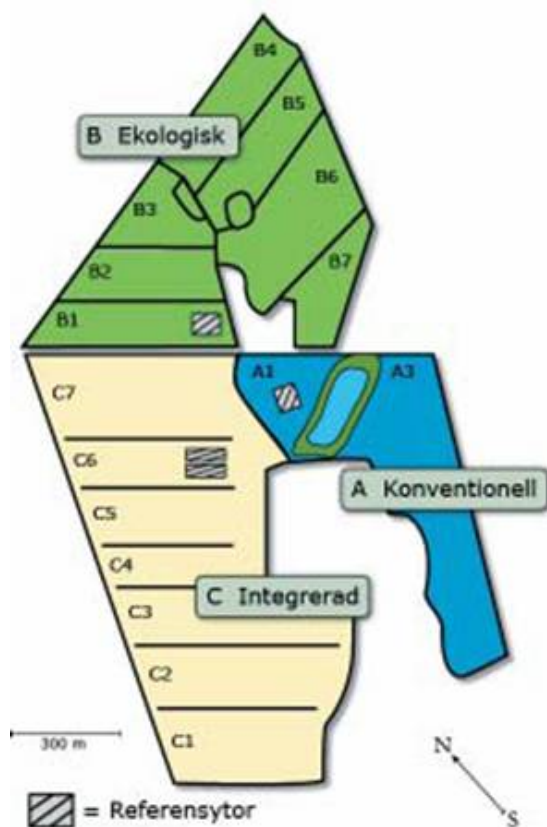
I samband med täckdikningen genomfördes en grundläggande karakterisering av förhållandena i marken med avseende på biologiska, fysikaliska och kemiska parametrar. Detta för att kunna följa förändringarna i marken efter täckdikningen med tiden men också som för att ge kunskap om platsen som grund för framtida forskningsprojekt. I ett examensarbete (Roland, 2003) redovisades delar av karakteriseringen. I den här föreliggande rapporten redovisas övriga delar av karakteriseringen samt en samlad analys av alla resultat.

Syfte

Syftet med det här redovisade projektet var att i samband med täckdikningen genomföra en grundläggande karakterisering av förhållandena i marken på Logården med avseende på biologiska, fysikaliska och kemiska markegenskaper för att kunna följa förändringarna i marken efter täckdikningen och i den fortsatta utvecklingen av odlingssystemen på Logården.

Material och metoder

Logården



Figur 1. Skiss över Logården med placeringen av de tre odlingssystemen med referensytor samt våtmark.

Figur 1 visar en karta över Logården och indelningen i de tre olika odlingssystemen: konventionell (A), ekologisk (B) och integrerad (C) odling. Före 1991 drevs hela gården konventionellt och det var inga skillnader i brukningssätt mellan de tre olika delarna. Fram till år 2000 fanns grisproduktion på Logården och gödsel (fastgödsel och urin) spreds i alla tre odlingssystemen. Av praktiska spridningsskäl tillfördes det dock mer fastgödsel till den ekologiska delen än till de andra två systemen.

Ända sedan projektets start har driften i respektive system dokumenterats noggrant (Helander, 2002; Delin, 2003; Helander & Delin, 2004). Dokumenteringen inkluderade såväl grödor som alla insatser på respektive skifte. Parallellt med detta gjorde varje år inventeringar av förekomsten av ogräs och skadegörare samt årliga undersökningar av markens egenskaper i fyra referensytor, en i vardera A och B och två i C. Resultaten från inventeringarna och markundersökningar finns dokumenterade av bland annat Delin (2003). Odlingssystemen lades ut för analys av utvecklingen av dem och för att ta fram underlag för hur utveckling av det enskilda systemet skall underlättas men inte för jämförelse av odlingssystemen.

Tabell 1. Växtföljder i de tre odlingssystemen till och med 2002 (Delin, 2003)

År	Konventionellt (A)	Ekologiskt (B) 1992 – 1996	Ekologiskt (B) 1997 -	Integrerat (C) ¹ 1992 – 2000	Integrerat (C) ¹ 1992 -
1	Ärter/Havre	Ärter	Åkerböna	Ärter	Åkerböna
2	Höstvete	Höstvete	Höstvete/havre + insådd	Höstvete/vårvete + insådd	Höstvete/vårvete + insådd
3	Havre	Åkerböna	Träda/grön-gödsling	Havre (fräs-sådd)	Träda/grön-gödsling
4	Höstvete	Havre	Höstraps	Höstvete	Träda/grön-gödsling
5	Vårraps	Vicker	Åkerböna	Vårraps	Höstraps
6	Höstvete	Höstvete + insådd	Höstvete/vårvete + insådd	Höstvete + insådd vitklöver	Höstvete + insådd vitklöver
7	Havre	Gröngödsling	Träda/grön-gödsling	Havre (fräs-sådd)	Havre (frässådd)
8	Höstvete	Råg	Råg	Rågvete	Rågvete

¹ Fram till år 2000 tillämpades två olika växtföljder parallellt, vilket innebar att vissa år i växtföljden delades skiftena.

Konventionell odling (A)

Med konventionell odling menas här odling med traditionell odlingsteknik där både kemiska bekämpningsmedel och mineralgödsel ingår som en viktig del. I Logårdsprojektet ska den konventionella delen representera det vanligaste odlingssystemet inom svenskt lantbruk idag. Odlingen sköts som på andra växtodlingsgårdar i området, och insatser görs i enlighet med rekommendationer som ingår i Hushållningssällskapetets HIR-rådgivning. Växtföljden domineras av höstvete och havre med oljeväxter som avbrottsgröda, och det ingår ingen träda i växtföljden. I tabell 1 visas växtföljderna till och med år 2002 och i tabell 2 växtföljderna från

och med 2004. Både fosfor (P)- och kalium (K)-halten i marken är relativt hög på grund av den stallgödsel som spridits tidigare. Därför har det inte tillförts vare sig P eller K som mineralgödsel och ett mål har varit att sänka fosforhalten i marken. Jordbearbetningen är traditionell med plöjning, harvning och sådd med konventionell såmaskin.

Jordarten i matjorden (0-30 cm) i referensytan inom det konventionella odlingsystemet bestämdes 1991 till mullfattig mellanlera med en lerhalt på 28 %. Mjåla- och moinslaget var 31 respektive 29 %.

Ekologisk odling (B)

Den ekologiska odlingen bedrivs enligt KRAV:s regler vilket bland annat betyder att varken mineralgödsel eller kemiska bekämpningsmedel används. Växtföljden (tabell 1 och 2) utformades så att den så mycket som möjligt skall förebygga problem med ogräs och skadegörare. Eftersom det inte längre finns tillgång till stallgödsel, sker kväveförsörjningen till största delen genom odling av kvävefixerande grödor. Genom att marken hålls bevuxen så stor del av året som möjligt minimeras riskerna för växtnäringsförluster, erosion och markpackning, vilket är viktiga mål i odlingsystemet. Jordbearbetningen är i stort sett likadan som i den konventionella delen, förutom att stubbearbetning tillämpas för att bekämpa ogräs i det ekologiska systemet. Jordbearbetning för bekämpning av ogräs blir ofta en avvägning mellan en effektiv ogräsbekämpning och att minimera antalet överfarter för att minska energiåtgång och kväveförluster. Mekanisk ogräsbekämpning tillämpas, både genom harvning i stråsåden och genom radhackning i åkerbönorna.

Jordarten i matjorden (0-30 cm) i referensytan inom den ekologiska delen bestämdes 1991 till något mullhaltig mellanlera med en lerhalt på 37 %. Mjåla- och moinslaget var 32 respektive 23 %.

Integrerad odling (C)

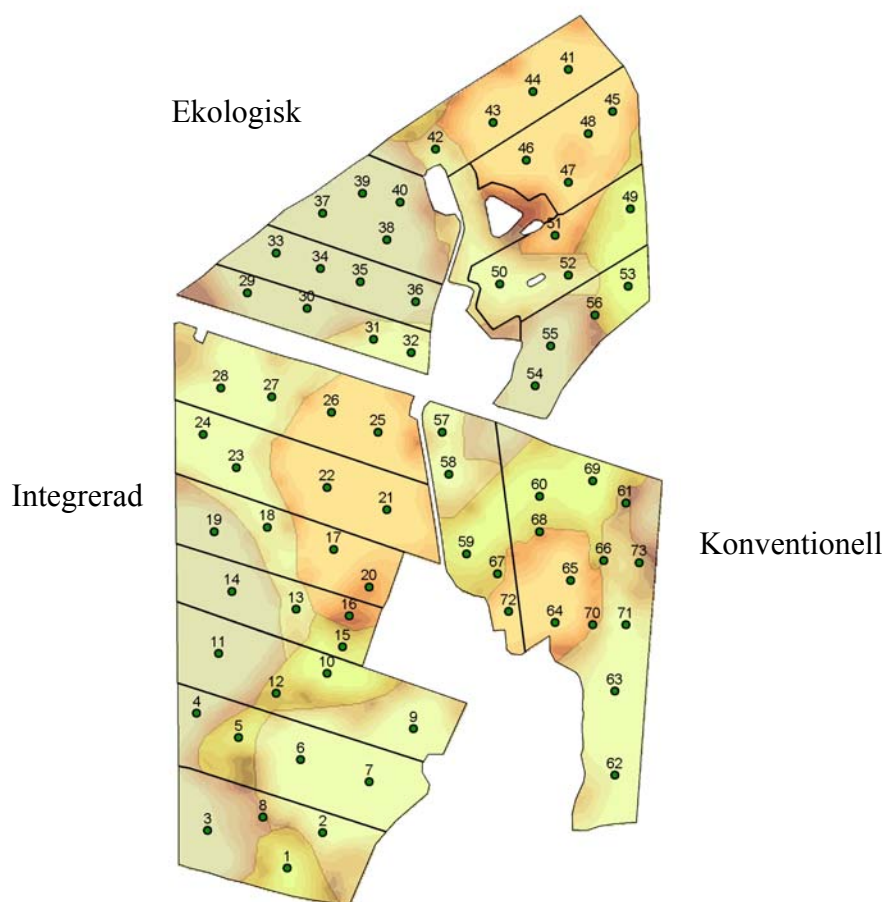
Syftet med den integrerade odlingen är att bedriva en miljövänligare konventionell odling. Den integrerade växtföljden (tabell 1 och 2) är utformad på ungefär samma sätt och med ungefär samma mål som den ekologiska, det vill säga förebyggande mot ogräs och skadegörare och odling av kvävefixerande grödor. Som komplement används mineralgödsel och vid behov kemisk bekämpning. Ett led i att minska energiåtgången i den integrerade delen är att den odlats helt plöjningsfritt sedan starten 1991. Den mesta jordbearbetningen har utförts med kultivator till 10-15 cm djup och sedan harvning samt sådd med konventionell såmaskin. Även här har en jordbearbetande såmaskin använts vid behov. Andra typer av såteknik, till exempel frässådd och kultivatorsådd, har provats med lite olika resultat. Målsättningen har varit att eventuella skördeminskningar i det integrerade odlingsystemet jämfört med det konventionella skulle täckas av lägre produktions- och insatskostnader.

Jordarten i matjorden (0-30 cm) inom en av referensytorna i det integrerade systemet bestämdes 1991 till något mullhaltig mellanlera med en lerhalt på 27 %. Mjåla- och moinslaget var 30 respektive 34 % (Delin, 2003).

Tabell 2. Växtföljd i de tre odlingssystemen från och med 2004

År	Konventionellt (A)	Ekologiskt (B)	Integrerat (C)
1	Havre	Åkerböna (fånggröda vid sen sådd)	Åkerböna med fånggröda
2	Höstvete med fånggröda	Vårvete med insådd	Vårvete med insådd
3	Havre	Gröngödsling	Gröngödsling I
4	Höstvete	Höstraps	Gröngödsling II
5	Höstraps/Vårraps	Höstvete med insådd	Höstraps
6	Höstvete med fånggröda	Gröngödsling	Höstvete med fånggröda
7		Råg	Havre

Bestämning av provplatser



Figur 2. Zonindelning, representerad av de olika färgerna i figuren, gjord på basis av mätningar av markens elektriska konduktivitet, topografi och fosforinnehåll i de tre odlingssystemen på Logården.

Provplatserna för både de markfysikaliska och -kemiska undersökningarna valdes ut med hjälp av mätningar av markens elektriska konduktivitet med EM38 (Geonics Ltd, Kanada), topografi och fosforinnehåll (P-AL i matjorden 1991). Med hjälp av dataprogrammet FuzME (Minasny & McBratney, 2002) bearbetades dessa tre parametrar så att en zonindelning av Logården kunde göras på basis av parametrarna. Mätning av markens elektriska konduktivitet och zonindelning utifrån mätningarna har visat sig användbar vid uttagning av platser för

jordprovtagning (Dampney et al., 2003; Frogbrook et al., 2003; Zimmermann et al., 2003). Zonindelningen på Logården skapades så att förhållandena inom varje zon blev relativt likartade, och provplatser valdes ut på homogena ytor för att få representativa prover. På Logården valdes fyra punkter ut per skifte, totalt 73 punkter, vilket motsvarar lite drygt ett prov per ha (figur 2).

Markegenskaper på Logården

Vid karakteriseringen bestämdes ett stort antal markegenskaper på Logården. Roland (2003) publicerade några av de parametrar som bestämdes vid karakteriseringen. Dessa publicerades som detaljerade grunddata, bearbetade med geostatistiska metoder samt med analys av samband mellan redovisade data. I Roland (2003) redovisas metoderna för provtagning och analys för parametrarna utförligt. Parametrarna var:

- Vatteninfiltration i markytan.
- Penetrationsmotstånd.
- Mättad vattengenomsläpplighet och torr skrymdensitet i matjord (15-20 cm), plogsula (25-30 cm) och alv (50-55 cm).
- Markstrukturtest (Berglund, 2003; Berglund et al., 2003).
- Innehåll av totalkväve (tot-N), P, K, Ca, Mg, Cu, B, aluminium (Al), kadmium (Cd), totalkol (tot-C) samt pH i matjord 10-20 cm samt alv 50-55 cm djup.

Direkt i fält mättes markens elektriska konduktivitet med EM38 (Geonics Ltd, Kanada), vattens infiltration i markytan genom dubbelringsmetoden (Roland, 2003) samt penetrationsmotståndet i 0-50 cm djup med penetrometer (Bush soil penetrometer SP1000, Findlay, Skottland; Anderson et al., 1980).

Här redovisas övriga parametrar som bestämdes på Logården inom karakteriseringsprojektet. Dessa var:

- Jordart i 10-20 samt 50-55 cm djup (matjord och alv).
- Vattenhållande förmåga och porstorleksfördelning i 15-20, 25-30 samt 50-55 cm djup.
- Potentiell kväveminalisering i 5-10 cm djup.
- Totalkol och totalkväve i 5-10 cm djup.

Utöver denna karakterisering genomfördes samtidigt ett projekt på Logården där en metod för att prediktera lerhalt utvärderades. Denna studie finns publicerad av Wetterlind et al. (2005). I den sammanlagda utvärderingen av karteringen har data från detta projekt inkluderats.

Provtagning och analys av jord

Jordprovtagningen utfördes huvudsakligen efter skörd 2002 och innan täckdikningen som genomfördes april-augusti 2003. Grödor under denna period var fånggröda och bevuxen träda. Cylindrar (50 mm höga, 72 mm innerdiameter) med ostörda jordprover togs ut från varje provpunkt i nivåerna 15-20, 25-30 och 50-55 cm för analys av mättad genomsläpplighet, total porvolym, skrymdensitet samt vattenhållande förmåga.

Porstorleksfördelning i de ostörda proverna beräknades som ekvivalentpordiameter vid de olika vattenavförande trycken 0,05 m, 0,5, 1 m, 6 m samt 150 m vattenpelare enligt (Childs, 1940; Andersson, 1962):

$$d_v = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{h_t}$$

där d_v (m) är ekvivalentpordiameter och h_t det vattenavförande trycket (m vattenpelare).

På varje provplats togs jordprover ut för analys av jordart och för analyser av kemiska egenskaper från 10-20 cm respektive 50-55 cm djup med hjälp av jordborr. Analyser av vattenhållande förmåga och genomsläpplighet utfördes vid Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala, på alla cylinderjordprover. Vid institutionen genomfördes även analyser av kemiska egenskaper i jorden. Dessa utfördes med vedertagna metoder. På hälften av proverna utfördes också bestämning av jordart med pipettmetoden.

Potentiell kväveminalisering definierades här som nettomineralisering vid anaerob inkubering under förhållanden med god tillgång på lättlöslig kol och kväve (Stenberg et al., 1998). Den potentiella kväveminaliseringen bestämdes på jord från nivån 5-10 cm i alla punkter i ekologisk och integrerad odling samt i några av punkterna i det konventionella systemet hösten 2003. Proverna sållades omedelbart i fält genom ett 4 mm såll, frystes snarast och förvarades frysta fram till analys. På dessa prover bestämdes också totalkol och totalkväve LECO® CNS-2000 analyser.

En slurry av 10 g jord och 25 ml avjoniserat vatten inkuberades i Duranflaskor i 40°C i sju dygn. Avluftningen av flaskorna före inkubering var något förenklad jämfört med Stenberg et al. (1998) och skedde enbart genom avluftning med kvävgas. Analys av filtrerat extrakt med avseende på ammoniumkväve gjordes kolorimetriskt (TRAACS 800, metod nr ST9002-NH4D och ST9002-NO3D). Tre upprepningar per jord inkuberades och ammoniummängden vid start analyserades i icke inkuberade filtrerade duplikat. Genom den anaeroba inkuberingen undveks problem med att hålla olika jordar på konstanta och jämförbara vattenhalter, inkuberingstiden kunde hållas kortare än vid aerob inkubering och genom syrebristen inhiberades nitrifikationen och därmed också okontrollerbara förluster via denitrifikation (Stenberg, 1999). Inkuberingar och extraktioner för analys av potentiell kväveminalisering genomfördes vid Avdelningen för precisionsodling, SLU, och analys av ammonium vid AnalyCen Nordic AB.

Vid Avdelningen för precisionsodling, SLU, Skara, predikterades lerhalten i alla malda jordprover från nivån 10-20 cm med NIR (Wetterlind, et al., 2005). Modellen kalibrerades med data från 20 slumpmässigt utvalda provpunkter och predikterades från resten av provpunkterna plus 12 ytterligare punkter per skifte i C (integrerat).

Resultatbearbetning

Resultaten från mätningarna av respektive parameter på varje provplats bearbetades geostatistiskt i dataprogrammet ArcGIS, version 9 (ESRI™, USA). För de parametrar som bestämts med två upprepningar per provpunkt (analyser på ostörda cylinderprover) beräknades ett medelvärde för provpunkten. Som interpoleringsmetod användes blockkriging (Johnston et al., 2001). Vid interpoleringsberäkningar uppskattas värden på parametern på ett stort antal platser mellan de uppmätta provplatserna. Även på provplatserna beräknas ett nytt värde där hän-

syn tas till uppmätta värden på kringliggande provplatser. Det finns ett antal statistiska mått på hur väl de uppskattade värdena liknar de verkligt uppmätta (Johnston et al., 2001). Dessa beskrivs även i Roland (2003). Beräkningarna i ArcGIS av flertalet markfysikaliska och -kemiska parametrar från karakteriseringen redovisades i Roland (2003) som kartor som visar hur respektive parameter varierade i fält.

Ett överskådligt sätt att förutsättningslöst beskriva strukturen i ett datamaterial är med principalkomponentanalys (PCA). Här användes Unscrambler® 9.0 (CAMO PROCESS AS, Oslo, Norway) för denna analys. PCA innebär att man ersätter en mångfald variabler i ett dataset med ett betydligt mindre antal latenta variabler som beskriver maximalt med variation i det ursprungliga datasetet. Samtliga variabler plottas matematiskt mot varandra i en multi-dimensionell datarymd (på samma sätt som man kan föreställa sig en tredimensionell rymd). En regressionslinje dras sedan i den riktning där datarymden har störst utsträckning. Denna regressionslinje är den första latenta variabeln och kallas principalkomponent 1 (PC1). PC2 dras sedan på samma sätt i den resterande datarymden o.s.v. Eftersom naturliga system ofta uppvisar större eller mindre samvariation mellan många variabler, förklarar ett fåtal PC i allmänhet en stor andel av den totala variationen och strukturen i data kan därmed åskådliggöras genom att plotta två PC mot varandra.

I en "score-plot" kan man studera hur olika prov förhåller sig till varandra. Prov nära varandra är lika. På så vis kan man urskilja grupper och gradienter och försöka koppla dessa till den kunskap man har om proven. I en "loading-plot" åskådliggörs samvariationen mellan variablerna genom att sådana som ligger nära varandra i periferin samvarierar medan de som hamnar motsatt varandra har ett motsatsförhållande. Loadings visar också vilka variabler som ligger bakom grupperingar och gradienter genom att variablerna "drar" prover med höga värden.

Resultat och diskussion

I tabell 3 redovisas medelvärden, median, maximum, minimum och standardavvikelse för alla uppmätta märengenskaper som ingick i karakteriseringen av Logården. I Roland (2003) redovisas uppmätta värden för alla provpunkter för:

- Jordart i 10-20 samt 50-55 cm djup (matjord och alv).
- Vattenhållande förmåga och porstorleksfördelning i 15-20, 25-30 samt 50-55 cm djup.
- Potentiell kväveminalisering i 5-10 cm djup.
- Totalkol och totalkväve i 5-10 cm djup.

I den här rapporten redovisas data för alla provpunkter för:

- Jordart i 10-20 samt 50-55 cm djup (matjord och alv) (bilaga 1).
- Vattenhållande förmåga och porstorleksfördelning i 15-20, 25-30 samt 50-55 cm djup (bilaga 2 och 3).
- Potentiell kväveminalisering i 5-10 cm djup (bilaga 4).
- Totalkol och totalkväve i 5-10 cm djup (bilaga 4).
- Predikterad lerhalt i matjorden för respektive provpunkt. Predikteringen redovisas i Wetterlind et al. (2005).

Jordart

Jordart i 10-20 samt 50-55 cm djup (matjord och alv) bestämdes på 30 av punkterna (bilaga 1). Lerhalten i matjorden respektive alven från de 30 punkterna på Logården bearbetades geostatistiskt (figur 3). Vid kartframställning är antalet provpunkter i relation till den rumsliga variation hos den variabel som man avser kartera avgörande för om kartorna ska bli någorlunda korrekta. Genom en variogramanalys kan man få en uppfattning om observationerna är rumsligt korrelerade till varandra (Burrough & McDonnell, 1998). I det här fallet visade det sig att de ursprungliga 30 observationerna av lerhalten i respektive jordlager endast var svagt rumsligt korrelerade till varandra. Detta beror vanligen på att proverna är för få och/eller för glesa. För att ta fram kartor över lerhalten användes därför 64 observationer av K-HCl som också fanns tillgängliga (uppmätta i ovan nämnda 30 prover och ytterligare 34 andra jordprover).

Om man har tillgång till en tätare provtagen sekundär variabel som är någorlunda korrelerad till den primära, mer sparsamt provtagna, variabeln, kan man utnyttja den geostatistiska interpolationsmetoden cokriging för förbättrad kartering av den primära variabeln (Rosenbaum & Söderström, 1986). Här var korrelationen (r) mellan lerhalt och K-HCl ca. 0,7 i matjord och i alven. Interpolationsmodellen testades m h a korsvalidering mellan observerade och interpolerade värden. Determinationskoefficienten r^2 var här 0,72 för matjorden och 0,74 för alven (om endast lerhalten användes för interpolation var sambandet mellan observerade och beräknade värden obefintligt).



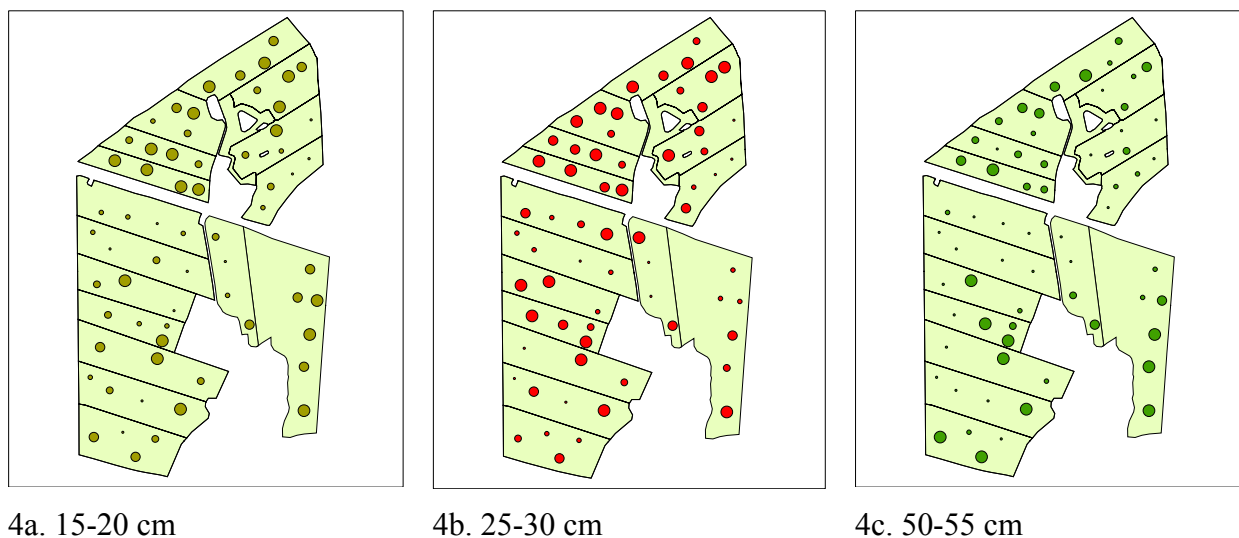
Figur 3. Jordart (lera, mjäla, mo och sand, %) i provtagningspunkterna i matjord (till vänster) och alv (till höger) vid karakteriseringen med interpolerad lerhalt (%) i bakgrunden.

Porstorleksfördelning

Vattenhållande förmåga bestämdes 15-20, 25-30 samt 50-55 cm djup vid de vattenavförande trycken 0,05 m, 0,5, 1 m, 6 m samt 150 m vattenpelare. Porstorleksfördelning beräknades sedan i dessa djup (bilaga 2 och 3). Figur 4a-4c visar volymen porer > 30 µm i % av totala volymen av jordprovet. Porer > 30 µm motsvarar de porer som påverkas av markpackning (Eriksson, 1982; Riley et al., 1985). Ekvivalentpordiameter 30 µm motsvarar vattenhalten i volymsprocent vid 1 m vattenavförande tryck och är beräknad som skillnaden mellan denna och den totala porvolymen. Ett medel av de två proverna i respektive provpunkt och skikt i markprofilen beräknades.

Medelvärdet för porer > 30 µm i matjorden för hela Logården var 3,09 volyms-% men vid många av provpunkterna var volymen porer betydligt lägre. Jämfört med en studie av Comia et al. (1994) är andelen porer > 30 µm på Logården mindre än hälften. Man kan betrakta denna porclass som viktiga för marken som odlingsplats. De svarar för en stor del av vattentransporten, för luftningen av marken och ger plats för rötterna att växa i samtidigt som de i hög grad påverkas av odlingsåtgärder.

Mätningen i matjorden har gjorts i skiktet 15-20 cm vilket är under jordbearbetningsdjup i den del av Logården som odlas integrerat. Inom denna del av Logården har också den lägsta andelen större porer i matjorden uppmätts. I detta skikt skall stabila porer i större storleksklasser ha utvecklats under den tidsperiod som området brukats plöjningsfritt och uppväga den uteblivna luckringen. Bestämningar av vattengenomsläpplighet (Roland, 2003) indikerar att detta i viss utsträckning uppnåtts. Det är dock eftersträvansvärt att öka andelen större porer på Logården. Ännu mer hänsyn till markstrukturen måste tas vid val av åtgärder och maskiner för att inte ytterligare försämra markstrukturen utan istället förbättra den ytterligare. Vi har nu ett bra underlag för att följa upp utvecklingen i framtiden.



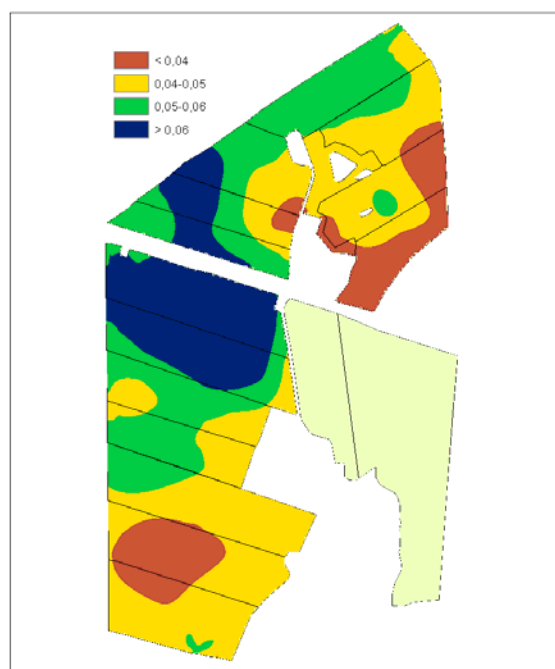
Figur 4. Andel porer > 30 µm i a) 15-20 cm, b) 25-30 cm och c) 50-55 cm djup i alla provpunkterna på Logården. Andelen porer har delats in i 5 klasser där de största symbolerna visar på 4-10 % (max=9,67, 9,62 och 7,73 % i respektive djup) porer > 30 µm av totala provvolymen och de minsta symbolerna 0-1 %.

Potentiell kvävemineralisering

Potentiell kvävemineralisering (mg ammoniumkväve g^{-1} ts jord och 10 dagar) analyserades i 5-10 cm djup (bilaga 4). Medelvärdet för hela Logården var 0,05 mg ammoniumkväve g^{-1} ts jord och 10 dagar (tabell 3). Det är högre än vad som redovisades av Stenberg et al. (2000) för nivån 0-12 cm i både plöjda och plöjningsfria led på en lerjord i Västmanland. I bilagan är data även omräknade till kg ammoniumkväve ha^{-1} i 5-10 cm och 10 dagar utifrån uppmätt torr skrymdensitet i matjorden i respektive provtagningspunkt. Den potentiella mineraliseringen varierade mellan 25-40 kg ammoniumkväve ha^{-1} under 10 dagars inkubering i skiktet 5-10 cm.

Resultaten av geostatistisk bearbetning av fördelningen i uppmätt mineralisering inom Logården visas i figur 5. För den konventionellt odlade delen var antalet uppmätta värden för litet för att interpolera över hela området. Områden med värden för potentiell kvävemineralisering i den lägsta klassen ($< 0,04$ mg ammoniumkväve g^{-1} ts jord och 10 dagar) motsvarar områden med den styvaste leran inom Logården (figur 3).

På samma prover i som vi bestämde potentiell kvävemineralisering analyserades också totalkol och totalkväve (bilaga 4) utöver de analyser av kol och kväve som utfördes på proverna i 10-20 och 50-55 cm djup (Roland, 2003). Inget samband fanns mellan potentiell kvävemineralisering och totalkol eller totalkväve på dessa prover från 5-10 cm djup (bilaga 5).



Prediction errors

Mean:	0,0003832
Root-Mean-Square:	0,01078
Average Standard Error:	0,01158
Mean Standardized:	0,0188
Root-Mean-Square Standardized:	0,931

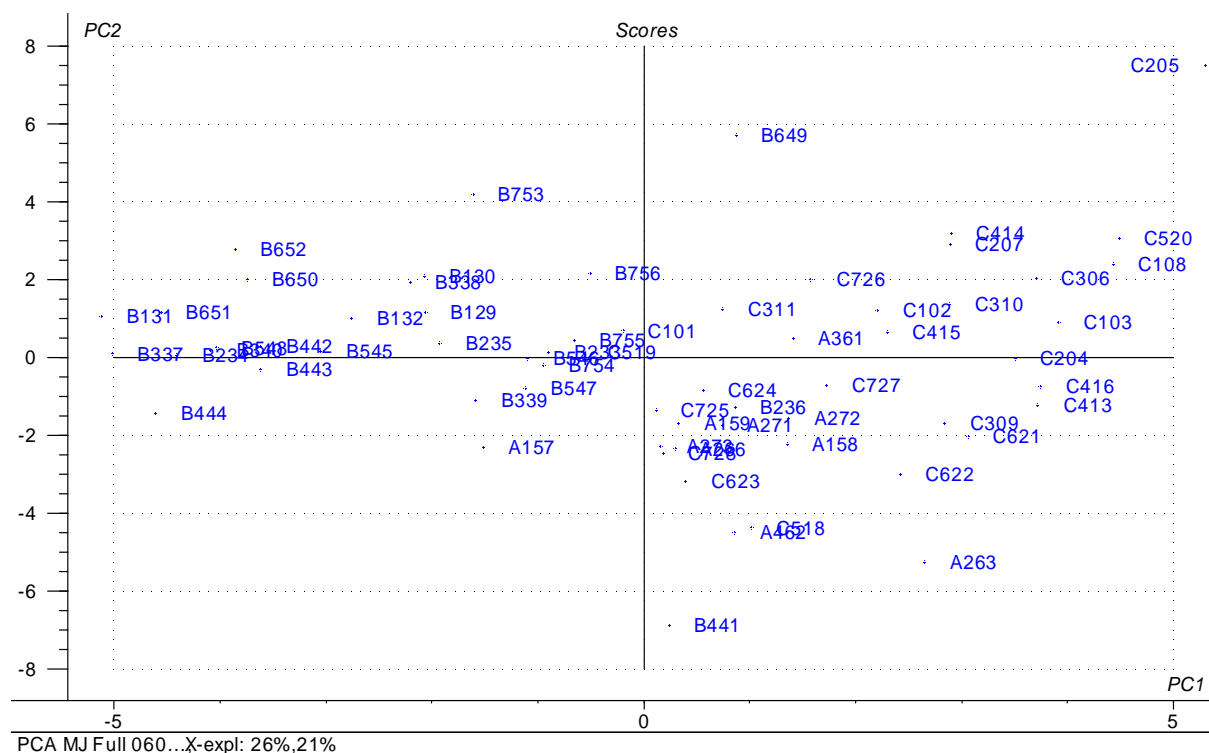
Figur 5. Potentiell kvävemineralisering (mg ammoniumkväve g^{-1} ts jord och 10 dagar) i 5-10 cm djup i integrerad och ekologisk odling på Logården 2003.

Alla parametrar

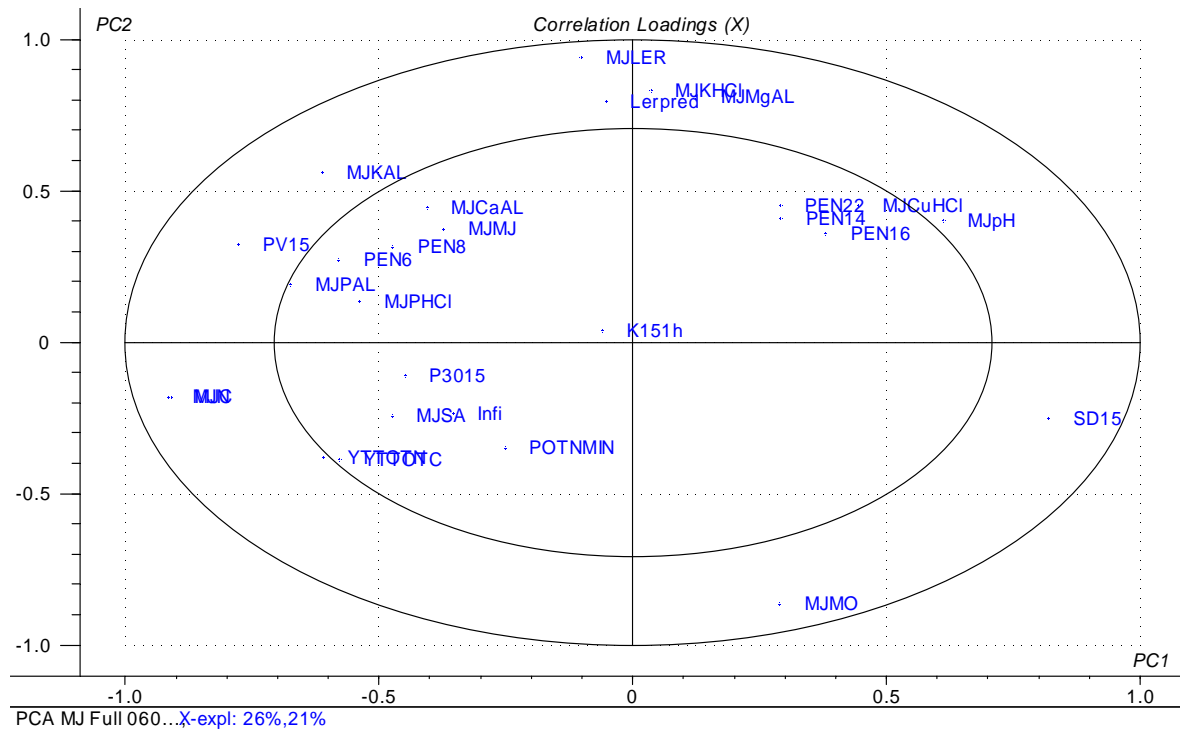
Resultaten från alla uppmätta markegenskaper inom karakteriseringen av Logården bearbetades med PCA för att illustrera den huvudsakliga variationsstrukturen i data, eventuella grupperingar bland provplatserna, samvariation mellan de ingående parametrarna, etc. PCA-analyserna för all nivåerna visas här för att illustrera variationen inom Logården.

I figur 6-8 redovisas PCA-analyser för parametrarna inom odlingsystem och marknivå. ”Scores” visar hur olika prov förhåller sig till varandra och ”correlation loadings” visar samvariationen mellan variablerna.

Förklaringsgraden var högst i alven (figur 8a-8b) men det var låg förklaringsgrad i alla tre nivåerna. De ekologiska skiftena ligger relativt samlade speciellt i analysen av matjordslagret (6a). Höga värden relativt för total porvolym samt totalkol och totalkväve var parametrar som speciellt karakteriserade dessa skiften. I matjorden karakteriserades de integrerade skiftena, som också ligger väl samlade, av högre torr skrymdensitet. Mätningar av markegenskaper i plogsula och alv visade inte på samma gruppering av respektive odlingsystem som i matjorden utan där ligger de mer blandade. Man kan i figurerna se att några av provpunkterna skiljde sig markant från övriga även om spännvidden inom de flesta parametrarna var relativt stor.

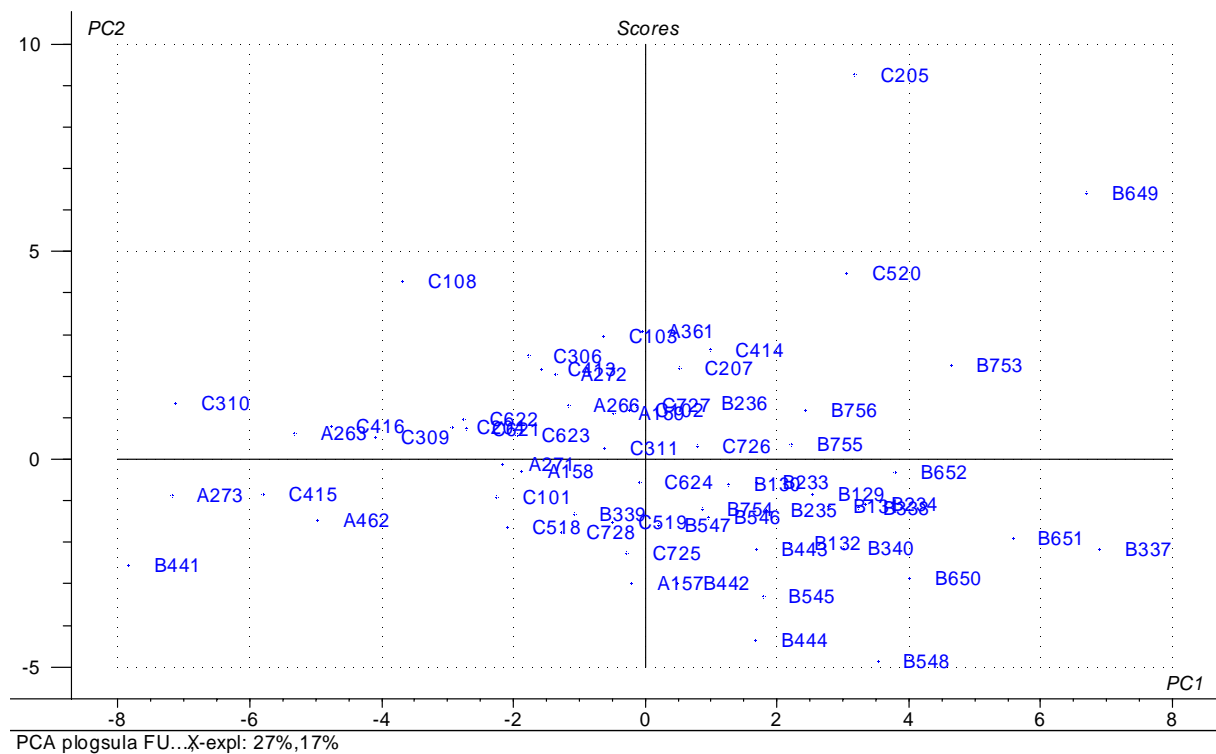


6a. Scores

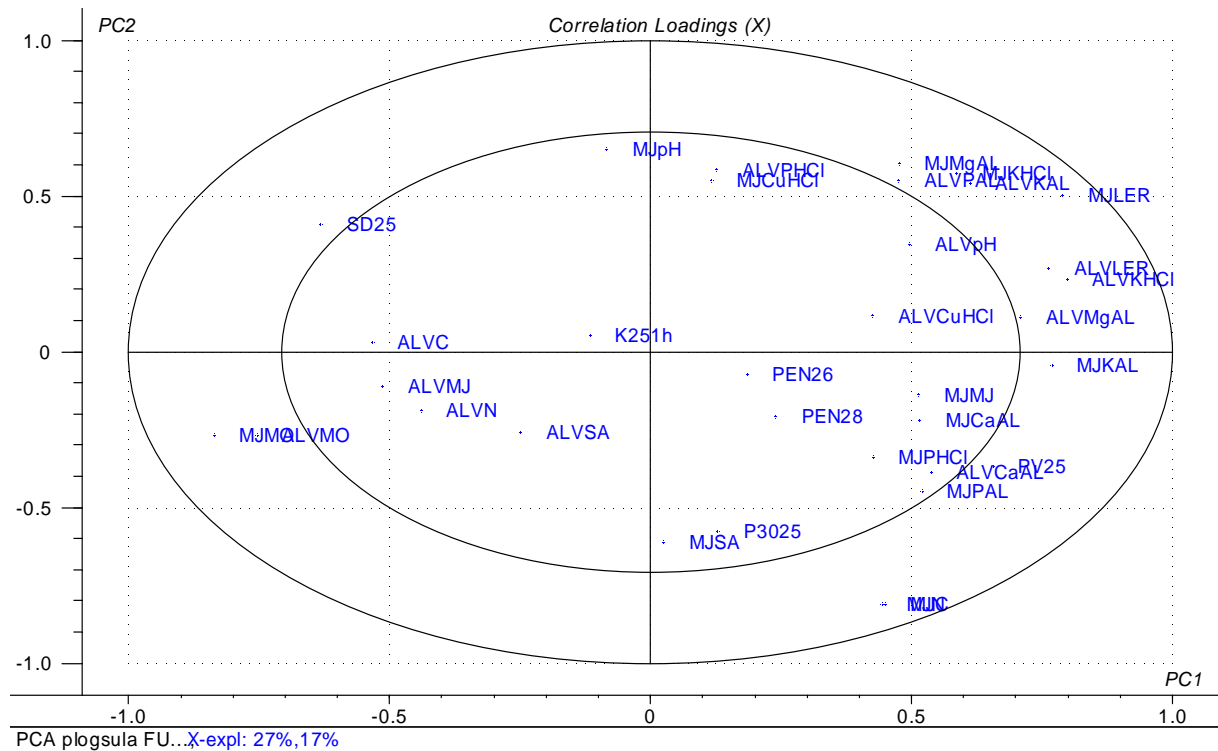


6b. Correlation loadings

Figur 6. PCA-analys över alla uppmätta markegenskaper i matjorden 5-15 cm (potentiell kväveminerlisering) 15-20 cm (cylindrar) och 10-20 cm (jordart) på Logården vid karakteriseringen 2003. Komponent 1 och 2 visas i figurerna. 6a) ”Scores” som visar skifte och punkt i de två komponenterna och 6b) ”Correlation loadings” visar parametrarna där inre cirkeln markerar 50 % förklaringsgrad och den yttre 100 % för parametrarna. I tabell 2 förklaras förkortningar av parameternamn.

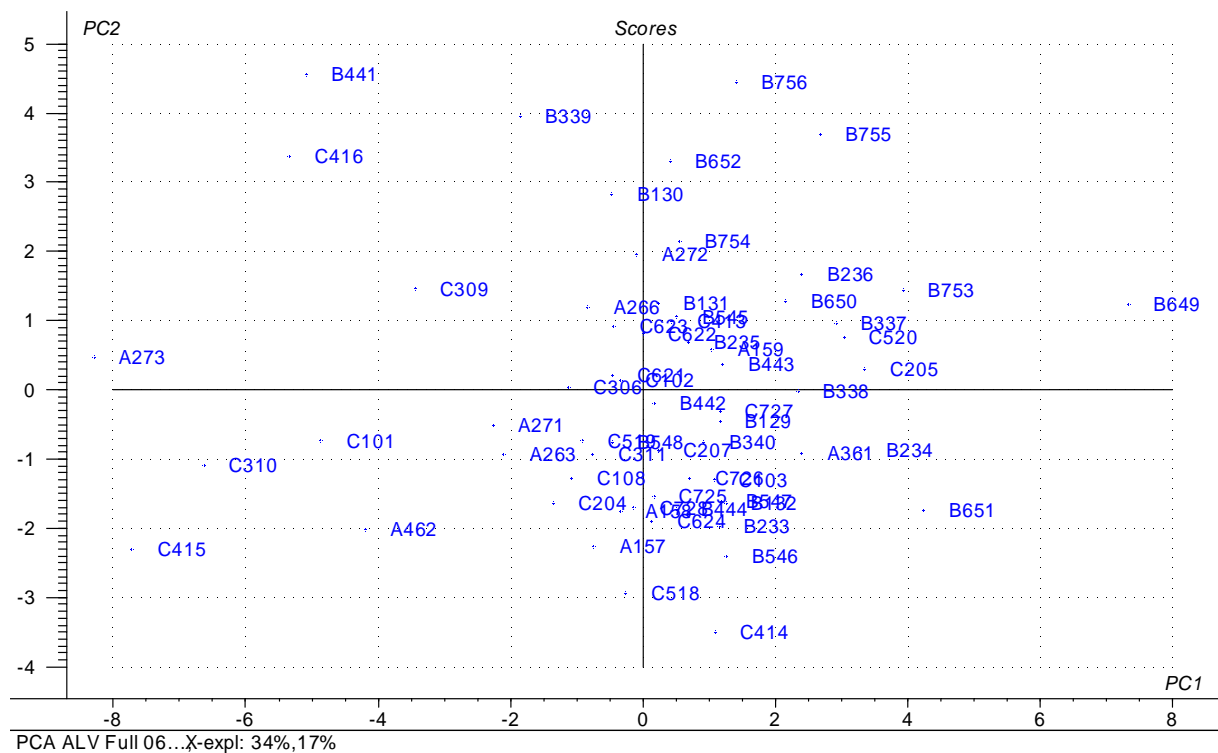


7a. Scores

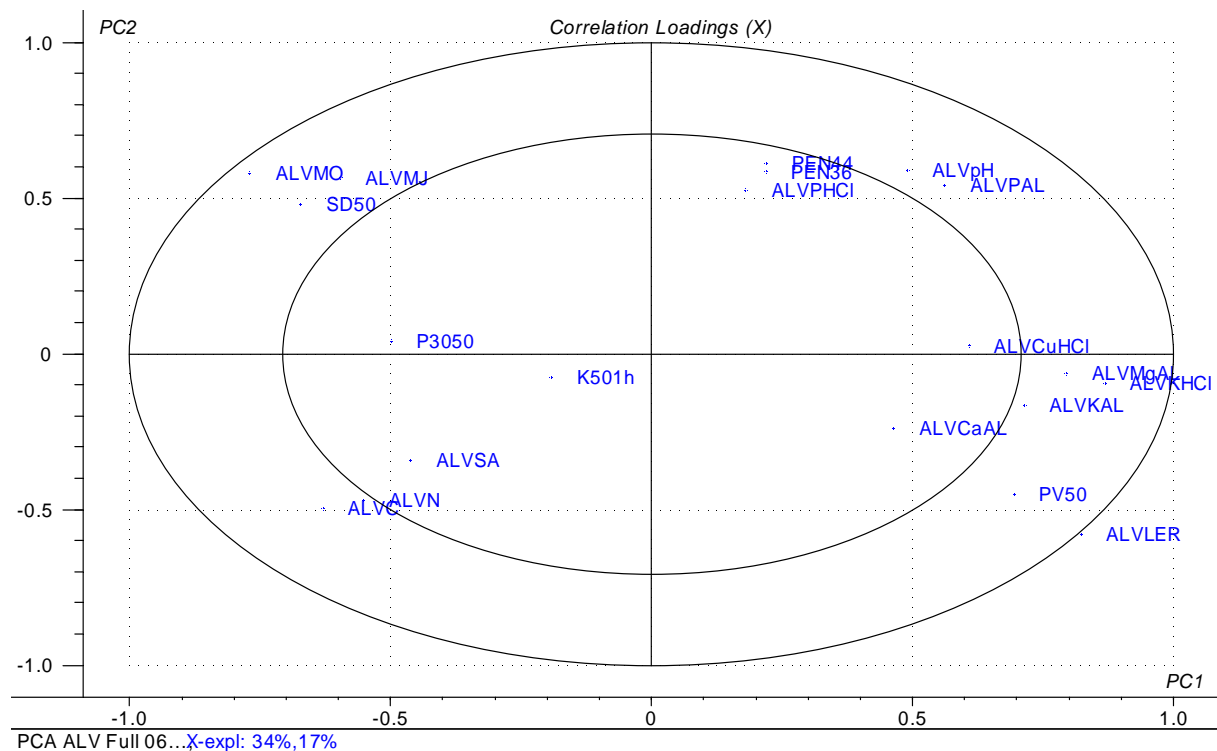


7b. Correlation loadings

Figur 7. PCA-analys över alla uppmätta markegenskaper i plogsula 25-30 cm på Logården vid karakteriseringen 2003. Komponent 1 och 2 visas i figurerna. 7a) där ”Scores” visar skifte och punkt i de två komponenterna och 7b) ”Correlation loadings” visar parametrarna där inre cirkeln markerar 50 % förklaringsgrad och yttre 100 % för parametrarna. I tabell 2 förklaras förkortningar av parametrarnamn.



8a. Scores



8b. Correlation loadings

Figur 8. PCA-analys över alla uppmätta egenskaper i alven 50-55 cm på Logården vid karakteriseringen 2003. Komponent 1 och 2 visas i figurerna. 8a) där "Scores" visar skifte och punkt i de två komponenterna och 8b) "Correlation loadings" visar parametrarna där inre cirkeln markerar 50 % förklaringsgrad och yttre 100 % för parametrarna. I tabell 2 förklaras förkortningar av parameternamn.

I bilaga 5 (tabell 5a-5d) visas en korrelationsmatris med alla parametrar. Korrelationer med $r > 0,5$ finns mellan några av parametrarna. De flesta av dessa samband var förväntade. Lerhalt var till exempel relativt starkt korrelerad till bl.a. Mg-AL.

Marken på Logården är struktursvag med en väldigt liten andel porer $> 30 \mu\text{m}$. Att arbeta vidare med markstrukturen inom varje odlingssystem är mycket viktigt. Karakteriseringen av Logården ligger till grund för flera nya forskningsprojekt där den fortsatta utvecklingen av odlingssystemen på Logården följs med avseende på kväve-, fosfor- och pesticidutlakning samt lustgasemissioner för att få kunskap om dessa och hur vi skall anpassa odlingen för att uppnå produktions- och miljömål.

Tabell 3. Parametrar som analyserades vid karakteriseringen av Logården 2002-2004

Parameter	Medel	Median	Max	Min	SD	Antal	Förkortning
Porer > 30 15-20 cm djup (volym-%)	3,09	2,90	9,67	0,00	2,09	64	P3015
Porer > 30 25-30 cm djup (volym-%)	3,14	3,06	9,62	0,00	1,92	64	P3025
Porer > 30 50-55 cm djup (volym-%)	2,14	1,97	7,73	0,00	1,98	64	P3050
Torr skrymdensitet 15-20 cm djup (g cm ⁻³)	1,49	1,50	1,63	1,29	0,07	64	SD15
Torr skrymdensitet 25-30 cm djup (g cm ⁻³)	1,52	1,52	1,71	1,30	0,08	64	SD25
Torr skrymdensitet 50-55 cm djup (g cm ⁻³)	1,51	1,51	1,73	1,30	0,08	64	SD50
Porvolym 15-20 cm (%)	42,80	42,73	50,10	37,80	2,61	64	PV15
Porvolym 25-30 cm (%)	42,63	42,64	51,09	35,42	2,83	64	PV25
Porvolym 50-55 cm (%)	43,88	43,86	52,53	35,67	3,10	64	PV50
Mättad vattengenomsläpplighet 1 h 15-20 cm (cm h ⁻¹)	3,71	1,68	30,53	0,00	6,22	64	K151h
Mättad vattengenomsläpplighet 1 h 25-30 cm (cm h ⁻¹)	2,58	1,02	17,38	0,00	3,88	64	K251h
Mättad vattengenomsläpplighet 1 h 50-55 cm (cm h ⁻¹)	0,92	0,05	11,24	0,00	2,17	64	K501h
Totalkol, 10-20 cm (% av lufttorrt)	1,60	1,60	2,43	0,45	0,36	63	MJC
Totalkol, 50-55 cm (% av lufttorrt)	0,43	0,38	1,17	0,13	0,19	64	ALVC
Totalkväve, 10-20 cm (% av lufttorrt)	0,15	0,15	0,23	0,05	0,03	63	MJN
Totalkväve, 50-55 cm (% av lufttorrt)	0,04	0,04	0,11	0,02	0,02	64	ALVN
Infiltration av vatten i markytan, (cm h ⁻¹)	5,03	3,17	29,50	0,05	6,17	64	Inf
Lera 10-20 cm (%)	37,70	38,04	54,54	15,06	8,22	30	MJLER
Mjåla 10-20 cm (%)	31,61	32,25	35,35	16,74	3,71	30	MJMJ
Mo 10-20 cm (%)	26,13	23,47	64,75	12,20	10,07	30	MJMO
Sand 10-20 cm (%)	4,56	4,32	8,17	1,77	1,49	30	MJSA
Lera 50-55 cm (%)	57,27	59,52	68,94	28,25	9,10	30	ALVLER
Mjåla 50-55 cm (%)	26,95	27,01	33,57	21,64	2,84	30	ALVMJ
Mo 50-55 cm (%)	14,80	12,85	41,87	7,74	6,94	30	ALVMO
Sand 50-55 cm (%)	1,01	0,82	5,36	0,10	0,96	30	ALVSA
pH 10-20 cm	6,78	6,80	7,40	6,10	0,23	64	MJpH
P-AL 10-20 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	12,81	11,70	38,00	1,40	7,13	64	MJPAL
K-AL 10-20 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	16,89	15,25	36,00	8,00	6,42	64	MJKAL
Ca-AL 10-20 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	258,28	259,00	330,00	158,00	30,85	64	MJCaAL
Mg-AL 10-20 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	37,76	35,20	85,30	12,40	13,94	64	MJMgAL
P-HCl 10-20 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	79,70	78,50	129,00	33,00	20,74	64	MJPHCl
K-HCl 10-20 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	315,00	315,00	570,00	90,00	76,89	64	MJKHCl
Cu-HCl 10-20 cm (mg kg ⁻¹)	13,72	13,65	22,40	4,60	3,13	64	MJCuHCl
pH 50-55 cm	7,40	7,40	8,10	6,90	0,26	64	ALVpH
P-AL 50-55 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	6,98	5,90	22,60	0,80	4,16	64	ALVPAL
K-AL 50-55 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	16,61	16,25	35,50	8,50	4,42	64	ALVKAL
Ca-AL 50-55 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	247,33	249,00	318,00	139,00	34,81	64	ALVCaAL
Mg-AL 50-55 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	94,52	99,50	147,00	18,20	26,34	64	ALVMgAL
P-HCl 50-55 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	56,41	56,00	85,00	42,00	7,71	64	ALVPHCl
K-HCl 50-55 cm (mg 100g ⁻¹ lufttorrt prov)	497,11	515,00	695,00	215,00	101,75	64	ALVKHCl
Cu-HCl 50-55 cm (mg kg ⁻¹)	16,70	16,30	26,10	5,80	3,89	64	ALVCuHCl
Potentiell N-mineralisering (mg amm-N g ⁻¹ ts jord o. 10dgr)	0,0500	0,0501	0,0840	0,0225	0,0136	54	POTNMIN
Totalkol, 5-10 cm (% av lufttorrt)	1,86	1,87	2,42	1,11	0,25	56	YTTOTC
Totalkväve, 5-10 cm (% av lufttorrt)	0,17	0,17	0,22	0,10	0,02	56	YTTOTN
Penetrationsmotstånd 6 cm djup (MPa)	0,66	0,62	1,12	0,39	0,18	64	PEN6
Penetrationsmotstånd 8 cm djup (MPa)	0,79	0,78	1,23	0,49	0,17	64	PEN8
Penetrationsmotstånd 14 cm djup (MPa)	1,12	1,14	1,66	0,69	0,21	64	PEN14
Penetrationsmotstånd 16 cm djup (MPa)	1,18	1,19	1,76	0,66	0,25	64	PEN16
Penetrationsmotstånd 22 cm djup (MPa)	1,43	1,47	2,00	0,79	0,28	64	PEN22
Penetrationsmotstånd 26 cm djup (MPa)	1,76	1,81	2,21	1,03	0,27	64	PEN26
Penetrationsmotstånd 28 cm djup (MPa)	1,95	1,98	2,40	1,25	0,27	64	PEN28
Penetrationsmotstånd 36 cm djup (MPa)	2,65	2,58	3,63	1,80	0,36	64	PEN36
Penetrationsmotstånd 44 cm djup (MPa)	3,10	2,94	4,32	1,84	0,53	64	PEN44
Lerhalt, predikterad, 5-10 cm djup (%)	36,85	37,00	50,67	13,69	6,18	64	MJPREDLER

Litteratur

- Anderson, G., Pidgeon, J.D., Spencer, H.B., Parks, R. 1980. A new hand-held recording penetrometer for soil studies. *Journal of Soil Science* 31, 279-296.
- Andersson, S. 1962. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XIII. Några teoretiska synpunkter på vattenhaltskurvor, dräneringsjämvikter och porstorleksfördelningar. *Grundförbättring* 15, 51-108.
- Aronsson, H., Torstensson, G. 1998. Measured and simulated availability and leaching of nitrogen associated with frequent use of catch crops. *Soil Use and Management* 14, 6-13.
- Berglund, K. 2003. Markstrukturindex mäter hur jorden mår. In: *Mot sockerskörd på Europainivå. En kunskaps- och inspirationsbok för svensk betodling. Sockernäringsens Betodlings Utveckling (SBU)*. pp. 43-45.
- Berglund, K., Berglund, Ö., Gustafson Bjuréus, A. 2002. Markstrukturindex – ett sätt att bedöma jordarnas fysikaliska status och odlingsystemets inverkan på markstrukturen. SLU, Uppsala. Avd. för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 02:4.
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, Oxford, 333 p.
- Childs, E.C. 1940. The use of soil moisture characteristics in soil studies. *Soil Sci.*, 50, 239-252.
- Comia, R.A., Stenberg, M., Nelson, P., Rydberg, T., Håkansson, I. 1994. Soil and crop responses to different tillage systems. *Soil Tillage Res.*, 29, 335-355.
- Dampney, P.M.R., King, J.A., Lark, R.M., Wheeler, H.C., Bradley, R.I., Mayr, T.R. 2003. Automated methods for mapping patterns of soil physical properties as a basis for variable management of crops within fields. *Precision Agriculture, proceedings of the 4th ECPA Conference in Berlin, Germany*. Wageningen, Holland.
- Delin, K. 2003. Logårdsprojektet 1992-2002. Hushållningssällskapet Skaraborg, Skara. HS-rapport 1/2003.
- Eriksson, J. 1982. Markpackning och rotmiljö. SLU, Uppsala. Avd. för lantbrukets hydroteknik. Rapport 126. 138 pp.
- Frogbrook, Z.L., Oliver, M.A., Derricourt, K.E. 2003. Exploring the spatial relations between soil properties and ElectroMagnetic Induction (EMI) and the implications for management. *Precision Agriculture, proceedings of the 4th ECPA Conference in Berlin, Germany*. Wageningen, Holland.
- Helander, C.A. 2002. *Farming System Research. An approach to developing of sustainable farming systems and the role of white clover as a component in nitrogen management*. SLU. Agraria 334.
- Helander, C.A., Delin, K. 2004. Evaluation of farming systems according to valuation indices developed within a European network on integrated and ecological arable farming systems. *Europ. J. Agronomy* 21, 53-67.
- Johnston, K., Ver Hoef, J.M., Krivoruchko, K., Lucas, N. 2001. *Using ArcGIStm Geostatistical Analyst. GIS by ESRItm*. Redlands, USA.
- Minasny, B., McBratney, A.B. 2002. *FuzME version 3.0*, Australian Centre for Precision Agriculture, The University of Sydney, Australia.
- Riley, H., Njøs, A., Ekeberg, E. 1985. Ploughless cultivation of spring cereals. II. Soil investigations. *Forsk. Fors. Landbr.*, 36, 53-59.
- Roland, B. 2003. Odlingsystemets inverkan på markstrukturen och växtnäringstillståndet - en jämförande studie på Logården. SLU, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara. Examinations- och seminariearbeten, nr. 11.
- Rosenbaum M.S., Söderström M. 1996. Cokriging of heavy metals as an aid to biogeochemical mapping. *ACTA Agriculturae Scandinavica, Section B: Soil and Plant Sciences*, 46, 1-8.

- Rydberg, T. 1986. Markfysikaliska och markkemiska effekter av plöjningsfri odling i Sverige. SLU, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen 70.
- Stenberg, B. 1999. Monitoring soil quality of arable land: Microbiological indicators. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science* 49, 1-24.
- Stenberg, B., Johansson, M., Pell, M., Sjö Dahl-Svensson, K., Stenström, J., Torstensson, L. 1998. Microbial biomass and activities in soil as affected by frozen and cold storage. *Soil Biology and Biochemistry* 30, 393-402.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T., Gustafson, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil Tillage Res.* 50, 115-125.
- Stenberg, M., Stenberg, B., Rydberg, T. 2000. Effects of reduced tillage and liming on microbial activity and soil properties in a weakly-structured soil. *Applied Soil Ecology* 14, 135-145.
- Torstensson, G., Aronsson, H. 2000. Nitrogen leaching and crop availability in manured catch crop systems in Sweden. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56, 139-152.
- Wetterlind, J., Stenberg, B., Söderström, M., Stenberg, M. 2005. New strategy for farm-soil mapping using NIR to increase sample point density. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 12th International Conference on Near-Infrared Spectroscopy*, Auckland New Zealand, NIR Publications. 8 pp. Submitted manuscript.
- Zimmermann, H.L., Plöchl, M., Luckhaus, C., Domsch, H. 2003. Selecting the optimum locations for soil investigations. *Precision Agriculture*, proceedings of the 4th ECPA Conference in Berlin, Germany. Wageningen, Holland.

Bilagor

1. Jordart och NIR-predikterad lerhalt
Tabell 1a-1b
2. Vattenhållande förmåga vid olika vattenavförande tryck
Tabell 2a-2d
3. Porstorleksfördelning
Tabell 3a-3b
4. Potentiell kvävemineralisering samt totalkol och totalkväve i 5-10 cm
Tabell 4a-4b
5. Korrelationsmatris alla parametrar
Tabell 5a-5d

Bilaga 1 Jordart

Tabell 1a. Jordart (ler (LER), mjåla (MJ), mo (MO) och sand (SA)) i % i matjorden (MJ) 10-20 cm samt alven (ALV) 50-55 cm vid karakteriseringen av Logården 2003 (m=missing data) samt predikterad lerhalt enligt Wetterlind et al. (2005) i provpunkter i integrerade (C) och ekologiska (B) skiften. Se tabell 2 för förklaring av variabelförkortningar

Skifte	Punkt	MJLER	MJMJ	MJMO	MJSA	ALVLER	ALVMJ	ALVMO	ALVSA	MJPREDLER
C1	1	39,9	31,7	24,6	3,8	45,1	28,6	20,9	5,4	37,18
C1	2	44,3	32,3	19,9	3,5	57,7	27,1	14,8	0,4	40,35
C1	3	42,7	25,3	28,2	3,6	62,1	27,9	9,6	0,6	41,36
C2	4	m	m	m	m	m	m	m	m	39,97
C2	5	m	m	m	m	m	m	m	m	48,25
C3	6	m	m	m	m	m	m	m	m	43,43
C2	7	46,8	30,6	19,5	3,1	59,3	25,6	14,2	0,8	43,81
C1	8	m	m	m	m	m	m	m	m	43,86
C3	9	26,8	31,2	37,6	4,3	45,4	30,6	23,0	1,0	28,40
C3	10	m	m	m	m	m	m	m	m	36,52
C3	11	41,1	33,9	21,1	3,9	59,8	26,0	13,3	1,0	40,14
C4	13	30,9	32,0	33,6	3,6	55,1	29,7	14,9	0,4	28,70
C4	14	48,7	29,2	18,7	3,4	65,7	23,3	10,5	0,5	46,83
C4	15	m	m	m	m	m	m	m	m	33,23
C4	16	m	m	m	m	m	m	m	m	29,20
C5	18	23,3	28,5	44,3	4,0	65,6	21,6	10,5	2,3	22,93
C5	19	44,5	29,3	23,4	2,9	46,9	28,2	23,5	1,4	38,06
C5	20	m	m	m	m	m	m	m	m	41,92
C6	21	m	m	m	m	m	m	m	m	31,18
C6	22	26,8	29,9	36,8	6,5	54,0	28,4	16,8	0,8	26,07
C6	23	m	m	m	m	m	m	m	m	33,15
C6	24	38,0	34,6	22,6	5,0	59,3	27,7	12,0	0,9	36,21
C7	25	32,2	34,5	27,2	5,9	59,7	28,1	11,2	1,1	31,34
C7	26	m	m	m	m	m	m	m	m	40,80
C7	27	36,1	32,3	29,3	2,3	57,2	27,3	15,0	0,5	32,68
C7	28	m	m	m	m	m	m	m	m	32,81
B1	29	m	m	m	m	m	m	m	m	38,77
B1	30	38,0	32,3	26,2	3,5	49,9	31,0	18,5	0,7	36,82
B1	31	m	m	m	m	m	m	m	m	36,09
B1	32	39,8	35,3	20,2	4,8	64,4	24,3	10,3	1,0	36,56
B2	33	43,2	34,4	18,7	3,7	64,2	25,3	9,6	0,8	37,65
B2	34	m	m	m	m	m	m	m	m	41,53
B2	35	38,6	35,1	21,5	4,7	61,2	25,3	12,1	1,4	37,96
B2	36	m	m	m	m	m	m	m	m	35,91
B3	37	m	m	m	m	m	m	m	m	42,80
B3	38	43,3	32,4	19,0	5,2	66,0	24,1	9,5	0,4	39,74
B3	39	38,1	35,4	20,8	5,7	39,6	33,6	26,7	0,2	35,74
B3	40	m	m	m	m	m	m	m	m	40,96
B4	41	15,1	16,7	64,7	3,5	28,3	29,6	41,9	0,2	13,69
B4	42	m	m	m	m	m	m	m	m	39,19
B4	43	38,0	34,5	22,2	5,2	61,7	26,9	10,9	0,6	38,46
B4	44	m	m	m	m	m	m	m	m	41,95
B5	45	34,8	32,2	25,2	7,7	61,6	24,5	13,1	0,7	33,85
B5	46	m	m	m	m	m	m	m	m	38,19
B5	47	36,1	31,5	24,2	8,2	65,1	22,6	10,8	1,6	32,88
B5	48	m	m	m	m	m	m	m	m	34,74
B6	49	54,5	31,6	12,2	1,8	68,9	23,1	7,7	0,1	50,67
B6	50	39,1	34,0	20,5	6,5	62,2	26,2	10,7	0,9	37,53
B6	51	m	m	m	m	m	m	m	m	35,43
B6	52	m	m	m	m	m	m	m	m	39,62
B7	53	50,2	29,4	16,3	4,3	67,0	24,7	8,0	0,3	49,17
B7	54	36,0	34,2	23,6	6,1	57,6	29,1	12,6	0,7	33,57
B7	55	m	m	m	m	m	m	m	m	34,30
B7	56	m	m	m	m	m	m	m	m	40,13

Tabell 1b. Jordart (ler (LER), mjåla (MJ), mo (MO) och sand (SA)) i % i matjorden (MJ) 10-20 cm samt alven (ALV) 50-55 cm vid karakteriseringen av Logården 2003 samt predikterad lerhalt enligt Wetterlind et al. (2005) i provpunkter i de konventionella skiftena (A). Se tabell 2 för förklaring av variabelförkortningar. Efter täckdikning och anläggning av våtmark 2003, finns i konventionell odling 2 skiften, A1 och A2

Skifte	Punkt	MJLER	MJMJ	MJMO	MJSA	ALVLER	ALVMJ	ALVMO	ALVSA	MJPREDLER
A1	57	m	m	m	m	m	m	m	m	37,42
A1	58	31,2	29,4	34,5	4,8	56,9	26,6	15,0	1,6	30,86
A1	59	m	m	m	m	m	m	m	m	40,62
A3	61	m	m	m	m	m	m	m	m	46,10
A4	62	m	m	m	m	m	m	m	m	32,44
A2	63	m	m	m	m	m	m	m	m	31,97
A2	66	m	m	m	m	m	m	m	m	35,46
A2	71	33,1	34,3	27,5	5,0	50,3	31,6	16,3	1,5	29,28
A2	72	m	m	m	m	m	m	m	m	35,56
A2	73	m	m	m	m	m	m	m	m	36,65
Medel		37,70	31,61	26,13	4,56	57,27	26,95	14,80	1,01	36,85
Median		38,04	32,25	23,47	4,32	59,52	27,01	12,85	0,82	37,00
Max		54,54	35,35	64,75	8,17	68,94	33,57	41,87	5,36	50,67
Min		15,06	16,74	12,20	1,77	28,25	21,64	7,74	0,10	13,69
SD		8,22	3,71	10,07	1,49	9,10	2,84	6,94	0,96	6,18
Antal		30	30	30	30	30	30	30	30	64
Medel A		32,13	31,86	31,03	4,93	53,60	29,13	15,66	1,56	35,64
Median A		32,13	31,86	31,03	4,93	53,60	29,13	15,66	1,56	35,51
Max A		33,09	34,35	34,52	5,03	56,89	31,65	16,29	1,57	46,10
Min A		31,16	29,38	27,54	4,83	50,31	26,62	15,03	1,55	29,28
SD A		1,36	3,51	4,94	0,14	4,65	3,56	0,89	0,01	5,00
Antal A		2	2	2	2	2	2	2	2	10
Medel B		38,91	32,09	23,94	5,07	58,42	26,45	14,45	0,70	37,64
Median B		38,36	33,24	21,15	5,01	61,96	25,27	10,83	0,72	37,80
Max B		54,54	35,35	64,75	8,17	68,94	33,57	41,87	1,56	50,67
Min B		15,06	16,74	12,20	1,77	28,25	22,64	7,74	0,10	13,69
SD B		8,83	4,76	12,30	1,72	11,56	3,21	9,29	0,44	6,25
Antal B		14	14	14	14	14	14	14	14	28
Medel C		37,29	31,09	27,63	3,99	56,63	27,14	15,02	1,24	36,48
Median C		38,96	31,47	25,92	3,71	58,48	27,81	14,48	0,87	36,85
Max C		48,74	34,57	44,29	6,50	65,71	30,60	23,46	5,36	48,25
Min C		23,26	25,26	18,74	2,33	45,05	21,64	9,59	0,41	22,93
SD C		8,13	2,56	7,85	1,14	6,75	2,38	4,57	1,28	6,61
Antal C		14	14	14	14	14	14	14	14	26

Bilaga 2 Vattenhållande förmåga

Tabell 2a. Vattenhållande förmåga i alla provpunkter och nivåer vid karakteriseringen av Logården 2003 i skifte C1-C5

Skifte	Punkt	Nivå (cm)	Vattenhalt i volym-% vid ett vattenavförande tryck i m.v.p.				
			0,05	0,5	1	6	150
C1	1	15-20	46,2	41,2	40,3	36,3	21,5
C1	1	25-30	45,4	41,4	40,4	36,2	
C1	1	50-55	37,1	33,8	32,9	29,6	26,6
C3	2	15-20	44,0	40,7	39,9	36,1	24,6
C3	2	25-30	43,5	41,9	40,7	37,2	
C3	2	50-55	44,2	44,0	43,3	40,4	28,8
C1	3	15-20	42,2	39,2	38,4	34,2	24,0
C1	3	25-30	43,7	40,7	40,1	36,3	
C1	3	50-55	45,3	43,8	42,6	39,2	29,2
C3	4	15-20	42,7	40,7	39,7	35,8	23,8
C3	4	25-30	45,3	43,3	42,6	39,5	
C3	4	50-55	46,9	46,5	45,8	42,4	29,7
C2	5	15-20	45,2	42,6	42,0	36,8	26,2
C2	5	25-30	44,0	42,2	41,5	37,7	
C2	5	50-55	46,2	44,2	43,5	38,6	30,5
C3	6	15-20	42,6	41,1	39,4	35,7	24,8
C3	6	25-30	42,6	41,9	41,1	38,1	
C3	6	50-55	42,8	42,4	41,5	38,3	29,9
C2	7	15-20	42,4	39,1	38,1	33,4	24,1
C2	7	25-30	44,3	41,4	40,6	35,9	
C2	7	50-55	44,9	42,3	41,5	37,0	28,5
C3	8	15-20	40,7	38,9	38,2	34,7	22,6
C3	8	25-30	35,9	34,8	33,8	29,6	
C3	8	50-55	44,3	43,7	42,7	38,9	28,0
C3	9	15-20	40,3	37,8	36,5	31,9	16,2
C3	9	25-30	38,9	37,2	36,1	32,6	
C3	9	50-55	38,0	37,4	36,4	32,7	25,2
C3	10	15-20	40,4	37,1	36,3	31,6	18,9
C3	10	25-30	37,0	34,4	33,6	29,7	
C3	10	50-55	37,3	34,6	33,7	29,7	22,5
C3	11	15-20	44,9	41,4	40,1	34,8	22,5
C3	11	25-30	44,8	43,2	42,1	37,6	
C3	11	50-55	44,8	43,5	42,5	38,9	30,3
C4	13	15-20	40,5	38,5	37,6	33,4	18,5
C4	13	25-30	40,5	38,2	37,1	33,0	
C4	13	50-55	44,7	41,2	40,2	37,3	26,1
C4	14	15-20	41,5	39,1	38,3	34,5	27,0
C4	14	25-30	42,5	39,1	38,0	34,1	
C4	14	50-55	49,5	48,4	47,7	44,4	29,2
C4	15	15-20	40,3	36,5	35,5	32,1	20,5
C4	15	25-30	40,7	37,3	36,1	32,1	
C4	15	50-55	40,3	36,8	35,5	30,1	15,6
C4	16	15-20	40,4	38,0	36,7	32,7	17,4
C4	16	25-30	39,0	37,1	35,8	31,6	
C4	16	50-55	35,4	34,0	33,0	29,0	17,9
C5	18	15-20	41,8	37,8	36,5	31,8	15,0
C5	18	25-30	42,2	37,3	36,0	31,8	
C5	18	50-55	41,6	38,9	37,9	34,2	35,5
C5	19	15-20	46,6	43,3	42,3	37,8	24,0
C5	19	25-30	47,0	43,7	42,6	38,3	
C5	19	50-55	49,6	48,7	48,0	44,8	22,5
C5	20	15-20	40,8	39,3	38,5	35,1	25,8
C5	20	25-30	43,1	40,7	40,1	36,9	
C5	20	50-55	44,7	42,8	42,0	39,0	29,9

Tabell 2b. Vattenhållande förmåga i alla provpunkter och nivåer vid karakteriseringen av Logården 2003 i skifte C6-C7 samt B1-B3

Skifte	Punkt	Nivå (cm)	Vattenhalt i volym-% vid ett vattenavförande tryck i m.v.p.				
			0,05	0,5	1	6	150
C6	21	15-20	40,4	38,3	38,0	35,9	17,1
C6	21	25-30	39,7	38,5	37,6	34,9	
C6	21	50-55	47,2	45,8	44,6	41,4	22,6
C6	22	15-20	40,8	39,1	37,8	34,9	15,4
C6	22	25-30	37,6	37,0	36,6	33,7	
C6	22	50-55	48,6	47,3	46,7	43,6	25,0
C6	23	15-20	42,4	41,0	40,2	37,2	21,1
C6	23	25-30	41,0	40,3	39,4	36,6	
C6	23	50-55	44,2	43,3	42,6	40,1	23,6
C6	24	15-20	43,4	41,7	40,6	36,7	20,3
C6	24	25-30	42,9	41,5	40,6	37,9	
C6	24	50-55	47,0	46,6	46,2	43,6	25,9
C7	25	15-20	43,3	40,7	39,4	35,7	17,8
C7	25	25-30	42,3	40,1	38,8	35,4	
C7	25	50-55	48,3	47,2	46,3	43,1	27,0
C7	26	15-20	42,0	40,8	39,8	36,8	22,7
C7	26	25-30	43,8	42,1	41,1	37,8	
C7	26	50-55	47,6	47,2	46,5	43,5	26,8
C7	27	15-20	42,1	40,2	39,3	35,9	20,8
C7	27	25-30	41,7	39,8	38,9	35,8	
C7	27	50-55	47,9	47,2	46,9	43,7	26,2
C7	28	15-20	43,2	40,8	39,6	35,8	20,3
C7	28	25-30	44,1	40,9	39,7	36,2	
C7	28	50-55	46,5	44,7	43,6	40,8	26,6
B1	29	15-20	48,3	43,4	42,2	37,9	21,2
B1	29	25-30	45,6	42,9	41,8	37,4	
B1	29	50-55	45,6	43,3	42,1	39,3	27,5
B1	30	15-20	47,3	41,9	40,7	36,7	20,1
B1	30	25-30	45,6	40,8	39,7	36,1	
B1	30	50-55	41,7	38,9	37,8	34,6	25,3
B1	31	15-20	51,5	44,6	43,0	37,9	19,3
B1	31	25-30	44,6	41,2	40,3	36,4	
B1	31	50-55	43,2	40,9	40,0	36,8	23,5
B1	32	15-20	45,4	41,4	40,0	36,3	21,4
B1	32	25-30	44,0	40,6	39,4	35,0	
B1	32	50-55	46,8	45,3	44,2	41,6	25,8
B2	33	15-20	47,0	43,5	41,9	37,3	22,6
B2	33	25-30	45,5	41,7	40,2	36,1	
B2	33	50-55	46,6	44,9	43,3	40,3	26,9
B2	34	15-20	46,9	42,6	41,1	36,5	23,1
B2	34	25-30	45,6	42,5	41,3	37,2	
B2	34	50-55	49,3	48,5	47,4	44,0	30,2
B2	35	15-20	45,8	41,4	39,7	35,4	20,5
B2	35	25-30	44,4	40,6	39,4	35,3	
B2	35	50-55	43,5	41,6	40,4	36,9	26,9
B2	36	15-20	44,4	41,0	39,4	35,3	20,4
B2	36	25-30	43,4	40,4	39,2	35,3	
B2	36	50-55	43,3	42,0	40,9	37,5	26,7
B3	37	15-20	45,8	43,5	42,4	38,3	24,6
B3	37	25-30	47,4	44,1	42,7	38,2	
B3	37	50-55	44,2	42,4	41,1	38,0	30,4
B3	38	15-20	46,3	43,7	42,3	38,3	21,6
B3	38	25-30	42,9	40,4	39,4	36,1	
B3	38	50-55	46,4	44,6	43,5	40,8	26,8
B3	39	15-20	46,6	42,2	40,7	35,6	19,9
B3	39	25-30	44,9	40,2	38,9	34,4	
B3	39	50-55	43,5	40,9	40,0	36,8	19,6
B3	40	15-20	43,9	38,6	37,1	33,1	22,3
B3	40	25-30	43,3	40,0	38,8	34,7	
B3	40	50-55	44,9	42,9	42,0	39,0	29,6

Tabell 2c. Vattenhållande förmåga i alla provpunkter och nivåer vid karakteriseringen av Logården 2003 i skifte B4-B7

Skifte	Punkt	Nivå (cm)	Vattenhalt i volym-% vid ett vattenavförande tryck i m.v.p.				
			0,05	0,5	1	6	150
B4	41	15-20	42,7	41,1	39,3	31,7	9,7
B4	41	25-30	40,6	39,8	38,5	28,9	
B4	41	50-55	37,4	35,4	34,3	30,6	16,8
B4	42	15-20	45,2	41,0	39,8	35,8	19,8
B4	42	25-30	43,4	40,6	39,4	35,2	
B4	42	50-55	43,9	42,1	41,2	37,7	30,9
B4	43	15-20	45,3	41,6	40,6	36,4	20,0
B4	43	25-30	42,3	40,0	38,9	35,0	
B4	43	50-55	44,9	42,7	41,7	38,7	29,6
B4	44	15-20	44,4	40,1	38,8	34,8	18,8
B4	44	25-30	47,2	43,6	42,1	37,3	
B4	44	50-55	50,4	49,4	48,4	45,2	22,2
B5	45	15-20	45,3	40,7	39,2	35,7	19,1
B5	45	25-30	43,1	38,8	37,3	34,1	
B5	45	50-55	40,7	39,2	38,0	35,4	30,0
B5	46	15-20	43,2	40,2	39,2	35,5	21,7
B5	46	25-30	42,7	40,0	39,1	36,1	
B5	46	50-55	46,9	46,8	46,1	43,9	32,0
B5	47	15-20	42,5	39,2	37,6	34,1	
B5	47	25-30	38,5	36,6	35,6	32,6	
B5	47	50-55	45,6	43,9	42,7	39,1	
B5	48	15-20	45,7	40,9	39,6	35,5	18,3
B5	48	25-30	48,2	42,6	41,5	37,7	
B5	48	50-55	45,2	43,0	41,8	39,2	29,7
B6	49	15-20	46,4	46,3	45,8	43,0	29,0
B6	49	25-30	47,8	47,3	46,7	43,4	
B6	49	50-55	55,9	54,1	53,0	49,5	31,9
B6	50	15-20	45,8	43,7	42,3	39,4	20,8
B6	50	25-30	43,1	42,3	41,4	38,5	
B6	50	50-55	46,0	45,1	44,3	41,3	29,6
B6	51	15-20	48,0	45,4	43,8	40,2	19,2
B6	51	25-30	44,5	43,0	42,0	39,1	
B6	51	50-55	50,4	48,6	47,5	44,6	
B6	52	15-20	45,8	43,6	42,6	39,6	22,2
B6	52	25-30	42,1	40,5	39,5	37,1	
B6	52	50-55	39,7	37,9	37,1	34,5	30,4
B7	53	15-20	47,4	46,8	46,0	42,9	28,0
B7	53	25-30	45,7	45,2	44,5	41,9	
B7	53	50-55	50,9	49,3	48,2	44,8	32,0
B7	54	15-20	44,2	42,6	41,4	38,3	20,1
B7	54	25-30	45,3	43,4	42,2	39,2	
B7	54	50-55	43,8	42,9	42,2	39,1	30,5
B7	55	15-20	45,2	42,4	40,9	37,9	20,6
B7	55	25-30	43,8	42,3	40,7	37,4	
B7	55	50-55	44,1	42,8	41,5	38,0	30,7
B7	56	15-20	45,1	42,6	41,9	39,0	22,8
B7	56	25-30	43,7	42,3	41,8	38,3	
B7	56	50-55	42,1	41,1	40,0	37,3	27,7

Tabell 2d. Vattenhållande förmåga i alla provpunkter och nivåer vid karakteriseringen av Logården 2003 i konventionell odling (A) samt medel, median, max, min standardavvikelse och antal. Efter täckdikning och anläggning av våtmark 2003, finns i konventionell odling 2 skiften, A1 och A2

Skifte	Punkt	Nivå (cm)	Vattenhalt i volym-% vid ett vattenavförande tryck i m.v.p.				
			0,05	0,5	1	6	150
A1	57	15-20	44,1	42,5	41,3	37,9	17,7
A1	57	25-30	44,7	41,8	40,6	36,8	
A1	57	50-55	47,4	46,0	44,9	42,0	28,0
A1	58	15-20	43,3	41,8	40,7	37,0	18,9
A1	58	25-30	43,6	42,1	41,0	37,4	
A1	58	50-55	47,6	46,7	46,2	43,4	28,8
A1	59	15-20	44,5	42,0	41,2	37,4	16,9
A1	59	25-30	42,5	41,0	40,3	36,8	
A1	59	50-55	44,2	42,0	41,2	38,2	26,3
A3	61	15-20	43,3	40,2	39,0	34,2	22,4
A3	61	25-30	42,9	41,8	40,9	36,2	
A3	61	50-55	48,6	47,3	46,3	43,1	27,8
A4	62	15-20	41,2	37,9	36,7	32,9	17,9
A4	62	25-30	42,1	38,6	37,2	34,1	
A4	62	50-55	42,2	39,4	38,5	35,0	24,2
A2	63	15-20	38,0	35,4	34,4	30,4	15,2
A3	63	25-30	38,0	36,1	35,0	30,9	
A4	63	50-55	42,2	39,5	38,6	35,6	23,6
A3	66	15-20	43,0	40,4	39,0	34,5	20,9
A3	66	25-30	41,8	40,5	39,4	35,8	
A3	66	50-55	40,3	39,0	37,8	34,9	
A1	67	15-20	41,4	39,7	39,0	34,8	
A1	67	25-30	41,8	40,8	40,0	35,3	
A1	67	50-55	53,5	52,6	51,4	45,4	
A2	71	15-20	42,5	39,7	38,3	34,1	19,1
A3	71	25-30	41,5	38,8	37,7	34,6	
A4	71	50-55	42,3	39,6	38,5	35,3	24,7
A1	72	15-20	41,7	38,8	37,7	33,9	17,3
A1	72	25-30	39,4	37,5	36,5	33,2	
A1	72	50-55	41,4	39,2	38,2	35,6	27,0
A3	73	15-20	43,2	39,8	38,3	34,2	18,4
A3	73	25-30	40,6	39,1	38,1	34,4	
A3	73	50-55	35,0	32,6	31,8	28,8	20,9
Medel 15-20			43,83	40,91	39,75	35,80	20,71
Median 15-20			43,39	40,90	39,57	35,74	20,54
Max 15-20			51,48	46,85	46,01	42,98	28,98
Min 15-20			37,96	35,43	34,43	30,44	9,74
SD 15-20			2,48	2,23	2,23	2,45	3,33
Antal 15-20			65	65	65	65	63
Medel 25-30			42,95	40,58	39,54	35,78	
Median 25-30			43,13	40,71	39,67	36,10	
Max 25-30			48,18	47,26	46,65	43,41	
Min 25-30			35,91	34,36	33,59	28,95	
SD 25-30			2,61	2,40	2,43	2,66	
Antal 25-30			65	65	65	65	0
Medel 50-55			44,7	43,1	42,1	38,9	27,0
Median 50-55			44,81	42,96	42,13	39,02	27,03
Max 50-55			55,92	54,11	52,98	49,47	35,49
Min 50-55			35,04	32,62	31,78	28,81	15,62
SD 50-55			4,02	4,39	4,43	4,50	3,83
Antal 50-55			65	65	65	65	61

Bilaga 3 Porstorleksfördelning

Tabell 3a. Porstorleksfördelning (%) porer med ekvivalentpordiameter större än 30 µm beräknad från ett vattenavförande tryck om 1 m vattenpelare på Logården 2002-2003 i skifte C1-C7 (integrerad odling) samt B1-B5 (ekologisk odling)

Skifte	Punkt	Porer > 30µm (<0 korrigerade till 0)		
		15-20 cm	25-30 cm	50-55 cm
		Vol-%	Vol-%	Vol-%
		P3015K	P3025K	P3050K
C1	1	3,51	3,97	6,64
C1	2	2,04	1,72	0,00
C1	3	3,03	2,44	4,04
C2	4	1,02	0,58	0,00
C2	5	2,90	3,00	0,41
C3	6	0,74	0,00	0,08
C2	7	5,28	4,51	4,49
C1	8	0,39	1,60	1,04
C3	9	2,96	2,48	1,99
C3	10	5,86	4,04	6,44
C3	11	3,15	0,89	0,16
C4	13	1,83	3,35	6,15
C4	14	2,73	5,00	0,58
C4	15	6,10	5,04	7,73
C4	16	1,06	2,39	2,87
C5	18	5,47	6,96	4,73
C5	19	2,91	4,37	0,31
C5	20	0,00	1,86	1,73
C6	21	0,67	1,93	0,00
C6	22	2,02	0,63	0,00
C6	23	0,77	1,14	0,15
C6	24	1,18	1,56	0,00
C7	25	1,23	4,07	0,00
C7	26	0,10	2,03	0,00
C7	27	1,12	1,72	0,00
C7	28	1,16	3,24	1,01
B1	29	6,00	4,54	3,02
B1	30	5,49	5,40	4,39
B1	31	7,10	3,62	2,14
B1	32	4,44	5,28	2,93
B2	33	2,41	3,95	2,45
B2	34	7,16	3,88	0,48
B2	35	4,14	4,80	2,82
B2	36	2,74	2,92	2,99
B3	37	1,50	4,78	2,21
B3	38	2,61	2,82	1,91
B3	39	3,48	5,48	3,79
B3	40	9,67	6,11	3,91
B4	41	3,45	2,81	2,89
B4	42	6,27	4,30	3,16
B4	43	3,93	3,28	4,71
B4	44	5,86	6,36	1,42
B5	45	3,54	5,45	3,63
B5	46	2,45	2,76	0,00
B5	47	5,68	3,27	2,25
B5	48	5,90	9,62	1,96

Tabell 3b. Porstorleksfördelning (%) porer med ekvivalentpordiameter större än 30 µm beräknad från ett vattenavförande tryck om 1 m vattenpelare på Logården 2002-2003 i skifte B6-B7 (ekologisk odling) samt A1-A4 (konventionell odling) samt medel, median, max, min och antal. Efter täckdikning och anläggning av våtmark 2003, finns i konventionell odling 2 skiften, A1 och A2

Skifte	Punkt	Porer > 30µm (<0 korrigerade till 0)		
		15-20 cm	25-30 cm	50-55 cm
		Vol-% P3015K	Vol-% P3025K	Vol-% P3050K
B6	49	0,00	0,00	0,00
B6	50	2,42	4,06	0,92
B6	51	4,27	3,08	0,87
B6	52	1,79	2,26	2,20
B7	53	0,00	0,00	0,10
B7	54	1,44	3,25	0,00
B7	55	2,14	1,97	1,97
B7	56	0,99	0,82	1,38
A1	57	2,23	5,16	0,00
A1	58	0,00	0,00	0,00
A1	59	1,73	0,05	2,15
A3	61	3,65	1,24	1,01
A4	62	4,38	5,15	4,49
A2	63	3,88	2,39	4,82
A2	66	3,21	1,31	1,45
A2	71	4,06	3,57	4,91
A2	72	3,89	3,05	3,31
A2	73	4,37	1,76	3,89
Medel		3,09	3,14	2,14
Median		2,90	3,06	1,97
Max		9,67	9,62	7,73
Min		0,00	0,00	0,00
SD		2,09	1,92	1,98
Antal		64	64	64
Medel A		3,14	2,37	2,60
Median A		3,77	2,07	2,73
Max A		4,38	5,16	4,91
Min A		0,00	0,00	0,00
SD A		1,41	1,86	1,93
Antal A		10	10	10
Medel B		3,82	3,82	2,16
Median B		3,51	3,75	2,20
Max B		9,67	9,62	4,71
Min B		0,00	0,00	0,00
SD B		2,33	2,00	1,35
Antal B		28	28	28
Medel C		2,28	2,71	1,94
Median C		1,92	2,42	0,50
Max C		6,10	6,96	7,73
Min C		0,00	0,00	0,00
SD C		1,79	1,66	2,54
Antal C		26	26	26

Bilaga 4 Potentiell kväve mineralisering

Tabell 4a. Potentiell kväve mineralisering (mg amm-N g⁻¹ ts jord o. 10dgr) samt total kol och total kväve (% av ts) i 5-10 cm djup på Logården 2004 i skifte C1-C7 och B1-B6

Skifte	Punkt	Potentiell N-min amm-N kg ha ⁻¹ i 5- 10 cm och 10 dagar				YTTOTC	YTTOTN
		POTNMIN					
C1	1	0,0534		39,0	2,11	0,192	
C1	2	0,0516		39,3	1,86	0,165	
C1	3	0,0457		35,0	1,85	0,159	
C2	4	0,0424		32,9	1,81	0,155	
C2	5	0,0277		20,3	1,11	0,101	
C3	6	0,0366		28,8	1,86	0,164	
C2	7	0,0396		29,7	1,74	0,154	
C1	8	0,0339		27,2	1,57	0,144	
C3	9	0,0410		32,9	1,69	0,157	
C3	10	0,0452		34,5	1,44	0,129	
C3	11	0,0574		42,9	2,01	0,174	
C4	13	0,0500		39,6	1,71	0,153	
C4	14	0,0587		45,7	1,84	0,165	
C4	15	0,0524		40,2	1,7	0,16	
C4	16	0,0488		39,8	1,69	0,152	
C5	18	0,0502		37,7	1,91	0,171	
C5	19	0,0394		27,9	2,18	0,201	
C5	20	0,0365		29,3	1,39	0,136	
C6	21	0,0684		54,3	1,747	0,168	
C6	22	0,0759		59,1	1,782	0,169	
C6	23	0,0670		51,2	2,062	0,191	
C6	24	0,0612		46,3	2,065	0,191	
C7	25	0,0840		64,6	1,954	0,187	
C7	26	0,0739		57,7	1,860	0,182	
C7	27	0,0703		54,4	1,876	0,181	
C7	28	0,0619		47,7	2,309	0,212	
B1	29	0,0528		35,4	1,88	0,172	
B1	30				1,39	0,13	
B1	31	0,0581		37,6	2,12	0,192	
B1	32	0,0585		42,1	2,12	0,194	
B2	33				1,89	0,166	
B2	34	0,0678		45,4	2,28	0,208	
B2	35	0,0511		37,1	1,92	0,168	
B2	36	0,0326		24,4	1,57	0,14	
B3	37	0,0701		51,1	2,42	0,224	
B3	38	0,0419		29,9	1,96	0,185	
B3	39	0,0487		35,4	1,89	0,177	
B3	40	0,0575		39,8	1,98	0,187	
B4	41	0,0482		35,5	1,67	0,148	
B4	42	0,0530		37,0	2,02	0,189	
B4	43	0,0534		38,4	2,09	0,196	
B4	44	0,0635		45,3	2,28	0,215	
B5	45	0,0475		35,4	1,98	0,186	
B5	46	0,0464		35,2	1,88	0,178	
B5	47	0,0382		28,6	1,69	0,16	
B5	48	0,0547		38,9	1,99	0,189	
B6	49	0,0225		16,6	1,31	0,129	
B6	50	0,0372		26,7	1,76	0,161	
B6	51	0,0510		34,8	1,83	0,171	
B6	52	0,0645		47,0	2,2	0,183	

Tabell 4b. Potentiell kväveminalisering (mg amm-N g⁻¹ ts jord o. 10dgr) samt totalkol och totalkväve (% av ts) i 5-10 cm djup på Logården 2004 i skifte B7 och A1 samt medel, median, max, min och standardavvikelse för parametrarna

Skifte	Punkt	Potentiell N-min amm-N kg ha ⁻¹ i 5- 10 cm och 10 dagar			
		POTNMIN	YTTOTC	YTTOTN	
B7	53	0,0424	30,6	1,76	0,169
B7	54	0,0324	24,0	1,9	0,175
B7	55	0,0388	28,6	1,77	0,166
B7	56	0,0290	21,6	1,6	0,15
A1	57	0,0416	30,7	1,98	0,177
A1	58	0,0253	20,0	1,76	0,162
Medel		0,0500	37,2	1,86	0,17
Median		0,0501	36,2	1,87	0,17
Max		0,0840	64,6	2,42	0,22
Min		0,0225	16,6	1,11	0,10
SD		0,0136	10,3	0,25	0,02
Antal		54	54	56	56
Medel A		0,0335	25,3	1,87	0,17
Median A		0,0335	25,3	1,87	0,17
Max A		0,0416	30,7	1,98	0,18
Min A		0,0253	20,0	1,76	0,16
SD A		0,0115	7,6	0,16	0,01
Antal A		2	2	2	2
Medel B		0,0485	34,7	1,90	0,18
Median B		0,0499	35,4	1,90	0,18
Max B		0,0701	51,1	2,42	0,22
Min B		0,0225	16,6	1,31	0,13
SD B		0,0122	8,2	0,26	0,02
Antal B		26	26	28	28
Medel C		0,0528	40,7	1,81	0,17
Median C		0,0509	39,4	1,85	0,17
Max C		0,0840	64,6	2,31	0,21
Min C		0,0277	20,3	1,11	0,10
SD C		0,0144	11,2	0,25	0,02
Antal C		26	26	26	26

Bilaga 5 Korrelationsmatris

Tabell 5a. Korrelationsmatris för alla uppmätta variabler. Se tabell 2 för förklaring av variabel-förkortningar

Förkortning	P3015	P3025	P3050	SD15	SD25	SD50	PV15	PV25	PV50	K151h	K251h	K501h	MJC	ALVC
P3015	1													
P3025	0,66	1												
P3050	0,54	0,44	1											
SD15	-0,57	-0,41	-0,03	1										
SD25	-0,28	-0,57	0,11	0,70	1									
SD50	-0,03	-0,09	0,26	0,27	0,40	1								
PV15	0,59	0,38	0,05	-0,98	-0,67	-0,28	1							
PV25	0,27	0,55	-0,12	-0,69	-0,99	-0,41	0,68	1						
PV50	0,01	0,08	-0,27	-0,28	-0,41	-0,99	0,29	0,42	1					
K151h	0,45	0,48	0,30	-0,11	-0,22	0,02	0,15	0,24	-0,01	1				
K251h	0,30	0,26	0,36	-0,08	-0,01	0,03	0,11	0,01	-0,04	0,40	1			
K501h	0,44	0,23	0,41	-0,06	0,06	-0,03	0,11	-0,04	-0,01	0,17	0,05	1		
MJC	0,32	0,42	0,00	-0,70	-0,61	-0,06	0,62	0,57	0,11	0,05	-0,08	-0,16	1	
ALVC	0,15	0,07	0,35	0,27	0,31	0,22	-0,22	-0,30	-0,25	0,26	0,34	0,27	-0,34	1
MJN	0,32	0,41	0,02	-0,68	-0,59	-0,06	0,60	0,55	0,11	0,05	-0,05	-0,15	0,99	-0,31
ALVN	0,17	0,10	0,33	0,17	0,23	0,17	-0,13	-0,22	-0,19	0,16	0,23	0,15	-0,12	0,88
Infi	0,19	0,11	0,08	-0,23	-0,08	-0,01	0,23	0,07	0,01	-0,14	-0,17	0,27	0,28	-0,13
MJLER	-0,21	-0,15	-0,22	-0,35	-0,50	-0,67	0,50	0,57	0,69	0,03	0,13	-0,18	-0,11	0,00
MJMJ	-0,01	0,16	-0,04	-0,15	-0,19	-0,20	0,19	0,21	0,22	-0,03	-0,01	0,17	0,30	0,20
MJMO	0,15	0,04	0,20	0,35	0,43	0,58	-0,47	-0,50	-0,61	0,01	-0,07	0,07	-0,07	-0,07
MJSA	0,17	0,16	-0,02	-0,03	0,29	0,27	-0,03	-0,30	-0,24	-0,15	-0,24	0,08	0,35	-0,04
ALVLER	-0,15	-0,09	-0,25	-0,03	-0,08	-0,61	0,11	0,13	0,63	-0,09	-0,09	-0,18	-0,11	0,22
ALVMJ	-0,03	0,00	0,21	0,11	0,07	0,41	-0,17	-0,11	-0,43	0,05	-0,06	0,31	0,09	-0,18
ALVMO	0,17	0,09	0,19	0,00	0,09	0,59	-0,08	-0,13	-0,61	0,09	0,05	0,12	0,09	-0,30
ALVSA	0,27	0,23	0,39	-0,04	-0,07	0,33	0,01	0,06	-0,33	0,07	0,63	-0,09	0,09	0,61
MJpH	-0,22	-0,31	0,04	0,40	0,34	0,12	-0,32	-0,31	-0,14	0,02	0,07	0,21	-0,60	0,23
MJPAL	0,08	0,25	-0,11	-0,48	-0,36	-0,02	0,45	0,37	0,07	-0,01	-0,18	-0,01	0,56	-0,28
MJKAL	0,07	0,08	-0,15	-0,58	-0,42	-0,23	0,61	0,45	0,26	-0,10	-0,07	0,04	0,43	-0,25
MJCaAL	0,08	0,26	-0,03	-0,35	-0,46	-0,15	0,36	0,47	0,18	0,08	0,04	0,02	0,40	-0,04
MJMgAL	-0,06	-0,08	-0,15	-0,19	-0,18	-0,44	0,26	0,22	0,42	0,00	0,25	0,10	-0,29	-0,02
MJPHCI	0,02	0,15	-0,13	-0,29	-0,18	0,02	0,29	0,21	0,03	-0,03	-0,15	-0,02	0,37	-0,20
MJKHCI	-0,21	-0,24	-0,24	-0,12	-0,16	-0,36	0,22	0,22	0,36	-0,06	0,01	0,12	-0,26	-0,05
MJCuHCI	-0,34	-0,25	-0,17	0,23	0,04	-0,16	-0,20	-0,02	0,15	0,03	0,08	0,00	-0,37	0,10
ALVpH	-0,17	-0,20	-0,14	-0,20	-0,19	-0,18	0,22	0,21	0,20	-0,10	-0,19	0,05	0,09	-0,51
ALVPAL	-0,24	-0,27	-0,10	-0,15	-0,04	-0,21	0,18	0,06	0,20	-0,25	-0,07	0,11	-0,13	-0,40
ALVKAL	-0,28	-0,17	-0,35	-0,08	-0,17	-0,50	0,14	0,21	0,49	-0,16	0,01	-0,06	-0,24	-0,16
ALVCaAL	0,07	0,18	-0,11	-0,33	-0,33	-0,34	0,30	0,32	0,37	0,00	-0,08	0,02	0,49	-0,16
ALVMgAL	-0,02	-0,02	-0,34	-0,34	-0,34	-0,57	0,32	0,34	0,58	-0,07	-0,11	-0,15	0,28	-0,45
ALVPHCI	-0,17	-0,26	0,08	0,01	0,14	0,10	0,04	-0,11	-0,12	-0,22	0,09	0,10	-0,31	-0,14
ALVKHCI	-0,20	-0,07	-0,43	-0,27	-0,33	-0,51	0,30	0,36	0,54	-0,18	-0,14	-0,16	0,09	-0,42
ALVCuHCI	-0,08	-0,24	-0,26	-0,23	-0,12	-0,40	0,25	0,14	0,41	-0,30	-0,11	-0,11	0,12	-0,34
POTNMIN	0,15	0,22	-0,04	-0,07	-0,07	-0,02	0,00	0,03	0,03	0,07	0,06	-0,07	0,33	0,01
YTTOTC	0,28	0,35	-0,03	-0,42	-0,44	-0,08	0,36	0,40	0,10	0,00	0,02	-0,20	0,72	-0,12
YTTOTN	0,31	0,39	-0,03	-0,47	-0,49	-0,16	0,40	0,45	0,19	0,03	0,02	-0,15	0,77	-0,15
PEN6	0,23	0,21	0,03	-0,53	-0,31	0,08	0,50	0,31	-0,03	0,00	-0,09	-0,05	0,45	-0,31
PEN8	0,18	0,18	0,02	-0,42	-0,27	0,07	0,40	0,27	-0,02	0,06	-0,06	-0,04	0,37	-0,27
PEN14	-0,12	0,01	0,02	0,17	0,07	0,03	-0,18	-0,07	-0,02	0,17	0,16	0,04	-0,24	0,05
PEN16	-0,14	-0,01	0,00	0,24	0,15	0,06	-0,26	-0,14	-0,05	0,19	0,19	0,05	-0,30	0,12
PEN22	-0,24	-0,10	-0,14	0,20	0,12	0,08	-0,22	-0,11	-0,06	0,15	0,19	0,00	-0,18	0,06
PEN26	-0,13	-0,05	-0,13	-0,03	0,02	0,03	-0,01	-0,01	0,02	0,03	0,04	-0,09	0,10	-0,19
PEN28	-0,15	-0,06	-0,14	-0,09	-0,04	0,03	0,04	0,05	0,03	-0,06	-0,08	-0,15	0,24	-0,25
PEN36	-0,09	-0,06	-0,04	-0,32	-0,13	0,20	0,28	0,13	-0,13	-0,14	-0,21	-0,18	0,50	-0,35
PEN44	0,01	-0,01	0,00	-0,42	-0,22	0,17	0,39	0,22	-0,12	-0,16	-0,25	-0,14	0,55	-0,37
Förkortning	P3015	P3025	P3050	SD15	SD25	SD50	PV15	PV25	PV50	K151h	K251h	K501h	MJC	ALVC

Tabell 5b. Korrelationsmatris för alla uppmätta variabler. Se tabell 2 för förklaring av variabel-förkortningar

Förkortning	MJN	ALVN	Infi	MJLER	MJMJ	MJMO	MJSA	ALVLER	ALVMJ	ALVMO	ALVSA	MJpH	MJPAL	MJKAL
P3015														
P3025														
P3050														
SD15														
SD25														
SD50														
PV15														
PV25														
PV50														
K151h														
K251h														
K501h														
MJC														
ALVC														
MJN	1													
ALVN	-0,05	1												
Infi	0,28	0,05	1											
MJLER	-0,07	-0,03	-0,10	1										
MJMJ	0,35	0,23	0,07	0,36	1									
MJMO	-0,12	-0,08	0,05	-0,90	-0,71	1								
MJSA	0,39	0,12	0,03	-0,29	0,30	-0,02	1							
ALVLER	-0,11	0,24	-0,12	0,55	0,40	-0,61	0,11	1						
ALVMJ	0,12	-0,17	0,15	-0,34	0,02	0,28	-0,02	-0,79	1					
ALVMO	0,08	-0,33	0,12	-0,56	-0,54	0,67	-0,14	-0,97	0,63	1				
ALVSA	0,14	0,59	-0,11	-0,13	0,08	0,07	0,05	-0,15	-0,02	0,06	1			
MJpH	-0,61	0,02	-0,21	0,20	0,17	-0,18	-0,31	0,29	0,00	-0,39	0,05	1		
MJPAL	0,56	-0,13	0,11	-0,09	0,11	-0,02	0,41	0,12	-0,20	-0,07	-0,09	-0,30	1	
MJKAL	0,43	-0,13	0,22	0,54	0,30	-0,56	0,08	0,43	-0,33	-0,40	-0,20	-0,10	0,65	1
MJCaAL	0,41	0,02	0,00	0,60	0,40	-0,61	-0,12	0,38	-0,20	-0,44	0,13	0,18	0,38	0,45
MJMgAL	-0,29	-0,22	-0,13	0,85	0,08	-0,65	-0,46	0,47	-0,37	-0,44	-0,19	0,32	-0,06	0,39
MJPHCI	0,41	0,02	0,08	-0,09	0,17	-0,07	0,56	0,17	-0,22	-0,13	0,02	-0,32	0,82	0,51
MJKHCI	-0,24	-0,08	-0,08	0,86	0,35	-0,80	-0,15	0,61	-0,38	-0,61	-0,23	0,33	0,10	0,60
MJCuHCI	-0,37	-0,04	-0,26	0,48	0,16	-0,40	-0,39	0,28	0,01	-0,39	0,10	0,47	-0,24	-0,03
ALVpH	0,09	-0,53	0,01	0,33	0,15	-0,28	-0,29	-0,05	0,26	0,01	-0,38	0,22	0,19	0,43
ALVPAL	-0,11	-0,40	0,10	0,33	0,17	-0,30	-0,17	0,15	0,04	-0,16	-0,33	0,15	0,17	0,44
ALVKAL	-0,24	-0,20	-0,08	0,63	0,20	-0,54	-0,28	0,65	-0,54	-0,62	-0,12	0,19	0,12	0,48
ALVCaAL	0,52	0,09	0,17	0,16	0,44	-0,35	0,37	0,55	-0,34	-0,60	0,15	-0,19	0,40	0,38
ALVMgAL	0,23	-0,46	0,04	0,41	0,28	-0,42	-0,11	0,72	-0,43	-0,70	-0,52	0,01	0,12	0,36
ALVPHCI	-0,28	-0,18	0,07	0,09	-0,11	-0,02	-0,09	-0,20	0,22	0,17	0,04	0,23	0,02	0,21
ALVKHCI	0,08	-0,38	0,03	0,63	0,38	-0,67	0,12	0,85	-0,66	-0,82	-0,21	0,04	0,27	0,57
ALVCuHCI	0,14	-0,11	0,24	-0,02	-0,32	0,14	-0,05	0,21	-0,25	-0,15	-0,17	-0,21	0,19	0,31
POTNMIN	0,33	0,08	0,05	-0,26	0,15	0,14	0,08	-0,07	0,16	0,02	0,06	-0,24	0,02	-0,07
YTTOTC	0,72	0,11	0,16	0,00	0,24	-0,12	0,23	0,01	-0,07	-0,04	0,38	-0,39	0,19	0,15
YTTOTN	0,79	0,13	0,17	0,05	0,30	-0,19	0,33	0,04	-0,08	-0,06	0,35	-0,48	0,27	0,20
PEN6	0,43	-0,30	0,04	-0,07	-0,03	0,03	0,28	-0,03	-0,11	0,10	-0,11	-0,40	0,58	0,47
PEN8	0,35	-0,32	-0,01	0,01	-0,01	-0,05	0,30	-0,03	-0,08	0,08	-0,08	-0,35	0,46	0,38
PEN14	-0,26	-0,24	-0,40	0,10	0,02	-0,10	0,08	-0,09	0,12	0,05	0,16	0,20	-0,05	-0,16
PEN16	-0,32	-0,19	-0,46	0,00	0,03	-0,03	0,11	-0,09	0,09	0,07	0,15	0,27	-0,08	-0,25
PEN22	-0,21	-0,24	-0,43	0,22	0,21	-0,27	0,09	0,13	-0,08	-0,13	0,01	0,28	-0,04	-0,08
PEN26	0,07	-0,37	-0,28	0,28	0,32	-0,41	0,40	0,17	-0,12	-0,16	-0,11	0,00	0,10	0,07
PEN28	0,22	-0,34	-0,18	0,16	0,32	-0,33	0,55	0,20	-0,13	-0,19	-0,13	-0,11	0,21	0,12
PEN36	0,50	-0,17	0,16	-0,01	0,20	-0,15	0,53	0,07	0,02	-0,06	-0,24	-0,27	0,56	0,46
PEN44	0,56	-0,15	0,28	0,00	0,02	-0,06	0,35	-0,06	0,05	0,09	-0,28	-0,41	0,54	0,51
Förkortning	MJN	ALVN	Infi	MJLER	MJMJ	MJMO	MJSA	ALVLER	ALVMJ	ALVMO	ALVSA	MJpH	MJPAL	MJKAL

Tabell 5c. Korrelationsmatris för alla uppmätta variabler. Se tabell 2 för förklaring av variabel-förkortningar

Förkortning	MJCaAL	MJMgAL	MJPHCI	MJKHCI	MJCuHCI	ALVpH	ALVPAL	ALVKAL	ALVCaAL	ALVMgAL	ALVPHCI	ALVKHCI
P3015												
P3025												
P3050												
SD15												
SD25												
SD50												
PV15												
PV25												
PV50												
K151h												
K251h												
K501h												
MJC												
ALVC												
MJN												
ALVN												
Infi												
MJLER												
MJMJ												
MJMO												
MJSA												
ALVLER												
ALVMJ												
ALVMO												
ALVSA												
MJpH												
MJPAL												
MJKAL												
MJCaAL	1											
MJMgAL	0,30	1										
MJPHCI	0,19	-0,14	1									
MJKHCI	0,28	0,70	0,18	1								
MJCuHCI	0,19	0,35	-0,11	0,37	1							
ALVpH	0,20	0,35	0,10	0,36	0,21	1						
ALVPAL	-0,08	0,45	0,18	0,55	0,25	0,74	1					
ALVKAL	0,06	0,61	0,19	0,74	0,33	0,25	0,54	1				
ALVCaAL	0,38	-0,14	0,41	0,12	-0,12	0,04	0,06	0,19	1			
ALVMgAL	0,21	0,46	0,00	0,27	0,10	0,41	0,36	0,43	0,36	1		
ALVPHCI	-0,19	0,32	0,16	0,43	0,26	0,45	0,76	0,38	-0,20	-0,05	1	
ALVKHCI	0,19	0,44	0,27	0,62	0,11	0,26	0,41	0,81	0,41	0,59	0,15	1
ALVCuHCI	-0,12	0,06	0,36	0,25	-0,02	0,23	0,38	0,46	0,39	0,34	0,25	0,47
POTNMIN	0,12	-0,28	0,01	-0,38	0,09	-0,18	-0,34	-0,34	0,17	0,08	-0,38	-0,18
YTTOTC	0,44	-0,32	0,09	-0,34	-0,35	-0,17	-0,46	-0,39	0,41	0,09	-0,51	-0,09
YTTOTN	0,46	-0,31	0,22	-0,28	-0,33	-0,12	-0,39	-0,34	0,49	0,10	-0,46	-0,05
PEN6	0,09	0,04	0,47	0,09	-0,41	0,09	0,09	0,05	0,05	0,17	0,01	0,26
PEN8	0,07	0,07	0,39	0,09	-0,31	0,04	0,02	0,05	0,02	0,15	-0,04	0,22
PEN14	0,03	0,18	-0,06	0,02	0,36	-0,12	-0,14	0,02	-0,30	-0,07	-0,05	-0,03
PEN16	0,04	0,13	-0,10	-0,05	0,39	-0,18	-0,20	0,00	-0,30	-0,10	-0,10	-0,08
PEN22	0,17	0,20	-0,08	0,08	0,39	-0,07	-0,15	0,04	-0,22	0,05	-0,15	0,03
PEN26	0,18	0,12	0,07	0,04	0,15	0,02	-0,10	-0,07	-0,09	0,17	-0,21	0,12
PEN28	0,16	-0,02	0,17	0,01	-0,01	0,01	-0,10	-0,11	0,02	0,20	-0,21	0,17
PEN36	0,18	-0,20	0,50	0,08	-0,31	0,24	0,20	-0,11	0,29	0,11	0,04	0,22
PEN44	0,19	-0,15	0,48	0,11	-0,41	0,24	0,26	-0,06	0,28	0,08	0,12	0,20
Förkortning	MJCaAL	MJMgAL	MJPHCI	MJKHCI	MJCuHCI	ALVpH	ALVPAL	ALVKAL	ALVCaAL	ALVMgAL	ALVPHCI	ALVKHCI

Tabell 5d. Korrelationsmatris för alla uppmätta variabler. Se tabell 2 för förklaring av variabel-förkortningar

Förkortning	ALVCuHCl	POTNMIN	YTTOTC	YTTOTN	PEN6	PEN8	PEN14	PEN16	PEN22	PEN26	PEN28	PEN36	PEN44
P3015													
P3025													
P3050													
SD15													
SD25													
SD50													
PV15													
PV25													
PV50													
K151h													
K251h													
K501h													
MJC													
ALVC													
MJN													
ALVN													
Infi													
MJLER													
MJMJ													
MJMO													
MJSA													
ALVLER													
ALVMJ													
ALVMO													
ALVSA													
MJpH													
MJPAL													
MJKAL													
MJCaAL													
MJMgAL													
MJPHCl													
MJKHCl													
MJCuHCl													
ALVpH													
ALVPAL													
ALVKAL													
ALVCaAL													
ALVMgAL													
ALVPHCl													
ALVKHCl													
ALVCuHCl	1												
POTNMIN	-0,14	1											
YTTOTC	0,02	0,75	1										
YTTOTN	0,10	0,70	0,97	1									
PEN6	0,09	-0,10	0,10	0,13	1								
PEN8	-0,01	-0,04	0,09	0,12	0,94	1							
PEN14	-0,39	0,09	-0,24	-0,27	0,24	0,44	1						
PEN16	-0,43	0,10	-0,28	-0,32	0,10	0,29	0,95	1					
PEN22	-0,43	0,12	-0,22	-0,26	0,13	0,29	0,82	0,87	1				
PEN26	-0,34	0,16	0,04	0,01	0,37	0,48	0,63	0,64	0,83	1			
PEN28	-0,23	0,13	0,15	0,14	0,46	0,53	0,47	0,48	0,67	0,93	1		
PEN36	0,17	-0,08	0,15	0,19	0,65	0,57	0,01	-0,08	0,04	0,36	0,54	1	
PEN44	0,25	-0,13	0,20	0,26	0,69	0,59	-0,15	-0,27	-0,16	0,16	0,33	0,90	1
Förkortning	ALVCuHCl	POTNMIN	YTTOTC	YTTOTN	PEN6	PEN8	PEN14	PEN16	PEN22	PEN26	PEN28	PEN36	PEN44

Förteckning över utgivna rapporter i serie B Mark och växter:

1. Lindén, B. 1997. Humanurin som kvävegödselmedel tillfört i växande gröda vid ekologisk odling av höstvetete och havre. *Human urine as a nitrogen fertilizer applied during crop growth to winter wheat and oats in organic farming*. Rapport 1.
2. Lindén, B., Roland, J., Carlgren, K., Engström, L. och Tunared, R. 1997. Jämförelser mellan olika odlingsystem med konventionell och minimerad jordbearbetning, med och utan fånggrödor: växtproduktion, kväveförlustrisker och synpunkter på ekonomi. Resultat från undersökningar vid Östads säteri i Västergötland 1985-95. Rapport 2.
3. Engström, L. och Gruvaeus, I. 1998. Ekonomiskt optimal kvävegödsling till höstvetete, analys av 160 försök från 1980 till 1987. Rapport 3.
4. Engström, L. 2000. Axanlagsstudier i höstvetete 1999. Skillnader i utvecklingstakt mellan tidiga höstvetesorter och Kosack. *A study of apex development in winter wheat varieties 1999*. Rapport 4.
5. Lindén, B., Roland, J. och Tunared, R. 2000. Höstsäds kväveupptag under hösten. *Nitrogen uptake of winter cereals during autumn*. Rapport 5.
6. Nyberg, A. och Lindén, B. 2000. Dokumentation av ekologiska växtodlingsgårdar i västra Sverige 1996-98. Rapport 6.
7. Engström, L., Lindén, B. och Roland, J. 2000. Höstraps i Mellansverige - Inverkan av såtid och ogräsbekämpning på övervintring, skörd och kvävehushållning. *Winter oilseed rape in central Sweden – effects of sowing and herbicide use on winter survival, yield and nitrogen efficiency*. Rapport 7.
8. Lundström, C. och Lindén, B. 2001. Kväveeffekter av humanurin, Biofer och Binadan som gödselmedel till höstvetete, vårvete och vårkorn i ekologisk odling. *Nitrogen effects of human urine, meat bone meal (Biofer) and chicken manure (Binadan) as fertilisers applied to winter wheat, spring wheat and spring barley in organic farming*. Rapport 8.
9. Nyberg, A., och Lindén, B. 2002. Inomfältvariationer i avkastning och grovfoderkvalitet på ett vallskifte 1999-2001. *Within-field variations in forage yield and quality of a grass-dominated ley in southwest Sweden 1999-2001*. Rapport 9.
10. Lindén, B., Engström, L. och Ericson, L. 2003. Nitrifikation av ammonium i nötflytgödsel efter tillförsel till jord tidigt och sent på hösten. *Nitrification of ammonium in dairy slurry applied to soil in early and late autumn – implications for the risk of nitrate leaching*. Rapport 10.
11. Engström, L. och Lindén, B. 2003. Skillnader i utvecklingstakt och kväveupptag i tidigt och sent höstvetete – växtodlingssäsongerna 2000-2002. *Differences in development and nitrogen uptake in early and late winter wheat varieties during 2000-2002*. Rapport 11.

Förteckning över utgivna rapporter på Avdelningen för Precisionsodling:

1. Lundström, C., Roland, J., Tunared, R. och Lindén, B. 2004. Jämförelser mellan jordbearbetningssystem på lätt och styv lera – produktion, ekonomi och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder. Resultat från undersökningar vid Östads säteri i Västergötland 1996 – 2003. Rapport 1.
2. Stenberg, M., Delin, K., Roland, B., Söderström, M., Stenberg, B., Wetterlind, J. och Helander, C.A. 2005. Utveckling av hållbara och produktiva odlingssystem - karakterisering av lerjord. *Developing sustainable and productive cropping systems – characterisation of a clay soil*. Rapport 2.

Avdelningen för precisionsodling, Institutionen för markvetenskap, SLU, Skara, (tidigare Institutionen för jordbruksvetenskap Skara) bedriver forskning med precision i odlingen som mål. Detta forskningsarbete tar sikte på att utveckla metoder för bättre utnyttjande av markens resurser samt styrning av processer som inverkar på grödornas tillväxt, framför allt genom bättre växtnäringshushållning, bl.a. platsspecifikt för tillämpning inom precisionsjordbruket. Forskning bedrivs främst i fältstudier och fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förstärka den ekonomiska uthålligheten i svenskt lantbruk genom att förbättra grödornas avkastning och jordbruksprodukternas kvalitet och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning. Lanna försöksstation är en viktig resurs för avdelningen, övriga institutioner vid SLU samt andra samarbetspartners.

I serien **Rapporter** redovisas forsknings- och försöksresultat från Avdelningen för precisionsodling, SLU, Skara. Rapporter gjorda 2003 och tidigare finns publicerade som Rapporter, Serie B Mark och växter, från Institutionen för jordbruksvetenskap Skara.

Rapporterna finns tillgängliga på nedanstående Internetadress. Rapporter kan även beställas från avdelningen, se nedan.

Reports with research results from the Division of precision agriculture (Department of Soil sciences, Swedish University of Agricultural Sciences). The reports are available at the internet address given below and can be ordered from the address below.

Distribution:

Avdelningen för precisionsodling
Institutionen för markvetenskap
Sveriges lantbruksuniversitet
Box 234
532 23 Skara

Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134
Internet: <http://po-mv.slu.se>