

# Tidig höstplöjning på lerjordar - riskbedömning av kväveutlakning

*Mouldboard ploughing in early autumn on clay soils - risk assessment of nitrogen leaching*



Johanna Wetterlind, Bo Stenberg, Maria Stenberg och Börje Lindén

**Avdelningen för precisionsodling**

*Division of precision agriculture  
Swedish University of Agricultural Sciences*

**Rapport 6  
Skara 2006**

*Report 6*

ISSN 1652-2788  
ISBN 91-576-7163-X



## Förord

Denna rapport är slutredovisningen av ett treårigt projekt som pågått under hösten 2002 till och med våren 2005, *Riskbedömning av kväveutlakning på lerjord, till följd av höstbearbetningsåtgärder, genom karaktärisering av jordens mineraliseringsegenskaper*. Studien utfördes på 24 platser i Västergötland inom kommunerna Skara, Vara, Grästorps och Götene och syftade till att öka kunskapen om tidig respektive sen höstplöjning av lerjordar med avseende på risken för kväveläckage. Försöksskötseln och en stor del av provtagningen gjordes av försökspatrullen på SLU:s försöksstation Lanna. Analyserna utfördes på Avdelningen för Växtnäringslära och Avdelningen för Biogeofysik, SLU, Uppsala, samt på AnalyCens laboratorium i Kristianstad.

Projektet finansierades av Jordbruksverket.

Författarna tackar de lantbrukare som upplåtit mark för försöken under de dryga tre år projektet pågått och för visat intresse och hänsyn vid skötseln av omgivande fält.

Skara juni 2006

Johanna Wetterlind, Bo Stenberg, Maria Stenberg och Börje Lindén

SLU, Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för precisionsodling  
Box 234, 532 23 Skara  
Tel. 0511-67000, Fax. 0511-67134  
E-post: Johanna.Wetterlind@mv.slu.se, Bo.Stenberg@mv.slu.se, Maria.Stenberg@mv.slu.se



# Innehållsförteckning

<b>FÖRORD</b> .....	<b>3</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....	<b>5</b>
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>7</b>
<b>SUMMARY IN ENGLISH</b> .....	<b>9</b>
<b>BAKGRUND</b> .....	<b>11</b>
<b>MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>13</b>
FÖRSÖKSPLATSER OCH FÖRSÖKSPLAN .....	13
KLIMAT .....	15
PROVTAGNINGAR OCH ANALYSER .....	16
<i>Textur</i> .....	16
<i>Markfysikaliska parametrar</i> .....	16
<i>Mineralkväve</i> .....	16
<i>Potentiell kväveminerisering</i> .....	17
<i>NIR-mätningar</i> .....	17
<i>Statistik</i> .....	17
<b>RESULTAT OCH DISKUSSION</b> .....	<b>18</b>
TEXTUR OCH MULLHALT .....	18
MARKFYSIKALISKA PARAMETRAR .....	19
POTENTIELL KVÄVEMINERALISERING .....	20
MINERALKVÄVE .....	20
NIR.....	24
HUR SAMSPELAR MINERALKVÄVE I PROFILEN MED MARKENS EGENSKAPER? .....	25
<b>SAMMANFATTANDE DISKUSSION</b> .....	<b>28</b>
<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>30</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>31</b>
<b>BILAGOR</b> .....	<b>35</b>



## Sammanfattning

Att risken för kväveutlakning på lätta jordar hänger samman med bearbetningstidpunkt på hösten är väl dokumenterat i försök. Tidig höstbearbetning resulterar i stimulerad kväve mineralisering och ger ökat innehåll av mineralkväve under de normalt fuktiga och relativt varma höstmånaderna. Eftersom vattenflödena i marken normalt är högst under hösten och vintern ökar risken för läckage. På lerjord är tillgängliga data mer motsägelsefulla och en ökning av mängden mineralkväve i markprofilen till följd av tidig bearbetning har ofta uteblivit. Med avseende på möjligheten till ogräsbekämpning och mindre risk för jordpackning genom tidig bearbetning jämfört med sen höstbearbetning skulle det därför finnas fördelar med att inte senarelägga höstplöjningen i onödan. Hur mycket kväve som mineraliseras till följd av bearbetning hänger samman med mängden mineraliserbart kväve, det vill säga mullhalten kan förväntas ha betydelse, men också lerhalten eftersom ler dels är fukthållande, dels skyddar mullen fysiskt mot nedbrytning. Ett skydd som kan hävas när marken bearbetas och aggregaten bryts sönder i delvis nya brottytor.

I det här redovisade projektet ville vi därför undersöka hur markparametrar påverkar anhopningen av mineralkväve i marken efter en tidig plöjning i början av september i förhållande till i mark som inte plöjs förrän i november. Tolv platser där svingödsel används i växtföljden och tolv platser utan stallgödsel valdes ut för att spänna över lättleror till styva leror och med varierad mullhalt. Förutom jordart och mullhalt ned till 90 cm analyserades porositet, porstorleksfördelningen, bulk och torr skrymdensitet i matjorden i plogsulan och i centrala alven. I matjordsproven utfördes även NIR-mätningar och analyser för bestämning av potentiell kväve mineralisering. Mängden ammonium och nitrat bestämdes i både det tidigt plöjda ledet och det sent plöjda ledet omedelbart före den tidiga plöjningen och före den sena plöjningen i 0-30, 30-60 och 60-90cm djup. Försöken utfördes höstarna 2002-2004.

Somrarna var lite regnigare än normalt alla tre åren, men augusti till september, det vill säga perioden innan och efter den tidiga plöjningen, var torrare än normalt 2002 och 2003. Hösten 2004 var nederbörden normal. Lerhalten på platserna varierade mellan 19 och 54 % i matjorden ( $\bar{x} = 37\%$ ) och upp till 64 % i alven. Mullhalten varierade mellan 2,8 och 11,5 % i matjorden, men endast två platser låg över 5 % ( $\bar{x} = 4,2\%$  och utan de två med högre mullhalt  $\bar{x} = 3,7\%$ ).

När det gäller mängderna mineralkväve i profilerna avvek de två åren 2002 och 2003 med torrare höstar starkt från 2004 med en normalregnig höst. I september 2002 och 2003 var mängden mineralkväve ner till 90 cm i medeltal 30 kg ha<sup>-1</sup> i båda leden (12-74 respektive 12-97 kg N ha<sup>-1</sup>). I november hade mineralkväveinnehållet i det oplöjda ledet ökat med i medeltal 10 kg och i det plöjda med 30 kg. Plöjningen resulterade alltså i 20 kg högre ackumulering av mineralkväve under hösten. Spridningen i skillnad mellan plöjt och obearbetat led var emellertid stor (-30-67 kg N ha<sup>-1</sup> 2002 och -8-57 kg N ha<sup>-1</sup> 2003) och denna skillnad kunde inte förklaras med några av de mätta markparametrarna förutom att i de två platserna med högst mullhalt var skillnaden störst.

År 2004 kunde ingen tydlig ökning mellan september och november iakttas. Däremot var andelen mineralkväve i alven betydligt högre 2004 än de båda övriga åren. Detta behöver emellertid inte innebära att läckagerisken var större det året eftersom mängderna i det tidigt plöjda ledet i november endast var ungefär hälften av vad som återfanns 2002 och 2003. Framst var det mängden nitrat som var lägre. I vissa jordar var ammoniummängderna

dessutom lite högre 2004 än 2002 och 2003. Detta innebar naturligtvis att andelen ammonium i profilen var högre 2004. Det fanns dessutom ett samband mellan andelen ammonium i profilen 2004 och lerhalt och porer större än 60  $\mu\text{m}$  i övre delen av alven. Tillsammans förklarade dessa markparametrar 60 % av variationen i andelen ammonium i november i det tidigt plöjda ledet och 70 % i det obearbetade ledet.

Utifrån dessa resultat och utlakningsstudier utförda i andra projekt blir de viktigaste slutsatserna i projektet att i lerjordar mineraliseras varken mer eller mindre kväve än i lättare jordar. Höga mullhalter förefaller dock kunna leda till ökad kvävemineralisering. Skillnader mellan jordarter kan dock maskeras i varierande grad av denitrifikation och utlakning. Resultaten pekar nämligen på att läckagerisken generellt är lägre ju lerigare och tätare en jord är och att detta till stor del beror på en omfattande denitrifikation i de lerigaste jordarna. Detta kan antas gälla främst år då initieringen av mineralisering genom plöjning sammanfaller med en relativt fuktig period. Är det torrt i profilen vid bearbetningen kan nitrat ackumuleras i större utsträckning och senare transporteras nedåt i profilen. Frågor som återstår att besvara är om 2004 trots den normala årsmånen trots allt var en avvikelse. Kväveprofiler från lerjordar i andra studier tyder inte på det, men vilken betydelse lerhalt och porositet faktiskt har och i vilken utsträckning årsmån och markfukt spelar in för mineralisering, denitrifikation och läckage återstår att kvantifiera. Bättre kunskap och förståelse av dessa processer och samspel behövs för att korrekt kunna beräkna förluster från åkermark och miljöriskerna i form av utlakning och emissioner.



## Summary in English

Previous research has clearly shown that the risk of nitrogen (N) leaching on light-textured soils is related to the timing of autumn tillage. Early autumn tillage stimulates N mineralisation and increases the mineral N content of soil under the normally moist and relatively warm autumn months. Since water fluxes in the soil are normally highest in autumn and winter, the risk of leaching therefore increases. On clay soils, existing data are more contradictory and there is often no increase in the amount of mineral N in the soil profile as a result of early tillage. Considering the possibility for weed management and the reduced risk of soil compaction with early tillage compared with later autumn tillage, there are advantages in not delaying autumn ploughing unnecessarily. The amount of N mineralised as a result of tillage is dependent on the amount of mineralisable N present, and thus the soil humus content can be expected to be a significant factor, as can the clay content, since clay both retains moisture and physically protects the humus from decomposition. This protection can be destroyed when the soil is cultivated and aggregates are broken up along partly new fracture surfaces.

In this project, we investigated how soil parameters affected accumulation of mineral N in the soil after early ploughing at the beginning of September compared with a control soil (not ploughed until November). Twelve sites at which pig manure was used in the crop rotation and 12 sites without manure were selected to span a range of soil textures from light to heavy clay and a range of humus contents. The soil parameters measured were soil texture and humus content down to 90 cm depth, porosity, pore size distribution, and fresh and dry bulk density in the topsoil, the plough pan and the central subsoil. On the topsoil samples, NIR determinations and analyses were also carried out for determination of potential N mineralisation. The amount of ammonium and nitrate in the 0-30, 30-60 and 60-90 cm soil layers was determined immediately before ploughing in both the early ploughed and late ploughed plots. The experiment was conducted in autumn 2002-2004.

Summer was somewhat wetter than normal in all three years but August and September (i.e. just before and after early tillage) were drier than normal in 2002 and 2003. Rainfall was normal in autumn 2004. The clay content at the sites varied between 19 and 54 % in the topsoil (mean = 37 %) and up to 64 % in the subsoil. Humus content varied between 2.8 and 11.5 % in the topsoil but was only above 5% at two sites (mean = 4.2 %, or 3.7 % excluding the two high sites).

The amount of mineral N in the soil profile in the drier autumns of 2002 and 2003 differed greatly from that in the normal rainfall autumn of 2004. In September 2002 and 2003, the amount of mineral N down to 90 cm depth was on average 30 kg ha<sup>-1</sup> in both treatments (range 12-74 and 12-97 kg N ha<sup>-1</sup> respectively). By November, the mineral N content had increased by an average of 10 kg ha<sup>-1</sup> in the late-ploughed control and 30 kg ha<sup>-1</sup> in the ploughed treatment. Thus early ploughing resulted in a 20 kg ha<sup>-1</sup> higher accumulation of mineral N during the autumn. However, the variation in difference between the ploughed treatment and the late-ploughed control was large (-30-67 kg N ha<sup>-1</sup> in 2002 and -8-57 kg N ha<sup>-1</sup> in 2003) and this difference could not be explained by any of the soil parameters measured, apart from the fact that it was greatest at the two sites with the highest humus content.

In 2004, no clear increase in mineral N between September and November could be observed, although the mineral N fraction in the subsoil was considerably higher than in the other two years. However, this does not necessarily mean that the risk of leaching was greatest in that year, since the content in the early-ploughed treatment in November was only half that in 2002 and 2003. It was mainly the nitrate content that was smaller in 2004, although in certain soils the ammonium content was also somewhat higher than in 2002 and 2003. This means of course that the ammonium content in the profile was higher in 2004. There was also a correlation between the ammonium content in the profile in 2004 and clay content and proportion of pores  $>60 \mu\text{m}$  in the upper subsoil. Together, these soil parameters explained 60 % of the variation in ammonium content in November in the early ploughed treatment and 70 % in the control.

The most important conclusion from this project and from other leaching studies is that N mineralisation in clay soil does not differ from that in lighter soils. However, high soil humus content, which is often positively correlated with clay content, appears to lead to increased N mineralisation. Difference between the soil types studied may have been masked to varying degrees by denitrification and leaching. The results indicate that leaching risk generally decreases with increasing soil clay content and density, mainly due to a considerable degree of denitrification in the most clayey soils. This effect is presumably greatest when the initialisation of N mineralisation by ploughing coincides with a relatively wet period. If the soil profile is dry during tillage, nitrate can be accumulated to a greater extent and then transported downwards in the soil profile. Questions remain as to whether 2004 was a deviation, despite the normal weather conditions. Nitrogen profiles in clay soils in other studies do not indicate this, but the actual significance of clay content and porosity and the degree to which weather conditions and soil moisture affect mineralisation, denitrification and leaching still need to be determined. Better knowledge and understanding of these processes and their interactions are required in order to accurately calculate losses from arable soil and environmental risks in the form of leaching and gaseous emissions.

## Bakgrund

Bearbetning av marken stimulerar omsättningen av det organiska material som finns i jorden. Dels sker en omfördelning av det färskväxtnmaterial som brukas ner och av rötter, dels frigörs tidigare skyddat omsättbart organiskt material när aggregat sönderdelas så att det blir mer tillgängligt för mikroorganismer (Adu & Oades, 1978; Hassink, 1994). Då kvävemineraliseringen är större vid högre marktemperaturer (Lloyd & Taylor, 1994) bör bearbetning tidigt på hösten medföra större anhopning av mineralkväve i jorden än senare bearbetning. Detta har också konstaterats i försök på lätta jordar med mindre än 10 % ler i Halland och Västergötland där jordbearbetning i form av stubbearbetning eller plöjning tidigt på hösten stimulerat mineraliseringen av markens kväve (Lindén et al., 1999; Stenberg et al., 1999a; Stenberg et al., 1999b) och medfört stora mängder mineralkväve i markprofilen sen höst. Då nederbördsöverskottet är störst höst och vinter, och avrinningen från marken därför som störst, är kväveutlakningen också som störst under denna period om marken innehåller lättlösligt kväve. Bearbetning tidigt på hösten ger alltså ökad risk för kväveutlakning jämfört med om bearbetningen utförts sent på hösten eller på våren. Att tidpunkten för jordbearbetning kan ha stor betydelse för utlakning av kväve, speciellt på lätta jordar, har visats även i andra studier i Danmark och Sverige (Hansen & Djurhuus, 1997; Lindén & Wallgren, 1993; Stenberg et al., 1999a).

I en studie där olika bearbetningstidpunkter och -metoder studerades på en lerjord på Lanna (ca. 40 % ler) fann man under åren 1997-2001 inga tydliga skillnader i anhopat mineralkväve på senhösten mellan tidig och sen bearbetning (Stenberg et al., 2005). Kvävemineraliseringen verkade dessutom vara mindre (uttryckt i  $\text{kg N ha}^{-1}$ ) än i nämnda försök på lätt jord. Detta trots att man skulle kunna vänta sig en större ökning av mineralkväve vid omrörning av en lerjord jämfört med sandiga jordar p.g.a. exponering av en större pool av fysiskt skyddat organiskt material (Hassink, 1992).

Kvävemineraliseringens storlek beror bl.a. av mängden organiskt material, dess sammansättning och tillgänglighet för mikroorganismer (Anderson & Domsch, 1986; Parton et al., 1985; Young & Ritz, 2000). Ensidig stråsådesodling har visat på minskad mullhalt och också mindre mängd omsättbart organiskt material i marken (Parton et al., 1987; Persson & Otabbong, 1994). Därmed blir mineraliseringsförmågan mindre med åren än om stallgödsel tillförs mer eller mindre regelbundet och om vallar ingår i växtföljden (Lindén, 1987a; Lindén, 1987b), något som delvis kan förklara den måttliga mineraliseringen och de små skillnaderna i effekten av tidig och sen jordbearbetning i det nämnda försöket på Lanna. Vidare skulle man kunna förvänta sig större effekt av en tidig jordbearbetning på jordar där stallgödsel ofta tillförs och därmed en ökad risk för kväveutlakning.

Markens struktur har stor betydelse för tillgängligheten av organiskt material. I kompakta jordar blir genomluftningen sämre vilket minskar den mikrobiella aktiviteten (Jensen et al., 1996a; Jensen et al., 1996b). Lerhalt och brukningsförhållanden har stor betydelse för strukturen och kan variera mycket mellan olika jordar. Andra faktorer som inverkar på den mikrobiella omsättningen och därmed på mineraliseringen är klimat, markens pH-värde, dräneringsförhållanden (t ex genom topografiskt läge), matjordsdjupet och jordens allmänna bördighet till följd av brukarens åtgärder och skicklighet (Stenberg et al., 1998b; Stenberg et al., 2000).

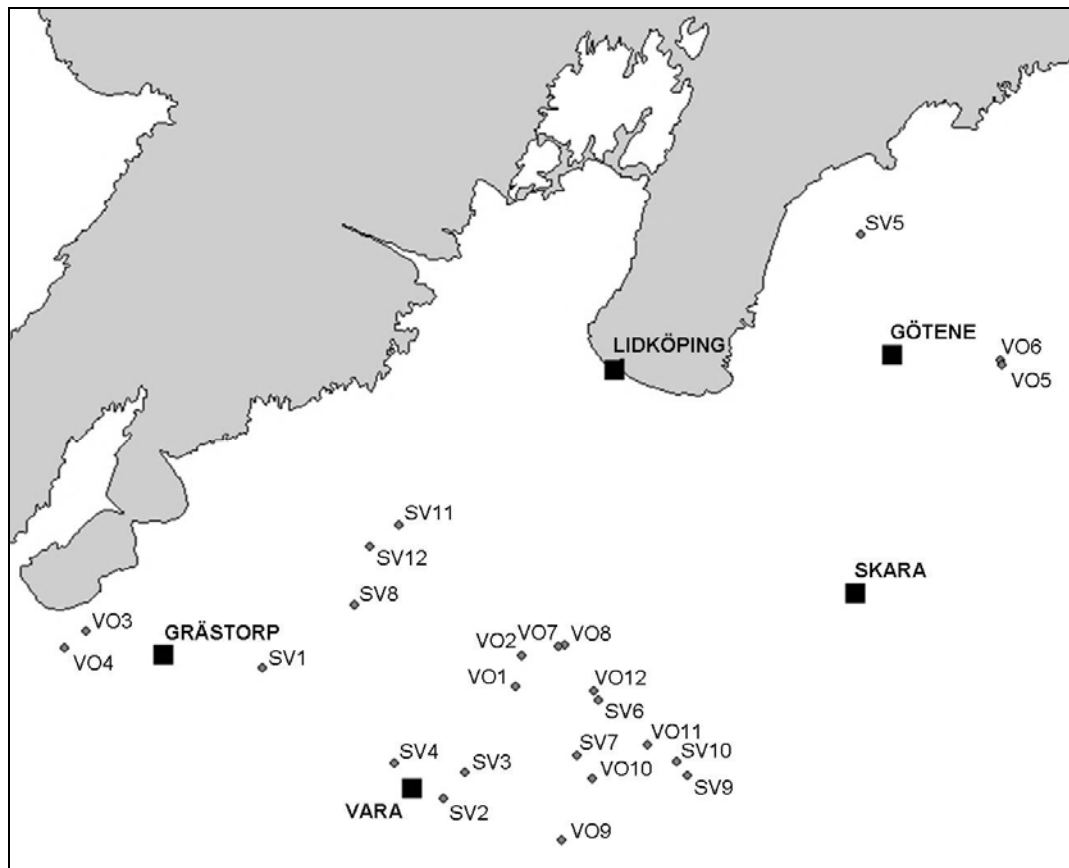
Man kan av alla dessa orsaker anta, att kväveminaliseringen på hösten varierar mycket från fält till fält och även inom fält, och att åtgärder i form av jordbearbetning, som stimulerar kvävefrigörelsen, kan få mycket skiftande inverkan på anhopningen av kväve i marken och därmed på risken för kväveutlakning. Tydliga effekter har visats på lättare jordar medan kunskapen om kväveomsättningen på lerjordar är mindre. För att studera effekterna av tidig jämfört med sen höstplöjning på olika lerjordar startades hösten 2002 ett projekt där följande hypoteser testades:

- Höstmineraliseringens storlek varierar från jord till jord beroende på markegenskaper såsom odlingshistoria (driftsinriktning med eller utan djur), lerhalt, mullhalt, pH och markstruktur.
- Jordbearbetning tidigt eller sent på hösten stimulerar höstmineraliseringen i varierande grad beroende på markens egenskaper, vilket i sin tur påverkar risken för kväveutlakning.
- Risken för omfattande höstmineralisering kan prognostiseras med hjälp av markparametrar och med NIR som mäts på fälten ifråga, vilket ger ett instrument för att från jord till jord bedöma behovet av att begränsa höstmineraliseringen genom senarelagd (eller utebliven) jordbearbetning på hösten.

## Material och metoder

### Försöksplatser och försöksplan

Under hösten 2002 fastlades 24 treåriga fältförsök på olika platser i norra Västergötland (figur 1). Försöksplatserna valdes ut med syftet att täcka in lerjordar med varierande ler- och mullhalt. Hälften av försöken lades ut på rena växtodlingsgårdar medan den andra hälften placerades på gårdar med svinproduktion och regelbunden tillförsel av stallgödsel. Ingen stallgödsel tillfördes dock försöksplatserna under de tre år projektet pågick.



**Figur 1.** Placeringen av de 24 försöken, 12 på rena växtodlingsgårdar (VO) och 12 på gårdar med svinproduktion (SV).

Försöken bestod av två led med två upprepningar och låg på samma plats alla tre åren:

- A) plöjning i början av september
- B) plöjning i början av november.

Försöksrutorna var 20 gånger 6 alternativt 20 gånger 5 meter (figur 2) för att passa med maskinbredden på gården. Hösten 2002 lades försöken ut på befintliga stråsädesfält, varav majoriteten var höstvetefält, och såddes följande år med vårsäd. Försöken sköttes sedan som övriga fältet med hänsyn till gödsling och bekämpning. När omgivande gröda var höstvete minskades dock kvävegödslingen i försöksytorna för att undvika liggsäd och överskottskväve. Tabell 1 visar grödor i försöken och på omgivande fält under de tre år försöken pågick samt året innan försöken startades.

**Tabell 1.** Grödor i försöken (Gröda<sub>F</sub>) och på omgivande fält (Gröda<sub>U</sub>) växtsäsongerna 2002, 2003 och 2004 samt gröda på fältet 2001. Växtodlingsgårdar (VO) och gårdar med svinproduktion (SV1)

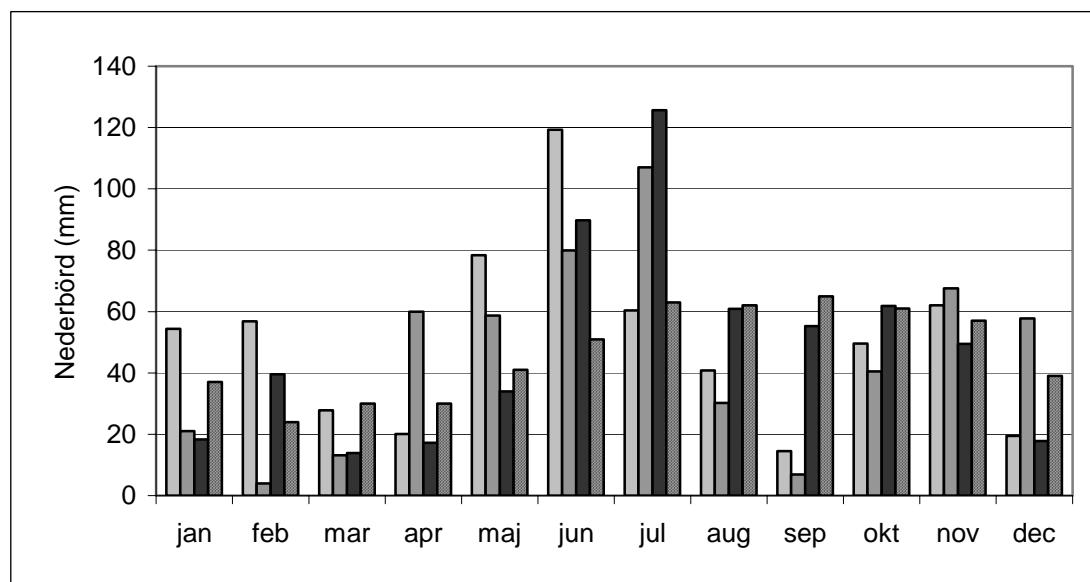
Försök	2001	2002		2003		2004	
	Gröda	Gröda <sub>F</sub>	Gröda <sub>U</sub>	Gröda <sub>F</sub>	Gröda <sub>U</sub>	Gröda <sub>F</sub>	Gröda <sub>U</sub>
VO1	Träda	Korn	Korn	Korn	Korn	Havre	H-vete
VO2	Träda	Korn	Korn	Havre	Havre	Havre	H-vete
VO3	H-raps	H-vete	H-vete	Havre	H-vete	Lin	Lin
VO4	H-vete	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Korn	Korn
VO5	Havre	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Korn	H-vete
VO6	Havre	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Korn	H-vete
VO7	V-raps	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Havre	Havre
VO8	Havre	H-vete	H-vete	Korn	Korn	Havre	Havre
VO9	Havre	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Korn	H-vete
VO10	H-vete	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Korn	H-vete
VO11	H-vete	H-vete	H-vete	Havre	Havre	V-vete	H-vete
VO12	H-vete	Korn	Korn	Korn	Korn	Lin	Lin
SV1	Havre	Korn	Korn	Havre	H-vete	Korn	H-vete
SV2	V-rybs	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Havre	Träda
SV3	Havre	H-vete	H-vete	Korn	Korn	Havre	Träda
SV4	H-vete	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Korn	Korn
SV5	Havre	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Havre	H-vete
SV6	Träda	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Havre	Havre
SV7	H-vete	Havre	Havre	Havre	H-vete	Korn	H-vete
SV8	Rågvete	Korn	Korn	Korn	Korn	Havre	Havre
SV9	H-vete	Havre	Havre	Korn	H-vete	Korn	H-vete
SV10	H-vete	Havre	Havre	Korn	H-vete	Korn	H-vete
SV11	H-vete	Havre	Havre	Korn	H-vete	Korn	H-vete
SV12	Rågvete	H-vete	H-vete	Havre	Havre	Korn	H-vete



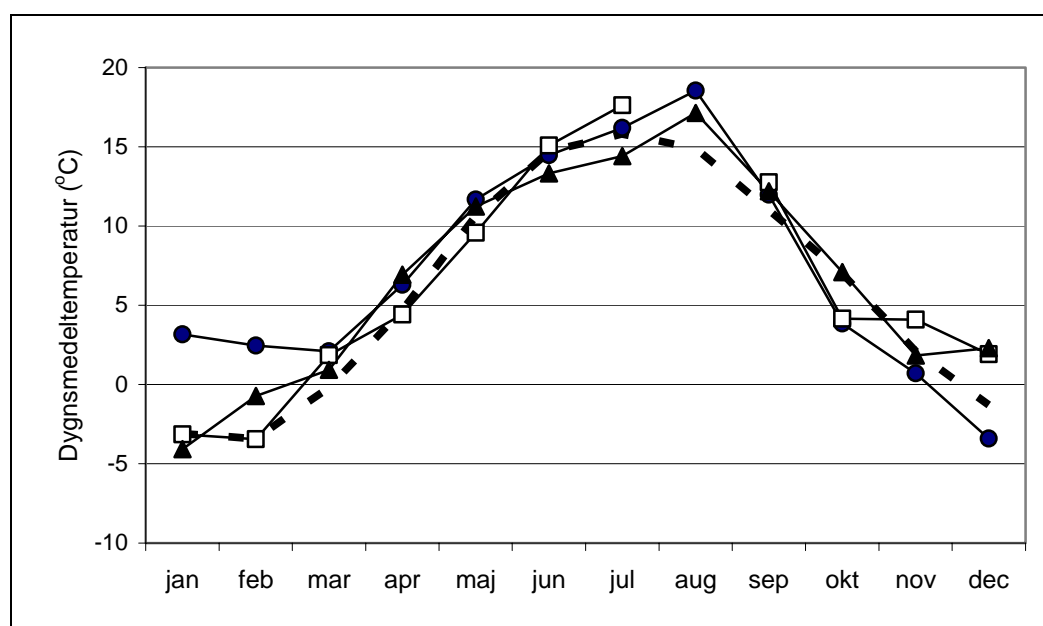
**Figur 2.** Försöksplats VO7 fotograferat i oktober då led A var plöjt och led B oplöjt.

## Klimat

Nederbörd och dygnsmedeltemperatur kommer från Lanna försöksstation utanför Lidköping och redovisas månadsvis i figur 3 respektive 4. Perioden maj till och med juli var för alla tre åren blötare än normalt (1961-1990) (Alexandersson & Eggertsson Karlström, 2001). Augusti och framförallt september var dock mycket torra både 2002 och 2003 (41 och 15 mm respektive 30 och 7 mm jämfört med normalvärdena 62 och 65 mm 1961-1990) (figur 3).



**Figur 3.** Nederbörd för Lanna försöksstation Lidköping åren 2002 (■), 2003 (■), 2004 (■) och referensnormaler 1961-1990 (▨) (Alexandersson & Eggertsson Karlström, 2001).



**Figur 4.** Dygnsmedeltemperaturen för Lanna försöksstation Lidköping åren 2002 (—●—), 2003 (—□—), 2004 (—▲—) och referensnormaler 1961-1990 (- - -) (Alexandersson & Eggertsson Karlström, 2001).

Även oktober var torrare än normal 2002 och 2003. Hösten 2004 kom dock nederbörd i mer normala mängder från augusti till september även om det också 2004 kom något mindre nederbörd i september (55 jämfört med 65 mm). December var år 2002 och 2004 torrare än normalt medan 2003 var något blötare. Januari och februari var blötare 2002 men betydligt torrare 2003 jämfört med normalt. Januari 2004 var något torrare än normal och februari något blötare. Oktober till och med december var kallare än normalt 2002 medan det 2003 var kallare än normalt i oktober med varmare i november och december (figur 4). December 2004 var varmare än normalt precis som februari.

## **Provtagningar och analyser**

### *Textur*

Texturen bestämdes platsvis i matjorden (0-30 cm) med pipettmetoden (Gee & Bauder, 1986). I alven (30-60 och 60-90 cm) gjordes en enklare orienterande jordartsbestämning där lerhalten bestämdes genom att utnyttja samband mellan lerhalt, glödförlust och jordens hygroskopiska förmåga. Jordens hygroskopiska förmåga mättes i 20°C och 50 % relativ luftfuktighet i 4 timmar. Sand och grovmo bestämdes genom siktning. Mullhalten bestämdes i alven genom glödförlust korrigerat för förluster av strukturellt bundet vatten i lermineral. I matjorden analyserades jorden på total-C med en LECO<sup>®</sup> CNS-2000 analyser. Mullhalten beräknades sedan genom att multiplicera med en faktor 1,724.

### *Markfysikaliska parametrar*

I oktober 2004 togs cylindrar (höjd 50 mm, innerdiameter 72 mm) med ostörd jord ut för analyser av markfysikaliska egenskaper. Provtagningen gjordes platsvis och cylindrarna togs ut i led B som vid provtagningstillfället ännu inte plöjts. Sex cylindrarna togs ut på vardera tre djup: matjorden (7-12 cm), plogsulan (varierade något inom 20-30 cm mellan platserna) och alven (50-60 cm varierade även här något). Cylindrarna analyserades med avseende på torr skrymdensitet och aktuell vattenhalt. Vattenhållande förmåga mättes vid tre vattenavförande tryck: 0,5 och 1 meter vattenpelare (mvp) på alla cylindrar samt 15 mvp endast på matjordscylindrarna. Ekvivalentpordiameter beräknades från uppmätt vattenhalt vid varje vattenavförande tryck (Childs, 1940; Andersson, 1962) och delades in i porstorleksklasserna >30 µm (makroporer), 30-60 µm, >60 µ och 2-30 µm (mikroporer). Kompaktdensitet och fysikalisk visningsgräns (150 mvp) analyserades på lös jord från matjord (0-30 cm) och alv (30-90 cm).

### *Mineralkväve*

För att studera effekten på kvävemineraliseringen av tidig jämfört med sen höstplöjning togs kväveprofiler för mineralkväveanalyser från markytan ner till 90 cm djup (0-30, 30-60 och 60-90 cm) i alla led omedelbart före respektive plöjningstillfälle. För att få en bild över vad som hänt under vintern 2002/2003 togs dessutom kväveprofiler i fyra försök (SV2, SV3, VO3 och VO11) i början av mars 2003. Under vintern 2004/2005 gjordes ytterligare provtagning för att bättre följa förändringen på åtta platser (SV1, SV5, SV11, SV12, VO5, VO6, VO9 och VO10) i december 2004 och mars 2005. Tyvärr föll försöket SV12 bort vid provtagningen i mars på grund av spridning av stallgödsel i försöket. Proverna frystes så snabbt som möjligt och hölls frysta fram till analys vid Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala. Där homogeniserades proverna genom frysmalning, extraherades med 2M KCl och analyserades kolorimetriskt med avseende på ammonium- och nitratkväve med en autoanalyser (TRAACS 800).



### Potentiell kväve mineralisering

För att få ett mått på den potentiella mineraliseringen på de olika försöksplatserna togs jord från matjorden (0-20 cm) ut i oktober 2003 för inkubering. Jorden togs från led B som vid provtagningstillfället ännu inte plöjts. Undantaget är SV8 där ingen provtagning gjordes på grund av att hela försöket av misstag vid provtagningstillfället redan var plöjt och harvat. Jorden sållades i fält genom ett 4 mm såll och frystes sedan så fort som möjligt för att hållas frysta fram till inkuberingen. Den potentiella nettomineraliseringen i de olika jordarna analyserades genom anaerob inkubering beskriven av Stenberg et al., (1998a). 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. (1998a) och skedde enbart genom avluftning med kvävgas. Analys av filtrerat extrakt med avseende på ammoniumkväve gjordes kolorimetriskt (TRAACS). Tre upprepningar per jord inkuberades och ammoniummängden vid start analyserades i icke inkuberade filtrerade prov. 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 nitrifiering samt denitrifiering inhiberades (Stenberg, 1999).

### NIR-mätningar

Nära infraröd reflektans (NIR)-spectra mättes på jordprover med ett FieldSpec Pro FR instrument (Analytical Spectral Devices Inc., Boulder, CO, USA, www.asdi.com). Instrumentet var utrustat med en kontaktprob med inbyggd tungsten halogenlampa kopplad till instrumentet via en fiberoptisk kabel. Mätningarna gjordes mellan 350 och 2500 nm i 2 nm intervall. NIR-området mellan 978 och 2500 nm användes vid beräkningarna.

NIR-mätningarna gjordes platsvis på jord från matjorden (0-20 cm). Före mätningarna sållades provet genom ett 2 mm såll. Ett medelvärde av sex mätningar (spectra) användes från varje prov. Ytan som mättes var 1 cm<sup>2</sup> per mätning och kontaktproben flyttades runt i provet mellan mätningarna. Varje mätning bestod i sin tur av ett medelvärde av 10 subspektra. NIR-mätningarna gjordes både på fuktig och på torr jord.

NIR-spektrumet uttrycktes som absorbans (1/log reflektans) och transformerades enligt Barnes et al., (1993) genom Standard Normal Variate De-Trend (SNVDT) för att reducera ljusspridningseffekter orsakade av variationer i partikelstorlek. Ytterligare brus reducerades genom att interpolera absorbansen vid varje mätt våglängd genom att passa in en andragradsekvation till de tre närmaste punkterna på vardera sidan (Savitzky & Golay, 1964). Beräkningarna och transformeringarna gjordes i Unscrambler® 9.2 (CAMO PROCESS AS, Oslo, Norway).

### Statistik

För att studera skillnader mellan försöksplatser och djup användes General linear model (GLM) i MINITAB. Parvisa jämförelser gjordes med Tukeys metod och minsta signifikanta skillnad (MSS) räknades ut enligt ekvation 1

$$MSS = \left( q(1 - \alpha; a, v) / \sqrt{2} \right) \sqrt{MS_e \left( \frac{1}{n} + \frac{1}{n} \right)} \quad (1)$$

där  $q$  är en fördelning kallad "studentized range",  $\alpha$  är signifikansnivån (0,05),  $a$  antalet behandlingar och  $v$  antalet frihetsgrader på "Error" (Olsson & Engstrand, 2002).

För att studera samband mellan flera parametrar användes två metoder. Dels stegvis multipel linjär regression i MINITAB och dels PCA (Principal Component Analysis) som utfördes i

Unscrambler® 9.5. En principalkomponent är en linjär representation av ett mångdimensionellt dataset i den riktning som data har sin största utsträckning, d.v.s. i den riktning som de flesta och starkaste samvariationer mellan variabler finns. Den första komponenten förklarar därför maximalt och mest av den sammanlagda variationen i data och nästkommande komponenter förklarar mindre än den föregående, men maximalt av den variation som ännu är oförklarad. Komponenterna blir därför alltid ortogonala mot varandra och kan två och två ritas upp i X-Y diagram. Dels kan provens läge på respektive komponent (scores) plottas för att finna grupperingar och likheter mellan prov, dels kan cosinus av vinkeln mellan respektive variabel och komponent plottas (loadings). Ju närmar 0 eller 180 gader vinkeln är desto närmare 1 eller -1 blir loadings, dvs ju längre ut på en komponent en variabel hamnar desto mer representerar komponenten den variabeln. På samma sätt samvarierar också variabler som ligger nära varandra eller motsatt varandra i periferin. Variabler med genomgående låga loadings (placerade i plottens mitt) är dåligt förklarade.

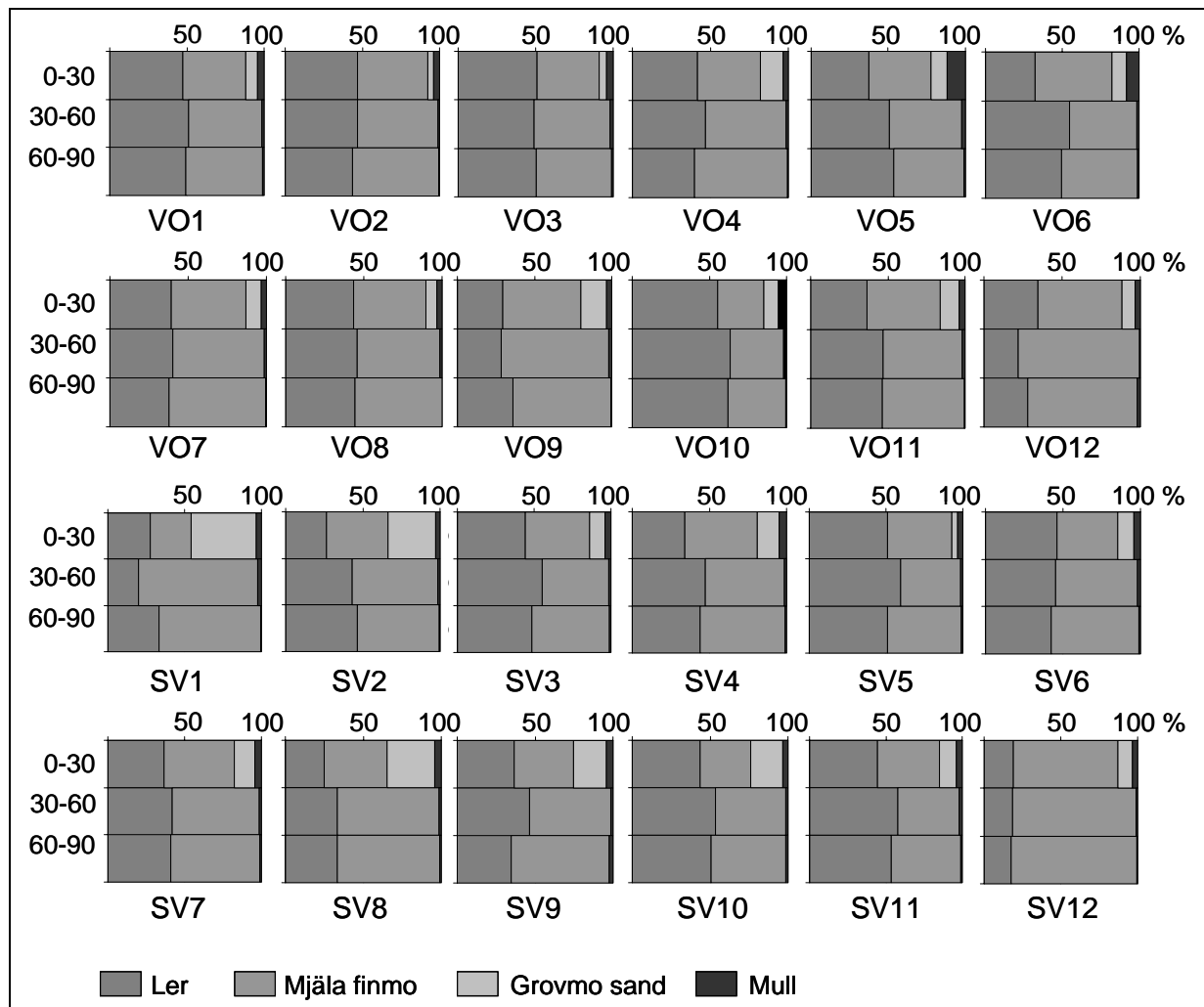
Till NIR-kalibreringarna användes den multivariata linjära tekniken PLS (Partial Least Squares) och valideringarna gjordes genom korsvalidering enligt ”leave-one-out metoden” (Martens & Naes, 1989). Kalibreringarna utvärderades med  $r^2$ -värden ( $r_C^2$  och  $r_{CV}^2$  för kalibrering respektive korsvalidering) och RMSEC och RMSECV (root mean square error of calibration respektive cross-validation), medelavvikelsen. Enheten på RMSEC och RMSECV är den samma som hos den beroende variabeln. Analyserna gjordes i Unscrambler® 9.2 (CAMO PROCESS AS, Oslo, Norway).

## Resultat och diskussion

### **Textur och mullhalt**

Figur 5 visar texturfördelningen ner till 90 cm på de 24 försöksplatserna. Lerhalten var i medeltal över all platserna 37 % i matjorden och ca 45 % i alven. Lägst lerhalt i både matjord och alv hade SV12 (19 %) och högst hade VO10 (53 % i matjorden och över 60 % i alven). Växtodlingsgårdarna och svingårdarna skilde sig annars inte mycket åt i avseende på spridningen i lerhalt. Däremot hade fler svingårdar en större andel grovmo och sand i matjorden med SV1, SV2 och SV8 som alla hade över 30 % grovmo och sand. Endast 3 av försöken på växtodlingsgårdar hade över 10 % grovmo och sand medan antalet försök med mer än 10 % på svingårdar var 9 stycken.

Mullhalten låg mellan 2 och 4,5 % i matjorden på alla utom tre av försöken som hade högre mullhalt (VO5 11,5 %, VO6 7,8 % och VO9 5,1 %). Ingen av platserna hade särskilt hög mullhalt i alven, inte heller VO5 och VO6 med hög mullhalt i matjorden hade över 2,5 % i skiktet 30-60 cm (1,5 % i medeltal för alla platser). Mullhalterna avtog ytterligare på 60-90 cm djup (i medeltal 0,8 %). Eftersom VO5 och 6 visar sig avvika i vissa sammanhang anges fortsättningsvis statistiska samband både med och utan dessa platser inkluderade om skillnaden är betydande.



**Figur 5.** Texturfördelning och mullhalt i procent på tre djup, 0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm i de 24 försöken.

### Markfysikaliska parametrar

Fullständiga tabeller över markfysikaliska parametrar finns i bilaga 1-3. Vattenhalten (volymsprocent) vid provtagningen var relativt hög, i medeltal 44 % i matjorden och 42 % i plogsula och alv. Den totala porvolymen var i medeltal i matjord och plogsula 45 % och i alven 44 %. Torr skrymdensitet varierade i matjorden mellan 1,32 och 1,58 g cm<sup>-3</sup> och var i medeltal 1,42 g cm<sup>-3</sup>. Skrymdensiteten var i medeltal något högre i plogsula (1,48 g cm<sup>-3</sup>) och alv (1,52 g cm<sup>-3</sup>). Skrymdensiteten skilde sig signifikant ( $p < 0,05$ ) mellan djupen i 19 av de 24 försöken. Kompaktdensiteten var i medeltal 2,59 g cm<sup>-3</sup> i matjorden (2,43-2,64 g cm<sup>-3</sup>) och 2,70 g cm<sup>-3</sup> i alven (2,67-2,73 g cm<sup>-3</sup>). Lägst skrymdensitet i matjorden hade de två platserna med högst mullhalt (VO5 2,43 g cm<sup>-3</sup> och VO6 2,50 g cm<sup>-3</sup>).

I matjorden korrelerade den fysikaliska vissningsgränsen, kompaktdensiteten och skrymdensiteten bra med jordart och mullhalt ( $r^2$  mellan 0,60 och 0,96). I alven var sambanden något sämre med  $r^2$  mellan 0,40 och 0,85. Korrelationerna mellan totala porvolymen och jordart och mull var relativt god i hela profilen,  $r^2 = 0,55$  i matjorden, 0,52 i plogsulan och 0,50 i alven. Däremot fanns det inga tydliga samband mellan andelen makroporer (>30 µm) eller mikroporer (2-30 µm) och jordart och mull.

### Potentiell kvävemineralisering

Potentiell kvävemineralisering i en veckas inkubering under anaeroba förhållanden var i medeltal för alla platser 0,038 mg N g<sup>-1</sup> jord (tabell 2). Medelvärdet på platserna varierade mellan 0,017 och 0,092, med störst potentiell mineralisering på platserna med högst mullhalt i matjorden. Dessa värden stämmer väl överens med vad som beskrivits tidigare i svenska jordar (Stenberg et al., 1998b). Det fanns inga signifikanta skillnader mellan försöken på växtodlingsgårdar och försöken på gårdar med svinproduktion.

Det fanns ett tydligt samband mellan potentiell kvävemineralisering och mullhalt ( $r^2 = 0,75$ ) om alla 24 platser togs med i beräkningen. Detta beror till störst del på de två platserna med högst mullhalt (VO5 och VO6). Togs dessa bort ur analysen försvann sambandet. Något tydligt samband med textur fanns inte heller. Togs alla texturfraktioner med i analysen blev  $r^2=0,13$  (justerat för antalet parametrar i modellen).

**Tabell 3.** Potentiell kvävemineralisering i mg N g<sup>-1</sup> ts jord på 23 av de 24 försöksplatserna. StDev = standardavvikelsen, MSS = minsta signifikanta skillnad

Plats	Medel	StDev	Minimum	Maximum	Plats	Medel	StDev	Minimum	Maximum
SV1	0,039	0,002	0,037	0,041	VO1	0,027	0,002	0,025	0,028
SV2	0,037	0,003	0,035	0,040	VO2	0,027	0,002	0,026	0,029
SV3	0,033	0,002	0,032	0,035	VO3	0,042	0,002	0,041	0,045
SV4	0,035	0,003	0,032	0,037	VO4	0,052	0,003	0,050	0,055
SV5	0,043	0,002	0,041	0,044	VO5	0,092	0,004	0,090	0,097
SV6	0,045	0,005	0,041	0,050	VO6	0,067	0,004	0,065	0,072
SV7	0,038	0,004	0,034	0,042	VO7	0,032	0,002	0,030	0,034
SV9	0,021	0,004	0,017	0,024	VO8	0,017	0,003	0,013	0,019
SV10	0,033	0,001	0,032	0,033	VO9	0,026	0,001	0,026	0,027
SV11	0,026	0,002	0,025	0,028	VO10	0,042	0,000	0,042	0,042
SV12	0,033	0,002	0,031	0,035	VO11	0,040	0,004	0,036	0,044
					VO12	0,023	0,002	0,021	0,025
Medel för alla		0,038							
MSS		0,008							

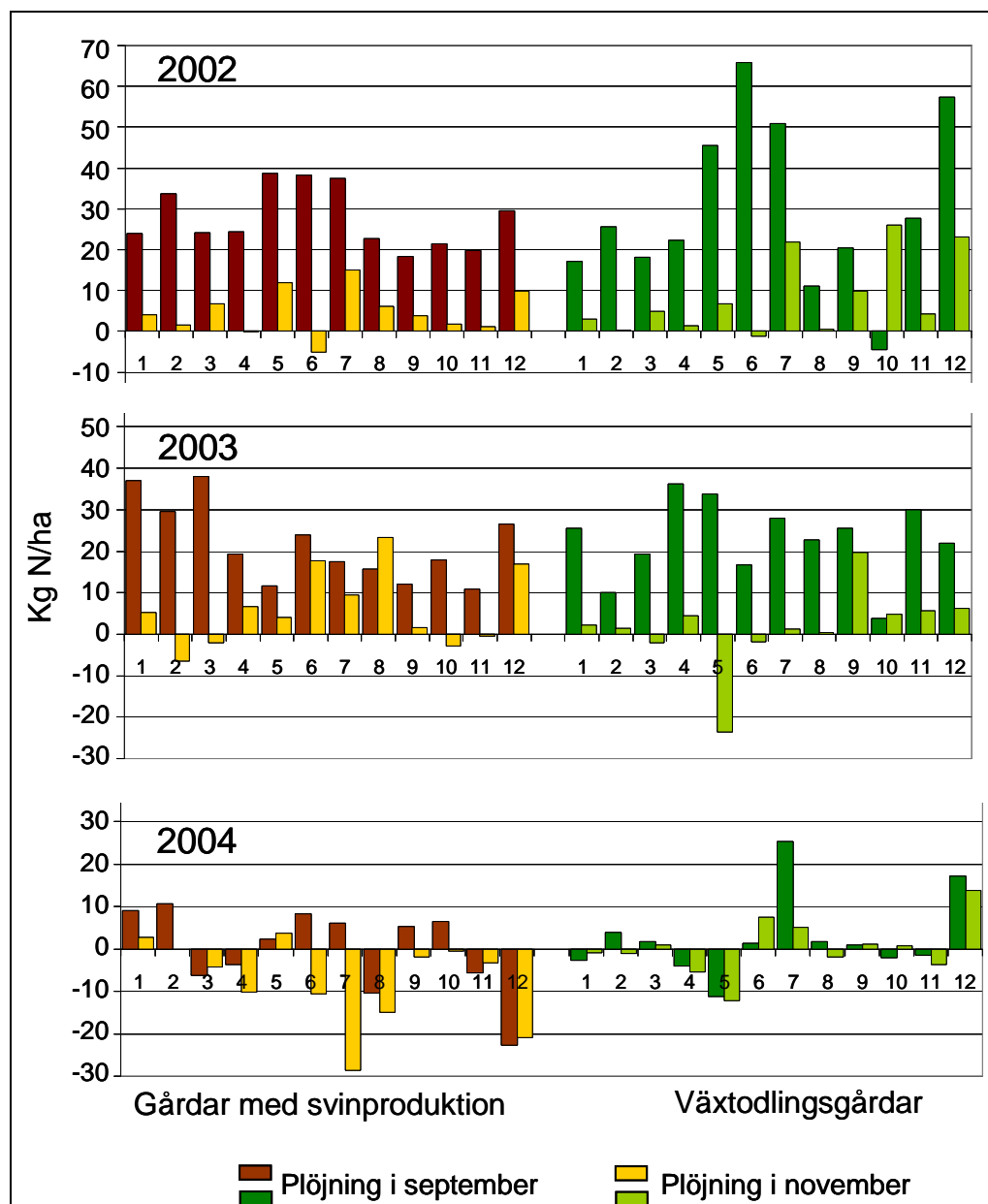
I november 2004 fanns en svag korrelation mellan potentiell kvävemineralisering och mängden ammonium i profilen ner till 90 cm ( $r^2 = 0,16$ ,  $r^2 = 0,5$  om VO5 och VO6 ingick i analysen) i övrigt var sambanden med mineralkväve dåliga.

Sambanden mellan de markfysikaliska parametrarna och potentiell kvävemineralisering var dåliga ( $r^2 \approx 0,15$ ) om inte VO5 och VO6 togs med i beräkningarna. Med VO5 och VO6 med blev dock  $r^2=0,76$  för kompakt densitet,  $r^2=0,61$  för skrymdensitet och  $r^2=0,53$  för total porvolym. Inga samband fanns dock mellan andelen makro- (>30 $\mu$ m) eller mikroporer (2-30 $\mu$ m) och potentiell kvävemineralisering oavsett om platserna med hög andel mull i matjorden ingick eller ej.

### Mineralkväve

Mineralkvävemängderna i hela profilen (0-90 cm) var under de två torra höstarna (2002 och 2003) i medeltal ca. 30 kg N ha<sup>-1</sup> i båda leden vid septemberprovtagningen (tabell 3). Spridningen var dock stor båda åren, 12-74 kg N ha<sup>-1</sup> 2002 och 12-97 kg N ha<sup>-1</sup> 2003. Vid novemberprovtagningen fanns det i medeltal båda åren ca. 40 kg N ha<sup>-1</sup> i led B som ännu inte plöjts och 60 kg N ha<sup>-1</sup> i led A som plöjts i september, men även här var spridningen mellan platserna stor. Den tidiga höstplöjningen gav en betydlig större ökning av

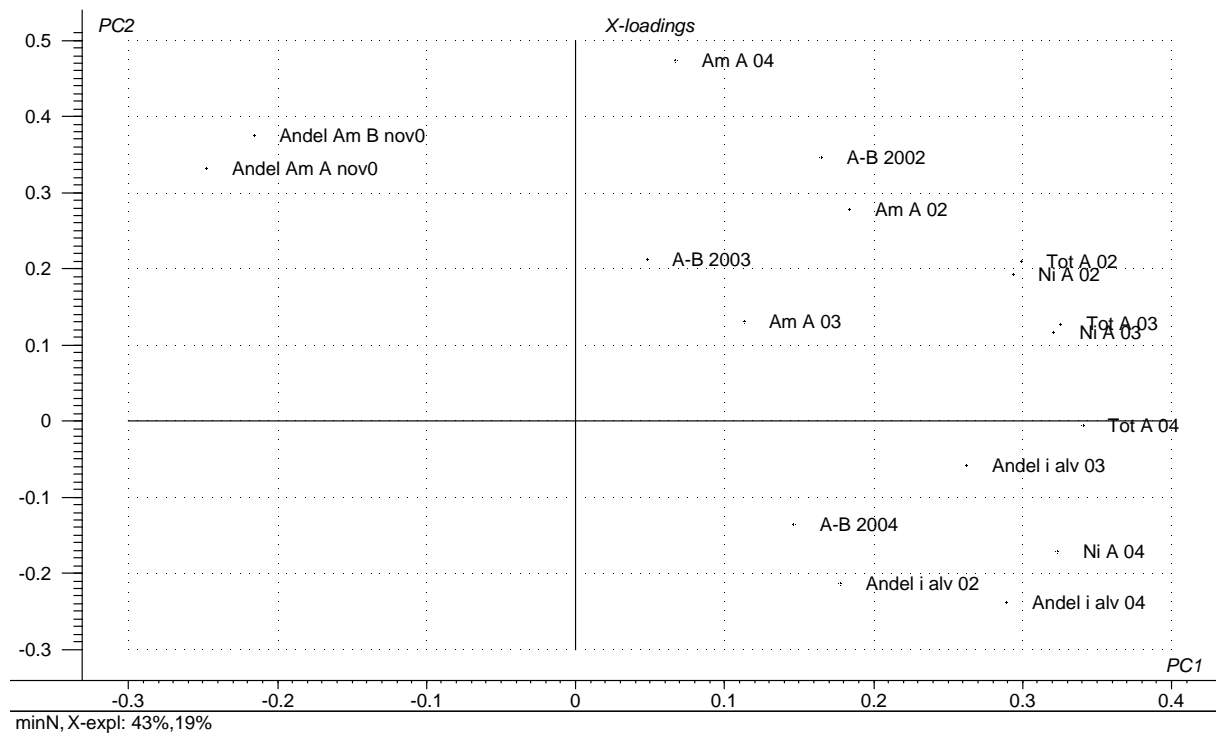
kväve mineraliseringen fram till november (figur 6) än i det obearbetade ledet. Det var inga stora skillnader mellan svingårdarna och växtodlingsgårdarna i medeltal men spridningen var störst på växtodlingsgårdarna. Mängden ammonium var vid båda provtagningstillfällena och båda åren ca. 10 kg N ha<sup>-1</sup>. Hösten 2004, som var en mer normalblöt höst, syntes ingen tydlig ökning av mineralkväve mellan september och november (figur 6). I medeltal fanns vid septemberprovtagningen ca. 25 kg N ha<sup>-1</sup> i båda leden och vid novemberprovtagningen var siffrorna i stort sett de samma, möjligen med en liten minskning i leden som ännu inte plöjts. Mängden spillsäd var i försöken genomgående låg och med några få undantag var det även måttligt med ogräs. Med tanke på att endast en bra fånggröda kan förväntas ta upp mängder som motsvarar skillnaderna i detta projekt (Aronsson et al., 2003) kan växtlighet i de oplöjda leden här endast svara för en marginell del av skillnaden.



**Figur 6.** Förändringen i mineraliserat kväve ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ ) (0-90 cm) från september till november under åren 2002-2004.

Även om kvävemängderna i medeltal var i stort sett de samma de båda torra åren varierade relationerna mellan de olika försöken. Försök som år 2002 hade en stor ökning i mineraliserat kväve mellan september och november hade inte nödvändigtvis en stor ökning under hösten 2003 (figur 6).

Inga starka samband kunde heller ses mellan något av de tre åren i skillnaden mellan ökningen i mineralkväve mellan den tidiga och sena plöjningen ( $r^2 < 0,1$ ) (bilaga 6 och 7). Detta kan också ses i PCA-analysen (figur 7) genom att skillnaden i ökning mellan leden (A-B) ligger relativt långt ifrån varandra i loadingplotten. Det fanns dock en korrelation mellan de tre åren i mängderna mineralkväve 0-90 cm vid novemberprovtagningen i de tidigt plöjda leden ( $r^2 \approx 0,5$ ) och dessa (Tot A) ligger nära varandra för de tre åren. Mängderna var emellertid nästan hälften så stora 2004 som de övriga två åren. Andelen mineralkväve i alven i förhållande till mängden mineralkväve i hela profilen uppvisar ett liknande samband mellan åren även om de var något lägre ( $r^2 \approx 0,4$ ). Åren 2003 och 2004 fanns det också ett samband mellan den totala mängden mineralkväve i profilen (0-90 cm) och andelen mineralkväve i alven (30-90 cm) ( $r^2 = 0,5$  båda åren och något högre om VO5 och VO6 uteslöts; bilaga 6 och 7). Sambandet var dock betydligt sämre 2002 med  $r^2 < 0,2$ .

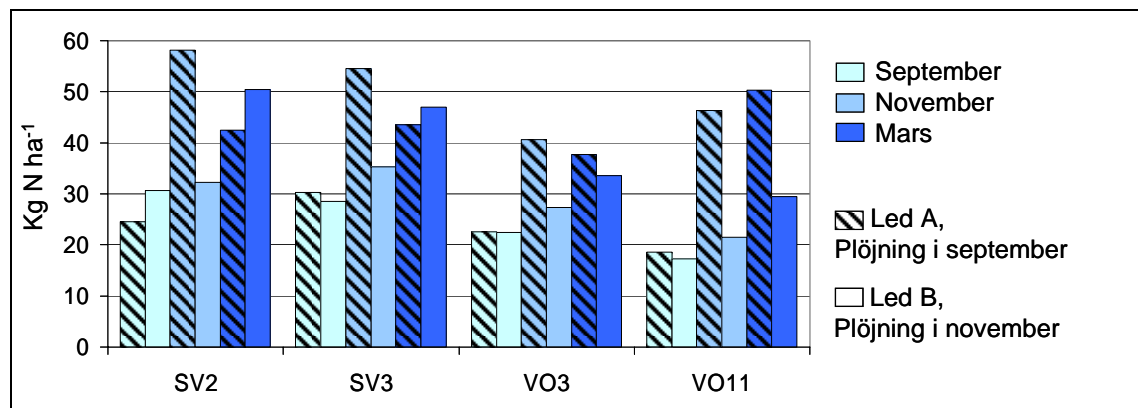


**Figur 7.** Förhållandet mellan mineralkväveparametrarna i november 2002-2004 sammanfattat i en PCA loadingplot. Principalkomponent 1 och 2 förklarar sammanlagt 62 % av den totala variationen.

**Tabell 4.** Mineralkvävemängder ( $\text{NH}_4^+$  och  $\text{NO}_3^-$ ) i  $\text{kg N ha}^{-1}$  (0-90 cm) vid provtagningstillfällena (september och november) 2002-2004. Medelvärden, min- och maxvärden samt standardavvikelsen (StDev)

	Svingårdar				Växtodlingsgårdar				Totalt			
	Medel	Min	Max	StDev	Medel	Min	Max	StDev	Medel	Min	Max	StDev
sep 2002												
Led A, $\text{NH}_4^+$	9	7	13	2	9	7	13	2	9	7	13	2
$\text{NO}_3^-$	23	7	49	13	20	6	71	18	22	6	71	16
Totalt	32	19	56	12	30	13	81	19	31	13	81	16
Led B, $\text{NH}_4^+$	9	6	13	2	9	7	13	2	9	6	13	2
$\text{NO}_3^-$	24	4	48	14	21	5	67	18	23	4	67	16
Totalt	34	16	56	13	30	12	74	18	32	12	74	15
nov 2002												
Led A, $\text{NH}_4^+$	10	7	14	2	10	7	14	3	10	7	14	2
$\text{NO}_3^-$	50	29	70	16	49	10	124	36	49	10	124	27
Totalt	60	39	78	15	60	20	139	37	60	20	139	28
Led B, $\text{NH}_4^+$	9	7	12	2	9	7	12	2	9	7	12	2
$\text{NO}_3^-$	29	7	52	17	29	6	86	23	29	6	86	20
Totalt	38	17	62	16	38	14	97	24	38	14	97	20
sep 2003												
Led A, $\text{NH}_4^+$	9	6	13	2	10	6	13	2	9	6	13	2
$\text{NO}_3^-$	23	9	50	15	27	5	90	24	25	5	90	19
Totalt	33	18	63	15	36	16	100	25	34	16	100	20
Led B, $\text{NH}_4^+$	10	7	15	2	9	6	13	2	10	6	15	2
$\text{NO}_3^-$	22	7	67	17	23	4	86	26	23	4	86	21
Totalt	32	18	76	17	33	12	97	27	32	12	97	22
nov 2003												
Led A, $\text{NH}_4^+$	10	6	17	3	9	7	12	2	10	6	17	2
$\text{NO}_3^-$	45	21	73	19	50	22	111	27	47	21	111	23
Totalt	54	29	87	19	59	30	122	28	57	29	122	24
Led B, $\text{NH}_4^+$	9	5	13	2	8	6	10	1	9	5	13	2
$\text{NO}_3^-$	29	6	91	25	26	5	94	25	28	5	94	24
Totalt	38	15	99	25	34	13	103	25	36	13	103	25
sep 2004												
Led A, $\text{NH}_4^+$	9	6	13	2	10	6	17	4	9	6	17	3
$\text{NO}_3^-$	19	5	43	14	14	2	41	11	17	2	43	13
Totalt	28	13	50	12	24	11	54	12	26	11	54	12
Led B, $\text{NH}_4^+$	9	6	14	3	11	6	25	6	10	6	25	4
$\text{NO}_3^-$	16	2	43	13	11	2	33	9	14	2	43	11
Totalt	26	12	49	12	22	12	47	10	24	12	49	11
nov 2004												
Led A, $\text{NH}_4^+$	11	6	18	4	11	4	22	6	11	4	22	5
$\text{NO}_3^-$	18	2	45	13	16	3	40	13	17	2	45	13
Totalt	28	11	50	13	26	9	51	14	27	9	51	13
Led B, $\text{NH}_4^+$	11	6	15	3	13	5	32	9	12	5	32	7
$\text{NO}_3^-$	8	2	19	6	10	1	27	9	9	1	27	8
Totalt	18	11	29	6	23	11	37	10	21	11	37	9

I Mars 2003 togs kväveprofiler på fyra platser (SV2, SV3, VO3 och VO11) för att följa upp förändringar under vintern (figur 8). I tre av de fyra försöken skedde en utjämning av skillnaderna mellan leden från november till mars. Mängden mineralkväve minskade i de tidigt plöjda leden och ökade i de sent plöjda. Undantaget var VO11 där skillnaderna mellan leden fanns kvar även vid provtagningen i mars.



**Figur 8.** Mineralkväve ( $\text{NH}_4^+$  och  $\text{NO}_3^-$ ) ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) i markprofilen (0-90 cm) i fyra försök vid tre provtagningstillfällen (september och november 2002 samt mars 2003).

På flera platser under hösten 2004 uppmättes en stor andel ammonium i förhållande till nitrat i markprofilen. Den stora andelen ammonium fanns både vid september- och novemberprovtagningen och i de fall provtagning även skedde i december och mars höll detta i sig (bilaga 8 och 9).

## NIR

Generellt gick NIR-kalibreringarna bättre på torr jord än på fuktig (tabell 4). Undantaget är mullhalten där fuktig jord gav den bästa kalibreringen, även om det över lag gick dåligt att prediktera mullhalten. De finkorniga jordartsfraktionerna gick bättre att prediktera än de grövre och allra bäst gick ler ( $r_{CV}^2=0,7$ ). De korsvaliderade kalibreringarna av potentiell kväve mineralisering gav ett  $r_{CV}^2$ -värde på 0,5 vilket var bättre än för de flesta jordartsfraktionerna.

**Tabell 5.** NIR-kalibreringar för jordartsfraktioner, mullhalt och potentiell kväve mineralisering (PotNmin).  $r^2$ -värden för kalibrering ( $r_c^2$ ) och korsvalidering ( $r_{CV}^2$ ). RMSEC och RMSECV är medelfelet för kalibreringen respektive korsvalideringen. Enheten för RMSEC och RMSECV är procentenheter för jordartsfraktionerna och mullhalten och  $\text{mg g}^{-1}$  för potentiell kväve mineralisering

Variabel	Torr jord				Fuktig jord			
	$r_c^2$	RMSEC	$r_{CV}^2$	RMSECV	$r_c^2$	RMSEC	$r_{CV}^2$	RMSECV
Ler	0.85	3.2	0.71	4.8	0.78	3.9	0.55	5.8
Finmjäla	0.98	0.3	0.62	1.5	0.81	1.0	0.61	1.5
Grovmjäla	0.72	1.8	0.39	2.7	0.13	3.2	0.03	3.5
Finmo	0.98	0.9	0.64	3.8	0.07	5.8	0.00	6.4
Grovmo	0.94	1.4	0.41	4.7	0.76	2.7	0.50	4.0
Mellansand	0.95	0.5	0.33	2.9	0.69	1.9	0.34	2.9
Grovsand	0.93	0.4	0.38	1.2	0.57	0.9	0.21	1.3
Mull	0.46	1.4	0.14	1.8	0.84	0.7	0.42	1.4
PotNmin	0.96	0.003	0.51	0.012	0.77	0.008	0.34	0.013

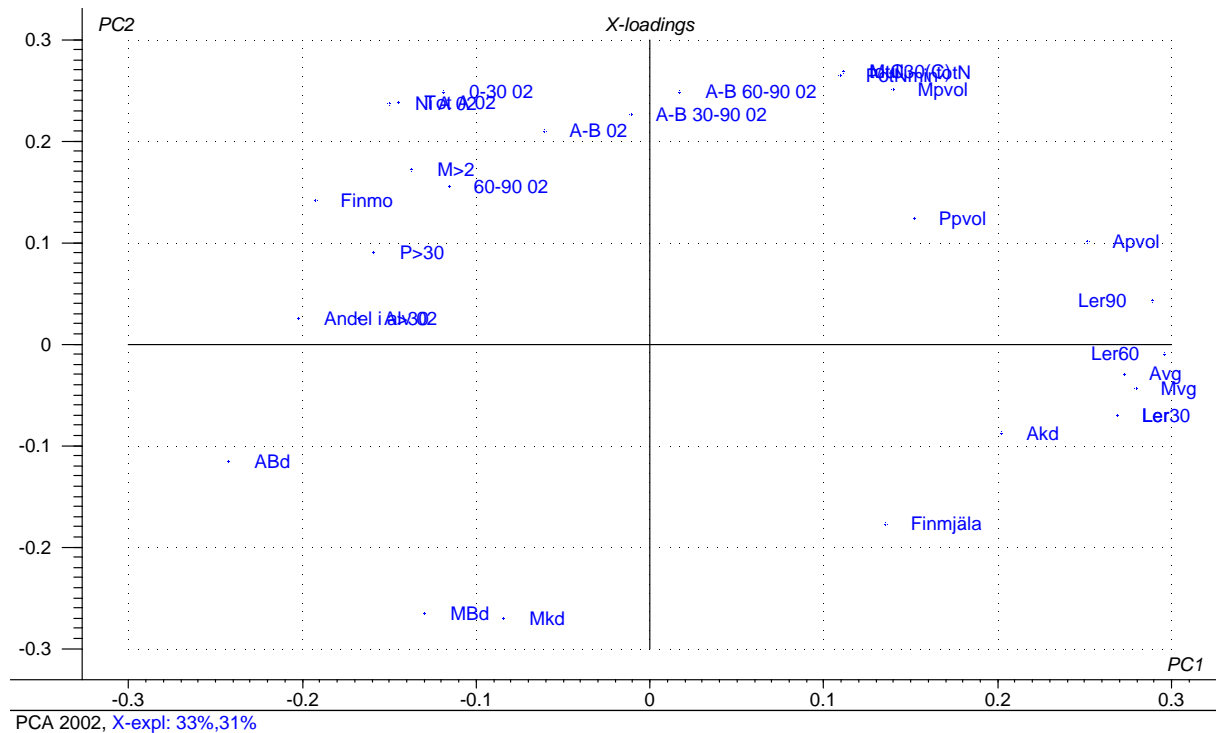


## **Hur samspelar mineralkväve i profilen med markens egenskaper?**

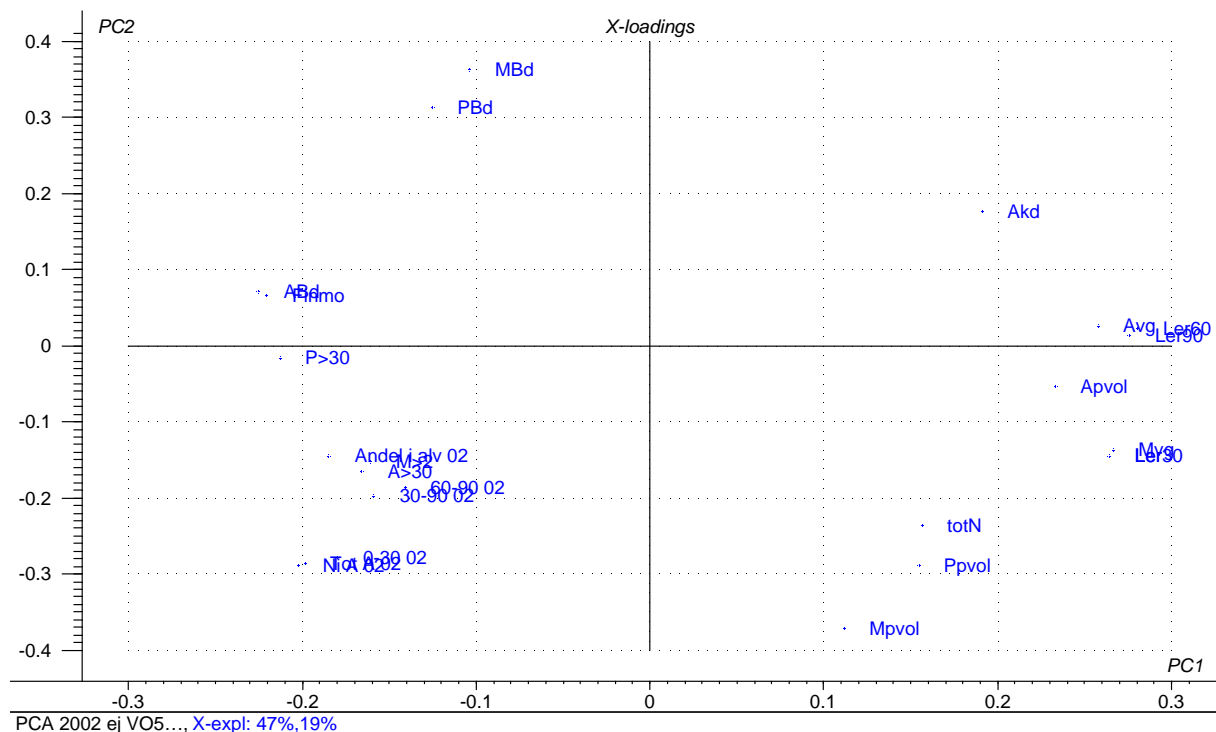
Eftersom den inbördes rangordningen mellan platserna i hur mycket mer mängden mineralkväve i profilen ökar mellan september och november efter tidig plöjning skiftar år från år kan några starka samband till markens egenskaper i övrigt inte förväntas. Framförallt 2004 avviker från de andra åren genom att ökningen i mineralisering generellt är mycket liten eller till och med negativ. Trots det finns ett visst samband med mullhaltsrelaterade variabler, inklusive potentiell kvävemineralisering, 2002 och 2003. Detta hänger dock helt samman med de mullrika platserna VO5 och VO6. Med dessa platser uteslutna från analysen försvinner sambanden helt. Det finns alltså en indikation i datamaterialet att jordar med relativt hög mullhalt i matjorden ökar mineraliseringen i större utsträckning vid bearbetning och att detta beror på en högre potential som framförallt kommer till uttryck vid bearbetning. Sambandet framkommer dock inte det normalregniga året 2004. Slutsatsen är osäker eftersom endast två jordar har en lite högre mullhalt, men även i tidigare studier i Sverige har det framkommit att det är först vid relativt höga mullhalter som mängden organiskt material slår igenom som förklarande faktor för variationer i mängd växttillgängligt kväve (Wetterlind et al., 2005).

I figur 9-12 visas kväve- och markparametrarnas inbördes förhållanden i led A i november, men endast parametrar som förklaras till minst 50 % av de två första principalkomponenterna har tillåtit vara kvar (år 2002 och 2003 uppför sig relativt lika och 2002 får därför representera båda åren). Det visar sig då att mineralkväveökningen förklaras dåligt utan plats VO5 och VO6 inkluderade i modellen. Ökningen passar alltså inte in bland de övergripande strukturerna av samvariation i de mätta markparametrarna. Det gör däremot totalmängden mineralkväve i profilen, men den uppvisar endast spridda och svaga enkla samband med främst lerhalt (negativt) och porer i både matjord och alv. Andelen mineralkväve i alven uppvisar ett genomgående negativt samband med lerhalten i övre delen av alven ( $r^2 > 0,5$  2002 och 2004, och 0,3 2003) och i något mindre grad positiva samband med makroporer (figur 10 och 12, bilaga 7). Den uppfattningen som ges av studier på Lanna, Mellby och Fotegården att mineralkvävet i lerjordar är mindre benäget att röra sig nedåt i profilen än i lättare jordar styrks alltså. Lanna med hög lerhalt läcker i storleksordningen 10 kg N per år jämfört med Fotegården och Mellby med låga lerhalter som läcker 30-70 kg med tidig höstbearbetning (Stenberg et al., 2005, Lindén et al., 2006; Aronsson et al., 2003). Utan utpräglat lätta jordar blir sambanden emellertid inte särskilt starka. Det är i det sammanhang värt att notera att år 2002 och 2003 är andelen mineralkväve i alven i november i medeltal  $28 \pm 8$  %, men  $41 \pm 11$  % 2004 (bilaga 5) och att sambandet med ler främst utgörs av jordar med mindre än 40-50 % ler.

De starkaste sambanden återfinns endast 2004 och är mellan andelen ammonium i profilen ner till 90 cm och lerhalten på 30-60 och 60-90 cm djup ( $r^2 = 0,5-0,6$ ). Även med macroporer i plogsulan fanns ett visst samband (bilaga 6 och 7). I två multipla regressionsmodeller (Stepwise Regression), en för andelen ammonium i profilen (0-90 cm) vid novemberprovtagningen i led A och en för led B, visade sig lerhalten 30-60 cm förklara det mesta av variationen. Porer i plogsulan större än 60  $\mu\text{m}$  förklarade näst mest av de variabler som ingick i båda modellerna. Regressionsmodeller med lerhalt 30-60 cm och porer större än 60  $\mu\text{m}$  gav  $r^2 = 0,6$  för led A och 0,7 för led B. Ingick även finmjälafractionen i matjorden i regressionsmodellen för led B förbättrades korrelation till  $r^2 = 0,8$  och för led A blev  $r^2 = 0,7$  om istället skrymdensiteten i matjorden togs med.

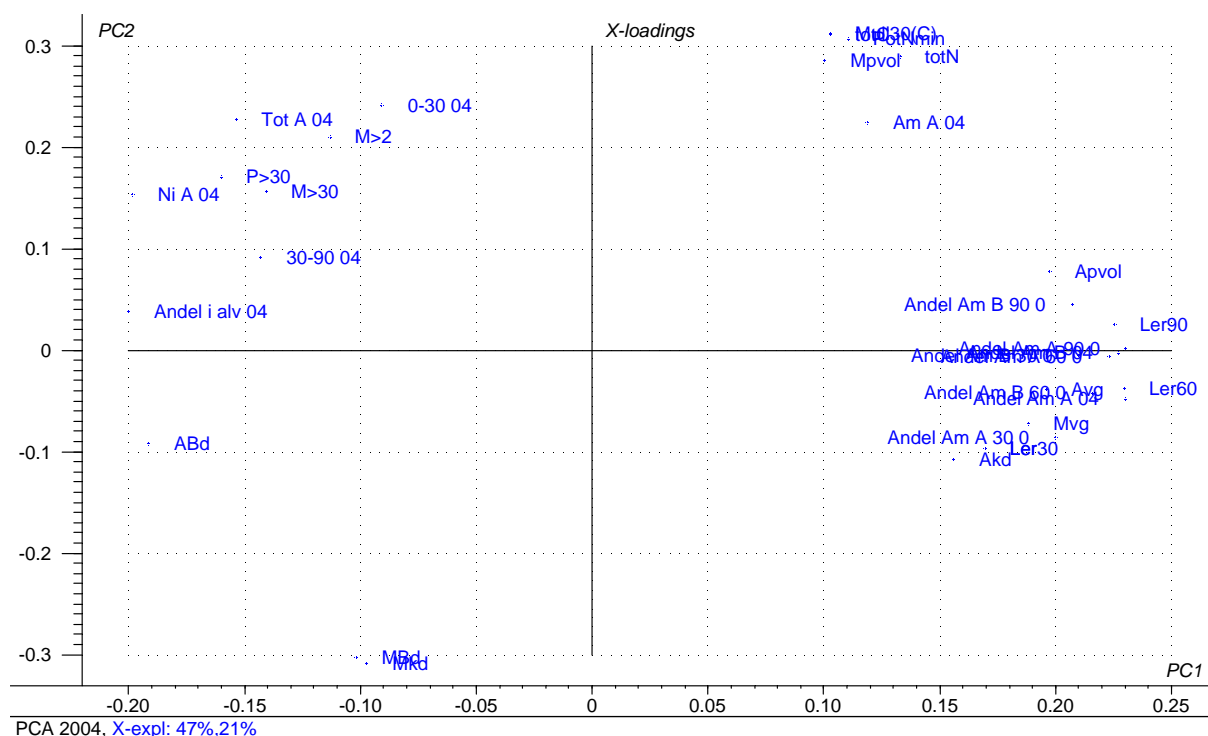


**Figur 9.** Förhållandet mellan markparametrar och mineralkväveparametrarna i november 2002 sammanfattat i en PCA loadingplot. Principalkomponent 1 och 2 förklarar sammanlagt 64 % av den totala variationen. Endast parametrar förklarade till minst 50 % inkluderade. Variabelnamn förklarade i bilaga 4.

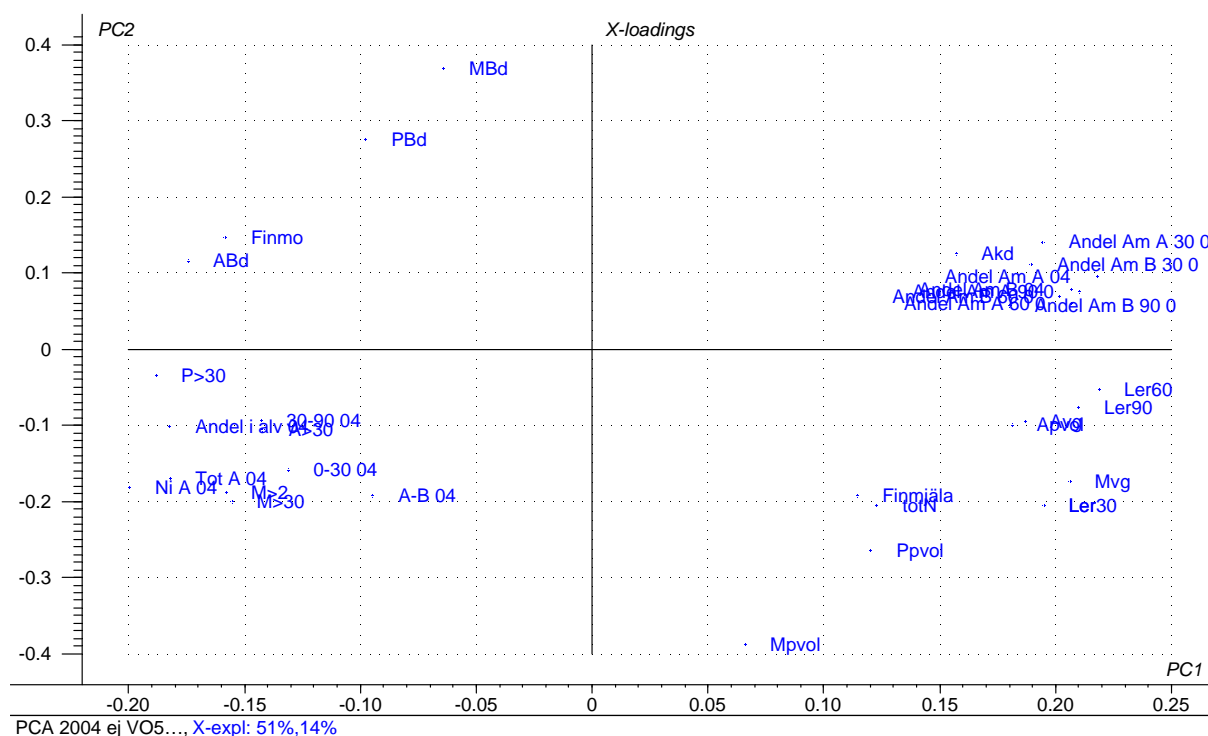


**Figur 10.** Förhållandet mellan markparametrar och mineralkväveparametrarna i november 2002 med VO5 och VO6 uteslutna sammanfattat i en PCA loadingplot. Principalkomponent 1 och 2 förklarar sammanlagt 66 % av den totala variationen. Endast parametrar förklarade till minst 50 % inkluderade. Variabelnamn förklarade i bilaga 4.

Som man kan se i figur 12 är alltså andelen ammonium i alla djup 2004 högst på de lerigaste platserna (VO10 och SV5 och 11). Där framgår också ett negativt samband med andelen kväve i alven, totalmängden mineralkväve ( $r^2=0,6$ ) och nitrat ( $r^2=0,7$ ). Förhållandena beror alltså främst på att i de tyngsta lerorna saknas nitratkväve, vilket också kan ses i bilaga 8 och 9. Ammoniummängderna tycks också vara något högre 2004 än 2002 och 2003 i de lerigaste jordarna (bilaga 10 och 11). Dessa förhållanden kan förklaras med att nitraten i de tätare lerjordarna denitrifierats, snarare än läckt, 2004 när det inte varit så torrt perioden efter den tidiga plöjningen. Den ökade ammoniumhalten även tyder på att nitrifikationen även hämmats till viss del. Detta styrks av det negativa samband som framkommer i figur 12 mellan andelen ammonium i profilen och ökningen i mineralkväve i det tidigt plöjda ledet ( $r^2 \leq 0,5$ ). Sambandet mellan ökningen och jordart är dock fortsatt mycket svagt. Detta tyder alltså på att i de fall som kväve mineraliserat i och med den tidiga plöjningen inte förlorats genom denitrifikation (andelen ammonium är låg) så finns det i större utsträckning kvar i profilen. Det skall noteras att även de minst leriga platserna har en större andel ammonium i profilen 2004 än de de övriga åren och att detta hänger samman med lägre nitratmängder. Det kan förklaras med både denitrifikation och läckage. De mullrika VO5 och VO6, som båda har relativt låg lerhalt, avviker något genom låg mängd nitrat. Detta skullen kunna förklaras med högre syreförbrukande mikrobiell aktivitet. Ovanstående resonemang bygger helt på statistiska samband eftersom varken läckage eller denitrifikation kunnat mätas. Detta utgör en viss osäkerhet, men framförallt innebär det inte att ingenting läckt från de lerigaste platserna.



**Figur 11.** Förhållandet mellan markparametrar och mineralkväveparametrarna i november 2004 sammanfattat i en PCA loadingplot. Principalkomponent 1 och 2 förklarar sammanlagt 68 % av den totala variationen. Endast parametrar förklarade till minst 50 % inkluderade. Variabelnamn förklarade i bilaga 4.



**Figur 12.** Förhållandet mellan markparametrar och mineralkväveparametrarna i november 2004 med VO5 och VO6 uteslutna sammanfattat i en PCA loadingplot. Principalkomponent 1 och 2 förklarar sammanlagt 65 % av den totala variationen. Endast parametrar förklarade till minst 50 % inkluderade. Variabelnamn förklarade i bilaga 4.

## Sammanfattande diskussion

Utgångspunkten för denna studie var att en stor mängd mineralkväve i markprofilen sen höst på lerjordar innebär stor risk för kväveutlakning under senhöst och vinter liksom på lätta jordar och att mineralkvävemängden beror av plöjningstidpunkt, jordart, främst lerhalt och mullhalt, och odlingsinriktning. Här skulle dessa samband tydliggöras.

Nederbördsmängden under hösten visade sig ha stor betydelse för mängden mineralkväve i markprofilen på senhösten. De två torra höstarna 2002 och 2003 ackumulerades en stor mängd mineralkväve från september till november i de tidigt plöjda leden. Denna ackumulering återfanns inte det mer normalblöta 2004. En tidig höstplöjning tycks alltså stimulera kväve mineraliseringen även på lerjordar. Kvävemängderna varierade dock kraftigt mellan både plats och år, men platserna rangordnade sig i stort sett på samma sätt år från år.

Förutom en svag tendens till att lerigare platser ackumulerade mindre kväve under hösten gick det inte att förklara skillnader mellan platser vare sig i totalmängder mineralkväve eller i ökad ackumulering till följd av tidig plöjning med de mätta markparametrarna. Eftersom effekten av en tidig plöjning inte var lika stor på samma plats från ett år till ett annat och platserna rangordnade sig olika, kunde utlakningsrisken inte heller predikteras med någon modell som byggde på flera markparametrar eller NIR.

Det enda någorlunda tydliga samband mellan markparametrar och mineralkvävet fördelning i profilen är att en tätare plogsula och alv till följd av högre lerhalt gör att en större andel av kvävet stannar kvar i matjorden. Det mer normalblöta 2004 återfanns i november emellertid

en ca. 30 % större andel i alven än de torra 2002 och 2003. Detta gäller oavsett lerhalt. Däremot är inte mängderna i alven större 2004 utan ett par kg lägre (ca. 12 kg istället för ca. 16 kg; bilaga 5).

Den kraftigt minskade mängden mineralkväve (främst i matjorden) och den stora andelen ammonium i förhållande till den totala mängden mineralkväve i marken ner till 90 cm på flera platser med tyngre lera under hösten 2004 väcker frågan om gasformiga kväveförluster. Syrefattiga förhållanden i marken på grund av stora nederbörds mängder kan ha lett både till minskad nitrifikation ( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ ) och till förluster av nitrat genom denitrifikation ( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$ ). Eftersom temperaturen inte skiljer sig åt mellan åren perioden mellan tidig och sen plöjning finns det inte någon anledning att anta att nettomineraliseringen skulle vara så mycket lägre 2004. Det tycks därför som om den stora skillnaden mellan de olika jordarna i studien vad gäller mineralkvävet under hösten inte var skillnader i stimulerad kväve mineralisering till följd av en tidig plöjning utan snarare i vilken form eventuella förluster skett. På tyngre leror sker troligen kväveförlusterna framförallt i gasform, medan förlusterna från lerjordar med lägre lerhalt, som på lättare jordar, till större delen sannolikt sker genom utlakning. På Mellby i Halland med 6 % ler i matjorden och 2 % i alven har utlakningen i genomsnitt årligen varit 53 kg ha<sup>-1</sup> och på Fotegården i Västergötland med 7 % i matjorden och 5 % i alven har utlakningen varit 44 kg ha<sup>-1</sup> (Aronsson et al., 2003). På Lanna i Västra Götaland har medelutlakningen från en spannmålsväxtföljd varit 5-15 kg N ha<sup>-1</sup> och år (Torstensson, 2003; Lundström, 2004; Ulén et al., 2005) under tiden från mätningarnas start på 1980-talet. En viktig faktor för hur mycket som läcker från en lerjord är alltså inte enbart att täta skikt och högre vattenhållande förmåga håller kvar mineralkvävet, utan också att stora mängder denitrifieras.

I sammanhanget kan ett Formasprojekt utfört på Lanna med 50 % ler i matjorden nämnas. Kväveutlakning till följd av svampbekämpning studerades i individuellt dränerade parceller. Leden gödslades normalt liksom i denna studie och plöjdes i början av september och är alltså någorlunda jämförbara med vårat A-led. Enligt preliminära resultat läckte 2002/2003 6-7 kg ha<sup>-1</sup> med 180 mm avrinning, 2003/2004 10-11 kg ha<sup>-1</sup> med 270 mm avrinning och 2004/2005 endast 4-5 kg ha<sup>-1</sup> med 270 mm avrinning (Lindén et al., 2006). Detta tillsammans med våra resultat, antyder alltså att det skulle kunna vara så att år när förutsättningarna för denitrifikation är goda samtidigt som omfattande mineralisering sker blir det mindre över till läckage.

För att kunna säga något med bestämdhet krävs dock ytterligare studier. Hör det som kunde ses hösten 2004 till ovanligheterna? Sett till nederbörds mängderna var hösten 2004 en normalhöst (även om juni och juli var regnigare än normalt) medan 2002 och 2003 var ovanligt torra mellan provtagningstillfällena. De mineralkvävemängder som uppmättes ner till 90 cm vid novemberprovtagningen 2004 var jämförbar med vad som setts i andra studier på lerjordar tidigare år (Stenberg et al., 2005). Går det att hitta en brytpunkt i lerhalt där förlusterna övergår från att främst ske som utlakning och i stället sker som gasförluster? Om förlusterna sker i gasform, hur stor andel utgörs då av den potenta växthusgasen lustgas (N<sub>2</sub>O)? Hur samspelar läckage och denitrifikation med vilka tidsperioder i förhållande till bearbetningen som är fuktiga, blöta eller torra?

Det fanns inga skillnader mellan försöken på rena växtodlingsgårdar och de på gårdar med regelbunden tillförsel av stallgödsel, vare sig i potentiell kväve mineraliseringen eller i ökad stimulering av kväve mineraliseringen på hösten. Detta trots att mineraliseringsförmågan kan förväntas minska vid ensidig stråsådesodling jämfört med platser med mer eller mindre

regelbunden tillförsel av stallgödsel och inslag av vallar i växtföljden (Lindén, 1987a, 1987b). De 12 försöken i denna studie låg på gårdar med svinproduktion med stallgödsel i form av flytgödsel. Möjligen hade effekten av stallgödsetillförsel varit större om den skett i form av fastgödsel, där mängden svårnedbrytbart organiskt material är större och inte omsätts i samma takt som det i flytgödset. Inslaget av vallar i växtföljden torde också ha stor betydelse och något sådant fanns inte på de 12 gårdarna. Det var heller inte så att gårdarna med svinproduktion hade högre mullhalter än växtodlingsgårdarna.

Tyvärn var spridningen i mullhalt i de 24 försöken inte lika bra som den i lerhalt och de två extremerna (VO5 och VO6) fick stort inflytande i många av analyserna, varför de ofta togs bort ur beräkningarna. Den dåliga spridningen i mullhalt kan även vara en förklaring till att det var så svårt att prediktera mullhalten med NIR. Tidigare svenska studier där mullhalten predikterats inom enskilda fält eller gårdar har gett betydligt bättre kalibreringsmodeller för mullhalt med  $r^2=0,8-0,9$  (Stenberg et al., 2002; Wetterlind et al., 2005).

## Slutsatser

- Under två torra år ackumulerades i genomsnitt ca: 20 kg mer mineralkväve i markprofilen ner till 90 cm mellan september och november i ett plöjt led jämfört med ett obearbetat led. Detta kunde inte förklaras med upptag i spillsäd eller ogräs i det obearbetade ledet, eller med några skillnader i markegenskaper. Lerjordar skiljer sig alltså inte från lättare jordar i detta avseende. Det finns dock en tendens till att mullhalten får betydelse över omkring 7 %.
- Våra resultat tyder inte på att lerjordar mineraliserar vare sig mer eller mindre än lättare jordar, men sådana egenskaper kan maskeras av en varierande grad av denitrifikation och läckage i olika jordar.
- Resultaten visar på starka indikationer att det kväve som mineraliserar i lerjordar kan denitrifieras innan det hinner röra sig nedåt i profilen om det inte är för torrt. Risken för läckage till dräneringsvattnet är därför mindre ju lerigare och tätare en jord är.
- Andelen ackumulerat mineralkväve i alven i plöjda led minskar med lerhalten och ökar med makroporer i övre delen av alven. Detta tyder i sig på minskad risk för läckage i lerjordar.
- Mängden mineralkväve i profilen var betydligt lägre i november 2004 än 2002 och 2003. Minskningen gällde framförallt nitrat och var störst i de lerigare jordarna med tätare plogsula där ammoniumhalten ofta också var lite högre. Vår slutsats är att nitraten på de lerigaste platserna där endast mycket lite nitrat återfanns i alven den normalblöta hösten 2004 förlorades genom denitrifikation. Med minskande lerhalt återfanns fortfarande en hel del nitrat i alven och större mängder kan antas ha gått förlorat genom läckage.
- Med tanke på de stora mängder mineralkväve som verkar kunna mineraliserar till följd av jordbearbetning och senare också denitrifieras under hösten är det nödvändiga att bättre lära sig kvantifiera och förstå dessa processer för att korrekt kunna modellera kväveläckage från åkermark. Inte minst denitrifikationen och andelen som utgörs av lustgas är viktigt att skatta och reducera likväl som läckaget. Ur ett ekonomiskt

perspektiv är gasformiga förluster lika illa som läckage och ur ett miljöperspektiv risken stor att man byter en negativ miljöeffekt till en annan.

- För att uppnå den nödvändiga kunskapen är det nödvändigt med motsvarande studier som dennadär även det faktiska läckaget och åtminstone lustgasemissionerna kan mätas. Denitrifikationen i form av kvävgas mätt i fält saknar fungerande metodik, men kompletterande inkuberingar på lab och  $^{15}\text{N}$ -teknik kan till viss del avhjälpa detta. Behovet av metodik för bestämning av denitrifikation i fält är emellertid stort.

## Referenser

- Adu J. K., Oades J. M. 1978. Utilization of organic materials in soil aggregates by bacteria and fungi. *Soil Biology & Biochemistry* 10 (2): 117-122.
- Alexandersson, H., Eggertsson Karlström, C. 2001. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler - utgåva 2. Meteorologi no. 99. SMHI, Norrköping. pp. 71.
- Anderson, T.-H., Domsch, K. H. 1986. Carbon link between microbial biomass and soil organic matter. In: M. Gantar (ed.) *Perspectives in Microbial Ecology*. Slovene Society for Microbiology, Ljubljana, pp. 467-471.
- Aronsson, H., Torstensson, G., Lindén, B. 2003. Långliggande utlakningsförsök på lätt jord i Halland och Västergötland. Effekter av flytgödseltillförsel, insådda fånggrödor och olika jordbearbetningstidpunkter på kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen. Resultat från perioden 1998-2002. SLU, Uppsala. Avdelningen för vattenvårdslära. Ekohydrologi 74.
- Barnes, R. J., Dhanoa, M. S., Lister, S. J. 1993. Correction to the description of Standard Normal Variate (SNV) and De-Trend (DT) transformations in *Practical Spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis - 2<sup>nd</sup> edition*. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 1, 185-186.
- Gee, G. W., Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. In: A. Klute (ed.) *Methods of Soil Analysis, part I. Physical and mineralogical methods*. 2<sup>nd</sup> ed. Agronomy series no. 9. Soil Science Society of America, Madison, pp. 383-411.
- Hansen, E. M., Djurhuus, J. 1997. Nitrate leaching as influenced by soil tillage and catch crop. *Soil & Tillage Research* 41, 203-219.
- Hassink, J. 1992. Effects of soil texture and structure on carbon and nitrogen mineralization in grassland soils. *Biology and Fertility of Soils* 14, 126-134.
- Jensen, L. S., McQueen, D. J., Ross, D. J., Tate, K. R. 1996a. Effects of soil compaction on N-mineralization and microbial-C and -N. II. Laboratory simulation. *Soil & Tillage Research* 38, 189-202.
- Jensen, L. S., McQueen, D. J., Shepherd, T. G. 1996b. Effects of soil compaction on N-mineralization and microbial-C and -N. I. Field measurements. *Soil & Tillage Research* 38, 175-188.

- Lindén, B. 1987a. Mineralkväve i markprofilen och kväveminerisering under växtsäsongen. I: Kvävestyrning till stråsäd – dagsläge och framtidsmöjligheter. KSLA, rapport 24, 23-46.
- Lindén, B. 1987b. Kväveminerisering vid olika driftsformer – djurhållningens och stallgödselns inverkan. I: Husdyrgödselns virkningar på jord og avling. NJF-seminarium nr 113, NJF-utredning/rapport nr 39, 78-94.
- Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M., Rydberg, T. 1999. Kväveminerisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västragötaland. inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flytgödseltillförsel och insådd fånggröda. Ekohydrologi 51. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala. 57
- Lindén, B., Wallgren, B. 1993. Nitrogen mineralization after leys plowed in early or late autumn. Swedish Journal of Agricultural Research 23, 77-89.
- Lindén, B., Lerenius, C., Nyberg, A., Delin, S., Ferm, M., Torstensson, G., Hedene, K-A., Gruvaeus, I., Tunared, R. och Roland, J. 2006. Kan växtskyddsåtgärder minska kväveförlusterna vid odling av höstvet? Rapport Nr 5. Avdelningen för precisionsodling, Skara.
- Lloyd J., Taylor J. A. 1994. On the temperature dependence of soil respiration. Functional Ecology 8 (3): 315-323.
- Lundström, C. 2004. Utlakningsförsök på Lanna och Fotegården. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. 23 s.
- Martens, H., Naes, T. 1989. Multivariate calibration. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 419 pp.
- Parton, W. J., Persson, J., Anderson, D. W. 1985. Simulation of organic matter changes in swedish soils. In: M. Flug (ed.) Analysis of ecological systems: State-of-the-art in ecological modeling. pp. 511-516.
- Parton, W. J., Schimel, D. S., Cole, C. V., Ojima, D. S. 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. Soil Science Society of America Journal 51, 1173-1179.
- Persson, J., Otabbong, E. 1994. Fertility of cultivated soils. Soil Fertility and Regulating Factors. SNV, Stockholm, pp. 9-70.
- Savitzky, A., Golay, M. 1964. Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. Analytical chemistry 36, 1627-1639.
- 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. 1998a. Microbial biomass and activities in soil as affected by frozen and cold storage. Soil Biology and Biochemistry 30, 393-402.



- Stenberg, B., Pell, M., Torstensson, L. 1998b. Integrated evaluation of variation in biological, chemical and physical soil properties. *Ambio* 27, 9-15.
- Stenberg, B., Jonsson, A., Börjesson, T. 2002. Near infrared technology for soil analysis with implications for precision agriculture. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 10th International Conference, Kyongju S. Korea*, edited by R. Cho, NIR Publications, Chichester, UK, pp. 279-284.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Linden, B., Rydberg, T., Gustafson, A. 1999a. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil & Tillage Research* 50, 115-125.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Rydberg, T., Lindén, B., Gustafson, A. 1999b. Inverkan av olika bearbetningstidpunkter på kväve mineraliseringen under vinterhalvåret och på kväveutlakningen i odlingsystem med och utan fånggröda. Meddelande från jordbearbetningsavdelningen, nr 29. Avdelningen för jordbearbetning, SLU, Uppsala. 18 pp.
- 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.
- Stenberg, M., Myrbeck, Å., Lindén, B., Rydberg, T. 2005. Inverkan av tidig och sen jordbearbetning under hösten på kväve mineraliseringen under vinterhalvåret och på utlakningsrisken på en lerjord. Rapport Nr 3. Avdelningen för precisionsodling, SLU. Skara. 32 pp.
- Torstensson, G. 2003. Ekologisk odling – Utlakningsrisker och kväveomsättning i ekologiska odlingsystem med resp. utan djurhållning på lerjord i Västra Götaland Resultat från perioden 1997-2002. SLU, Uppsala. Avd för vattenvårdslära. *Ekohydrologi* 73.
- Ulén, B., Aronsson, H., Torstensson, G., Mattsson, L. 2005. Nutrient turnover and risk of waterborne phosphorus emissions in crop rotations on a clay soil in south-west Sweden. *Soil Use Management* 21, 221-230.
- Wetterlind, J., Stenberg B., Jonsson, A. 2005. Predicting variation in plant N-uptake at three different fields using soil organic matter, texture and Near Infrared Reflectance (NIR) spectroscopy. Oral Presentation. In J.V Stafford (ed), *Proceedings of the 5<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture*. Uppsala, Sweden, pp. 337-344.
- Young, I. M., Ritz, K. 2000. Tillage, habitat space and function of soil microbes. *Soil & Tillage Research* 53, 201-213.



## Bilagor

### Bilaga 1.

Markfysikaliska analyser i matjorden (7-12 cm).

Försök	Material- volym vol-%	Por- volym vol-%	Aktuell vattenhalt vol-%	Skrym- densitet g/cm <sup>3</sup>	Ekvivalentpordiameter					Kompakt- densitet g/cm <sup>3</sup>	Vissnings- gräns
					>60 $\mu$	>30 $\mu$	30-60 $\mu$	>2 $\mu$	2-30 $\mu$		
SV1	55,5	44,5	42,2	1,44	4,6	6,5	1,9	14,4	7,9	2,59	16,9
SV2	58,8	41,2	41,6	1,54	0,0	0,9	1,7	8,6	7,9	2,61	16,3
SV3	54,8	45,2	43,9	1,43	0,4	1,4	1,4	9,8	8,4	2,61	22,3
SV4	57,3	42,7	41,7	1,52	0,6	1,8	1,4	8,9	7,0	2,65	19,4
SV5	52,2	47,8	47,7	1,34	0,0	0,1	0,8	7,8	8,1	2,57	26,9
SV6	53,6	46,4	47,0	1,39	0,1	0,6	1,1	8,2	8,5	2,60	22,7
SV7	53,8	46,2	41,3	1,40	4,4	6,0	1,6	13,7	7,8	2,60	19,5
SV8	56,8	43,2	40,0	1,46	2,8	4,4	1,7	12,1	7,7	2,57	14,6
SV9	60,1	39,9	40,1	1,58	0,2	0,7	0,9	7,7	7,6	2,63	20,6
SV10	53,1	46,9	47,0	1,39	0,7	1,7	1,4	12,0	10,3	2,61	22,2
SV11	56,9	43,1	43,6	1,48	0,0	0,3	1,1	8,0	8,1	2,60	24,0
SV12	54,9	45,1	45,0	1,41	1,3	2,8	1,5	11,3	8,4	2,57	11,8
<i>medel</i>	<i>55,7</i>	<i>44,4</i>	<i>43,4</i>	<i>1,45</i>	<i>1,3</i>	<i>2,2</i>	<i>1,4</i>	<i>10,2</i>	<i>8,1</i>	<i>2,60</i>	<i>19,8</i>
VO1	52,2	47,8	44,2	1,36	2,9	4,7	1,8	12,4	7,7	2,60	23,3
VO2	54,9	45,1	43,6	1,43	0,9	2,2	1,9	9,7	7,6	2,60	23,3
VO3	54,6	45,4	43,5	1,43	0,9	1,6	0,9	8,4	6,8	2,61	26,2
VO4	55,3	44,7	42,9	1,44	2,8	4,4	1,6	11,2	6,8	2,60	19,2
VO5	45,9	54,1	52,8	1,11	1,1	2,9	1,9	11,8	9,0	2,43	22,0
VO6	50,1	49,9	47,2	1,25	2,7	4,4	1,7	14,4	10,1	2,50	18,2
VO7	51,7	48,3	38,8	1,34	8,8	10,3	1,6	16,4	6,1	2,60	19,5
VO8	57,2	42,8	41,6	1,50	1,1	2,1	1,1	8,6	6,6	2,63	21,6
VO9	58,4	41,6	40,2	1,52	1,1	2,5	1,4	9,7	7,2	2,61	16,6
VO10	51,6	48,4	49,8	1,32	0,0	0,1	1,2	6,6	7,9	2,56	27,1
VO11	55,2	44,8	44,3	1,44	0,3	1,5	2,0	9,5	8,2	2,60	20,8
VO12	55,0	45,0	41,3	1,45	2,4	3,9	1,6	11,5	7,6	2,64	19,0
<i>medel</i>	<i>53,5</i>	<i>46,5</i>	<i>44,2</i>	<i>1,38</i>	<i>2,1</i>	<i>3,4</i>	<i>1,5</i>	<i>10,8</i>	<i>7,6</i>	<i>2,58</i>	<i>21,4</i>
<b>MEDEL TOT</b>	<b>54,6</b>	<b>45,4</b>	<b>43,8</b>	<b>1,42</b>	<b>1,7</b>	<b>2,8</b>	<b>1,4</b>	<b>10,5</b>	<b>7,9</b>	<b>2,59</b>	<b>20,6</b>
MSS	3,17	3,17	2,81	0,08	2,67	3,17	0,69	4,01	1,49	*	*

\* Inga upprepningar

## Bilaga 2

Markfysikaliska analyser i plogsulan.

Försök	Djup cm	Material- volym vol-%	Por- volym vol-%	Aktuell vattenhalt vol-%	Skrym- densitet g/cm <sup>3</sup>	Ekvivalentpordiameter		
						>60 $\mu$	>30 $\mu$	30-60 $\mu$
SV1	23-28	57,4	42,6	38,0	1,54	4,3	5,5	1,2
SV2	23-28	57,9	42,1	36,4	1,58	3,4	4,8	1,4
SV3	22-27	56,6	43,4	40,2	1,54	0,9	1,7	0,9
SV4	23-28	56,0	44,0	38,6	1,52	4,0	5,4	1,4
SV5	23-28	48,8	51,2	48,1	1,32	2,0	3,1	1,1
SV6	25-30	52,8	47,2	43,8	1,44	2,3	3,3	1,0
SV7	21-26	54,5	45,5	41,0	1,46	3,8	5,0	1,2
SV8	23-28	56,6	43,4	37,7	1,52	4,4	5,8	1,4
SV9	23-28	58,2	41,8	40,1	1,58	1,1	1,8	1,1
SV10	24-29	54,4	45,6	45,2	1,48	0,2	0,3	1,1
SV11	25-30	56,1	43,9	39,9	1,52	1,6	2,5	0,9
SV12	23-28	53,8	46,2	43,9	1,44	2,7	4,4	1,7
<i>medel</i>		55,3	44,7	41,1	1,50	2,5	3,6	1,2
VO1	23-28	54,6	45,4	40,9	1,49	2,4	3,4	1,0
VO2	30-35	52,3	47,7	45,3	1,42	1,7	3,7	2,1
VO3	22-27	53,9	46,1	42,9	1,46	1,5	2,3	0,8
VO4	22-27	56,8	43,2	40,3	1,54	2,2	3,5	1,3
VO5	23-28	42,7	57,3	50,9	1,16	5,8	7,0	1,2
VO6	27-32	59,6	40,4	38,0	1,61	0,6	1,6	1,0
VO7	23-28	55,4	44,6	38,3	1,49	4,6	5,7	1,1
VO8	23-28	55,5	44,5	40,2	1,50	3,1	3,9	0,8
VO9	22-27	56,4	43,6	39,0	1,53	4,2	5,5	1,3
VO10	25-30	50,2	49,8	46,6	1,36	0,9	1,7	1,1
VO11	23-28	54,1	45,9	41,6	1,46	1,9	3,7	1,8
VO12	21-26	55,2	44,8	39,3	1,48	3,3	4,7	1,4
<i>medel</i>		53,9	46,1	41,9	1,46	2,7	3,9	1,2
<b>MEDEL TOT</b>		<b>54,6</b>	<b>45,4</b>	<b>41,5</b>	<b>1,48</b>	<b>2,6</b>	<b>3,7</b>	<b>1,2</b>
MSS		2,83	2,83	2,67	0,08	2,71	3,02	0,57

## Bilaga 3

## Markfysikaliska analyser i alven

Försök	Djup	Material-	Por-	Aktuell	Skrym-	Ekvivalentpordiameter			Kompakt-	Vissnings-
		volym	volym	vattenhalt	densitet	>60 $\mu$	>30 $\mu$	30-60 $\mu$	densitet	gräns
		vol-%	vol-%	vol-%	g/cm <sup>3</sup>				g/cm <sup>3</sup>	
SV1	50-55	61,8	38,2	34,9	1,66	3,4	4,2	0,8	2,69	21,8
SV2	55-60	55,0	45,0	41,8	1,50	1,9	2,9	1,0	2,73	27,4
SV3	50-55	55,8	44,2	40,8	1,52	2,0	3,2	1,2	2,72	29,8
SV4	50-55	54,7	45,3	41,6	1,48	2,6	3,9	1,3	2,71	28,2
SV5	55-60	52,8	47,2	45,3	1,43	0,4	1,0	0,9	2,71	31,1
SV6	55-60	55,7	44,3	43,0	1,52	1,3	2,2	0,9	2,72	30,3
SV7	55-60	59,5	40,5	36,9	1,60	2,2	3,2	1,0	2,68	28,2
SV8	50-55	66,0	34,0	32,0	1,77	0,9	1,7	1,1	2,69	23,8
SV9	50-55	60,4	39,6	38,2	1,64	0,5	1,4	1,2	2,72	30,1
SV10	52-57	55,8	44,2	43,1	1,51	0,0	0,3	1,3	2,71	33,0
SV11	55-60	52,6	47,4	47,3	1,43	0,0	0,0	0,9	2,71	31,4
SV12	55-60	63,2	36,8	36,5	1,69	0,0	0,4	0,9	2,67	11,4
<i>medel</i>		<i>57,8</i>	<i>42,2</i>	<i>40,1</i>	<i>1,56</i>	<i>1,3</i>	<i>2,0</i>	<i>1,0</i>	<i>2,71</i>	<i>27,2</i>
VO1	55-60	53,9	46,1	43,7	1,47	1,4	2,3	1,0	2,72	29,1
VO2	55-60	56,0	44,0	42,2	1,52	0,5	1,8	1,3	2,72	28,4
VO3	51-56	53,2	46,8	46,1	1,44	0,2	0,6	1,4	2,70	31,3
VO4	52-57	55,8	44,2	43,7	1,51	0,2	0,5	0,9	2,71	29,2
VO5	55-60	49,8	50,2	50,1	1,35	0,3	0,7	1,2	2,71	28,2
VO6	55-60	50,9	49,1	47,6	1,37	0,8	1,4	0,8	2,70	31,6
VO7	55-60	58,0	42,0	38,6	1,55	1,9	2,7	0,9	2,68	29,7
VO8	55-60	56,7	43,3	40,8	1,53	1,4	2,0	0,6	2,70	27,8
VO9	55-60	58,6	41,4	38,5	1,59	2,3	3,4	1,1	2,71	23,2
VO10	50-55	53,5	46,5	44,5	1,46	0,2	0,5	1,0	2,72	34,6
VO11	50-55	53,4	46,6	44,9	1,44	0,0	0,5	1,3	2,69	27,1
VO12	55-60	56,6	43,4	35,7	1,52	7,1	8,7	1,6	2,68	18,5
<i>medel</i>		<i>54,7</i>	<i>45,3</i>	<i>43,0</i>	<i>1,48</i>	<i>1,4</i>	<i>2,1</i>	<i>1,1</i>	<i>2,70</i>	<i>28,2</i>
<b>MEDEL TOT</b>		<b>56,2</b>	<b>43,8</b>	<b>41,6</b>	<b>1,52</b>	<b>1,3</b>	<b>2,1</b>	<b>1,1</b>	<b>2,70</b>	<b>27,7</b>
MSS**		2,23	2,23	2,00	0,06	1,92	2,29	0,40	*	*

\* Inga upprepningar

\*\* SV8 och VO9 är inte med i statistikberäkningen p g a för få upprepningar

**Bilaga 4.**

Förklaringar och enheter till förkortningar av variabelnamn. Ytterligare namn med andra år, djup etc., men i övrigt lika sådana i tabellen förekommer.

Beteckning	Enhet	Förklaring	Beteckning	Enhet	Förklaring
Am A 02	Kg/ha	Ammonium 0-90 cm i led A nov 2002	totN	%	Totalkväve i matjorden
Ni A 02	Kg/ha	Nitrat 0-90 cm i led A nov 2002	C/N	-	Kol:Kväve
Tot A 02	Kg/ha	Mineralkväve 0-90 cm i led A nov 2002	PotNmin	mg N g <sup>-1</sup>	Potentiell kvävemineralisering från anaerob inkubering under 7 dagar
0-30 02	Kg/ha	Mineralkväve 0-30 cm nov 2002	Mull30(C)	%	Mullhalt 0-30 cm
30-90 02	Kg/ha	Mineralkväve 30-90 cm nov 2002	Ler60	%	Ler 30-60 cm
60-90 02	Kg/ha	Mineralkväve 60-90 cm nov 2002	Mull60	%	Mull 30-60 cm
A-B 02	Kg/ha	Ökad mineralkväve mellan sept och nov i led A jämfört med B 0-90 cm 2002	Ler90	%	Ler 60-90 cm
A-B 0-30 02	Kg/ha	Ökad mineralkväve mellan sept och nov i led A jämfört med B 0-30 cm 2002	Mull90	%	Mull 60-90 cm
A-B 30-90 02	Kg/ha	Ökad mineralkväve mellan sept och nov i led A jämfört med B 30-90 cm 2002	Mpvol	%	Porvolym i matjorden
A-B 60-90 02	Kg/ha	Ökad mineralkväve mellan sept och nov i led A jämfört med B 60-90 cm 2002	MBd	g/cm <sup>3</sup>	Skrymmdensitet i matjorden
Andel Am A 04	%	Andel ammonium av mineralkväve i led A 0-90 cm nov 2004	M>30	%	Porer >30µ i matjorden
Andel Am B 04	%	Andel ammonium av mineralkväve i led B 0-90 cm nov 2004	M>2	%	Porer >2µ i matjorden
Andel Am A 30 04	%	Andel ammonium av mineralkväve i led A 0-30 cm nov 2004	M2-30	%	Porer 2-30µ i matjorden
Andel Am A 60 04	%	Andel ammonium av mineralkväve i led A 30-60 cm nov 2004	Mkd	g/cm <sup>3</sup>	Kompaktdensitet i matjorden
Andel Am A 90 04	%	Andel ammonium av mineralkväve i led A 60-90 cm nov 2004	Mvg	%	Vissningsgräns i matjorden
Andel i alv 02	%	Andel av profilens mineralkväve i alven i led A nov 2002	Ppvol	%	Porvolym i plogsulan
Ler	%	Ler i matjorden	PBd	g/cm <sup>3</sup>	Skrymmdensitet i plogsulan
Finmjäla	%	Finmjäla i matjorden	P>30	%	Porer >30µ i plogsulan
Grovmjäla	%	Grovmjäla i matjorden	Apvol	%	Porvolym i alven
Finmo	%	Finmo i matjorden	ABd	g/cm <sup>3</sup>	Skrymmdensitet i alven
Grovmo	%	Grovmo i matjorden	A>30	%	Porer >30µ i alven
Mellansand	%	Mellansand i matjorden			
Grovsand	%	Grovsand i matjorden			

**Bilaga 5.**

Beskrivande statistik för samtliga redovisade parametrar. Mineralkvävedata i november.  
Förklaringar i bilaga 4.

	Enhet	Samtliga 24 platser					VO 5 och VO 6 uteslutna				
		Min	Max	Median	Medel	Stdv	Min	Max	Median	Medel	Stdv
Am A 02	Kg/ha	6,53	14,41	10,37	10,34	2,36	6,53	14,41	10,31	10,18	2,39
Ni A 02	Kg/ha	10,07	124,42	42,63	49,41	26,83	10,07	124,42	39,68	45,91	24,70
Tot A 02	Kg/ha	20,45	138,59	52,96	59,75	27,78	20,45	138,59	49,79	56,08	25,59
Am A 03	Kg/ha	5,58	16,63	9,11	9,53	2,38	5,58	16,63	9,11	9,56	2,47
Ni A 03	Kg/ha	20,67	111,00	42,72	47,13	23,04	20,67	111,00	41,62	44,89	21,82
Tot A 03	Kg/ha	28,95	121,69	53,60	56,66	23,55	28,95	121,69	52,22	54,45	22,35
Am A 04	Kg/ha	4,03	22,08	9,44	10,63	4,51	4,03	17,99	9,04	9,66	3,24
Ni A 04	Kg/ha	2,05	44,73	14,42	16,68	12,79	2,05	44,73	14,42	16,97	13,07
Tot A 04	Kg/ha	8,83	50,86	25,37	27,31	13,04	8,83	50,86	25,35	26,63	13,20
0-30 02	Kg/ha	13,65	89,70	36,62	42,48	20,19	13,65	79,68	33,97	39,36	17,57
30-90 02	Kg/ha	6,27	58,91	13,24	17,27	11,75	6,27	58,91	12,77	16,72	12,12
60-90 02	Kg/ha	1,78	15,32	3,90	5,10	3,18	1,78	15,32	3,67	4,87	3,22
A-B 02	Kg/ha	-30,43	67,10	20,40	22,18	16,68	-30,43	43,46	19,85	19,38	13,69
A-B 0-30 02	Kg/ha	-28,50	52,23	19,61	19,10	14,36	-28,50	40,96	17,90	17,10	12,79
A-B 30-90 02	Kg/ha	-6,81	14,87	2,29	3,08	5,42	-6,81	11,64	1,90	2,28	4,83
A-B 60-90 02	Kg/ha	-1,66	4,52	0,25	0,80	1,63	-1,66	2,93	0,22	0,51	1,35
0-30 03	Kg/ha	6,46	75,47	39,31	39,52	16,79	6,46	75,47	37,54	37,95	16,23
30-90 03	Kg/ha	5,50	60,78	13,25	17,14	12,47	5,50	60,78	12,49	16,50	12,49
60-90 03	Kg/ha	1,95	21,55	3,86	5,70	4,64	1,95	21,55	3,81	5,34	4,44
A-B 03	Kg/ha	-7,68	57,31	17,16	18,43	14,33	-7,68	40,09	14,26	16,66	12,24
A-B 0-30 03	Kg/ha	-4,13	46,87	17,08	17,28	12,69	-4,13	43,93	16,85	15,94	11,53
A-B 30-90 03	Kg/ha	-20,55	15,00	2,25	1,15	7,77	-20,55	15,00	2,20	0,72	7,87
A-B 60-90 03	Kg/ha	-4,63	4,79	0,75	0,92	2,22	-4,63	4,79	0,75	0,78	2,20
0-30 04	Kg/ha	0,82	38,19	13,17	15,22	9,18	0,82	38,19	11,89	14,43	9,08
30-90 04	Kg/ha	2,04	33,88	10,55	12,09	8,18	2,04	33,88	10,55	12,20	8,49
60-90 04	Kg/ha	0,79	15,00	3,33	4,49	3,19	0,79	15,00	3,07	4,36	3,23
A-B 04	Kg/ha	-6,19	34,73	2,78	4,78	9,01	-2,91	34,73	3,49	5,46	9,05
A-B 0-30 04	Kg/ha	-15,45	21,18	0,52	1,69	7,72	-15,45	21,18	0,81	2,22	7,77
A-B 30-90 04	Kg/ha	-2,69	20,10	1,55	3,09	4,97	-2,69	20,10	1,55	3,24	5,18
A-B 60-90 04	Kg/ha	-2,51	4,67	0,63	0,63	1,76	-2,51	4,67	0,68	0,71	1,80
Andel Am A 04	%	11,20	86,93	45,08	45,56	21,69	11,20	86,93	43,06	43,78	21,14
Andel Am B 04	%	20,86	96,05	60,86	59,74	22,09	20,86	88,81	59,91	57,58	21,47
Andel Am A 30 04	%	14,40	84,92	47,72	49,55	18,34	14,40	84,92	47,72	48,55	17,76
Andel Am A 60 04	%	4,21	91,10	32,30	39,13	28,20	4,21	91,10	30,60	36,32	27,03
Andel Am A 90 04	%	8,27	90,71	48,26	45,85	27,86	8,27	90,71	39,20	42,97	27,29

	Enhet	Samtliga 24 platser					VO 5 och VO 6 uteslutna				
		Min	Max	Median	Medel	Stdv	Min	Max	Median	Medel	Stdv
Andel Am B 30 04	%	31,73	97,09	65,58	66,09	18,15	31,73	92,37	64,90	64,39	17,61
Andel Am B 60 04	%	5,21	95,16	44,17	48,85	29,10	5,21	92,32	42,99	47,00	28,64
Andel Am B 90 04	%	8,39	90,34	59,83	53,24	25,88	8,39	90,34	58,31	50,39	25,12
Andel i alv 02	%	18,44	47,37	25,00	27,94	7,81	18,44	47,37	25,24	28,34	8,04
Andel i alv 03	%	16,44	49,94	26,97	28,00	7,85	16,44	49,94	26,97	27,93	8,11
Andel i alv 04	%	20,45	66,62	39,90	40,75	10,73	20,45	66,62	41,96	41,68	10,71
Ler	%	18,70	53,40	36,45	37,36	8,64	18,70	53,40	37,40	37,66	8,95
Finmjäla	%	7,80	15,70	13,40	12,62	2,41	7,80	15,70	13,85	12,96	2,20
Grovmjäla	%	6,60	22,90	13,50	13,69	3,53	6,60	22,90	14,00	13,89	3,61
Finmo	%	6,00	34,90	14,75	16,20	6,19	6,00	34,90	14,55	15,50	5,85
Grovmo	%	2,00	26,30	5,95	7,53	5,72	2,00	26,30	5,55	7,40	5,97
Mellansand	%	0,40	13,00	3,90	4,53	3,45	0,90	13,00	4,05	4,89	3,38
Grovsand	%	0,10	6,80	1,05	1,58	1,46	0,30	6,80	1,20	1,70	1,46
totN	%	0,16	0,44	0,19	0,21	0,06	0,16	0,27	0,19	0,20	0,03
C/N	-	7,42	15,06	11,05	11,04	2,03	7,42	15,06	10,88	10,75	1,86
PotNmin	mg N g <sup>-1</sup>	0,02	0,09	0,03	0,04	0,02	0,02	0,05	0,03	0,03	0,01
Mull30(C)	%	2,81	11,52	3,69	4,18	1,87	2,81	5,14	3,59	3,68	0,60
Ler60	%	18,70	64,70	47,55	45,25	12,37	18,70	64,70	47,25	44,47	12,63
Mull60	%	0,60	2,60	1,50	1,53	0,43	0,60	2,60	1,50	1,50	0,42
Ler90	%	17,70	62,40	45,55	44,37	10,08	17,70	62,40	44,30	43,30	9,82
Mull90	%	0,10	2,50	0,80	0,84	0,55	0,10	2,50	0,80	0,84	0,58
Mpvol	%	39,90	54,10	45,10	45,42	3,07	39,90	48,40	45,05	44,82	2,33
MBd	g/cm <sup>3</sup>	1,11	1,58	1,43	1,42	0,10	1,32	1,58	1,43	1,44	0,07
M>30	%	0,05	10,32	2,12	2,81	2,42	0,05	10,32	1,94	2,73	2,51
M>2	%	6,60	16,40	9,74	10,52	2,52	6,60	16,40	9,72	10,28	2,47
M2-30	%	6,08	10,28	7,82	7,87	0,97	6,08	10,28	7,73	7,73	0,85
Mkd	g/cm <sup>3</sup>	2,43	2,65	2,60	2,59	0,05	2,56	2,65	2,60	2,60	0,02
Mvg	%	11,82	27,05	20,70	20,58	3,76	11,82	27,05	20,70	20,62	3,89
Ppvol	%	40,40	57,30	44,70	45,42	3,51	41,80	51,20	44,70	45,11	2,34
Pavh	%	36,40	50,90	40,25	41,51	3,63	36,40	48,10	40,25	41,24	3,10
PBd	g/cm <sup>3</sup>	1,16	1,61	1,49	1,48	0,09	1,32	1,58	1,49	1,49	0,06
P>30	%	0,32	6,95	3,69	3,75	1,68	0,32	5,82	3,69	3,70	1,54
Apvol	%	34,00	50,20	44,20	43,76	3,85	34,00	47,40	44,20	43,23	3,56
ABd	g/cm <sup>3</sup>	1,35	1,77	1,52	1,52	0,10	1,43	1,77	1,52	1,54	0,09
A>30	%	0,00	8,67	1,75	2,06	1,88	0,00	8,67	1,91	2,15	1,93
Akd	g/cm <sup>3</sup>	2,67	2,73	2,71	2,70	0,02	2,67	2,73	2,71	2,70	0,02
Avg	%	11,42	34,61	28,70	27,70	5,01	11,42	34,61	28,70	27,50	5,17



## Bilaga 6.

Korrelation (r) mellan mineralkväveparametrar i november och till markparametrar för alla platser (N=24). För förklaring se bilaga 4.

	Am A 02	Ni A 02	Tot A 02	Am A 03	Ni A 03	Tot A 03	Am A 04	Ni A 04	Tot A 04	0-30 02	30-90 02	60-90 02	A-B 02	A-B 0- 30 02
Am A 02	1,00													
Ni A 02	0,37	1,00												
Tot A 02	0,44	1,00	1,00											
Am A 03	0,65	0,02	0,07	1,00										
Ni A 03	0,45	0,71	0,72	0,16	1,00									
Tot A 03	0,51	0,70	0,72	0,26	1,00	1,00								
Am A 04	0,51	0,40	0,43	0,28	0,31	0,33	1,00							
Ni A 04	0,32	0,55	0,56	0,30	0,57	0,59	-0,12	1,00						
Tot A 04	0,49	0,68	0,70	0,39	0,67	0,70	0,23	0,94	1,00					
0-30 02	0,31	0,93	0,93	-0,09	0,60	0,58	0,45	0,46	0,60	1,00				
30-90 02	0,50	0,75	0,77	0,32	0,68	0,70	0,23	0,54	0,61	0,48	1,00			
60-90 02	0,45	0,69	0,70	0,28	0,64	0,66	0,30	0,46	0,56	0,42	0,94	1,00		
A-B 02	0,35	0,68	0,68	0,17	0,43	0,44	0,50	0,22	0,39	0,72	0,37	0,34	1,00	
A-B 0-30 02	0,35	0,56	0,57	0,17	0,33	0,34	0,47	0,15	0,31	0,66	0,21	0,18	0,95	1,00
A-B 30-90 02	0,17	0,59	0,58	0,09	0,45	0,45	0,29	0,28	0,38	0,47	0,57	0,58	0,56	0,27
A-B 60-90 02	0,25	0,53	0,53	0,10	0,52	0,52	0,52	0,19	0,37	0,43	0,52	0,69	0,42	0,20
0-30 03	0,41	0,50	0,52	0,24	0,86	0,86	0,38	0,36	0,49	0,52	0,33	0,29	0,45	0,43
30-90 03	0,40	0,64	0,66	0,18	0,73	0,73	0,11	0,63	0,66	0,40	0,87	0,85	0,22	0,07
60-90 03	0,41	0,65	0,66	0,15	0,67	0,67	0,20	0,63	0,68	0,46	0,78	0,80	0,22	0,10
A-B 03	0,18	0,08	0,09	0,22	0,33	0,34	0,19	0,04	0,11	0,00	0,21	0,17	0,30	0,15
A-B 0-30 03	0,16	-0,01	0,00	0,28	0,13	0,16	0,15	0,05	0,10	-0,10	0,17	0,19	0,22	0,08
A-B 30-90 03	0,06	0,17	0,17	-0,07	0,39	0,37	0,11	0,00	0,03	0,16	0,11	0,01	0,20	0,14
A-B 60-90 03	0,15	0,41	0,41	-0,10	0,52	0,50	0,00	0,45	0,44	0,39	0,28	0,19	0,23	0,11
0-30 04	0,35	0,39	0,41	0,43	0,44	0,47	0,36	0,67	0,78	0,45	0,19	0,18	0,45	0,42
30-90 04	0,39	0,65	0,66	0,14	0,58	0,58	-0,04	0,74	0,72	0,46	0,76	0,68	0,11	0,02
60-90 04	0,45	0,70	0,72	0,25	0,70	0,71	0,12	0,67	0,69	0,47	0,90	0,85	0,19	0,03
A-B 04	0,22	0,14	0,15	0,44	0,04	0,08	-0,16	0,70	0,64	0,16	0,09	0,06	0,14	0,13
A-B 0-30 04	0,24	0,00	0,02	0,61	0,00	0,06	-0,11	0,56	0,51	-0,06	0,14	0,10	0,13	0,08
A-B 30-90 04	0,02	0,25	0,25	-0,16	0,07	0,05	-0,12	0,40	0,36	0,37	-0,06	-0,05	0,05	0,12
A-B 60-90 04	-0,11	0,40	0,38	-0,10	0,12	0,11	-0,16	0,50	0,44	0,44	0,13	0,10	0,06	0,04
Andel Am A 04	-0,08	-0,23	-0,23	-0,18	-0,41	-0,42	0,47	-0,85	-0,67	-0,15	-0,29	-0,21	-0,06	-0,07

	Am A 02	Ni A 02	Tot A 02	Am A 03	Ni A 03	Tot A 03	Am A 04	Ni A 04	Tot A 04	0-30 02	30-90 02	60-90 02	A-B 02	A-B 0- 30 02
Andel Am B 04	0,09	-0,23	-0,22	-0,04	-0,37	-0,37	0,53	-0,67	-0,47	-0,12	-0,31	-0,14	0,07	0,07
Andel Am A 30 04	-0,15	-0,21	-0,22	-0,31	-0,40	-0,43	0,38	-0,86	-0,71	-0,16	-0,25	-0,18	-0,12	-0,12
Andel Am A 60 04	-0,02	-0,14	-0,14	-0,15	-0,32	-0,33	0,51	-0,73	-0,53	-0,04	-0,26	-0,18	0,02	0,00
Andel Am A 90 04	0,04	-0,18	-0,17	0,04	-0,32	-0,31	0,57	-0,69	-0,48	-0,11	-0,22	-0,13	0,03	0,01
Andel Am B 30 04	-0,01	-0,21	-0,21	-0,15	-0,35	-0,36	0,52	-0,68	-0,49	-0,07	-0,36	-0,19	0,05	0,06
Andel Am B 60 04	0,08	-0,22	-0,20	-0,05	-0,39	-0,39	0,43	-0,67	-0,51	-0,13	-0,26	-0,11	0,05	0,05
Andel Am B 90 04	0,24	-0,19	-0,16	0,17	-0,26	-0,24	0,57	-0,47	-0,27	-0,12	-0,17	0,01	0,15	0,12
Andel i alv 02	-0,08	0,30	0,28	-0,24	0,48	0,44	-0,11	0,33	0,29	0,16	0,38	0,38	-0,18	-0,21
Andel i alv 03	0,27	0,55	0,56	-0,04	0,74	0,72	0,07	0,47	0,48	0,43	0,58	0,54	0,10	0,06
Andel i alv 04	0,22	0,44	0,45	0,24	0,56	0,57	-0,12	0,77	0,72	0,32	0,52	0,44	-0,02	-0,02
Ler	-0,08	-0,41	-0,40	0,16	-0,46	-0,43	-0,06	-0,46	-0,47	-0,40	-0,25	-0,21	-0,34	-0,37
Finmjöla	-0,08	-0,43	-0,42	0,18	-0,33	-0,31	-0,38	-0,24	-0,36	-0,40	-0,31	-0,47	-0,34	-0,29
Grovmjöla	-0,17	0,12	0,10	-0,24	0,11	0,08	-0,38	0,11	-0,02	0,19	-0,09	-0,22	0,15	0,20
Finmo	0,02	0,50	0,48	-0,28	0,36	0,32	0,18	0,27	0,32	0,55	0,20	0,21	0,48	0,48
Grovmo	0,07	0,23	0,23	0,02	0,27	0,27	0,17	0,33	0,39	0,13	0,32	0,43	0,08	0,07
Mellansand	0,09	-0,12	-0,11	0,14	0,06	0,08	-0,14	0,24	0,18	-0,19	0,07	0,02	-0,17	-0,13
Grovsand	0,23	-0,18	-0,16	0,19	-0,05	-0,03	-0,09	0,12	0,08	-0,16	-0,10	-0,26	-0,04	0,07
totN	0,23	0,29	0,30	0,06	0,33	0,33	0,69	-0,12	0,12	0,32	0,14	0,24	0,29	0,16
C/N	0,18	0,05	0,06	0,00	0,02	0,02	0,26	0,04	0,13	0,17	-0,15	-0,07	0,20	0,25
PotNmin	0,25	0,31	0,32	0,02	0,37	0,37	0,72	-0,05	0,20	0,46	-0,01	0,07	0,42	0,34
Mull30(C)	0,28	0,27	0,28	0,04	0,31	0,31	0,68	-0,05	0,19	0,35	0,06	0,16	0,35	0,27
Ler60	0,06	-0,42	-0,40	0,09	-0,53	-0,51	0,26	-0,68	-0,58	-0,30	-0,43	-0,36	-0,11	-0,11
Mull60	0,10	-0,20	-0,19	0,22	0,03	0,05	0,18	0,06	0,12	-0,21	-0,08	-0,02	-0,11	-0,17
Ler90	0,07	-0,32	-0,30	0,06	-0,38	-0,36	0,32	-0,60	-0,48	-0,21	-0,35	-0,28	-0,06	-0,11
Mull90	0,45	0,32	0,35	0,39	0,14	0,18	0,23	0,17	0,25	0,13	0,59	0,66	0,14	0,15
Mpvol	0,14	0,32	0,32	-0,03	0,27	0,26	0,45	0,00	0,16	0,42	0,03	0,10	0,26	0,13
MBd	-0,14	-0,33	-0,33	0,08	-0,29	-0,28	-0,52	0,02	-0,16	-0,45	-0,02	-0,09	-0,28	-0,16
M>30	0,04	0,44	0,43	-0,02	0,28	0,27	-0,22	0,62	0,54	0,41	0,31	0,23	0,24	0,13
M>2	0,07	0,55	0,54	-0,07	0,36	0,35	-0,05	0,56	0,53	0,54	0,35	0,34	0,43	0,30
M2-30	0,15	0,24	0,24	-0,04	0,16	0,15	0,54	-0,19	0,00	0,28	0,08	0,27	0,38	0,34
Mkd	-0,10	-0,30	-0,30	0,23	-0,31	-0,28	-0,66	0,10	-0,13	-0,44	0,05	-0,05	-0,30	-0,23
Mvg	-0,02	-0,37	-0,36	0,16	-0,40	-0,38	0,06	-0,48	-0,45	-0,36	-0,21	-0,16	-0,28	-0,32
Ppvol	0,02	-0,02	-0,02	-0,07	0,17	0,16	0,26	-0,04	0,05	0,08	-0,19	-0,15	-0,11	-0,12
Pavh	-0,12	-0,16	-0,17	-0,09	-0,03	-0,04	0,29	-0,26	-0,15	-0,06	-0,29	-0,17	-0,15	-0,14

	Am A 02	Ni A 02	Tot A 02	Am A 03	Ni A 03	Tot A 03	Am A 04	Ni A 04	Tot A 04	0-30 02	30-90 02	60-90 02	A-B 02	A-B 0- 30 02
PBd	-0,01	-0,03	-0,03	0,10	-0,21	-0,19	-0,25	-0,01	-0,10	-0,13	0,16	0,12	0,11	0,12
P>30	0,10	0,36	0,36	-0,10	0,52	0,50	-0,12	0,66	0,61	0,39	0,17	0,02	0,17	0,18
Apvol	0,21	-0,08	-0,06	0,10	-0,12	-0,11	0,38	-0,46	-0,32	-0,02	-0,12	-0,12	0,21	0,14
ABd	-0,21	0,03	0,01	-0,08	0,09	0,08	-0,38	0,43	0,29	-0,04	0,10	0,10	-0,25	-0,16
A>30	0,25	0,58	0,58	0,23	0,53	0,55	-0,18	0,64	0,56	0,35	0,78	0,61	0,19	0,09
Akd	0,06	-0,51	-0,49	0,24	-0,40	-0,37	0,23	-0,61	-0,51	-0,51	-0,27	-0,28	-0,14	-0,08
Avg	0,16	-0,39	-0,36	0,31	-0,54	-0,50	0,23	-0,48	-0,39	-0,31	-0,31	-0,26	-0,10	-0,10

	A-B 30- 90 02	A-B 60- 90 02	0-30 03	30-90 03	60-90 03	A-B 03	A-B 0- 30 03	A-B 30- 90 03	A-B 60- 90 03	0-30 04	30-90 04	60-90 04	A-B 04	A-B 0- 30 04
A-B 30-90 02	1,00													
A-B 60-90 02	0,77	1,00												
0-30 03	0,26	0,34	1,00											
30-90 03	0,50	0,53	0,28	1,00										
60-90 03	0,42	0,51	0,24	0,94	1,00									
A-B 03	0,55	0,29	0,29	0,25	0,19	1,00								
A-B 0-30 03	0,47	0,35	0,03	0,26	0,23	0,84	1,00							
A-B 30-90 03	0,23	-0,04	0,50	0,03	-0,03	0,47	-0,08	1,00						
A-B 60-90 03	0,41	0,12	0,43	0,36	0,40	0,41	0,00	0,76	1,00					
0-30 04	0,29	0,29	0,47	0,26	0,33	0,13	0,08	0,11	0,37	1,00				
30-90 04	0,27	0,25	0,25	0,76	0,72	0,03	0,07	-0,06	0,28	0,13	1,00			
60-90 04	0,52	0,51	0,32	0,90	0,86	0,23	0,26	0,01	0,33	0,18	0,90	1,00		
A-B 04	0,09	0,02	-0,02	0,17	0,23	-0,09	0,14	-0,39	0,05	0,59	0,36	0,23	1,00	
A-B 0-30 04	0,20	0,06	-0,08	0,23	0,23	0,10	0,29	-0,29	0,03	0,63	0,11	0,16	0,83	1,00
A-B 30-90 04	-0,15	-0,06	0,10	-0,04	0,06	-0,32	-0,20	-0,25	0,04	0,08	0,48	0,17	0,52	-0,04
A-B 60-90 04	0,09	0,02	0,06	0,12	0,21	-0,32	-0,34	-0,03	0,32	0,19	0,48	0,29	0,52	0,11
Andel Am A 04	-0,02	0,11	-0,27	-0,43	-0,35	-0,04	-0,04	-0,02	-0,31	-0,49	-0,52	-0,39	-0,59	-0,49
Andel Am B 04	0,06	0,28	-0,25	-0,35	-0,27	0,05	0,15	-0,16	-0,33	-0,28	-0,44	-0,32	-0,27	-0,24
Andel Am A 30 04	-0,07	0,04	-0,29	-0,41	-0,38	-0,13	-0,15	0,02	-0,31	-0,57	-0,49	-0,39	-0,69	-0,60
Andel Am A 60 04	0,05	0,16	-0,19	-0,36	-0,26	-0,04	-0,05	0,01	-0,20	-0,36	-0,45	-0,31	-0,51	-0,43
Andel Am A 90 04	0,07	0,22	-0,19	-0,33	-0,22	0,08	0,17	-0,11	-0,33	-0,33	-0,40	-0,24	-0,37	-0,29
Andel Am B 30 04	0,00	0,24	-0,19	-0,42	-0,35	-0,02	0,04	-0,10	-0,32	-0,28	-0,46	-0,38	-0,33	-0,36
Andel Am B 60 04	0,03	0,20	-0,28	-0,35	-0,25	-0,02	0,06	-0,15	-0,29	-0,36	-0,40	-0,30	-0,30	-0,27
Andel Am B 90 04	0,15	0,39	-0,21	-0,17	-0,07	0,14	0,31	-0,24	-0,30	-0,08	-0,34	-0,17	-0,06	0,01

	A-B 30- 90 02	A-B 60- 90 02	0-30 03	30-90 03	60-90 03	A-B 03	A-B 0- 30 03	A-B 30- 90 03	A-B 60- 90 03	0-30 04	30-90 04	60-90 04	A-B 04	A-B 0- 30 04
Andel i alv 02	0,00	0,06	0,36	0,35	0,30	-0,10	-0,35	0,39	0,40	0,12	0,33	0,31	-0,22	-0,25
Andel i alv 03	0,16	0,26	0,56	0,60	0,57	-0,14	-0,38	0,36	0,48	0,22	0,52	0,55	-0,10	-0,18
Andel i alv 04	-0,02	0,04	0,40	0,54	0,46	-0,24	-0,27	0,01	0,19	0,45	0,64	0,56	0,37	0,30
Ler	-0,07	-0,02	-0,41	-0,26	-0,21	-0,06	0,02	-0,13	-0,22	-0,38	-0,32	-0,20	-0,09	0,08
Finmjöla	-0,28	-0,49	-0,20	-0,32	-0,37	-0,09	-0,11	0,01	-0,13	-0,25	-0,31	-0,31	0,04	0,25
Grovmjöla	-0,08	-0,34	0,14	-0,03	-0,03	-0,09	-0,17	0,12	0,18	0,09	-0,14	-0,13	-0,06	0,06
Finmo	0,22	0,23	0,27	0,24	0,28	-0,09	-0,05	-0,09	0,08	0,39	0,08	0,12	-0,04	-0,07
Grovmo	0,07	0,26	0,17	0,27	0,25	0,04	0,04	0,01	0,05	0,14	0,46	0,34	0,11	-0,15
Mellansand	-0,17	-0,22	0,09	0,02	-0,11	0,08	0,00	0,16	0,08	0,01	0,28	0,07	0,23	0,02
Grovsand	-0,31	-0,49	0,06	-0,14	-0,24	0,14	0,07	0,16	0,06	0,07	0,05	-0,14	0,19	0,11
totN	0,49	0,67	0,33	0,18	0,24	0,45	0,38	0,21	0,18	0,21	-0,04	0,20	-0,24	-0,17
C/N	-0,06	0,08	0,01	0,02	0,13	-0,06	0,01	-0,12	-0,05	0,34	-0,18	-0,12	0,04	0,02
PotNmin	0,44	0,55	0,48	0,06	0,15	0,50	0,37	0,28	0,28	0,39	-0,11	0,07	-0,12	-0,17
Mull30(C)	0,36	0,56	0,31	0,18	0,29	0,38	0,34	0,14	0,18	0,35	-0,09	0,12	-0,16	-0,13
Ler60	-0,03	0,05	-0,39	-0,45	-0,39	0,07	0,18	-0,17	-0,34	-0,36	-0,51	-0,40	-0,18	-0,08
Mull60	0,10	0,19	0,10	-0,04	-0,06	0,37	0,30	0,19	0,13	0,14	0,03	0,03	0,01	-0,01
Ler90	0,12	0,17	-0,24	-0,37	-0,33	0,22	0,22	0,05	-0,10	-0,29	-0,44	-0,31	-0,25	-0,17
Mull90	0,04	0,25	-0,14	0,53	0,57	-0,10	0,12	-0,38	-0,26	-0,03	0,43	0,51	0,17	0,17
Mpvol	0,46	0,51	0,31	0,07	0,20	0,34	0,21	0,29	0,41	0,28	-0,07	0,12	-0,07	-0,04
MBd	-0,44	-0,53	-0,34	-0,06	-0,19	-0,34	-0,21	-0,28	-0,39	-0,29	0,07	-0,11	0,12	0,11
M>30	0,39	0,09	0,18	0,28	0,30	0,18	0,10	0,16	0,51	0,33	0,48	0,37	0,41	0,21
M>2	0,51	0,30	0,27	0,29	0,32	0,26	0,19	0,18	0,49	0,36	0,45	0,39	0,31	0,11
M2-30	0,28	0,56	0,21	0,00	0,03	0,10	0,12	0,00	-0,06	0,11	-0,13	0,02	-0,21	-0,21
Mkd	-0,32	-0,51	-0,38	-0,01	-0,15	-0,32	-0,23	-0,21	-0,24	-0,25	0,07	-0,05	0,26	0,34
Mvg	-0,03	0,05	-0,37	-0,21	-0,15	0,01	0,06	-0,08	-0,19	-0,36	-0,31	-0,17	-0,14	0,04
Ppvoll	-0,03	0,14	0,20	0,04	0,19	0,18	0,09	0,19	0,25	0,18	-0,13	0,02	-0,06	0,00
Pavh	-0,08	0,17	0,03	-0,12	0,04	0,07	0,06	0,03	0,01	0,07	-0,32	-0,14	-0,16	-0,02
PBd	0,01	-0,16	-0,22	-0,08	-0,23	-0,16	-0,07	-0,19	-0,28	-0,20	0,07	-0,06	0,04	0,00
P>30	0,05	-0,12	0,43	0,36	0,36	0,17	-0,01	0,32	0,54	0,47	0,44	0,32	0,32	0,13
Apvoll	0,30	0,23	-0,07	-0,11	-0,08	0,40	0,28	0,28	0,16	-0,08	-0,42	-0,17	-0,32	-0,05
ABd	-0,34	-0,25	0,05	0,09	0,06	-0,41	-0,28	-0,31	-0,21	0,06	0,39	0,15	0,31	0,06
A>30	0,33	0,14	0,22	0,74	0,59	0,02	-0,05	0,12	0,32	0,20	0,68	0,71	0,25	0,29
Akd	-0,23	-0,16	-0,25	-0,35	-0,39	0,13	0,18	-0,05	-0,39	-0,30	-0,48	-0,40	-0,24	-0,04
Avg	-0,03	0,02	-0,41	-0,39	-0,33	0,06	0,21	-0,22	-0,32	-0,27	-0,32	-0,28	0,05	0,08

	A-B 30-90 04	A-B 60-90 04	Andel Am A 04	Andel Am B 04	Andel Am A 30 04	Andel Am A 60 04	Andel Am A 90 04	Andel Am B 30 04	Andel Am B 60 04	Andel Am B 90 04	Andel i alv 02	Andel i alv 03	Andel i alv 04
A-B 30-90 04	1,00												
A-B 60-90 04	0,77	1,00											
Andel Am A 04	-0,31	-0,30	1,00										
Andel Am B 04	-0,11	-0,24	0,83	1,00									
Andel Am A 30 04	-0,31	-0,30	0,96	0,74	1,00								
Andel Am A 60 04	-0,26	-0,20	0,95	0,83	0,87	1,00							
Andel Am A 90 04	-0,22	-0,23	0,92	0,85	0,81	0,92	1,00						
Andel Am B 30 04	-0,04	-0,19	0,81	0,96	0,77	0,78	0,80	1,00					
Andel Am B 60 04	-0,13	-0,19	0,85	0,94	0,76	0,88	0,83	0,87	1,00				
Andel Am B 90 04	-0,13	-0,25	0,68	0,92	0,52	0,72	0,80	0,82	0,87	1,00			
Andel i alv 02	-0,01	0,10	-0,34	-0,52	-0,15	-0,39	-0,49	-0,39	-0,48	-0,58	1,00		
Andel i alv 03	0,10	0,22	-0,33	-0,48	-0,23	-0,31	-0,37	-0,42	-0,45	-0,46	0,68	1,00	
Andel i alv 04	0,21	0,29	-0,72	-0,67	-0,63	-0,66	-0,68	-0,59	-0,67	-0,59	0,60	0,57	1,00
Ler	-0,30	-0,15	0,50	0,44	0,37	0,48	0,54	0,32	0,46	0,43	-0,48	-0,35	-0,46
Finmjöla	-0,31	-0,17	0,07	-0,06	0,01	0,06	0,04	-0,14	0,00	-0,08	-0,32	-0,33	-0,09
Grovmjöla	-0,20	-0,13	-0,30	-0,44	-0,24	-0,22	-0,41	-0,40	-0,32	-0,49	0,15	0,08	0,24
Finmo	0,02	-0,07	-0,24	-0,26	-0,16	-0,19	-0,28	-0,17	-0,27	-0,25	0,27	0,31	0,26
Grovmo	0,44	0,30	-0,24	-0,10	-0,16	-0,26	-0,19	-0,02	-0,13	-0,06	0,40	0,30	0,27
Mellansand	0,39	0,31	-0,32	-0,19	-0,24	-0,39	-0,33	-0,12	-0,22	-0,19	0,25	0,04	0,24
Grovsand	0,19	0,09	-0,25	-0,15	-0,20	-0,29	-0,27	-0,12	-0,18	-0,17	-0,02	-0,19	0,10
totN	-0,16	-0,17	0,38	0,41	0,26	0,39	0,48	0,38	0,26	0,45	-0,13	0,09	-0,30
C/N	0,04	-0,13	-0,05	0,04	-0,12	0,03	0,00	0,03	-0,02	0,19	-0,18	-0,01	-0,08
PotNmin	0,01	-0,05	0,31	0,42	0,17	0,41	0,41	0,41	0,31	0,49	-0,15	-0,02	-0,27
Mull30(C)	-0,10	-0,19	0,24	0,32	0,11	0,30	0,36	0,29	0,17	0,43	-0,18	0,08	-0,27
Ler60	-0,20	-0,27	0,74	0,79	0,60	0,68	0,76	0,70	0,72	0,72	-0,73	-0,55	-0,76
Mull60	0,02	-0,04	0,05	0,14	-0,06	0,10	0,14	0,08	0,09	0,23	-0,11	-0,05	-0,21
Ler90	-0,19	-0,14	0,71	0,76	0,56	0,70	0,72	0,67	0,70	0,70	-0,65	-0,48	-0,76
Mull90	0,03	0,01	-0,01	0,08	0,01	-0,09	0,08	0,01	0,09	0,20	0,03	0,20	0,19
Mpvol	-0,07	0,02	0,24	0,25	0,12	0,29	0,29	0,22	0,19	0,26	-0,04	0,07	-0,23
MBd	0,04	0,00	-0,27	-0,27	-0,15	-0,32	-0,32	-0,26	-0,19	-0,28	0,03	-0,09	0,24

	A-B 30- 90 04	A-B 60- 90 04	Andel Am A 04	Andel Am B 04	Andel Am A 30 04	Andel Am A 60 04	Andel Am A 90 04	Andel Am B 30 04	Andel Am B 60 04	Andel Am B 90 04	Andel i alv 02	Andel i alv 03	Andel i alv 04
M>30	0,41	0,48	-0,55	-0,55	-0,55	-0,47	-0,54	-0,58	-0,45	-0,45	0,27	0,19	0,27
M>2	0,39	0,42	-0,46	-0,39	-0,45	-0,41	-0,46	-0,39	-0,33	-0,33	0,26	0,19	0,19
M2-30	-0,06	-0,15	0,32	0,51	0,33	0,26	0,31	0,57	0,38	0,41	-0,01	0,02	-0,19
Mkd	-0,07	0,08	-0,33	-0,34	-0,25	-0,37	-0,40	-0,37	-0,22	-0,34	-0,01	-0,10	0,28
Mvg	-0,32	-0,18	0,57	0,54	0,43	0,56	0,63	0,41	0,54	0,54	-0,49	-0,32	-0,49
Ppvol	-0,12	-0,13	0,16	0,19	0,04	0,21	0,28	0,17	0,07	0,23	-0,04	0,09	-0,09
Pavh	-0,25	-0,26	0,35	0,39	0,24	0,37	0,44	0,37	0,29	0,39	-0,09	-0,10	-0,20
PBd	0,07	0,08	-0,12	-0,15	0,00	-0,18	-0,24	-0,14	-0,03	-0,19	-0,01	-0,14	0,03
P>30	0,37	0,34	-0,66	-0,65	-0,66	-0,56	-0,57	-0,61	-0,70	-0,52	0,29	0,45	0,45
Apvol	-0,50	-0,34	0,58	0,60	0,43	0,62	0,60	0,48	0,55	0,59	-0,54	-0,29	-0,62
ABd	0,48	0,32	-0,56	-0,58	-0,41	-0,61	-0,57	-0,47	-0,54	-0,57	0,52	0,27	0,60
A>30	0,00	0,33	-0,57	-0,64	-0,50	-0,55	-0,55	-0,67	-0,61	-0,54	0,34	0,53	0,63
Akd	-0,37	-0,38	0,53	0,46	0,46	0,39	0,55	0,38	0,38	0,47	-0,47	-0,41	-0,58
Avg	-0,05	-0,08	0,58	0,69	0,41	0,56	0,66	0,55	0,66	0,70	-0,77	-0,60	-0,65

## Bilaga 7.

Korrelation (r) mellan mineralkväveparametrar i november och till markparametrar för alla platser (N=24). För förklaring se bilaga 4.

	Am A 02	Ni A 02	Tot A 02	Am A 03	Ni A 03	Tot A 03	Am A 04	Ni A 04	Tot A 04	0-30 02	30-90 02	60-90 02	A-B 02	A-B 0- 30 02
Am A 02	1,00													
Ni A 02	0,33	1,00												
Tot A 02	0,41	1,00	1,00											
Am A 03	0,67	0,07	0,13	1,00										
Ni A 03	0,40	0,77	0,78	0,16	1,00									
Tot A 03	0,46	0,76	0,77	0,27	0,99	1,00								
Am A 04	0,52	0,11	0,15	0,48	0,14	0,19	1,00							
Ni A 04	0,34	0,73	0,73	0,28	0,62	0,63	-0,08	1,00						
Tot A 04	0,46	0,75	0,76	0,39	0,64	0,67	0,16	0,97	1,00					
0-30 02	0,26	0,92	0,91	-0,04	0,64	0,62	0,11	0,66	0,68	1,00				
30-90 02	0,49	0,78	0,79	0,34	0,72	0,74	0,17	0,59	0,62	0,47	1,00			
60-90 02	0,43	0,67	0,69	0,31	0,66	0,68	0,18	0,53	0,56	0,35	0,94	1,00		
A-B 02	0,32	0,55	0,56	0,30	0,44	0,46	0,14	0,41	0,44	0,58	0,35	0,25	1,00	
A-B 0-30 02	0,31	0,42	0,43	0,27	0,31	0,33	0,20	0,28	0,32	0,53	0,15	0,06	0,94	1,00
A-B 30-90 02	0,09	0,46	0,45	0,16	0,42	0,43	-0,14	0,43	0,39	0,25	0,58	0,54	0,36	0,00
A-B 60-90 02	0,15	0,35	0,36	0,19	0,49	0,50	0,15	0,33	0,36	0,15	0,54	0,70	0,09	-0,16
0-30 03	0,36	0,49	0,51	0,24	0,83	0,84	0,26	0,38	0,44	0,52	0,32	0,25	0,45	0,42
30-90 03	0,36	0,72	0,73	0,16	0,70	0,70	0,00	0,64	0,63	0,44	0,91	0,89	0,23	0,04
60-90 03	0,35	0,74	0,74	0,14	0,60	0,61	0,05	0,65	0,66	0,51	0,84	0,85	0,22	0,06
A-B 03	0,05	-0,05	-0,04	0,23	0,11	0,13	-0,17	-0,01	-0,05	-0,21	0,21	0,12	0,26	0,06
A-B 0-30 03	0,05	-0,14	-0,13	0,30	-0,10	-0,07	-0,16	0,01	-0,03	-0,30	0,16	0,15	0,15	-0,02
A-B 30-90 03	0,00	0,13	0,13	-0,08	0,32	0,30	-0,03	-0,03	-0,03	0,12	0,10	-0,03	0,18	0,11
A-B 60-90 03	0,09	0,44	0,43	-0,14	0,45	0,42	-0,21	0,44	0,39	0,43	0,29	0,18	0,24	0,09
0-30 04	0,30	0,34	0,36	0,45	0,36	0,40	0,24	0,72	0,77	0,41	0,17	0,14	0,44	0,39
30-90 04	0,40	0,79	0,80	0,13	0,62	0,62	0,00	0,74	0,73	0,62	0,79	0,73	0,22	0,09
60-90 04	0,42	0,79	0,81	0,24	0,68	0,69	0,04	0,67	0,68	0,53	0,93	0,89	0,22	0,01
A-B 04	0,28	0,32	0,34	0,43	0,10	0,15	0,05	0,70	0,71	0,39	0,14	0,14	0,42	0,34
A-B 0-30 04	0,30	0,15	0,17	0,61	0,04	0,11	0,11	0,55	0,57	0,11	0,20	0,18	0,40	0,27
A-B 30-90 04	0,05	0,34	0,33	-0,16	0,11	0,09	-0,07	0,41	0,39	0,51	-0,05	-0,02	0,14	0,19
A-B 60-90 04	-0,06	0,52	0,50	-0,09	0,23	0,22	-0,08	0,54	0,51	0,61	0,16	0,13	0,15	0,10
Andel Am A 04	-0,13	-0,49	-0,48	-0,15	-0,52	-0,52	0,39	-0,85	-0,75	-0,44	-0,38	-0,32	-0,38	-0,32

	Am A 02	Ni A 02	Tot A 02	Am A 03	Ni A 03	Tot A 03	Am A 04	Ni A 04	Tot A 04	0-30 02	30-90 02	60-90 02	A-B 02	A-B 0- 30 02
Andel Am B 04	0,03	-0,50	-0,48	0,00	-0,52	-0,51	0,44	-0,67	-0,56	-0,42	-0,40	-0,25	-0,21	-0,16
Andel Am A 30 04	-0,18	-0,43	-0,44	-0,28	-0,45	-0,47	0,36	-0,86	-0,76	-0,41	-0,33	-0,28	-0,43	-0,36
Andel Am A 60 04	-0,09	-0,41	-0,40	-0,12	-0,45	-0,45	0,41	-0,73	-0,63	-0,34	-0,36	-0,31	-0,32	-0,26
Andel Am A 90 04	-0,04	-0,41	-0,40	0,06	-0,50	-0,48	0,49	-0,72	-0,59	-0,38	-0,30	-0,24	-0,25	-0,21
Andel Am B 30 04	-0,07	-0,47	-0,46	-0,12	-0,48	-0,48	0,44	-0,68	-0,57	-0,35	-0,47	-0,31	-0,25	-0,17
Andel Am B 60 04	0,07	-0,44	-0,41	0,00	-0,46	-0,45	0,41	-0,65	-0,55	-0,37	-0,33	-0,20	-0,18	-0,14
Andel Am B 90 04	0,17	-0,44	-0,41	0,21	-0,45	-0,41	0,47	-0,49	-0,37	-0,42	-0,25	-0,09	-0,09	-0,08
Andel i alv 02	-0,05	0,44	0,42	-0,27	0,58	0,54	0,03	0,32	0,33	0,32	0,42	0,45	-0,09	-0,14
Andel i alv 03	0,26	0,65	0,65	-0,06	0,77	0,74	0,08	0,45	0,47	0,54	0,60	0,57	0,16	0,09
Andel i alv 04	0,30	0,70	0,70	0,22	0,74	0,74	0,15	0,79	0,82	0,61	0,60	0,56	0,22	0,17
Ler	-0,07	-0,39	-0,38	0,15	-0,50	-0,47	0,05	-0,50	-0,49	-0,40	-0,23	-0,18	-0,33	-0,36
Finmjöla	0,04	-0,27	-0,26	0,18	-0,23	-0,21	-0,04	-0,33	-0,34	-0,19	-0,26	-0,41	-0,07	-0,06
Grovmjöla	-0,13	0,22	0,20	-0,25	0,22	0,18	-0,36	0,12	0,03	0,34	-0,07	-0,19	0,31	0,33
Finmo	-0,05	0,37	0,35	-0,27	0,36	0,32	-0,17	0,38	0,34	0,41	0,14	0,12	0,31	0,33
Grovmo	0,05	0,23	0,22	0,02	0,27	0,27	0,17	0,35	0,39	0,11	0,32	0,43	0,05	0,04
Mellansand	0,19	0,05	0,06	0,13	0,21	0,22	0,17	0,23	0,27	0,00	0,14	0,12	0,05	0,05
Grovsand	0,32	-0,06	-0,03	0,18	0,04	0,06	0,18	0,10	0,14	0,00	-0,06	-0,21	0,18	0,27
totN	0,02	-0,09	-0,08	0,13	-0,02	-0,01	0,31	-0,23	-0,15	-0,16	0,05	0,12	-0,30	-0,43
C/N	0,06	-0,19	-0,18	0,01	-0,21	-0,20	-0,14	0,06	0,03	-0,08	-0,25	-0,21	-0,07	0,06
PotNmin	0,06	-0,05	-0,04	0,08	0,06	0,06	0,40	-0,07	0,02	0,11	-0,24	-0,22	0,04	-0,01
Mull30(C)	0,13	-0,31	-0,29	0,16	-0,23	-0,21	0,17	-0,13	-0,09	-0,25	-0,25	-0,12	-0,39	-0,36
Ler60	0,01	-0,61	-0,59	0,11	-0,67	-0,64	0,15	-0,69	-0,64	-0,52	-0,48	-0,43	-0,31	-0,27
Mull60	0,02	-0,31	-0,30	0,21	-0,16	-0,13	0,05	0,02	0,03	-0,36	-0,11	-0,07	-0,23	-0,26
Ler90	-0,01	-0,60	-0,58	0,09	-0,57	-0,54	0,09	-0,62	-0,59	-0,54	-0,45	-0,41	-0,38	-0,37
Mull90	0,46	0,37	0,40	0,40	0,15	0,19	0,34	0,17	0,25	0,16	0,60	0,68	0,19	0,18
Mpvol	-0,05	0,09	0,08	-0,03	-0,01	-0,01	-0,04	0,02	0,01	0,18	-0,09	-0,07	-0,12	-0,22
MBd	0,09	-0,08	-0,07	0,11	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	-0,20	0,14	0,11	0,16	0,25
M>30	0,03	0,43	0,42	-0,01	0,31	0,30	-0,44	0,67	0,56	0,41	0,29	0,21	0,20	0,07
M>2	0,01	0,47	0,46	-0,04	0,35	0,34	-0,44	0,67	0,56	0,45	0,31	0,28	0,29	0,15
M2-30	0,06	-0,03	-0,02	0,01	0,04	0,04	0,28	-0,14	-0,07	-0,03	-0,01	0,16	0,07	0,08
Mkd	0,26	0,09	0,11	0,46	0,08	0,13	-0,17	0,18	0,14	-0,10	0,37	0,30	0,35	0,31
Mvg	-0,03	-0,37	-0,36	0,14	-0,48	-0,45	0,14	-0,53	-0,49	-0,39	-0,21	-0,15	-0,29	-0,32
Ppvol	-0,21	-0,06	-0,07	-0,24	-0,20	-0,22	0,19	-0,26	-0,21	0,11	-0,31	-0,28	-0,21	-0,18
Pavh	-0,30	-0,25	-0,27	-0,19	-0,34	-0,35	0,25	-0,44	-0,37	-0,14	-0,37	-0,25	-0,25	-0,21



	Am A 02	Ni A 02	Tot A 02	Am A 03	Ni A 03	Tot A 03	Am A 04	Ni A 04	Tot A 04	0-30 02	30-90 02	60-90 02	A-B 02	A-B 0- 30 02
PBd	0,22	-0,03	-0,01	0,28	0,13	0,16	-0,15	0,17	0,13	-0,20	0,26	0,23	0,20	0,19
P>30	0,04	0,52	0,51	-0,18	0,46	0,42	-0,27	0,67	0,59	0,60	0,21	0,04	0,34	0,32
Apvol	0,11	-0,37	-0,34	0,14	-0,36	-0,34	0,07	-0,50	-0,48	-0,35	-0,22	-0,27	-0,06	-0,10
ABd	-0,11	0,33	0,31	-0,12	0,34	0,32	-0,04	0,47	0,45	0,30	0,21	0,26	0,04	0,09
A>30	0,31	0,75	0,75	0,23	0,68	0,69	-0,09	0,66	0,63	0,52	0,83	0,68	0,34	0,19
Akd	0,05	-0,57	-0,55	0,23	-0,47	-0,44	0,33	-0,64	-0,55	-0,61	-0,27	-0,29	-0,17	-0,08
Avg	0,14	-0,53	-0,50	0,34	-0,62	-0,57	0,19	-0,47	-0,41	-0,49	-0,35	-0,31	-0,26	-0,22

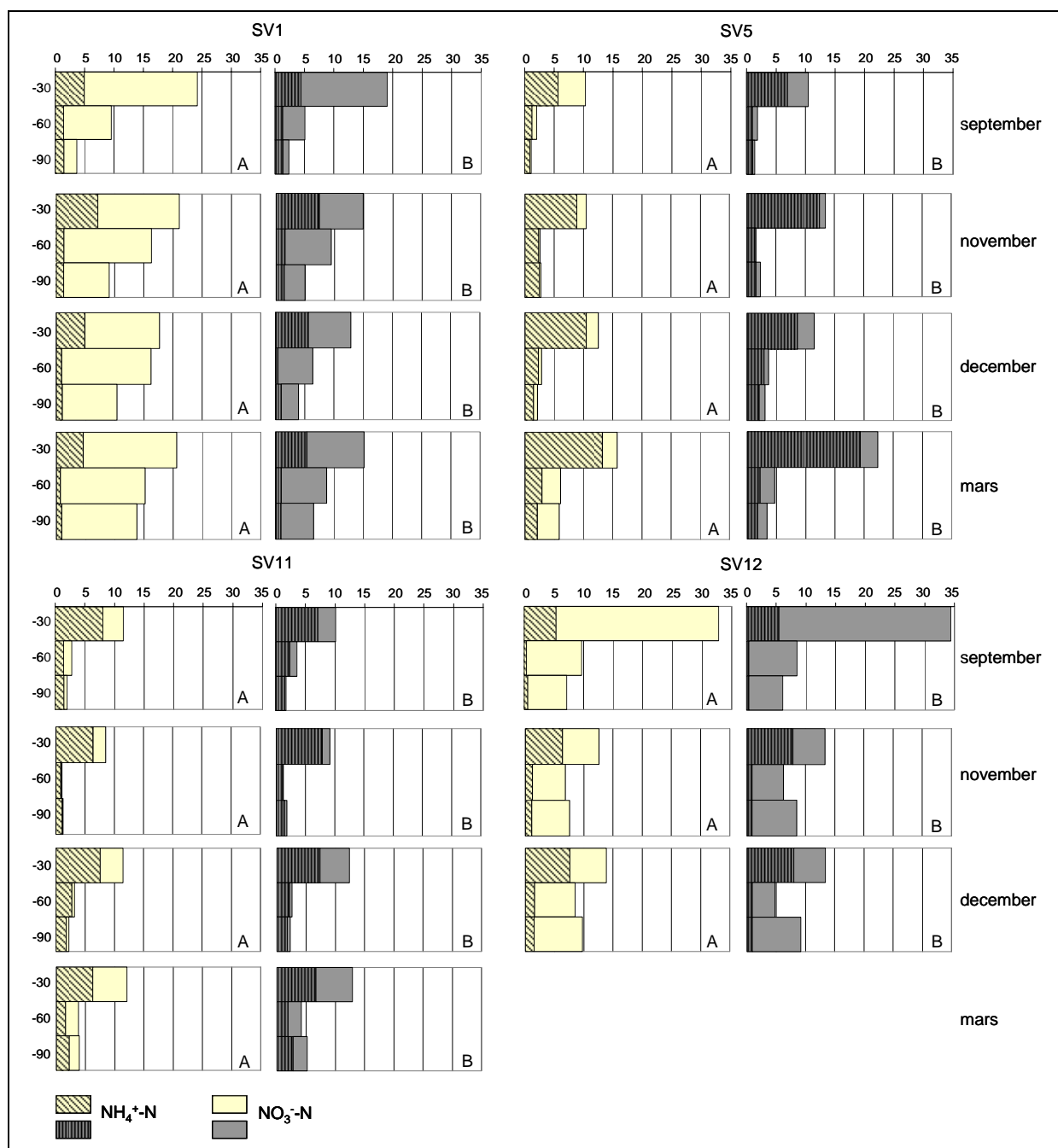
	A-B 30- 90 02	A-B 60- 90 02	0-30 03	30-90 03	60-90 03	A-B 03	A-B 0- 30 03	A-B 30- 90 03	A-B 60- 90 03	0-30 04	30-90 04	60-90 04	A-B 04	A-B 0- 30 04
A-B 30-90 02	1,00													
A-B 60-90 02	0,68	1,00												
0-30 03	0,17	0,23	1,00											
30-90 03	0,55	0,59	0,20	1,00										
60-90 03	0,44	0,52	0,11	0,94	1,00									
A-B 03	0,58	0,12	0,10	0,11	-0,06	1,00								
A-B 0-30 03	0,48	0,25	-0,20	0,15	0,03	0,78	1,00							
A-B 30-90 03	0,20	-0,18	0,45	-0,04	-0,15	0,41	-0,25	1,00						
A-B 60-90 03	0,44	0,03	0,35	0,30	0,31	0,29	-0,20	0,75	1,00					
0-30 04	0,21	0,18	0,39	0,20	0,24	-0,07	-0,09	0,03	0,31	1,00				
30-90 04	0,38	0,37	0,26	0,77	0,77	0,00	0,05	-0,08	0,27	0,13	1,00			
60-90 04	0,58	0,58	0,26	0,90	0,86	0,12	0,16	-0,06	0,27	0,12	0,92	1,00		
A-B 04	0,29	0,24	0,04	0,21	0,30	-0,04	0,23	-0,39	0,07	0,71	0,35	0,26	1,00	
A-B 0-30 04	0,42	0,28	-0,05	0,25	0,28	0,18	0,39	-0,29	0,04	0,75	0,09	0,18	0,82	1,00
A-B 30-90 04	-0,12	-0,01	0,14	-0,02	0,10	-0,33	-0,19	-0,24	0,06	0,12	0,48	0,19	0,52	-0,07
A-B 60-90 04	0,17	0,12	0,15	0,19	0,32	-0,25	-0,27	0,02	0,42	0,28	0,51	0,36	0,53	0,10
Andel Am A 04	-0,25	-0,11	-0,36	-0,47	-0,41	-0,08	-0,07	-0,03	-0,35	-0,61	-0,52	-0,42	-0,55	-0,44
Andel Am B 04	-0,17	0,09	-0,37	-0,42	-0,36	-0,03	0,12	-0,21	-0,40	-0,40	-0,44	-0,37	-0,18	-0,15
Andel Am A 30 04	-0,28	-0,14	-0,32	-0,42	-0,38	-0,09	-0,13	0,05	-0,30	-0,66	-0,48	-0,39	-0,68	-0,58
Andel Am A 60 04	-0,20	-0,08	-0,30	-0,43	-0,34	-0,12	-0,12	-0,02	-0,25	-0,49	-0,45	-0,35	-0,45	-0,36
Andel Am A 90 04	-0,14	0,01	-0,34	-0,42	-0,34	-0,06	0,07	-0,19	-0,44	-0,48	-0,41	-0,31	-0,30	-0,22
Andel Am B 30 04	-0,25	0,05	-0,29	-0,49	-0,44	-0,09	0,00	-0,14	-0,38	-0,39	-0,46	-0,43	-0,25	-0,28
Andel Am B 60 04	-0,15	0,06	-0,34	-0,36	-0,26	-0,01	0,09	-0,15	-0,30	-0,43	-0,39	-0,31	-0,24	-0,20
Andel Am B 90 04	-0,05	0,23	-0,38	-0,25	-0,19	-0,01	0,22	-0,34	-0,43	-0,21	-0,35	-0,25	0,04	0,11

	A-B 30- 90 02	A-B 60- 90 02	0-30 03	30-90 03	60-90 03	A-B 03	A-B 0- 30 03	A-B 30- 90 03	A-B 60- 90 03	0-30 04	30-90 04	60-90 04	A-B 04	A-B 0- 30 04
Andel i alv 02	0,11	0,21	0,44	0,39	0,37	-0,06	-0,36	0,44	0,46	0,17	0,33	0,34	-0,28	-0,31
Andel i alv 03	0,20	0,33	0,57	0,59	0,57	-0,27	-0,52	0,34	0,46	0,20	0,52	0,53	-0,11	-0,20
Andel i alv 04	0,17	0,29	0,54	0,62	0,59	-0,19	-0,24	0,06	0,25	0,58	0,65	0,63	0,31	0,24
Ler	0,00	0,07	-0,43	-0,28	-0,22	-0,05	0,03	-0,13	-0,23	-0,39	-0,34	-0,21	-0,14	0,04
Finmjöla	-0,04	-0,28	-0,07	-0,29	-0,33	0,14	0,07	0,11	-0,05	-0,13	-0,39	-0,30	-0,10	0,15
Grovmjöla	0,01	-0,30	0,24	0,02	0,04	0,02	-0,10	0,18	0,26	0,17	-0,14	-0,09	-0,11	0,02
Finmo	0,00	-0,02	0,24	0,26	0,29	-0,24	-0,15	-0,15	0,06	0,36	0,14	0,12	0,09	0,06
Grovmo	0,04	0,26	0,16	0,27	0,25	0,01	0,01	-0,01	0,03	0,12	0,47	0,34	0,14	-0,14
Mellansand	0,00	-0,01	0,23	0,09	-0,02	0,29	0,14	0,24	0,17	0,12	0,28	0,13	0,16	-0,07
Grovsand	-0,20	-0,42	0,17	-0,10	-0,20	0,33	0,20	0,22	0,12	0,17	0,03	-0,11	0,13	0,04
totN	0,27	0,50	0,04	-0,06	-0,13	0,00	-0,01	0,02	-0,12	-0,15	-0,08	0,06	-0,12	-0,03
C/N	-0,37	-0,29	-0,20	-0,10	-0,03	-0,42	-0,26	-0,27	-0,20	0,23	-0,20	-0,25	0,17	0,13
PotNmin	0,14	0,19	0,30	-0,26	-0,28	0,11	-0,02	0,19	0,11	0,25	-0,23	-0,18	0,12	0,08
Mull30(C)	-0,16	0,19	-0,15	-0,17	-0,15	-0,48	-0,32	-0,27	-0,29	0,15	-0,30	-0,22	0,11	0,14
Ler60	-0,17	-0,11	-0,49	-0,51	-0,49	0,00	0,14	-0,21	-0,40	-0,46	-0,51	-0,45	-0,13	-0,03
Mull60	0,05	0,11	-0,05	-0,17	-0,25	0,20	0,14	0,11	0,00	0,03	0,01	-0,08	0,03	0,00
Ler90	-0,09	-0,07	-0,39	-0,46	-0,47	0,13	0,14	-0,01	-0,18	-0,44	-0,45	-0,39	-0,17	-0,08
Mull90	0,05	0,31	-0,16	0,54	0,61	-0,14	0,13	-0,40	-0,29	-0,04	0,43	0,52	0,17	0,18
Mpvol	0,27	0,22	0,09	-0,13	-0,06	-0,02	-0,15	0,19	0,33	0,09	-0,09	-0,01	0,10	0,12
MBd	-0,21	-0,20	-0,12	0,19	0,10	0,10	0,22	-0,17	-0,30	-0,08	0,09	0,05	-0,07	-0,04
M>30	0,38	0,03	0,18	0,29	0,33	0,22	0,12	0,17	0,54	0,33	0,51	0,39	0,47	0,26
M>2	0,41	0,13	0,24	0,30	0,33	0,25	0,16	0,16	0,53	0,32	0,52	0,41	0,45	0,23
M2-30	-0,01	0,35	0,10	-0,07	-0,07	-0,07	-0,01	-0,09	-0,16	-0,02	-0,10	-0,03	-0,08	-0,08
Mkd	0,16	-0,06	-0,14	0,42	0,33	0,33	0,37	-0,03	-0,03	0,08	0,14	0,26	0,15	0,39
Mvg	0,02	0,11	-0,43	-0,25	-0,21	-0,04	0,02	-0,10	-0,24	-0,40	-0,34	-0,20	-0,18	0,01
Ppvol	-0,12	0,05	-0,08	-0,29	-0,20	-0,44	-0,47	0,02	0,00	-0,01	-0,32	-0,27	-0,11	-0,05
Pavh	-0,17	0,11	-0,21	-0,36	-0,26	-0,36	-0,29	-0,13	-0,23	-0,10	-0,46	-0,36	-0,20	-0,05
PBd	0,08	-0,09	0,05	0,22	0,12	0,46	0,50	-0,02	-0,06	-0,03	0,23	0,19	0,08	0,06
P>30	0,11	-0,19	0,37	0,28	0,24	-0,09	-0,27	0,26	0,48	0,45	0,44	0,24	0,34	0,10
Apvol	0,10	-0,08	-0,28	-0,24	-0,27	0,26	0,13	0,22	0,07	-0,27	-0,46	-0,29	-0,24	0,06
ABd	-0,13	0,08	0,27	0,22	0,25	-0,27	-0,12	-0,25	-0,12	0,26	0,43	0,26	0,23	-0,07
A>30	0,48	0,29	0,31	0,83	0,73	0,14	0,04	0,16	0,39	0,28	0,69	0,78	0,23	0,28
Akd	-0,26	-0,21	-0,30	-0,40	-0,46	0,10	0,16	-0,07	-0,44	-0,34	-0,49	-0,43	-0,26	-0,05
Avg	-0,13	-0,09	-0,47	-0,41	-0,37	0,06	0,22	-0,24	-0,35	-0,32	-0,31	-0,29	0,10	0,14

	A-B 30-90 04	A-B 60-90 04	Andel Am A 04	Andel Am B 04	Andel Am A 30 04	Andel Am A 60 04	Andel Am A 90 04	Andel Am B 30 04	Andel Am B 60 04	Andel Am B 90 04	Andel i alv 02	Andel i alv 03	Andel i alv 04
A-B 30-90 04	1,00												
A-B 60-90 04	0,77	1,00											
Andel Am A 04	-0,31	-0,31	1,00										
Andel Am B 04	-0,09	-0,23	0,81	1,00									
Andel Am A 30 04	-0,32	-0,35	0,97	0,72	1,00								
Andel Am A 60 04	-0,25	-0,20	0,95	0,80	0,87	1,00							
Andel Am A 90 04	-0,19	-0,20	0,93	0,84	0,84	0,92	1,00						
Andel Am B 30 04	-0,01	-0,19	0,79	0,96	0,75	0,75	0,79	1,00					
Andel Am B 60 04	-0,12	-0,20	0,83	0,95	0,73	0,87	0,85	0,86	1,00				
Andel Am B 90 04	-0,10	-0,21	0,66	0,93	0,52	0,70	0,77	0,81	0,90	1,00			
Andel i alv 02	-0,03	0,09	-0,31	-0,50	-0,11	-0,35	-0,47	-0,36	-0,46	-0,57	1,00		
Andel i alv 03	0,11	0,26	-0,32	-0,51	-0,20	-0,32	-0,41	-0,43	-0,45	-0,52	0,70	1,00	
Andel i alv 04	0,19	0,27	-0,70	-0,63	-0,63	-0,62	-0,64	-0,55	-0,65	-0,55	0,58	0,60	1,00
Ler	-0,31	-0,16	0,60	0,54	0,46	0,59	0,63	0,40	0,54	0,52	-0,51	-0,37	-0,53
Finmjöla	-0,41	-0,28	0,27	0,14	0,14	0,30	0,26	0,02	0,15	0,13	-0,48	-0,37	-0,28
Grovmjöla	-0,22	-0,18	-0,29	-0,42	-0,25	-0,19	-0,37	-0,39	-0,32	-0,46	0,12	0,10	0,20
Finmo	0,07	-0,04	-0,47	-0,50	-0,35	-0,44	-0,50	-0,40	-0,48	-0,47	0,39	0,37	0,46
Grovmo	0,45	0,32	-0,28	-0,13	-0,19	-0,31	-0,23	-0,05	-0,16	-0,10	0,42	0,30	0,31
Mellansand	0,38	0,29	-0,25	-0,08	-0,19	-0,31	-0,24	-0,01	-0,16	-0,07	0,21	0,05	0,15
Grovsand	0,17	0,05	-0,18	-0,06	-0,16	-0,21	-0,19	-0,03	-0,13	-0,06	-0,08	-0,20	0,01
totN	-0,16	-0,02	0,45	0,39	0,41	0,36	0,43	0,37	0,31	0,31	-0,01	0,05	-0,18
C/N	0,11	-0,05	-0,20	-0,12	-0,21	-0,14	-0,20	-0,13	-0,12	0,02	-0,12	-0,05	0,06
PotNmin	0,15	0,20	0,28	0,40	0,20	0,39	0,28	0,40	0,41	0,39	-0,05	-0,19	-0,11
Mull30(C)	-0,02	-0,03	0,21	0,25	0,15	0,21	0,20	0,22	0,19	0,35	-0,13	0,01	-0,11
Ler60	-0,18	-0,25	0,73	0,78	0,61	0,67	0,75	0,69	0,72	0,71	-0,72	-0,57	-0,75
Mull60	0,05	0,04	0,07	0,13	0,00	0,11	0,09	0,07	0,14	0,17	-0,09	-0,12	-0,19
Ler90	-0,17	-0,11	0,68	0,73	0,55	0,66	0,68	0,63	0,69	0,65	-0,63	-0,53	-0,73
Mull90	0,03	0,01	-0,01	0,09	0,01	-0,10	0,08	0,02	0,10	0,22	0,03	0,20	0,20
Mpvol	0,00	0,21	0,15	0,10	0,10	0,17	0,09	0,08	0,15	0,03	0,09	0,02	-0,07
MBd	-0,06	-0,22	-0,18	-0,11	-0,15	-0,20	-0,12	-0,11	-0,15	-0,01	-0,14	-0,05	0,07

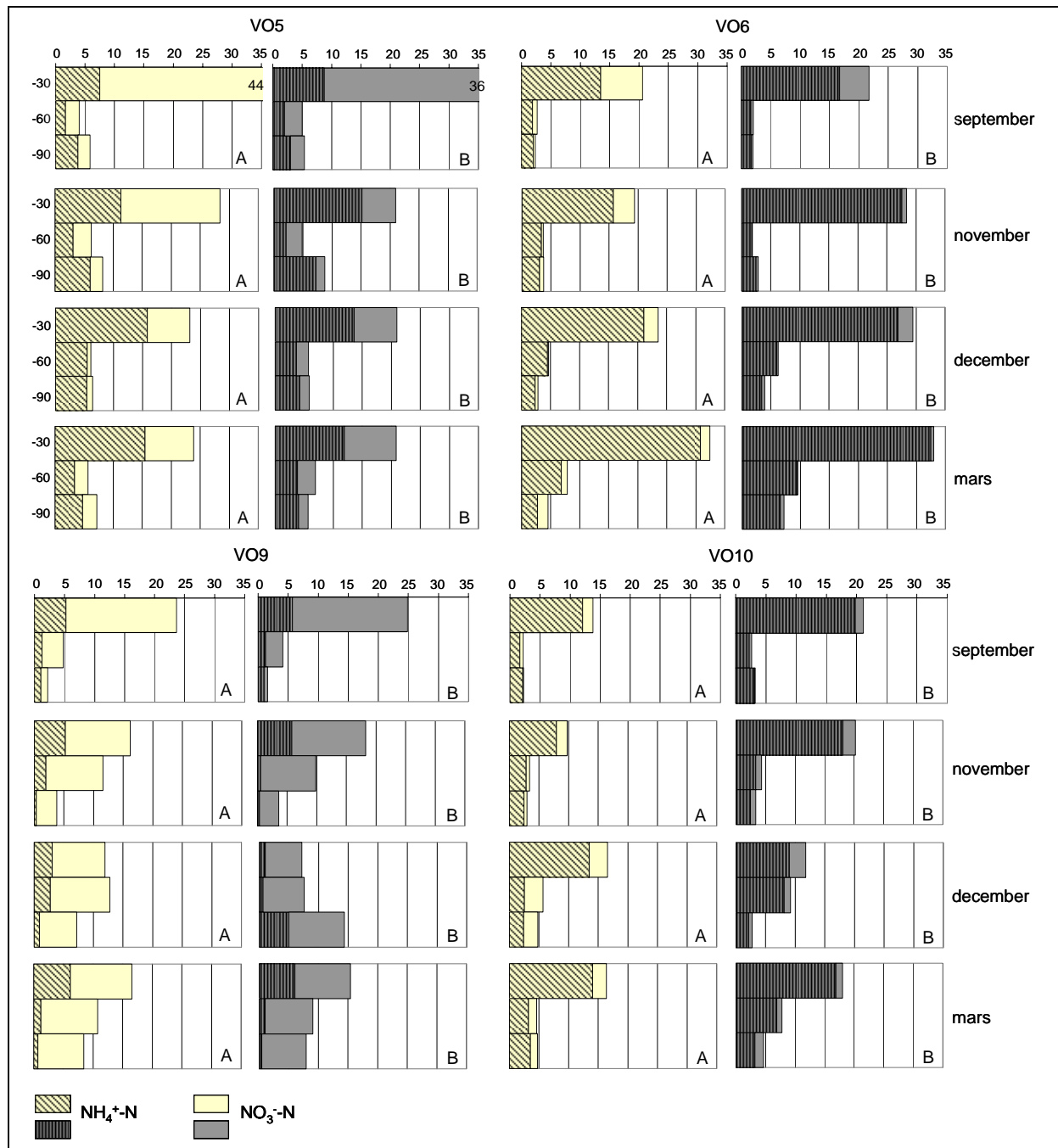
	A-B 30- 90 04	A-B 60- 90 04	Andel Am A 04	Andel Am B 04	Andel Am A 30 04	Andel Am A 60 04	Andel Am A 90 04	Andel Am B 30 04	Andel Am B 60 04	Andel Am B 90 04	Andel i alv 02	Andel i alv 03	Andel i alv 04
M>30	0,42	0,49	-0,65	-0,65	-0,65	-0,58	-0,63	-0,69	-0,53	-0,53	0,30	0,21	0,33
M>2	0,45	0,49	-0,68	-0,59	-0,65	-0,64	-0,66	-0,60	-0,50	-0,52	0,35	0,22	0,33
M2-30	-0,01	-0,11	0,18	0,40	0,23	0,06	0,16	0,48	0,29	0,27	0,11	0,04	-0,04
Mkd	-0,34	-0,19	-0,33	-0,22	-0,37	-0,32	-0,24	-0,34	-0,21	-0,05	-0,30	-0,08	0,12
Mvg	-0,32	-0,17	0,67	0,63	0,53	0,67	0,70	0,49	0,63	0,61	-0,52	-0,35	-0,55
Ppvol	-0,12	0,02	0,41	0,35	0,37	0,45	0,35	0,37	0,31	0,22	-0,04	-0,04	-0,09
Pavh	-0,27	-0,19	0,54	0,52	0,49	0,54	0,49	0,53	0,49	0,41	-0,09	-0,23	-0,22
PBd	0,05	-0,09	-0,34	-0,28	-0,30	-0,40	-0,28	-0,32	-0,25	-0,16	-0,04	-0,03	0,00
P>30	0,45	0,48	-0,70	-0,74	-0,65	-0,61	-0,71	-0,67	-0,73	-0,67	0,33	0,43	0,52
Apvol	-0,52	-0,30	0,56	0,55	0,44	0,58	0,52	0,42	0,55	0,50	-0,53	-0,36	-0,58
ABd	0,50	0,28	-0,53	-0,53	-0,41	-0,57	-0,49	-0,40	-0,54	-0,48	0,51	0,34	0,55
A>30	-0,02	0,31	-0,58	-0,65	-0,53	-0,56	-0,54	-0,69	-0,63	-0,53	0,33	0,56	0,63
Akd	-0,37	-0,38	0,59	0,51	0,52	0,44	0,59	0,43	0,43	0,50	-0,48	-0,44	-0,62
Avg	-0,04	-0,07	0,56	0,68	0,39	0,55	0,65	0,54	0,66	0,70	-0,76	-0,60	-0,65

## Bilaga 8.



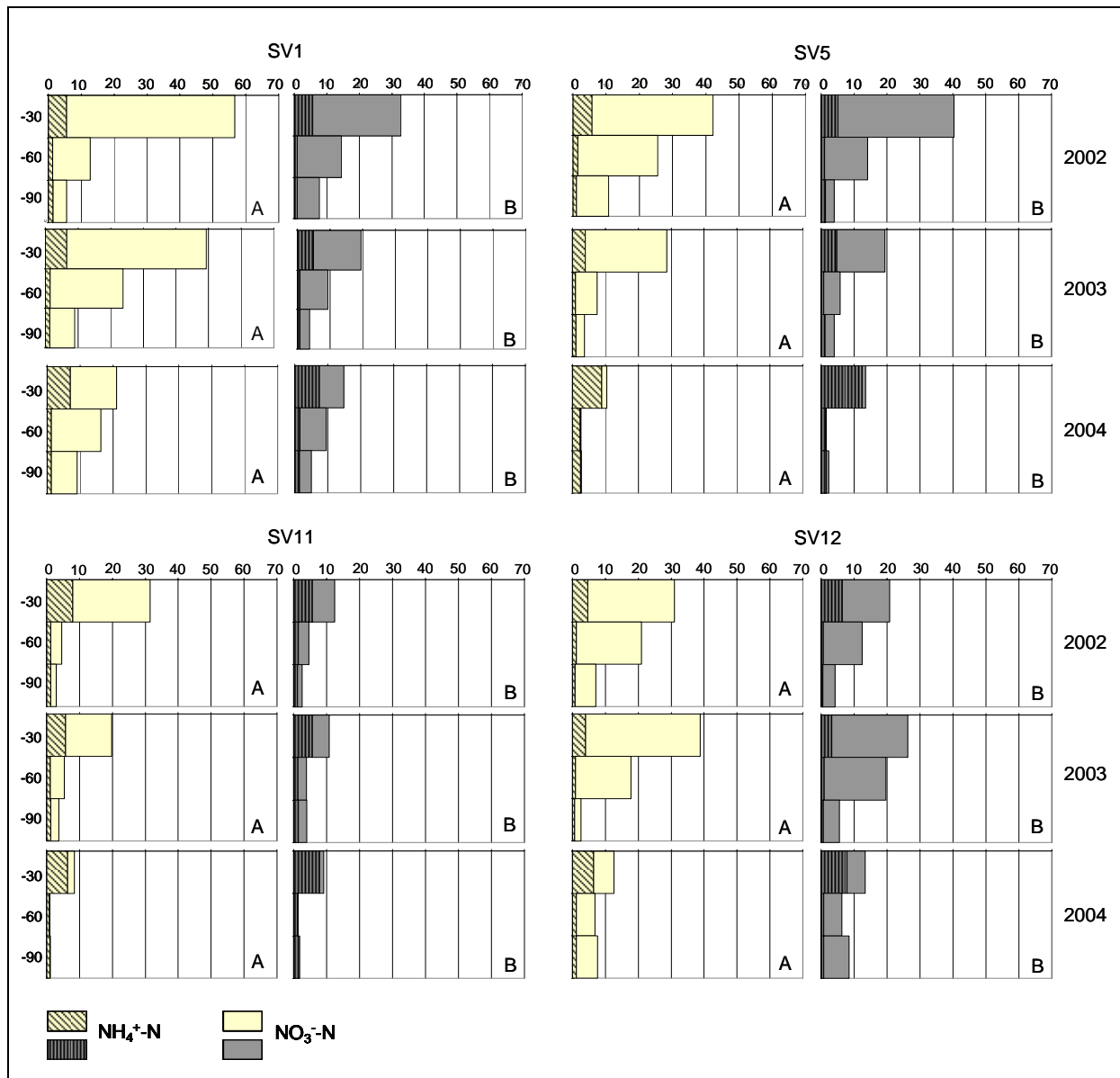
Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) och nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) i kg N ha<sup>-1</sup> på djupen 0-30, 30-60 och 60-90 cm på svingårdar med fyra provtagningstillfällen hösten och vintern 2004-2005 (september, november och december 2004 samt mars 2005). A = plöjning i början av september, B = plöjning i början av november.

## Bilaga 9.



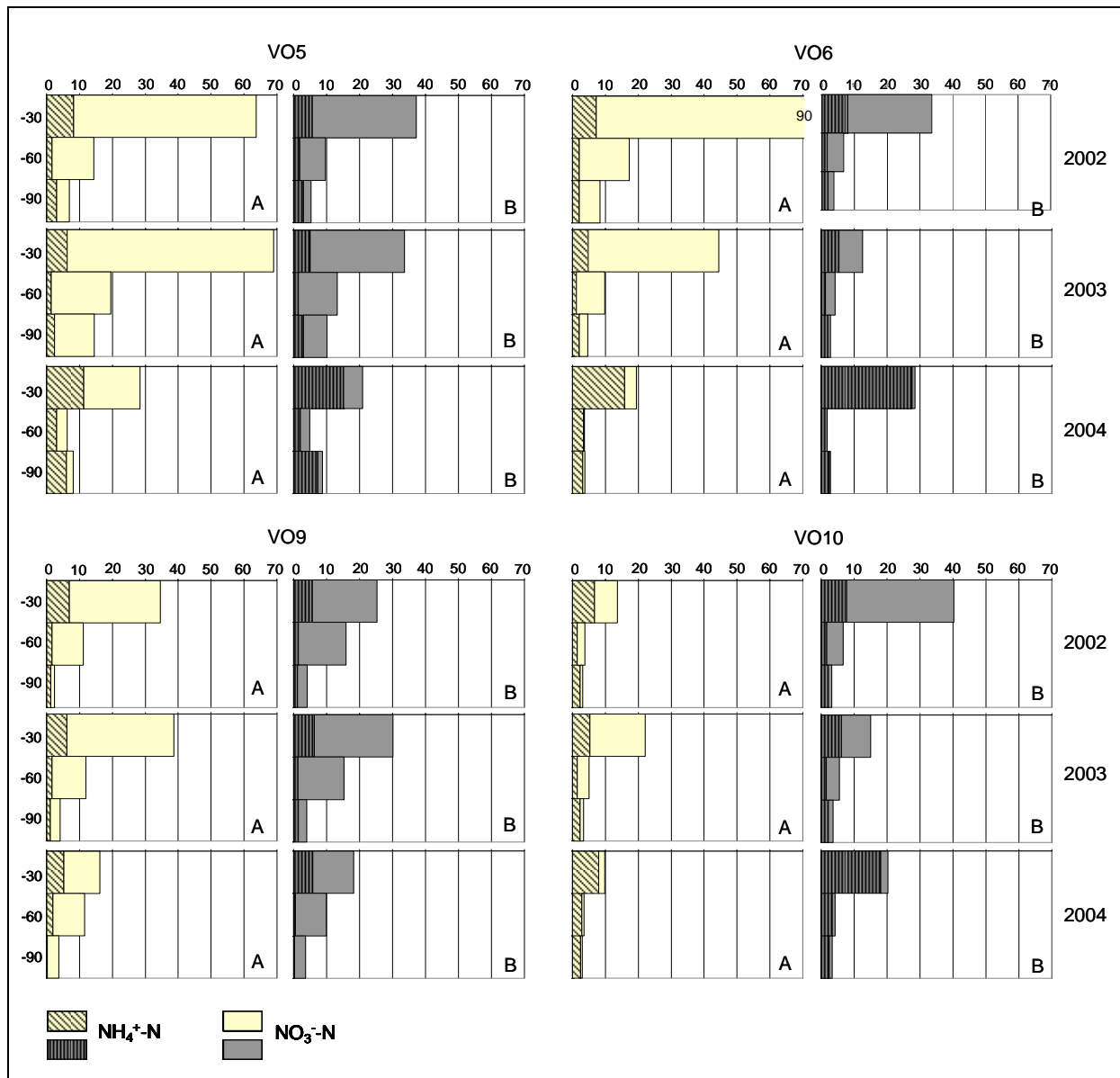
Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) och nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) i kg N ha<sup>-1</sup> på djupen 0-30, 30-60 och 60-90 cm på växtodlingsgårdar med fyra provtagningstillfällen hösten och vintern 2004-2005 (september, november och december 2004 samt mars 2005). A = plöjning i början av september, B = plöjning i början av november.

## Bilaga 10.



Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) och nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) i kg N ha<sup>-1</sup> på djupen 0-30, 30-60 och 60-90 cm på fyra svingårdar vid novemberprovtagningarna 2002, 2003 och 2004. A = plöjning i början av september, B = plöjning i början av november.

## Bilaga 11.



Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) och nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) i  $\text{kg N ha}^{-1}$  på djupen 0-30, 30-60 och 60-90 cm på fyra växtodlingsgårdar vid novemberprovtagningarna 2002, 2003 och 2004. A = plöjning i början av september, B = plöjning i början av november.



## 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 odlingssystem 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 odlingsystem – karakterisering av lerjord. Developing sustainable and productive cropping systems – characterisation of a clay soil.* Rapport 2.
3. Stenberg, M., Myrbäck, Å., Lindén, B., Rydberg, T. 2005. Inverkan av tidig och sen jordbearbetning under hösten på kväve mineraliseringen under vinterhalvåret och på utlakningsrisken på en lerjord. Rapport 3.
4. Lindén, B. och Engström, L. 2006. Höstraps, havre och ärter som förfrukter till höstvetete – inverkan på kvävedynamiken i marken och på vetets avkastning. *Winter oilseed rape, oats and field peas as crops preceding winter wheat – effect on nitrogen dynamics in the soil and on wheat yields.* Rapport 4.
5. Lindén, B., Lerenius, C., Nyberg, A., Delin, S., Ferm, M., Torstensson, G., Hedene, K-A., Gruvaeus, I., Tunared, R. och Roland, J. 2006. Kan växtskyddsåtgärder minska kväveförlusterna vid odling av höstvetete? Rapport 5.
6. Wetterlind, J., Stenberg, B., Stenberg, M. och Lindén B. 2006. Tidig höstplöjning på lerjordar – riskbedömning av kväveutlakning. *Mouldboard ploughing in early autumn on clay soils - risk assessment of nitrogen leaching.* Rapport 6.



**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.

**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://www.po-mv.slu.se>