

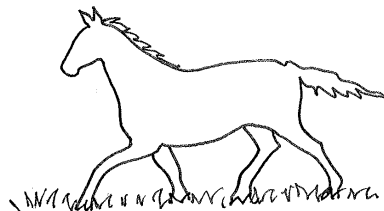


## Miljöeffekter av hästhållning

Anrikning och distribution av kväve och fosfor i marken på  
hästars vistelseytor

## Environmental impact of horse keeping

Nitrogen and phosphorus accumulation and distribution in  
outdoor areas for horses



**Sigrun Dahlin och Gerd Johansson**

---

Institutionen för markvetenskap  
Avd. för växtnäringslära

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

Rapport 216  
Report 216

Uppsala 2007  
ISSN 0348-3541  
ISRN SLU-VNL-R—216-SE

---



## Innehållsförteckning

<b>Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>Sammanfattning .....</b>	<b>5</b>
<b>Introduktion.....</b>	<b>6</b>
<b>Material och metoder.....</b>	<b>7</b>
Urval av anläggningar .....	7
Provtagning .....	7
Jordanalys.....	9
Statistik.....	9
<b>Resultat och diskussion.....</b>	<b>10</b>
Innehåll av kväve i marken .....	10
Innehåll av fosfor i marken .....	10
Variation inom hagarna.....	12
Skillnader mellan olika typer av hagar.....	14
Övriga faktorerers betydelse för näringsnivåer i marken.....	15
<b>Slutsatser och rekommendationer .....</b>	<b>20</b>
<b>Tack .....</b>	<b>21</b>
<b>Ekonomiskt stöd .....</b>	<b>21</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>22</b>

## Abstract

Horse numbers have increased greatly in Sweden in recent decades. The horse sector has great cultural, social and economic value and contributes towards maintaining an open landscape. It is important to develop these positive aspects of horse keeping, but there are also negative aspects that must be rectified in order to avoid potential problems and conflicts for the sector. For example, there is a risk of increased plant nutrient losses from outdoor areas used by horses. On cattle farms, such losses are known to occur mainly from areas of nutrient accumulation.

In this screening of N and P levels at horse enterprises, soil samples were collected in early spring from 30 outdoor areas (all-weather yards, paddocks, grazing fields and free range areas) used by horses in central and south-western Sweden. Individual sub-areas represented different land use within each outdoor area. Samples were taken to 50 cm depth and analysed for total N, mineral N, HCl-P (easily and strongly bound P) and AL-P (easily extractable P). Stable managers also answered a questionnaire concerning e.g. feeding, dung clearance from outdoor areas, and the time horses spent in each outdoor area. A general linear mixed model was used to examine correlations between management system and soil variables, and between soil variables.

Soil mineral N content was generally comparable to that in semi-intensively grazed leys on cattle farms. However, for individual areas the mineral N content was similar to that in feeding areas and shelters in free-range cattle production. This was also the case for AL-P in many of the areas. The different types of sub-areas had different degrees of nutrient accumulation (mainly of mineral N and AL-P at feeding and defecation areas) or nutrient depletion (of total N at water points). The free-range areas generally had higher AL-P than the grazing fields, partly due to the management system and partly to different duration of use during the year.

Three management parameters were particularly important in determining the degree of nutrient accumulation: animal pressure (number of horse-hours per year and unit area), dung clearing frequency and the extent of outdoor feeding. High animal pressure and a high proportion of outdoor feeding showed significant correlations with nutrient accumulation. For defecation areas, this accumulation could be counteracted by frequent dung removal. This report closes with some hands-on recommendations for decreasing the risk of negative environmental effects caused by nutrient accumulation in outdoor areas for horses.

## Sammanfattning

Antalet hästar har ökat kraftigt i Sverige under gångna decennier. Hästnäringen har ett stort kulturellt, socialt och ekonomiskt värde, och bidrar till upprätthållandet av ett öppet landskap. Dessa positiva aspekter är viktiga att framhålla och utveckla. Det finns dock även negativa faktorer som är viktiga att tydliggöra för att undvika framtida potentiella problem och bakslag. Inom hästnäringen finns bland annat risken för näringsförluster från utevistelseytor. Sådana näringsförluster hänger i stor utsträckning samman med näringsanrikning i marken. För att belysa frågan samlades i denna screening jordprover in från 30 anläggningar i Mellansverige och Sydvästsverige.

Proverna samlades under tidig vår in från olika delytor inom rastfällor, rasthagar, beten samt lösdriftsfällor för hästar. Delytorna representerade olika markanvändning inom respektive vistelseyta. Prover togs till 50 cm djup och analyserades med avseende på totalkväve, mineralkväve, HCl-löslig fosfor (svagt men även hårdare bunden fosfor) samt AL-löslig fosfor (lättextraherbar fosfor). Hästhållarna fick besvara en enkät med frågor kring utfodring, mockning av fällor, utevistelsegrad etc. Den statistiska metoden "general linear mixed model" har använts för att belysa sambanden mellan hållningssystem och markvariabler liksom mellan markvariabler.

Mineralkvävenivåerna var i allmänhet i nivå med måttligt intensiva betesvallar för nöt, men enstaka ytor hade nivåer liknande dem vid utfodringsställen och ligghallar för nöt i utedrift. En stor andel av utevistelseytorna hade AL-löslig fosfor i nivå med den som uppmätts på högbelastade vintervistelseytor för nöt i utedrift. De olika typerna av delytor hade olika grad av anrikning (främst av mineralkväve och fosfor på foderytor och gödslingsytor) eller utarmning (av totalkväve vid vattenposter). Lösdriftsytorerna hade generellt högre AL-löslig fosfor än beteshagarna, vilket förklarades både av hållningssystem och olika användningstid under året.

Av enskilda brukningsåtgärder inom anläggningarna var tre särskilt betydelsefulla: djurtrycket (antalet djurtimmar per år och ytenhet), mockningsstrategin samt eventuell utfodring inom vistelsytan. Såväl ökat djurtryck som hög andel foder given inom vistelsytan visade ett signifikant samband med näringsackumulering i marken. Denna kunde motverkas genom frekvent mockning. Rapporten avslutas med handfasta rekommendationer för att minska risken för negativ miljöpåverkan orsakad av näringsanrikning i marken på hästarnas vistelseytor.

## Introduktion

Antalet hästar har ökat kraftigt i Sverige under gångna decennier och uppgår nu till ca 283 000 (SCB 2005). Som i alla verksamheter finns det olika plus- och minusfaktorer. Hästnäringen har ett stort kulturellt, socialt och ekonomiskt värde (Johansson et al. 2004). Under senare år har antalet nötkreatur i Sverige minskat, och i en del områden har dessutom bete minskat i betydelse för uppfödningen. Hästars bete framstår därför som mycket viktigt även för upprätthållandet av det öppna landskapet och den biologiska mångfalden, inte minst på naturbeten. Dessa positiva faktorer är viktiga att framhålla och utveckla.

Det finns dock även negativa faktorer som är viktiga att tydliggöra för att hästnäringen ska ges möjlighet att tidigt agera i frågor som potentiellt kan skapa problem i framtiden. Inom hästnäringen finns bland annat risken för negativ miljöpåverkan genom näringsförluster från hästhållningen vilket kan leda till eutrofiering av såväl mark som vatten. Mängden näring importerad till hästgårdar via foder är ofta omfattande, vilket kan leda till näringsanrikning inom gårdarna. Efter hästarnas konsumtion av fodret utsöndras merparten av näringen (e.g. Steineck et al. 2000a) och samlas antingen i stallgödsel eller deponeras av hästarna på utevistelseytorna varifrån den kan förloras till den omgivande miljön. Näringsförlusterna har i undersökningar av nöt- och fårproduktion befunnits vara till stor del förknippade med exkrementfläckar (Dahlin et al. 2005; Haynes & Williams 1993). N-tillförseln i en urinfläck kan till exempel motsvara upp till 1000 kg N ha<sup>-1</sup>\* för nötkreatur och 500 kg N ha<sup>-1</sup> för får (Fraser et al. 1994; Silva et al. 1999). Näringskoncentrationerna kan vara särskilt höga på djurens favoritplatser och utfodringsplatser samt längs stigar där exkrementfläckarna ofta överlappar, och kan starkt överstiga vad som kan tas upp av växterna. Eftersom hästar ofta hålls i relativt små hagar och fallor nära stallet, och även tenderar att skapa särskilda gödslingsytor kan näringstillförseln förväntas bli hög – åtminstone på delytor – samtidigt som vegetation och näringsupptagning kan vara liten eller obefintlig.

All näring i exkrementerna kommer dock inte att tas upp av växter eller förloras. En stor del av näringsinnehållet i exkrementerna, liksom i kvarliggande foder och markens vegetation byggs in i markens organiska material vilket leder till högre näringsinnehåll i marken på t ex nötkreaturens favoritplatser jämfört med huvuddelen av ytan inom betet eller fallan (Lundström et al. 2006). En sådan förhöjning av markens näringsinnehåll vittnar om ökat näringsinflöde och därmed sammanhängande risk för ökade näringsförluster.

---

\* Detsamma som kg N/ha

Information från undersökningar i hästbesättningar har hittills saknats. Eftersom hästar och hästhållning skiljer sig från nötkreatur och får och deras uppfödning kan inte data från undersökningar i nöt- och fårbesättningar appliceras direkt på hästgårdar och –företag (gemensamt kallade anläggningar). För att belysa läget har vi genomfört en screening av kväve- och fosforinnehållet på olika delytor av 30 svenska hästanläggningar.

## **Material och metoder**

### **Urval av anläggningar**

Genom rådgivare på Hushållningssällskapen i Uppsala, Malmöhus och Hallands län samt Svenska Hästavelsförbundet fick vi kontakt med hästägare/hästföretagare (gemensamt kallade "hästhållare") i Enköping-Uppsala-Stockholmsområdet (2006) och i västra Skåne, Halland samt centrala Västra Götaland (2007). De mellansvenska jordarna var genomgående leror, medan de sydvästsvenska jordarna dominerades av lättare jordar, varierande från sandjord till lättlera. Anläggningarna valdes så att olika hållningssystem skulle bli representerade: stora såväl som små anläggningar, olika grad av stallning alternativt utegång, olika grad av egen foderproduktion och plats för utfodring (inne/ute), mockningsfrekvens etc.

### **Provtagning**

Efter kontakt med hästhållarna samlade vi in prover under tidig vår (snarast efter eventuell tjällossning och våravrinning). På respektive anläggning valde vi ut ett antal delytor som representerade olika – av hästarna såväl som hästhållarna valda – markanvändningar. Dessa var fördelade på rastfällor, rasthagar, lösdriftsytor samt beteshagar (gemensamt kallade vistelseytor). Rastfällor avser i denna rapport naturligt eller genom markbyggnad väl-dränerade ytor med ingen eller föga vegetation. Rasthagar avser mindre fällor med ursprunglig markyta vilka är vegetationstäckta i varierande grad. Beteshagar avser större ytor med mer eller mindre komplett vegetationstäckning som dock kan ha upp trampade delytor vid grindar, vattenposter etc. Lösdriftsytor avser ytor för hästar som går ute dygnet runt även under vintern. Inom respektive vistelseyta valde vi sedan ut ett antal delytor som representerar hästarnas olika markutnyttjande:

- \* foderyta, dvs. område kring (stöd-)foder
- \* grind, dvs. kraftigt trampat område vid grind (med varierande exkrementbelastning)
- \* stig

- \* gödslingsyta, dvs. område med träckansamling och/eller rata
- \* område kring vattenpost
- \* referensyta utan något av ovanstående karakteristika

Dessutom provtog vi:

- \* hel fålla, i de fall inga delytor kunde urskiljas i rastfällan
- \* marksträng längs utsidan av stängslet (referens till ”hel fålla”)

Sammanlagt provtog vi 30 anläggningar, medan det totala antalet provtagna delytor blev 141. Vid provtagningen provtog vi olika delytor som låg så nära varandra inom respektive hage att en jämförelse kunnat göras mellan dessa delytor. Beroende på hållningssystem och markens beskaffenhet blev det mellan en och nio delytor per hästhållare. Några anläggningar visade sig ha flera hållningssystem inom anläggningen. Eftersom detta gav en möjlighet att jämföra olika hållningssystem under samma eller likartade geologiska betingelser gjorde vi på dessa anläggningar ett större antal provtagningar. De skilda typerna av delyta motsvarade olika stora arealer, där mark liknande ”referensytorna” särskilt i beteshagarna utgjorde en stor andel av totalytan.

På flera anläggningar i Enköping-Uppsala-Stockholmsområdet var rastfällorna täckdikade på ca 60 cm djup, men vanligen fanns ingen karta över rörens placering. För att inte riskera att skada täckdikningen provtog vi därför jorden normalt endast till 50 cm djup. På ett fåtal gårdar hade dock rastfällan ett påfört ytskikt av sand eller grus. Där så medgavs provtog vi dessa ytor till 70 cm djup (dvs. ca 20 cm sand/grus + 50 cm jord). På varje provplats togs 24 jordborrstick i skiktet 0-20 cm och 12 stick i skikten 20-50 cm (respektive 20-40 cm och 40-70 cm i grusade rastfällor). Sticken sammanslogs till ett jordprov per provplats och djup. Vid provtagning av gödslingsytor och foderytor skrapades först träck respektive foderrester undan så att provet endast innehöll mineraljorden.

Begränsningar i provtagningen: Ett par vistelseytor fick lämnas utan provtagning eller provtogs med något färre delstick eftersom marken var mycket stenig. På flera ridklubbar i Enköping-Uppsala-Stockholmsområdet kunde vi inte heller provta de hårdgjorda ytorna pga att de hade en duk över den ursprungliga jorden (och ovanpå denna ett sand- eller singellager) som de inte ville att vi skulle perforera med jordborren, eller för att ytskiktet liknade armerad betong. Under 2007 års provtagning har vi dock fått med prover från motsvarande ytor. På någon anläggning hade man just gödlat betena med mineralgödselmedel varför vi bara provtog någon enstaka (ogödslad) yta.



Förutom att diskutera anläggningen med hästhållarna eller deras personal vid provtagningen har hästhållarna också fått besvara en enkät med frågor om t ex utfodring utomhus, mockning och hästarnas vistelsetid för varje provtagen hage.

### Jordanalys

Markens näringsstatus i vistelseytorna bestämdes med avseende på innehåll av totalkväve (total-N)<sup>\*</sup> och mineralkväve (mineral-N)<sup>†</sup> samt saltsyralöslig och ammoniumlaktatlöslig fosfor (P-HCl<sup>‡</sup> resp. P-AL<sup>§</sup>) (Egnér et al. 1960). Eftersom de flesta intressenter för denna undersökning sannolikt är mer förtrogna med enheten kg ha<sup>-1</sup> än mg 100 g<sup>-1</sup> jord har analysdata omräknats till motsvarande kg ha<sup>-1</sup>, trots att de enskilda delytorna inte var av den storleken. Analysdata har omräknats till kg ha<sup>-1</sup> med antagandet att volymvikten för mineraljordarna var 1,25 kg dm<sup>-3\*\*</sup> i skiktet 0-20 cm och 1,5 kg dm<sup>-3</sup> i skiktet 20-50 cm. För mulljorden respektive den mullrika jorden antog vi en volymvikt på 0,6/0,8 respektive 0,8/1,3 kg dm<sup>-3</sup> (0-20/20-50cm). Vi använde vid beräkningarna alltså standardvärden för volymvikt för alla jordar.

### Statistik

De provtagna anläggningarna utgör inte ett representativt urval av svenska hästanläggningar. Vi har trots detta sökt efter samband mellan olika variabler i hållningssystemen och näringsbelastningen genom att använda statistiska metoder. Detta är inte formellt korrekt, men eftersom tidigare data saknas inom hästområdet generellt liksom för de enskilda anläggningarna antar vi att det inte funnits någon (avsiktlig) snedvridning i markens näringsinnehåll i de förslag på anläggningar vi fått. Resultaten från den statistiska bearbetningen bör därför kunna accepteras åtminstone som en stark indikation.

För den statistiska analysen av data har metoden ”general linear mixed model” använts för att jämföra effekten av olika variabler som t ex delyta,

---

\* Total-N utgörs till större delen av N i markens organiska material (mull), men även mineral-N.

† Mineral-N består främst av ammonium-N och nitrat-N.

‡ Saltsyran extraherar ut även hårt bundet P (dock inte allt organiskt bundet P) dvs. en stor andel av markens totala P-innehåll. Förändringar i detta stora P-förråd märks först efter stor P-tillförsel.

§ Ammoniumlaktatlösningen extraherar ut lättextraherbart P. Denna mindre pool påverkas normalt tydligare/snabbare av P-tillförsel.

\*\* Detsamma som kg/dm<sup>3</sup>

djurtryck och mockning på innehållet av kväve och fosfor i marken. Modeller med från början flera variabler har körts och med olika långtgående s.k. stegvis baklänges eliminering har ointressanta variabler tagits bort. SAS (2004) proceduren Mixed har använts för analysen med anläggning som slumpvis faktor.

## Resultat och diskussion

### Innehåll av kväve i marken

Jordarnas mineral-N-innehåll (medel 56 kg ha<sup>-1</sup> ner till 50 cm djup, Tabell 1) var generellt i nivå med måttligt intensiva till intensiva betesvallar för nöt (Williams et al. 2005; Anger et al. 2003; Anger et al. 2002; Bhogal et al. 2000; Cuttle & Bourne 1993; Parsons et al. 1991; Ball & Ryden 1984), respektive lågbelastade vinter-vistelseytor för nöt i utedrift (Lundström et al. 2006). Ett fåtal delytor hade dock en högre mineral-N-koncentration, liknande högbelastade ytor vid utfodringsställen och ligghallar för nöt i utedrift (Lundström et al. 2006). Mineral-N-innehållet var ungefär lika stort i skiktet 0-20 cm som i skiktet 20-50 cm.

Markens total-N-innehåll i skiktet 0-20 cm var i genomsnitt för alla provplatser 5852 kg ha<sup>-1</sup>, men spridningen var mycket stor (Tabell 1). I en undersökning av 3100 matjordsprover (0-20 cm) från platser slumpmässigt fördelade över Sveriges åkermark var motsvarande medeltal 7500 kg ha<sup>-1</sup> (Eriksson et al. 1997).

### Innehåll av fosfor i marken

Innehållet av P-AL resp. P-HCl skiljde starkt mellan olika anläggningar (Tabell 1). I genomsnitt var P-AL till 50 cm djup högre i mark som tidigare varit åker (611 kg ha<sup>-1</sup> resp 966 kg ha<sup>-1</sup> för sydvästsvenska jordar resp mellansvenska jordar) än mark som haft annan användning (370 kg ha<sup>-1</sup> resp 468 kg ha<sup>-1</sup>), men spridningen mellan anläggningarna och inom grupperna var stor. Av de provtagna ytorna hade 65 % ett P-AL-innehåll som överskred motsvarande 400 kg ha<sup>-1</sup>. Detta är betydligt över funna mängder i flertalet extensiva eller måttligt gödslade beten (Cayley et al. 2002; Chen et al. 2001; Haygarth et al. 1998a; Haygarth et al. 1998b), men ungefär motsvarande vad som uppmätts på högbelastade vintervistelseytor för nöt i utedrift (Lundström et al. 2006). Vanligen var halterna i samma storleksordning inom varje anläggning, men det förekom kraftigt förhöjda värden på enskilda delytor med hög belastning.

Tabell 1. Markens innehåll av N och P ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) i skikten 0-20 cm (ev inklusive sand/gruslager) respektive 20-50 cm djup. Medelvärden (min-max) för olika typer av delyta, för helfällor, samt för samtliga provtagna ytor.  
*Table 1. Soil N and P ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) at 0-20 cm (including sand/gravel layer if any) and 20-50 cm depth. Means (min-max) for different types of sub-area, for whole (all-weather) yards and for all sampled areas.*

Delytor Subareas	Total-N		Mineral-N		P-HCl		P-AL	
	Medel Mean (min-max)							
	0-20 cm	20-50 cm	0-20 cm	20-50 cm	0-20 cm	20-50 cm	0-20 cm	20-50 cm
Foderytor <i>Feeding areas</i>	7800 (2375-16950)	5649 (1822-26310)	73 (26-140)	77 (11-389)	2445 (1182-4000)	2463 (1422-3483)	659 (108-1044)	468 (35-858)
Grindar <i>Gates</i>	6917 (4375-10800)	4464 (3424-5760)	18 (6-33)	12 (4-41)	1656 (862-2700)	1960 (1107-3798)	298 (25-772)	79 (18-181)
Stigar <i>Paths</i>	5658 (4800-6200)	4982 (4324-5580)	17 (9-27)	13 (6-23)	1940 (1660-2190)	2317 (2282-2538)	176 (62-240)	106 (40-182)
Gödslingytor <i>Defecation areas</i>	5587 (2500-13375)	5128 (1557-14355)	54 (8-243)	32 (4-255)	2138 (828-7475)	2653 (1327-5625)	434 (37-1462)	453 (35-1804)
Vattenposter <i>Water points</i>	4507 (1552-11000)	3993 (1372-6795)	19 (4-47)	19 (5-55)	1839 (1117-3175)	2253 (1076-4054)	434 (78-1002)	421 (14-752)
Referensytor <i>Reference areas</i>	5983 (1732-14625)	5391 (1413-20475)	15 (5-49)	10 (2-34)	1777 (908-4375)	2212 (1098-3532)	269 (30-666)	276 (6-1022)
Helfällor <i>Whole yards</i>	5790 (2825-8295)	4158 (2196-6030)	60 (9-235)	53 (4-169)	2808 (2077-3932)	2835 (1170-4545)	640 (332-1128)	374 (107-837)
Samtliga ytor <i>All areas</i>	5852 (1552-16950)	5046 (1372-26310)	33 (4-243)	24 (2-389)	1996 (828-7475)	2397 (1076-5625)	380 (25-1462)	345 (6-1804)

I genomsnitt var P-HCl i skiktet 0-20 cm  $1996 \text{ kg ha}^{-1}$ \* (Tabell 1). I den tidigare refererade undersökningen av 3100 matjordsprover från platser slumpmässigt fördelade över Sveriges åkermark var motsvarande medeltal  $2050 \text{ kg ha}^{-1}$  (dvs. i nedre delen av klass 5 som är den högsta klassen) (Eriksson et al. 1997). HCl-extraktionen tar främst den oorganiskt bundna fosfor, varför analysen troligen inte ger ett rättvisande resultat för jordar med hög mullhalt (t ex välutvecklade gödslingsytor).

Proportionen P-AL/P-HCl var i medeltal ungefär dubbelt så hög i de sydvästsvenska jordarna som i de mellansvenska.

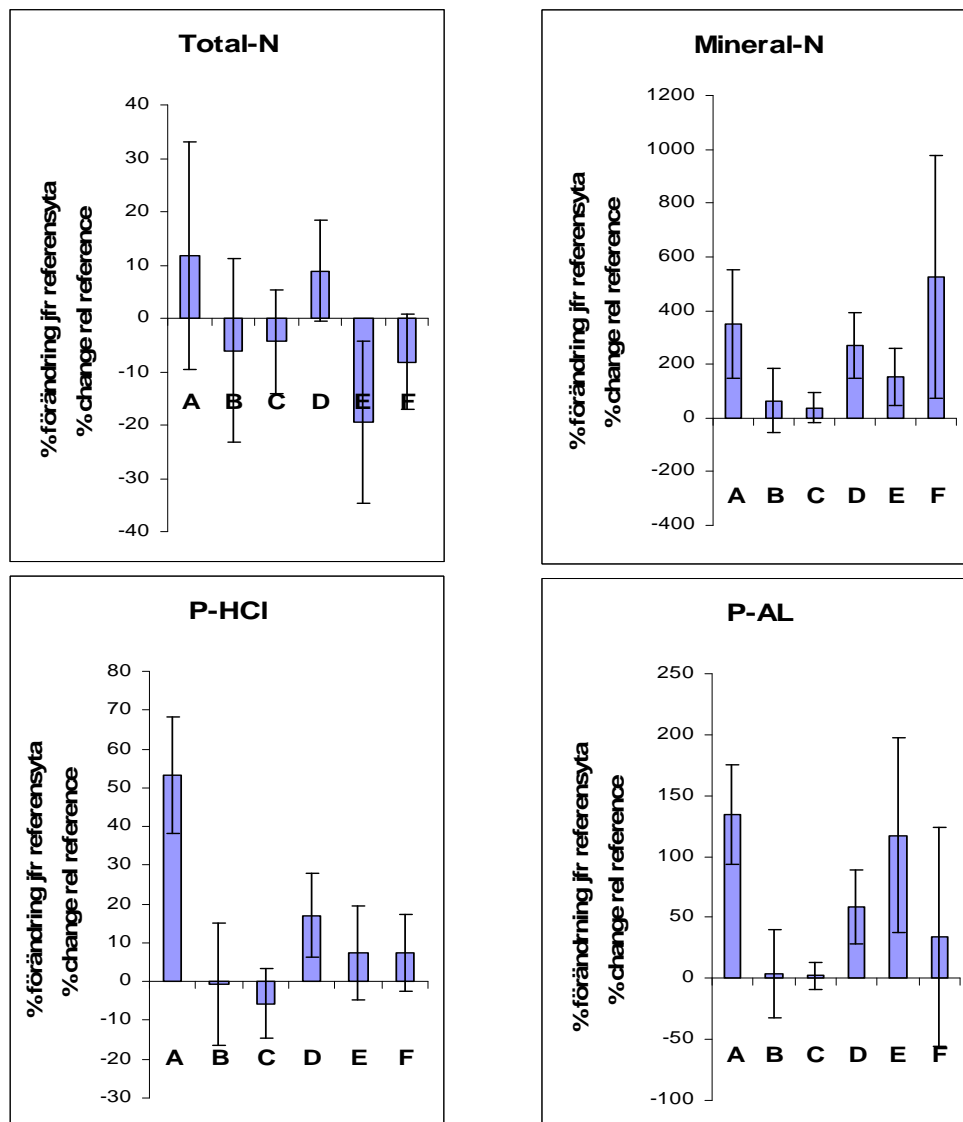
### Variation inom vistelseytorna

Graden av näringsanrikning för enskilda markkategorier och delytor var mycket variabel. Utöver varierande styrkeförhållanden hos motverkande faktorer på de olika platserna och olika biogeokemiska kretslopp för kväve respektive fosfor kan skillnader uppkomma under tidigare markanvändning ha bidragit till variationen. Signifikanta skillnader fanns trots detta mellan de olika markkategorierna (Tabell 2, Fig. 1). Mest konsekvent förhöjda (jämfört med referensytorna) var näringsnivåerna i marken på foderytor och gödslingsytor. Till dessa mängder kommer dessutom näringen i träck respektive foderspill som inte medtagits i analysen. De rastfällor som till synes var jämnt belastade och där referensprover samlats utanför stängslet hade också generellt betydligt högre mineralkväveinnehåll än referensytorna utanför stängslen. I denna studie har markens nuvarande innehåll av N och P mätts, medan mätningar av tillförsel till och förluster från marken inte har rymts inom studien. Vi kan därför inte ange några mått på eventuella näringsförluster från enskilda ytor. Eftersom förluster främst uppmätts från mark med näringsanrikning finns dock en uppenbar risk att de anrikade delytorna kan förlora avsevärda mängder näring. Dessa är sannolikt störst för N och sker genom denitrifiering<sup>†</sup>, ammoniakavgång och/eller utlakning. Fosfor kan visserligen förväntas kvarhållas i systemet i högre grad, men även en ökad P-halt har visat sig leda till ökad risk för förluster från jorden (t ex Sims et al. 2000). Trots skillnader mellan hästar och nöt är detta samma problematik som inom jordbruket uppmärksammas för vintervistelseytor för nöt i ranchdrift. Man har dock där kunnat visa att situationen kan förbättras (t ex Dahlin et al. 2005).

---

\* Omräkning baserad på volymvikt  $1,25 \text{ g cm}^{-3}$  och matjordsdjup 20 cm.

† Omvandling av nitratkväve till gasformiga kväveföreningar (kvävgas, lustgas etc).



Figur 1. Genomsnittliga skillnader (med konfidensintervall\*,  $p=0,05$ ) i näringsförekomst mellan olika delområden uttryckt som procentuell förändring jämfört med en relativt opåverkad referensyta inom respektive vistelseyta, eller (i de fall inga delytor kunde urskiljas inom fållan) en sträng omedelbart utanför fållans stängsel. A) foderplats, B) grind, C) stig, D) gödslingsyta, E) vattenpost, F) helfålla.

Figure 1. Average differences in nutrient content between sub-areas as percentage change relative to the reference area of each individual outdoor area (confidence interval,  $p=0.05$ ). A) feeding site, B) gate, C) path, D) defecation area, E) water point, F) whole yard.

\* Konfidensintervallet visar det intervall inom vilket 95 % av medeltalet bör hamna om 100 liknande undersökningar görs.

Total-N-halten i marken vid vattenposterna var däremot lägre än referensytornas, i motsats till dess innehåll av mineral-N och P. En förklaring kan vara att omsättningen av organiskt material har gynnats i den upptrampade, omrörda och sannolikt relativt fuktiga jorden. Detta har lett till en ökning av N-mineraliseringen\* och åtföljande förluster som överskuggat det inflöde av N som bör ha åtföljt P-inflödet (indikerat av de ökade P-nivåerna). Trots att dessa ytor generellt inte visade någon synlig träckansamling tycks de alltså vara N-förlustpunkter. Detta styrks av att kvoten mellan P-AL och total-N var högre kring vattenposterna än på de mera ostörda ytorna (Fig. 2). En annan förklaring kan vara att vi underskattat jordens volymvikt i dessa hårt trampade marker, men detta borde i så fall ha märkts även på data för stigarna vilket inte var fallet. En eventuell underskattning av volymvikten skulle inte heller påverka de motsatta trenderna för P och mineral-N respektive total-N. Däremot kan det tänkas att anrikningen av P och förlusten av N i verkligheten var större än våra beräkningar visat.

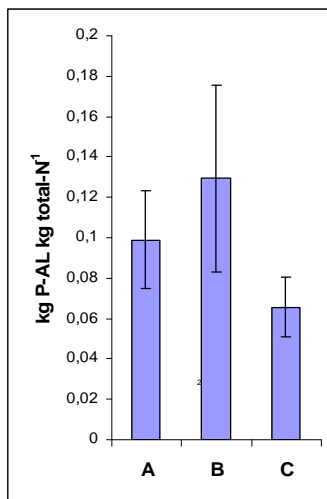
Stigar har i undersökningar av nötkreaturs- och fårbeten visat sig ha förhöjt näringsinnehåll (t ex Haynes & Williams 1993), men detta är inte fallet på de undersökta hästanläggningarna. Underlaget i studien är visserligen begränsat, men dessa data kombinerat med ett allmänt intryck att hästarna gödslar på stigarna i begränsad omfattning gör att vi inte uppfattar stigar som någon markkategori med uttalad risk för näringsförlust.

### **Skillnader mellan olika typer av vistelseyta**

Med det underlag vi har är det omöjligt att göra en direkt jämförelse mellan N- eller P-koncentrationerna i rastfällorna och betena inom varje anläggning. Det beror delvis på att betena och rastfällor ibland hade olika underlag, antingen pga. att de låg olika i landskapet, eller pga. att rastfällan var grusad eller sandad. Även avståndet från stallbyggnaderna kan vara en väsentlig faktor om anläggningen ligger på en gammal kreatursgård. På sådana finns nämligen ofta en gradient i P-AL (med stigande värden mot gården) betingad av långvarig djurhållning och rikligare stallgödselspridning närmast ladugårdsbyggnaderna. Dessutom provtog vi under våren, direkt efter tjällossningen/våravrinningen. Då hade rastfällorna varit i bruk kontinuerligt under hela vinterhalvåret, medan betena hade vilat under minst lika lång period. Eftersom mineral-N är en mycket dynamisk fraktion kan under denna tidsrymd stora skillnader uppkomma genom förluster respektive mineralisering.

---

\* frigörelse av N genom mikroorganismernas nedbrytning av organiska föreningar



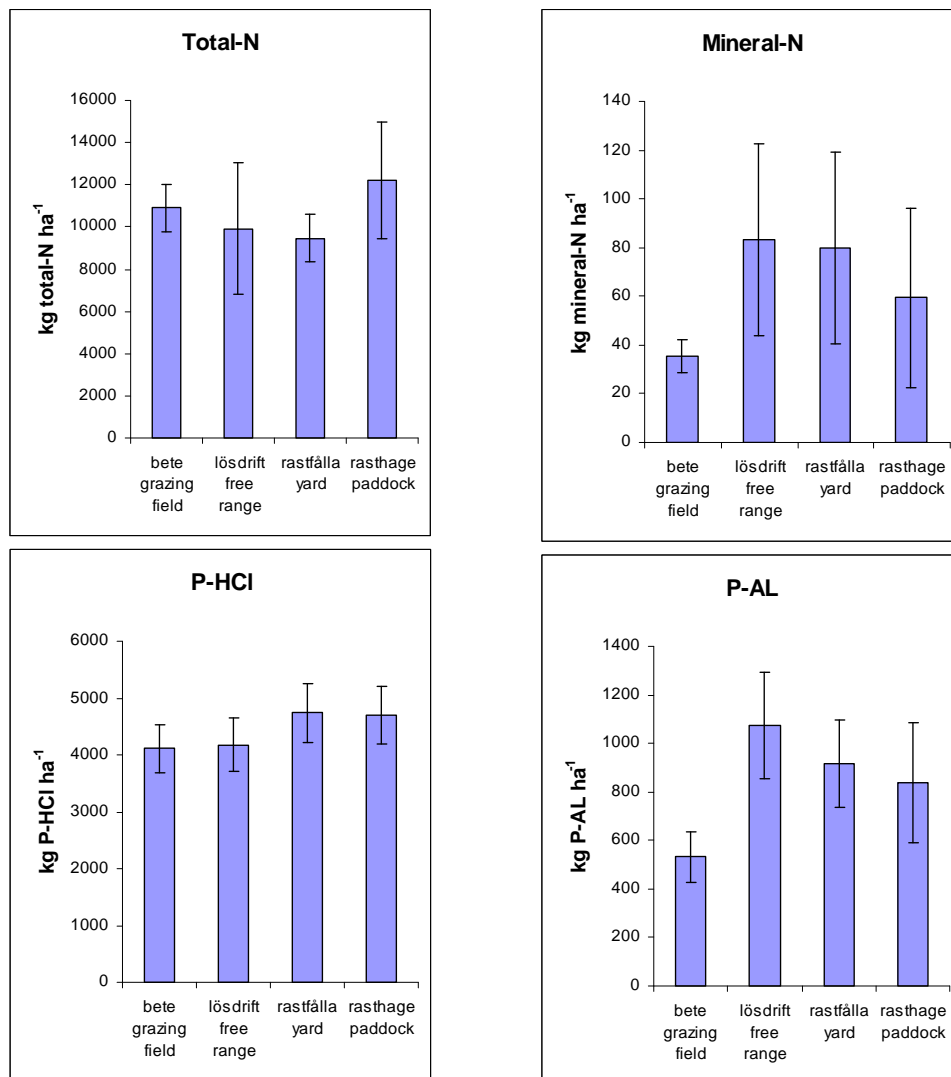
Figur 2. Kvoter mellan P-AL och total-N för ytor med A) högt näringsinflöde (foderytor + gödslingsytor), B) kraftig bearbetning genom hästarnas tramp (vattenposter), samt C) övriga ytor (konfidensintervall  $p=0,05$ ).

*Figure 2. P-AL to total N ratios for sub-areas with A) high nutrient inflow (i.e. feeding sites + defecation areas), B) trampled/mixed ground (i.e. water points) and C) 'other' land, respectively (confidence interval,  $p=0.05$ ).*

Motsvarande systematiska skillnad i avstånd till stallbyggnader fanns inte mellan mark använd för lösdrift respektive beteshage, varför en jämförelse kan göras för P och total-N. Marken där hästarna hölls i lösdrift hade i genomsnitt ett signifikant högre innehåll av P-AL än beteshagarna (Fig. 3), och denna var statistiskt korrelerad med såväl själva driftssystemet som brukningsperioden (Tabell 2). Liksom i jämförelsen med rastfällorna går det inte att direkt och rättvist jämföra mineralkvävenivåerna i de två systemen p.g.a. olika brukningsperiod under året. Den högre mineral-N-nivån i lösdriftsytor innebär inte desto mindre en förhöjd risk för omfattande kväveförluster. Att en sådan skett visas av den högre kvoten mellan P-AL och totalkväve som är resultatet av en ökning i P-AL utan motsvarande ökning i total-N.

### Övriga faktorerers betydelse för näringsnivåer i marken

Utöver skillnaderna i delyta och hag-/fälltyp visade den multivariata analysen ett flertal samband (Tabell 2, 3) mellan hästverksamheten och näringsinnehållet i markerna. Av dessa är ett par platsgivna och kan för den enskilda anläggningen svårligen påverkas genom driftsinriktning eller enskilda skötselåtgärder, t ex huruvida marken utgör tidigare åker, samt markens innehåll av organiskt material. Däremot fanns ett antal påverkbara variabler som var signifikant korrelerade med näringsinnehållet i marken, nämligen mockningsfrekvens, omfattning av utfodring utomhus samt djurtrycket (dvs. djurtimmar per ytenhet och år).



Figur 3. Genomsnittliga kväve- och fosformängder till 50 cm djup för olika typer av vistelseyta (konfidensintervall,  $p=0,05$ ).

Figure 3. Average N and P content to 50 cm depth in different land types (confidence interval,  $p=0.05$ ).

Föga förvånande visade **djurtrycket** ett signifikant samband för såväl mineral-N-nivåerna som fosformivåerna och även för heterogeniteten inom de enskilda vistelseytorna (Tabell 2, 3). Samma trend i totalvärden fanns för total-N-nivåerna, men denna var inte statistiskt signifikant, vilket sannolikt beror på att markens förråd av totalkväve är så stort att förändringar måste vara mycket stora för att signifikant slå igenom. Däremot ökade den lättillgängliga andelen av såväl kväve som fosfor med ökat djurtryck (Tabell 2).



Tabell 2. Sannolikheter (p-värden) för samband mellan ett antal variabler och markens innehåll av kväve och fosfor. p-värden för återstående variabler i de statistiska modellerna efter stegvis eliminering av ointressanta variabler. Blank ruta innebär att variabeln sållats bort p.g.a. högt p-värde (dvs. osannolik effekt på kväve- och fosforinnehåll enligt modellen).  $p < 0,05$  accepteras som signifikant (svart text).

Table 2. Probability ( $p$ ) values for the relationship between a number of variables and soil N and P content according to the statistical model after stepwise elimination of clearly non-significant variables. A blank cell denotes that the variable was excluded from the model due to high  $p$ -value.  $p < 0.05$  was accepted as significant (black print).

Variabel	Total-N	Mineral-N	P-HCI	P-AL	minN totN	P-AL P-HCI	P-AL totN
Delyta Sub-area	0,0466	0,0239	0,0857	0,0147	0,0017	0,0371	0,1413
Typ av vistelseyta Outdoor area type		0,2068	0,0653	0,0025	0,1482	0,0026	0,1444
Region Region		0,0765	0,2033		0,0225	0,0014	0,0801
Mockning Dung clearing	0,0118	0,4065	0,0003	0,0154			0,2309
Fodergiva ute Outdoor feeding	0,0263	0,3037	0,0012	0,0035		0,0047	0,0103
F.d. åker Former agric. land	0,0249		0,0294	0,0260		0,1737	0,0056
Anlägggn. ålder Age of establishment	0,0003						
Djurtryck ( $h \text{ år}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ ) Animal pressure ( $h \text{ yr}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ )	0,0601	0,0103	0,0002	0,0026	0,0055	0,0201	0,0009
Anlägggn. Storlek Size of establishment					0,2721		
SOC SOC	<0,0001	0,0838	0,0826			0,0152	<0,0001
Brukningstid $\text{år}^{-1}$ Use time (months $\text{yr}^{-1}$ )			0,0030	0,0232			
Delyta*mockning Sub-area*dung clearing	0,0003	0,0028			0,0091		
Bruktid*typ av yta Use time*type of area					0,1271		
Djurtryck*mockning Pressure*dung clearing		0,0633	0,0006	0,0148	0,0691		0,0210
Djurtryck*delyta Pressure*sub-area		0,0005				0,1722	0,0647

Effekten av djurtrycket varierade beroende på delyta, där foderytor och gödslingsytor fick starkt ökade mineral-N-mängder vid ökat djurtryck. Denna kunde för gödslingsytorna förebyggas i viss mån: särskilt frekvent **mockning** minskade ansamlingen av åtminstone fosfor (Tabell 2, 3). Att effekten av mockning var tydligare för fosfor hänger samman med att fosfor främst återfinns i träcken (som bortförs vid mockning), medan mycket kväve återfinns i urinen. Frekvent (dagligen) mockade gödslingsytor behöll följaktligen en låg P-AL/total-N-kvot (resultat ej visade) medan gödslingsytor i omockade fallor kunde nå en hög P-AL/total-N-kvot. De kväveförluster detta indikerar har rimligen även pågått från de mockade ytorna, om än inte i samma omfattning.

Omfattningen av **utfodringen** utomhus (andelen av dagsransonen som ges utomhus) visade också ett signifikant samband med kväve- och fosforinnehållet i marken (Tabell 2, 3). Denna effekt var inte begränsad till enbart foderytan utan även generell, vilket inte är förvånande i och med att hästarna konsumerar merparten av fodret (och näringen som finns bunden däri) och sedan deponerar träck och gödsel på andra delområden.

Anläggningens storlek i sig spelade däremot ingen eller mycket liten roll (Tabell 2, 3) för den genomsnittliga näringsansamlingen eller heterogeniteten inom enskilda vistelseytor. Djurtrycket på markerna, mockningsfrekvensen och utfodringsstrategierna skiljde inte heller på ett systematiskt sätt mellan de större och mindre anläggningarna i undersökningen (resultat ej visade). Även om denna undersökning bara gett en ögonblicksbild av näringstillståndet i marken på anläggningarna tyder detta på att näringstillförseln och –förlusten per ytenhet kan vara likartade oavsett anläggningens storlek. Med tanke på att ca en tredjedel av hästarna i Sverige hålls i besättningar om max 4 djur (Jordbruksverket 2005) pekar detta på att även de mindre anläggningarna bör uppmärksammas på de miljörisker näringsansamling i markerna innebär och vilka åtgärder som kan användas för att motverka dessa.

Tabell 3. Sannolikheter (p-värden) för samband mellan ett antal variabler och den procentuella förändringen av markens innehåll av kväve och fosfor i procent jämfört med referensytan. p-värden för återstående variabler i de statistiska modellerna efter stegvis eliminering av ointressanta variabler. Blank ruta innebär att variabeln sållats bort pga högt p-värde (dvs. osannolik effekt på kväve- och fosforinnehåll enligt modellen).  $p < 0,05$  accepteras som signifikant (svart text). *Table 3. Probability (p) values for relationship between a number of variables and the percentage change in soil N and P content relative to that of the reference area of each individual dwelling area according to the statistical model after stepwise elimination of clearly non-significant variables. A blank cell denotes that the variable was excluded from the model due to high p-value.  $p < 0.05$  was accepted as significant (black print)*

<b>Variabel</b>	<b>Total-N</b> Total N	<b>Mineral-N</b> Mineral N	<b>HCl-fosfor</b> P-HCl	<b>AL-fosfor</b> P-AL
Delyta <i>Sub-area</i>	0,0811	0,0590	0,0410	0,0642
Typ av vistelseyta <i>Outdoor area type</i>			0,0387	0,0127
Region <i>Region</i>	0,0152		0,2529	
Mockning <i>Dung clearing</i>	0,0026	0,0002	0,0232	
Fodergiva ute <i>Outdoor feeding</i>		0,0285		0,3093
F.d. åker <i>Former agric. land</i>	0,0262			
Anlägg. ålder <i>Age of establishment</i>	<0,0001		0,0406	
Djurtryck ( $h\text{ år}^{-1}\text{ ha}^{-1}$ ) <i>Animal pressure (<math>h\text{ yr}^{-1}\text{ ha}^{-1}</math>)</i>	0,1280	<0,0001	0,0327	0,1517
Anlägg. storlek <i>Size of establishment</i>			0,5194	0,0373
SOC SOC	<0,0001			0,3266
Totalkväve <i>Total N</i>		0,2653		
Brukningstid $\text{år}^{-1}$ <i>Use time (<math>months\text{ yr}^{-1}</math>)</i>			0,0090	0,0171
Delyta*mockning <i>Sub-area*dung clearing</i>	0,0935	0,0009	0,1684	
Delyta*anlägg. ålder <i>Sub-area*age</i>			0,0722	0,1927
Djurtryck*mockning <i>Pressure*dung clearing</i>		<0,0001	0,0265	0,0836
Djurtryck*delyta <i>Pressure*sub-area</i>		0,0160	0,0501	0,1823
Bruktid*typ av yta <i>Use time*type of area</i>		0,0013	0,0345	0,0217
Totalkväve*delyta <i>Total N*sub-area</i>		0,0102		

## Slutsatser och rekommendationer

Risken för skadliga näringsförluster till den externa miljön ökar generellt med ökande näringshalter i marken. På de undersökta anläggningarna var näringsinnehållet i genomsnitt högst i rastfällor och lösdriftsytor. Inom de enskilda vistelseytorna och fällorna var näringsnivåerna generellt höga på gödslingsytor och foderytor. Vattenposter hade också förhöjda nivåer av särskilt P-AL-lösligt fosfor, medan däremot totalkvävenivåerna var låga. Det fanns ett tydligt samband mellan mockningsfrekvensen, andelen foder som gavs utomhus samt djurtrycket (antalet djurtimmar per ytenhet och år). Däremot syntes ingen eller en mycket liten effekt av anläggningens storlek. Resultaten visar att åtminstone N förlorats från en del av de provtagna ytorna. Omfattningen av förlusterna, och huruvida även P har förlorats, kan inte utläsas av screeningen utan fordrar direkta mätningar.

Resultaten visar att näringsanrikning i marken kan motverkas genom mockning av gödslingsytor. Kan dessa förses med en hårdjord yta som beläggs med ett ab-/adsorberande material bör näringsförlusterna kunna minskas ytterligare. Eftersom risk finns att hästarna byter gödslingsyta om denna blir för hård kan ett alternativ vara att i stället sprida torvströ över gödslingsytan efter mockning. För att detta ska vara effektivt bör ytan mockas relativt ofta. I de bevuxna hagar där det inte är realistiskt att mocka gödslingsytorna kan näringen fördelas över ett större område genom harvning. Detta ger växtligheten ökad chans att tillgodogöra sig näringen och minskar därmed risken för förluster, samtidigt som parasitagg kan exponeras för sol (Müller, pers. meddel.). Betet bör dock inte användas under tiden närmast efter harvningen.

För att minska näringsanrikningen vid foderytorna kan dessa hårdgöras så att foderspillet lätt kan avlägsnas. Vidare kan foderhäckar med botten minska spillet. Ett alternativ är att flytta foderytan inom vistelseytan för att förhindra omfattande ackumulering på en plats, vilket dock inte innebär att outnyttjad näring bortförs.

För att hålla kvar den näring som finns i marken bör vegetationstäcket vara intakt, och antalet hästar i hagarna bör avpassas därefter. Luckiga beten kan sås om, men eftersom detta ökar risken för omfattande N-förluster bör omsådd ske under våren så att den nya vallen hinner etableras och kan ta upp frigjord näring. Den omsådda vallen bör helst inte användas alls under etableringsåret. Särskilt vid vattenposter och grindar är risken stor att marken trampas sönder. Om detta inte kan undvikas genom flyttning av mobila vattenposter kan marken beläggas med markduk och ovanpå det ett

lager av t ex grus. Detta förhindrar den omrörning av jorden som leder till ökad frigörelse av i synnerhet N, samtidigt som säkerheten ökar i samband med hästhanteringen. Lämpligheten hos ett antal material som ytbeläggning har testats i drivningsgator för nöt (Lindgren & Benfalk 2003).

En minskning av P-inflödet till vistelseytorna kan även nås genom en begränsning av P i fodret. Fosforhalten varierar starkt mellan olika grovfoder. Kompletterande mineralfoder (slag och kvantitet) bör avpassas efter grovfoderanalys och eventuella andra foderslag. En ökad kunskap hos såväl foderproducenter som enskilda hästhållare om miljöaspekterna på P-utfodringen bör kunna leda till större precision i P-fodergivorna och minska överutfodringen med P.

För att minimera effekten av den näringsförlust som sker bör avrinning och dränvatten ej mynna direkt i sjö eller vattendrag. Däremot är det en fördel om det mynnar i t ex en anlagd våtmark och/eller ett dike där ett fosforfilter\* kan installeras (Bergström et al. 2007). För att minska näringsförluster genom ytavrinning från djurens vistelseytor till vattendrag, dike o dyl rekommenderas också ofta s.k. kantzoner med vegetation (Bergström et al. 2007). Flera studier visar på kantzoners effektivitet när det gäller att minska fosforförlusterna. Man har emellertid också sett att om växtmaterialet i kantzonen fryser och växtcellerna sprängs kan fosfor i växtmaterialet rinna av och förloras.

## Tack

till alla hästhållare som generöst låtit oss provta vistelseytor och som tålmodigt besvarat våra frågor. Tack även till dem som kritiskt läst rapporten.

## Ekonomiskt stöd

Studien har finansierats av Jordbruksverket (Dnr 25-10157/06).

---

\* Ett sådant filter kan fås genom att installera ett antal sedimentationsbehållare efter varandra i ett dike dit dräneringsvatten leds. Innan det renade vattnet rinner ut i en recipient kan det ledas genom ett kalkfilter som fångar upp löst fosfor. Sedimentationsbehållarna kan tömmas och kalkkassetten bytas vid behov.

## Referenser

- Anger M, Hoffmann C & Kühbauch W. 2003. Nitrous oxide emissions from artificial urine patches applied to different N-fertilized swards and estimated annual N<sub>2</sub>O emissions for differently fertilized pastures in an upland location in Germany. *Soil Use and Management* 19: 104-111.
- Anger M, Hüging H, Huth C & Kühbauch W. 2002. Nitrat-Austräge auf intensiv und extensiv beweidetem Grünland, erfasst mittels Saugkerzen- und N<sub>min</sub>-Beprobung. I. Einfluss der Beweidungsintensität. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 165: 640-647.
- Ball PR & Ryden JC. 1984. Nitrogen relationships in intensively managed temperate grassland. *Plant and Soil* 76: 23-33.
- Lars Bergström, Faruk Djodjic, Holger Kirchmann, Ingvar Nilsson, Barbro Ulén. 2007. Fosfor från jordbruksmark till vatten – tillstånd, flöden och motåtgärder i ett nordiskt perspektiv. Rapport MAT 21 nr 2/2007. ISSN: 1650-5611. ISBN: 978-91-576-7201-8.
- Bhogal A, Murphy DV, Fortune S, Shepherd MA, Hatch DJ, Jarvis SC, Gaunt JL & Goulding KWT. 2000. Distribution of nitrogen pools in the soil profile of undisturbed and reseeded grasslands. *Biology and Fertility of Soils* 30: 356-362.
- Cayley JWD, McCaskill MR & Kearney GA. 2002. Available phosphorus, sulphur, potassium, and other cations in a long-term grazing experiment in south-western Victoria. *Australian Journal of Agricultural Research* 53: 1349-1360.
- Chen W, McCaughey WP, Grant CA & Bailey LD. 2001. Pasture type and fertilization effects on soil chemical properties and nutrient redistribution. *Canadian J of Soil Science* 81: 395-404.
- Cuttle SP & Bourne PC. 1993. Uptake and leaching of nitrogen from artificial urine applied to grassland on different dates during the growing period. *Plant and Soil* 150: 77-86.
- Dahlin AS, Emanuelsson U and McAdams JH. 2005. Nutrient management in temperate low input grazing-based meat production systems. *Soil Use and Management* 21: 122-131.
- Haygarth PM, Chapman PJ, Jarvis SC & Smith RV. 1998a. Phosphorus budgets for contrasting grassland farming systems in the UK. *Soil Use and Management* 14: 160-167.
- Haygarth PM, Hepworth L & Jarvis SC. 1998b. Forms of phosphorus transfer in hydrological pathways from soil under grazed grassland. *European Journal of Soil Science* 49: 65-72.
- Jordbruksverket. Kartläggning och analys av hästverksamheten i Sverige. Rapport 2005:5. ISSN 1102-3007. ISRN SJV-R-05/5-SE.
- Lindgren K & Benfalk C. 2003. Drivningsgator och rastning av ekologiska uppbundna kor – underlag, gödselbelastning, renhet och tekniska hjälpmedel. JTI-rapport Lantbruk och Industri 319. ISSN 1401-4963
- Lundström C, Rustas B-O, Wetterlind J & Lindén B. 2006. Utedrift med nötkreatur i Västsverige under vinterhalvåret – dokumentation av produktion,

- hälsa och miljöpåverkan. Institutionen husdjurens miljö och hälsa, avdelningen för produktionssystem. Rapport 4. Skara.
- Parsons AJ, Orr RJ, Penning PD & Lockyer DR for Ryden JC. 1991. Uptake, cycling and fate of nitrogen in grass-clover swards continuously grazed by sheep. *J of Agricultural Science* 116: 47-61.
- SAS Institute Inc. (2004): SAS/Stat 9.1, User's Guide. Cary, N.C., SAS Institute Inc.
- Sims JT Edwards AC Schoumans OF & Simard RR 2000. Integrating soil phosphorus testing into environmentally based agricultural management practices. *Journal of Environmental Quality* 29, 60–71.
- Williams JR, Chambers BJ, Hartley AR & Chalmers AG. 2005. Nitrate leaching and residual soil nitrogen supply following outdoor pig farming. *Soil Use and Management* 21: 245-252.

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

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

- 181 1991 Lars Gunnar Nilsson: Nitrifikationshämmare - flytgödsel.  
*Nitrification inhibitors - slurry.*
- 182 1991 Lennart Mattsson: Nettomineralisering och rotproduktion vid odling av några vanliga lantbruksgrödor.  
*Nitrogen mineralization and root production in some common arable crops.*
- 183 1991 Magnus Hahlin: Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium. II. Fältförsök, serie R3-8024.  
*Influence of K/Mg-ratios on the effect of potassium fertilization. Field experiments R3-8024.*
- 184 1991 Käll Carlgren: Skördeeffekter och pH-inverkan av fem kvävegödselmedel studerade i ett långliggande fältförsök.  
*Influence on yield and soil pH-value from five nitrogen fertilizers studied in a long-term field trial.*
- 185 1992 Enok Haak och Gyula Simán: Fältförsök med Øyeslagg.  
*Field experiments with Øyeslagg.*
- 186 1992 Lennart Mattsson: Effekter av halm- och kvävetillförsel på mullhalt, kvävebalans och skörd i ett långliggande fältförsök i Uppland.  
*Effects on soil organic matter content, N balance and yield of straw and N additions in a long term experiment in Central Sweden.*
- 187 1992 Lars Gunnar Nilsson och Magnus Hahlin: Modell för beräkning av växttillgänglig fosfor-P-AL på basis av ICP-analys.  
*A model for calculation of plant available phosphorus in soil according to AL/standard and AL/ICP.*
- 188 1992 Enok Haak och Gyula Simán: Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar till olika basmättnadsgrad.  
*Field experiments with liming of mineral soils to different base saturation.*
- 189 1992 Lennart Mattsson och Tomas Kjellquist: Kvävegödsling till höstveten på gårdar med och utan djurhållning.  
*Nitrogen fertilization of winter wheat on farms with and without animal husbandry.*



- 190 1992 Christine Jakobsson och Börje Lindén: Kväveeffekter av stallgödsel på lerjordar.  
*Nitrogen effects of manure on clay soils.*
- 191 1992 Magnus Hahlin och Erik Svensson: Radmyllning av NPK till fabrikspotatis. Resultat från försöksserie FK-1290. Samarbetsprojekt mellan Försöksavdelningen för växtnäringslära och Fabrikspotatis-kommittén.  
*Placed application of NPK fertilizer to starch potatoes. Results from field experiment project FK-1290.*
- 192 1993 Enok Haak: Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar i Norrland.  
*Field experiments with liming of mineral soils in North Sweden.*
- 193 1994 Barbro Beck-Friis, Börje Lindén, Håkan Marstorp och Lennart Henriksson: Kväve i mark och grödor i odlingssystem med fånggrödor. Undersökningar på en sandjord i södra Halland.  
*Nitrogen in soil and crops in cropping systems with catch crops. Studies on a sand soil in Halland in south-west Sweden.*
- 194 1994 Enok Haak, Börje Lindén & Per Johan Persson: Kväveflöden i olika odlingssystem. Försök på Lanna, Skaraborgs län.  
*Nitrogen flow in different cultivation systems. A field experiment at Lanna Research Station in south-west Sweden.*
- 195 1995 Käll Carlgren & Jan Persson: Fält-, kär- och laboratorie-undersökningar med Fosforkalk från Karlshamn.  
*Field, Pot and Laboratory Experiments with Phosforkalk from Karlshamn Ltd.*
- 196 1995 Lennart Mattsson: Skördevariationer inom enskilda fält. Storlek och tänkbara orsaker.  
*Yield variations within individual fields. Magnitude and possible reasons.*
- 197 1996 Käll Carlgren: Två fältförsök med jämförelse mellan konventionell och ekologisk fosforgödsling.  
*Two Field Experiments with Comparison between Conventional and Ecological Phosphorus Fertilization.*
- 198 1997 Enok Haak & Gyula Simán: Effekter av kalkning och NPK-gödsling i sju långvariga försök i fält, 1962-92.  
*Effects of liming and NPK-fertilization in seven long term field experiments, 1962-92.*
- 199 1998 Börje Lindén, Käll Carlgren & Lennart Svensson: Kväveutnyttjande på en sandjord i Halland vid olika sätt att sprida svinflytgödsel till stråsäd.  
*Nitrogen utilization on a sandy soil after application of pig slurry to cereal crops with different techniques.*

- 200 1999 Enok Haak: Vädrets och kvävegödslingens inverkan på växtproduktion och näringsupptag i bördighetsförsöket R3-9008, 1985-1992.  
*Influence of weather and N-fertilization on DM-yield and nutrient uptake in the fertility experiment R3-9008, 1985-1992.*
- 201 1999 Lennart Mattsson: Mullhalt och kväve mineralisering i åkermark.  
*Soil organic matter and N mineralization in arable land*
- 202 2001 Lennart Mattsson, Thomas Börjesson, Kjell Ivarsson & Kjell Gustafsson. Utvidgad tolkning av P-AL för mark- och skördeanpassad fosforgödsling.  
*Extended interpretation of labile P for soil and yield related P fertilization.*
- 203 2003 Käll Carlgren: Länsförsök med koppargödsling 1971-73.  
*Regional field experiments with copper fertilization 1971-73.*
- 204 2003 Jan Persson & Käll Carlgren: Långsiktig verkan hos markens kopparförråd.  
*Long-term copper maintenance.*
- 205 2003 Lennart Mattsson: Växtnäring, produktion och miljö  
*Plant nutrients, production and environment.*
- 206 2003 Lennart Mattsson: Kvävebalans i korn och höstvetete.  
*Nitrogen balance in barley and winter wheat.*
- 207 2003 Jan Persson: Kväveförluster och kvävehushållning. Förbättringsmöjligheter i praktiskt jordbruk. Kortsiktiga och långsiktiga markbiologiska processer med speciell hänsyn till kvävet.  
*Nitrogen losses and N management. Possible improvements in agriculture. Short term and long term soil biological processes with special regard to nitrogen.*
- 208 2004 Käll Carlgren & Holger Kirchmann, red. /eds./: Växtnäringsförsörjningen i ekologisk odling. Föredrag hållna 4 mars 2004 på Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien.  
*Lectures held on 4 March 2004 at the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry*
- 209 2004 Lennart Mattsson: Kväveintensitet i höstvetete vid olika förutsättningar.  
*Nitrogen fertilization in winter wheat.*
- 210 2005 Lennart Mattsson & Hans Larsson: Att föra bort eller bruka ner halmen påverkar mullhalt, dagmaskar och skadedjur. Undersökningar i långliggande försök i Skåne  
*To remove or to incorporate straw affects organic matter, earth-worms and pests Studies in three long-term field experiments*

- 211 2005 Käll Carlgren & Holger Kirchmann, red. /eds./: Nya metoder för återcirkulation av växtnäringsämnen från avfall. Föredrag hållna på Kungl. Skogs- och lantbruksakademien 3 mars 2005.  
*New Methods for Recirculation of Plant Nutrients from Wastes. Lectures held on 3 March 2005 at the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry.*
- 212 2006 Lennart Mattsson: Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag  
*Nitrogen intensity in barley – yields and N off-take*
- 213 2006 Jan Persson, Lennart Mattsson & Käll Carlgren: Halmnedbrukning – effekt på skörd och mark.  
*Straw incorporation – effects on yields and soils.*
- 214 2007 Lennart Mattsson. Eldning med spannmål. Gödslingsåtgärder och havrens bränsleegenskaper.  
*Cereals for heating. Fertilizer measures and the fuel properties of oats.*
- 215 2007 Lennart Mattsson. Mineraliskt kväve i marken. Medelvärden 1990-2006.  
*Soil mineral N. Means from 1990-2006*
- 216 2008 Sigrun Dahlin & Gerd Johansson. Miljöeffekter av hästhållning – anrikning och distribution av kväve och fosfor i marken på hästars vistelseytor.  
*Environmental impact of horse keeping – nitrogen and phosphorus accumulation and distribution in outdoor areas for horses.*

I denna serie publiceras  
forsknings- och försöksresultat  
från avdelningen för  
växtnäringslära, Sveriges  
lantbruksuniversitet.

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

---

DISTRIBUTION:

**Sveriges Lantbruksuniversitet**  
**Avd. för växtnäringslära**

**750 07 UPPSALA**  
**Tel 018-671249**

---