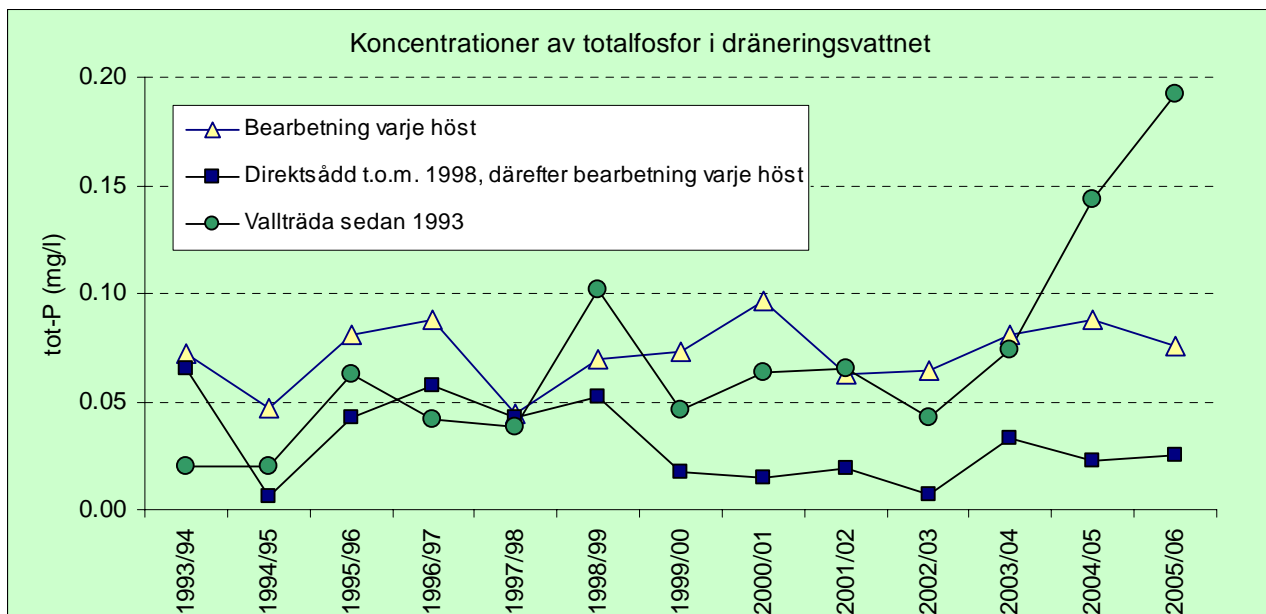


Helena Aronsson, Börje Lindén, Maria Stenberg, Gunnar Torstensson,
Tomas Rydberg och Johannes Forkman

Växtnäringsutlakning från en lerjord med höstveteväxtföljd och vallträda



INNEHÅLL	Sida
ABSTRACT.....	4
SAMMANFATTNING.....	5
INLEDNING.....	7
SYFTE.....	7
MATERIAL OCH METODER.....	7
Försöksplan.....	7
Försöksplats.....	8
Odlingsåtgärder.....	9
Dräneringssystem samt analys och provtagning av dräneringsvatten.....	9
Skördar samt bestämning av växtnäringsinnehåll i skördeprodukterna.....	9
Kväveinnehåll i grödor vid olika tidpunkter.....	10
Mineralkväve i marken.....	10
RESULTAT OCH DISKUSSION.....	12
Skördar.....	12
Grödornas samlade upptag av kväve samt beräknad kvävemineralisering.....	14
Höstväxande vegetations tillväxt och upptag av kväve.....	15
Grönmassa på vallträdan.....	18
Mineralkvävedynamiken i marken.....	20
Nederbörd och avrinning.....	22
Utlakning av kväve.....	25
Utlakning av fosfor.....	27
Utlakning av kalium.....	31
Växtnäringsbalanser.....	33
SLUTSATSER.....	34
TILLKÄNNAGIVANDEN.....	35
REFERENSER.....	35

Leaching of N, P and K from a clay soil in Sweden with a winter wheat crop rotation and set-aside land

ABSTRACT

In this study, a 3-year crop rotation (oats - winter wheat - winter wheat) was studied on a clay soil with the aim of comparing leaching of N, P and K from soil with different soil tillage practices. Reduced tillage in September was compared with ploughing in September and ploughing in November, respectively. The aim was also to study the effect of two different times for P fertilizer applications (autumn and spring) on P leaching. The experiment was conducted during 2001-2005 using separately tile-drained plots (4000m²), where drainage was measured continuously and flow-proportional water samples were taken. The experimental plots in the winter wheat crop rotation had two replicates. The field experiment also contained one plot with set-aside land grown with a clover/grass ley since 1993. Samples for determinations of soil mineral N (0-90 cm depth) were taken 3-4 times per year. The crops were sampled to determine the removal of N, P and K with harvests. Winter wheat and weeds were sampled in autumn and spring and analyzed for N content. The set-aside ley was cut 3 times every year and the plant material was weighed and analyzed for N, P and K. No plant material was removed from this plot.

The mean annual leaching of N was 7-11 kg N/ha which was less than in several other studies in Sweden. The leaching of P and K was, on average, 0.17 kg total P/ha and 7 kg K/ha, respectively.

Fertilizer applications to oats and winter wheat were the same in different plots. In comparison to crop yields, N fertilizer applications were larger than those recommended, but the degree of over-fertilization (20-45 kg N/ha) varied between plots due to different crop yields. This seemed to affect N leaching as well as the different tillage practices during autumn. N leaching was lowest from the two plots where over-fertilization was least severe. Also P leaching was lowest from the same plots, where the conditions for plant growth (for some unknown reason) was more favourable than on the others.

One important conclusion was that N leaching was larger from the treatment with ploughing in November than from treatments with stubble cultivation or ploughing in September ($P < 0.01$). The accumulation of N in the soil during winter was also larger than after tillage in September.

P fertilization (30 kg P/ha) did not result in increased P leaching compared with no application of P, but occasionally P concentrations in drainage water increased after applications of P. There were no differences which could be attributed to time for application.

N leaching from the set-aside land was 80-90% lower than from the winter wheat crop rotation, but leaching of P and K was almost the same or even somewhat larger. This resulted in low N/P values for the drainage water from the set-aside land. This is worth to study more thoroughly since large areas with this type of vegetation can alter the N/P balance in streams and lakes.

SAMMANFATTNING

Under åren 2001-2005 bedrevs studier i ett specialtäckdiket utlakningsförsök med 7 försöksrutor på styv lera vid Lanna i Västergötland. En långliggande vallträda undersöktes, liksom en treårig höstveteväxtföljd (havre, höstvete, höstvete), där de tre grödorna följdes av olika jordbearbetningsförfaranden. Efter havren bearbetades marken endast ytligt inför sådd av höstvete, medan den plöjdes före sådd av den andra höstvetegrödan. Efter denna gröda lämnades marken orörd efter skörd och plöjdes först i november. Även olika tidpunkter för fosforgödsling studerades: i samband med sådd av höstvete samt i växande höstvete på våren. I höstveteväxtföljden fanns varje gröda med alla år, med två upprepningar. Vallträdan hade ingen upprepning. Där hade behandlingen varit densamma sedan vallens första år, 1993. Den slogs vid 3-4 tidpunkter om året, men inget växtmaterial fördes bort.

Utlakningen av kväve, fosfor och kalium bestämdes genom att vattenflödet i dräneringsledningarna mättes och provtogs för analys genom flödesproportionell provtagning. Jordprover togs ut 3-4 ggr per år för bestämning av mängden mineralkväve i marken (0-90 cm djup) vid tidpunkterna vår, vid skörd, tidig höst och sen höst. Skördarna av de olika grödorna mättes och analys gjordes av kärnskördens innehåll av kväve, fosfor och kalium. Provtagning genom klippning av växande gröda och ogräs gjordes vid flera tillfällen under året, bl.a. för att bestämma kväveupptaget under hösten. I vallträdan vägdes mängden avslaget material i samband med putsningarna och prov uttogs för analys av dess innehåll av växtnäringsämnen.

Kväveutlakningen från höstveteväxtföljden var beroende på behandling i medeltal 8-10 kg N/ha och år, vilket kan betraktas som små förluster. Kvävebalanser som upprättades för växtföljden visade på ett kväveöverskott (ca 50 kg N/ha och år) men då ingen uppbyggnad av organiskt kväve kunnat konstateras genom åren på försöksplatsen, är det troligt att kväveförluster genom denitrifikation vanligen är betydande från denna jord. Den låga utlakningsnivån beror också på att marken inte tvättas ur fullständigt under vintern. Under perioden från sen höst till vår skedde ofta en ackumulering av mineralkväve i marken.

I försöksledet med plöjning i november efter höstvete uppmättes större utlakning än i leden med stubbearbetning i september efter havre respektive eller plöjning i september efter höstvete. Denna skillnad var statistiskt signifikant ($P < 0.01$) och verkade bero på ökad frigörelse av kväve i marken under vinterhalvåret. Ackumuleringen av kväve i marken under perioden från sen höst till vår var vid flera tillfällen störst i ledet med plöjning i november. Mängden mineralkväve i marken ökade även under perioden från september till november (med ca 7 kg N/ha) men skilde sig däremot inte åt mellan leden.

Att undvika jordbearbetning tidigt på hösten, vilket är en viktig åtgärd för minskad utlakning på lätta jordar fungerade alltså inte för jorden på försöksplatsen vid Lanna. Här verkade snarare goda odlingsbetingelser för grödan och väl anpassade gödselgivor vara viktiga för att begränsa utlakningen. Goda skördar på vissa av rutorna (på grund av rutornas inneboende egenskaper) innebar att överdoseringen blev mindre än på övriga rutor. Detta verkade bidra till mindre utlakning av kväve. Det fanns ett signifikant samband mellan avvikelser från rekommenderad giva och kväveutlakning, men variationen mellan observationerna var stor. Också fosforutlakningen var mindre från rutorna med störst skördar. Fosforutlakningen uppgick i medeltal till 0,17 kg tot-P/ha från höstveteväxtföljden.

Gödsling med fosfor (30 kg/ha) gav ingen ökad fosforutlakning, men ibland något förhöjda koncentrationer i dräneringsvattnet. Spridningstidpunkten (höst eller vår) verkade inte ha någon betydelse, men effekten av fosforgödslingen kan ha påverkats av bearbetningsbehandlingarna.

Kaliumutlakningen blev i medeltal ca 7 kg/ha och år. Också här fanns signifikanta skillnader mellan rutorna, men inte mellan de olika behandlingarna med avseende på hela perioden.

Vallträdan, som bestod av en vitklöver/gräs-vegetation, medförde betydligt mindre utlakning av kväve än de andra försöksleden trots att nästan 120 kg N/ha lämnades kvar på markytan varje år med avslaget växtmaterial. Fosfor- och kaliumutlakningen var däremot minst lika stor som från övriga rutor. Det betydde att det avrinnande vattnet från vallträdan hade betydligt lägre N/P-förhållande än vattnet från mark där spannmålsgrödor odlades. Om detta är ett generellt skeende i lerjord som lagts i träda, är det värt att uppmärksammas eftersom det kan förändra vattenkvalitetsförhållandena i vattendrag och sjöar i jordbruksdominerade områden.

INLEDNING

Vid ett flertal platser i södra Sverige bedrivs studier av hur utlakning av näringsämnen påverkas både av naturgivna förutsättningar såsom klimat och jordart och av de odlingsåtgärder som används i olika typer av odlingsystem. Inom forskningsprojektet "Utlakningsförsök för långsiktig kontroll av odlingsystem med vintergrön mark" bedrivs sedan 1993 studier vid fyra försöksplatser i södra Sverige. Projektet finansieras av Jordbruksverket och SLU. En av försöksplatserna är Lanna försöksstation i Västergötland där jordarten utgörs av styv lera. I det aktuella försöket ändrades försöksuppläggningsen vid ett tillfälle efter 1993, men har hela tiden bedrivits med konventionell växtodling utan stallgödseltillförsel. Under perioden 1993-1999 studerades olika jordbearbetningssystem med och utan insådd rajgräsfånggröda samt med varierande gödslingsintensitet. Dessa resultat redovisas av Lindén et al. (2006) i rapportserien Ekohydrologi vid Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Resultaten visade bland annat att utlakningen av kväve och fosfor är måttlig från den styva leran vid Lanna, men att överdosering med kväve ger tydligt utslag på kväveutlakningen. Under perioden 2001-2005 studerades hur olika bearbetningsstrategier i en höstveteväxtföljd påverkar kvävedynamiken i marken och växtnäringens utlakning. Olika tidpunkter för fosforgödsling studerades samtidigt. Här redovisas resultaten från denna försöksperiod (2001-2005). Dessutom redovisas resultat från ett försöksled där marken sedan 1993 varit bevuxen med en vallträda som varken skördas eller gödslas, men som slåss av under sommaren.

SYFTE

Huvudsyftet med försöket var att studera:

- Hur olika bearbetningsstrategier i en höstveteväxtföljd på styv lera påverkar kväve- och fosforutlakning.
- Hur olika tidpunkter för spridning av fosforgödsel påverkar risken för fosforutlakning
- Effekter av långliggande träda på kväve- och fosforutlakning

MATERIAL OCH METODER

Försöksplan

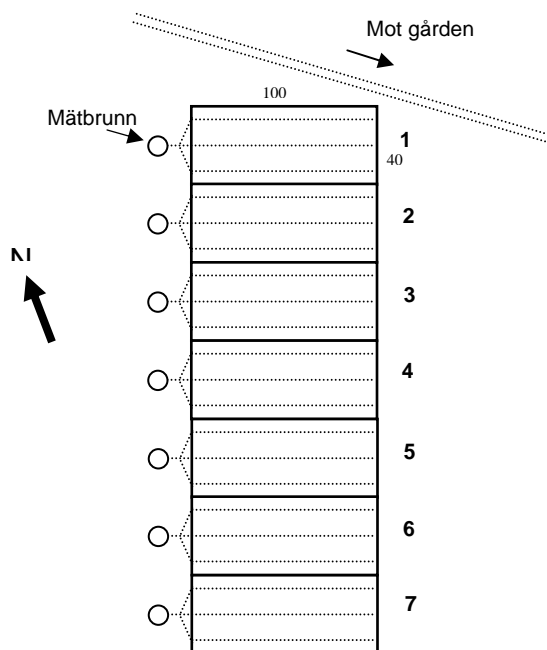
Efter ett efterverkansår, med samma behandling på alla rutor, infördes försöksplanen med höstveteväxtföljden hösten 2000 på ruta 1-6. De olika behandlingarna gällde emellertid fullt ut först under 2001. Växtföljden var treårig med höstvete under två år följt av havre under det tredje året, tabell 1. De olika grödorna med vidhängande behandlingar benämndes led A, B och C och varje led hade två upprepningar (block). Ena blocket bestod av rutorna 1-3 och det andra av rutorna 4-6. Led D, som legat i vallträda sedan 1993, representerades av en ruta (ruta 7) och låg kvar under 2001-2005.

Tabell 1. Försöksplan för försök R2-8409 vid Lanna. Kväve tillfördes som kalksalpeter (med svavel) och fosfor som P20

Led	Gröda	Handelsgödsel, Kväve, kg/ha	Handelsgödsel, Fosfor, kg/ha	Bearbetning på hösten	Gröda vintertid
A	Havre	110	Fosfor tillförsel på hösten vid sådd av vete (30 kg/ha)	Grund stubbearbetning inför sådd av höstvete	Höstvete
B	Höstvete	50+90+40	-	Plöjning inför sådd av höstvete	Höstvete
C	Höstvete	50+90+40	Fosfor (30 kg/ha) på våren i växande vete	Plöjning sent på hösten (november)	-
D	Vallträda	Ogödslad	-	-	-

Som framgår av tabell 2 jämfördes mark som låg obearbetad fram till november med mark som bearbetades på två olika vis inför sådd av höstvete. I led A gjordes en grund stubbearbetning till ca 5 cm djup efter havreskörden varefter höstvete såddes med Rapidmaskin. I led B såddes höstvete efter såbäddsberedning genom plöjning och harvning. I led C lämnades marken obearbetad fram till plöjning i november. Fosfor spreds antingen med myllning inför sådd av höstvete (A), på markytan i växande höstvete på våren (C) eller

inte alls (B och D). Under 2000 odlades havre på rutorna 1-6. Hösten 2000 såddes höstvetete på rutorna 1 och 6 efter stubbearbetning i september, vilka under 2001 kom att utgöra led B. Här spreds också P20 (20 kg/ha) hösten 2000. Höstvetete såddes även på rutorna 2 och 5 efter plöjning. Dessa rutor kom att kallas led C under 2001. Rutorna 3 och 4 bearbetades först i november och odlades med havre under 2001 (led A). Därefter började växtföljden cirkuleras på varje rutpar. Med denna försöksplan fanns alla grödorna med varje år, men mellan de tre rutparen fanns en fasförskjutning på ett år. Hur de olika försöksleden fördelade sig mellan de olika rutparen under åren framgår av tabell 3. Vallen i led D såddes in under 1992 med en fröblandning som bestod av vitklöver (13%), timotej (35%), ängssvingel (26%), ängsgröe (17%) och rödsvingel (9%). Vallen slogs vid tre-fyra tillfällen varje sommar med inget material bortfördes från fältytan.



Figur 1. Försöksfältet med dräneringssystem. Växtföljden cirkulerade mellan rutorna, där rutparen 1 och 6, 2 och 5 samt 3 och 4 alltid hade samma behandling.

Försöksplats

Lanna försöksstation är belägen på Varaslätten ca 20 km väster om Skara. Försöksfältet iordningställdes 1935 för rutvis uppsamling av dräneringsvatten och har sedan 1961 utnyttjats för utlakningsstudier, i början med undersökningar av effekterna av bl. a. kalkning. Försöket omfattar 7 rutor om vardera ca 4000 m². Jordarten är måttligt mullhaltig styv lera i matjorden. Alven utgörs av styv lera ned till ungefär 50 cm djup och övergår sedan i mycket styv lera. Jordartssammansättning, kemiska egenskaper och matjordens innehåll av kol och kväve framgår av tabell 2. Under 80- och 90-talen undersöktes kväveutlakningen i odlingsystem med insådda fånggrödor med olika gödslingsnivåer och olika jordbearbetningstidpunkter. Dessa resultat är bland annat publicerade av Lindén et al. (1993 och 2006).

Tabell 2. Markegenskaper på försöksplatsen vid Lanna

a. Jordartssammansättning i matjord och alv, medeltal för alla rutor

Markdjup (cm)	Texturell sammansättning (%), partikelstorlek (mm)				Mullhalt (%)*
	Ler <0,002	Mjåla 0,002-0,02	Mo 0,02-0,2	Sand 0,2-2	
0-20	45,2	27,5	20,2	7,1	3,3*
20-40	54,5	28,3	13,4	3,8	
40-60	59,5	26,1	13,0	1,2	
60-80	61,5	24,7	12,7	1,0	
80-100	64,1	25,3	10,0	0,6	

*) Provtagning den 26/10 1992, beräknat på basis av totalkolbestämning (omräkningsfaktor: 1,724).

b. *Kemiska egenskaper i matjorden (0-20 cm). Provtagning den 10.11.1999, medeltal av dubbelbestämningar av jordprov bestående av 30 borrhstick per ruta. I ruta 6 hade direktsådd tillämpats sedan 1993 och där uppdelades matjorden i två delskikt (0-10 och 11-20 cm. Ruta 1-6 tillfördes fosforgödsel (P20) motsvarande 60 kg P/ha den 21 oktober 1999*

Ruta	pH (H ₂ O)	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	P-HCl	K-HCl	Total-C	Total-N
mg/100 g jord								% av ts	% av ts
1	7,5	7,5	10,8	22,4	495	53	205	2,10	0,18
2	7,2	8,7	11,3	25,6	394	52	210	2,08	0,18
3	7,1	7,1	11,8	23,2	364	50	230	2,09	0,18
4	7,2	6,3	13,5	24,4	344	49	270	2,08	0,17
5	7,2	6,0	13,8	23,3	339	44	290	1,94	0,16
6 (0-10 cm)	6,9	9,9	20,3	20,7	333	55	315	2,25	0,20
6 (11-20 cm)	7,1	5,7	13,0	24,0	342	43	270	1,93	0,16
7 (vallträda)	6,7	3,7	18,3	27,7	312	40	305	2,13	0,18

Odlingsåtgärder

Gödslingsnivåer i försöket framgår av tabell 3. Övriga odlingsåtgärder som vidtagits i försöket redovisas i tabell 3. Stubbearbetningen efter havren i led A utfördes vid medeldatum den 23/9 och plöjningen i led B den 21/9. Höstvetet såddes omedelbart efter bearbetning (24/9). Den sena höstplöjningen i led C utfördes i mitten av november (medeldatum 13/11). Skörd av havre gjordes kring slutet av augusti eller början av september (medeldatum 1/9) medan höstvetet skördades i medeltal den 22/8.

Dräneringssystem samt provtagning och analys av dräneringsvatten

De sju försöksrutorna (figur 1) har alla separata dräneringssystem, vilket möjliggör rutvis mätning och uppsamling av vatten. Dräneringsdjupet är ca 1 m. I varje ruta (42 * 100 m) ligger tre rör med 14 m mellanrum vilka samlar upp det avrinnande vattnet och leder det till en mätbrunn med en dräneringspump. Vattenflödet mättes under 2001-2005 med vattenmätare kopplad till en datalogger som lagrade vattenflödesdata i form av timvärden. Vattenprover togs för analys av nitratkväve, totalkväve, fosfatfosfor, totalfosfor och kalium. Provtagningen var flödesproportionell med en automatisk vattenprovtagare av modell ISCO kopplad till dataloggern som användes för flödesregistreringen. För varje 0,25 mm avrinning gav loggern en signal som aktiverade en peristaltisk pump att ta ett vattenprov om ca 15 ml. Dessa vattenprover lagrades som ett samlingsprov. Vattenprov för analys uttogs varannan vecka då avrinning skedde. Vattenanalyserna genomfördes vid Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala. Mängden nitratkväve analyserades enligt kadmiumreduktionsmetoden (APHA, 1985). Totalkväve bestämdes med samma metod efter oxidation till nitrat. Fosforanalyserna genomfördes enligt europeisk standard (ECS, 1996). Kalium bestämdes genom atomabsorption (svensk standard).

Beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och växtnäringsutlakning

Årliga medelkoncentrationer och årlig utlakning beräknades och användes för jämförelser av de olika behandlingarna. För att beräkna utlakning multiplicerades den analyserade koncentrationen i varje prov med alla dygnsavrinningar sedan föregående provtagningstillfälle. Utlakningen för delperioderna kunde sedan summeras till önskvärd period. Utlakningen redovisas på detta sätt baserad helt på avrinningen för varje ruta. Årsmedelkoncentrationer av kväve och fosfor togs fram genom att dividera beräknad årsutlakning med årsavrinning från aktuell ruta.

Statistiska beräkningar

För att undersöka om eventuella skillnader i utlakning mellan leden var statistiskt signifikanta gjordes variansanalyser (ANOVA, GLM) i programmet Minitab (version 14). Effekterna av år, block och ruta antogs vara slumpmässiga. Minsta kvadratmedelvärden (LSmeans) beräknades för leden, så att hänsyn togs till att försöket var obalanserat i den meningen att alla led inte hann cirkulera lika många gånger på alla rutor. Tukeys test användes för parvisa jämförelser mellan leden.

Skördar samt bestämning av växtnäringsinnehåll i skördeprodukterna

Skördens storlek bestämdes genom att skörda tio drag per ruta med försökströska. Kärnan vägdes i varje drag och tre delprov togs ut. Halmen hackades och lämnades kvar på fältet efter skörden. För att uppskatta

Fortsättning tabell 3

2002 (rutor)	2, 5	3, 4	1, 6	7
<u>Vår-sommar</u>				
Bearbetning	Harvning 8/4	-	-	
Gröda (sort)	Havre (Belinda)	Höstvete (Kosack)	Höstvete (Kosack)	Vallträda
Utsädesmängd	185 kg/ha	Se ovan	Se ovan	Avslagning:
Sådd	9/4			29/5, 1/7, 12/8
Uppkomst	29/4			
Gulmognad	4/8	1/8	1/8	
Skörd	17/8	17/8	17/8	
Gödsling: Kväve	13/5	19/4, 12/5, 4/6	19/4, 12/5, 4/6	
Fosfor		-	19/4: 30 kg/ha	
<u>Tidig höst</u>				
Bearbetning	Stubbearbetning 17/9	Plöjning 17/9	-	
Gröda (sort)	Höstvete (Kosack)	Höstvete (Kosack)	-	
Utsädesmängd	225 kg/ha	225 kg/ha		
Sådd	19/9	19/9		
Uppkomst	31/10	31/10		
Gödsling: Fosfor	19/9:30 kg/ha	-	-	
<u>Sen höst: Plöjning</u>			18/11	
2003(rutor)	1, 6	2, 5	3, 4	7
<u>Vår-sommar</u>				
Bearbetning	Harvning 16/4	-	-	
Gröda (sort)	Havre (Belinda)	Höstvete (Kosack)	Höstvete (Kosack)	Vallträda
Utsädesmängd	175 kg/ha	Se ovan	Se ovan	Avslagning:
Sådd	16/4			2/6, 14/7, 30/9
Uppkomst	2/5			
Gulmognad	4/8	8/8	8/8	
Skörd	2/9	16/8	16/8	
Gödsling: Kväve	15/5	1/4, 6/5, 6/6	1/4, 6/5, 6/6	
Fosfor	-	-	6/5: 30 kg/ha	
<u>Tidig höst</u>				
Bearbetning	Round-up 11/9			
Bearbetning	Stubbearbetning 22/9	Stubbearbetning 15/9	-	
		Plöjning 20/9		
Gröda (sort)	Höstvete (Kosack)	Höstvete (Kosack)	-	
Utsädesmängd	185 kg/ha	185 kg/ha		
Sådd	22/9	22/9		
Uppkomst	10/10	10/10		
Gödsling: Fosfor	22/9: 30 kg/ha	-	-	
<u>Sen höst: Plöjning</u>			Uppgift saknas	
2004(rutor)	3, 4	1, 6	2, 5	7
<u>Vår-sommar</u>				
Bearbetning	Harvning 8/4	-	-	
Gröda (sort)	Havre (Belinda)	Höstvete (Kosack)	Höstvete (Kosack)	Vallträda
Utsädesmängd	195 kg/ha	Se ovan	Se ovan	Avslagning:
Sådd	15/4			28/5, 13/7, 5/10
Uppkomst	29/4			
Gulmognad	17/8	13/8	13/8	
Skörd	16/9	2/9	2/9	
Gödsling: Kväve	13/5	5/4, 7/5, 4/6	5/4, 7/5, 4/6	
Fosfor	-	-	12/4: 30 kg/ha	
<u>Tidig höst:</u>				
Bearbetning	Stubbearbetning 27/9	Plöjning 24/9	-	
Gröda (sort)	Höstvete (Harnesk)	Höstvete (Kosack)	-	
Utsädesmängd	200 kg/ha	200 kg/ha		
Sådd	29/9	29/9		
Uppkomst	31/10	31/10		
Gödsling: Fosfor	30/9: 30 kg	-	-	
<u>Sen höst: Plöjning</u>			15/11	

Fortsättning tabell 3

2005	2, 5	3, 4	1, 6	
<u>Vår-sommar</u>				
Bearbetning	Harvning 22/4, 26/4			
Gröda (sort)	Havre (Belinda)	Höstvete (Harnesk)	Höstvete (Harnesk)	Vallträda
Utsädesmängd	185	Se ovan	Se ovan	Avslagning:
Sådd	26/4			1/6, 20/7, 6/10
Uppkomst	8/5			
Gulmognad	10/8	22/6	22/6	
Skörd	30/8	21/8	21/8	
Gödsling: Kväve	22/4	11/4, 10/5, 8/6	11/4, 10/5, 8/6	
Fosfor	-	-	26/4: 30 kg	
<u>Tidig höst</u>	Round-up 11/9			
Bearbetning	19/9 carrier 2 ggr	20/9	-	
Gröda (sort)		Höstvete (Harnesk)	Höstvete (Harnesk)	
Utsädesmängd		210	210	
Sådd		23/9	23/9	
Uppkomst		15/10	15/10	
Gödsling: Fosfor	29/9: 30 kg			
<u>Sen höst: Plöjning</u>			Ej noterat	

RESULTAT OCH DISKUSSION

Skördar

Skördar samt bortförsel av kväve, fosfor och kalium med dessa redovisas i tabell 4 respektive tabell 5. Höstvetet gödslades med 180 kg N/ha (delat på tre givor) vilket enligt Jordbruksverkets gödslingsrekommendationer (SJV, 2005) anses behövas vid en skörd på ca 8 ton/ha med en proteinhalt på minst 11,5%. Den förväntade havreskörden var 6,5 ton/ha, vilket på motsvarande sätt motiverade en kvävegiva på 110 kg N/ha. Skördarna nådde dock vanligtvis inte upp till dessa nivåer. 2005 var ett undantag, då höstveteskörden i rutorna 1 och 6 blev 9 ton. I medeltal skedde en överdosering med ca 30 kg N/ha och år både till höstvete och till havre. Kväveutbytet (bortförsel av kväve med kärnskörd i relation till gödslingen) var något bättre för havren (i medeltal ca 80%) än för höstvetet (ca 70%).

Skördarna av både höstvete och havre var emellertid goda. Höstvetet avkastade i årsmedeltal 6,7-6,8 ton/ha och havren 5,4 ton/ha. Det kan jämföras med normskörden för området som för 2003 var ca 6,6 ton för höstvete och 4,6 ton för havre (SJV, 2006). Normskörden, som räknas fram av SCB, representerar medelskörden under de senaste 15 åren enligt de skördeuppskattningar som gjorts, med en justering för förändringen av avkastning med tiden. Proteinhalterna i höstvete var nära eller högre än 12% under 2002, 2003 och 2004 (tabell 5). Under åren med de högsta kärnskördarna var emellertid proteinhalterna i flera fall lägre än 11,5 %. Under 2001 var proteinhalten i höstvetekärna lägre än 10% i samtliga fall och under 2005 lägre än 10% i ett par av rutorna.

Skördarna av höstvete varierade en del mellan led B och C, men det fanns inga konsekventa skillnader som verkade bero på etableringstekniken. Etableringen av höstvete fungerade bra i både led B och C, se nedan. Utvärderingen av den föregående försöksperioden 1993-2000 visade att de olika försöksrutorna hade en varierande avkastningspotential som verkade bero av rutegenskaper snarare än av olika behandlingar (Lindén et al, 2006). Det kunde observeras även i denna studie, där ruta 1 och 6 gav större skördar än övriga rutor, se jämförelsen nedan.

2001-2005	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Ruta 4	Ruta 5	Ruta 6
1. Jämförelse av medelveteskörd (antal år)	100 (4)	85 (3)	85 (3)	88 (3)	82 (3)	101 (4)

Tabell 4. Kärnskördar (kg/ha) av havre och höstvetete (15% vattenhalt) under perioden 2001-2005

	A		B		C	
Huvudgröda	Havre		Höstvetete		Höstvetete	
Bearbetning	Stubbearbetning i sep.		Plöjning i sep.		Plöjning i nov.	
Höstgröda	Höstvetete		Höstvetete		-	
Fosforgödsling	På hösten till vetet				På våren	
2001 (ruta)	3	4	1	6	2	5
Skörd	5130	5110	7750	7650	7520	7300
Ledmedelvärde	5120		7700		7410	
2002 (ruta)	2	5	3	4	1	6
Skörd	5450	5590	6580	6820	7070	7330
Ledmedelvärde	5520		6700		7200	
2003 (ruta)	1	6	2	5	3	4
Skörd	5440	5900	5850	5660	5210	5040
Ledmedelvärde	5670		5760		5130	
2004 (ruta)	3	4	1	6	2	5
Skörd	4352	4191	5857	5984	5551	5202
Ledmedelvärde	4272		5921		5376	
2005 (ruta)	2	5	3	4	1	6
Skörd	6260	6390	7130	7710	8900	9000
Ledmedelvärde	6320		7420		8950	
Medeltal	5320	5440	6630	6760	6850	6770
2001-2005	5380		6700		6810	

Tabell 5a. Halter av kväve, fosfor och kalium (% av ts). Proteinhalten framräknades genom att multiplicera kärnans totalkväveinnehåll med faktorn 5,7.

	A		B		C	
Huvudgröda	Havre		Höstvetete		Höstvetete	
Bearbetning	Stubbearbetning i sep.		Plöjning i sep.		Plöjning i nov.	
Höstgröda	Höstvetete		Höstvetete		-	
Halter av kväve, fosfor och kalium i kärna samt råprotein (% av ts)						
2001 (ruta)	3	4	1	6	2	5
Kväve	1,67	1,66	1,68	1,62	1,68	1,64
Råprotein	9,5	9,5	9,6	9,2	9,6	9,3
Fosfor	0,41	0,41	0,36	0,33	0,33	0,34
Kalium	0,49	0,51	0,36	0,35	0,35	0,36
2002 (ruta)	2	5	3	4	1	6
Kväve	1,63	1,67	2,10	2,13	2,10	2,10
Råprotein	9,3	9,5	12,0	12,1	12,0	12,0
Fosfor	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40	0,39
Kalium	0,51	0,55	0,41	0,43	0,41	0,43
2003 (ruta)	1	6	2	5	3	4
Kväve	1,72	1,71	2,15	2,14	2,18	2,24
Råprotein	9,8	9,7	12,3	12,2	12,4	12,8
Fosfor	0,34	0,36	0,38	0,38	0,40	0,37
Kalium	0,51	0,54	0,49	0,48	0,53	0,51
2004 (ruta)	3	4	1	6	2	5
Kväve	1,79	1,81	2,21	2,19	2,17	2,18
Råprotein	10,2	10,3	12,6	12,5	12,4	12,4
Fosfor	0,45	0,40	0,31	0,30	0,33	0,31
Kalium	0,63	0,60	0,37	0,36	0,40	0,39
2005 (ruta)	2	5	3	4	1	6
Kväve	2,12	1,70	2,11	1,67	2,05	1,65
Råprotein	12,1	9,5	12,0	9,5	11,7	9,4
Fosfor	0,40	0,41	0,33	0,31	0,30	0,29
Kalium	0,56	0,58	0,48	0,44	0,42	0,42
Medeltal						
Kväve	1,78	1,71	2,05	1,95	2,04	1,96
Råprotein	10,1	9,7	11,7	11,1	11,6	11,2
Fosfor	0,40	0,39	0,35	0,34	0,35	0,34
Kalium	0,54	0,56	0,42	0,41	0,42	0,42

Tabell 5b. Bortförel av kväve fosfor och kalium med kärnskörden

	A		B		C	
Huvudgröda	Havre		Höstvete		Höstvete	
Bearbetning	Stubbearbetning i sep.		Plöjning i sep.		Plöjning i nov.	
Höstgröda	Höstvete		Höstvete		-	
Bortförel av kväve, fosfor och kalium (kg/ha) med skördad kärna						
2001 (ruta)	3	4	1	6	2	5
Kväve	86	85	130	124	127	120
Fosfor	21	21	27	25	25	25
Kalium	25	26	27	27	26	26
2002 (ruta)	2	5	3	4	1	6
Kväve	76	79	117	122	124	131
Fosfor	17	19	22	23	24	24
Kalium	24	26	23	25	24	27
2003 (ruta)	1	6	2	5	3	4
Kväve	80	86	107	103	97	95
Fosfor	16	18	19	18	18	16
Kalium	24	27	24	23	23	22
2004 (ruta)	3	4	1	6	2	5
Kväve	78	76	129	131	120	114
Fosfor	20	17	18	18	18	16
Kalium	27	25	22	21	22	20
2005 (ruta)	2	5	3	4	1	6
Kväve	113	92	128	110	155	126
Fosfor	21	22	20	20	22	22
Kalium	30	31	29	29	32	32
Medeltal						
Kväve	87	84	122	118	125	117
Fosfor	19	19	21	21	21	21
Kalium	26	27	25	25	25	25

Grödornas samlade upptag av kväve samt beräknad kväveminerisering

Höstvetegrödornas totala kväveupptag uppskattades till i medeltal drygt 200 kg N/ha vid antagandet att 20% av kvävet fanns i rötterna, tabell 6. Havregrödan innehöll i medeltal 140 kg N/ha. För båda grödorna återfanns drygt 60% av kvävet i kärnan. I de icke N-gödslade parcellerna som lades ut 2001 och 2002, blev havregrödans kväveinnehåll ca 40% av det som uppmätts i gödslade rutor medan höstvetegrödans kväveinnehåll endast var 30%. Kärnans andel av det totala kväveinnehållet blev emellertid ungefär detsamma som i den ordinarie rutan. Nettomineraliseringen av kväve under 2002 beräknades för perioden från april fram till gulmognad i början av augusti. Resultatet av mätningarna i den ogödslade grödan användes för detta tillsammans med mineralkväveresultat och utlakningsdata. Enligt beräkningarna var nettomineraliseringen mellan 28 och 44 kg N/ha under perioden april-juli 2002 (tabell 6), vilket stämde relativt väl överens med resultaten från tidigare försöksperiod. Beräkningarna innehåller dock stora osäkerheter bl.a. på grund av att utlakningen var den enda förlustväg som beaktades i beräkningarna. Minst var kvävemineriseringen i led A där marken plöjts sent på hösten föregående år. För övriga årstider under 2002 och för 2001 kunde tyvärr inga beräkningar göras på grund av bristfälliga provtagningar.

Tabell 6. Grödornas totala kväveinnehåll (kg/ha) vid gulmognad i ordinarie rutor och i ogödslade parceller (2001-2002) samt kärnans andel av det totala kväveinnehållet. Rötternas andel av det totala kväveinnehållet antogs utgöra 20%. För 2002 redovisas också beräknad nettomineralisering av kväve under perioden tidig vår till gulmognad

Grödans kväveinnehåll (inklusive rötter) i de ordinarie rutorna						
2001	3	4	1	6	2	5
Kväve i gröda	105	108	182	195	194	155
Andel kväve i kärna	0,65	0,65	0,63	0,66	0,65	0,66
2002	2	5	3	4	1	6
Kväve i gröda	136	110	196	203	209	208
Andel kväve i kärna	0,59	0,61	0,64	0,62	0,63	0,63
2003	1	6	2	5	3	4
Kväve i gröda	128	124	176	168	168	171
Andel kväve i kärna	0,60	0,61	0,62	0,61	0,60	0,59
2004	3	4	1	6	2	5
Kväve i gröda	176	201	255	249	230	229
Andel kväve i kärna	0,53	0,49	0,61	0,60	0,60	0,59
2005	2	5	3	4	1	6
Kväve i gröda	149	155	226	245	239	234
Andel kväve i kärna	0,63	0,80	0,75	0,75	0,75	0,80
Medel						
Kväve i gröda	139	140	207	212	208	199
Andel kväve i kärna	0,60	0,63	0,65	0,65	0,65	0,65

Grödans kväveinnehåll (inklusive rötter) i de ogödslade parcellerna						
2001	3	4	1	6	2	5
Kväve i gröda	39	51	74	52	65	68
Andel kväve i kärna	0,59	0,60	0,67	0,65	0,68	0,62
2002	2	5	3	4	1	6
Kväve i gröda	50	55	55	51	61	54
Andel kväve i kärna	0,62	0,60	0,64	0,59	0,62	0,65
Mineralisering under växstsäsongen	34	28	43	37	34	44

Höstväxande vegetations tillväxt och upptag av kväve

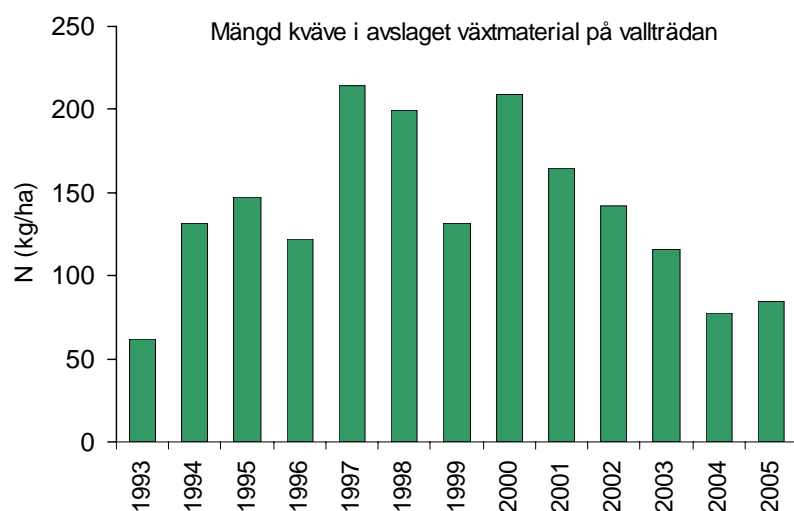
Höstvetet såddes under perioden 19-29 september. Denna gröda föregicks av olika slags jordbearbetning i led B och C. I led B gjordes endast en ytlig stubbearbetning före sådd, medan konventionell plöjning följdes av harvning i led C. Gradering av planttätheten under hösten visade att det var mycket små skillnader i planttäthet mellan de bägge leden. Planttätheten under alla åren bedömdes till mellan 80 och 100 på en 100-gradig skala och var vissa år 5% lägre i ledet med ytlig bearbetning. Provtagning av höstvetet på hösten eller våren visade emellertid inte på några skillnader mellan leden när det gällde tillväxten (tabell 7). Höstvetets tillväxt under hösten var blygsam. Mängden växtmaterial i ovanjordiska växtdelar var oftast endast något hundratal kg/ha och kväveinnehållet mellan 2 och 4 kg N/ha. I led C, som plöjdes sent på hösten efter höstvetet, skedde tillväxt av ogräs och spillsädesgrönska, där kväveupptaget var av samma storleksordning som hos höstvetet i de andra leden, eller t o m större under vissa år. Dessa ogräs plöjdes emellertid ned i marken under november och inget vidare upptag skedde. Höstvetegrödan uppvisade ett par år större kväveinnehåll på våren vilket bör betyda att kväveupptag förekommit under sen höst eller tidig vår. Provtagning skedde inte varje vår, men våren 2004 visade sig höstvetet ha ökat sitt kväveinnehåll i ovanjordiska växtdelar från ett par kg i november till 16 kg N/ha vid vårprovtagningen i början av maj. Hösten 2003 fanns det rikligt med mineralkväve i marken men våren 2004 hade mängden minskat betydligt i flera rutor, vilket troligen till stor del berodde på höstvetets tillväxt tidigt på våren. Övriga år skedde vanligtvis en ökning av mineralkvävemängderna i marken under perioden från sen höst till vår (se nedan).

Provtagning av ogräsvegetation på hösten blev tyvärr något sporadisk varför det är svårt att dra slutsatser om hur de olika jordbearbetningsstrategierna påverkat ogräsförekomsten. Provtagningen av ogräsgrönskan vid skörden 2002 visade emellertid att led B, som endast stubbearbetats föregående höst, hade mer ogräs än led A och led C där marken plöjts på hösten. Också iakttagelser i fält tydde på att led B innehåll mer gräsogräs än led A och C. Behandling med Roundup gjordes 2003 och 2005 efter havren i led A för att bemästra ogräsen i växtföljden.

Tabell 7. Mängd torrsbstans (kg/ha), kvävehalter (% av ts) och kväveinnehåll (kg/ha) i höstgrödor, ogräs och växtrester

	A		B		C	
Huvudgröda	Havre		Höstvete		Höstvete	
Bearbetning	Stubbearbetning i sep.		Plöjning i sep.		Plöjning i nov.	
Höstgröda	Höstvete		Höstvete		-	
2000						
<i>Höstvete 9/11</i>						
Ts, kg/ha			126	116	92	80
N, % av ts			3,7	3,4	4,5	4,2
N, kg/ha			4,2	3,7	3,9	3,1
2001 (ruta)						
	A-3	A-4	A-1	A-6	A-2	A-5
<i>Höstvete 11/4</i>						
Ts, kg/ha			105	111	114	144
N, % av ts			4,1	3,8	4,26	4,0
N, kg/ha			4,3	4,2	4,9	5,8
<i>Ogräs, spillsäd 13/8</i>						
Ts, kg/ha	119	94	120	105	139	269
N, % av ts	1,5	1,6	1,2	0,9	0,9	0,9
N, kg/ha	1,7	1,4	1,2	0,9	1,2	2,4
<i>Skörderester 17/9</i>						
Ts, kg/ha	1090	1240	2740	2780		
N, % av ts	0,60	0,63	0,39	0,37		
N, kg/ha	6,4	7,6	10	10		
C/N	106	69	67	114		
<i>Ogräs, spillsäd 17/9</i>						
Ts, kg/ha	13	24	27	31		
N, % av ts	3,4	2,7	4,0	3,2		
N, kg/ha	0,4	0,6	1,0	0,9		
<i>Höstvete (A, B) ogräs (C) 5/11</i>						
Ts, kg/ha	42	54	51	57	222	169
N, % av ts	4,0	4,5	5,1	4,7	3,5	3,1
N, kg/ha	1,6	2,3	2,5	2,5	7,3	4,9
C/N	11	9	8	9	12	13
<i>Skörderester 5/11</i>						
Ts, kg/ha					2520	2870
N, % av ts					0,44	0,44
N, kg/ha					11	12
C/N					93	99
2002 (ruta)						
	A-2	A-5	B-3	B-4	C-1	C-6
<i>Höstvete 11/4</i>						
Ts, kg/ha			300	283	267	291
N, % av ts			3,1	3,3	3,5	3,0
N, kg/ha			9,2	9,2	9,4	8,7
<i>Ogräs 13/8</i>						
Ts, kg/ha	408	78	489	451	172	54
N, % av ts	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,8
N, kg/ha	5,6	1,1	6,6	6,1	2,3	0,8
<i>Skörderester och ogräs 16/9</i>						
Ts, kg/ha	3560	3170	5990	4620		
N, % av ts	0,55	0,60	0,61	0,62		
N, kg/ha	20	20	37	29		
C/N	73	71	65	64		
<i>Ogräs, spillsäd 11/11</i>						
Ts, kg/ha					130	40
N, % av ts					3,6	3,8
N, kg/ha					4,7	1,5
<i>Skörderester 11/11</i>						
Ts, kg/ha					2500	3160
N, % av ts					0,53	0,46
N, kg/ha					14	15
C/N					74	87
2003 (ruta)						
	A-1	A-6	B-2	B-5	C-3	C-4
<i>Höstvete 31/3</i>						
Ts, kg/ha			62	51	34	37
N, % av ts			2,3	2,0	1,4	1,5
N, kg/ha			3,7	3,8	4,0	4,0
<i>Ogräs 7/8</i>						
Ts, kg/ha	20	6	83	16	81	131
N, % av ts	2,2	2,0	1,5	1,8	1,9	1,9
N, kg/ha	0,45	0,1	1,3	0,27	1,5	2,5

<i>Höstvete 10/11</i>						
Ts, kg/ha	44	68	36	44		
N, % av ts	4,0	3,6	4,8	4,4		
N, kg/ha	1,8	2,4	1,7	1,9		
2004 (ruta)	<i>A-3</i>	<i>A-4</i>	<i>B-1</i>	<i>B-6</i>	<i>C-2</i>	<i>C-5</i>
<i>Höstvete 3/5</i>						
Ts, kg/ha			369	435	480	405
N, % av ts			4,3	3,7	3,6	3,6
N, kg/ha			16	16	17	15
<i>Ogräs, spillsäd 26/10</i>						
Ts, kg/ha					253	161
N, % av ts					2,9	2,7
N, kg/ha					7,4	4,4
C/N					14	15
<i>Skörderester 26/10</i>						
Ts, kg/ha					2803	2515
N, % av ts					0,60	0,63
N, kg/ha					17	16
C/N					69	67
<i>Höstvete 15/11</i>						
Ts, kg/ha	79	122	60	69		
N, % av ts	3,7	3,6	4,9	5,0		
N, kg/ha	3,0	4,4	3,0	3,4		
2005 (ruta)	<i>A-2</i>	<i>A-5</i>	<i>B-3</i>	<i>B-4</i>	<i>C-1</i>	<i>C-6</i>
<i>Skörderester 19/9</i>						
Ts, kg/ha	3190	3300	4130	4780		
N, % av ts	0,61	0,58	0,79	0,80		
N, kg/ha	20	20	34	39		
C/N	73	77	54	53		
<i>Ogräs, spillsäd 14/10</i>						
Ts, kg/ha					95	30
N, % av ts					4,3	3,9
N, kg/ha					4,1	1,1
C/N					10	11
<i>Skörderester 14/10</i>						
Ts, kg/ha					4020	3420
N, % av ts					0,65	0,49
N, kg/ha					26	17
C/N					66	89
<i>Höstvete 2/11</i>						
Ts, kg/ha	85	96	61	77		
N, % av ts	3,6	3,4	4,1	3,9		
N, kg/ha	3,2	3,5	2,6	3,2		



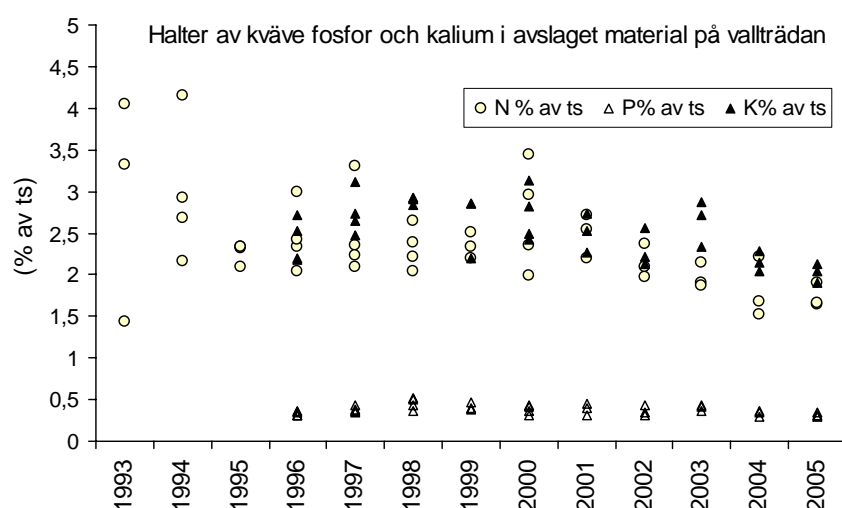
Figur 2. Mängden kväve (kg/ha) i det avslagna växtmaterialet (summan av alla avslagningar) på vallträdan under åren 1993-2005.

Grönmassa på vallträdan

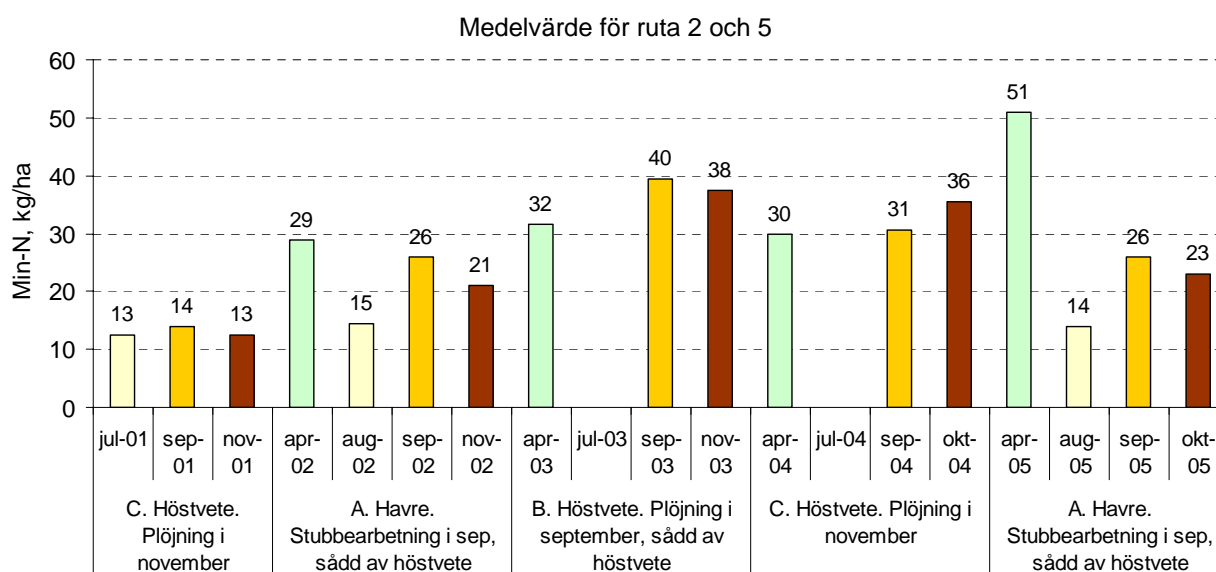
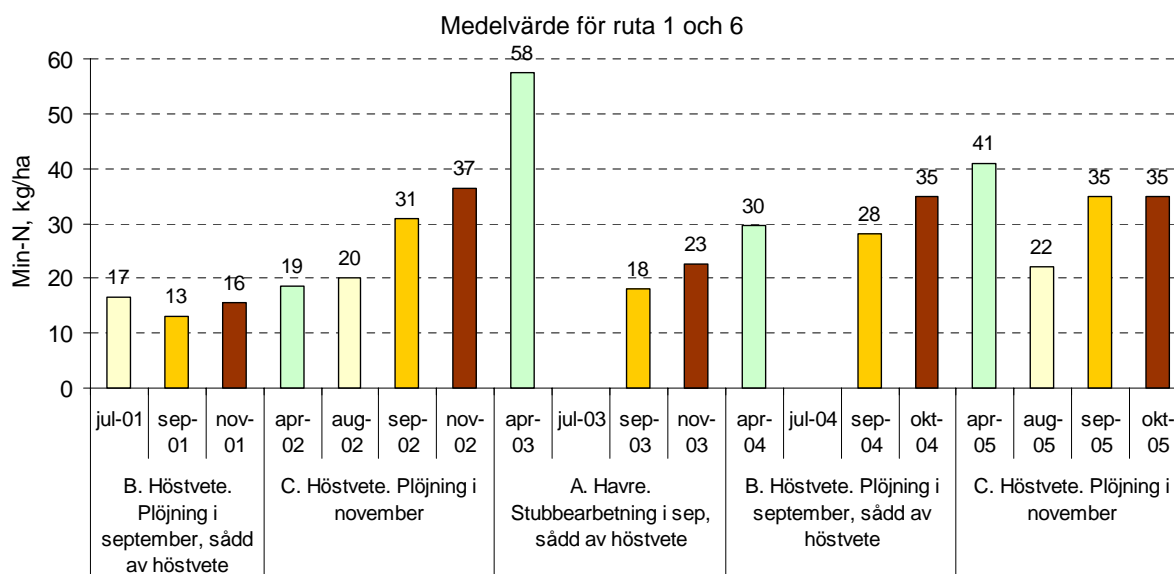
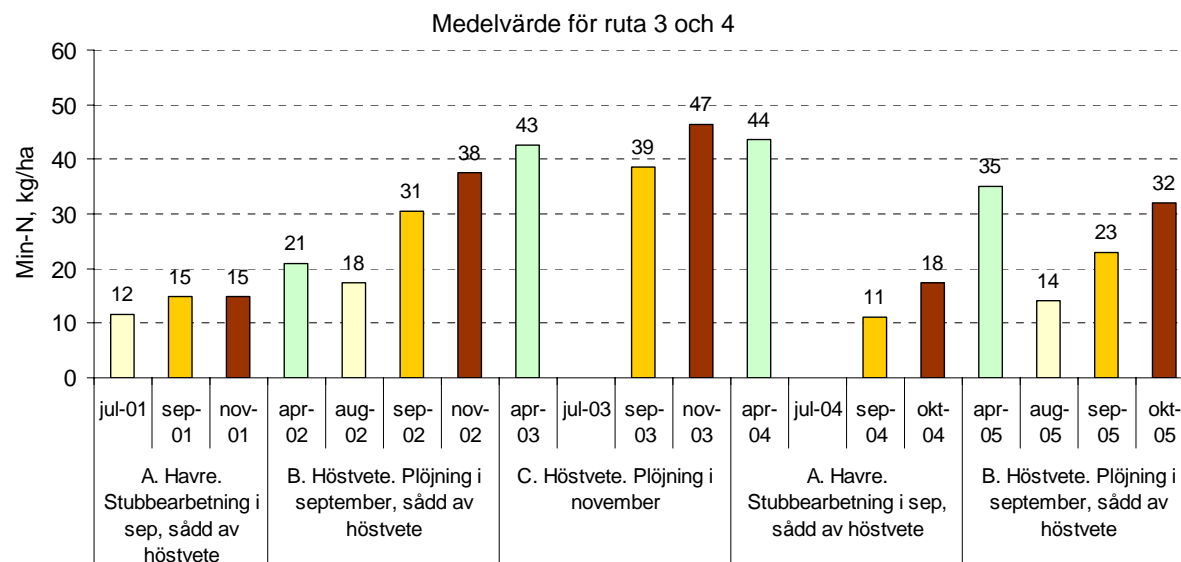
Mängden avslagen grönmassa i led D med vallträda var i medeltal ca 5800 kg ts/ha under åren 2001-2005 med ett kväveinnehåll på nästan 120 kg N/ha (tabell 8). Växtproduktionen på vallen under försöksår en 1993-2000 redovisades av Lindén et al. (2006). Produktionen och vallgrödans kväveinnehåll tenderade att avta under de senare åren, vilket framstår särskilt tydligt då man betraktar hela vallperioden från 1993 (figur 2). Förklaringen finns troligen i att klöverandelen minskat under åren. Vid botaniska analyser som gjordes 1993, 1994, 1996 och 1998 innehöll vallvegetationen vanligen 30-60% vitklöver. Vid en analys 2005 fanns endast 20% vitklöver vid avslagningen i oktober. Kvävehalten i växtmaterialet minskade också över åren från 2-3% under vallens första år ned till 1,7% av ts under 2005 (figur 3).

Tabell 8. Mängd avslaget växtmaterial på vallträdan vid olika tidpunkter och dess innehåll av växtnäringsämnen

Vallträda						
Datum för avslagning	Ts, kg/ha	N, % av ts	P, % av ts	K, % av ts	N, kg/ha	P, kg/ha
2001-06-06	3360	2,20	0,32	2,53	74	11
2001-07-05	1560	2,54	0,40	2,27	40	6
2001-09-07	1910	2,71	0,45	2,74	52	9
Summa 2001	6830				165	26
2002-05-29	2750	1,97	0,31	2,12	54	9
2002-07-01	2230	2,10	0,35	2,22	47	8
2002-08-12	1720	2,37	0,44	2,56	41	8
Summa 2002	6700				142	24
2003-06-02	2340	2,14	0,36	2,87	50	8
2003-07-14	2230	1,90	0,44	2,71	42	10
2003-09-30	1240	1,86	0,42	2,33	23	5
Summa 2003	5810				116	23
2004-05-28	1860	1,67	0,29	2,04	31	5
2004-07-13	540	2,22	0,36	2,28	12	2
2004-10-05	2250	1,52	0,34	2,15	34	8
Summa 2004	4650				77	15
2005-06-01	1890	1,91	0,29	2,12	36	6
2005-07-20	1390	1,65	0,35	2,05	23	5
2005-10-06	1500	1,66	0,30	1,90	25	5
Summa 2005	4780				84	15
Medelsumma	5754				117	21



Figur 3. Halter av kväve, fosfor och kalium (% av ts) vid samtliga avslagningar av vallträdan under 1993-2005.

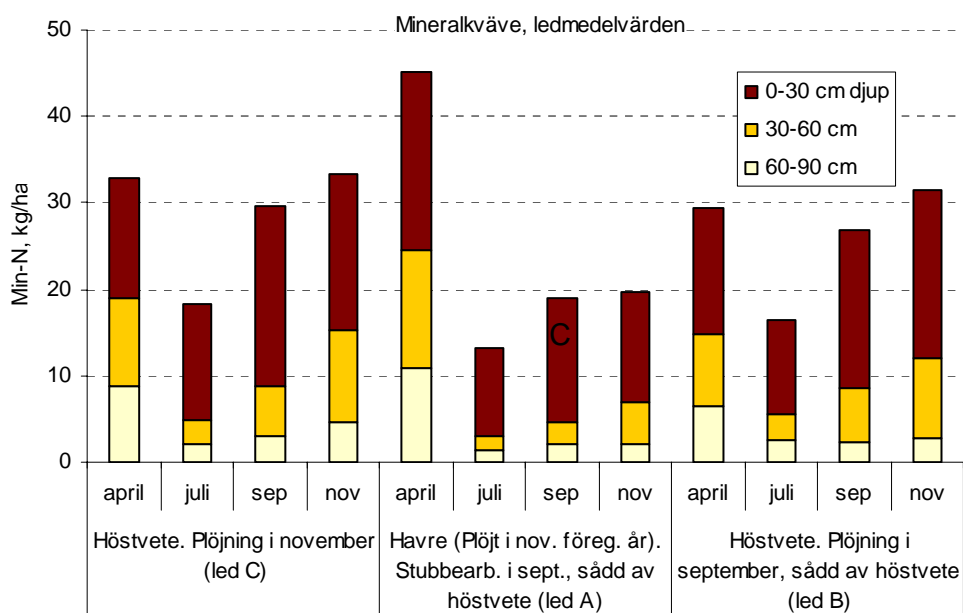


Figur 4. Mineralkväve i marken (kg/ha) inom 0-90 cm djup vid olika tidpunkter. Överst ruta 3 och 4, i mitten ruta 1 och 6 och nederst ruta 2 och 5. För att jämföra olika behandlingar under ett specifikt år studeras figurerna i lodrät riktning.

Mineralkvävedynamiken i marken

Mängden mineralkväve i marken inom 0-90 cm djup vid de olika provtagningstillfällena redovisas i tabell 9. I samband med skörd innehöll marken i medeltal 21 kg N/ha i form av mineralkväve. Under hösten ökade sedan mängden med i medeltal 7 kg/ha fram till provtagningen i november. Det fanns ingen konsekvent synbar påverkan av de olika bearbetningsbehandlingarna på ansamlingen av mineralkväve i marken under hösten, som skulle kunna påvisa olika grad av kvävefrigörelse i marken. Uptag av kväve i växtlighet och utlakningstillfällen mellan provtagningstidpunkterna m.m. komplicerar emellertid möjligheten att dra slutsatser av detta. Av figur 4, som visar mineralkväve i marken för varje rutpar under de olika åren, framgår att variationen mellan rutparen var stor, men också mellan åren. Under hösten 2001 skedde exempelvis ingen direkt ansamling av utlakningsbart kväve i marken, medan den var mycket kraftig under hösten 2002 i både led B och C.

Perioden från sen höst till vår 2003/2004 var i stort sett den enda vinterperiod när mängden mineralkväve minskade i marken under vintern. Annars ackumulerades kväve i marken under perioden sen höst till vår. Detta är något som skiljer sig från de mojordar i Halland och Västergötland och den moränlätta i Skåne där liknande studier bedrivs och där marken vanligtvis tvättas ur på nitratkväve under vintern. Det handlar troligen om både jordarts-och klimatskillnader. Resultaten stämmer väl överens med tidigare studier på försöksplatsen, men även med studier på lerjordar i Östergötland och Uppland som även de visade sig ackumulera kväve under vintern (Myrbeck et al., 2003). I fallet 2003/2004 observerades att höstvetet vuxit kraftigt innan provtagningen på våren (tabell 7) vilket var en bidragande orsak till att mängden mineralkväve minskat fram till vårprovtagningen. Om man jämför medelvärden (figur 5) syns att ökningen av mängden mineralkväve i marken från sen höst till vår var störst där marken stubbearbetats i september (+10 kg/ha) samt där markens plöjts i november (+13 kg/ha). Efter plöjning i september blev ökningen i medeltal endast drygt 1 kg/ha. Detta mönster var inte konsekvent och variationen var stor mellan rutpar och år. Sen höstplöjning var emellertid den behandling som vid ett par tillfällen (2003 och 2005) medförde störst mängder min-N i marken på våren (figur 4) och i det gav genomslag på medelsituationen (figur 5). Under 2003 fanns en stor del av kvävet kvar inom rotdjup medan det var mer jämnt fördelat i markprofilen under på våren 2005 (tabell 9). Lindén et al. (2006) konstaterade att sen höstplöjning på flera av rutorna på Lanna ledde till ökad nettomineralisering av kväve under sen höst till vår jämfört med tidig höstbearbetning.



Figur 5. Ledmedelvärden för mineralkväve (kg/ha) i marken uppdelat på skikten 0-30 cm, 30-60 cm samt 60-90 cm.

På den långliggande vallträdan var mängden mineralkväve i marken relativt konstant under året, och så såg det ut även under tidigare år (Lindén et al., 2006). Vid tidpunkten för skörd av stråsäd i övriga led uppmättes under 2001-2005 i medeltal 26 kg min-N/ha och sent på hösten 21 kg min-N /ha. En mycket stor andel, ca 85%, av mineralkvävet förelåg enligt analyserna i ammoniumform i matjordsskiktet (visas inte). Det var en

stor andel jämfört med i övriga rutor där ammonium utgjorde i medeltal 35-40%. Förmodligen skedde kontinuerligt en omfattande mineralisering av kväve i det ytligaste skiktet vilket gav upphov till ansamling av ammoniumkväve.

Tabell 9. Mängden mineralkväve i marken (kg/ha) inom 0-90 cm djup vid olika tidpunkter (I= 0-30 cm, II= 30-60 cm, III= 60-90 cm djup)

	Ruta 1				Ruta 6				Ruta 2				Ruta 5			
	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a
2000-11-08	8	4	3	16	7	4	3	14	9	4	2	15	12	5	3	20
2001-08-10	8	6	7	21	5	4	3	12	5	2	3	9	9	4	3	16
2001-09-20	11	2	2	14	8	2	2	12	8	2	2	12	11	3	2	16
2001-11-05	9	4	2	16	9	4	2	15	7	2	1	9	10	4	3	16
2002-04-08	11	4	5	20	12	3	2	17	16	7	5	28	18	7	5	30
2002-08-19	14	4	2	20	15	3	2	20	8	1	1	11	14	2	2	18
2002-09-17	23	5	3	30	22	5	4	32	17	4	3	24	19	5	4	28
2002-11-11	19	16	3	38	14	13	8	35	10	7	2	18	13	9	2	24
2003-04-01	28	22	11	61	25	19	11	54	16	10	6	32	16	10	6	31
2003-09-26	13	3	2	18	14	3	2	18	16	28	3	47	24	4	3	32
2003-10-28	19	3	1	24	16	4	2	21	26	6	2	33	31	8	3	42
2004-03-31	15	9	9	34	11	7	7	24	11	8	10	30	11	9	10	30
2004-09-15	23	7	1	30	20	4	2	26	15	9	4	27	22	10	3	34
2004-10-28	19	16	6	41	15	11	3	29	17	12	6	34	13	16	8	37
2005-04-04	18	14	17	48	15	10	8	33	22	15	15	51	23	14	14	51
2005-08-29	22	3	1	26	16	2	1	19	11	1	1	13	13	1	1	15
2005-09-19	33	5	3	41	23	4	2	29	21	2	2	25	21	3	2	27
2005-10-27	19	14	5	37	17	12	4	33	13	6	2	21	15	7	3	25

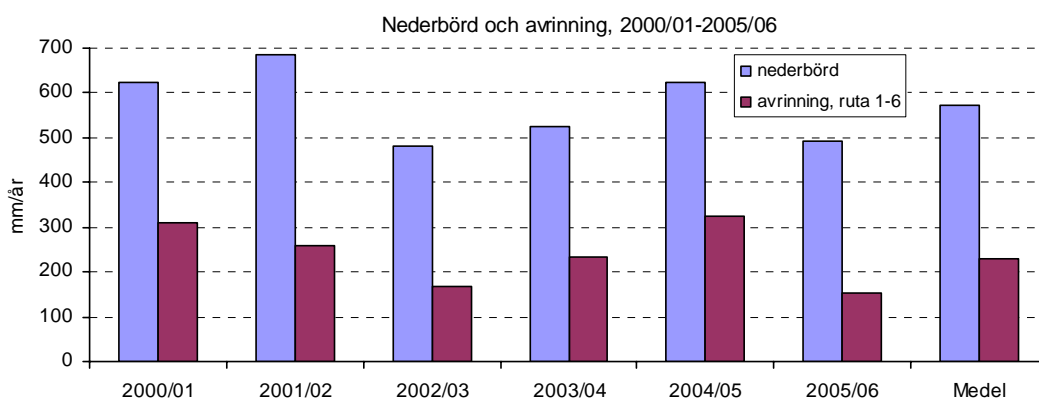
	Ruta 3				Ruta 4				Ruta 7			
	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a
2000-11-08	9	4	2	15	9	4	2	15	18	3	2	23
2001-08-10	8	2	2	12	7	2	2	11	13	3	3	19
2001-09-20	10	2	2	14	11	3	2	16				
2001-11-05	7	2	2	12	10	5	3	18	19	1	2	22
2002-04-08	11	4	4	19	11	6	6	23	25	4	4	33
2002-08-19	12	2	1	16	14	3	2	19	19	2	5	26
2002-09-17	18	5	3	26	25	7	4	35				
2002-11-11	19	11	2	32	24	16	3	43	21	2	3	26
2003-04-01	17	17	9	43	15	16	11	42	18	3	2	24
2003-09-26	22	7	4	33	29	9	5	44				
2003-10-28	28	7	3	38	37	12	6	55	13	2	1	16
2004-03-31	19	14	14	47	15	13	12	40	20	3	2	25
2004-09-15	9	2	1	11	8	2	1	11	18	2	1	21
2004-10-28	10	3	1	14	14	5	2	21	16	1	1	18
2005-04-04	17	10	7	33	18	12	8	37	21	3	3	26
2005-08-29	13	1	1	15	13	2	2	16	12	1	1	14
2005-09-19	18	2	2	22	19	3	2	24				
2005-10-27	20	8	3	31	20	9	3	32	14	9	2	25

Nederbörd och avrinning

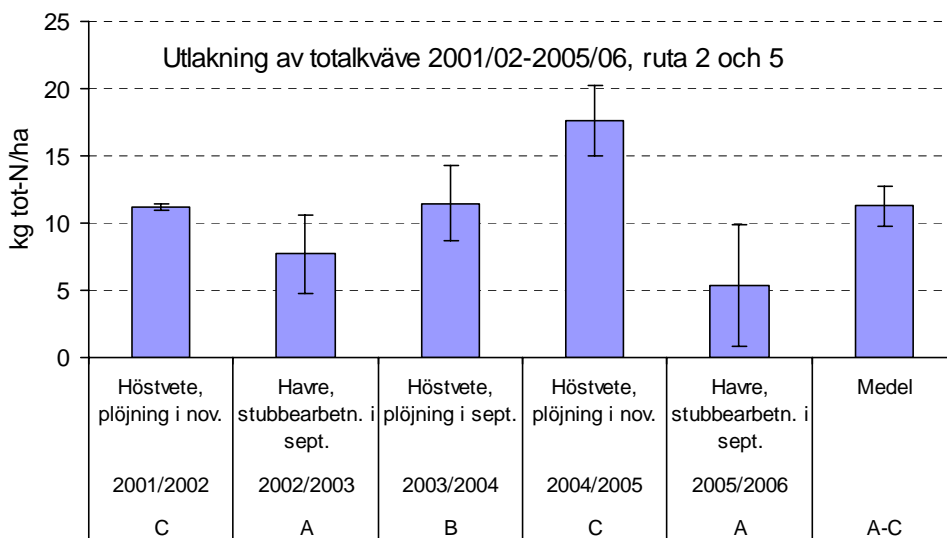
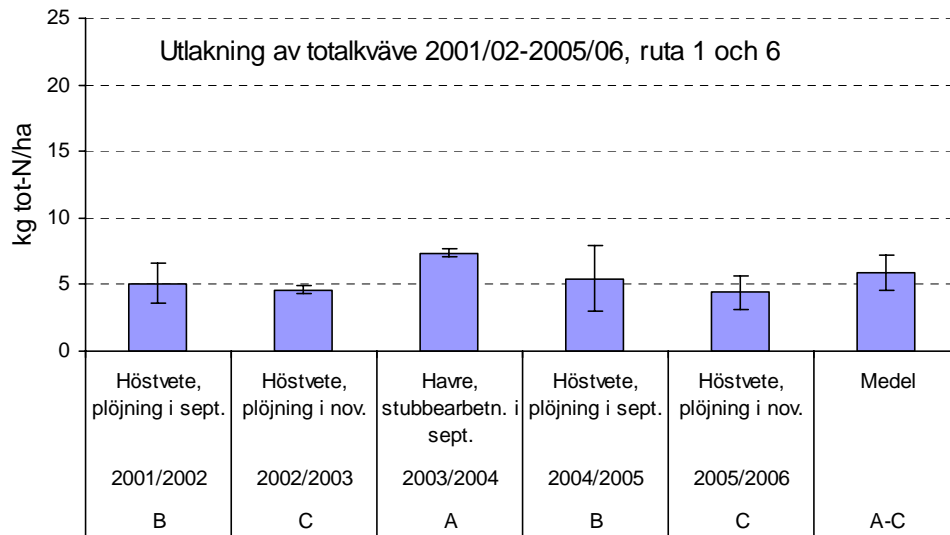
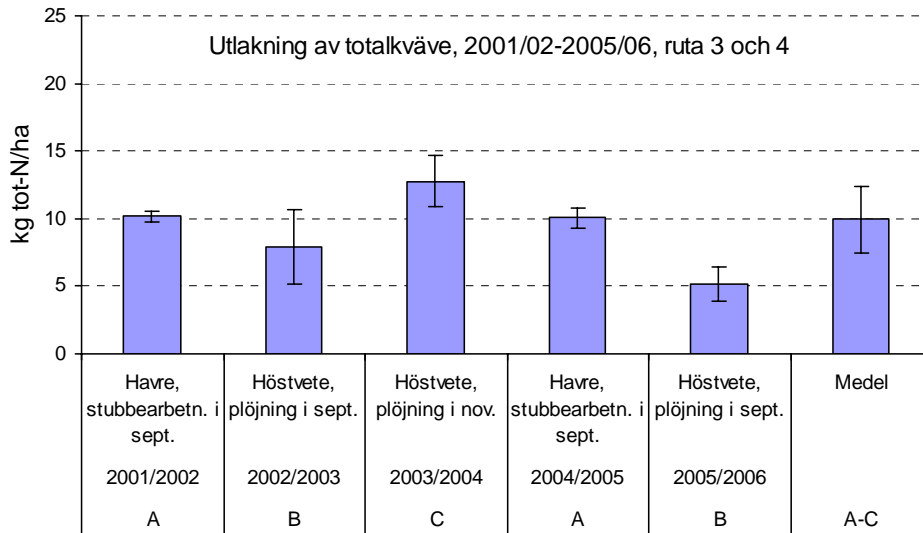
Avrinningen från ruta 1-6 varierade mellan drygt 100 mm och 345 mm (tabell 10) under 2001/2002-2005/2006, vilket främst berodde på varierande nederbördsförhållanden. Inget av åren var extremt torrt eller vått. Nederbörden varierade mellan 480 och 690 mm/år, vilket kan jämföras med långtidsmedelvärdet för Lanna på 558 mm (SMHI, 1991). I medeltal utgjorde avrinningen rutorna 1-6 drygt 40% av nederbörden (figur 6). En del variationer i avrinning fanns mellan de olika rutorna, vilket sannolikt beror på varierande hydrologiska egenskaper hos jorden. Passage av vatten förbi dräneringsledningarna eller grundvatteninflöde underifrån uppstod förmodligen under vissa perioder i olika rutor. Det är osäkerheter som hör till den här typen av försök, som ändå anses vara den försökstyp som lämpar sig bäst för utlakningsstudier på lerjord (Goulding & Webster, 1992; Hatch et al., 1997). Bland rutorna 1-6 var variationerna måttliga. Ruta 7 avvek däremot kraftigt genom betydligt mindre avrinning. Då inga mättekniska fel kunde konstateras antogs detta till största delen bero på att perkolerande vatten flödade förbi dräneringsledningarna. Transpirationen är visserligen vanligtvis större från permanent bevuxen mark än från mark som odlas med stråsåd, men detta kunde sannolikt bara förklara en avrinningsskillnad på 10-20% (Lewan, 1993). Den uppmätta avrinningen från vallträdan var ca 70% mindre än från övriga led. Detta kom givetvis att påverka utlakningsresultaten genom en underskattning av utlakningen i ruta 7. Koncentrationerna av näringsämnen i det vatten som fångades upp av dräneringsledningarna var i denna ruta ändå sannolikt jämförbara med de övriga rutornas koncentrationer.

Tabell 10. Avrinning (mm/år) under de agrohydrologiska åren 2001/2002-2005/2006 (1 juli-30 juni) från de sju försöksrutorna vid Lanna. År 2000/01 utgjorde ett övergångsår mellan olika försöksplaner och finns inte med i medelvärdet nedan

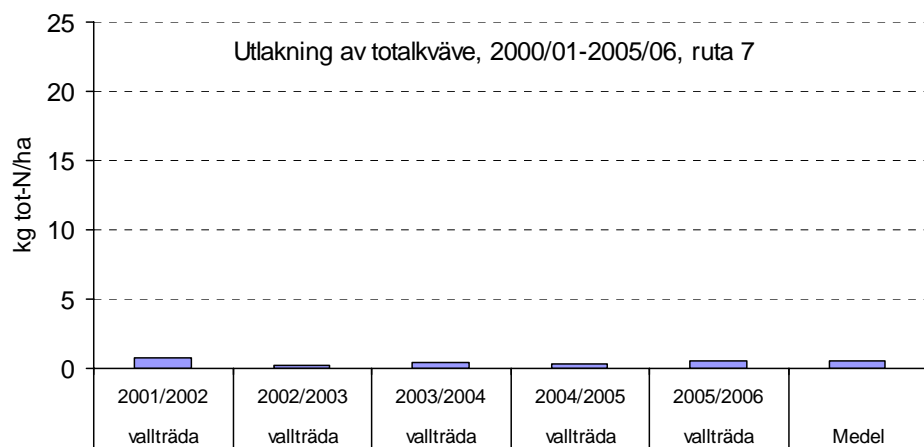
Ruta	1	2	3	4	5	6	7	Medeltal
2000/2001	245	328	374	310	281	323	148	287
2001/2002	210	277	285	259	248	277	112	238
2002/2003	182	176	183	164	140	168	42	151
2003/2004	219	242	245	224	217	253	73	210
2004/2005	322	345	344	301	316	321	41	284
2005/2006	169	119	111	169	168	184	62	140
Medeltal 2001-2005	220	232	234	223	218	241	66	205



Figur 6. Medelavrinning från ruta 1-6 och nederbörd (mm/år) under 2000/2001-2005/2006. (2000 utgjorde ett övergångsår innan höstveteväxtföljden startades)



Figur 7a. Årlig utlakning av totalkväve (kg/ha) i de olika rutparen (med samma behandling varje år). Max- och minvärden för de två rutorna är inlagda i figuren. För att jämföra olika behandlingar under ett specifikt år studeras figurerna i lodrät riktning.



Figur 7b. Årlig utlakning av totalkväve (kg/ha) i led D med vallträda. Skalan 0-25 kg är vald för att underlätta jämförelse med figur 6.

Tabell 11. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) och årsutlakning (kg/ha) av totalkväve och nitratkväve under de agrohydrologiska åren (1 juli-30 juni) 2001/2002-2005/2006. År 2000 var ett övergångsår mellan försöksplanerna. 2000/01 inkluderas inte i medelvärdet i tabellen

	A		B		C		D
Huvudgröda	Havre		Höstvete		Höstvete		Vallträda
Bearbetning	Stubbearbetning i sep.		Plöjning i sep.		Plöjning i nov.		
Höstgröda	Höstvete		Höstvete		nej		
Fosfortillförsel	På hösten				På våren		
2000/01 (ruta)	1	6	2	5	3	4	7
NO ₃ -N (mg/l)	2,2	2,2	3,6	4,1	2,2	3,5	0,28
NO ₃ -N (kg/ha)	5,5	7,1	12	12	8,2	11	0,41
Tot-N (mg/l)	2,8	3,1	4,4	5,0	3,5	4,5	0,84
Tot-N (kg/ha)	6,8	9,8	15	14	13	14	1,25
2001/02 (ruta)	3	4	1	6	2	5	7
NO ₃ -N (mg/l)	1,9	4,2	1,8	1,6	2,2	5,2	0,21
NO ₃ -N (kg/ha)	5,5	11	3,8	4,5	6,2	13	0,23
Tot-N (mg/l)	2,6	5,0	2,3	2,0	3,0	5,7	0,75
Tot-N (kg/ha)	7,4	13	4,8	5,4	8,2	14	0,84
2002/03 (ruta)	2	5	3	4	1	6	7
NO ₃ -N (mg/l)	2,5	6,9	2,9	5,3	2,1	2,7	0,16
NO ₃ -N (kg/ha)	4,3	9,6	5,3	8,7	3,8	4,5	0,07
Tot-N (mg/l)	2,8	7,5	3,3	6,0	2,4	2,9	0,50
Tot-N (kg/ha)	4,9	11	6,0	9,8	4,3	4,9	0,21
2003/04 (ruta)	1	6	2	5	3	4	7
NO ₃ -N (mg/l)	1,9	3,5	3,4	5,8	4,4	5,5	0,07
NO ₃ -N (kg/ha)	4,2	8,9	8,2	13	11	12	0,05
Tot-N (mg/l)	2,2	3,9	3,7	6,5	4,9	6,0	0,52
Tot-N (kg/ha)	4,9	9,8	8,8	14	12	14	0,38
2004/05 (ruta)	3	4	1	6	2	5	7
NO ₃ -N (mg/l)	2,2	3,4	1,1	1,8	3,3	5,9	0,16
NO ₃ -N (kg/ha)	7,4	10	3,5	5,9	11	19	0,06
Tot-N (mg/l)	2,6	3,8	1,3	2,1	3,8	7,0	0,76
Tot-N (kg/ha)	8,8	11	4,2	6,7	13	22	0,31
2005/06 (ruta)	2	5	3	4	1	6	7
NO ₃ -N (mg/l)	2,9	4,1	2,0	3,9	1,5	2,7	0,29
NO ₃ -N (kg/ha)	3,5	6,9	2,2	6,6	2,5	5,0	0,18
Tot-N (mg/l)	3,3	4,8	2,5	4,5	1,8	3,1	0,88
Tot-N (kg/ha)	3,9	8,0	2,7	7,6	3,1	5,7	0,55
Medeltal 2001-2006							
NO ₃ -N (mg/l)	2,3	4,4	2,2	3,7	2,7	4,4	0,18
NO ₃ -N (kg/ha)	5,0	9,3	4,6	7,6	6,9	11	0,12
Tot-N (mg/l)	2,7	5,0	2,6	4,2	3,2	4,9	0,68
Tot-N (kg/ha)	6,0	11	5,3	8,7	8,1	12	0,46

Utlakning av kväve

Medelutlakningen av totalkväve för höstveteväxtföljden var drygt 8 kg/ha och år. Det är en låg utlakningsnivå, särskilt med tanke på att kvävegivorna vanligen översteg de för skördenivån rekommenderade givorna. I medeltal var avvikelserna i jämförelse med Jordbruksverkets riktlinjer ca 30 kg N/ha både till havre och höstvet. Under mer nederbördsrika år steg emellertid utlakningen avsevärt i vissa fall, med en toppnotering på 22 kg/ha under 2004/2005 (tabell 11). Detta år blev överdoseringen med kväve kraftig (ca 60 kg/ha) till följd av liten skörd i den aktuella rutan. Kvävekonzentrationerna i dräneringsvattnet var överlag låga, 3,3 mg NO₃-N/l och 3,8 mg tot-N/l, uttryckt som årsmedelvärden. I vattnet från vallträdan var de mycket låga, <1 mg tot-N/l. Utlakningen var betydligt mindre än vid liknande odling på lätta jordar i Halland och näraliggande mojord i Västergötland (Aronsson, et al., 2003), där utlakningen av kväve ofta når nivåer på 40-50 kg/ha respektive 30-40 kg/ha). Den var också mindre än från moränlättilera i Skåne (Aronsson & Torstensson, 2003). I dessa försök har senarelagd bearbetning på hösten både med och utan höstväxande vegetation minskat utlakningen betydligt.

Tabell 12. Minsta kvadratmedelvärde (LSmeans) för utlakning av kväve, fosfor och kalium från led A, B och C. Signifikant skillnad ($P < 0.01$) från övriga led har markerats med *

	A	B	C
Huvudgröda	Havre	Höstvet	Höstvet
Bearbetning	Stubbearbetning i sep.	Plöjning i sep.	Plöjning i nov.
Höstgröda	Höstvet	Höstvet	nej
Fosfortillförsel	På hösten		På våren
Minsta kvadratmedelvärde (LSmeans)			
2001/02 - 2005/06			
Tot-N (kg/ha)	7,6	7,5	10,4*
Tot-P (kg/ha)	0,15	0,15	0,17
K (kg/ha)	6,7	6,9	6,7

Behandlingarnas inverkan på utlakningen

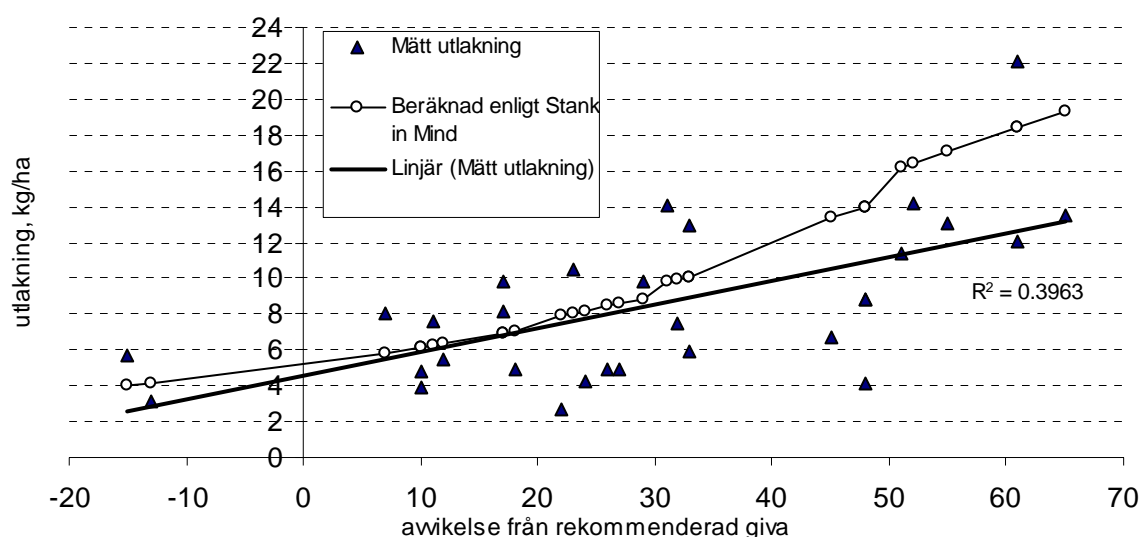
Kväveutlakningen var i medeltal av de fem åren 10 kg Tot-N/ha i led C med plöjning i november. I led A och B med stubbearbetning respektive plöjning i september var utlakningen drygt 7 kg Tot-N/ha. Led C avvek från de andra leden med statistisk signifikans ($P < 0.01$). I och med att försöket med denna treåriga växtföljd pågick i fem år uppstod en obalans genom att alla rutpar inte fick alla behandlingar lika många gånger, vilket fick visst genomslag på ledmedelvärdena. Den statistiska modellen tog hänsyn till denna obalans, och s.k. minsta kvadratmedelvärden för utlakningen av totalkväve redovisas i tabell 12. Det är viktigt att poängtera att skillnaderna mellan leden inte helt kan härröras till de olika metoderna för bearbetning. Såväl de olika grödorna som förekomst av höstväxande vete under två år av tre påverkade exempelvis också resultaten i viss utsträckning.

I figur 7 visas utlakning från de tre rutparen under samtliga år. Året 2004/2005 hade stor avrinning. Under detta år noterades den största utlakningen under försöksperioden, och det var i rutparet 2 och 5 där marken hade plöjts i november 2004 (figur 7). Skördarna var dåliga under 2004 och därmed var också kväveutnyttjandet dåligt, vilket kan ha bidragit till stor utlakning. Också 2001/02 samt 2003/04 hade tämligen stor avrinning, och även dessa år blev utlakningen störst i de rutor som plöjts sent på hösten och som inte varit be vuxna med höstvet. De var däremot be vuxna med en viss ogräsvegetation, och de år provtagning gjordes var dess kväveupptag lika stort eller större än höstvetebroddens. Mineralkväveproverna visade att det generellt skedde en ansamling av mineralkväve i marken under vintern; kväveinnehållet i marken var större på våren. Det var särskilt tydligt i led C med plöjning i november. Det berodde enligt Lindén et al. (2006) på att kväve mineraliseringen ökade under perioden från sen höst till vår då marken plöjdes sent på hösten, och det verkade alltså stämma även här. Bl. a. från ogräsbiomassan som plöjdes ned frigjordes sannolikt något kväve. Våren 2003, då avrinningen inte varit så stor under vintern, fanns en hel del kväve kvar i marken. Det led där mängden kväve ökat som mest var led C. Samma fenomen uppträdde våren 2005 då led C innehöll betydligt mer mineralkväve i marken än övriga led.

Mineralkväveprovtagningarna visade (s. 20) att det inte skedde någon större ansamling av kväve i något av försöksleden från september till november. Det är svårt att tänka sig att mineraliseringen av kväve inte skulle varit större under hösten efter bearbetning i september, jämfört med där marken var obearbetad. Kan det i själva verket ha varit så att det kväve som mineraliserades under den tidiga delen av hösten förlorades genom

denitrifikation och därför inte fanns kvar i marken vid jordprovtagningen på senhösten? Förutsättningarna för denitrifikation kan vara mycket goda i en jord bestående av styv och aggregerad lera (Bouwman, 1996). Efter en bearbetning tidigt på hösten skulle förhållandena för denitrifikation kunna vara särskilt gynnsamma., genom riklig förekomst av nitrat i markprofilen och tillgång till en kolkälla i form av färsk skörderester under en period när marken fortfarande är relativt varm och samtidigt börjar fuktas upp ordentligt. Om nitraten hunnit migrera in i markens mikroporer skulle det kunnat nå syrefria zoner och utsatts för denitrifikation trots att marken i övrigt var långtifrån vattenmättad. I ledet med plöjning i november fanns inte på samma sätt förutsättningar för denitrifikation under den tidigare delen av hösten på grund av mindre tillgång till både nitrat och lättillgängligt kol i marken. I detta led ökade kväve mineraliseringen först på senhösten (november). Det då frigjorda kvävet löpte stor risk att utlakas då avrinning förkom och fick kanske aldrig möjlighet att diffundera in i mikroporsystemet. Även en lägre marktemperatur kan ha bidragit till denitrifikationen av nitratkväve har gått långsammare kan ha bidragit till ansamling av mineralkväve under vintern de år då avrinningen var liten.

Senarelagd bearbetning på hösten ledde i denna växtföljd inte alltså till minskad utlakning. Trots ett kväveupptag i ogräsvegetation innebar senarelagd bearbetning ökad kväveutlakning under de år avrinningen var kraftig. Under år med liten avrinning kunde emellertid mineralkväve ackumuleras i marken under vintern. I sådana fall skulle en plöjning i november kunna leda till bra förutsättningar för grödan genom ett ökat mineralkväveförråd i marken på våren (förutsatt att kvävet finns inom rot djup), vilket också skulle kunna motivera minskad gödselgiva på våren. Samtidigt kan sen plöjning ge sämre struktur och packningsskador som kan vara direkt ogynnsamma för grödan (Myrbeck et al., 2003).



Figur 8. Utlakning som linjär funktion av avvikelser från den rekommenderade givan för aktuell skördenivå, samt förväntad utlakning beräknad med Jordbruksverkets rådgivningsprogram Stank in Mind där grundutlakningsnivån satts till 5 kg/ha (Aronsson & Torstensson, 2004).

Gödslingens inverkan

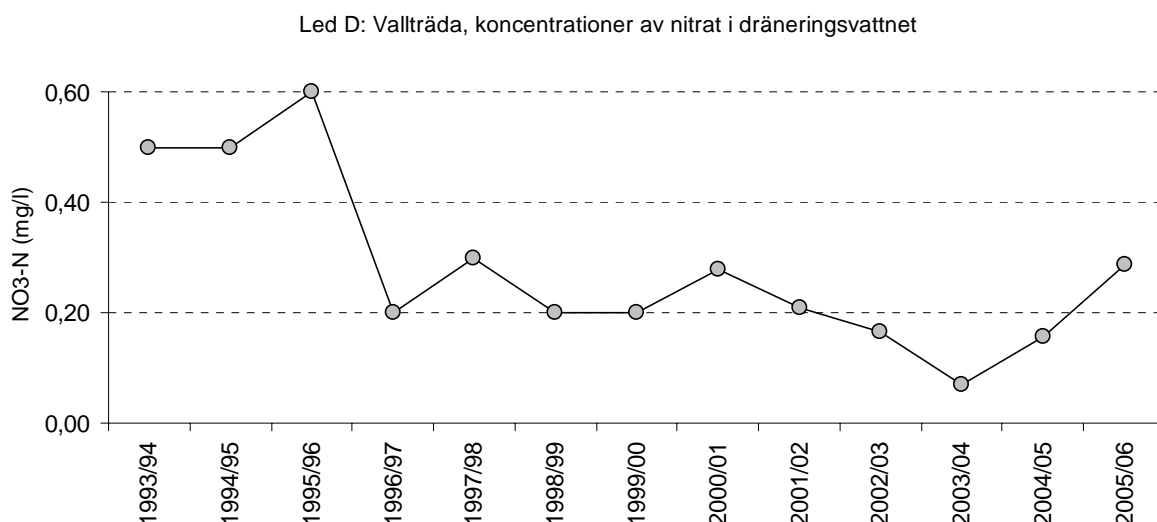
Varierande klimat ledde till att utlakningen varierade kraftigt mellan åren. Intressant nog, så var variationen mellan enskilda rutor ännu större enligt de statistiska beräkningarna. Av figur 7 framgår att ruta 1 och 6 hade lägre utlakningsnivå än de andra rutparen, ca 5 kg/ha, vilket var hälften av utlakningen i rutparen 2 och 5 respektive 3 och 4. Utlakningen minskade bland rutorna i ordningen 5>4>3>2>1>6. Veteskördar i stigande skala fördelade sig på motsvarande sätt 3<5=4<2<1<6, med ett spann på 14%. En större avkastning i rutorna 1 och 6 konstaterades även under tidigare i försöksperiod, då särskilt ruta 1 hade bättre avkastningspotential än övriga rutor på grund av egenskaper som vi inte känner till. Struktureffekter av en kraftig kalkning som gjordes på 60-talet kan vara en förklaring. Goda förutsättningar som kan ge en bra gröda som utnyttjar kvävet väl såg ut att ge resultat i form av mindre utlakning. Avvikelsen från rekommenderad giva i förhållande till skördenivån var i medeltal 17 kg N/ha och år i ruta 1 och 6 och i de två andra rutparen i medeltal 39 kg N/ha. Figur 8 visar sambandet mellan avvikelse från rekommenderad giva och utlakningsnivå. I figuren har samtliga utlakningsobservationer (oberoende av skillnader i behandling) under de fem åren lagts in som funktion av avvikelserna i kvävegiva från den som rekommenderas av

Jordbruksverket för aktuell skördenivå. Som jämförelse har den funktion som används för beräkning av utlakningseffekt på grund av gödslingsintensitet i Jordbruksverkets rådgivningsprogram Stank in Mind lagts in i figuren (med en här antagen grundutlakning på 5 kg/ha för aktuell jord). Att det fanns ett samband mellan utlakning och avvikelse från rekommenderad var tydligt, och statistiskt säkerställt. Spridningen i materialet var stort och de stora skillnaderna i utlakning mellan olika rutor kan naturligt nog inte helt förklaras av de varierande kvävegivorna. Den linjära funktionen $Y=0,13x + 4,6$ gav ett något större R^2 -värde (0,40) för sambandet än den svagt exponentiell funktionen $Y=4,8\exp(0,0152x)$ ($R^2=0,38$).

Under åren med goda skördar var proteinhalten i flera fall lägre än 11,5% (gräns för brödsäds kvaliteten) vilket även gällde de högavkastande rutorna. Det visar på den svåra balansgången att få önskvärd kvalitet hos grödan samtidigt som överdosering med kväve ska undvikas. Resultaten visar att avvikelser från rekommenderad kvävegiva påverkar utlakningen av kväve. Jordbruksverkets gödslingsrekommendationer utgår från en grundskörd på 5 ton/ha där den rekommenderade kvävegivan ökas eller minskas med en fast värde för varje enhet förändrad skördenivå. Dessa rekommendationer kan givetvis också innehålla osäkerheter om det verkliga kvävebehovet hos grödan.

Utlakning från vallträdan

Vallträdan hade en mycket liten kväveutlakning (figur 7b), enligt beräkningarna endast ca 0,5 kg tot-N/ha och år. Den registrerade avrinningen var emellertid, som redan nämnts, liten från denna ruta och utlakningen var med största sannolikhet underskattad. Koncentrationerna hos det vatten som fångades upp av dräneringsledningarna kan anses trovärdiga. Om antagandet görs att transpirationen var 45 mm större från vallrutan jämfört med från övriga rutor kan det vara troligt att vallens verkliga utlakning var ca 2,5 ggr större än den som uppmätts, alltså drygt 1 kg tot-N/ha och år. Det är endast 10-20% av det som uppmätts i övriga led. Mängd avslagen biomassa visade en sjunkande trend under 2001- 2005, men innehåll ändå under denna period i medeltal ca 120 kg N/ha (tabell 8). Det fanns emellertid inget som tydde på att kvävekoncentrationerna i dräneringsvattnet minskade jämfört med tidigare år, figur 9. Däremot syns det tydligt i figur 9 att det skedde en tydlig minskning några år efter det att vallen anlagts. En stor del av kvävet i det avslagna materialet "återvanns" troligen genom återväxt på vallen, men en del förlorades förmodligen genom ammoniakavgång under den första tiden efter avslagningen.



Figur 9. Årsmedelkoncentrationer av nitratkväve i dräneringsvattnet i led D med vallträda, led D (ruta 7) under hela vallperioden.

Utlakning av fosfor

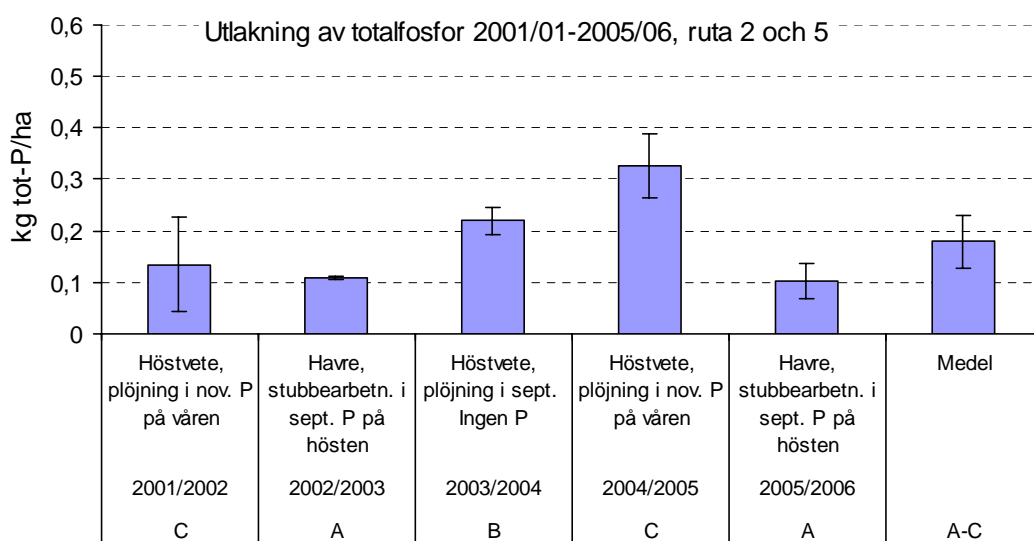
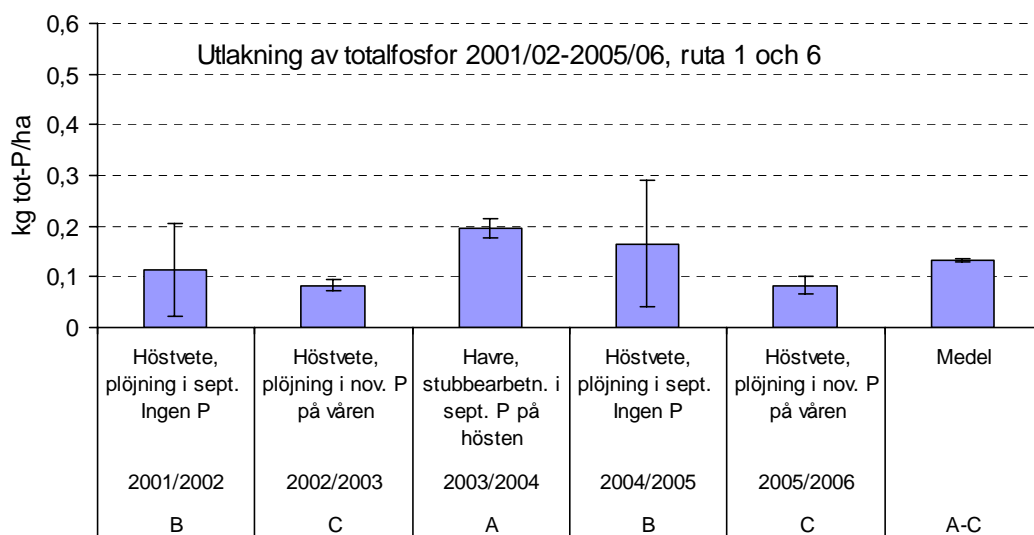
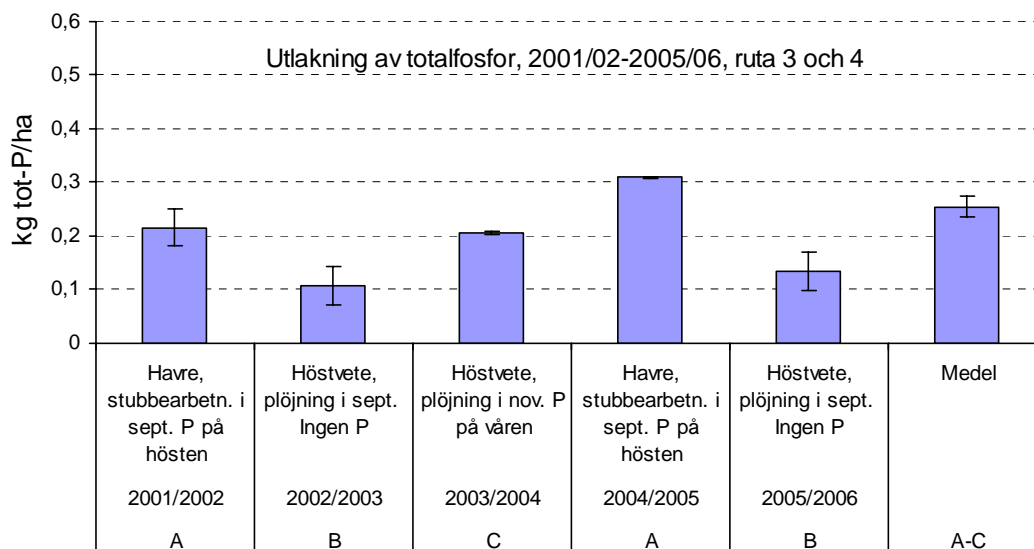
Fosforutlakningen var i medeltal 0,17 kg tot-P/ha varav 37% förelåg i form av fosfatfosfor (tabell 13). Vid jämförelse av led A, B och C var skillnaderna mycket marginella, och de var inte statistiskt signifikanta (tabell 12). Halten av totalfosfor i dräneringsvattnet från höstveteväxtföljden var i medeltal 0,072 mg/l och av fosfatfosfor 0,028 mg/l. I dräneringsvattnet från vallträdan var däremot koncentrationerna högre, i medeltal 0,046 mg/l av fosfatfosfor och 0,10 mg/l av totalfosfor. Om hänsyn till den mindre avrinningen från

denna ruta tas på samma sätt som för kväveutlakningen (se ovan) skulle den verkliga utlakningen av fosfor från vallträdan vara mellan 0,15 och 0,20 kg tot-P/ha.

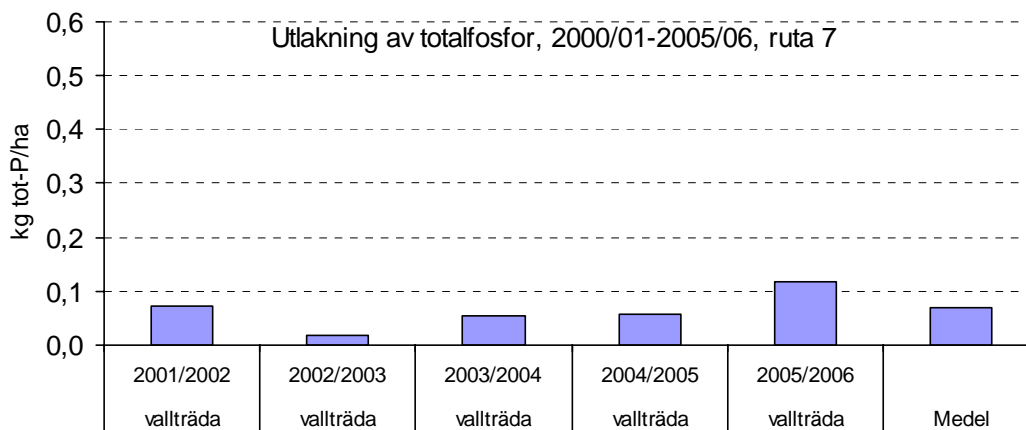
I figur 10 visas på samma sätt som för kväve fosforutlakning varje år i de olika rutparen. Precis som när det gällde kvävet var utlakningen av fosfor minst i ruta 1 och 6. Den var i detta rutpar betydligt mindre än i de andra. Årsmånen hade stor inverkan på fosforutlakningen. Störst var utlakningen under 2004/2005 med mycket nederbörd.

Tabell 13. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) och årsutlakning (kg/ha) av fosfatfosfor och totalfosfor under de agrohydrologiska åren (1 juli-30 juni) 2001/2002-2005/2006. År 2000 var ett övergångsår mellan försöksplanerna. 2000/2001 inkluderas inte i medelvärdet i tabellen

	A		B		C		D
Huvudgröda	Havre		Höstvete		Höstvete		Vallträda
Bearbetning	Stubbearbetning i sep.		Plöjning i sep.		Plöjning i nov.		
Höstgröda	Höstvete		Höstvete		nej		
Fosfortillförsel	På hösten				På våren		
2000/01 (ruta)	1	6	2	5	3	4	7
PO ₄ -P (mg/l)	0,007	0,015	0,010	0,009	0,007	0,009	0,019
PO ₄ -P (kg/ha)	0,018	0,048	0,031	0,025	0,028	0,028	0,028
Tot-P (mg/l)	0,027	0,077	0,027	0,098	0,139	0,190	0,063
Tot-P (kg/ha)	0,067	0,249	0,089	0,274	0,520	0,590	0,094
2001/02 (ruta)	3	4	1	6	2	5	7
PO ₄ -P (mg/l)	0,016	0,026	0,015	0,020	0,019	0,019	0,020
PO ₄ -P (kg/ha)	0,044	0,066	0,032	0,054	0,053	0,047	0,023
Tot-P (mg/l)	0,063	0,097	0,050	0,046	0,050	0,053	0,066
Tot-P (kg/ha)	0,180	0,252	0,104	0,126	0,138	0,131	0,074
2002/03 (ruta)	2	5	3	4	1	6	7
PO ₄ -P (mg/l)	0,012	0,024	0,019	0,022	0,037	0,007	0,010
PO ₄ -P (kg/ha)	0,021	0,034	0,034	0,036	0,068	0,012	0,004
Tot-P (mg/l)	0,047	0,096	0,060	0,063	0,056	0,038	0,042
Tot-P (kg/ha)	0,082	0,135	0,111	0,104	0,102	0,065	0,018
2003/04 (ruta)	1	6	2	5	3	4	7
PO ₄ -P (mg/l)	0,016	0,033	0,015	0,026	0,014	0,025	0,026
PO ₄ -P (kg/ha)	0,036	0,083	0,036	0,056	0,035	0,057	0,019
Tot-P (mg/l)	0,032	0,126	0,065	0,131	0,084	0,091	0,074
Tot-P (kg/ha)	0,070	0,320	0,158	0,283	0,206	0,204	0,054
2004/05 (ruta)	3	4	1	6	2	5	7
PO ₄ -P (mg/l)	0,034	0,052	0,016	0,023	0,042	0,027	0,028
PO ₄ -P (kg/ha)	0,118	0,156	0,052	0,073	0,144	0,086	0,012
Tot-P (mg/l)	0,080	0,115	0,046	0,057	0,105	0,093	0,143
Tot-P (kg/ha)	0,273	0,345	0,147	0,181	0,362	0,293	0,058
2005/06 (ruta)	2	5	3	4	1	6	7
PO ₄ -P (mg/l)	0,029	0,041	0,080	0,066	0,034	0,025	0,146
PO ₄ -P (kg/ha)	0,034	0,068	0,089	0,111	0,057	0,047	0,090
Tot-P (mg/l)	0,044	0,091	0,104	0,092	0,047	0,047	0,192
Tot-P (kg/ha)	0,053	0,153	0,116	0,155	0,080	0,087	0,119
Medeltal 2001-2006							
PO ₄ -P (mg/l)	0,021	0,035	0,029	0,031	0,029	0,021	0,046
PO ₄ -P (kg/ha)	0,051	0,081	0,049	0,066	0,071	0,050	0,030
Tot-P (mg/l)	0,053	0,105	0,065	0,078	0,068	0,065	0,103
Tot-P (kg/ha)	0,132	0,241	0,127	0,170	0,178	0,156	0,064



Figur 10a. Årlig utlakning av totalfosfor (kg/ha) i de olika rutparen (med samma behandling varje år). Max- och minvärden för de två rutorna är inlagda i figuren. För att jämföra olika behandlingar under ett specifikt år studeras figurerna i lodrät riktning.



Figur 10b. Årlig utlakning av totalfosfor(kg/ha) i led D med vällträda. Skalan 0-0,6 är vald för att underlätta jämförelse med figur 9.

Det är svårt att tolka eventuella utlakningsskillnader i figuren, vilka kan bero både på årsmån, fosforgödsling och bearbetningsmetoder. Med det använda försöksupplägget går det inte att skilja på effekt av fosforgödsling och jordbearbetning. I tabell 14 görs ett försök till tolkning där den högst noterade koncentrationen av fosfor under 2001-2005 sätts i relation till möjlig effekt av fosforgödsling och/eller bearbetningsbehandling som förgått varje koncentrationssituation. Av tabellen framgår att i fem fall av tolv uppstod den högst uppmätta koncentrationen av totalfosfor eller fosfatfosfor under höst eller vinter (i något fall under sommaren) efter det att fosfor spridits i växande gröda på våren, vilket också sammanfaller med plöjning i november. I fyra fall av tolv uppkom den högsta koncentrationen under höst och vinter efter det att fosfor myllats i samband med sådd av höstvet, vilket sammanföll med stubbearbetning eller plöjning i september. I tre fall av tolv uppstod den högsta koncentrationen inte alls i samband med fosforgödsling. I de tidigare undersökningarna på försöksplatsen gav förrådsgödslingar med fosfor utslag genom förhöjda koncentrationer av fosforkoncentrationer i dräneringsvattnet i flera rutor (Lindén et al., 2006). Fosforgödsling med givor om 30 kg P/ha verkade inte öka utlakningen nämnvärt, men resultaten antyder att fosfortillförsel ökar risken att förhöjda koncentrationer i dräneringsvattnet uppkommer jämfört med då ingen fosfor tillförs. Under 2001-2005 verkade det alltså inte ha någon betydelse för fosforutlakningen huruvida myllning av fosfor gjordes på hösten eller om den spreds på markytan i växande gröda. Det kan emellertid inte uteslutas att de olika bearbetningsbehandlingarna kan ha påverkat resultaten.

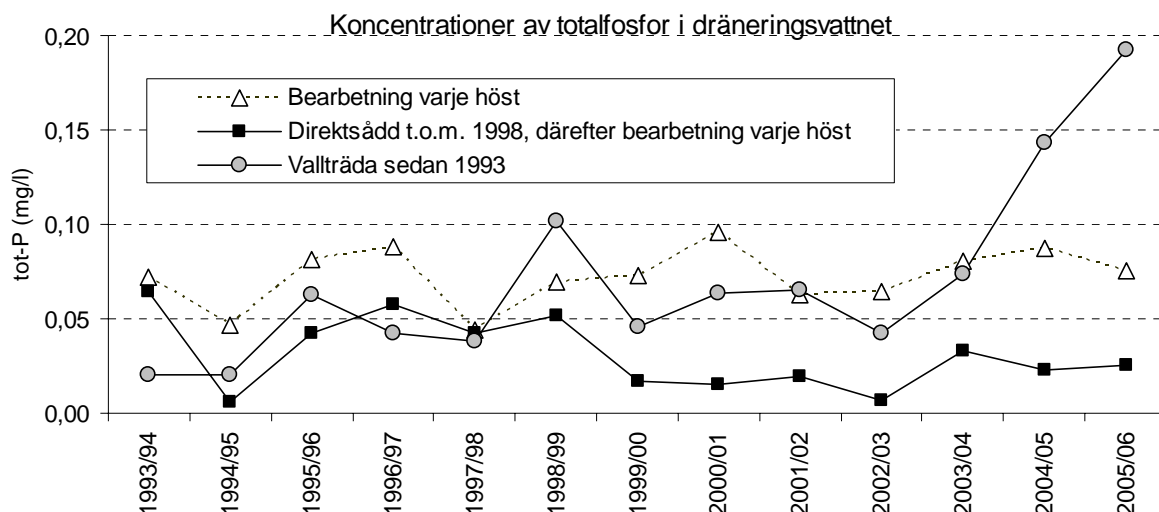
Tabell 14. Tidpunkter samt värden för den högsta uppmätta halten av totalfosfor och fosfatfosfor som noterats under perioden juli 2001-juni 2006

Ruta	Högsta uppmätta halt av totalfosfor			Högsta uppmätta halt av fosfatfosfor		
	Datum	Halt (mg/l)	Tidpunkt för P-tillförsel Tidpunkt för bearbetning	Datum	Halt (mg/l)	Tidpunkt för P-tillförsel Tidpunkt för bearbetning
1	02-11-14	0,18	P på våren samma år* Plöjning i nov. samma år	02-11-14	0,17	P på våren samma år* Plöjning i nov. samma år
2	04-11-23	0,24	P på våren samma år** Plöjning i nov. samma år	04-11-23	0,12	P på våren samma år** Plöjning i nov. samma år
3	04-02-09	0,19	På på våren ett år innan Plöjn. i nov. dessförinnan	06-04-03	0,09	Ingen P inom ett år plöjn. i sep. hösten före
4	01-11-15	0,36	P samma höst Stubbearb. samma höst	05-01-17	0,13	P på hösten strax före Stubbearb. i sep. dessförinnan
5	05-01-17	0,26	På på våren ett år innan Plöjn. i nov. dessförinnan	04-07-26	0,13	P på våren samma år plöjn. i sep. hösten före
6	04-01-13	0,22	P på hösten strax före Stubbearb i sep. dessförinnan	04-02-29	0,06	P på hösten strax före Stubbearb. i sep. dessförinnan
7	05-11-14	0,52	Ingen P*** Ingen bearb.	05-11-14	0,27	Ingen*** Ingen bearb.

*, **, ***= samma tillfälle för högsta halten av både total- och fosfatfosfor

Vallen som inte gödslades alls var däremot ett undantag (figur 10). Det kan finnas flera förklaringar till att utlakningen av fosfor är minst lika stor som från övriga rutor, trots att ingen fosforgödsel tillförts på mer än tio år. Fosfor som frigjorts från det avslagna växtmaterialet kan ha transporterats nedåt i markprofilen under vissa omständigheter. Ett näraliggande försök med gröngödlingsvallar på Lanna visade att fosforutlakningen kan bli stor när mycket växtmaterial lämnas på markytan (Torstensson, 2003a; Ulén et al., 2005). I marken kan det också ha bildats ett stabilt porsystem genom att jorden inte plöjts på många år, vilket kan gynna nedtransport av fosfor som frigjorts från växtmaterial på markytan. Det skulle kunna tänkas att utlakningen av fosfor vid vallodling ökar med åren genom att transportvägarna nedåt i profilen blir mer effektiva. I ruta 6 odlades marken utan plöjning med direktsådd under perioden 1993-1998. Från och med 1999 bearbetades marken varje höst. Med samma resonemang skulle man kunna spekulera kring om bearbetning av marken varje år skulle innebära mindre risk för fosforutlakning genom att porerna inte tillåts bli kontinuerliga nedåt i marken. I figur 11 visas årsmedelkoncentrationer av totalfosfor för ruta 7 med vallträda, ruta 6 där direktsådd avbröts 1999 samt medelvärden för övriga rutor där jorden bearbetats varje år. Med lite god vilja kan man skönja en ökning av fosforkoncentrationerna i dräneringsvattnet från vallträdan under senare år. I jämförelse med vallen verkar däremot ruta 6 snarare avvika med nedåtgående halter från och med 1999 då marken plöjdes, vilket skulle styrka ovanstående resonemang.

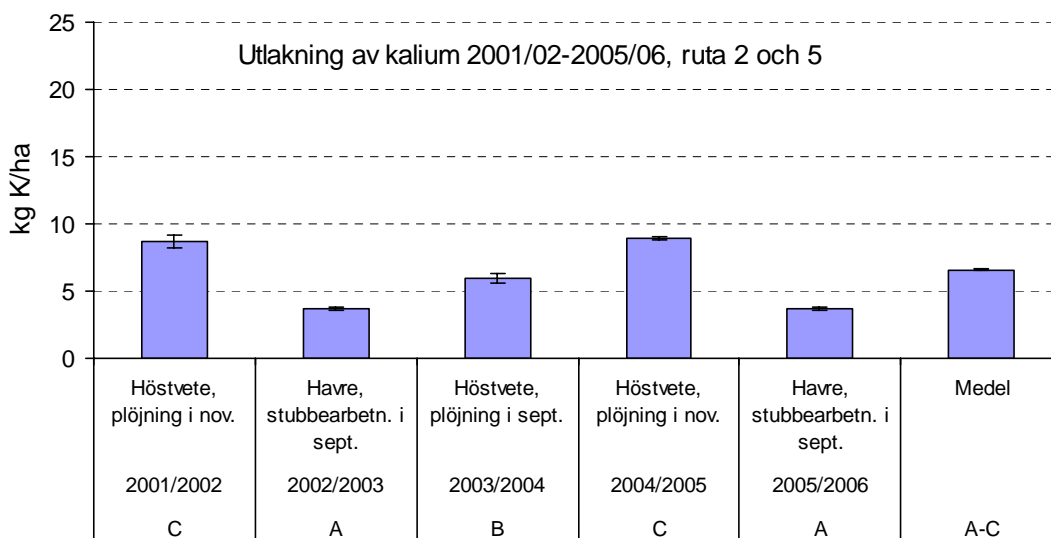
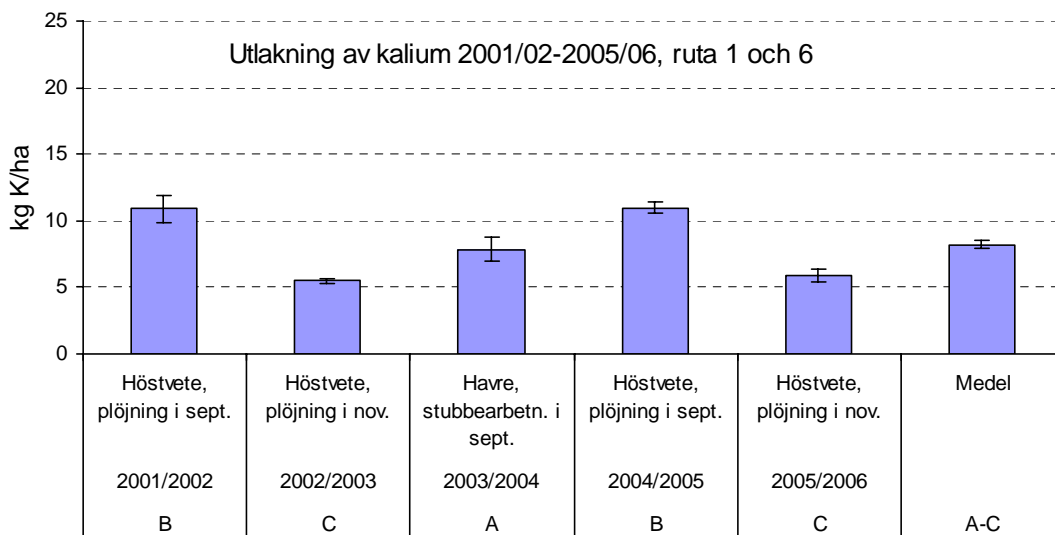
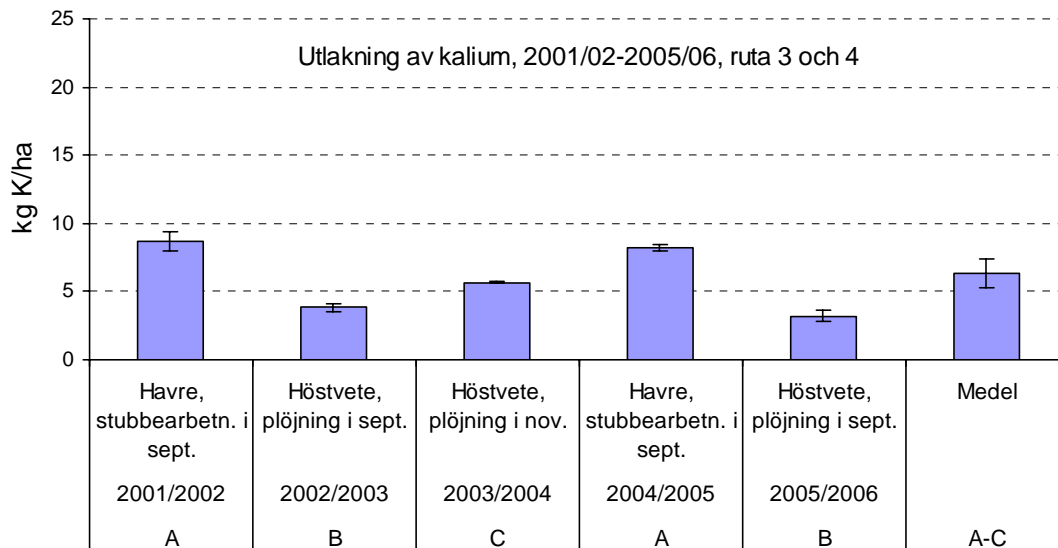
Eftersom kvävekoncentrationerna i dräneringsvattnet från rutan med vallträdan var påtagligt låga hade det avrinnande vattnet där en annorlunda sammansättning än vattnet från marken som var i produktion. Ulén et al. (2005) påpekar att om detta är ett generellt skeende i lerjord som lagts i träda är det värt att uppmärksammas, eftersom det då kan komma att förändra vattnets sammansättning i vattendragen i jordbruksdominerade områden. Förhöjda P/N-kvoter har visat sig kunna gynna blomning av blågröna alger (Granéli, 2006).



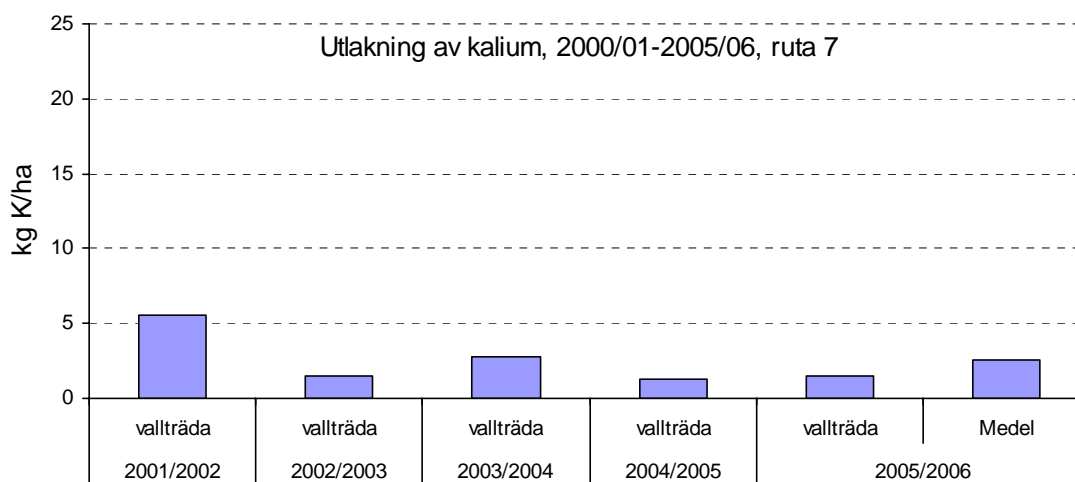
Figur 11. Årsmedelhalter av totalfosfor (mg/l) i dräneringsvattnet. Ruta 6 som odlades utan plöjning fram till 1998 men därefter plöjdes varje år och ruta 7 med vallträda jämförs med medelvärdet för övriga rutor.

Utlakning av kalium

Kaliumutlakningen var ca 7 kg/ha och år och kaliumkoncentrationerna uppgick till i medeltal 3 mg/l (tabell 15). Det fanns inga tydliga skillnader mellan leden, men skillnaderna mellan åren och enskilda rutor var tydliga liksom för kväve och fosfor. Detta hade sin orsak i avrinningsvariationen mellan åren vilka vanligtvis har stort genomslag på utlakningsnivåerna. Utlakningsförlusterna i rutan med vallträdan var av samma storleksordning som i de övriga rutorna om man tar hänsyn till att den verkliga mängden var större än den uppmätta (en del vatten passerade förbi dräneringsledningarna). Kaliumkoncentrationerna i dräneringsvattnet var t.o.m något högre än i övriga rutor. Det avslagna växtmaterialet innehöll stora mängder kalium (i medeltal 135 kg/ha per säsong), varav en del sannolikt transporterades nedåt i markprofilen. Kaliumutlakningen i de olika ruttparen och i rutan med vallen under alla år visas också i figur 12a och b.



Figur 12a. Årlig utlakning av kalium (kg/ha) i de olika rutparen (med samma behandling varje år). Max- och minvärden för de två rutorna är inlagda i figuren. För att jämföra olika behandlingar under ett specifikt år studeras figurerna i lodrät riktning.



Figur 12b. Årlig utlakning av kalium (kg/ha) i ledet vallträdan. Skalan 0-25 är vald för att underlätta jämförelse med figur 12.

Tabell 15. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) och årsutlakning (kg/ha) av kalium under de agrohydrologiska åren (1 juli-30 juni) 2000/2001-2005/2006. År 2000 var ett övergångsår mellan försöksplanerna. 2000/2001 inkluderas inte i medelvärdet i tabellen

	A		B		C		D
Huvudgröda	Havre		Höstvete		Höstvete		Vallträda
Bearbetning	Stubbearbetning i sep.		Plöjning i sep.		Plöjning i nov.		
Höstgröda	Höstvete		Höstvete		nej		
Fosfortillförsel	På hösten				På våren		
2000/01 (ruta)	1	6	2	5	3	4	7
K (mg/l)	3,4	3,9	2,7	2,9	2,5	2,6	4,7
K (kg/ha)	8,3	12,5	9,0	8,1	9,3	7,9	7,0
2001/02 (ruta)	3	4	1	6	2	5	7
K (mg/l)	3,2	3,2	4,7	4,3	3,1	3,6	5,0
K (kg/ha)	9,0	8,4	9,9	11,9	8,5	8,8	5,6
2002/03 (ruta)	2	5	3	4	1	6	7
K (mg/l)	2,3	2,4	2,1	2,4	3,1	3,2	3,7
K (kg/ha)	4,0	3,4	3,8	3,9	5,7	5,3	1,5
2003/04 (ruta)	1	6	2	5	3	4	7
K (mg/l)	3,2	3,4	2,5	2,7	2,4	2,4	3,9
K (kg/ha)	7,0	8,7	6,1	5,8	5,9	5,4	2,8
2004/05 (ruta)	3	4	1	6	2	5	7
K (mg/l)	2,5	2,6	3,5	3,3	2,6	2,8	3,2
K (kg/ha)	8,7	7,8	11,4	10,5	9,0	8,8	1,3
2005/06 (ruta)	2	5	3	4	1	6	7
K (mg/l)	3,2	2,2	1,9	2,5	3,2	3,5	2,5
K (kg/ha)	3,8	3,7	2,1	4,3	5,4	6,4	1,5
Medel 2001-2006							
K (mg/l)	2,9	2,8	2,9	3,0	2,9	3,1	3,6
K (kg/ha)	6,5	6,4	6,7	7,3	6,9	7,0	2,5

Växtnäringsbalanser

Årliga balanser för tillförsel och bortförsel av kväve, fosfor och kalium beräknades för höstveteväxtföljden och för vallträdan. Av tabell 16 framgår att för höstveteväxtföljden utgjorde bortförseln med skörd den största andelen av den mängd växtnäringsämne som fördes bort från marken. Utlakningen utgjorde en betydligt mindre andel. När det gällde fosfor hade utlakningen nästan försumbar inverkan på balansen. Problemen med fosforförluster från åkermark gäller främst dem som är kopplade till vattenkvaliteten i recipienten. Sett över hela växtföljden rådde balans mellan tillförsel och bortförsel av fosfor i höstveteväxtföljden. Utlakningen av kväve och kalium var inte försumbar i balansen, men skörden var även här av störst

betydelse för bortförslin från marken, med undantag för vallträdan där utlakningen stod för all beräknad bortförslin. Från mer läckagebenägna jordar har kväve- och kaliumutlakningen till skillnad från på Lanna visat sig ha betydande inverkan på balansen (Torstensson, 2003b). Eftersom inget kalium tillfördes med gödsel blev kaliumbalansen negativ. Kvävebalansen var positiv för höstveteväxtföljden, men med lägre värden för havre- än för höstvetegrödorna. I medeltal blev enligt beräkningarna överskottet av kväve närmare 50 kg N/ha och år. Detta liknar de värden som erhållits under tidigare försöksår (Lindén, et al., 2006). Detta skulle kunna betyda att det skett en upplagring av kväve i marken genom ökad mullhalt. Analys av matjordens kol- och kväveinnehåll har emellertid inte visat på några sådana tendenser. Troligen finns en förklaring i att kväveförlusterna genom denitrifikation inte finns med i balansberäkningen. I en jord bestående av styv lera kan denitrifikationsförlusterna troligen periodvis vara omfattande (Bouwman, 1996) och det är möjligt att de skulle förklara en betydande del av det som här benämns överskott.

Tabell 16. Balans mellan tillförsel och bortförslin av kväve, fosfor och kalium uttryckt som årsmedelvärden (2001-2005) för höstveteväxtföljden och vallträdan (kg/ha och år). Utlakningen är uppjusterad för vallen med faktorn 2,5 för att bättre motsvara trolig avrinning

Kg/ha och år	A Stubbearbetn. i sep. Höstvete På hösten till vetet			B Plöjning i sep. Höstvete			C Plöjning i nov. - På våren			D Vallträda		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Tillförsel												
Mineralgödsel	110	30	0	180	0	0	180	30	0	0	0	0
Kvävenedfall	8	-	-	8	-	-	8	-	-	-	8	-
Summa	118	30	0	188	0	0	188	30	0	8	0	0
Bortförslin												
Skörd	88	19	26	120	21	25	121	21	25	0	0	0
Utlakning	8	0,2	6	7	0,2	7	10	0,2	7	1	0,2	6
Summa	96	19	32	127	21	32	131	21	32	1	0,2	6
Tillfört-bortfört	22	11	-32	61	-21	-32	57	9	-32	7	0	-6
Hela växtföljden				N	P	K						
				47	0	-32						

SLUTSATSER

Kväveutlakningen var relativt sett liten från den styva leran på försöksplatsen vid Lanna, i medeltal 8 kg/ha från höstveteväxtföljden. Det berodde förmodligen delvis på att denitrifikation var en betydande förlustväg för kväve, men också på att urtvättningen av kväve från marken inte blev fullständig. Under perioden från sen höst till vår skedde ofta en ackumulering av mineralkväve i jorden.

Plöjning i november jämfört med stubbearbetning eller plöjning i september ledde inte till minskad kväveutlakning. I ledet som plöjdes i november var utlakningen större än i de led som jordbearbetades i september (trots kväveupptag i ogräs under hösten). Detta berodde troligen främst berodde på en ökad frigörelse av kväve i marken under vinterhalvåret. På grund av försöksplanens utseende med en roterande växtföljd kunde emellertid inte jordbearbetningen studeras helt skilt från andra åtgärder.

Att undvika bearbetning tidigt på hösten, vilket är en viktig åtgärd för minskad utlakning på lätta jordar, fungerade inte för jorden på försöksplatsen vid Lanna. Här verkade snarare goda odlingsbetingelser för grödan och väl anpassade gödselgivor vara viktigare för att begränsa utlakningen. Goda skördar på vissa av rutorna (på grund av rutornas inneboende egenskaper) innebar att överdoseringen blev mindre än på övriga rutor. Det fanns ett klart samband mellan avvikelser från de för de aktuella skördenivå rekommenderade givorna utlakning av kväve. Också fosforutlakningen var minst från rutorna med den högsta skördenivån.

Gödsling med fosfor (30 kg/ha) gav ingen ökad fosforutlakning, men ibland något förhöjda koncentrationer i dräneringsvattnet. Spridningstidpunkten (höst eller vår) verkade inte ha någon betydelse.

Vallträdan medförde betydligt mindre utlakning av kväve än de andra försöksleden. Fosfor- och kaliumutlakningen var däremot minst lika stor som från övriga rutor. Det betyder att det avrinnande vattnet från vallträdan hade betydligt lägre N/P-förhållande än vattnet från den mark där spannmålsgrödor odlades. Om detta är ett generellt skeende i lerjord som läggs i träda är det värt att uppmärksammas eftersom det kan förändra vattenkvalitetsförhållandena i vattendrag och sjöar i jordbruksdominerade områden.

TILLKÄNNAGIVANDEN

Projektet har stötts med medel från Jordbruksverket och Sveriges lantbruksuniversitet. Undersökningarna gjordes i samarbete mellan Avdelningarna för vattenvårdslära, jordbearbetning och precisionsodling vid Institutionen för markvetenskap.

Distriktsförsöksledare Johan Roland, samt lantmästare Rolf Tunared med medarbetare på Lanna försöksstation, SLU, har haft ansvar för skötseln av försöket och all provtagning.

Avdelningen för vattenvårdslära ansvarade för utlakningsmätningarna. Ansvaret för insamling av prover av dräneringsvattnet, analyser, flödesmätningar och utlakningsberäkningar samt tolkning av sådana resultat hade Helena Aronsson och Gunnar Torstensson. Vattenanalyserna utfördes av personalen vid Vattenvårdsavdelningens laboratorium. Helena Aronsson utarbetade tillsammans med Börje Lindén och Maria Stenberg (båda vid Avdelningen för precisionsodling i Skara) årliga skötsel- och provtagningsanvisningar för försöket samt ansvarade för insamling av jord-, gröd- och skördeprover. Uttagna växt- och jordprover preparerades och analyserades av laboratoriepersonalen vid Avdelningen för växtnäringslära.

Avdelningen för jordbearbetning färdigställde fältkort och utförde beräkningar av skördar och skördeanalyser.

Johannes Forkman på Fältforsk, SLU, bidrog med kunskap och rådgivning rörande statistiska analyser.

REFERENSER

- Aronsson, H. och Torstensson, G. 2003. Höstgrödor – Fånggrödor - Utlakning. Kvävedynamik och kväveutlakning i två växtföljder på moränlättlera i Skåne. Resultat från 1993-2003. *Ekohydrologi* nr 75. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Aronsson, H., Torstensson, G. Och 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. *Ekohydrologi* nr 74. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Aronsson, H. & Torstensson, G. 2004. Beräkning av olika odlingsåtgärders inverkan på kväveutlakningen. Beskrivning av ett pedagogiskt verktyg för beräkning av kväveutlakning från enskilda fält och gårdar. *Ekohydrologi* 78, Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Bouwman, A.F. 1996. Direct emissions of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 46, 53-70.
- Granéli, E. 2006. Cyanobakterier i Östersjön? Kapitel i: Östersjön – hot och hopp (s.113-124). Formas fokuserar (ed. Birgitta Johansson). Formas, Stockholm.
- Hessel Tjell, K. och Aronsson, H. 1999. Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder – resultat från sex försöksår på lerjord i Västergötland. Teknisk rapport 51, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Lewan, E. 1993. Evaporation and discharge from arable land with cropped or bare soils during winter. Measurements and simulations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 64, 131-159.

- Lindén, B., Aronsson, H., Gustafson, A. och Torstensson, G. 1993. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva – studier av kväveverkan och utlakning i ett lerjordförsök i Västergötland. Ekohydrologi 33, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Lindén, B., Aronsson, H., Engström, L., Torstensson, G. och Rydberg, T. 2006. Kvävemineralisering och utlakning av kväve och fosfor på en lerjord vid Lanna i Västergötland. Ekohydrologi 91, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala
- Myrbeck, Å., Arvidsson, J. och Keller, T. 2003. Sen plöjning ingen garanti för minskad utlakning. Fakta Jordbruk nr 11, 2003. www.slu.se/forskning/fakta (2006-08-02).
- SJV. 2005. Riktlinjer för gödning och kalkning 2005. Rapport 2004:22, Jordbruksverket, Jönköping.
- SJV. 2006. Normskördar för skördeområden, län och riket, 2003. Sveriges officiella statistik –statistiska meddelanden. JO 15 SM 0301. Elektronisk publicering: www.sjv.se under ”Statistik” (2006-08-01).
- SMHI. 1991. Temperaturen och Nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler. SMHI Meteorologi nr 81, 1991.
- Torstensson, G. 2003a. Ekologisk odling – Utlakningsrisker och kväveomsättning. Ekologiska odlingssystem med resp. utan djurhållning på lerjord i Västra Götaland. Ekohydrologi 73, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Torstensson, G. 2003b. Ekologisk odling – Utlakningsrisker och kväveomsättning. Ekologiska odlingssystem med resp. utan djurhållning på sandig grovmo i södra Halland. Ekohydrologi 72, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- 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.

Denna serie efterträder den under åren 1970-1977 utgivna serien Vattenvård. Här publiceras forsknings- och försöksresultat från Avdelningen för vattenvårdslära vid Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Tidigare nummer i serien Ekohydrologi redovisas nedan. Alla kan i mån av tillgång anskaffas från Avdelningen för vattenvård (adress på omslagets baksida).

This series is successor to "Vattenvård" published in 1970-1977. Here you will find research reports from the Division of Water Quality Management, Department of Soil Sciences at the Swedish University of Agricultural Sciences. You will find earlier issues of "Ekohydrologi" listed below. Issues still in stock can be acquired from the Division of Water Quality Management (address, see the back page).

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
1	1978	Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. <i>Losses of nutrients from arable land.</i>
2	1978	Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. <i>Manure gone astray.</i> Lars Lingsten och Nils Brink. Åker gödslingens inverkan på miljön i en bäck. <i>The effect of agricultural manuring on the environment in a brook.</i> Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. <i>Nitrogen leaching from arable land.</i>
3	1979	Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. <i>Leachate from compost of refuse and sludge.</i> Nils Brink. Self-Purification studies of silage juice. Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster på Kristianstadsslätten. <i>Loss of nutrients on the Kristianstad plain.</i> Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. <i>Pollution of the groundwater by a dung yard.</i>
4	1979	Nils Brink. Vattnet är det yppersta. Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979. Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. <i>Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.</i>
5	1979	Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. <i>Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand.</i> Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. <i>Losses of nutrients from forests.</i> Nils Brink. Utlakning av kväve från agroekosystem. <i>Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.</i> Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjning.
6	1980	Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. <i>Losses of Nutrients in Skåne and Halland.</i> Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. <i>Leaching after spreading of potato juice.</i> Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. <i>Forecasting the need of fertilizer nitrogen.</i> Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
7	1980	Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. <i>Where does the commercial fertilizer go.</i> Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. <i>The importance of the environment for the primary production in lake Vadsbrosjön.</i> Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet. Nils Brink. Utlakning av växtnäring från åkermark. Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
8	1981	Nils Brink. Förurning av grundvatten på åker. <i>Acidification of groundwater on arable land.</i> Rikard Jernlås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. <i>Leaching of TCA from arable land.</i> Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. <i>Storm washing of phosphorus from arable land.</i> Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. <i>Control of losses of nutrients from arable land and forest.</i>
9	1981	Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. <i>Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.</i> Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. <i>Leachate from piles of shredded refuse.</i>
10	1982	Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. <i>Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.</i> Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. <i>Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.</i> Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. <i>Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland.</i> Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. <i>Fertilizer forecasts.</i>

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|----|------|--|
| 11 | 1982 | Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltbelastning och trofinivå. <i>The nutrient load and trophic level of lake Vadsbrosjön.</i>
Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. <i>Metal contents in drainage water from cultivated soils.</i>
Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige.
Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. <i>Erosion of phosphorus from arable land.</i>
Rikard Jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling. |
| 12 | 1982 | Nils Brink och Rikard Jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. <i>Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.</i>
Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. <i>Leachate migration through soils.</i>
Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden.
Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land in Sweden. |
| 13 | 1983 | Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödslad åker. <i>Surface transport of plant nutrients from field spread with manure</i>
Rikard Jernlås. TCA-utlakning på lerjord. <i>Leaching of TCA on a clay soil.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. <i>Losses of nutrients at Öjebyn.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. <i>Losses of nutrients at Röbbäcksdalen.</i>
Rikard Jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. <i>Drainage losses of nitrate and irrigation.</i> |
| 14 | 1983 | Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kväve mineralisering vid plöjningsfri odling. <i>Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.</i>
Rikard Jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. <i>Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.</i>
Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. <i>Soil sampling for nitrogen forecasts.</i>
Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. <i>Nutrients and organic matters from farmland and forest.</i>
Nils Brink. Gödselanvändningens miljöproblem. |
| 15 | 1984 | Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. <i>Nutrient losses in the Ringsjö area.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. <i>Catch crop after barley.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. <i>Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. <i>Losses of nutrients at Vagle.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. <i>Losses of nutrients at Offer.</i> |
| 16 | 1984 | Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. <i>Intensity and duration of drainage discharge from arable land.</i> |
| 17 | 1984 | Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. <i>Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.</i>
Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. <i>Losses of nutrients from sandy soils.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. <i>Losses of nutrients at Boda.</i>
Nils Brink. Vattenföroreningar från tippen i Erstorp - ett rättsfall. |
| 18 | 1984 | Barbro Ulén. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. <i>Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.</i>
Barbro Ulén. Nitrogen and Phosphorus to surface water from crop residues. |
| 19 | 1985 | Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. <i>Losses of nitrogen and phosphorus in the Ringsjö area.</i>
Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of nutrients from clay soils in Skåne.</i>
Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Börje Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. <i>Nutrient losses from arable land in the region of Uppsala.</i>
Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsala regionen. <i>Drinking water quality in the region of Uppsala.</i>
Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och Diklorprop. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop.</i>
Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. <i>Losses with surface run-off of cyanazine.</i> |
| 20 | 1985 | Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop in a sandy soil.</i>
Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. <i>Losses of nutrients from a sandy soil in Halland.</i>
Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of phosphorus from arable Land.</i>
Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön.
Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder.
Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten. |

- Nr** **År** **Författare och titel. Author and title.**
- 21 1986 Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. *Toxicity test for pesticides using protozoa.*
Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvaliteten hos yt- och grundvatten.
Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. *Leaching of phosphorus from soils.*
Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. *Risk of fertilizing for increased protein. Evaluate the environment.*
Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark.
- 22 1987 Arne Gustafson. *Water Discharge and Leaching of Nitrate.*
- 23 1987 Lars Bergström. *Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil.*
- 24 1987 Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. *Catch crop after harvest.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. *Leaching of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.*
Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. *Fields spread with manure and fertilizer leach plant nutrients.*
Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.
Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker.
Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker.
- 25 1987 Nils Brink och Klaas van der Meulen. *Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön.*
Nils Brink. Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. *Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.*
Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. *Water quality and agriculture in the area of Lake Ringsjön.*
Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. *Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.*
Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. *Nutrient fluxes from arable land.*
- 26 1988 Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. *Bulk deposition of trace elements in precipitation.*
Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. *Removal of trace elements from arable land by leaching.*
Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. *Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsläckage efter vallbrott. *Leaching of nutrients after ploughing a ley.*
Solweig Ellström. Avrinning och växtnäringstransport från åkermark. *Discharge and losses of nutrients from arable land.*
- 27 1990 Lisbet Lewan. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringsämnen. *Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.*
Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. *Undersown Catch Crops - Effects on leaching of nitrogen.*
Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät på åkermark. *Discharge and nutrient losses from arable land.*
- 28 1992 Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén, och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödsblade odlingsssystem i södra Halland. *Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure.*
- 29 1992 Barbro Ulén. Närsaltsförluster från mindre avrinningsområden inom jordbrukets recipientkontroll i Sverige. *Nutrient losses from small catchment areas in the recipient control of agriculture in Sweden.*
Markus Hoffman. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtidsöversikt för 1977/90. *Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90.*
Markus Hoffman. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet - en studie på sju fält i Malmöhus län. *Cultivation practices and water quality - a study on seven fields in Malmöhus county.*
- 30 1993 Börje Lindén, Arne Gustafson, Gunnar Torstensson och Erik Ekre. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödsblade odlingsssystem. *Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure, and with or without ryegrass catchcrop.*
- 31 1993 Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. *Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique.*
- 32 1993 Markus Hoffman och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1991/92 samt långtidsöversikt. *Discharge and nutrient losses from arable land in 1991/92 and a long term review.*
- 33 1993 Börje Lindén, Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva-studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingsssystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. *Catch crops, direct drilling and split nitrogen fertilization - studies of nitrogen turnover and leaching in crop production systems on a clay soil in Västergötland.*

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
34	1993	Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Helena Aronsson och Artur Granstedt. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. <i>Ecological Agriculture - Leaching risks and Nitrogen Turnover. Ecological agriculture – leaching risks and nitrogen turnover.</i>
35	1993	Erik Kellner. Årstidsbunden kvävebelastning och denitrifikation i dammar - en enkel modellansats. <i>Seasonal nitrogen fluxes and denitrification in ponds - simple model approach.</i>
36	1995	Markus Hoffmann och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäingsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1992/93 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1992/93 and a long term review.</i>
37	1995	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnäingsförluster till vatten från ett jordbruksområde på Gotland 1989/94.
38	1995	Katarina Kyllmar, Göran Johansson och Markus Hoffmann. Avrinning och växtnäingsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1993/94 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1993/94 and a long term review.</i>
39	1996	Holger Johnsson och Markus Hoffmann. Normalutlakning av kväve från svensk åkermark 1985 och 1994.
40	1996	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnäingsförluster för det agrohydrologiska året 1994/95.
41	1997	Bo Wejfeldt och Arne Gustafson. Utesugor och kväveutlakning. Resultat från ett fältförsök i Halland.
42	1997	Katinka Hessel, Jenny Kreuger och Barbro Ulén. Kartläggning av bekämpningsmedelsrester i yt-, grund- och regnvatten i Sverige 1985-95. Resultat från monitoring och riktad provtagning.
43	1997	Göran Johansson och Katarina Kyllmar. Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnäingsförluster för det agrohydrologiska året 1994/95 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1994/95 and a long term review.</i>
44	1998	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnäingsförluster till vatten i Typområden på jordbruksmark (JRK) 1984-1995. <i>Nutrient losses from arable land within the period 1984-1995. Results from the water quality monitoring programme "Typområden på jordbruksmark".</i>
45	1998	Kristina Mårtensson och Katarina Kyllmar. Växtnäingsförluster till vatten från fyra jordbruksområden i Västra Götalands län 1993-97. Utvärdering av mätningar och inventeringar utförda inom miljöövervakningsprogrammet "Typområden på jordbruksmark" i Järnsbäckens, Öxnevallabäckens, Vikensbäckens och Forshällaåns avrinningsområden.
46	1998	Katinka Hessel, Helena Aronsson, Börje Lindén, Maria Stenberg, Tomas Rydberg och Arne Gustafson. Höstgrödor – Fånggrödor – Utlakning. Kvävedynamik och kväveutlakning på en moränlättilera i Skåne.
47	1998	Kristina Mårtensson och Katarina Kyllmar. Växtnäingsförluster till vatten från två jordbruksområden i Örebro län 1994-1997. Utvärdering av mätningar och inventeringar utförda inom miljöövervakningsprogrammet "Typområden på jordbruksmark" i Husöns och Vällbäckens avrinningsområden.
48	1998	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark (JRK) Avrinning och växtnäingsförluster för det agrohydrologiska året 1995/96. <i>Nutrient losses from arable land in 1995/96. Results from the water quality monitoring programme "Typområden på jordbruksmark".</i>
49	1999	Göran Johansson, Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnäingsförluster för det agrohydrologiska året 1995/96 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1995/96 and a long term review.</i>
50	1999	Katinka Hessel Tjell, Helena Aronsson, Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Linden, Maria Stenberg och Tomas Rydberg. Mineralkvävedynamik i handels- stallgödslande odlingsssystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1990-1998.
51	1999	Börje Lindén, Lena Engström, Helena Aronsson, Katinka Hessel Tjell, Arne Gustafson, Maria Stenberg och Tomas Rydberg. Kvävemineralisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flygödseltillförsel och insädd fånggröda. <i>Nitrogen mineralization during different seasons and leaching losses on a loamy sand soil in Västergötland, southwest Sweden. Impact of soil tillage times, application of pig slurry and an undersown catch crop.</i>
52	2000	Kristian Persson. Jordbearbetningens påverkan på fosforförlusterna från en mjälalättilera i södra Dalarna. <i>The impact of soil cultivation on phosphorus losses from a silty clay soil in southern Dalarna.</i> Barbro Ulén, Göran Johansson och Katarina Kyllmar. Fosforläckage från elva observationsfält under tjugoett år. <i>Losses of phosphorus from eleven arable fields in Sweden over twenty-one years.</i> Barbro Ulén och Jenny Kreuger. Bekämpningsmedelsrester i vatten 1985-1999. Riktade provtagningar och monitoring samlade i en databas. <i>Pesticides in Swedish water 1985-1999.</i>
53	2000	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnäingsförluster för de agrohydrologiska åren 1996/97 och 1997/98. <i>Nutrient losses from arable land in 1996/97 and 1997/98. Results from the water quality monitoring programme "Typområden på jordbruksmark".</i>
54	2000	Jenny Kreuger. Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögprojektet 1998 samt en kortfattad långtidsöversikt. <i>Monitoring pesticide concentrations and transport in streamwater from a small agricultural catchment in southern Sweden. Annual report from the "Vemmenhög-project" 1998, including a summary of the long-term trends.</i>
55	2000	Carina Carlsson, Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnäingsförluster för det agrohydrologiska året 1998/99. <i>Nutrient losses from arable land in 1998/99. Results from the water quality monitoring programme "Typområden på jordbruksmark".</i>
56	2000	Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Lars Bergström och Barbro Ulén. Utredning om effekterna på kväveutlakning vid övergång till ekologisk odling. <i>Investigation of the effects of conversion to ecological (organic) agriculture on nitrogen leaching.</i>

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
57	2001	Gunnar Torstensson och Magnus Håkansson. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingsystem. Resultat från en grovmjord i södra Halland, perioden 1991-1999.
58	2001	Kristian Persson. <i>Measurement and Modelling of Phosphorus Transport from Arable Land.</i>
59	2001	Carina Carlsson, Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark. Avrinning och växtnäring-förluster för det agrohydrologiska året 1999/2000.
60	2001	Barbro Ulén, Göran Johansson, Arne Gustafson och Holger Johnsson. Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnäring-förluster för de agrohydrologiska åren 1996/97, 97/98 och 98/99 samt en långtidsöversikt. <i>Experimental fields on arable land. Discharge and nutrient losses for the agro-hydrological years 1996/97, 97/98 and 98/99 and a long-term review.</i>
61	2001	Carina Carlsson. Växtnäring-förluster till vatten i Averstadsåns avrinningsområde. Redovisning av mätresultat för perioden 1988 till 2000, Averstadsån, Värmlands län.
62	2002	Gunnar Torstensson. Kväveutlakning i frilandsodling av sallat på sandig mojord med reducerade N-börvärdesnivåer. Resultat från södra Halland, perioden 1999-2001. Gunnar Torstensson och Göran Ekbladh. Kväveutlakning i frilandsodling av sallat och vitkål på sandig mojord med olika kvävegödslingsmodeller. Resultat från södra Halland, perioden 1995-1997.
63	2002	Barbro Ulén, Jenny Kreuger och Peter Sundin. Undersökning av bekämpningsmedel i vatten från jordbruk och samhällen år 2001.
64	2002	Peter Sundin, Jenny Kreuger och Barbro Ulén. Undersökning av bekämpningsmedel i sediment i jordbruksbäckar år 2001.
65	2002	Mirja Törnquist, Jenny Kreuger och Barbro Ulén. Förekomst av bekämpningsmedel i svenska vatten 1985-2001. Sammanställning av en databas. Resultat från monitoring och riktad provtagning i yt-, grund- och dricksvatten.
66	2002	Carina Carlsson, Katarina Kyllmar, Barbro Ulén och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark. Avrinning och växtnäring-förluster för det agrohydrologiska året 2001.
67	2002	Jenny Kreuger. Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögprojektet 1999.
68	2002	Jenny Kreuger. Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögprojektet 2000.
69	2002	Jenny Kreuger. Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögprojektet 2001.
70	2002	Katarina Kyllmar. Metod för bestämning av jordbrukets kvävebelastning i mindre avrinningsområden samt effekter av läckagereducerande åtgärder. Redovisning av projektet "Gröna fält och blåa hav".
71	2003	Gunnar Torstensson och Erik Ekre. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingsystem. Resultat från en grovmjord i södra Halland, perioden 1999-2002.
72	2003	Gunnar Torstensson. Ekologisk odling - Utlakningsrisker och kväveomsättning Ekologiska odlingsystem med resp. utan djur hållning på sandig grovmjord i södra Halland. Resultat från perioden 1991-2002.
73	2003	Gunnar Torstensson. Ekologisk odling med resp. utan djurhållning på lerjord i Västra Götaland. Resultat från perioden 1997-2002.
74	2003	Helena Aronsson, Gunnar Torstensson och Börje Lindén. Långliggande utlakningsförsök på lätt jord i Halland och Västergötland. Effekter av flytgödseltillförsel, insädda fånggrödor och olika jordbearbetningstidpunkter på kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen. Resultat från perioden 1998-2002.
75	2003	Helena Aronsson och Gunnar Torstensson. Höstgrödor – Fånggrödor – Utlakning. Kvävedynamik och kväveutlakning i två växtföljder på moränlätter i Skåne. Resultat från 1993-2003.
76	2003	Carina Carlsson, Katarina Kyllmar och Barbro Ulén. Typområden på jordbruksmark. Växtnäring-förluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2001/2002.
77	2003	Jenny Kreuger, Helena Holmberg, Henrik Kylin och Barbro Ulén. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, år och i nederbörd under 2002. Årsrapport till det nationella programmet för miljöövervakning av jordbruksmark, delprogram pesticider.
78	2004	Helena Aronsson och Gunnar Torstensson. Beräkning av olika odlingsåtgärders inverkan på kväveutlakningen. Beskrivning av ett pedagogiskt verktyg för beräkning av kväveutlakning från enskilda fält och gårdar.
79	2004	Barbro Ulén. Bakgrundsbelastning av fosforförluster från åkermark till vatten. Barbro Ulén. Odlingsåtgärders inverkan på fosforläckage från observationsfälten.
80	2004	Carina Carlsson, Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnäring-förluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2002/2003. Årsrapport för miljöövervakningsprogrammet Typområden på Jordbruksmark.
81	2004	Jenny Kreuger, Mirja Törnquist och Henrik Kylin. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och år samt i nederbörd under 2003.
82	2004	Jeanette Asp, Jenny Kreuger och Barbro Ulén. Riktvärden för bekämpningsmedel i ytvatten. Hur tas riktvärden fram? Hur förhåller sig svenska riktvärden till uppmätta halter i ytvatten? Förslag till hur de svenska riktvärdena ska tillämpas. <i>Water Quality Standards for pesticides in surface waters. How are they derived and applied worldwide? How do Swedish WQS compare to measured concentrations in surface waters? Recommendations for practical use of Swedish WQS.</i>
83	2004	Jeanette Asp och Jenny Kreuger. Indikator baserad på riktvärden för bekämpningsmedel i ytvatten – Förslag på utformning och redogörelse för underlag.
84	2005	Barbro Ulén och Jens Fölster. Närsaltskoncentrationer och trender i jordbruksdominerade vattendrag.

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
85	2005	Mirja Törnquist, Bengt Norrman, Jenny Kreuger och Henrik Kylin. Undersökning av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten inom ett typområde på jordbruksmark i Västra Götalands län år 2002 och 2003.
86	2005	Carina Carlsson, Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2003/2004. Årsrapport för miljöövervakningsprogrammet Typområden på Jordbruksmark.
87	2005	Mirja Törnquist, Jenny Kreuger, Stina Adielsson och Henrik Kylin. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar, samt i nederbörd under 2004.
88	2005	Jeanette Asp och Jenny Kreuger. Riskvärdering av bekämpningsmedel i ytvatten – Utveckling och utvärdering av indikatorer baserade på riktvärden och miljöövervakningsdata.
89	2005	Katarina Kyllmar, Carina Carlsson och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark i Skåne. Utvärdering av undersökningar utförda 1984-2004.
90	2006	Barbro Ulén, Helena Aronsson, Lars Bergström, Arne Gustafson, Martin Larsson och Gunnar Torstensson. Swedish long-term experimental sites for studying nutrient losses, nutrient turnover and model developments.
91	2006	Börje Lindén, Helena Aronsson, Lena Engström, Gunnar Torstensson och Tomas Rydberg. Kvävemineralisering och utlakning av kväve och fosfor på en lerjord vid Lanna i Västergötland.
92	2006	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2004/2005. Årsredovisning för miljöövervakningsprogrammet Typområden på Jordbruksmark.