

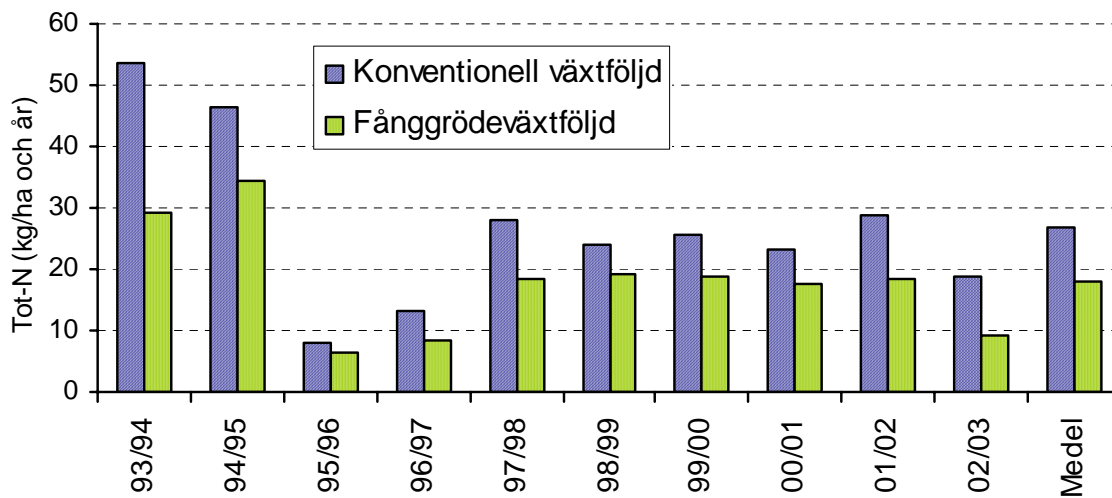


Helena Aronsson och Gunnar Torstensson

Höstgrödor – Fånggrödor – Utlakning

*Kvävedynamik och kväveutlakning i två växtföljder på moränlätter i Skåne.
Resultat från 1993-2003*

Årsmedelutlakning av kväve



Ekohydrologi 75

Uppsala 2003

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences

Division of Water Quality Management

ISRN SLU-VV-EKOHYD--75--
SE

ISSN 0347-9307

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
INLEDNING	4
MATERIAL OCH METODER	
Försöksfältet	4
Försöksplan	5
Försöksdränering och avrinningsmätning	5
Klimatdata	5
Odlingsåtgärder, växtföljder och gödsling	6
Provtagningar och analyser	9
<i>Vattenprovtagning samt beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och utlakning</i>	9
<i>Kväve upptaget i huvud- och fånggröda</i>	9
<i>Skörd, skörderester och kvävebortförel med grödan</i>	10
<i>Mineralkväve i marken</i>	10
RESULTAT	
Skördar och bortförel av växtnäring	10
Kväve i höstgrödor, fånggrödor och växtrester	12
Mineralkväve i marken	14
Klimat och avrinning	15
Allmänt om kväveutlakning	15
DISKUSSION	18
SLUTSATS	20
REFERENSER	21

TILLKÄNNAGIVANDE

Det redovisade försöket bedrivs med medel från Jordbruksverket och Sveriges lantbruksuniversitet. Projektet är ett samarbete mellan Avdelningen för vattenvårdslära och Avdelningen för jordbearbetning vid SLU i Uppsala. Försöket är beläget på Lönnstorps försöksstation i Skåne, där Anders Engberg med personal har ansvarat för försökets skötsel samt provtagning av vatten, jord och grödor. Grödprover har efter preparering vid Provcentralen (SLU) eller avdelningen för växtnäringslära (SLU) analyserats vid Avdelningen för växtnäringslära. Jordprovsextrakt har även de analyserats vid Avdelningen för växtnäringslära. Avdelningen för vattenvårdslära har ansvarat för analys av vattenprover.

Höstgrödor – Fånggrödor – Utlakning

Kvävedynamik och kväeutlakning i två växtföljder på moränlättilera i Skåne.
Resultat från 1993-2003

SAMMANFATTNING

I ett långliggande utlakningsförsök (R0-8404) beläget på moränlättilera i sydvästra Skåne studeras kvävedynamik i marken och kväeutlakning i två olika femåriga växtföljder. I bägge växtföljderna uppfyller minst 80% av marken de krav som gäller för vintergrön mark. Den så kallade konventionella växtföljden består av höstraps, höstvetete, rågvete, betor och vårkorn. Grödorna i den här kallade fånggrödeväxtföljden består av havre, höstvetete med fånggröda, vårkorn med fånggröda, betor och vårkorn med fånggröda. I fånggrödeväxtföljden skördas betblasten. Försöket har pågått sedan 1993. Försöksfältet består av separat täckdikade rutor, vilket gör det möjligt att provta det avrinnande vattnet från varje ruta. Dräneringsvattenprov tas med automatiska provtagningssystem och proven analyseras med avseende på innehåll av kväve. Huvudgrödor, fånggrödor och växtrester mäts och provtas för bestämning av växtnäringinnehåll. Jordprov för mineralkvävebestämning tas flera gånger om året. Här redovisas främst resultat från perioden 1998-2003, men en genomgång av resultat från alla tio försöksår görs också. Åren 1993-1997 rapporterades av Hessel Tjell et al. (1998).

Kväeutlakningen i den konventionella växtföljden var under hela tioårsperioden (1993-2003) i medeltal 27 kg N/ha och år. I fånggrödeväxtföljden var utlakningen 18 kg N/ha och år. Olika grödor och odlingsåtgärder i växtföljderna bidrar till dessa skillnader, men slutsatsen är att senarelagd bearbetning och insådda fånggrödor i fånggrödeväxtföljden är de viktigaste orsakerna till drygt 30% mindre utlakning av kväve i denna växtföljd.

Det framgår tydligt av resultaten att bearbetning i augusti –september leder till omfattande frigörelse av kväve i marken med utlakning av kväve som följd. Höstsådesgrödornas kväueupptag under hösten var under de flesta år inte tillräckligt stort för att dämpa utlakningen. Ett år då stubbträda infördes efter rågvete blev utlakningen liten. Höstraps som gödslades med 30 kg N/ha på hösten hade ett kväueupptag som var tillräckligt stort för att dämpa utlakningen. Efter skörden av rapsen blev emellertid utlakningen kraftigt förhöjd. Dåligt utnyttjande av tillfört kväve och kväverika skörderester var huvudorsaker.

Insådda fånggrödor av engelskt rajgräs i höstvetete och vårkorn gav upphov till den minsta utlakningen i försöket. Kombinationen av senarelagd bearbetning och fånggrödans kväueupptag minskade utlakningen med ca 40% jämfört med från övriga stråsådesled.

Skörd av betblast ledde till minskad kväeutlakning, men effekten var liten med tanke på de stora kvävemängder som fanns i blasten. Kväveförluster genom ammoniakavgång och/eller denitrifikation skedde troligen där blasten lämnades kvar på fältet.

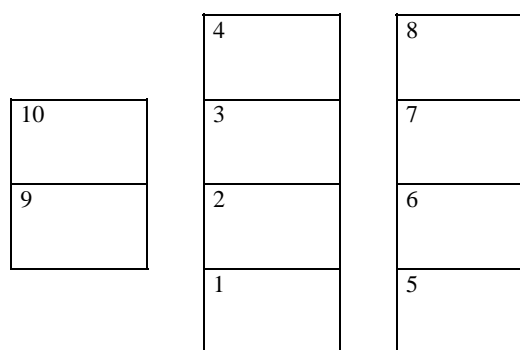
INLEDNING

I denna rapport redovisas resultat under åren 1993-2003 från ett utlakningsförsök (R0-8404) beläget på moränlättilera vid Lönnstorps försöksstation i sydvästra Skåne. Försöket ingår sedan 1993 i forskningsprogrammet ”Utlakningsförsök för långsiktig kontroll av odlingsystem med vintergrön mark” som finansieras av Jordbruksverket och SLU. Försöken inom projektet är belägna på fyra olika försöksplatser. De har ett gemensamt övergripande mål, där särskilt långsiktiga effekter av fånggrödor, stallgödseltillförsel och olika jordbearbetningsstrategier studeras. I försöket vid Lönnstorp studeras kvävedynamik och kväeutlakning i två olika typer växtföljder där 80% av marken uppfyller kraven som gäller för så kallad grön mark. Resultat från perioden 1993-1998 är tidigare publicerade bland annat av Hessel Tjell et al. (1998). I denna rapport görs en översiktlig redovisning av hela försöksperioden, 1993-2003 samt en mer detaljerad redovisning av perioden 1998-2003.

MATERIAL OCH METODER

Försöksfältet

Försöksfältet, som anlades med 8 specialdränerade rutor 1985, är beläget vid Lönnstorps försöksstation ca 5 km sydväst om Lund (figur 1). Under 1992 kompletterades försöksplatsen med ytterligare två rutor (ruta 9 och 10). Jordarten är moränlättilera. Matjorden är måttligt mullhaltig. Resultat från mekanisk jordartsanalys samt analys av organiskt kol och totalkväve redovisas i tabell 1. Angivna halter för varje skikt avser medelvärden för alla försöksrutorna. Dessa undersökningar gjordes våren 1992 innan försöket startades.



Figur 1. Lönnstorpsförsökets geografiska placering, mätstation med vippkärl sedd från sidan samt en översikt över försöksrutornas lägen.

Tabell 1. Mekanisk jordartssammansättning i matjord och alv samt halt av organiskt kol och totalkväve

Djup cm	Organiskt C %	Tot-N	Ler	Mjåla	Mo	Sand	Mull
0-30	2,1	0,2	23,1	13,5	37,1	21,1	3,0
30-60	0,8	0,1	22,4	16,1	35,5	23,3	0,7
60-90	0,3	0,0	23,3	20,0	34,4	20,3	

Försöksplan

Försöksplanen framgår av tabell 2. Försöket är upplagt som två femåriga växtföljder, en så kallad konventionell växtföljd och en fånggrödeväxtföljd, där minst 80 % av marken uppfyller kraven för vad man brukar kalla vintergrön mark. I fånggrödeväxtföljden är sedan 2000 all mark vintergrön. Då infördes rajgräsfånggröda genom insådd på våren i höstvetet (led G). Växtföljderna cirkulerar på fem rutor vardera. I den konventionella växtföljden består all vintergrön mark av ordinarie grödor, såsom höstsäd, höstoljeväxter och sockerbetor. I fånggrödeväxtföljden används förutom höstsäd och sockerbetor även insådd rajgräsfånggröda som vintergrön mark. Blasten från sockerbetorna i den konventionella växtföljden nedbrukas vid plöjning medan blasten från sockerbetorna i fånggrödeväxtföljden bortförs från fältet vid skörd. All gödsling sker med handelsgödsel med för regionen normala givor. Som kompensation för bortförd växtnäring med betblasten ges en kompletteringsgiva av fosfor och kalium i fånggrödeväxtföljden. Växtnäring tillförs i form av handelsgödsel och all gödsling sker på våren, förutom en kvävegiva till höstrapsen, på hösten strax efter sådd.

I de försöksled där det ska sås höstgrödor (led A, B, E, F) både stubbearbetas och plöjs marken tidigt på hösten strax efter skörd, tabell 2 och 5. I led B etableras emellertid höstvetet efter höstraps genom direktsådd sedan hösten 2000. I led C och G, där ingen höstsådd görs, stubbearbetas marken efter skörd men plöjs först senare på hösten. Led D och I med sockerbetor plöjs sent på hösten efter skörd. I fånggrödeleden får fånggrödan växa fram till november, då marken plöjs utan föregående stubbearbetning. Ogräs- och parasitbekämpning sker i alla led vid behov.

Tabell 2. Försöksplan för utlakningsförsöket vid Lönnstorp vad gäller gödsling, jordbearbetning samt markytans tillstånd under vintern

Led	Gröda	Handelsgödsel-N (kg/ha)	Tidpunkt för stubb-bearbetning	Plöjnings-tidpunkt	Höstsådd m.m. (markytan under vintern)
Konventionell växtföljd (ruta 5, 6, 7, 8, 10)					
A	Höstraps	40+80+70	Tidig höst	Tidig höst, sedan 2000 direktsådd	Höstvetet
B	Höstvetet	60+90	Tidig höst	Tidig höst	Rågvete
C	Rågvete	50+50	Tidig höst	Sen höst	(Bearbetad)
D	Sockerbetor*	120	-	Sen höst	(Bearbetad)
E	Korn	100	Tidig höst	Tidig höst	Höstraps
Fånggrödeväxtföljd (ruta 1, 2, 3, 4, 9)					
F	Havre	90	Tidig höst	Tidig höst	Höstvetet
G	Höstvetet, sedan 2000 med rajgräsinsådd	60+90	Tidig höst t.o.m 1999	Sen höst	(Bearbetad)
H	Korn+Eng.rajgräs	100	-	Sen höst	(Bearbetad)
I	Sockerbetor**	120	-	Sen höst	(Bearbetad)
J	Korn+Eng.rajgräs	100	-	Sen höst	(Bearbetad)

* Blasten nedbrukas.

** Blasten bortförs från fältet.

Försöksdränering och avrinningsmätning

Försöksfältet består av tio rutor vardera med en storlek av 37x26 m (figur 1). Varje ruta har ett separat dräneringssystem. Avrinningen från varje ruta mäts med dubbelsidiga vippkärl. Vippslagen registrerar dygnvis avrinning med hjälp av en datalogger.

Klimatdata

För försöket har anlagts en särskild klimatstation som är kopplad till dataloggern som mäter avrinningen. Nederbörd, dygnsmedeltemperatur, vindhastighet samt globalinstrålning registreras.

Odlingsåtgärder, växtföljder och gödsling

I tabell 3 redovisas grödor och datum för sådd, olika utvecklingsstadier och skörd för perioden 1998-2002. Gödselgivor framgår av tabell 4 och datum för gödsling och bearbetning redovisas i tabell 5. Motsvarande information för perioden 1993-1997 finns att hämta i Ekohydrologi nr 46 (Hessel Tjell et al. (1998).

I den konventionella växtföljden odlas grödorna höstraps, höstvetete, rågvete, sockerbetor och vårkorn. Fånggrödeäxtföljden består av havre, höstvetete (sedan 2000 med insått rajgräs), vårkorn med insått rajgräs, sockerbetor samt vårkorn med insått rajgräs.

Tabell 3. Grödor, utsädesmängder, såtidpunkter och datum för olika utvecklingsstadier och skörd. Vad gäller höstrapsens utveckling anges i tabellraden gulmognad den tidpunkt då rapsen är i utvecklingsstadium 5.3 - första fröna blir grönbruna, och för sockerbetor anges i samma tabellrad den tidpunkt då raderna sluter sig.

År 1998, Led-ruta	A-5	B-6	C-7	D-8	E-10	F-1	G-2	H-3	I-4	J-9
Huvudgröda	Höstraps	Höstvetete	Rågvete	Sockerbetor	Vårkorn	Havre	Höstvetete	Vårkorn	Sockerbetor	Vårkorn
Sort	Express	Targo	Prego	Hanna	Mentor	-	Targo	Mentor	Hanna	Mentor
Sådd				1/5	2/5	2/5		2/5	1/5	2/5
Utsädesmängd	10	190	190	5,5 frö/m	180	190	190	180	5,5 frö/m	180
Uppkomst				12/5	9/5	9/5		9/5	12/5	9/5
Axgång		14/6	4/6		28/6	30/6	10/6	28/6		28/6
Gulmognad*	1/8	20/8	3/8	25/6	5/8	7/8	20/8	5/8	25/6	5/8
Fullmognad		26/8	18/8		15/8	22/8	26/8	15/8		15/8
Skörd	7/8	4/9	4/9	23/10	16/8	27/8	4/9	4/9	23/10	16/8
Fånggröda								Eng.rajgräs		Eng.rajgräs
Sort								Pavo		Pavo
Sådd								2/5		2/5
Utsädesmängd								8		8
Uppkomst								10/5		10/5
Höstgröda	Höstvetete	Rågvete			Höstraps	Höstvetete				
Sådd	8/9	8/9			21/8	8/9				
Uppkomst	14/9	14/9			27/8	14/9				
År 1999, Led-ruta	B-5	C-6	D-7	E-8	A-10	G-1	H-2	I-3	J-4	F-9
Huvudgröda	Höstvetete	Rågvete	Betor	Vårkorn	Höstraps	Höstvetete	Vårkorn	Betor	Vårkorn	Havre
Sort	Tarso	Prego	Loke	Scarlett	Artus	Tarso	Scarlett	Loke	Scarlett	
Sådd			28/4	28/4		190	28/4	28/4	28/4	
Utsädesmängd	190	190	5,6 frö/m	185	8		185	5,6 frö/m	185	
Uppkomst			11/5	6/5			6/5	11/5	6/5	
Axgång	18/6	8/6		1/7		18/6	1/7		1/7	4/7
Gulmognad*	21/8	10/8	25/6	3/8	16/7	21/8	3/8	25/6	3/8	9/8
Fullmognad	29/8	3/8		13/8		29/8	13/8		13/8	18/8
Skörd	31/8	13/8	11/10	24/8	3/8	31/8	24/8	11/10	24/8	24/8
Fånggröda							Eng.rajgräs		Eng.rajgräs	
Sort							Pavo		Pavo	
Sådd							28/4		28/4	
Uppkomst							7/5		7/5	
Höstgröda	Rågvete			Höstraps	Höstvetete					Höstvetete
Sådd	16/9			26/8	16/9					16/9
Uppkomst	24/9			2/9	24/9					24/9

Fortsättning tabell 3

År 2000, Led-ruta	C-5	D-6	E-7	A-8	B-10	H-1	I-2	J-3	F-4	G-9
Huvudgröda	Rågvete	Betor	Vårkorn	Höstraps	Höstvete	Vårkorn	Betor	Vårkorn	Havre	Höstvete
Sort	Prego	Loke	Barke	Express		Barke	Loke	Barke	Stork	
Sådd		10/4	25/3			25/3	10/4	25/3	25/3	
Utsädesmängd	190	5,6 frö/m	190	11	200	190	5,6 frö/m	190	200	200
Uppkomst		25/4	15/4			15/4	25/4	15/4	20/4	
Axgång	24/5				29/5					29/5
Gulmognad*	2/8	7/7	1/8	10/7	6/8	1/8	7/7	1/8	4/8	6/8
Fullmognad	12/8		10/8		17/8	10/8		10/8	12/8	17/8
Skörd	15/8	27/9	15/8	26/7	24/8	15/8	27/9	15/8	24/8	24/8
Fånggröda						Eng. rajgräs		Eng.rajgräs		Eng.rajgräs
Sort						Pavo		Pavo		Pavo
Sådd						27/3		27/3		22/3
Uppkomst						18/4		18/4		15/4
Höstgröda			höstraps	höstvete	rågvete				höstvete	
Sådd			21/8	21/9	21/9				21/9	
Uppkomst			27/8	1/10	1/10				1/10	
År 2001, Led-ruta	D-5	E-6	A-7	B-8	C-10	I-1	J-2	F-3	G-4	H-9
Huvudgröda	Betor	Vårkorn	Höstraps	höstvete	rågvete	Betor	Vårkorn	Havre	höstvete	Vårkorn
Sort	Loke	Barke	Artus	Tarso	Agadir	Loke	Barke	Stork	Tarso	Barke
Sådd	11/4	7/4				11/4	7/4	7/4		7/4
Utsädesmängd	5,6 frö/m	190	8	190	190	5,6 frö/m	190	200	190	190
Uppkomst	25/4	20/4				25/4	20/4	20/4		20/4
Axgång		29/6		13/6	8/6		29/6	2/7	13/6	29/6
Gulmognad*	28/6	29/7	15/7	1/8	1/8	28/6	29/7	4/8	1/8	29/7
Fullmognad		8/8		22/8	12/8		8/8	10/8	22/8	8/8
Skörd	24/10	15/8	2/8	30/8	30/8	24/10	15/8	15/8	30/8	15/8
Fånggröda							Eng.rajgräs		Eng.rajgräs	Eng.rajgräs
Sort							Pavo		Pavo	Pavo
Sådd							8/4		4/4	8/4
Uppkomst							25/4		20/4	25/4
Höstgröda		Höstraps	Höstvete	Rågvete				Höstvete		
Sådd		21/8	25/9	25/9				25/9		
Uppkomst		1/9	5/10	5/10				5/10		
År 2002, Led-ruta	E-5	A-6	B-7	C-8	D-10	J-1	F-2	G-3	H-4	I-9
Huvudgröda	Vårkorn	Höstraps	Höstvete	Rågvete	Betor	Vårkorn	Havre	Höstvete	Vårkorn	Betor
Sort	Prestige	Artus	Kris	Agadir	Envol	Prestige	Stork	Kris	Prestige	Envol
Sådd	1/4				5/4	1/4	1/4		1/4	5/4
Utsädesmängd	190	10	210	200	5 frö/m	190	180	210	190	5 frö/m
Uppkomst										
Axgång	10/6		7/6	4/6		10/6		7/6	10/6	
Gulmognad*	25/7	19/7	29/7	29/7	20/6	25/7	29/7	29/7	25/7	20/6
Fullmognad	31/7		6/8	4/8		31/7	7/8	6/8	31/7	
Skörd	9/8	29/7	9/8	9/8	28/10	2/8	9/8	9/8	2/8	28/10
Fånggröda						Eng. rajgräs		Eng. rajgräs	Eng. rajgräs	
Sort						Pavo		Pavo	Pavo	
Sådd						2/4		25/3	2/4	
Uppkomst										
Höstgröda	Höstraps	Höstvete					Höstvete			
Sådd	16/8	22/9					22/9			
Uppkomst										

Tabell 4. Gödselgivor av kväve, fosfor och kalium till de olika grödorna. Tidpunkter för gödselspridning framgår av tabell 5. Till höstraps (led A) gavs den första givan i samband med sådd. I fånggrödeväxtföljden (led F-J) gavs extra fosfor och kalium för att kompensera för bortförsel av dessa ämnen med betblastskörden

Gödselslag	Gröda	1998	1999	2000	2001	2002
Kväve						
Led A	Höstraps	40+80+70	40+80+70	40+70+60	30+70+60	30+70+60
Led B	Höstvete	60+90	60+90	60+90	60+90	60+90
Led C	Rågvete	50+50	50+50	50+50	50+50	50+50
Led D	Socketbetor	120	120	120	120	120
Led E	Vårkorn	100	100	80	80	80
Led F	Havre	90	90	90	90	90
Led G	Höstvete	60+90	60+90	60+90	60+90	60+90
Led H	Vårkorn + Eng.Rajgräs	100	100	100	100	100
Led I	Socketbetor	120	120	120	120	120
Led J	Vårkorn + Eng.Rajgräs	100	100	100	100	100
Fosfor						
Led A-I		28	28	28	28	28
Led J		34	28	39	38	38
Kalium						
Led A-E	Konventionell växtföljd	55	55	53	53	53
Led F	Havre	85	90	53	53	53
Led G	Höstvete	80	85	53	78	78
Led H	Vårkorn + Eng.Rajgräs	55	55	53	78	78
Led I	Socketbetor	85	55	53	78	78
Led J	Vårkorn + Eng.Rajgräs	90	95	74	78	78

Tabell 5. Tidpunkter för gödsling och jordbearbetning

År 1998, Led-ruta	A-5	B-6	C-7	D-8	E-10	F-1	G-2	H-3	I-4	J-9
Huvudgröda	Höstraps	Höstvete	Rågvete	Betor	Vårkorn	Havre	Höstvete	Vårkorn	Betor	Vårkorn
Gödsling, vår	24/3, 15/4	15/4, 8/5	15/4, 8/5	1/5	2/5	2/5	15/4, 8/5	2/5	1/5	2/5
Jordbearbetning, vår										
Harvning				22/4, 1/5	22/4, 2/5	22/4, 2/5		22/4, 2/5	22/4, 1/5	22/4, 2/5
Ogräshackning				29/6					29/6	
Jordbearbetning, höst										
Stubbearbetning							8/9			
Plöjning	8/9	8/9	14/1-99	14/1-99	21/8	8/9	14/1-99	14/1-99	14/1-99	14/1-99
Harvning	8/9	8/9			21/8	8/9				
Gödsling, höst					31/8					
År 1999, Led-ruta	B-5	C-6	D-7	E-8	A-10	G-1	H-2	I-3	J-4	F-9
Huvudgröda	Höstvete	Rågvete	Betor	Vårkorn	Höstraps	Höstvete	Vårkorn	Betor	Vårkorn	Havre
Gödsling, vår	31/3, 3/5	31/3, 3/5	26/4	26/4	31/3, 8/4	31/3, 3/5	26/4	26/4	26/4	
Jordbearbetning, vår										
Harvning			5/4, 27/4	5/4, 27/4			5/4, 27/4	5/4, 27/4	5/4, 27/4	5/4, 27/4
Ogräshackning			23/6				23/6			
Jordbearbetning, höst										
Stubbearbetning	2/9	6/9			2/9	6/9				2/9
Plöjning	13/9	18/11	18/11	25/8	13/9	18/11	18/11	18/11	18/11	13/9
Harvning	13/9, 16/9			26/8	13/9, 16/9					13/9, 16/9
Gödsling, höst				9/9						
År 2000, Led-ruta	C-5	D-6	E-7	A-8	B-10	H-1	I-2	J-3	F-4	G-9
Huvudgröda	Rågvete	Betor	Vårkorn	Höstraps	Höstvete	Vårkorn	Betor	Vårkorn	Havre	Höstvete
Gödsling, vår	23/3, 4/4	23/3	23/3	23/3, 19/4	23/3, 4/4	23/3	23/3	23/3	23/3	23/3, 4/4
Jordbearbetning, vår										
Harvning		21/3, 10/4	21/3, 24/3			21/3, 24/3	10/4	21/3, 24/3	21/3, 24/3	

Fortsättning tabell 5

Ogräshackning		12/5					12/5			
Jordbearbetning, höst 2000										
Stubbearbetning				21/9						
Plöjning	20/11	20/11	18/8		14/9	20/11		20/11	14/9	20/11
Harvning			21/8		21/9				21/9	
Gödsling, höst			21/8							
År 2001, Led-ruta	D-5	E-6	A-7	B-8	C-10	I-1	J-2	F-3	G-4	H-9
Huvudgröda	Betor	Vårkorn	Höstraps	höstvete	rågvete	Betor	Vårkorn	Havre	höstvete	Vårkorn
Gödsling, vår	6/4	6/4	29/3, 25/4	29/3, 9/5	29/3, 9/5	6/4	6/4	6/4	29/3, 9/5	6/4
Jordbearbetning, vår										
Harvning	4/4, 11/4	4/4, 7/4				4/4, 11/4	4/4, 7/4	4/4		4/4, 7/4
Ogräshackning	18/6					18/6				
Jordbearbetning, höst										
Stubbearbetning			25/9		11/9					
Plöjning	26/11	10/8		11/9	26/11	26/11	26/11	11/9	26/11	26/11
Harvning		21/8		25/9				25/9		
Gödsling, höst		20/8								
År 2002, Led-ruta	E-5	A-6	B-7	C-8	D-10	J-1	F-2	G-3	H-4	I-9
Huvudgröda	Vårkorn	Höstraps	Höstvete	Rågvete	Betor	Vårkorn	Havre	Höstvete	Vårkorn	Betor
Gödsling, vår	30/3	21/3, 15/4	21/3, ?	21/3, ?	1/4	30/3	30/3	21/3, ?	30/3	1/4
Jordbearbetning, vår										
Harvning	25/3, 1/4				25/3, 4/4	25/3, 1/4	25/3, 1/4		25/3, 1/4	25/3, 4/4
Ogräshackning					3/6					3/6
Jordbearbetning, höst										
Stubbearbetning		20/9	16/8				16/8		-	
Plöjning	9/8		16/9		22/11	22/11	16/9	22/11		22/11
Harvning	9/8		20/9				16/9			
Gödsling, höst	31/8									

Provtagningar och analyser

Vattenprovtagning samt beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och utlakning

Dräneringsvattenprov tas med ett automatiskt provtagningssystem som tar ut flödesproportionella samlingsprov från varje enskild ruta. Dataloggern, som mäter avrinningen, beräknar och ackumulerar avrunnen vattenvolym. Då en förinställd mängd (ca 0,2 mm) uppnåtts aktiveras en peristaltisk pump för uppsugning av ett delprov om ca 15 ml till ett samlingsprov, vars koncentration därmed kommer att representera den under provtagningsperioden avrunna vattenmassans koncentration. Under provtagningsperioden står samlingsprovet mörkt och svalt. Efter provtagningen reverseras pumpen så att slangen töms. Samlingsproven "vittjas" var fjortonde dag. Vattenproven analyseras med avseende på pH, konduktivitet, NO₃-N och total-N (Grasshoff, 1964; Wagner 1974), enligt svensk standard. Analyserna utförs vid Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Den analyserade koncentrationen på varje samlingsprov multipliceras med alla dygnsavrinningar som skett sedan föregående provtagningstillfälle. Dygnstransporterna summeras sedan till månads- och årstransporter (agrohydrologiska år, 1/7-30/6). Summerad årstransport från varje försöksruta divideras med summerad årsavrinning från respektive ruta för att få fram rutans årsmedelkoncentration. För beräkning av årlig växtnäringutlakning från respektive ruta multipliceras årsmedelkoncentration med en gemensam avrinning för hela försöket. I detta fall användes medelavrinningen från de två rutor som hade störst avrinning under året ifråga. Därigenom kan en jämförelse av utlakningen från alla rutor göras utan att störas av avvikelser i avrinning från enskilda rutor. Förekommande skillnader i avrinning från olika rutor synes till mycket liten del vara orsakade av behandlingar eller grödor och berodde huvudsakligen på grundvattenhydrologiska skillnader inom fältet.

Kväve upptaget i huvud- och fånggröda

För bestämning av kväve i ovanjordiskt växtmaterial tas prov i tre slumpmässigt fördelade provrutor om vardera 0,25 m². Vid provtagning klipps plantan ovan markytan så att allt ovanjordiskt växtmaterial kommer med, men ingen jord. De höstsådda grödorna provtas på senhösten (november) för att bedöma den kvävefångande förmågan under hösten, och tidigt på våren före första gödningen för bestämning av kväveupptaget under vintern. Fånggrödan provtas samtidigt som stråsådens gulmognad samt på senhösten (november) före plöjning. Analys av växtmaterial utförs vid Avdelningen för växtnäringlära vid SLU i Uppsala.

Skörd, skörderester och kvävebortförsel med grödan

Kvantitativ skördebestämning görs på rutor med raps och stråså. Skördad kärn- respektive frövik för varje tröskdrag noteras och ett kärnprov (1000 g) per tröskdrag uttas för bestämning av totalkväveinnehåll. På rutan med raps provtas även halmen (500 g) vid skörd för bestämning av det totala kväveupptaget. Stråsådes- och rapshalmen lämnas kvar på respektive ruta och nerbrukas. Vad gäller skörd av sockerbetor skördas 3 x 10 m² för hand. Betor, blast och nackar från varje delyta separeras i tre prov. Prov till vattenhalts-, renavikts- och sockerhaltsbestämning och till betmos för kemisk analys uttages ur varje handskördad delyta. I led D lämnas blast och nackar kvar på fältet, men i led I skördas blasten med majshack och bortförs. Därefter sker upptagning på vanligt sätt. Nackarna lämnas kvar. Omedelbart före bearbetning av tidigare orörd mark (efter skörd) provtogs under 1998 och 1999 allt ovanjordiskt växtmaterial (fånggröda, halm, stubb, ogräs m.m.) på motsvarande vis som i växande gröda för att bestämma nedbrukad kvävemängd och materialets kvalitet (C/N-kvot). Undantag utgjorde rapsledet, vilket provtogs i direkt samband med skörd. Sedan 2000 provtas och vägs också stråsådeshalm och stubb i samband med skörd.

Mineralkväve i marken

Jordprover för bestämning av jordens innehåll av mineraliskt kväve (ammonium- och nitratkväve) tas 4-5 gånger om året; tidig vår, vid avslutad kväveupptagning hos huvudgrödorna, före stubbearbetning, före höstplöjning och vid skörd av betorna. Proven tas på djupen 0-30 cm (matjord) och 30-60 cm (alv). I matjorden tas 24 och i alven 12 delprov per försöksruta. Delproven slås samman till skiktvisa samlingsprov. Provet från matjorden delas därpå upp i två delprov. Jordproverna djupfrysas och extraheras med 2M KCl för bestämning av ammonium- och nitratkväve. Analysvärdena omräknas till kilogram kväve per hektar under antagande att volymvikten är 1,25 g/cm³ i skiktet 0-20 cm och 1,50 g/cm³ därunder. Extrahering och analys jordprover utförs vid Avdelningen för växtnäringlära vid SLU i Uppsala.

RESULTAT

Skördar och bortförsel av växtnäring

Skördar i de olika försöksleden under åren 1998-2002 redovisas i tabell 6. I figur 2 anges medeltal av kärn- och fröskördar under alla försöksåren (1993-2002).

Skördarna av höstvetete har genomgående varit goda och har legat över de medelskördar för Skåne län som redovisas av Statistiska centralbyrån (SCB, 2003), tabell 7. Höstvetete gav störst avkastning i den konventionella växtföljden med raps som förfrukt. För de skördar av vete som uppnåtts har kvävegödselgivorna varit lägre än de som Jordbruksverket rekommenderar (SJV, 1997). Skördarna av havre och korn var liksom höstveteteskördarna större än medelskördarna i Skåne län. Kornskördarna var mindre i fånggrödeväxtföljden än i den konventionella växtföljden, vilket delvis kan bero på konkurrens om vatten, ljus och näring mellan fånggrödan och huvudgrödan. Med betor som förfrukt gav korn med insådd fånggröda i medeltal kring 10% lägre skörd än korn utan fånggröda. I de flesta studier har skördenedsättning på grund av insådd fånggröda av engelskt rajgräs varit betydligt mindre, 0-3% (t ex Aronsson, 2000; Kvist, 1992; Ohlander et al., 1996). Resultaten från de två växtföljderna är inte helt jämförbara eftersom blastskörden i fånggrödeväxtföljden troligen ger betorna ett lägre förfruktsvärde. Skördarna av höstraps var relativt goda under försökets första år, men under perioden 1998-2002 var de något sämre och oftast lägre än medelskördarna i länet. Med de kvävegödselgivor som använts (130-150 kg N/ha) var kvävetillförseln större än vad som rekommenderas för de aktuella skördarna. Medelskörderna av höstraps i Skåne län var under

perioden 1998-2002 knappt 3.2 ton/ha. För denna skörd rekommenderas enligt Jordbruksverket kvävegivan 120 kg N/ha (SJV, 1997).

Tabell 6. Bortförda skördar, kärna (kg/ha vid 15 % vattenhalt) av stråsåd, frö av höstraps och färskvikt (ton/ha) av betor, samt mängd kväve bortfört med skördeprodukterna

Led	A	B	C	D*	E	F	G	H	I**	J
Gröda	H-raps	H-vete	Rågvete	Betor	Vårkorn	Havre	H-vete	Vårkorn	Socketbetor	Vårkorn
Fånggröda								Eng. Rajgräs		Eng. Rajgräs
Växtföljd	Konventionell växtföljd					Fånggrödeväxtföljd				
Bortförda skördar, kärna och frö (kg/ha vid 15 % vattenhalt) samt betor (färskvikt, ton/ha)										
1998	2400	7940	7660	50	6890	7140	7570	6430	55	6830
1999	3140	10960	7040	67	6940	6630	9290	5530	66	5570
2000	2904	10728	5495	60	6922	6681	9832	5834	62	5989
2001	3284	10372	7115	78	7393	3516	8498	6971	76	7082
2002	1391	9281	7069	52	6451	6123	8858	5722	58	6088
Medeltal	2624	9856	6876	62	6919	6018	8810	6097	63	6312
Kväve bortfört med skördade produkter (kg/ha) samt med betblast i led I										
1998	64	140	119	66	90	101	131	95	75+85	95
1999	73	166	91	85	93	91	137	71	82+71	75
2000	78	138	73	54	75	81	126	61	58+89	63
2001	-	149	87	100	88	47	123	75	90+103	78
2002	36	131	80	54	72	80	114	65	59+61	68
Medeltal	63	145	90	72	84	80	126	73	73+82	76

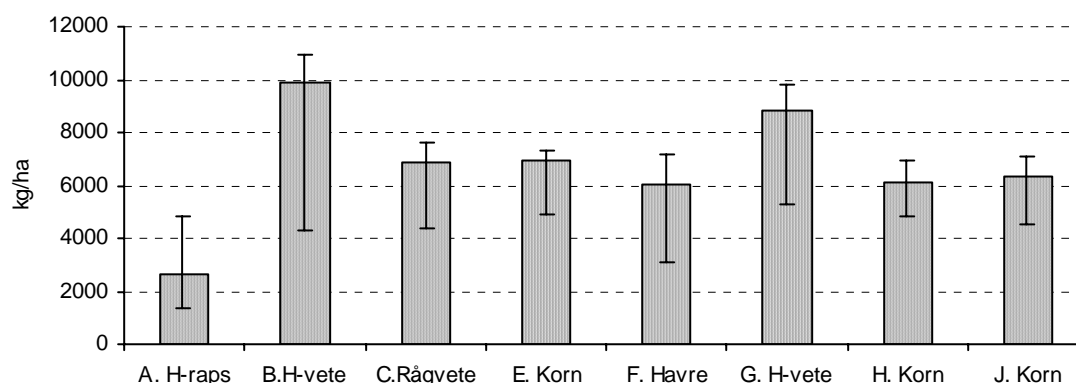
* Blasten nedbrukas.

** Blasten bortförs från fältet.

Tabell 7. Skördar i Skåne län under 1998-2002 enligt SCB:s undersökningar (SCB, 2003)

Skåne län	Höstvete	Höstraps	Vårkorn	Havre	Rågvete
1998	7450	3060	5320	5180	5290
1999	7930	3080	5220	5360	5240
2000	7680	3480	5490	5340	5250
2001	7730	3370	5860	5620	5170
2002	7710	2790	5420	5440	6200
Medeltal	7700	3160	5460	5390	5430

Kärn- och fröskördar 1993-2002



Figur 2. Medelskördar (kg/ha) av stråsåd och höstraps under hela försöksperioden (1993-2002). I figuren anges också max- och minvärden.

Kväve i höstgrödor, fånggrödor och skörderester

Kväveinnehållet i höstgrödor och fånggrödor vid provtagningen i november redovisas i tabell 8. För åren före 1998 hänvisas till Hessel Tjell et al. (1998). Vid provtagningen i november innehöll höstvetete och rågvete i medeltal 9-11 kg N/ha i ovanjordiska växtdelar. Variationen mellan åren var emellertid stor. Under 1998 och 1999 var kväveinnehållet i höstvetete med raps som förfrukt betydligt större; 16-18 kg N/ha. Dessa två år såddes vetet under första halvan av september, 1-2 veckor tidigare än efterföljande år. Studier av Lindén et al. (2000) har också visat att det är möjligt att nå kväveinnehåll på uppåt 20 kg N/ha om höstsåden sås i slutet av augusti eller början av september men att tillväxten endast blir ca hälften så stor vid sådd under senare delen av september. Höstrapsens kväveinnehåll i november varierade också mellan åren, vilket delvis kan bero på olika tidpunkter för sådd. Rapsens kväveinnehåll i ovanjordisk biomassa var störst under hösten 2002 (ca 90 kg N/ha). Detta år såddes rapsen i mitten av augusti, ca 1 vecka tidigare än föregående år. De insådda rajräs fånggrödornas kväveinnehåll på senhösten var mycket litet under 1998, men under de efterföljande åren låg det på drygt 20 kg N/ha vilket kan betecknas som bra fånggrödor. Insådd i höstvetete på våren (led G) fungerade nästan lika bra som insådd i vårkorn.

I samband med skörden av betorna mättes och provtogs betblasten. Blasten innehöll mellan 50 och 100 kg N/ha (medeltal 83 kg N/ha). Kväveinnehållet var 2.1% av ts och kol-kvävekvoten ca 17. Mängden skörderester av övriga grödor och deras kväveinnehåll redovisas i tabell 9. Rapsen lämnade efter sig ca 30-40 N/ha i form av stubb, spill och halm. Stråsådens växtrester var kvävefattigare och innehöll 5-20 kg N/ha.

Tabell 8. Mängd torrsubstans (kg/ha) i ovanjordiskt material av höstgrödor och fånggrödor, deras kvävehalt och kväveinnehåll samt C/N-kvot hos fånggrödor

Led	A	B	E	F	G	H	J
Höstgröda	Höstvetete	Rågvete	Höstraps	Höstvetete	Rajräs	Rajräs	Rajräs
1998-11-12							
Ts (kg/ha)	426	256	943	244		102	243
N (%)	4,16	3,83	3,18	3,61		3,06	3,05
N (kg /ha)	18	10	31	8,8		2,9	7,4
C/N						14	14
1999-11-15							
Ts (kg/ha)	365	423	1004	302		1221	1482
N (%)	4,74	3,74	4,56	4,51		1,90	1,97
N (kg /ha)	16	15	43	13		22	28
C/N						20	20
2000-11-20*							
Ts (kg/ha)	172	283	1442	220	2555	2072	2302
N (%)	4,75	4,33	3,50	4,85	1,03	1,28	1,08
N (kg /ha)	7,7	12	48	10	25	25	25
C/N					43	35	31
2001-11-20							
Ts (kg/ha)	117	165	1790	163	788	1136	1263
N (%)	5,44	5,00	3,36	4,50	2,30	2,18	1,79
N (kg /ha)	6,1	8,0	59	7,1	18	24	22
C/N					17	18	23
2002-11-14							
Ts (kg/ha)	94	65	2435	74	706	1103	1130
N (%)	4,98	4,9	3,56	5,00	1,95	1,7	1,89
N (kg /ha)	4,7	3	87	3,7	14	18	20
C/N					20	22	21
Medel							
Ts (kg/ha)	235	238	1523	201	747	891	1030
N (%)	4,81	4,36	3,63	4,49	2,13	2,21	2,18
N (kg /ha)	11	9,6	54	8,8	16	17	19
C/N					18	19	20

*Vid provtagningen av fånggrödor detta år inkluderades växtrester. Detta år togs ej med i medelvärden för led G, H och J.

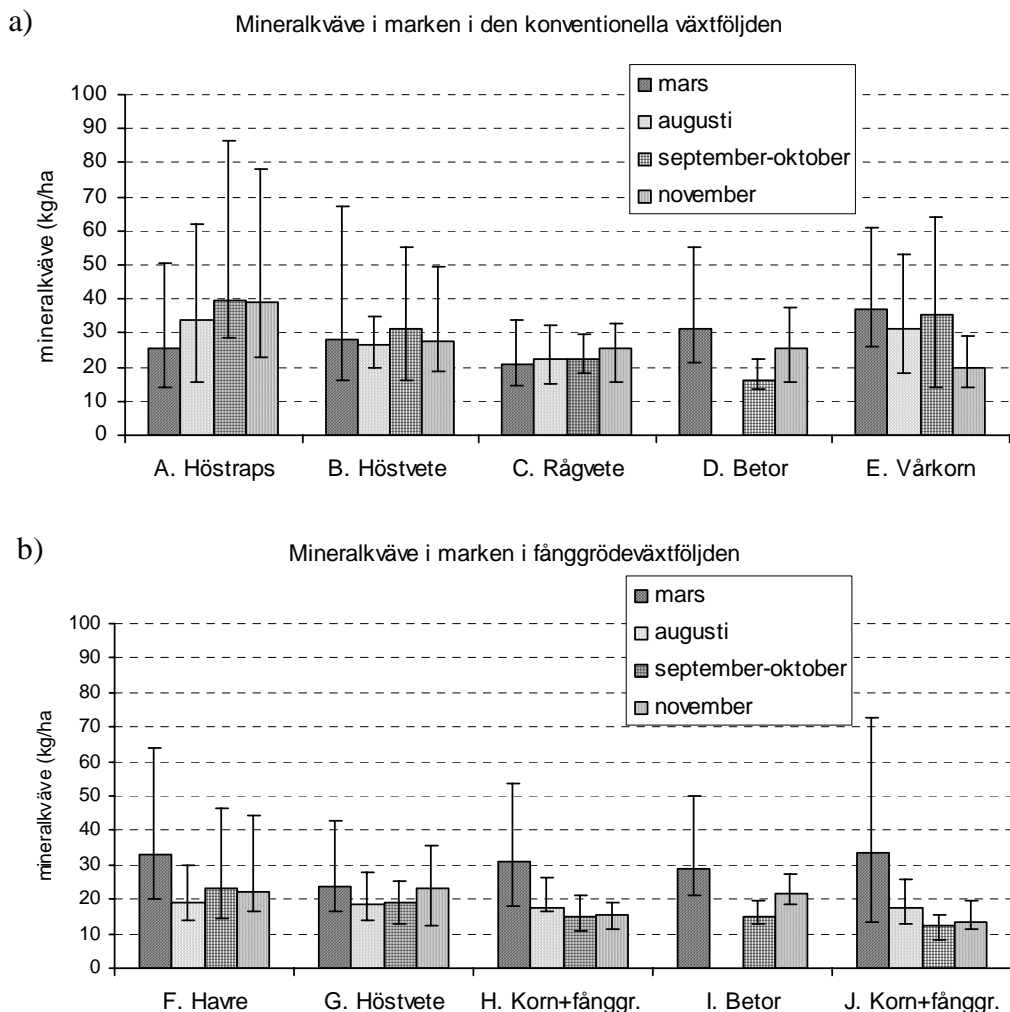
Tabell 9. Mängd växtrester (kg ts/ha) i leden med stråsåd och höstraps samt deras kvävehalt och kväveinnehåll. Under 1998 och 1999 togs samlingsprov av alla växtrester inför nedbrukning. Provtagningen i led H och J gjordes då i november. I begreppet "stubb" ingår ogräs men inte fånggröda i led G, H och J.

Led	A	B	C	E	F	G	H	J
Gröda	Höstraps	Höstvete	Rågvete	Vårkorn	Havre	Höstvete	Vårkorn	Vårkorn
1998								
<i>Halm</i>								
Ts (kg/ha)								
N (%)								
N (kg/ha)								
<i>Stubb</i>	<i>Stubb + halm i led B-J. Led H och J provtagna i november</i>							
Ts (kg/ha)	2311	3648	4892	3263	2886	2734	1293	1139
N (%)	0,64	0,55	0,4	0,42	0,34	0,42	0,78	0,66
N (kg /ha)	9,0	20	20	14	10	12	10	7,5
Summa N	20	20	14	10	12	10	10	7,5
1999								
<i>Rapshalm</i>								
Ts (kg/ha)	5578							
N (%)	0,45							
N (kg/ha)	25							
<i>Stubb</i>	<i>Stubb + halm i led B-J. Led H och J provtagna i november</i>							
Ts (kg/ha)	971	3554	3642	1160	3089	4161	1258	1194
N (%)	0,46	0,45	0,36	0,52	0,27	0,42	0,64	0,58
N (kg /ha)	4,5	16	13	6,2	8,4	17	8,2	7,0
Summa N	30	16	13	6,2	8,4	17	8,2	7,0
2000								
<i>Halm</i>								
Ts (kg/ha)	3283	3350	3400	2200	2350	2900	1750	1750
N (%)	0,20	0,13	0,07	0,17	0,06	0,10	0,13	0,16
N (kg/ha)	6,6	4,3	2,4	3,7	1,4	2,9	2,3	2,8
<i>Stubb</i>								
Ts (kg/ha)	3798	1387	1852	1819	1255	1144	1467	1505
N (%)	0,76	0,53	0,48	0,46	0,30	0,37	0,35	0,37
N (kg /ha)	29	7,4	9,0	8,4	3,9	4,2	5,1	5,5
Summa N	36	11	11	12	5	7	7	9
2001								
<i>Halm</i>								
Ts (kg/ha)	5175	3594	3275	2583	3010	2275	2398	2560
N (%)	0,52	0,26	0,25	0,28	0,20	0,23	0,24	0,25
N (kg/ha)	27	9,3	8,2	7,2	6,0	5,2	5,8	6,4
<i>Stubb</i>	9,0	7,1	6,4	5,2	5,6	4,5	4,8	5,1
Ts (kg/ha)	1791	1977	1627	1150	1138	1605	911	916
N (%)	0,95	0,34	0,29	0,44	0,20	0,29	0,33	0,42
N (kg /ha)	17	6,9	4,6	5,1	2,3	4,5	3,1	3,9
Summa N	44	16	13	12	8	9	9	10
2002								
<i>Halm</i>								
Ts (kg/ha)	4181	3544	3121	2282	2395	3388	1834	2232
N (%)	0,55	0,46	0,32	0,43	0,30	0,41	0,42	0,40
N (kg/ha)	23	16	10	9,8	6,7	14	7,7	8,9
<i>Stubb</i>								
Ts (kg/ha)	1128	1102	1417	940	1140	1223	1019	993
N (%)	1,45	0,73	0,43	0,46	0,38	0,57	0,43	0,51
N (kg /ha)	16	8,1	6,2	4,4	4,2	6,9	4,4	5,3
Summa N	39	24	16	14	11	21	12	14

Mineralkväve i marken

Ledmedelvärden av mängden mineralkväve i marken vid fyra olika tidpunkter under året framgår av figur 3. Figuren visar medelvärden för hela försöksperioden (1993-2003). Resultat från samtliga provtagningstidpunkter under 1998-2002 redovisas i tabell 10. Årsvisa resultat från tidigare år är redovisade i Hessel Tjell et al. (1998).

Vid mineralkväveprovtagningen på senhösten var mängden utlakningsbart kväve inom 0-60 cm djup genomgående minst i leden med insådd fånggröda. I medeltal var mängden mineralkväve i dessa led 10-15 kg N/ha. I led G märktes en påtaglig minskning av mängden mineralkväve i marken vid senhöstprovtagningarna efter det att fånggröda införts under 2000, tabell 10. Under våren efter fånggröda var tillgången på mineralkväve i marken ofta god, t ex i led F. I den konventionella växtföljden resulterade höstraps sådd i led E till de minsta mängderna utlakningsbart kväve i marken på senhösten jämfört med övriga grödor i denna växtföljd. Höstrapsens kväveupptag under hösten var i medeltal 54 kg N/ha under perioden 1998-2002. Det ledde till att mängden utlakningsbart kväve i marken var betydligt mindre än i led med höstsäd, där kväveupptaget endast var i genomsnitt 10 kg N/ha. Under hösten efter skörd av höstraps var mängden mineralkväve i marken som störst. Dåligt utnyttjande av tillfört kväve samt kväverika växtrester som brukades ned inför sådd av höstvetete är troligtvis huvudorsakerna till detta. Betblasten som brukades ned i led D innehöll mellan 50 och 100 kg N/ha. I led I bortfördes motsvarande mängd kväve genom skörd av blasten. Trots den betydligt större skörden av kväve i led I var skillnaderna i markens mineralkväveinnehåll i november förvånansvärt liten under flera av åren. I november fanns mellan 3 och 26 kg/ha mer mineralkväve i led D än i led I. Medelskillnaden var 12 kg N/ha, tabell 10. Sett över hela försöksperioden var den ännu mindre, figur 3.



Figur 3. Medelvärden för 1993-2003 av mineralkväve inom 0-60 cm djup (kg/ha) i a) den konventionella växtföljden och b) fånggrödeväxtföljden. I figuren anges max- och minvärden.

Tabell 10. Innehåll av mineralkväve (kg/ha) inom 0-60 cm djup i de olika försöksleden under perioden 1998-2002. Leden byter beteckning varje nytt kalenderår

Led	A	B	C	D*	E	F	G	H	I**	J
Gröda	H-raps	H-vete	Rågvete	Sockerbetor	Vårkorn	Havre	H-vete	Vårkorn	Sockerbetor	Vårkorn
Fånggröda							Eng. Rajgräs	Eng. Rajgräs		Eng. Rajgräs
Växtföljd	Konventionell växtföljd					Fånggrödeväxtföljd				
1998-08-21	32	32	32		22	15	22	18		25
1998-10-08	33	16	18		17	14	17	11		15
1998-10-22				13					13	
1998-12-16	30	19	24	22	17	21	23	19	21	16
1999-03-26	14	21	18	32	33	29	23	19	28	24
1999-04-21				35	39	39		31	42	36
1999-08-10	39	31	29		57	27	31	10		10
1999-08-19	25	27	15		22	17	15	16		15
1999-09-09	29	32	21			23	25			
1999-11-17	39	29	32	37	25	20	29	11	27	11
1999-12-10									13	
2000-03-17	17	19	20	24	27	26	17	25	22	27
2000-08-15	17	20	21		53	14	14	17		14
2000-10-02	35	31	22	19	23	24	14	21	16	13
2000-11-16	34	20	23	20	12	22	12	16	18	12
2000-12-10				16						
2001-03-28	21	33	16	48	45	38	21	39	31	41
2001-08-17	30	27	19		52	14	14	17		17
2001-10-03	32	31	29		14	22	13	18		13
2001-10-24				22					14	
2001-11-20	33	33	29	30	14	20	12	17	20	12
2002-03-18	17	20	15	21	29	20	15	21	22	14
2002-08-02	32	28	21		29	19	18	16		17
2002-10-03	87	55	25		64	46	13	11		8
2002-11-14	78	50	16	29	26	44	16	13	20	12

* Blasten nedbrukas.

** Blasten bortförs från fältet.

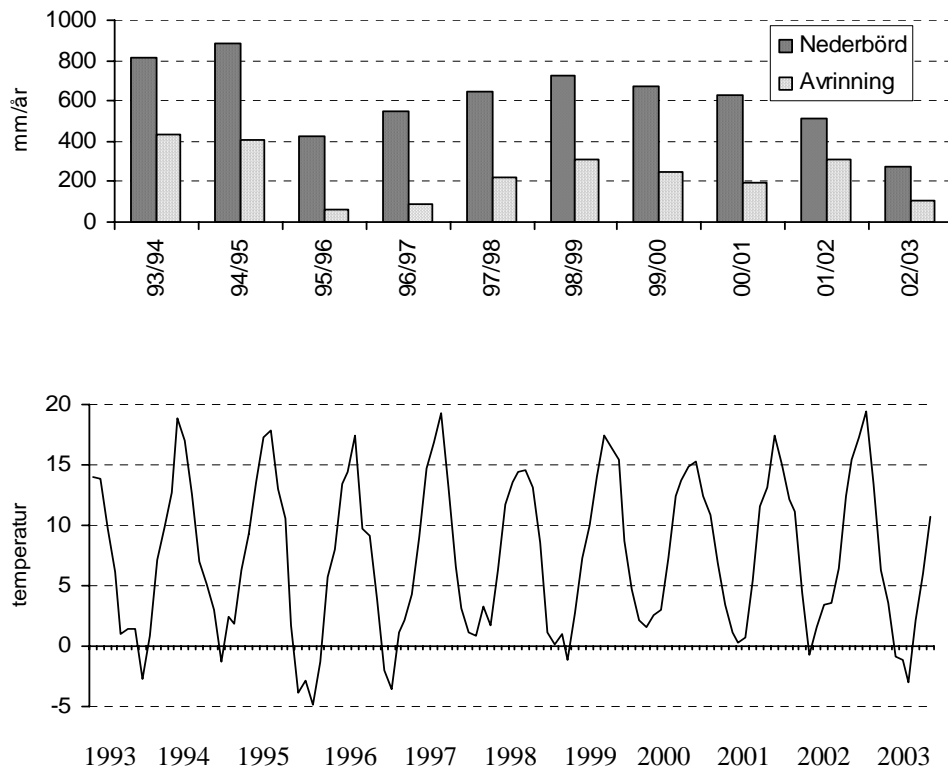
Klimat och avrinning

Årlig nederbörd och avrinning under hela försöksperioden (1993-2002) redovisas i figur 4, liksom månadsmedeltemperaturer. Den uppmätta årsmedelnederbörden under dessa år var 613 mm och avrinningen 190 mm. Långtidsmedelvärdet för nederbörd i Lund är 655 mm (SMHI 1991). Nederbördens fördelning under året var relativt jämn vid Lönnstorp, figur 5, medan avrinningen var helt dominerande under vinterhalvåret. Sett över hela tioårsperioden låg månadsmedeltemperaturen kring noll grader under december – februari. Under vissa år låg temperaturen periodvis under noll grader.

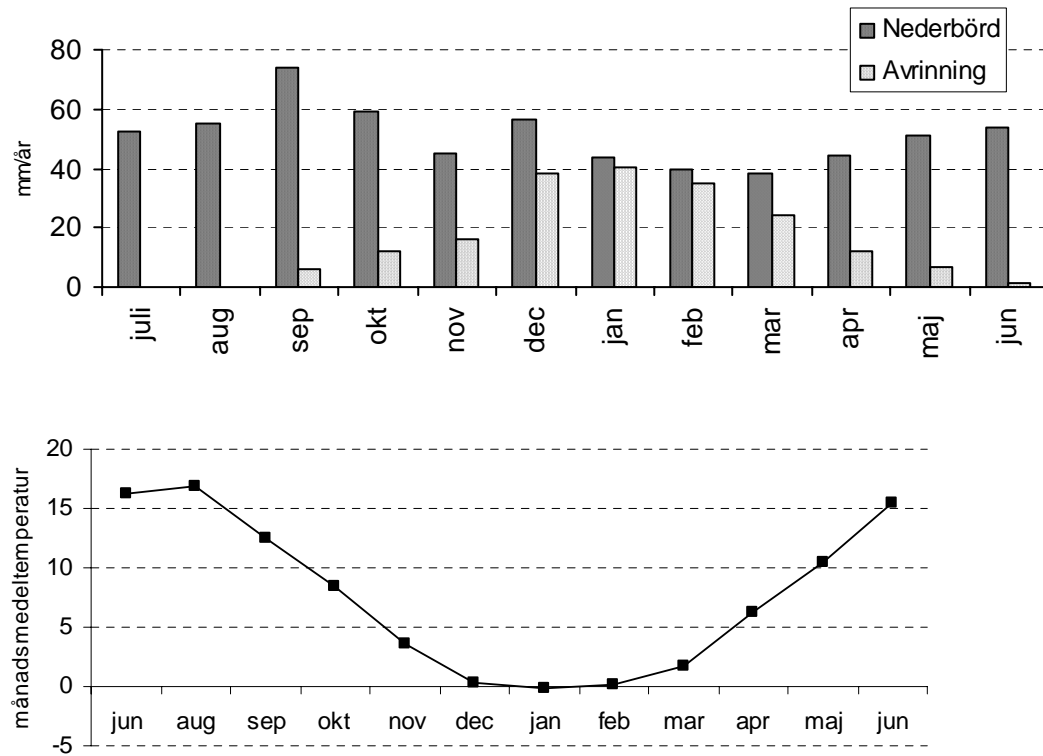
Allmänt om kväveutlakning

Avrinningens storlek har stor betydelse för hur stora utlakningsförlusterna av kväve blir. Variation i avrinning mellan åren är därför en huvudorsak till att utlakningsförlusterna varierade mellan åren, figur 6. I tabell 11 och 12 redovisas årsmedelvärden av nitrat- och totalkvävekoncentrationer i dräneringsvattnet och utlakningsförluster under 1998-2002. Med år menas här s k agrohydrologiska år som sträcker sig från 1 juli till 30 juni. Utlakningsförlusterna av kväve var alla år störst från den konventionella växtföljden. I medeltal var utlakningen från denna växtföljd 27 kg N/ha och år. I fånggrödeväxtföljden var utlakningen av kväve 18 kg N/ha och år, alltså drygt 30% mindre. Utlakningen i den konventionella växtföljden vid Lönnstorp var 10-20 kg N/ha mindre än vid liknande odling på mojordar i Halland och Västergötland (Aronsson et al., 2003) men 10-20 kg N/ha större än från styv lera i Västergötland (Aronsson et al., 2003).

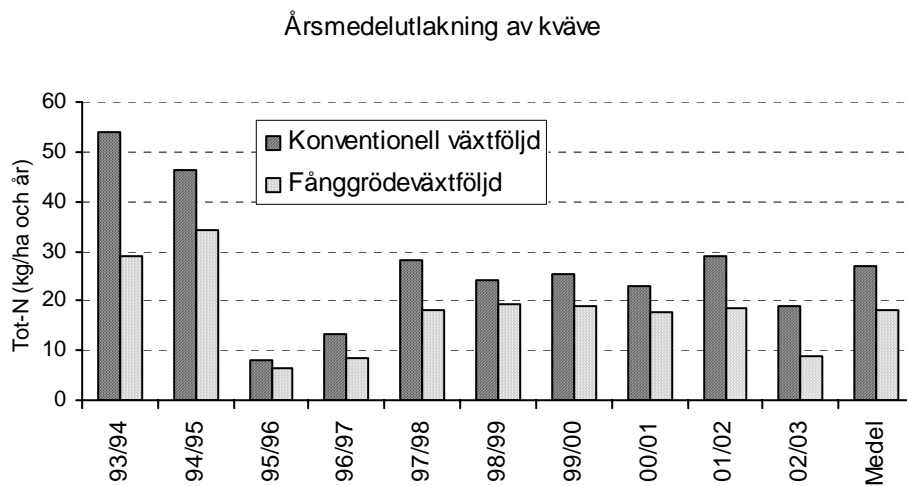
Orsakerna till skillnader i utlakning mellan de två växtföljderna vid Lönnstorp är flera. Olika grödor, olika bearbetningsstrategier, olika hantering av betblast och odling med och utan fånggrödor är de viktigaste.



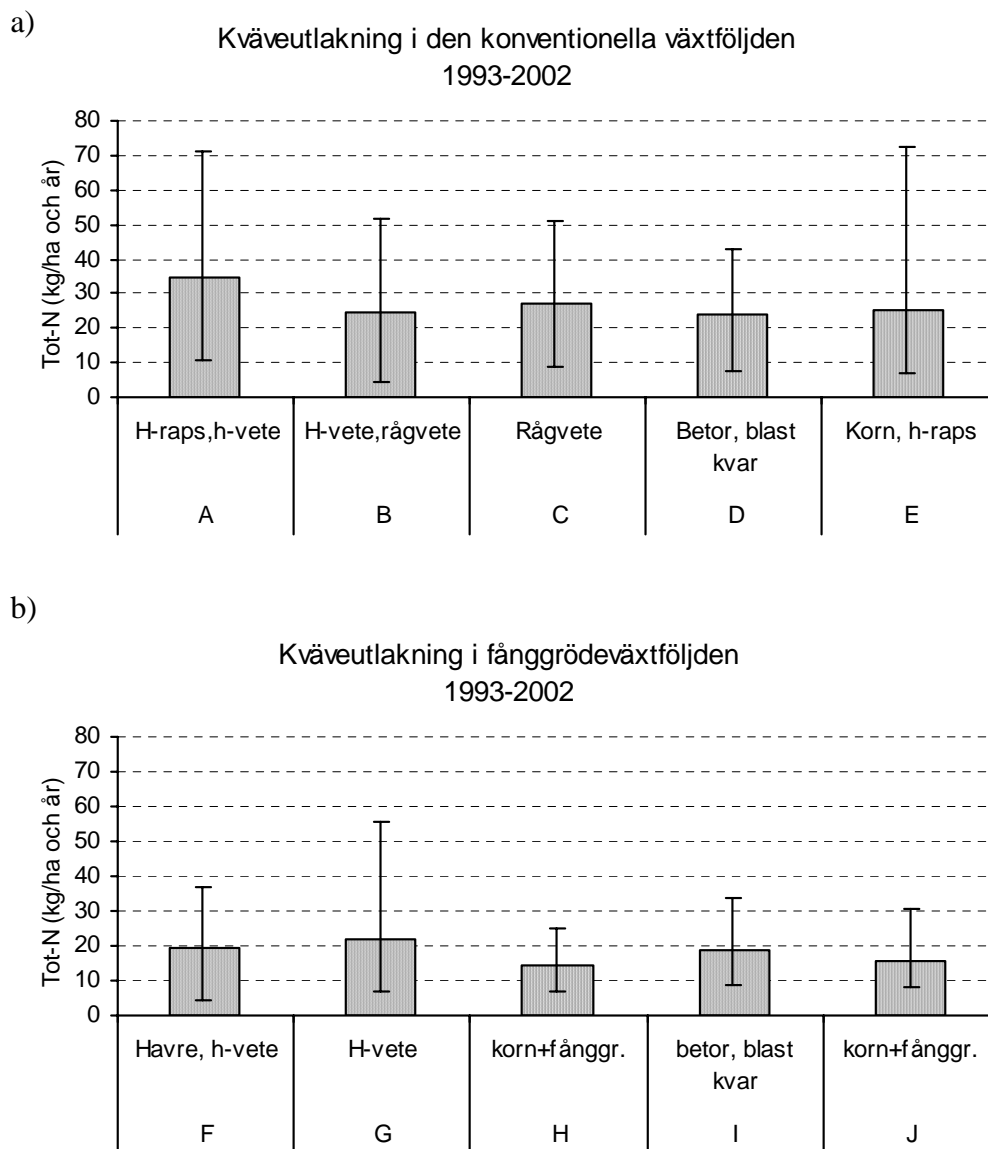
Figur 4. Årlig avrinning och nederbörd (mm/år) samt månadsmedeltemperatur (°C) vid Lönnstorp under perioden 1993-2003.



Figur 5. Månadsmedelnederbörd (mm/månad), månadsmedelavrinning (mm/månad) och månadsmedeltemperatur (°C) under perioden 1993-2003 vid Lönnstorp



Figur6. Årlig medelutlakning av totalkväve (kg/ha och år) samt medelvärde av alla år i de bägge växtföljderna



Figur 7. Ledmedelvärden av totalkväveutlakning (kg/ha och år) under åren 1993-2003 i a) den konventionella växtföljden och b) fånggrödeväxtföljden. I figurerna anges också max- och minvärden.

Tabell 11. Årsmedelkoncentrationer och årlig utlakning av nitratkväve och totalkväve i den konventionella växtföljden under åren 1998-2003 räknat som agrohydrologiska år (1/-30/6)

Konventionell växtföljd					
Led:	A	B	C	D	E
Gröda vår:	höstraps	höstvetete	rågvete	Sockerbetor ¹⁾	Korn
Gröda vinter:	höstvetete	rågvete	-	-	höstraps
1998/99:					
<i>NO₃-N (mg/l)</i>	12	5,6	5,5	4,7	5,1
<i>NO₃-N (kg/ha)</i>	38	18	17	15	16
<i>Tot-N (mg/l)</i>	14	6,6	6,3	5,9	6,1
<i>Tot-N (kg/ha)</i>	43	21	20	19	19
1999/00:					
<i>NO₃-N (mg/l)</i>	12	7,1	13	9,4	6,0
<i>NO₃-N (kg/ha)</i>	31	18	31	24	15
<i>Tot-N (mg/l)</i>	13	7,7	14	10	6,7
<i>Tot-N (kg/ha)</i>	32	19	34	26	17
2000/01:					
	Dir.sådd av h-vete infördes ²⁾				
<i>NO₃-N (mg/l)</i>	13	8,8	18	9,6	3,1
<i>NO₃-N (kg/ha)</i>	26	17	35	19	6,1
<i>Tot-N (mg/l)</i>	15	9,7	20	11	4,4
<i>Tot-N (kg/ha)</i>	28	19	38	21	8,7
2001/02:					
<i>NO₃-N (mg/l)</i>	7,8	7,6	9,7	11	5,7
<i>NO₃-N (kg/ha)</i>	24	23	30	36	18
<i>Tot-N (mg/l)</i>	8,8	8,6	10	12	6,8
<i>Tot-N (kg/ha)</i>	27	27	32	37	21
2002/03:					
	Stubbträda infördes ³⁾				
<i>NO₃-N (mg/l)</i>	39	22	5,7	9,2	9,2
<i>NO₃-N (kg/ha)</i>	41	23	6,1	9,8	9,8
<i>Tot-N (mg/l)</i>	40	23	6,2	9,8	9,6
<i>Tot-N (kg/ha)</i>	43	25	6,6	11	10
Medel					
<i>NO₃-N (mg/l)</i>	15	10	11	8,9	5,8
<i>NO₃-N (kg/ha)</i>	31	22	24	21	13
<i>Tot-N (mg/l)</i>	17	11	12	9,7	6,7
<i>Tot-N (kg/ha)</i>	35	22	26	23	15

1) Betblasten brukades ned

2) Direktsådd av höstvetete efter rapsen infördes i försöksplanen 2000

3) Under 2002 gjordes ingen bearbetning under hösten eftersom en ny försöksplan infördes med stubbträda på denna ruta.

DISKUSSION

Alla de olika åtgärder som vidtas och de grödor som odlas i en växtföljd påverkar på ett eller annat sätt kväveomsättningen i marken och kväveutlakningen. Längden av grödornas kväveupptagningsperiod och mängden växtrester som lämnas kvar efter skörd är faktorer som påverkar hur mycket utlakningsbart kväve som ansamlas i marken inför utlakningssäsongen. Jordbearbetningsåtgärder och gödslingsintensitet är andra.

I den konventionella växtföljden vid Lönnstorp, som domineras av höstsådda grödor, föregås sådden av dessa av någon form av jordbearbetning i augusti eller september. Ett flertal studier har visat att jordbearbetning tidigt på hösten kan innebära att stora mängder kväve frigörs i marken under hösten (t ex Aronsson et al., 2003; Nordström, 2001; Stenberg et al., 1999). Höstvetets och rågvetes kväveupptag under hösten har med undantag för några år legat kring 5-10 kg/N/ha i ovanjordisk biomassa, vilket är tämligen normalt vid sådd i slutet av september (Lindén et al., 2000). Med ett så pass litet kväveupptag förmår inte höstsåden dämpa effekten av bearbetningen inför sådd, och utlakningen var flera år lika stor som från mark där stubbearbetning gjorts i september utan sådd av höstgröda.

Tabell 12. Årsmedelkoncentrationer och årlig utlakning av nitratkväve och totalkväve i fånggrödeväxtföljden under åren 1998-2003 räknat som agrohydrologiska år (1/-30/6)

Fånggrödeväxtföljd					
Led:	F	G	H	I	J
Gröda vår:	havre	höstvetete	korn+rajgr.	Socketbetor ¹⁾	korn+rajgr.
Gröda vinter:	höstvetete	-	-	-	
1998/99:					
NO ₃ -N (mg/l)	5,1	5,8	4,7	5,0	6,0
NO ₃ -N (kg/ha)	16	18	15	16	19
Tot-N (mg/l)	5,9	6,6	5,4	5,9	6,8
Tot-N (kg/ha)	19	21	17	19	21
1999/00:					
NO ₃ -N (mg/l)	5,3	9,0	5,1	8,8	6,3
NO ₃ -N (kg/ha)	13	22	13	22	16
Tot-N (mg/l)	5,8	9,9	5,8	9,5	7,0
Tot-N (kg/ha)	14	25	14	24	17
2000/01:					
		Fånggröda infördes ²⁾			
NO ₃ -N (mg/l)	11	6,8	7,8	8,1	6,4
NO ₃ -N (kg/ha)	21	13	15	16	13
Tot-N (mg/l)	12	7,8	8,9	9,2	7,3
Tot-N (kg/ha)	23	15	17	18	14
2001/02:					
NO ₃ -N (mg/l)	4,8	5,0	4,7	6,7	5,0
NO ₃ -N (kg/ha)	15	16	14	21	16
Tot-N (mg/l)	5,6	5,6	5,3	7,5	5,8
Tot-N (kg/ha)	17	17	16	23	18
2002/03:					
		Gröntråda infördes ³⁾			
NO ₃ -N (mg/l)	21	3,6	2,5	9,2	4,1
NO ₃ -N (kg/ha)	22	3,9	2,7	9,8	4,4
Tot-N (mg/l)	22	3,9	2,8	9,6	4,3
Tot-N (kg/ha)	23	4,2	3,0	10	4,6
Medel					
NO ₃ -N (mg/l)	9,4	6,0	5,8	7,6	5,6
NO ₃ -N (kg/ha)	17	15	12	17	14
Tot-N (mg/l)	10	6,8	6,6	8,2	6,2
Tot-N (kg/ha)	19	16	13	19	15

1) Betblasten fördes bort från fältet

2) Insådd fånggröda i vetet (led G) infördes i planen 2000

3) Under 2002 övergick fånggrödan i gröntråda då en ny försöksplan infördes. Ingen bearbetning gjordes på hösten till skillnad från tidigare årgjordes ingen bearbetning under hösten eftersom en ny försöksplan infördes.

Höstraps har av bl a Engström et al. (2000) visat god förmåga att ta upp kväve under hösten. Under de första åren i försöket vid Lönnstorp fungerade inte höstväxande raps särskilt bra ur utlakningssynpunkt, men under perioden 1998-2002 fungerade den betydligt bättre. Kväveupptaget var då under flera år bra (i medeltal 54 kg N/ha) samtidigt som gödslingen på hösten minskades från 40 kg N/ha till 30. Detta ledde till att växande höstraps var den gröda som gav upphov till klart minst utlakning i den konventionella växtföljden under perioden 1998-2002.

Efter skörden av höstrapsen var däremot utlakningen kraftigt förhöjd och utlakningen efter höstraps med höstvetete på hösten (led A) var tillsammans med rågvete följt av bearbetning (led C) de största i den konventionella växtföljden. Dåligt utnyttjande av tillfört kväve var troligen en viktig orsak till stor utlakning efter höstraps. Under perioden 1998-2002 minskades kvävegivan till rapsen från 150 kg N/ha till 130 kg, men gödslingen har ändå varit för stor enligt de rekommendationer som ges av jordbruksverket (SJV, 1997). De gödslingsnivåer som används i försöket är normala för området. Skördarna i försöket har förutom under några av de senare åren varit goda i förhållande till regionen i övrigt. Rapsen efterlämnade också kväverika växtrester vilket sannolikt bidrog till kvävemineralisering och utlakning efter rapsskörden. Höstvetes kväveupptag under hösten efter rapsen var några år stort (16-18 kg N/ha) och tillgången på mineralkväve i marken under den efterföljande våren var god. En tanke var att en mindre kraftig ombländning av marken

inför höstvetesådden skulle kunna dämpa mineraliseringen och därmed minska risken för kväveutlakning. Under 2000-2002 gjordes med tanke på detta endast en lätt stubbearbetning efter rapsskörden och vetet etablerades genom direktsådd. Det syntes inga tydliga effekter av denna behandling på kväveutlakningen.

Att odla insådda fånggrödor har den stora fördelen att fånggrödan finns etablerad, redo att ta upp kväve direkt efter skörden av huvudgrödan. Genom odling av insådda fånggrödor uppnås den dubbla effekten på utlakningen, både av en senarelagd bearbetning och kväveupptaget hos fånggrödan. Under 2002 infördes stubbräda efter rågvetet i led C inför en omläggning av växtföljden. Utlakningen blev mycket liten jämfört med tidigare år vilket tydligt visade att senarelagd bearbetning i sig är en viktig åtgärd mot utlakning. Vid odling av insådda rajgräsfånggrödor vid Lönnstorp var mineralkvävemängderna i marken på senhösten små och kväveutlakningen blev ca 40% lägre än i led med tidig höstbearbetning. Det stämmer väl överens med de erfarenheter som finns av insådda fånggrödor som brukas ned på hösten i försök på mojord i Halland och Västergötland (Aronsson et al., 2003). Insådd av engelskt rajgräs i höstvetet på våren fungerade bra både med tanke på etablering av fånggrödan och utlakningen. Enligt Bergkvist (2000) är det mycket viktigt att sådden av fånggröda i höstsåd på våren görs så tidigt som möjligt, medan marken ännu är fuktig. Fånggrödan i kornet verkar ha resulterat i en viss skördesänkning vid Lönnstorp. På grund av att förfrukterna skiljer sig åt mellan växtföljderna (olika betblasthantering) är det svårt att dra några slutsatser. I flera studier av fånggrödor i södra Sverige resulterar inte engelskt rajgräs som fånggröda i några synliga skördesänkningar hos huvudgrödan (t ex Aronsson, 2000; Kvist, 1992; Ohlander et al., 1996).

Betor har en lång växtsäsong i förhållande till stråsådesgrödorna och kan därför tänkas ge upphov till mindre kväveutlakning än dessa. Vid Lönnstorp skedde betskörden i slutet av september eller under oktober. Betblasten innehåller däremot stora mängder kväve vilket kan utgöra en risk för ansamling av utlakningsbart kväve i marken under senhösten. Betblasten innehöll i genomsnitt 80 kg N/ha med en kol-kvävekvot på ca 17, vilket sannolikt resulterade i en ganska omedelbar frigörelse av mineraliskt kväve. I försöket provas skillnaden mellan att lämna kvar blasten efter skörd på vanligt vis (led D) och att föra bort blasten efter skörd (led I). Betorna gav i försöket upphov till ungefär lika stor utlakning som stråsådesgrödorna. Utlakningen var ca 5 kg N/ha mindre i led I än i led D, vilket var ganska liten skillnad i relation till på blastens kväveinnehåll. Resultaten antyder att andra förlustvägar för kvävet i blasten varit inblandade. Ammoniakavgång är en tänkbar förlustväg. Det är också tänkbart att blasten som innehöll mycket lättomsättbart material bidrog till att skapa extra gynnsamma förhållanden för denitrifikation i marken under hösten.

SLUTSATS

I fånggrödeväxtföljden var kväveutlakningen drygt 30% lägre än i den konventionella växtföljden. Vilka var huvudorsakerna till dessa skillnader? Skillnaderna på grund av olika betblasthantering var relativt små. Andra förlustvägar än kväveutlakning verkade också vara verksamma i den konventionella växtföljden där blasten lämnades kvar efter skörd. Den konventionella växtföljden innehåller höstraps. Under senare år i försöket har rapsen fungerat bra ur utlakningssynpunkt under vintern efter sådd. Däremot har utlakningen varit stor efter skörd av rapsen. I grova drag kan man säga att den läckagedämpande effekten av rapsen det första året förtogs av den ökade utlakningen under år två. Ett år då stubbräda infördes i den konventionella växtföljden syntes det tydligt att en senarelagd bearbetning har stor effekt på utlakningen. Detta i kombination med insådda fånggrödor är allmänt känt som en effektiv metod att minska utlakningen. Slutsatsen är att just senarelagd bearbetning och insådd fånggröda är de åtgärder som står för de stora skillnaderna i utlakning mellan de båda växtföljderna vid Lönnstorp.

REFERENSER

Aronsson, H. 2000. Nitrogen Turnover and Leaching in Cropping Systems with Ryegrass Catch Crops. Doktorsavhandling. *Agraria 214*. 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. och Lindén, B. 2003. Utlakningsförsök med höstveteväxtföljd på lerjord i Västergötland, 2001-2003. Teknisk rapport 73. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Bergkvist, G. 2000. Mellangrödor i höstsäd. Rapport från Växtodlings- och Växtskydds dagar i Växjö 6-7 december 2000. *Meddelanden från södra jordbruksförsöksdistriktet nr. 51*. Institutionen för Växtvetenskap, SLU, Alnarp.

Engström, L., Lindén, B. och Roland, J. 2000. Höstraps i Mellansverige –inverkan av såtid och ogräsbekämpning på övervintring, skörd och kvävehushållning. Rapport 7 , serie B Mark och växter. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara.

Grasshoff, K. 1964. Determination of nitrate in sea and drinking water (in German). *Kieler Meeresforsch 20*, 5-11.

Hessel, K., Aronsson, H., Lindén, B., Stenberg, M., Rydberg, T. & Gustafson, A. 1998. Höstgrödor – Fånggrödor – Utlakning. Kvävedynamik och kväveutlakning på en moränlättlera i Skåne. *Ekohydrologi nr 46*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Kvist, M. 1992. Catch Crops Undersown in Spring Barley – Competitive Effects and Cropping Methods. Dissertation. *Crop Production Science, 15*. Department of Crop Production Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

Lindén, B., Roland, J. Och Tunared, R. 2000. Höstsäds kväveupptag under hösten. Rapport 5 , serie B Mark och växter. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara.

Nordström, N. 2001. Jordbearbetningstidpunkt på hösten-inverkan på skörd, markstruktur och kväveminalisering. *Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen nr 34*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Uppsala.

Ohlander, L., Bergkvist, G., Stendahl, F. & Kvist, M. 1996a. Yield of catch crops and spring barley as affected by time of undersowing. *Acta Agriculturae Scandinavica 46*, 161-168.

SCB. 2003. SCB:s hemsida, 2003-07-17. www.scb.se/databaser/makro/produkt.asp?produktid=jo0601

SJV. 1997. Riktlinjer för gödsling och kalkning 1998. Rapport 1997:22. Jordbruksverket, Jönköping

Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T. & Gustafson, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil Tillage Res, 50*:115-125.

Wagner, R. 1974. A new method for automated nitrate determination in sea water using the AutoAnalyzer (in German). Technicon Symposium, Frankfurt am Main.

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. Serien Vattenvård redovisas i Ekohydrologi nr 1-6. 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 at the Swedish University of Agricultural Sciences. The "Vattenvård" series is listed in "Ekohydrologi 1-6". 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. Losses of nutrients from arable land.
2	1978	Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. Manure gone astray. Lars Lingsten och Nils Brink. Åkergödslingens inverkan på miljön i en bäck. The effect of agricultural manuring On the environment in a brook. Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. Nitrogen leaching from arable land.
3	1979	Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. Leachate from compost of refuse and sludge. Nils Brink. Self-Purification studies of silage juice. Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster på Kristianstadsslätten. Loss of nutrients on the Kristianstad plain. Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. Pollution of the groundwater by a dung yard.
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. Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.
5	1979	Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand. Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. Losses of nutrients from forests. Nils Brink. Utlakning av kväve från agroecosystem. Leaching of nitrogen from agro-ecosystems. Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjning.
6	1980	Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. Losses of Nutrients in Skåne and Halland. Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. Leaching after spreading of potato juice. Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. Forecasting the need of fertilizer nitrogen. Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
7	1980	Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. Where does the commercial fertilizer go. Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. The importance of the environment for the primary production in lake Vadsbrosjön. Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet. Nils Brink. Utlakning av växtnäring från åkermark. Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
8	1981	Nils Brink. Försurning av grundvatten på åker. Acidification of groundwater on arable land. Rikard Jernlås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. Leaching of TCA from arable land. Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. Storm washing of phosphorus from arable land. Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. Control of losses of nutrients from arable land and forest.
9	1981	Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport. Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. Leachate from piles of shredded refuse.
10	1982	Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland. Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland. Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland. Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. Fertilizer forecasts.
11	1982	Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltbelastning och trofinivå. The nutrient load and trophic level of lake Vadsbrosjön. Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. Metal contents in drainage water from cultivated soils. Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige. Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. Erosion of phosphorus from arable land.

- Rikard Jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling.
- 12 1982 Nils Brink och Rikard Jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.
Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. Leachate migration through soils.
Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden.
Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land in Sweden.
- Nr År Författare och titel. Author and title.
- 13 1983 Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödsblad åker. Surface transport of plant nutrients from field spread with manure.
Rikard Jernlås. TCA-utlakning på lerjord. Leaching of TCA on a clay soil.
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. Losses of nutrients at Öjebyn.
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. Losses of nutrients at Röbbäcksdalen.
Rikard Jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. Drainage losses of nitrate and irrigation.
- 14 1983 Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kvävemineralisering vid plöjningsfri odling. Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.
Rikard Jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.
Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. Soil sampling for nitrogen forecasts.
Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. Nutrients and organic matters from farmland and forest.
Nils Brink. Gödselanvändningens miljöproblem.
- 15 1984 Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. Nutrient losses in the Ringsjö area.
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. Catch crop after barley.
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. Losses of nutrients at Vagle.
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. Losses of nutrients at Offer.
- 16 1984 Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. Intensity and duration of drainage discharge from arable land.
- 17 1984 Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.
Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. Losses of nutrients from sandy soils.
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. Losses of nutrients at Boda.
Nils Brink. Vattenföreningar från tippen i Erstorp - ett rättsfall.
- 18 1984 Barbro Ulén. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.
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. Losses of nitrogen and phosphorus in the Ringsjö area.
Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. Losses of nutrients from clay soils in Skåne.
Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Börje Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. Nutrient losses from arable land in the region of Uppsala.
Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsala regionen. Drinking water quality in the region of Uppsala.
Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och Diklorprop. Mobility of MCPA and Dichlorprop.
Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. Losses with surface run-off of cyanazine.
- 20 1985 Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. Mobility of MCPA and Dichlorprop in a sandy soil.
Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. Losses of nutrients from a sandy soil in Halland.
Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. Erosion of phosphorus from arable Land.
Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön.
Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder.
Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten.
- 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 kvalitet 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 växtnäringssämnen. 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 växtnäring förluster 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 växtnäring utlakning på en grovmjord med handels- och stallgödsblade odlingssystem 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 växtnäring förluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtids-översikt för 1977/90. Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90.
Markus Hoffman. Odlingssättgärder 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 växtnäring utlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödsblade odlingssystem. 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 växtnäring förluster 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 odlingssystem 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.
- 34 1993 Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Helena Aronsson och Artur Granstedt. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. Ecological Agriculture - Leaching risks and Nitrogen Turnover. Ecological agriculture – leaching risks and nitrogen turnover.
- 35 1993 Erik Kellner. Årstidsbunden kvävebelastning och denitrifikation i dammar - en enkel modellansats. Seasonal nitrogen fluxes and denitrification in ponds - simple model approach.
- 36 1995 Markus Hoffmann och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1992/93 samt en långtidsöversikt. Discharge and nutrient losses from arable land in 1992/93 and a long term review.
- 37 1995 Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnäring förluster till vatten från ett jordbruksområde på Gotland 1989/94.
- 38 1995 Katarina Kyllmar, Göran Johansson och Markus Hoffmann. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1993/94 samt en långtidsöversikt. Discharge and nutrient losses from arable land in 1993/94 and a long term review.
- 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 växtnäring förluster för det agrohydrologiska året 1994/95.
- 41 1997 Bo Wejfeldt och Arne Gustafson. Utesuggor 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 växtnäring förluster för det agrohydrologiska året 1994/95 samt en långtidsöversikt. Discharge and nutrient losses from arable land in 1994/95 and a long term review.
- 44 1998 Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnäring förluster till vatten i Typområden på jordbruksmark (JRK) 1984 - 1995. Nutrient losses from arable land within the period 1984-1995. Results from the water quality monitoring programme "Typområden på jordbruksmark".

- 45 1998 Kristina Mårtensson och Katarina Kyllmar. Växtnäringsförluster 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. Växtnäringsförluster 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 växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1995/96. Nutrient losses from arable land in 1995/96. Results from the water quality monitoring programme "Typområden på jordbruksmark".
- 49 1999 Göran Johansson, Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnärings- förluster för det agrohydrologiska året 1995/96 samt en långtidsöversikt. Discharge and nutrient losses from arable land in 1995/96 and a long term review.
- 50 1999 Katinka Hessel Tjell, Helena Aronsson, Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Linden, Maria Stenberg och Tomas Rydberg. Mineralkvävedynamik i handels- stallgödslade odlingssystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmjord i södra Halland, perioden 1990-1998.
- 51 1999 Börje Lindén, Lena Engström, Helena Aronsson, Katinka Hessel Tjell, Arne Gustafson, Maria Stenberg och Tomas Rydberg. Kväve mineralisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flygödseltillförsel och insädd fånggröda. 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.
- 52 2000 Kristian Persson. Jordbearbetningens påverkan på fosforförlusterna från en mjälalättilera i södra Dalarna. The impact of soil cultivation on phosphorus losses from a silty clay soil in southern Dalarna.
Barbro Ulén, Göran Johansson och Katarina Kyllmar. Fosforläckage från elva observationsfält under tjuoett år. Losses of phosphorus from eleven arable fields in Sweden over twenty-one years.
Barbro Ulén och Jenny Kreuger. Bekämpningsmedelsrester i vatten 1985-1999. Riktade provtagningar och monitoring samlade i en databas. Pesticides in Swedish water 1985-1999.
- 53 2000 Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnäringsförluster för de agrohydrologiska åren 1996/97 och 1997/98. Nutrient losses from arable land in 1996/97 and 1997/98. Results from the water quality monitoring programme "Typområden på jordbruksmark".
- 54 2000 Jenny Kreuger. Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögprojektet 1998 samt en kortfattad långtidsöversikt. 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.
- 55 2000 Carina Carlsson, Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1998/99. Nutrient losses from arable land in 1998/99. Results from the water quality monitoring programme "Typområden på jordbruksmark".
- 56 2000 Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Lars Bergström och Barbro Ulén. Utredning om effekterna på kväveutlakning vid övergång till ekologisk odling. Investigation of the effects of conversion to ecological (organic) agriculture on nitrogen leaching.
- 57 2001 Gunnar Torstensson och Magnus Håkansson. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem. Resultat från en grovmjord i södra Halland, perioden 1991-1999.
- 58 2001 Kristian Persson. Measurement and Modelling of Phosphorus Transport from Arable Land.
- 59 2001 Carina Carlsson, Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark. Avrinning och växtnärings-förluster för det agrohydrologiska året 1999/2000.
- 60 2001 Barbro Ulén, Göran Johansson, Arne Gustafson och Holger Johnsson. Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnäringsförluster för de agrohydrologiska åren 1996/97, 97/98 och 98/99 samt en långtidsöversikt. 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.
- 61 2001 Carina Carlsson. Växtnäringsförluster 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-bövrädesnivåer. Resultat från södra Halland, perioden 1999-2001.
Gunnar Torstensson och Göran Ekblad. 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.
- 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 växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 2001.
- 69 2002 Jenny Kreuger. Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögprojektet 2001.
- 70 2002 Katarina Kyllmar, Holger Johnsson och Kristina Mårtensson. 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 odlingssystem. Resultat från en grovmjord i södra Halland, perioden 1999-2002.
- 72 2003 Gunnar Torstensson. Ekologisk odling – Utlakningsrisker och kväveomsättning i ekologiska odlingssystem med resp. utan djurhållning på sandig grovmjord i södra Halland. Resultat från perioden 1991 – 2002.
- 73 2003 Gunnar Torstensson. Ekologisk odling – Utlakningsrisker och kväveomsättning i ekologiska odlingssystem 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 flygödseltillförsel, 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 från två växtföljder på moränlättilera i Skåne. Resultat från 1993-2003.

Distribution:

Pris: 50:- (exkl. moms)

Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Avdelningen för Vattenvårdslära

Box 7072

S-750 07 Uppsala

Tel: 018 - 67 24 60

Fax: 018 - 67 34 30

www.mv.slu.se/vv/slu_vv.htm
