



Katinka Hessel, Helena Aronsson, Börje Lindén, Maria Stenberg, Tomas Rydberg och Arne Gustafson

Höstgrödor - Fånggrödor - Utlakning

Kvävedynamik och kväveutlakning på en moränlättilera i Skåne

Ekohydrologi 46

Uppsala 1998

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences

ISRN SLU-VV-EKOHYD--46--SE

Division of Water Quality Management

ISSN 0347-9307

ABSTRACT

During a five-year period (1993-1998) studies were made of soil nitrogen dynamics, nitrogen uptake by crops, and leaching of nitrogen by tile drainage water in a clay till in southern Sweden. The field was divided into ten separate tile-drained plots, each with an area of 0,09 ha. The amount of drainage water from each plot was measured and water samples were collected twice a month. The water samples were analysed for pH, electrical conductivity, total nitrogen and nitrate nitrogen. Soil samples were taken periodically from the 0-60 cm soil layer for analysis of mineral-N. Plant material was sampled in late summer, late autumn and early spring to measure crop uptake of nitrogen, and also phosphorus uptake in grain.

The aim of this study was to compare two five-year crop rotations: one conventional and the other including catch crops.

The conventional crop rotation was winter rape, winter wheat, rye wheat, sugar beet (the tops were ploughed in) and spring barley. The second crop rotation was oats, winter wheat, spring barley with perennial ryegrass as a catch crop, sugar beet (the tops were taken away from the field) and spring barley with perennial ryegrass as a catch crop.

Stubble cultivation was done immediately after harvest, followed by ploughing in early autumn, except for plots with sugar beet and catch crops, which were ploughed in late autumn.

The plots only received chemical fertilizers and the applications were those recommended for the area.

As an average for the five-year period and all the crops a total amount of 30 kg total nitrogen per ha and year were transported with the drainage water from the plots in the conventional crop rotation. The average concentration of total nitrogen in the drainage water was 12 mg/l. From the second crop rotation the transport of total nitrogen for the same period was on average 19 kg/ha, and the concentration of total nitrogen in the drainage water was 8 mg/l.

Catch crops, in this case perennial ryegrass, effectively reduced the mineral nitrogen content in the soil profile in the autumn and leaching was low. But, in the treatments with catch crops yields were lower than in treatments without catch crops. This was probably due to competition between the catch crops and the main crops. The concentration of nitrogen in grain was also lower for spring barley with a catch crop than without.

Similarly, after sugar beet, where the tops were removed, leaching of nitrogen was low, presumably due to the long growing season, and the amount of mineral-N in the soil profile in the autumn was also low.

Growing conventional autumn sown crops to reduce leaching during winter did not work. Winter cereals had a low nitrogen uptake in the autumn and leaching from winter rape was huge, probably because of nitrogen fertilization in autumn.

Use of a catch crop and the removal of sugar beet tops could reduce nitrogen leaching in the second crop rotation. Nevertheless, the reduction was not enough to comply with the limits set by the National Environmental Protection Agency for maximum leaching during years with high amounts of drainage water. However, this study does show that it is possible to reduce the nitrogen leaching with comparatively simple methods.

INNEHÅLL

1. INLEDNING	7
2. MATERIAL OCH METODER	7
2.1 FÖRSÖKSFÄLTET	7
2.2 FÖRSÖKSPLAN.....	8
2.3 FÖRSÖKSDRÄNERING OCH AVRINNINGSMÄTNING.....	8
2.4 KLIMATDATA	9
2.5 ODLINGSÅTGÄRDER, VÄXTFÖLJDER, GÖDSLING SAMT OGRÅSBEKÄMPNING	9
3. PROVTAGNINGAR OCH ANALYSER	12
3.1 VATTENPROV	12
3.2 KVÄVE UPPTAGET I HUVUD- OCH FÅNGGRÖDA.....	12
3.3 SKÖRD, SKÖRDERESTER OCH KVÄVEBORTFÖRSEL MED GRÖDAN	12
3.4 NEDBRUKAT MATERIAL.....	13
3.5 MINERALISKT KVÄVE I MARKEN.....	13
3.6 BERÄKNING AV PERIODVISA MEDELKONCENTRATIONER OCH KVÄVEUTLAKNING	14
4. RESULTAT OCH DISKUSSION	14
4.1 SKÖRDAR OCH BORTFÖRSEL AV VÄXTNÄRING.....	14
4.2 KVÄVE I VÄXANDE GRÖDA OCH MÄNGD NEDBRUKAT VÄXTMATERIAL.....	18
4.2.1 Kväve i fånggröda.....	18
4.2.2 Kväve i ovanjordiskt växtmaterial.....	18
4.2.3 Mineralkväve i marken.....	20
4.3 KLIMAT OCH AVRINNING	23
5. SAMMANFATTNING OCH SLUTDISKUSSION	26
6. REFERENSER	28

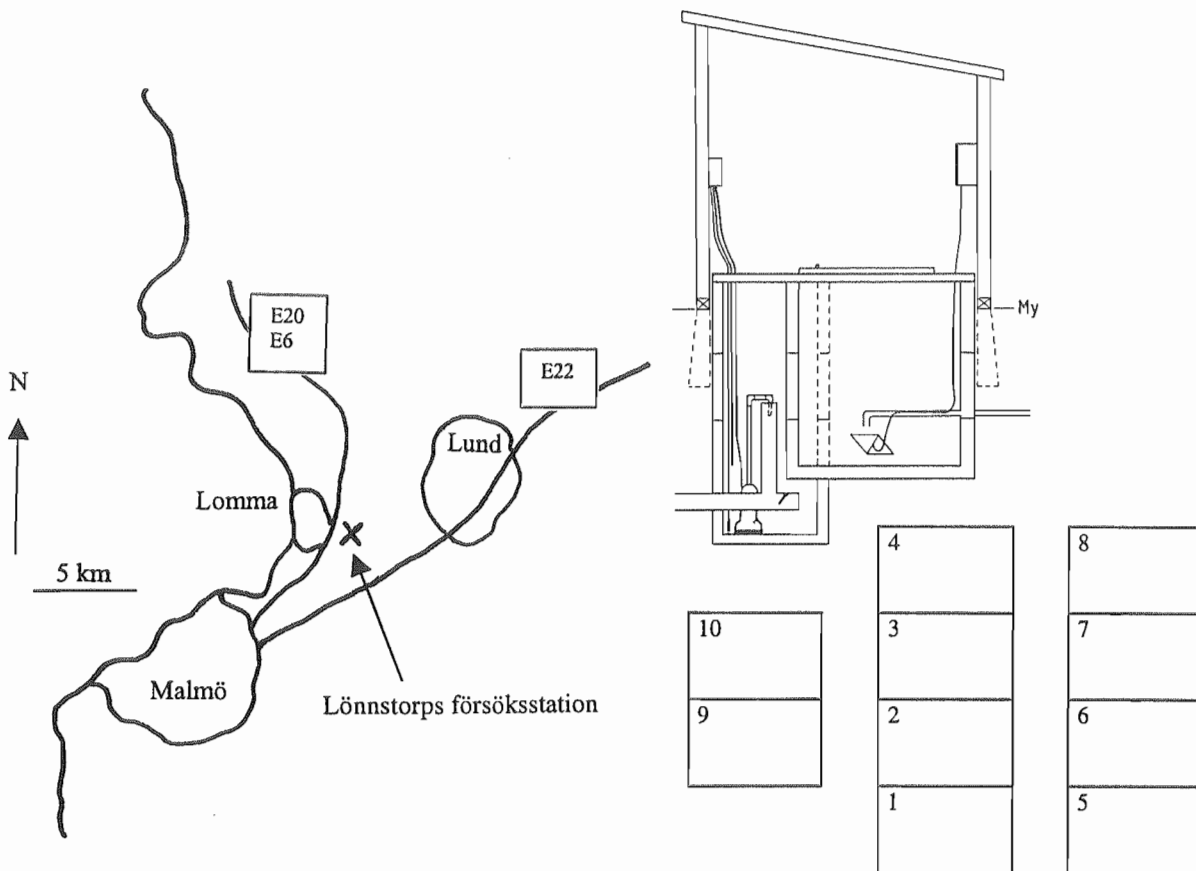
1. INLEDNING

I föreliggande rapport presenteras resultaten från fem försöksår vid Lönnstorps försöksstation i Skåne. Försöket anlades hösten 1992. Första odlingsår var 1993. I försöket studeras kvävedynamik och kväveutlakning i odlingsystem där 80% av marken uppfyller kraven som gäller för så kallad grön mark. Försöket vid Lönnstorp utgör en av fyra försöksplatser i södra Sverige, där utlakningsstudier bedrivs med medel från Jordbruksverket och som har samma övergripande försökssyfte. Resultat från mätningar av kväveutlakning från Lönnstorp har tidigare presenterats årsvis (Aronsson, 1994, 1995 och 1996).

2. MATERIAL OCH METODER

2.1 Försöksfältet

Försöksfältet, som anlades 1992, är beläget vid Lönnstorps försöksstation ca 5 km sydväst om Lund (figur 1). Jordarten är moränlättilera där matjorden är något 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. Lönnstorförsökets geografiska placering, mätstation med vippkärl sedd från sidan samt en översikt över försöksrutornas lägen. Växtföljd I åsyftar rutorna 1,2,3,4,9 och växtföljd II rutorna 5,6,7,8,10.

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	

2.2 Försöksplan

Försöksplanen framgår av tabell 2. Försöket är upplagt som två femåriga växtföljder där 80 % av marken uppfyller kraven för grön mark. Växtföljderna cirkulerar på fem rutor vardera. I växtföljd I består all grön mark av ordinarie grödor, såsom höstsäd, höstoljeväxter och sockerbetor. I växtföljd II används förutom höstsäd och sockerbetor även insådd rajgräsfånggröda som grön mark. Blasten från sockerbetorna i växtföljd I nerbrukas vid plöjning medan blasten från sockerbetorna i växtföljd II bortförs från fältet vid skörd. All gödsling sker med handelsgödsel med för regionen normala givror. Som kompensation för bortförd växtnäring i betblasten har en kompletteringsgiva av fosfor och kalium getts, tabell 4. De led där höstgröda ska sås stubbearbetas och plöjs tidigt på hösten (augusti - september). I övriga led, de med sockerbetor och fånggröda, tillämpas sen höstplöjning (oktober - november/december) utan föregående stubbearbetning.

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

Led	Gröda	Handels- gödsel-N (kg/ha)	Tidpunkt för stubbearbetning	Plöjnings- tidpunkt	Höstsådd m.m. (markytan under vintern)
Växtföljd I (ruta 1,2,3,4,9)					
A	Höstraps	40+80+70	Tidig höst	Tidig höst	Höstvete
B	Höstvete	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
Växtföljd II (ruta 5,6,7,8,10)					
F	Havre	90	Tidig höst	Tidig höst	Höstvete
G	Höstvete	60+90	Tidig höst	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.

2.3 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.

2.4 Klimatdata

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

2.5 Odlingsåtgärder, växtföljder, gödning samt ogräsbekämpning

I tabell 3 redovisas grödor, datum för gödning och andra odlingsåtgärder för de två olika växtföljderna i försöket. I växtföljd I odlas grödorna höstraps, höstvetete, rågvete, sockerbetor och vårkorn. Växtföljd II består av havre, höstvetete, vårkorn med insatt rajgräs, sockerbetor samt vårkorn med insatt rajgräs. I tabellen anges också tidpunkter för grödornas olika utvecklingsstadier såsom axgång, gulmognad och fullmognad. 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.

Tabell 4. Gödselgivor av kväve, fosfor och kalium (kg/ha)

Gödselslag	Gröda	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Kväve							
Led A	Höstraps	40	80+70	40+80+70	40+80+70	70+80	80+70
Led B	Höstvetete		60+60	60+90	60+90	60+90	60+90
Led C	Rågvete		50+50	50+50	50+50	50+50	50+50
Led D	Sockerbetor		66	120	120	120	120
Led E	Vårkorn		55	100	100	100	100
Led F	Havre		50	90	90	90	90
Led G	Höstvetete		60+60	60+90	60+90	60+90	60+90
Led H	Vårkorn + Eng.rajgräs		55	100	100	100	100
Led I	Sockerbetor		66	120	120	120	120
Led J	Vårkorn + Eng.rajgräs		55	100	100	100	100
Fosfor							
Led A	Höstraps			27,5	27,5	27,5	27,5
Led B	Höstvetete			27,5	27,5	27,5	27,5
Led C	Rågvete			27,5	27,5	27,5	27,5
Led D	Sockerbetor			27,5	27,5	27,5	27,5
Led E	Vårkorn			27,5	27,5	27,5	27,5
Led F	Havre			27,5	27,5	27,5	27,5
Led G	Höstvetete			27,5	27,5	27,5	27,5
Led H	Vårkorn + Eng.rajgräs			27,5	27,5	27,5	27,5
Led I	Sockerbetor			27,5	27,5	27,5	27,5
Led J	Vårkorn + Eng.rajgräs			43	27,5+5	27,5+6	27,5+9
Kalium							
Led A	Höstraps			62,5	52,5	52,5	52,5
Led B	Höstvetete			62,5	52,5	52,5	52,5
Led C	Rågvete			62,5	52,5	52,5	52,5
Led D	Sockerbetor			62,5	52,5	52,5	52,5
Led E	Vårkorn			52,5	52,5	52,5	52,5
Led F	Havre			52,5	52,5+30	52,5+30	52,5+25
Led G	Höstvetete			52,5	52,5	52,5+30	52,5+30
Led H	Vårkorn + Eng.rajgräs			52,5	52,5	52,5	52,5+30
Led I	Sockerbetor			52,5	52,5	52,5	52,5
Led J	Vårkorn + Eng.rajgräs			82	52,5+30	52,5+25	52,5+30

Tabell 3. Grödor, datum för gödsling och andra odlingsåtgärder samt tidpunkter för olika utvecklingsstadier hos grödorna

Led		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Gröda		Höstraps	Höstvete	Rågvete	Sockerbetor	Vårkorn	Havre	Höstvete	Vårkorn	Sockerbetor	Vårkorn
Fånggröda		I					II				
Växtföljd		I					II				
1992											
Gödsling, höst		28/8									
Huvudgröda	Sort	Casino	Kosack	Prego				Kosack			
	Sådd	15/8	22/9	22/9				23/9			
	Uppkomst	22/8	1/10	1/10				1/10			
	Ruta	5	6	7	8	10	1	2	3	4	9
Gödsling, vår		1/4,23/4	1/4,16/4	1/4,16/4	14/4	14/4	14/4	1/4,16/4	14/4	14/4	14/4
Jordbearbetning, vår	Harvning				14/4	14/4	14/4		14/4	14/4	14/4
Huvudgröda	Sort				Hanna	Meltan			Meltan	Hanna	Meltan
	Sådd				15/4	15/4	15/4		15/4	15/4	15/4
	Uppkomst				25/4	22/4	22/4		22/4	25/4	22/4
	Axgång	30/6	7/6	29/5		14/6	16/6	7/6	14/6		14/6
	Gulmognad*		10/8	27/7	29/6	8/8	1/8	10/8	8/8	29/6	8/8
	Skörd	2/8	1/9	22/8		14/8	1/9	1/9	22/8		14/8
Fånggröda	Sort										
	Sådd								15/4		15/4
	Uppkomst								25/4		25/4
Jordbearbetning, höst	Harvning	22/9	22/9				21/9				
	Plöjning	21/9	21/9	9/12	9/12	9/12	21/9	9/12	9/12	9/12	9/12
Höstgröda	Sort	Libraska	Kosack	Prego				Kosack			
	Sådd	17/8	22/9	22/9				22/9			
	Uppkomst	24/8	1/10	1/10				1/10			
Gödsling, höst		24/8									
1994	Ruta	10	5	6	7	8	9	1	2	3	4
Gödsling, vår		28/3,20/4,22/4	8/4,20/4,5/5	8/4,20/4,5/5	20/4,22/4	20/4,22/4	20/4,22/4	8/4,22/4,5/5	20/4,22/4	20/4,22/4	20/4,22/4
Jordbearbetning, vår	Harvning				22/4,24/4	22/4	22/4		22/4	22/4,24/4	22/4
	Ogräshackning				16/6					16/4	
Huvudgröda	Sort				Hanna	Meltan	Vital		Meltan	Hanna	Meltan
	Sådd				24/4	23/4	22/4		23/4	24/4	23/4
	Uppkomst				3/5	1/5	3/5		1/5	3/5	1/5
	Axgång										
	Gulmognad*	25/7	3/8	29/7	26/6	1/8	6/8	3/8	1/8	26/6	1/8
	Fullmognad		12/8	6/8	7/8	7/8	12/8	12/8	7/8		7/8
	Skörd	2/8	23/8	23/8	28/9	12/8	13/8	23/8	12/8	28/9	12/8
Fånggröda	Sort								Pavo		Pavo
	Sådd								23/4		23/4
	Uppkomst										
Jordbearbetning, höst	Stubbearbetning	22/8		8/9							
	Harvning	13/9	13/9			22/8	13/9				
	Plöjning	13/9	13/9			22/8	13/9				
Höstgröda	Sort	Libraska	Kosack	Prego				Kosack			
	Sådd	22/8	14/9	14/9				14/9			
	Uppkomst	29/8	23/9	23/9				23/9			
Gödsling, höst		29/8									
1995	Ruta	8	10	5	6	7	4	9	1	2	3
Gödsling, vår		14/3,5/4	14/3,5/4,26/4	14/3,5/4,26/4	5/4,25/4	5/4,26/4	26/4,5/4	14/3,5/4,26/4	5/4,26/4	5/4,25/4	5/4,26/4
Jordbearbetning, vår	Harvning				30/3,25/4	30/3,28/4	30/3,28/4		30/3,28/4	30/3,25/4	30/3,28/4
Huvudgröda	Sort				Hanna	Meltan	Galopp		Meltan	Hanna	Meltan
	Sådd				25/4	28/4	28/4		28/4	25/4	28/4
	Uppkomst										
	Axgång		22/6	10/6		30/6	3/7	22/6	30/6		30/6
	Gulmognad*	24/7	11/8	30/7	3/7	2/8	11/8	11/8	2/8	3/7	2/8
	Fullmognad		18/8	11/8		7/8	20/8	18/8	7/8		7/8
	Skörd	5/8	23/8	11/8	29/9	9/8	23/8	23/8	9/8	29/9	9/8
Fånggröda	Sort								Pavo		Pavo
	Sådd								29/4		29/4
	Uppkomst										
Jordbearbetning, höst	Stubbearbetning			28/9				28/9			
	Harvning	13/9,22/9	13/9,22/9			15/8,24/8	13/9,22/9				
	Plöjning	13/9	13/9		20/11	15/8	13/9		20/11	20/11	20/11
Höstgröda	Sort	Express	Riimo	Prego				Riimo			
	Sådd	24/8	22/9	22/9				22/9			
	Uppkomst										
Gödsling, höst		4/9									

* för raps gäller utvecklingsstadium 5.3 – första grönbruna fröna och för sockerbetor gäller när raderna sluter sig

Tabell 3 forts. Grödor, datum för gödsling och andra odlingsåtgärder samt tidpunkter för olika utvecklingsstadier hos grödorna

Led		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Gröda		Höstraps	Höstvete	Rågvete	Sockerbetor	Vårkorn	Havre	Höstvete	Vårkorn	Sockerbetor	Vårkorn
Fånggröda		I					II				
Växtföljd		I					II				
1996	Ruta	7	8	10	5	6	3	4	9	1	2
Gödsling, vår		10/4,29/4	10/4,29/4,9/5	10/4,29/4,9/5	29/4	29/4	29/4	10/4,29/4,9/5	29/4	29/4	29/4
Jordbearbetning, vår	Harvning				22/4,29/4	22/4,29/4	22/4,29/4		22/4,29/4	22/4,29/4	22/4,29/4
Huvudgröda	Sort				Balder	Baronesse	Adamo		Baronesse	Balder	Baronesse
	Sådd				29/4	29/4	29/4		29/4	29/4	29/4
	Uppkomst										
	Axgång										
	Gulmognad*				5/7					5/7	
Fånggröda	Skörd	20/8	6/9	24/8	24/10	22/8	4/9	6/9	23/8	24/10	23/8
	Sort								Pavo		Pavo
	Sådd								30/4		30/4
	Uppkomst										
Jordbearbetning, höst	Stubbearbetning	6/9		18/9				18/9			
	Harvning	23/9	23/9			26/8	23/9				
	Plöjning	19/9	19/9	22/11	22/11	23/8	19/9	22/11	22/11	22/11	22/11
Höstgröda	Sort	Express	Ritmo	Prego				Ritmo			
	Sådd	26/8	23/9	23/9				23/9			
	Uppkomst										
1997	Ruta	6	7	8	10	5	2	3	4	9	1
Gödsling, vår		11/3, 1/4, 21/4	21/3, 1/4, 28/4	21/3, 1/4, 28/4	1/4	1/4	1/4	21/3, 1/4, 28/4	1/4	1/4	1/4
Jordbearbetning, vår	Harvning				1/4, 16/4	1/4, 2/4	1/4, 2/4		1/4, 2/4	1/4, 16/4	1/4, 2/4
Huvudgröda	Ogräshackning				15/6						
	Sort				Hanna	Optic	Freja		Optic	Hanna	Optic
	Sådd				16/4	2/4	2/4		2/4	16/4	2/4
	Uppkomst										
	Axgång		23/6	15/6		25/6	25/6	23/6	25/6		25/6
	Gulmognad*	3/8	15/8	5/8	5/7	3/8	10/8	15/8	3/8	5/7	3/8
	Fullmognad		21/8	12/8		8/8	24/8	21/8	8/8		8/8
Fånggröda	Skörd	18/8	28/8	28/8	29/10	11/8	28/8	28/8	25/8	29/10	11/8
	Sort								Pavo		Pavo
	Sådd								3/4		3/4
	Uppkomst										
Jordbearbetning, höst	Stubbearbetning										
	Harvning	15/9, 18/9	15/9, 18/9			15/8, 16/8	15/9, 18/9	15/9, 18/9			
	Plöjning	15/9	15/9		20/11	15/8	15/9	15/9	20/11	20/11	20/11
Höstgröda	Sort	Express	Tavgo	Prego				Targo			
	Sådd	15/8	18/9	18/9				18/9			
	Uppkomst										

* för raps gäller utvecklingsstadium 5.3 – första grönbruna fröna och för sockerbetor gäller när raderna sluter sig

Växtnäring tillförs i form av handelsgödsel och all gödning sker på våren, förutom en kvävegiva till höstrapsen, på hösten strax efter skörd (tabell 3). De handelsgödselpreparat som hittills använts i försöket är: Kalksalpeter, N 28, N 27S, N 26S, N-Na, N 20-Na, PK 11-25 och PK 11-21. Den faktiska tillförseln av växtnäring (kväve, fosfor och kalium) till respektive led framgår ur tabell 4.

På de försöksrutor där det ska sås höstgrödor (led A, B, E, F) både stubbearbetas och plöjs marken tidigt på hösten strax efter skörd, tabell 2 och 3. Även led C och G, där ingen höstsådd görs, stubbearbetas efter skörd men plöjs först senare på hösten, tabell 3. Led D och I med sockerbetor plöjs sent på hösten efter skörd, tabell 3. I fånggrödeleden får fånggrödan växa fram till november, då marken plöjs utan föregående stubbearbetning, tabell 3. Ogräs- och parasitbekämpning sker i alla led vid behov. Under försöksåren hitintills har ogräshackning skett i leden med sockerbetor (D och I) under våren, tabell 3. 1996 bekämpades höstrapsen (led A) mot rapsbagge med insektsmedlet Decis den 15/5. Samma dag bekämpades även havren (led F) mot fritfluga med samma medel.

3. PROVTAGNINGAR OCH ANALYSER

3.1 Vattenprov

Prov på dräneringsvatten från varje försöksruta tas varannan vecka. Vattnet analyseras med avseende på pH, ledningstal, NO₃-N samt total-N. Koncentrationerna av NO₃-N analyseras med kadmiumreduktionsmetoden (Grasshoff, 1964; Wagner, 1974), enligt svensk standard. Totalkväve analyseras på samma sätt efter det att organiskt och oorganiskt kväve oxiderats till nitratkväve.

3.2 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.

För bestämning av grödornas totala kväveinnehåll i de ovanjordiska växtdelarna provtas höstvetete, rågvete, havre och vårkorn vid gulmognad. Höstraps och sockerbetor provtas i samband med skörd, se nedan. De höstsådda grödorna provtas även 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.

Vid provtagningarna delas provet upp i olika fraktioner. Huvudgröda och fånggröda tas i separata prov och skörderester separeras från fånggröda.

3.3 Skörd, skörderester och kvävebortförsel med grödan

Kvantitativ skördebestämning görs på rutor med raps och stråså. Skördad kärn- respektive fröviktt 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-, renvikts- 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.

3.4 Nedbrukat material

Omedelbart före bearbetning av tidigare orörd mark (efter skörd) provtas allt ovanjordiskt växtmaterial (fånggröda, halm, stubb, ogräs m.m.) på motsvarande vis som i växande gröda för att bestämma nedbrukat kvävemängd och materialets kvalitet (C/N-kvot). Undantag utgör rapsledet, vilket provtas i direkt samband med skörd.

I försöksrutor med stråsåd utan fånggröda provtas allt ovanjordiskt material i ett prov före stubbearbetningen. Växtrester efter huvudgrödan och övrig vegetation (ogräs) separeras ej. I försöksrutorna med fånggröda görs provtagningen före plöjningen i november. Dessa prov separeras i skörderester (stubb, halm och spill) och fånggröda (inklusive ogräs). Vad gäller försöksrutan med höstraps provtas halmen i samband med skörd. Även rapsstubb + spill och övrig vegetation (ogräs) provtas vid skörd i två separata prov för att bestämma rapsens totala upptag av kväve.

3.5 Mineraliskt kväve i marken

Jordprover för bestämning av jordens innehåll av mineraliskt kväve (ammonium- och nitratkväve) tas vid följande tidpunkter för de höstsådda grödorna (led A, B, C, G): tidig vår före gödsling, höstsådens gulmognad respektive höstrapsens utvecklingsstadium 5.3, före stubbearbetning, omkring 1 oktober och senhöst (10-15 november). För vårsådda stråsådesgrödor (led E och F utan fånggröda, led H och J med fånggröda) görs provtagningar vid följande tidpunkter: tidig vår, före sådd och gödsling på våren, vårsådens gulmognad, före stubbearbetning (led E, F) och gödsling (led E), omkring 1 oktober, senhöst (10-15 november). I leden med sockerbetor (D, I) tas jordprover under: tidig vår, före sådd och gödsling på våren, omedelbart före skörd, senhöst (10-15 november).

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.

3.6 Beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och kväveutlakning

Genom rätlinjig interpolering av analyserade koncentrationer beräknades för varje ruta ett koncentrationsvärde för varje dygn under perioden. Dessa framräknade dygnskoncentrationer multiplicerades med dygnsavrinning för att erhålla dygnstransport. Dygnstransporterna summerades sedan till månads- och årstransporter avseende agrohydrologiska år, 1/7 – 30/6. Summerad transport från varje försöksruta dividerades med summerad avrinning från respektive försöksruta för att få fram månads- eller årsmedelkoncentration. För beräkning av den årliga kväveutlakningen från respektive försöksruta multiplicerades årskoncentrationen med en gemensam avrinning för alla rutor. I detta fall användes medelavrinningen från de två rutor som hade störst avrinning under året ifråga.

4. RESULTAT OCH DISKUSSION

4.1 Skördar och bortförsel av växtnäring

Ledvisa skördar av den huvudsakliga skördeprodukten under vart och ett av försöksåren 1993-97 redovisas i tabell 5. Trenden under de gångna försöksåren är att kvantiteten av bortförda kärnskördar för stråsäd har ökat, medan skördarna av höstraps och sockerbetor har sjunkit. Normskördar i området enligt SCB visar på liknande förhållande förutom att sockerbetskördarna har ökat något, tabell 6. Sockerbetskördarna i de båda växtföljderna var i samma storleksordning under alla åren, drygt 10 ton/ha mer än normskörden i medeltal. Vad gäller höstvetet har något högre, drygt 300 kg/ha skördats i växtföljd I än i växtföljd II, mätt som medeltal 1993-97. Avkastningen från höstvetet var betydligt större än normskörden alla år utom 1994 i led B. Vårkornet, led H och J i växtföljd II, där fånggröda har såtts in gav betydligt lägre skörd, 780 respektive 650 kg/ha, än led E med enbart vårkorn. Dock var kärnsköörden av vårkorn större än normskördarna, även i led med insådd fånggröda.

Halter av kväve, fosfor och kalium (% av ts) samt bortförsel (kg/ha) med kärn-, frö-, och betskördarna redovisas i tabeller 7 och 8. I led I, sockerbetor, har förutom själva betan även blasten bortförts, för vilket halter och bortförsel anges med kursiv stil i tabell 8. I medeltal bortfördes ungefär 70 kg N/ha med blasten, vilket är nästan lika mycket som bortförts med betskörden i sig. Blasten hade en C/N-kvot på 15 i medeltal, vilket bör ha medfört nettomineralisering av kväve efter en relativt kort tid efter nedbrukning med risk för ökade kväveförluster. Liksom att led H och J, vårkorn med insådd fånggröda, gav lägre avkastning, tabell 5, var även kvävehalten i dessa led betydligt lägre än i led E utan fånggröda. Även höstvetet i växtföljd I visade på större mängder kväve i kärnan än höstvetet i växtföljd II, tabell 8.

En orsak till att kornskördarna och kvävehalterna i led E var betydligt högre än i led H och J kan vara att förfrukten är det sockerbetsled (D) där blasten nedbrukats. Kvävemängderna i betblasten var betydande (tabeller 7 och 8) kan till viss del ha kommit vårsäden tillgodo. En annan orsak till större avkastning och kvävemängd i led E kan vara att kornen inte fick konkurrens från någon fånggröda som i led H och J. Höstvetet i led B har också haft en kväverik förfrukt, höstraps, vilket kan förklara de stora skördarna och kvävemängderna i kärnan till skillnad från höstvetet i led G, som haft havre som förfrukt.

Tabell 5. Bortförda skördar, kärna (kg/ha vid 15 % vattenhalt) av stråsäd, frö av höstraps, färskvikt (ton/ha) av betor i utlagningsförsöket vid Lönnstorp

Led	A	B	C	D*	E	F	G	H	I**	J
Gröda	H-raps	H-vete	Rågvede	Socketbetor	Vårkorn	Havre	H-vete	Vårkorn	Socketbetor	Vårkorn
Fånggröda								Eng. Rajgräs		
Växtföljd	I					II				
1993	4805	4303	5335	68	4884	3067	5290	4809	67	4527
1994	3180	7123	4374	60	6318	4887	6318	5391	56	5189
1995	2920	7317	6868	48	6004	3228	8095	5254	46	5356
1996	2650	10000	5653	57	7189	6198	8626	6099	55	6490
1997	2192	10941	7565	53	7343	6781	9749	6281	56	6902
Medeltal	3149	7936	5959	57	6347	4832	7615	5566	56	5692

* Blasten nedbrukas.

** Blasten bortförs från fältet.

Tabell 6. Normskördar (kg/ha vid 15 % vattenhalt), enligt SCB, för skördeområdet runt Lönnstorp

Gröda	Höstraps	Höstvete	Korn	Havre	Socketbetor
1993	3223	6986	5382	4952	48190
1994	3244	7078	5435	4949	48225
1995	3241	7173	5403	4895	48869
1996	2904	7348	5495	4985	49197
1997	2938	7494	5562	5052	49030
Medeltal	3110	7216	5455	4966	48702

Tabell 7. Innehåll av N, C, P och K i sockerbetor (beta, blast och nacke) samt bestämning av betans sockerhalt. Blasten i led D nedbrukades medan blasten i led I bortfördes från fältet

Led	1993		1994		1995		1996		1997		Medel 93-97	
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
N, kg/ha												
blast	118	104	57	55	62	50	89	72	44	57	74	68
nacke	21	18	11	12	8	7	13	11	6	7	12	11
beta	111	95	90	76	63	61	77	75	44	78	77	77
Summa N, kg/ha	250	217	158	143	133	118	179	158	94	142	163	156
N, % av ts												
blast	2,59	2,41	2,83	2,87	2,45	2,35	2,50	2,29	1,82	2,29	2,44	2,44
nacke	1,78	1,69	1,55	1,43	1,58	1,49	1,38	1,31	1,41	1,71	1,54	1,53
beta	0,68	0,58	0,66	0,60	0,61	0,59	0,55	0,55	0,49	0,55	0,60	0,57
C, % av ts												
blast	39,08	-	38,22	38,38	38,36	37,20	-	-	-	-	38,55	37,79
nacke	38,38	39,60	39,15	39,34	37,92	37,50	-	-	-	-	38,48	38,81
beta	-	-	39,55	40,19	41,74	41,63	-	-	-	-	40,65	40,91
C/N-kvot												
blast	15	-	13	13	16	16	-	-	-	-	15	15
nacke	22	25	25	28	24	26	-	-	-	-	24	26
beta	-	-	60	67	69	70	-	-	-	-	64	69
P, % av ts												
blast	0,34	0,32	0,31	0,30	0,26	0,26	0,26	0,27	0,20	0,23	0,27	0,28
nacke	0,25	0,23	0,24	0,22	0,24	0,23	0,20	0,20	0,19	0,22	0,22	0,22
beta	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,09	0,10	0,12	0,12
K, % av ts												
blast	3,66	3,66	4,47	4,29	2,99	3,49	3,22	3,43	2,95	2,74	3,46	3,09
nacke	1,97	1,91	2,00	1,65	1,49	1,68	1,69	1,56	1,26	1,24	1,68	1,61
beta	0,66	0,57	0,75	0,66	0,58	0,66	0,62	0,59	0,42	0,44	0,61	0,58
Beta												
Sockethalt (%)	18	18	17	17	16	16	18	18	19	19	17	18
Utvinnbart socker (%)	86	87	84	85	90	90	91	91	92	92	89	89
Utvinnbart socker (ton/ha)	58	58	34	48	43	41	52	50	49	52	51	50
K (%)	3,92	3,55	4,31	3,96	2,98	3,33	3,48	3,52	3,22	3,09	3,58	3,49
Na (%)	0,52	0,40	0,55	0,48	0,41	0,37	0,32	0,32	0,34	0,42	0,43	0,40
Blåtal (mg/100g)	15	12	16	13	10	9	7	7	8	10	11	10
Jordhalt (%)	30	34	12	15	16	16	22	21	13	13	19	20

Tabell 8. Halter i och bortförel med kärn-, frö- och betskördarna av total-N, total-P samt K

Led	A	B	C	D*	E	F	G	H	I**	J
Gröda	H-raps	H-vete	Rågvete	Socketbetor	Vårkorn	Havre	H-vete	Vårkorn	Socketbetor	Vårkorn
Fånggröda								Eng. Rajgräs	Eng. Rajgräs	
Växtföljd	I					II				
Halter av total-N i skördarna (% av ts)										
1993	3,61	2,62	2,37	0,68	2,04	2,01	2,50	1,94	0,58+2,41	2,12
1994	2,88	1,95	1,53	0,66	1,93	1,52	1,90	1,48	0,59+2,86	1,43
1995	2,89	1,48	1,46	0,61	1,51	1,87	1,40	1,45	0,59+2,35	1,50
1996	2,94	1,74	1,51	0,55	1,78	1,82	1,54	1,58	0,55+2,29	1,64
1997	3,13	1,74	1,59	0,49	1,53	1,52	1,46	1,37	0,55+2,89	1,46
Medeltal	3,09	1,91	1,69	0,60	1,76	1,75	1,76	1,56	0,57+2,56	1,63
Kväve bortfört med skördarna (N, kg/ha)										
1993	147	96	107	111	84	52	112	79	95+104	81
1994	78	118	57	90	104	63	102	68	76+55	63
1995	72	92	85	63	77	51	97	65	61+50	68
1996	66	148	73	77	109	96	113	82	75+72	91
1997	61	162	102	44	96	98	121	73	78+57	86
Medeltal	85	123	85	77	94	72	109	73	77+67	78
Halter av total-P i skördarna (% av ts)										
1993	0,72	0,45	0,43	0,13	0,43	0,48	0,48	0,44	0,12+0,32	0,45
1994	0,72	0,37	0,45	0,13	0,41	0,40	0,39	0,42	0,12+0,30	0,42
1995	0,89	0,41	0,34	0,12	0,42	0,44	0,41	0,42	0,11+0,26	0,41
1996	0,83	0,36	0,47	0,12	0,40	0,39	0,38	0,41	0,13+0,27	0,42
1997	0,85	0,39	0,47	0,09	0,45	0,45	0,37	0,42	0,10+0,23	0,39
Medeltal	0,80	0,40	0,43	0,12	0,42	0,43	0,41	0,42	0,12+0,28	0,42
Fosfor bortförd med skördarna (P, kg/ha)										
1993	30	17	20	22	18	12	22	18	19+14	17
1994	20	23	17	18	22	16	21	19	15+6	19
1995	22	26	20	12	21	12	28	19	12+5	19
1996	19	31	23	17	25	21	28	21	18+8	23
1997	17	36	30	12	28	26	30	23	14+6	23
Medeltal	22	27	22	16	23	17	26	20	16+8	20
Halter av K i skördarna (% av ts)										
1993				0,66					0,57+3,66	
1994				0,75					0,66+4,29	
1995				0,58					0,66+3,49	
1996				0,62					0,59+3,43	
1997				0,42					0,44+2,74	
Medeltal				0,61					0,58+3,09	
Kalium bortfört med skördarna (K, kg/ha)										
1993				108					92+158	
1994				102					83+82	
1995				60					68+75	
1996				87					81+108	
1997				57					63+68	
Medeltal				83					77+98	

*Blasten nedbrukad.

**Blasten bortförd från fältet. Halter och bortförd mängd anges med kursiv stil.

4.2 Kväve i växande gröda och mängd nedbrukat växtmaterial

4.2.1 Kväve i fånggröda

Fånggrödornas innehåll av kväve i ovanjordiska växtdelar vid huvudgrödans gulmognad och före nedbrukning på senhösten visas i tabell 9. Led H har höstvetete som förfrukt och led I sockerbetor där blasten bortförs efter skörd. Första försöksåret hade fånggrödorna god tillväxt fram till nedbrukning, med ett kväveinnehåll i de ovanjordiska växtdelarna på ca 23 kg N/ha. De efterföljande åren var kväveupptaget sämre, ca 8-14 kg N/ha före nedbrukning. Led J med sockerbetor som förfrukt visade ett par år på något större kväveinnehåll i de ovanjordiska växtdelarna hos fånggrödan. Huvudgrödans gulmognadsstadium under dessa år inföll ungefär den 10/8 och nedbrukning skedde som tidigast 12/11 och senast 6/12. Under de tre höstmånaderna från gulmognad till nedbrukning ökade fånggrödans kväveinnehåll i kg/ha med ungefär en faktor 10. C/N-kvoten, uppmätt strax före nedbrukning på senhösten, var under försöksåren relativt låg, i medeltal ca 20.

Tabell 9. Kväve (kg/ha, % ts) och kolhalter (% ts) samt C/N-kvot i fånggrödan vid huvudgrödans gulmognad och före höstbearbetning i de två led där fånggröda insåddes

Led	1993		1994		1995		1996		1997		Medeltal 93-97	
	H	J	H	J	H	J	H	J	H	J	H	J
Gulmognad												
N, kg/ha	4,1	3,5	0,9	1,2	0,8	0,2	0,6	1,0	0,5	0,4	1,4	1,3
N, % ts	2,57	2,49	1,29	1,38	1,53	1,55	1,35	1,88	1,56	1,69	1,66	1,80
Före nedbrukning												
N, kg/ha	22,9	23,2	9,8	14,3	10,0	8,2	7,9	8,8	8,0	13,1	11,7	13,5
N, % ts	2,03	1,99	2,07	1,94	2,50	3,00	2,38	2,41	1,60	1,90	2,12	2,25
C, % ts	41,71	42,01	44,72	44,42	43,00	43,03	42,03	42,10	41,97	41,87	42,69	42,69
C/N-kvot	21	21	22	23	17	14	18	18	26	22	21	20

4.2.2 Kväve i ovanjordiskt växtmaterial

I tabell 10 redovisas grödornas kväveinnehåll, kg/ha, i dess ovanjordiska växtdelar vid olika utvecklingstidpunkter. Vid provtagning före bearbetning ingick förutom ovanjordiskt levande växtmaterial även stubb och skörderester på markytan.

Tabell 10. Kväveinnehåll (kg/ha) i ovanjordiska växtdelar under senhöst för höstsådda grödor, tidig vår, vid gulmognad samt före jordbearbetning efter skörd. För sockerbetor avses beta och blast

Led	A*	B	C	D*	E	F	G	H	I*	J
Gröda	H-raps	H-vete	Rågvede	Sockerbetor	Vårkorn	Havre	H-vete	Vårkorn	Sockerbetor	Vårkorn
Fånggröda								Eng. Rajgräs		Eng. Rajgräs
Växtföljd	I					II				
1993										
Sen höst 1992	75	5	6	-	-	-	5	-	-	-
Tidig vår 1993	67	9	16	-	-	-	9	-	-	-
Gulmognad	161	152	150	249	130	102	188	119	217	111
Före bearbetning	49	24	15	138	16	26	12	28	18	31
1994										
Sen höst 1993	21	4	3	-	-	-	4	-	-	-
Tidig vår 1994	15	7	6	-	-	-	6	-	-	-
Gulmognad	89	145	79	157	126	122	131	98	143	108
Före bearbetning	28	12	6	68	8	10	14	15	12	22
1995										
Sen höst 1994	41	7	7	-	-	-	6	-	-	-
Tidig vår 1995	50	15	15	-	-	-	10	-	-	-
Gulmognad	84	118	120	133	98	74	103	68	118	85
Före bearbetning	21	17	17	70	12	14	15	14	7	13
1996										
Sen höst 1995	41	11	4	-	-	-	5	-	-	-
Tidig vår 1996	15	11	6	-	-	-	6	-	-	-
Gulmognad	75	196	104	178	151	107	142	106	158	119
Före bearbetning	23	21	13	101	13	7	16	17	11	19
1997										
Sen höst 1996	32	13	11	-	-	-	7	-	-	-
Tidig vår 1997	9	8	15	-	-	-	4	-	-	-
Gulmognad	102	172	132	94	116	97	140	102	143	95
Före bearbetning	56	22	22	50	saknas	7	18	18	7	21
Medelår 93-97										
Sen höst	42	8	6	-	-	-	5	-	-	-
Tidig vår	31	10	12	-	-	-	7	-	-	-
Gulmognad	102	157	117	162	124	100	141	99	156	104
Före bearbetning	35	19	15	85	12	13	15	18	11	21

* uppgifter vid gulmognad för stråsäd avser värden vid skörd i höstraps respektive sockerbetor.

Vid stråsädens gulmognad och motsvarande stadium för höstraps inkluderas i värdena både kärn-, eller frö- och halminnehåll. För sockerbetor avses beta och blast. I höstraps och sockerbetor åsyftar uppgifterna provtagning vid skörd. Kvävmängderna före bearbetning i led D avser både blast och nacke men i led I endast nacke, då blasten bortförts där. Vid jämförelse av vårkorn med och utan insått rajgräs (led E, H och J) ökade de insådda fånggrödorna mängden nedbrukat kväve påtagligt jämfört med led E, utan fånggröda men med tidig höstplöjning. Växtligheten i led E utgjordes av ogräs och spillsädesgrönka. Vid provtagningar före nedbrukning var kväveinnehållet i led H och J med fånggröda 18 respektive 21 kg N/ha men i led E 12 kg N/ha räknat som medelvärde 1993-97. Däremot var kväveinnehållet större i led E vid gulmognad (tabell 10) dels på grund av bättre tillväxt hos grödan men även genom högre kvävehalter. Led D med sockerbetor hade mycket skörderester, vilket avspeglades i kväveinnehållet, 85 kg N/ha (tabell 10). I led I däremot, där blasten bortförts, uppvisas de lägsta

kvävemängderna av alla led med endast 11 kg N/ha. Höstrapsen lämnar också mycket skörderester efter sig och därmed stort kväveinnehåll före nedbrukning, 35 kg N/ha.

Fånggrödans kväveinnehåll i ovanjordiska växtdelar på senhösten före nedbrukningen var i medeltal under åren 1993-97 i led H 11,7 kg/ha och i led J 13,5 kg/ha (tabell 9). Vid ungefär samma tidpunkt provtogs de höstsådda grödorna (led A, B, C och G). Dessa provtagningar visade att rajgräset hade högre kvävemängd per hektar än det nysådda höst- och rågvetet (B, C, G). Höstvetet i led B och G hade ett kväveinnehåll på 8 respektive 5 kg/ha och rågvetet i led C 6 kg/ha. Däremot hade höstrapsen betydligt större kvävemängd än övriga, vilket troligtvis avspeglar den startkvävegiva på 40 kg/ha rapsen fick på hösten. Likadant gäller för höstrapsen vid tidig vårprovtagning, att kväveinnehållet var betydligt större än i övriga grödor.

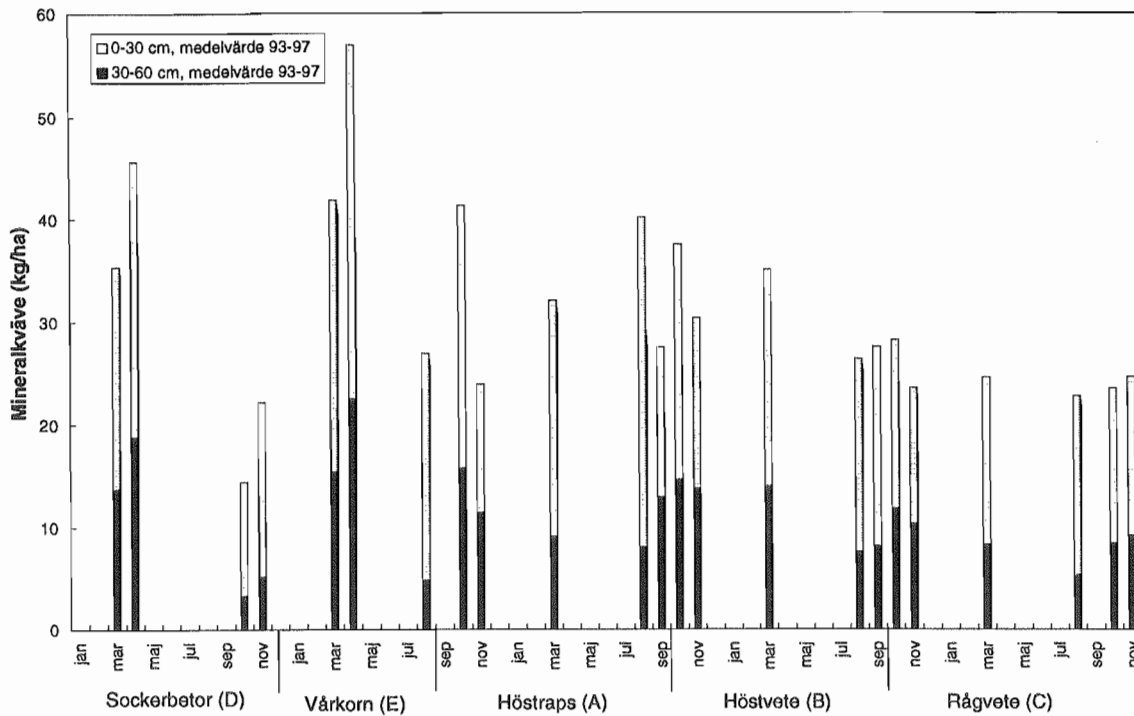
4.2.3 Mineralkväve i marken

Medeltal av mineralkväveinnehållet (ammonium- och nitratkväve) i marken, 0-30 och 30-60 cm, vid alla provtagningstillfällen under försöksåren 1993-97 åskådliggörs i figurerna 2 och 3. I tabell 11 redovisas totala mineralkväveinnehållet i jordprofilen (0-60 cm) vid varje enskilt provtillfälle för respektive försöksled. Kvävehalterna som anges vid provtagningarna i november och december avser nästa års gröda. Gäller dock ej för sockerbetor och vårkorn med insädd fånggröda.

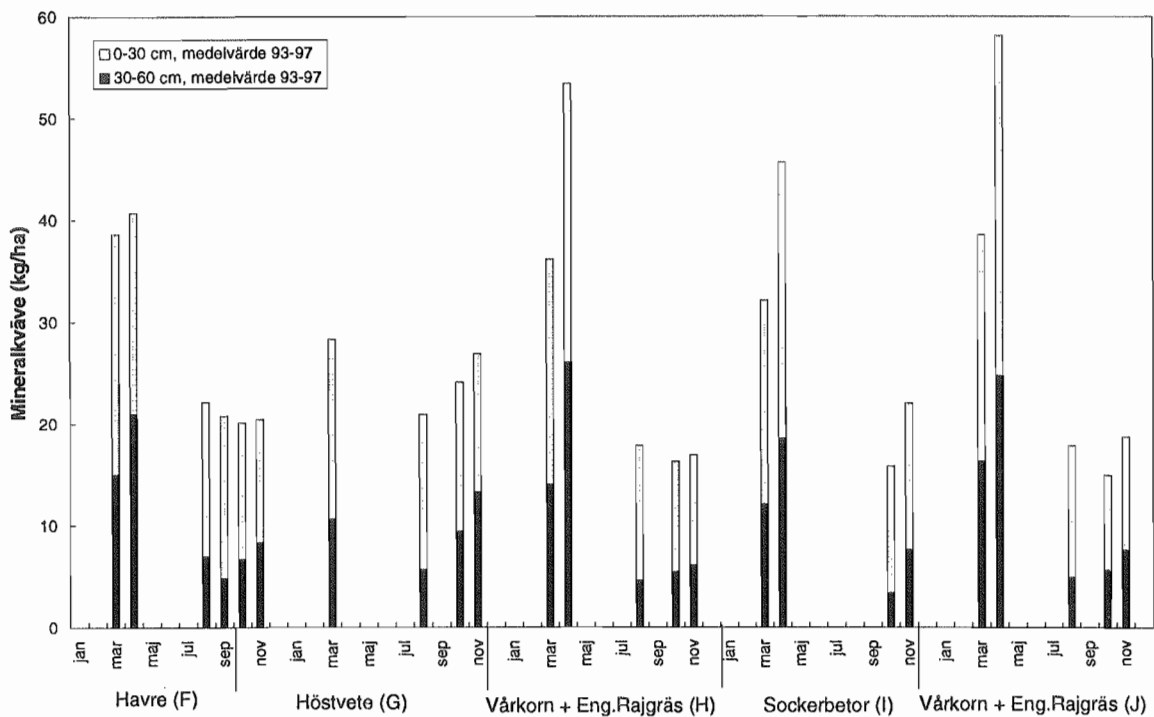
De mängder mineralkväve som finns i markprofilen vid stråsådens gulmognad kan betraktas som outnyttjbara rester, då huvudgrödans kväveupptag vid denna tidpunkt avslutats. Led med insädd rajgräs innehöll vid gulmognadsprovtagning, i medeltal, något mindre mängder mineralkväve än stråsådesled utan fånggröda, tabell 11 samt figur 2 och 3. Fånggrödan tycks då ha bidragit till att i viss utsträckning minska överblivna mineralkvävemängder. Fram till senhösten, före nedbrukning, ökade fånggrödans kväveinnehåll med 10-12 kg/ha (tabell 9) och höststråsåden endast 5-8 kg/ha (tabell 10), vilket också visar sig i figur 3 och tabell 11 där mineralkväveförrådet i marken är mindre i leden med fånggröda. Leden med sockerbetor visade också på små mängder mineralkväve på senhösten jämfört med övriga grödor. Provtagningar i sockerbetor före bearbetning (november) visade på högre mängder mineralkväve än provtagningar vid skörd (oktober), vilket sannolikt beror på avsaknad av gröda, eventuellt kvarliggande skörderester samt viss mineralisering, som kan ha stimulerats genom jordbearbetningen vid skörden.

Markens mineralkväveförråd i alven ökade markant under hösten i rapsen som odlades efter vårkornen. Sannolikt kan den jämförelsevis stora mängden mineralkväve i oktober i höstrapsen vara ett resultat av den kvävegiva som rapsen får på hösten. Mineralkvävet minskade sen under hösten på grund av rapsens upptag. Höstvetet i led B, som såddes efter höstrapsen, hade betydligt större mineralkvävetillgång i markprofilen både på hösten och våren därpå än det höstvete, led G, som haft havre som förfrukt. Kärnskoroden (tabell 5) var något större i led B än i led G liksom mängden bortfört kväve och totalkvävehalt i kärnskoroden (tabell 8).

Där marken varit bevuxen med gröda under vintern låg mineralkvävenivån på relativt konstant nivå till och med våren. Däremot var mängderna mineralkväve högre på våren i de rutor som legat plöjda under vintern, särskilt efter sockerbetor. De tre led (E, H, J) där vårkorn senare såddes uppvisade höga halter av mineralkväve under mars och april.



Figur 2. Medelvärden av mineralkväve (N, kg/ha) i växtföljd I inom 0-30 och 30-60 cm markdjup under försöksåren 1993-97. I sockerbetsledet (D) nedbrukades blasten.



Figur 3. Medelvärden av mineralkväve (N, kg/ha) i växtföljd II inom 0-30 och 30-60 cm markdjup under försöksåren 1993-97. I sockerbetsledet (I) bortfördes blasten från fältet.

Tabell 11. Innehåll av mineralkväve (kg/ha) inom 0-60 cm djup i de olika försöksleden

Led	A	B	C	D*	E	F	G	H	I**	J
Gröda	H-raps	H-vete	Rågvede	S-betor	Vårkorn	Havre	H-vete	Vårkorn	S-betor	Vårkorn
Fånggröda								Eng. Rajgräs		Eng. Rajgräs
Växtföljd	I					II				
1993-03-16	30	27	27	42	46	52	28	40	36	49
1993-04-14				49	60	69		43	39	59
1993-07-06	62									
1993-08-05			18		18			12		18
1993-08-11		24				22	20			
1993-09-13	39	26				21				
1993-12-07 [#]			22				20			
1993-12-07	23	32	21	20			24	12	12	12
1994-03-30	34	31	22	34	36	30	28	37	28	21
1994-04-22				50	57	40		81	51	62
1994-08-14	45	35	29		26	24	28	18		17
1994-09-07	16	30	23			21	24			
1994-09-28 [#]			21				24			
1994-11-21 [#]			28				35			
1994-09-28	50	36	28	15			22	15	13	14
1994-11-21	29	35	26	32			23	15	24	14
1995-03-09	19	19	20	21	28	21	23	24	21	22
1995-08-14	50	25	24		33	30	24	26		26
1995-09-29				156 α					170 α	
1995-10-02 [#]			30				26			
1995-11-16 [#]			33				29			
1995-10-02	36	49	23				21	22		20
1995-11-16	18	43	23	19			18	19	23	19
1996-04-07	50	67	34	55	61	64	43	54	50	73
1996-04-23				58	69	46		58	61	75
1996-08-20	29	24	17		38	18	16	18		14
1996-10-01 [#]			21				23			
1996-11-18 [#]			25				30			
1996-10-01	60	35	30	17			20	19	21	15
1996-11-18	25	37	28	25			18	15	22	12
1997-03-07	27	33	20	25	40	26	20	27	26	28
1997-03-29				26	42	27		32	31	36
1997-08-11	16	25	25		20	17	17	16		16
1997-10-03 [#]			22				24			
1997-11-19 [#]			21				25			
1997-10-03	21	31	31				17	9		11
1997-10-23				12					13	
1997-11-19	15	23	20	15			16	13	18	13

α extremvärde, troligtvis fel vid analys.

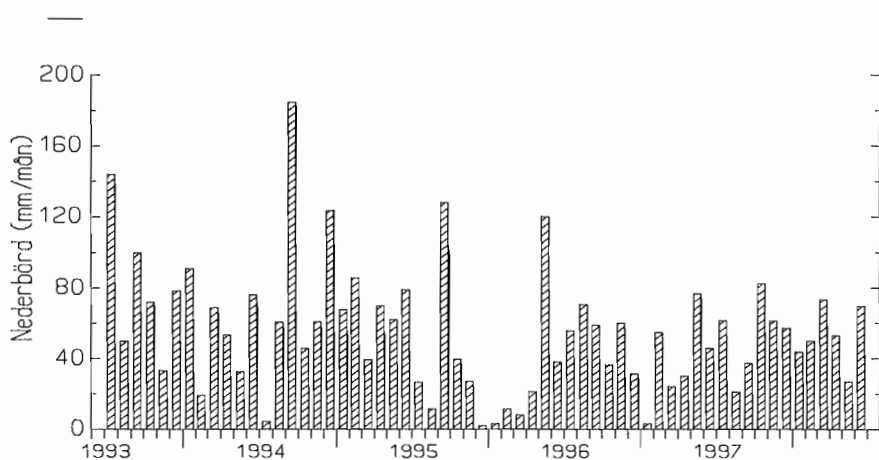
[#] avser höstprovtagningar efter årets gröda.

* blasten nedbrukad.

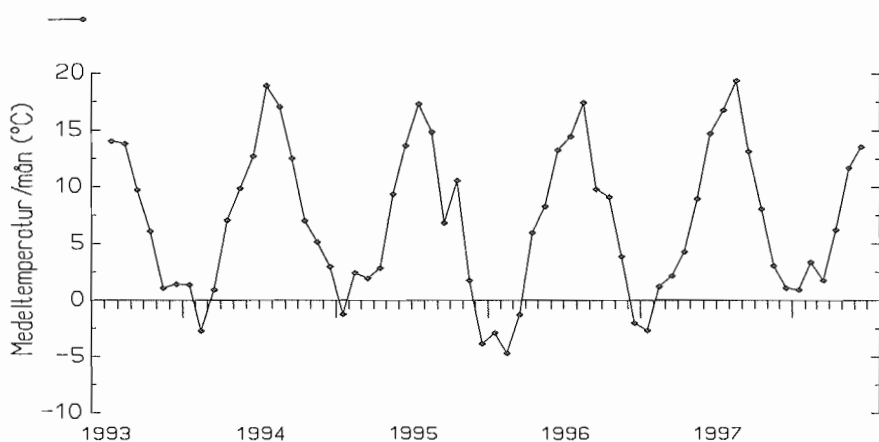
** blasten bortförd från fältet.

4.3 Klimat och avrinning

Nederbörden var under de två första försöksåren något större än normalt i området, figur 4. Enligt SMHI (1991) ligger långtidsmedelvärdet för Lund på 655 mm/år. Den totala nederbörden under respektive odlingsår var 93/94: 818 mm, 94/95: 882 mm, 95/96: 436 mm, 96/97: 547 mm och 97/98: 636 mm. Under det tredje året, 1995/96, var nederbörden endast ungefär hälften av vad den var de två första åren. Detsamma gäller påföljande år, 1996/97, som också uppvisade betydligt lägre nederbörd än normalt. Detta fick omfattande följder för avrinningen dessa år. Den kraftiga avrinningen som tidigare förekommit under vintermånaderna uteblev helt 95/96 och var liten 96/97, figur 6. Marken var mestadels frusen under december till mars, figur 5, och nederbörden var blygsam, främst 95/96. I maj 1995 regnade det en del. Det medförde ca 35 millimeters avrinning, vilket i stort var den enda avrinning som förekom under det året. Under den andra hälften av 1997 var det också låg avrinning, och inte förrän i november/december började det rinna.



Figur 4. Nederbörd (mm/månad) vid Lönnstorps försöksstation.

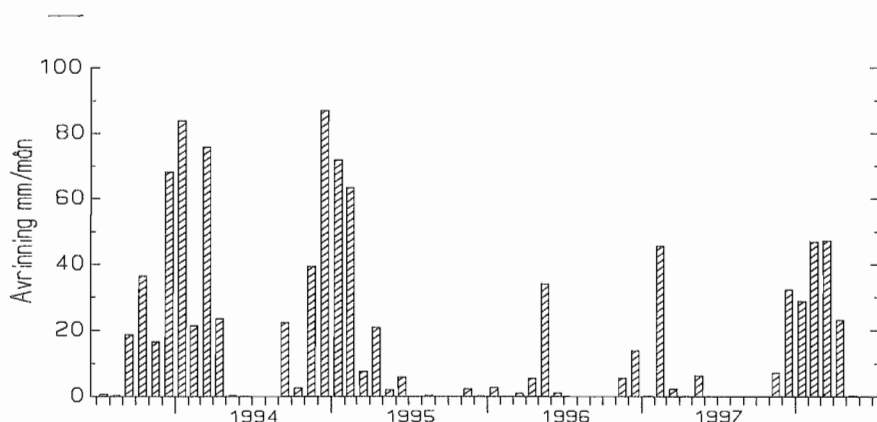


Figur 5. Månadsmedeltemperaturer vid Lönnstorps försöksstation.

Avrinningen varierade kraftigt mellan försöksrutorna, tabell 12. Det har sannolikt mycket litet att göra med de olika grödorna utan det är rutornas hydrologiska egenskaper som slår igenom. Från vissa rutor skedde troligen ett betydande flöde av vatten förbi dräneringsledningarna.

Tabell 12. Avrinning från respektive ruta räknat som mm per agrohydrologiskt år (1/7-30/6)

Ruta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Medeltal
93/94	360	357	287	305	468	404	404	261	352	255	345
94/95	310	439	245	324	382	338	310	253	346	271	322
95/96	66	46	66	36	70	33	48	23	54	19	46
96/97	59	73	73	90	70	65	88	60	86	74	74
97/98	183	216	188	198	222	202	228	86	189	143	186
Medeltal	196	226	172	191	242	208	216	137	205	152	
Summa	978	1131	859	953	1212	1042	1078	683	1027	762	



Figur 6. Medelavrinningen (mm/mån) av de 10 försöksrutorna i utlakningsförsöket vid Lönnstorps försöksstation.

Uppmätta pH-värden samt ledningstal redovisas i tabell 13 som rutvisa medeltal för respektive år. pH-värdena varierade från 6,98 till 7,51 och ledningstalet mellan 59,17 och 105,25.

Tabell 13. pH och ledningstal (mS/m) i dräneringsvattnet som rutvisa medeltal för respektive år

Ruta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Medeltal
pH											
93/94	7,33	7,44	7,37	7,41	7,36	7,36	7,49	7,49	7,40	7,35	7,40
94/95	7,44	7,45	7,47	7,50	7,28	7,47	7,51	7,46	7,43	7,42	7,44
95/96	7,10	7,30	7,18	7,07	7,28	7,25	7,23	7,15	7,40	7,10	7,20
96/97	7,08	7,08	6,98	7,15	7,13	7,13	7,07	7,13	7,23	7,33	7,13
97/98	7,13	7,06	7,23	7,19	7,14	7,24	7,19	7,31	7,36	7,37	7,22
Medeltal	7,21	7,26	7,24	7,26	7,24	7,29	7,30	7,31	7,36	7,31	
Ledningstal											
93/94	70,18	66,36	67,55	64,83	74,18	69,45	69,27	59,17	72,91	85,27	69,92
94/95	74,67	68,00	68,58	66,64	85,50	65,64	73,73	77,10	73,50	75,60	72,90
95/96	74,50	72,33	74,00	67,33	79,75	74,00	80,75	85,00	77,00	102,50	78,72
96/97	75,75	86,25	94,75	97,50	84,67	98,67	100,67	105,25	87,50	93,00	92,40
97/98	79,71	86,43	79,43	87,14	90,57	84,43	92,43	89,14	83,57	88,86	86,17
Medeltal	74,96	75,88	76,86	76,69	82,93	78,44	83,37	83,13	78,90	89,05	

Tabell 14. Halter (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) totalkväve respektive nitratkväve, från grödorna odlingsåren 93-98, räknat som agrohydrologiska år (1/7-30/6)

Led	A	B	C	D*	E	F	G	H	I**	J
Gröda vår	H-raps	H-vete	Rågvete	S-betor	Vårkorn	Havre	H-vete	Vårkorn	S-betor	Vårkorn
Fånggröda								Eng. Rajgräs		Eng. Rajgräs
Gröda höst	H-vete	Rågvete	-	-	H-raps	H-vete	-	-	-	-
Växtföljd			I					II		
1993/94										
Tot-N (mg/l)	16	12	9	8	17	9	8	4	6	7
Tot-N (kg/ha)	72	51	38	37	72	38	35	18	24	31
NO ₃ -N (mg/l)	15	11	8	8	16	8	7	4	5	7
NO ₃ -N (kg/ha)	63	47	34	33	68	34	32	15	22	29
1994/95										
Tot-N (mg/l)	9	13	12	10	12	8	14	6	8	6
Tot-N (kg/ha)	37	52	50	42	50	34	56	25	34	23
NO ₃ -N (mg/l)	8	12	12	10	11	8	13	5	7	5
NO ₃ -N (kg/ha)	35	49	48	39	47	32	52	21	31	20
1995/96										
Tot-N (mg/l)	18	9	16	14	12	9	12	12	10	12
Tot-N (kg/ha)	13	6	11	9	8	6	8	8	7	8
NO ₃ -N (mg/l)	17	8	15	13	12	9	11	12	9	11
NO ₃ -N (kg/ha)	11	6	10	9	8	6	8	8	6	8
1996/97										
Tot-N (mg/l)	15	12	15	10	21	10	14	8	7	7
Tot-N (kg/ha)	13	11	13	9	19	9	13	7	6	6
NO ₃ -N (mg/l)	13	11	13	9	20	9	13	7	6	6
NO ₃ -N (kg/ha)	12	10	12	8	17	8	11	6	6	5
1997/98										
Tot-N (mg/l)	17	8	12	12	12	6	11	7	9	7
Tot-N (kg/ha)	39	19	30	27	28	14	25	16	20	16
NO ₃ -N (mg/l)	16	7	11	11	11	5	10	6	8	6
NO ₃ -N (kg/ha)	35	16	26	25	25	12	23	14	19	14
Medeltal 93-98										
Tot-N (mg/l)	15	11	13	11	15	9	12	8	8	8
Tot-N (kg/ha)	35	28	29	25	35	20	27	15	18	17
NO ₃ -N (mg/l)	14	10	12	10	14	8	11	7	7	7
NO ₃ -N (kg/ha)	31	25	26	23	33	18	25	13	17	15

* Blasten nedbrukad.

** Blasten bortförd från fältet.

Ledvis årlig uttransport samt medelkoncentrationer av nitrat- och totalkväve anges i tabell 14. Generellt sett hade växtföljd I, den traditionella växtföljden, betydligt större uttransport av totalkväve både årsvis och totalt över tidsperioden. I storleksordningen 756 kg totalkväve/ha uttransporterades från växtföljd I åren 93-98, medan motsvarande uttransport från växtföljd II var 487 kg totalkväve/ha.

Utlakningen varierade under åren bl a beroende på varierande avrinning. Utlakningsåren 93/94 samt 94/95 uppvisade förhållandevis stor utlakning, medan utlakningen var betydligt mindre under 95/96 och 96/97. Den största uttransporten av kväve skedde efter odling av höstraps (led A), totalt, 174 kg N/ha under 93-98. Från höstvetet som såddes efter höstrapsen var utlakningen ca 70% större än från höstvetet som såddes efter havre i led F. Samma förhållande vad gäller

transport tycktes även råda för mineralkväveinnehållet (figurer 2 och 3) i markprofilen för dessa två höstvetegrödor. Varken höstvetete eller rågvete dämpade läckaget nämnvärt under vintern jämfört med obevuxen mark.

Korn med insått rajgräs som brukades ned på senhösten (led H och J) gav upphov till den lägsta kväveutlakningen i försöket. Det korn med rajgräs (J) som odlades efter sockerbetor hade dock en något högre uttransport av totalkväve, totalt 84 kg/ha under 93-98, jämfört med vårkorn med rajgräs efter höstvetete, H, som hade en uttransport av 74 kg/ha under samma år. Utlakningen från fånggrödeleden var endast hälften så stor som i led E med korn utan fånggröda. I led E bearbetades emellertid marken efter skörd och såddes med höstraps som gödslades med 40 kg N/ha. Under hösten (okt-dec) var kvävekoncentrationerna i dräneringsvattnet i detta led de högst uppmätta i försöket.

Skillnaden i uttransport av totalkväve i de två sockerbetsleden (D och I) var stor de två första åren, framförallt 93/94 med 37 kg/ha i led D i jämförelse med 24 kg/ha i led I. Uppmätt halt av totalkväve i dräneringsvattnet från led D under tiden september 1993 till april 1994 var i medeltal 9 mg/l. Under samma tid var koncentrationen i vattnet från led I, 4 mg/l. Odlingsåret därpå, 94/95, var utlakningen av totalkväve 42 kg/ha i led D och 34 kg/ha i led I. Halterna totalkväve i dräneringsvattnet under vintermånaderna var 12 respektive 6 mg/l. Med tanke på att blasten som nedbrukades i led D innehöll stora mängder kväve, ca 70 kg/ha, är skillnaden i läckage dock inte anmärkningsvärt stor.

5. SAMMANFATTNING OCH SLUTDISKUSSION

Efter fem odlingsår vid Lönnstorps försöksstation har alla grödor i de båda femåriga växtföljderna odlats något år. Varje växtföljd cirkulerar runt på vardera fem försöksrutor. Det innebär att varje enskild gröda inom växtföljden har under ett år vuxit på alla rutorna. Med tanke på vissa hydrologiska olikheter rutorna sinsemellan borde dessa olikheter ha jämnats ut i resultaten i och med ovanstående cirkulation av grödor.

Båda växtföljderna har, med god marginal, uppfyllt kravet för sydligaste Sverige att 60% av arealen ska vara grön mark. Växtföljd I avser en traditionell konventionell växtföljd typisk för områden i sydligaste Sverige, med ordinarie grödor som grön mark, medan växtföljd II har förutom höstsådda grödor bestått av insått engelskt rajgräs som fånggröda. Dessutom har betblasten bortförts efter skörd i växtföljd II.

Hur väl uppfyller då dessa båda växtföljder SNV:s mål på maximalt utläckage per år av totalkväve på 15 kg/ha och en maximal halt av 5 mg/l totalkväve i dräneringsvattnet, räknat som årsmedelvärde för en växtföljd? Klarar en konventionell växtföljd att begränsa läckaget i önskvärd omfattning? Sett på enskilda år under försöksåren 1993-1997 uppfylls målet endast under odlingsåren 1995/96 och 1996/97 med lägre uttransporterade mängder totalkväve. Dessa år var dock nederbördsfattiga år med låg avrinning som följd. Alla grödorna utom i led E, vårkorn med höstraps som höstgröda, hade dessa år en uttransport av totalkväve mellan 6 och 13 kg/ha. I led E uppmättes 19 kg/ha. I motsats till dessa två år med liten avrinning visade de två första försöksåren tydligt på svårigheter för en odlingslokal som Lönnstorp att hålla ett litet kväveläckage och ändå bruka marken med konventionella metoder. Under dessa två år varierade utlakningen mellan 18 och 72 kg N/år. Nederbörden dessa två år var betydligt högre än långtidsmedelvärdet för området, vilket medförde stor avrinning från fältet.

I medeltal av alla år och grödor uttransporterades 30 kg totalkväve/ha från växtföljd I åren 1993-98. Medelhalten av totalkväve i dräneringsvattnet var 12 mg/l. Motsvarande uttransport från växtföljd II var 19 kg/ha, och medelhalten av totalkväve 8 mg/l.

Insått rajgräs som fånggröda i korn (led H och J) gav den minsta utlakningen av totalkväve. Medeltalet för alla försöksåren var 15-17 kg/ha. Den utlakningsdämpande förmågan hade sannolikt att göra med rajgrässets kväveupptag under hösten (8-23 kg N/ha ovan mark), men också med att marken ej bearbetas förrän sent på hösten, vilket kan ha minskat mineraliseringen av kväve i marken.

Även sockerbetorna i led I där blasten bortfördes gav ett relativt litet kväveläckage, troligen på grund av sockerbetornas långa växtsäsong. Mineralkvävemängderna i marken under senhösten var små. I led D, där blasten brukades ned, var läckaget större, men inte på långt när i paritet med de kvävemängder som blasten innehöll. Mineralkvävemängderna i marken var några år större i led D än i led I under senhösten, men våren efterföljande år var de likartade i de bägge leden. En stor del av kvävet i betblasten i led D har troligtvis förlorats dels genom ammoniakavgång till luften före nedplöjning samt denitrifikation efter nedplöjning då det vid nedbrukning i marken skapas gynnsamma förhållanden för denitrifikation.

Att använda ordinarie höstgrödor som grön mark ledde däremot ej till minskat läckage jämfört med obevuxen mark. Höstsåden hade ett blygsamt kväveupptag under hösten, 5-8 kg N/ha. Höstrapsen visade på god tillväxt på hösten alla försöksåren med stort kväveinnehåll i ovanjordiska växtdelar (i medeltal 42 kg N/ha). Mängden mineralkväve i markprofilen var dock stor på hösten och läckaget blev omfattande. Detta orsakades troligtvis av den startkvävegiva på 40 kg/ha rapsen fick på hösten samt den tidiga bearbetningen innan sådd.

Sett till skörderesultatet uppvisar leden med insådd fånggröda (H och J) betydligt lägre kärnskördar, 10-12%, än i led E, utan fånggröda. Likaså är kvävehalterna lägre i kärnan. Vårkornet utsätts av allt att döma för viss konkurrens från fånggrödan. Vårkornet i led E har också sockerbetor som förfrukt där blasten nerbrukas, vilket kan vara orsak till större skördar.

Vad har olika förfrukter för effekt på läckage och efterföljande gröda? I tabell 10 syns att höstraps, sockerbetor (led D) och rajgräs var de grödor som lämnade mycket kväve efter sig i form av skörderester. Grödan efter höstraps var höstvetete (led B) som enligt figur 2 hade god tillgång på mineralkväve i marken och en god tillväxt vilket resulterade i en hög avkastning. Avkastningen var i medeltal 4% större än för höstvetetet (led G) i växtföljd II, som ej hade samma förutsättningar vad gällde tillgång på kväve. Emellertid var läckaget av kväve förhöjt under vintern efter det att skörderesterna från rapsen brukats ned.

Sockerbetor, som odlades före vårkorn både med och utan insådd fånggröda, tycktes också ge effekt på efterföljande gröda. I båda efter sockerbetor följande led (E och J) föreföll kvävetillgången vara god, figur 2 och 3. Anmärkningsvärt är att i led I där blasten bortförts uppvisades den lägsta mängden kvarvarande kväve före bearbetning, men mineralkvävetillgången på våren därpå var i samma storleksordning som efter sockerbetorna i led D. Läckaget var större i led D än i led I, men inte anmärkningsvärt stort med tanke på mängden kväve som brukats ned i form av blast. En del av kvävet i blasten hade troligen försvunnit genom ammoniakavgång före nedbrukning under hösten.

Fånggrödan i form av engelskt rajgräs, som nedbrukades sent på hösten, tömde effektivt markprofilen på kväve under hösten. Läckaget under vintern var litet. Under våren fanns trots detta god tillgång på mineralkväve i marken, tabell 2 och 3. Återmineraliseringen av en del av kvävet i fånggrödan verkade vara relativt väl i fas med de efterföljande grödornas (betor och havre) kvävebehov.

Med hjälp av insådd rajgräsfånggröda och bortförsel av betblast kunde läckaget av kväve tydligt minskas i växtföljd II. Det var ändå inte tillräckligt för att under år med riklig avrinning nå SNV:s mål om ett utläckage på maximalt 15 kg kväve/ha. I denna växtföljd var dock avkastning och kvävehalter i kärna lägre än i växtföljd I. Försöket visar ändå att läckaget av kväve kan minskas med tämligen enkla åtgärder.

6. REFERENSER

Aronsson, H. 1994. Växtföljder-Fånggrödor-Utlakning, Aktuella resultat från ett försök på moränlera i Skåne. Teknisk rapport 2, Avd. f. Vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Aronsson, H. 1995. Växtföljder-Fånggrödor-Utlakning, Resultat från två försöksår på moränlera i Skåne. Teknisk rapport 13, Avd. f. Vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Aronsson, H. 1996. Växtföljder-Fånggrödor-Utlakning, Resultat från tre försöksår på moränlera i Skåne. Teknisk rapport 26, Avd. f. Vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

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

SCB 1993. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1993. Statistiska meddelanden J 15 SM 9301.

SCB 1994. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1994. Statistiska meddelanden J 15 SM 9401.

SCB 1995. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1995. Statistiska meddelanden J 15 SM 9501.

SCB 1996. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1996. Statistiska meddelanden J 15 SM 9601.

SCB 1997. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1997. Statistiska meddelanden J 15 SM 9701.

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

Denna serie efterträder den 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 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. Author and title.
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. Åkergödslingens 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. Försurning av grundvatten på åker. <i>Acidification of groundwater on arable land.</i> Rikard Jermlås 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		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>
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>

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|------------|------|--|
| 11, forts. | | 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. Gödsel användningens 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 | | 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- och 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. <i>Author and title.</i> |
|----|------|--|
| 21 | 1986 | Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity test for pesticides using protozoa.</i>
Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten.
Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of phosphorus from soils.</i>
Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of fertilizing for increased protein. Evaluate the environment.</i>
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. <i>Catch crop after harvest.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching of nutrients from arable land in the Nybroån river basin</i>
Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with manure and fertilizer leach plant nutrients.</i>
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. <i>Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i>
Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water Quality and agriculture in the area of Lake Ringsjön.</i>
Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i>
Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i> |
| 26 | 1988 | Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i>
Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i>
Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i> |
| 27 | 1990 | Lisbet Lewan. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringssämnen. <i>Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.</i>
Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. <i>Undersown catch crops - effects on leaching of nitrogen.</i>
Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät på åkermark. <i>Discharge and nutrient losses from arable land.</i> |
| 28 | 1992 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén, och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växt näringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödsblade odlingsystem i södra Halland. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure.</i> |
| 29 | 1992 | Barbro Ulén. Närsaltsförluster från mindre avrinningsområden inom jordbrukets recipientkontroll i Sverige. <i>Nutrient losses from small catchment areas in the recipient control of agriculture in Sweden.</i>
Markus Hoffman. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtidsöversikt för 1977/90. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90</i>
Markus Hoffman. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet - en studie på sju fält i Malmöhus län. <i>Cultivation practices and water quality - a study on seven fields in Malmöhus county.</i> |
| 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 odlingsystem. <i>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.</i> |
| 31 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. <i>Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique.</i> |
| 32 | 1993 | Markus Hoffman och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1991/92 samt långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1991/92 and a long term review.</i> |
| 33 | 1993 | Börje Lindén, Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegivastudier av kväveverkan och utlakning i olika odlingsystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. <i>Catch crops, direct drilling and split nitrogen fertilization - studies of nitrogen turnover and leaching in crop production systems on a clay soil in Västergötland.</i> |
| 34 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Helena Aronsson och Artur Granstedt. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. Ecological Agriculture - Leaching risks and Nitrogen Turnover. <i>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> |

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
36	1995	Markus Hoffmann och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnärlingsförluster 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. Växtnärlingsförluster till vatten från ett jordbruksområde på Gotland 1989/94.
38	1995	Katarina Kyllmar, Göran Johansson och Markus Hoffmann. Avrinning och växtnärlingsförluster 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 växtnärlingsförluster 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 växtnärlingsförluster 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 Johansson. Växtnärlingsförluster till vatten i Typområden på jordbruksmark (JRK) 1984-1995.
45	1998	Kristina Mårtensson och Katarina Kyllmar. Växtnärlingsförluster till vatten från fyra jordbruksområden i Västra Götalands län 1993-97. Utvärdering av mätningar och inventeringar utförda inom miljöövervakningsprogrammet "Typområden på jordbruksmark" i Jämsbäckens, Öxnevallabäckens, Vikensbäckens och Forshällaåns avrinningsområden.