



Gunnar Torstensson och Erik Ekre

Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik

Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem

Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1999-2002

Ekohydrologi 71

Uppsala 2003

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences

ISRN SLU-VV-EKOHYD--71--SE

Division of Water Quality Management

ISSN 0347-9307

Distribution:

Pris: 50:- (exkl. moms)

Avdelningen för vattenvårdslära
Box 7072
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel 018-67 24 60

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	3
MÅL	3
MATERIAL OCH METODER	3
Försöksfältet	3
Växtodlingsplaner	5
Försöksdränering och avrinningsmätning	6
Klimatdata	6
Odlingsåtgärder och gödsling	6
Provtagningar och analyser	9
Ammoniakemissioner	10
RESULTAT OCH DISKUSSION	12
Klimat och avrinning	12
Skördar av de huvudsakliga skördeprodukterna	12
Utlakningsförluster och mineralkväve i marken	13
Ammoniakemissioner	16
Växtnäringsbalanser	17
SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	19
Odlingsystemens inverkan	19
Höstsåddernas inverkan	19
Vårinsådda fånggrödor i höstsäd	19
Flytgödselspridningens inverkan	19
REFERENSER	20
BILAGOR	

TILLKÄNNAGIVANDEN

Det redovisade försöket har bedrivits med medel från Jordbruksverket, SLF och Sveriges lantbruksuniversitet. Projektet har varit ett samarbetsprojekt mellan avdelningen för vatten-
vårdslära, vid SLU och Hushållningssällskapet i Halland.

Lantbrukare Eskil Håkansson på Elofsfälts gård har välvilligt ställt försöksmarken till förfogande. Försöksledarna Erik Eke och Magnus Håkansson har tillsammans med sina medarbetare på Hushållningssällskapet ansvarat för den praktiska skötseln av försöksfält, mätutrustning samt provtagning av vatten, jord och grödor.

Jordprover för mineralkvävebestämning har extraherats vid Hushållningssällskapet. Grödprover har efter preparering på antingen avdelningen för växtnäringslära (SLU), eller senare på Provcentralen (SLU), analyserats vid avdelningen för växtnäringslära. Jordextrakt och vattenprover har analyserats vid avdelningen för vattenvårdslära.

Innehållet i denna rapport har sammanställts, bearbetats och presenterats av Gunnar Torstensson, (SLU).

INLEDNING

I föreliggande rapport presenteras resultaten från tre försöksår (1999-2002) från det långliggande försöket "Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik" vid Mellby försöksstation i Halland. I försöket studeras de långsiktiga effekterna på mark och miljö av miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem. Vid utformningen av odlingsåtgärder mm har man försökt att införliva de samlade kunskaperna från olika mer specifikt inriktade utlakningsstudier i för trakten verklighetsnära växtföljder och odlingssystem. Försöket har bedrivits med medel från SLU och Jordbruksverket. Resultat från de tidigare försöksåren har presenterats av Torstensson, G., Gustafson, A. och Lindén B. 1993 och Torstensson och Magnusson, 2001.

MÅL

Projektets mål är att utveckla ekonomiskt och ekologiskt effektiva odlingssystem. *Detta innebär att tillämpade odlingsåtgärder inte nödvändigtvis förblir statistiskt lika över tiden. Om en åtgärd inte leder till optimalt resultat kommer en modifiering av försöksplanen att övervägas efter noggrann analys av orsaken till problemet.*

I försöket utformas växtföljd, gödslingar m. fl. odlingsåtgärder med avseende på största möjliga effektivitet i utnyttjandet av gödse- och jordkväve, samtidigt som nu kända motåtgärder, där så är möjligt, sätts in för att minimera utlakningsförlusterna av kväve. Vid utformningen har alla de samlade erfarenheterna från tidigare och pågående försök tagits till vara och har försökts översättas till de verkliga förhållandena i realistiska odlingssystem.

MATERIAL OCH METODER

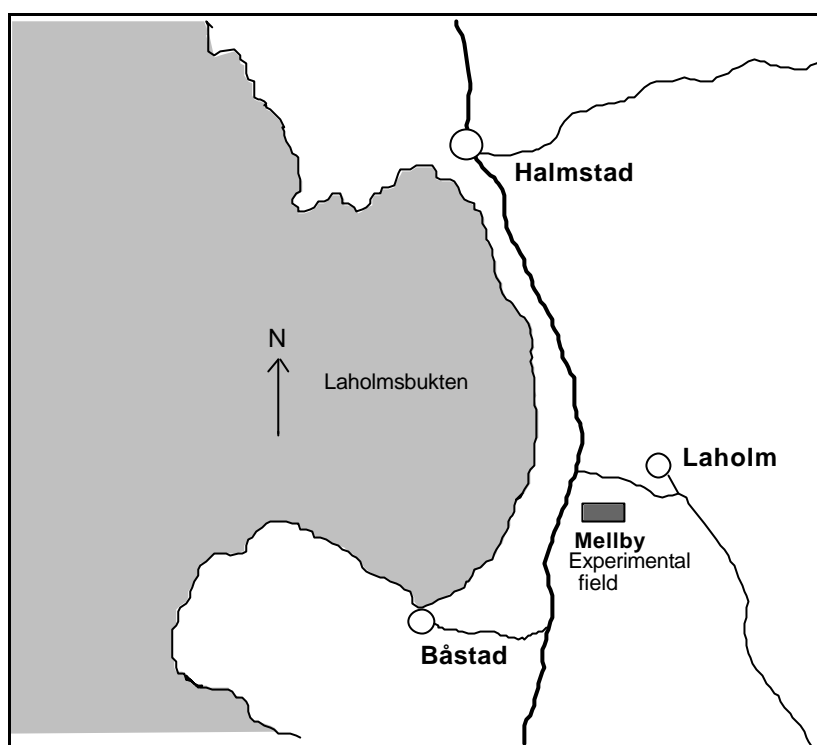
Försöksfältet

Försöksfältet som anlades hösten 1989 har tidigare beskrivit av Torstensson *et al.* (1993) och ligger på Elofsfälts gård, ca 5 km sydväst om Laholm i södra Halland (figur 1). Jordarten är i matjorden måttligt mullhaltig, lerig, sandig grovmo och i alven sandig grovmo som praktiskt taget är helt mull- och lerfri. På ett djup av 1,0-1,2 meter övergår grovmon i mellanlera av glacialt ursprung, med ganska stort inslag av mo och sand i den övre delen av leran (tabell 1).

Resultat från en undersökning av markens pH-värden, fosfor- och kaliumtillstånd för hela markprofilen samt kol- och kvävevärden i matjorden utförd i november 1989 presenteras i tabell 2. I tabell 3 redovisas resultat från en motsvarande undersökning hösten 1995 fast då endast i matjorden. Inom 0-30 cm djup innehåller jorden i medeltal ca 0,16 % totalkväve vilket motsvarar ca 7 ton kväve per hektar. Fosforhalterna i matjorden motsvarar P-AL-klass IV-V, alltså ett gott, eller mycket gott, fosfortillstånd, och i alven klass I-II, dvs. svagt fosfortillgång. Kaliummängderna i matjorden motsvarar K-AL-klass III, alltså något svagt tillstånd, och i alvskikten klass I.

Tabell 1. Mekanisk jordartsammansättning (viktsprocent) i matjord, alv och underliggande lera, medelvärden för försöksområdet

Djup (cm)	Ler	Mjåla	Finmo	Grovmo	Sand	Mull
10 - 20	9	7	6	39	33	4
40 - 50	2	2	5	64	27	1
80 - 90	1	2	11	63	23	0
140-150	20	7	15	37	19	1
160-170	38	14	14	16	16	2



Figur 1. Mellbyförsökets geografiska placering.

Tabell 2. Markens pH-värden, innehåll av fosfor och kalium, (mg/100g jord) samt kol- och kvävehalter inom olika djup (cm) i november 1989, dvs. före försöksperiodens början

Ruta	pH H ₂ O			P-AL (mg/100 g)			K-AL (mg/100 g)			Tot-C (%)	Tot-N (%)
	Djup: 0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	0-30
21	6,1	6,2	6,1	15,7	2,6	1,2	7,7	2,0	2,0	3,0	0,19
22	6,1	6,2	6,0	16,1	1,4	1,2	6,5	1,5	2,0	3,3	0,20
23	6,1	6,3	5,9	19,7	3,4	1,2	6,5	1,5	1,5	3,0	0,19
24	6,2	6,1	5,7	14,0	2,4	1,8	6,4	2,0	2,0	2,8	0,16
25	6,1	6,2	6,3	14,3	2,0	1,8	6,7	1,5	3,0	2,3	0,16
26	6,0	6,1	6,0	19,0	3,0	1,0	8,6	1,5	2,0	3,3	0,18
27	6,2	6,2	5,3	17,9	1,8	3,2	7,8	1,5	2,0	2,3	0,15
28	6,2	6,2	5,3	17,7	2,2	1,6	7,3	1,5	1,5	2,4	0,16
29	6,0	6,2	6,1	19,3	3,6	1,0	8,6	2,0	2,0	2,6	0,17
<i>Medel</i>	<i>6,1</i>	<i>6,2</i>	<i>5,9</i>	<i>17,1</i>	<i>2,5</i>	<i>1,6</i>	<i>7,3</i>	<i>1,7</i>	<i>2,0</i>	<i>2,8</i>	<i>0,17</i>

Tabell 2b. Matjordens (0-30 cm) pH-värden, innehåll av fosfor och kalium, (mg/100g jord) samt kol- och kvävehalter hösten 1995

Ruta	pH H ₂ O	P-AL (mg/100g jord)	K-AL (mg/100g jord)	Tot-C (%)	Tot-N (%)
21	5,8	14	7,4	3,2	0,18
22	5,8	15	6,9	3,1	0,17
23	5,7	16	6,2	2,7	0,16
24	5,8	12	7,4	2,5	0,15
25	5,7	14	5,7	2,4	0,15
26	5,7	14	7,3	2,4	0,15
27	5,8	16	7,9	2,3	0,13
28	5,9	15	7,3	2,4	0,15
29	5,7	15	7,2	2,5	0,16
<i>Medel</i>	<i>5,8</i>	<i>15</i>	<i>7,0</i>	<i>2,6</i>	<i>0,16</i>

Växtodlingsplaner

Under perioden 1995 till 1999 bedrevs försöket med de växtodlingsplaner som framgår av tabell 3a. Syftet var att efterlikna två tämligen specialiserade djurgårdar för att belysa hur aktuella åtgärder mot kväveläckaget och regler för stallgödelspridning fungerade i två tänkta konventionella odlingssystem. Efter den utvärdering som gjordes vintern 1999-2000 (Torstensson & Håkansson, 2001) ändrades odlingsplanerna något (tabell 3b). Bl.a. ändrades spridningsstrategin för nötgödsel och grödorna rågvete och potatis fick byta plats i svinväxtföljden för att reducera spridningsförlusterna resp. möjliggöra insådd fånggröda i både höst- och rågvete.

Tabell 3a. Odlingsplaner för ”gård med nötkreatur” resp. ”gård med svinproduktion”, perioden 1995-1999. Plöjningstidpunkten avser den plöjning som görs närmast efter grödan

Växtföljd/Gröda	Flytgödsel		Handels- gödsel-N (kg/ha)	Plöjnings- tidpunkt	Fång- eller, höstgröda
	kg P/ha	Spridningstidpunkt			
Nötgården					
Grönsäd + insådd	10+10	Vår ¹ +Sen höst	-	-	Insådd
Vall I	10+10	Efter sk. 1+Sen höst ²	45+30+45	-	Vall
Vall II	10	Efter skörd 1 ²	90+0+45	Vår	Vall
Svingården					
Korn + insådd	20	Vår ^{1,2}	45	-	EU-träda
EU-träda	20	Sen höst ²	-	Vår	EU-träda
Vår-raps	-	-	45	Tidig höst	Höstvete
Höstvete	20	Vår ²	45	Tidig höst	Rågvete
Rågvete+fångg.	20+20	Vår+Sen höst ²	30	Vår	Rajgräs
Potatis	-	-	70	Vår	Eftersådd fångg. (H-råg)

¹⁾ Nedmyllades efter ca 4 timmar

²⁾ NH₃-emissionsmätning, 1997-1998

Tabell 3b. Försöks- och odlingsplan under perioden 2000-2002. Plöjningstidpunkten avser den plöjning som görs närmast efter grödan

Växtföljd/Gröda	Flytgödsel		Handelsgödsel (kg/ha)		Plöjnings- tidpunkt	Fånggröda, höstgröda
	kg P/ha	Tidpunkt	N	P-K		
Nötgården						
Grönsäd + insådd	20+10	Vår ¹ +Tid. höst ³	0	15-0	-	Insådd
Vall I	10	Sen höst ³	45+45+45	0-140	-	Vall
Vall II	10	Efter skörd 1	90+0+45		Vår	Vall
Svingården						
Korn + insådd	20	Vår ¹	0	-	-	EU-träda
EU-träda	20	Sen höst ³	-		Tidig vår ²	EU-träda
Vår-raps	-	-	30		Tidig höst	Höstvete
Höstvete + fångg.	20+20	Vår ^{3,4} +Tid.höst	*120		Vår	Fånggröda
Potatis	-	-	radgöd. 60	40-150	Tidig höst	Rågvete
Rågvete + fångg.	20	Vår ^{3,4}	*100		Sen höst	Fånggröda

*¹⁾ Denna giva reduceras med: 0,8 x NH₄-N (kg/ha) i stallgödelsen som spridits på våren.

¹⁾ Svinggödsel nedplöjs efter ca 4 timmar; nötgödsel nedmyllas omedelbart med tallriksharv följt av plöjning.

²⁾ Så fort som möjligt efter den 15 februari.

³⁾ NH₃-emissionsmätning

⁴⁾ Jämförelse med resp. utan ogräsharvning före spridning 2001 och 2002.

Den ena växtföljden representerade en mjölko-gård, här kallad för ”nötgården”, vars växtodling helt inriktats på grovfoderproduktion. Växtföljden var treårig med grönfoder (korn + ärter) och tvåårig vall som skördades tre gånger per år. Nötflytgödsel användes. Den andra växtföljden representerade en svin-gård med sexårig växtföljd med fodersäd, våroljevaxter, potatis och bevuxen s.k. EU-träda. Här användes flytgödsel från svin (Tabell 3b). I båda fallen

förutsattes att djurtätheten var relativt hög, ca 1 de/ha. Detta innebar att det fanns en given mängd flytgödsel som varje år måste fördelas inom resp. växtföljd med hänsyn också tagen till aktuella lagrings- och spridningsregler. Målet var att sprida en gödselmängd motsvarande ca 17 kg fosfor per hektar och år. Dosering på fosforbasis valdes eftersom fosformängden ansetts bäst korrelerad med djurtätheten.

Försöksdränering och avrinningsmätning

Försöksområdet består av 9 rutor om vardera 0,09 ha med formatet 30 x 30 meter (figur 2). Varje ruta har ett separat dräneringssystem, dikesdjupet är i medeltal ca 0,9 meter. Runt varje rutblock (3 rutor) går en avskärande skyddsdränering 1,5 m utanför rutgränsen.

Från respektive ruta leds vattnet i en tät ledning till en mät- och provtagningsstation som är belägen ca 30 meter söder om försöket. Den avrunna vattenkvantiteten från varje ruta mäts med dubbelsidiga vippkärl (figur 2). Antalet vippningar räknas när halvorna växelvis fylls och töms. Varje halva rymmer 3-4 liter. Vippkärlens exakta volym bestämdes genom årlig kalibrering. Vippslagen registreras elektroniskt med en automatisk datalogger som ackumulerar och lagrar dygnvis avrinning.

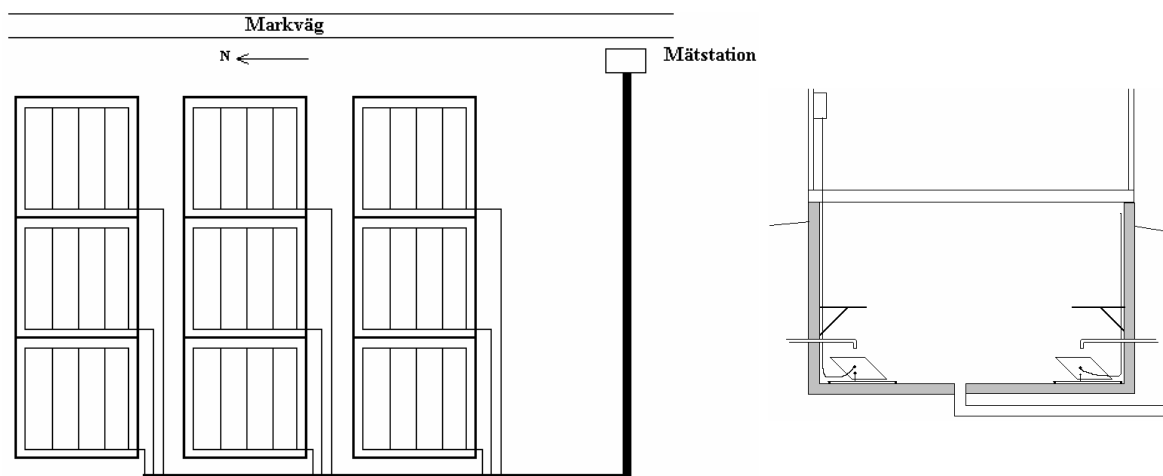
Klimatdata

På försöksområdet vid Mellby finns en särskilt anlagd klimatstation med tillhörig datalogger varför alla klimatdata är lokala. Nederbörd, dygnsmedeltemperatur, vindhastighet samt globalinstrålning registreras.

Odlingsåtgärder och gödsling

I tabellerna 4a och 4b redovisas datum för flertalet odlingsåtgärder samt tidpunkter för olika utvecklingsstadier hos grödorna i svin resp. nötväxtföljden.

Den totala årliga tillförseln av kväve, fosfor och kalium med flyt- och handelsgödsel i de tre växtföljderna presenteras i tabellerna 5 och 6. I tabell 5a resp. 6b redovisas växtnäringstillförseln spridningsårs-vis med avseende på dess möjliga inverkan på utlakningen under den efterföljande vinterperioden. Tabellerna 5b resp. 6b presenterar den aktuella gödslingen inför resp. gröda. Uppdelningen är gjord för att bättre klargöra vilken roll höstspridningen spelar för utlakningen under olika år. Skillnaderna kan ibland vara betydande, och påverkar starkt hur utlakningen ”efter en viss gröda” kommer att uppfattas. Flytgödseln spreds med släp-slangsspridare med 37,5 cm slangavstånd. Vid vårspridning till vårsådd gröda nedmyllades gödseln inom 4-5 timmar med tallriksharv eller plog. I övriga fall spreds flytgödseln i växande gröda och nedmyllades således inte i anslutning till spridningen.



Figur 2. Försöksrutor med dräneringssystem och skiss över mätstationen med vippkärl.

Tabell 4a. Datum för vidtagna odlingsåtgärder i svinväxtföljden

Gröda	Åtgärd	1999	2000	2001	2002	Gröda	Åtgärd	1999	2000	2001	2002
Vårkorn + insädd						Höstvete + fånggröda (forts.)					
	Stubbearbetning	-	-	-	13/3		Sädd, fånggröda	-	30/3	7/5	16/4
	Stubbearbetning	-	-	-	3/4		Uppkomst, fångg.	-	18/4	16/5	29/4
	Svinflytgödsel	12/4	18/4	17/4	10/4		Beg. Stråskjutning	20/5	11/5	16/5	6/5
	Plöjning	13/4	18/4	-	10/4		Axgång	1/6	21/5	26/5	24/5
	Handelsgödsel	21/4	-	-	-		Gulmognad	5/8	26/7	24/7	24/6
	Harvning	21/4	18/4	2/5	11/4		Fullmognad	15/8	12/8	17/8	11/7
	Sädd, korn	21/4	18/4	3/5	11/4		Skörd	3/9	16/8	22/8	15/8
	Sädd, insädd	21/4	19/4	4/5	16/4		Svinflytgödsel	-	11/9	19/9	12/9
	Uppkomst, korn	3/5	1/5	10/5	22/4	Potatis					
	Uppkomst, insädd	10/5	8/5	14/5	29/4		Stubbearbetning	-	-	-	3/4
	Beg. Stråskjutning	27/5	24/5	21/5	24/5		Plöjning	12/4	18/4	18/4	10/4
	Axgång	25/6	22/6	22/6	14/6		Harvning	21/4	8/5	3/5	-
	Gulmognad	5/8	1/8	24/7	8/7		Fräsning	20/5	17/5	14/5	?
	Fullmognad	15/8	12/8	10/8	22/7		Handelsgödsel	20/5	18/5	16/5	7/5
	Skörd	3/9	16/8	15/8	6/8		Sättning	20/5	18/5	16/5	7/5
EU-träda							Handelsgödsel K	-	-	-	16/4
	Putsning 1	9/6	23/5	30/5	23/5		Uppkomst	1/6	30/5	28/5	1/6
	Putsning 2	8/9	29/8	29/8	23/7		Kupning	28/6			
	Svinflytgödsel	15/11	24/11	21/11	19/11		Raderna slutna	19/6	17/6	-	24/6
Vårraps							Knoppstadium	1/7	29/6	-	1/7
	Stubbearbetning	-	-	-	13/3		Avsl. blomning	27/7	25/7	-	25/7
	Stubbearbetning	-	-	-	3/4		Blastdödning	15/9	15/8	24/8	29/7
	Plöjning	12/4	20/2	15/2	10/4		Skörd	21/9	13/9	11/9	17/9
	Handelsgödsel	12/4	26/4	3/5	16/4		Harvning		26/9	28/9	1/10
	Harvning	12/4	22/3	3/4	11/4		Sädd, höstråg	21/9	26/9	28/9	1/10
	Sädd, vårraps	12/4	22/3	3/4	12/4		Uppkomst	30/9	2/10	8/10	
	Uppkomst raps	3/5	18/4	24/4		Rågvede + fånggröda					
	Knoppstadium	9/5	15/5	28/5			Svinflytgödsel	12/4	18/4	16/5	10/4
	Avsl. blomning	18/7	24/7	-			Handelsgödsel	21/4	26/4	3/5	16/4
	Stadie 5.3	11/8	12/8	24/7			Sädd, fånggröda	24/4	30/3	7/5	16/4
	Skörd	24/8	16/8	22/8	21/8		Uppkomst, fångg.	10/5	18/4	16/5	29/4
	Stubbearbetning	-	1/9	-	19/9		Beg. Stråskjutning	17/5	9/5	17/5	6/5
	Plöjning	3/9	4/9	27/9	24/9		Axgång	3/6	23/5	28/5	24/5
	Harvning	21/9	26/9	28/9	30/9		Gulmognad	5/8	26/7	16/7	24/6
	Sädd, höstvede	21/9	26/9	28/9	30/9		Fullmognad	15/8	12/8	10/8	11/7
	Uppkomst	30/9	2/10	8/10			Skörd	4/9	16/8	15/8	15/8
Höstvete + fånggröda							Svinflytgödsel	16/9	-	-	-
	Svinflytgödsel	12/4	18/4	16/5	10/4		Plöjning	-	14/11	-	-
	Handelsgödsel	21/4	26/4	3/5	16/4						

Tabell 4b. Datum för vidtagna odlingsåtgärder i nötväxtföljden

Gröda	Åtgärd	1999	2000	2001	2002	Gröda	Åtgärd	1999	2000	2001	2002
Grönsäd/Ärt + vallinsädd						Vall I					
	Nötflytgödsel	12/4	17/4	17/4	9/4		Handelsgödsel N	21/4	26/4	3/5	16/4
	Stubbearbetning	-	17/4	17/4	9/4		Vallskörd 1	9/6	23/5	30/5	23/5
	Vårplöjning	12/4	18/4	18/4	10/4		Nötflytgödsel	16/6	-	-	-
	Harvning	21/4	18/4	2/5	11/4		Handelsgödsel N	-	9/6	11/6	5/6
	Sädd, korn/ärt	21/4	18/4	3/5	11/4		Handelsgödsel K	-	-	11/6	5/6
	Sädd, vallins.	21/4	19/4	4/5	16/4		Vallskörd 2	23/7	17/7	17/7	23/7
	Handelsgödsel P	-	-	10/5	17/4		Handelsgödsel N	30/7	3/8	24/7	14/8
	Uppkomst korn/ärt	3/5	1/5	10/5	22/4		Vallskörd 3	30/9	6/10	10/10	9/10
	Uppkomst vallins.	10/5	8/5	14/5	29/4		Nötflytgödsel	15/11	24/11	21/11	19/11
	Beg. Stråskjutning	27/5	24/5	21/5	24/5	Vall II					
	Axgång	25/6	22/6	22/6	14/6		Handelsgödsel N	21/4	26/4	3/5	16/4
	Skörd, grönsäd	23/7	17/7	17/7	29/7		Vallskörd 1	9/6	23/5	30/5	23/5
	Nötflytgödsel	-	-	7/8	14/8		Nötflytgödsel	16/6	9/6	1/6	6/6
	Vallskörd (insädd)	30/9	6/10	10/10	9/10		Handelsgödsel K	-	-	11/6	5/6
	Nötflytgödsel	15/11	-	-	-		Vallskörd 2	23/7	17/7	17/7	23/7
							Handelsgödsel N	30/7	3/8	24/7	14/8
							Vallskörd 3	30/9	6/10	10/10	9/10

Tabell 5a. Total årlig växtnäringstillförsel avseende årets utlakning, (efter grödan) i svingårdens växtföljd, (kg/ha)

Gröda	Kväve, totalt (Total-N + Hg-N)					Mineralkväve (NH ₄ -N + Hg-N)				
	1999	2000	2001	2002	Medeltal	1999	2000	2001	2002	Medeltal
Vårkorn + insådd	141	81	74	80	94	111	53	52	61	69
EU-träda	63	58	120	114	89	47	46	88	75	64
Vårraps	45	30	45	45	41	45	30	45	45	41
Höstvete + fånggröda	199	220	266	254	235	154	180	219	225	195
Potatis	80	80	60	55	69	80	80	60	55	69
Rågvete + fånggröda	199	141	139	144	141	154	113	113	125	117
Årsmedeltal:	121	102	117	115	111	99	84	96	98	92

Gröda	Fosfor (Stg-P + Hg-P)					Kalium (Stg-K + Hg-K)				
	1999	2000	2001	2002	Medeltal	1999	2000	2001	2002	Medeltal
Vårkorn + insådd	29	19	18	13	20	45	71	44	39	50
EU-träda	11	12	27	25	19	26	96	58	57	59
Vårraps	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Höstvete + fånggröda	41	31	36	21	32	83	167	89	89	107
Potatis	70	50	38	25	46	160	190	143	209	176
Rågvete + fånggröda	41	19	20	13	23	83	71	50	39	61
Årsmedeltal:	32	22	23	16	23	66	99	64	72	75

Tabell 5b. Total gödsling till årets aktuella gröda i svingårdens växtföljd, (kg/ha)

Gröda	Kväve, totalt (Total-N + Hg-N)					Mineralkväve (NH ₄ -N + Hg-N)				Medeltal	
	1999	2000	2001	2002	Medeltal	1999	2000	2001	2002	Totalt	Varav Hg-N
Vårkorn + insådd	199	81	74	80	109	154	53	52	61	80	11
EU-träda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vårraps	84	93	103	165	111	67	77	91	133	92	41
Höstvete + fångg.	141	162	159	164	157	111	134	133	145	131	71
Potatis	119	138	118	162	134	102	123	106	141	118	69
Rågvete + fångg.	141	141	139	144	141	111	113	113	125	116	55
Årsmedeltal:	114	103	99	119	109	91	83	83	101	89	41

Gröda	Fosfor (Stg-P + Hg-P)					Kalium (Stg-K + Hg-K)				
	1999	2000	2001	2002	Medeltal	1999	2000	2001	2002	Medeltal
Vårkorn + insådd	41	19	18	13	23	83	71	44	39	59
EU-träda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vårraps	14	11	12	27	16	14	26	96	58	49
Höstvete + fångg.	29	19	20	13	20	45	71	50	39	51
Potatis	84	62	50	41	59	174	228	239	248	222
Rågvete + fångg.	29	19	20	13	20	45	71	50	39	51
Årsmedeltal:	33	22	20	18	23	60	78	80	71	72

Tabell 6a. Total årlig växtnäringstillförsel avseende årets utlakning (efter grödan) i nötgårdens växtföljd, (kg/ha)

Gröda	Kväve, totalt (Total-N + Hg-N)					Mineralkväve (NH ₄ -N + Hg-N)				
	1999	2000	2001	2002	Medeltal	1999	2000	2001	2002	Medeltal
Grönsäd/ärt + insådd	89	151	164	238	161	51	83	84	142	90
Vall I	158	182	268	289	224	129	162	181	170	161
Vall II	169	186	213	198	192	154	162	179	168	166
Årsmedeltal:	139	173	215	242	192	111	136	148	160	139

Gröda	Fosfor (Stg-P + Hg-P)					Kalium (Stg-K + Hg-K)				
	1999	2000	2001	2002	Medeltal	1999	2000	2001	2002	Medeltal
Grönsäd/ärt + insådd	14	28	50	48	35	84	169	168	182	151
Vall I	11	9	5	18	11	72	63	105	228	117
Vall II	6	9	14	11	10	34	53	150	215	113
Årsmedeltal:	10	15	23	26	19	63	95	141	208	127

Tabell 6b. Total gödsling (brutto) till årets aktuella gröda i nötgårdens växtföljd, (kg/ha)

Gröda	Kväve, totalt (Total-N + Hg-N)					Mineralkväve (NH ₄ -N + Hg-N)				Medeltal	
	1999	2000	2001	2002	Medeltal	1999	2000	2001	2002	Totalt	Varav Hg-N
Grönsäd/ärt + ins.	89	151	164	238	161	51	83	84	142	90	0
Vall I	158	182	268	289	224	129	162	181	170	161	123
Vall II	169	186	213	198	192	154	162	179	168	166	135
Årsmedeltal:	139	173	215	242	192	111	136	148	160	139	86

Gröda	Fosfor (Stg-P + Hg-P)					Kalium (Stg-K + Hg-K)				
	1999	2000	2001	2002	Medeltal	1999	2000	2001	2002	Medeltal
Grönsäd/ärt + ins.	14	28	50	48	35	84	169	168	182	151
Vall I	11	9	5	18	11	72	63	105	228	117
Vall II	6	9	14	11	10	34	53	150	215	113
Årsmedeltal:	10	15	23	26	19	63	95	141	208	127

Provtagningar och analyser

Dräneringsvatten

Dräneringsvattenproven 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 volym har uppnåtts aktiveras en peristaltisk pump för uppsugning av ett delprov om ca 15 ml till samlingsprovet, vars koncentration därmed kommer att representera den under provtagningsperioden avrunna vattenmassans koncentration. Den förinställda volymen motsvarar en avrinning på ca 0,2 mm. Under provtagningsperioden står samlingsprovet mörkt och svalt. Efter provtagningen reverseras pumpen så att slangen töms. Samlingsproven vittjas en gång var fjortonde dag. Vattnet analyserades med avseende på NO₃-N, total-N och total-P. Koncentrationerna av NO₃-N analyserades med kadmiumreduktionsmetoden (Grasshoff, 1964; Wagner, 1974), enligt svensk standard. Totalkväve analyserades på samma sätt efter det att organiskt och oorganiskt kväve oxiderats till nitratkväve. Fosfor analyserades enligt Europeisk standard (European Committee for Standardization 1996a).

Flytgödsel

Sommaren 1999 anlades två stycken gödselbehållare i direkt anslutning till försöksområdet vid Mellby. Behållarna, som vardera rymmer ett års behov av svin- resp. nötgödsel, fylls under senvintern varvid gödseln provtas för fullständig analys i god tid före vårens första spridning. Vid spridning uttogs ett samlingsprov med delprov från varje lass för slutlig bestämning av utspridd mängd växtnäring. På samlingsprovet analyserades torrs substans, ammonium- och totalkväve, totalfosfor, kalium och totalkol.

Kväve upptaget i potatis, höstväxande vegetation och nedbrukat växtmaterial

Potatis provtogs före blastdödning. Vid provtagning uppgrävdes slumpvis 30 st. potatisstånd, fördelade på tre delprover. Från varje delprov uttogs ett representativt prov av dels knölar och dels blast för tvättning, torkning och senare analys. Annat ovanjordiskt växtmaterial klipptes vid markytan inom 9 slumpmässigt fördelade kvadrater om 0,25 m², motsvarande 2,25 m²/ruta. Delproven sammanslogs tre och tre till tre samlingsprov per ruta. Insådder och fånggrödor provtogs i anslutning till skörd av huvudgrödan, samtidigt med jordprovtagningarna i november och tidigt på våren. I anslutning till skörden provtogs även kvarvarande stubb och spill i skördedragen. Före första bearbetning provtogs allt ovanjordiskt material på motsvarande sätt. Proven torkades, vägdes och analyserades med avseende på totalkväve, prov på nedbrukat växtmaterial analyserades även på totalkol. Totalkväve- och kolinnehållet bestämdes med elementar-analysator NA 1500 (Kirsten & Hesselius, 1983).

Skördar, skörderester och kvävebortförelse med grödan

Skördens storlek bestämdes rutvis. Tre drag tröskades med försökströska tvärs över dräneringsledningarna. Kärnskörden vägdes och separata prov för analys uttogs från varje tröskdrag. Vall- och grönsädesskördar, liksom tillväxten på EU-trädan, bestämdes på motsvarande sätt med skördemaskin för vallförsök. EU-trädan putsades 2-3 gånger under växtsäsongen men inget växtmaterial bortfördes. Potatisskördens storlek bestämdes genom att skörda tre, 20 meter långa, drag om vardera två rader. Stråsädeshalmen från vårsäd med vallinsädd samt från rågvete bortfördes. Övriga skörderester nedbrukades (Bilaga 3 och 4). Kväveinnehållet bestämdes med elementaranalysator NA 1500 (Kirsten & Hesselius, 1983), fosfor- och kaliuminnehållet analyserades med ICP-teknik efter uppslutning i koncentrerad svavelsyra.

Mineraliskt kväve i marken

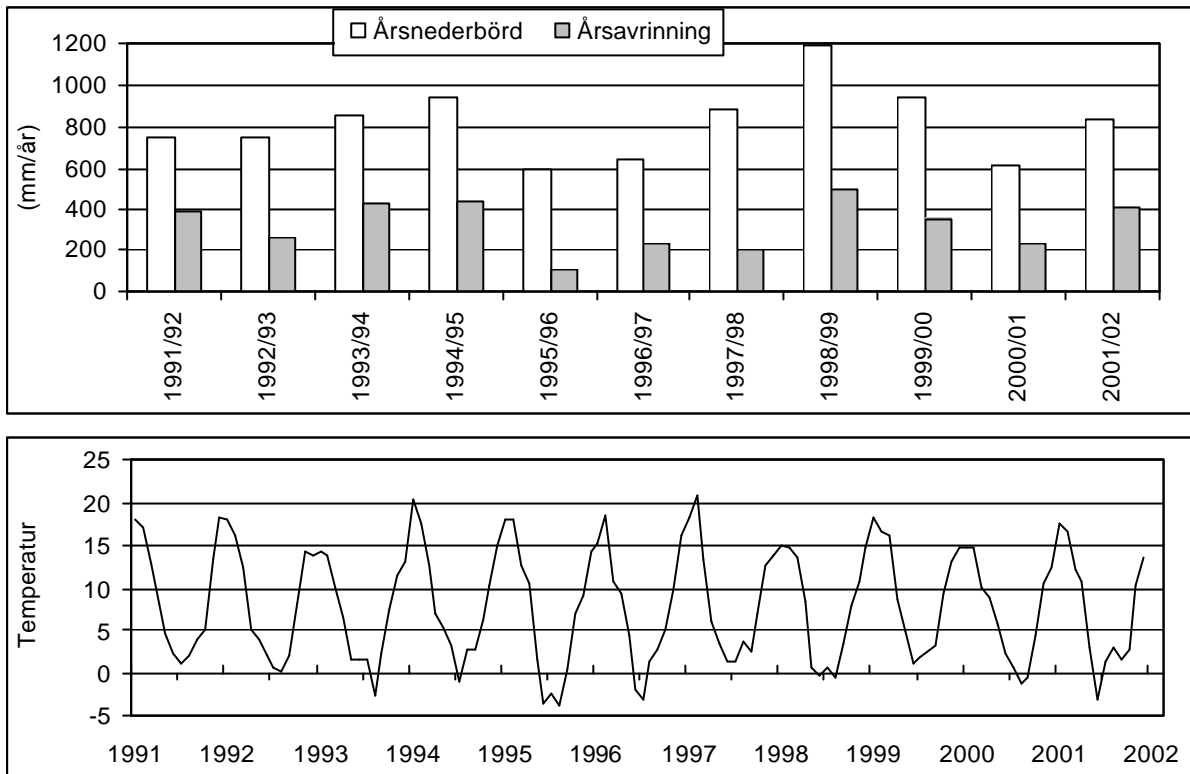
För bestämning av markprofilens innehåll av mineraliskt kväve (ammonium- och nitratkväve) togs jordprov vid följande tillfällen under året: tidigt på våren efter viss upptorkning, före flytgödselspridning på vall, stråsädens gulmognad, före tidig höstbearbetning, ca 1 oktober och i mitten av november (före ev. flytgödselspridning). Frekvensen provtagningar och valda provtagningstillfällen anpassades efter resp. gröda. Proven togs till 90 cm djup och indelades i tre skikt (0-30, 30-60, 60-90 cm), (Lindén, 1977 och 1979). I matjorden uttogs 24 delprov och i alvskikten 12 delprov per led. Borrsticken slogs samman till skiktvisa samlingsprov. Jordproverna förvarades djupfrysta och extraherades med 2M KCl för bestämning av ammonium- och nitratkväve. Analysvärdena omräknades till kilogram kväve per hektar med beaktande av markskiktens volymvikter och aktuella vattenhalter.

Beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och växtnäringsutlakning

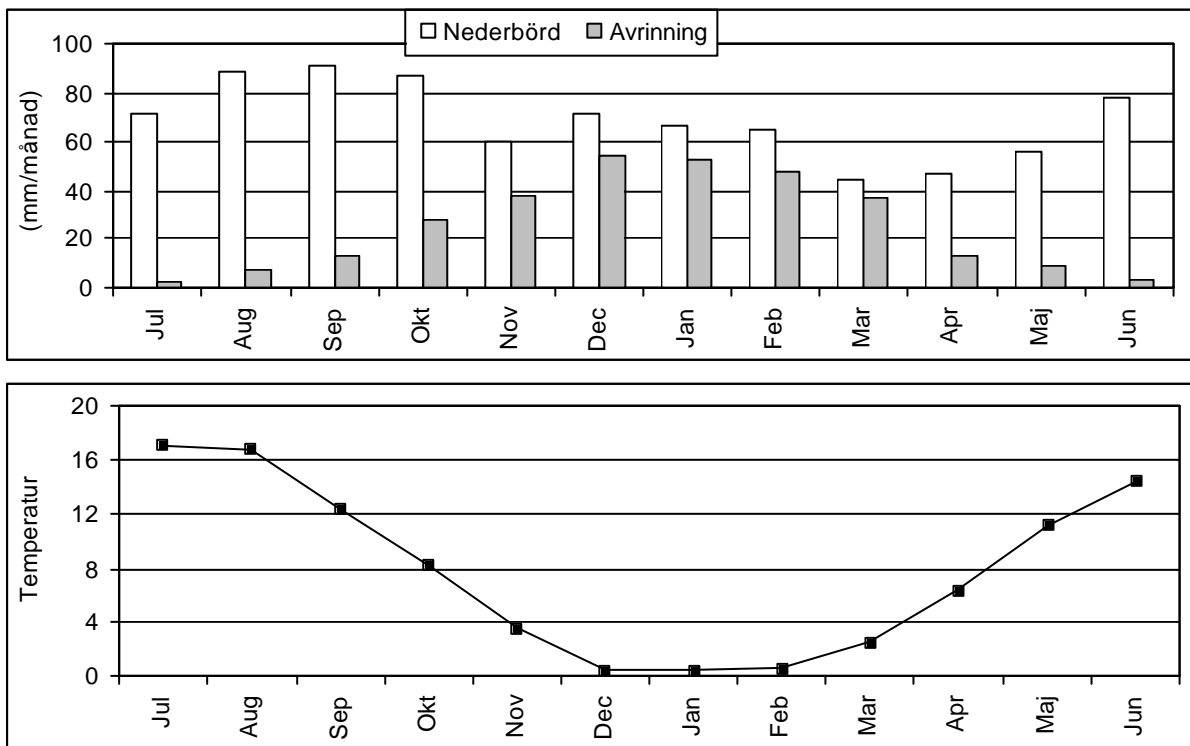
Den aktuella analyserade koncentrationen på det flödesproportionella samlingsprovet multipliceras med alla dygnsavrinningar som skett mellan föregående provtagningstillfälle och det nu aktuella. Dygnsrörelserna summerades sedan till månads- och årstransporter avseende agrohydrologiska år, 1/7 – 30/6. Summerad årstransport från varje försöksruta dividerades med summerad årsavrinning från respektive försöksruta för att få fram rutans årsmedelkoncentration. För beräkning av den årliga kväveutlakningen från respektive försöksruta multiplicerades årsmedelkoncentrationen med medelavrinningen från hela försöksområdet alla (50 st) rutorna. Därigenom kan en jämförelse av utlakningen från alla försök och rutor vid Mellby göras utan att störas av avvikelser i avrinningen från enskilda rutor. Förekommande skillnader i avrinning från enskilda rutor är till mycket liten del orsakad av behandlingar eller grödor, utan är i huvudsak betingad av grundvattenhydrologiska skillnader inom försöksområdet.

Ammoniakemissioner

Under perioden mättes emissionsförlusterna av ammoniak efter stallgödselspridning vid ett antal valda spridningstillfällen (tabell 3b) med en mikrometeorologisk metod som utvecklats vid JTI (Svensson, 1993). Mätningarna utfördes med 4 upprepningar i varje led (4 kyvetter + 2 omgivningsmätare per led). Extraktion, analys och emissionsberäkning utfördes vid avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Under varje mätperiod mättes marktemperaturen med termoelement (6 upprepningar) och datalogger. Före nedmyllning mättes emissionen under 2-4 timmar varefter gödseln myllades ned, presenterade värden gäller för tiden mellan spridning och myllning. Vid spridning i växande gröda genomfördes 4 mätperioder, 2 samma dag som spridningen utfördes, över natten, samt 1 under 6-8 timmar efterföljande dag. Redovisade emissioner avser perioden från spridning och till den fjärde mätningens slut.



Figur 3. Årlig nederbörd och avrinning samt månadsmedeltemperatur under hela försöksperioden.



Figur 4. Normal inomårsfördelning för nederbörd, avrinning och lufttemperatur vid försöksstationen vid Mellby (medeltal, under ett agrohydrologiskt år).

RESULTAT OCH DISKUSSION

Klimat och avrinning

Nederbörden var två av försöksåren något större än den normala i området, figur 3. SMHI:s långtidsmedelvärde (1961-1990, kalenderår) för Genevad (ca 10 km norr om Mellby) är 773 mm/år. Odlingsåret 2000/01 var nederbörden under den normala, vilket också avspeglar sig i en lägre avrinning. Årsavrinningen avspeglade i stort sett nederbördens variation, men påverkas även av nederbördens fördelning under året. Den för området normala nederbörds-, avrinnings- och temperaturfördelningen under ett agrohydrologiskt år visas i figur 4. Den helt dominerande delen av avrinningen skedde under perioden oktober till mars.

Skördar av de huvudsakliga skördeprodukterna

Gröd- och årsvisa produkt- och kväveskördar från svinväxtföljden redovisas i tabell 8. I tabell 9 redovisas motsvarande värden från nötväxtföljden.

Skördarna av spannmål och vallgrödor var generellt högre än under perioden 1995-1998. En bidragande orsak till de högre vallskördarna är sannolikt starkt minskade emissionsförluster av kväve genom den ändrade spridnings- och nedbrukningsstrategien. En mindre andel gödsel spriden sommartid på växande vall, till förmån för en större andel gödsel som nedbrukats omedelbart efter spridning. Skördeökningen i höst- resp. rågvete kan vara en effekt av den mera ”behovsanpassade” tillförseln av handelsgödselkväve som tillämpats, och som säkerligen inneburit en jämnare kvävegödsling mellan åren än tidigare (tabell 3a resp. b).

Någon motsvarande anpassning av gödselgivan till vårrapsen är svår att tillämpa eftersom dess kväveförsörjning till stor del skall skötas genom kvävemineralisering från Eu-trädan och stallgödselspridningen hösten före. Tillgången på mineralkväve under sensommaren (figur 6), liksom utlakningen efter rapsen (figur 5), tyder på att det främst är anpassningen i tiden som felat, den goda tillgången på kväve kommer för sent. En mer detaljerad redovisning av skördar och skördeprodukternas växtnäringssinnehåll återfinns i bilaga 1 och 2.

Tabell 8. Produkt- och kväveskördar i svinväxtföljden, (jämförda med medelskördarna 1995-1998). Kvävehalterna i 2002 års skörd var ännu ej tillgängliga då rapporten skrevs

Produktskörd (ton/ha)						
1999-2002	Vårkorn+	Eu-träda	Vårraps	Höstvete+	Potatis	Rågvete+
År	insådd	(Ej bortförd)	(85% ts)	Fångg.	Färskv.	Fångg.
	(85% ts)	(ts)		(85% ts)		(85% ts)
1999	5,13	8,66	2,53	6,31	43,52	5,83
2000	4,51	10,98	1,69	6,72	34,47	5,00
2001	4,86	9,23	1,67	5,89	42,81	4,71
2002	5,88	6,60	2,59	5,24	25,54	6,00
Medeltal	5,10	8,87	2,12	6,04	36,59	5,38
1995-1998	4,73	6,93	2,33	4,74	44,31	4,81
Skördad halm (ts, t/ha)						
Medeltal	2,56		-	-		3,97
Kväveskörd (N kg/ha)						
1999-2002	Vårkorn+	Eu-träda	Vårraps	Höstvete+	Potatis	Rågvete+
År	insådd	(Ej bortförd)		Fångg.		Fångg.
1999	58	169	70	92	142	82
2000	55	201	54	97	112	97
2001	54	160	-	88	139	74
2002	e.a	e.a	e.a	e.a	e.a	e.a
Medeltal	56	177	62	93	131	84
1995-1998	72	123	70	81	69	135
Skördad halm						
Medeltal	14					14

Tabell 9. Produkt- och kväveskördar i nötväxtföljden, (jämförda med medel-skördarna 1995-1998). Kvävehalterna i 2002 års skörd var ännu ej tillgängliga då rapporten skrevs

Produktskörd (ts ton/ha)				Kväveskörd (N kg/ha)		
År	Grönsäd+Insådd	Vall I	Vall II	Grönsäd+Insådd	Vall I	Vall II
1999	8,00	9,81	12,47	118	226	268
2000	8,98	7,81	8,31	112	235	221
2001	10,12	11,49	12,44	191	270	274
2002	12,07	11,08	9,68	e.a	e.a	e.a
Medeltal	9,79	10,05	10,72	140	244	254
1995-1998	6,29	8,16	7,90	107	166	167

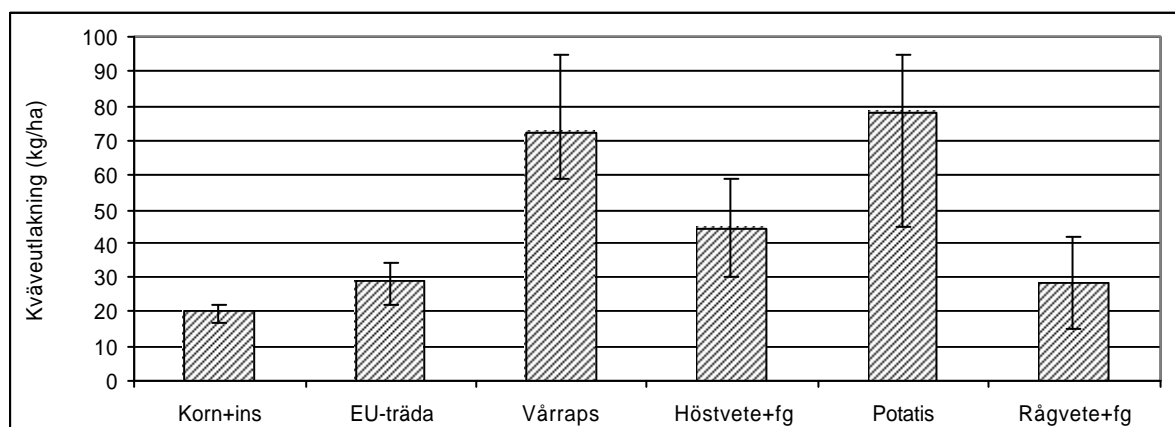
Utlakningsförluster och mineralkväve i marken

Växtföljder med användning av svinflytgödsel

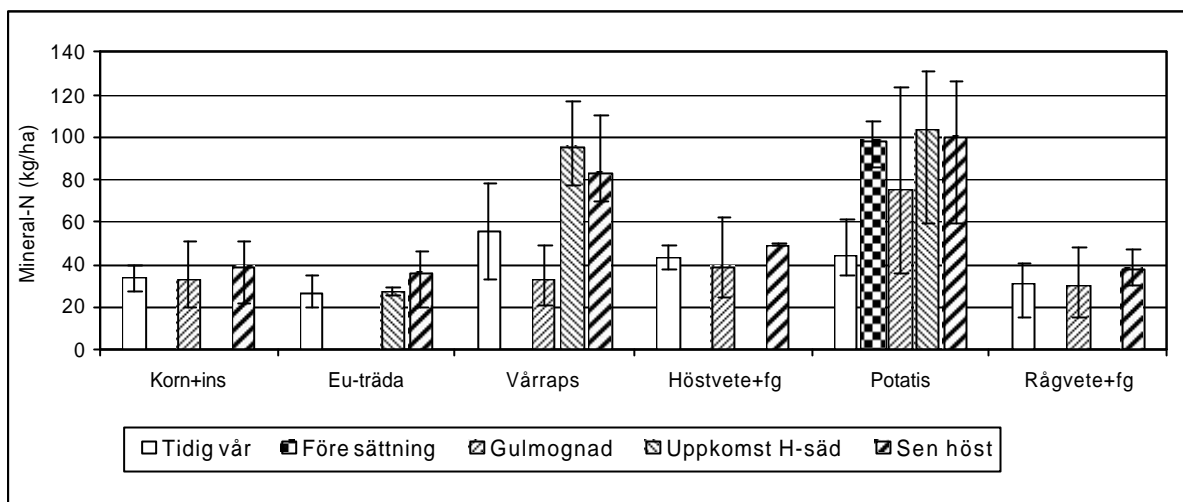
Grödvis medelutlakning av totalkväve redovisas i figur 5 resp. 7. Minst 90% av totalkvävet utgjordes av nitratkväve. Beräknad utlakning av totalfosfor under hela perioden 1997-2002 presenteras i tabell 10. Medeltal för mineralkväveinnehållet i markprofilen vid flertalet provtagningstillfällen framgår av figur 6 resp. 8. Markprofilens (0-90 cm) innehåll av mineralkväve vid alla provtagningstillfällen under försöksperioden finns redovisade i bilaga 5.

Kväveutlakningen efter korn med insådd var låg. Även efter Eu-trädan var utlakningen tämligen låg, trots att kvävetillgången ökade på under senhösten genom den sena stallgödsel-spridningen till vårrapsen (tabell 5a). Det är dock inte bara stallgödseln som höjer trädans utlakning jämfört med korn med insådd eller skördad vall (t.ex. vall II i nötväxtföljden), det kvarlämnade växtmaterialet bidrar genom utfrysning och mineralisering med inte obetydliga kvävemängder, något som klar konstaterats i de intilliggande ekologiska odlingssystemen vid Mellby (Torstensson, 2003).

Den höga utlakningen efter vårrapsen är delvis förknippad med svårigheterna att få frigörelsen av mineraliserat kväve från det nedbrukade växtmaterialet från Eu-trädan (Bilaga 4a) och höstgödslingen att stämma med tidpunkten för rapsens huvudsakliga kvävebehov. Höstgödslingen kan också göra att gödselverkan blir starkt varierande mellan olika år, beroende på de aktuella förlusterna genom ammoniakemission efter spridningen och utlakning under vintern. En annan bidragande orsak på den lätta jorden vid Mellby är utan tvekan den tidiga bearbetningen inför höstvetesådden, som orsakat en ökad kvävefrigörelse (mineralisering) under den tidiga hösten (figur 6). Kväveupptaget i den ovanjordiska höstvetebrodden, under hösten, uppgick som medeltal till endast ca 5 kg N/ha (Bilaga 4a).



Figur 5. Grödvis medelutlakning (max och min) av totalkväve i svinväxtföljden (1999/00-2002-02. För höst- och rågvete 2000/01 -2001/02 p.g.a. ändrad gödslingsstrategi).



Figur 6. Medelinhåll av mineralkväve vid olika tidpunkter i svinväxtföljden. Spridningsstaplar anger max- och min-värde. (1999-2001. För "Sen höst" i höst- och rågvete, 2000-2001 p.g.a. ändrad gödslingsstrategi).

Att den vårsådda fånggrödan efter höstvetete inte förmår ge större utlakningsreduktion är direkt förknippat med höstgödslingen till den efterföljande potatisen. Det ovanjordiska kväveupptaget i denna fånggröda uppgick som medeltal till ca 40 kg N/ha, vilket är jämförbart med motsvarande upptag i andra försök. Som jämförelse kan nämnas att fånggrödan efter rågvete som medeltal tog upp ca 26 kg N/ha (bilaga 4b). I såväl höstvetet som rågvetet kan utlakningen också vara något ökad till följd av den stallgödselspridning som sker i den växande grödan på våren. Eftersom denna gödsel till viss del hamnar uppe på markytan kan det mycket väl tänkas att mineraliseringen från den organiska delen kommer igång först under den efterföljande hösten, då väderleken blir fuktigare och gödseln täcks av fånggröda och skörderester.

Potatisen gav mycket hög utlakning. Det ovanjordiska upptaget i den eftersådda fånggrödan (rågvetet) uppgick till ca 4 kg N/ha under hösten (Bilaga 4b). En bidragande orsak var de tämligen låga skördenivåerna, vilka delvis kan varit orsakade mycket höga bladmögelttryck under flera av åren. En annan faktor som kan bidragit till lägre medelskördar och kanske därmed ökad utlakning är att tillgången på mineralkväve före sättnig i medeltal minskade jämfört med den tidigare perioden, från drygt 120 kg/ha (Torstensson & Håkansson, 2001) till ca 100 kg/ha (Figur 6).

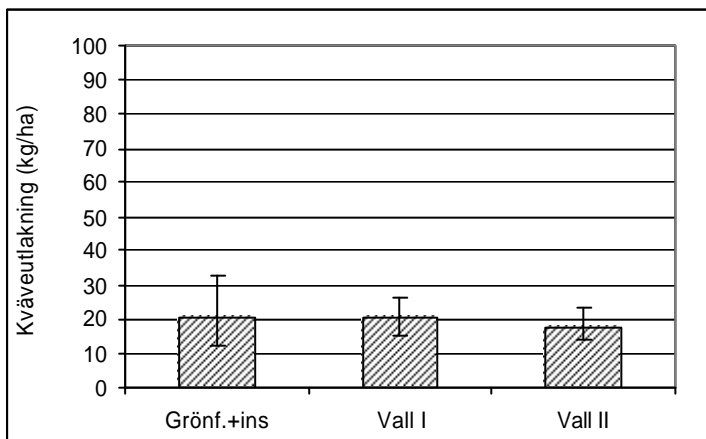
En fråga man kanske ska ställa sig är om den tidigare lagda höstspridningstidpunkten, flyttad från sen höst till mitten av september, kan tänkas bidra till ojämna kvävetillgång före sättnig, och kanske större totalförluster (emissioner + utlakning). Radmyllningen av handelsgödsel har hittills inte visat sig ge några påtagliga fördelar, vare sig ur skörde- eller utlakningssynpunkt, men det är en fråga som ändå kan förtjäna att belysas närmare i försök där en direkt jämförelse är möjlig. En möjlighet att bättre anpassa kvävetillgången vore att med en jordprovtagning fastställa hur mycket mineralkväve som finns i t.ex. 0-30-skiktet straxt före sättnig och anpassa handelsgödselgivan efter detta. Detta förutsätter dock att kvävegödselgivan kan anpassas oberoende av gödslingen med fosfor och kalium, och att vid användning av radmyllning, att maskinens gödselinställning är tillräckligt flexibel.

Höstspridning av flytgödsel och tidig bearbetning för höstvetesådd efter vårraps är helt klart de odlingsåtgärder som, bortsett från potatisodlingen, allra mest bidrar till att dra upp medelutlakningen i denna växtföljd. Släpplangsspridningen i höstsäd visar också en tendens att ge en icke önskad efterverkan i form av ökad kvävefrigörelse under hösten. Ny teknik i form av radmyllningsmöjlighet i vall och höstsäd, som från år 2002 finns tillgänglig, kan dock öppna nya vägar. En radmyllning av flytgödseln till höstsäden skulle sannolikt öka flytgödselns effektivitet och tillförlitlighet genom minskade spridningsförluster (se nästa kapitel),

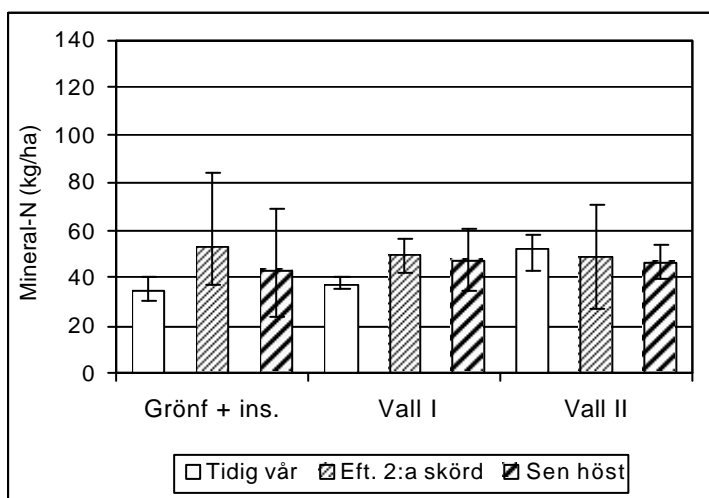
och kanske ett ökat bidrag till den aktuella grödan från den organiska delen. Därigenom borde den totala kvävegödslingen kunna reduceras vid bibehållen skördenivå. En ev. ökad andel vårspriden gödsel skulle med säkerhet medföra påtagliga förbättringar, men kan i praktiken komma i konflikt med läglighetskrav och lagringsmöjligheterna på gården.

Växtföljd med användning av nötflytgödsel

Den ändrade stallgödsel fördelningen medförde inte enbart att skörden ökade, utan har troligen även bidragit till att medelkväveutlakningen visar en tendens till att öka, från ca 10 kg/ha under den tidigare perioden (Torstensson & Håkansson, 2001) till omkring 20 kg/ha (Figur 7). De minskade spridningsförlusterna, som den ökade andelen snabbt myllad nötflytgödsel medför, innebär en ökning av såväl mängden växttillgängligt som utlakningsbart kväve i systemet som helhet. Utlakningen efter grönsåden kan också ha påverkats i ökande riktning av den tidiga höstspridning (till förstaårsvallen) som infördes år 2000, under den tidigare perioden spreds denna gödsel i november. Likaså kan den sena höstspridningen till vall II höjt utlakningen något från vall I, något som dock inte kunde konstateras under den tidigare perioden. Utlakningsnivån är dock fortfarande mycket låg jämfört med svinväxtföljden, som ju också har stor andel öppen odling.



Figur 7. Grönvis medelutlakning (max och min) av totalkväve i nötväxtföljden 1999/00 – 2001/02.



Figur 8. Medelinnehåll av mineralkväve vid olika tidpunkter i nötväxtföljden. Spridningsstaplar anger max- och min-värde. (1999-2001).

Tabell 15. Utläkning av totalfosfor under perioden 1997-2002 (kg P/ha)

Svingården	Vårkorn + ins	EU-träda	Vårraps	Höstvete	Potatis	Rågvete	Medeltal
1997/98 ¹	0,07	0,08	0,04	0,06	0,12	0,03	0,07
1998/99	0,67	0,40	0,28	0,28	0,12	0,29	0,34
1999/00	0,12	0,31	0,14	0,16	0,13	0,26	0,19
2000/01	0,17	0,11	0,17	0,10	0,04	0,09	0,12
2001/02	0,29	0,45	0,23	0,50	0,26	0,28	0,34
Medeltal:	0,27	0,27	0,16	0,22	0,14	0,19	0,21

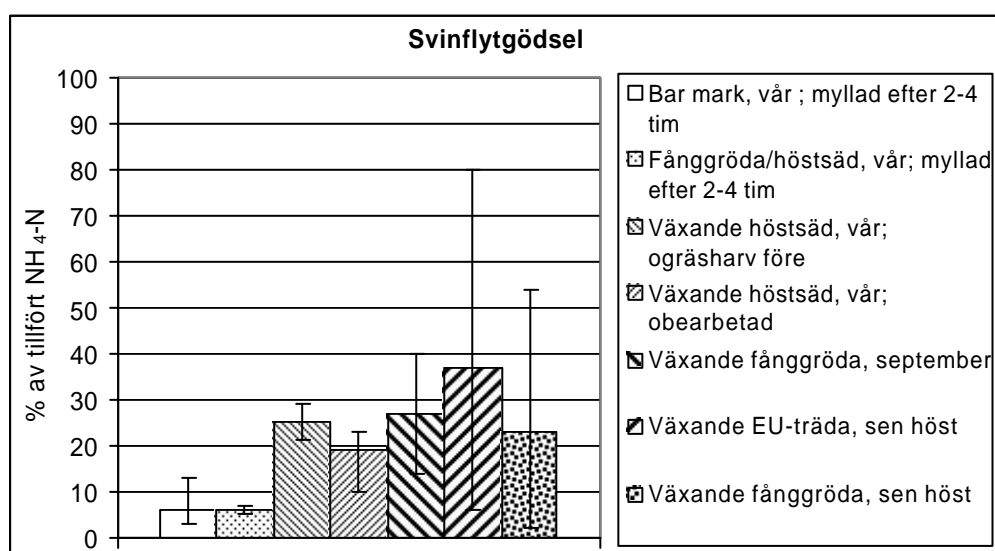
Nörgården	Grönsäd + ins	Vall I	Vall II	Medeltal
1997/98 ¹	0,01	0,01	0,19	0,07
1998/99	0,26	0,18	0,02	0,15
1999/00	0,01	0,11	0,05	0,05
2000/01	0,03	0,04	0,17	0,09
2001/02	0,38	0,21	0,24	0,28
Medeltal:	0,14	0,11	0,13	0,13

¹) Manuell vattenprovtagning

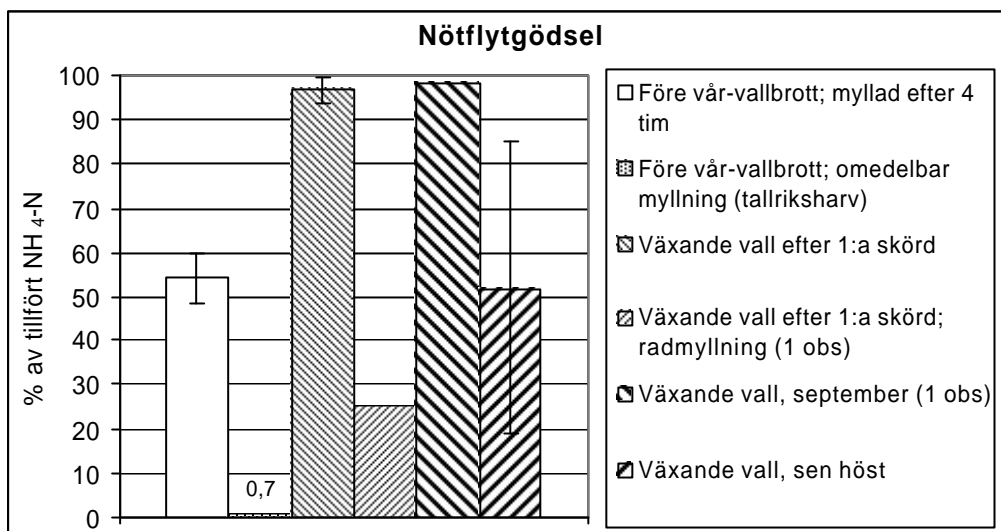
Ammoniakemissioner

Här redovisas inte bara resultaten från den period som denna rapport i huvudsak omfattar, utan delar av tidigare gjorda mätningar har, för jämförbarhetens och fullständighetens skull, införlivats i figurerna. De sista årens mätningar redovisas i bilaga 7. De tre faktorer som (förutom gödselslaget, se nedan) hade störst betydelse för ammoniakförlustens storlek var:

- Nedmyllning kontra spridning i växande gröda. Nedmyllning, även en grund sådan, var den effektivaste åtgärden för att reducera emissionsförlusterna av kväve (figur 8).
- I vilken grad den spridna gödseln fick ordentlig kontakt med jord (marken) eller inte. Då markytan var mer eller mindre täckt av växande vegetation eller växtrester (skörderester, förna) hamnade gödseln, trots släpslangarna, till stor del ovanpå vegetation eller andra växtdelar, vilket medförde ökade förluster, speciellt vid spridning av nötflytgödsel.
- Marktemperaturen vid spridningstillfället. Spridning vid en mark- och lufttemperatur av några få plusgrader har givit lägre förluster än under varmare årstider, eller då temperaturen gick under 0 efter spridningen (t.ex. maxvärdena vid Sen höst).



Figur 9. Uppmätta ammoniakemissioner (med max- resp. min-värden) efter olika spridningssituationer av svinflytgödsel.



Figur 10. Uppmätta ammoniakemissioner (med max- resp. min-värden) efter olika spridningssituationer av nötflytgödsel.

Vid vårspridning av nötflytgödsel på vall före vallbrottet blev ammoniakförlusten i medeltal drygt 50% av tillfört ammoniumkväve under de ca fyra timmarna mellan spridning och nedmyllning. När nötflytgödseln nedmyllades med tallriksharv omedelbart efter spridningen reducerade förlusterna kraftigt, till < 1% (figur 9). Sen höstspridning i växande gröda gav stora variationer i emission, speciellt det sista året (2002) var avgången mycket hög. Förklaringen till detta kan sannolikt sökas i att temperaturen i såväl luft som markyta sjönk under 0°C några timmar efter spridningen. Då vätskan i gödseln börjar frysa ökar ammonium/ammoniak-koncentrationen i den kvarvarande ofrysta vätskan vilket medför att jämviktsgradienten mellan vätska och luft ökar drastiskt.

Vid de flesta jämförbara tillfällena var emissionsförlusterna av ammoniak-N påtagligt större från nötflytgödseln, jämfört med svinflytgödseln. Orsaken är sannolikt den tidigare noterade skillnaden i pH-värde vid spridningstillfället, se Torstensson och Håkansson (2001).

Växtnäringsbalanser

Växtnäringsbalanser, exklusive nedfall och denitrifikation, för ett medelår i de respektive växtföljderna visas i tabellerna 16 och 17. Bruttotillförsel av kväve, fosfor och kalium med gödsel jämförs med bortförsel genom skörd, från mätningarna skattade ammoniakemissioner efter stallgödselspridning och utlakning. Kaliumutlakningen, har uppskattas utifrån intilliggande försök (Hessel Tjell et al., 1999). Kvävefixeringen i nötväxtföljden har uppskattats med STANK 4.1, under antagandet att andelen baljväxter var ca 20% i grönsåden, ca 50% i andraskörden efter grönsåden och att klöverhalten var 25 resp. 15% i vall I och II.

Växtnäringsbalansen för växtföljden med svinflytgödsel under perioden 1999-2001 var i medeltal nära 0 för de tre näringsämnen (tabell 16). Kvävet visar just den här perioden ett måttligt underskott, vilket kan vara en tillfällighet beroende på årliga variationer i den aktuella tillförseln med stallgödsel, och relativt hög utlakning efter vårraps och potatis. Ett fosforöverskott på 8 kg/ha är en klar förbättring jämfört med den tidigare perioden (+22 kg P/ha, Torstensson & Håkansson, 2001). Det aktuella överskottet är inte särskilt allvarligt med tanke på att potatis ingår i växtföljden, men målsättningen bör vara att reducera detta ytterligare. Radgödslingen till potatis, med därav följande bättre tillgänglighet, borde möjliggöra en viss reduktion av givan till denna gröda.

Tabell 16. Växtnäringsbalans för svingårdens växtföljd, 1999-2001

Totalkväve (kg N/ha)	Vårkorn	EU-träda	Våraps	Höstvete	Potatis	Rågvete	Medeltal
N-tillförsel, gödsling (+)	118	0	93	154	125	140	105
Bortförsel med skörd (-)	70	0	62	93	131	98	76
Uppsk. NH ₃ -N em. (-)	5	0	13	20	10	20	10
Återstår före utlakning	43	0	18	41	-16	22	19
Utlakning (-)	20	29	72	45	78	29	46
Balans:	+23	-29	-54	-4	-94	-7	-27
Fosfor (kg P/ha)							
P-tillförsel, gödsling (+)	26	0	12	23	65	23	25
Bortförsel med skörd (-)	20	0	17	22	16	24	17
Återstår före utlakning	6	0	-5	1	49	-1	8
Utlakning (-)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Balans:	+6	0	-5	+1	+49	-1	+8
Kalium (kg K/ha)							
K-tillförsel, gödsling (+)	66	0	45	55	214	55	73
Bortförsel med skörd (-)	42	0	19	23	169	63	53
Återstår före utlakning	24	0	26	32	45	-8	20
Uppsk. K-utlakning (-)	20	20	20	20	20	20	20
Balans:	+4	-20	+6	+12	+25	-28	0

I nötgårdens växtföljd ligger kvävebalansen, inklusive uppskattad N-fixering, nära noll, medan såväl fosfor som kaliumbalanserna visar påtagliga underskott (tabell 17). Bortförseln av fosfor har överstigit tillförseln med ca 14 kg P/ha, vilket skulle kunna vara en bidragande orsak till den lägre fosforutlakningen från denna växtföljd jämfört med svingårdens växtföljd (tabell 15). Kaliumbortförseln med skördarna har däremot varit ungefär dubbelt så stor som tillförseln, plus en uppskattad utlakning på ca 20 kg/ha. Orsaken till dessa underskott beror till stor del på att de ändringar i fosfor- och kaliumgödslingen som beslutades efter utvärderingen år 2000 av praktiska skäl inte hunnit slå igenom på gödslingen till 1999-2000 års skördar (se tabell 6b). Då gödslingsnivåerna från 2001 och 2002 får fullt utslag i beräkningen kommer balansen att förbättras (tabell 6b).

Tabell 17. Växtnäringsbalans för nötgårdens växtföljd, 1999-2001

Totalkväve (kg N/ha)	Grönsäd + ins.	Vall I	Vall II	Medeltal
N-tillförsel, gödsling (+)	106	172	231	170
Uppsk. N-fixering (+)	70	104	77	83
Bortförsel med skörd (-)	140	244	254	213
Uppsk. NH ₃ -N em. (-)	15	15	30	20
Återstår före utlakning	21	17	24	20
Utlakning (-)	20	21	17	19
Balans:	1	-4	7	1
Fosfor (kg P/ha)				
P-tillförsel, gödsling (+)	26	9	17	17
Bortförsel med skörd (-)	25	33	35	31
Återstår före utlakning	1	-24	-18	-14
Utlakning (-)	< 1	< 1	< 1	< 1
Balans:	1	-24	-18	-14
Kalium (kg K/ha)				
K-tillförsel, gödsling (+)	107	80	125	104
Bortförsel med skörd (-)	150	241	269	220
Återstår före utlakning	-43	-161	-144	-116
Uppsk. K-utlakning (-)	20	20	20	20
Balans:	-63	-181	-164	-136

SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Odlingssystemets inverkan

Den prövade nötgårdsväxtföljden, med 2/3 vall, har givit avsevärt lägre urlakningsförluster av kväve och fosfor än svingårdens växtföljd.

Den viktigaste orsaken är sannolikt den helt dominerande vallodlingen, med mycket högt växtnäringsutnyttjande. En, jämfört med tidigare, ökad andel snabbt nedbrukad nötflytgödsel har inneburit minskade emissionsförluster efter spridning vilket har resulterat i såväl ökade skördar som en tendens till något ökad utlakning.

Höstsåddernas inverkan

I svingödselväxtföljderna var andelen vintergrön mark per definition 100 procent, varav höstsådda grödor utgjorde 1/3-del.

Kväveupptaget i höstsäd (höstvetete, resp. rågvete) efter vårraps och potatis gav sannolikt minimala reduktioner av kväveutlakningen. Den viktigaste orsaken var dessa gröders minimala kväveupptag under hösten, som mest uppmättes ca 6 kg N/ha i ovanjordiska delar. Detta i kombination med den tidiga höstbearbetningen, som på lätta jordar alltid ger en kraftig ökning av mängden utlakningsbart kväve i marken.

En viktig orsaken till den höga kväveutlakningen i växtföljderna med svinflytgödsel var, förutom potatisodlingen, den låga eller obefintliga utlakningssänkande effekten av höstsådder. Dessa resultat överensstämmer mycket väl med vad som erhållits i ett liknade försök i sydvästra Skåne, utan stallgödselanvändning (Hessel *et al.*, 1998). En slutsats av detta blir att höstsädesåddernas ställning som fullgoda och godkända grödor för s.k. "vintergrön mark" på goda grunder kan ifrågasättas.

Vårinsådda fånggrödor i höstsäd

På våren insådda rajgräs-fånggrödor i höstsäd har efter omständigheterna fungerat fullt tillfredställande. Utlakningen blev dock inte lika låg som t.ex. efter korn med insädd, eller vad som uppmätts i vårsådda och enbart vårgödslade led med fånggröda i ett intilliggande försök (Hessel *et al.*, 1999). I båda fallen (höst- resp. rågvete) spreds svinflytgödsel på våren med släpplangsspridare. Sannolikt har en försenad frigörelse av mineralkväve från den organiska delen av gödseln bidragit till ökad kvävebelastning under senhösten. I fallet med höstvetete spreds även flytgödsel i september, avsedd för den efterföljande potatisen. Kväveupptaget i ovanjordiska delar av fånggrödan uppgick på senhösten till 40 resp. 26 kg/ha efter höst- resp. rågvete.

Flytgödselspridningens inverkan

På våren spriden och nedmyllad flytgödsel i måttliga doser (ca 20 ton/ha) har givit låga emissionsförluster och pålitliga kväveeffekter, och tycks inte märkbart ha påverkat mineralkväveinnehåll i marken eller kväveutlakningen under efterföljande vinter

Spridning i växande grödor utan nedmyllning har däremot givit märkbara emissionsförluster och mer osäkra kväveeffekter. Metoden kan innebära påtagliga risker för ökad kväveutlakning till följd av fördröjd gödselverkan. Då metoden tillämpas i stråsäd bör detta ske i kombination med insädd vall eller fånggröda.

Sen höstspridning (november) av flytgödsel på skördad vall eller växande grönträda har haft liten påverkan på kväveutlakningen under vintern. Den tidiga höstspridningen (september) i fånggröda efter höstvetete förefaller vara mer tveksam ur såväl emissions- som utlakningssynpunkt. Det tillförda ammoniumkvävet hinner ombildas till nitratkväve, men det är osäkert om fånggrödan alltid hinner ta tillvara detta kväve. Sluteffekten kan bli både högre utlakning och osäkrare kväveeffekter till den efterföljande grödan, i det här fallet potatis.

REFERENSER

- European Committee for Standardization 1996a. Water Quality. Determination of phosphorus. Ammonium-molybdate spectrometric method. European standard EN 1189. European Committee for Standardization, Brussels.
- 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 och Rydberg, T., Gustafson, A. 1998. Höstgrödor – Fånggrödor – Utlakning. Kvävedynamik och kväveutlakning på en moränlättera i Skåne. Ekohydrologi nr 46, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hessel Tjell, K. Aronsson, H. Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B., Stenberg, M och Rydberg, T. 1999. Mineralkvävedynamik och växtnäringutlakning i handels- och stallgödslade odlingssystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmjord i södra Halland perioden 1990-1998. Ekohydrologi nr 50, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Svensson, L. 1993. Ammonia volatilization from land-spread livestock manure - Effects of factors relating to meteorology, soil/manure and application technique. Dissertation, Swedish Institute of Agricultural Engineering, Uppsala.
- Kirsten, W.J. & Hesselius, G.U. 1983. Rapid automatic, high capacity Dumas determination of nitrogen. Microchemistry journal 28, 529-547.
- Lindén, B. 1977. Utrustning för jordprovtagning i åkermark. Rapport 112. . Avdelningen för växtnäringlära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. 1979. Alvprovtagning med ”Ultuna-borren”- för markkartering och framtida N-prognoser. Rapport 120. Avdelningen för växtnäringlära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B., Gustafson, A., Torstensson, G. och Ekre, E. 1993. Mineralkvävedynamik och växtnäringutlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlingssystem. Ekohydrologi 30. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Svensk standard 1995. Kemiska vattenundersökningar. Katalog över svensk standard. Standardiseringskommissionen i Sverige. 588 s.
- Torstensson, G., Gustafson, A. och Lindén B. 1993. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. Ekohydrologi nr 31. Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B. och Skyggesson, G. 1992. Mineralkvävedynamik och växtnäringutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland. Ekohydrologi 28. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G. & Håkansson, M. 2001. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik, Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem, Perioden 1991-1999. Ekohydrologi nr 57. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G. 2003. Ekologisk odling – Utlakningsrisker och kväveomsättning Ekologiska odlingssystem med resp. utan djurhållning på sandig grovmo i södra Halland. Resultat från perioden 1991-2002. Ekohydrologi nr 72. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Wagner, R. 1974. A new method for automated nitrate determination in sea water using the AutoAnalyzer (in German). Technicon Symposium, Frankfurt am Main.

Bilagor

Bilaga 1. Bortförda skördar av kärna (85% ts), halm (ts), vall (ts) och potatis (färskvikt) i svinväxtföljden, samt skördeprodukternas innehåll av N, P och K vid angiven ts-halt.

Svingården	Ruta: 21				22				23			
	Halt (%)				Halt (%)				Halt (%)			
	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K
1999	Höstvete				Rågvede+fångg.				Potatis			
Kärna/Frö (85% ts)	6,31	1,46	0,35	0,38	5,83	1,40	0,38	0,48				
Halm, skördad (ts)	3,71	0,37	-	-	4,63	0,35	-	-				
Potatis (färskvikt)									43,5	0,33	0,04	0,42
2000	Potatis				V-korn+insådd				Rågvede+fångg.			
Kärna/Frö (85% ts)					4,51	1,22	0,33	0,39	5,00	1,71	0,34	0,42
Halm, skördad (ts)					2,14	0,64	-	-	2,88	0,37	-	-
Potatis (färskvikt)	34,5	0,33	0,04	0,42								
2001	Rågvede+fångg.				Eu-träda				V-korn+insådd			
Putsning 1 (ts)					2,93	1,53	-	-				
Putsning 2 (ts)					3,71	1,67	-	-				
Putsning 3 (ts)					2,59	2,06	-	-				
Kärna/Frö (85% ts)	4,71	1,56	0,36	0,44					4,86	1,11	0,36	0,51
Halm, skördad (ts)	3,74	0,35	-	-					2,03	0,44	-	-
2002	V-korn+insådd				Våraps				Eu-träda			
Putsning 1 (ts)									3,45	e.a	e.a	e.a
Putsning 2 (ts)									2,14	e.a	e.a	e.a
Putsning 3 (ts)									1,00	e.a	e.a	e.a
Kärna/Frö (85% ts)	5,88	e.a	e.a	e.a	2,59	e.a	e.a	e.a				
Halm, skördad (ts)	2,32	e.a	e.a	e.a	4,73	e.a	e.a	e.a				

Svingården	Ruta: 24				25				26			
	Halt (%)				Halt (%)				Halt (%)			
	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K
1999	V-korn+insådd				Eu-träda				Våraps			
Putsning 1 (ts)					2,67	1,37	-	-				
Putsning 2 (ts)					4,36	2,03	-	-				
Putsning 3 (ts)					1,63	2,61	-	-				
Kärna/Frö (85% ts)	5,13	1,13	0,34	0,41					2,53	2,77	0,84	0,92
Halm, skördad (ts)	3,75	0,52	-	-					2,38	0,38	-	-
2000	Eu-träda				Våraps				Höstvete+fångg			
Putsning 1 (ts)	2,75	1,39	-	-								
Putsning 2 (ts)	6,21	1,90	-	-								
Putsning 3 (ts)	2,03	2,20	-	-								
Kärna/Frö (85% ts)					1,69	3,21	0,76	0,88	6,72	1,45	0,32	0,32
Halm, skördad (ts)					2,38	0,38	-	-	3,71	0,37	-	-
2001	Våraps				Höstvete+fångg				Potatis			
Kärna/Frö (85% ts)	1,67	-	-	-	5,89	1,50	0,36	0,40				
Halm, skördad (ts)	2,97	0,51	-	-	5,51	0,49	-	-				
Potatis (färskvikt)									42,8	0,33	0,04	0,41
2002	Höstvete+fångg				Potatis				Rågvede+fångg.			
Kärna/Frö (85% ts)	5,24	e.a	e.a	e.a					6,00	e.a	e.a	e.a
Halm, skördad (ts)	4,75	e.a	e.a	e.a					4,61	e.a	e.a	e.a
Potatis (färskvikt)					25,5	e.a	e.a	e.a				

Aritmetiska medeltal 1999-2001

Svingården	V-korn+insådd				Eu-träda				Våraps			
	Halt (%)				Halt (%)				Halt (%)			
	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K
Putsning 1 (ts)					2,95	1,43						
Putsning 2 (ts)					4,10	1,87						
Putsning 3 (ts)					1,81	2,29						
Kärna/Frö (85% ts)	5,10	1,16	0,34	0,43					2,12	2,99	0,80	0,90
Halm, skördad (ts)	2,56	0,53	-	-					3,11	0,42	-	-

Svingården	Höstvete				Potatis				Rågvede+fångg.			
	Halt (%)				Halt (%)				Halt (%)			
	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K
Kärna/Frö (85% ts)	6,04	1,47	0,34	0,37					5,38	1,56	0,36	0,44
Halm, skördad (ts)	4,42	0,41	-	-					3,97	0,36	-	-
Potatis (färskvikt)					36,6	0,33	0,04	0,42				

Bilaga 2. Bortförda skördar av grönsäd och vall (ton ts/ha) i nötväxtföljden, samt skördeprodukternas innehåll av N, P och K vid angiven ts-halt

Nötgården	Ruta: 27				28				29			
	Halt (%)				Halt (%)				Halt (%)			
	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K
1999	Grönsäd+ins				Vall II				Vall I			
Vallsk. 1/Grönsäd (ts)	6,59	1,20	0,27	1,63	6,57	2,17	0,36	2,67	4,84	2,23	0,37	2,59
Vallskörd 2 (ts)	1,41	2,75	0,33	2,42	2,89	1,91	0,30	2,40	2,81	2,11	0,33	2,47
Vallskörd 3 (ts)					3,01	2,32	0,36	2,02	2,16	2,71	0,38	2,30
2000	Vall I				Grönsäd+ins				Vall II			
Vallsk. 1/Grönsäd (ts)	3,49	3,21	0,33	2,62	8,38	1,13	0,20	1,23	3,10	3,16	0,30	2,14
Vallskörd 2 (ts)	2,74	2,84	0,31	2,18	0,59	2,85	0,33	1,96	3,43	2,31	0,31	1,87
Vallskörd 3 (ts)	1,58	2,85	0,28	1,83					1,77	2,47	0,27	1,67
2001	Vall II				Vall I				Grönsäd+ins			
Vallsk. 1/Grönsäd (ts)	3,77	3,02	0,31	2,57	3,05	2,70	0,35	2,60	8,27	1,68	0,29	1,64
Vallskörd 2 (ts)	5,13	1,74	0,28	2,91	5,15	2,19	0,30	2,62	1,85	2,80	0,44	3,21
Vallskörd 3 (ts)	3,55	1,99	0,34	2,73	3,30	2,27	0,37	2,60				
2002	Grönsäd+ins				Vall II				Vall I			
Vallsk. 1/Grönsäd (ts)	10,18	e.a	e.a	e.a	3,44	e.a	e.a	e.a	3,68	e.a	e.a	e.a
Vallskörd 2 (ts)	1,90	e.a	e.a	e.a	2,63	e.a	e.a	e.a	4,39	e.a	e.a	e.a
Vallskörd 3 (ts)					3,61	e.a	e.a	e.a	3,00	e.a	e.a	e.a

Aritmetiska medeltal 1999-2001

Nötgården	Grönsäd+ins				Vall I				Vall II			
	Halter (% av ts)				Halter (% av ts)				Halter (% av ts)			
	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K	t/ha	N	P	K
Vallskörd 1/Grönsäd	8,35	1,34	0,25	1,50	3,77	2,72	0,35	2,60	4,22	2,78	0,32	2,46
Vallskörd 2	1,44	2,80	0,37	2,53	3,77	2,38	0,32	2,42	3,52	1,99	0,30	2,39
Vallskörd 3					2,51	2,61	0,34	2,24	2,98	2,26	0,33	2,14

Bilaga 3. Ovanjordiskt växtmaterial (ton ts/ha) vid olika provtagningstillfällen i nötväxtföljden, samt det provtagna materialets innehåll av N och C (% av ts). Kursiv stil indikarar att det aktuella materialet nedbrukades efter

Tidpunkt	Produkt	Ruta: 27			28			29		
		Halt (%)			Halt (%)			Halt (%)		
		ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C
1999		Grönsäd+ins			Vall II			Vall I		
Tidig vår	Vall	<i>1,06</i>	<i>2,69</i>	<i>44,1</i>	0,92	2,71	42,4	1,00	3,25	43,2
Efter sista skörd	Stubb/insådd	0,80	1,63	41,1	0,90	1,41	43,0	0,44	1,86	42,2
2000		Vall I			Grönsäd+ins			Vall II		
Tidig vår	Vall	0,89	3,22	41,0	<i>3,45</i>	<i>1,88</i>	<i>33,5</i>	1,07	3,04	41,7
Efter sista skörd	Stubb/insådd	1,10	1,25	29,1	1,07	1,79	42,3	1,44	1,39	42,7
2001		Vall II			Vall I			Grönsäd+ins		
Tidig vår	Vall	1,00	3,29	42,6	0,88	3,00	42,4	<i>1,03</i>	<i>2,70</i>	<i>43,1</i>
Efter sista skörd	Stubb/insådd	0,56	1,83	30,4	0,73	1,14	40,9	0,51	1,42	40,3

Aritmetiska medeltal, 1999-2001

Tidpunkt	Produkt	Grönsäd +insådd			Vall I			Vall II		
		Halt (% av ts)			Halt (% av ts)			Halt (% av ts)		
		ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C
Tidig vår	Vall	1,84	2,42	40,25	0,92	3,15	42,20	1,00	3,01	42,24
Efter sista skörd	Stubb/insådd	0,79	1,61	41,24	0,76	1,42	37,42	0,97	1,54	38,68

Kväveinnehåll (kg/ha) och C/N-kvot

Tidpunkt	Produkt	Grönsäd +insådd		Vall I		Vall II	
		N	C/N	N	C/N	N	C/N
		Tidig vår	Vall	40	17	29	13
Efter sista skörd	Stubb/insådd	13	26	10	26	14	25

Bilaga 4a. Ovanjordiskt växtmaterial (ts t/ha) vid olika provtagningsstillfällen i svinväxtföljden, samt det provtagna materialets innehåll av N och C (% av ts). Kursiv stil indikerar att det aktuella materialet nedbrukades efter provtagningen

		Ruta: 21			23			22		
		Halt (%)			Halt (%)			Halt (%)		
Tidpunkt	Produkt	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C
1999		Höstvete			Potatis (R-vete)			Rågvede+fångg.		
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	0,09	4,39	43,1	0,37	3,41	43,1	0,09	4,34	42,9
	Stubb	-	-	-	1,22	0,94	46,2	-	-	-
Putsning 1	Grönmassa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Putsning 2	Grönmassa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Efter puts 2	Stubb	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Efter skörd	Insädd/Fångg(+stubb)	-	-	-	-	-	-	0,19	2,45	42,1
(Före bearb.)	Stubb	2,79	0,56	45,6	-	-	-	0,46	0,56	46,4
	Halm	3,96	0,38	45,2	-	-	-	4,63	0,35	45,1
Före blastdödning	Potatisblast	-	-	-	1,98	1,30	41,3	-	-	-
	Knölar	-	-	-	9,60	1,18	39,6	-	-	-
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	1,86	1,17	45,5	0,04	5,28	42,0	0,64	3,85	42,2
2000		Potatis (R-vete)			Rågvede+fångg.			V-korn+insädd		
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	1,92	1,20	43,8	0,24	3,68	37,2	1,39	2,20	44,0
Putsning 1	Grönmassa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Putsning 2	Grönmassa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Efter skörd	Stubb+Ins./Fångg.	-	-	-	1,85	0,78	44,3	1,71	0,86	43,3
(Före bearb.)	Halm	-	-	-	2,88	0,37	45,0	2,14	0,64	44,2
Före blastdödning	Potatisblast	3,29	3,39	38,3	-	-	-	-	-	-
	Knölar	13,8	1,33	40,9	-	-	-	-	-	-
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	0,13	5,30	41,2	2,47	1,28	43,4	2,08	1,79	42,6
2001		Rågvede+fångg.			V-korn+insädd			EU-träda		
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	0,46	3,91	39,5	-	-	-	2,04	2,29	43,7
Putsning 1	Grönmassa	-	-	-	-	-	-	2,93	1,53	43,1
Putsning 2	Grönmassa	-	-	-	-	-	-	3,71	1,67	43,7
Efter skörd	Stubb+Ins./Fångg.	1,50	0,48	45,7	-	-	-	-	-	-
(Före bearb.)	Halm	3,74	0,35	45,0	2,03	0,44	44,5	-	-	-
Före blastdödning	Potatisblast	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Knölar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	1,99	1,02	43,4	2,33	1,53	43,0	2,59	2,06	40,6

Aritmetiska medeltal, 1999-2001

		V-korn+ins.			Eu-träda			Vårrens		
		Halt (%)			Halt (%)			Halt (%)		
Tidpunkt	Produkt	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	0,73	3,53	43,1	1,39	2,48	41,8	-	-	-
Putsning 1	Grönmassa	-	-	-	2,78	1,43	42,3	-	-	-
Putsning 2	Grönmassa	-	-	-	4,77	1,87	42,1	-	-	-
Efter skörd	Stubb+Ins./Fångg.	1,23	0,84	42,2	-	-	-	2,10	0,61	42,8
(Före bearb.)	Halm	2,64	0,54	44,2	-	-	-	3,55	0,41	43,5
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	1,92	1,72	42,7	2,14	2,41	41,2	0,10	4,99	40,8

Kväveinnehåll (kg/ha) och C/N-kvot

		V-korn+ins.		Eu-träda		Vårrens	
		N	C/N	N	C/N	N	C/N
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	17	12	33	17	-	-
Putsning 1	Grönmassa	-	-	40	29	-	-
Putsning 2	Grönmassa	-	-	90	23	-	-
Efter skörd	Stubb+Ins./Fångg.	11	50	-	-	13	70
(Före bearb.)	Halm	14	82	-	-	14	107
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	33	25	51	17	5	8

Bilaga 4b. Ovanjordiskt växtmaterial (ts t/ha) vid olika provtagningstillfällen i svinväxtföljden, samt det provtagna materialets innehåll av N och C (% av ts). Kursiv stil indikerar att det aktuella materialet nedbrukades efter provtagningen

		Ruta: 24			25			26		
		Halt (%)			Halt (%)			Halt (%)		
Tidpunkt	Produkt	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C
1999		V-korn+insådd			EU-träda			V-raps (h-vete)		
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	0,08	4,87	42,2	0,75	2,67	40,0	1,44	3,09	44,0
	Stubb	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Putsning 1	Grönmassa	-	-	-	2,68	1,38	43,3	-	-	-
Putsning 2	Grönmassa	-	-	-	4,38	2,03	39,9	-	-	-
Efter puts 2	Stubb	-	-	-	1,44	1,60	43,3	-	-	-
Efter skörd	Insådd/Fångg(+stubb)	0,23	2,02	41,8	-	-	-	-	-	-
(Före bearb.)	Stubb	0,52	0,53	45,4	-	-	-	0,47	0,54	43,5
	Halm	3,75	0,53	43,8	-	-	-	5,29	0,33	43,9
Före blastdödning	Potatisblast	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Knölar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	1,34	1,84	42,5	1,63	2,61	40,8	0,08	5,04	40,6
2000		EU-träda			V-raps (h-vete)			Höstvete+fångg.		
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Putsning 1	Grönmassa	2,75	1,39	40,4	-	-	-	-	-	-
Putsning 2	Grönmassa	6,21	1,90	42,6	-	-	-	-	-	-
Efter skörd	Stubb+Ins./Fångg.	-	-	-	4,66	0,64	43,6	2,40	0,68	43,8
(Före bearb.)	Halm	-	-	-	2,38	0,38	43,7	3,71	0,37	44,9
Före blastdödning	Potatisblast	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Knölar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	2,19	2,56	42,3	0,11	4,94	41,0	2,19	2,47	42,7
2001		V-raps (h-vete)			H-vete+fångg.			Potatis (R-vete)		
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	-	-	-	0,19	4,31	39,9	1,94	1,90	44,9
Putsning 1	Grönmassa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Putsning 2	Grönmassa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Efter skörd	Stubb+Ins./Fångg.	1,16	0,64	41,2	1,39	0,85	45,3	-	-	-
(Före bearb.)	Halm	2,97	0,51	43,0	5,51	0,49	44,6	-	-	-
Före blastdödning	Potatisblast	-	-	-	-	-	-	2,50	1,91	39,8
	Knölar	-	-	-	-	-	-	10,9	1,34	40,5
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	-	-	-	2,78	1,57	38,9	-	-	-

Aritmetiska medeltal, 1999-2001

		H-vete+fångg.			Potatis			Rågvede+fångg.		
		Halt (%)			Halt (%)			Halt (%)		
Tidpunkt	Produkt	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C	ts, t/ha	N	C
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	0,14	4,35	41,5	1,41	2,17	43,9	0,26	4,34	44,7
Efter skörd	Stubb+Ins./Fångg.	2,19	0,70	44,9	-	-	-	1,33	0,79	45,0
(Före bearb.)	Halm	4,39	0,42	44,9	-	-	-	3,75	0,36	45,1
Före blastdödning	Potatisblast	-	-	-	2,59	2,20	39,8	-	-	-
	Knölar	-	-	-	11,4	1,28	40,3	-	-	-
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	2,27	1,73	42,3	0,08	5,29	41,6	1,70	2,05	43,03

Kväveinnehåll (kg/ha) och C/N-kvot

		H-vete+fångg.		Potatis		Rågvede+fångg.	
		N	C/N	N	C/N	N	C/N
Tidig vår	Väx.gröda (+stubb)	6	10	28	20	10	10
Efter skörd	Stubb+Ins./Fångg.	15	64	-	-	10	57
(Före bearb.)	Halm	19	108	-	-	13	126
Före blastdödning	Potatisblast	-	-	62	18	-	-
	Knölar	-	-	148	31	-	-
Sen höst	Väx.gröda (+stubb)	40	24	4	8	26	21

Bilaga 5. Uppmätt mineralkväve (ammonium- + nitratkväve) i de tre provtagna skikten (0-30, 30-60 och 60-90 cm) i svinväxtföljden. Värden i kg N/ha

Ruta:	21				22				23			
Datum	Skikt			S:a	Skikt			S:a	Skikt			S:a
	I	II	III	0-90	I	II	III	0-90	I	II	III	0-90
	Höstvete				Rågvete + Fångg.				Potatis			
1999-04-08	33	6	10	49	20	8	12	41	21	8	8	37
1999-05-19									61	19	22	101
1999-08-05	16	7	8	30	15	5	7	27				
1999-08-31									19	8	9	37
1999-09-14					59	6	7	71				
1999-09-21									42	5	12	60
1999-10-12	19	9	13	41								
1999-11-10	16	8	6	30	50	31	29	110	21	19	20	60
	Potatis				Korn + Ins				Rågvete + Fångg.			
2000-04-06	17	6	11	34	18	4	6	28	9	1	5	15
2000-05-15	60	17	10	86								
2000-07-24					13	2	4	19	11	1	3	15
2000-08-08	64	42	16	123								
2000-10-19	87	27	18	132								
2000-11-15	32	33	62	127	46	1	5	51	26	1	3	30
	Rågvete + Fångg.				Eu-träda				Korn + Ins.			
2001-04-09	16	5	17	37	30	3	3	35				
2001-07-30	28	6	13	48					35	8	8	52
2001-08-30					19	4	3	26				
2001-11-12	30	2	15	47	42	2	2	46	33	2	8	44
Ruta:	24				25				26			
Datum	Skikt			S:a	Skikt			S:a	Skikt			S:a
	I	II	III	0-90	I	II	III	0-90	I	II	III	0-90
	Korn + Ins.				Eu-träda				Vårraps			
1999-04-08	22	7	11	40	20	4	3	27	22	7	5	33
1999-08-05	10	7	10	27					22	3	3	28
1999-09-02									36	6	6	48
1999-09-14					25	1	3	29				
1999-10-12									26	34	34	94
1999-11-10	12	5	5	22	13	4	5	21	39	16	15	70
	Eu-träda				Vårraps				Höstvete+Fångg.			
2000-04-06	11	4	4	19	42	23	13	78	28	4	6	38
2000-05-15					93	46	32	171				
2000-07-24									16	3	6	25
2000-08-04					10	5	7	22				
2000-10-19					54	15	8	77				
2000-11-13	28	11	4	43	36	20	15	71	36	4	11	50
	Vårraps				Höstvete+Fångg.				Potatis			
2001-04-09	-	-	-	-	18	11	16	45	38	15	9	62
2001-05-15									62	25	20	107
2001-07-30	27	12	11	49	35	14	13	62				
2001-08-24									33	17	16	66
2001-10-30	66	21	30	117					49	33	38	120
2001-11-12	53	27	30	110	38	4	7	48	29	36	48	113

Bilaga 6. Uppmätt mineralkväve (ammonium- + nitratkväve) i de tre provtagna skikten (0-30, 30-60 och 60-90 cm) i nötväxtföljden. Värden i kg N/ha

Ruta:	27				28				29			
	Skikt			S:a	Skikt			S:a	Skikt			S:a
Datum	I	II	III	0-90	I	II	III	0-90	I	II	III	0-90
	Grönsäd/ärt + Ins.				Vall II				Vall I			
1999-04-08	27	3	3	33	34	10	10	54	30	6	4	40
1999-06-10					18	5	5	29	29	3	2	34
1999-07-27	32	2	3	37	22	3	3	27	29	5	8	42
1999-09-30	15	2	2	20								
1999-11-10	17	3	4	24	33	3	4	40	24	5	6	35
	Vall I				Grönsäd/ärt + Ins.				Vall II			
2000-04-06	18	8	11	37	22	3	5	31	20	10	14	43
2000-07-24					28	6	4	38				
2000-11-13	31	7	9	47	30	3	5	38	33	5	8	46
	Vall II				Vall I				Grönsäd/ärt + Ins.			
2001-04-09	23	21	15	58	24	7	5	35	25	8	7	40
2001-07-24	27	15	28	70	36	10	11	57	54	14	16	84
2001-11-12	41	6	8	54	47	7	7	61	48	8	13	69

Bilaga 7a. Uppmätta emissioner av NH₃-N under åren 2000 och 2001

Datum	Gröda/ Led	Markytan var...	Gödsling			Emission			Ackumulerat					
			NH ₄ -N kg/ha	Mät- per.	Mark- temp.	Mättid (tim)	Kg N/ ha/tim	N (kg/ha)	Tim. eft. spridn.	Avgång kg N/ha	%			
2000-04-17	A	Omedelb. myllning	54 N	1	10,0	3,5	0,11	0,4	3,5	0,4	1			
2000-09-11	D	Bev. fånggröda	46 S	1	15,3	4,3	2,13	9,2	4,3	9	20			
				2	16,8	3,7	1,02	3,8	8,0	13	28			
				<i>Skattad emission</i>			3	11,9	14,5	0,18	2,6	22,5	16	34
				4	10,6	7,2	0,18	1,3	29,7	17	37			
2001-04-17	A	Omedelb. myllning	52 N	1	8,0	4,0	0,09	0,4	4,0	0,4	1			
2001-04-18	D	Bev. fånggröda*	52 S	1	6,5	4,3	0,67	2,9	4,3	3	6			
2001-05-16	G	Bev. höstvete Obearbetad	59 S	1	21,3	3,9	0,59	2,3	3,9	2	4			
				2	18,2	5,8	0,27	1,6	9,7	4	7			
				3	13,1	12,1	0,06	0,7	21,8	5	8			
				4	18,8	10,2	0,14	1,4	32,0	6	10			
2001-05-16	H	Bev. rågvete Ogräsharvad	59 S	1	20,6	4,0	1,17	4,7	4,0	5	8			
				2	18,9	5,9	0,50	3,0	9,9	8	13			
				3	12,1	12,1	0,13	1,6	22,0	9	16			
				4	19,1	10,2	0,32	3,3	32,2	12	21			
2001-08-07	A	Bev. vallinsådd	32 N	1	21,7	2,5	4,46	11,2	2,5	11	35			
				2	21,6	4,3	1,25	5,4	6,8	17	52			
				3	16,0	12,8	0,56	7,2	19,6	24	74			
				4	17,1	10,2	0,74	7,5	29,8	31	98			
2001-09-19	G	Bev. fånggröda	86 S	1	15,3	3,2	4,03	12,9	3,2	13	15			
				2	14,5	5,3	1,14	6,0	8,5	19	22			
				3	15,5	13,7	0,19	2,6	22,2	22	25			
				4	17,0	9,7	0,29	2,8	31,9	24	28			
2001-11-21	B	Bev. vall(-stubb)	46 N	1	7,8	3,2	2,48	7,9	3,2	8	17			
				2	7,5	4,1	1,11	4,6	7,3	12	27			
				3	6,7	14,3	0,38	5,4	21,6	18	39			
				4	4,5	7,2	0,48	3,5	28,8	21	46			
2001-11-21	E	Bev. EU-träda	88 S	1	8,3	3,3	6,00	19,8	3,3	20	23			
				2	8,3	5,0	4,96	24,8	8,3	45	51			
				3	6,4	14,3	1,40	20,0	22,6	65	73			
				4	3,4	7,4	0,82	6,1	30,0	71	80			

*Gödseln myllades efter mätperiodens slut

Bilaga 7b. Uppmätta emissioner av NH₃-N under år 2002

Datum	Gröda/ Led	Markytan var...	Gödsling		Mark- temp.	Mättid (tim)	Emission		Ackumulerat		
			NH ₄ -N kg/ha	Mät- per.			Kg N/ ha/tim	N (kg/ha)	Tim. eft. spridn.	Avgång kg N/ha	%
2002-04-10	D	Bev. fånggröda*	61 S	1	10,8	3,6	1,00	3,6	3,6	4	6
2002-04-10	G	Bev. höstvet Ogräsharvad	61 S	1	10,8	2,4	1,80	4,3	2,4	4	7
				2	13,2	4,6	1,50	6,9	7,0	11	18
				3	4,7	13,8	0,18	2,5	20,8	14	22
				4	4,7	6,4	0,21	1,3	27,2	15	25
	G	Bev. höstvet Obearbetad	61 S	1	10,8	2,5	2,80	7,0	2,5	7	11
				2	13,2	4,6	1,50	6,9	7,1	14	23
				3	4,7	13,9	0,13	1,8	21,0	16	26
				4	4,7	6,3	0,23	1,4	27,3	17	28
2002-04-10	H	Bev. rågvete Ogräsharvad	61 S	1	13,4	2,5	1,50	3,8	2,5	4	6
				2	13,2	4,3	2,90	12,5	6,8	16	27
				3	4,7	13,9	0,16	2,2	20,7	18	30
				4	4,7	6,2	0,25	1,6	26,9	20	33
	H	Bev. rågvete Obearbetad	61 S	1	13,4	2,5	1,00	2,5	2,5	3	4
				2	13,2	4,3	1,60	6,9	6,8	9	15
				3	4,7	13,9	0,05	0,7	20,7	10	17
				4	4,7	6,1	0,14	0,9	26,8	11	18
2002-06-06	C	Bev. vall II (stubb) Radmyllad! <i>Skattad emission</i>	33 N	1	23,1	4,1	0,88	3,6	4,1	4	11
				2	23,3	4,0	0,61	2,4	8,1	6	18
				3	15,5	15,0	0,10	1,5	23,1	8	23
				4	20,5	6,4	0,13	0,8	29,5	8	25
2002-09-12	G	Bev. fånggröda	80 S	1	20,0	2,4	1,95	4,7	2,4	5	6
				2	20,0	3,9	1,24	4,8	6,3	10	12
				3	11,4	15,4	0,13	2,0	21,7	12	14
				4	19,0	7,9	0,17	1,3	29,6	13	16
2002-11-19	B	Bev. vall I (stubb)	35 N	1	1,2	2,5	1,81	4,5	2,5	5	13
				2	-0,3	5,3	1,35	7,2	7,8	12	33
				3	-0,9	11,3	0,68	7,7	19,1	19	55
				4	-0,4	8,1	0,43	3,5	27,2	23	65
2002-11-19	E	Bev. EU-träda	75 S	1	1,4	3,7	1,43	5,3	3,7	5	7
				2	-0,1	5,5	2,13	11,7	9,2	17	23
				3	-0,9	11,3	1,59	18,0	20,5	35	47
				4	-0,4	8,2	1,07	8,8	28,7	44	58

*Gödseln myllades efter mätperiodens slut

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. Author and title.
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 agroekosystem. 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. Förurning 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.

- | Nr | År | Författare och titel. Author and title. |
|----|------|--|
| 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. Kväeutlakningens 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. |
| 13 | 1983 | Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödslad 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. Vattenföroreningar 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. |

- Nr År Författare och titel. Author and title.
- 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 grovmjord 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 växtnäringsämnen. Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.
Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. Undersown Catch Crops – Effects on leaching of Nitrogen.
Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät på åkermark. Discharge and nutrient losses from arable land.
- 28 1992 Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén, och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödsblade odlingsystem i södra Halland. Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure.
- 29 1992 Barbro Ulén. Närsaltsförluster från mindre avrinningsområden inom jordbrukets recipientkontroll i Sverige. Nutrient losses from small catchment areas in the recipient control of agriculture in Sweden.
Markus Hoffman. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtids-översikt för 1977/90. Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90.
Markus Hoffman. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet - en studie på sju fält i Malmöhus län. Cultivation practices and water quality - a study on seven fields in Malmöhus county.
- 30 1993 Börje Lindén, Arne Gustafson, Gunnar Torstensson och Erik Ekre. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödsblade odlingsystem. 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.

- | Nr | År | Författare och titel. Author and title. |
|----|------|---|
| 31 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén. Kväeutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingssteknik. Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique. |
| 32 | 1993 | Markus Hoffman och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1991/92 samt långtidsöversikt. Discharge and nutrient losses from arable land in 1991/92 and a long term review. |
| 33 | 1993 | Börje Lindén, Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva - studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingsystem 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 växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydro - logiska 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. Växtnäringsförluster till vatten från ett jordbruksområde på Gotland 1989/94. |
| 38 | 1995 | Katarina Kyllmar, Göran Johansson och Markus Hoffmann. Avrinning och växtnäringsförluster 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 växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1994/95. |
| 41 | 1997 | Bo Wejfeldt och Arne Gustafson. Utesuggor och kväeutlakning. 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 växtnäringsförluster 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. Växtnäringsförluster 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, Öxnevallbäckens, Vikensbäckens och Forshällaåns avrinningsområden. |
| 46 | 1998 | Katinka Hessel, Helena Aronsson, Börje Lindén, Maria Stenberg, Tomas Rydberg och Arne Gustafson. Höstgrödor - Fånggrödor - Utlakning. Kvävedynamik och kväeutlakning 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- stallgödslande odlingsystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1990-1998. |
| 51 | 1999 | Börje Lindén, Lena Engström, Helena Aronsson, Katinka Hessel Tjell, Arne Gustafson, Maria Stenberg och Tomas Rydberg. Kvävemineralisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbet-ningstidpunkter, flygödseltillförsel och insådd 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 växtnärings- förluster 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". |

Nr	År	Författare och titel. Author and title.
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 stallgödsel användning och odling i realistiska odlingssystem. Resultat från en grovmojord 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 stallgödsel användning och odling i realistiska odlingssystem. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1999-2002.
72	2003	Gunnar Torstensson. Ekologisk odling – Utlakningsrisker och kväveomsättning i ekologiska odlingssystem med resp. utan djurhållning på sandig grovmo 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.