



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

Mineralkvävedynamik och växtnärings- utlakning i handels- stallgödslade odlingssystem med och utan fånggröda

**Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden
1990-1998**

Ekohydrologi 50

Uppsala 1999

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences

ISRN SLU-VV-EKOHYD--50--SE

Division of Water Quality Management

ISSN 0347-9307

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	1
MÅL	1
MATERIAL OCH METODER	1
Försöksfältet	1
Försöksplan	3
Försöksdränering och avrinningsmätning	3
Klimatdata	4
Odlingsåtgärder, växtföljd och gödsling	4
Provtagningar och analyser	7
<i>Dräneringsvatten</i>	7
<i>Flytgödsel</i>	7
<i>Kväve upptaget i huvud- och fånggröda</i>	8
<i>Skördar, skörderester och kvävebortförel med grödan</i>	8
<i>Mineraliskt kväve i marken</i>	9
<i>Växttillgängligt jord- och gödselkväve samt kvävemineralisering</i>	9
<i>Beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och växtnäringutlakning</i>	10
RESULTAT OCH DISKUSSION	10
Klimat och avrinning	10
Ämneskoncentrationer och utlakningsförluster	11
Skördar i ordinarie rutor vid tröskmognad	14
Bortförel av växtnäring	15
Kväve i fånggröda	18
Kväve i nedbrukat växtmaterial	20
Mineralkväve i marken	21
Nettomineralisering av kväve och fånggrödors efterverkan	22
Stallgödselkvävet utnyttjandegrad	24
Kvävebalanser och långsiktiga effekter	25
SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	26
Gödslingens inverkan på avkastning och utlakning	26
Fånggrödans kväveupptag, inverkan på utlakning, avkastning och kväve-efterverkan	27
Långsiktiga effekter av fånggrödor och stallgödsel	29
Framtida forskningsbehov	29
REFERENSER	30
BILAGOR	32

TILLKÄNNAGIVANDEN

Det redovisade försöket drivs med medel från Jordbruksverket och SLU, och är ett samarbetsprojekt mellan avdelningarna för vattenvårdslära, jordbearbetning och växtnäringslära vid SLU och Hushållningssällskapet i Halland.

Lantbrukare Bertil Bengtsson på Forslunds gård har välvilligt ställt försöksmarken till förfogande. Försöksledarna Erik Ekre 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.

Börje Lindén vid Västra jordbruksförsöksdistriktet i Skara har ansvarat för insamling och analysering av jord- och grödprover samt upprättat detaljanvisningar för skötseln av försöket. Administration av fältkort, skördeuppgifter mm har skötts av Sixten Gunnarsson vid avdelningen för jordbearbetning. Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson vid avdelningen för vattenvårdslära har ansvarat för utlakningsmätningarna.

Gröd- och jordprover har analyserats vid avdelningen för växtnäringslära och vattenprover har analyserats vid avdelningen för vattenvårdslära.

Innehållet i denna rapport har sammanställts, bearbetats och presenterats av Katinka Hessel Tjell, Helena Aronsson och Gunnar Torstensson.

INLEDNING

I föreliggande rapport presenteras resultaten från åtta försöksår (1990-1997) vid Mellby försöksstation i Halland. I försöket studeras de långsiktiga effekterna på mark och miljö av odling av fånggröda samt med åren återkommande stallgödsetillförsel. Försöket vid Mellby utgör en av fyra försöksplatser i södra Sverige, där utlakningsstudier bedrivs med medel från Jordbruksverket och som har samma övergripande försökssyfte. Studier av utlakningsförhållanden i detta långliggande försök vid Mellby har bedrivits sedan 1983. Resultat från tidigare försöksår har presenterats av Torstensson, Gustafson, Lindén och Skyggesson, 1992, Lindén, Gustafson, Torstensson och Ekre, 1993, Aronsson 1994, 1995 och 1996.

MÅL

Projektets mål är att belysa kväveutlakningen, grödornas kväveförsörjning och avkastning samt gödselkvävet effektivitet med avseende på:

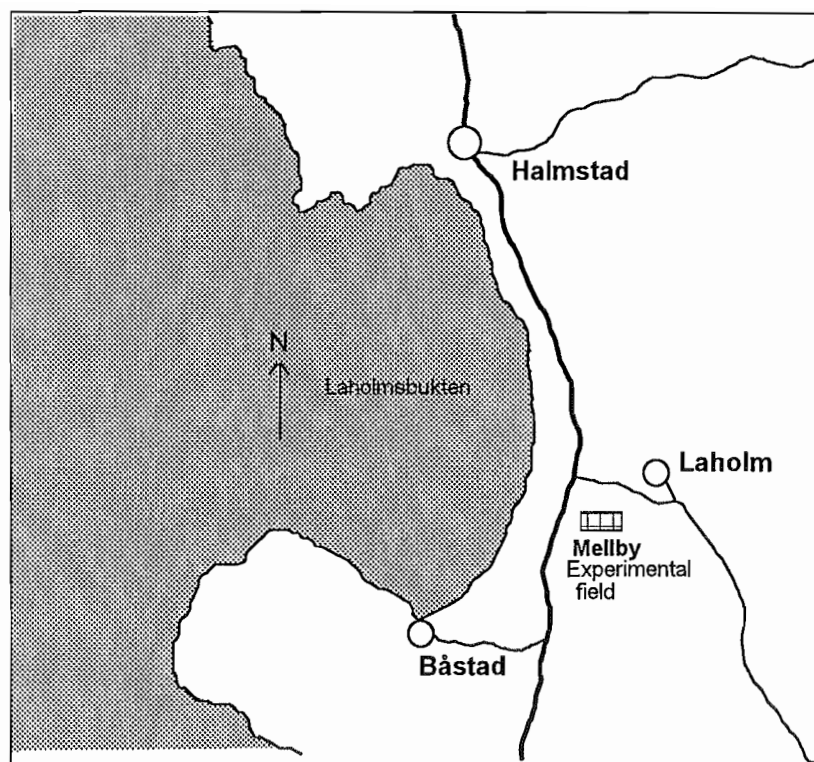
- odling av fånggrödor, som insås i huvudgrödan på våren.
- flytgödsetillförsel i jämförelse med användning av handelsgödsel.
- särskiljande av flytgödsetns ettårseffekt och långsiktiga verkan, varvid effekterna efter flytgödsetillförsel jämföres med verkan i led med enbart handelsgödselkväve.
- tillförsel av flytgödsel på hösten (om marken hålles bevuxen) i jämförelse med vårspridning.
- två gödslingsintensiteter med avseende på flytgödsetspridningarna, både höst och vår.

MATERIAL OCH METODER

Försöksfältet

Försöksfältet som anlades hösten 1982 har tidigare beskrivits av Torstensson *et al.* (1992) och ligger på Forslunds 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 (tabell 1). På ett djup av 1,0-1,2 meter övergår grovmon tämligen tvärt i mellanlera av glacialt ursprung, med ganska stort inslag av mo och sand i den övre delen av leran. Resultat från en undersökning av markens pH-värden, fosfor- och kaliumtillstånd för hela markprofilen samt kol- och kvävevärden i matjorden utförd i september 1988 presenteras i tabell 2. Inom 0-30 cm djup innehåller jorden i medeltal 0,19 % totalkväve, motsvarande ca 8 ton kväve per hektar, tabell 2. I tabell 3 redovisas resultat från en motsvarande undersökning i september 1995 fast då endast i matjorden. Inga extremt låga pH-värden noterades. Mest fosfor innehåller matjorden medan alven är fosforfattigare. Fosforhalten i matjorden motsvarar P-AL-klass V, alltså ett mycket gott fosfortillstånd, och i alven klass II-III, dvs. svag till måttlig fosfortillgång. Kaliummängderna i matjorden motsvarar dock bara K-AL-klass II - III, alltså något svagt tillstånd. I alvsikten rådde klass I-II.

Stallgödsel har före försöksstarten 1983 regelbundet tillförts fältet åtminstone sedan 1950-talet. Gödslingar och grödor under åren 1984-1988 är beskrivna av Torstensson *et al.* (1992) och åren 1989-1992 är beskrivna av Lindén *et al.* (1993).



Figur 1. Mellbyförsökets geografiska placering.

Tabell 1. Mekanisk jordartsammansättning (viktsprocent) i matjord, alv och underliggande lera (150-170 cm), medelvärden av rutorna 2, 8 och 10

Djup (cm)	Ler	Mjäla	Mo	Sand	Mull
0 - 20	5,6	6,0	36,6	46,4	4,8
20 - 40	6,1	0,4	45,2	45,1	2,6
40 - 60	1,5	1,8	54,6	41,0	1,1
60 - 80	1,9	0,5	44,7	52,1	0,6
80 - 100	1,6	1,1	67,9	28,8	0,4
150 - 170	38,8	14,3	30,7	16,0	0,0

Tabell 2. Markens pH-värden, fosfor- kalium-, kol- samt kvävevärden inom olika djup i september 1988, dvs. före försöksperiodens början

Led	Ruta	pH H ₂ O			P-AL (mg/100 g jord)			K-AL (mg/100 g jord)			Tot-C	Tot-N
		0-30 (cm)	30-60 (cm)	60-90 (cm)	0-30 (cm)	30-60 (cm)	60-90 (cm)	0-30 (cm)	30-60 (cm)	60-90 (cm)	0-30 (%)	0-30 (%)
A	7	6,0	6,0	5,6	24,2	3,2	3,2	10,5	4,0	7,5	2,6	0,14
B	5	5,8	6,0	6,3	28,2	5,8	4,4	10,0	3,5	7,5	3,3	0,17
C	2	5,8	5,9	6,0	24,5	4,5	3,0	9,0	2,5	4,0	2	0,16
D	10	5,9	6,1	6,3	24,7	3,0	4,4	8,0	2,5	7,0	3,1	0,15
E	8	6,1	6,1	6,0	27,8	2,6	2,9	8,5	2,5	3,0	3,1	0,15
F	3	6,0	6,2	6,2	32,0	4,2	2,4	10,5	3,5	4,5	3,3	0,19
G	1	5,7	5,6	5,9	23,2	2,7	2,2	9,0	3,0	3,5	3,1	0,15
H	6	5,9	5,9	6,1	22,3	2,6	3,9	8,5	3,5	11,0	2,9	0,15
I	9	6,2	6,2	6,1	26,4	2,6	2,6	7,5	2,5	7,0	3,2	0,16
J	4	6,2	6,4	6,4	32,4	4,4	5,4	9,5	3,0	8,5	3,5	0,18

Tabell 3. Bestämning av matjordens (0-30 cm) pH-värden, fosfor-, kalium-, kol samt kvävevärden i september 1995 före flytgödselspridning

Led	Ruta	pH H ₂ O	P-AL (mg/100g jord)	K-AL (mg/100g jord)	Tot-C (%)	Tot-N (%)
A	7	6,1	25,2	12,5	2,43	0,15
B	5	6,3	29,1	12,5	3,04	0,18
C	2	6,0	26,1	9,5	2,72	0,17
D	10	6,1	26,6	9,0	3,03	0,18
E	8	6,2	35,0	11,0	3,46	0,22
F	3	6,2	32,0	12,0	3,13	0,21
G	1	5,9	24,1	11,0	2,86	0,16
H	6	6,0	24,8	10,0	2,81	0,18
I	9	6,3	29,0	10,0	3,16	0,19
J	4	6,2	36,0	11,5	3,40	0,22

Försöksplan

De tillämpade gödslingsystemen är: (1) helt utan kvävegödsel, (2) endast handelsgödsel och (3) kombinationer av svinflytgödsel och handelsgödsel. Två olika spridningstider (höst och vår) och intensitetsnivåer tillämpas för flytgödseln, kompletterat med halv giva av handelsgödselkväve på våren. Den lägre givan av flytgödsel motsvarar ca 110 kg totalkväve/år och den högre ca 210 kg totalkväve/år. Gödslingsystem med flytgödselspridning på hösten har alltid fånggröda för att uppfylla föreskrifterna i skötsellagen. Övriga gödslingsystem genomförs med och utan fånggröda. I leden utan fånggröda tillämpas höstplöjning och i leden med fånggröda vårplöjning, tabell 4.

Försöksdränering och avrinningsmätning

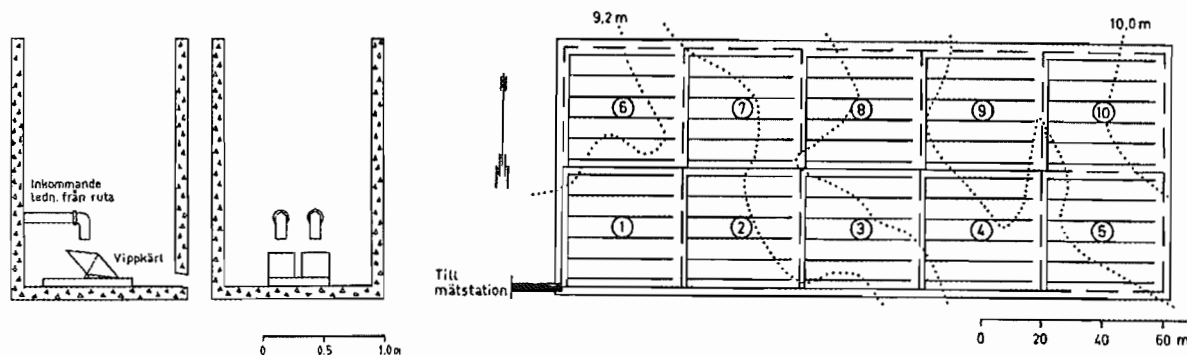
Försöksområdet består av 10 rutor om vardera 0,16 ha med formatet 40 x 40 meter (figur 2). Varje ruta har ett separat dräneringssystem, dikesdjupet är i medeltal 0,9 meter. Runt hela försöksblocket går en avskärande skyddsdränering utanför de yttre rutgränserna.

Tabell 4. Försöks- och gödslingsplan vad gäller fånggrödor samt stall- och handelsgödselkväve

Led	Ruta	Flyt-gödsel	Handels-gödsel	Tidpunkt för flytgödsel-spridning	Fånggröda	Plöjnings-tidpunkt
A	7	0 STG	0 N	-	-	Höst
B	5	0 STG	0 N	-	Eng. rajgräs	Vår
C	2	0 STG	1 N	-	-	Höst
D	10	0 STG	1 N	-	Eng. rajgräs	Vår
E	8	1 STG	½ N	Tidig höst	Eng. rajgräs	Vår
F	3	2 STG	½ N	Tidig höst	Eng. rajgräs	Vår
G	1	1 STG	½ N	Vår	-	Höst
H	6	1 STG	½ N	Vår	Eng. rajgräs	Vår
I	9	2 STG	½ N	Vår	-	Höst
J	4	2 STG	½ N	Vår	Eng. rajgräs	Vår

Med 1 STG avses en giva av svinflytgödsel som motsvarar årsproduktionen vid maximal tillåten djurtäthet (10,5 slaktsvinsplatser/ha).

Med 1 N avses normalt rekommenderad giva av handelsgödselkväve. Givan anpassas till växtslaget.



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

Från respektive ruta leds vattnet i en tät ledning till en mät- och provtagningsstation som är belägen ca 100 meter väster om försöket, figur 2. Ledningarna mynnar två och två i mätbrunnar av betong. Brunnarna är överbyggda med ett enkelt varmbonat hus med värme och belysning.

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 bestäms genom kalibrering årligen. Vippslagen registreras elektroniskt med en automatisk datalogger som registrerar dygnvis avrinning.

Klimatdata

För försöket har anlagts en särskild klimatstation med tillhörig datalogger varför alla behövliga klimatdata är lokala. Nederbörd, dygnsmedeltemperatur, vindhastighet samt globalinstrålning registreras.

Odlingsåtgärder, växtföljd och gödsling

I tabell 5 redovisas grödor, datum för gödsling och andra odlingsåtgärder samt tidpunkter för olika utvecklingsstadier hos grödorna.

I leden utan fånggröda gjordes stubbearbetning direkt efter skörd, följt av plöjning senare på hösten. Fånggrödeleden stubbearbetades och plöjdes i direkt anslutning till vårsådden.

Faktisk tillförsel av kväve, fosfor och kalium med flyt- och handelsgödsel framgår av tabell 6. Handelsgödselkvävet tillfördes som kalkammonsalpeter. I led E-H kompletterades flytgödselns P- och K-innehåll med handelsgödsel. All handelsgödsel bredspreddes och myllades i samband med vårbruket. Flytgödseln spreds med släpslangsspridare med 37,5 cm slangavstånd. I led med fånggröda spreds flytgödseln i den växande fånggrödan. I led E och F, med höstspredning, nedmyllades gödseln således inte efter spridningen, eftersom spridning vid denna tidpunkt ska göras i växande gröda. I led med vårspridning nedmyllades gödseln samma dag med tallriksharv, varefter leden med fånggröda plöjdes.

Tabell 5. Grödor, datum för gödsling och andra odlingsåtgärder samt tidpunkter för olika utvecklingsstadier hos grödorna

Åtgärd, utvecklingsstadier	År:									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997		
Huvudgröda:	Vårmete	Vårkorn	Potatis	Vårkorn	Havre	Våraps	Vårmete	Vårkorn		
Sort:	Dragon	Golf	Ukama	Yngve	Vital	Sponsor	Dragon	Goldie		
Gödsling, höst										
Flytgödsel (led E, F)	20/9-89	11/10-90	18/9-91	27/10-92	16/9-93	14/9-94	13/9-95	19/9-96		
Gödsling, vår										
Flytgödsel (led G, H, I, J)	7/4	9/4	13/5	30/3	7/4	10/4	17/4	9/4		
Handelsgödsel	7/4	12/4	20/5	10/4	20/4	26/4	26/4	15/4		
Jordbearbetning, vår										
uppharvning av fånggröda (led B, D, E, F, H, J)			13/5	30/3	7/4	10/4	17/4	9/4, 10/4		
plöjning (led B, D, E, F, H, J)	6/4	10/4	15/5	31/3	8/4	12/4	18/4	9/4, 11/4		
harvning innan sådd				6/4, 12/4	9/4, 21/4	26/4	23/4	15/4, 16/4		
Huvudgröda										
Sådd	9/4	13/4	21/5	13/4	21/4	27/7	24/4	16/4		
Utsädesmängd (kg/ha)			2800	180	200	9		180		
Uppkomst	17/4	30/4		20/4	1/5	8/5	10/5	23/4		
Axgång	21/6	26/6		16/6	3/7		19/7	20/6		
Gulmognad/Utv.stadium 5.3	8/8	31/7		22/7-27/7	22/7-30-7	5/8-7/8	22/8	1/8		
Fullmognad/Utv.stadium 5.5				13/8	7/8	20/8-23/8	3/9	11/8		
Skörd	24/8	22/8	9/9-14/9	18/8	9/8	24/8	5/9	11/8		
Fånggröda										
Slag	Ita. Rajgräs	Eng. rajgräs	Höstråg	Eng. rajgräs	Eng. rajgräs	Eng. rajgräs	Eng. rajgräs	Eng. rajgräs		
Sort	Svita	Tove	Danko	Tove	Tove	Tove	Tove	Tove		
Sådd	10/4	13/4	18/9	14/4	23/4	29/4	29/4	16/4		
Utsädesmängd (kg/ha)	9	7	170	7	7	7	7	7		
Uppkomst				24/4	4/5	10/5	23/5	3/5		
Jordbearbetning, höst										
Stubbearbetning (led A, C, G, I)	7/9, 13/9	2/9	16/9	16/9	5/9	14/9	19/9	?		
Plöjning (led A, C, G, I)	20/11	29/11	16/11	16/11	14/11	9/11	12/11	?		

Tabell 6. Gödselgivor av kväve, fosfor och kalium (kg/ha) av flyt- och handelsgödsel

Gödselslag	Odlingsår: Gröda:	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Medeltal
		Vårvete	Vårkorn	Potatis	Vårkorn	Havre	Vårrips	Vårvete	Vårkorn	
Kväve i flytgödsel										
Led E	Total-N	82	87	97	76	117	80	87	113	92
	NH4-N	66	74	73	60	75	64	60	82	69
Led F	Total-N	164	175	194	152	226	160	174	197	180
	NH4-N	132	147	145	121	145	128	120	143	135
Led G	Total-N	115	90	135	146	83	122	123	117	116
	NH4-N	83	76	87	78	68	85	102	86	83
Led H	Total-N	115	90	135	146	83	122	123	117	116
	NH4-N	83	76	87	78	68	85	102	86	83
Led I	Total-N	185	179	270	272	165	207	246	281	226
	NH4-N	133	152	174	146	135	143	204	188	159
Led J	Total-N	190	179	270	272	165	207	246	281	226
	NH4-N	137	152	174	146	135	143	204	188	160
Fosfor i flytgödsel										
Led E	Total-P	12	12	15	9	27	11	23	29	17
Led F	Total-P	24	23	31	19	53	22	46	50	34
Led G	Total-P	28	12	59	60	15	29	17	25	31
Led H	Total-P	28	12	59	60	15	29	17	25	31
Led I	Total-P	44	23	118	112	30	50	33	63	59
Led J	Total-P	45	23	118	112	30	50	33	63	59
Kalium i flytgödsel										
Led E		48	46	75	41	45	72	60	86	59
Led F		96	92	150	82	87	144	120	151	115
Led G		41	60	56	75	71	50	81	61	62
Led H		41	60	56	75	71	50	81	61	62
Led I		67	120	113	140	143	85	162	130	120
Led J		68	120	113	140	143	85	162	130	120
Kväve i handelsgödsel										
Led A och B		0	0	0	0		0	0	0	
Led C och D		110	90	110	90	84	110	110	90	99
Led E-J		55	45	55	45	42	55	55	45	50
Fosfor i handelsgödsel										
Led A-D		20	20	66	18	18	18	18	18	25
Led E, G, H		10	10	51	11	11	11	9	9	15
Led F, I, J		0	0	45	0	0	0	0	0	
Kalium i handelsgödsel										
Led A-B		65	65	110	63	63	63	63	63	69
Led C-D		65	65	187	63	63	63	63	63	79
Led E, G, H		33	33	110	38	38	38	31	31	44
Led F, I, J		0	0	96	0	0	0	0	0	

Tabell 6b. Totala gödselgivor av kväve, fosfor och kalium (kg/ha) av flyt- och handelsgödsel

Gödselslag	Odlingår:	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Medeltal
	Gröda:	Vårvete	Vårkorn	Potatis	Vårkorn	Havre	Vårraps	Vårvete	Vårkorn	
Mineral-kväve										
Led C-D		110	90	110	90	84	110	110	90	99
Led E		121	119	128	105	117	119	115	127	119
Led F		187	192	200	166	187	183	175	188	185
Led G-H		138	121	142	123	110	140	157	131	133
Led I-J		188	197	229	191	177	198	259	233	209
Fosfor										
Led A-D		20	20	66	18	18	18	18	18	24
Led E		22	22	66	20	38	22	32	38	32
Led F		24	23	76	19	53	22	46	50	39
Led G-H		38	22	110	71	26	40	26	34	46
Led I-J		44	23	163	112	30	50	33	63	65
Kalium										
Led A-D		65	65	187	63	63	63	63	63	79
Led E		81	79	185	79	83	110	91	117	103
Led F		96	92	150	82	87	144	120	151	115
Led G-H		74	93	166	113	109	88	112	92	106
Led I-J		67	120	209	140	143	85	162	130	132

Provtagningar och analyser

Dräneringsvatten

Prov på dräneringsvatten från varje försöksruta togs varannan vecka. Vattnet analyserades med avseende på pH, ledningstal, NO₃-N, NH₄-N, total-N, PO₄-P, total-P samt K. 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) och kalium analyserades enligt svensk standard (Svensk standard 1995).

Flytgödsel

Flytgödseln som användes i försöket var gödsel från slaktsvin. Gödseln doserades med hjälp av snabbtest av ammoniumkväveinnehållet (Alfa-Laval, 1991), och tidigare analyser på gödseln från samma gård. Vid spridning uttogs ett samlingsprov med delprov från varje lass för slutlig bestämning av utspridd mängd växtnäring. På samlingsprovet analyserades torrsubstans, ammonium- och totalkväve, totalfosfor, kalium och totalkol, tabell 7. Växtnäringsinnehållet varierade en del mellan höst- och vårspridning. Under försöksperioden hade flytgödseln som spreds på hösten i medeltal en torrsubstanshalt på 2,6 % av ts och ett totalkväveinnehåll på 3,6 kg/ton där 74 % utgjordes av ammoniumkväve. Motsvarande medelvärde för den vårspridda flytgödseln var en torrsubstanshalt på 4,3 % av ts och 5,6 kg totalkväve/ton där 73 % bestod av ammoniumkväve.

Tabell 7. Analysresultat av flytgödseln vid höst- respektive vårspridning

Datum	ts-halt %	Total-N kg/ton	NH ₄ -N kg/ton	Total-P kg/ton	K kg/ton	Total-C % av ts
Höstspridd flytgödsel, led E, F						
1989-09-20	2,0	4,1	3,3	0,60	2,4	-
1990-10-11	1,5	3,9	3,2	0,50	2,0	-
1991-09-18	3,0	4,4	3,3	0,70	3,4	-
1992-10-27	1,8	4,7	3,7	0,57	2,5	40
1993-09-16	3,8	3,9	2,5	0,91	1,5	45
1994-09-14	1,5	2,0	1,6	0,28	1,8	33
1995-09-13	1,9	1,5	1,0	0,38	1,0	39
1996-09-19	4,9	4,7	3,4	1,20	3,6	46
Medeltal	2,6	3,7	2,8	0,64	2,3	41
Vårspridd flytgödsel, led G, H, I, J						
1990-04-07	4,1	5,0	3,6	1,20	1,8	
1991-04-09	1,7	3,9	3,3	0,50	2,6	
1992-05-13	9,8	5,8	3,7	2,50	2,4	
1993-03-30	8,7	4,9	2,6	2,00	2,5	42
1994-04-07	1,5	2,2	1,8	0,40	1,9	
1995-04-10	3,8	3,9	2,7	0,94	1,6	43
1996-04-17	2,3	4,1	3,4	0,55	2,7	38
1997-04-09	2,3	15,0	11,0	3,20	7,8	40
Medeltal	4,3	5,6	4	1,41	2,9	41

Kväve upptaget i huvud- och fånggröda

Ovanjordiskt växtmaterial klipptes vid markytan inom 8 slumpmässigt fördelade kvadrater om 0,25 m², motsvarande 2 m²/ruta. Delproven sammanslogs fyra och fyra till två samlingsprov per ruta. Stråsådesgrödorna provtogs vid gulgrodnad. Vårapsen provtogs vid utvecklingsstadium 5.3- första fröna grön-bruna. Potatis provtogs före blastdödning. Vid provtagning uppgrävdes 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. Totalkväveinnehållet bestämdes med elementar-analysator NA 1500 (Kirsten & Hesselius, 1983). Kväveinnehållet i stråsådes- och rapsrötter antogs utgöra 25 % av grödans totala kväveinnehåll (jmf. Jansson, 1966; Hansson *et al.*, 1987). Fånggrödan provtogs på motsvarande sätt vid stråsådesgrödornas gulgrodnadsstadium och samtidigt med jordprovtagningarna i november och tidigt på våren. Proven torkades, vägdes och analyserades med avseende på totalkväve. Rötternas innehåll av kväve antogs på senhösten och våren utgöra 40 % av totala innehåll (Sjösvärd & Svensson, 1990).

Skördar, skörderester och kvävebortförel 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. Potatisskördens storlek bestämdes genom att skörda tre, 20 meter långa, drag om vardera två rader. Stråsådeshalmen bortfördes i alla led. Övriga skörderester (vårappshalm och potatisblast) nedbrukades. Kväveinnehållet bestämdes med elementar analysator NA 1500 (Kirsten & Hesselius, 1983) och fosforinnehållet med ICP-teknik efter uppslutning i koncentrerad svavelsyra.

Mineraliskt kväve i marken

För bestämning av markprofilens innehåll av mineraliskt kväve (ammonium- och nitratkväve) togs i alla led jordprov vid följande tillfällen under året: tidigt på våren efter viss upptorkning, vid uppkomst, stråsådens gulmognad, i september eller oktober och i mitten av november. I flytgödslade led togs prov också omedelbart före och efter tillförseln av flytgödsel. Proven togs till 90 cm djup och indelades i tre skikt (0-30, 30-60, 60-90 cm), (Lindén, 1977 och 1979). Vid provtagning efter flytgödseltillförsel användes s.k. ramprovtagare för de översta 10 cm av matjorden (Lindén, 1982). I matjorden uttogs 24 delprov (efter flytgödselspridning 40) 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.

Växttillgängligt jord- och gödselkväve samt kvävemineralisering

I syfte att bestämma dels flytgödselns förstaarseffekt och dels odlingssystemens långsiktiga inverkan på grödornas kväveförsörjning utlades i alla led ettåriga smårutor, "0N-parceller", som ej tillfördes handelsgödselkväve under året i fråga. Fånggröda såddes inte i någon av parcellerna. I flytgödselleden (E-J) anlades två slags 0N-parceller:

Enkel-0N-parceller (0N)- utan tillförsel av handelsgödselkväve

Dubbel-0N-parceller (00N)- utan flytgödsel och utan handelsgödselkväve.

I led A-D utlades bara 0N-parceller. Grödans kväveupptag i 0N-parcellerna i de rena handelsgödselkväveleden avspeglar tillgången på växttillgängligt jordkväve under inverkan av tidigare års odlingsåtgärder. I led E-J tillförs 0N-parcellerna flytgödsel. Kväveupptaget i dessa belyser därmed summaeffekten av tidigare års åtgärder och det aktuella årets flytgödselgiva. Grödornas kväveupptag i 00N-parcellerna avspeglar däremot renodlat kväveefterverkan av tidigare års gödslingar med flera åtgärder.

Två 0N- respektive 00N-parceller om vardera ca 35 m² utlades i varje ordinarie ruta. I led E och F anlades 00N-parcellerna på hösten före flytgödselspridning, medan 0N-parcellerna i övrigt läggs ut på våren före gödslingarna. Samtliga utnyttjas fram till stråsådesgrödornas gulmognadsstadium. 0N-parcellerna flyttades varje år. Härigenom hade de alltid samma odlingsbakgrund som de ordinarie rutorna. Jordprover för bestämning av mineralkväve uttogs enligt beskrivningen ovan från utläggning till gulmognad. Grödan provtogs vid gulmognad enligt ovan för bestämning av kväveupptaget. Provtagningarna utnyttjades bl.a. för beräkning av kvävemineraliseringen under växtsäsongen enligt följande formel:

$$N_{\text{net}} = N_{\text{g}} + N_{\text{mg}} - N_{\text{m}} + N_{\text{u}}$$

där	N_{net}	=	beräknad nettomineralisering av kväve (eller rättare sagt ett nettotillskott av kväve) under perioden,
	N_{g}	=	totalkväve i gröda vid periodens slut,
	N_{mg}	=	mineralkväve inom 0-90 cm markdjup vid periodens slut,
	N_{m}	=	mineralkväve inom 0-90 cm markdjup vid periodens början,
	N_{u}	=	beräknad kväveutlakning under perioden.

Formeln användes även för beräkning av kväveminaliseringen under andra årstider, då motsvarande provtagningar i de ordinarie rutorna utnyttjades. Utnyttjandegraden av årets stallgödselgiva beräknades som skillnaden mellan grödans kväveupptag i 0N- resp. 00N-parcellerna dividerat med den nominella mängden ammoniumkväve i stallgödseln.

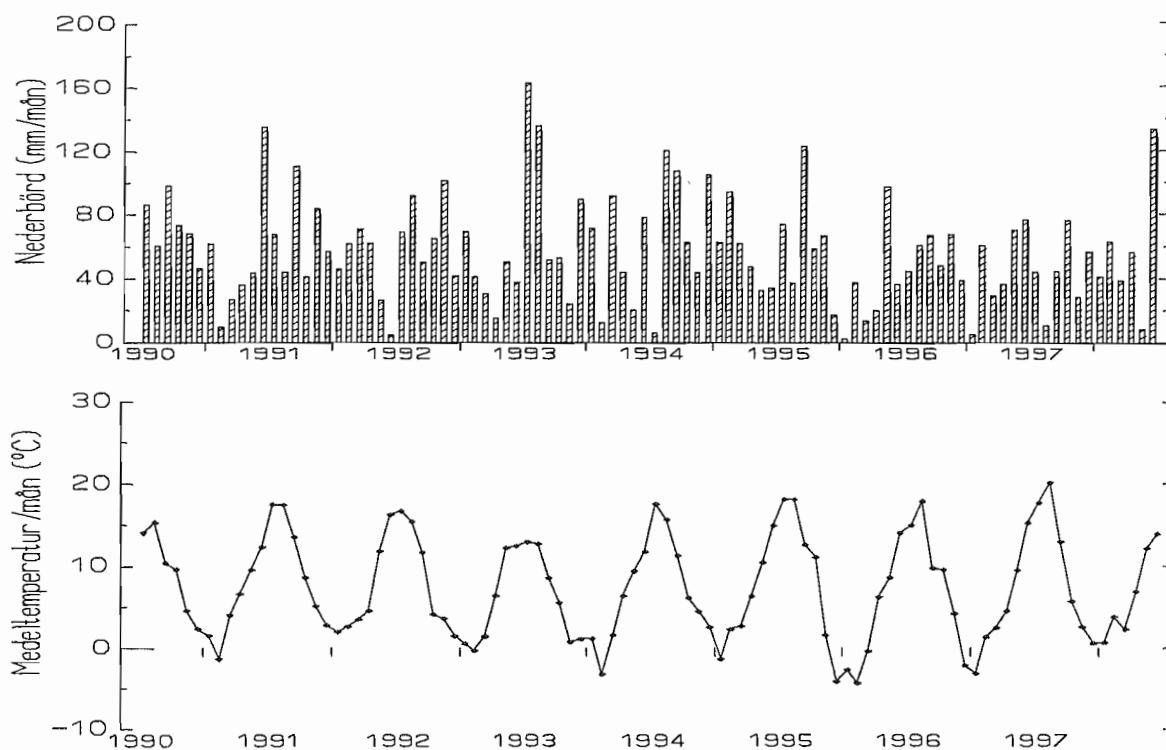
Beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och växtnäringsutlakning

Genom rätlinjig interpolering av analyserade koncentrationer beräknades för varje ruta ett koncentrationvärde för varje dygn under perioden. Dessa framräknade dygnskoncentrationer multiplicerades med dygnsavrinning för att erhålla dygnstransport. Dygnstransporterna summerades sedan till månads- och årstransporter avseende agrohydrologiska år, 1/7 – 30/6. Summerad transport från varje försöksruta dividerades med summerad avrinning från respektive försöksruta för att få fram månads- eller årsmedelkoncentration. För beräkning av den årliga kväveutlakningen från respektive försöksruta multiplicerades årskoncentrationen med medelavrinningen från de tio rutorna. Eventuella avvikelser i avrinningen från enskilda rutor ger ej lika stort inverkan på utlakningsförlusterna vid beräkning på detta vis.

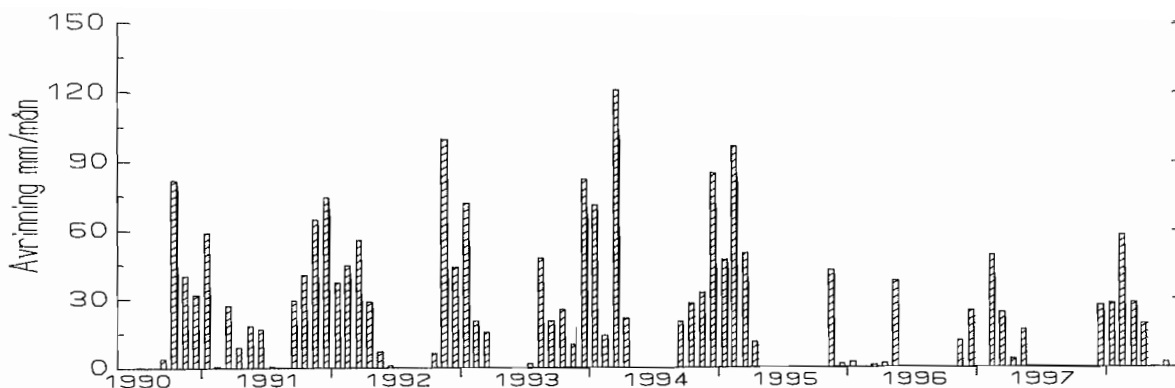
RESULTAT OCH DISKUSSION

Klimat och avrinning

Nederbörden var tre av försöksåren något större än normalt i området, figur 3 och tabell 8. Enligt SMHI ligger långtidsmedelvärdet (1961-1990) för Genevad på 773 mm/år. Odlingsåret 1995/96 var nederbörden relativt mycket under normalt, vilket också avspeglar sig i en låg avrinning. Årsavrinningen avspeglar i stort sett nederbördens variation, men nederbördens fördelning under året har stor betydelse.



Figur 3. Nederbörd (mm/mån) och månadsmedeltemperatur vid Mellby försöksstation.



Figur 4. Medelavrinningen (mm/mån) av de 10 försöksrutorna i utlakningsförsöket vid Mellby försöksstation.

Avrinningen varierade kraftigt mellan försöksrutorna, tabell 8. Det har sannolikt mycket litet att göra med de olika behandlingarna utan det är rutornas hydrologiska egenskaper som slår igenom. Den kraftiga avrinningen som tidigare förekommit under vintermånaderna uteblev helt 95/96 och var liten 96/97, figur 4. Marken var mestadels frusen under december till mars, och nederbörden var blygsam, främst 95/96 (figur 3). Kraftig nederbörd i maj 1996 medförde 38 millimeters avrinning, vilket utgjorde närmare hälften av det årets avrinning.

Tabell 8. Ledvis avrinning via dräneringsledningarna samt årsvisa medeltal för nederbörd (Nbd) och avrinning (Avr), räknat som mm per agrohydrologiskt år (1/7-30/6)

Led	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		Medeltal	Nbd
Flytgödsel	Spridningstid		Mängd		Handelsgödsel		Fånggröda		Plöjningstid		Höst		Vår		Höst		Vår					
	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	2 STG	2 STG	2 STG	2 STG	2 STG	Avr	Nbd	
Handelsgödsel	0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N			
Fånggröda	- Rajgräs		- Rajgräs		Rajgräs	Rajgräs	- Rajgräs		- Rajgräs		- Rajgräs		- Rajgräs		- Rajgräs		- Rajgräs					
Plöjningstid	Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår		
90/91	266	350	267	342	284	252	315	272	272	251	287	746										
91/92	308	336	401	450	370	357	491	366	350	384	382	676										
92/93	241	238	275	302	258	236	305	233	255	251	257	663										
93/94	259	401	431	463	404	362	559	358	431	367	414	834										
94/95	314	335	369	417	368	340	457	351	387	350	369	777										
95/96	62	90	72	118	94	73	96	85	92	89	87	581										
96/97	105	113	113	185	136	111	147	120	146	119	130	604										
97/98	137	166	129	216	177	132	179	166	167	164	163	601										
Medeltal	212	254	257	312	261	233	319	244	263	247	261	685										
Totalt	1692	2029	2057	2493	2091	1863	2549	1951	2100	1975												

Ämneskoncentrationer och utlakningsförluster

Kväve. Årsvisa medelkoncentrationer av nitrat- och totalkväve samt beräknade kväveutlakningar redvisas i tabell 9 och figur 5. De årsvisa resultaten redovisas mera detaljerat i bilaga 1. Nitratkvävet utgjorde mellan 60 och 90 % av totalkvävet. Dubbel giva av stallgödsel (led F, I och J) förorsakade de högsta kvävekoncentrationerna i dräneringsvattnet, oavsett spridningstidpunkt eller odling av fånggröda. Leden med insådd fånggröda uppvisade dock genomgående lägre kvävekoncentrationer än motsvarande led utan fånggröda, tabell 9.

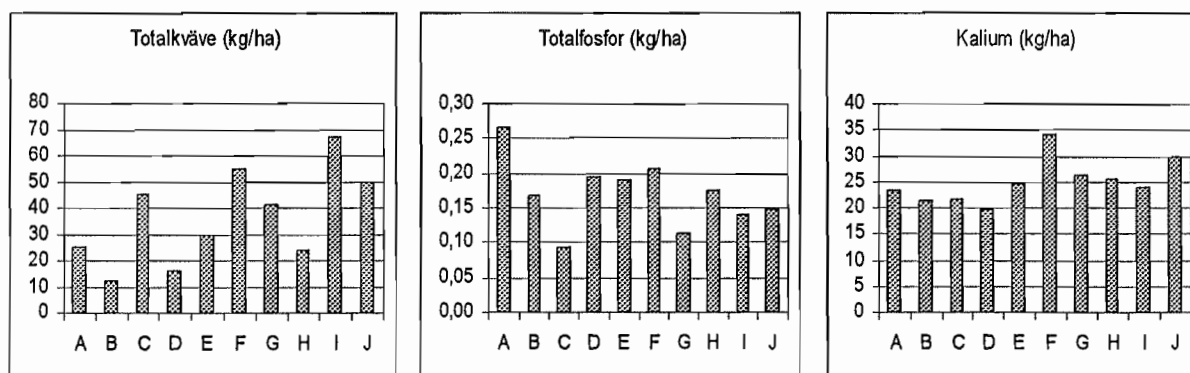
Tabell 9. Ledvisa medelkoncentrationer (mg/l) av total- respektive nitratkväve perioden 1990 – 1998 (aritmetiska medeltal av årsvisa integrerade medelvärden)

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Flytgödsel										
Spridningstid					Tidig höst		Vår			
Mängd	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG
Handelsgödsel	0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N
Fånggröda	- Rajgräs		- Rajgräs		Rajgräs	Rajgräs	- Rajgräs		- Rajgräs	
Plöjningstid	Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår
Tot-N (mg/l)	10	5	18	7	12	21	16	10	27	21
NO3-N (mg/l)	8	3	16	5	10	19	15	9	25	19

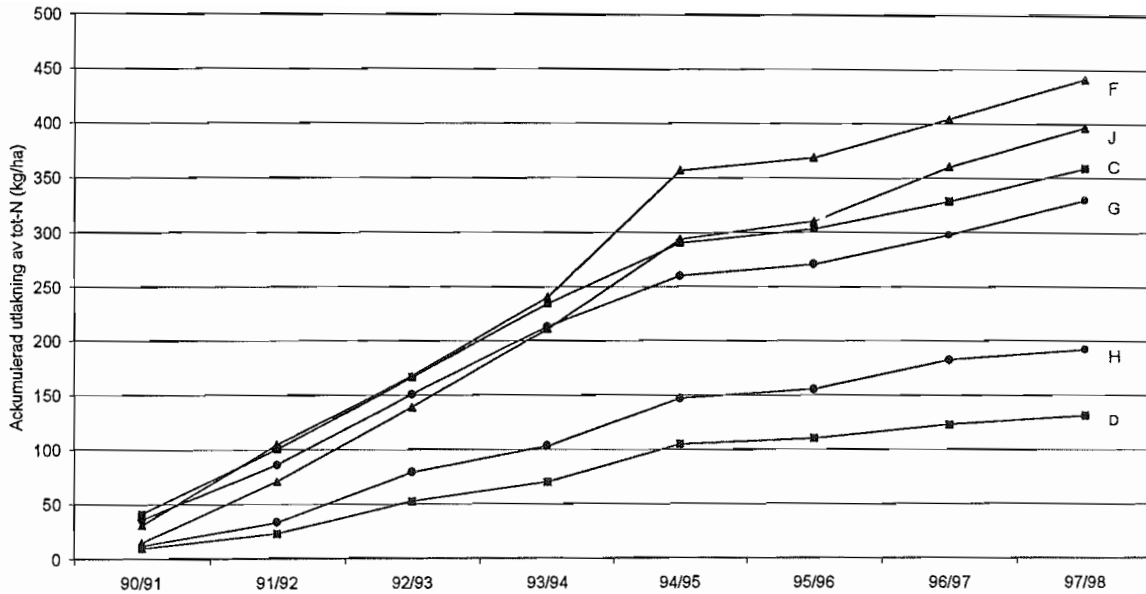
Ledet med normal stallgödselgiva på våren och utan fånggröda (G) uppvisar en lägre beräknad medelkoncentration än motsvarande led utan stallgödsel, led C (tabell 9). Avrinningen (tabell 8), men även vissa av de uppmätta koncentrationerna (vid mycket låg avrinning) i led G är troligen påverkad av ett mindre, lokalt grundvattentillskott. Detta kan i kombination med de använda provtagnings- och beräkningsmetoderna ha medverkat till en viss underskattning av utlakningen från led G. Även led D, enbart handelsgödsel men med fånggröda kan vara påverkat på motsvarande sätt.

Mängden utlakad kväve, fosfor och kalium varierade mellan de olika leden. Framför allt var skillnaden stora vad gäller kväve. Utlakningen var lägst i leden med fånggröda som gödslats på våren med normala givor handelsgödsel och stallgödsel, (led D och H), figur 5 och 6. Jämfört med motsvarande led utan fånggröda (C och G) reducerade odlingen av fånggröda utlakningen med mellan 40 och 65%, figur 5 och 7. Leden med dubbel flytgödselgiva gav upphov till de största mängderna uttransporterat totalkväve, figur 5 och 6, även då fånggröda odlades. I dessa led reducerande fånggrödan utlakningen med ca 20%.

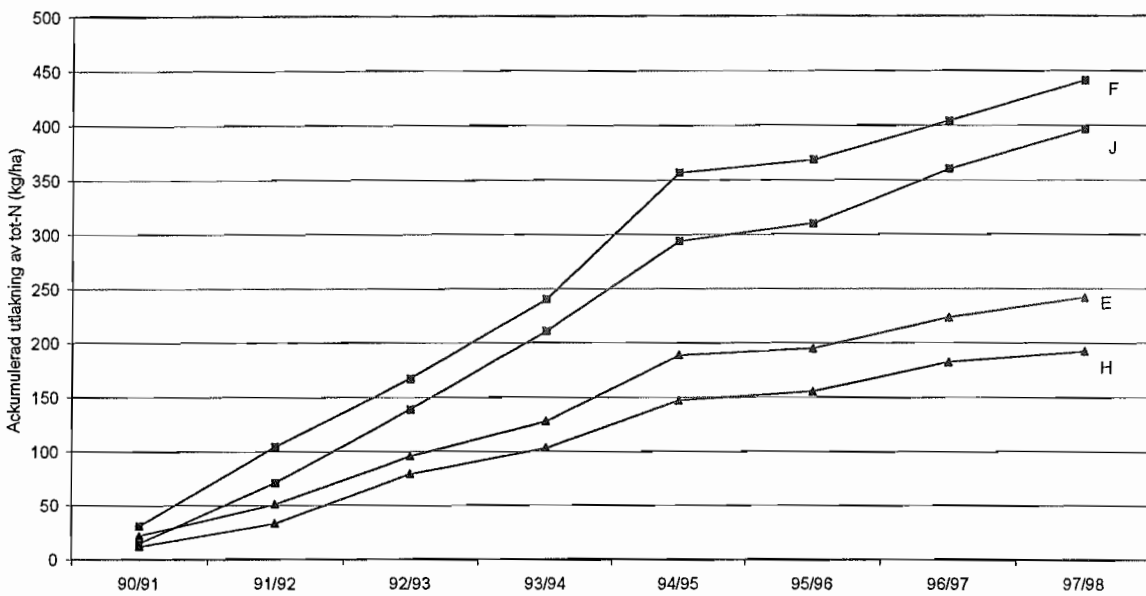
Höstspridning i växande fånggröda av en normal giva flytgödsel (E) orsakade bara en tämligen måttlig ökning av den årliga medelutlakningen jämfört med motsvarande giva spriden på våren i led med fånggröda (H), och lägre utlakning än vid vårspridning av samma giva i led utan fånggröda (G), figur 5 och 7. Det bör dock noteras att som medeltal blev stallgödsel-kvävegivan på hösten något lägre än den på våren, tabell 6, men också att spridningen vissa år skedde senare, tabell 5, än vad som avsetts (senast 15/9).



Figur 5. Ledvisa medeltal för åren 1990-98 av uttransporterad mängd (kg/ha) totalkväve, totalfosfor samt kalium.



Figur 6. Fånggrödors effekt på kväveutlakningen i olika gödslingssystem.



Figur 7. Stallgödsel- olika givors och spridningstidpunkters inverkan på kväveutlakningen

Fosfor. Skillnaderna i fosforutlakning leden emellan, figur 5, kan ej sättas i direkt relation till de olika behandlingarna utan beror troligtvis på olika markkemiska egenskaper i respektive försöksruta som förorsakar att fosfor fastläggs i olika hög grad i alven. Årsvisa medelkoncentrationer och uttransporterade mängder av fosfor redovisas i bilaga 2. Halterna varierade mellan 0,04 och 0,10 mg/l och uttransporten mellan 0,09 och 0,27 kg P/ha och år.

Kalium. Den ledvisa medelutlakningen av kalium varierade mellan 20 och 34 kg K/ha och år, figur 5. Leden med dubbel flytgödselgiva hade de högsta uttransporterade mängderna. Odling av fånggröda tycks ej dämpa utlakningen av kalium nämnvärt. I bilaga 3 redovisas ledvisa medelkoncentrationer och uttransporterad mängd kalium för respektive år. Medelkoncentrationerna över alla åren låg mellan 8 och 13 mg/l.

Skördar i ordinarie rutor vid tröskmognad

Ledvisa skördar av den huvudsakliga skördeprodukten och bortförda skörderester under skördeåren 1990-97 redovisas i tabell 10. Halmen vägdes eller provtogs ej åren 1990 och 1991. Rapshalmen nedbrukades. Normskördar i området enligt SCB finns uppsatta som jämförelsematerial. Sett på enskilda år på de normalgödslade leden (C, D och G, H) så har exempelvis vårkornskördarna 1991 och 1997 högre avkastning än normskördarna och 1993 lägre, medan vårrapsen ligger i samma storleksordning som normskörden.

Tabell 10. Bortförda skördar, kärna (kg/ha vid 15 % vattenhalt) och halm (% av ts) av stråsäd, färskvikt potatis (ton/ha) och frö av vårraps samt stråstyrka där 100 = helt upprättstående gröda och 0 = fullständig liggsäd. Vid relativtalsuträkning är led C=100

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
Flytgödsel													
Spridningstid					Tidig höst		Vår						
Mängd	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG			
Handelsgödsel	0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N			
Fånggröda	-	Rajgräs	-	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	-	Rajgräs	-	Rajgräs	Medel-	Norm-	
Plöjningstid	Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	tal C-J	skörd	
Kärna													
1990	Vårvete	2270	1450	6340	4770	3550	5080	6880	5440	6400	5380	5480	5014
1991	Vårkorn	1490	2940	6310	6120	5960	6610	6340	6570	5630	5570	6140	4099
1992	Potatis	21	19	28	32	28	30	24	32	33	29	30	33
1993	Vårkorn	1900	2430	3060	3400	3130	3700	3200	3690	3740	3850	3470	4081
1994	Havre	1270	1960	3360	2980	3220	3650	3850	3050	3050	2460	3200	3892
1995	Vårraps	50	50	2160	1850	1410	2250	2000	1980	2560	2740	2120	2022
1996	Vårvete	2350	2200	4950	4040	3910	4200	4720	4160	3890	3900	4220	5072
1997	Vårkorn	890	1620	4060	4480	3750	4330	5160	4760	4980	4780	4540	4135
	Medeltal ¹	1700	2100	4680	4300	3920	4600	5030	4610	4620	4320		
	Relativtal ¹	38	49	100	94	87	101	108	100	101	95		
	Relativtal ²	38	45	100	95	86	102	104	101	105	100		
Skörderester													
1992 ³	Potatis	1060	1000	1880	1680	1400	1940	2330	1830	2000	2480	1940	
1993	Vårkorn	460	750	670	1370	1260	1440	770	1680	1010	1260	1180	
1994	Havre	630	1240	2240	2430	2480	3010	2200	2700	3010	2730	2600	
1995 ³	Vårraps	450	1310	2170	1990	1650	2470	2550	1860	1890	2200	2100	
1996	Vårvete	1020	850	2210	2180	1800	2340	2320	2390	2290	2600	2270	
1997	Vårkorn	410	460	1590	2030	1700	1810	1920	1920	2840	2320	2020	
	Medeltal ¹	630	825	1678	2003	1810	2150	1803	2173	2288	2228		
Stråstyrka													
1990	Vårvete	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
1991	Vårkorn	95	95	60	60	50	50	30	50	10	5	39	
1992	Potatis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1993	Vårkorn	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
1994	Havre	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
1995	Vårraps	100	100	90	90	90	90	90	90	85	85	89	
1996	Vårvete	100	100	100	100	100	100	95	95	90	90	96	
1997	Vårkorn	90	100	85	85	85	90	80	65	50	60	75	
	Medeltal	98	99	91	91	89	90	85	86	76	77		

1) Enbart stråsådesgrödorna.

2) Alla grödor.

3) Blast och rapshalm nedbrukad

I led C, utan fånggröda och med tillförsel av enbart handelsgödselkväve erhöles en medelkärnskörd av stråsådesgrödorna på 4680 kg/ha, tabell 10. Led A, utan vare sig handelsgödsel eller flytgödsel och utan fånggröda, gav i medeltal 38 % av avkastningen i led C. Led G med enkel giva flytgödsel på våren och med halva mängden handelsgödselkväve jämfört med led C, gav i medeltal 8 % högre kärnskörd, men den i medeltal drygt 30% högre totala tillförseln av mineralkväve, exklusive NH₃-förluster, bör noteras (tabell 6b).

Dubbel flytgödselgiva på våren, led I, gav sämre avkastning än enkel giva vid denna tidpunkt (led G). Samma var förhållandet i motsvarande led med fånggröda (J respektive H). Skördesänkningen i jämförelse med enkel flytgödselgiva på våren synes främst bero på kraftig vegetativ tillväxt med ökad liggsådesbildning orsakad av för stor kvävetillgång, tabell 10. Led E, med fånggröda och enkel flytgödselgiva under tidig höst, gav alla åren lägre skörd än vid spridning av flytgödseln på våren och med fånggröda (H). Fördubblad flytgödselgiva på hösten (led F) gav ungefär lika skörd som led H.

I led B, utan gödselkväve men med fånggröda blev skörden i medeltal 2100 kg/ha, ca 20 % högre än i led A, utan både gödselkväve och fånggröda. Huvudgrödans kväveförsörjning har troligtvis till viss del tillgodosetts av det tillskott fånggrödan ger. Anmärkningsvärt är att vårveteskördarna är båda åren lägre i led B än i led A medan motsatta förhållandet rådet de år vårkorn odlats. Som medeltal för alla grödor blev skördarna i de gödslade leden med fånggröda 3-5 % lägre än i motsvarande led utan fånggröda. Skörden av potatis var i allmänhet högre i leden med fånggröda jämfört med motsvarande led utan fånggröda. Leden med fånggröda gav dock oftare lägre skörd av stråså och vårraps än de motsvarande leden utan fånggröda. I de normalgödslade leden med fånggröda (D och H) blev skördebortfallet som mest drygt 1400 kg/ha. Störst var bortfallet de år då vårvete odlades. Åren med vårkorn var förhållandet det omvända med större kärnskördar i leden med fånggröda.

En bidragande orsak till skördesänkningarna i leden med fånggröda kan vara de små mineralkväveförråden tidigt på våren, bilaga 8, samt konkurrens från fånggrödan. Vårplöjning jämfört med plöjning på hösten kan också i sig ha medverkat till torrare förhållanden i matjorden vilket kan ha påverkat såväl gröda som kväveminaliseringen negativt. Mängden kväve som brukas ner på våren i fånggrödeleden, tabell 14, tycks ej öka på mineralkväveförrådet i tid till nästa års gröda.

Bortförsel av växtnäring

Halter av kväve och fosfor (% av ts) samt bortförsel (kg/ha) med halm och kärn-, frö-, och knölskördarna, i ordinarie rutor, redovisas i tabellerna 11 och 12. Kväve- och fosforhalter i potatisskörden saknas, angivna kvävehalter härrör från provtagningen före blastdödning medan insatt fosforhalt är skattat värde (från ett intilliggande försök, ej publicerat). Potatisblasten provtogs före blastdödning. Kvävehalterna för halm åren 1990 och 1991 är uppgifter från gultmognadsprovtagningen, halmen vägdes och provtogs ej vid skörd.

I led C, med enbart handelsgödselkväve och utan fånggröda, var totalkvävehalten i den huvudsakliga skördeprodukten i medeltal 1,89 % av torrsubstansen. Med skörden bortfördes 66 kg N/ha och i medeltal 4 kg N/ha och år med stråsådeshalmen. Led D, samma som led C fast med fånggröda var totalkvävehalten 1,83 % av ts och 61 kg N/ha bortfördes med skördeprodukten och 7 kg N/ha med halmen, tabell 11.

Tabell 11. Kvävehalter och mängd bortfört totalkväve med halm och kärn-, frö- och knöl-skördarna

Led		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Flytgödsel												
Spridningstid						Tidig höst		Vår				
Mängd		0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	
Handelsgödsel		0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	
Fånggröda		-	Rajgräs	-	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	-	Rajgräs	-	Rajgräs	Medel-
Plöjningstid		Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	tal
Halter av total-N i de huvudsakliga skördeprodukterna (% av ts)												
1990	Vårkorn	1,70	1,86	2,03	1,69	1,76	1,86	2,02	1,97	2,13	2,39	1,94
1991	Vårvete	1,14	1,23	1,32	1,28	1,43	1,82	1,66	1,58	2,29	2,32	1,61
1992 ¹	Potatis	1,00	0,94	1,56	1,17	1,18	1,48	1,66	1,49	1,51	1,69	1,37
1993	Vårkorn	1,49	1,54	2,28	2,25	2,18	2,27	2,43	2,40	2,72	2,75	2,23
1994	Havre	1,31	1,25	1,47	1,66	1,57	1,90	1,59	1,89	1,93	2,05	1,66
1995	Vårraps	2,66	2,63	3,04	3,17	2,89	3,03	3,48	3,51	3,50	3,65	3,16
1996	Vårvete	1,50	1,58	1,99	1,99	1,78	2,00	2,71	2,56	2,83	2,80	2,17
1997	Vårkorn	1,63	1,61	1,41	1,43	1,49	1,74	1,65	1,79	2,22	2,34	1,73
Medeltal		1,55	1,58	1,89	1,83	1,79	2,01	2,15	2,15	2,39	2,5	
Halter av total-N i skörderester (% av ts)												
1990 ²	Vårkorn	0,33	0,26	0,35	0,29	0,25	0,44	0,39	0,42	0,64	0,60	0,40
1991 ²	Vårvete	0,42	0,34	0,33	0,32	0,44	0,60	0,46	1,03	0,97	0,84	0,58
1992 ¹	Potatis	1,77	1,83	2,80	1,90	1,65	2,04	2,63	2,18	2,02	2,38	2,12
1993	Vårkorn	0,82	1,01	1,08	1,48	1,43	1,47	1,06	1,40	0,98	1,83	1,26
1994	Havre	0,22	0,24	0,28	0,34	0,35	0,40	0,27	0,42	0,35	0,73	0,36
1995	Vårraps	0,67	0,56	0,34	0,34	0,51	0,39	0,57	0,56	0,51	0,71	0,52
1996	Vårvete	0,23	0,30	0,29	0,31	0,27	0,31	0,46	0,43	0,49	0,52	0,36
1997	Vårkorn	0,93	0,85	0,31	0,37	0,41	0,50	0,35	0,42	0,51	0,62	0,53
Medeltal, alla år		0,67	0,67	0,72	0,67	0,66	0,77	0,77	0,86	0,81	1,03	
Medeltal, 92-97³		0,55	0,60	0,49	0,63	0,62	0,67	0,54	0,67	0,58	0,93	
Kväve bortfört med de huvudsakliga skördeprodukterna (N, kg/ha)												
1990	Vårkorn	33	23	109	69	53	80	118	91	116	109	80
1991	Vårvete	14	31	71	67	72	102	89	88	110	110	75
1992	Potatis	32	24	60	73	47	81	56	64	68	64	57
1993	Vårkorn	24	32	59	65	58	71	66	75	86	90	63
1994	Havre	14	21	42	42	43	59	52	49	50	43	42
1995	Vårraps	1	1	56	50	35	58	59	59	76	85	48
1996	Vårvete	30	30	84	68	58	71	109	91	94	93	73
1997	Vårkorn	12	22	49	54	48	64	72	72	94	95	58
Medeltal, alla år		20	23	66	61	52	73	78	74	87	86	
Kväve bortfört med halmskördarna (N, kg/ha)												
1992 ²	Potatis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	Vårkorn	4	8	7	20	18	21	8	24	10	23	14
1994	Havre	1	3	6	8	9	12	6	11	11	20	9
1995	Vårraps	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	Vårvete	2	3	6	7	5	7	11	10	11	14	8
1997	Vårkorn	4	4	5	8	7	9	7	8	14	14	8
Medeltal		3	5	6	11	10	12	8	13	12	18	
Årsmedeltal 92-97		2	3	4	7	7	8	5	9	8	12	

1) Uppgifter från provtagningen före blastdödning.

2) Uppgifter från gulmognadsprovtagningen, halmen ej mätt eller provtagen vid skörd.

3) Bortförd stråsådeshalm.

Tabell 12. Totalfosforhalter och mängd bortfört totalfosfor med halm och kärn-, frö- och knölskördarna

Led		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Flytgödsel												
Spridningstid						Tidig höst		Vår				
Mängd		0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	
Handelsgödsel		0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	
Fånggröda		-	Rajgräs	-	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	-	Rajgräs	-	Rajgräs	Medel-
Plöjningstid		Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	tal
Halter av total-P i de huvudsakliga skördeprodukterna (% av ts)												
1990	Vårkorn	0,39	0,41	0,33	0,33	0,33	0,35	0,33	0,35	0,35	0,37	0,35
1991	Vårvete	0,41	0,43	0,41	0,39	0,46	0,46	0,44	0,44	0,52	0,55	0,45
1992 ¹	Potatis											-
1993	Vårkorn	0,46	0,43	0,40	0,38	0,36	0,40	0,36	0,36	0,43	0,42	0,40
1994	Havre	0,43	0,45	0,43	0,44	0,46	0,46	0,41	0,48	0,45	0,50	0,45
1995	Vårraps	0,97	0,97	0,90	0,88	0,87	0,90	0,91	0,93	0,92	0,89	0,91
1996	Vårvete	0,43	0,42	0,37	0,41	0,39	0,39	0,43	0,41	0,43	0,42	0,41
1997	Vårkorn	0,52	0,49	0,41	0,44	0,44	0,44	0,47	0,43	0,48	0,49	0,46
Medeltal		0,52	0,51	0,46	0,47	0,47	0,49	0,48	0,49	0,51	0,52	
Halter av total-P i skörderester (% av ts)												
1992 ²	Potatis	0,15	0,35	0,15	0,16	0,12	0,15	0,15	0,12	0,11	0,14	0,16
1993	Vårkorn	0,14	0,17	0,16	0,26	0,24	0,25	0,16	0,22	0,16	0,28	0,20
1994	Havre	0,20	0,23	0,11	0,16	0,17	0,18	0,11	0,17	0,16	0,27	0,18
1995	Vårraps	0,18	0,20	0,10	0,10	0,16	0,12	0,14	0,13	0,10	0,14	0,14
1996	Vårvete	0,05	0,07	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,06	0,06	0,05
1997	Vårkorn	0,20	0,23	0,07	0,08	0,09	0,09	0,06	0,06	0,11	0,12	0,11
Medeltal		0,14	0,20	0,11	0,14	0,15	0,15	0,12	0,14	0,12	0,18	
Fosfor bortfört med de huvudsakliga skördeprodukterna (P, kg/ha)												
1990	Vårkorn	8	5	18	13	10	15	19	16	19	17	14
1991	Vårvete	5	11	22	20	23	26	24	25	25	26	21
1992 ¹	Potatis	11	10	14	16	14	15	12	16	17	15	-
1993	Vårkorn	7	9	10	11	10	13	10	11	14	14	11
1994	Havre	5	7	12	11	13	14	13	12	12	11	11
1995	Vårraps	<1	<1	17	14	10	17	15	16	20	21	13
1996	Vårvete	9	8	16	14	13	14	17	15	14	14	13
1997	Vårkorn	4	1	14	17	14	16	21	17	20	20	14
Medeltal		6	6	15	15	13	16	16	16	18	17	
Fosfor bortfört med halmskördarna (P, kg/ha)												
1992	Potatis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	Vårkorn	1	1	1	4	3	4	1	4	1	4	2
1994	Havre	1	3	2	4	4	5	2	5	5	7	4
1995	Vårraps	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	Vårvete	<1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
1997	Vårkorn	1	1	1	2	2	2	1	1	3	3	2
Medeltal		1	2	1	3	3	3	1	3	3	4	
Årsmedeltal 92-97		1	1	1	2	2	2	1	2	2	3	

1) Analys saknas, skattat värde insatt (0,25% P av ts).

2) Uppgifter från provtagningen före blastdödning

Tabell 13. Kaliumhalter och mängd bortfört kalium med halmskördarna

Led		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Flytgödsel												
Spridningstid						Tidig höst		Vår				
Mängd		0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	
Handelsgödsel		0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	
Fånggröda		-	Rajgräs	-	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	-	Rajgräs	-	Rajgräs	Medel
Plöjningstid		Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	-tal
Halter av kalium i skörderester (% av ts)												
1994	Havre	2,00	2,38	2,19	2,48	2,56	2,68	2,39	3,13	2,72	3,19	2,57
1995	Våraps	1,82	1,35	1,13	1,11	1,47	1,25	1,38	1,38	1,23	1,53	1,37
1996	Vårvete	0,62	0,56	0,63	0,52	0,51	0,59	0,88	0,78	0,87	0,77	0,67
1997	Vårkorn	1,94	1,74	1,27	1,33	1,16	1,58	1,51	1,68	2,09	2,26	1,66
Medeltal		1,52	1,56	1,36	1,44	1,41	1,62	1,59	1,86	1,89	2,07	
Kalium bortfört med halmskördarna (K, kg/ha)												
1994	Havre	13	30	49	60	63	81	53	85	82	87	60
1995	Våraps	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	Vårvete	6	5	14	11	9	14	20	19	20	20	14
1997	Vårkorn	8	8	20	27	20	29	29	32	59	53	29
Medeltal		9	14	28	33	31	41	34	45	54	53	
Årsmedeltal 94-97		7	11	21	25	23	31	26	34	40	40	

1) vårrapshalmen innefattas ej i medeltalet

I led G, med enkel flytgödselgiva på våren och utan fånggröda, blev totalkvävehalt och kväveskörd högre än i led C, tabell 11, beroende på större kvävetillgång, tabell 6b. I led H med samma gödsling men med fånggröda blev bortförelsen av totalkväve i samma storleksordning som i led G. Fördubblad flytgödselgiva på våren (led I och J) gav betydligt högre totalkvävehalt och större mängd bortfört kväve än enkel giva. Flytgödselspridning på hösten medförde lägre totalkvävehalter och kväveskördar än motsvarande givor på våren, tabell 11.

Fosforhalterna i kärnan var relativt lika leden emellan, tabell 12. Kalium är endast analyserat från 1994 och då i halmen. Halterna varierar under dessa år mellan 0,51 och 3,19 % av ts med lägst halter i vårvete och högst i havren, tabell 13.

Kväve i fånggröda

Medeltal för fånggrödornas ovanjordiska växtmassa (kg ts/ha), innehåll av kväve i ovanjordiska växtdelar och kvävehalter (% av ts) vid huvudgrödans gulmognad (utv. stadium 5,3 i vårraps), sen höst och före nedbrukning på våren visas i tabell 14. De årsvisa resultaten finns redovisade i bilagorna 4-6. Efter potatisen 1992 såddes höstråg som fånggröda varför det inte finns någon gulmognadsprovtagning detta år. Odlingsåret 1994/95 var fånggrödans tillväxt fram till gulmognad mycket svag beroende på torka under sommaren 1994. Odlingsåret 1996/97 finns inga värden från vårprovtagningen eftersom alla rutor behandlades kemiskt mot kvickrot efter den sena höstprovtagningen 1996. Odlingsåret 1990/91 saknas den sena höstprovtagningen (Bilaga 4-6).

Rågen (1992/93) utvecklades kraftigt under hösten men tillväxte även under de relativt milda vintermånaderna (figur 3). Kväveinnehållet var i samma storleksordning som i rajgräset men kvävehalten i materialet som nedbrukades var högre (tabell 14).

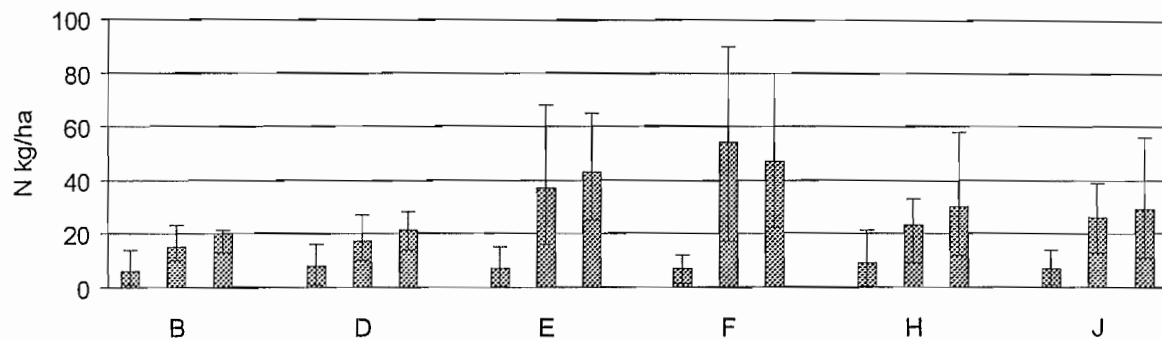
Tabell 14. Medeltal för fånggrödornas ovanjordiskt växtmassa (kg ts/ha), kväveinnehåll (kg N/ha) samt fånggrödans kvävehalt (% av ts) vid huvudgrödans gulmognad, sen höst och före nedbrukning på våren (perioden 1990-1998). För led E och F anges även motsvarande värden under höst och vår i 00N-parceller som ej flytgödslats på hösten (inom parentes)

Led	B	D	E	F	H	J
Flytgödsel						
Spridningstid			Tidig höst		Vår	
Mängd	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	2 STG
Handelsgödsel	0 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N
Plöjningstid	Vår	Vår	Vår	Vår	Vår	Vår
Växtmassa (kg ts/ha)						
Gulmognad	400	540	480	450	480	350
Sen höst	790	870	1340 (950)	1570 (1030)	980	860
Före bearbetning	900	950	1560 (1030)	1560 (1140)	1230	1130
N-innehåll (kg N/ha)						
Gulmognad	6	8	7	7	9	7
Sen höst	15	17	37 (22)	54 (26)	23	26
Före bearbetning	20	21	41 (25)	47 (28)	29	28
N-halter med rajgräsfånggröda (% av ts)						
Gulmognad	1,63	1,53	1,59	1,86	1,91	2,22
Sen höst	1,89	2,00	2,79 (2,18)	3,46 (2,47)	2,46	3,14
Före bearbetning	2,02	2,13	2,48 (2,39)	2,87 (2,49)	2,41	2,62
N-halter i höstrågen, efter potatis 1992/93 (% av ts)						
Sen höst	5,03	4,79	5,21 (4,99)	5,35 (5,15)	5,04	5,12
Före bearbetning	4,25	4,28	4,31 (3,98)	4,87 (4,19)	4,03	4,19

Vid stråsädesgrödornas gulmognad (eller motsvarande) uppgick rajgräsfånggrödornas ovanjordiska kväveinnehåll i medeltal till ca 7 kg N/ha. Några påtagliga eller signifikanta skillnader mellan leden i fånggrödans utveckling eller ovanjordiska kväveinnehåll fanns ej vid denna tidpunkt (tabell 14).

Fånggrödans huvudsakliga kväveupptag skedde under hösten. I de vårgödslade leden (D, H och J) ökade i medeltal fånggrödans ovanjordiska kväveinnehåll under hösten med 10-20 kg N/ha, vilket kan beräknas motsvara omkring 15-30 kg N/ha totalt inklusive rötter (Sjösvärd & Svensson, 1990). Upptaget ökade med stigande givor vårspriden stallgödsel (figur 9). Höstspridning av stallgödsel ökade fånggrödans kväveupptag under hösten jämfört med vårspridning. Det ovanjordiska kväveupptaget under hösten i leden med enkel och dubbel stallgödselgiva uppgick i medeltal till ca 30 resp. ca 50 kg N/ha. En jämförelse av fånggrödans beräknade totala kväveupptag (inkl. rötter) i de ordinarie gödslade rutorna och i de för året ogödslade parcellerna (00N) (tabell 14), tyder på att mellan 40 och 50% av den nominellt tillförda $\text{NH}_4\text{-N}$ -givan (tabell 6), kvantitativt sett, kan ha tagits upp av fånggrödan under hösten.

Vid nedbrukning på våren innehöll rajgräsfånggrödans levande ovanjordiska växtdelar i vårgödslade led i medeltal mellan 20 och 30 kg N/ha och ca 45 kg N/ha i leden som gödslats på hösten (figur 9). Kvävehalterna i rajgräsfånggrödan på våren i det handelsgödslade ledet låg i medeltal omkring 2,0 %. Kvävehalten ökade med stigande stallgödselgiva. Stallgödselspridning på hösten gav högre kvävehalter än motsvarande stallgödseldoser på våren (tabell 14).



Figur 9. Ledvisa medeltal samt max- och minvärden för åren 1990-97 av totalkväve (kg/ha) i fånggrödan vid huvudgrödans gulmognad, sen höst samt före nedplöjning våren därpå i ordinarie ruta.

Kväve i nedbrukat växtmaterial

I tabell 15 redovisas mängd nedbrukat kväve i ovanjordiskt växtmaterial (kg N/ha) i respektive led. Led ej be vuxna med fånggröda bearbetades under september månad. Det nedbrukade materialet i dessa led bestod av stubb- och halmrester, spillsädesgrönka samt ogräs. Led med fånggröda plöjdes i mars månad. Växttäcket bestod förutom av fånggröda av stubb- och halmrester och ogräs. Hösten 1996 behandlades fånggröderutorna mot kvickrot vilket fick till följd att mängden kväve i nedbrukat material våren 1997 blev låg.

Tabell 15. Mängd totalkväve (kg/ha) i ovanjordiskt växtmaterial (skörderester resp. fånggröda+skörderester) vilken nedbrukats vid höst respektive vårbearbetning. För nedbrukade potatisskörderester har insatts uppmätt N-innehåll i blasten före blastdödning (Bilaga x)

Led	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J					
Flytgödsel																								
Spridningstid																								
Mängd	0 STG				0 STG				1 STG				2 STG				1 STG				2 STG			
Handelsgödsel	0 N				0 N				1 N				1 N				½ N				½ N			
Fånggröda	- Rajgräs				- Rajgräs				Rajgräs				Rajgräs				- Rajgräs				- Rajgräs			
Nedbrukningstidpunkt	Höst		Vår		Höst		Vår		Vår		Vår		Höst		Vår		Höst		Vår					
1990 ¹	-	21	-	25	60	67	-	58	-	56	-	58	-	56	-	58	-	56	-	56				
1991 ¹	-	20	-	28	38	33	-	32	-	37	-	32	-	37	-	32	-	37	-	37				
1992 ²	19	23+18	53	23+32	71+23	85+39	61	46+40	41	29+59	61	46+40	41	29+59	61	46+40	41	29+59	61	29+59				
1993	14	31	21	26	50	61	21	27	21	24	21	27	21	24	21	27	21	24	21	24				
1994	4	19	5	25	32	35	5	29	5	30	5	29	5	30	5	29	5	30	5	30				
1995	12	16	14	17	29	25	36	16	29	16	36	16	29	16	36	16	29	16	36	16				
1996	8	22	12	25	47	48	26	38	27	41	26	38	27	41	26	38	27	41	26	41				
1997 ³	22	3	13	8	7	10	20	9	11	12	20	9	11	12	20	9	11	12	20	12				
1998	-	24	-	30	39	63	-	43	-	40	-	43	-	40	-	43	-	40	-	40				
Medeltal	13	24	20	29	49	56	28	41	22	42	28	41	22	42	28	41	22	42	28	42				
Medeltal vår, exkl. potatisskörderesterna	-	22	-	25	46	53	-	36	-	34	-	36	-	34	-	36	-	34	-	34				

1) Enbart fånggrödan provtagen.

2) Värdet med kursiv stil avser skörderester efter potatis, nedbrukade på hösten i alla led.

3) Våren 1997 är ej medräknat i medeltalen för vårnedbrukning p.g.a. kemisk ogräsbekämpning senhösten 1996.

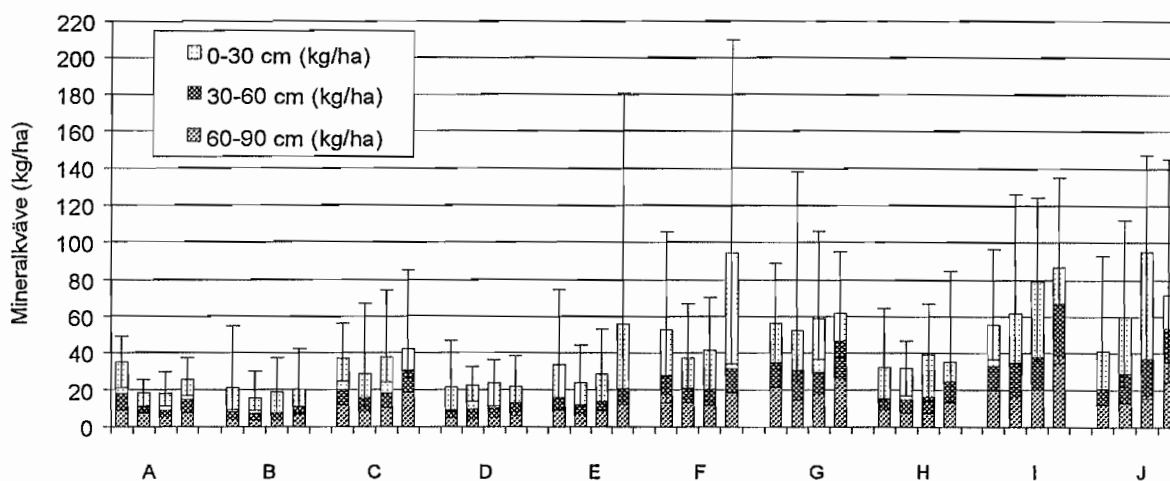
Mineralkväve i marken

Ledvisa medeltal av mineralkväveinnehållet (ammonium- och nitratkväve) i marken, 0-30, 30-60 och 60-90 cm, vid tidig vår, gulgrodnad, september (före flytgödselspridning i led E och F) och i november under försöksåren 1990-97 åskådliggörs i figur 10 (med min- och maxvärden). I bilaga 8 och 9 redovisas totala mineralkväveinnehållet i jordprofilen (0-90 cm) vid varje enskilt provtagningstillfälle för respektive försöksled i ordinarie ruta samt 0N och 00N parceller.

Mineralkväveinnehållet var i alla normalgödslade led med fånggröda i medeltal lägre än i motsvarande led utan fånggröda. Detta gällde vid alla redovisade provtagningstidpunkter (figur 10). På våren var som medeltal mineralkväveinnehållet 15-20 kg N/ha lägre i leden med fånggröda. I de båda översta markskikten (0-60 cm), vilket ungefär motsvarar aktuellt rotdjup, var mineralkväveinnehållet i medeltal 10-15 kg N/ha lägre (figur 10).

De mängder mineralkväve som finns i markprofilen vid stråsådens gulgrodnad kan betraktas som outnyttjat restkväve, då huvudgrödans kväveupptag vid denna tidpunkt avslutats. Led med fånggröda innehöll vid gulgrodnadsprovtagning, i medeltal, något mindre mängder mineralkväve än led utan fånggröda, figur 10 samt bilaga 8. I led I och J, med dubbel flytgödselgiva på våren, var mineralkvävemängderna i storleksordningen 60 kg N/ha vid gulgrodnad. Det var dubbelt så mycket som i handelsgödslade led (C och D). Den dubbla flytgödselgivan på våren, tyder tillsammans med den ökade liggsädesfrekvensen på överoptimal gödsling. Även i led G är kväveinnehållet i marken relativt stort vid gulgrodnad, ca 50 kg N/ha.

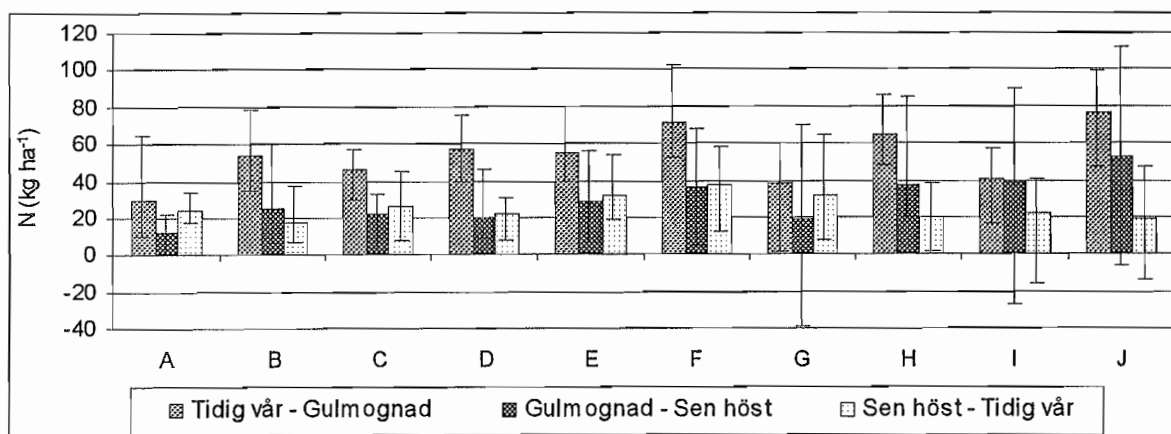
Fram till den sena provtagningen i november fördubblades det uppmätta medel-mineralkväveinnehållet i led E och F, främst på grund av att dessa led stallgödslades i september (i medeltal 69 resp. 135 kg NH₄-N/ha), trots fånggrödans kväveupptag. Variationen mellan åren var dock betydande (figur 10). I de normalt vårgödslade leden med fånggröda (D, H) var i medeltal förändringen i kväveinnehåll från gulgrodnad till november obetydlig, medan mineralkväveinnehållet under hösten ökade i motsvarande led utan fånggröda (C, G). I leden med dubbel stallgödselgiva på våren (I, J) öka medel-kväveinnehållet i marken, oavsett odlingen av fånggröda. I alla led, utom led A och B, minskade mineralkvävemängderna i marken under vintern, särskilt i led E och F som fått flytgödsel på hösten (figur 10).



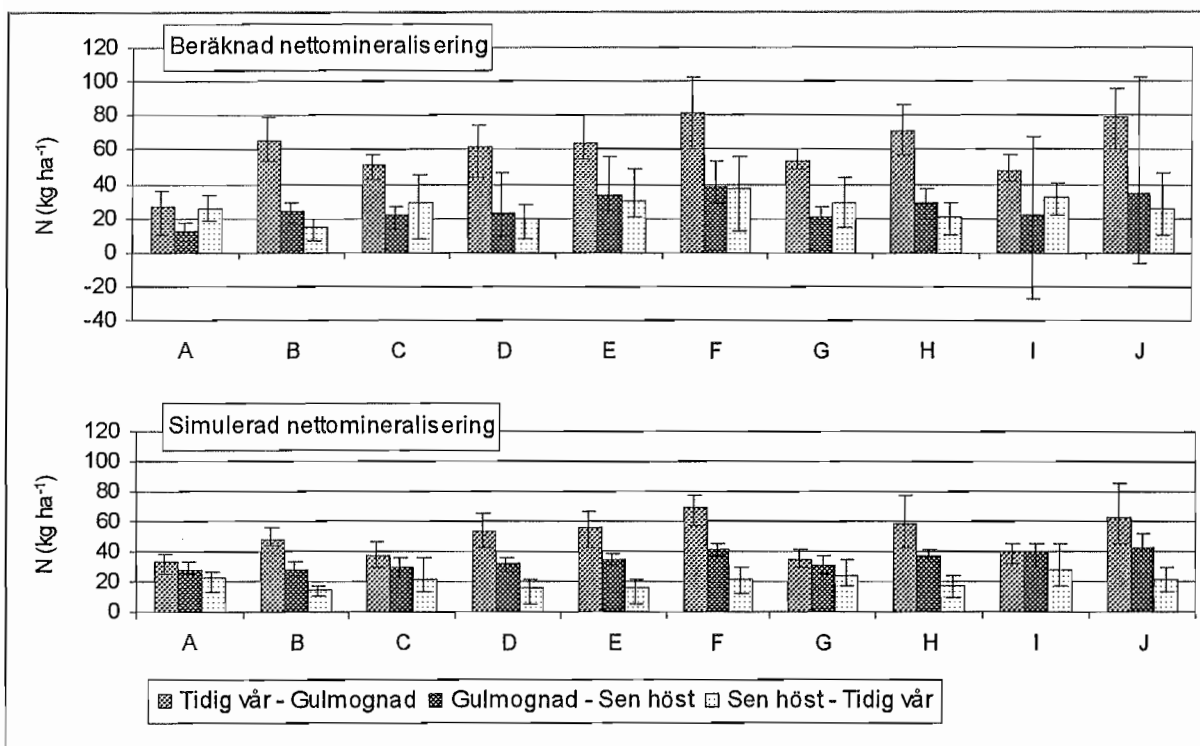
Figur 10. Ledvisa medeltal för åren 1990-97 av mineralkväveinnehåll i markprofilen (kg/ha) i ordinarie rutor. De fyra staplarna för varje led representerar jordprovtagningar vid tidig vår, gulgrodnad, i september samt i november (min- och maxvärden).

Nettomineralisering av kväve och fånggrödors efterverkan

Beräknad nettokvävemineralisering i de olika försöksleden framgår av figur 11. Beräkningarna bygger bl.a. på mätningar av kväveupptag i ogödslade parceller, se Material och metoder. Resultat av provtagningar i de ogödslade parcellerna finns i bilaga 6 och 9. Den årliga kväve-mineraliseringen var i medeltal ca 100 kg/ha. Ungefär hälften av kvävet, 50 kg/ha, mineraliserades under huvudgrödans växtsäsong (tidig vår - gulfmognad), och resten under höst och vinter. Beräkningarna visade stor variation mellan led och år, vilket sannolikt till stor del hade naturliga förklaringar, men som även berodde på att metoden i sig innehåller ett antal antaganden och beräkningssteg. Bland annat antas att mängden kväve i stråsådens rötter vid gulfmognad utgör 25% av plantans kväveinnehåll, och att utlakningen från den ogödslade parcellen är den samma som från försöksrutan som helhet. Resultaten visar ändå god överens-



Figur 11. Beräknad nettokvävemineralisering i de olika försöksleden, medeltal, max och min för perioden 1990-1997.

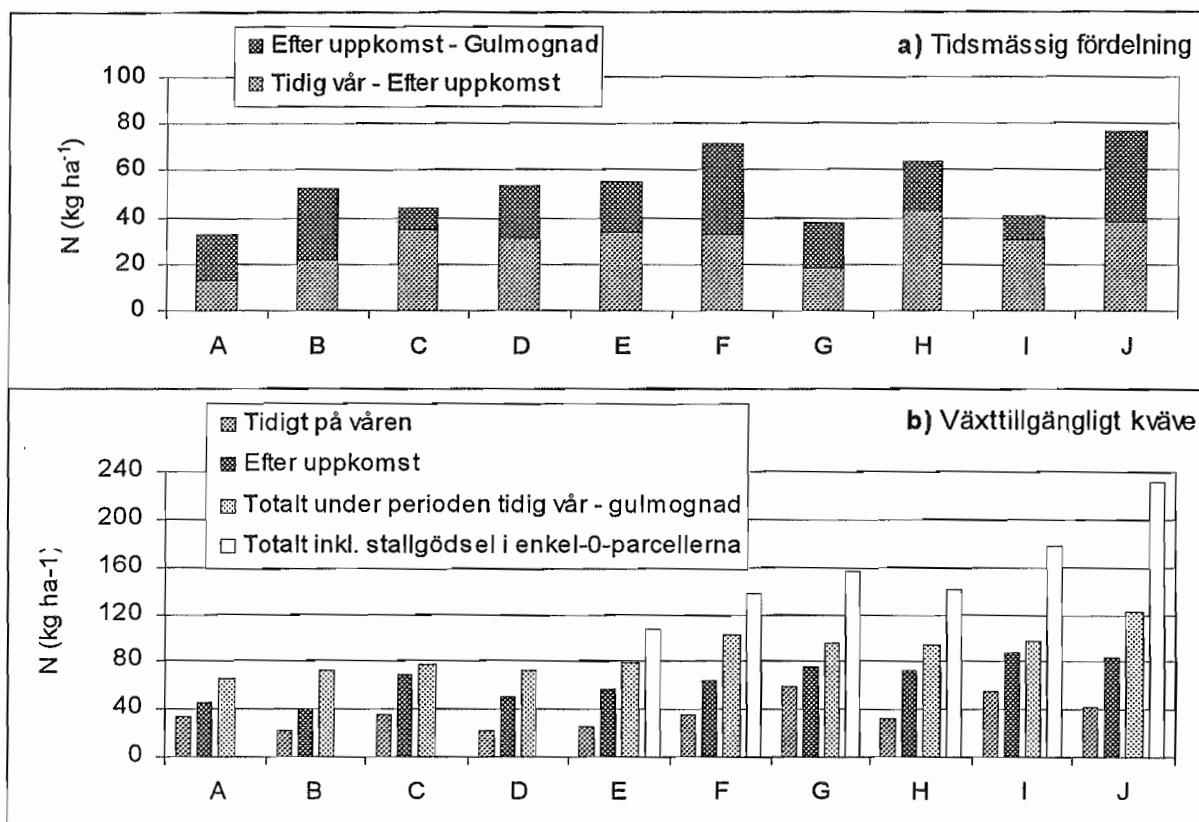


Figur 12. Jämförelse mellan beräknad och simulerad nettomineralisering under perioden 1990-1994. År 1992, med potatis, är utesluten i båda fallen.

stämmeelse med simuleringar av kvävemineralisering i samma försök som gjorts med SOILN-modellen för perioden 1990-1994 (Torstensson & Aronsson, 1999) (figur 12).

Nedbrukning av fånggröda på våren (B, D, E, F, H, J) ökade mineraliseringen under växtsäsongen jämfört med där marken bearbetats på hösten, särskilt i leden med dubbel flytgödselgiva (figur 13a). Trots detta var skördarna flera år något lägre i fånggrödeleden jämfört med leden utan fånggröda. Det hade troligen att göra med de låga utgångsnivåer av markmineralkväve som fanns i fånggrödeleden på våren. Figur 13b visar att trots den ökade mineraliseringen som skedde under våren och sommaren var mängden kväve som gjorts tillgängligt för grödans upptag oftast inte större i leden där fånggröda brukats ned på våren än i motsvarande led utan fånggröda. I leden där fånggröda brukats ned växte också varje år (utom 1992) en ny insädd fånggröda som i viss mån konkurrerade med huvudgrödan. Vid gulgrodnad innehöll fånggrödans ovanjordiska växtdelar i medeltal 7 kg N/ha. Den ökade mineraliseringen som skedde under växtsäsongen efter nedbrukningen av fånggröda uppstod enligt beräkningarna främst efter huvudgrödans uppkomst (figur 13a.), vilket kan ha varit något sent för att kvävet till fullo skulle kunna utnyttjas av huvudgrödan.

Under vintern-våren fanns det tendenser till ökad mineralisering i leden utan fånggröda (figur 11). Det berodde troligtvis på att skörderesterna i leden utan fånggröda brukades ned under hösten, vilket stimulerade mineraliseringen jämfört med fånggrödeleden som lämnades obearbetade fram till våren.



Figur 13. a) Den beräknade nettomineraliseringens tidsmässiga fördelning under olika delar av växtperioden. b) Växttillgängligt kväve i de ogödslade parcellerna (färgade staplar), ackumulerat under växtperioden, samt stallgödseln bidrag fram till gulgrodnad i de enbart stallgödslade parcellerna (ofärgade staplar).

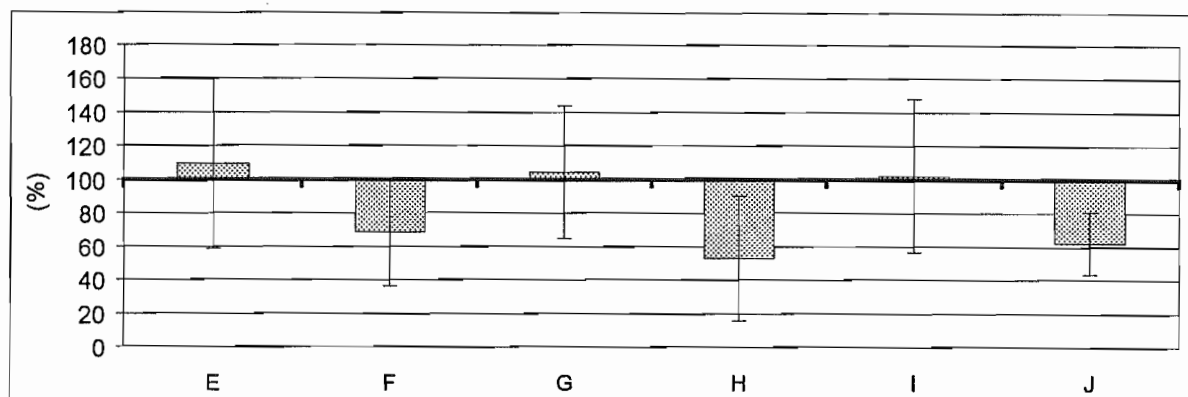
Tabell 16. Kväveutnyttjandegrad (%) av ammoniumkvävet i stallgödseln. Standardavvikelsen (SD) är beräknad utifrån variationen mellan olika år

Led	E		F		G		H		I		J	
Flytgödsel	Tidig höst		Vår									
Spridningstid	1 STG		2 STG		1 STG		1 STG		2 STG		2 STG	
Mängd	½ N		½ N		½ N		½ N		½ N		½ N	
Handelsgödsel	Rajgräs		Rajgräs		-		Rajgräs		-		Rajgräs	
Fånggröda	Vår		Vår		Höst		Vår		Höst		Vår	
Plöjningstid	23		15		46		37		31		40	
N- utnyttjande	9		5		14		18		6		13	
SD												

Stallgödselkvävet utnyttjandegrad

Mängden kväve tillgängligt för grödan, som en funktion av: mängden mineralkväve i marken på våren, mineralisering under växtsäsongen och den senaste stallgödselgivans bidrag, visas i figur 13b. Vid flytgödselspridning på hösten var en mindre del av stallgödselkvävet tillgängligt för huvudgrödan, jämfört med motsvarande led med vårspridning, beroende på kväveupptag i fånggrödan under hösten och på ökad utlakning. En del av kvävet som togs upp i fånggrödan återfanns emellertid sedan som ökad mineralisering efter nedbrukning på våren. I höstgödslade led uppskattades stallgödselkvävet effektivitet (andelen av stallgödselns nominella ammoniumkväveinnehåll som återfanns i grödan) till 15-20% och i vårgödslade led till 30-50% (tabell 16). Siffrorna i tabellen bör ses som grova uppskattningar.

Strax efter gödselspridning gjordes en jordprovtagning (med s.k. ramprovtagare) för att bestämma hur stor andel av det med gödseln tillförda ammoniumkvävet som återfanns i marken straxt efter spridningen (på våren togs proven efter nedmyllning/stubbearbetning), och därmed få en uppfattning om hur stora ammoniakförlusterna varit i samband med spridning. Resultaten var mycket varierande och innehöll stora osäkerheter. De tyder ändå på att ammoniakförlusterna i samband med eller strax efter spridning varit större där gödseln på våren spridits i växande fånggröda (H, J) än där den spridits på bearbetad mark (G, I) (figur 14).



Figur 14. Medianvärde och standardavvikelse för andelen återfunnet mineralkväve i marken, i procent av nominellt tillförd mängd $\text{NH}_4\text{-N}$ med flytgödseln.

Tabell 17. Kvävebalanser (kg N/ha och år) för ett medelår av försöksåren

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Flytgödsel										
Spridningstid					Tidig höst		Vår			
Mängd	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG
Handelsgödsel	0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N
Fånggröda	-	Rajgräs	-	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	-	Rajgräs	-	Rajgräs
Plöjningstid	Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår
Tillfört kväve										
Stallgödsel					92	180	116	116	226	226
Handelsgödsel	0	0	99	99	50	50	50	50	50	50
Bortfört kväve										
Skörd	22	26	70	68	59	81	83	83	95	98
Utlakning	25	12	45	16	30	55	41	24	67	50
Kvävebalans	-47	-38	-16	+15	+53	+94	+42	+59	+114	+128

Kvävebalanser och långsiktiga effekter

Kvävebalanser för ett medelår i de olika försöksleden visas i tabell 17. Bruttotillförsel av kväve med gödsel jämförs med bortförsel genom skörd och utlakning. Inga uppskattningar av deposition, och gasförluster av kväve genom denitrifikation och ammoniakavgång har lagts in i beräkningarna, men balanserna visar ändå trenderna för de olika leden i grova drag. I de ogödslade leden (A, B) och i handelsgödselat led utan fånggröda (C) var balansen negativ för försöksperioden. Vid odling av fånggröda (D) minskade utlakningen och det skedde istället en viss uppbyggnad av kväve i systemet, i storleksordningen +30 kg/ha och år jämfört med handelsgödselat mark utan fånggröda. Även flytgödseltillförsel resulterade i en uppbyggnad av kväve jämfört med handelsgödselat mark, uppbyggnaden förstärktes i leden med fånggröda. Det verkar därmed rimligt att anta att odling av fånggröda och stallgödsling leder till mer positiva kvävebalanser, ibland även till en ökad mängd organiskt kväve i marken.

En ökning av den organiska kvävepoolen i marken innebär på sikt en ökad mineraliseringspotential. Den skulle med tiden kunna visa sig i form av trender med ökade skördar eller minskad effektivitet hos fånggrödorna. Nedbrukning av fånggröda och stallgödsling ledde till en mätbar mer eller mindre omedelbar och kortsiktig ökning av mineraliseringen. Att det ännu är svårt att se de mer långsiktiga effekterna av kväveuppbyggnaden i marken beror på att den årliga ökningen är liten jämfört med markens totala innehåll av organiskt kväve (ca 8000 kg N/ha).

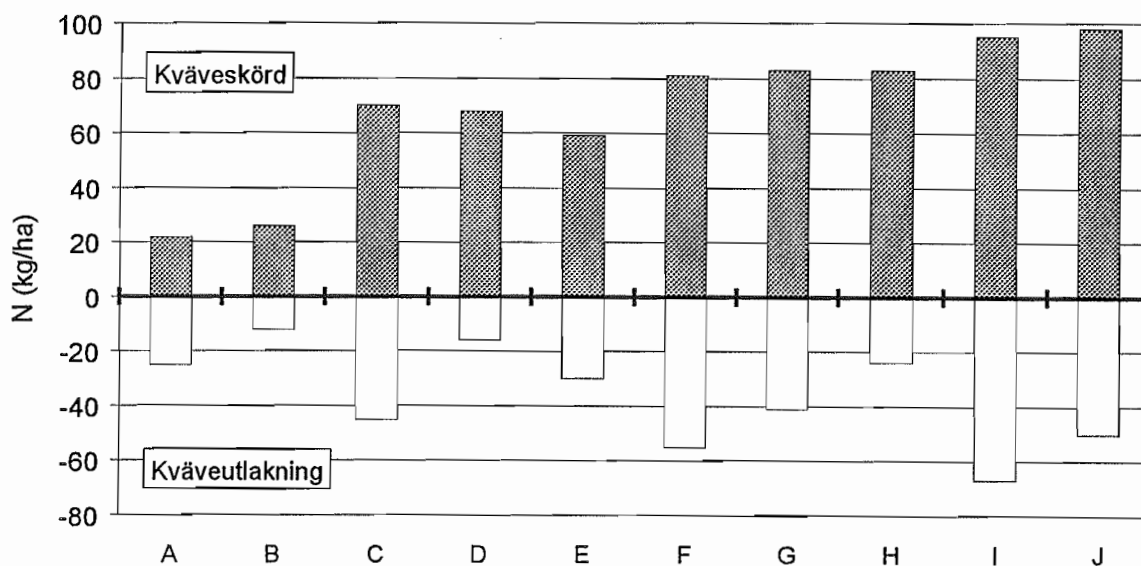
SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Under åtta odlingsår med samma behandling varje år på en sandig mojord vid Mellby i södra Halland har utlakningen av kväve med dräneringsvatten i relation till kvävedynamiken i marken och grödornas kväveutnyttjande studerats. Försöket omfattade olika gödslingsystem med och utan svin-flytgödsel. För att pröva den utlakningsminskande verkan av en fånggröda såddes i vissa led engelskt rajgräs (italienskt rajgräs 1990) in i huvudgrödan på våren. Grödorna under dessa försöksår hitintills var vårvete, vårkorn, potatis, vårkorn, havre, vårraps, vårvete och vårkorn. Leden med fånggröda vårplöjdes, medan leden utan fånggröda stubbearbetades efter skörd och höstplöjdes sen på hösten.

Gödslings inverkan på avkastning och utlakning

Normal flytgödselgiva på våren (ca 80 kg NH₄-N/ha) i kombination med halv handelsgödselgiva (ca 50 kg N/ha) (G, H) gav i medeltal lika eller något högre skörd jämfört med när endast handelsgödsel (ca 100 kg N/ha) användes (C, D). Det berodde förmodligen främst på en större tillförsel av mineral-N jämfört med de handelsgödslade leden. Utlakningen blev inte större från stallgödsel än från handelsgödselad mark. Dubbla flytgödselgivor resulterade i högre kvävehalter i kärna, men ej i ökade skördar. Det berodde bland annat på ökad vegetativ tillväxt med liggsädesbildning som följd.

När flytgödsel tillfördes på hösten (E, F) var skördarna och kvävehalterna i kärna lägre än i motsvarande vårgödselade led. Det bör dock observeras att som medeltal blev stallgödselkvävegivan på hösten vissa år betydligt lägre än den på våren (tabell 6). Kväveöverskottet som uppstod i marken vid överoptimala givor av flytgödsel hade ringa betydelse för kväveskörden, men desto större inverkan på utlakningen (figur 15).



Figur 15. Medelutlakning av totalkväve i kg/ha (negativ, ofylld stapel) mot den mängd kväve som i medeltal (kg N/ha o. år) bortförts med skördarna (fylld stapel).

Dubbla flytgödselgivor, både på hösten (F) och våren (I, J), ledde till kraftigt ökad utlakning, även vid odling av insådd fånggröda (figur 15). En, i praktisk odling, bättre anpassad kompletteringsgödsling med handelsgödselkväve till det aktuella behovet hade troligen både förbättrat kväveutnyttjandet och reducerat utlakningen i flertalet stallgödslade led. När marken inte gödslades alls (A) blev skörden drygt en tredjedel, och utlakningen halverad, jämfört med handelsgödslad mark (C). Utlakningen från handelsgödslad mark utan fånggröda var i medeltal av försöksåren 45 kg N/ha och år.

Den uppmätta utlakningsförlusten av fosfor uppgick i medeltal till ca 0,2 kg P/ha och år, och kan inte relateras till de olika behandlingarna. Den totala medelårs-bortförelsen av fosfor med skördade produkter i de kvävegödslade leden varierade mellan 15 och 20 kg P/ha. Leden med dubbel stallgödselgiva på våren (I, J) hade den största bortförelsen, beroende på något högre fosforhalter (tabell 12).

Fosforbalansen under försöksperioden var positiv i alla led (tabell 6b och 12), vilket också har bekräftats genom de återkommande markanalyser som genomförts (tabell 2 och 3). I leden med enbart handelsgödsel (C, D) uppgick överskottet i medeltal till ca 10 kg P/ha och år men ökade med stigande givor av stallgödsel. I leden med dubbel stallgödselgiva på våren uppgick överskottet till ca 45 kg P/ha och år. En stor och långvarig överskottstillförelse av fosfor kan sannolikt leda till ökad fosforutlakning i framtiden, och bör därför undvikas ur såväl miljö- som ekonomisynpunkt.

Slutsatser:

Brukning av marken ledde till tämligen betydande utlakning av kväve, även då den inte gödslades alls.

Flytgödselspridning på våren i normala givor gav lika eller något ökad skörd, och resulterade ej i förhöjd kväveutlakning.

Vid överoptimala givor av flytgödsel på hösten eller våren ökade kväveutlakningen kraftigt, men den ökade kvävetillgången gav ingen positiv effekt på skörden. En korrekt anpassad kompletteringsgödsling med handelsgödsling är viktigt för att begränsa utlakningen.

Fosforbalansen måste uppmärksammas, speciellt i samband med stallgödselanvändning. Vid användning av årliga medelgivor motsvarande ungefär full djurtäthet behöver normalt ingen extra fosfor tillföras.

Fånggrödans kväveupptag, inverkan på utlakning, avkastning och kväve-efterverkan

Det insådda rajraset hade vid huvudgrödans gulmognad tagit upp i medeltal 7 kg N/ha i de ovanjordiska växtdelarna och fram till mitten av november 15-55 kg N/ha. Kvävehalter och kväveinnehåll var störst i de led där kvävetillgången i marken var god till följd av flytgödselspridning på hösten eller dubbel flytgödselgiva på våren. Från sen höst till tidig vår förblev kväveinnehållet i fånggrödan relativt konstant, men kvävehalterna sjönk i allmänhet något fram till nedbrukningen på våren.

Odling av fånggröda minskade utlakningen med 60% från handelsgödslad mark (D) och med 40% från mark som fått normal flytgödselgiva på våren (H). Höstråg efter potatis var under ett försöksår lika effektiv som engelskt rajräs som såtts in på våren. Utlakningsminskningen berodde både på fånggrödans kväveupptag och på minskad vintermineralisering när marken lämnades obearbetad.

Vid höstspredning (Sep-Okt) med normal flytgödselgiva (E) lyckades fånggrödan tömma markprofilen på kväve relativt väl under hösten. Jämfört med motsvarande vårspridning utan fånggröda reducerades i medeltal utlakningen med ca 25%. Vid dubbla flytgödselgivor på hösten (F) och våren (J) däremot överskreds fånggrödans kapacitet att ta upp kväve, vilket resulterade i förhöjd utlakning. En jämförelse av fånggrödans beräknade totala kväveupptag i de ordinarie gödslade rutorna och i de för året ogödslade parcellerna, tyder på att mellan 40 och 50% av den tillförda $\text{NH}_4\text{-N}$ -givan, kan som medeltal ha tagits upp av fånggrödan under hösten. Merparten av den återstående delen av $\text{NH}_4\text{-N}$ -givan återfanns som medeltal i form av en ökning av mineralkväveinnehållet i marken sent på hösten. Spridningstidpunkten har förmodligen stor betydelse för hur mycket kväve fånggrödan kan ta upp. De år då spridningen skedde sent (slutet av september - början av oktober) blev utlakningen påtagligt större än de år då den spreds i början - mitten av september. Om spridningen i växande gräsfånggröda görs tidigt (senast 15 september, gärna ännu tidigare) och i något mindre doser, kanske maximalt 40-50 kg $\text{NH}_4\text{-N}$, borde utlakningsskillnaden mellan höst- och vårspridning med fånggröda, kunna bli obetydlig.

Fånggrödans inverkan på huvudgrödans avkastning varierade. I de vårgödslade leden med fånggröda blev skörden som medeltal för alla grödor 3-5% lägre jämfört med motsvarande led utan fånggröda, men med stor variation mellan grödor och år. Skörden av potatis var i allmänhet högre i leden med fånggröda jämfört med motsvarande led utan fånggröda. Leden med fånggröda gav dock oftare lägre skörd av stråsåd och vårraps än de motsvarande leden utan fånggröda (Tabell 10).

Skördesänkningarna vissa år berodde troligen främst på att marken innehöll betydligt mindre mängder mineralkväve (15-20 kg N/ha mindre i vårgödslade led) tidigt på våren när fånggrödan vuxit under vintern, än när marken bearbetats föregående höst. Nedbrukning av fånggröda på våren ökade visserligen alla år mineraliseringen under växtsäsongen jämfört med där marken bearbetats på hösten, särskilt i leden med dubbel flytgödselgiva. På grund av mineralkväveunderskottet på våren var den mängd kväve som blev tillgängligt för grödans kväveupptag dock oftast inte större när en fånggröda brukats ned på våren. Frigörelsen av kväve från fånggrödematerialet verkar ha skett relativt sent. Vid jordprovtagningar 2-3 veckor efter uppkomst var kväveunderskottet fortfarande påtagligt, speciellt i det handelsgödslade ledet med fånggröda. I leden där fånggröda brukats ned växte också varje år (utom 1992) en ny insådd fånggröda som i viss mån konkurrerade med huvudgrödan.

Slutsatser:

Genom att utesluta höstbearbetning och odla insådd fånggröda kunde kväveutlakningen halveras vid normal gödsling med handelsgödsel och flytgödsel på våren.

Vid flytgödselspridning i slutet av september med normala givor förmådde insådd fånggröda reducera utlakningen av kväve med 25% jämfört med vårspridning utan fånggröda. En tidigare spridning, och ev. en något lägre dos, skulle reducera utlakningen ytterligare.

Vid spridning av stora (ca 180 kg tot-N/ha) flytgödselgivor på hösten klarade inte fånggrödan att ta hand om kväveöverskottet i marken vilket resulterade i stor kväveutlakning.

Inte heller vid vårspridning av överoptimala flytgödselgivor (ca 200 kg tot-N/ha) klarade fånggrödan att ta hand om kväveöverskottet i marken.

Vid nedbrukning av fånggröda på våren ökade mineraliseringen under växtsäsongen. Negativ effekt på skörden vissa år efter nedbrukning av fånggröda berodde främst på att utgångsnivån för mineralkväve i marken på våren var låg där fånggrödan vuxit under vintern.

Långsiktiga effekter av fånggrödor och stallgödsel

Odling av fånggröda och stallgödsling ökade enligt balansberäkningar mängden kväve i marken jämfört med handelsgödslad mark utan fånggröda, vilket på sikt ökar markens mineraliseringspotential. Den årliga ökningen av markens kvävepool var såpass liten (mindre än 1% av markens totala kväveförråd) att inga tydliga effekter ännu syns av en ökad bördighet i försöket.

Slutsatser:

Odling av fånggröda och stallgödsling ökar långsamt markens bördighet jämfört med handelsgödslad mark utan fånggröda.

Framtida forskningsbehov

Genom att undvika tidig höstbearbetning och odla insådd fånggröda finns stora möjligheter att bättre utnyttja kvävet i odlingssystemet. Fånggrödan tar upp kväve som annars skulle utlakas och en del av kvävet återförs till växttillgänglig form genom ökad mineralisering efter nedbrukning av fånggrödan. Användning av fånggrödor och stallgödsel ger enligt balansberäkningarna för den aktuella jorden en uppbyggnad av kväve i marken som långsamt ökar markens mineraliseringspotential. Även om försöksresultaten visar hur man kan komma en god bit på väg mot ett förbättrat kväveutnyttjande är det viktigt att finna metoder för att i ännu högre grad utnyttja den ökade mineraliseringen, både den direkta och den mer långsiktiga, efter nedbrukning av fånggröda och stallgödsel. Det vore önskvärt att mer noggrant utvärdera hur nedbrukningstidpunkten för fånggrödan påverkar utlakning och kvävemineralisering. Det är tänkbart att en nedbrukning sent på hösten eller mycket tidigt på våren skulle göra att en större del av kvävet kommer den efterföljande grödan tillgodo.

Stallgödselkvävet utnyttjandegrad kan förmodligen förbättras ytterligare. Resultaten från jordprovtagningarna efter stallgödselspridning antyder att N-förlusterna (N-emissionerna) efter spridning kan vara högre när flytgödseln på våren har spridits i den växande gröda, före bearbetning, jämfört med när den spridits på tidigare bearbetad jord. Detta är något som bättre följs upp med direkta emissionsmätningar än med den metod som hittills används. Ur praktisk och teknisk synpunkt är det givetvis en fördel att kunna köra och sprida gödseln på den orörda, fånggrödebevuxna marken, men om skillnaden i N-förlust fram till första bearbetning är betydande måste även detta beaktas. På motsvarande sätt finns det anledning att undersöka emissionernas storlek vid spridning tidigt på hösten i växande fånggröda. En minskning av kväveförlusterna genom utlakning bör om möjligt inte ske på bekostnad av en stor ökning av emissionsförlusterna. Preliminära resultat från andra pågående studier tyder även på att det kan finnas betydande skillnader i emissionsbenägenhet från svin- resp. nötflytgödsel, något som förtjänar att undersökas ytterligare. Om skillnaden är så stor som de preliminära resultaten antyder, krävs troligen helt olika spridningsstrategier för de olika gödselslagen.

Fosforöverskotten i de stallgödslade leden och den där av följande uppbyggnaden av fosforförråden i marken bör beaktas bättre. Det aktuella försöksfältet har redan ett mycket gott fosfortillstånd. Tillförseln av fosfor kan därför utan problem anpassas bättre till den aktuella medelbortförseln, vilket bl.a. skulle medföra att fosforgödslingen med handelsgödsel kan utslutas i alla stallgödslade led. Fosforbalansernas och fosforförrådets utveckling vid en, så långt möjligt, väl anpassad fosforgödsling skulle därigenom kunna bli ett integrerat studieobjekt inom det etablerade försöket på ett helt annat sätt än idag. Även fosforutlakningens storlek kommer i framtiden att kunna mätas med betydligt större säkerhet i och med att flödesproportionell provtagning införs.

REFERENSER

- Alfa-Laval 1991. Kvävemätare för gödsel. Alfa-Laval Agri Scandinavia AB, Box 617, 151 27 Södertälje.
- Aronsson, H. 1994. Fånggrödor och utlakning, Aktuella resultat från Mellbyförsöket i Halland. Teknisk rapport 3. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Aronsson, H. 1995. Fånggrödor och utlakning, Mellbyförsöken i Halland 1989-1995. Teknisk rapport 14. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Aronsson, H. 1996. Fånggrödor och utlakning, Mellbyförsöket i Halland 1989-1996. Teknisk rapport 27. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- 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.
- Hansson, A.-C., Pettersson, R. & Paustian, K. 1987. Shoot and root production and nitrogen uptake in barley, with and without nitrogen fertilization. Z. Acker Pflanzenb. 158, 163-171.
- Jansson, S.L. 1966. Vart tar gödselkvävet vägen? Växtnäringsnytt 22, 3:1-9.
- 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 växtnäringslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. 1979. Alvprovtagning med "Ultuna-borren"- för markkartering och framtida N-prognoser. Rapport 120. Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. 1982. Ammonium.- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. III. Inverkan av nederbördsförhållanden och vattentillgång. Studier i modell- och ramförsök. Rapport 143. Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B., Gustafson, A., Torstensson, G. och Ekre, E. 1993. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmojord i södra Halland med handels- och stallgödsel odlingsystem. Ekohydrologi 30. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- SCB 1990. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1990. Statistiska meddelanden J 15 SM 9001.
- SCB 1991. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1991. Statistiska meddelanden J 15 SM 9101.
- SCB 1992. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1992. Statistiska meddelanden J 15 SM 9201.
- SCB 1993. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1993. Statistiska meddelanden J 15 SM 9301.
- SCB 1994. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1994. Statistiska meddelanden J 15 SM 9401.

- SCB 1995. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1995. Statistiska meddelanden J 15 SM 9501.
- SCB 1996. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1996. Statistiska meddelanden J 15 SM 9601.
- SCB 1997. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1997. Statistiska meddelanden J 15 SM 9701.
- Sjösvärd, L. & Svensson, K. 1990. Kväveomvandlingar i mark med och utan italienskt rajgräs efter korn. Report 43, Dep. Of Microbiology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Svensk standard 1995. Kemiska vattenundersökningar. Katalog över svensk standard. Standardiseringskommissionen i Sverige. 588 s.
- Torstensson, G., Aronsson, H. 1999. Nitrogen leaching and crop availability in manured crop systems in Sweden. Accepterad av: Nutrient Cycling in Agroecosystems.
- Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B. och Skyggesson, G. 1992. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland. Ekohydrologi 28. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Wagner, R. 1974. A new method for aouthomated nitrate determination in sea water using the AutoAnalyzer (in German). Technicon Symposium, Frankfurt am Main.

BILAGOR

Bilaga 1. Integrerade medelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av total- respektive nitratkväve odlingsåren 1990 - 1997, (agrohydrologiska år, 1/7-30/6)

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Flytgödsel										
Spridningstid				Tidig höst			Vår			
Mängd	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG
Handels gödsel	0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N
Fånggröda	-	Rajgräs	-	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	-	Rajgräs	-	Rajgräs
Plöjningstid	Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår
1990/91										
Tot-N (mg/l)	8	2	14	3	8	11	12	4	14	5
Tot-N (kg/ha)	23	7	41	9	22	31	36	12	41	14
NO ₃ -N (mg/l)	7	1	13	2	6	9	11	3	13	4
NO ₃ -N (kg/ha)	19	3	37	6	18	26	31	9	36	11
1991/92										
Tot-N (mg/l)	10	3	16	3	8	19	13	6	22	15
Tot-N (kg/ha)	37	10	59	13	29	73	50	21	84	56
NO ₃ -N (mg/l)	9	1	14	2	6	17	12	5	22	13
NO ₃ -N (kg/ha)	33	5	53	8	23	66	45	18	83	50
1992/93										
Tot-N (mg/l)	17	11	26	11	17	25	25	18	35	26
Tot-N (kg/ha)	43	29	66	29	45	63	65	46	89	68
NO ₃ -N (mg/l)	15	9	24	10	16	23	24	16	32	24
NO ₃ -N (kg/ha)	39	24	61	26	40	58	61	41	82	61
1993/94										
Tot-N (mg/l)	7	3	17	4	8	18	15	6	23	18
Tot-N (kg/ha)	30	12	68	18	32	73	62	24	97	72
NO ₃ -N (mg/l)	6	2	15	3	6	16	14	5	22	16
NO ₃ -N (kg/ha)	25	6	61	12	26	66	57	19	89	65
1994/95										
Tot-N (mg/l)	9	6	15	10	16	32	13	12	25	23
Tot-N (kg/ha)	33	22	56	35	61	116	47	44	92	83
NO ₃ -N (mg/l)	7	4	14	8	15	29	11	11	23	20
NO ₃ -N (kg/ha)	28	16	50	29	54	108	42	39	84	75
1995/96										
Tot-N (mg/l)	10	4	15	6	7	14	13	9	26	19
Tot-N (kg/ha)	6	3	13	5	6	12	11	8	23	16
NO ₃ -N (mg/l)	5	2	13	4	5	11	11	8	23	16
NO ₃ -N (kg/ha)	5	2	11	4	4	10	10	7	20	14
1996/97										
Tot-N (mg/l)	9	8	20	10	22	28	21	21	37	39
Tot-N (kg/ha)	12	10	25	12	29	36	27	27	49	50
NO ₃ -N (mg/l)	8	6	17	8	20	25	19	19	34	35
NO ₃ -N (kg/ha)	11	8	22	10	26	32	24	21	44	46
1997/98										
Tot-N (mg/l)	8	4	19	5	11	23	20	6	37	22
Tot-N (kg/ha)	12	6	31	9	18	37	32	10	60	36
NO ₃ -N (mg/l)	6	2	16	4	9	20	18	5	35	20
NO ₃ -N (kg/ha)	10	3	27	6	15	33	29	7	58	33
Medeltal 90-98										
Tot-N (mg/l)	10	5	18	7	12	21	16	10	27	21
Tot-N (kg/ha)	25	12	45	16	30	55	41	24	67	50
NO ₃ -N (mg/l)	8	3	16	5	10	19	15	9	25	19
NO ₃ -N (kg/ha)	21	8	40	13	26	50	37	20	62	44

Bilaga 2. Integrerade medelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av total- respektive fosfatfosfor odlingsåren 1990 - 1997, (agrohydrologiska år, 1/7-30/6)

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Flytgödsel										
Spridningstid				Tidig höst		Vår				
Mängd	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG
Handelsgödsel	0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N
Fånggröda	-	Rajgräs	-	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	-	Rajgräs	-	Rajgräs
Plöjningstid	Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår
1990/91										
Tot-P (mg/l)	0,084	0,066	0,069	0,075	0,079	0,043	0,033	0,059	0,054	0,062
Tot-P (kg/ha)	0,240	0,190	0,197	0,215	0,228	0,123	0,095	0,168	0,155	0,178
PO4-P (mg/l)	0,034	0,047	0,016	0,051	0,026	0,017	0,009	0,027	0,033	0,036
PO4-P (kg/ha)	0,098	0,135	0,046	0,148	0,076	0,050	0,027	0,077	0,096	0,102
1991/92										
Tot-P (mg/l)	0,088	0,065	0,024	0,070	0,063	0,024	0,030	0,062	0,040	0,057
Tot-P (kg/ha)	0,336	0,248	0,090	0,269	0,240	0,904	0,115	0,238	0,151	0,217
PO4-P (mg/l)	0,040	0,050	0,092	0,093	0,025	0,012	0,003	0,026	0,027	0,028
PO4-P (kg/ha)	0,151	0,191	0,035	0,356	0,096	0,047	0,013	0,098	0,104	0,107
1992/93										
Tot-P (mg/l)	0,061	0,058	0,024	0,061	0,058	0,030	0,003	0,058	0,038	0,046
Tot-P (kg/ha)	0,157	0,149	0,061	0,156	0,149	0,076	0,086	0,150	0,098	0,117
PO4-P (mg/l)	0,033	0,041	0,011	0,036	0,030	0,017	0,006	0,023	0,025	0,029
PO4-P (kg/ha)	0,085	0,105	0,029	0,093	0,077	0,045	0,016	0,058	0,064	0,074
1993/94										
Tot-P (mg/l)	0,127	0,072	0,025	0,090	0,076	0,054	0,036	0,077	0,080	0,060
Tot-P (kg/ha)	0,525	0,298	0,102	0,373	0,313	0,223	0,148	0,320	0,332	0,250
PO4-P (mg/l)	0,047	0,048	0,010	0,058	0,034	0,040	0,010	0,034	0,052	0,040
PO4-P (kg/ha)	0,193	0,199	0,042	0,238	0,140	0,166	0,042	0,140	0,215	0,164
1994/95										
Tot-P (mg/l)	0,122	0,070	0,048	0,081	0,076	0,031	0,070	0,074	0,057	0,056
Tot-P (kg/ha)	0,450	0,259	0,176	0,299	0,281	0,114	0,258	0,274	0,209	0,208
PO4-P (mg/l)	0,035	0,038	0,014	0,039	0,030	0,009	0,011	0,030	0,028	0,026
PO4-P (kg/ha)	0,130	0,140	0,050	0,144	0,110	0,032	0,040	0,112	0,102	0,095
1995/96										
Tot-P (mg/l)	0,097	0,084	0,063	0,070	0,185	0,153	0,062	0,074	0,080	0,128
Tot-P (kg/ha)	0,085	0,073	0,055	0,061	0,161	0,134	0,054	0,065	0,070	0,111
PO4-P (mg/l)	0,029	0,061	0,017	0,036	0,058	0,053	0,003	0,012	0,026	0,043
PO4-P (kg/ha)	0,025	0,053	0,014	0,031	0,050	0,046	0,003	0,010	0,023	0,038
1996/97										
Tot-P (mg/l)	0,152	0,040	0,022	0,065	0,050	0,028	0,072	0,046	0,047	0,034
Tot-P (kg/ha)	0,198	0,052	0,028	0,084	0,065	0,036	0,093	0,060	0,061	0,044
PO4-P (mg/l)	0,026	0,027	0,009	0,038	0,024	0,009	0,009	0,008	0,022	0,009
PO4-P (kg/ha)	0,034	0,036	0,118	0,049	0,031	0,011	0,012	0,011	0,028	0,012
1997/98										
Tot-P (mg/l)	0,077	0,039	0,025	0,061	0,051	0,021	0,034	0,071	0,031	0,036
Tot-P (kg/ha)	0,126	0,064	0,041	0,099	0,084	0,034	0,056	0,115	0,050	0,060
PO4-P (mg/l)	0,025	0,025	0,008	0,032	0,026	0,010	0,008	0,017	0,018	0,010
PO4-P (kg/ha)	0,041	0,040	0,013	0,052	0,042	0,016	0,013	0,029	0,029	0,017
Medeltal 90-98										
Tot-P (mg/l)	0,101	0,062	0,037	0,072	0,080	0,048	0,043	0,065	0,053	0,060
Tot-P (kg/ha)	0,265	0,167	0,094	0,195	0,190	0,205	0,113	0,174	0,141	0,148
PO4-P (mg/l)	0,034	0,042	0,022	0,048	0,032	0,021	0,008	0,022	0,029	0,028
PO4-P (kg/ha)	0,095	0,112	0,043	0,139	0,078	0,052	0,021	0,067	0,083	0,076

Bilaga 3. Integrerade medelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av kalium odlingsåren 1990 - 1997, (agrohydrologiska år, 1/7-30/6)

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Flytgödsel										
Spridningstid					Tidig höst		Vår			
Mängd	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG
Handelsgödsel	0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N
Fånggröda	- Rajgräs		- Rajgräs		Rajgräs	Rajgräs	- Rajgräs		- Rajgräs	
Plöjningstid	Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår
1990/91										
K (mg/l)	12	10	11	9	12	15	11	12	10	12
K (kg/ha)	34	28	33	25	34	43	32	33	29	35
1991/92										
K (mg/l)	9	8	8	7	9	15	10	10	9	12
K (kg/ha)	35	32	30	27	36	56	40	37	35	46
1992/93										
K (mg/l)	10	9	10	8	11	15	12	11	10	13
K (kg/ha)	27	24	24	22	27	38	30	28	26	34
1993/94										
K (mg/l)	7	6	7	6	7	10	8	8	7	9
K (kg/ha)	28	27	29	24	30	43	35	32	30	38
1994/95										
K (mg/l)	8	8	7	7	9	12	9	9	9	10
K (kg/ha)	30	29	26	26	34	45	32	35	32	39
1995/96										
K (mg/l)	8	9	8	7	8	12	10	10	10	11
K (kg/ha)	7	7	7	6	7	10	9	9	8	10
1996/97										
K (mg/l)	9	8	8	11	12	13	10	12	10	14
K (kg/ha)	11	11	11	14	15	17	13	15	14	18
1997/98										
K (mg/l)	9	8	9	8	9	12	11	10	11	12
K (kg/ha)	14	13	14	12	15	20	19	16	18	20
Medeltal 90/98										
K (mg/l)	9	8	8	8	10	13	10	10	10	12
K (kg/ha)	23	21	22	20	25	34	26	26	24	30

Bilaga 4. Fånggrödornas tillväxt mätt som torrsubstans i ovanjordiskt växtmaterial (kg/ha) vid huvudgrödans gulmognad, sen höst samt före nerplöjning våren därpå. För led E och F anges även torrsubstansmängden under höst och vår i 00N-parceller som ej flytgödslats på hösten (inom parentes)

Led	B	D	E	F	H	J	
Flytgödsel							
Spridningstid			Tidig höst		Vår		
Mängd	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	2 STG	
Handelsgödsel	0 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	
Fånggröda	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	
Plöjningstid	Vår	Vår	Vår	Vår	Vår	Vår	Medeltal
1989/90							
Före nedbrukning	1320	1660	3060 (2120)	3140 (2650)	3490	3130	2630
1990/91							
Gulmognad	450	1230	840	850	1270	840	910
Sen höst							
Före bearbetning	930	1260	1310 (1350)	990 (940)	1160	1270	1150
1991/92							
Gulmognad	350	330	360	190	310	280	300
Sen höst	1570	1560	2640 (2160)	2700 (1760)	1780	920	1860
Tidig vår	870	770	2020 (930)	1800 (830)	1020	560	1170
Före bearbetning	1090	980	2590	2740	1710	1010	1690
1992/93							
<i>(Höstråg)</i>							
Sen höst	310	300	310 (300)	330 (320)	350	340	320
Före bearbetning	730	600	1170 (560)	1260 (730)	670	570	830
1993/94							
Gulmognad	230	600	450	440	410	300	410
Sen höst	980	1580	2270 (1420)	2480 (1920)	1460	1680	1740
Före bearbetning	780	930	980 (860)	840 (1810)	810	860	870
1994/95							
Gulmognad	30	60	20	90	10	110	50
Sen höst	470	370	600 (280)	550 (300)	270	360	440
Före bearbetning	550	510	880 (580)	720 (320)	410	300	560
1995/96							
Gulmognad	1220	840	1020	730	880	390	850
Sen höst	990	810	1630 (960)	2320 (1010)	1070	1080	1320
Före bearbetning	1100	800	1500 (940)	1480 (700)	920	1260	1180
1996/97							
Gulmognad	390	570	480	590	360	540	490
Sen höst	530	600	720 (570)	840 (770)	570	650	650
Före bearbetning	-	-	-	-	-	-	-
1997/98							
Gulmognad	150	130	170	240	110	20	140
Sen höst	690	840	1230 (980)	1740 (1110)	1330	990	1140
Före bearbetning	670	880	1020 (920)	1270 (1150)	670	620	860
Medelår 90-97							
Gulmognad	400	540	480	450	480	350	
Sen höst	790	870	1340 (950)	1570 (1030)	980	860	
Före bearbetning	900	950	1560 (1030)	1560 (1140)	1230	1130	

Bilaga 5. Fånggrödornas kväveinnehåll i ovanjordiskt växtmaterial (N kg/ha) vid huvudgrödans gulmognad, sen höst samt före nerplöjning våren därpå. För led E och F anges även kväveinnehållet under höst och vår i 00N-parceller som ej flytgödslats på hösten (inom parentes)

Led	B	D	E	F	H	J	
Flytgödsel							
Spridningstid			Tidig höst		Vår		
Mängd	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	2 STG	
Handelsgödsel	0 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	
Fånggröda	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	
Plöjningstid	Vår	Vår	Vår	Vår	Vår	Vår	Medeltal
1989/90							
Före bearbetning	21	25	60 (34)	67 (46)	58	56	48
1990/91							
Gulmognad	7	13	10	11	21	14	13
Sen höst							
Före bearbetning	20	28	38 (32)	33 (24)	32	37	31
1991/92							
Gulmognad	6	6	7	5	6	6	6
Sen höst	23	23	68 (37)	90 (34)	33	29	44
Tidig vår	21	20	62 (26)	66 (27)	29	19	36
Före bearbetning	21	16	65	80	41	23	41
1992/93							
<i>(Höstråg)</i>							
Sen höst	16	15	16 (15)	17 (17)	17	17	16
Före bearbetning	31	26	50 (22)	61 (30)	27	24	37
1993/94							
Gulmognad	5	16	11	12	11	10	11
Sen höst	18	27	63 (26)	90 (38)	30	39	45
Före bearbetning	16	19	28 (27)	28 (39)	20	24	23
1994/95							
Gulmognad	1	1	<1	2	<1	2	1
Sen höst	10	10	20 (8)	20 (11)	9	13	14
Före bearbetning	13	14	25 (16)	22 (11)	12	11	16
1995/96							
Gulmognad	14	13	15	11	17	9	13
Sen höst	16	17	37 (18)	83 (19)	25	32	35
Före bearbetning	18	18	36 (19)	38 (15)	20	25	26
1996/97							
Gulmognad	3	5	4	6	4	6	5
Sen höst	11	13	24 (16)	32 (24)	18	21	20
Före bearbetning	-	-	-	-	-	-	-
1997/98							
Gulmognad	3	2	3	5	2	1	3
Sen höst	14	16	28 (19)	48 (23)	27	34	28
Före bearbetning	18	21	27 (22)	45 (33)	21	22	26
Medelår 90-97							
Gulmognad	6	8	7	7	9	7	
Sen höst	15	17	37 (22)	54 (26)	23	26	
Före bearbetning	20	21	41 (25)	47 (28)	29	28	

Bilaga 6. Kvävehalter i fånggrödans ovanjordiskt växtmaterial (% av ts) vid huvudgrödans gulmognad, sen höst samt före nerplöjning våren därpå. För led E och F anges även kvävehalterna under höst och vår i 00N-parceller som ej flytgödslats på hösten (inom parentes)

Led	B	D	E	F	H	J	
Flytgödsel							
Spridningstid			Tidig höst		Vår		
Mängd	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	2 STG	
Handelsgödsel	0 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	
Plöjningstid	Vår	Vår	Vår	Vår	Vår	Vår	Medeltal
1989/90							
Före nedbrukning	1,59	1,51	1,96 (1,60)	2,13 (1,74)	1,76	1,79	1,79
1990/91							
Gulmognad	1,65	1,09	1,17	1,29	1,61	1,66	1,41
Sen höst							
Före bearbetning	2,18	2,21	2,95 (2,37)	3,34 (2,54)	2,61	2,72	2,67
1991/92							
Gulmognad	1,85	1,71	1,92	2,51	2,08	2,36	2,07
Sen höst	1,47	1,50	2,59 (1,72)	3,32 (1,94)	1,88	3,17	2,32
Tidig vår	2,40	2,54	3,06 (2,80)	3,64 (3,23)	2,86	3,52	3,00
Före bearbetning	1,37	1,45	1,77	1,99	1,72	1,89	1,70
1992/93							
<i>(Höstråg)</i>							
Sen höst	5,03	4,79	5,21 (4,99)	5,35 (5,15)	5,04	5,12	5,09
Före bearbetning	4,25	4,28	4,31 (3,98)	4,87 (4,19)	4,03	4,19	4,32
1993/94							
Gulmognad	2,00	2,57	2,24	2,55	2,56	3,05	2,50
Sen höst	1,82	1,73	2,8 (1,83)	3,63 (2,01)	2,07	2,31	2,39
Före bearbetning	2,12	2,09	2,82 (2,95)	3,39 (2,17)	2,41	2,79	2,56
1994/95							
Gulmognad	1,82	1,14	1,60	1,59	2,50	1,78	1,74
Sen höst	2,18	2,63	3,36 (3,01)	3,60 (3,78)	3,24	3,46	3,08
Före bearbetning	2,47	2,85	2,84 (2,83)	3,14 (3,19)	3,07	3,55	2,99
1995/96							
Gulmognad	1,11	1,62	1,46	1,44	1,82	2,53	1,66
Sen höst	1,66	2,05	2,28 (1,88)	3,58 (1,88)	2,34	2,89	2,47
Före bearbetning	1,72	2,34	2,39 (2,00)	2,61 (2,19)	2,19	2,05	2,22
1996/97							
Gulmognad	0,87	0,82	0,78	0,93	1,05	1,26	0,95
Sen höst	2,14	2,17	3,42 (2,74)	3,88 (3,08)	3,25	3,63	3,08
Före bearbetning							
1997/98							
Gulmognad	2,13	1,76	1,97	1,97	1,75	2,88	2,08
Sen höst	2,09	1,92	2,30 (1,92)	2,77 (2,12)	2,01	3,40	2,42
Före bearbetning	2,75	2,41	2,65 (2,45)	3,52 (2,83)	3,11	3,58	3,00
Medelår med rajgräsfånggröda (90-97)							
Gulmognad	1,63	1,53	1,59	1,86	1,91	2,22	
Sen höst	1,89	2,00	2,79 (2,18)	3,46 (2,47)	2,46	3,14	
Före bearbetning	2,02	2,13	2,48 (2,39)	2,87 (2,49)	2,41	2,62	

Bilaga 7. Kväveinhåll (kg/ha) i ovanjordiska växtdelar (huvudgröda, ogräs, fånggröda) vid gulmognad i ordinarie gröda samt 0N och 00N rutor. För potatis anges knöl + blast

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Flytgödsel											
Spridningstid					Tidig höst		Vår				
Mängd	0 STG	0 STG	0 STG	0 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	
Handelsgödsel	0 N	0 N	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	
Fånggröda	- Rajgräs		- Rajgräs		Rajgräs	Rajgräs	- Rajgräs		- Rajgräs		Medel-
Plöjningstid	Höst	Vår	Höst	Vår	Vår	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	tal
Ordinarie											
1990 Vårvete	39	30	126	89	73	83	154	138	165	156	105
1991 Vårkorn	19	40	72	96	87	123	123	110	166	135	97
1992 Potatis	41+19	35+18	85+53	82+32	53+23	103+39	80+61	60+40	84+41	93+59	72+39
1993 Vårkorn	36	43	92	97	82	92	96	105	123	107	87
1994 Havre	23	33	62	80	60	101	73	64	78	98	67
1995 Vårrips	26	25	90	103	79	90	95	109	114	160	89
1996 Vårvete	39	42	105	98	97	114	145	148	157	133	108
1997 Vårkorn	54	33	74	74	71	87	106	102	123	152	88
Medeltal	34	35	89	90	78	99	113	111	132	134	
0N											
1990 Vårvete		44	59	51	57	67	110	99	117	128	81
1991 Vårkorn		38	37	35	60	92	77	108	97	159	78
1992 Potatis											
1993 Vårkorn		56	48	41	53	81	81	88	97	104	72
1994 Havre		33	33	43	56	75	73	60	72	96	60
1995 Vårrips		23	29	37	37	62	66	59	87	138	60
1996 Vårvete		41	45	54	63	70	119	102	127	129	83
1997 Vårkorn		41	45	38	67	90	102	87	115	158	83
Medeltal		39	42	43	56	77	90	86	102	130	
00N											
1991 Vårkorn					47	67	43	60	42	74	56
1992 Potatis											
1993 Vårkorn					35	68	62	53	46	56	53
1994 Havre					37	53	37	45	46	55	46
1995 Vårrips					33	52	34	48	29	88	47
1996 Vårvete					47	46	60	69	60	71	59
1997 Vårkorn					43	59	50	49	51	53	51
Medeltal					40	58	48	54	46	66	

Bilaga 8. Markens innehåll av mineralkväve (kg/ha) inom 0-90 cm djup i ordinarie ruta i de olika försöksleden

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1990-04-02	34	9	40	9	9	13	55	10	50	12
1990-08-08	18	13	19	15	13	15	27	17	19	20
1990-10-10	18	11	27	12	12	14	37	14	35	15
1990-11-08	23	10	26	13	45	147	40	15	35	25
1991-03-25	39	17	31	16	42	86	37	30	37	40
1991-04-09							40	25	40	32
1991-04-10							122	58	191	114
1991-08-01	19	17	25	31	42	69	48	37	79	59
1991-09-18	20	7	38	11	20	46	44	26	81	82
1991-11-13	26	7	30	6	13	34	38	13	67	43
1992-03-26	43	22	39	26	32	40	45	30	49	38
1992-05-13	55	21	56	18	21	26	59	17	58	25
1992-05-14							200	67	285	124
1992-08-05	26	19	67	32	26	45	138	47	103	68
1992-09-15	30	37	74	36	46	69	106	61	68	102
1992-10-26					66	89				
1992-11-16	38	42	85	34	181	210	85	53	84	76
1993-03-29	36	17	37	11	33	49	57	28	55	25
1993-03-30							89	60	263	154
1993-08-05	15	14	38	25	21	39	70	36	126	112
1993-09-05					20	25				
1993-09-16	12	13	37	19	69	208	54	27	84	55
1993-11-15	24	17	38	18	19	67	74	23	72	36
1994-03-28	27	16	25	14	21	46	31	23	46	30
1994-04-08							102	59	257	117
1994-07-28	25	12	24	17	16	34	34	31	32	25
1994-09-12	23	25	36	36	53	70	37	52	67	147
1994-09-16					122	150				
1994-11-03	29	22	45	39	67	126	53	43	85	92
1995-04-05	21	11	24	16	21	34	38	30	41	36
1995-04-11							97	75	148	168
1995-08-09	13	9	12	14	15	19	26	19	26	53
1995-09-12	12	15	35	23	20	23	46	28	49	96
1995-09-14					47	71				
1995-11-08	27	19	38	20	26	36	46	28	94	57
1996-04-11	49	24	56	31	37	47	89	41	96	54
1996-04-18							200	192	219	181
1996-08-19	9	9	11	14	12	17	25	23	46	59
1996-09-16	17	21	32	27	30	41	98	67	123	142
1996-09-20					121	148				
1996-11-11	22	23	39	27	67	89	95	85	135	145
1997-04-03	32	55	41	47	74	106	77	64	71	93
1997-04-09							134	129	263	169
1997-08-06	22	30	35	31	44	65	52	45	62	84
1997-09-09	11	17	24	24	29	44	50	37	124	119
1997-09-12					100	107				
1997-11-14	17	18	36	19	26	44	62	25	120	102
Medeltal										
tidig vår	35	21	37	21	34	53	56	32	55	41
gulmognad	18	15	29	22	24	38	52	32	62	60
september	18	18	38	24	29	42	59	39	79	95
november	26	20	42	22	56	94	62	35	87	72

Bilaga 9. Markens innehåll av mineralkväve (kg/ha) inom 0-90 cm djup i 0N och 00N rutor i de olika försöksleden

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0N										
1990-04-09							443	116	135	237
1990-04-30		28	63	42	38	65	101	134	147	183
1990-08-08		16	16	16	17	19	22	19	20	18
1991-05-06		35	54	34	65	121	125	99	197	165
1991-08-01		27	33	30	42	49	35	30	37	40
1993-05-04		47	63	54	88	152				
1993-08-05		21	19	18	32	31	50	43	59	70
1994-04-08							73	43	220	94
1994-05-10		29	47	39	65	102				
1994-07-28		11	22	13	39	24	42	30	40	32
1995-05-16		49	74	69	67	96				
1995-08-09		16	15	17	15	18	17	20	21	48
1996-05-23	55	40	58	57	74	85				
1996-08-19		15	20	19	19	22	29	21	35	73
1997-05-09	36	59	117	56	97	144				
1997-08-06		31	35	29	49	60	50	44	63	79
00N										
1990-04-02					13	17				
1990-04-30					48	42	96	44	93	89
1990-11-08					15	17				
1991-03-25					19	47				
1991-05-06					49	46	46	54	67	62
1991-08-01					30	30	28	33	35	33
1991-09-18					33	62				
1991-11-13					8	21				
1992-03-26					26	29				
1992-11-16					37	76				
1993-03-29					15	18				
1993-05-04					59	63	86	58	87	78
1993-08-05					24	28	30	26	33	31
1993-11-15					12	18				
1994-03-28					13	30				
1994-05-10					40	56	48	47	86	55
1994-07-28					18	17	26	19	28	15
1994-11-03					51	73				
1995-04-05					23	22				
1995-05-16					66	82	94	63	76	105
1995-08-09					18	16	23	13	17	17
1996-04-11					33	32				
1996-05-23					54	52	80	160	84	87
1996-08-19					19	17	21	19	34	26
1996-11-11					29	41				
1997-04-03					65	81				
1997-05-09					86	105	78	87	120	112
1997-08-06					42	52	41	44	52	64
1997-11-14					25	40				