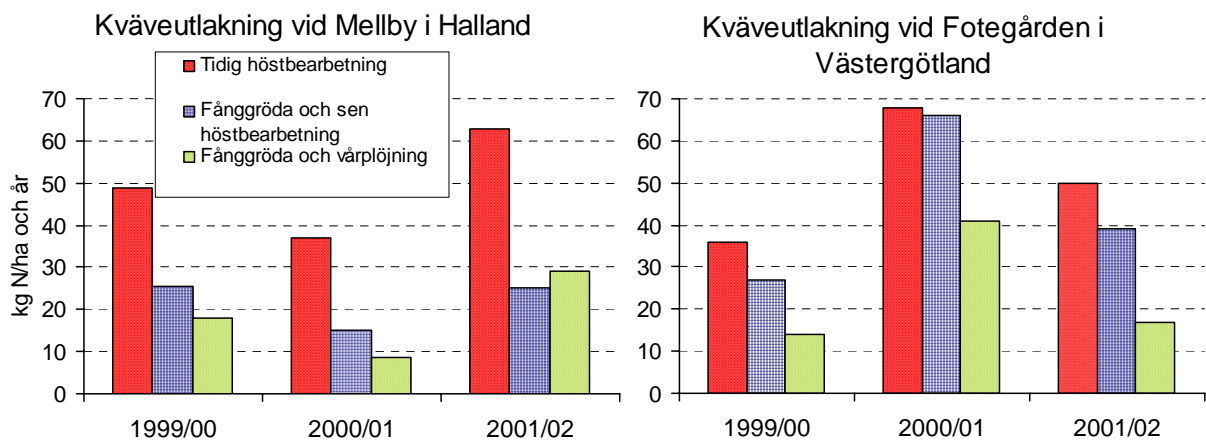




Helena Aronsson, Gunnar Torstensson och Börje Lindén

## Långliggande utlakningsförsök på lätt jord i Halland och Västergötland

*Effekter av flytgödsetillförsel, insådda fånggrödor och olika jordbearbetningstidpunkter på kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen. Resultat från perioden 1998-2002*



Ekohydrologi 74

Uppsala 2003

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences  
Division of Water Quality Management

ISRN SLU-VV-EKOHYD--74--SE  
ISSN 0347-9307



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>3</b>
<b>INLEDNING</b>	<b>5</b>
<b>MATERIAL OCH METODER</b>	<b>5</b>
<b>Mellby försöksfält</b>	<b>5</b>
<b>Försöket vid Fotegården</b>	<b>6</b>
<b>Allmänt om försöksplaner och växtföljder</b>	<b>7</b>
<i>Odlingsåtgärder i försöket vid Mellby</i>	<i>8</i>
<i>Odlingsåtgärder i försöket vid Fotegården</i>	<i>10</i>
<b>Försökens dränering samt provtagning och analys av dräneringsvatten</b>	<b>11</b>
<b>Avrinningsmätning</b>	<b>11</b>
<b>Vattenprovtagning och analysmetoder</b>	<b>11</b>
<b>Beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och växtnäringsslakning</b>	<b>12</b>
<b>Väderdata</b>	<b>12</b>
<b>Provtagningar och analyser av växtmaterial och jord</b>	<b>12</b>
<i>Skördar samt bestämning av växtnäringssinnehåll i skördeprodukterna</i>	<i>12</i>
<i>Torrsubstansproduktion och kväveupptag hos huvudgrödor, fånggrödor och annan vegetation</i>	<i>13</i>
<i>Mineralkväve i marken</i>	<i>13</i>
<i>Växttillgängligt jordkväve samt kvävemineralisering</i>	<i>14</i>
<b>Ammoniakavgång i samband med spridning av flytgödsel</b>	<b>14</b>
<b>RESULTAT</b>	
<b>Skördar vid Mellby</b>	<b>15</b>
<b>Ammoniakavgång i samband med flytgödselspridning</b>	<b>16</b>
<b>Kväveinnehåll i fånggrödor och växtrester vid Mellby</b>	<b>17</b>
<b>Mineralkvävedynamiken i marken vid Mellby</b>	<b>17</b>
<b>Grödans tillgång på växttillgängligt markkväve och nettomineralisering vid Mellby</b>	<b>18</b>
<b>Väderdata och avrinning vid Mellby</b>	<b>19</b>
<b>Allmänt om ämneskoncentrationer och utlakningsförluster vid Mellby</b>	<b>19</b>
<b>Skördar vid Fotegården</b>	<b>22</b>
<b>Kväveinnehåll i fånggrödor och växtrester vid Fotegården</b>	<b>24</b>
<b>Mineralkvävedynamiken i marken vid Fotegården</b>	<b>24</b>
<b>Grödans tillgång på växttillgängligt markkväve och nettomineralisering vid Fotegården</b>	<b>26</b>
<b>Väderdata och avrinning vid Fotegården</b>	<b>27</b>
<b>Allmänt om ämneskoncentrationer och utlakningsförluster vid Fotegården</b>	<b>27</b>
<b>Sammanfattande jämförelse av de bägge försöken</b>	<b>30</b>
<i>Åtgärder mot kväveutlakning i södra Halland och Västergötland</i>	<i>30</i>
<i>Utlakningens omfattning i södra Halland jämfört med Västergötland</i>	<i>30</i>
<i>Fånggrödans och bearbetningens inverkan på nettomineralisering och kväveutlakning</i>	<i>31</i>
<i>Flytgödselns inverkan på nettomineralisering och kväveutlakning</i>	<i>32</i>
<i>Långsiktig utveckling av markens kväveinnehåll</i>	<i>33</i>
<b>REFERENSLISTA</b>	<b>35</b>
<b>BILAGOR</b>	<b>37</b>

## TILLKÄNNAGIVANDEN

De redovisade försöken bedrivs med medel från Jordbruksverket och Sveriges lantbruksuniversitet. Projektet är ett samarbete mellan Avdelningen för vattenvårdslära och Avdelningen för jordbearbetning vid SLU i Uppsala, Institutionen för jordbruksvetenskap vid SLU i Skara och Hushållningssällskapet i Halland. Lantbrukarna Bertil Bengtsson på Forslunds gård samt Leif Pettersson vid Fotegården har välvilligt ställt mark till förfogande. Försöksledarna Erik Ekre och Magnus Håkansson har tillsammans med medarbetare vid Hushållningssällskapet ansvarat för praktisk skötsel av försöksfältet vid Mellby samt provtagning av vatten, jord och grödor. Vid Fotegården har Johan Roland och Rolf Tunared med personal vid Lanna försöksstation ansvarat för skötsel och provtagning. Grödprover har efter preparering vid Provcentralen (SLU) eller avdelningen för växtnäringslära (SLU) analyserats vid Avdelningen för växtnäringslära. Jordprovsextrakt har även de till stor del analyserats vid Avdelningen för växtnäringslära, men en del också vid Avdelningen för vattenvårdslära. Avdelningen för vattenvårdslära har ansvarat för analys av vattenprover.

## Långliggande utlakningsförsök på lätt jord i Halland och Västergötland

### Effekter av flytgödseltillförsel, insådda fånggrödor och olika jordbearbetningstidpunkter på kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen

#### SAMMANFATTNING

I två långliggande utlakningsförsök belägna på mojord studeras effekter av fånggrödor, flytgödseltillförsel och olika bearbetningsstrategier. Det ena (R2-8402) är beläget vid Fotegården i Västergötland och det startades 1993. I det andra (R0-8403) vid Mellby i södra Halland har studier pågått sedan 1984. Växtföljderna består av vårstråsäd, oljeväxter och potatis. Försöksfälten består av separat täckdikade rutor, vilket gör det möjligt att provta det avrinnande vattnet från varje ruta. Dräneringsvattenprov tas med automatiska provtagningssystem och proven analyseras med avseende på innehåll av kväve, fosfor och kalium. Huvudgrödor, fånggrödor och växtrester mäts och provtas för bestämning av växtnäringssinnehåll. Jordprov för mineralkvävebestämning tas flera gånger om året. Provtagningar av grödor och jord i ogödslade parceller används för uppskattningar av nettomineraliseringen av kväve under olika delar av året.

De båda försöksplatserna har liknande jordartsförhållanden men klimatmässigt skiljer de sig åt en del. Medelnederbörden är bland annat betydligt större i Halland än i Västergötland och vintrarna mildare. Responsen av olika odlingsåtgärders inverkan på kvävedynamik och kväveutlakning är emellertid mycket likartad i de bägge försöken. Senarelagd bearbetning och odling av fånggrödor verkar generellt fungera bra som redskap att minska kväveutlakningen på denna typ av jord.

Det var inga dramatiska skillnader i kväveutlakning mellan södra Halland och Västergötland under perioden 1998/99-2001/02, vilket bl a berodde på att avrinningsförhållandena var likartade under dessa år. Utlakningen efter handelsgödslad stråsäd där bearbetning skett i september var i Västergötland i medeltal 44 kg tot-N/ha och år och i södra Halland 53 kg tot-N/ha. Efter potatisodling i Västergötland ökade utlakningen med ca 20 kg tot-N/ha trots bra gödselkväveutnyttjande i potatisen.

Senarelagd bearbetning från tidig höst till sen höst eller vår minskade utlakningen betydligt, i kombination med insådd fånggröda minskade den ytterligare. Vid vårplöjning medförde fånggrödan en utlakning som vid Mellby motsvarade 40% och vid Fotegården 50 % av den i led med tidig höstbearbetning. Nedbrukning av fånggröda ledde till ökad nettomineralisering av kväve. Vid nedbrukningen på hösten skedde mineralisering redan under vintern vilket ledde till sämre effekt på utlakningen. När fånggrödan plöjdes på hösten var utlakningen vid Mellby motsvarande 50% och vid Fotegården drygt 70% av den i led med tidig höstbearbetning. Kväveförsörjningen av den efterföljande grödan var god och nedbrukningstidpunkten för fånggrödan hade ingen avgörande betydelse.

Flytgödseltillförsel bidrog till att kväveutlakningen ökade med 5-10 kg tot-N/ha och år vid de bägge försöksplatserna. Det berodde enligt beräkningar delvis på en ökad nettomineralisering av kväve, men vid Mellby också på att tillförseln av mineraliskt kväve var större i flytgödselleden. Stora givor flytgödsel vid Mellby ledde till ökad utlakning av kväve även vid närvaro av fånggröda. Flytgödselspridning (125 kg NH<sub>4</sub>-N/ha) på fånggröda på hösten fungerade bra ur utlakningssynpunkt vid Mellby, men förlusterna av kväve genom ammoniakavgång blev stora (30-50% av ammoniumkvävet i gödseln). Kväveminaliseringen var stor i leden med flytgödselspridning och odling av fånggröda. En del av det kväve fånggrödan hindrade från att utlakas när stora mängder flytgödsel tillfördes återkom i mineralform efter nedbrukning av fånggrödan. En del bidrog till uppbyggnad av markens kväveförråd.

Det sker enligt kvävebalanserna en långsam förändring av markens kväveinnehåll både vid Mellby och Fotegården. I led där kväve sparas undan kväveutlakning med hjälp av fånggröda och senarelagd bearbetning sker i förhållande till led utan fånggröda och tidig höstbearbetning en uppbyggnad av kväve. I led med flytgödseltillförsel ökar också markens kväveinnehåll jämfört med i mark där endast handelsgödsel tillförs. Ännu syns inga långsiktiga effekter av dessa skillnader på skörde- eller utlakningsnivåer. Odling av fånggröda och flytgödsel bidrar däremot till ökad mineralisering i marken som en kortsiktig effekt i under året och åren närmast efter nedbrukning.



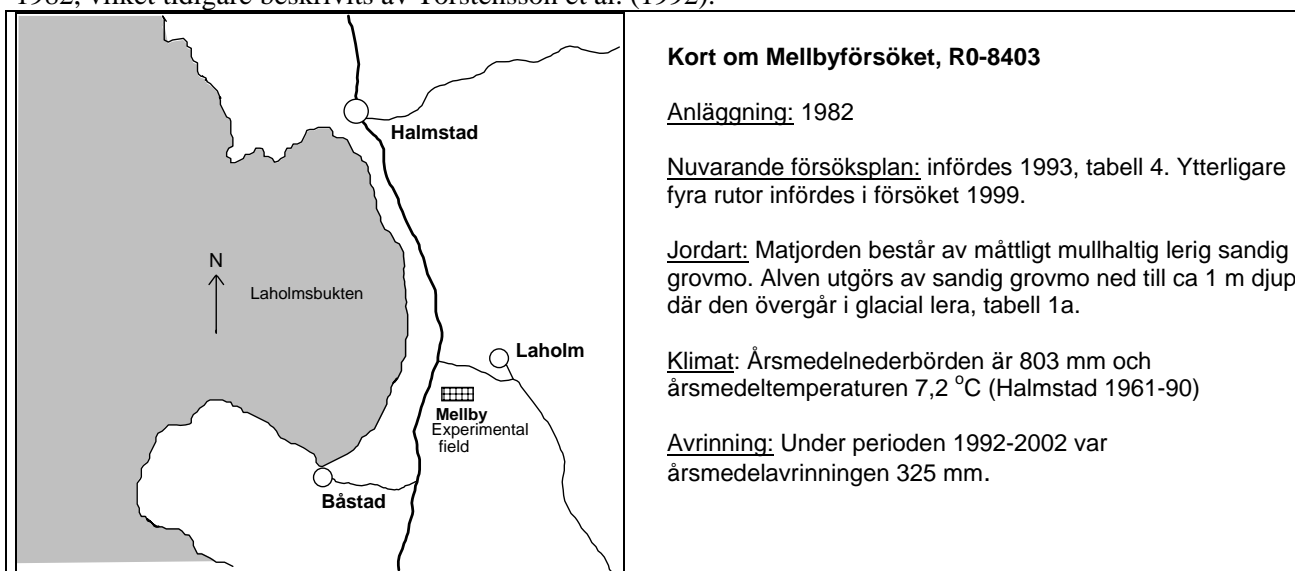
## INLEDNING

I denna rapport redovisas resultat under åren 1998-2002 från två utlakningsförsök belägna på mojord. Det ena vid Fotegården i Västergötland (R2-8402) och det andra vid Mellby försöksfält i Halland (R0-8403). De bägge försöken ingår sedan 1993 i forskningsprogrammet "Utlakningsförsök för långsiktig kontroll av odlingssystem med vintergrön mark" som finansieras av Jordbruksverket och SLU. Försöken har ett gemensamt övergripande mål, där särskilt långsiktiga effekter av fånggrödor, stallgödseltillförsel och olika jordbearbetningsstrategier studeras. Undersökningar bedrivs av kväveomsättning i marken och utlakning av kväve, fosfor och kalium. Resultat från perioden 1993-1998 är tidigare publicerade bland annat av Hessel Tjell et al. (1999), Lindén et al. (1999), Aronsson (2000). Försöksperioden före 1993 på Mellby försöksfält har rapporterats av Torstensson et al. (1992) och Lindén et al. (1993).

## MATERIAL OCH METODER

### Mellby försöksfält

Mellby försöksfält är beläget på Forslunds gård ca 5 km sydväst om Laholm, figur 1. Försöksfältet anlades 1982, vilket tidigare beskrivits av Torstensson et al. (1992).



Figur 1. Mellbyförsökens placering

Resultat från undersökningar av markens fysikaliska och kemiska egenskaper redovisas i tabell 1a, 1b och 1c. Matjorden är fosforrik och halterna motsvarar P-AL-klass V. Alven har svag till måttlig fosfortillgång (P-AL-klass II-III). Kaliumtillståndet i matjorden motsvarade vid undersökningen 1988 K-AL-klass II-III, dvs ganska svagt. Vid markkarteringen som gjordes 1995 var K-AL-klassen emellertid inte under III i någon ruta. Kväveinnehållet i matjorden utgjorde vid provtagningen 1988 i medeltal 0,19% totalkväve vilket motsvarar ca 8 ton kväve per hektar i matjorden. Vid provtagningen 1995 fanns tendens till ökade kvävehalter i matjorden i flertalet led. Enligt beräkningar som gjorts sker en mullupbyggnad i leden med fånggrödor och stallgödseltillförsel (Hessel Tjell et al., 1999).

Tabell 1. Jordens fysikaliska och kemiska egenskaper i försöket R0-8403 vid Mellby

1a. Jordartssammansättning i matjord, alv och underliggande lera (150-170 cm), medelvärden för rutorna 2, 8 och 10

Markdjup (cm)	Jordartssammansättning (%), partikelstorlek (mm)				Mullhalt (%)
	Ler <0,002	Mjåla 0,002-0,02	Mo 0,02-0,2	Sand 0,2-2	
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

*Ib. Kemiska egenskaper i matjord och alv vid Mellby före försöksperiodens början (provtagning i september 1988).*

Led	Ruta	pH (H <sub>2</sub> O)			P-AL (mg/100 g luft torr jord)			K-AL (mg/100 g luft torr 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)		
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

*Ic. Kemiska egenskaper i matjord vid Mellby i september 1995*

Led	Ruta	pH H <sub>2</sub> O	P-AL (mg/100g luft torr jord)	K-AL (mg/100g luft torr jord)	Tot-C (% av ts)	Tot-N (% av ts)
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

**Försöket vid Fotegården**

Försöket vid Fotegården anlades 1992. Gården är belägen ca 7 km sydost om Lidköping och ungefär en mil nordväst om Skara, figur 2.



**Kort om försöket vid Fotegården, R2-8402**

Anläggning: 1992.

Nuvarande försöksplan: infördes 1993, tabell 7.

Jordart: Matjord och alv består av måttligt mullhaltig lerig sandig mo, tabell 2a.

Klimat: Årsmedelnederbörden är 602 mm och årsmedeltemperaturen 6,2 °C (Lidköping 1961-90).

Avrinning: Under perioden 1992-2002 var årsmedelavrinningen 290 mm.

Figur 2. Fotegårdsförsökets placering.

I tabell 2a, b och c redovisas resultat av markfysikaliska och markkemiska undersökningar före försökets start 1992 och vid en markkartering som gjordes hösten 1999. Fosfortillståndet är gott och motsvarar P-AL-klass IV. Kaliumtillståndet är svagt och tillhör K-AL-klass I-III.



Matjorden innehöll vid försökets start i medeltal ca 0,16% totalkväve vilket motsvarar knappt 7 ton kväve per hektar i matjorden. Efter 7 år gjordes nya mätningar av mängden totalkväve i marken. Halterna skilde sig inte signifikant från utgångsvärdena. Tidigare kvävebalansberäkningar (Lindén et al., 1999) tyder på att det sker en uppbyggnad av kväve i marken i samtliga led, men detta har alltså ännu inte gått att verifiera med analyser.

Tabell 2. Jordens fysikaliska och kemiska egenskaper vid Fotegården  
2a. Jordartssammansättning i matjord och alv (provtagning 23/1 1992)

Markdjup (cm)	Jordartssammansättning (%), partikelstorlek (mm)				Mullhalt (%)
	Ler <0,002	Mjåla 0,002-0,02	Mo 0,02-0,2	Sand 0,2-2	
0-30	6,9	4,6	78,2	11,0	5,3
30-60	4,8	2,4	79,4	13,3	2,2
60-90	4,0	3,1	83,3	10,2	0,5

2b. Kemiska egenskaper i matjord och alv vid Fotegården före försökets start (23/1 1992)

Led	Ruta	pH H <sub>2</sub> 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 (% av ts)	0-30
A	1	5,6	5,6	5,8	10,5	2,3	1,7	6,0	2,5	2,5	3,45	0,17
B	2	5,6	5,7	6,1	10,0	1,7	2,5	7,0	3,5	3,0	3,19	0,16
C	3	5,8	5,8	6,2	10,5	3,0	4,1	8,0	4,5	3,5	3,37	0,17
D	4	5,7	5,6	5,5	7,8	1,4	1,5	5,5	3,0	2,0	3,14	0,17
E	5	5,8	5,7	5,8	8,9	1,8	1,6	7,0	3,0	2,5	3,08	0,16
F	6	5,6	5,6	5,8	8,6	1,6	1,5	6,0	2,5	3,0	3,17	0,17
G	7	5,6	5,7	6,1	11,0	2,4	0,8	12,0	4,0	2,5	3,45	0,18
H	8	5,8	5,7	5,7	11,0	2,4	1,4	8,0	4,0	3,5	3,47	0,17

2c. Kemiska egenskaper i matjord och alv vid Fotegården vid provtagning 13/8 1999

Led	Ruta	pH H <sub>2</sub> 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 (% av ts)	0-30
A	1	6,0	5,9	5,9	14,9	3,7	2,5	4,5	2,5	2,0	2,73	0,13
B	2	5,8	5,9	6,1	12,9	2,3	2,5	3,0	1,5	1,5	2,85	0,14
C	3	6,1	6,2	6,4	14,9	2,8	5,3	4,5	2,5	3,0	3,00	0,15
D	4	6,1	6,1	6,0	10,4	2,4	2,2	5,0	3,0	1,5	2,74	0,14
E	5	6,1	5,9	6,0	12,2	1,7	1,8	4,0	1,5	1,0	3,05	0,16
F	6	6,0	5,9	5,9	11,8	2,8	1,8	4,0	1,5	1,5	2,55	0,13
G	7	6,0	5,9	5,9	13,9	1,8	1,6	4,0	2,5	2,5	2,82	0,14
H	8	6,1	5,9	6,0	13,4	2,4	2,1	4,0	2,5	2,5	2,74	0,14

### Allmänt om försöksplaner och växtföljder

På bägge försöksplatserna bedrivs liknande studier, där följande odlingsåtgärders inverkan på kvävedynamiken i marken har speciellt fokus:

- Insådd av engelskt rajgräs som fånggröda
- Olika nedbrukningstidpunkter för fånggrödan
- Olika jordbearbetningstidpunkter
- Tillförsel av svinflytgödsel på våren
- Tillförsel av svinflytgödsel på hösten (endast Mellby)
- Två olika givor av svinflytgödsel (endast Mellby)
- Ogödslad mark med och utan fånggröda (endast Mellby)

Försöksplaner för Mellby och Fotegården presenteras i tabell 4 och 7. En mer detaljerad genomgång görs också nedan. Försöken innehåller inga upprepningar, förutom led K och L på Mellby som har två upprepningar. Led K och L infördes i försöksplanen under 1999 då de helt och hållet behandlades enligt planen. Rutorna i led K hade tidigare odlats utan fånggröda och med höstplöjning. I rutorna i led L hade odling av fånggröda med vårplöjning praktiserats. Resultat från dessa rutor finns tidigare publicerade av Lewan (1994) och Aronsson & Torstensson (1998).

Behandlingen inom varje ruta ligger fast, vilket betyder att långsiktiga effekter av olika åtgärder kan studeras speciellt. Det betyder också att odlingsåtgärderna representerar något av extremfall eftersom de upprepas varje år. Bägge försöken har en växtföljd som enbart består av vårsäd, våroljeväxter samt potatis. Under 1998-2002 odlades följande grödor, tabell 3:

Tabell 3. Grödsekvens i försöken vid Mellby och Fotegården 1998-2002

År	Mellby	Fotegården
1998	Havre	Vårkorn
1999	Vårvete	Havre
2000	Vårkorn	Potatis
2001	Havre	Vårkorn
2002	Potatis	Havre

### Odlingsåtgärder i försöket vid Mellby

Försöksplanen för försöket vid Mellby framgår av tabell 4. I försöket tillämpas två olika givor av svinflytgödsel, där målet är att givan 1 STG ska motsvara en tillförsel av 90 kg/ha som ammoniumkväve. Med 1 N avses normalt rekommenderad giva av handelsgödselkväve. Givan anpassas till växtslaget.

Tillförsel av kväve, fosfor och kalium framgår av tabell 5. I genomsnitt för perioden 1998-2002 innebar givan 1 STG en årlig tillförsel av 75 kg ammoniumkväve/ha, 107 kg totalkväve/ha, 26 kg fosfor/ha och 60 kg kalium/ha. Med givan 2 STG menas dubbel giva flytgödsel. I alla flytgödselled ges en kompletterande giva med handelsgödselkväve på våren, motsvarande halva den mängd som ges i led med endast handelsgödsel. Tillförsel av totalkväve med flytgödsel samt uppdelning på handels- och flytgödsel redovisas i bilaga 1. Flytgödseln spreds med släpplangspridare med 37,5 cm slangavstånd. I led med fånggröda spreds flytgödseln i den växande grödan. I led E och F med höstspridning myllades således inte gödseln efter spridning. I led med vårspridning myllades gödseln samma dag med tallriksharv, varefter leden med fånggröda plöjdes. Flytgödseln doserades med hjälp av snabbtest av ammoniumkväveinnehållet (Alfa-Laval, 1991) och vid spridning uttogs prov för slutlig bestämning av torrsubstans och växtnäringsinnehåll, bilaga 2.

Tabell 4. Försöks- och gödslingsplan för försök R0-8403 vid Mellby vad gäller fånggrödor, jordbearbetning samt stall- och handelsgödselkväve

Mellby						
Led	Ruta	Flyt-gödsel	Handels-Gödsel	Tidpunkt för flytgödsel-spridning	Fånggröda	Tidpunkt för bearbetning
A	7	-	0 N	-	-	Tidig höst
B	5	-	0 N	-	Eng. rajgräs	Vår
C	2	-	1 N	-	-	Tidig höst
D	10	-	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	-	Tidig höst
H	6	1 STG	½ N	Vår	Eng. rajgräs	Vår
I	9	2 STG	½ N	Vår	-	Tidig höst
J	4	2 STG	½ N	Vår	Eng. rajgräs	Vår
K	11, 12	-	1 N	-	-	Sen höst
L	13, 14	-	1 N	-	Eng. rajgräs	Sen höst

Tabell 5. Tillförda givror av oorganiskt kväve, fosfor och kalium (kg/ha) med handelsgödsel och flytgödsel i försöket vid Mellby. Utförligare beskrivning redovisas i bilaga 1

<b>Mellby</b>						
Gödselslag	Odlingsår: Gröda:	1998 Havre	1999 Vårvete	2000 Vårkorn	2001 Havre	2002 Potatis
Oorg. kväve						
Led C, D, K och L		95	108	90	90	110
Led E		136	127	98	139	118
Led F		224	200	153	233	180
Led G-H		123	174	103	101	116
Led I-J		196	294	158	158	176
Fosfor						
Led A-D, K och L		19	20	20	18	50
Led E		28	21	18	21	21
Led F		56	41	36	41	42
Led G-H		27	50	21	19	13
Led I-J		54	100	41	39	26
Kalium						
Led A-D, K och L		66	70	70	63	180
Led E		56	65	73	50	48
Led F		112	130	145	101	95
Led G-H		53	77	81	48	39
Led I-J		104	154	155	95	77

Tidpunkter för olika odlingsåtgärder samt grödslag, utsädesmängder m.m. visas i tabell 6. Fånggrödan var engelskt rajgräs utom efter potatis 2002 då höstråg såddes i oktober. Vid skörden av stråsådesgrödorna bortfördes halmen. Potatisblasten lämnades kvar på fältet. I leden utan fånggröda utfördes stubbearbetning under september-oktober (medeldatum 25/9) följt av plöjning under november-december (medeldatum 25/11). Leden med fånggröda stubbearbetades och plöjdes i direkt anslutning till vårsådden (medeldatum 17/4). Alla rutor behandlades med Round-up i oktober 2001.

Tabell 6. Grödor, datum för olika utvecklingsstadiet och datum för olika odlingsåtgärder vid Mellby

<b>Mellby</b>						
	År:	1998	1999	2000	2001	2002
	Huvudgröda:	Havre	Vårvete	Vårkorn	Havre	Potatis
	Sort:	Petra	Dragon	Mentor	Petra	Asterix
Gödsling, höst						
Flytgödsel (led E, F)		15/10	16/9	11/9	19/9	11/9
Gödsling ,vår						
Flytgödsel (led G, H, I, J)		20/4	13/4	19/4	17/4	10/4
Handelsgödsel		22/4	23/4	27/4	3/5	7/5
Jordbearbetning, vår (Led B, D, E, F, H, J)						
Uppharvn. av fånggröda					17/4	10/4
Plöjning		21/4	14/4	19/4	20/4	11/4
Harvning innan sådd		21/4	21/4	26/4		11/4
Huvudgröda						
Sådd		22/4	29/4	27/4	4/5	7/5
Utsädesmängd (kg/ha)		180	240	180	180	3400
Uppkomst		1/5	3/5	5/5	10/5	1/6
Axgång		29/6	25/6	1/6	27/6	
Gulmognad, 5.3/Blasten vissnad		10/8	16/8	1/8	24/7	29/7
Fullmognad, 5.5		20/8	1/9	14/8	22/8	
Skörd			1/9	22/8	30/8	17/9
Fånggröda						
Slag		Eng. rajgräs	Eng. rajgräs	Eng. rajgräs	Eng. rajgräs	Höstråg
Sort		Helmer	Helmer	Helmer	Helmer	Nikita
Sådd		23/4	29/4	28/4	4/5	1/10
Utsädesmängd (kg/ha)		7	7	7	8	107
Uppkomst		1/5	10/5	8/5	14/5	15/10
Jordbearbetning, höst						
Stubbearbetning (led A, C, G, I)		16/10	15/9	1/9	2/10	30/9
Plöjning (led A, C, G, I, K, L)		18/12	22/11	13/11	23/11	20/11

### Odlingsåtgärder i försöket vid Fotegården

Av försöksplanen i tabell 7 framgår den planerade kvävegödslingen i försöket. I leden med svinflytgödsel är målet att det växttillgängliga kvävet i flytgödseln tillsammans med kompletterande mängd handelsgödselkväve ska motsvara kvävetillförseln i leden med enbart handelsgödsel, kring 90 kg N/ha.

Tabell 7. Försöksplan för försök R2-8402 vid Fotegården vad gäller fånggrödor, gödsling, jordbearbetning samt markytans tillstånd under vintern

Fotegården					
Ruta	Flytgödsel Tot-N (kg/ha)	Handels- gödsel-N (kg/ha)	Fånggröda (markytan under vintern)	Tidpunkt för stubbearbetning	Plöjnings- tidpunkt
A	-	1 N	(Bearbetad)	Tidig höst	Sen höst
B	1 STG	½ N	(Bearbetad)	Tidig höst	Sen höst
C	-	1 N	Eng. rajgräs	-	Sen höst
D	1 STG	½ N	Eng. rajgräs	-	Sen höst
E	-	1 N	(Obearbetad)	-	Vår
F	1 STG	½ N	(Obearbetad)	-	Vår
G	-	1 N	Eng. rajgräs	-	Vår
H	1 STG	½ N	Eng. rajgräs	-	Vår

Handelsgödselkväve tillfördes som kalksalpeter med svavel i samband med vårbruket. Den faktiska tillförseln av kväve, fosfor och kalium framgår av tabell 8. I flytgödslande led tillfördes i genomsnitt årligen 45 kg NH<sub>4</sub>-N/ha, 69 kg total-N/ha, 19 kg fosfor/ha och 28 kg kalium/ha, bilaga 3. Flytgödseln spreds med släpslangspridare och myllades samma dag med S-pinnehav eller tallriksredskap. Den doserades med hjälp av snabbtest av ammoniumkväveinnehållet (Alfa-Laval, 1991) och vid spridning uttogs prov för slutlig bestämning av torrsubstans och växtnäringsinnehåll, bilaga 4.

Tabell 8. Tillförda givor av oorganiskt kväve, fosfor och kalium (kg/ha) med handelsgödsel och flytgödsel. För utförligare beskrivningse bilaga 3

Fotegården						
Gödselslag	Odlingsår: 1998		1999	2000	2001	2002
	Gröda:	Vårkorn	Havre	Potatis	Vårkorn	Havre
Oorg. kväve						
Led A, C, E, G		90	90	90	90	90
Led B, D, F, H		94	87	80	91	99
Fosfor						
Led A, C, E, G		22	20	56	20	20
Led B, D, F, H		21	29	18	38	16
Kalium						
Led A, C, E, G		42	38	213	38	38
Led B, D, F, H		22	32	189	34	30

Tidpunkter för olika odlingsåtgärder samt grödslag, utsädesmängder m.m. visas i tabell 9. Fånggrödan var engelskt rajgräs utom efter potatis då höstråg såddes i oktober. Vid skörden av stråsådesgrödorna hackades halmen och lämnades kvar på fältet. Likaså kvarlämnades potatisblasten. Växtresterna brukades ned tillsammans med förekommande fånggrödor vid de olika bearbetningstillfällena. I led A och B var medeldatum för stubbearbetning 28/9. I led C och D skedde höstplöjning utan föregående stubbearbetning i medeltal 14/11. Då plöjdes också led A och B. Vårplöjningen utfördes i led E, F, G och H vid medeldatum 29/4. Flytgödseln spreds i samband med vårplöjningen.

Tabell 9. Grödor, datum för olika odlingsåtgärder samt datum för olika utvecklingsstadier hos grödorna i försöket vid Fotegården

<b>Fotegården</b>						
	År:	1998	1999	2000	2001	2002
	Huvudgröda:	Vårkorn	Havre	Potatis	Vårkorn	Havre
	Sort:	Kinnan	Freja	K. Edward	Kinnan	Belinda
Gödsling, vår						
	Handelsgödsel	19/5	28/4	10/5	31/5	2/5
	Flytgödsel (led B, D, F, H)	8/5	28/4	28/4	8/5	11/4
Jordbearbetning, vår						
	Stubbearbetning (led E, F, G, H)	8/5	28/4	28/4	8/5	11/4
	Plöjning (led E, F, G, H)	8/5	28/4	29/4	8/5	11/4
	Harvning led A, B, C, D	7/5	28/4	28/4	8/5	11/4
	led E, F, G, H	11/5	29/4	1/5	9/5	12/4
Huvudgröda						
	Sådatum	11/5	1/5	14/5	9/5	15/4
	Utsädesmängd (kg/ha)		200	2200	200	200
	Uppkomst	20/5	16/5		20/5	26/4
	Gulmognad	20/8	10/8		15/8	2/8
	Skörd	3/10	30/8	9/10	18/9	16/8
Fånggröda						
	Slag	Eng. rajgr.	Eng. rajgr.	Höstråg	Eng. rajgr.	Eng. rajgr.
	Sort	Helmer	Helmer	Amilo	Tove	Tove
	Utsädesmängd, kg/ha	8	8	220	8	8
	Sådatum	19/5	18/5	11/10	22/5	23/4
Jordbearbetning, höst						
	Stubbearbetning (led A och B)	14/10	17/9, 7/10	11/10 <sup>1</sup>	3/10	3/9
	Plöjning (led A, B, C, D)	13/11	12/11		6/11	25/11
Ogräsbekämpning (vid behov)						
	datum	12/5	7/6		13/6	29/10
	preparat	Express	Express		Express	Round-up

1) Djupfräsning.

## Försökens dränering samt provtagning och analys av dräneringsvatten

### Avrinningsmätning

Försöksfälten består av separat täckdikade rutor, med ett dikesdjup på ca 0,9 m, vilket gör det möjligt att mäta vattenflödet och provta det avrinnande vattnet från varje ruta.

### Mellby

Försöket består av 14 rutor om vardera 0,16 ha (40 x 40 m). Från varje ruta leds vattnet ca 100 m i en tät ledning till en mät- och provtagningsstation. Ledningarna mynnar två och två i mätbrunnar av betong som är överbyggda med ett enkelt varmbonat hus. Den avrunna vattenkvantiteten från varje ruta mäts med dubbelsidiga vippkärl. Antalet vippningar räknas när halvorna växelvis fylls och töms. Varje halva rymmer 3-4 l. Vippslagen registreras elektroniskt med en datalogger som registrerar dygnsvis avrinning.

### Fotegården

Försöksfältet består av 8 rutor om vardera 0,084 ha (30 x 28 m). Från respektive ruta leds vattnet i en tät ledning till en mät- och provtagningsstation där samtliga rör mynnar i en betongbrunn. Den sammanlagda avrinningen från rutorna mäts där i ett V-överfall, med en tryckgivare som mäter vattenhöjden. Givaren är kopplad till en datalogger som registrerar dygnsvis avrinning. Mätbrunnen är överbyggd med ett varmbonat hus.

### Vattenprovtagning och analysmetoder

Dräneringsvattenprov tas med ett automatiskt provtagningsystem som tar ut flödesproportionella samlingsprov från varje enskild ruta. Dataloggern, som mäter avrinningen, beräknar och ackumulerar avrunnen vattenvolym. Då en förinställd mängd (ca 0,2 mm) uppnåtts aktiveras en peristaltisk pump för uppsugning av ett delprov om ca 15 ml till samlingsprovet, vars koncentration därmed kommer att representera den under provtagningsperioden avrunna vattenmassans koncentration. Under provtagningsperioden står samlingsprovet mörkt och svalt. Efter provtagningen reverseras pumpen så att

slangen töms. Samlingsproven ”vittjas” var fjortonde dag. Vattenproven under perioden 1998-2002 analyseras med avseende på pH, konduktivitet, NO<sub>3</sub>-N, total-N, total-P och kalium. Koncentrationerna av nitratkväve analyseras med kadmiumreduktionsmetoden (Grasshoff, 1964; Wagner 1974), enligt svensk standard. Totalkväve analyseras på samma sätt efter oxidation till nitrat. Fosfor analyseras enligt Europeisk standard (European Committee for Standardization 1996). Kalium bestämdes genom atomabsorption (svensk standard). Analyserna utförs vid Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

### ***Beräkning av periodvisa medelkoncentrationer och växtnäringsutlakning***

#### *Mellby*

Den analyserade koncentrationen på varje samlingsprov multiplicerades med alla dygnsavrinningar som skett sedan föregående provtagningstillfälle. Dygnstransporterna summerades sedan till månads- och årstransporter (agrohydrologiska år, 1/7-30/6). Summerad årstransport från varje försöksruta dividerades med summerad årsavrinning från respektive ruta för att få fram rutans årsmedelkoncentration. För beräkning av årlig växtnäringsutlakning från respektive ruta multiplicerades årsmedelkoncentration med medelavrinningen från alla rutor (ca 50 st) i försöksområdet. Därigenom kan en jämförelse av utlakningen från alla försök på platsen göras utan att störas av avvikelser i avrinning från enskilda rutor. Förekommande skillnader i avrinning från olika rutor synes till mycket liten del vara orsakade av behandlingar eller grödor och berodde huvudsakligen på grundvattenhydrologiska skillnader i området. I några rutor påverkade under vissa år uppträngande grundvatten resultaten med större avrinning och med utspädning av dräneringsvattnet som resultat. Vid transportberäkningarna användes därför den faktiska avrinningen från dessa rutor för att kompensera för den minskning av koncentrationerna som skett. Detta gäller rutorna 1, 10 och 11, bilaga 11. I några fall hade rutor påfallande liten avrinning på grund av att vatten passerade förbi dräneringsledningarna. Näringskoncentrationerna påverkades dock inte av detta.

#### *Fotegården*

Den analyserade koncentrationen hos varje samlingsprov multiplicerades med alla mätningar av dygnsavrinning som skett sedan föregående provtagningstillfälle. Dygnstransporterna summerades sedan till månads- och årstransporter (agrohydrologiska år, 1/7-30/6). Summerad årstransport från varje försöksruta dividerades med summerad årsavrinning från fältet för att få fram rutans årsmedelkoncentration. För beräkning av årlig växtnäringsutlakning från respektive ruta multiplicerades årsmedelkoncentration med den gemensamma avrinningen. Mätningarna på Fotegården har under de senaste åren visat på betydligt mindre avrinning än förväntat, vilket kan bero på att avrinnande vatten passerar förbi dräneringsledningarna. Det avrinnande vattnets koncentrationer av näringsämnen påverkas sannolikt inte av detta, men för beräkningar mängden utlakade näringsämnen har de totala vattenfödena stor betydelse. Vid transportberäkningen användes avrinningresultat från Lanna försöksfält beläget ca 15 km från Fotegården, figur 13. Utlakningsberäkningar gjordes för 1996/97 och framåt. Resultaten från 1996/97 och 1997/98 skiljer sig därmed en del från de beräkningar som tidigare rapporterats (Lindén et al., 1999).

### **Väderdata**

I en lokal klimatstation på försöksfältet vid Mellby registreras nederbörd, dygnsmedeltemperatur, vindhastighet samt globalinstrålning. De data rörande nederbörd och temperatur som redovisas för Fotegården är hämtade från Lanna försöksstation.

### **Provtagningar och analyser av växtmaterial och av jord**

Provtagningar av grödor och jord utfördes av försökspersonal på Lanna försöksstation och Hushållningssällskapet i Halland. Analyserna gjordes vid Avdelningen för växtnäringslära vid SLU, Uppsala.

#### ***Skördar samt bestämning av växtnäringsinnehåll i skördeprodukterna***

Skördens storlek bestämdes i varje ruta genom att tröska 3 drag (Mellby) eller 5 drag (Fotegården) med försökströska. Kärnskorde från varje drag vägdes och prov uttogs för analys. På Mellby togs separata kärnprover från varje trösdrag. På Fotegården togs samlingsprov för varje ruta. Förutom analyser av vattenhalt och renhet bestämdes kärnans innehåll av totalkväve, totalfosfor och kalium (fosfor och kalium bestämdes ej alla år). Kväveinnehållet bestämdes med elementaranalysator NA 1500 (Kirsten & Hesselius, 1983). Fosfor- och kaliuminnehållet fastställdes med ICP-teknik efter uppslutning i koncentrerad svavelsyra. På Mellby skördades även stråsådeshalmen. Halmen från varje trösdrag vägdes och provtogs för analys av

vattenhalt, totalkväve, totalfosfor och kalium. Potatisskördens storlek på Mellby och Fotegården bestämdes inom tre områden per ruta genom skörd av två bredvidliggande, 20 m långa rader. Även i potatisskörden bestämdes innehållet av totalkväve, totalfosfor och kalium.

### **Torrsubstansproduktion och kväveupptag hos huvudgrödor, fånggrödor och annan vegetation**

Ovanjordiskt växtmaterial provtogs för bestämning av mängd torrsubstans, kväveinnehåll och i vissa fall kol-kväve-kvot vid olika tidpunkter, tabell 10. Totalkväve- och totalkolinnehållet bestämdes med elementaranalysator NA 1500 (Kirsten & Hesselius, 1983).

Tabell 10. Schema för provtagning av växtmaterial i försöken vid Mellby och Fotegården

Tidpunkt	Försöksled	Provtaget material	Kommentarer
Tidig vår	Vårplöjda led	Växtrester, fånggröda, ogräs	För bestämning av kvaliteten hos det nedbrukade materialet samt kväveinnehåll i ovanjordiska delar av fånggröda och ogräs. På Fotegården separerades växtrester och grön vegetation. På Mellby togs blandprov.
Vid gulmognad, skörd eller blastdödning	Alla led	Huvudgröda, stubb, fånggröda och ogräs	För bestämning av det totala kväveinnehållet i ovanjordiska delar av huvudgröda, fånggröda och ogräs. Provtagning gjordes i ON-parceller för bestämning av kväveminalisering. Olika metoder tillämpades under försöksperioden, se nedan
Tidig höst	Led med stubbearbetning i sep-okt	Skörderester, ogräs och spillsädesgrönka	För bestämning av kvaliteten hos det nedbrukade materialet samt kväveupptag hos ogräs.
Sen höst	Led med plöjning i nov-dec samt led med fånggröda	Skörderester, fånggröda och gräs	För bestämning av kvaliteten hos det nedbrukade materialet samt kväveinnehåll hos fånggröda och ogräs. På Fotegården separerades växtrester och grön vegetation. På Mellby togs blandprov.

Vid grödprovtagningarna klipptes ovanjordiskt växtmaterial vid markytan inom slumpvis utplacerade kvadratiske ramar om 0,25 m<sup>2</sup>. Två eller tre delprov togs i varje ruta. Varje delprov innehöll klippt material från 3-4 kvadrater. Delproverna vägdes och analyserades med avseende på torrsubstans och totalkväveinnehåll. Vid provtagning inför bearbetning fastställde även kolinnehållet för bestämning av materialets kol-kväve-kvot. De provtagningar som gjordes för bestämning av stråsådesgrödornas totala innehåll av kväve gjordes på Fotegården under alla försöksår genom klippning av hela grödan vid gulmognad. På Mellby tillämpades samma metod under 1998-1999, men under efterföljande år utnyttjades provtagningar av kärna och halm i samband med skörd med kompletterande klippningar av stubb och eventuell fånggröda i tröskdragen. Potatisens samlade kväveupptag bestämdes i samband med blastdödning. 30 stånd per ruta grävdes upp sammanslogs till tre delprover där uppdelning gjordes på blast och knölar med vidhängande rötter. För beräkning av stråsådens totalakväveinnehåll antogs att 25% av grödans totala kväveinnehåll fanns i rötterna (Jansson, 1966; Hansson et al., 1987).

### **Mineralkväve i marken**

Markprofilens innehåll av mineralkväve (ammonium- och nitratkväve) inom 90 cm djup bestämdes genom provtagningar vid följande tidpunkter:

- Tidigt på våren: före spridning av flytgödsel och vårplöjning.
- Vid avslutad N-upptagning hos stråsådesgrödorna (gulmognad) och vid blastningen av potatis.
- Vid tidpunkten för stubbearbetning efter skörden .
- Vid tidpunkten för plöjning på senhösten.

Rutvisa jordprover togs härvid ut med indelning i tre skikt: 0-30, 30-60 och 60-90 cm djup. I matjorden gjordes 24 borrhstick per ruta med Trekanten-borr (Lindén, 1977) och i alven 12 stick med Ultuna-borr (Lindén, 1979). Delproverna slogs ihop till skiktvisa samlingsprov. Jordproverna förvarades djupfrysta, varefter de homogeniserades genom frysmalning. De extraherades med 2 M KCl i jord-vätskeförhållandet 100 g: 250 ml (jmf. Bremner & Keeney, 1966), varefter ammonium- och nitratkväve bestämdes

kolorimetriskt med en autoanalytator (TRAACS 800, metod nr. ST9002-NH<sub>4</sub>D och ST9002-NO<sub>3</sub>D). Analysvärdena omräknades till kilogram kväve per hektar med beaktande av aktuella vattenhalter och under antagande att volymvikten i matjorden (0-20 cm) var 1,25 kg/dm<sup>3</sup> och 1,50 kg/dm<sup>3</sup> i skikten därunder.

### **Växttillgängligt jordkväve samt kvävemineralisering**

I syfte att bestämma odlingssystemens fleråriga inverkan på huvudgrödornas kväveförsörjning utlades i alla led under stråsädesåren ettåriga smårutor, "0N-parceller", som ej tillfördes gödselkväve under året i fråga och ej besåddes med fånggröda. Grödornas N-upptag i 0N-parcellerna utgör den samlade effekten dels av kväveefterverkan av fånggrödorna, huvudgrödorna och tidigare års gödslingar samt dels av jordbearbetningsåtgärdernas inverkan på kvävetillgången i marken, utan att effekterna överskuggas av årets kvävegivor. Vid odling av potatis utlades inte några 0N-parceller.

Två 0N-parceller om vardera ca 30 m<sup>2</sup> lades ut på våren i varje "ordinarie" ruta. Varken handelsgödselkväve eller flytgödsel spreds inom 0N-parcellerna, och fånggröda såddes ej heller in. 0N-parcellerna flyttades varje år. Härigenom kom de alltid att ha samma odlingsbakgrund som de ordinarie rutorna. Jordprover enligt ovan för mineralkvävebestämning togs ut vid stråsädens uppkomst och vid avslutad kväveupptagning (gulmognad) under sensommaren. Omedelbart före jordprovtagningen vid gulmognad provtogs också grödorna i 0N-parcellerna för bestämning av kväveupptaget. Samtidigt härmed uttogs gröd- och jordprover på motsvarande sätt i de ordinarie rutorna. Provtagningarna i 0N-parcellerna utnyttjades bl.a. för beräkning av kvävemineraliseringen under växtsäsongen enligt följande formel:

$$N_{\text{net}} = N_{\text{växt}} + N_{\text{ms}} - N_{\text{mb}} + N_{\text{u}}$$

där  $N_{\text{net}}$  = Beräknad nettomineralisering av kväve under perioden  
 $N_{\text{växt}}$  = Kväve upptaget i gröda och ogräs under perioden  
 $N_{\text{ms}}$  = Mineralkväve i marken vid periodens slut  
 $N_{\text{mb}}$  = Mineralkväve i marken vid periodens början  
 $N_{\text{u}}$  = Beräknad nitratkväveutlakning under perioden

Formeln användes även för beräkning av kvävemineraliseringen under andra årstider, då motsvarande provtagningar i de ordinarie rutorna utnyttjades. Faktorn  $N_{\text{växt}}$  avser i dessa fall kväve i fånggröda, ogräs och spillsädesgrönska. Den beräknade nettomineraliseringen av kväve kan tolkas som ett nettomineraliserings-tillskott minskat med förekommande förluster genom denitrifikation och annan gasformig avgång av kväve från systemet mark-växter.

### **Ammoniakavgång i samband med spridning av flytgödsel**

Emissionsförluster av ammoniak efter flytgödselspridning mättes vid några tillfällen under perioden; våren 2000 och 2002 i led G och H samt hösten 2000 och 2002 i led E. En mikrometeorologisk metod som utvecklats vid JTI (Svensson, 1993) användes. Mätningarna utfördes med 4 upprepningar i varje led (4 kyvetter + 2 omgivningsmätare per led). Extraktion, analys och emissionsberäkning utfördes vid Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Under varje mätperiod mättes marktemperaturen med termoelement (6 upprepningar) och datalogger. Före nedmyllning mättes emissionen av ammoniak under 2-4 timmar varefter gödseln myllades ned. Vid spridning i växande gröda genomfördes fyra mätperioder; två samma dag som spridningen utfördes, en över natten, samt en under efterföljande dag.



## RESULTAT

### Skördar vid Mellby

Avkastningen av de olika grödorna vid Mellby framgår av tabell 11. I förhållande till den allmänna skördenivån i regionen var skördarna goda. Enligt SCB (jordbruksstatistiska årsböcker 1999-2002) var de bärgade skördarna i Hallands län:

Havre 1998: 4380 kg/ha

Vårvete 1999: 4650 kg/ha

Vårkorn 2000: 4400 kg/ha

Havre 2001: 4830 kg/ha

Halter av kväve (vissa år även fosfor och kalium) i skördeprodukter och bortförsel av kväve med skörd redovisas i bilaga 5 och 6. I jämförelse med led C där endast handelsgödsel tillfördes var skördarna större i led med stallgödseltillförsel på våren, tydligast i leden med normal giva flytgödsel (G och H). I medeltal tillfördes 99 kg N/ha i led C och 123 kg N/ha med mineralkväve i led G. I led I och J tillfördes så mycket som 196 kg mineralkväve/ha, men det gav ringa utslag på skördenivån. Tillförsel av flytgödsel på hösten (led E) gav sämre resultat för skörden än gödsling på våren. Insådd fånggröda hade ingen negativ inverkan på skörden. I led med handelsgödseltillförsel var skörden av spannmål 4% större i led D med fånggröda än i led C. Det skiljer sig något åt från tidigare resultat (Hessel Tjell et al., 1999) då skörden i led D var något lägre än i led C. Det enda led där bearbetningstidpunkt studeras separat (utan fånggröda) är i led K jämfört med led C. I led K med senarelagd bearbetning på hösten var skördarna betydligt lägre än i led C med stubbearbetning efter skörd. Enligt beräkningar av nettomineralisering var också tillgången på markkväve för grödan mindre i detta led, se nedan.

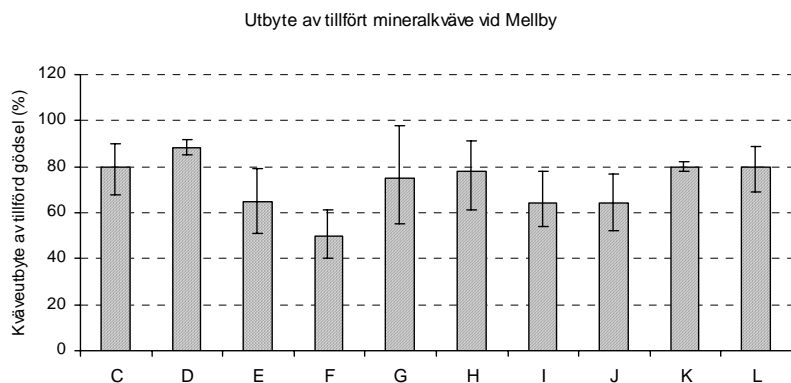
Tabell 11 . Bortförda skördar av stråsådesgrödor och potatis samt stråstyrka hos stråsådesgrödorna (100 = helt upprättstående gröda, 0 = fullständig liggsäd) Vid uträkning av relativtal är led C = 100

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Flytgödsel												
Spridningstid					Tidig höst		Vår					
Mängd	-	-	-	-	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1N
Fånggröda	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst
<b>Skördar (kärna=15% vattenhalt, kg/ha. Potatis=färskvikt, ton/ha)</b>												
1998 Havre	1910	2670	5390	5850	4720	5470	6340	5490	5130	5790	-	-
1999 Vårvete	2150	3140	5990	5780	5420	6560	6190	6370	6100	5790	5205	5545
2000 Vårkorn	1528	2218	4998	5533	4753	5599	5939	5916	5724	5527	4583	5526
2001 Havre	2159	2826	5616	5812	5258	5011	6780	6143	5983	5086	4225	5480
2002 Potatis	16,6	27,3	37,4	41,6	34,8	39,4	36,9	38,5	40,4	40,1	37,2	37,0
<b>Medeltal<sup>1</sup></b>	<b>1937</b>	<b>2714</b>	<b>5499</b>	<b>5744</b>	<b>5038</b>	<b>5660</b>	<b>6312</b>	<b>5980</b>	<b>5734</b>	<b>5548</b>	<b>4671</b>	<b>5517</b>
<b>Relativtal<sup>1</sup></b>	<b>35</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>104</b>	<b>92</b>	<b>103</b>	<b>115</b>	<b>109</b>	<b>104</b>	<b>101</b>	<b>85</b>	<b>100</b>
<b>Halmskördar (ts kg/ha)</b>												
1998 Havre	678	1383	2145	3461	2598	3731	2681	2911	2752	3121	-	-
1999 Vårvete	1567	2052	4364	3789	3421	4583	3316	5030	4629	4769	4594	4531
2000 Vårkorn	639	489	1011	2553	2384	2055	1231	2224	2767	2412	2190	2248
2001 Havre	1149	966	2294	3496	3919	3901	2962	3691	4686	3441	3649	3414
2002 Potatis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Medeltal<sup>1</sup></b>	<b>1008</b>	<b>1223</b>	<b>2454</b>	<b>3325</b>	<b>3081</b>	<b>3568</b>	<b>2548</b>	<b>3464</b>	<b>3709</b>	<b>3436</b>	<b>3478</b>	<b>3398</b>
<b>Relativtal<sup>1</sup></b>	<b>41</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>135</b>	<b>126</b>	<b>145</b>	<b>104</b>	<b>141</b>	<b>151</b>	<b>140</b>	<b>142</b>	<b>138</b>
<b>Stråstyrka</b>												
1998 Havre	100	100	70	80	70	70	40	60	10	10	-	-
1999 Vårvete	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2000 Vårkorn	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2001 Havre	100	95	65	65	45	55	55	65	45	50	55	55
2002 Potatis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Medeltal<sup>1</sup></b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>84</b>	<b>86</b>	<b>79</b>	<b>56</b>	<b>74</b>	<b>81</b>	<b>64</b>	<b>45</b>	<b>85</b>	<b>85</b>

1) Medeltal och relativtal för åren med stråsåd

### Skördar och kväveinhåll i relation till gödsling

I försöket varieras gödslingsnivåer och tidpunkter för flytgödselspridning. Skördarna varierade tämligen lite mellan leden men skördeutbytet visade desto större variation, figur 3, bilaga 6. Utbytet beräknades som mängden kväve i skördade produkter (kärna, halm och potatisknölar) i relation till tillfört mineraliskt kväve med handelsgödsel och flytgödsel. Sämst blev utbytet vid stora givor flytgödsel (Led F, I och J) samt då flytgödsel spreds på hösten (led E och F). Skördeutbytet av tillförd gödsel var endast i medeltal 50% vid dubbel flytgödselgiva på hösten. Det låga skördeutbytet i led E och F berodde säkerligen delvis på de stora förlusterna av kväve genom ammoniakavgång som skedde efter flytgödselspridning på fånggrödan, se nedan. I led med flytgödsel i normala givor på våren (G och H) var utbytet i medeltal 75-80%, men variationen var stor mellan åren. Utbytet var stabilast i de handelsgödselade leden, störst i led D med fånggröda (medel 88%).



Figur 3. Medelvärden (inklusive max- och minvärden) av skördeutbyte av tillfört mineraliskt kväve med handelsgödsel och flytgödsel vid Mellby.

### Ammoniakavgång i samband med flytgödselspridning

Resultaten av de ammoniakemissionsmätningar som gjorts i försöket vid Mellby redovisas i tabell 12. Det har gjorts en del mätningar i andra försök vid Mellby av ammoniakavgång i samband med spridning av stallgödsel i olika situationer. De finns bland annat redovisade av Torstensson och Ekre (2003).

Av tabell 12 framgår att emissionerna av ammoniak under 2000 och 2002 var relativt små då flytgödseln spreds på våren på bar mark (led G) eller på fånggröda (led H) och myllades 3-4 timmar efter spridning. 2-4 kg N/ha, motsvarande 3-8 % av gödselns ammoniumkväve, förlorades under de första timmarna efter spridning. I led E, där gödseln spreds på växande fånggröda i början av september blev förlusterna av kväve via ammoniakavgång betydande. Så mycket som 19 kg kväve/ha emitterades som ammoniak under de första 26 timmarna efter spridning hösten 2000. Det motsvarade 35% av ammoniumkvävet i gödseln. Under 2002 förlorades 34 kg N/ha vilket motsvarade drygt 50% av gödselns ammoniumkväve.

Tabell 12. Ammoniakavgång i samband med flytgödselspridning i försöket vid Mellby

Datum	Led	Markytan var...	Gödsl. NH <sub>4</sub> -N kg/ha	Mät- period	Mark- temp.	Mättid (tim)	Emission		Ackumulerat			
							Kg N/ ha/tim	N (kg/ha)	Tim. eft. Avgång	spridn. kg N/ha %		
2000-04-17	G1	Höstbearbetad*	60	1	12.2	3.7	0.64	2.4	3.7	2 4		
2000-04-17	H6	Bev. fånggröda*	60	1	9.2	3.6	0.51	1.8	3.6	2 3		
2000-09-11	E8	Bev. fånggröda	55	1	16.0	3.5	2.29	8.0	3.5	8 15		
				2	15.8	3.7	1.24	4.6	7.2	13 23		
				<i>Skattad emission</i>		3	10.2	12.0	0.34	4.1	19.2	17 30
				4	10.3	7.0	0.34	2.4	26.2	19 35		
2001-04-17	G1	Höstbearbetad*	56	1	7.5	3.0	1.40	4.2	3.0	4 8		
2001-04-17	H6	Bev. fånggröda*	56	1	7.5	2.9	0.52	1.5	2.9	2 3		
2002-11-19	E8	Bev. råg-fånggröda	63	1	1.2	3.3	2.00	6.6	3.3	7 10		
				2	-0.3	5.8	1.85	10.7	9.1	17 28		
				3	-0.9	11.3	0.76	8.6	20.4	26 41		
				4	-0.4	7.9	0.97	7.7	28.3	34 53		

\*Gödseln myllades efter första mätperiodens slut.

## Kväveinnehåll i fånggrödor och växtrester vid Mellby

I bilaga 8 redovisas fånggrödans, ogräsets och annan höstväxande vegetations ovanjordiska biomassa, kvävehalt och kväveinnehåll vid de olika provtagningarna. Vid den tidpunkt då stråsåden avslutat sitt kväveupptag var kväveinnehållet fånggrödornas ovanjordiska växtdelar i medeltal 7 kg N/ha i led D. Tillväxten under höst och vinter varierade en del mellan åren. Våren 1998 var kväveinnehållet i fånggrödan som skulle brukas ned 21 kg N/ha i led med handelsgödseltillförsel och 25-38 kg N/ha i led med flytgödseltillförsel. En större kvävetillgång i leden med flytgödseltillförsel gynnade tillväxten av fånggrödan. Under hösten och vintern 1999-2000 var fånggrödan kraftigare och kvävemängden i det ovanjordiska fånggrödematerialet var mellan 40 och 80 kg N/ha före nedbrukning våren 2000. I led L som plöjdes hösten 1999 innehöll fånggrödan endast 17 kg N/ha. I led K som också plöjdes på hösten men som ej var bevuxet med rajgräsfånggröda innehöll det provtagna ogräset 8 kg N/ha före nedbrukning i november. Under 2000 och 2001 provtogs fånggröda och växtrester som samlingsprov och det är därför svårt att bedöma fånggrödans kväveinnehåll separat. Fånggrödans tillväxt under hösten dessa två år var svag till måttlig. Ogräsförekomsten var riklig i led K även dessa år och bildade en fånggrödoliknande vegetation som främst bestod av kvickrot. Alla rutor sprutades med Round-up i oktober 2001.

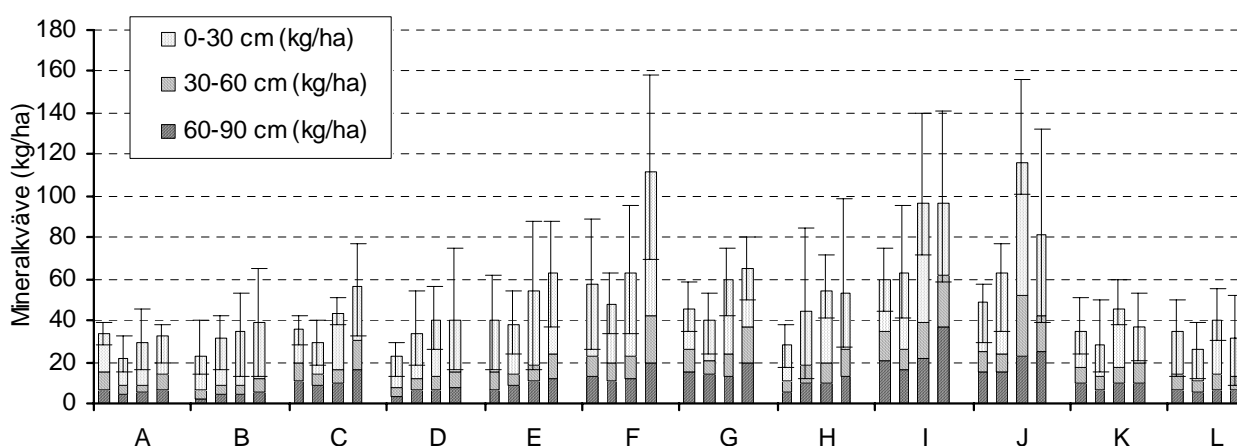
## Mineralkvävedynamiken i marken vid Mellby

I bilaga 9 redovisas mineralkvävemängder i marken vid olika tidpunkter vid Mellby. En översiktsbild med ledmedelvärden visas i figur 4.

### Mineralkväve i marken på våren

Leden med stora flytgödselgivor (led F, I och J) utmärker sig i figuren med genomgående stora eller mycket stora mängder mineralkväve i marken vid samtliga tidpunkter. Det var bland annat ett resultat av överskott av mineralkväve i marken som ej utnyttjats av grödorna. Att mängden mineralkväve var större i dessa led på våren än i övriga led kan delvis bero på att allt mineralkväve i marken inte lakats ut under vintern men också på att kväve frigjorts från gödseln organiska beståndsdelar under höst och vintern. Mängden mineralkväve på våren var minst i leden med fånggröda som vårplöjdes och som endast tillfördes handelsgödsel eller normal flytgödselgiva. I Led D innehöll marken i genomsnitt 23 kg N/ha på våren och led H 28 kg N/ha. Led B som varit ogödslat sedan 1984 innehöll också det drygt 20 kg N/ha i marken på våren. I led med handelsgödseltillförsel eller ingen gödsling alls (led A) som bearbetats på hösten innehöll marken ca 35 kg N/ha oavsett om bearbetning skett tidigt (led C) eller sent (led K) eller om marken varit bevuxen med fånggröda (led L) eller inte. I led med fånggröda som tillförts flytgödsel på hösten, E och F, var mängden mineralkväve i marken på våren i medeltal 41 respektive 58 kg N/ha.

Mineralkväve i marken vid Mellby



Figur 4. Mineralkväve i marken vid Mellby. Staplarna visar i tur och ordning värden från provtagning 1: Tidig vår 2: Vid gulmognad 3: Före stubbearbetning i led A, C, G och I, 4: Före plöjning i led A, C, G, I, K och L.

### Mineralkväve i marken under hösten

Vid gulmognad, då stråsådesgrödorna avslutat sitt kväveupptag var variationen i markens mineralkväveinnehåll stor. Efter gulmognad ökade mängden mineralkväve i marken i samtliga led och skillnaden mellan leden blev ännu större under hösten. Ökningen var störst i leden som bearbetades tidigt på

hösten. Det ogödslade led A innehöll i november 32 kg N/ha, led C med handelsgödsetillförsel 56 kgN/ha , led G med enkel giva flytgödsel 65 kg N/ha och led I med dubbel flytgödsetgiva 97 kg N/ha. Vid provtagningen på senhösten innehöll marken i medeltal 11-16 kg N/ha mindre i mark bevuxen med fånggröda än i mark som bearbetats i september. Efter potatisen 2002 var däremot mängden mineralkväve i marken stor i flera led trots bra skördeutbyte i potatisgrödan. I led E med flytgödsetillförsel på hösten höll fånggrödan relativt bra nere mängden utlakningsbart kväve i marken, men i led F med dubbel giva ökade mängden mineralkväve kraftigt i marken under hösten, med stor utlakning av kväve som följd.

### **Grödans tillgång på växttillgängligt markkväve och nettomineralisering vid Mellby**

Mätningar som gjordes av kväveinnehållet i grödor som vuxit i ogödslade parceller, bilaga 7, visade att kväveleveransen från marken varierade i de olika leden. Det kan bero på odlingshistorien i de olika leden, med olika jordbearbetningstidpunkter, närvaro eller frånvaro av fånggröda och olika gödslingsmängder och gödsetslag. Utgångsnivån på våren av mineralkväve i marken var lägst i de led som bearbetades på våren, 10-20 kg N/ha lägre än i motsvarande led med höstbearbetning och utan fånggröda. Trots detta var markkvävetillgången för grödan större i fånggrödeleden som bearbetades på våren. Störst var tillgången till markkväve i led med flytgödsetillförsel och fånggröda. Mätningarna av grödans kväveinnehåll i de ogödslade parcellerna låg till grund för uppskattningar av nettomineraliseringen av kväve under grödans växtsäsong. I leden med flytgödsel på våren ingår därför inte mineraliseringen av årets flytgödsetgiva i uppskattningen nettomineraliseringen under perioden vår till gultmognad. Under hösten och vintern däremot gjordes beräkningarna på den ordinarie rutan och innefattade alltså effekten av årets giva. I leden med flytgödsetillförsel på hösten beräknades nettomineraliseringen av kväve under höst och vinter efter spridning utifrån mätvärden i 0N-parceller. Nettomineraliseringen under den efterföljande växtsäsongen däremot beräknades på hela ytan och påverkan av höstens giva i led E och F räknades alltså med. Ledmedelvärden av nettomineraliseringen av kväve under olika perioder redovisas i figur 5. I bilaga 10 redovisas årliga värden för alla led.

### **Handelsgödslad och ogödslad mark med olika bearbetningstidpunkter och fånggröda**

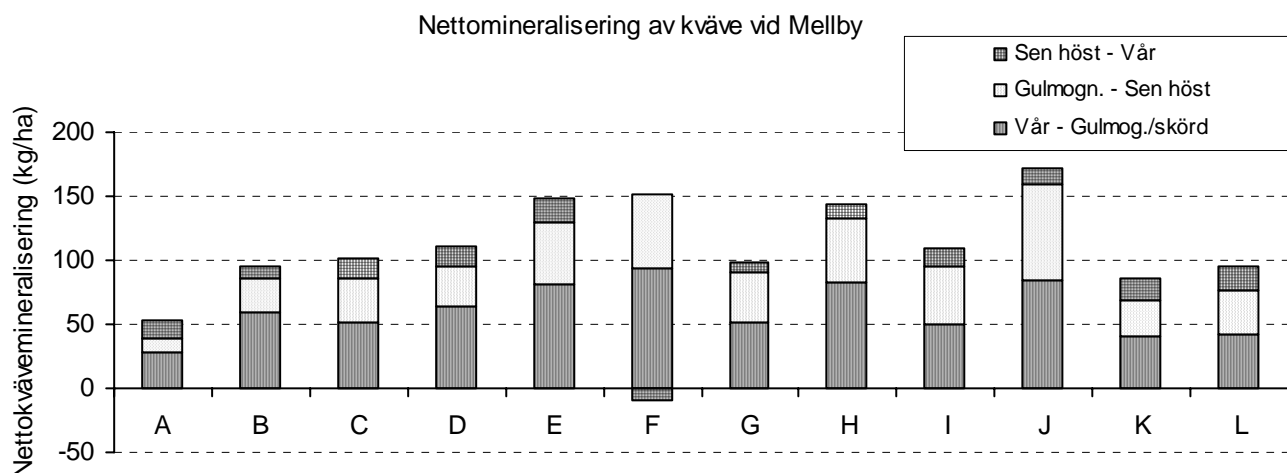
Nettomineraliseringen av kväve var ca 100 kg N/ha och år i led C som endast tillfördes handelsgödsel och som stubbearbetades i september. Ungefär hälften av mineraliseringen skedde under stråsådens kväveupptagningsperiod (vår-gultmognad). I led A där ingen gödsel tillförts sedan 1984 var kvävemineraliseringen hälften så stor som i led C. I led B som heller inte gödslats men där fånggröda och vårplöjning tillämpas var mineraliseringen ungefär lika stor som i led C. Led D med fånggröda som plöjdes ned på våren var kvävemineraliseringen ca 10 kg N/ha större per år än i led C, och det var främst under perioden vår till gultmognad skillnaden fanns. En ökad nettomineralisering under växtsäsongen komprimerade för de mindre mängderna mineralkväve i marken tidigt på våren. En ökad nettomineralisering efter nedbrukning av fånggröda på våren kan delvis bero på fånggrödematerialet som brukas ned, men själva bearbetningstidpunkten har också betydelse. Vårplöjning studeras inte som en separat effekt vid Mellby. Sen höstplöjning däremot tillämpas med (led L) och utan (led K) fånggröda. Vid sen höstplöjning både i led K och L var nettomineraliseringen under växtsäsongen ca 10 kg N/ha mindre än i led C. Nedbrukning av fånggröda på hösten ökade inte kvävetillförseln till den efterföljande grödan under de två år beräkningar gjordes, vilket skiljde sig från resultaten vid Fotegården, där nedbrukning av fånggröda på hösten ökade nettomineraliseringen under efterföljande växtodlingssäsong.

### **Mark med flytgödsetillförsel**

Nettomineraliseringen av kväve var störst i leden med stora flytgödsetgivor och fånggröda. I led J var årsmineraliseringen i medeltal 172 kg N/ha, jämfört 100 kg N/ha i led C. I leden med flytgödsel och fånggröda var nettomineraliseringen dels större under växtsäsongen, men det skedde också en kraftigt ökad mineralisering under perioden gultmognad till sen höst (där också årets giva var med och påverkade resultatet). Under perioden sen höst till vår var skillnaderna mot led med handelsgödsel däremot ganska utjämnade. Ett undantag utgör led F där det enligt beräkningarna snarare verkade ske en fastläggning av kväve under vintern. Detta resultat är svårtolkat. En tänkbar förklaring kan vara att stora mängder flytgödsel i marken under hösten ledde till ökad denitrifikationsaktivitet i marken med kväveförluster i form av kvävgas som följd. I beräkningarna togs ej hänsyn till detta, vilket innebär att resultaten överlag ska betraktas med viss försiktighet.

Resultaten av mineraliseringsberäkningarna tillsammans med utlakningsmätningar visade tydligt att de stora kvävemängder som fanns tillgängliga i marken vid stora givor flytgödsel bidrog till stor utlakning när

marken låg obevuxen under hösten. Vid odling av fånggröda minskade utlakningen genom upptaget av kväve i växtmaterialet, vilket efter nedbrukning bidrog till en ökad kväveminerialisering efterföljande år.



Figur 5. Beräknade ledmedelvärden av nettomineralisering av kväve under olika delar av året vid Mellby. Årsvärden redovisas i bilaga 10.

### Väderdata och avrinning vid Mellby

Uppmätta värden av årlig avrinning, nederbörd och temperatur vid Mellby försöksfält under den senaste tioårsperioden redovisas i figur 6. Under åren 1998/99 – 2001/02 var nederbörden i medeltal 896 mm och årsavrinningen 376 mm. 1998/99 var ett nederbördsrikt år (1200 mm) och avrinningen var också den största som mätts upp under tioårsperioden. Nederbördens och avrinningens fördelning under året samt månadsmedeltemperaturer framgår av figur 6. Värdena i figuren är medelvärden av en längre tidsserie på Mellby (1991-2001). Detaljerad information om årsavrinningar från de olika försöksrutorna under den här redovisade försöksperioden finns i bilaga 11.

### Allmänt om ämneskoncentrationer och utlakningsförluster vid Mellby

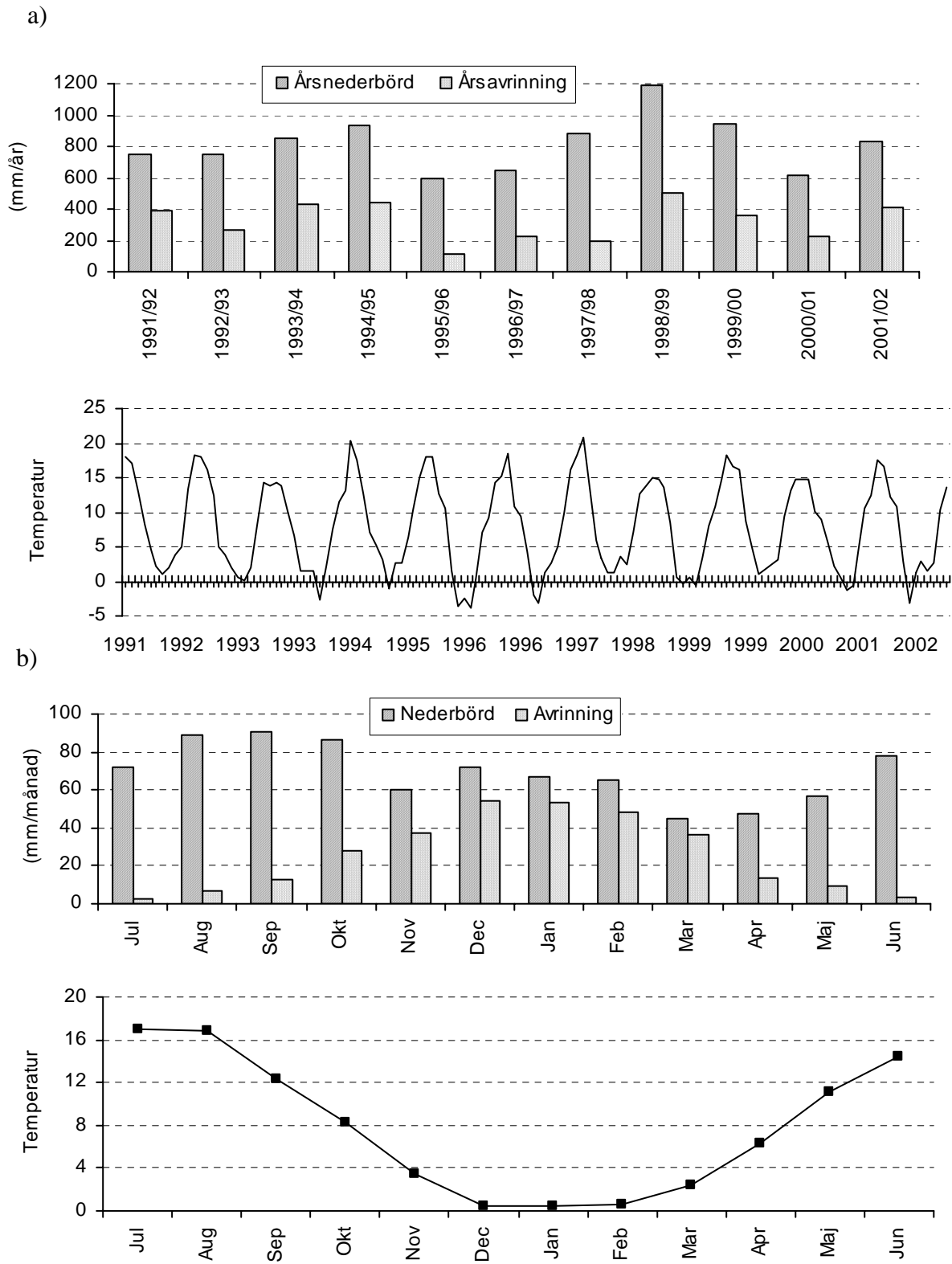
Beräknade medeltal av årsmedelkoncentrationer av nitratkväve, totalkväve, totalfosfor och kalium under perioden 1998-2002 redovisas i tabell 13. Medeltal av utlakningsförluster framgår av figur 7. Årliga värden av ämneskoncentrationer och utlakningsförluster redovisas i bilaga 12-14.

#### Fosforutlakning

Medelvärdena av fosforutlakningen vid Mellby för perioden 1998/99-2001/02 varierade mellan 0,15 och 0,46 kg tot-P/ha och år. Den minsta utlakningen som uppmättes var 0,05 kg tot-P/ha och år och den högsta 0,65 kg. Utlakningen varierade mellan leden men det fanns ingen logik i variationen vad beträffade tillförd mängd fosfor med gödsel eller fosfornivåer i marken. En stor fosforutlakning i led A kan eventuellt förklaras med att fosforbortförseln med skördeprodukter varit liten (ingen kvävegödsel) i jämförelse med fosfor tillfört med gödsel. Variation i rutornas inneboende egenskaper vad gäller förmåga att fastlägga fosfor är en trolig förklaring till utlakningsvariationen.

#### Kaliumutlakning

Medelvärdena av kaliumutlakningen vid Mellby under perioden 1998/99-2001/02 varierade mellan 34 och 51 kg K/ha och år. Variationen mellan leden var inte alls så tydlig som när det gällde kväveutlakningen, men det fanns en tendens till ökad utlakning i leden med flytgödseltillförsel, särskilt de med dubbla givor. I leden med dubbla flytgödselgivor på våren tillfördes nästan dubbelt så mycket kalium (127 kg K/ha) med gödsel som i leden som endast tillfördes handelsgödsel (67 kg K/ha). Led G med normal giva flytgödsel hade en stor utlakning av kalium, vilket är svårt att förklara.

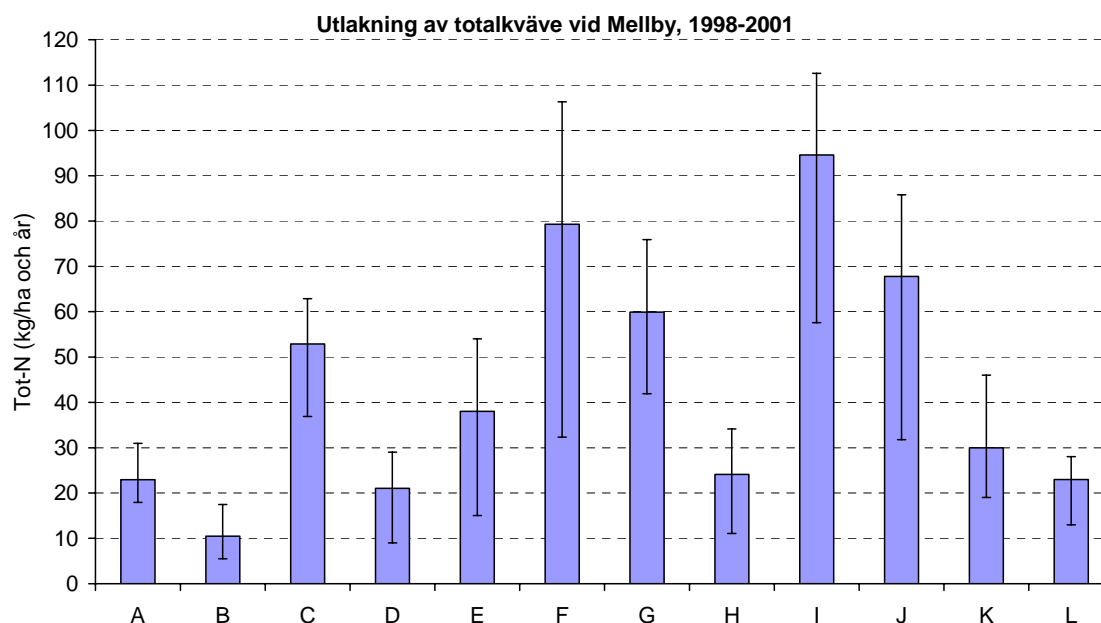


Figur 6 a) Årlig nederbörd och avrinning samt månadsmedeltemperatur under en tioårsperiod vid Mellby (1991-2002).  
 b) Normal inomårsfördelning för nederbörd, avrinning och lufttemperatur vid Mellby (Medelvärden för perioden 1991-2001).

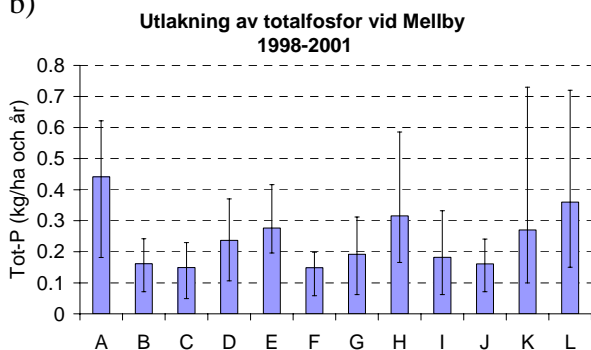
Tabell 13. Medeltal av årsmedelkoncentrationer av kväve, fosfor och kalium vid Mellby. Årliga värden redovisas i bilaga 12-14

Mellby												
Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Flytgödsel												
Spridningstid							Tidig höst	Vår				
Mängd	-	-	-	-			1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N
Fånggröda	-	x	-	x	X	x	-	x	-	x	-	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst
<b>Medeltal 1998/99-2001/02</b>												
Tot-N (mg/l)	6,5	2,7	14	4,9	9,8	20	14	6,2	25	18	8,9	6,8
NO3-N (mg/l)	5,2	1,5	13	3,4	7,8	18	12	4,8	23	16	7,4	5,4
Tot-P (mg/l)	0,11	0,04	0,04	0,05	0,07	0,04	0,04	0,08	0,05	0,04	0,07	0,11
Kalium (mg/l)	11	9,2	8,9	8,6	10	12	10	9,9	12	13	8,9	10

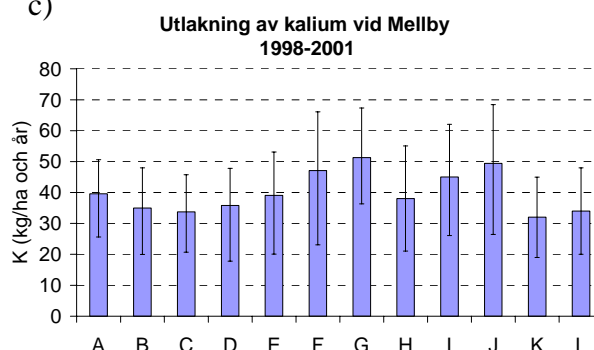
a)



b)



c)



Figur 7. Medeltal av årliga utläkningsförluster av a) Totalkväve b) Totalfosfor och c) Kalium vid Mellby 1998/99-2001/02. I figurerna anges max- och minvärden.

### **Kväveutlakning**

Variationen i kväveutlakning var stor både mellan år och mellan led. Ledmedelvärdena varierade mellan 10 och 95 kg N/ha och år. Störst var utlakningen det nederbördsrika året 1998/99 då utlakningen översteg 100 kg tot-N/ha och år i leden med dubbla flytgödselgivor. I led C med handelsgödseltillförsel och tidig höstbearbetning varierade utlakningen mellan 37 och 63 kg tot-N/ha och 85-95% utgjordes av nitratkväve.

Utlakningen följde det mönster som visats i tidigare rapporter (Lindén et al., 1993, Hessel Tjell et al., 1999). Bearbetning tidigt på hösten (led A, C, G och I) gav upphov till ökade mängder mineralkväve i marken under hösten vilket ledde till ökad kväveutlakning jämfört med från mark bevuxen med fånggröda under vintern (led B, D, E, F, H och J). Oavsett om marken var ogödslad, gödslad med handelsgödsel eller med flytgödsel i olika givor medförde odling av fånggröda och vårplöjning att kväve sparades undan utlakning och bidrog till ökad kväveminalisering under efterföljande växtsäsong. Utlakningen i leden med fånggröda (led B, D och H) och vårplöjning motsvarande ungefär 40% av den i motsvarande led utan fånggröda (led A, C och G). Det gällde när marken var ogödslad eller gödslad med enkel giva handelsgödsel eller flytgödsel. Vid dubbel giva flytgödsel (led J) var utlakningen 70% av den i led utan fånggröda (led I). I led J växte visserligen fånggrödan bättre än i led med mindre kvävetillgång, men inte tillräckligt bra för att hålla nere utlakningen på samma sätt som i de övriga leden. Det märktes också i leden med flytgödselspridning på hösten. I led E med enkel giva hölls utlakningen på en rimlig nivå, medan de i led F var betydligt större.

I försöket vid Mellby introducerades 1998 två försöksled där sen höstplöjning studeras utan (led K) och med (led L) fånggröda. Utlakningen var betydligt mindre när plöjning gjordes i slutet av november (led K) jämfört med stubbearbetning i slutet av september (led C). Utlakningen var i medeltal 53% av den i led C. I led K bildades ogräsvegetation (främst kvickrot) som till viss del fungerade som fånggröda. Det framgick av mineraliseringsberäkningarna att nettomineraliseringen av kväve ökade något under perioden sen höst till tidig vår. Trots att bearbetning skedde så sent som i november skedde uppenbarligen en omsättning och frigörelse av kväve i marken. I led L med fånggröda var det troligen detta som bidrog till att effekten på kväveutlakningen inte var riktigt så stor som i led D som plöjdes först på våren. En jämförelse av bearbetningstidpunkter och fånggrödor vid Mellby och Fotegården görs längre fram.

### **Skördar vid Fotegården**

Avkastningen av de olika grödorna vid Fotegården framgår av tabell 14. I tabellen anges också SCB:s statistik över bärgade skördar i Västra Götaland under åren 1998-2001 (Jordbruksstatistisk årsbok 1999-2002). I förhållande till den allmänna skördenivån i regionen var skördarna i försöket goda. Skördeskillnaderna mellan leden var tämligen små, med några undantag. Leden med flytgödseltillförsel gav ibland högre skörd än motsvarande handelsgödslade led, och ibland lägre. Tillförseln av oorganiskt kväve var också ungefär likartad i handelsgödslade och stallgödslade led (tabell 8). Om marken bearbetades tidigt på hösten eller först efterföljande vår gav inga tydliga skördeutslag, men i led E med vårplöjning och endast handelsgödseltillförsel var skörden lägre under några år. I leden med fånggröda och senhöstplöjning (C och D) var skörden ungefär 10% större än i övriga led under stråsådesåren. Fånggrödan påverkade inte skörden negativt. Snarare tyder mineraliseringsberäkningarna (se nedan) på att nedbrukning av fånggrödan gynnade kväveförsörjningen av den efterföljande grödan, vilket kan vara orsaken till skördeutslaget i led C och D. Resultaten är likartade med föregående försöksperiod (Lindén et al., 1999) där mycket små skördeskillnader i de olika leden rapporterades.

Medeltal av skördad mängd kväve, fosfor och kalium med stråså visas i figur 8a. Mer detaljerad information om bortförslin under enskilda år och halter av näringsämnen redovisas i bilaga 15. Skillnaderna i halter av kväve, fosfor och kalium i kärna var små mellan de olika försöksleden.



Tabell 14. Bortförda skördar samt stråstyrka i försöket vid Fotegården

Fotegården	Tidig stubbearbetn.								Bärgad skörd enligt SCB
	Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning		
Led	A	B	C	D	E	F	G	H	
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs	
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45	
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+	

**Skördar, kg/ha (stråsädeskärna: 15% vattenhalt, potatis: färskvikt) och relativtal (led A=100)**

1998	Vårkorn	4730	5160	5380	5070	4530	4910	4750	5050	3670
1999	Havre	4970	5090	4940	5100	4740	5020	4730	4690	3440
2000	Potatis	33600	33500	37000	28700	34500	31800	32100	28300	28060
2001	Vårkorn	3980	3670	4460	4320	4290	4270	4630	4540	4020
2002	Havre	4110	4480	4810	4880	2960	3970	3900	3880	
<b>Medeltal<sup>1</sup></b>		<b>4448</b>	<b>4600</b>	<b>4898</b>	<b>4843</b>	<b>4130</b>	<b>4543</b>	<b>4503</b>	<b>4540</b>	
<b>Relativtal<sup>1</sup></b>		<b>100</b>	<b>103</b>	<b>110</b>	<b>109</b>	<b>93</b>	<b>102</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	
<b>Relativtal<sup>2</sup></b>		<b>100</b>	<b>101</b>	<b>110</b>	<b>94</b>	<b>99</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>90</b>	

**Stråstyrka, 100 = helt upprättstående gröda, 0 = fullständig liggsäd**

1998	Vårkorn	55	45	40	45	50	40	50	40
1999	Havre	70	60	60	45	75	45	60	60
2000	Potatis	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	Vårkorn	60	50	50	50	50	60	60	50
2002	Havre	30	30	30	30	50	30	30	30
<b>Medeltal</b>		<b>54</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>56</b>	<b>44</b>	<b>50</b>	<b>45</b>

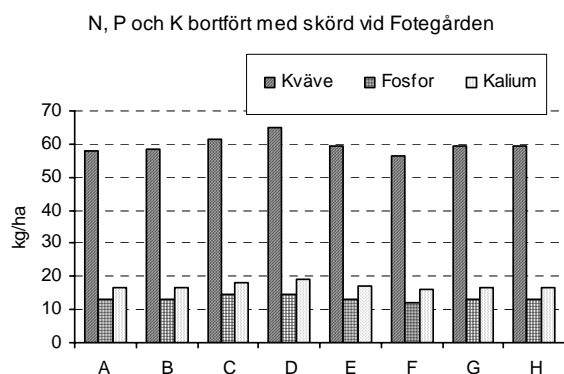
1) Enbart stråsädesgrödor.

2) Alla grödor.

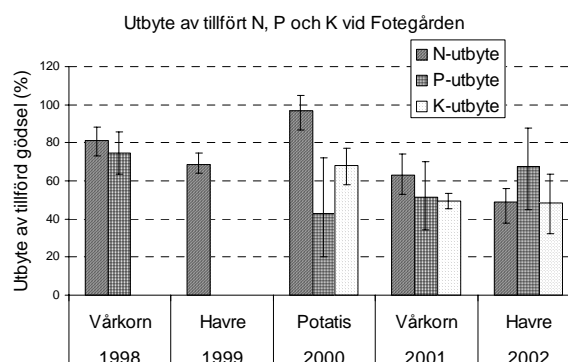
**Skördar och växtnäringsinnehåll i relation till gödsling**

Det finns olika sätt att uttrycka grödornas utnyttjande av tillförd gödsel. I figur 8b visas medelvärden av hur stor mängd kväve fosfor och kalium som återfanns i skördeprodukterna i relation till gödslingen, här benämnt skördeutbyte. Av det kväve i mineralisk form som tillfördes grödorna med handelsgödsel och flytgödsel återfanns i genomsnitt av alla år och alla led 72% i skördeprodukterna. Utbytet var störst i leden med höstplöjd fånggröda, men variationen mellan de olika åren var större än mellan de enskilda leden, figur 8b. Störst var kväveutbytet i potatisgrödan 2000 (i medeltal 97%) Minst var det i havregrödan 2002 (i medeltal 49%). Utbytet av tillförd fosfor var i medeltal 59%. När det gällde fosforutbytet var variationen stor mellan leden vissa år, bl a under potatisåret då leden med flytgödseltillförsel gödslades med betydligt mindre mängder fosfor än leden med endast handelsgödseltillförsel, tabell 8. Skördarna av potatis var också lägre i leden med flytgödseltillförsel. Kaliumutbytet var i genomsnitt 55%. Utbytet av tillsatt kväve, fosfor och kalium i olika led under enskilda år redovisas i bilaga 16.

a)



b)



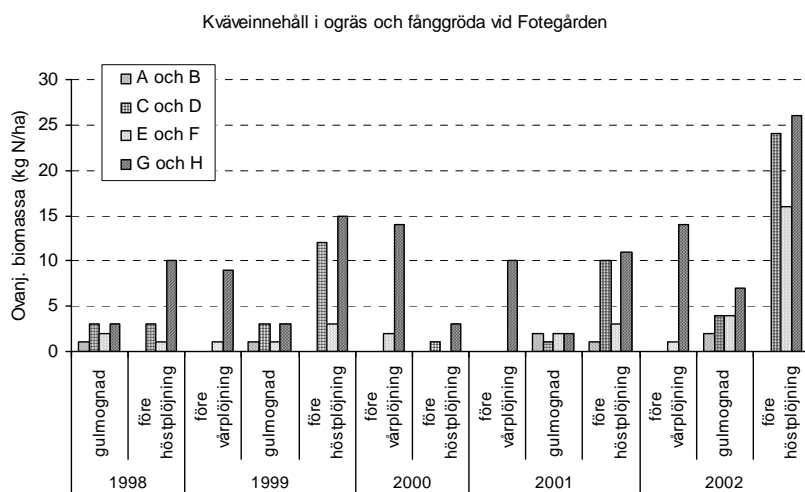
Figur 8 a) Medeltal av bortförsel av kväve, fosfor och kalium med stråsädeskördarna vid Fotegården (kg/ha). Halter av kväve, fosfor och kalium och bortförsel med skörd under enskilda år redovisas i bilaga 15. 8b) Årsmedeltal av skördeutbytet av kväve, fosfor och kalium tillförd med handelsgödsel och flytgödsel (endast ammonium-N) vid Fotegården. I figuren är min- och maxvärden angivna för att visa variationen mellan leden.

## Kväveinnehåll i fånggrödor och växtrester vid Fotegården

I bilaga 19 redovisas fånggrödans, ogräsens och annan höstväxande vegetations ovanjordiska biomassa, kvävehalt och kväveinnehåll vid de olika provtagningarna. I figur 9 ges en översiktsbild. Som fånggröda i stråsåden användes engelskt rajgräs. Efter potatisen 2000 såddes höstråg som fånggröda efter skörd. Vid den tidpunkt då stråsåden avslutat sitt kväveupptag hade fånggrödan inklusive ogräs i led C, D, G och H nått en genomsnittlig tillväxt på 180 kg ts/ha. Fånggrödans ovanjordiska biomassa innehöll då endast 2-5 kg N/ha. I leden utan fånggrödan fanns ogräs som i led A och B innehöll ca 1 kg N/ha och i led E och F 2-3 kg N/ha.

Från sensommaren till senhösten växte fånggrödan till och hade vid provtagningen i november en ovanjordisk biomassa på i medeltal 700 kg ts/ha med ett genomsnittligt kväveinnehåll på 17 kg N/ha. Variationen i fånggrödans tillväxt var stor mellan åren. Fånggrödan växte dåligt under 1998 och innehöll i november endast 3-10 kg N/ha. Under hösten 2002 var tillväxten däremot mycket god och fånggrödans ovanjordiska växtdelar hade i november ett kväveinnehåll på 25 kg N/ha. Under hösten 2002 år växte också ogräsen kraftigt. Den dominerande arten var kvickrot. Ogräset innehöll i de vårplöjda leden E och F 16 kg N/ha. Sett för alla åren var medelkväveinnehållet i ogräsen under senhösten 5 kg N/ha.

I rajgräsfånggrödan förändrades inte kväveinnehållet nämnvärt under vintern. Höstråg som fånggröda 2000 ökade däremot sitt kväveinnehåll från nästan ingenting i november 2000 till ca 10 kg N/ha vid vårprovtagningen 2001. De växtrester som brukades ned på hösten eller våren innehöll i genomsnitt ungefär 10 kg N/ha och hade kol-kväve-kvoter kring 60-80, bilaga 20. Kol-kväve-kvoterna i den fånggröda och de ogräs som plöjdes ned var ca 17.



Figur 9. Kväveinnehåll (kg N/ha) i ovanjordiska delar av ogräs (led A, B, E och F) och fånggröda inklusive ogräs (led C, D, G och H) vid olika tidpunkter vid Fotegården. Under 2000 odlades höstråg som fånggröda efter potatis

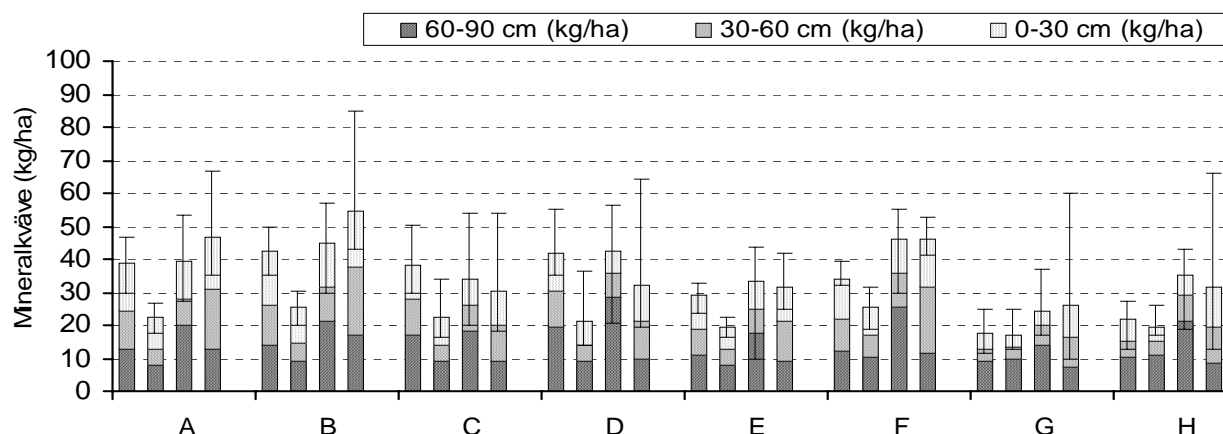
## Mineralkvävedynamiken i marken vid Fotegården

I bilaga 21 redovisas resultat av mätningar av mängden mineralkväve i marken i de gödslade rutorna vid olika tidpunkter. Ledmedelvärden visas i figur 10.

Vid provtagningen på våren (medeldatum 23/4) var innehållet av mineralkväve inom 0-90 cm djup likartat i led A, B, C och D som alla bearbetats föregående höst, ca 40 kg N/ha. I de vårplöjda leden utan fånggröda, E och F innehöll marken i medeltal 32 kg N/ha. I led G och H, som vid provtagningen hade en växande fånggröda, var medelvärdet av mängden mineralkväve i marken 20 kg N/ha.

Vid provtagningen under sensommaren var medelinnehållet av mineralkväve mellan 17 och 26 kg N/ha. Det var fortfarande minst i leden med vårplöjning och fånggröda. Provtagning av växande gröda i de ogödslade 0N-parcellerna visade emellertid att tillgången på kväve för grödan var störst i leden där fånggröda brukats ned på hösten eller våren, bilaga 18. Under de flesta åren var mängden mineralkväve något eller några kilogram större i leden med flytgödseltillförsel än i leden utan flytgödsel vid provtagningen på våren och sommaren.

## Mineralkväve i marken vid Fotegården

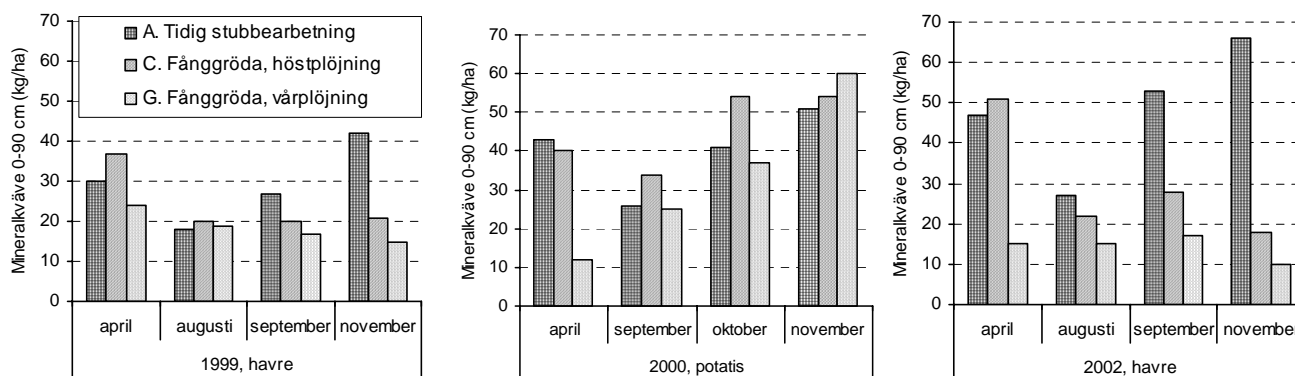


Figur 10. Mineralkväve i marken vid Fotegården. Staplarna som inkluderar max- och minvärden visar i tur och ordning värden från provtagning 1: Tidig vår, 2: Vid gulmognad, 3: Före stubbearbetning i led A och B och 4. Före plöjning i led C och D.

Vid provtagningen före stubbearbetning (medeldatum 25/9) var däremot skillnaderna betydligt större. Vid denna tidpunkt syntes tydliga utslag av flytgödseltillförseln i led B, D, F och H, där mängden mineralkväve i genomsnitt var 10 kg N/ha större än i motsvarande led utan flytgödseltillförsel.

På senhösten var variationen i mineralkväve som störst mellan de olika leden. Mängderna var störst i led A och B som bearbetats i september (i medeltal 46 respektive 55 kg N/ha). I leden med växande fånggröda (C, D, G och H) innehöll marken i genomsnitt 30 kg N/ha. I led E och F utan fånggröda men med vårplöjning innehöll marken 32 respektive 46 kg N/ha. Den stora skillnaden mellan dessa två led är svårt att förklara endast med skillnaden i gödseltillförsel. I led E var också skördarna lägre under flera år, vilket tyder på att markens kvävelevererande förmåga var mindre i denna ruta. Skillnaderna mellan led E och F fanns också med vid beräkningarna av nettokvävemineralisering, figur 12.

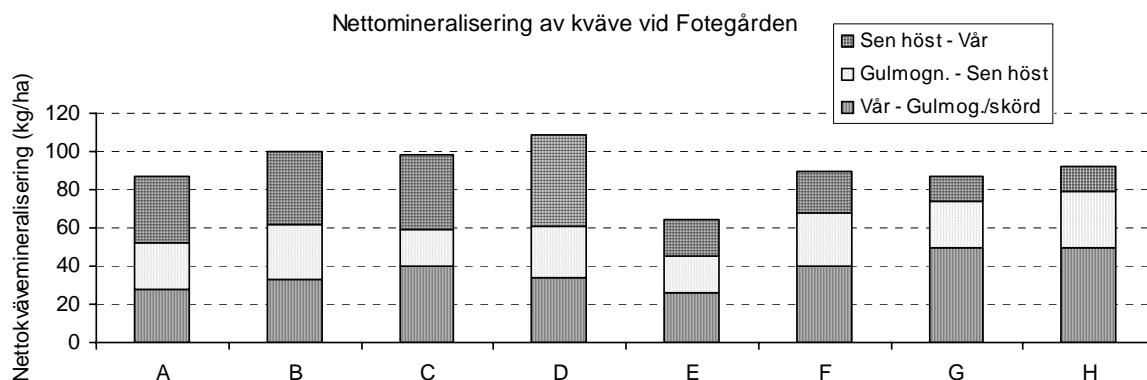
Två år, 2000 och 2002 skiljer sig en del från de andra vid provtagningen i november. Under potatisåret 2000 var mängden mineralkväve i november relativt likartad i de olika leden vilket troligen berodde på att skillnaderna i bearbetning inte var så markanta detta år, figur 11. I led G och H såddes höstråg som fånggröda efter potatis. Höstrågens kväveupptag var mycket litet under hösten och mängden mineralkväve i marken var faktiskt bland de största i dessa led. Under senhösten 2000 innehöll marken mellan 51 och 66 kg N/ha, vilket tillsammans med hösten 2002 var bland de största mängderna som uppmäts under försöksperioden. Trots att kväveutbytet i potatisen (figur 8b) var nära 100% fanns stora mängder mineralkväve i marken under hösten. Det andra år som visar ett avvikande mönster under senhösten är 2002 då havre odlades och då skillnaderna mellan leden med och utan fånggröda var stora. I leden utan fånggröda var mängderna mineralkväve i marken stora, särskilt i led A och B. I leden med fånggröda innehöll marken däremot så litet mineralkväve som 10 kg N/ha i led G. Fånggrödan växte mycket bra denna höst, och utlakningen blev sannolikt mycket liten (utlakningen 2002/03 redovisas ej i denna rapport). I figur 11 visas också värden från 1999 med mer ordinära förhållanden.



Figur 11. Mineralkväve i marken vid Fotegården (kg N/ha) under 1999, 2000 och 2002 som exempel på variationen mellan olika år.

## Grödornas tillgång på växttillgängligt markkväve och nettomineralisering vid Fotegården

Mätningar av mängden mineralkväve i marken visar som nämnts att bearbetningstidpunkten hade stor betydelse för markens kvävedynamik. Vid jordbearbetningen i september ökade mängden mineralkväve i marken under hösten, vilket ledde till ökad utlakning. Fånggröda och senarelagd bearbetning medförde minskade mängder mineralkväve i marken under hösten. På våren hade skillnaderna mellan de höstbearbetade leden, med eller utan fånggröda, jämnats ut, medan de vårplöjda leden hade en lägre nivå av mineralkväve i marken, särskilt i de vårplöjda leden med fånggröda. Hur blev då leveransen av kväve till grödan som odlades? I 0N-parcellerna mättes grödans upptag av kväve i alla led, vilket sedan låg till grund för beräkningar av nettomineraliseringen av kväve. Trots att kvävetillgången i marken på våren var mindre i de vårplöjda leden, särskilt i led G och H med fånggröda, verkade inte kväveförsörjningen till den efterföljande grödan påverkas negativt. I fånggrödeleden (C, D, G och H) var kvävetillgången i 0N-parcellerna t o m med 5-15 kg större än i leden utan fånggröda, bilaga 18. Detta kan vara orsaken till de uppmätta större skördarna i C och D än i led A.



Figur 12. Beräknad nettomineralisering av kväve (kg N/ha) under olika perioder av året vid Fotegården.

### Nettomineralisering av kväve under växtsäsongen

Kvävemineraliseringsberäkningarna visar att under perioden april fram till dess att stråsådens kväveupptag avslutats var nettofrigörelsen av kväve under de flesta år störst i leden med fånggröda, figur 12 och bilaga 22. I medeltal var nettomineraliseringen av kväve endast 6 kg N/ha större i leden med höstplöjd fånggröda (C och D) än i leden med tidig höstbearbetning (A och B). I leden med fånggröda som plöjdes ned på våren (G och H) var nettomineraliseringen ungefär 20 kg N/ha större än i led A och B. Den ökade kvävemineraliseringen i led G och H kunde uppenbarligen kompensera för de små mängderna mineralkväve som fanns tillgängligt på våren i dessa led. I leden med vårbearbetning utan fånggröda fanns ingen sådan skillnad i mineralisering jämfört med led A och B. Resultaten från tidigare försöksperiod (Lindén et al., 1999) visade också att vårbearbetning utan fånggröda inte påverkade mineraliseringen under växtsäsongen i någon större utsträckning jämfört med bearbetning på hösten. Enligt beräkningarna var kväve-mineraliseringen betydligt mindre i led E än i övriga led, och det kan ifrågasättas om resultaten är helt tillförlitliga i detta led.

### Kvävemineralisering under höst och vinter

Vid nedbrukning av fånggrödan i november (led C och D) blev kvävemineraliseringen från sen höst till vår i medeltal 7 kg N/ha större än i de höstbearbetade leden utan fånggröda. I de vårbearbetade leden var kvävemineraliseringen från höst till vår påtagligt mindre än i de höstbearbetade, figur 12. Att mineraliseringen kom igång redan under hösten och vintern efter nedbrukning av fånggrödan i led C och D i november är troligen orsaken till att utlakningen blev större än i leden med fånggröda som plöjdes på våren (G och H). Trots att fånggrödan brukades ned så sent som i november (medeldatum 14/11) skedde uppenbarligen frigörelse av kväve från fånggrödematerialet.

### Årlig kvävemineralisering

I medeltal var den årliga nettokvävemineraliseringen enligt beräkningarna knappt 90 kg/ha, varav ungefär 40% mineraliserades under grödans upptagningsperiod (vår till gulmognad). Hur stor del av kvävet som mineraliserades under denna tid varierade något beroende på bearbetningstrategi. I led A och B med tidig höstbearbetning skedde 33% av årsmineraliseringen under perioden vår till gulmognad, i led C och D med sen höstplöjning var motsvarande siffra 37%. I vårplöjda led (E – H) ägde 50% av årsmineraliseringen rum under denna period.

Vid jämförelse av leden med och utan flytgödseltillförsel visar resultaten större årlig mineralisering av kväve i leden med flytgödseltillförsel, ca 10 kg N/ha än i de led som endast tillförts handelsgödsel. Den årliga mineraliseringen i leden med fånggröda skilde sig inte entydigt från leden utan fånggröda. Effekten av flytgödseltillförsel på mineraliseringen fanns även under tidigare år i försöket.

### **Väderdata och avrinning vid Fotegården**

Uppmätta värden av årlig avrinning, nederbörd och temperatur under den senaste tioårsperioden redovisas i figur 13. Nederbördsdata är hämtade från Lanna försöksstation. Avrinningsdata redovisas för både Fotegården och Lanna. Avrinningsmätningarna på Fotegården visade under senare år lägre värden än vad som verkade rimligt för området. I utlakningsberäkningarna användes därför avrinningsdata från Lanna, se under avsnittet Material och Metoder. Under åren 1998/99 – 2001/02 var nederbörden i medeltal 695 mm och årsavrinningen 347 mm vid Lanna försöksstation. Nederbördens och avrinningens fördelning under året samt månadsmedeltemperaturer framgår av figur 13.

### **Allmänt om ämneskoncentrationer och utlakningsförluster vid Fotegården**

Beräknade medeltal av årsmedelkoncentrationer av nitratkväve, totalkväve, totalfosfor och kalium under perioden 1998/99-2001/02 vid Fotegården redovisas i tabell 15. Medeltal av utlakningsförluster framgår av figur 14. Årliga värden av ämneskoncentrationer och utlakningsförluster redovisas i bilaga 23-25. Nya värden framtagna för 1996/97 och 1997/98 (se ovan) redovisas också i bilaga 23-25. De skiljer sig något från värden som rapporterats tidigare (Lindén et al. 1999).

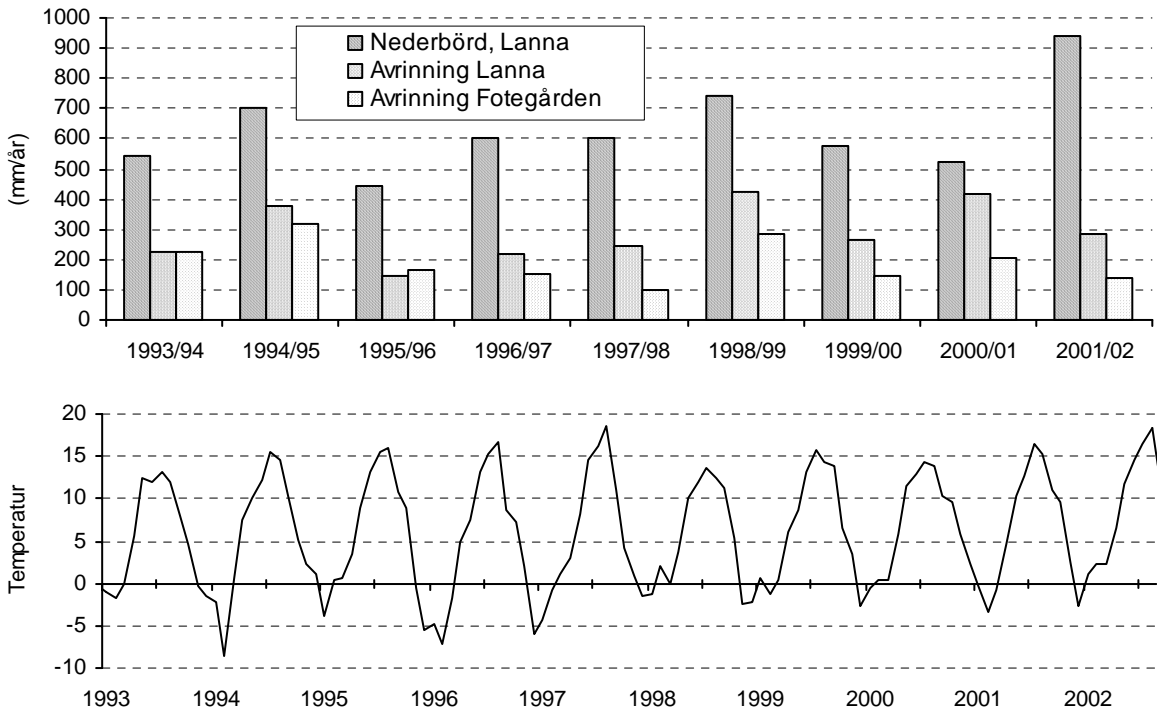
### ***Kväveutlakning***

Variationen i kväveutlakning mellan olika år beror såväl på variationer i avrinning och klimatförhållanden som på odlingsåtgärder såsom grödor och gödsling. Perioden 1998-2002 var tämligen nederbördsrik och utlakningen var också större än under perioden 1993-1998, som redovisats av Lindén et al. (1999). I medeltal för alla led erhöles följande värden för 1998/1999: 42 kg N/ha, 1999/2000: 29 kg N/ha, 2000/2001: 63 kg N/ha och 2001/2002: 38 kg N/ha. Från mark som bearbetades tidigt på hösten och som endast tillfördes handelsgödsel var utlakningen i medeltal 50 kg N/ha, figur 14. Av detta kväve utgjordes 85-95 % av nitratkväve. Störst var utlakningen i alla led under 2000/01 efter odling av potatis 2000, trots att denna gröda hade ett skördeutbyte på i genomsnitt 97% av tillsatt gödselkväve. Efter potatisgrödan uppmättes emellertid stora mängder mineralkväve i marken under senhösten (figur 11) och rågfånggrödan växte mycket lite under hösten. I led G, med fånggröda och vårplöjning, var utlakningen minst, i medeltal 25 kg N/ha.

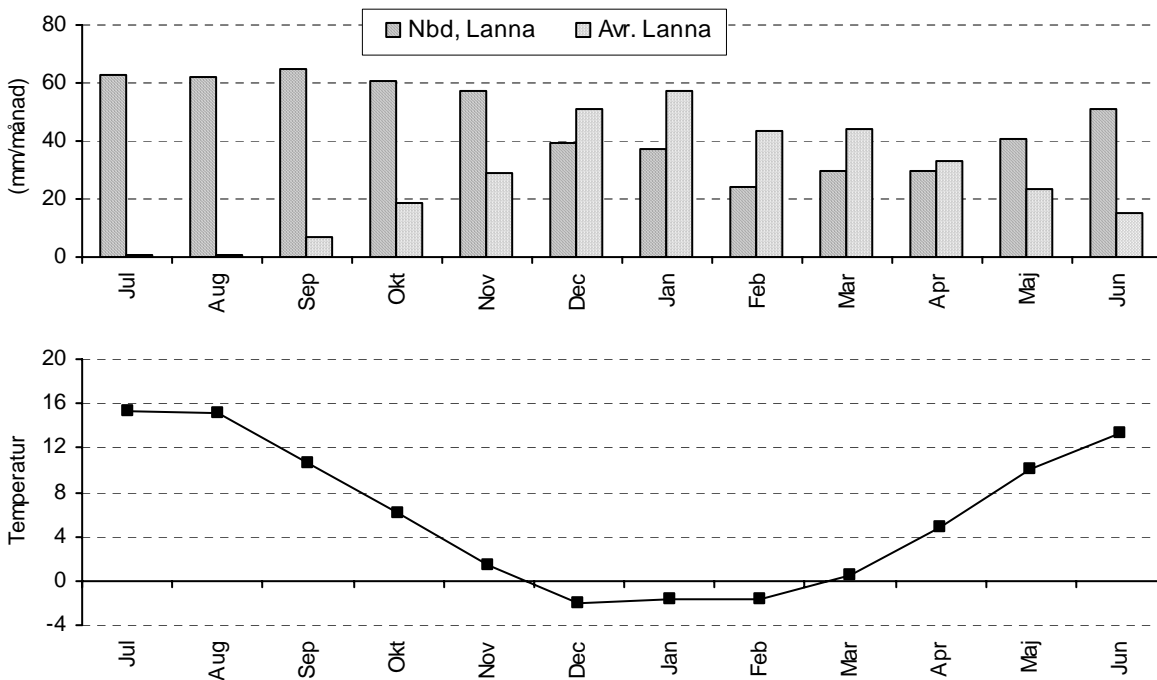
Kväveutlakningen var något större i leden med flytgödseltillförsel än i leden där endast handelsgödsel använts. I leden utan fånggröda men med flytgödseltillförsel (B och F) var utlakningen i medeltal 10 kg N/ha större än från motsvarande led med enbart handelsgödseltillförsel (A och E). I leden med fånggröda var skillnaden mellan leden med och utan flytgödseltillförsel något mindre (i medeltal 7 respektive 4 kg N/ha lägre i C och G jämfört med D och H). Mängden tillfört gödselkväve i mineralform i leden med och utan flytgödsel var mycket lika och skillnaden i kväveutlakning beror därför med största sannolikhet på leverans av kväve från gödselns organiska fraktion. Mängden mineralkväve ökade i marken under hösten i de led som tillförts flytgödsel.

Nedbrukning av fånggröda i november minskade utlakningen jämfört med tidig höstbearbetning, men detta var inte lika effektivt som nedplöjning under våren. Enligt kvävemineraliseringsberäkningarna skedde ökad nettomineralisering av kväve efter nedbrukning av fånggröda i november. Nettomineraliseringen under höst och vinter var minst i de vårplöjda leden, vilket ledde till minskad utlakning i dessa led. I de vårplöjda leden utan fånggröda var utlakningen under 1998/1999 och 1999/2000 år något större än i de höstplöjda leden med fånggröda men under 2000/2001 och 2001/2002 var den något mindre. Metoden att vårplöja verkade därmed vara ungefär lika effektiv som att använda fånggröda som plöjdes ned på hösten. I de vårplöjda leden E och F frodades emellertid ogräset, framförallt kvickrot, vilken under 2001/2002 närmast antog formen av en medelfrodig rajgräsfånggröda.

a)



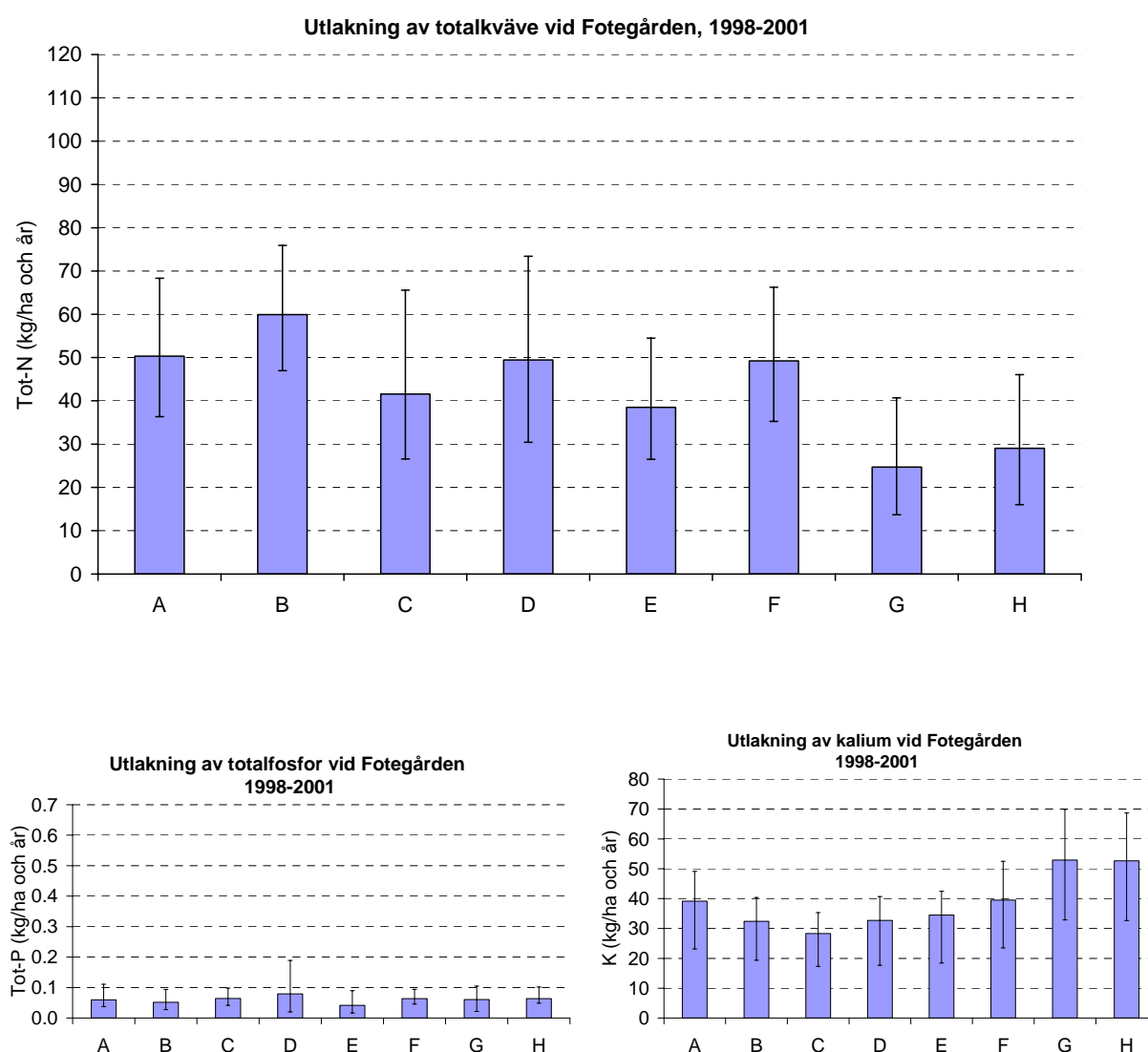
b)



Figur 13 a) Årlig nederbörd (Lanna) och avrinning (Lanna och Fotegården) samt månadsmedeltemperatur (Lanna) under 1993/94-2001/02. Lanna försöksstation är belägen ca 15 km från Fotegården. b). Normal inomårsfördelning för nederbörd, avrinning och lufttemperatur vid Lanna försöksstation (Medelvärden för perioden 1992-2002).

Tabell 15. Medeltal av årsmedelkoncentrationer av kväve, fosfor och kalium i dräneringsvattnet vid Fotegården. Årliga värden redovisas i bilaga 23-25

Fotegården	Tidig stubbearbett, Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Led	-	-	-	-	-	-	-	-
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+
<b>Medeltal 1998/99-2001/02</b>								
Tot-N (mg/l)	15	18	12	14	11	14	6,9	8,1
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	13	16	11	13	9,9	13	5,5	6,7
Tot-P (mg/l)	0,019	0,016	0,020	0,025	0,013	0,020	0,018	0,020
Kalium (mg/l)	11	8,7	7,6	8,7	9,2	10	14	14



Figur 14. Medeltal av årliga utläkningsförluster av a) Totalkväve b) Totalfosfor och c) Kalium vid Fotegården 1998/99-2001/02. I figurerna anges max- och minvärden.

### ***Fosforutlakning***

Utlakningen av fosfor vid Fotegården varierade mellan 0,02 och 0,2 kg tot-P/ha och år, figur 14. Ledmedelvärdena varierade mellan 0,04 och 0,08 kg tot-P/ha och år. Matjorden vid Fotegården är relativt fosforrik (P-AL 13 mg/100 g, tabell 2), men fosforutlakningen kan ändå betecknas som liten. Det fanns inga tydliga skillnader mellan leden som kan härröras till variation i jordens fosfortillstånd eller olika behandlingar. Fosforutlakningens storlek hängde mer samman med avrinningsmängderna, och var störst 2001/2002 då avrinningen var som störst.

### ***Kaliumutlakning***

Kaliumutlakningen varierade kraftigt mellan de olika försöksleden, och följde inte samma mönster som kväveutlakningen. Medeltalen för kaliumutlakningen under åren 1998/99-2001/02 låg mellan 22 och 40 kg K/ha och år. Störst var utlakningen i leden med fånggröda och vårbearbetning. Det är svårt att finna någon naturlig förklaring till dessa skillnader.

## **Sammanfattande jämförelse av resultaten vid Mellby och Fotegården**

### ***Åtgärder mot kväveutlakning i södra Halland och Västergötland***

De båda försöksplatserna har liknande jordartsförhållanden (mojord) men klimatmässigt skiljer de sig åt en del. Medelnederbörden är bland annat betydligt större i Halland än i Västergötland och vintrarna mildare. Responsen av olika odlingsåtgärders inverkan på kvävedynamik och kväveutlakning är emellertid mycket likartad i de bägge försöken. Senarelagd bearbetning och odling av fånggrödor verkar generellt fungera bra som redskap att minska kväveutlakningen på denna typ av jord.

### ***Utlakningens omfattning under åren 1998-2002***

Under perioden 1998-2002 har månadsmedeltemperaturen vid Mellby endast legat under 0°C vid enstaka tillfällen. Även vid Fotegården har vintrarna varit ganska milda men med månadsmedeltemperaturer under 0°C under ett par, tre månader varje år. Avrinningen har varit tämligen likartad under 1998/99-2001/02, i medeltal 380 mm/år vid Mellby och 350 mm vid Fotegården (egentligen Lanna, se Material och Metoder). Avrinningens storlek har stor inverkan på utlakningsförlusterna och kväveutlakningen var därför ganska likartad på de båda platserna. Efter stråsäd var den årliga kväveutlakningen i medeltal 44 kg tot-N/ha vid Fotegården och 53 kg vid Mellby, jämfört med från mark som bearbetats tidigt på hösten och som endast tillfördes handelsgödsel. Vid Fotegården uppstod betydligt större utlakning efter potatis under 2000. Potatisen hade ett stort skördeutbyte av tillfört gödselkväve men mängden mineralkväve i marken var stor under hösten vilket ledde till ökad utlakning (63 kg N/ha i led med handelsgödsel). I leden med flytgödseltillförsel vid Mellby och Fotegården var utlakningen av kväve något större än från motsvarande led utan flytgödseltillförsel. Effekten av insädd fånggröda var god på bägge försöksplatserna, figur 15.

När det gällde utlakning av fosfor var skillnaderna stora mellan Mellby och Fotegården. Vid Fotegården låg alla ledmedelvärden ganska jämnt och under 0,1 kg tot-P/ha och år. Vid Mellby varierade fosforutlakningen kraftigt mellan leden med den enda förklaringen att det beror på variation i rutornas inneboende egenskaper att fastlägga fosfor. Ledmedelvärdena varierade mellan 0,15 och 0,45 kg tot-P/ha och år. Marken är mer fosforrik vid Mellby än vid Fotegården (P-AL: 24-36 mg/100g jämfört med 12-15 mg/100g). Fosforbalans beräknades för Fotegården och den var positiv för alla led (12-19 kg P/ha och år), tabell 16. Utlakningen av fosfor hade en mycket liten betydelse för den totala balansen.

Kaliumutlakningen vid Fotegården varierade i medeltal mellan 20 och 40 kg K/ha. Balansen mellan kalium tillfört med gödsel och kalium bortfört med skörd och genom utlakning beräknades för två år. Balansen under dess två år var kring noll eller svagt positiv, vilket också rapporterades av Lindén et al. (1999), tabell 16. Kaliumtillståndet i marken vid Fotegården har ändå försämrats något under den försökets gång (tabell 2). Också vid Mellby skedde en omfattande utlakning av kalium i medeltal mellan 35 och 50 kg K/ha och år.

### ***Sammanfattning:***

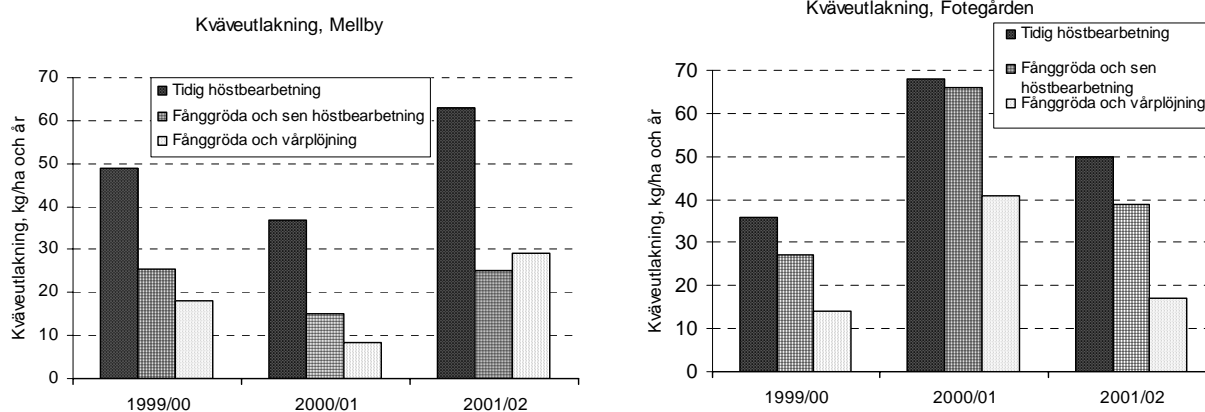
Det var inga dramatiska skillnader i kväveutlakning mellan södra Halland och Västergötland, vilket bl a berodde på att avrinningsförhållandena var likartade under perioden 1998/99-2001/02. Utlakningen efter handelsgödselad stråsäd där bearbetning skett i september var i Västergötland i medeltal 44 kg tot-N/ha och år och i södra Halland 53 kg tot-N/ha. Efter potatisodling i Västergötland ökade utlakningen med ca 20 kg tot-n/ha trots bra gödselkväveutnyttjande i potatisen.



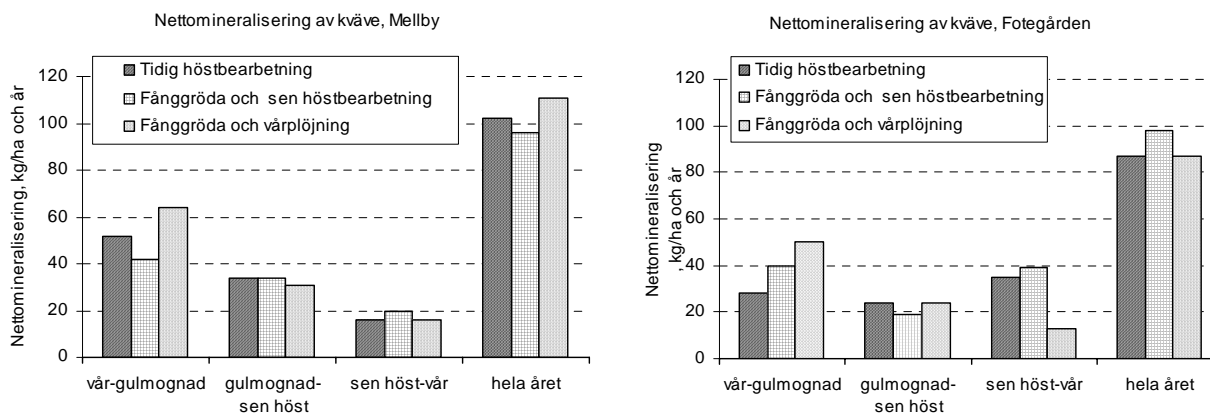
### Fånggrödans och bearbetningens inverkan på nettomineralisering och kväveutlakning

Enligt beräkningarna av nettomineraliseringen av kväve var den vid Mellby ca 100 kg N/ha och år i led C med tidig höstbearbetning. Vid Fotegården var den något mindre, ca 90 kg i led A med motsvarande behandling. Vid Mellby skedde ungefär 50% av årsmineraliseringen under perioden vår till gulmognad (dvs under grödans kväveupptagningsperiod) ganska oberoende av ledens olika behandlingar. Vid Fotegården var variationen större mellan leden. I leden med bearbetning tidigt eller sent på hösten skedde 30-40% av årsmineraliseringen under perioden vår till gulmognad medan motsvarande siffra för vårplöjda led var 50%.

Efter nedbrukning av fånggröda på våren ökade kvävemineraliseringen vid båda försöksplatserna och kvävetillgången för grödan ökade trots att markens innehåll av mineralkväve varit litet på våren då fånggrödan vuxit under vintern. Under tidigare år i försöken har just de små mängderna mineralkväve i marken på våren där fånggröda vuxit varit förklaringen till de lägre skördarna i fånggrödeleden som ibland uppstått. I leden med handelsgödseltillförsel och fånggröda (eng. rajgräs) som plöjdes ned på våren var utakningen vid Mellby 40% och vid Fotegården 50% av den i led med tidig höstbearbetning. Fånggrödan fungerade lika bra i led med normal giva flytgödsel, men vid stora mängder flytgödsel vid Mellby kunde inte fånggrödan ta upp tillräckligt mycket kväve för att dämpa utlakningen lika bra. Fånggrödans kväveinnehåll för nedbrukning har under försökens gång ofta varit större vid Mellby än vid Fotegården, ca 20 kg N/ha i ovanjordiska växtdelar jämfört med ca 13 kg N/ha vid Fotegården. Det finns säkert flera orsaker till att fånggrödan ofta växer bättre under hösten vid Mellby. En är den att det vid Mellby ofta finns större mängder tillgängligt kväve i marken under hösten. Under hösten 2002 visade fånggrödan vid Fotegården en mycket kraftig tillväxt och innehöll på senhösten 25 kg N/ha i ovanjordiska växtdelar. Denna höst var mängden mineralkväve i marken större än vanligt i leden utan fånggröda.



Figur 15 Jämförelse av kväveutlakning vid Mellby och Fotegården vid olika nedbrukningstidpunkter för fånggröda. Under hösten 2000 odlades råg som fånggröda efter potatis vid Fotegården och den växte dåligt. Hösten 2001 avdöddades fånggrödani alla led vid Mellby med Round-up i oktober.

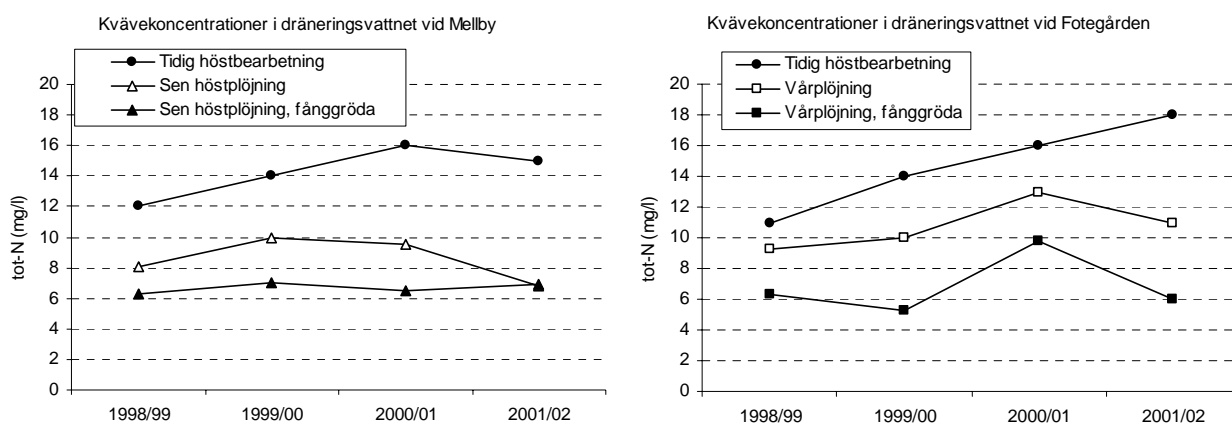


Figur 16. Beräknad nettomineralisering av kväve vid Mellby och Fotegården under perioden 1998-2002

Nedbrukning av fånggröda på hösten har både vid Mellby och Fotegården fungerat sämre när det gäller kväveutlakningen. Mineraliseringsberäkningarna visade att det efter nedbrukning i november skedde en ganska omgående nettomineralisering av kväve (perioden sen höst till vår) både vid Mellby och Fotegården,

figur 16. Vid Fotegården konstaterades att nedbrukning av fånggröda på hösten ändå bidrog till något förbättrad kvävetillförsel till den efterföljande grödan, men det kunde inte konstateras vid Mellby. Sett i ett utlakningsperspektiv är därför nedbrukning av fånggröda på våren att föredra framför höstnedbrukning. Med tanke på kväveförsörjningen av den efterföljande grödan medför nedbrukning av fånggröda ingen negativ effekt vare sig vid höst- eller vårnedbrukning, snarare positiv. Vid Mellby var utlakningen i led med fånggröda som plöjdes ned på hösten 50% och vid Fotegården drygt 70% (åren med rajgräs som fånggröda) av den i led med tidig höstbearbetning.

Hur stor del av den minskade kväveutlakningen beror då på själva fånggrödan, och hur stor del beror på att bearbetningen senareläggs till sen höst eller vår. Vid Fotegården jämförs vårplöjning med och utan fånggröda, och vid Mellby jämförs se höstplöjning på samma vis. I figur 17 visas årsmedelkoncentrationerna i dessa försöksled. Vid vårplöjning vid Fotegården kan ser det ut som om själva vårplöjningen står för hälften av minskningen och fånggrödan för hälften. Det stämmer väl med tidigare uppskattningar som gjorts av bearbetningen och fånggrödans effekt på utlakningen vid Mellby (Aronsson, 2000). Vid sen höstplöjning vid Mellby ser det på kvävekoncentrationerna i dräneringsvattnet ut som om bearbetningen står för den största delen i utlakningsminskningen, närmare 70% och fånggrödan för en något mindre del, ca 30%. Emellertid var tillväxten av ogräs stor i ledet utan fånggröda och bildade särskilt hösten 2001 lika tät vegetation som i fånggrödeledet.



Figur 17. Årsmedelkoncentrationer av kväve i dräneringsvattnet vid Mellby och Fotegården som jämförelse av bearbetningens och fånggrödans inverkan på kväveutlakningen.

### Sammanfattning:

Senarelagd bearbetning från tidig höst till sen höst eller vår minskade utlakningen betydligt, i kombination med insådd fånggröda minskade den ytterligare. Vid vårplöjning medförde fånggrödan en utlakning som vid Mellby motsvarade 40% och vid Fotegården 50% av den i led med tidig höstbearbetning.

Nedbrukning av fånggröda ledde till ökad nettomineralisering av kväve. Vid nedbrukningen på hösten skedde mineralisering redan under vintern vilket ledde till sämre effekt på utlakningen. När fånggrödan plöjdes på hösten var utlakningen vid Mellby motsvarande 50% och vid Fotegården drygt 70% av den i led med tidig höstbearbetning. Kväveförsörjningen av den efterföljande grödan var god och nedbrukningstidpunkten för fånggrödan hade ingen avgörande betydelse.

### Flytgödselns inverkan på nettomineralisering och utlakning

Led med flytgödseltillförsel fick vid Fotegården lika stora givor mineraliskt kväve som leden med endast handelsgödseltillförsel. Trots det var utlakningen 5-10 kg tot-N/ha och år större i leden med flytgödsel. Enligt mineraliseringsberäkningarna var nettomineraliseringen av kväve ungefär 10 kg N/ha och år större i de flytgödselade leden, men den skedde inte bara under växtsäsongen och bidrog inte till ökade skördar i leden med flytgödsel.

Vid Mellby var kväveutlakningen några kg N/ha större i leden med normala flytgödselgivor (medelgiva 125 kg NH<sub>4</sub>-N/ha) jämfört med motsvarande led med endast handelsgödseltillförsel (96 kg N/ha). I leden med stora flytgödselgivor (200 kg NH<sub>4</sub>-N/ha) och utan fånggröda ökade utlakningen mycket kraftigt. Insådd fånggröda lyckade dämpa utlakningen vid stora givor, och växte vissa år mycket bra under hösten, men utlakningen var ändå stor. Flytgödselspridning på fånggröda på hösten fungerade ganska bra ur

utlakningssynpunkt vid normal giva (125 kg NH<sub>4</sub>-N/ha), men 35-50% av kvävet förlorades genom ammoniakavgång under det första dygnet efter spridning. Nettomineraliseringen av kväve var enligt beräkningarna i de flesta fall större i leden med flytgödsel jämfört med motsvarande led med endast handelsgödseltillförsel. Detta i kombination med större giva växttillgängligt kväve ledde till större skördar leden med normala flytgödselgivor vid Mellby. Störst var kvävemineraliseringen i led med flytgödseltillförsel och fånggröda. Det visade tydligt att fånggrödan bidrog till att spara kväve undan utlakning för att sedan bidra till ökad mineralisering efter nedbrukning, varav en del blev tillgängligt för den efterföljande grödan.

#### Sammanfattning:

Flytgödseltillförsel bidrog till att kväveutlakningen ökade med 5-10 kg tot-N/ha och år vid de bägge försöksplatserna. Det berodde delvis på en ökad nettomineralisering av kväve, men vid Mellby också på att tillförseln av mineraliskt kväve var större i flytgödselleden. Stora givor flytgödsel vid Mellby ledde till ökad utlakning av kväve även vid närvaro av fånggröda. Flytgödselspridning på fånggröda på hösten fungerade bra ur utlakningssynpunkt vid Mellby, men förlusterna av kväve genom ammoniakavgång blev stora (30-50% av ammoniumkvävet i gödseln). Kvävemineraliseringen var stor i leden med flytgödselspridning och odling av fånggröda. En del av det kväve fånggrödan hindrade från att utlakas när stora mängder flytgödsel tillfördes återkom i mineralform efter nedbrukning av fånggrödan. En del bidrog till uppbyggnad av markens kväveförråd.

#### **Långsiktig utveckling av markens kväveinnehåll**

Kvävebalanser är en metod att uppskatta förändringar av markens kväveförråd. Kvävebalanser för ett medelår vid Fotegården och Mellby under perioden 1998-2002 visas i tabell 16 och 17. Tillförsel av kväve med handelsgödsel och flytgödsel (total-N) jämförs med bortförsel genom skörd och utlakning. Inga uppskattningar av deposition eller gasformiga förluster genom denitrifikation har lagts in. Däremot har förluster genom ammoniakavgång uppskattats med hjälp av mätningar som utförts i detta och andra försök vid Mellby. Balansernas exakta resultat bör man inte lägga så stor vikt vid, men de visar ändå relativa skillnader i trender mellan leden i grova drag.

Kvävebalanserna är ganska lika för Mellby och Fotegården. Bearbetning av marken tidigt på hösten resulterade i negativ kvävebalans på några tiotal kg N/ha och år. Vid senarelagd bearbetning till sen höst eller vår förbättrades balansen med 10-20 kg N/ha, vilket berodde på att utlakningsförlusterna var mindre. Odling av fånggröda och flytgödseltillförsel förbättrade balansen ytterligare och verkade i flera led, särskilt vid Mellby, att resultera i en uppbyggnad av markens kväveinnehåll. Detta stämmer väl överens med tidigare studier (Hessel Tjell et al., 1999, Aronsson, 2000) och med analyser av markens kväveinnehåll, tabell 1. Mellan led A (ogödsel utan fånggröda) och led G med flytgödseltillförsel är skillnaden i kvävebalans ca 60 kg N/ha. Med årens lopp bör detta resultera i synbara förändringar av markens kvävelevererande förmåga. Led A, C och G har funnits med sedan försökets anläggning 1983 och i figur 18 visas relativa skillnader i skörd, kvävekonzentrationer i dräneringsvattnet och gödsling under åren. Led C (endast handelsgödsel) och G (flytgödsel) låg under hela perioden tämligen lika när det gäller både skördar och koncentrationer av kväve i dräneringsvattnet. I led A (ogödsel) har kvävekonzentrationerna i det avrinnande vattnet blivit lägre jämfört med C och G under åren. Vid de mätningar som gjordes 1995 av markens totalkväveinnehåll kunde inga tydliga skillnader mellan leden detekteras. Alla tre leden visade tendenser till ökade kvävehalter i marken. Det beror förmodligen på att markens totala innehåll av kväve är mycket stort (ca 8000 kg/ha) i förhållande till den årliga förändring som sker i de olika leden. I andra försöksled vid Mellby syns inte några tendenser till förändring av skördenivå eller vattenkvalitet med tiden sedan de infördes 1993 (visas ej). Vid Fotegården märks heller inga trender för skördar och dräneringsvattnets koncentrationer som kan härröras till markens kvävebalans (visas ej).

Tabell 16. Kvävebalans vid Mellby under åren 1998/99-2001/02. Tillförsel av kväve med flytgödsel räknas som totalkväve. Ammoniakavgången i led E, G och H grundar sig på mätningar och i led F, I och J på uppskattningar

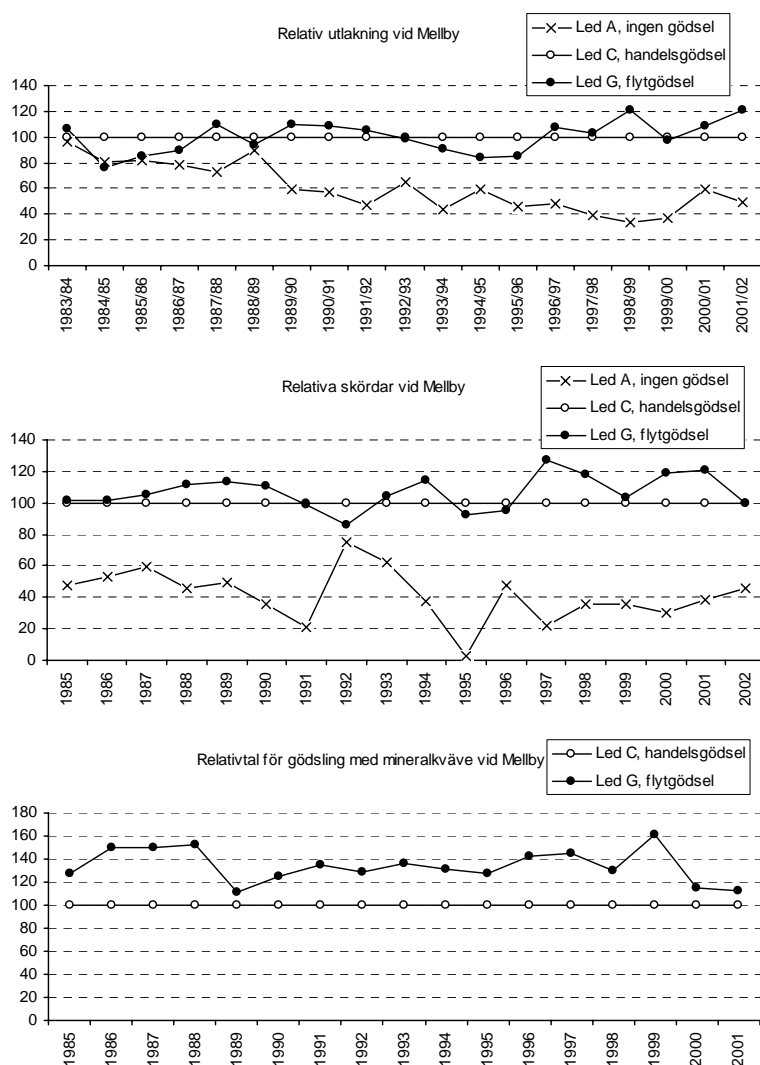
Mellby	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Flytgödsel												
Spridningstid												
Mängd	-	-	-	-								
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1N
Fånggröda	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst
<b>Tillfört</b>												
Handelsgödsel	0	0	96	96	48	48	48	48	48	48	90	90
Flytgödsel	0	0	0	0	95	170	114	114	237	237	0	0
<b>Bortfört</b>												
Skörd	29	37	75	86	82	100	92	94	124	125	72	77
Utlakning	23	11	53	21	38	79	60	24	94	68	27	22
NH <sub>3</sub> -avgång	-	-	-	-	18	25	3	3	6	6	-	-
<b>Balans</b>	<b>-52</b>	<b>-48</b>	<b>-32</b>	<b>-11</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>41</b>	<b>60</b>	<b>85</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>

Tabell 17. Kväve-, fosfor- och kaliumbalans vid Fotegården. Kvävebalans för åren 1998/99-2001/02. Tillförsel av kväve med flytgödsel räknas som totalkväve. Fosforbalans för 1998/99, 2000/01 och 2001/02. Kaliumbalans för 2000/01 och 2001/02

Fotegården	Tidig stubbearbetn, Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
Led	A	B	C	D	E	F	G	H
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+
<b>Kvävebalans</b>								
<b>Tillfört</b>								
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel	0	67	0	67	0	67	0	67
<b>Bortfört</b>								
Skörd	65	66	74	73	65	71	71	67
Utlakning	50	60	42	48	38	49	25	29
<b>Balans</b>	<b>-25</b>	<b>-14</b>	<b>-25</b>	<b>-10</b>	<b>-13</b>	<b>-8</b>	<b>-6</b>	<b>16</b>
<b>Fosforbalans</b>								
<b>Tillfört</b>								
Handelsgödsel	33	9	33	9	33	9	33	9
Flytgödsel	0	16	0	16	0	16	0	16
<b>Bortfört</b>								
Skörd	14	14	15	13	13	14	14	14
Utlakning	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Balans</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>12</b>
<b>Kaliumbalans</b>								
<b>Tillfört</b>								
Handelsgödsel	126	85	126	85	126	85	126	85
Flytgödsel	0	27	0	27	0	27	0	27
<b>Bortfört</b>								
Skörd	84	80	91	66	84	72	71	65
Utlakning	41	32	29	33	34	36	48	48
<b>Balans</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>-1</b>

### Sammanfattning:

Det sker enligt kvävebalanserna en långsam förändring av markens kväveinnehåll både vid Mellby och Fotegården. I led där kväve sparas undan kväveutlakning med hjälp av fånggröda och senarelagd bearbetning sker i förhållande till led utan fånggröda och tidig höstbearbetning en uppbyggnad av kväve. I led med flytgödseltillförsel ökar också markens kväveinnehåll jämfört med i mark där endast handelsgödsel tillförs. Ännu syns inga långsiktiga effekter av dessa skillnader på skörde- eller utlakningsnivåer. Odling av fånggröda och flytgödsel bidrar däremot till ökad mineralisering i marken som en kortsiktig effekt i under året och åren närmast efter nedbrukning, vilket också visats vid andra studier vid Mellby, se t ex Aronsson (2000) och Fotegården (Lindén et al., 1999).



Figur 18. Relativa skillnader beträffande kväveutlakning, skörd och kvävegödsling (led C med handelsgödseltillförsel = 100) mellan tre led vid Mellby som funnits med sedan 1984.

### REFERENSLISTA

Alfa-Laval. 1991. Kvävemätare för gödsel. Alfa-Laval Agri Scandinavia AB, Box 617, 151 27 Södertälje.

Aronsson, H. 2000. Nitrogen Turnover and Leaching in Cropping Systems with Ryegrass Catch Crops. Doktorsavhandling. *Agraria 214*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Aronsson, H. & Torstensson, G. 1998. Measured and simulated availability and leaching of nitrogen associated with frequent use of catch crops. *Soil Use and Management 14*, 6-13.

- Bremner, J.M. & Keeney, D.R. 1966. Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: 3. Exchangeable ammonium, nitrate and nitrite by extraction-distillation methods. *Soil Science Society of America Proceedings* 30, 577-582.
- Grasshoff, K. 1964. Determination of nitrate in sea and drinking water (in German). *Kieler Meeresforsch* 20, 5-11.
- European Committee for Standardization. 1996. Water Quality. Determination of phosphorus. Ammonium-molybdate spectrometric method. European standard EN 1189. European committee of Standardization, Brussels.
- 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.
- Hessel Tjell, K., Aronsson, H., Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B., Stenberg, M. och Rydberg, T. 1999. Mineralkvävedynamik och växtnäringssläckning i handels- och stallgödslade odlingssystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmjord i södra Halland, perioden 1990-1998. *Ekohydrologi* 50. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Jansson, S.L. 1966. Vart tar gödselkvävet vägen? *Växtnäringsnytt* 22, 3:1-9.
- Jordbruksstatistisk årsbok 1999. Statistiska centralbyrån, 701 89 Örebro.  
 Jordbruksstatistisk årsbok 2000. . Statistiska centralbyrån, 701 89 Örebro  
 Jordbruksstatistisk årsbok 2001. . Statistiska centralbyrån, 701 89 Örebro  
 Jordbruksstatistisk årsbok 2002. . Statistiska centralbyrån, 701 89 Örebro
- Kirsten, W.J. & Hesselius, G.U. 1983. Rapid automatic, high capacity dumas determination of nitrogen. *Microchemistry journal* 28, 529-547.
- Lewan, E. 1994. Effects of a catch crop on leaching of nitrogen from a sandy soil: Simulations and measurements. *Plant and Soil* 166, 137-152.
- Lindén, B. 1977 Utrustning för jordprovtagning i åkermark. *Rapport 112*. Avdelningen för växtnäringsslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, 1979. Alvprovtagning med "Ultunaborren" – för markkartering och framtida N-prognoser. *Rapport 120*. Avdelningen för växtnäringsslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B., Gustafson, A., Torstensson, G. & Ekre, E. 1993. Mineralkvävedynamik och växtnäringssläckning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlingssystem med och utan insädd fånggröda. *Ekohydrologi nr 30*, Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M. och Rydberg, T. 1999. Kvävemineralisering under olika årstider och utlakning på en mjord i Västergötland. *Ekohydrologi* 51, Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G., Gustafsson, A., Lindén, B. och Skyggesson, G. 1992. Mineralkvävedynamik och växtnäringssläckning på en grovmjord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland. *Ekohydrologi nr 28*, Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G. & Ekre, E. 2003. *Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem. Ekohydrologi 71, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.*
- Torstensson, G. & Aronsson, H. 2000. Nitrogen leaching and crop availability in manured catch crop systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56(2): 139-152.
- Wagner, R. 1974. A new method for automated nitrate determination in sea water using the AutoAnalyzer (in German). Technicon Symposium, Frankfurt am Main.

*Bilaga 1. Tillförda givor av kväve, fosfor och kalium (kg/ha) med handelsgödsel respektive svinflytgödsel vid Mellby*

Mellby	Odlingsår:	1998	1999	2000	2001	2002	Medeltal
	Gröda:	Havre	Vårvede	Vårkorn	Havre	Potatis	
<b>Kväve i flytgödsel</b>							
Led E	Total-N	124	97	63	121	95	<b>100</b>
	NH <sub>4</sub> -N	88	73	55	94	63	<b>75</b>
Led F	Total-N	248	194	125	242	190	<b>200</b>
	NH <sub>4</sub> -N	176	146	110	188	125	<b>149</b>
Led G och H	Total-N	104	180	91	81	80	<b>107</b>
	NH <sub>4</sub> -N	75	120	60	56	61	<b>74</b>
Led I och J	Total-N	204	358	175	161	159	<b>211</b>
	NH <sub>4</sub> -N	146	240	115	113	121	<b>147</b>
<b>Fosfor i flytgödsel</b>							
Led E		28	21	18	21	21	<b>22</b>
Led F		56	41	36	41	42	<b>43</b>
Led G och H		27	50	21	19	13	<b>26</b>
Led I och J		54	100	41	39	26	<b>52</b>
<b>Kalium i flytgödsel</b>							
Led E		56	65	73	50	48	<b>58</b>
Led F		112	130	145	101	95	<b>117</b>
Led G och H		53	77	81	48	39	<b>60</b>
Led I och J		104	154	155	95	77	<b>117</b>
<b>Kväve i handelsgödsel</b>							
Led A och B		0	0	0	0	0	<b>0</b>
Led C, D, K och L		95	108	90	90	110	<b>99</b>
Led E-J		48	54	43	45	55	<b>49</b>
<b>Fosfor i handelsgödsel</b>							
Led A och B		19	20	20	18	50	<b>25</b>
Led C, D, K och L		19	20	20	18	50	<b>25</b>
Led E-J		0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Kalium i handelsgödsel</b>							
Led A och B		66	70	70	63	180	<b>90</b>
Led C, D, K och L		66	70	70	63	180	<b>90</b>
Led E-J		0	0	0	0	0	<b>0</b>

*Bilaga 2. Analysresultat av flytgödseln vid höst- respektive vårspridning vid Mellby*

Mellby	ts-halt	Total-N	NH <sub>4</sub> -N	Org-N	Total-P	K	Total-C
	%	kg/ton	kg/ton		kg/ton	kg/ton	% av ts
<b>Höstspridd flytgödsel, led E, F</b>							
1998-10-15	3,1	3,1	2,2	0,9	0,7	1,4	46
1999-09-16	-	3,6	2,7	0,9	0,76	2,4	40
2000-09-11	-	2,5	2,2	0,3	0,72	2,9	38
2001-09-19	-	4,7	3,6	1,1	0,79	1,9	14
2002-09-11	-	3,8	2,5	1,3	0,83	1,9	20
<b>Medeltal</b>	-	<b>3,5</b>	<b>2,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,76</b>	<b>2,1</b>	<b>32</b>
<b>Vårspridd flytgödsel, led G, H, I, J</b>							
1998-04-20	7,2	5,3	3,9	1,4	1,3	2,7	43
1999-04-13	9,1	6,5	4,3	2,2	1,8	2,7	43
2000-04-19	-	3,5	2,3	1,2	0,82	3,1	39
2001-04-17	-	4,2	3,0	1,2	1,0	2,5	15
2002-04-10	-	5,3	4,0	1,3	0,87	2,57	16
<b>Medeltal</b>	-	<b>5,0</b>	<b>3,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>2,7</b>	<b>31</b>

*Bilaga 3. Tillförda givror av kväve, fosfor och kalium (kg/ha) med handelsgödsel respektive svinflytgödsel vid Fotegården*

<b>Fotegården</b>	Odlingsår: Gröda:	1998 Vårkorn	1999 Havre	2000 Potatis	2001 Vårkorn	2002 Havre	<b>Medeltal</b>
<b>Kväve i flytgödsel</b>							
Led B, D, F, H	Total-N	74	75	57	61	80	<b>69</b>
	NH <sub>4</sub> -N	49	42	35	46	54	<b>45</b>
<b>Fosfor i flytgödsel</b>							
Led B, D, F, H		21	29	18	10	16	<b>19</b>
<b>Kalium i flytgödsel</b>							
Led B, D, F, H		22	32	20	34	30	<b>28</b>
<b>Kväve i handelsgödsel</b>							
Led A, C, E, G		90	90	90	90	90	<b>90</b>
Led B, D, F, H		45	45	45	45	45	<b>45</b>
<b>Fosfor i handelsgödsel</b>							
Led A, C, E, G		22	20	56	20	20	<b>28</b>
Led B, D, F, H		0	0	28	0	0	<b>6</b>
<b>Kalium i handelsgödsel</b>							
Led A, C, E, G		42	38	213	38	38	<b>74</b>
Led B, D, F, H		0	0	169	0	0	<b>34</b>

*Bilaga 4. Analysresultat av flytgödseln vid höst- respektive vårspridning vid Fotegården*

<b>Fotegården</b>	ts-halt %	Total-N kg/ton	NH <sub>4</sub> -N kg/ton	Org-N	Total-P kg/ton	K kg/ton	Total-C % av ts
1998-05-08	6,6	5,3	3,6	1,7	1,5	1,6	46
1999-04-28	10	5,0	2,8	2,2	1,9	2,1	48
2000-05-10	7,5	3,8	2,3	1,5	1,2	1,3	43
2001-05-31	3,2	3,8	2,9	0,9	0,63	2,1	40
2002-05-02	7,1	5,5	3,7	1,8	1,1	2,1	31
<b>Medeltal</b>	<b>6,9</b>	<b>4,7</b>	<b>3,1</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,8</b>	<b>42</b>



Bilaga 5. Halter (% av ts) av kväve, fosfor och kalium i skördeprodukterna vid Mellby

Mellby	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Flytgödsel													
Spridningstid					Tidig höst		Vår						
Mängd	-	-	-	-	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-	
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1N	
Fånggröda	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x	
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst	
<b>Kvävehalter (% av ts) i skördad kärna och halm samt kol-kvävekvot i halm</b>													
1998	<b>Havre</b>												
	Kärna, %N	1,24	1,18	1,36	1,32	1,32	1,39	1,49	1,45	1,74	1,64	-	-
	Halm, %N	0,49	0,45	0,42	0,52	0,6	0,64	0,48	0,59	0,7	0,83	-	-
	Halm, C/N	90	98	108	86	75	70	94	77	64	54	-	-
1999	<b>Vårve*</b>												
	Kärna, %N*	1,33	1,34	1,65	1,74	1,47	1,74	1,66	1,65	2,57	2,49	-	-
	Halm, %N	0,42	0,33	0,29	0,38	0,38	0,37	0,27	0,33	0,58	0,62	0,37	0,36
	Halm, C/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	<b>Vårkorn</b>												
	Kärna, %N	1,29	1,31	1,35	1,44	1,52	1,69	1,48	1,62	2,08	2,09	1,48	1,33
	Halm, %N	0,82	0,59	0,36	0,49	0,64	0,62	0,39	0,52	0,92	0,93	0,51	0,46
	Halm, C/N	56	76	128	91	72	72	117	87	48	49	86	99
2001	<b>Havre</b>												
	Kärna, %N	1,34	1,17	1,37	1,28	1,72	1,75	1,55	1,40	1,75	2,03	1,52	1,41
	Halm, %N	0,73	0,32	0,33	0,44	0,59	0,70	0,33	0,42	0,59	0,88	0,54	0,41
	Halm, C/N	62	142	140	103	77	64	138	108	77	53	91	112
2002	<b>Potatis</b>												
	Knölar, %N	0,69	0,70	1,13	1,02	0,95	1,05	1,04	1,08	1,47	1,32	1,13	0,97
<b>Fosforhalter (% av ts) i skördad kärna och halm</b>													
1998	<b>Havre</b>												
	Kärna, %P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Halm, %P	0,26	0,28	0,18	0,21	0,21	0,24	0,20	0,19	0,27	0,28	-	-
1999	<b>Vårve</b>												
	Kärna, %P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Halm, %P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	<b>Vårkorn</b>												
	Kärna, %P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Halm, %P	0,20	0,24	0,06	0,10	0,13	0,17	0,07	0,11	0,16	0,17	0,08	0,09
2001	<b>Havre</b>												
	Kärna, %P	0,34	0,35	0,34	0,34	0,39	0,40	0,39	0,37	0,41	0,43	0,37	0,35
	Halm, %P	0,18	0,19	0,10	0,15	0,16	0,18	0,14	0,15	0,17	0,20	0,13	0,12
2002	<b>Potatis</b>												
	Knölar, %P	0,25	0,24	0,17	0,21	0,24	0,27	0,19	0,19	0,20	0,28	0,25	0,22
<b>Kaliumhalter (% av ts) i skördad kärna och halm</b>													
1998	<b>Havre</b>												
	Kärna, %K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Halm, %K	1,85	1,85	1,29	1,49	1,62	1,70	1,38	1,24	1,45	1,76	-	-
1999	<b>Vårve</b>												
	Kärna, %K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Halm, %K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	<b>Vårkorn</b>												
	Kärna, %K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Halm, %K	1,31	1,30	0,97	1,26	1,36	1,49	1,16	1,25	2,06	1,72	1,18	1,29
2001	<b>Havre</b>												
	Kärna, %K	0,44	0,44	0,42	0,44	0,46	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,45	0,45
	Halm, %K	1,42	1,31	1,08	1,28	1,24	1,37	1,26	1,35	1,17	1,37	1,18	1,24
2002	<b>Potatis</b>												
	Knölar, %K	2,20	2,13	1,80	1,92	2,07	2,07	1,84	1,94	1,92	2,10	2,11	1,97

\*) Kvävehalter i klippt gröda vid gulmognad (% av lufttorr prov)

Bilaga 6. Kväve (kg N/ha) bortfört med skördeprodukter vid Mellby

Mellby	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Flytgödsel												
Spridningstid					Tidig höst		Vår					
Mängd	-	-	-	-	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1N
Fånggröda	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst
<b>Kväve bortfört med kärna, halm och knölar, kg N/ha</b>												
1998 <b>Havre</b>												
Kärna	20	41	62	66	53	65	80	68	76	81	-	-
Halm	3,3	6,2	9,0	18	16	24	13	17	19	26	-	-
<b>Summa</b>	<b>23</b>	<b>47</b>	<b>71</b>	<b>84</b>	<b>69</b>	<b>89</b>	<b>93</b>	<b>85</b>	<b>95</b>	<b>107</b>	-	-
1999 <b>Vårvete</b>												
Kärna	24	36	84	85	68	97	87	89	133	122	-	-
Halm	7	6,8	13	14	13	17	9	17	27	30	-	-
<b>Summa</b>	<b>31</b>	<b>43</b>	<b>97</b>	<b>99</b>	<b>81</b>	<b>114</b>	<b>96</b>	<b>106</b>	<b>160</b>	<b>152</b>	-	-
2000 <b>Vårkorn</b>												
Kärna	17	25	57	68	62	80	73	82	101	98	58	63
Halm	5,1	2,9	3,6	13	15	13	4,8	12	22	23	12	10
<b>Summa</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>61</b>	<b>81</b>	<b>77</b>	<b>93</b>	<b>78</b>	<b>94</b>	<b>123</b>	<b>121</b>	<b>70</b>	<b>73</b>
2001 <b>Havre</b>												
Kärna	32	28	65	63	76	75	89	73	89	88	55	66
Halm	8,9	3,1	7,4	15	23	27	9,9	16	28	31	18	14
<b>Summa</b>	<b>41</b>	<b>31</b>	<b>72</b>	<b>78</b>	<b>99</b>	<b>102</b>	<b>99</b>	<b>89</b>	<b>117</b>	<b>119</b>	<b>73</b>	<b>80</b>
2002 <b>Potatis</b>												
Knölar	26	42	96	93	71	89	84	91	119	113	90	76
<b>Kväveutbyte av tillfört mineralkväve med handels- och flytgödsel</b>												
1998 Havre	-	-	0,75	0,88	0,51	0,40	0,76	0,69	0,48	0,55		
1999 Vårvete	-	-	0,90	0,92	0,64	0,57	0,55	0,61	0,54	0,52		
2000 Vårkorn	-	-	0,68	0,90	0,79	0,61	0,76	0,91	0,78	0,77	0,78	0,81
2001 Havre	-	-	0,80	0,87	0,71	0,44	0,98	0,88	0,74	0,75	0,81	0,89
2002 Potatis	-	-	0,87	0,85	0,60	0,49	0,72	0,78	0,68	0,64	0,82	0,69
<b>Medel</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,80</b>	<b>0,88</b>	<b>0,65</b>	<b>0,50</b>	<b>0,75</b>	<b>0,78</b>	<b>0,64</b>	<b>0,64</b>	<b>0,80</b>	<b>0,80</b>

Bilaga 7. Stråsådesgrödornas kväveinnehåll i ON-parceller (kg N/ha) vid gulmognad som mått på tillgången till utnyttjbar jordkväve. I grödornas kväveinnehåll ingår beräknad kvävemängd i rötterna.

Mellby	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Flytgödsel												
Spridningstid					Tidig höst		Vår					
Mängd	-	-	-	-	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1N
Fånggröda	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst
1998 Havre	39	53	58	55	60	88	62	77	67	90		
1999 Vårvete	43	57	48	71	71	120	60	91	63	108		
2000 Vårkorn	24	30	46	34	88	108	40	53	48	48	35	36
2001 Havre	44	44	37	48	104	108	61	59	56	73	45	47
<b>Medeltal</b>	<b>38</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>81</b>	<b>106</b>	<b>56</b>	<b>70</b>	<b>58</b>	<b>80</b>	<b>40</b>	<b>42</b>

Bilaga 8. Fånggrödornas och ogräsens tillväxt vid Mellby mätt som mängd torrsbstans (kg/ha) samt deras kvävehalt (% av ts), kväveinnehåll och kol-kväve-kvot. I tabellen redovisas också mängd växtrester i samband med nedbrukning i de olika leden samt deras kväveinnehåll och kol-kväve-kvot. Från och med 2000 separerades inte fånggröda och växtrester från varandra vid provtagningen inför nedbrukning

Mellby	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Flytgödsel												
Spridningstid					Tidig höst		Vår					
Mängd	-	-	-	-	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1N
Fånggröda	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst
<b>1998, havre</b>												
<b>Vid gulmognad</b>												
Fånggröda	ts (kg)	630	294	62	441	555	522	119	394	57	275	
och ogräs	N (%)	1,98	1,36	2,0	1,77	1,48	1,9	2,42	2,05	2,83	2,75	
	N (kg)	13	4	1	8	8	10	3	8	2	7	
<b>Före stubbearbetning</b>												
Skörderest	ts (kg)	717		832				962		1289		
och ogräs	N (%)	1,22		0,95				1,18		1,40		
	N (kg)	8		8				11		18		
	C/N	37		48				36		31		
<b>Sen höst</b>												
Fånggrödag	ts (kg)		1026		1030	1627	1293		1335		1393	
och ogräs	N (%)		1,81		1,93	2,84	3,11		2,23		2,73	
	N (kg)		19		19	46	40		30		38	
<b>Före vårplöjn.-99</b>												
Fånggrödag	ts (kg)		803		664	1070	840		903		716	
och ogräs	N (%)		2,92		3,19	3,56	4,09		3,53		3,53	
	N (kg)		23		21	38	34		32		25	
	C/N		14		13	12	10		12		12	
Skörderester	ts(kg)		906		2281	711	570		1999		1415	
	N (%)		1,04		1,03	1,42	1,57		1,42		1,80	
	N (kg)		10		23	10	10		28		25	
	C/N		43		44	32	29		32		25	
<b>1999, vårvete</b>												
<b>Vid gulmognad</b>												
Fånggröda	ts (kg)	459	386	138	343	606	363	111	328	85	145	77
och ogräs	N (%)	1,44	1,43	1,13	1,69	1,20	1,70	1,14	1,45	1,19	2,34	3,0
	N (kg)	7	6	1	5	7	6	1	5	1	3	2
												4
<b>Före stubbearbetning</b>												
Skörderest	ts (kg)	1050		919				908		1268		651
och ogräs	N (%)	0,78		0,49				0,61		1,07		0,55
	N (kg)	8		5				6		14		4
	C/N	56		90				71		41		83
												90
<b>Sen höst</b>												
Fånggrödag	ts (kg)		780		1190	2164	2410		1305		1012	256
och ogräs	N (%)		2,2		2,3	3,0	3,7		2,2		3,2	2,87
	N (kg)		17		28	64	88		28		31	8
	C/N											14
Skörderester	ts(kg)											717
	N (%)											0,61
	N (kg)											4
	C/N											75
Ogräs	ts (kg)	112		84				248		133		
	N (%)	2,2		2,7				1,5		4,4		
	N (kg)	2		2				4		6		
	C/N	19		16				26		9		

*Fortsättning bilaga 8*

**Före vårplöjning -00**

Fånggröda	ts (kg)	1402	2201	2465	2535	2146	1595
och växtrest	N (%)	1,71	1,82	2,85	3,14	1,75	2,49
	N (kg)	24	40	70	79	38	40
	C/N	26	25	15	14	26	18

**2000, vårkorn**

**Vid gultmognad**

Fånggrödag	ts (kg)	633	688	595	422	384	277	662
och ogräs	N (%)	1,31	1,23	1,18	1,38	1,40	1,89	1,05
	N (kg)	8	9	7	6	5	5	7

**Före stubbearbetning**

Skörderest	ts (kg)	975	454	1250	1040	903	1166	1177	1044	1405	1477	1175	1073
och ogräs	N (%)	1,00	0,45	0,56	0,50	0,49	0,72	0,66	0,55	0,91	0,86	0,52	0,50
	N (kg)	9,75	2	7	5	5	9	8	6	13	13	6	5
	C/N	41	99	80	88	91	61	67	81	48	52	86	90

**Sen höst**

Fånggröda	ts (kg)	1610	1644	2238	3185	2326	1373	1358	2026
och växtrest	N (%)	1,51	1,36	2,54	3,29	1,59	2,46	1,15	1,23
	N (kg)	23	21	54	100	35	32	15	24
	C/N								

**Före vårplöjning -01**

Fånggröda	ts (kg)	662	712	1195	1319	1691	933
och växtrest	N (%)	1,90	1,43	2,35	2,58	1,66	2,05
	N (kg)	13	10	28	34	28	19
	C/N	23	30	18	16	26	21

**2001, Havre**

**Vid skörd**

Fånggrödag	ts (kg)	270	288	223	350	337	331	277
och ogräs	N (%)	1,82	1,75	2,28	1,86	1,71	2,49	1,59
	N (kg)	5	5	5	6	6	8	4

**Sen höst**

Fånggröda	ts (kg)	1973	1749	2124	1728	2201	1501	1820	1286
och växtrest	N (%)	1,06	1,15	2,49	3,57	1,30	1,83	1,06	1,10
	N (kg)	21	20	52	62	29	27	19	14
	C/N							42	40

Bilaga 9. Mineralkväve (kg N/ha) inom 0-90 cm markdjup vid Mellby I= 0-30 cm, II= 30-60 cm och III= 60-90 cm

Datum	A				B				C				D			
	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a
1998-04-08	19	10	10	39	9	2	3	14	15	8	18	41	7	2	3	13
1998-08-11	15	2	3	19	23	3	2	28	15	3	12	30	20	2	2	24
1998-09-06	12	1	3	16	8	2	3	13	19	9	11	39	15	6	5	26
1998-11-24	13	3	3	19	10	1	2	13	16	5	11	32	10	2	4	17
1999-04-09	20	6	5	32	14	2	2	18	16	7	5	28	16	7	5	28
1999-08-12	7	4	5	16	28	2	2	32	11	4	5	19	18	3	5	25
1999-09-14	11	4	5	20	19	2	3	24	32	5	7	44	22	4	4	29
1999-11-19	20	7	7	33	18	3	3	23	19	15	15	50	15	3	3	20
2000-04-12	17	7	6	29	19	1	1	21	18	10	8	36	14	2	1	17
2000-07-27	11	5	3	20	14	1	1	16	10	4	5	19	14	2	3	18
2000-08-30	34	4	7	45	29	4	2	36	27	6	6	38	27	4	3	34
2000-11-09	17	9	8	35	26	4	2	33	25	11	18	55	20	3	4	27
2001-04-10	20	10	9	39	17	4	2	22	19	10	14	43	20	4	3	26
2001-08-02	20	7	6	32	31	6	5	42	26	7	8	40	39	4	4	46
2001-09-06	24	3	5	33	46	6	2	53	32	8	12	51	42	8	4	55
2001-11-21	29	6	3	38	50	7	2	59	39	16	12	66	50	7	5	62
2002-04-04	15	7	6	28	25	10	5	40	15	8	11	34	20	6	4	30
2002-08-29	10	6	6	21	16	7	13	36	14	10	15	39	19	13	22	54
2002-09-30	17	6	7	30	30	9	10	48	24	8	13	45	28	14	15	57
2002-11-06	11	13	11	35	28	19	18	65	31	22	25	77	27	23	25	74

Datum	E				F				G				H			
	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a
1998-04-08	10	2	4	16	15	4	8	26	21	11	26	58	11	2	5	18
1998-04-20									79	11	26	116	47	2	5	54
1998-08-11	20	3	4	27	26	3	5	33	21	4	19	44	23	3	3	29
1998-09-06	11	2	3	17	16	9	9	34	29	22	16	66	33	7	7	47
1998-10-08	131	2	3	136	171	9	9	189								
1998-11-24	27	5	5	37	74	11	13	99	17	10	22	49	14	5	9	27
1999-04-09	28	10	12	50	27	13	24	64	20	9	13	43	20	10	8	38
1999-04-14									69	9	13	91	76	10	8	94
1999-08-12	21	7	8	35	21	12	13	46	15	7	9	31	25	7	8	40
1999-09-14	34	5	9	49	37	6	15	58	29	4	8	42	28	10	11	48
1999-11-19	27	7	7	41	69	34	26	129	25	20	13	59	14	8	7	29
2000-04-12	18	2	2	22	42	6	9	57	18	9	10	36	13	2	2	18
2000-07-27	13	5	6	24	23	7	9	39	11	6	7	24	23	4	4	30
2000-08-30	41	4	4	48	44	6	6	56	39	8	8	56	31	4	5	41
2000-11-09	51	6	6	64	48	11	10	69	33	18	26	76	28	6	6	41
2001-04-10	45	12	5	62	53	19	17	89	27	15	16	58	23	6	3	31
2001-08-02	43	7	4	54	40	14	9	62	28	7	11	47	38	5	4	47
2001-09-03	52	10	6	68	58	24	13	95	51	10	14	75	50	9	6	64
2001-11-21	61	13	9	83	119	21	19	158	45	19	17	80	52	13	7	73
2002-04-04	27	17	8	52	35	9	8	52	16	10	9	35	21	9	6	37
2002-08-29	22	10	19	51	31	9	19	59	18	11	24	53	23	23	31	76
2002-09-30	41	16	31	88	46	12	17	74	29	12	16	57	32	19	21	72
2002-11-06	26	29	33	88	37	33	32	101	18	23	19	60	31	33	34	98

Fortsättning bilaga 9

Datum	I				J			
	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a
1998-04-08	23	19	32	75	17	7	29	53
1998-08-11	40	6	17	62	39	7	14	60
1998-09-06	34	28	22	85	51	26	31	108
1998-11-24	20	10	29	59	16	6	17	39
1999-04-09	22	8	15	44	24	10	17	51
1999-08-12	64	15	17	96	55	7	8	71
1999-09-14	114	12	14	140	107	27	22	156
1999-11-19	42	50	49	141	25	28	31	85
2000-04-12	25	13	22	59	18	4	7	30
2000-07-27	23	6	11	41	22	5	8	34
2000-08-30	43	9	20	71	48	44	8	101
2000-11-09	34	12	29	74	42	7	16	65
2001-04-10	34	15	23	71	33	14	11	58
2001-08-02	35	7	12	54	50	15	11	75
2001-09-06	52	23	23	99	68	30	17	115
2001-11-21	55	26	35	116	94	16	22	132
2002-04-04	21	14	13	48	27	13	11	51
2002-08-29	25	11	26	62	30	13	33	77
2002-09-30	43	16	29	88	47	20	34	102
2002-11-06	26	25	43	94	20	26	41	87

Datum	K-11				K-12				L-13				L-14			
	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a
1996-04-16	23	11	8	42	20	9	9	38	28	10	6	45	23	10	12	45
1996-08-14	16	11	6	32	12	5	8	25	10	6	7	23	13	5	7	25
1996-11-12	13	8	11	32	11	10	11	32	9	9	7	24	11	9	11	30
1997-03-21	33	12	9	54	29	12	11	52	28	11	8	47	32	11	13	56
1997-08-07	45	16	8	68	25	9	12	46	35	15	8	57	31	10	10	51
1997-11-11	14	14	15	43	12	6	13	30	10	6	9	25	8	5	11	24
1998-03-18	9	7	10	25	9	6	8	23	8	2	4	13	9	2	4	15
1998-08-06	14	1	6	22	9	2	5	15	11	1	2	13	9	1	2	12
1998-11-02	8	7	10	25	9	4	8	21	5	1	3	9	5	2	3	10
1999-04-09	20	10	12	42	18	8	10	36	23	8	6	38	24	9	8	41
1999-05-21	157	18	17	192	133	29	21	182	154	18	14	186	131	21	22	175
1999-08-12	18	7	8	33	14	5	6	26	18	4	5	27	10	3	4	17
1999-09-14	25	8	10	42	23	6	8	38	19	6	5	30	21	6	7	33
1999-11-17	14	7	8	30	16	9	10	34	16	6	8	30	10	3	4	17
2000-04-12	24	8	8	39	21	9	10	40	26	8	5	39	25	9	7	40
2000-07-27	10	5	6	20	10	4	4	18	14	5	5	24	12	4	4	20
2000-08-30	27	6	9	41	27	6	7	40	24	5	6	35	23	4	5	32
2000-11-09	20	8	8	35	20	6	10	36	20	3	5	28	20	5	5	30
2001-04-10	26	15	11	51	19	11	9	39	28	15	7	50	27	14	7	48
2001-08-02	30	13	7	50	20	7	7	34	25	8	6	39	24	6	5	36
2001-09-03	38	12	11	60	31	9	9	48	32	9	5	46	29	6	6	41
2001-11-21	27	9	7	43	28	8	8	44	37	6	5	49	34	5	5	44
2002-04-03	13	5	9	26	16	5	7	28	14	7	8	29	17	6	7	30
2002-08-29	17	11	12	40	13	6	9	29	16	12	11	39	17	11	10	37
2002-09-30	29	14	10	53	24	8	10	42	33	12	10	55	31	11	9	50
2002-11-06	21	18	14	54	16	16	16	49	21	14	11	47	17	20	15	52

Bilaga 10. Periodvis beräknad nettomineralisering av kväve (kg N/ha) vid Mellby

Mellby	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Flytgödsel												
Spridningstid					Tidig höst		Vår					
Mängd	-	-	-	-	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-
Handels gödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1N
Fånggröda	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst
<b>1998/99</b>												
Vår - Gulmogn./skörd	21	59	47	68	83	111	38	87	40	78	-	-
Gulmogn. - Sen höst	2	11	25	22	31	31	29	48	48	70	-	-
Sen höst - Vår	20	35	20	38	46	24	18	50	28	40	-	-
<b>Summa</b>	<b>43</b>	<b>105</b>	<b>92</b>	<b>128</b>	<b>160</b>	<b>166</b>	<b>85</b>	<b>185</b>	<b>116</b>	<b>188</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>1999/00</b>												
Vår - Gulmogn./skörd	14	64	54	70	84	102	48	85	56	96	-	-
Gulmogn. - Sen höst	12	11	34	35	64	59	30	31	13	73	22	38
Sen höst - Vår	7	13	21	25	15	-22	9	14	1	22	30	31
<b>Summa</b>	<b>33</b>	<b>88</b>	<b>110</b>	<b>130</b>	<b>163</b>	<b>140</b>	<b>88</b>	<b>130</b>	<b>70</b>	<b>190</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>2000/01</b>												
Vår - Gulmogn./skörd	23	35	56	43	75	84	45	77	41	64	29	31
Gulmogn. - Sen höst	20	44	41	26	55	65	54	53	42	56	36	29
Sen höst - Vår	18	-3	10	17	0	-14	4	-6	33	20	24	27
<b>Summa</b>	<b>61</b>	<b>76</b>	<b>107</b>	<b>86</b>	<b>130</b>	<b>136</b>	<b>103</b>	<b>123</b>	<b>116</b>	<b>139</b>	<b>88</b>	<b>86</b>
<b>2001/02</b>												
Vår - Gulmogn./skörd	54	79	50	75	87	75	77	86	65	101	54	54
Gulmogn. - Sen höst	8	44	35	43	40	77	42	68	77	99	23	36
Sen höst - Vår	12	-8	13	-15	10	-29	-1	-13	-2	-28	0	2
<b>Summa</b>	<b>74</b>	<b>115</b>	<b>98</b>	<b>103</b>	<b>138</b>	<b>123</b>	<b>118</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>172</b>	<b>77</b>	<b>92</b>
<b>Medeltal</b>												
Vår - Gulmogn./skörd	28	59	52	64	82	93	52	83	50	85	41	42
Gulmogn. - Sen höst	11	27	34	31	48	58	39	50	45	74	27	34
Sen höst - Vår	14	9	16	16	18	-10	8	11	15	13	18	20
<b>Summa</b>	<b>53</b>	<b>95</b>	<b>102</b>	<b>111</b>	<b>148</b>	<b>141</b>	<b>99</b>	<b>144</b>	<b>110</b>	<b>172</b>	<b>86</b>	<b>96</b>
<b>Relativtal (Led C =100)</b>												
Vår - Gulmogn./skörd	54	113	100	123	158	179	100	160	96	163	79	81
Gulmogn. - Sen höst	32	79	100	91	141	171	115	147	132	218	79	100
Sen höst - Vår	88	56	100	100	113	-63	50	69	94	81	112	125
<b>Hela året</b>	<b>52</b>	<b>93</b>	<b>100</b>	<b>109</b>	<b>145</b>	<b>138</b>	<b>97</b>	<b>141</b>	<b>108</b>	<b>169</b>	<b>84</b>	<b>94</b>

Bilaga 11. Avrinning från de olika försöksrutorna vid Mellby under perioden 1998/99-2001/02

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	K	L	L		
Ruta	7	5	2	10	8	3	1	6	9	4	11	12	13	14	<b>Medel</b>	
Flytgödsel																
Spridningstid					Tidig höst		Vår									
Mängd	-	-	-	-	1STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-				
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1 N	1 N	1 N	<b>Alla</b>	<b>Hela fältet</b>
Fånggröda	-	x	-	x	X	x	-	x	-	x	-	-	x	x		<b>(För utl.ber.)*</b>
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst	Sen höst	Sen höst		
1998/99	456	471	456	555	519	424	573	490	492	465	697	537	304	517	<b>497</b>	<b>500</b>
1999/00	304	343	265	392	344	260	384	331	320	331	350	260	260	344	<b>321</b>	<b>360</b>
2000/01	189	200	160	223	188	209	261	201	189	181	287	209	209	204	<b>208</b>	<b>230</b>
2001/02	348	494	344	479	393	361	523	413	406	379	435	464	426	416	<b>420</b>	<b>415</b>
<b>Medeltal</b>																

\* För utlagningsberäkningarna användes medelavrinningen för hela försöksfältet. På ruta 1, 10 och 11 användes rutornas aktuella avrinning för beäkningarna eftersom de hade en större avrinning än medelavrinningen, se under Material och Metoder.



Bilaga 12. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av nitrat- respektive totalkväve under de agrohydrologiska åren (1/7-30/6) 1998-2001 vid Mellby

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	K	L	L	
Ruta	7	5	2	10	8	3	1	6	9	4	11	12	13	14	
Flytgödsel															
Spridningstid					Tidig höst		Vår								
Mängd	-	-	-	-	1STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-			
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1 N	1 N	1 N	
Fånggröda	-	x	-	x	X	x	-	x	-	x	-	-	x	x	
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst	Sen höst	Sen höst	
<b>1998/99 (havre)</b>															
Tot-N (mg/l)	4,2	2,3	12	5,2	9,2	19	13	6,7	23	-	-	-	-	-	
Tot-N (kg/ha)	21	12	62	29	46	95	75	34	113	-	-	-	-	-	
NO3-N (mg/l)	2,6	0,9	11	3,7	7,0	15	11	5,3	20	-	-	-	-	-	
NO3-N (kg/ha)	13	4,4	53	20	35	73	64	26	101	-	-	-	-	-	
<b>1999/00 (v-vete)</b>															
Tot-N (mg/l)	5,0	2,4	14	4,5	10	23	13	5,2	31	24	9,0	11	7,4	6,7	
Tot-N (kg/ha)	18	8,7	49	18	37	84	48	19	113	86	32	40	27	24	
NO3-N (mg/l)	3,7	1,1	12	3,0	8,1	21	11	3,7	28	21	7,6	8,9	5,7	5,0	
NO3-N (kg/ha)	13	4,1	43	12	29	75	41	13	102	77	27	32	20	18	
<b>2000/01 (korn)</b>															
Tot-N (mg/l)	10	2,0	16	3,7	6,5	14	16	4,9	25	14	8,0	11	6,6	6,4	
Tot-N (kg/ha)	22	4,6	37	8,5	15	32	40	11	58	32	23	26	15	15	
NO3-N (mg/l)	8,2	0,9	15	2,2	4,4	12	14	3,4	23	12	6,7	9,5	5,0	4,8	
NO3-N (kg/ha)	19	2,0	33	5,0	10	27	37	7,8	54	28	19	22	11	11	
<b>2001/02 (havre)</b>															
Tot-N (mg/l)	7,4	4,1	15	6,0	13	26	15	7,9	23	17	5,4	8,1	6,5	7,3	
Tot-N (kg/ha)	31	17	63	29	54	106	76	33	93	71	23	33	27	30	
NO3-N (mg/l)	6,3	3,2	14	4,9	12	23	14	6,9	20	16	4,5	7,0	5,7	6,2	
NO3-N (kg/ha)	26	13	59	24	49	95	71	28	85	67	20	29	24	26	
<b>Medel 1998-01</b>															
Tot-N (mg/l)	6,5	2,7	14	4,9	9,8	20	14	6,2	25	18	7,5	10	6,8	6,8	
Tot-N (kg/ha)	23	10	53	21	38	79	60	24	95	68	26	33	23	23	
NO3-N (mg/l)	5,2	1,5	13	3,4	7,8	18	12	4,8	23	16	6,3	8,5	5,5	5,3	
NO3-N (kg/ha)	18	5,9	47	15	31	68	53	19	85	61	22	28	18	18	

Bilaga 13. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av totalfosfor under de agrohydrologiska åren (1/7-30/6) 1998-2001 vid Mellby

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	K	L	L
Ruta	7	5	2	10	8	3	1	6	9	4	11	12	13	14
Flytgödsel	Spridningstid				Tidig höst		Vår							
	Mängd				1STG	2 STG	1 STG	1 STG	2 STG	2 STG	-	-		
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1 N	1 N	1 N
Fånggröda	-	x	-	x	X	x	-	x	-	x	-	-	x	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Sen höst	Sen höst	Sen höst	Sen höst
<b>1998/99 (havre)</b>														
Tot-P (mg/l)	0,12	0,05	0,04	0,07	0,08	0,03	0,04	0,12	0,05	0,05	-	-	-	-
Tot-P (kg/ha)	0,62	0,24	0,20	0,37	0,42	0,15	0,25	0,59	0,23	0,24	-	-	-	-
<b>1999/00 (v-vete)</b>														
Tot-P (mg/l)	0,11	0,03	0,03	0,04	0,06	0,02	0,04	0,06	0,03	0,03	0,03	0,07	0,09	0,11
Tot-P (kg/ha)	0,40	0,11	0,11	0,17	0,20	0,06	0,14	0,22	0,10	0,09	0,13	0,26	0,34	0,39
<b>2000/01 (korn)</b>														
Tot-P (mg/l)	0,08	0,03	0,02	0,04	0,10	0,09	0,02	0,07	0,03	0,03	0,02	0,04	0,07	0,09
Tot-P (kg/ha)	0,18	0,07	0,05	0,10	0,22	0,20	0,06	0,17	0,06	0,07	0,06	0,10	0,15	0,21
<b>2001/02 (havre)</b>														
Tot-P (mg/l)	0,13	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,07	0,08	0,06	0,09	0,16	0,11	0,15
Tot-P (kg/ha)	0,57	0,22	0,23	0,30	0,27	0,19	0,31	0,29	0,33	0,24	0,40	0,66	0,45	0,60
<b>Medel 1998-01</b>														
Tot-P (mg/l)	0,11	0,04	0,04	0,05	0,07	0,04	0,04	0,08	0,05	0,04	0,05	0,09	0,09	0,12
Tot-P (kg/ha)	0,44	0,16	0,15	0,24	0,28	0,15	0,19	0,32	0,18	0,16	0,20	0,34	0,31	0,40

Bilaga 14. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av kalium under de agrohydrologiska åren (1/7-30/6) 1998-2001 vid Mellby

Led	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	K	L	L	
Ruta	7	5	2	10	8	3	1	6	9	4	11	12	13	14	
Flytgödsel					Tidig höst		Vår								
	Spridningstid				1STG		2 STG		1 STG		2 STG				
Mängd	-	-	-	-	1STG		2 STG		1 STG		2 STG		-	-	
Handelsgödsel	-	-	1 N	1 N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	½ N	1 N	1 N	1 N	1 N
Fånggröda	-	x	-	x	X	x	-	x	-	x	-	-	-	x	x
Plöjningstid	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Vår	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Vår	Tidig höst	Sen höst	Sen höst	Sen höst	Sen höst
<b>1998/99 (havre)</b>															
Kalium (mg/l)	9,8	9,0	9,3	8,7	11	13	12	11	12	14	-	-	-	-	
Kalium (kg/ha)	49	45	46	48	53	66	67	55	62	68	-	-	-	-	
<b>1999/00 (v-vete)</b>															
Kalium (mg/l)	9,0	7,5	7,6	8,0	8,8	11	9,3	8,5	11	12	7,9	7,7	9,7	8,7	
Kalium (kg/ha)	32	27	27	31	32	39	36	31	39	44	29	28	35	31	
<b>2000/01 (korn)</b>															
Kalium (mg/l)	11	8,9	8,9	8,2	8,9	10	8,9	9,1	11	11	9,3	8,4	10	8,7	
Kalium (kg/ha)	26	20	21	19	20	23	41	21	26	26	27	19	24	20	
<b>2001/02 (havre)</b>															
Kalium (mg/l)	12	12	9,8	9,4	12	15	12	11	13	14	10	10	12	11	
Kalium (kg/ha)	51	48	41	45	51	61	62	46	53	60	45	42	48	44	
<b>Medeltal</b>															
<b>1998-2001</b>															
Kalium (mg/l)	11	9,2	8,9	8,6	10	12	10	9,9	12	13	9,1	8,7	11	9,5	
Kalium (kg/ha)	40	35	34	36	39	47	51	38	45	49	34	30	36	32	

Bilaga 15. Halter av total-N, total-P och kalium i spannmålskärna och potatisknölar vid Fotegården samt bortförel av dessa ämnen med skördeprodukterna

Fotegården	Tidig stubbearbetn.								
	Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning		
Led	A	B	C	D	E	F	G	H	
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs	
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45	
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+	
<b>Halter av totalkväve i kärn- och knölskördarna (% av ts)</b>									
1998 Vårkorn	1,68	1,81	1,72	1,86	1,70	1,91	1,69	1,81	
1999 Havre*	1,46	1,35	1,53	1,49	1,43	1,43	1,50	1,47	
2000 Potatis	1,05	1,08	1,14	1,34	1,05	1,31	1,34	1,13	
2001 Vårkorn	1,63	1,55	1,54	1,65	1,54	1,48	1,71	1,50	
2002 Havre	1,31	1,29	1,38	1,34	1,35	1,27	1,29	1,32	
<b>Medeltal stråsäd</b>	<b>1,52</b>	<b>1,50</b>	<b>1,54</b>	<b>1,59</b>	<b>1,51</b>	<b>1,52</b>	<b>1,55</b>	<b>1,53</b>	
<b>Kväve bortfört med kärn- och knölskördarna (kg/ha)</b>									
1998 Vårkorn	68	79	79	80	66	80	68	78	
1999 Havre	62	58	64	65	58	61	60	59	
2000 Potatis	74	78	93	84	78	87	89	73	
2001 Vårkorn	55	48	58	61	56	54	67	58	
2002 Havre	46	49	56	55	34	43	43	44	
<b>Medeltal stråsäd</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>65</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	
<b>Halter av totalfosfor i kärn- och knölskördarna (% av ts)</b>									
1998 Vårkorn	0,35	0,35	0,36	0,35	0,34	0,36	0,35	0,38	
1999 Havre	-	-	-	-	-	-	-	-	
2000 Potatis	0,20	0,17	0,18	0,16	0,17	0,20	0,17	0,15	
2001 Vårkorn	0,39	0,40	0,37	0,37	0,37	0,37	0,36	0,34	
2002 Havre	0,34	0,34	0,36	0,34	0,34	0,34	0,33	0,35	
<b>Medeltal stråsäd</b>	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	
<b>Fosfor bortfört med kärn- och knölskördarna (kg/ha)</b>									
1998 Vårkorn	14	17	17	16	14	16	16	18	
1999 Havre	-	-	-	-	-	-	-	-	
2000 Potatis	14	12	15	10	13	13	11	10	
2001 Vårkorn	13	13	14	14	13	13	14	13	
2002 Havre	12	13	15	14	9	11	11	11	
<b>Medeltal stråsäd</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	
<b>Halter av kalium i kärn- och knölskördarna (% av ts)</b>									
1998 Vårkorn	-	-	-	-	-	-	-	-	
1999 Havre	-	-	-	-	-	-	-	-	
2000 Potatis	2,13	1,98	1,99	1,81	2,01	1,90	1,84	1,74	
2001 Vårkorn	0,50	0,50	0,47	0,49	0,52	0,49	0,48	0,46	
2002 Havre	0,46	0,45	0,51	0,45	0,46	0,44	0,45	0,44	
<b>Medeltal stråsäd</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,47</b>	<b>0,46</b>	
<b>Kalium bortfört med kärn- och knölskördarna (kg/ha)</b>									
1998 Vårkorn	-	-	-	-	-	-	-	-	
1999 Havre	-	-	-	-	-	-	-	-	
2000 Potatis	150	143	163	114	149	126	123	112	
2001 Vårkorn	17	16	18	18	19	18	19	18	
2002 Havre	16	17	21	19	12	15	15	15	
<b>Medeltal stråsäd</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	

\* provtagning vid gulmognad (% av lufttorrt)

Bilaga 16. Kväve-, fosfor- och kaliumutbyte vid Fotegården beräknat som förhållandet mellan bortförslin av dessa ämnen med skörd och tillförsel av desamma med handels- och flytgödsel. Kvävet i flytgödseln avser endast ammoniumkväve

Fotegården	Tidig stubbearbetn.							
	Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
Led	A	B	C	D	E	F	G	H
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+

#### Kväveutbyte av tillfört mineralkväve med handels- och flytgödsel

1998	Vårkorn	0,76	0,84	0,88	0,85	0,73	0,85	0,76	0,83
1999	Havre*	0,69	0,67	0,71	0,75	0,64	0,70	0,67	0,68
2000	Potatis	0,82	0,98	1,03	1,05	0,87	1,09	0,99	0,91
2001	Vårkorn	0,61	0,53	0,64	0,67	0,62	0,59	0,74	0,64
2002	Havre	0,51	0,49	0,62	0,56	0,38	0,43	0,48	0,44
<b>Medeltal</b>		<b>0,68</b>	<b>0,70</b>	<b>0,78</b>	<b>0,77</b>	<b>0,65</b>	<b>0,73</b>	<b>0,73</b>	<b>0,70</b>

#### Fosforutbyte av tillförd fosfor med handels- och flytgödsel

1998	Vårkorn	0,64	0,81	0,77	0,76	0,64	0,76	0,73	0,86
1999	Havre	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	Potatis	0,25	0,67	0,27	0,56	0,23	0,72	0,20	0,56
2001	Vårkorn	0,65	0,34	0,70	0,37	0,65	0,34	0,70	0,34
2002	Havre	0,60	0,81	0,75	0,88	0,45	0,69	0,55	0,69
<b>Medeltal</b>		<b>0,53</b>	<b>0,66</b>	<b>0,62</b>	<b>0,64</b>	<b>0,49</b>	<b>0,63</b>	<b>0,54</b>	<b>0,61</b>

#### Kaliumutbyte av tillfört kalium med handels- och flytgödsel

1998	Vårkorn	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	Havre	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	Potatis	0,70	0,76	0,77	0,60	0,70	0,67	0,58	0,59
2001	Vårkorn	0,45	0,47	0,47	0,53	0,50	0,53	0,50	0,53
2002	Havre	0,42	0,57	0,55	0,63	0,32	0,50	0,39	0,50
<b>Medeltal</b>		<b>0,52</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,59</b>	<b>0,51</b>	<b>0,57</b>	<b>0,49</b>	<b>0,54</b>

Bilaga 17. Stråsådesgrödornas kväveinnehåll (N kg/ha) vid gultmognad vid Fotegården, samt gödselkvävet utnyttjandegrad (% av tillförd mineralkvävemängd). Kväveutnyttjandegraden har beräknats som grödornas totala kväveupptag i ordinarie ruta minskat med kväveupptaget i motsvarande ON-parcell och i relation till tillförd kvävemängd. I grödans kväveinnehåll ingår beräknad kvävemängd i rötterna

Fotegården	Tidig stubbearbetn.							
	Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
Led	A	B	C	D	E	F	G	H
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+

#### Grödornas kväveinnehåll (kg/ha), inkl. rötter

1998	Vårkorn	102	111	128	128	101	132	128	134
1999	Havre	127	125	147	132	111	131	147	132
2000	Potatis								
2001	Vårkorn	103	89	127	139	99	108	148	123
2002	Havre	91	84	111	97	66	91	96	105
<b>Medeltal</b>		<b>106</b>	<b>102</b>	<b>128</b>	<b>124</b>	<b>94</b>	<b>116</b>	<b>130</b>	<b>124</b>

#### Gödselkvävet utnyttjandegrad (%)

1998	Vårkorn	63	58	68	66	68	76	80	69
1999	Havre	98	88	107	82	87	94	104	87
2000	Potatis	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	Vårkorn	61	45	84	99	61	60	99	82
2002	Havre	66	49	62	52	41	60	66	59
<b>Medeltal</b>		<b>72</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>64</b>	<b>73</b>	<b>87</b>	<b>74</b>

*Bilaga 18. Stråsådesgrödornas tillgång på utnyttbart jordkväve vid Fotegården mätt som dessa grödors totalakväveinnehåll (N kg/ha) i 0N-parcellerna vid avslutad kväveupptagning under sensommaren. I grödornas kväveinnehåll ingår beräknad kvävemängd i rötterna.*

<b>Fotegården</b>		Tidig stubbearbetn.							
		Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
Led		A	B	C	D	E	F	G	H
Fånggröda		-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel		90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår		-	+	-	+	-	+	-	+
1998	Vårkorn	45	56	67	66	39	60	56	69
1999	Havre	39	48	51	61	33	49	53	56
2000	Potatis	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	Vårkorn	48	48	51	49	44	53	59	48
2002	Havre	32	35	51	45	29	32	37	47
<b>Medeltal</b>		<b>41</b>	<b>47</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>51</b>	<b>55</b>

*Bilaga 19. Fånggrödornas och ogrässets tillväxt vid Fotegården mätt som mängd torrsubstans (kg/ha), samt deras kvävehalt (% av ts), kväveinnehåll (N kg/ha) och kol-kväve-kvot. I fånggrödeleden ingår ogräs och förekommande spillsädesgrönka i växtmaterialet. Istället för rajgräs såddes höstråg som fånggröda efter potatisen 2000 i led G och H*

<b>Fotegården</b>		Tidig stubbearb.		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
		A	B	C	D	E	F	G	H
Led				rajgräs	rajgräs			rajgräs	rajgräs
Fånggröda		-	-			-	-		
Handelsgödsel		90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår		-	+	-	+	-	+	-	+
<b>1998, Vårkorn</b>	ts (kg)	34	57	86	119	29	110	172	196
Vid gultmognad	N (%)	2,35	2,34	2,37	2,39	2,36	1,53	1,79	1,72
	N (kg)	1	1	2	3	1	2	3	3
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			114	95	19	48	415	381
	N (%)			2,69	2,94			2,50	2,56
	N (kg)			3	3	1	1	10	10
	C/N			16	15				
Före vårplöjn. -99 (E-H)	ts (kg)					44	32	421	244
	N (%)					3,45	3,26	2,68	2,49
	N (kg)					1	1	11	6
	C/N					12	12	16	17
<b>1999, Havre</b>	ts (kg)	74	71	185	142	73	53	199	210
Vid gultmognad	N (%)	1,35	1,32	1,66	1,53	1,28	1,03	1,72	1,39
	N (kg)	1	1	3	2	1	1	3	2
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			456	582	118	86	920	706
	N (%)			1,94	2,36	2,37	3,02	1,81	1,89
	N (kg)			9	14	3	3	17	13
	C/N			21	18				
Före vårplöjn. -00 (E-H)	ts (kg)					23	62	486	647
	N (%)					3,68	3,50	2,49	2,39
	N (kg)					1	2	12	16
	C/N					12	10	17	18
<b>2000, Potatis</b>	ts (kg)			5	23	7	17	79	69
Före höstplöjning (A-D)	N (%)			2,28	2,31	3,44	2,75	4,20	3,79
	N (kg)			0	1	0	0	3	3
	C/N			17	21	13	16	10	11
Före vårplöjn. -01 (E-H)	ts (kg)					11	9	271	281
	N (%)					4,18	3,93	3,50	3,61
	N (kg)					0	0	10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
	C/N					10	10	12	11
<b>2001, Vårkorn</b>	ts (kg)	59	124	48	78	126	25	151	76
Vid gultmognad	N (%)	1,69	1,67	2,10	1,58	1,67	1,76	1,73	1,75
	N (kg)	1	2	1	1	2	1	3	1
Före stubbearb. (A,B)	ts (kg)	4	6						
	N (%)	3,30	3,11						
	N (kg)	0	0						
	C/N	12	13						
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)	21	21	273	529	73	58	490	440
	N (%)	4,45	4,82	2,68	2,38	4,31	4,46	2,21	2,48
	N (kg)	1	1	7	12	3	3	11	11
	C/N			16	18				
Före vårplöjn. -02 (E-H)	ts (kg)					34	3	654	404
	N (%)					3,45	3,59	2,50	2,79
	N (kg)					1	0	16	11
	C/N					18	16	16	15
<b>2002, Havre</b>	ts (kg)	125	42	197	167	467	94	549	252
Vid gultmognad	N (%)	1,37	1,44	3,63	2,09	1,63	1,72	1,83	1,53
	N (kg)	2	1	4	4	7	2	10	4
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			1593	1358	612	477	1531	1379
	N (%)			1,66	1,58	2,57	3,41	1,87	1,65
	N (kg)			26	21	16	16	28	23
<b>Medel (år med rajgräs)</b>									
Vid gultmognad	ts (kg)	73	74	129	127	174	71	268	184
	N (%)	1,69	1,69	2,44	1,90	1,74	1,26	1,79	1,60
	N (kg)	1	1	3	3	3	2	5	3
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			609*	641*	166	137	839*	727*
	N (%)			2,25*	2,31*0	3,17	3,41	2,52*	2,47*
	N (kg)			11*	13*	5	5	17*	14*
	C/N			18	17				

Bilaga 20. Mängd ovanjordiska växtrester (ts kg/ha) som provtogs före bearbetning i de olika försöksleden på Fotegården, samt deras kvävehalt (% av ts) kväveinnehåll (N kg/ha) och kol-kväve-kvot

Fotegården		Tidig stubb.							
		Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
Led		A	B	C	D	E	F	G	H
Fånggröda		-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel		90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår		-	+	-	+	-	+	-	+
<b>1998, Vårkorn</b>	ts (kg)	2520	2250						
Före stubbearb. (A,B)	N (%)	0,60	0,71						
	N (kg)	14	13						
	C/N	76	65						
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			1336	1333				
	N (%)			0,76	0,65				
	N (kg)			10	9				
	C/N			63	72				
Före vårplöjn. -99 (E-H)	ts (kg)					2306	2086	1674	1373
	N (%)					0,65	0,70	0,86	0,80
	N (kg)					15	15	15	11
	C/N					69	65	52	56
<b>1999, Havre</b>	ts (kg)	2536	2516						
Före stubbearb. (A,B)	N (%)	0,56	0,57						
	N (kg)	15	14						
	C/N	76	81						
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			928	1158				
	N (%)			0,48	0,62				
	N (kg)			4	7				
	C/N			93	74				
Före vårplöjn. -00 (E-H)	ts (kg)					1776	1757	1963	1737
	N (%)					0,72	0,62	0,77	0,66
	N (kg)					13	11	15	11
	C/N					63	73	58	69
<b>2000, Potatis</b>	ts (kg)					384	745	101	102
Före vårplöjn. -01 (E-H)	N (%)					0,87	0,92	0,80	0,77
	N (kg)					3	7	1	1
	C/N					51	50	57	58
<b>2001, Vårkorn</b>	ts (kg)	1660	1392						
Före stubbearb. (A,B)	N (%)	0,59	0,53						
	N (kg)	10	8						
	C/N	76	85						
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			1078	767				
	N (%)			0,61	0,67				
	N (kg)			7	5				
	C/N			73	67				
Före vårplöjn. -02 (E-H)	ts (kg)					1098	1931	870	1047
	N (%)					0,88	0,64	0,71	0,88
	N (kg)					10	12	6	8
	C/N					49	69	62	50
<b>2002, Havre</b>	ts (kg)	1585	1760						
Före stubbearb. (A,B)	N (%)	0,57	0,61						
	N (kg)	9	11						
	C/N	77	71						
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			1055	1800				
	N (%)			0,59	1,18				
	N (kg)			6	21				
	C/N			75	36				
<b>Medel</b>	ts (kg)	2075	1980						
Före stubbearb. (A,B)	N (%)	0,58	0,61						
	N (kg)	12	12						
	C/N	76	76						
Före höstplöjning (A-D)	ts (kg)			1099	1265				
	N (%)			0,61	0,78				
	N (kg)			7	11				
	C/N			76	62				
Före vårplöjn. -02 (E-H)	ts (kg)					1727	1925	1502	1386
	N (%)					0,75	0,65	0,78	0,78
	N (kg)					13	13	12	10
	C/N					60	69	57	58



Bilaga 21. Mineralkväve (kg N/ha) inom 0-90 cm markdjup vid olika tidpunkter vid Fotegården. I= 0-30 cm, II= 30-60 cm och III= 60-90 cm

Fotegården	Tidig stubbearbetn.				Sen höstplöjning				Vårplöjning				Vårplöjning				H															
	Sen höstplöjning				Sen höstplöjning				Vårplöjning				Vårplöjning				H															
Led	A				B				C				D				E				F				G				H			
Fånggröda	-				-				rajgräs				rajgräs				-				-				rajgräs				rajgräs			
Handelsgödsel	90				45				90				45				90				45				90				45			
Flytgödsel, vår	-				+				-				+				-				+				-				+			
	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a	I	II	III	S:a
<b>Tidig vår, medeldatum 23/4</b>																																
1998-05-06 (korn)	15	11	14	40	18	14	17	49	16	13	9	38	22	9	8	39	12	10	10	32	14	12	13	39	8	2	2	12	9	3	4	16
1999-04-27 (havre)	7	11	12	30	8	12	14	34	11	9	10	30	14	11	12	37	8	7	9	24	10	10	12	32	8	6	10	24	10	10	12	32
2000-04-17 (pot.)	15	12	16	43	14	12	20	46	19	12	9	40	19	13	12	44	10	7	9	26	9	9	14	32	9	1	2	12	10	1	2	13
2001-04-27 (korn)	12	11	11	34	13	11	13	37	14	10	10	34	17	9	9	35	13	8	12	33	14	8	11	33	10	7	8	25	12	7	8	27
2002-04-10 (havre)	16	10	21	47	18	9	19	46	24	12	14	51	26	13	16	55	12	7	10	29	14	8	13	35	11	2	2	15	12	3	7	22
<b>Medel</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>39</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>41</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>39</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>42</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>22</b>
<b>Vid gulgrodnad (blastdödning), medeldatum 17/8</b>																																
1998-08-18 (korn)	7	3	12	22	9	4	11	24	8	4	7	19	8	3	6	17	7	4	9	20	9	7	13	29	8	2	2	12	10	3	3	16
1999-08-13 (havre)	7	5	6	18	8	5	8	20	8	4	8	20	9	4	5	18	7	5	5	17	9	5	6	20	10	4	5	19	8	4	5	17
2000-09-01 (pot.)	7	8	11	26	8	9	13	30	13	11	10	34	12	12	12	36	9	6	6	21	11	11	11	33	14	8	3	25	15	7	4	26
2001-08-17 (korn)	9	4	7	20	9	4	10	23	8	2	6	16	6	2	6	14	7	3	6	16	11	3	6	20	8	2	3	13	10	3	5	18
2002-08-07 (havre)	9	6	12	27	10	6	12	28	9	4	9	22	10	4	7	21	8	7	7	22	12	6	8	26	10	2	3	15	12	3	4	19
<b>Medel</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>19</b>
<b>Före stubbearbetning (potatisskörd), medeldatum 25/9</b>																																
1998-10-12 (korn)	15	10	11	36	20	15	13	48	18	10	6	34	21	12	9	42	14	9	9	32	22	15	14	51	15	7	4	26	20	11	8	39
1999-09-16 (havre)	14	5	8	27	14	6	10	30	9	4	7	20	11	4	6	21	11	4	5	20	17	5	8	30	8	4	5	17	9	4	6	19
2000-10-09 (pot.)	20	9	12	41	20	10	14	44	32	12	10	54	35	13	9	57	22	8	8	38	26	10	12	48	26	7	4	37	30	9	4	43
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002-09-03 (havre)	30	9	14	53	31	9	17	57	14	5	9	28	46	2	2	50	24	7	13	44	36	11	8	55	7	5	5	17	26	7	6	39
<b>Medel</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>39</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>34</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>43</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>46</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>35</b>
<b>Före höstplöjning, medeldatum 5/11</b>																																
1998-11-18 (korn)	8	13	14	35	10	18	15	43	10	9	9	28	10	11	11	32	8	13	11	32	9	17	15	41	8	7	9	24	8	13	13	33
1999-11-04 (havre)	14	14	14	42	16	13	18	47	7	6	8	21	7	6	8	21	9	10	10	29	11	14	17	42	5	3	7	15	7	4	11	22
2000-11-02 (pot.)	9	21	21	51	11	23	20	54	13	24	17	54	16	26	22	64	10	18	14	42	10	27	16	53	10	27	23	60	12	28	26	66
2001-10-25 (korn)	12	13	13	38	15	15	15	45	9	12	9	30	8	10	8	26	10	10	10	30	12	19	12	43	7	8	6	21	6	9	9	24
2002-11-03 (havre)	22	29	15	66	34	33	18	85	7	3	8	18	8	4	7	19	9	8	8	25	15	23	13	51	7	1	2	10	8	2	3	13
<b>Medel</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>46</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>55</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>46</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>32</b>

Bilaga 22. Periodvis beräknad nettomineralisering av kväve(kg N/ha) vid Fotegården

Fotegården	Tidig stubb.		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Led								
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+
<b>1998/99</b>								
Vår - Gulmög./skörd	28	29	47	41	25	47	58	70
Gulmogn. - Sen höst	29	40	22	29	26	31	32	40
Sen höst - Vår	23	27	24	31	16	23	18	15
<b>Summa</b>	<b>81</b>	<b>96</b>	<b>93</b>	<b>101</b>	<b>67</b>	<b>102</b>	<b>108</b>	<b>126</b>
<b>1999/00</b>								
Vår - Gulmög./skörd	27	34	37	39	25	38	47	42
Gulmogn. - Sen höst	23	26	11	23	15	25	19	23
Sen höst - Vår	30	37	40	46	17	17	4	10
<b>Summa</b>	<b>80</b>	<b>98</b>	<b>88</b>	<b>108</b>	<b>58</b>	<b>81</b>	<b>70</b>	<b>75</b>
<b>2000/01 (Potatis)</b>								
Vår - Blastdödn.								
Blastdödn. - Sen höst	29	29	25	35	25	25	42	48
Sen höst - Vår	43	50	37	44	39	37	13	13
<b>Summa</b>	<b>72</b>	<b>79</b>	<b>62</b>	<b>79</b>	<b>64</b>	<b>62</b>	<b>55</b>	<b>61</b>
<b>2001/02</b>								
Vår - Gulmög./skörd	35	34	37	31	28	40	51	38
Gulmogn. - Sen höst	18	22	24	31	16	27	22	23
Sen höst - Vår	53	50	55	67	25	25	17	15
<b>Summa</b>	<b>106</b>	<b>105</b>	<b>116</b>	<b>129</b>	<b>69</b>	<b>92</b>	<b>89</b>	<b>76</b>
<b>2002/03</b>								
Vår - Gulmög./skörd	20	33	37	27	26	35	46	52
Gulmogn. - Sen höst	-	-	-	-	-	-	-	-
Sen höst - Vår	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Summa</b>								
<b>Medeltal (exkl. potatisåret 2000)</b>								
Vår - Gulmög./skörd	28	33	40	34	26	40	50	50
Gulmogn. - Sen höst	24	29	19	27	19	28	24	29
Sen höst - Vår	35	38	39	48	19	22	13	13
<b>Summa</b>	<b>87</b>	<b>100</b>	<b>98</b>	<b>109</b>	<b>64</b>	<b>90</b>	<b>87</b>	<b>92</b>
<b>Relativtal (Led A =100)</b>								
Vår - Gulmög./skörd	100	118	143	121	93	143	179	179
Gulmogn. - Sen höst	100	121	79	113	79	117	100	121
Sen höst - Vår	100	109	111	137	54	63	37	37
<b>Hela året</b>	<b>100</b>	<b>115</b>	<b>113</b>	<b>125</b>	<b>74</b>	<b>103</b>	<b>100</b>	<b>106</b>

Bilaga 23. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av nitrat- respektive totalkväve under de agrohydrologiska åren (1/7-30/6) 1996-2001 vid Fotegården. 1996-1998 finns redovisade av Lindén et al (1999). Här presenteras nya värden efter avrinningsjustering, se material och metoder i texten.

Fotegården	Tidig stubbearbetn, Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Led								
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+
<b>1996/97 (potatis)</b>								
Tot-N (mg/l)	14	16	12	13	12	12	10	11
Tot-N (kg/ha)	32	34	27	29	26	27	22	24
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	13	14	11	12	11	11	8	9
NO <sub>3</sub> -N (kg/ha)	28	31	24	26	24	24	18	20
<b>1997/98 (havre)</b>								
Tot-N (mg/l)	12	16	12	8,9	7,6	9,4	6,6	6,4
Tot-N (kg/ha)	30	39	30	22	18	23	16	15
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	11	15	11	8	7	8	5	5
NO <sub>3</sub> -N (kg/ha)	27	36	27	19	17	19	12	12
<b>1998/99 (korn)</b>								
Tot-N (mg/l)	11	14	8,2	9,7	9,3	13	6,3	7,9
Tot-N (kg/ha)	47	60	35	41	39	55	27	33
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	9,6	12	7,0	8,3	8,2	11	4,8	6,4
NO <sub>3</sub> -N (kg/ha)	40	52	29	35	35	48	20	27
<b>1999/00 (havre)</b>								
Tot-N (mg/l)	14	18	10	11	10	13	5,3	6,2
Tot-N (kg/ha)	36	47	27	30	27	35	14	16
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	12	16	8,9	10	9,2	12	3,9	4,8
NO <sub>3</sub> -N (kg/ha)	33	42	24	27	24	32	10	13
<b>2000/01 (potatis)</b>								
Tot-N (mg/l)	16	18	16	20	13	16	9,8	11
Tot-N (kg/ha)	68	76	66	83	55	66	41	46
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	15	17	15	19	12	14	8,4	9,4
NO <sub>3</sub> -N (kg/ha)	62	71	62	79	50	60	35	39
<b>2001/02 (korn)</b>								
Tot-N (mg/l)	18	20	14	15	11	14	6,0	7,3
Tot-N (kg/ha)	50	56	39	44	32	41	17	21
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	17	19	13	15	10	14	5,0	6,2
NO <sub>3</sub> -N (kg/ha)	48	54	37	42	30	39	14	18
<b>Medel 1996-01</b>								
Tot-N (mg/l)	14	17	12	13	11	13	7,3	8,3
Tot-N (kg/ha)	44	52	37	41	33	41	23	26
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	13	16	11	12	9,6	12	5,8	6,8
	40	48	34	38	30	37	18	22
<b>Medel 1998-01</b>								
Tot-N (mg/l)	15	18	12	14	11	14	6,9	8,1
Tot-N (kg/ha)	50	60	42	49	39	49	25	29
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	13	16	11	13	9,9	13	5,5	6,7
NO <sub>3</sub> -N (kg/ha)	46	55	38	46	35	45	20	24

Bilaga 24. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av fosfat- (endast 1996-1997) respektive totalfosfor under de agrohydrologiska åren (1/7-30/6) 1996-2001 vid Fotegården. 1996-1998 finns redovisade av Lindén et al (1999). Här presenteras nya värden efter avrinningsjustering, se material och metoder i texten.

Led	Tidig stubbearbetn, Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Fånggröda	-	-	rajgräs	rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+
<b>1996/97 (potatis)</b>								
TotP (mg/l)	0,042	0,033	0,020	0,017	0,016	0,021	0,022	0,020
Tot-P (kg/ha)	0,092	0,072	0,044	0,037	0,035	0,046	0,048	0,044
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	0,007	0,003	0,005	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006
PO <sub>4</sub> -P (kg/ha)	0,015	0,007	0,011	0,002	0,004	0,007	0,009	0,013
<b>1997/98 (havre)</b>								
TotP (mg/l)	0,017	0,014	0,027	0,010	0,015	0,009	0,016	0,015
Tot-P (kg/ha)	0,041	0,034	0,065	0,024	0,036	0,022	0,039	0,036
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	0,002	0,001	0,004	0,002	0,002	0,002	0,004	0,005
PO <sub>4</sub> -P (kg/ha)	0,005	0,002	0,010	0,005	0,005	0,005	0,010	0,012
<b>1998/99 (korn)</b>								
TotP (mg/l)	0,012	0,011	0,018	0,008	0,006	0,011	0,017	0,012
Tot-P (kg/ha)	0,049	0,048	0,074	0,036	0,026	0,045	0,073	0,049
<b>1999/00 (havre)</b>								
TotP (mg/l)	0,016	0,011	0,016	0,008	0,006	0,018	0,008	0,019
Tot-P (kg/ha)	0,042	0,028	0,043	0,020	0,017	0,049	0,022	0,049
<b>2000/01 (potatis)</b>								
TotP (mg/l)	0,009	0,009	0,010	0,017	0,008	0,016	0,010	0,013
Tot-P (kg/ha)	0,038	0,037	0,042	0,072	0,035	0,066	0,043	0,055
<b>2001/02 (korn)</b>								
TotP (mg/l)	0,039	0,033	0,034	0,066	0,031	0,033	0,037	0,036
Tot-P (kg/ha)	0,111	0,094	0,099	0,189	0,090	0,095	0,105	0,102
<b>Medel 1996-01</b>								
TotP (mg/l)	0,022	0,018	0,021	0,021	0,014	0,018	0,018	0,019
Tot-P (kg/ha)	0,065	0,053	0,059	0,069	0,043	0,056	0,051	0,057
<b>Medel 1998-01</b>								
TotP (mg/l)	0,019	0,016	0,020	0,025	0,013	0,020	0,018	0,020
Tot-P (kg/ha)	0,060	0,052	0,065	0,079	0,042	0,064	0,061	0,064

Bilaga 25. Årsmedelkoncentrationer (mg/l) samt uttransporterad mängd (kg/ha) av kalium under de agrohydrologiska åren (1/7-30/6) 1996-2001 vid Fotegården. 1996-1998 finns redovisade av Lindén et al (1999). Här presenteras nya värden efter avrinningsjustering, se material och metoder i texten.

Led	Tidig stubbearbetn, Sen höstplöjning		Sen höstplöjning		Vårplöjning		Vårplöjning	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Fånggröda	-	-	rajgräs	Rajgräs	-	-	rajgräs	rajgräs
Handelsgödsel	90	45	90	45	90	45	90	45
Flytgödsel, vår	-	+	-	+	-	+	-	+
<b>1996/97 (potatis)</b>								
Kalium (mg/l)	11	9	7	8	9	13	17	16
Kalium (kg/ha)	24	20	15	18	20	28	37	35
<b>1998/99 (havre)</b>								
Kalium (mg/l)	11	10	8	10	10	13	17	16
Kalium (kg/ha)	46	40	33	41	43	53	70	69
<b>1998/99 (korn)</b>								
Kalium (mg/l)	11	14	8,1	9,8	9,4	13	6,2	7,9
Kalium (kg/ha)	47	60	34	41	40	54	26	33
<b>1999/00 (havre)</b>								
Kalium (mg/l)	9	7	6	7	7	9	12	12
Kalium (kg/ha)	23	19	17	18	19	24	32	33
<b>2000/01 (potatis)</b>								
Kalium (mg/l)	12	9	8	9	10	10	13	14
Kalium (kg/ha)	49	38	35	39	41	42	56	57
<b>2001/02 (korn)</b>								
Kalium (mg/l)	12	9	8	9	10	10	14	13
Kalium (kg/ha)	33	26	22	26	27	29	40	38
<b>Medel 1996-01</b>								
Kalium (mg/l)	11	9	7	9	9	11	15	14
Kalium (kg/ha)	33	28	23	27	29	34	45	45
<b>Medel 1998-01</b>								
Kalium (mg/l)	11	9	8	9	9	10	14	14
Kalium (kg/ha)	39	32	28	33	34	39	53	53

*Denna serie efterträder den under åren 1970-1977 utgivna serien Vattenvård. Här publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för vattenvårdslära vid institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien Vattenvård redovisas i Ekohydrologi nr 1-6. Tidigare nummer i serien Ekohydrologi redovisas nedan. Alla kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen för vattenvård (adress på omslagets baksida).*

*This series is successor to "Vattenvård" published in 1970-1977. Here you will find research reports from the Division of Water Quality Management at the Swedish University of Agricultural Sciences. The "Vattenvård" series is listed in "Ekohydrologi 1-6". You will find earlier issues of "Ekohydrologi" listed below. Issues still in stock can be acquired from the Division of Water Quality Management (address, see the back page)*

Nr	År	Författare och titel. Author and title.
1	1978	Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. Losses of nutrients from arable land.
2	1978	Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. Manure gone astray. Lars Lingsten och Nils Brink. Åker gödslingens inverkan på miljön i en bäck. The effect of agricultural manuring on the environment in a brook. Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. Nitrogen leaching from arable land.
3	1979	Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. Leachate from compost of refuse and sludge. Nils Brink. Self-Purification studies of silage juice. Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster på Kristianstadsslätten. Loss of nutrients on the Kristianstad plain. Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. Pollution of the groundwater by a dung yard.
4	1979	Nils Brink. Vattnet är det yppersta. Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979. Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.
5	1979	Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand. Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. Losses of nutrients from forests. Nils Brink. Utlakning av kväve från agroecosystem. Leaching of nitrogen from agro-ecosystems. Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjning.
6	1980	Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. Losses of Nutrients in Skåne and Halland. Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. Leaching after spreading of potato juice. Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. Forecasting the need of fertilizer nitrogen. Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
7	1980	Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. Where does the commercial fertilizer go. Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. The importance of the environment for the primary production in lake Vadsbrosjön. Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet. Nils Brink. Utlakning av växtnäring från åkermark. Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
8	1981	Nils Brink. Förurning av grundvatten på åker. Acidification of groundwater on arable land. Rikard Jernlås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. Leaching of TCA from arable land. Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. Storm washing of phosphorus from arable land. Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. Control of losses of nutrients from arable land and forest.
9	1981	Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport. Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. Leachate from piles of shredded refuse.
10	1982	Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland. Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland. Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland. Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. Fertilizer forecasts.
11	1982	Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltbelastning och trofinivå. The nutrient load and trophic level of lake Vadsbrosjön. Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. Metal contents in drainage water from cultivated soils. Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige. Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. Erosion of phosphorus from arable land. Rikard Jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling.

Nr	År	Författare och titel. Author and title.
12	1982	Nils Brink och Rikard Jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring. Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. Leachate migration through soils. Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden. Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land in Sweden.
13	1983	Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödslad åker. Surface transport of plant nutrients from field spread with manure. Rikard Jernlås. TCA-utlakning på lerjord. Leaching of TCA on a clay soil. Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. Losses of nutrients at Öjebyn. Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. Losses of nutrients at Röbbäcksdalen. Rikard Jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. Drainage losses of nitrate and irrigation.
14	1983	Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kväve mineralisering vid plöjningsfri odling. Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices. Rikard Jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil. Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. Soil sampling for nitrogen forecasts. Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. Nutrients and organic matters from farmland and forest. Nils Brink. Gödselanvändningens miljöproblem.
15	1984	Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. Nutrient losses in the Ringsjö area. Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. Catch crop after barley. Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin. Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. Losses of nutrients at Vagle. Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. Losses of nutrients at Offer.
16	1984	Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. Intensity and duration of drainage discharge from arable land.
17	1984	Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes. Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. Losses of nutrients from sandy soils. Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. Losses of nutrients at Boda. Nils Brink. Vattenföroreningar från tippen i Erstorp - ett rättsfall.
18	1984	Barbro Ulén. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs. Barbro Ulén. Nitrogen and Phosphorus to surface water from crop residues.
19	1985	Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Losses of nitrogen and phosphorus in the Ringsjö area. Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. Losses of nutrients from clay soils in Skåne. Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Börje Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. Nutrient losses from arable land in the region of Uppsala. Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsala regionen. Drinking water quality in the region of Uppsala. Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och Diklorprop. Mobility of MCPA and Dichlorprop. Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. Losses with surface run-off of cyanazine.
20	1985	Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. Mobility of MCPA and Dichlorprop in a sandy soil. Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. Losses of nutrients from a sandy soil in Halland. Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. Erosion of phosphorus from arable Land. Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder. Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten.
21	1986	Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. Toxicity test for pesticides using protozoa. Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten. Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. Leaching of phosphorus from soils. Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. Risk of fertilizing for increased protein. Evaluate the environment. Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark.
22	1987	Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate.
23	1987	Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil.
24	1987	Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. Catch crop after harvest. Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. Leaching of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.

---

Distribution:

Pris: 50:- (exkl. moms)

Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Avdelningen för Vattenvårdslära

Box 7072

S-750 07 Uppsala

Tel: 018 - 67 24 60

Fax: 018 - 67 34 30

[www.mv.slu.se/vv/slu\\_vv.htm](http://www.mv.slu.se/vv/slu_vv.htm)

---