



Sveriges
lantbruksuniversitet

Gunnar Torstensson, Helena Aronsson och Erik Ekre

**Växtnäringsutlakning i samband med spridning av flytgödsel
till vall på hösten
Slutrapport**

Ekohydrologi 133

Uppsala 2012

Institutionen för Mark och miljö

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil and Environment**

ISRN SLU-VV-EKOHYD-133-SE
ISSN 0347-9307



Sveriges
lantbruksuniversitet

Gunnar Torstensson, Helena Aronsson och Erik Ekre

**Växtnäringsutlakning i samband med spridning av flytgödsel
till vall på hösten
Slutrapport**

Ekohydrologi 133

Uppsala 2012

Institutionen för Mark och miljö

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil and Environment**

ISRN SLU-VV-EKOHYD-133-SE
ISSN 0347-9307

TILLKÄNNAGIVANDEN

Det redovisade försöket har bedrivits med medel från Jordbruksverket och Institutionen för Mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet. Projektet har varit ett samarbetsprojekt mellan avdelningen för Biogeofysik och vattenvård, vid SLU och Hushållningssällskapet i Halland.

Försöksledarna Erik Ekre och Magnus Håkansson har tillsammans med sina medarbetare på Hushållningssällskapet ansvarat för den praktiska skötseln av försöksfält, mätutrustning samt provtagning av vatten, jord och grödor.

Jordprover för mineralkvävebestämning har extraherats vid Hushållningssällskapet. Gröd och skördeprover samt jordextrakt har analyserats vid avdelningen för Växtnäring och markbiologi, SLU. Vattenprover har analyserats vid vattenlaboratoriet vid Inst. för Mark och miljö.

Innehållet i denna rapport har sammanställts, bearbetats och presenterats av Gunnar Torstensson och Helena Aronsson, avdelningen för Biogeofysik och vattenvård, institutionen för Mark och miljö, SLU.

Författarna ber att få framföra ett varmt tack till alla som medverkat till finansiering, utförande och analyser.



Slutrapport

Växtnäringsutlakning i samband med spridning av flytgödsel till vall på hösten

Bakgrund

På gårdar med t.ex. specialiserad mjölkproduktion finns ofta begränsat utrymme att vårsprida stallgödseln i öppen odling, vilket är det mest växtnärings effektiva användningssättet. Ur såväl areal-, lagrings- och läglighetssynpunkt är det mer eller mindre nödvändigt att åtminstone en del av gödseln kan spridas på växande vall på hösten. När organiska gödselmedel, som innehåller en stor andel av kvävet i ammoniumform, sprids på hösten är det ofta förknippat med ökad risk för kväveutlakning. Det gäller särskilt då grödornas näringsupptag är så begränsat, eller givan så stor, att gödselkvävet till stor del blir kvar i marken. Växande vall är en gröda som bör lämpa sig väl för spridning av flytgödsel under hösten. Det potentiella kväveupptaget är överlägset det som kan förväntas av en höstsäd som sås i normal tid. Det är också betydligt pålitligare än kväveupptaget hos höstoljeväxterna. De kan visserligen växa kraftigt under hösten om betingelserna är de rätta, men etablering och tillväxt är ibland osäker. Tillförsel i september av måttliga doser av svinflytgödsel på insädd fånggröda vid Mellby under många år har ökat fånggrödans tillväxt till det dubbla, vilket har reducerat utlakning effektivt (Hessel *et al.* 1999; Aronsson *et al.* 2003).

I några andra av utlakningsförsöken vid Mellby har flytgödsel under flera år spridits på vallen under november månad. Trots att vallens tillväxt ovan jord troligen varit högst måttlig under denna tid har utlakningen inte varit särskilt stor (Torstensson, 2003). Den har varit något större än från ogödslad vall, men fortfarande liten. Detsamma gäller vallinsädd som gödslas första hösten. En förklaring till låg utlakning efter spridning på markytan sent på hösten skulle kunna vara att kvävet helt eller delvis konserveras i ammoniumform (som är orörligt i marken) på grund av den låga temperaturen vid markytan, ofta nära fryspunkten, vilket hämmat nitrifikationsbakteriernas verksamhet. Lindén *et al.* (2003) visade att marken måste vara näst intill frusen för att hämma nitratbildningen i större omfattning. Detta stöds även av att äldre undersökningar på samma plats visade att nerplöjd flytgödsel vid samma tidpunkt på obevuxen mark inte gav lägre utlakning än gödsel som spreds i september månad (Torstensson *et al.* 1992). Tydligt var marktemperaturen på 25-30 cm djup, där gödseln hamnade, fortfarande tillräckligt hög för snabb nitratbildning även vid den sena spridningstidpunkten.

Hur är det då med tillförsel av flytgödsel till vall tidigare på hösten, t.ex. efter sista vallskörden i mitten av september? Vid denna tidpunkt är markytan fortfarande så varm att man måste räkna med snabb nitrifikation av ammoniumkvävet. För att få låga utlakning förluster är man då beroende av att vallen hinner och förmår ta tillvara det lättroliga kvävet. Vallen bör dock ha en tämligen god tillväxtpotential under ytterligare någon månad. Om återväxten på vallen tar upp en del av kvävet, med reducerad utlakning av stallgödselkväve som följd,

återstår frågan i vilken utsträckning som upptaget kväve i återväxten kommer att återspeglas i nästa års vallskördar, och hur höstgödslingen påverkar vallens botaniska sammansättning och foderkvalitet.

Spridningen i september kan befaras ge något högre ammoniakförluster till följd av den högre marktemperaturen, men å andra sidan sker denna spridning på nyligen skördad markyta, med mindre vegetation, vilket skulle kunna bidra till gödseln får bättre markkontakt vilket kan reducera ammoniakavgången.

Projektmål

Målet med projektet var att undersöka hur spridning av nötflytgödsel till vall under september respektive under november månad påverkar risken för kväve- och fosforutlakning under den efterföljande vintern, kväveutnyttjande, och vallens foderkvalitet jämfört med då vallen inte gödslas på hösten (referensled med bara normal gödsling med handelsgödsel till respektive vallskörd).

Huvudhypotesen vara att flytgödselspridning både i september och november i Halland skulle ge ett bra kväveutnyttjande samtidigt som kväveutlakningen inte skulle öka med mer än 50 % jämfört med referensledet och att fosforutlakningen skulle påverkas obetydligt på den aktuella markjorden.

MATERIAL OCH METODER

Försöksfält och försöksplan

Försöket genomfördes på 9 individuellt dränerade försöksrutor vid Mellby försöksfält i södra Halland. Försöksplatsen är belägen på markjord i ett område där ”djurhållningen” (stallgödsel-användningen) länge varit omfattande. Försöksrutorna användes t.o.m. våren 2008 för ett odlingssystemsförsök som representerade två olika typer av djurhållande gårdar i Halland. Alla rutor fick under den föregående försöksperioden stallgödsel i liknande mängder totalt sett, och därför bedöms de grundläggande rutskillnaderna till följd av detta att vara små. Förfrukterna före vallanläggningen var dock varierande och innefattade såväl majs, potatis, spannmål med resp. utan fångröda som fodervall och grönbräda. Det tidigare försöket bröts genom glyfosatbehandling och plöjning senhösten 2008. Fosforinnehållet (P-Al) är tämligen högt och ligger inom ett snävt intervall omkring 15 mg/100g jord medan kaliumtillgången är låg, omkring 8 mg/100 g jord.

Våren 2009 såddes vårkorn med insädd av vall. De rätt stora utlakningsrutorna (30x30 m) indelades ursprungligen i tre mindre parceller där olika vallfröblandningar såddes, en vanligt förekommande blandning med gräs och ca 10% klöver, en ren gräsblandning, och slutligen en lusern-gräsblandning. Redan under första vallåret visade det sig emellertid att etableringen av de tre olika valltyperna hade misslyckats, speciellt vad gällde lusernetableringen. Likaså hade klöver spridit sig alltför mycket till alla delparceller. Alla storrutor hade med andra ord en väl etablerad klöver-gräs-vall. Därför togs beslutet att utesluta valltypsdelen av studien och helt koncentrera arbetet på projektets huvudsyfte, hur stallgödselspridning på hösten påverkar risken för ökad utlakning.

Försöksplan

Försöket omfattade tre led (med tre upprepningar): referens utan stallgödsel (*0-stg*), spridning av nötflytgödsel ca 15 september (*Sept-stg*) och och spridning ca 15 november (*Nov-stg*). Två år med stallgödselspridning på hösten till vall I resp. II genomfördes. Första stallgödselspridningen gjordes på vallinsådden hösten 2009 med efterföljande skördemätning i vall I sommaren 2010, och den andra gavs hösten 2010 inför vall II under 2011. Flytgödseln spreds med släpplång och på fastliggande rutor.

Vallen skördades tre gånger varje år under 2010-2011. Flytgödselgivan (nötflyt) doserades med ledning av fosforinnehållet med 20 kg P/ha som målgiva. Samma fosforgiva användes i det handelsgödslade referensledet. Givan av handelsgödselkväve i de stallgödslade leden reducerades för en uppskattad kväveverkan på ca 40 kg N/ha från den höstspridna stallgödseln. Den beräknade effekten sattes med ledning från tidigare stallgödselanalyser och erfarenheter från tidigare försök på platsen.

Tabell 1. Tillförda mängder av växtnäring i form av stall- och handelsgödsel. Org-N är beräknad som skillnaden mellan Tot-N och NH₄-N i stallgödseln

Datum	Skörd nr	Led	Gödsel- slag	Nötflyt (t/ha)	Tillförd växtnäring (kg/ha)			
					Org-N	Min-N	P	K
Vallinsådd								
2009-05-14	<i>Korn</i>				–	76	11	36
Till vall I								
–		0-stg	–	0	–	–	–	–
2009-09-22		Sept-stg	Nötflyt	40	88	64	24	124
2009-11-19		Nov-stg	Nötflyt	40	64	100	14	114
2010-04-23	1	0-stg	Handelsg.		–	73	21	75
		Sept-stg	Handelsg.		–	42	0	0
		Nov-stg	Handelsg.		–	42	0	0
2010-06-16	2	0-stg	Handelsg.		–	70	0	100
		Sept-stg	Handelsg.		–	60	0	100
		Nov-stg	Handelsg.		–	60	0	100
2010-07-20	3	0-stg	Handelsg.		–	43	0	0
		Sept-stg	Handelsg.		–	43	0	0
		Nov-stg	Handelsg.		–	43	0	0
	Summa	0-stg			0	187	21	175
		Sept-stg			88	208	24	224
		Nov-stg			64	245	14	214
Till vall II								
–		0-stg	–	0	–	–	–	–
2010-10-06		Sept-stg	Nötflyt	40	72	78	20	119
2010-11-09		Nov-stg	Nötflyt	40	78	62	20	116
2011-05-02	1	0-stg	Handelsg.		–	70	20	102
		Sept-stg	Handelsg.		–	41	0	0
		Nov-stg	Handelsg.		–	41	0	0
2011-06-07	2	0-stg	Handelsg.		–	70	0	100
		Sept-stg	Handelsg.		–	60	0	100
		Nov-stg	Handelsg.		–	60	0	100
2011-07-21	3	0-stg	Handelsg.		–	27	0	0
		Sept-stg	Handelsg.		–	27	0	0
		Nov-stg	Handelsg.		–	27	0	0
	Summa	0-stg			0	167	20	202
		Sept-stg			72	206	20	219
		Nov-stg			78	190	20	216
Till kornet								
Våren 2012		0-stg	Handelsg.			80	20	60
		Sept-stg	Handelsg.			80	20	60
		Nov-stg	Handelsg.			80	20	60

Vallen bröts i början av september, efter 3:e vallskörden, hösten 2011 följt av sådd av höstkorn. Projektet beviljades viss förlängning för att även studera stallgödselbehandlingarnas eventuella inverkan på utlakningen efter vallbrottet, vintern 2011/12. Tyvärr utvintrade höstkornet delvis våren 2012, efter viss tvekan togs beslutet att harva upp höstkornet och ersätta det med ett sent sått vårkorn. Den sena omsådden medför att det är svårt att utvärdera eventuella efterverkans effekter, vi har därför valt att utesluta det momentet.

Tillförda givor av växtnäring i form av flytgödsel och handelsgödselmedel i de tre leden framgår av tabell 1. Kaliumgödslingen med handelsgödsel fördelades med hälften vardera till skörd 1 resp. skörd 2. I de stallgödslande leden kompletterades kaliumgivan med handelsgödsel upp till samma totalgiva som i det rena handelsgödselledet (200 kg K/ha och år).

Mätningar och provtagningar

Utlakningsmätningar

Avrinnande vatten uppmättes med vippkärl och analyserades med avseende på: nitratkväve, totalkväve, kalium och totalfosfor. Mängden avrinnande vatten registreras kontinuerligt och vattenprov uttas automatiskt i proportion till vattenflödet i samlingsprov som motsvarar 1-2 veckors avrinning. Vattenproverna analyserades med avseende på nitratkväve (Grasshoff, 1964; Wagner, 1974), totalkväve (SS-EN 12260-1, modifierad), totalfosfor (Foss Application Note 5241) och kalium (SS-EN ISO 14911-1), vid institutionen för Mark och miljö vid SLU. Utlakningen (kg/ha) beräknades genom att det aktuella provets koncentrationer multiplicerades med resp. dygnsavrinning under perioden mellan föregående prov och det nu aktuella. Dygnsutlakningarna summeras sedan till månads- eller årsutlakning. Årsutlakningen beräknades för perioden 1 juli odlingsåret till 30 juni efterföljand år. Rutvisa medelkoncentrationer (månad eller år) beräknades genom att dividera periodens beräknade utlakning med periodens uppmätta avrinning (integrerade medelkoncentrationer).

Ledvisa medelvärden för utlakning för vart år beräknades genom att först beräkna ledets aritmetiska koncentrationsmedelvärdet utifrån de rutvisa integrerade årskoncentrationerna och sedan multiplicera med medelavrinningen för alla i försöket ingående rutor.

Vallskörden (2010 och 2011) mättes genom att skörda tre drag per ruta på försöksmässigt sätt. Analys utfördes av det skördade materialets innehåll av totalkväve, fosfor och kalium samt botanisk sammansättning. Första vallåret (2010) analyserades även grovfoderkvalitet vid Eurofins foderlaboratorium (energi- och proteininnehåll) på material från de tre olika valltyperna. Övriga analyser (N, P, K) gjordes vid egna laboratorier vid Institutionen för Mark och miljö.

Vallens tillväxt, innehåll av kväve under senhösten bestämdes genom provtagning och analys av totalkväve i det ovanjordiskt växtmaterial före den sena stallgödselspridningen

Mineralkväve i marken

Rutvis provtagning för bestämning av mineralkväveinnehåll ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) i marken (0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm) gjordes tidigt på våren, efter 1:a vallskörd, före tidig spridning och före den sena spridningen. Jordproverna djupfrysades (-18°) omedelbart efter provtagning. Proverna invägdes och extraherades vid Hushållningssällskapets laboratorium vid Lilla Böslid varefter extrakten skickades för analys vid inst. för Mark och miljö vid SLU.

RESULTAT

Skördar av vallfoder och korn (skyddsgröda)

Uppmätta skördar av vallinsåddens skyddsgröda (vårkorn, 15% vh) och vallfoder (ts) redovisas i tabell 2. I alla tre leden låg vallskördarna omkring 10 ton ts/ha i både vall I och vall II, skillnaderna mellan leden var små och helt utan signifikanta skillnader.

Det finns en liten tendens att ledet 0-stg, med enbart handelsgödsel, i medeltal har gett något högre skörd och att spridningen i september (*Sept-stg*) gav något lägre och kvävefattigare skörd än i led Nov-stg). Det senare kan dock i förstaårs vallen även vara påverkat av de högre efterverkans effekterna av tidigare grödor (figur 1). Det fanns heller inga signifikanta skillnader i råproteinhalt eller energivärde i proven som analyserades 2010.

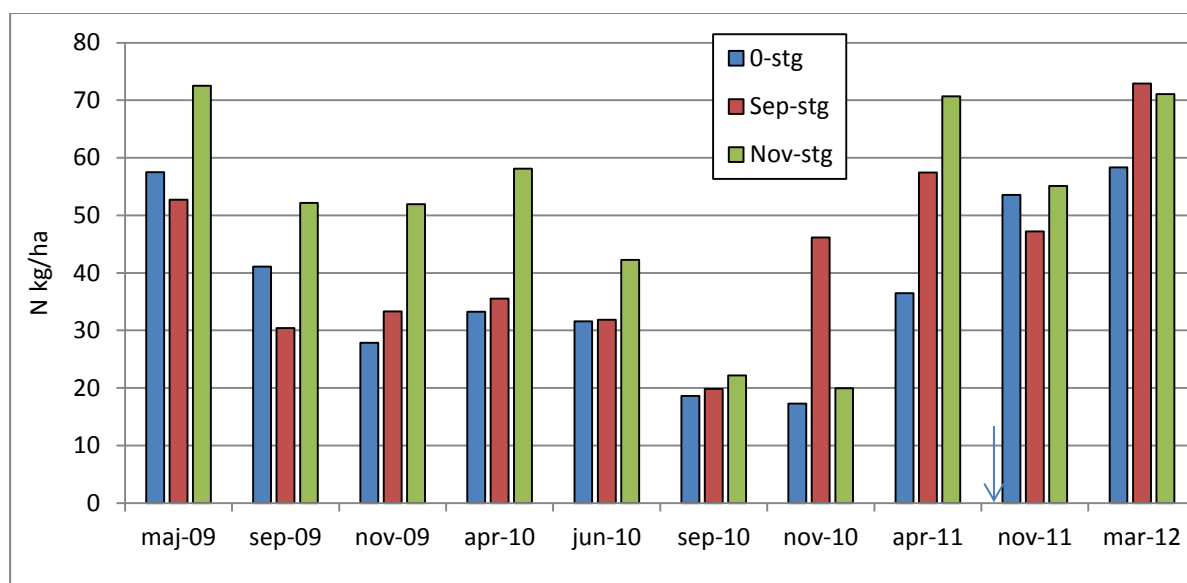
Tabell 2. Skörd av vallinsåddens skyddsgröda (vårkorn), vallfoder samt med skördeprodukterna bortfört N, P och K. Vallfodrets klöverandel, samt innehåll av råprotein och energi (per kg ts, 2009)

Datum	Skörd		Skörd (t/ha)	Skördad växtn. (kg/ha)			Klöver (%)	Råpr. (g/kg)	Energi (MJ/kg)
	nr	Led		N	P	K			
Vallinsådd			<i>Kärna 15%</i>						
2009-08-27	<i>Korn</i>	0-stg	4,34	67					
		Sept-stg	4,61	71					
		Nov-stg	4,20	69					
Vall I			<i>Vall (ts)</i>						
2010-06-02	1	0-stg	4,5	89	16	135	6	129	11,3
		Sept-stg	4,1	77	13	117	6	117	11,7
		Nov-stg	4,6	94	15	135	5	126	11,3
2010-07-07	2	0-stg	2,7	67	9	84	12	159	11,3
		Sept-stg	2,4	51	7	80	10	143	11,2
		Nov-stg	2,5	59	7	73	7	147	11,3
2010-09-13	3	0-stg	3,7	72	11	101	14	124	10,9
		Sept-stg	3,5	71	10	93	22	127	10,7
		Nov-stg	3,1	60	10	86	21	123	10,9
	Summa	0-stg	10,9	228	36	320	11	138	11,2
		Sept-stg	10,0	199	30	290	13	129	11,2
		Nov-stg	10,2	214	32	294	11	132	11,2
Vall II									
2011-05-31	1	0-stg	3,3	76	11	92	10	–	–
		Sept-stg	3,5	57	9	82	8	–	–
		Nov-stg	4,0	66	10	95	7	–	–
2011-07-19	2	0-stg	4,5	71	12	112	i.u.	–	–
		Sept-stg	3,7	62	10	104	i.u.	–	–
		Nov-stg	3,6	57	10	96	i.u.	–	–
2011-08-31	3	0-stg	2,5	64	9	72	13	–	–
		Sept-stg	2,5	68	10	85	12	–	–
		Nov-stg	2,4	65	9	77	15	–	–
	Summa	0-stg	10,3	211	32	277	12		
		Sept-stg	9,7	187	29	271	10		
		Nov-stg	10,1	187	29	268	11		

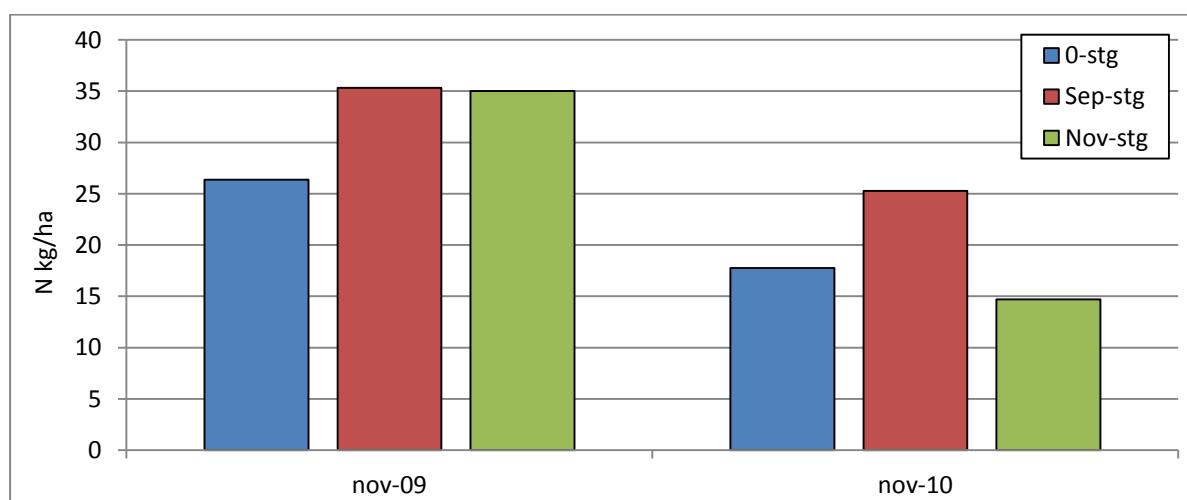
Klöverandelen i vallarna förfaller inte ha påverkats på något avgörande sätt av höstspredningen av stallgödsel. Sett över båda vallåren varierade klöverandelen mellan 10 och 13 % (tabell 2). Eftersom klöver ursprungligen inte såddes in i hela rutorna har ingen statistisk bearbetning av resultaten gjorts.

Mineralkväve i marken

Resultaten från jordprovtagningarna under 2009 och 2010 i form av markprofilens (0-90 cm) totala innehåll av mineralkväve presenteras i figur 1. Av de relativt höga värdena under hela 2009 kan man dra slutsatsen att förfruktseffekterna efter de tidigare grödorna i flera fall var tämligen stor. Uppenbarligen lyckades vi inte att fördela tre vall-ledens rutor riktigt jämnt mellan tidigare grödor med förväntad hög förfruktseffekt. Medeltalen för leden *0-stg* och *Sep-stg* får anses vara acceptabelt jämna, men led *Nov-stg* var påtagligt kväverikare under året 2009 (förfrukt: vall II, rågvete med fånggröda och grönträda). Detta kan i viss mån ha påverkat såväl kväveutlakningen vintern 2009-2010 (tabell 3) som skördeutfallet i förstaårs-vallen (tabell 2).



Figur 1. Mineralkväve ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) i markprofilen, 0-90 cm under från våren 2009 till våren 2012. (Pilen indikerar ungefärlig tidpunkt för vallbrottet).



Figur 2. Ovanjordiskt kväveinnehåll i insädd resp. återväxt före spridning av flytgödsel i november.

Det är omöjligt säga hur mycket av mineralkvävet våren 2010 i led *Nov-stg* som kan haft sitt ursprung i tidigare mineralisering resp. tillförd flytgödsel hösten 2009 (figur 1). Från och med sommaren 2010 rådde betydligt jämnare, och för en vall mer normala mineralkväveförhållanden. Vid novemberprovtagningen ser man en tydlig uppgång i ledet som fick flytgödsel i september, uppgången (ca 25 kg N/ha) motsvarar ungefär 30 % av den tillförda mängden ammoniumkväve (tabell 1). Den sena spridningen i november förfaller ge bäst utbyte efterföljande vår (april) med tanke på kvävetillgången till efterföljande gröda.

Omedelbart efter vallbrottet syns ingen påtaglig skillnad mellan olika gödslingsbehandlingar, men på våren 2012 finns en (ej signifikant) tendens till ökad kvävetillgång i de tidigare stallgödslade leden.

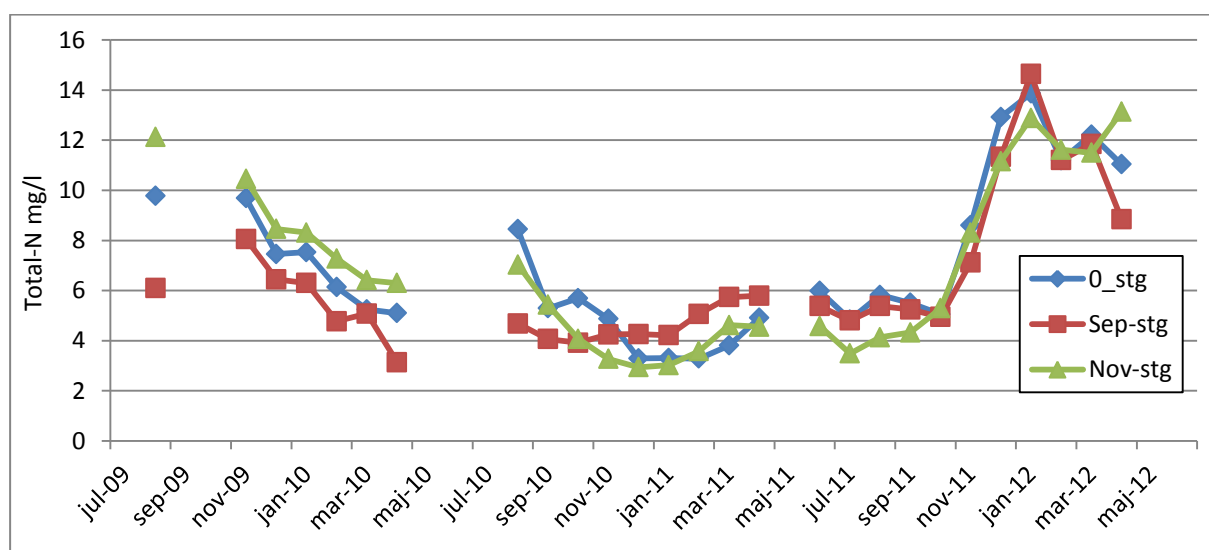
Kväveinnehåll i insädd och återväxt på hösten

Det ovanjordiska kväveupptaget under hösten återspeglar tämligen väl de olika nivåerna av växttillgängligt kväve som funnits under senhöstarna (figur 2). Jämfört med det enbart handelsgödslade ledet (*0-stg*) innehöll insädden resp. återväxten efter septemberspridningen (*Sept-stg*) knappt 10 kg kväve mer per hektar på senhösten. I november 2009 fanns god tillgång på mineralkväve även i led *Nov-stg* efter tidigare grödor (jmf figur 1), varför det inte är så förvånande att upptaget blev jämförbart med det i september flytgödslade ledet (*Sept-stg*). Fram till senhösten 2010 har den förhöjda bakgrunds-nivån med mineralkväve i led *Nov-stg* klingat av vilket kanske ger en mer rättvisande (mer förväntad) bild av kväveupptaget under senhösten.

Avrinning och utlakning av kväve och fosfor

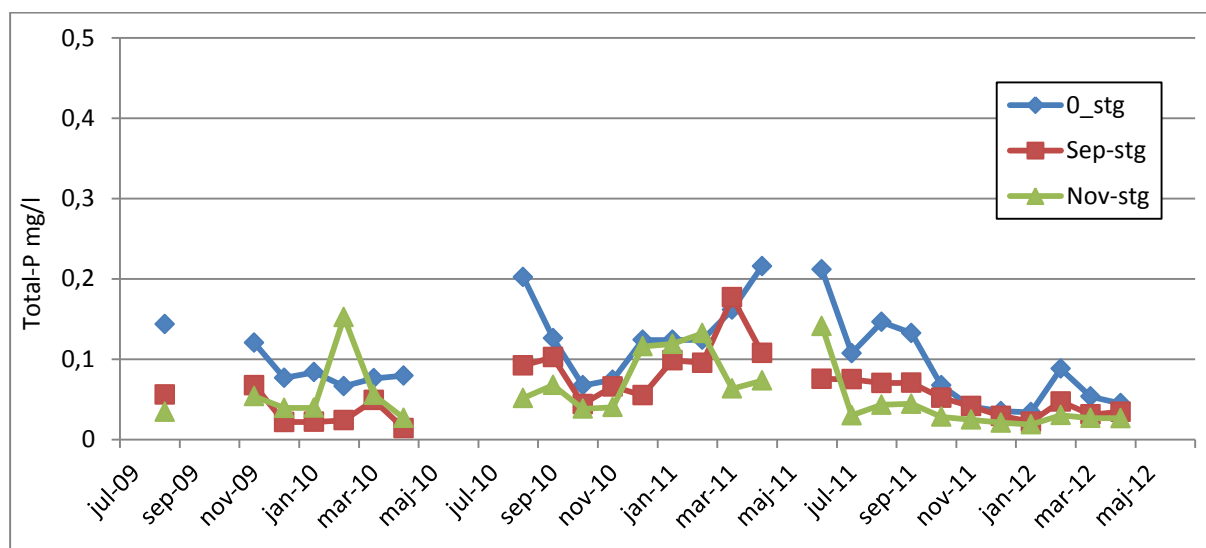
Medelavrinningen vid Mellby uppgick under de tre åren (2009/2010, 2010/2011 och 2011/2012) till omkring 220 mm, 250 mm resp. 350 mm per år.

I figurerna 3 och 4 presenteras integrerade månadsmedelkoncentrationer av totalkväve och totalfosfor. Motsvarande värden på årsbasis, och även uttryckt som utlakning (kg/ha) vid ovanstående medelavrinnningar visas i tabell 3. Avrinningen kom igång i egentlig mening först i början av november månad och därefter sker en stabil nedgång av koncentrationerna. De jämförelsevis höga kvävekoncentrationerna i inledningen av avrinningsperioden 2009 är en effekt av tidigare gröders förfruktseffekt.



Figur 3. Integrerade månadsmedelkoncentrationer av totalkväve under perioden juli 2009 till juni 2012. Gödselspridning utfördes hösten 2009 resp. hösten 2010. Vallarna bröts i september 2011.

Skillnaderna i kvävekoncentration var generellt små mellan leden, trots tidvisa skillnaderna i mineralkvävetillgång i marken (figur 2). På såväl årsbasis som över båda vinterperioderna sammantaget fanns inga statistiskt säkerställda skillnader mellan leden. Vintern 2009/2010 hade ledet med spridning i november den högsta kvävekoncentrationen och ledet med septemberspridning den lägsta. Efterföljande vinter hade dock ledet med novemberspridning den lägsta medelkoncentrationen (figur 3 och tabell 3). Man ser inte heller några större skillnader efter det tidiga vallbrottet hösten 2011.



Figur 4. Integrerade månadsmedelkoncentrationer av totalfosfor under perioden juli 2009 till juni 2012. Gödselspridning utfördes hösten 2009 resp. hösten 2010. Vallen bröts i september 2011.

Tabell 3. Årsmedelkoncentrationer (integrerade) i dräneringsvattnet och beräknad årsutlakning (kg/ha) vid 220, 250 resp. 350 mm avrinning per år

	Årsmedelkoncentration (mg/l)					Utlakning (kg/ha)				
	PO ₄ -P	Tot-P	NO ₃ -N	Tot-N	K	PO ₄ -P	Tot-P	NO ₃ -N	Tot-N	K
2009/2010										
0-stg	0,03	0,09	5,8	6,9	6,4	0,06	0,20	12,7	15,2	14,0
Sept-stg	0,01	0,05	5,6	6,4	7,7	0,02	0,10	12,2	14,1	16,9
Nov-stg	0,01	0,05	6,9	7,9	6,0	0,02	0,11	15,2	17,5	13,2
2010/2011										
0-stg	0,04	0,11	3,4	4,5	5,8	0,10	0,27	8,5	11,1	14,6
Sept-stg	0,03	0,09	3,3	4,4	7,1	0,08	0,22	8,4	11,0	17,7
Nov-stg	0,03	0,09	2,6	3,7	5,4	0,06	0,21	6,6	9,1	13,6
Medeltal, vall I och vall II										
0-stg	0,03	0,10	4,6	5,7	6,1	0,08	0,24	10,6	13,2	14,3
Sept-stg	0,02	0,07	4,4	5,4	7,4	0,05	0,16	10,3	12,6	17,3
Nov-stg	0,02	0,07	4,8	5,8	5,7	0,04	0,16	10,9	13,3	13,4
2011/2012; Efter tidigt vallbrott										
0-stg	0,03	0,06	9,6	10,9	7,1	0,11	0,22	33,6	38,3	25,0
Sept-stg	0,01	0,04	9,1	10,6	8,2	0,05	0,14	31,8	37,1	28,6
Nov-stg	0,01	0,03	8,3	9,6	6,6	0,04	0,10	29,0	33,6	23,2

Inte heller för totalfosfor (figur 4) kan man se några skillnader mellan leden som med någon säkerhet kan kopplas till de olika behandlingarna. På årsbasis och sammantaget för båda vintrarna uppmättes en något högre medelkoncentration av totalfosfor i ledet med handelsgödsel (tabell 3) men skillnaderna var inte signifikanta.

SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Den huvudsakliga frågeställningen i detta projekt var att klargöra om nötflytgödsel kunde spridas på hösten på/till vall utan att utlakningen av kväve och fosfor ökade alltför mycket, och om utlakningen påverkades av spridning tidigt (september) eller sent (november) på hösten.

I alla tre leden blev medelutlakningen per år av totalkväve ca 13 kg/ha och fosforutlakningen omkring 0,2 kg/ha (tabell 3), under vallens liggtid, vilket i båda fallen är fullt jämförbart med tidigare resultat vid Mellby där stallgödsel spridits, eller inte spridits, på vall/insådd på hösten (Torstensson, 2003; Torstensson *et al.*, 2009).

Författarnas slutsats är därför att ur utlakningssynpunkt (via dräneringsvattnet) bör det vara helt acceptabelt att sprida normala (≤ 40 ton/ha) givor nötflytgödsel på hösten till vall. Detta under förutsättning att risken för ytavrinningsförluster på det aktuella fältet är låg. På fält med påtaglig lutning och/eller sämre infiltrationskapacitet (framförallt mjälajordar och vissa lerjordar) kvarstår fortfarande risken att gödsel som spridits på markytan spolats bort genom ytavrinning, vilket kan leda till betydligt större förluster, särskilt av fosfor.

Vallskördarna skilde sig inte signifikant mellan leden, vilket får tolkas som att den uppskattade kväveeffekten, 30 kg N/ha till första skörd och 10 kg till andra skörd, stämde relativt bra med vad som sedan erhöles. Den tillvaratagna kväveeffekten (40 kg/ha) skulle då i genomsnitt motsvara 52 % av tillfört ammoniumkväve resp. ca 26 % av totalkvävet i stallgödsel. Huruvida det ska betraktas som ett bra kväveutnyttjande (enligt huvudhypotesen) kanske kan diskuteras.

På årsbasis finns en svag tendens att skörden efter septemberspridningen blev något lägre vilket kan tyda på en något lägre kväveeffekt efter tidig höstspridning. Orsaken skulle kunna vara dels att det kväve som togs upp under hösten inte återspeglade sig i skörden efterföljande år, dels att ammoniakförlusterna efter den tidiga spridningen kan ha varit något större. Tyvärr drabbades alltför många av emissionsmätningarna av allvarliga störningar i form av bl.a. regn och blåst vilket i stort har omöjliggjort en tillförlitlig beräkning och utvärdering. De få resultat som bedömdes som utvärderingsbara indikerar på att emissionsförlusterna vid båda spridningstillfällena var betydande (30-60 kg N/ha, eller 40-60 % av tillfört ammoniumkväve) med en viss övervikt för den tidiga spridningen (som gjordes t.ex. vid högre mark- och lufttemperatur). Dessa resultat stämmer väl med de som tidigare uppmätts i det föregående försöket (Torstensson, 2003).

Vid spridningen i september 2009 tillfördes 64 kg/ha i form av ammoniumkväve (tabell 1), i mitten av november återfanns ca 10 kg/ha i form av ökat kväveupptag (figur 2), uppmätt ökning av mineralkvävetillgången stannade vid 3-4 kg/ha (figur 1) och utlakningen under perioden september t.o.m. november från *Sept-stg* var jämförbar med den från *0-stg*. Av de 78 kg N/ha i form av ammoniumkväve som tillfördes i september 2010 återfinns ca 25 kg/ha som ökad mineralkvävetillgång i marken och ca 10 kg/ha som extra upptag i återväxten, även här var utlakningen under hösten från det septemborgödslade ledet jämförbar med ledet utan flytgödsel.

Stora emissionsförluster efter spridningen, följt av upptag av kväve i vallåterväxten på hösten är troligen de huvudsakliga förklaringarna till att kväveutlakningen inte ökade till följd av gödselspridningen i september (tabell 3). Efter den sena spridningen (november) kan en annan bidragande orsak i viss mån vara att nitrifikationen av ammoniumkvävet i gödseln

fördröjdes på grund av den låga marktemperaturen. Det kan ha gjort att mineralkvävet blev kvar tillräckligt länge i marken för att hinna tas tillvara på våren.

Det befarades att delar av det organiska stallgödselkvävet skulle kunna ansamlas på markytan, för att aktiveras efter vallbrottet med ökad kväveutlakning som följd. Någon ökad kväveutlakning under vintern efter vallbrottet kunde inte noteras, däremot fanns en tendens till ökad mineralkvävetillgång i marken efterföljande vår (figur 1).

Referenser

- Aronsson, H., Torstensson, G. och Lindén, B. 2003. Långliggande utlakningsförsök på lätt jord i Halland och Västergötland. Effekter av flytgödseltillförsel, insådda fånggrödor och olika jordbearbetningstidpunkter på kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen. Resultat från perioden 1998-2002. *Ekohydrologi* nr 74. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hessel Tjell, K., Aronsson, H., Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B., Stenberg, M. och Rydberg, T. 1999. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning i handels- och stallgödslade odlings-system med och utan fånggröda. Resultat från en grovmjord i södra Halland, perioden 1990-1998. *Ekohydrologi* 50. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B., Engström, L. & Ericson, L. 2003. Nitrifikation av ammonium i nötflytgödsel efter tillförsel till jord tidigt och sent på hösten - betydelse för utlakningsrisken. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Sveriges lantbruksuniversitet, rapport 10, serie B Mark och växter.
- Svensson, L. 1993. Ammonia volatilization from land-spread livestock manure - Effects of factors relating to meteorology, soil/manure and application technique. Dissertation, Swedish Institute of Agricultural Engineering, Uppsala.
- Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B. och Skyggesson, G. 1992. Mineraliskt markkväve i och kväveutlakning från en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlings-system. *Ekohydrologi* nr 28, Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Torstensson, G. 2003. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik, Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlings-system, Perioden 1999-2002. *Ekohydrologi* nr 71. Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G., Aronsson, H. och Ekre, E. 2009. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlings-system. Slutrapport till Jordbruksverket för perioden 2006 till 2008. Teknisk rapport, Inst. för Mark och miljö, SLU, Uppsala

Distribution:

Pris: 50:- (exkl. moms)

Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Institutionen för Mark och miljö

Box 7014

750 07 Uppsala

Tel: 018 - 67 24 60

Fax: 018 - 67 27 95

www.slu.se/mark
