



Gunnar Torstensson och Helena Aronsson

Resultatrapport 2011-2014 för projektet

Utlakning av kväve och fosfor efter spridning av fastgödsel i oktober respektive november på sandjord

Enheten för biogeofysik och vattenvård
Institutionen för mark och miljö
Sveriges lantbruksuniversitet

Uppsala 2015-01-07

Slutrapport för projektet:

Utlakning av kväve och fosfor efter spridning av fastgödsel i oktober respektive november på sandjord

Gunnar Torstensson och Helena Aronsson.

Sammanfattning

I ett treårigt försök, på sandig mojord i södra Halland, undersöktes effekterna på främst kväveutlakningen efter spridning av fastgödsel (ca 30 ton/ha) på obevuxen mark i antingen oktober eller i november månad. Stallgödseln bestod av mellanlagrad djupströgödsel från nötkreatur, och gödseln myllades inom 1 timme genom att marken plöjdes. Resultaten visade inte på någon signifikant skillnad i kväve- eller fosforutlakning mellan spridningstidpunkterna, eller jämfört med referensledet där ingen stallgödsel tillfördes. En möjlig delförklaring kan vara att en del av det lättillgängliga ammoniumkvävet i gödseln förlorades i samband med spridningen. Efterföljande vår var tillgången på växttillgängligt mineralkväve 30-40 kg/ha större i båda de stallgödselde leden jämfört med referensledet.

Inledning och bakgrund

På gårdar med nötfastgödsel finns ofta begränsat utrymme att sprida stallgödseln samband med vårsådden, vilket oftast är det mest kväveeffektiva användningssättet. Ur såväl areal-, lagrings- och läglighetssynpunkt är det ofta mer eller mindre nödvändigt att en del av gödseln kan spridas på hösten. Dagens regler (SJVFS 2010:55) tillåter spridning av fastgödsel på obevuxen mark under oktober månad, även inom känsliga områden. Uppdraget i detta försök var att jämföra kväveutlakningens omfattning efter spridning i mitten av oktober respektive senare delen av november månad av fastgödsel från nötkreatur.

Den fastgödsel som oftast förekommer idag är av typen mellanlagrad djupströgödsel. Normalt är andelen ammoniumkväve måttlig, vanligen 15-25% av totalkvävet vid analys på lastad gödsel. Efter spridning har sannolikt mängden ammoniumkväve minskat ytterligare till följd av ammoniakavdunstning. Det gör att mängden kväve som snabbt kan nitrifieras och utlakas kan antas bli tämligen liten. För att gödseln ska kunna bidra med större mängder utlakningsbart kväve krävs nettomineralisering av gödselns organiska kväve, vilken kan fördröjas av hög C/N-kvot och låga marktemperaturer.

Material och metoder

Försöket genomfördes på sandig mojord i södra Halland och pågick under 3 försöksår. Grödan före spridningen var vårkorn. Myllningen av nötfastgödseln skedde vid alla spridningstillfällena i form av plöjning inom ca 1 timmar efter spridning. Referensledet (endast år 2 och 3) plöjdes samtidigt som ledet med spridning i oktober.

För utlakningsmätningarna användes lediga rutor på två olika försöksområden (FO resp. ES). Första året (2011/2012, med spridning hösten 2011) fanns 6 stycken (30x30 m) separat dränerade försöksrutor (FO) att tillgå varför enbart de två huvudleden, spridning i oktober resp. november kunde genomföras med 3 upprepningar. Förfrukten till vårkornet var en flerårig gröntråda med klöverinslag som plöjts upp tidigt på våren 2011.

Andra året (2012/2013, med spridning hösten 2012) användes ett angränsande försöksområde (ES) där ytterligare 9 motsvarande rutor då var tillgängliga, vilket gav plats för ett referensled utan spridning av fastgödsel. I detta fall var förfrukten till vårkornet en 2-årig skördad vall som plöjts upp hösten 2011.

Tredje året (2013/2014) låg referensledet kvar på samma rutor som föregående år (ES), men leden med stallgödselspridning flyttades tillbaka till de rutor som fick stallgödsel hösten 2011 (FO). Därigenom minimerades den upplagringseffekt som kan uppstå vid upprepad stallgödseltillförsel flera år i rad.

Tabell 1. Försöksplan

År	Led	Mätningar (gäller alla led)
2011	6 rutor (FO)	
	Stg-okt	25-30 ton Fastgödsel ca 15 oktober
	Stg-nov	25-30 ton Fastgödsel ca 25 november (referens saknas)
		Utlakning vintern 2011/12 Efterverkan i vårsäd N-min: oktober + vår + oktober 2012
2012	9 rutor (ES)	
	Stg-okt	25-30 ton Fastgödsel ca 15 oktober
	Stg-nov	25-30 ton Fastgödsel ca 25 november
	0-stg	Utan stallgödsel
		Utlakning vintern 2012/13 Efterverkan i vårsäd N-min oktober + vår + oktober 2013
2013	3 rutor på ES, (0-stg); 6 rutor på FO, (Stg-okt, Stg-nov)	
	Stg-okt	25-30 ton Fastgödsel ca 15 oktober
	Stg-nov	25-30 ton Fastgödsel ca 25 november
	0-stg	Utan stallgödsel
		Utlakning vintern 2013/14 Efterverkan i vårsäd N-min oktober + vår + oktober 2014

Utlakning av kväve och fosfor

Alla rutor har separata dräneringssystem, avrinningen mäts med vippkärl och registreras med datalogger. Vattenproven uttogs flödesproportionellt (ca 15 ml per 0,15 mm avrinning) till ett samlingsprov som vittjades var 14:e dag. Vattenproven sändes till vattenlaboratoriet vid inst. för Mark och miljö för analys av totalkväve och totalfosfor.

Huvudmätperioden inleds 1 juli spridningsåret och avslutas 30 juni efterföljande år. Rutvisa, integrerade månads- eller årskoncentrationer av kväve och fosfor har beräknats genom att dividera summa beräknad utlakning med summa avrinning under den aktuella tidsperioden. Presenterade ledmedeltal är aritmetiska medelvärden av de rutvisa resultaten.

Med tanke på fastgödselns karaktär med stort inslag av organiskt kväve, den föreslagna givans storlek och den sena spridningstidpunkten bedömdes det föreligga en viss risk att fastgödseln skulle påverka utlakningen märkbart även under efterföljande vinter (vintern 2012/13 efter spridning 2011 osv). Efter de två första spridningstillfällena provtogs dräneringsvattnet därför även under andra vintern efter spridningen (år 2 i tabell 3).

Mineralkväve i marken

Mineralkväveprofiler är många gånger ett utmärkt redskap för att förstå och kunna förklara kväveutlakningens ursprung, men efter spridning av stallgödsel som inte kan blandas in riktigt homogent vid nedbrukningen bedömdes det vara bortkastad möda med provtagningar inom någon eller några månader efter spridning. Provtagningarna begränsades därför till: 1) före spridningen i oktober, 2) efterföljande vår, före sådd och gödsling och 3) i oktober efterföljande år. Den senare syftar till att fånga upp eventuell ökad mineraliseringen under efterföljande höst. Profilen provtogs till 90 cm djup och indelades i skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm. Jorden analyserades på $\text{NH}_4\text{-N}$ och $\text{NO}_3\text{-N}$ vid inst. för Mark och miljö, Uppsala.

Kärnskörd, N-effekt av stallgödsel

På spridningsårets huvudgröda gjordes en förenklad skördebestämning av kärnskörden för att ha en viss kontroll på att ledens för-grödor varit normalt utvecklade (redovisas ej). Efterverkan på kärnskörden mättes efterföljande år i vårkorn alternativt havre. Kärnskörden bestämdes genom att provtröska tre drag per ruta, analys av ts, renhet och total-N.

Tabell 2. Tillförda mängder av N, P och K med fastgödsel på hösten och med handelsgödsel efterföljande vår

År	Led	Stallgödsel					Handelsgödsel			
		Datum	TotN	NH4N	P	K	Datum	N	P	K
2011	Stg-okt	2011-10-24	195	47	39	214	2012-04-20	60	-	20
	Stg-nov	2011-11-25	183	44	36	200	2012-04-20	60	-	20
	0-stg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	Stg-okt	2012-10-16	240	45	46	159	2013-05-02	60	-	25
	Stg-nov	2012-11-26	183	36	26	129	2013-05-02	60	-	25
	0-stg	-	-	-	-	-	2013-04-30	90	13	43
2013	Stg-okt	2013-10-23	159	24	29	199	2014-04-28	60	-	25
	Stg-nov	2013-12-04	162	24	29	202	2014-04-28	60	-	25
	0-stg	-	-	-	-	-	2014-04-28	90	13	43
Medel	Stg-okt	22-okt	198	39	38	190		60	-	23
	Stg-nov	28-nov	176	35	30	177		60	-	23
	0-stg		-	-	-	-		90	13	43

Resultat

Tillförd växtnäring med stall- och handelsgödsel

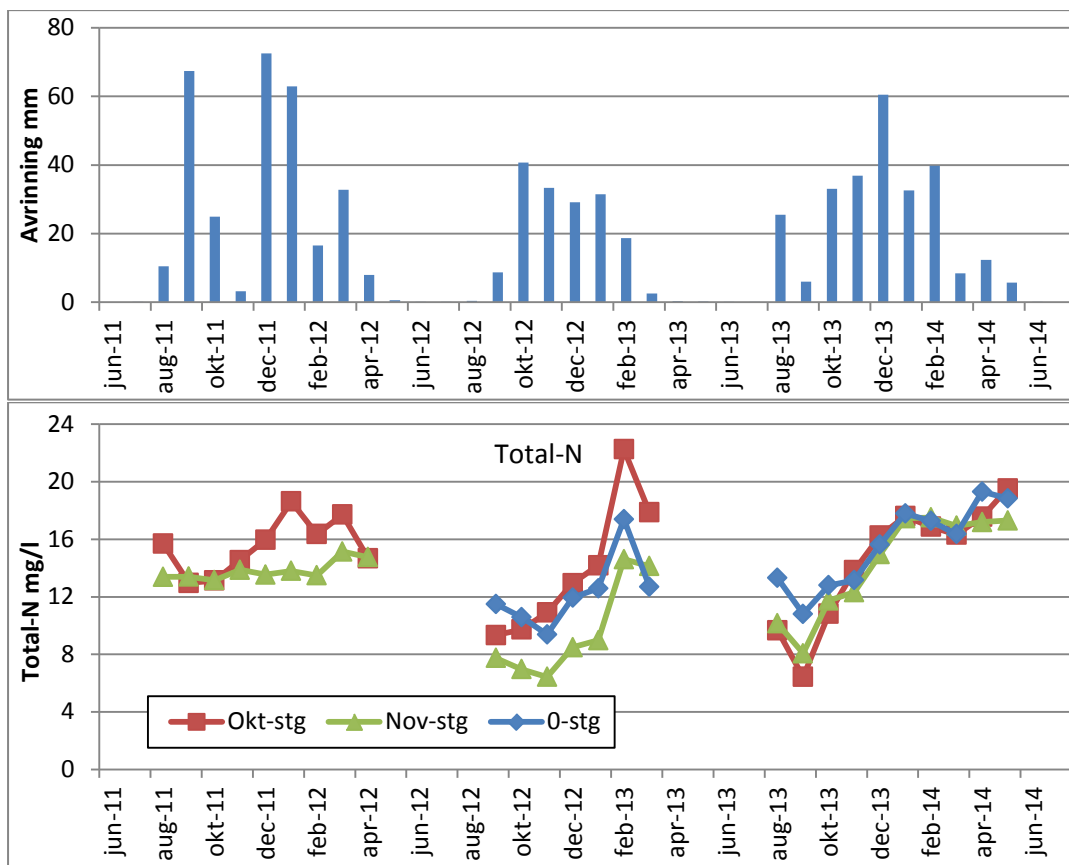
Vid alla spridningstillfällen tillfördes ca 30 ton/ha av den då aktuella fastgödseln. Gödseln provtogs i samband med att spridaren lastades. Med gödseln tillförda mängder växtnäring redovisas i tabell 2. Ammoniumkvävet utgjorde i medeltal ca 20 % av totalkvävet i båda leden. Mängden tillförd totalkväve blev i genomsnitt något högre vid den tidiga spridningen i oktober. Den valda kompletteringen med handelsgödsel på våren (60 kg N/ha) i de stallgödselade leden baserades på antagandet att stallgödseln skulle bidra med ca 1 kg N/ton till efterföljande gröda.

Utlakning av kväve och fosfor

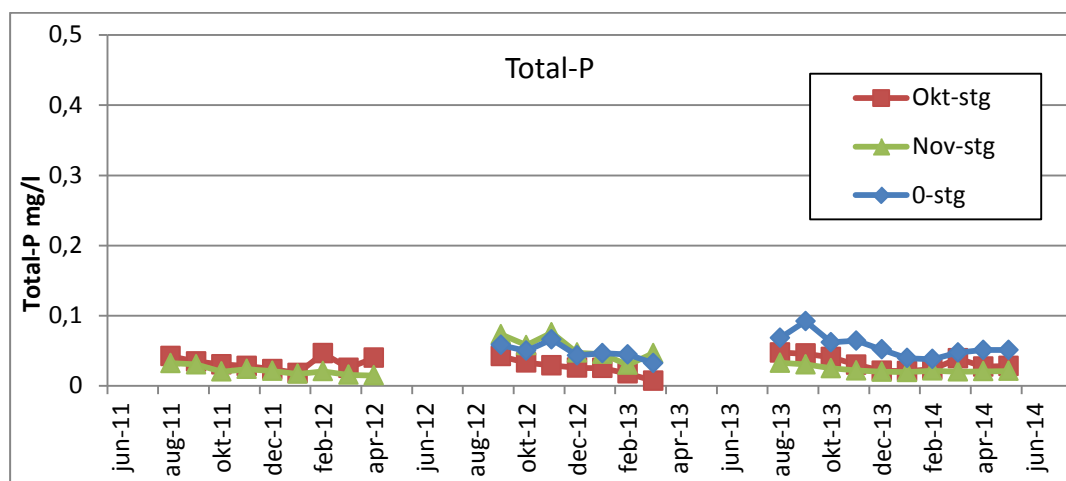
Ledmedeltal av integrerade, månadsvisa medelkoncentrationer av totalkväve och månadsvis medelavrinning presenteras i figur 1. I figur 2 visas motsvarande medelkoncentrationer av totalfosfor. Kvävekoncentrationerna i de stallgödselade leden skiljer sig inte signifikant från referensledet (0-stg), eller från varandra. Beräknade årstransporter och årsmedelkoncentrationer redovisas i tabell 3.

En möjlig delförklaring till att höstspredningen av fastgödsel inte resulterat i högre utlakningsnivåer (tabell 3) är ammoniakförluster i samband med spridningen, trots att gödseln nedbrukades inom 1 timme efter spridningen. Att de högsta koncentrationerna ofta inträffar så sent som i januari-februari (figur 1) kan i stället tyda på att kvävet till viss del härrör från mineralisering av organiskt gödselkväve.

Det fanns en viss tendens att spridningen i november gett aningen lägre kvävekoncentrationer, men då ska noteras att totalkvävegivan blev lägre i detta led, speciellt hösten 2012 (tabell 2). Ytterligare en förklaring till att ledet med novemberspredning gett jämförelsevis låg utlakning (tabell 3) kan vara skillnaden i plöjningstidpunkt, ledet med novemberspredning plöjdes i slutet av november (efter spridning) medan de båda andra leden plöjdes i oktober, vilket kan ha resulterat i större kvävemineralisering under hösten.



Figur 1. Månadsvis medelavrinning och integrerade, månadsvisa koncentrationsmedeltal för totalkväve under vintern närmast efter respektive spridningstillfälle.



Figur 2. Totalfosfor, integrerade, månadsvisa koncentrationsmedeltal under vintern närmast efter respektive spridningstillfälle.

Fosforkoncentrationerna (figur 2) liksom fosfortransporterna blev låga (tabell 3), och utan någon antydning till att de påverkats av behandlingarna på något signifikant sätt.

Mineralkväve i marken

I figur 3 redovisas serierna med mineralkväve i marken under och efter de tre spridningsåren. Tidpunkterna i diagrammen avser, före spridning (i oktober), före gödning efterföljande vår, och efter skörd av efterverkansgrödan. Vid provtagningen före spridning innehöll profilen

Tabell 3. Årsmedelkoncentrationer av totalkväve och totalfosfor, samt utifrån dessa och årets medelavrinning (inom parentes) beräknad årsutlakning, dels första vintern efter spridning, dels andra vintern (år 2) efter spridning

	Årsmedelkoncentration (mg/l)		Utlakning (kg/ha)		Utlakning år 2 (kg/ha)	
	Total-N	Total-P	Total-N	Total-P	Total-N	Total-P
2011/2012 (299 mm)						
0-stg	-	-	-	-	19	0,08
Okt-stg	15,5	0,028	46	0,08	16	0,09
Nov-stg	13,7	0,022	41	0,07	15	0,07
2012/2013 (165 mm)						
0-stg	11,8	0,050	19	0,08	40	0,14
Okt-stg	12,9	0,028	21	0,05	41	0,07
Nov-stg	8,4	0,053	14	0,09	42	0,09
2013/2014 (260 mm)						
0-stg	15,5	0,052	40	0,14		
Okt-stg	14,8	0,029	38	0,08		
Nov-stg	14,6	0,023	38	0,06		
Medeltal						
0-stg	13,6	0,051	30	0,11	29	0,11
Okt-stg	14,4	0,028	35	0,07	28	0,07
Nov-stg	12,2	0,033	31	0,07	30	0,07

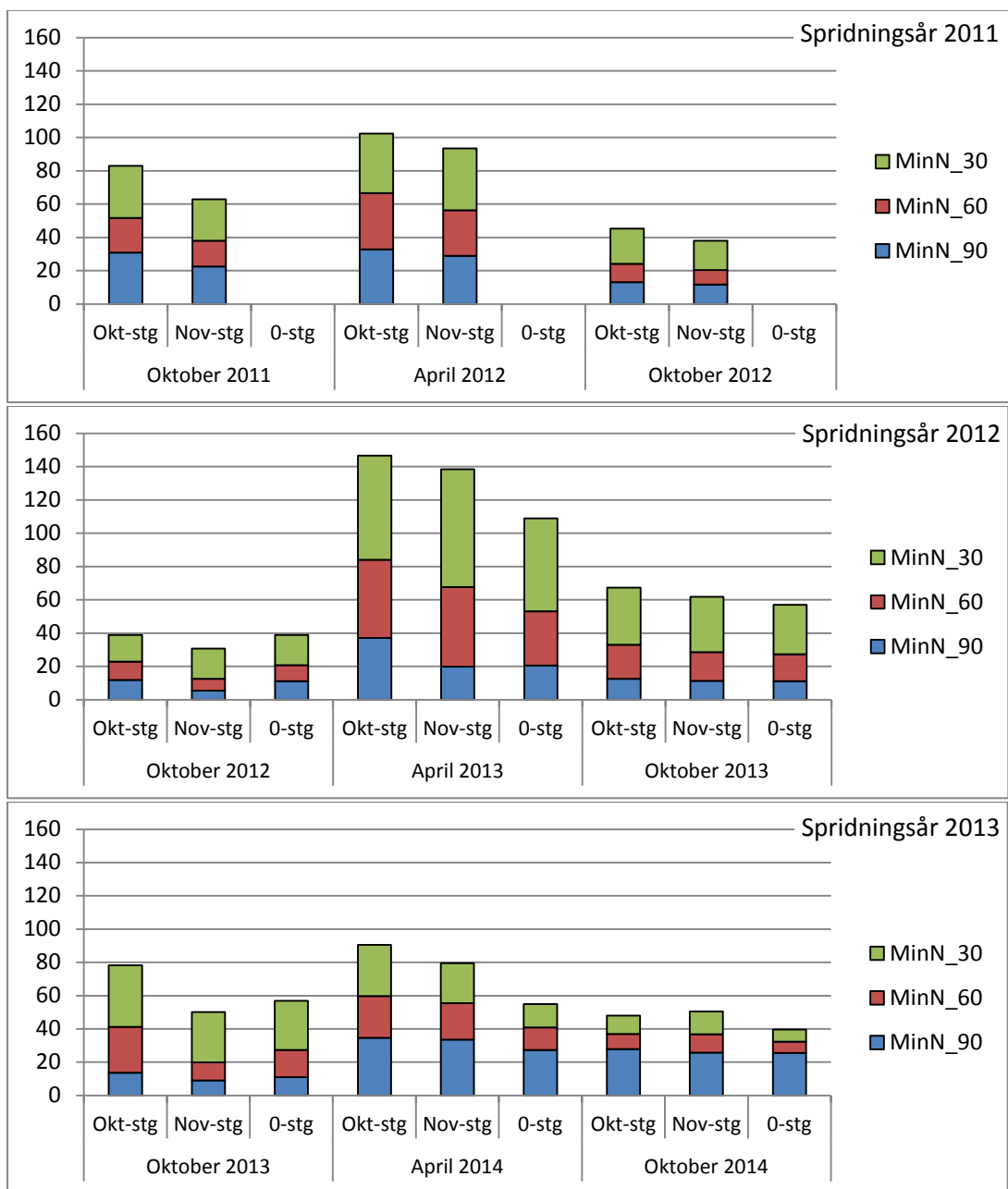
oftast mellan 40 och 60 kg N/ha, vilket på våren hade ökat till mellan 80 och drygt 140 kg N/ha i de stallgödslade leden. Största ökning skedde under den avrinningsfattiga vintern 2012/2013 då mineralkväveinnehållet i de stallgödslade leden ökade med omkring 100 kg/ha från oktober till april. I referensledet ökade kväveinnehållet med drygt 60 kg/ha under samma period.

Kväveinnehållet på våren i de stallgödslade leden var 30-40 kg/ha större än i referensledet (figur 3, spridning 2012 och 2013). Merparten av det extra kvävet återfanns på mellan 0 och 60 cm djup och bör därför varit tillgängligt för efterföljande gröda. Alla tre åren var mineralkväveinnehållet på våren ca 10 kg/ha större i ledet med oktooberspridning jämfört med novemberledet. Förklaringen till det kan vara den oftast något högre totalkvävegivan med stallgödseln, men även att tiden för mineralisering av gödselkväve varit längre under senhösten i oktoberledet.

På hösten år 2, efter efterverkansgrödan, återfanns mellan 60 och 80 kg N/ha i markprofilen. Skillnaderna mellan leden var små, och ger ingen indikation för påtagligt ökad utlakning andra vintern efter stallgödselspridningen, vilket även framgår av tabell 3 (Utlakning år 2).

Skörd av efterföljande gröda

Kväve-efterverkan efter spridningsåren 2011 och 2012 mättes i vårkorn och efter spridningsår 2013 i havre. Resultaten redovisas i tabell 4. Alla tre åren var skörden något större efter oktooberspridning jämfört med spridning i november (ej signifikant). En möjlig orsak är den tidigare nämnda större tillgången på mineralkväve på våren. Det gjorda antagandet inför kompletteringsgödslingen på våren, att fastgödseltillförseln på hösten skulle bidra med ca 1 kg N/ton gödsel, förefaller varit en viss underskattning. Skördarna i de stallgödslade leden har alltid varit minst lika höga som i det handelsgödslade referensledet.



Figur 3. Mineralkväve i marken (kg N/ha) fördelade på skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm under markytan.

Tabell 4. Skördar av kärna (kg/ha, 15% vh) och kväve (kg/ha)

År:	2012 (Vårkorn)		2013 (Vårkorn)		2014 (Havre)		Medeltal	
	Kärna	N-skörd	Kärna	N-skörd	Kärna	N-skörd	Kärna	N-skörd
Stg-okt	6610	83	7470	114	4790	76	6290	91
Stg-nov	6360	82	7260	108	4710	75	6110	88
0-stg	-	-	7260	106	4030	63	5645	84