



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för växtproduktionsekologi  
Department of Crop Production Ecology

# Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall

Bodil E. Frankow-Lindberg



*Publicerad av/Publisher:*

Sveriges lantbruksuniversitet / Swedish University of Agricultural Sciences  
Institutionen för växtproduktionsekologi / Department of crop production ecology  
Box 7043, SE-750 07 Uppsala  
ISSN 1653-5375  
ISBN 978-91-576-9488-1 (elektronisk version)  
*Publicerad på Internet:* <http://www.slu.se/vpe>

*Titel:*

Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall  
Rapport • No. 24. Uppsala 2017

*Title in English:*

Updated recommendations of nitrogen applications to leys

*Författare:*

Bodil E. Frankow-Lindberg

*Referat:*

Rapporten redogör för en metaanalys av resultat från kvävegödslingsförsök i slåttervall utförda under åren 1997-2015. Analysen omfattar responsen på kvävegödsling med avseende på torrsubstans och råproteinhalt i den skördade grönmassan. Analysen visar att såväl avkastningsnivån i leden utan tillfört kväve, som kväveresponsen (kg torrsubstans/kg tillfört N), är större i dessa försök jämfört med äldre försöksdata. Detta gäller både rena gräsvallar och klöver/gräsvallar. Vid en uppdelning av datamaterialet från klöver/gräsvallar med avseende på klöverandel ger analysen vid handen att med en klöverandel >20% är responsen (kg ts/kg tillfört N) obefintlig i första skörd och måttlig i återväxterna. Vid en klöverandel >31% är responsen på kvävegödsel negativ i förstaskörd, och mycket svag i återväxterna. Råproteinhalten påverkas positivt av kvävegödsling i rena gräsvallar. I klöver/gräsvallar beror denna respons på klöverandelen, och är generellt negativ i tredjeskörd. I ett avslutande avsnitt diskuteras hur kvävegivan till olika valltyper kan optimeras med avseende på både utbytet av torrsubstans och en lämplig råproteinhalt för olika djurgrupper.

*Summary:*

This report contains a meta-analysis of results from field trials with nitrogen application to leys which were carried out during 1997-2015. The analysis deals with the response to nitrogen fertilisation with respect to dry matter and crude protein content in the harvested biomass. The analysis shows that the yield level without any nitrogen application, and the response to nitrogen (kg dry matter/kg N applied), is greater in these trials compared to data from older trials. This applies to both pure grass leys and mixed grass/clover leys. The crude protein content is positively correlated with nitrogen application in pure grass leys. In mixed grass/clover leys this response depends on clover content, but is generally negative in the last cut.

*Ämnesord:* gräsvall, klöver/gräsvall, kvävegödsling, torrsubstansutbyte, råproteinhalt

*Keywords:* leys, pure grass, mixed grass/clover, nitrogen application, dry matter response, crude protein content

*Omslagsfoto:* B.E. Frankow-Lindberg: Gräsvall (100 kg N/ha) och klöver/gräsvall

Copyright © 2017 SLU

## Innehåll

Inledning	3
Använt försöksmaterial	3
Anpassning av produktionsfunktioner	3
Utbyte av torrsbstans – totalskörd	4
Marginalutbyte av kväve	6
Utbyte av torrsbstans – delskördar	9
Effekten av kväve på andelen klöver i den skördade biomassan	11
Utbyte av råprotein	11
Effekten av klöverandel på råproteinhalten	13
Utbyte av kväve	14
Kvävegödslings inverkan på torrsbstansavkastning och råproteinhalt i gräsvall beräknad med produktionsfunktioner	15
Optimal kvävegiva till gräsvallar	17
Kvävegödslings inverkan på torrsbstansavkastning och råproteinhalt i klöver/gräsvall beräknad med produktionsfunktioner	18
Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar	22
Förslag till kvävegödsling med hänsyn till kvalitetskrav hos olika djurgrupper	23
Kvävegödslings inverkan på torrsbstansavkastning i klöver/gräsvall med rajsvingel beräknad med produktionsfunktioner	23
Avslutande kommentarer	24
Referenser	24



## *Inledning*

Denna skrift är resultatet av uppdrag från Jordbruksverket till Sveriges lantbruksuniversitet (Dnr 4.2.11-2186) och Lindbergs Agrikonsult HB (Dnr 4.2.11-2788/16). Syftet med arbetet har varit att utifrån existerande försöksmaterial ta fram produktionsfunktioner för sambandet mellan kvävegödsling och torrsubstansavkastning, samt sambandet mellan kvävegödsling och råproteinhalt, i rena gräsvallar och klöver/gräsvallar. Data t.o.m. försöksåret 2015 har inkluderats i uppdraget.

## *Använt försöksmaterial*

De serier som använts är följande: L6-4421, L6-4422, L6-4423 (kallas L6-442x nedan), L6-472, L6-5071, R6-5285 och data från Salomon m.fl. (2013). Beräkningar från dessa serier har jämförts med resultaten i Kornher (1982). I bilaga 1 finns en förteckning över det använda datamaterialet samt de nivåer av kvävegödsling som ingått i resp. serie. Alla använda serier har skördats tre gånger per säsong, med tidig förstaskörd. I några fall har enstaka data uteslutits p.g.a. av felaktig skötsel eller då spontan vitklöver har invaderat led som inte N-gödslats.

## *Anpassning av produktionsfunktioner*

Försökupplägget i merparten av de använda serierna har tyvärr inte uppfyllt grundläggande krav för att göra goda funktionsanpassningar. Led som inte har kvävegödslats (dvs. 0-led) saknas i alla L6-442x-serier, och i stort sett endast R6-5285 har haft ett led med en N-giva som överstiger den som gett maximal torrsubstansavkastning. Dessa två punkter är väsentliga för hur formen på den anpassade funktionen kommer att se ut. Den mest användbara funktionen är då en andragsgradsfunktion, där ett maximum uppnås, och där responsen på kväve sedan planar ut. I vissa fall har en omvänd form erhållits (dvs. en kurva med ett minimum och där responsen sedan ökar), t.ex. när det gäller tredjeskörd i klöver/gräsvallar. Detta är en biologisk realitet eftersom klöverns produktion inledningsvis påverkas mer negativt av kvävegödsling jämfört med den positiva effekten av kvävegödsling på gräsens produktion. Samma sak gäller anpassningen av de samband som råder mellan kvävegödsling och råproteinhalt i gräsvallar i tredjeskörd, där halten råprotein inledningsvis minskar med ökande kvävegödsling, för att därefter stiga igen. Vid en extrapolering överensstämmer dock inte sådana samband med den biologiska verkligheten. I de fall då sådana funktioner har haft den bästa anpassningen har jag i stället valt att anpassa första-gradsekvationer. Inte heller dessa är realistiska vid en extrapolering, men de ger åtminstone inte lika besynnerliga resultat när det kommer till den ekonomiska utvärderingen. **Jag vill därför understryka att de funktioner som tagits fram, och som presenteras i denna skrift, endast är giltiga inom det intervall för vilket det finns försöksdata, och att alla extrapoleringar måste tolkas med försiktighet.**

Alla anpassningar av produktionsfunktioner har gjorts i Excel.

### Utbyte av torrsubstans – totalskörd

I ett första steg jämfördes utbytesresponsen på kväve med avseende på totalavkastningen av torrsubstans (tabell 1) i de olika försöksserierna i syfte att 1) jämföra nyare data med det äldre datamaterialet som publicerats i Kornher (1982), och 2) värdera vilka data som kunde slås samman. När det gäller serierna i L6-442x var det uppenbart att såväl fröblandning som plats spelade stor roll för hur utbytet såg ut. Detta material sorterades därför först med avseende på inslaget av 1) engelskt rajgräs (15-20% resp. stor andel) eller rajsvingel i fröblandningen och 2) på två geografiska områden: södra Sverige och Sydsvenska höglandet. Vidare sorterades hela L6-442x-materialet (oavsett komposition av gräsarter i fröblandningen och geografiskt område) i två grupper där baljväxten antingen var röd- eller vitklöver. I detta översiktliga steg anpassade jag endast förstgradsekvationer för att kunna göra direkta jämförelser av intercept och linjär respons.

**Tabell 1. Linjär respons på N-gödsling (kg torrsubstans/kg tillfört N), totalskörd. Traditionella arter = timotej + ängssvingel, RSVH = rörsvingelhybrid**

Dataset	Valltyp	Intercept	Linjär N-respons
Kornher	Gräs, traditionella arter	4095	17,7 ( $R^2=0,94$ )
L6-472+R6-5285	Gräs	5904	25,4 ( $R^2=0,73$ )
Salomon	Gräs	8810	11,3 ( $R^2=0,10$ )
L6-472+R6-5285	Gräs, traditionella arter	5743	22,2 ( $R^2=0,75$ )
L6-472+R6-5285	Gräs, med med RSVH	5987	28,0 ( $R^2=0,78$ )
Kornher	Röd-klöver/gräs	6987	9,6 ( $R^2=0,99$ )
L6-472	Röd+vitklöver/gräs	10806	12,8 ( $R^2=0,57$ )
L6-5071	Röd+vitklöver/gräs	11514	10,8 ( $R^2=0,72$ )
R6-5285	Röd+vitklöver/gräs	9774	12,0 ( $R^2=0,89$ )
L6-442x*	Röd-klöver/gräs	9358	16,7 ( $R^2=0,09$ )
L6-442x*	Vitklöver/gräs	9132	12,3 ( $R^2=0,06$ )
L6-442x, södra*	Röd- eller vitklöver/stor andel eng. rajgräs	8968	13,7 ( $R^2=0,08$ )
L6-442x, Sydsvenska höglandet*	Röd- eller vitklöver/stor andel eng. rajgräs	8718	11,9 ( $R^2=0,10$ )
L6-442x, södra*	Röd- eller vitklöver/15-20% eng. rajgräs	9058	12,9 ( $R^2=0,06$ )
L6-442x, Sydsvenska höglandet*	Röd- eller vitklöver/15-20% eng. rajgräs	9069	8,7 ( $R^2=0,06$ )
L6-442x, södra*	Röd- eller vitklöver/rajsvingel	9739	17,4 ( $R^2=0,07$ )
L6-442x, Sydsvenska höglandet*	Röd- eller vitklöver/rajsvingel	9759	9,8 ( $R^2=0,11$ )
L6-442x, södra*	Röd- eller vitklöver/rajsvingel	9895	25,5 ( $R^2=0,14$ )
Vall 1			

\* 0-led saknas

Slutsatserna från denna analys är följande:

- Avkastningen utan tillförsel av kväve (= interceptet) är betydligt högre i nya serier både med och utan klöver i fröblandningen jämfört med det äldre materialet
- Den linjära responsen i gräsvallar är betydligt högre (+40%) i nya serier jämfört med det äldre materialet
- Den linjära responsen i gräsvall redovisad av Salomon m.fl. (2014) är mycket låg (<45%) jämfört med övriga försök i gräsvall, samtidigt som interceptet ligger betydligt högre än i övriga försök
- Den linjära responsen i klöver/gräsvallar är betydligt högre (+30%) i nya serier jämfört med det äldre materialet
- Den linjära responsen i rödklöver/gräsvallar är högre jämfört med responsen i vitklöver/gräsvallar. Detta är i överensstämmelse med Svanäng & Frankow-Lindberg (1994)
- Vallar med både röd- och vitklöver har en respons som är jämförbar med vitklöver/gräsvallar

### Gräsvallar

När det gäller rena gräsvallar är sambandet mellan kvävegödsling och torrsubstansavkastning starkt i serierna L6-472 och R6-5285 medan det är svagt i datasetet från Salomon m.fl. (2014). Man kan notera att fröblandningen med rörsvingelhybrid har en högre respons jämfört med fröblandningen med traditionella arter i serie L6-472.

Slutsatsen av denna översiktliga analys är att det äldre försöksmaterialet för gräsvallar (Kornher, 1982) har ett begränsat värde. En anledning till detta skulle kunna vara att odlingsmaterialet idag är mer produktivt jämfört med det som använts i äldre försök. Likaså är datasetet från Salomon m.fl. (2014) extremt och bör inte användas tillsammans med de fåtaliga försöksdata som just nu existerar. Behovet av ytterligare data är mycket stort.

### Klöver/gräsvallar

När det gäller klöver/gräsvallar domineras det kommersiella utbudet av fröblandningar för södra och mellersta Sverige av fröblandningar där antingen rödklöver eller röd+vitklöver ingår tillsammans med timotej och ängssvingel. Ofta ingår även ett måttligt inslag av engelskt rajgräs och/eller rörsvingel/rörsvingelhybrid, medan rajsvingel enbart ingår i ett fåtal fröblandningar. Från de linjära responser som presenteras i tabell 1 för serierna L6-442x framgår att fröblandningar med ett stort inslag av eng. rajgräs eller rajsvingel har en sämre respons i klimatiskt mer utmanande områden jämfört med områden där vintrarna inte är så hårda. Detaljstuderar man materialet framgår det också att responsen t.o.m. kan vara negativ i förstaskörd. Sådana fröblandningar är inte vanliga i handeln, sannolikt beroende på deras allt för stora variation i avkastning mellan åren. Man kan dock notera att variationen i respons har varierat stort i serierna L6-442x (mycket låga  $R^2$ -värden), och det generella sambandet mellan kvävegödsling och utbyte är

därmed betydligt svagare jämfört med serierna L6-472, L6-5071 och R6-5285. En anledning kan vara de mer extrema fröblandningar som använts i dessa serier. I det fortsatta arbetet har jag valt att utesluta data från leden med de mer extrema fröblandningarna och endast använda data från de led i L6-442x där inslaget av eng. rajgräs varit måttligt.

Slutsatsen av denna översiktliga analys är att även för klöver/gräsvallar har det äldre försöksmaterialet (Kornher, 1982) ett begränsat värde. En anledning till detta skulle kunna vara att odlingsmaterialet idag är mer produktivt jämfört med det som använts i äldre försök. Behovet av nya data med fröblandningar som avspeglar det kommersiella utbudet är stort.

### *Marginalutbyte av kväve*

#### Gräsvallar

Marginalutbytet av kväve i serierna L6-472 och R6-5285 sjunker i allmänhet med ökande N-gödning i gräsvallen, och varierar också med skördetillfälle (tabell 2). En tydlig skillnad mellan fröblandningarna är det bättre utbytet i återväxten hos fröblandningar med ett högvakastande gräs (här rörsvingelhybrid) jämfört med en traditionell fröblandning.

#### Klöver/gräsvallar

Av tabell 3 framgår att marginalresponsen i klöver/gräsvallar kan variera avsevärt mellan olika nivåer, och att det inte är ovanligt att responsen först sjunker med ökad kvävegödning, för att sedan öka igen. Detta torde bero på de dubbla effekterna av kvävegödning på 1) gräs (positiv) och 2) andelen klöver i vallen (negativ).

För både gräs- och klöver/gräsvallar bör produktionsfunktioner anpassas till varje delskörd.

I det fortsatta arbetet med anpassning av produktionsfunktioner har jag använt data från L6-472 och R6-5285 för gräsvallar. För klöver/gräsvallar har jag i ett första steg anpassat funktioner till ett mindre dataset som är representativt för många moderna fröblandningar (serierna L6-472, L6-5071 och R6-5285) och ett större dataset där jag även inkluderat delar av materialet från L6-442x (15-20% eng. rajgräs). Syftet var att undersöka om storleken på datasetet skulle påverka de ekonomiska beräkningarna.

För vallar där rajsvingel ingår anser jag att man enbart bör använda datasetet från södra Sverige, då odling av denna art är klimatmässigt begränsad, och då endast använda data från förstaårsvallar.



**Tabell 2. Marginalrespons på N-gödsling i gräsvall (L6-472), uppdelat på fröblandningar som innehåller traditionella gräsarter eller rörsvingelhybrid. T = timotej, ÄSV = ängs-svingel, RSVH = rörsvingelhybrid**

Serie	Län	Gräsart/er	Vallålder	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3		Summaskörd	
				Kvävegödsling kg/ha	N respons kg ts/kg tillfört N	Kvävegödsling kg/ha	N respons kg ts/kg tillfört N	Kvävegödsling kg/ha	N respons kg ts/kg tillfört N	Kvävegödsling kg/ha	N respons kg ts/kg tillfört N
L6-472	Ps	T+ÄSV	1	0		0		0		0	
			1	35	48,6	30	44,0	25	32,0	90	42,4
			1	70	26,3	60	94,7	50	52,0	180	41,6
			1	105	9,4	90	0,0	75	13,6	270	7,4
	Ps	T+ÄSV	2	0		0		0		0	
			2	35	Kan inte beräknas	30	Kan inte beräknas	25	Kan inte beräknas	90	
			2	70	35,1	60	17,0	50	28,8	180	27,3
			2	105	13,7	90	32,0	75	26,4	270	23,3
	H	T+ÄSV	2	0		0		0		0	
			2	35	56,9	30	8,7	25	38,4	90	35,7
			2	70	36,3	60	17,7	50	47,2	180	33,1
			2	105	26,0	90	10,0	75	34,4	270	23,0
Ps	T+ÄSV	3	0	Kan inte beräknas	0		0		0		
		3	35	Kan inte beräknas	30	Kan inte beräknas	25	Kan inte beräknas	90		
		3	70	26,6	60	10,3	50	8,0	180	16,0	
		3	105	13,7	90	17,0	75	-5,6	270	9,4	
H	T+ÄSV	3	0		0		0		0		
		3	35	50,9	30	26,7	25	38,0	90	39,2	
		3	70	29,4	60	28,0	50	36,8	180	31,0	
		3	105	23,4	90	20,3	75	3,6	270	16,9	
L6-472	Ps	T+RSVH	1	0		0		0		0	
			1	35	46,3	30	49,7	25	48,4	90	48,0
			1	70	15,4	60	35,7	50	38,8	180	28,7
			1	105	17,1	90	24,3	75	34,8	270	24,4
	Ps	T+RSVH	2	0		0		0		0	
			2	35	Kan inte beräknas	30	Kan inte beräknas	25	Kan inte beräknas	90	
			2	70	28,6	60	23,3	50	43,2	180	30,9
			2	105	17,4	90	28,3	75	34,4	270	25,8
	H	T+RSVH	2	0		0		0		0	
			2	35	64,3	30	26,7	25	56,8	90	49,7
			2	70	24,6	60	21,3	50	53,2	180	31,4
			2	105	33,1	90	15,3	75	36,0	270	28,0
Ps	T+RSVH	3	0		0		0		0		
		3	35	Kan inte beräknas	30	Kan inte beräknas	25	Kan inte beräknas	90		
		3	70	26,0	60	18,7	50	23,6	180	22,9	
		3	105	27,1	90	20,3	75	32,0	270	26,2	
H	T+RSVH	3	0		0		0		0		
		3	35	46,6	30	29,7	25	44,4	90	40,3	
		3	70	7,1	60	40,3	50	40,4	180	27,4	
		3	105	21,1	90	15,7	75	10,0	270	16,2	
R6-5285	Ps	T+ERAJ+RSVH	1	0		0		0		0	
			1	68	88,0	44	64,0	38	82,4	150	78,4
			1	101	15,1	68	16,3	56	24,4	225	18,1
			1	135	5,4	90	27,3	75	12,0	300	14,6
			1	168	11,4	112	1,0	95	16,8	375	9,4
	N	T+ERAJ+RSVH	1	0		0		0		0	
			1	68	118,3	44	36,3	38	37,6	150	68,6
			1	101	36,6	68	30,3	56	58,0	225	40,4
			1	135	6,9	90	-15,3	75		300	
			1	168	-5,4	112	34,0	95		375	

**Tabell 3. Marginalrespons på N-gödsling i klöver/gräsvallar (L6-472, L6-5071 och R6-5285). T = timotej, ÄSV = ängssvingel, RSVH = rörsvingelhybrid, RKL = rödklöver, VKL = vitklöver**

Serie	Län	Art/er	Vallålder	Skörd 1			Skörd 2			Skörd 3			Summaskörd			
				Kvävegödsling kg/ha	N respons kg ts/kg tillfört N	Klöverandel % av ts	Kvävegödsling kg/ha	N respons kg ts/kg tillfört N	Klöverandel % av ts	Kvävegödsling kg/ha	N respons kg ts/kg tillfört N	Klöverandel % av ts	Kvävegödsling kg/ha	N respons kg ts/kg tillfört N		
L6-472	Ps	T+ÄSV+RKL+VKL	1	0		16	0		74	0		87	0			
			1	35	45,4	6	30	29,3	29	25	4,8	50	90	28,8		
			1	70	17,7	3	60	17,7	12	50	-3,2	32	180	11,9		
			1	105	12,9	3	90	9,7	5	75	8,0	25	270	10,4		
			1	0		16	0		57	0		88	0			
			1	35	39,1	9	30	31,7	22	25	4,4	43	90	27,0		
		T+RSVH+RKL+VKL	1	70	22,0	11	60	25,3	18	50	19,6	24	180	22,4		
			1	105	8,6	5	90	10,7	9	75	21,2	6	270	12,8		
			2	0		71	0		93	0		89	0			
			2	35		31	30		66	25		68	90			
			2	70	14,9	25	60	0,7	69	50	11,6	56	180	9,2		
			2	105	6,6	23	90	15,0	35	75	12,4	39	270	11,0		
	H	T+ÄSV+RKL+VKL	2	0		51	0		66	0		73	0			
			2	35		34	30		50	25		59	90			
			2	70	17,1	12	60	2,3	29	50	7,6	30	180	9,6		
			2	105	13,1	10	90	20,3	11	75	20,8	10	270	17,7		
			2	0		39	0		87	0		86	0			
			2	35	10,9	22	30	0,7	82	25		76	90	5,9		
		T+RSVH+RKL+VKL	2	70	10,3	20	60	-9,0	54	50	-1,2	72	180	0,7		
			2	105	22,6	21	90	-1,7	53	75	9,2	61	270	10,8		
			2	0		34	0		56	0		74	0			
			2	35	36,3	11	30	11,0	51	25	16,4	60	90	22,3		
			2	70	16,6	17	60	-3,0	43	50	13,2	42	180	9,1		
			2	105	10,9	1	90	9,0	26	75	12,4	42	270	10,7		
L6-5071	Ps	T+ÄSV+RKL+VKL	3	0		43	0		68	0		56	0			
			3	35		23	30		45	25		33	90			
			3	70	21,1	15	60	8,0	33	50	10,0	35	180	13,7		
			3	105	11,7	8	90	5,7	23	75	0,8	12	270	6,7		
			3	0		30	0		62	0		55	0			
			3	35		25	30		33	25		34	90			
		T+RSVH+RKL+VKL	3	70	16,3	19	60	14,7	9	50	14,4	16	180	15,2		
			3	105	17,4	1	90	10,7	-1	75	35,2	8	270	20,1		
			3	0		37	0		78	0		86	0			
			3	35	-6,0	34	30	0,3	58	25	2,8	64	90	-1,4		
			3	70	15,7	22	60	6,7	52	50	-2,4	58	180	7,7		
			3	105	27,7	13	90	2,7	45	75	0,8	45	270	11,9		
	H	T+ÄSV+RKL+VKL	3	0		34	0		43	0		65	0			
			3	35	34,3	15	30	18,0	26	25	13,2	31	90	23,0		
			3	70	-12,0	21	60	7,0	13	50	6,0	16	180	-0,7		
			3	105	6,6	4	90	17,3	3	75	14,8	3	270	12,4		
			3	0		43	0		68	0		56	0			
			3	35		23	30		45	25		33	90			
		R6-5285	H	T+RSVH+ERAJ+RKL+VKL	1	0	28,3	33	0	57	0	76	40	33,3		
					1	90	16,6	19	0	42	0	66	90	15,0		
					1	40	30,8	33	35	23,0	33	35	3,7	44	110	18,6
					1	160	9,8	18	0	33	0	63	160	8,3		
					1	60	23,7	27	65	14,2	25	35	4,3	41	160	15,6
					1	90	14,2	25	35	18,0	31	35	-2,6	43	160	11,4
1	90				15,8	21	65	17,7	22	35	-1,4	38	190	13,3		
1	0					41	0	59	0	74	0	74	0			
1	120				15,8	22	65	16,5	17	65	1,8	32	250	12,4		
2	40				4,0	35	0	56	0	58	40	14,3				
2	90				6,6	23	0	44	0	57	90	9,0				
2	40				10,0	25	35	12,3	32	35	8,6	42	110	9,7		
2	160	3,8	26	0	39	0	52	160	6,3							
2	60	10,7	23	65	9,5	25	35	5,7	30	160	9,1					
2	90	8,9	19	35	11,1	31	35	9,4	32	160	9,5					
2	90	7,3	13	65	10,0	23	35	2,9	29	190	7,4					
2	0		38	0	53	0	61	0	61	0						
2	120	8,2	17	65	11,4	34	65	7,4	23	250	8,8					
3	40	11,8	10	0	25	0	20	40	21,5							
3	90	-2,4	3	0	18	0	37	90	0,2							
3	40	8,0	5	35	19,0	11	35	25,7	10	110	16,3					
3	160	5,3	2	0	8	0	32	160	9,8							
3	60	10,7	3	65	13,1	5	35	24,9	24	160	14,8					
3	90	7,9	2	35	18,3	7	35	24,6	24	160	13,8					
3	90	8,3	2	65	16,8	5	35	31,7	23	190	15,5					
3	0		11	0	34	0	14	0	14	0						
3	120	8,8	1	65	14,8	3	65	22,6	14	250	14,0					

## *Utbyte av torrsubstans – delskördar*

### Gräsvallar

I anpassningen av funktioner till delskördar (tabell 4) visade andragsgradsfunktioner genomgående bra anpassningar till det använda datasetet. Det är liten skillnad i kväverespons mellan fröblandningar med enbart traditionella arter och dito med rörsvingelhybrid i första skörd. I återväxterna svarar dock fröblandningar med rörsvingelhybrid bättre på kväve.

### Klöver/gräsvallar

Anpassningen av funktioner till klöver/gräsvallar är betydligt sämre jämfört med rena gräsvallar (tabell 4). Anpassningen blev dessutom sämre när data från serierna L6-442x inkluderades. I flera fall gick det inte heller att anpassa andragsgradsfunktioner med en rimlig form (se avsnittet Anpassning av produktionsfunktioner). En närmre analys av klöverandelens betydelse för produktionsfunktionernas form genomfördes därför utifrån serierna L6-472, L6-5071 och R6-5285 (där variationen i klöverandel var störst). Av denna analys framgår det att i vallar med  $\leq 20\%$  klöver erhöles en relativt god anpassning av andragsgradsekvationer i första- och andraskörd. Jämfört med rena gräsvallar är interceptet betydligt högre, speciellt i återväxterna, och responsen på kvävegödsling lägre. När det gäller vallar med 21-40% klöver är det också möjligt att göra anpassningar till andragsgradsfunktioner i återväxterna, medan det i förstaskörd i princip saknas ett samband mellan kvävegödsling och avkastning (extremt lågt  $R^2$ -värde). I vallar med  $>31\%$  klöver råder det ett klart negativt samband mellan kvävegödsling och avkastning i förstaskörd, och i återväxterna är sambandet mellan kvävegödsling och avkastning mycket svagt.

**Tabell 4. Funktionsanpassningar av kväverespons i resp. delskörd (kg torrsubstans/kg N)**

Dataset	Valltyp	Skörd nr	Förstagnadsfunktion	Andragnadsfunktion
L6-472+R6-5285	Gräsvallar med traditionella arter	1		$2771+52,2x-0,20x^2$ ( $R^2=0,79$ )
		2		$478+47,5x-0,26x^2$ ( $R^2=0,44$ )
		3		$725+68,9x-0,44x^2$ ( $R^2=0,71$ )
L6-472+R6-5285	Gräsvallar med rörsvingelhybrid	1		$2834+57,1x-0,22x^2$ ( $R^2=0,69$ )
		2		$842+45,4x-0,19x^2$ ( $R^2=0,67$ )
		3		$850+75,4x-0,45x^2$ ( $R^2=0,73$ )
L6-472, L6-5071 + R6-5285	Röd+vitklöver/gräsvallar	1		$4909+14,6x-0,07x^2$ ( $R^2=0,04$ )
		2		$2754+14,9x-0,07x^2$ ( $R^2=0,27$ )
		3	$2951+14,1x$ ( $R^2=0,28$ )	
L6-472, L6-5071, R6-5285+L6-422x	Röd-, vit, eller röd+vitklöver/gräsvallar	1	$4638+7,1x$ ( $R^2=0,04$ )	
		2		$2755+15,5x-0,07x^2$ ( $R^2=0,13$ )
		3	$2715+14,0x$ ( $R^2=0,13$ )	
L6-442x Vall 1	Röd- eller vitklöver/gräsvallar med rajsvingel	1	$4853+11,8x$ ( $R^2=0,04$ )	
		2	$3388+28,8x$ ( $R^2=0,14$ )	
		3	$480+71,9x$ ( $R^2=0,38$ )	
L6-472, L6-5071 + R6-5285	0-20% klöver	1		$4081+39,1x-0,19x^2$ ( $R^2=0,20$ )
		2		$3015+15,3x-0,05x^2$ ( $R^2=0,55$ )
		3	$2576+24,1x$ ( $R^2=0,50$ )	
L6-472, L6-5071 + R6-5285	21-30% klöver	1	$5277+3,0x$ ( $R^2=0,01$ )	
		2		$2616+23,4x-0,20x^2$ ( $R^2=0,22$ )
		3		$2731+24,5x-0,12x^2$ ( $R^2=0,18$ )
L6-472, L6-5071 + R6-5285	>31% klöver	1	$5465-13,0x$ ( $R^2=0,25$ )	
		2		$2738+14,9x-0,14x^2$ ( $R^2=0,10$ )
		3		$3033+11,4x-0,06x^2$ ( $R^2=0,11$ )

### *Effekten av kväve på andelen klöver i den skördade biomassan*

I klöver/gräsvallar har kvävegödsling en negativ effekt på klöverandelen (tabell 5). De negativa effekterna av kvävegödsling på klöverandelen är minst i första skörd och störst i tredjaskörd (speciellt i förstaårsvallen). Detta är troligen en spegling av biologin och tillväxtrytmen hos klöverarterna. Speciellt vitklöver, som är en uthållig art, är särskilt känslig för konkurrens under andra halvan av säsongen när ett grenverk av stoloner byggs upp inför övervintringen. I syfte att bevara en så stor klöverandel som möjligt torde det därför vara rimligt att lägga en större giva på våren, och begränsa givorna till återväxten.

**Tabell 5. Effekten av kvävegödsling på andelen klöver i olika delskördar (% förändrad klöverandel/kg tillfört N)**

Dataset	Skörd nr	Intercept	Linjär respons	R <sup>2</sup>
L6-472, L6-5071 + R6-5285	Vall 1, skörd 1	30	-0,13	0,17
	Vall 1, skörd 2	52	-0,48	0,73
	Vall 1, skörd 3	72	-0,79	0,88
L6-472, L6-5071	Vall 2, skörd 1	39	-0,22	0,43
	Vall 2, skörd 2	63	-0,36	0,33
	Vall 2, skörd 3	68	-0,46	0,39
L6-472, L6-5071	Vall 3, skörd 1	29	-0,22	0,55
	Vall 3, skörd 2	41	-0,32	0,22
	Vall 3, skörd 3	45	-0,39	0,26

### *Utbyte av råprotein*

I tabell 6 presenteras produktionsfunktioner anpassade till olika valltyper; genomgående har rent linjära funktioner valts trots att de inte alltid har haft de högsta R<sup>2</sup>-värdena. Skälet är, som ovan nämnts, att de funktioner som passar bäst ger helt orealistiska resultat vid en extrapolering utanför de kvävegödslingnivåer som använts i försöken. Inte desto mindre speglar de en biologisk verklighet som kan vara bra att hålla i minnet: små givor av kväve till både gräs- och klöver/gräsvallar kan inledningsvis ha en negativ effekt på proteininnehållet i grödan.

#### Gräsvallar

Intercepten är lägst i förstaskörd för både traditionella och högavkastande gräs. Med ett högavkastande gräs som rörsvingelhybrid i fröblandningen ligger intercepten för funktionerna dock genomgående på en lägre nivå jämfört med fröblandningar med traditionella gräs. Effekten av kvävegödsling på råproteinhalten i återväxterna är däremot något högre i vallar med rörsvingelhybrid jämfört med traditionella arter. Det behövs generellt mer kväve till första- och speciellt tredjaskörd för att få upp råproteinhalten en enhet jämfört med andraskörd.

**Tabell 6. Effekten av kvävegödsling på råproteinhalten (g råprotein/kg tillfört N) i olika delskördar**

<b>Dataset</b>	<b>Valltyp</b>	<b>Skörd nr</b>	<b>Förstags-funktion</b>
L6-472 + R6-5285	Gräsvallar med traditionella arter	1	84+0,31x (R <sup>2</sup> =0,54)
		2	107+0,53x (R <sup>2</sup> =0,45)
		3	121+0,06x (R <sup>2</sup> =0,01)
L6-472 + R6-5285	Gräsvallar med rörsvingelhybrid	1	77+0,31x (R <sup>2</sup> =0,59)
		2	89+0,62x (R <sup>2</sup> =0,71)
		3	98+0,23x (R <sup>2</sup> =0,13)
L6-472, L6-5071 + R6-5285	Röd+vitklöver/gräs	1	133+0,16x (R <sup>2</sup> =0,08)
		2	149+0,14x (R <sup>2</sup> =0,03)
		3	183-0,49x (R <sup>2</sup> =0,28)
L6-472, L6-5071, R6-5285 + L6-442x	Röd-, vit, eller röd+vitklöver/gräs	1	132+0,16x (R <sup>2</sup> =0,05)
		2	147+0,10x (R <sup>2</sup> =0,01)
		3	184-0,47x (R <sup>2</sup> =0,17)
L6-472, L6-5071 + R6-5285	0-20% klöver	1	102+0,31x (R <sup>2</sup> =0,46)
		2	95+0,68x (R <sup>2</sup> =0,58)
		3	157-0,22x (R <sup>2</sup> =0,12)
L6-472, L6-5071 + R6-5285	21-30% klöver	1	129+0,20x (R <sup>2</sup> =0,24)
		2	116+0,69x (R <sup>2</sup> =0,81)
		3	170-0,38x (R <sup>2</sup> =0,14)
L6-472, L6-5071 + R6-5285	>31% klöver	1	161-0,34x (R <sup>2</sup> =0,30)
		2	164+0,20x (R <sup>2</sup> =0,13)
		3	184-0,20x (R <sup>2</sup> =0,07)

## Klöver/gräsvallar

Anpassningen av funktioner för råproteinhalten beroende av kvävegödsling i klöver/gräsvallar är väsentligt sämre jämfört med rena gräsvallar (tabell 6). Anpassningen är dessutom något sämre när data från serierna L6-442x inkluderas. I princip erhålls inget samband mellan kvävegödsling och råproteinhalt i första- och andraskörd, medan det är tydligt negativt i tredjaskörd. En närmre analys av klöverandelens betydelse för produktionsfunktionernas form genomfördes därför utifrån serierna L6-472, L6-5071 och R6-5285, vilket tydligt förbättrade ekvationernas förklaringsgrad. När klöverandelen är  $\geq 20\%$  ökar råproteinhalten med stigande kvävegödsling på samma sätt som i rena gräsvallar i första- och andraskörd. Med 21-30% klöver i vallen minskar responsen i förstaskörd, men är densamma i andraskörd, jämfört med när klöverandelen är  $\leq 20\%$ . Med klöverandelar  $> 30\%$  minskar råproteinhalten med stigande kvävegödsling i förstaskörd, men ökar svagt i andraskörd. I tredjaskörd är sambandet mellan ökande kvävegödsling och råproteinhalt i grödan alltid negativ oavsett klöverandel. **Värt att notera är att även när klöverandelen är  $\leq 20\%$  så är råproteinhalten i grödan alltid högre i blandvallen jämfört med gräsvallen, oavsett kvävegödslingsnivå (+25, +6 och +59 g råprotein/kg torrsustans i första-, andra-, och tredjaskörd jämfört med en gräsvall med rörsvingelhybrid).**

### *Effekten av klöverandel på råproteinhalten*

Klöverandelen i klöver/gräsvallar har, som framgår av stycket ovan, en tydlig positiv effekt på råproteinhalten (tabell 7). Störst är effekten i förstaskörd, där den är tydlig,  $\leq 40\%$  klöver.

**Tabell 7. Råproteinutbyte (g råprotein/procentenhet klöver)**

Dataset	Valltyp	Skörd			R <sup>2</sup>
		nr	Intercept	Utbytesrespons	
L6-472, L6-5071 + R6-5285	Röd+vitklöver/gräs	1	118	1.29	0,38
		2	130	0.76	0,33
		3	134	0.75	0,50
L6-472, L6-5071, R6-5285+ L6-442x	Röd-, vit, eller röd+vitklöver/gräs	1	125	0.84	0,23
		2	128	0.71	0,25
		3	144	0.60	0,27

## Utbyte av kväve

### Gräsvallar

I och med att den nya serien R6-5285 (första skördeår = 2015) har haft led där den högsta givan överstiger tidigare seriers högsta givor har det nu blivit möjligt att undersöka vid vilken nivå som kväveutbytet inte ökar längre. I tabellen är denna nivå, bestämd utifrån anpassningar av andra-gradsfunktioner, angiven. Utbytet av kväve är högt i den rena gräsvallen (tabell 8), eller 55-75% av tillfört kväve. Ofta räknar man med att rotsystem och stubb utgör en tredjedel av den producerade biomassan, vilket skulle innebära att i stort sett allt tillfört kväve i här studerade serier har utnyttjats av grödan. I första skörd är det genomsnittliga utbytet mer eller mindre oberoende av gräsart, medan blandningar med rörsvingelhybrid har ett högre utbyte i återväxterna. Nivån där utbytet inte ökar längre är dock högre i alla skördar när rörsvingelhybrid ingår i fröblandningen. Värdena är i nivå med de värden som Kornher (1982) har beräknat.

### Klöver/gräsvallar

Kväveutbytet i klöver/gräsvallen är ungefär en tredjedel till hälften av utbytet i gräsvallen. Anpassningarna har dock generellt en låg förklaringsgrad, vilket torde bero på en stor variation i klöverandel i de använda dataseten. Värdena är i nivå med de värden som Kornher (1982) har beräknat.

**Tabell 8. Utbyte av kväve (kg N i grödan/kg tillfört N). RSVH = rörsvingelhybrid**

Dataset	Valltyp	Skörd nr	Intercept	Genomsnittlig utbytesrespons upp till	R <sup>2</sup>
L6-472 + R6-5285	Gräs, traditionella	1	48	0,55, <120	0,74
		2	14	0,57, <90	0,46
		3	23	0,60, <70	0,64
L6-472 + R6-5285	Gräs, m. RSVH	1	44	0,58, <140	0,72
		2	12	0,74, <110	0,76
		3	18	0,76, <100	0,68
L6-472, L6-5071 och R6-5281	Blandvall, m. röd + vitklöver	1	111	0,21	0,10
		2	66	0,29	0,29
		3	87	0,09	0,02
L6-472, L6-5071, R6-5285 och L6-442x	Blandvall, m. röd-, vit-, eller röd+vitklöver	1	97	0,27	0,11
		2	65	0,27	0,15
		3	80	0,09	0,01



### ***Kvävegödslingens inverkan på torrsubstansavkastning och råproteinhalt i gräsvall beräknad med produktionsfunktioner***

I tabellerna 9 och 10 redovisas avkastning och marginalutbyte av torrsubstans, och i tabellerna 11 och 12 effekten av kvävegödsling på råproteinhalten i gräsvall beräknade enligt de i tabellerna 4 och 6 framtagna produktionsfunktionerna. I syfte att undersöka hur försöksdata kan överföras till praktiska situationer gjordes en analys av hur avkastningsnivån har påverkat råproteinhalten i den skördade grödan. Teoretiskt kan man tänka sig att ju högre avkastningsnivå desto lägre råproteinhalt i grödan vid en given kvävegödslingsnivå. Analysen visar förvånansvärt nog att det i princip inte finns någon korrelation alls i första skörd (bilagorna 3-6) oavsett kvävegödslingsnivå. Detta skulle kunna tolkas som att mineralisering av kväve från marken spelar en stor roll för avkastningen i förstaskörd, och att det extrakväve som kommer därifrån också räcker för att upprätthålla råproteinhalten. Vid de högsta kvävegivorna till återväxterna är dock sambandet negativt. Man bör därför hålla i minnet att de råproteinhalter som här anges för respektive kvävegödslingsnivå kan bli lägre i återväxterna om avkastningsnivån överstiger de i försöksmaterialet (ca -0,01 g råprotein/kg ökad torrsubstans vid ekonomiskt optimala nivåer).

Enligt produktionsfunktionerna erhålls ingen positiv effekt på avkastningen efter 130, 90 och 80 (= 300) kg N/ha och 130, 120 (extrapolerat) och 80 (= 330) kg N/ha till första-, andra- och tredjaskörd i vallar med traditionella arter resp. vallar med rörsvingelhybrid.

**Tabell 9. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en gräsvall med traditionella arter skördad tre gånger**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte
0	2771		478		725	
10	3273	502	927	449	1370	645
20	3735	462	1324	397	1927	557
30	4157	422	1669	345	2396	469
40	4539	382	1962	293	2777	381
50	4881	342	2203	241	3070	293
60	5183	302	2392	189	3275	205
70	5445	262	2529	137	3392	117
80	5667	222	2614	85	3421	29
90	5849	182	2647	33	3362	-59
100	5991	142	2628	-19	3215	-147
110	6093	102	2557	-71		
120	6155	62				
130	6177	22				
140	6159	-18				
150	6101	-58				
160	6003	-98				
170	5865	-138				

**Tabell 10. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en gräsvall med rörsvingelhybrid skördad tre gånger, kursiv stil anger extrapolering**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte
0	2834		842		850	
10	3383	549	1277	435	1559	709
20	3888	505	1674	397	2178	619
30	4349	461	2033	359	2707	529
40	4766	417	2354	321	3146	439
50	5139	373	2637	283	3495	349
60	5468	329	2882	245	3754	259
70	5753	285	3089	207	3923	169
80	5994	241	3258	169	4002	79
90	6191	197	3389	131	3991	-11
100	6344	153	3482	93	3890	-101
110	6453	109	3537	55		
120	6518	65	3554	17		
130	6539	21	3553	-21		
140	6516	-23				
150	6449	-67				
160	6338	-111				
170	6183	-155				

**Tabell 11. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) och marginalutbyte i en gräsvall med traditionella arter skördad tre gånger**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte
0	84		107		121	
10	87	3,1	112	5,3	122	0
20	90	3,1	118	5,3	122	0,6
30	93	3,1	123	5,3	123	0,6
40	96	3,1	128	5,3	123	0,6
50	100	3,1	134	5,3	124	0,6
60	103	3,1	139	5,3	125	0,6
70	106	3,1	144	5,3	125	0,6
80	109	3,1	149	5,3	126	0,6
90	112	3,1	155	5,3	126	0,6
100	115	3,1	160	5,3	127	0,6
110	118	3,1	165	5,3		
120	121	3,1				
130	124	3,1				
140	127	3,1				
150	131	3,1				
160	134	3,1				
170	137	3,1				

**Tabell 12. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) och marginalutbyte i en gräsvall med rörsvingelhybrid skördad tre gånger**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte
0	77		89		98	
10	80	3,1	95	6,2	100	2,3
20	83	3,1	101	6,2	103	2,3
30	86	3,1	108	6,2	105	2,3
40	89	3,1	114	6,2	107	2,3
50	93	3,1	120	6,2	110	2,3
60	96	3,1	126	6,2	112	2,3
70	99	3,1	132	6,2	114	2,3
80	102	3,1	139	6,2	116	2,3
90	105	3,1	145	6,2	119	2,3
100	108	3,1	151	6,2	121	2,3
110	111	3,1	157	6,2		
120	114	3,1				
130	117	3,1				
140	120	3,1				
150	124	3,1				
160	127	3,1				
170	130	3,1				

### *Optimal kvävegiva till gräsvallar*

Nedan redovisas tre alternativ för båda typer av gräsvallar: kvävegiva för maximal avkastning, ekonomiskt optimal kvävegiva (N: 10:-/kg, Vall: 70 öre/kg ts) och den kvävegiva som krävs för att uppnå en hög råproteinhalt. För alla beräkningar har de redovisade produktionsfunktionerna använts. De ekonomiska beräkningarna återfinns i bilagorna 6-7.

### Gräsvallar med traditionella arter

Maximal avkastning

- 130+90+80 → 12 200 kg ts/ha, → råproteinhalter: 124, 155, 126 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 90+60+60 → 11 500 kg ts/ha, → råproteinhalter: 112, 139, 125 g/kg ts

Krav på högt råproteininnehåll

- 170+100+100 → 11 700 kg ts/ha, → råproteinhalter 137, 160, 127 g/kg ts

## Gräsvallar med rörsvingelhybrid

### Maximal avkastning

- 130+120+80 → 14 100 kg ts/ha, → råproteinhalter: 117, 163, 116 g/kg ts

### Ekonomiskt optimal giva

- 100+80+70 → 13 500 kg ts/ha, → råproteinhalter: 108, 139, 114 g/kg ts

### Krav på högt råproteininnehåll

- 170+110+100 → 13 600 kg ts/ha, → råproteinhalter: 130, 157, 121 g/kg ts

### ***Kvävegödslingens inverkan på torrsubstansavkastning och råproteinhalt i klöver/gräsvall beräknad med produktionsfunktioner***

Till skillnad mot gräsvallar har de produktionsfunktioner som anpassades till de två dataseten från klöver/gräsvallar låga förklaringsgrader. Använder man dessa för beräkningar av ekonomiskt optimala kvävegivor får man resultatet att det i princip aldrig är ekonomiskt försvarbart att kvävegödsla klöver/gräsvallar (bilagorna 8-9). Denna precision är följaktligen för dålig för att användas till beräkningar av ekonomiska kvävegivor av blandvallar. Det mindre datasetet (där spridningen i klöverandel var störst) delades därför upp i tre grupper där klöverandelen var liten ( $\leq 20\%$ ), medel (21-30% i första- och andraskörd samt 21-40% i tredje skörd) eller stor ( $> 31\%$  i första och andra skörd samt  $> 40\%$  i tredje skörd).

I tabellerna 13-15 redovisas avkastning och marginalutbyte av torrsubstans, och i tabellerna 16-18 effekten av kvävegödsling på råproteinhalten i blandvall beräknade enligt de i tabellerna 4 och 6 framtagna produktionsfunktionerna för blandvallar med låg, medel och hög klöverandel. **Observera att de begränsade dataseten inte medgett fullständiga anpassningar av produktionsfunktioner och att extrapolering därför gjorts för några värden.**

**Tabell 13. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en klöver/gräsvall med ≤20% klöver skördad tre gånger, fet kursiv stil anger extrapolerat värde**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte
0	4081		3015		2576	
10	4453	372	3163	148	2817	241
20	4787	334	3301	138	3058	241
30	5083	296	3429	128	3299	241
40	5341	258	3547	118	3540	241
50	5561	220	3655	108	3781	241
60	5743	182	3753	98	4022	241
70	5887	144	3841	88	4263	241
80	5993	106	3919	78	4504	241
90	6061	68	3987	68		
100	6091	30	<b>4045</b>	<b>58</b>		
110	6083	-8	<b>4093</b>	<b>48</b>		
120	6037	-46	<b>4131</b>	<b>38</b>		
130	5953	-84	<b>4159</b>	<b>28</b>		
140	5831	-122	<b>4177</b>	<b>18</b>		
150	5671	-160	<b>4185</b>	<b>8</b>		
160	5473	-198				

**Tabell 14. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en klöver/gräsvall med 21-40% klöver skördad tre gånger, fet kursiv stil anger extrapolerat värde**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte
0	5277		2616		2731	
10	5307	30	2830	214	2964	233
20	5337	30	3004	174	3173	209
30	5367	30	3138	134	3358	185
40	5397	30	3232	94	3519	161
50	5427	30	3286	54	3656	137
60	5457	30	3300	14	3769	113
70	5487	30	3274	-26	3858	89
80	5517	30	3208	-66	3923	65
90	5547	30	3102	-106	<b>3964</b>	<b>41</b>
100	5577	30			<b>3981</b>	<b>17</b>
110	5607	30			<b>3974</b>	<b>-7</b>
120	5637	30				
130	5667	30				
140	5697	30				
150	5727	30				
160	5757	30				

**Tabell 15. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en klöver/gräsvall med >30% klöver skördad tre gånger, fet kursiv stil anger extrapolerat värde**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ts-skörd	Marginalutbyte
0	5465		2738		3033	
10	5335	-130	2873	135	3141	108
20	5205	-130	2980	107	3237	96
30	5075	-130	3059	79	3321	84
40	4945	-130	3110	51	3393	72
50	4815	-130	3133	23	3453	60
60	4685	-130	3128	-5	3501	48
70	4555	-130	3095	-33	3537	36
80	4425	-130	3034	-61	3561	24
90	4295	-130	2945	-89	<b>3573</b>	<b>12</b>
100	4165	-130			<b>3573</b>	<b>0</b>
110	4035	-130				
120	3905	-130				
130	3775	-130				
140	3645	-130				
150	3515	-130				
160	3385	-130				

**Tabell 16. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) i en klöver/gräsvall med ≤20% klöver skördad tre gånger**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte
0	102		95		157	
10	105	3,1	102	6,8	155	-2,2
20	108	3,1	109	6,8	153	-2,2
30	111	3,1	115	6,8	150	-2,2
40	114	3,1	122	6,8	148	-2,2
50	118	3,1	129	6,8	146	-2,2
60	121	3,1	136	6,8	144	-2,2
70	124	3,1	143	6,8	142	-2,2
80	127	3,1	149	6,8	139	-2,2
90	130	3,1	156	6,8		
100	133	3,1				
110	136	3,1				
120	139	3,1				
130	142	3,1				
140	145	3,1				
150	149	3,1				
160	152	3,1				

**Tabell 17. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) i en klöver/gräsvall med 21-40% klöver skördad tre gånger**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte
0	129		116		170	
10	131	2,0	123	6,9	166	-3,8
20	133	2,0	130	6,9	162	-3,8
30	135	2,0	137	6,9	159	-3,8
40	137	2,0	144	6,9	155	-3,8
50	139	2,0	151	6,9	151	-3,8
60	141	2,0	157	6,9	147	-3,8
70	143	2,0	164	6,9	143	-3,8
80	145	2,0	171	6,9	140	-3,8
90	147	2,0	178	6,9		
100	149	2,0				
110	151	2,0				
120	153	2,0				
130	155	2,0				
140	157	2,0				
150	159	2,0				
160	161	2,0				

**Tabell 18. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) i en klöver/gräsvall med 31-40% klöver skördad tre gånger**

N-giva	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3	
	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte	Råproteinhalt	Marginalutbyte
0	161		164		184	
10	158	-3,4	166	2,0	182	-2,0
20	154	-3,4	168	2,0	180	-2,0
30	151	-3,4	170	2,0	178	-2,0
40	147	-3,4	172	2,0	176	-2,0
50	144	-3,4	174	2,0	174	-2,0
60	141	-3,4	176	2,0	172	-2,0
70	137	-3,4	178	2,0	170	-2,0
80	134	-3,4	180	2,0	168	-2,0
90	130	-3,4	182	2,0		
100	127	-3,4				
110	124	-3,4				
120	120	-3,4				
130	117	-3,4				
140	113	-3,4				
150	110	-3,4				
160	107	-3,4				

### ***Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar***

Nedan redovisas tre alternativ för klöver/gräsvallar med olika hög klöverandel: kvävegiva för maximal avkastning, ekonomiskt optimal kvävegiva (N: 10:-/kg, Vall: 70 öre/kg ts) och den kvävegiva som krävs för att uppnå en hög råproteinhalt. För alla beräkningar har de redovisade produktionsfunktionerna använts. De ekonomiska beräkningarna återfinns i bilagorna 10-12.

#### Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar med låg klöverandel (<20% klöver)

Maximal avkastning

- 100+90+60 → 14 100 kg ts/ha, → råproteinhalter: 133, 156, 144 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 70+10+60 → 13 100 kg ts/ha, → råproteinhalter: 124, 102, 144 g/kg ts

Krav på högt råproteinnehåll

- 160+90+0 → 12 000 kg ts/ha, → råproteinhalter: 152, 156, 157 g/kg ts

#### Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar med medelhög klöverandel (21-40% klöver)

Maximal avkastning

- 160+60+80 → 13 000 kg ts/ha, → råproteinhalter: 161, 157, 140 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 0+20+40 → 11 800 kg ts/ha, → råproteinhalter: 129, 130, 155 g/kg ts

Krav på högt råproteinnehåll

- 150+60+0 → 12 400 kg ts/ha, → råproteinhalter: 159, 157, 170 g/kg ts

#### Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar med hög klöverandel (30-40% klöver)

Maximal avkastning

- 0+50+80 → 12 200 kg ts/ha, → råproteinhalter: 161, 174, 168 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 0+0+0 → 11 200 kg ts/ha, → råproteinhalter: 161, 164, 184 g/kg ts

Krav på högt råproteinnehåll

- 0+0+0 → 11 200 kg ts/ha, → råproteinhalter: 161, 164, 184 g/kg ts



## *Förslag till kvävegödsling med hänsyn till kvalitetskrav hos olika djurgrupper*

### Gräsvallar

De råproteinhalter som erhålls vid de beräknade ekonomiskt optimala givorna är lägre vid alla skördetillfällen än de som är önskvärda till högvakastande mjölkkor, växande kvigor och kött-djur (bilaga 13). En ökning av kvävegödslingen till de högsta givorna som använts i försöken ger acceptabla råproteinnivåer i andraskörd, men inte i förstaskörd. Den enda framkomliga vägen att få tillräckligt höga råproteinhalter i första skörd till dessa djurgrupper torde därför vara att ta denna tidigare än i använt försöksmaterial, och troligen då också ta flera återväxtskördar. Till sinkor kan däremot de beräknade optimala kvävegivorna till återväxtskördarna vara användbara.

För hästar är inte råproteinnivåerna begränsande utan tvärtom väl höga. Till högpresterande hästar är en tidig förstaskörd viktig för att uppnå en lämplig nivå omsättbar energi. Vilken kvävegiva man väljer att lägga är dock snarast en fråga om kravet på avkastning. En måttlig giva ger ett överskott på råprotein, men kan ändå vara lämplig för att minska sockerhalten i vallen. Till andra hästgrupper torde en sen förstaskörd ge ett lämpligare vallfoder, men också här kan det vara lämpligt med en måttlig kvävegiva för att minska sockerhalten.

### Klöver/gräsvallar

Vid de beräknade ekonomiskt optimala kvävegivorna krävs det en hög klöverandel (>30%) för att råproteinhalten ska uppgå till de som är önskvärda för högvakastande mjölkkor, växande kvigor och kött-djur (bilaga 13). Vid dessa nivåer är det inte lönsamt att kvävegödsla vallen. Vid lägre klöverandelar krävs det en hög kvävegiva (150-160 kg N/ha) till första skörd, och en måttlig kvävegiva (60-90 kg N/ha) till andra skörd för att få en acceptabel proteinnivå. Till tredje skörd gäller generellt att gödsling med kväve leder till en sänkning av råproteinhalten. En fördelning av kvävegivan med merparten på våren gynnar dessutom klöverhalten långsiktigt. Med klöverandelar >30% i början av säsongen finns det dock ingen anledning att kvävegödsla en blandvall vare sig för att förbättra avkastningen eller råproteinhalten till djurgrupper med höga krav på råproteinhalten i vallgrödan. Till sinkor räcker vallar med medelhög klöverandel (21-40%) för att få en acceptabel proteinhalt, men även här kan det vara fördelaktigt att fördela den totala kvävegivan med merparten till första skörd för att gynna klöver.

För hästar är råproteinnivåerna i klöver/gräsvallar generellt alldeles för höga, så denna typ av vallar är inte lämpliga för att producera vallfoder till häst.

### ***Kvävegödslingens inverkan på torrsubstansavkastning i klöver/gräsvall med rajsvingel beräknad med produktionsfunktioner***

Då anpassningen av en fullständig produktionsfunktion för ettåriga klöver/gräsvallar med rajsvingel inte har varit möjlig att beräkna utifrån det material jag använt, går det inte heller att beräkna ekonomiskt optimum i sådana vallar. I serierna L6-560 och L6-5601, liksom i serien

L6-446 finns led med rajsvingel, hybridrajgräs och italienskt rajgräs samt högre kvävegödsling jämfört med serierna L6-442x som jag har använt. Även i dessa serier är effekten av höga kvävegivor, speciellt i första skörd, i vissa försök negativ (Stenberg, 2002; Stenberg m.fl., 2004). Förklaringen torde vara den svaga övervintringsförmågan hos sådana gräs, och det blir därmed svårt att skatta en vettig produktionsfunktion.

### ***Avslutande kommentarer***

Äldre försöksmaterial är inte längre relevant för beräkningar av optimala kvävegivor till vall av olika botanisk sammansättning. Nyare försöksserier för sådana beräkningar finns, men antalet försök och försöksår är få. Då variationen mellan år kan vara stor, framför allt beroende på variationer i mineralisering av kväve från marken, vore det önskvärt med ett större datamaterial. När det gäller klöver/gräsvallar visar genomgången att andelen klöver i vallen har stor betydelse för hur responsen på kvävegödsling ser ut. Detta är den typ av vallar som dominerar svensk vallodling, och det är därför mycket angeläget att ytterligare försöksdata kan adderas till det här använda försöksmaterialet för en bättre bestämning av produktionsfunktionernas form.

En utmaning när det gäller att förfina kvävegödslingsrekommendationerna till blandvallar är att i fält uppskatta klöverandelen, speciellt på våren. Här behövs ett utvecklingsarbete med t.ex. räkning av klöverplantor, eller alternativa täthetsbestämningar på våren, för att bestämma sambandet mellan vårbestånd och klöverandel vid skörd.

Slutligen kan det konstateras att försök där olika nivåer av kvävegödsling ingår alltid ska ha med ett 0-led utan klöverinblandning för att bestämma nivån på kvävemineralisering från marken, och helst en högsta kvävegiva som medger bestämning av när responsen på kväve avtar.

### ***Referenser***

Kornher, A. 1982. Vallskördens storlek och kvalitet. Inverkan av valltyp, skördetid och kvävegödsling. Grovfoder. Forskning – tillämpning 1, 5-32.

Salomon, E., Rodhe, L., Sundberg, M. & Oostra, H. 2013. Kvävegödsling till slåttergräsvall med nötflytgödsel och handelsgödsel. Hur strategi och teknik påverkar ammoniakavgång, skörd, kväveutbyte och kostnader. JTI-rapport, Lantbruk & Industri 416. 46 s.

Stenberg, M. 2002. Högkvalitativ, uthållig och högavkastande vall. Försöksrapport för mellansvenska försökssamarbetet, 72-77.

Stenberg, M., Gruvaeus, I., Jansson, J. & Engström, M. 2004. Odlingssystem för grovfoderproduktion med förbättrad avkastning, produktionsekonomi och växtnäringsutnyttjande. Försöksrapport för mellansvenska försökssamarbetet, 62-66.

Svanäng, K. & Frankow-Lindberg, B. 1994. Vitklöver som slåtterväxt. Effekter av kvävegödsling och skördeintensitet. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtodlingslära. Växtodling 51. 23 s.

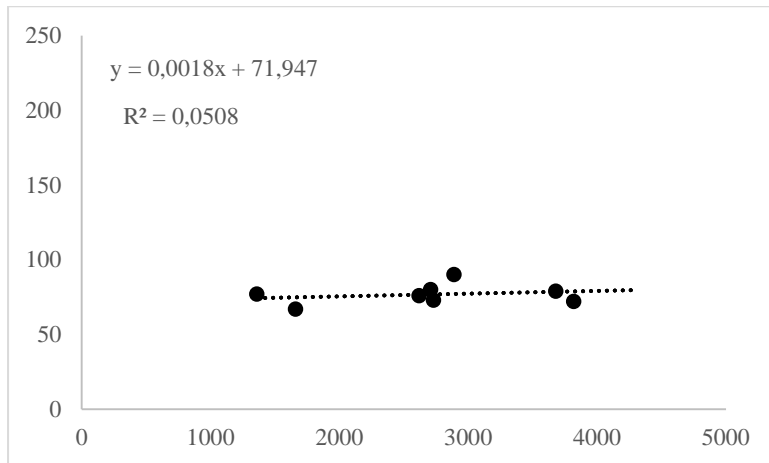


## Använda försöksserier

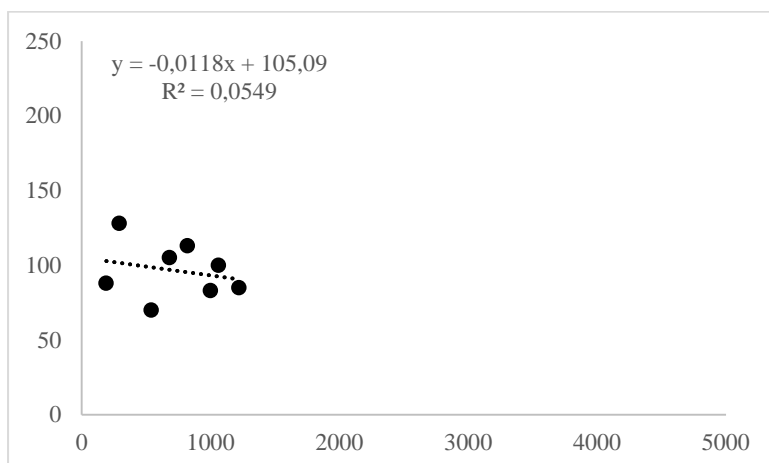
Serie	Antal försök	Försöksår	N-nivåer
<b><i>Rena gräsvallar</i></b>			
L6-472	2	2007-2009	0, 180, 270
R6-5285	2	2015	0-375
Salomon m.fl. (2014)	1	2010-2012	0, 140, 210
<b><i>Klöver/gräsvallar</i></b>			
L6-472	2	2007-2009	0, 180, 270
L6-5071	2 (varav ett med 0-led)	2012-2014	0-250, 40-220
R6-5285	1	2015	0-300
L6-4421	4	1997-2001	90, 180
L6-4422	3	1997-2001	90, 180
L6-4423	4	1997-2001	100, 200

## Råproteinhalt som funktion av avkastningsnivå, gräsvallar, 0 kg N/ha

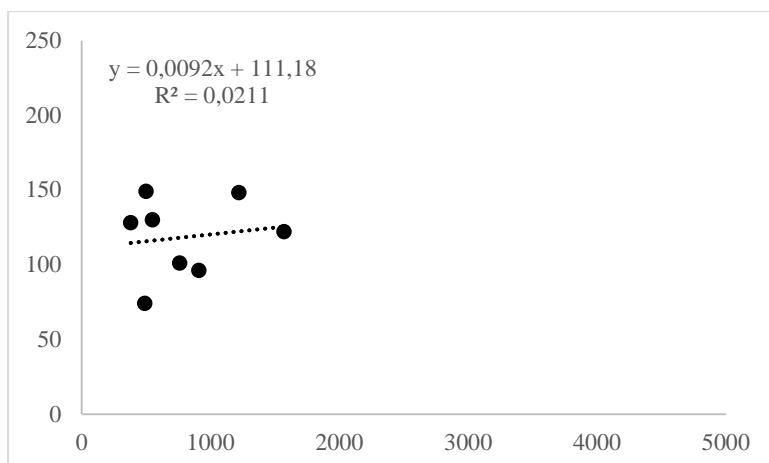
## Skörd 1



## Skörd 2

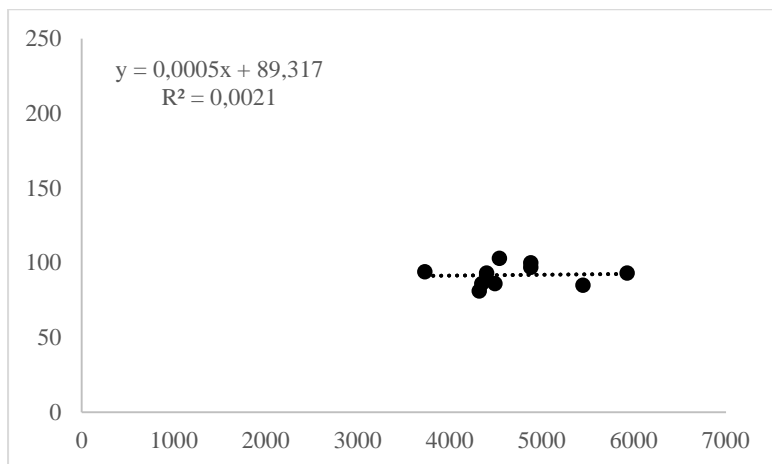


## Skörd 3

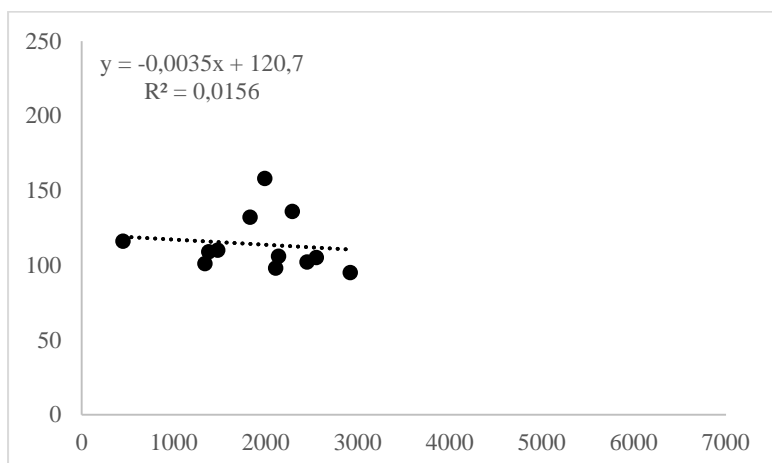


Råproteinhalt som funktion av avkastningsnivå, gräsvallar, ca 100 kg N/ha

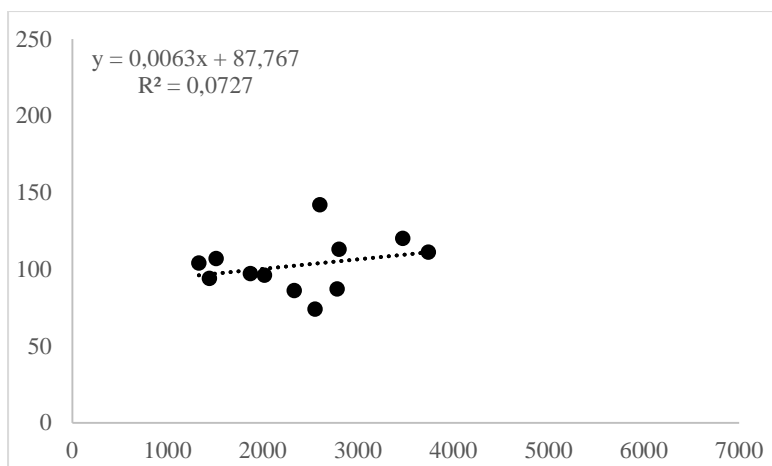
### Skörd 1



### Skörd 2

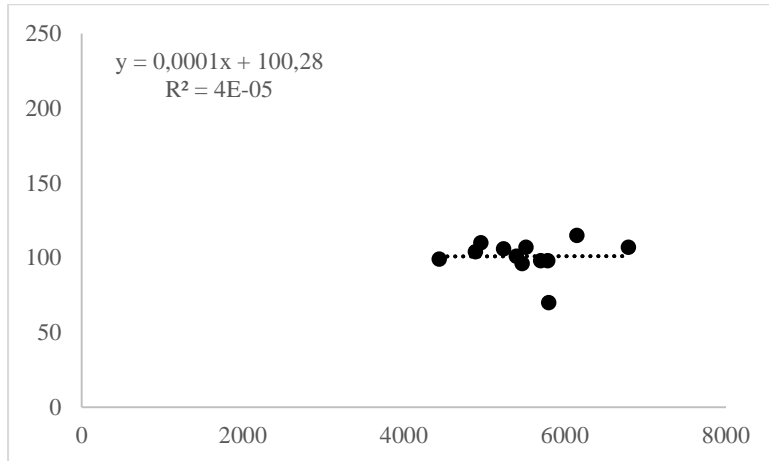


### Skörd 3

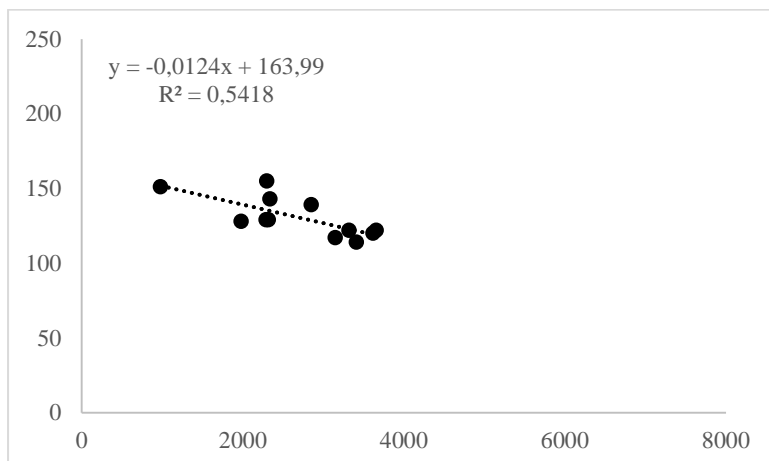


Råproteinhalt som funktion av avkastningsnivå, gräsvallar, ca 200 kg N/ha

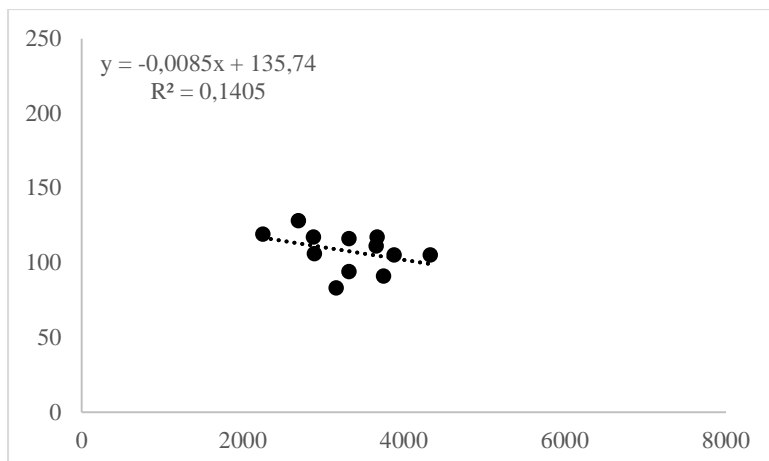
### Skörd 1



### Skörd 2



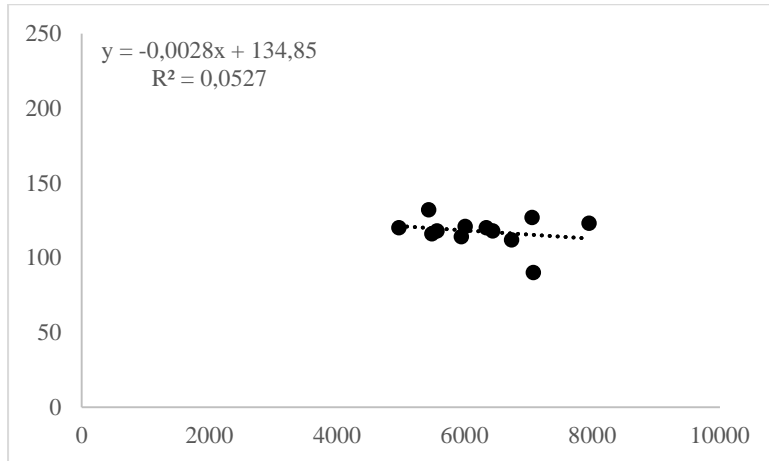
### Skörd 3



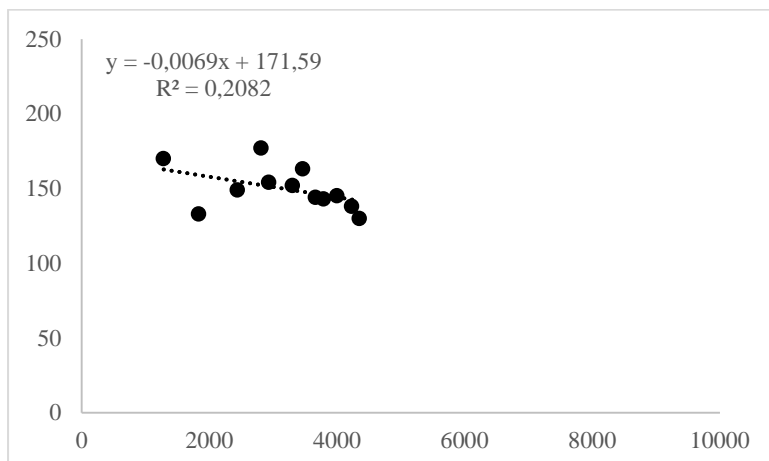


Råproteinhalt som funktion av avkastningsnivå, gräsvallar, ca 250 kg N/ha

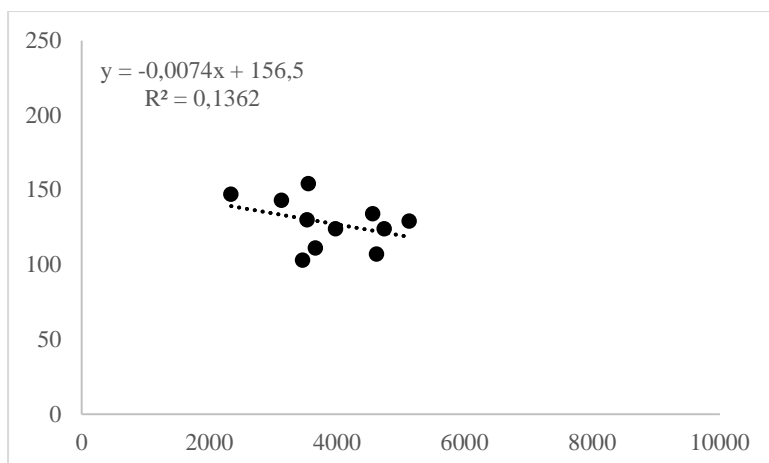
### Skörd 1



### Skörd 2



### Skörd 3



## Ekonomiskt optimum, gräsvallar med traditionella arter

Skörd 1 ( $2771+52,2x-0,20x^2$ )						
N-giva	Intercept	x	x <sup>2</sup>	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2771			2771		
10	2771	522	20	3273	502	251,4
20	2771	1044	80	3735	462	223,4
30	2771	1566	180	4157	422	195,4
40	2771	2088	320	4539	382	167,4
50	2771	2610	500	4881	342	139,4
60	2771	3132	720	5183	302	111,4
70	2771	3654	980	5445	262	83,4
80	2771	4176	1280	5667	222	55,4
90	2771	4698	1620	5849	182	27,4
100	2771	5220	2000	5991	142	-0,6
110	2771	5742	2420	6093	102	-28,6
120	2771	6264	2880	6155	62	-56,6
130	2771	6786	3380	6177	22	-84,6
140	2771	7308	3920	6159	-18	-112,6
150	2771	7830	4500	6101	-58	-140,6
160	2771	8352	5120	6003	-98	-168,6
170	2771	8874	5780	5865	-138	-196,6

Skörd 2 ( $619+32,3x-0,07x^2$ )						
N-giva	Intercept	x	x <sup>2</sup>	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	478			478		
10	478	475	26	927	449	214,3
20	478	950	104	1324	397	177,9
30	478	1425	234	1669	345	141,5
40	478	1900	416	1962	293	105,1
50	478	2375	650	2203	241	68,7
60	478	2850	936	2392	189	32,3
70	478	3325	1274	2529	137	-4,1
80	478	3800	1664	2614	85	-40,5
90	478	4275	2106	2647	33	-76,9
100	478	4750	2600	2628	-19	-113,3
110	478	5225	3146	2557	-71	-149,7

Skörd 3 ( $725+68,9x-0,44x^2$ )						
N-giva	Intercept	x	x <sup>2</sup>	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	725			725		
10	725	689	44	1370	645	351,5
20	725	1378	176	1927	557	289,9
30	725	2067	396	2396	469	228,3
40	725	2756	704	2777	381	166,7
50	725	3445	1100	3070	293	105,1
60	725	4134	1584	3275	205	43,5
70	725	4823	2156	3392	117	-18,1
80	725	5512	2816	3421	29	-79,7
90	725	6201	3564	3362	-59	-141,3
100	725	6890	4400	3215	-147	-202,9

## Ekonomiskt optimum, gräsvallar med rörsvingelhybrid

Skörd 1 ( $2834+57,1x-0,22x^2$ )						
N-giva	Intercept	x	x <sup>2</sup>	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomisk optimum
0	2834			2834		
10	2834	571	22	3383	549	284,3
20	2834	1142	88	3888	505	253,5
30	2834	1713	198	4349	461	222,7
40	2834	2284	352	4766	417	191,9
50	2834	2855	550	5139	373	161,1
60	2834	3426	792	5468	329	130,3
70	2834	3997	1078	5753	285	99,5
80	2834	4568	1408	5994	241	68,7
90	2834	5139	1782	6191	197	37,9
100	2834	5710	2200	6344	153	7,1
110	2834	6281	2662	6453	109	-23,7
120	2834	6852	3168	6518	65	-54,5
130	2834	7423	3718	6539	21	-85,3
140	2834	7994	4312	6516	-23	-116,1
150	2834	8565	4950	6449	-67	-146,9
160	2834	9136	5632	6338	-111	-177,7
170	2834	9707	6358	6183	-155	-208,5

Skörd 2 ( $842+45,4x-0,19x^2$ )						
N-giva	Intercept	x	x <sup>2</sup>	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	842			842		
10	842	454	19	1277	435	205
20	842	908	76	1674	397	178
30	842	1362	171	2033	359	151
40	842	1816	304	2354	321	125
50	842	2270	475	2637	283	98
60	842	2724	684	2882	245	72
70	842	3178	931	3089	207	45
80	842	3632	1216	3258	169	18
90	842	4086	1539	3389	131	-8
100	842	4540	1900	3482	93	-35
110	842	4994	2299	3537	55	-62

Skörd 3 ( $850+75,4x-0,45x^2$ )						
N-giva	Intercept	x	x <sup>2</sup>	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	850			850		
10	850	754	45	1559	709	396
20	850	1508	180	2178	619	333
30	850	2262	405	2707	529	270
40	850	3016	720	3146	439	207
50	850	3770	1125	3495	349	144
60	850	4524	1620	3754	259	81
70	850	5278	2205	3923	169	18
80	850	6032	2880	4002	79	-45
90	850	6786	3645	3991	-11	-108
100	850	7540	4500	3890	-101	-171

## Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar utan länsförsök

Skörd 1 ( $4909+14,6x-0,07x^2$ )						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	4909			4909		
10	4909	146	7	5048	139	-3
20	4909	292	28	5173	125	-13
30	4909	438	63	5284	111	-22
40	4909	584	112	5381	97	-32
50	4909	730	175	5464	83	-42
60	4909	876	252	5533	69	-52
70	4909	1022	343	5588	55	-62
80	4909	1168	448	5629	41	-71
90	4909	1314	567	5656	27	-81
100	4909	1460	700	5669	13	-91
110	4909	1606	847	5668	-1	-101
120	4909	1752	1008	5653	-15	-111
130	4909	1898	1183	5624	-29	-120
140	4909	2044	1372	5581	-43	-130
150	4909	2190	1575	5524	-57	-140
160	4909	2336	1792	5453	-71	-150

Skörd 2 ( $2754+14,9x-0,07x^2$ )						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2754			2754		
10	2754	149	7	2896	142	-0,6
20	2754	298	28	3024	128	-10,4
30	2754	447	63	3138	114	-20,2
40	2754	596	112	3238	100	-30
50	2754	745	175	3324	86	-39,8
60	2754	894	252	3396	72	-49,6
70	2754	1043	343	3454	58	-59,4
80	2754	1192	448	3498	44	-69,2
90	2754	1341	567	3528	30	-79

Skörd 3 (2951+14,1x)						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts- skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2951			2951		
10	2951	141		3092	141	-1,3
20	2951	282		3233	141	-1,3
30	2951	423		3374	141	-1,3
40	2951	564		3515	141	-1,3
50	2951	705		3656	141	-1,3
60	2951	846		3797	141	-1,3
70	2951	987		3938	141	-1,3
80	2951	1128		4079	141	-1,3

## Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar med länsförsök

Skörd 1 ( $4706+4,7x+0,02x^2$ )						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	4706			4706		
10	4706	47	2	4755	49	-66
20	4706	94	8	4808	53	-63
30	4706	141	18	4865	57	-60
40	4706	188	32	4926	61	-57
50	4706	235	50	4991	65	-55
60	4706	282	72	5060	69	-52
70	4706	329	98	5133	73	-49
80	4706	376	128	5210	77	-46
90	4706	423	162	5291	81	-43
100	4706	470	200	5376	85	-41
110	4706	517	242	5465	89	-38
120	4706	564	288	5558	93	-35
130	4706	611	338	5655	97	-32
140	4706	658	392	5756	101	-29
150	4706	705	450	5861	105	-27
160	4706	752	512	5970	109	-24

Skörd 2 ( $2755+15,5x-0,07x^2$ )						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2755			2755		
10	2755	155	7	2903	148	3,6
20	2755	310	28	3037	134	-6,2
30	2755	465	63	3157	120	-16
40	2755	620	112	3263	106	-25,8
50	2755	775	175	3355	92	-35,6
60	2755	930	252	3433	78	-45,4
70	2755	1085	343	3497	64	-55,2
80	2755	1240	448	3547	50	-65
90	2755	1395	567	3583	36	-74,8



Skörd 3 (2715+14,0x)						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts- skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2715			2715		
10	2715	140		2855	140	-2,0
20	2715	280		2995	140	-2,0
30	2715	420		3135	140	-2,0
40	2715	560		3275	140	-2,0
50	2715	700		3415	140	-2,0
60	2715	840		3555	140	-2,0
70	2715	980		3695	140	-2,0
80	2715	1120		3835	140	-2,0

## Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar med &lt;20% klöver

Skörd 1, 0-20% klöver (4081+39,1x-0,19x <sup>2</sup> )						
N-giva	Intercept	X	X <sup>2</sup>	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	4081			4081		
10	4081	391	19	4453	372	160,4
20	4081	782	76	4787	334	133,8
30	4081	1173	171	5083	296	107,2
40	4081	1564	304	5341	258	80,6
50	4081	1955	475	5561	220	54
60	4081	2346	684	5743	182	27,4
70	4081	2737	931	5887	144	0,8
80	4081	3128	1216	5993	106	-25,8
90	4081	3519	1539	6061	68	-52,4
100	4081	3910	1900	6091	30	-79
110	4081	4301	2299	6083	-8	-105,6
120	4081	4692	2736	6037	-46	-132,2
130	4081	5083	3211	5953	-84	-158,8
140	4081	5474	3724	5831	-122	-185,4
150	4081	5865	4275	5671	-160	-212
160	4081	6256	4864	5473	-198	-238,6

Skörd 2, 0-20% klöver (3015+15,3x-0,05x <sup>2</sup> )						
N-giva	Intercept	X	X <sup>2</sup>	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	3015			3015		
10	3015	153	5	3163	148	3,6
20	3015	306	20	3301	138	-3,4
30	3015	459	45	3429	128	-10,4
40	3015	612	80	3547	118	-17,4
50	3015	765	125	3655	108	-24,4
60	3015	918	180	3753	98	-31,4
70	3015	1071	245	3841	88	-38,4
80	3015	1224	320	3919	78	-45,4
90	3015	1377	405	3987	68	-52,4

Skörd 3, 0-20% klöver (2576+24,1x)						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts- skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2576			2576		
10	2576	241		2817	241	68,7
20	2576	482		3058	241	68,7
30	2576	723		3299	241	68,7
40	2576	964		3540	241	68,7
50	2576	1205		3781	241	68,7
60	2576	1446		4022	241	68,7
70	2576	1687		4263	241	68,7
80	2576	1928		4504	241	68,7

## Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar, 21-40% klöver

Skörd 1, 21-30% klöver ( $5277+3,0x$ )						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	5277			5277		
10	5277	30		5307	30	-79
20	5277	60		5337	30	-79
30	5277	90		5367	30	-79
40	5277	120		5397	30	-79
50	5277	150		5427	30	-79
60	5277	180		5457	30	-79
70	5277	210		5487	30	-79
80	5277	240		5517	30	-79
90	5277	270		5547	30	-79
100	5277	300		5577	30	-79
110	5277	330		5607	30	-79
120	5277	360		5637	30	-79
130	5277	390		5667	30	-79
140	5277	420		5697	30	-79
150	5277	450		5727	30	-79
160	5277	480		5757	30	-79

Skörd 2, 21-30% klöver ( $2616+23,4x-0,20x^2$ )						
N-giva	Intercept	X	x2	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2616			2616		
10	2616	234	20	2830	214	49,8
20	2616	468	80	3004	174	21,8
30	2616	702	180	3138	134	-6,2
40	2616	936	320	3232	94	-34,2
50	2616	1170	500	3286	54	-62,2
60	2616	1404	720	3300	14	-90,2
70	2616	1638	980	3274	-26	-118,2
80	2616	1872	1280	3208	-66	-146,2
90	2616	2106	1620	3102	-106	-174,2

Skörd 3, 20-40% klöver ( $2731+24,5x-0,12x^2$ )							
N-giva	Intercept	X	X2	X3	Ts- skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2731				2731		
10	2731	245	12	5	2964	233	63,1
20	2731	490	48	40	3173	209	46,3
30	2731	735	108	135	3358	185	29,5
40	2731	980	192	320	3519	161	12,7
50	2731	1225	300	625	3656	137	-4,1
60	2731	1470	432	1080	3769	113	-20,9
70	2731	1715	588	1715	3858	89	-37,7
80	2731	1960	768	2560	3923	65	-54,5

## Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar med 30-40% klöver

Skörd 1, >31% klöver (5465-13,0x)						
N-giva	Intercept	X	X2	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
	5465			5465		
10	5465	130		5335	-130	-191
20	5465	260		5205	-130	-191
30	5465	390		5075	-130	-191
40	5465	520		4945	-130	-191
50	5465	650		4815	-130	-191
60	5465	780		4685	-130	-191
70	5465	910		4555	-130	-191
80	5465	1040		4425	-130	-191
90	5465	1170		4295	-130	-191
100	5465	1300		4165	-130	-191
110	5465	1430		4035	-130	-191
120	5465	1560		3905	-130	-191
130	5465	1690		3775	-130	-191
140	5465	1820		3645	-130	-191
150	5465	1950		3515	-130	-191
160	5465	2080		3385	-130	-191

Skörd 2, >31% klöver (2738+14,9x-0,14x2)						
N-giva	Intercept	X	x2	Ts-skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	2738			2738		
10	2738	149	14	2873	135	-5,5
20	2738	298	56	2980	107	-25,1
30	2738	447	126	3059	79	-44,7
40	2738	596	224	3110	51	-64,3
50	2738	745	350	3133	23	-83,9
60	2738	894	504	3128	-5	-103,5
70	2738	1043	686	3095	-33	-123,1
80	2738	1192	896	3034	-61	-142,7
90	2738	1341	1134	2945	-89	-162,3

Skörd 3, >40% klöver (3033+11,4x-0,06x <sup>2</sup> )						
N-giva	Intercept	X	X <sup>2</sup>	Ts- skörd	Marginalutbyte	Ekonomiskt optimum
0	3033			3033		
10	3033	114	6	3141	108	-24,4
20	3033	228	24	3237	96	-32,8
30	3033	342	54	3321	84	-41,2
40	3033	456	96	3393	72	-49,6
50	3033	570	150	3453	60	-58
60	3033	684	216	3501	48	-66,4
70	3033	798	294	3537	36	-74,8
80	3033	912	384	3561	24	-83,2

## Kvalitetskrav hos olika djurgrupper

Uppgifterna för nöt har lämnats av Rolf Spörndly, och uppgifterna för häst av Cecilia Müller, båda vid Inst. för husdjurens utfodring och vård på SLU.

Djurslag	Energibehov (omsättbar energi)	Råprotein (g/kg ts)
Mjölkkor, 1:a halva laktationen	11,0-11,5	150
Mjölkkor, 2:a halva laktationen	10,5-11,0	170
Mjölkkor, sintid	9,5-10,0	140
Växande kvigor, 2:a halva laktationen	10,5-11,0	170
Växande köttjur	11,0-11,5	170
Häst, avelsdjur	>9,0	>72
Häst, högpresterande	11,0-11,5	>50
Övriga hästar	6,5-8,0	>50



## SLU

### Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE) / Department of Crop Production Ecology Rapporter från institutionen / Reports from the department

- Nr 1. Pettersson C.G. (2006) Variations of yield and protein content of malting barley. Methods to monitor and ways to control. *Licentiate thesis, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.*
- Nr 2. Eckersten H., Noronha-Sannervik A., Torssell B. & Nyman P. (2006) Modelling radiation use, water and nitrogen in willow forest.
- Nr 3. Christersson L. & Verwijst T. (2006) Poppel – Sammanfattning från ett seminarium vid Institutionen för Lövträdsodling, SLU, Uppsala, 15 mars 2005. *Proceedings from a Poplar seminar at the Department of Short Rotation Forestry, SLU, March 15 2005, Uppsala, Sweden.*
- Nr 4. Christersson L., Verwijst T. & Man Amatya S. (2006) “Wood production in agroforestry and in short-rotation forestry systems – synergies for rural development”. *Proceedings of the IUFRO:s conference (session 12, 128) held in Brisbane, August 8–13, 2005.*
- Nr 5. Hoogesteger J. (2006) Tree ring dynamics in mountain birch. *Licentiate thesis. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.*
- Nr 6. Eckersten H., Andersson L., Holstein F., Mannerstedt Fogelfors B., Lewan E., Sigvald R., Torssell B. & Karlsson S. (2008) Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige.
- Nr 7. Eckersten H., Karlsson S. & Torssell B. (2008) Climate change and agricultural land use in Sweden: A literature review.
- Nr 8. Amiri A., Forkman J. & von Rosen D. (2009) A statistical study of similarities and dissimilarities in results between districts used in Swedish crop variety trials.
- Nr 9. Forkman J., Amiri S. & von Rosen D. (2009) Konsekvenser av indelningar i områden för redovisning av försök i svensk sortprovning.
- Nr 10. Fogelfors H. *et al.* (2009). Strategic analysis of Swedish agriculture. Production systems and agricultural landscapes in a time of change.
- Nr 11. Halling M.A. (2010) Sortval i ekologisk vallodling 2004–2009. Sortförsök i timotej, ängssvingel, rörsvingel, rörsvingelhybrid, engelskt rajgräs och rajsvingel.
- Nr 12. Larsson S. & Hagman J. (2010) Sortval i ekologisk odling 2010. Sortförsök 2000–2009.
- Nr 13. Larsson S. & Hagman J. (2011) Sortval i ekologisk odling, sortförsök 2004–2010. Sortförsök i höstvetete, höstråg, rågvete, vårvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärter och potatis.
- Nr 14. Eckersten H. & Kornher A. (2012) Klimatförändringars effekter på jordbrukets växtproduktion i Sverige – scenarier och beräkningssystem. (Climate change impacts on crop production in Sweden – scenarios and computational framework)
- Nr 15. Larsson S. & Hagman J. (2012) Sortval i ekologisk odling, sortförsök 2007–2011. Sortförsök i höstvetete, höstråg, rågvete, vårvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärter och potatis.
- Nr 16. Larsson S. & Hagman J. (2013) Sortval i ekologisk odling 2013: sortförsök 2008–2012 .
- Nr 17. Collentine D. *et al.* (2013) Consequences of future nutrient load scenarios on multiple benefits of agricultural production.
- Nr 18. Nilsson-Linde N. *et al.* (2014) Vallkonferens 2014. Konferensrapport 5–6 februari 2014. Uppsala, Sverige.
- Nr 19. Hagman J. *et al.* (2014) Sortval i ekologisk odling 2014. Sortförsök 2009–2013.
- Nr 20. Hagman J. *et al.* (2015) Sortval i ekologisk odling 2015. Sortförsök 2010–2014.
- Nr 21. Hagman J. *et al.* (2016) Sortval i ekologisk odling 2016. Sortförsök 2011–2015.
- Nr 22. Nilsson-Linde N. & Bernes G. (2017) Vallkonferens 2017. Konferensrapport 7–8 februari 2017. Uppsala, Sverige.
- Nr 23. Hagman J. & Halling M. (2017) Sortval i ekologisk odling 2017. Sortförsök 2012–2016.

I denna serie publiceras forskningsresultat vid Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. Förteckning över tidigare utgivna rapporter i denna serie återfinns sist i rapporten och kan hämtas som pdf från <http://pub.epsilon.slu.se>

In this series research results from the Department of Crop Production Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed in the end of the report, and is available at <http://pub.epsilon.slu.se>