

Ekonomiska beräkningar för långsiktig fosforgödsling

Sammanfattning

Ekonomiska beräkningar för fosforgödsling visar att det är mest lönsamt att underhållsgödsla fosforklass III (P-AL 4-8) i en växtföljd med stråsäd och oljeväxter. Detta visar de mellansvenska bördighetsförsöken utan stallgödsel och vall. När betor finns med i växtföljden är det mest lönsamt att bibehålla fosforklass IVA långsiktigt eftersom sockerbetorna är den gröda som överlägset svarar bäst på fosforgödsling och snabbt tappar i grundskörd då P-AL talet sjunker. Vårkorn svarar bättre på fosforgödsel än höstvetete vilket förklaras med ett sämre rotsystem hos kornet. Vårkorn ger liknande utslag på fosfortillförsel som vårkorn men resultatet är osäkrare p.g.a. många kasserade vårkornsväxter och på många platser mycket låga skördar. Havre utmärker sig i bördighetsförsöket och verkar tåla att underhållsgödslas med fosfor runt P-AL tal 3. I bördighetsförsöken med stallgödsel kunde inte långsiktiga ekonomiska beräkningar göras eftersom inget användbart samband mellan fosfortillförsel och skördeökning gick att finna för vall.

Inledning och bakgrund

Fosfor är ett växtnäringsämne som fordrar långsiktig bedömning. Det beror på att gödslingen både har en direkt skördepåverkan och samtidigt bygger upp markens fosforinnehåll vilket påverkar grundskörden för respektive gröda när jordens innehåll av lättillgänglig fosfor (i detta fall P-AL) förändras. Hur responsen ser ut varierar med grödval, markens fosforstatus, skördenivå, pris, fördelning av gödseln i växtföljden och inte minst tidsperspektivet.

Ett bra hjälpmedel för att belysa denna verklighetsbild är bördighetsförsöken. Dessa försök administreras av Institutionen för Mark och Miljö, SLU. Här finns data för fosforgödsling långt tillbaka i tiden för olika växtföljder. De skånska försöken startades 1957 på sex platser. I denna undersökning har fem platser tagits med (Fjärdingslöv, Orup, Örja, Södra Ugglarp och Ekebo). Ytterligare fem försök i Mellansverige (Uppland, Östergötland och Västergötland) startades 1963 resp. 1966 (Carlgren & Mattsson, 2001). Växtföljderna för de skånska och mellansvenska bördighetsförsöken presenteras nedan.

Skånska bördighetsförsöken		Mellansvenska bördighetsförsöken	
<i>Utan stallgödsel</i>	<i>Med stallgödsel</i>	<i>Utan stallgödsel</i>	<i>Med stallgödsel</i>
Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn
Oljeväxter	Vall	Havre	Vall
Höstvetete	Höstvetete	Oljeväxter	Vall
Sockerbetor	Sockerbetor	Höstvetete	Höstvetete
		Havre	Havre
		Höstvetete	Höstvetete

Försöken är upplagda som split-split-plot-försök. De innehåller fyra kvävenivåer och fyra PK-nivåer. Kvävenivåerna varierar beroende på gröda, medan PK-nivåerna ger 0, 15, 30 och 45 kilo fosfor per hektar. Eftersom en PK-produkt används (med både fosfor och kalium) kan inte fosfor och kalium särskiljas i försöken, vilket är en brist i upplägget från början. Å andra sidan har liknande försök, där kalium och fosfor har skiljts åt, visat att det är fosfor som gett skördeökningen (Gesslein, 2001). I beräkningarna nedan kring gödslingseffekterna av PK förutsätts därför att det handlar om en fosforeffekt.

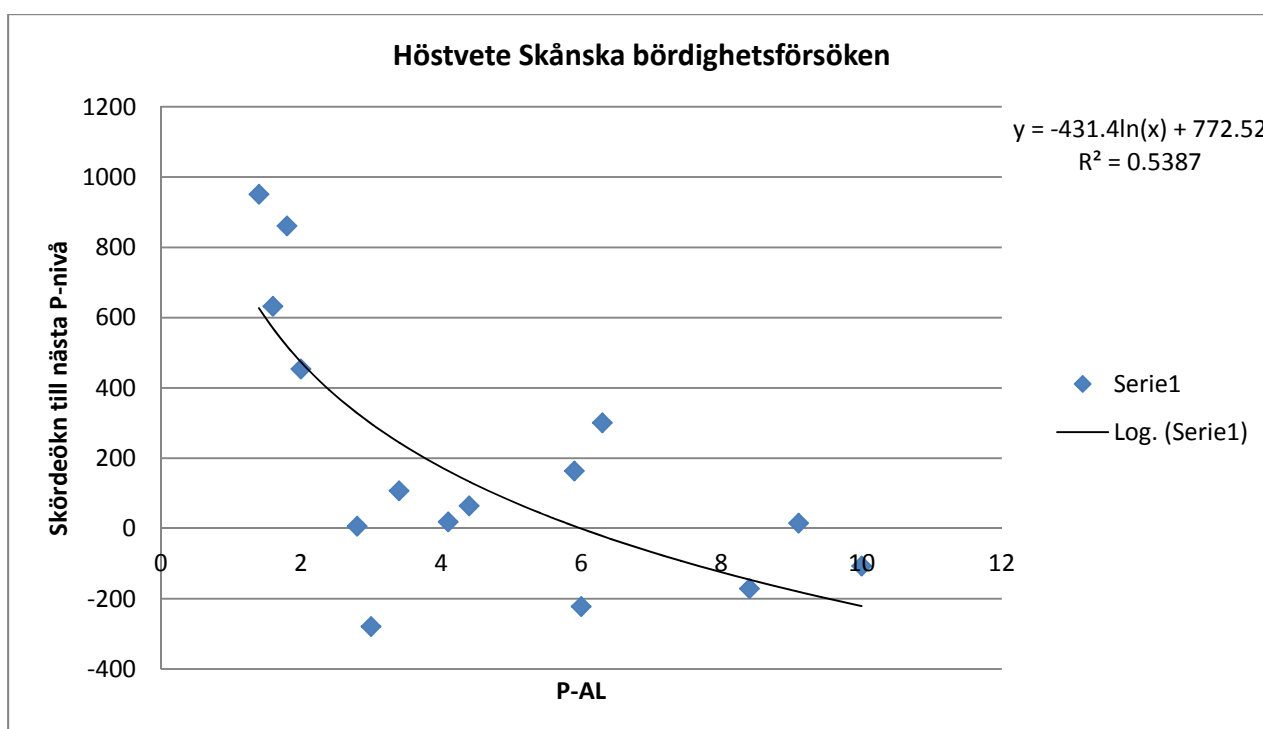
Material och metoder

Den ekonomiska aspekten av långsiktig fosforgödning har utförts för de skånska och mellansvenska bördighetsförsöken. För växtföljder med vall har det inte gått att hitta något tydligt samband mellan skörd och fosfortillförsel, därför har ekonomiska beräkningar inte varit möjligt att göra generellt för hela serierna, utom för några enskilda försöksplatser. Vi har valt att starta med år 1970 och räkna fram till och med år 2011, dels p.g.a. osäkerheter i äldre data, dels för att odlingsmetoderna (växtsorter, pesticidanvändning etc.) förändrats genom åren.

Beräkningsprincip

Bördighetsförsöken har tre gödslingsnivåer av fosfor; 15, 30 och 45 kg/ha och år. Dessutom ingår ett led med nollgödning. Under årens lopp kan man därigenom studera hur skördarna och P-AL utvecklats i de olika leden. Det finns dessutom fyra kvävegödslingsnivåer, beroende på gröda. I dessa beräkningar har den högsta givan använts för alla grödor utom sockerbetor där den näst högsta är använd (140 kg N/ha) eftersom den högsta (210 kg N/ha) bedömts som orimligt hög (jfr. Jordbruksverket 2015). Detta innebär: Korn 75-90 kg N/ha och år, vall, våroljeväxter, havre och höstvetete 120-150 kg N/ha och år.

Sambanden för beräkningar som används finns i Naturvårdsverkets rapport 5518 (Bertilsson m.fl., 2005). Där uttrycks sambandet som "skördeökning för ersättningsgödning" vid olika P-AL. Där finns också samband mellan P-AL och grundskörd. Kortfattat kan man beskriva utgångspunkten så här: Från nollgödslingen har vi ett första gödslingssteg på 15 kg P/ha. Det är underhållsgödslingen. Genom denna gödsling har det skapats ett nytt led med ett högre P-AL. Enligt Bertilsson m.fl. (2005) ses detta som en form av grund för nästa steg där givan är 30 kg P/ha. Dessa 30 kg P/ha ger en ny P-AL nivå som grund för den sista P-nivån på 45 kg P/ha. För exempelvis höstvetete i de skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel erhålls ett diagram enligt figur 1 (genomsnitt för försöksplatserna Fjärdingslöv, Orup, Örja, södra Ugglarp och Ekebo).



Figur 1. En trendlinje med logaritmiskt samband har lagts in. Skördeökningen gäller för en insats av 15 kg P/ha. Med dagens pris på 22 kr/kg P kostar en gödsling med 15 kg P/ha 330 kr. För att få tillbaka den insatsen krävs 220 kg höstvetete med priset 1,50 kr/kg. Syftar man i diagrammet träffar man strax under P-AL 4. Spridningen är dock stor i diagrammet. Skördeökningen i $\text{kg} = -431 * \ln(\text{P-AL}) + 773$

Tabell 1. Priser i beräkningarna.

	Pris i kalkylen (kr/kg)
Höstvete	1,50
Vårkorn	1,50
Vårraps/senap	3,30
Höstraps	3,30
Socketbetor	0,31
Havre	1,30
Vall	1,00

Förklaring av U-pal

Det P-AL tal där man får en skördeökning som ger en merintäkt som täcker kostnaden för P-gödslingen benämns U-pal (Bertilsson mfl, 2005). Detta värde varierar med vilken gröda som odlas, fosforpris och priset på avsalugrödan. Ju högre värde på U-pal desto bättre lönar sig fosforgödsling. I tabell 1 anges pris på avsalugrödorna i beräkningen.

Arbetsgång för beräkningarna

Vi börjar med en viss gödslingsnivå (kan fördelas på olika sätt inom växtföljden). De olika gödslingsstrategierna anges i tabell 2-4. Sedan utförs beräkning av skörd, ekonomi och fosforbalans, samt resulterande förändring i P-AL för år 1. Detta bildar ett nytt underlag för år 2. Detta fortsätter sedan från år till år. Kalkylen kan i sitt nuvarande skick hantera växtföljder på fyra, fem eller sex år.

Utgångsläge

Växtföljderna presenteras i tabell 2-4. Alternativ 1 motsvarar hur det ser ut på många växtodlingsgårdar på slättbygden med höga skördar och som inte sällan ligger i underskott med 5-10 kg/ha och år. I alternativ 2 anges ett mer provocerande scenario där endast den gröda i respektive växtföljd som svarar bäst på fosfor (socketbetor respektive höstraps) tillförs något över bortförd mängd fosfor. Sedan följer alternativ 3 med gödsling i balans samt två alternativ med uppgödsling.

Vi utgår från P-AL 3, 6 och 10 i de olika bördighetsförsöken vid start. Resultatet presenteras sedan som gödslingsekonomi i kronor per hektar och år i förhållande till nollgödsling. Även förändringen av markens P-AL presenteras för de olika gödslingsstrategierna i diagramform.

Det är viktigt att beakta att gödslingen sker på exakt samma sätt under alla växtföljdsomlopp och att priset för avsalugrödorna och fosfor är detsamma. I praktiken svänger dock priserna mellan åren, vilket inte går att ta hänsyn till i denna modell. Stiger priset på fosfor sänkt lönsamheten och vice versa. En upp- eller nedgång av spannmålspriset med några tiondels ören påverkar dock inte resultatet i så stor utsträckning. Priset på fosfor har större betydelse.

Resultat och diskussion

I tabell 2 anges U-pal för olika grödor som ett genomsnitt för det skånska respektive de mellansvenska bördighetsförsöken. En uppdelning har även skett mellan växtföljd med- och utan stallgödsel. Värdena för U-pal i tabellen är beräknade utifrån regressionen med det logaritmiska sambandet som exemplifieras med höstvetet i figur 1. Fosforpriset är satt till 20 kr/kg och avsalupriserna för respektive gröda anges i tabell 1.

Tabell 2. U-pal för grödorna i de olika växtföljderna i bördighetsförsöken.

	Skånska bördighetsförsöken		Mellansvenska bördighetsförsöken	
	Utan stallgödsel	Med stallgödsel	Utan stallgödsel	Med stallgödsel
Gröda				
Höstvete	2,8	3,9	3,8	4,3
Vårkorn	5,1	7	4,3	4,9
Vårraps/senap	5,6	-	4,9	-
Sockerbetor	10,1	11		-
Havre			2,7	2,4
Vall		Dåligt samband		Dåligt samband

Skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel

Resultatet av ekonomin i fosforgödslingen samt utvecklingen av markens P-AL med olika gödslingsstrategier presenteras nedan för den högsta kvävenivån. Tabell 3 visar den växtföljd som utgör de skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel. Där anges även fem olika scenarier för fosforgödsling (alternativ 2-6). Gödslingsalternativen jämförs med nollgödsling och är utformade för att ge olika balans i växtföljden – från ett underskott på 15 kg/ha till ett överskott på 15 kg/ha.

Tabell 3. Växtföljd med olika fördelning av fosfor.

Alt./gröda	1	2	3	4	5	6
Våroljeväxter	0		20	22	30	45
Höstvete	0		0	22	30	30
Sockerbetor	0	30	25	22	30	45
Vårkorn	0		10	22	30	30
Medel	0	7,5	13,8	22	30	37,5
Balans		-15	-8	0	+8	+15

Tabell 4. Använda skördenivåer i växtföljden.

Växtföljd	Skörd (kg/ha)
Våroljeväxter	2500
Höstvete	8000
Sockerbetor	60000
Vårkorn	6000

Nedan presenteras resultaten vid P-AL-nivåerna 3, 6 och 10 som utgångsvärden. I tabell 5 anges vilka kvävenivåer som använts i beräkningarna. Nivåerna är de högsta använda i försöket förutom i sockerbetor där nivån på 210 kg N/ha känns orimlig. I praktisk odling läggs aldrig givor över 120 kg N/ha till sockerbetor. Därför används nivån 140 kg N/ha.

Tabell 5. Använda kvävenivåer för respektive gröda.

Gröda	Kvävegiva (kg/ha)
Höstvete	150
Vårkorn	90
Vårraps/senap	150
Sockerbetor	140

Utgångsläge P-AL 3

Är utgångsläget P-AL 3 (klass II) är det lönsamt att gödsla mer över bortförsl redan från första växtföljdsomloppet eftersom alla grödor utom höstvetete svarar bra på gödningen när fosforklassen är så pass låg (se figur 2). När P-AL ligger så här lågt är riskerna för missväxt med för låg fosforgödning dessutom större jämfört med om fosfor ligger i klass III eller högre. Hamnar vi under P-AL 3 tappar alla grödor i grundskörd i växtföljden och den direkta responsen blir stor hos alla grödorna. På lång sikt ska P-AL i denna växtföljd gödslas mycket över bortförsl. Under de första åtta åren ligger gödning i balans och överskottsgödning relativt nära varandra i ekonomiskt netto enligt figur 4. Från det tredje växtföljdsomloppet och framåt drar skillnaderna iväg rejält eftersom P-AL rasat ned till 2 där alla grödor tappar rejält i skörd i växtföljden. Eftersom det finns stora osäkerheter i materialet när P-AL hamnar under P-AL 2 är den nivån satt som botten i beräkningsunderlaget. När P-AL ligger i klass II eller lägre är det bästa alternativet att ta emot fosforrik stallgödsel som kycklinggödsel, svinfastgödsel eller certifierat slam för att på sikt höja fosfortalen. Men enligt Delin m.fl. är den kortsiktiga effekten av fosfor i stallgödsel 60-70 % av mineralgödsel- fosfor. Stallgödseln behöver därför kompletteras även med fosfor i form av mineralgödsel.

Förändring av P-AL

Vid utgångsläget P-AL 3 håller inte alternativet med gödning i balans uppe fosfornivån. På sikt sjunker fosfornivån en halv klass med det alternativet. Det tar 20 år att höja fosfor till P-AL 4 vid alternativet plus 8 kilo per hektar och år. Ökar gödningen till plus 15 kilo per hektar och år tar det 8 år att höja fosfor till P-AL 4.

Utgångsläge P-AL 6

I figur 6 presenteras nettot (kr/ha och år) vid olika gödningsstrategier jämfört med nollgödning för de skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel. Utgångsläget är P-AL 6 vid start. De fyra första åren (första växtföljdsomloppet) är det mest lönsamt att snålgödsla jämfört med nollgödning. Bäst lönsamhet med ca 400 kr/ha och år ger de två tärande alternativen med minus 8 och 15 kg fosfor/ha och år. Under det första växtföljdsomloppet sjunker P-AL till ca 5,5 med snålgödningen (se figur 5). Det nya utgångsläget för det andra växtföljdsomloppet blir då denna P-AL-nivå. Det innebär att när oljeväxterna återkommer på fältet ligger P-AL strax under rapsens U-Pal. Det är endast oljeväxter och sockerbetor som har ett U-pal som ligger över denna nivå och därför tappar dessa grödor i skörd när P-AL sjunker. Vårkorn och framförallt höstvetete har ett U-pal som är lägre än detta värde och tappar därför inte i skörd under dessa snålgödningsår. Jämfört med att inte tillföra någon fosfor alls blir det dock plus i kalkylen även för de dyrare alternativen med balansgödning och uppgödning. Det beror på att betorna återkommer så ofta som vart fjärde år i växtföljden och tappar mycket i skörd när P-AL sjunker. De svarar dessutom bra på fosforgödningen, d.v.s. den direkta skördeökningen är god och betalar den tillförda mängden fosfor med råge.

På 8-12 års sikt står sig gödning i balans bra. Men även en uppgödning med 8 kg fosfor/ha och år ger bra lönsamhet. Ju längre tidsperspektiv desto lönsammare blir alternativet med uppgödning. Det beror främst på att sockerbetorna tappar mycket i skörd när P-AL sjunker i alternativen med snålgödning. Eftersom P-AL från början ligger lägre än sockerbetornas U-pal räcker det inte med att gödsla i balans på lång sikt. Även oljeväxter och vårkorn tappar i skörd efter ett antal år när P-AL sjunker under U-pal för dessa grödor.

Förändring av P-AL

Gödning i balans klarar nästan att bibehålla P-AL. Viss fastläggning av fosfor kan vara en förklaring till att P-AL ändå sjunker något trots gödning i balans. På 12 år har P-AL halverats till 3 om ingen fosforgödning sker under dessa år. På riktigt lång sikt sker en stabilisering kring P-AL 2. I de skånska bördighetsförsöken ser det ut som att P-AL inte sjunker mycket lägre än P-AL 2. De två tärande alternativen med minus 8 respektive 15 kg fosfor per hektar och år följer samma trend som nollgödningen men sänkningen går långsammare enligt figur 4. Man kan också se att uppgödningen av fosfor går något långsammare än sänkningen. Efter 12 år har P-AL knappt höjts en enhet vid uppgödningsalternativet plus 8 kg per hektar och år. Ett trögt system alltså. Läger man 15 kg per hektar och år har P-AL stigit ca 1,5 enheter efter 12 år.

Utgångsläge P-AL 10

Om utgångspunkten istället är P-AL 10 (mitten av klass IVA) blir bilden en helt annan. Här går det bra att tära rejält under 8 års tid. Om man tänker riktigt kortsiktigt på endast fyra års sikt kan man i princip skippa fosforgödslingen. Redan på 8 års sikt lönar det sig dock att tillföra 30 kg fosfor/ha till sockerbetorna enligt figur 7. Men man bör lägga fosfor till sockerbetorna även på riktigt kort sikt om utgångspunkten är P-AL 10 eftersom de är mycket känsliga för fosforbrist. Går man in och studerar enskilda försöksplatser (Orup och Ekebo) i de skånska bördighetsförsöken uteblir skörden helt i det led där fosfor aldrig tillförts eftersom P-AL sjunkit till en mycket låg nivå. Man kan också se att på riktigt lång sikt är gödsling i balans eller något lägre det mest ekonomiska alternativet.

Från start är det endast sockerbetorna som har ett U-pal strax över utgångsläget P-AL 10. Eftersom sockerbetorna kommer in som tredje gröda i växtföljden har P-AL sjunkit till ca 9 för gödslingsalternativen -8 och -15 kg/ha. P-AL ligger då något under U-pal för betorna och därför påverkas betorna negativt om de inte får fosfor.

Förändring av P-AL

Vid utgångsläget P-AL 10 håller alternativet gödsling sjunker P-AL något på lång sikt enligt figur 6. Efter ca 12 år har fosforklassen sjunkit från IVA till III i alternativet med minus 8 kg fosfor per hektar och år. Just denna underskottsgödsling är vanlig i praktiken. Gödslar man inte alls halveras fosforvärdet på ca 8 år. Att höja fosfortalen går mycket långsamt. I alternativet med 8 kg fosfor per hektar i överskottsgödsling tar det 24 år innan fosforinnehållet har höjts till knappt P-AL 12.

Mellansvenska bördighetsförsöken utan stallgödsel

Resultatet av ekonomin i fosforgödslingen samt utvecklingen av markens P-AL med olika gödslingsstrategier presenteras nedan för kvävenivå hög. Tabell 5 visar växtföljd och fem olika scenarier för fosforgödsling (alternativ 2-6) för de mellansvenska bördighetsförsöken utan stallgödsel. Gödslingsalternativen jämförs med nollgödsling och är utformade för att ge olika balans i växtföljden – från ett stort underskott till ett rejält överskott.

Tabell 5. Växtföljd och fördelning av fosfor i de mellansvenska försöken utan stallgödsel

Alt./gröda	1	2	3	4	5	6
Vårkorn	0		15	18	25	30
Havre	0		5	18	25	30
Våroljeväxter	0	20	20	18	25	40
Höstvete	0			18	25	30
Havre	0		15	18	25	35
Höstvete	0		5	18	25	30
Medel		3	10	18	25	33
Balans		-15	-8	0	+7	+15

Tabell 6. Använda skördenivåer i växtföljden.

Växtföljd	Skörd (kg/ha)
Vårkorn	5000
Havre	5500
Våroljeväxter	2200
Höstvete	7500
Havre	5500
Höstvete	7000

Utgångsläge P-AL 3

När P-AL är 3 vid utgångsläget i växtföljden blir responsen på fosforgödsling betydligt bättre jämfört med utgångsläget P-AL 6. Redan efter det första växtföljdsomloppet hävdar sig alternativet med en svag uppgödsling på 7 kg/ha väl enligt figuren. Att snålgödsla och tära på förrådet när P-AL ligger så här lågt straffar sig direkt vid dagens pris på fosfor. Detta beror på att P-AL hamnar under U-PAL i alternativ 2 och 3 (minusgödsling) för samtliga grödor i växtföljden redan efter ett växtföljdsomlopp.

Eftersom raps, höstvetete och vårkorn svarar på ett P-AL som ligger över 3 blir alternativet med en svag uppgödsling lönsammare än gödsling i balans redan under första växtföljdsomloppet enligt figur 9.

Förändring av P-AL

Alternativet med gödsling i balans sjunker något med tiden (figur 8). Nollgödsling och de två tärande alternativen sjunker på 10-20 års sikt till P-AL 2. Inget alternativ hamnar under P-AL 2. Det beror på att modellen har P-AL 2 som lägst nivå eftersom osäkerheten i underlaget är för stor när man kommer ned under P-AL 2. Det tar 10 respektive 18 år att gödsla upp marken till fosforklass 3 (>P-AL 4) för alternativen med 15 och 7 kg fosfor i överskott.

Utgångsläge P-AL 6

I figur 11 presenteras nettot (kr/ha och år) vid olika gödslingsstrategier jämfört med nollgödsling för de mellansvenska bördighetsförsöken utan stallgödsel. Utgångsläget är P-AL 6 vid start. De sex första åren (första växtföljdsomloppet) kan man i princip hoppa över fosforgödsling till alla grödor eftersom U-pal för alla grödorna i växtföljden ligger under P-AL 6. Det blir dock ett nollsummespel för strategin att lägga 20 kg fosfor till oljeväxterna (alternativ 2). Enligt figur 10 har P-AL sjunkit med ca 1 enhet, från P-AL 6 till 5 efter 6 års snålgödsling (alternativ 1-3). När man kommer in i det andra växtföljdsomloppet (12 år) ger de två snålgödslingalternativen ett svagt netto på knappt 200 kr/ha och år. Det är framförallt rapsen som svarar på gödslingen i detta växtföljdsomlopp och när man går in i det tredje omloppet har P-AL sjunkit under 4 för nollgödsling och de tärnade alternativen (2-3) och då börjar även vårkorn svara bra på fosforgödsling eftersom dess U-pal ligger på 4.

Ju längre tiden går desto mer sjunker P-AL när fosfor tillförs i underskott. Det innebär att med tiden ökar lönsamheten med stigande fosforgivori i förhållande till nollgödsling. Det syns tydligt i figuren. Om inga förändringar görs under årens lopp, och tidsperspektivet är riktigt långt, blir en uppgödsling faktiskt lönsammast. Tittar man på halvlång sikt (ca 20 år) står sig gödsling i balans mycket bra.

Förändring av P-AL

Utvecklingen av P-AL för de olika gödslingsstrategierna visar att gödsling i balans nästan klarar att bibehålla P-AL (Figur 10). Viss fastläggning av fosfor kan vara en förklaring till att P-AL ändå sjunker något långsiktigt, men den nedåtgående trenden är mycket svag i de mellansvenska bördighetsförsöken. Nollgödsling och alternativet med ett underskott på i genomsnitt 15 kg fosfor/ha sänker P-AL snabbt och efter ca 10 år är man nere i fosforklass II.

Utgångsläge P-AL 10

När utgångsläget är P-AL 10, d.v.s. mitten av fosforklass IVA, blir bilden den omvända jämfört med utgångsläget P-AL 3. Under det första växtföljdsomloppet lönar sig inte fosforgödsling. År tidsperspektivet så pass kort kan fosfor uteslutas till samtliga grödor i växtföljden. Tänker man något längre på 12 års sikt (två växtföljdsomlopp) blir det ett svagt netto med alternativ 2, d.v.s. 20 kg fosfor per hektar till rapsen.

Ju längre tiden går desto mer sjunker P-AL när nollgödsling och gödsling i underskott tillämpas. Efter 18 år (tre växtföljdsomlopp) får man ett positivt gödslingnetto genom att tillföra fosfor enligt alternativ 2, 3 och 4. Alternativen 5 och 6 med uppgödsling blir för dyra och ger ett P-AL som ligger ekonomiskt för högt.

Om tidsperspektivet i gödningen sträcker sig ca 20 år framåt i tiden går det bra att tära på förrådet. Är tidsaspekten längre än 20 år ger gödning i balans bäst ekonomi. Men jämfört med nollgödningen ger även en uppgödning bättre lönsamhet långsiktigt.

Trots att fosfortalet inte sjunker under U-pal för någon av de grödor som ingår i växtföljden efter 30 års tärande gödning med 15 kg fosfor i under skott årligen, så står sig ändå gödning i balans något bättre än det tärande alternativet. Detta kan verka märligt. Men eftersom höstvetet har en relativt hög grundskördeökning i förhållande till stigande P-AL, tappar höstvetet i skörd när fosfortalet sänks under årens lopp.

Referenser

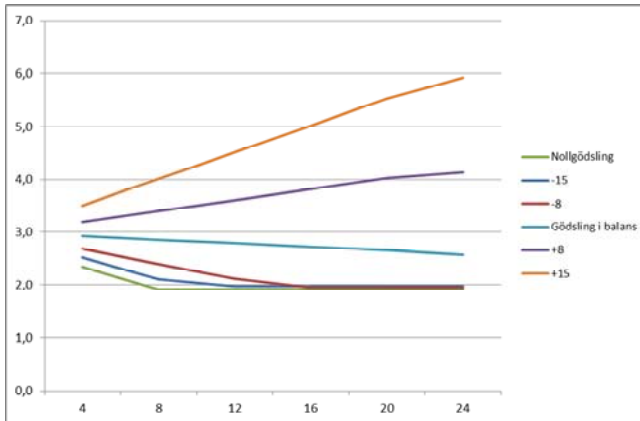
- Bertilsson, G., Rosenqvist, H. & Mattsson, L., 2005. Fosforgödning med perspektiv på miljömål. Rapport 5518, Naturvårdsverket, Stockholm. <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/5500/91-620-5518-6/>
- Carlgrén, K. & Mattsson, L. 2001 Swedish soil fertility experiments. Acta Agricultura Scandinavica 51, 49-78.
- Delin, S., Nyberg, A. & Sarajodin J., 2014. Fosforgödningseffekt av olika restprodukter. Institutionen för mark och miljö. Rapport 13, Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för mark och miljö, Uppsala. <http://pub.epsilon.slu.se/11052/>
- Gesslein, S., 2001. Odlingssystem, växtnäring och markbördighet – 18 års resultat från en tidigare ej uppgödslad jord. Kungliga Skogs- och lantbruksakademins Tidskrift 140:9. <http://www.ksla.se/publikationer/kslat/kslat-9-2001/>
- Jordbruksverket 2015. Riktlinjer för Gödning och Kalkning. <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtnaring/riktlinjerforgodslingochkalkning.html>

Ej publicerat material:

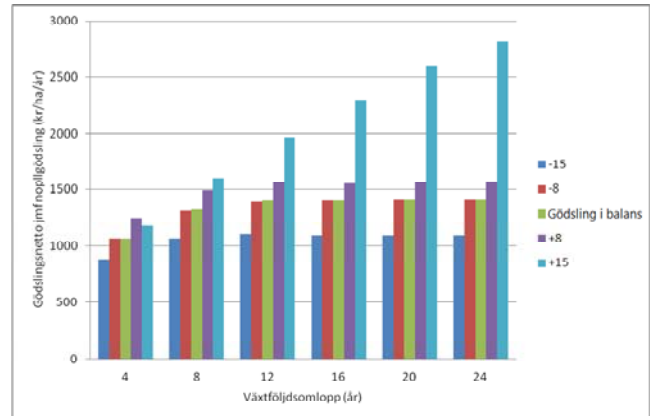
Hushållningssällskapet Malmöhus, försöksdata
SLU, Inst. för mark och miljö, Avd. för växtnäring och markbiologi, försöksdatabas, serie R3-9001.

En mera detaljerad rapport kommer att finnas på vår hemsida: <http://www.slu.se/mark/> inom kort.

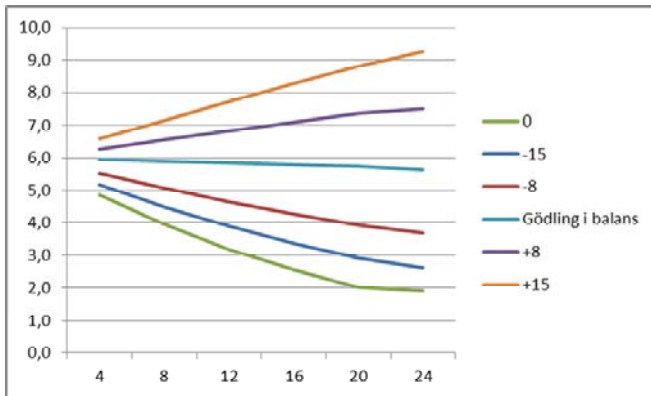
Figurbilaga 1. Skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel



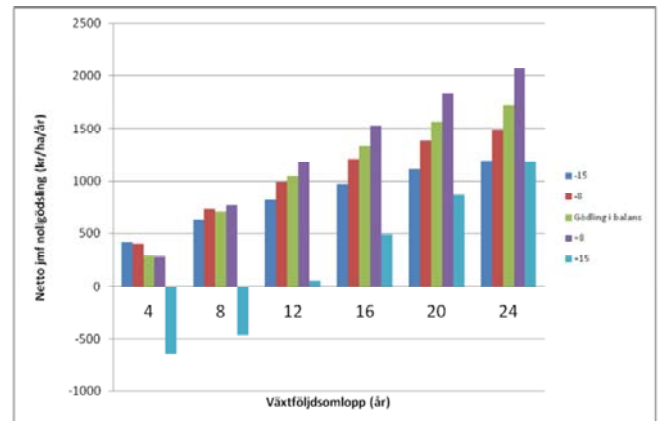
Figur 2. Förändringen av P-AL med tiden vid olika gödslingsstrategier i en fyraårig växtföljd med raps. Utgångsläget är P-AL 3.



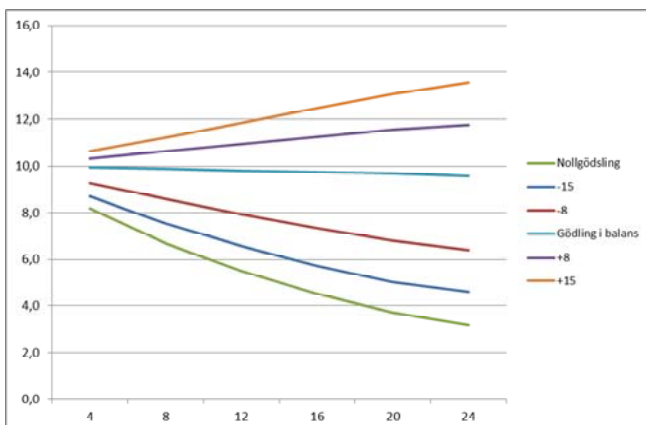
Figur 3. Ekonomiskt netto för olika gödslingsstrategier i en fyraårig växtföljd med raps jämfört med nollgödning. P-AL 3 från start.



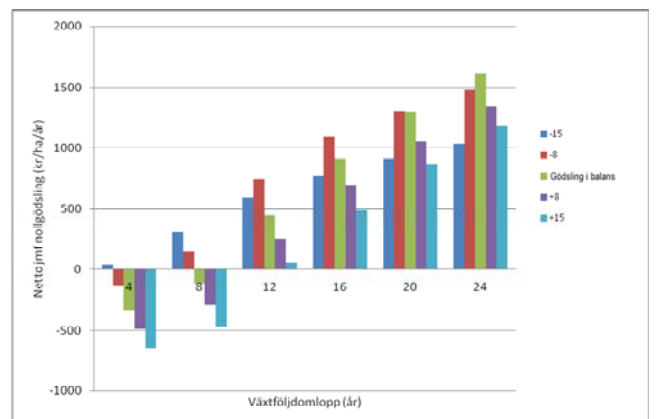
Figur 4. Förändringen av P-AL med tiden vid olika gödslingsstrategier i de skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel. Utgångsläget är P-AL 6.



Figur 5. Ekonomiskt netto för olika gödslingsstrategier jämfört med nollgödning för de skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel. P-AL 6 från start.

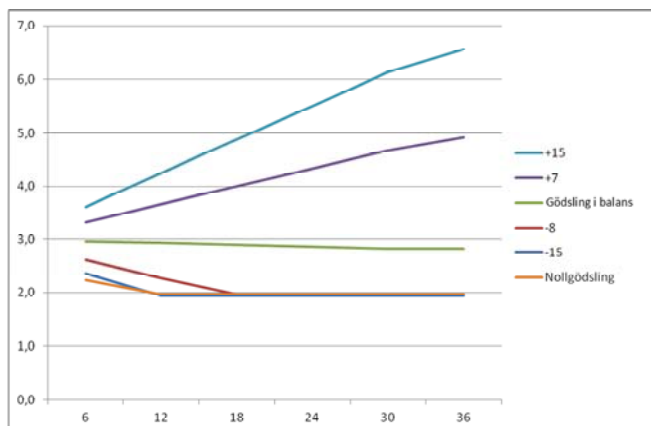


Figur 6. Förändringen av P-AL med tiden vid olika gödslingsstrategier i de skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel. Utgångsläget är P-AL 10.

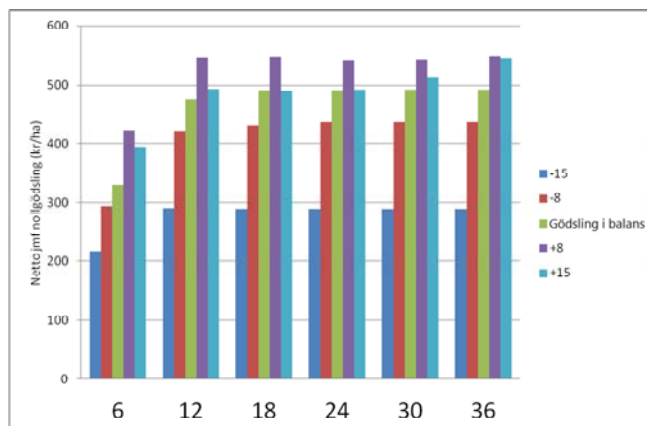


Figur 7. Ekonomiskt netto för olika gödslingsstrategier jämfört med nollgödning för de skånska bördighetsförsöken utan stallgödsel. P-AL 10 från start.

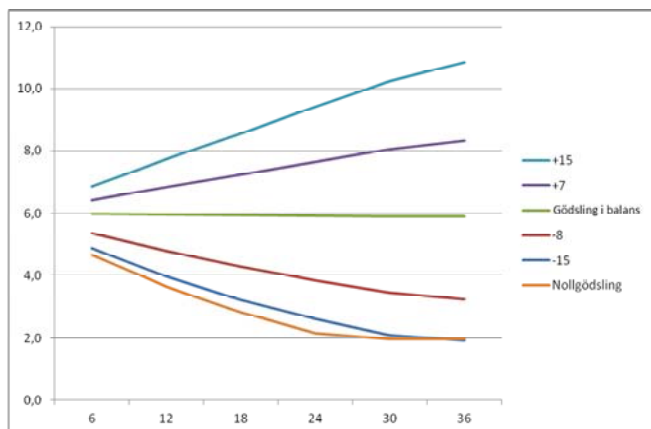
Figurbilaga 2. Mellansvenska bördighetsförsöken utan stallgödsel



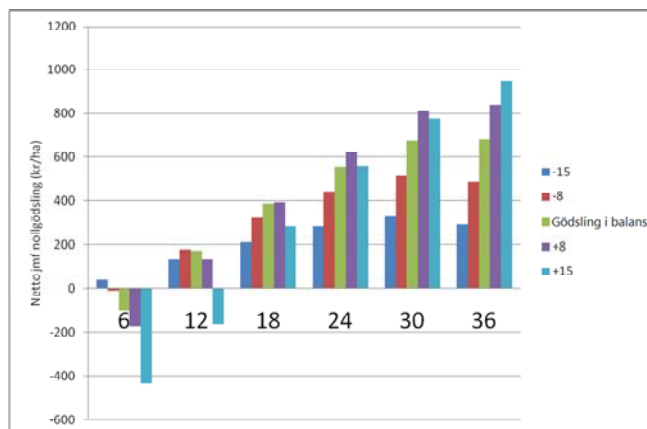
Figur 8. Förändringen av P-AL med tiden vid olika gödslingsstrategier i en sexårig växtföljd med raps. Utgångsläget är P-AL 3.



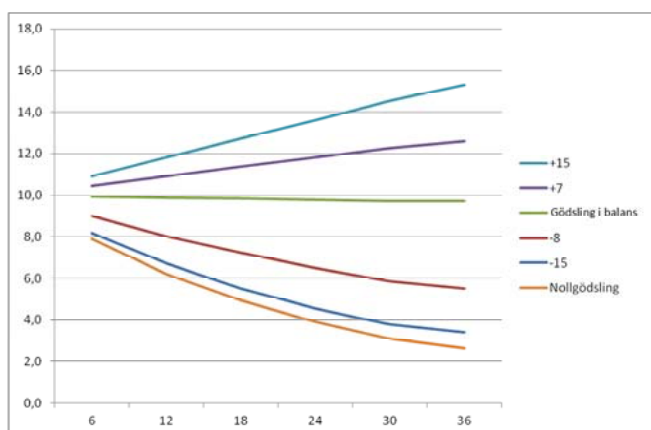
Figur 9. Ekonomiskt netto för olika gödslingsstrategier i en sexårig växtföljd med raps jämfört med nollgödsling. P-AL 3 från start.



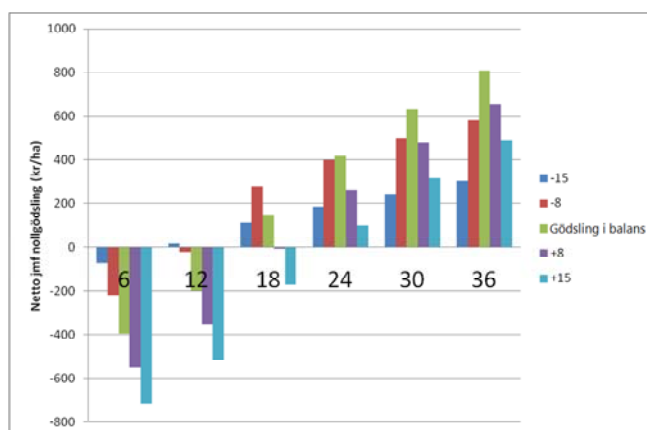
Figur 10. Förändringen av P-AL med tiden vid olika gödslingsstrategier i en sexårig växtföljd med raps. Utgångsläget är P-AL 6.



Figur 11. Ekonomiskt netto för olika gödslingsstrategier i en sexårig växtföljd med raps jämfört med nollgödsling. P-AL 6 från start.



Figur 12. Förändringen av P-AL med tiden vid olika gödslingsstrategier i en sexårig växtföljd med raps. Utgångsläget är P-AL 10.



Figur 13. Ekonomiskt netto för olika gödslingsstrategier i en sexårig växtföljd med raps jämfört med nollgödsling. P-AL 10 från start.