

# Gödslingsrekommendationer för salix 2011

---

Stiftelsen Lantbruksforskning Projekt V0740012

*Pär Aronsson och Håkan Rosenqvist*

*SLU, Institutionen för Växtproduktionsekologi*

Par.aronsson@slu.se

Hakan.rosenqvist@post.utfors.se

## **Sammanfattning**

- Jämfört med att inte gödsla ökade tillväxten under ett treårigt omdrev med förädlade sorter med 59, 84 respektive 124 % vid ekonomi (engångsgiva)- normal- respektive intensivgödsling
- Om lantbrukare säljer till ett pris som motsvarar värmeverkens prissättning minus normala skörde- och transportkostnader är det i de flesta fall lönsamt att gödsla salixodlingar med motsvarande 220 kg N/ha eller mer under ett treårigt omdrev.
- Det är mycket stor spridning i resultaten mellan de olika försöksplatserna, vilket innebär att gödslingen bör anpassas till de lokala förutsättningarna,
- Att låta bli att kvävegödsla odlingar kan minska lönsamheten avsevärt. En utebliven gödsling kan kosta ca 1000 kr/ha år,
- Att gödsla med traditionell gödselspridare enbart första året i omdrevet är inte optimalt men avsevärt mycket lönsammare än att inte gödsla alls, med de prisförutsättningar som gäller vintern 2010/2011,
- Årlig gödsling kräver höggödslingsaggregat. Det finns väldigt få sådana i Sverige, vilket innebär att det behöver byggas nya höggödslingsaggregat. Detta innebär att när det inte finns höggödslingsaggregat tillgängliga kommer det att vara mest intressant att gödsla första året i omdrevet med en traditionell gödselspridare.
- Med en antagen skördeökning på 60% vid gödsling kan ogödslade, treåriga omdrev förväntas förkortas till tvååriga omdrev och förväntade fyråriga omdrev kortas ner till treåriga omdrev.

## Bakgrund

Ett gödslingsförsök genomfördes under åren 2008-2010 med försök på fem lokaler i Uppland. Tre nivåer på kvävegödsling testades och jämfördes mot ogödslad kontroll. Syftet med studien var att kvantifiera gödslingseffekten i de förädlade salixsorter som numera används och att göra en ekonomisk utvärdering av resultatet för att därefter kunna revidera de hittills gällande rekommendationerna för gödsling av salix i Sverige.

## Material och metoder

### Gödslingsförsöket

Gödslingsförsöket lades ut mellan 15 maj och 3 juni 2008 i fem nyskördade salixodlingar i Uppland. Tre av odlingarna var med sorten *Tora* (Högsta, Åsby och Lindberg) medan de resterande två var med sorten *Jorr*. Följande behandlingar tillämpades (Tab. 1):

*Tabell 1. Behandlingarna (kvävegiva; kg N/ha) i de olika försöksleden. Led "Ekonomi" avser en behandling med en engångsgiva av kväve direkt efter skörd. Led "Normal" motsvarar den hittills rådande gödslingsrekommendationen*

År	"Kontroll"	"Normal" (nuvarande rekommendation)	"Ekonomi" (låg intensitet)	"Intensiv"
2008	0	60	160	160
2009	0	100	0	160
2010	0	60	0	160

Som gödselmedel användes N27 från Yara som spreds manuellt i respektive ruta. Rutorna markerades med plastkäppar och mättes in med GPS. Försöksdesignen som tillämpades var romersk kvadrat med slumpmässigt vald orientering på storrutan. Gödsling år 2 och 3 utfördes i maj 2009 respektive april 2010.

På varje försökslokal lades 16 rutor ut med fyra behandlingar och fyra upprepningar. Försöksparcellerna var 16 m långa i planteringsradernas riktning och 13,5 m breda (6 dubbelrader). Alla mätningar gjordes i nettorutor i centrum av varje försöksparcell i 8 m långa mätsträckor i de två mittersta dubbelraderna. Som korridor används således en dubbelrad på varje sida om mätraderna respektive 4 m längd för att undvika kanteffekter.

Den stående biomassan mättes efter varje vegetationsperiod genom en kombination av destruktiva och icke destruktiva mätningar.

### Ekonomiska beräkningar

Värdet av gödslingen beräknades med hjälp av en kalkyl som enbart beaktar intäkter och kostnader som påverkas av gödsling. Utifrån ett antaget flispris och antagna kostnader (se nedan) beräknades värdet av de olika gödslingsstrategierna för respektive försöksplats. Vidare gjordes en känslighetsanalys, där olika priser på flis och gödselkväve, samt vid varierande

tillväxtrespons på gödsling testades. Resultaten från dessa beräkningar användes sedan för de rekommendationer som presenteras.

Rosenqvist (2010) anger kostnad för transport tre mil av salixflis till 100 kr/ton TS, fälttransport 50 kr/ton TS, där timkostnaden är 500 kr/timme och kapaciteten 10 ton TS/timme, skördemaskin till 215 kr/ton TS, där timkostnaden är 2150 kr/tim och kapaciteten 10 ton TS/timme. Kostnad för bortförel av 0,8 kg P/ton TS motsvarar med fosforpriset 17 kr/kg P, 14 kr/ton TS. Kostnad för bortförel av 4 kg K/ton TS motsvarar med kaliumpriset 11 kr/kg K, 44 kr/ton TS. Den sammanlagda kostnaden för ökad bortförel av P och K blir därmed 58 kr/ton TS. Den totala kostnaden för vägtransport, fälttransport, skördemaskin, fosfor- och kaliumbortförel blir därmed 423 kr/ton TS.

Kostnad för gödsling är beroende av kvävepris, spridningskostnad samt kostnad för ränta. Räntekostnader för gödsling hanterades i beräkningarna genom att räntekostnaden för gödselmedel och spridning fram till skördetillfället beräknades med antagen räntesats (6%). Tidpunkten för gödsling är relativt lätt att fastställa eftersom detta inträffar på våren, dvs april eller maj under normala, svenska förhållanden, medan skörden normalt sker under vinterhalvåret. Tidpunkten för betalning av salixbränslet varierar mellan olika odlare. En liten förenkling som görs i dessa beräkningar är att det antas vara hela år mellan kostnad för gödsling (dvs både inköp av gödselmedel och spridning) och skörd av salix. Rosenqvist (2010) använde ett kvävepris på 9 kr/kg N, en spridningskostnad för spridning med traditionell gödnings-spridare på 95 kr/hektar, och för höggödsling på 250 kr/hektar. Kvävepriset varierar avsevärt över tiden men var år 2010 ca 9 kr per kg kväve.

## Resultat och diskussion

### Gödslingseffekt

På alla fem platserna svarade odlingarna kraftigt eller mycket kraftigt på gödselgivorna (Fig. 1). I kontroll-ledet var den genomsnittliga (n=20) tillväxten under tre år 17,6 ton TS/ha (5,9 ton TS/ha år). I led *ekonomi* med en stor engångsgiva av handelsgödsel på våren efter skörd, var tillväxten i genomsnitt 28,0 ton TS/ha under tre år (9,3 ton TS/ha år). Motsvarande tillväxt i det normalgödslade ledet var 32,3 ton TS/ha (10,8 ton TS/ha år). Störst var tillväxten i det intensivgödslade ledet med 39,5 ton TS/ha (13,2 ton TS/ha år).

Under de två första åren var tillväxten i stort sett lika stor i led *ekonomi* och *normal*, men under det tredje året var tillväxten betydligt större i led *normal* än i led *ekonomi* (Fig. 1; skillnaden motsvarade 4,4 ton TS/ha år). Tolkningen av detta är dels att den större kvävegivan direkt efter skörd inte kunde utnyttjas fullt ut av plantorna, dels att gödslingseffekten var begränsad under det tredje året efter tillförelsen. Om skördeintervallen skulle förkortas pga gödsling, från tre till två år, minskas delvis effekten av en stor engångskvävegiva, jämfört med årliga kvävegivor.

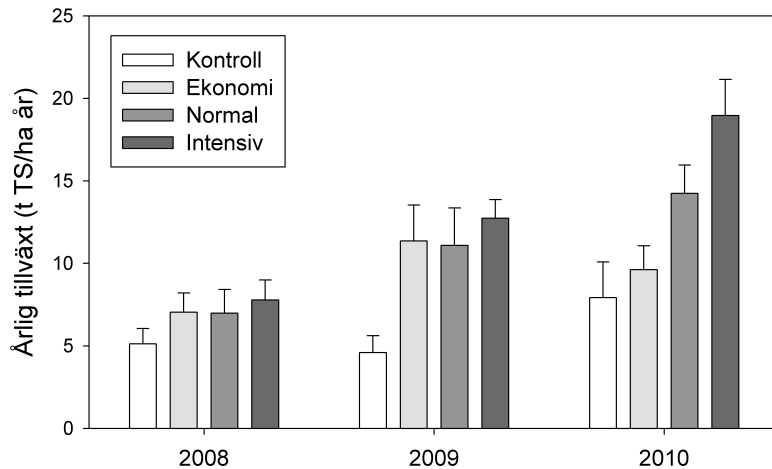


Fig. 1. Genomsnittlig årlig tillväxt i respektive led 2008-2010. Felstaplarna indikerar medelfelet (standard error of the mean).

Skillnaderna i gödslingseffekt mellan de fem platserna var betydande (Fig. 2). Anmärkningsvärt hög tillväxt uppmättes i Åsby och Hjulsta i de gödslade ytorna. I Högsta var tillväxten i kontroll-ledet mycket låg och där resulterade gödningen, särskilt intensivgödning, i mycket stor tillväxthöjning. Det finns ingen enkel förklaring till den stora variationen i materialet även om markförhållandena vad avser textur och mullhalt naturligtvis skiljer sig något åt mellan platserna (se bilaga 1).

På försöksplats Hjulsta noterades mycket omfattande betskador av vilt i försöket. Framförallt drabbade detta de höggödslade parcellerna, dvs led ekonomi och led intensiv under första vintern. Detta kan ha påverkat totalproduktionen i dessa försöksled, vilket i sin tur kan ha påverkat utvärderingen av resultaten.

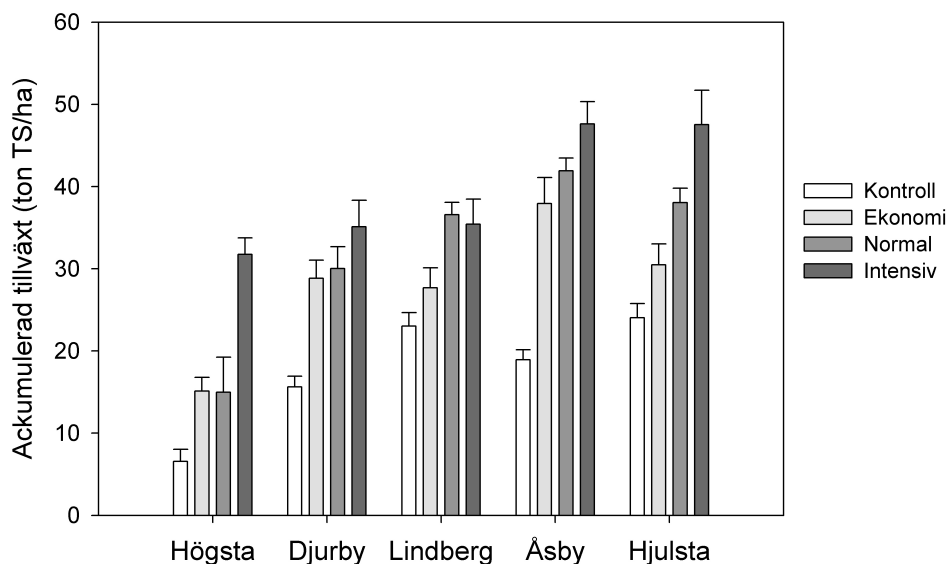


Fig. 2. Ackumulerad tillväxt under tre år i de olika leden på respektive plats. Felstaplarna indikerar medelfelet (standard error of the mean).

Den genomsnittliga gödslingseffekten var störst vid den lägsta givan (led ekonomi; ca 67 kg biomassa/kg N) och var lägst i led intensiv (ca 46 kg biomassa/kg N). Det hade varit intressant att tillämpa fler gödslingsnivåer och fler spridningsstrategier i försöket. Detta kunde ha möjliggjort ytterligare analyser av var gödslingsoptimum ligger givet olika kostnadsbilder för gödselmedel mm.

## Ekonomi

Den stora gödslingseffekt som uppnåddes i fältförsöket resulterade generellt i höga nettovärden av gödslingen (Tab. 3). Det högsta genomsnittliga nettovärdet uppnåddes i det intensivgödslade ledet, medan ledet med ekonomigödsling i form av en engångsgiva direkt efter skörd gav lägst nettovärde. På endast en av de fem försökslokalerna (Lindberg) erhöles ett negativt nettovärde av gödslingen (intensivgödsling).

*Tabell 2. Det beräknade nettovärdet av gödsling i fältförsöket vid olika gödslingsstrategier och antagna intäkter och kostnader enligt grundberäkningarna (se ovan)*

	Ekonomi	Normal	Intensiv
	(kr/ha år)		
Medelvärde	818	1058	1168
Högsta	2007	2201	2109
Lägsta	30	199	-135

Det räcker inte med att tillväxten pga gödsling ökar för att det skall vara ekonomiskt intressant att gödsla. Nettovärdet av den ökade tillväxten behöver också vara tillräckligt hög. De variabler som avgör om gödsling är lönsam eller ej är framförallt gödslingseffekten, nettovärdet av den ökade skörden, gödselmedelspriset, samt till mindre del räntekostnaderna vid gödsling av fleråriga grödor.

### *Ekonomiskt utfall av olika gödslingsnivåer*

Nedanstående bedömning (Tab. 3) av vilken kväveintensitet som är lönsammast är framräknad utifrån hur många försöksplatser där respektive gödslingsstrategi var lönsammast givet den faktiska gödslingseffekten men vid olika priser på kvävegödsel och olika nettovärden av den ökade skörden. Försöksplatserna är de som ingick i försöksserien 2008-2010. Detta försök uppvisar ett betydligt bättre gensvar på gödsling jämfört med det äldre försöket med äldre sorter under första omdrevet. Att gödslingseffekten gäller det första omdrevet för det gamla gödslingsförsöket försvårar möjligheterna att jämföra resultaten och ge generella gödslingsrekommendationer för äldre sorter under andra och följande omdrev. Vid ett nettovärde av den skördade flisen på 700 kr/ton TS och däröver var intensivgödsling det mest lönsamma. Vid nettovärde på 100 kr/ton TS var det inte lönsamt att gödsla alls och i intervallet 200-600 kr/ton TS varierade mellan de olika nivåerna.

Tab. 3: Antal platser där de olika gödslingsstrategierna var mest lönsamma givet olika pris på kvävegödsel respektive olika marginalvärde av den skördade flisen, där 0 = ogödslat, E= engångsgiva 160 kgN/ha, N=normalgödslat med sammanlagt 220 kgN/ha, I= intensivgödslat 160 kg N/ha varje år. I rutor med samma färg dominerar samma optimala gödslingsnivå

N-pris (kr/kg N)	Nettovärde av ökad skörd (kr/ton TS)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
7	0=4 E=1	E=2 N=2 I=1	E=1 N=2 I=2	E=1 N=1 I=3	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4
9	0=4 E=1	0=3 E=2	E=1 N=2 I=2	E=1 N=2 I=2	E=1 N=1 I=3	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4
11	0=5	0=3 E=2	E=1 N=3 I=1	0=1 N=2 I=2	E=1 N=2 I=2	E=1 N=1 I=3	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4	N=1 I=4
13	0=5	0=3 E=2	0=1 E=2 N=2	0=1 N=3 I=1	E=1 N=2 I=2	E=1 N=2 I=2	E=1 N=1 I=3	E=1 N=1 I=3	N=1 I=4	N=1 I=4
15	0=5	0=4 E=1	0=3 E=2	0=1 N=3 I=1	E=1 N=2 I=2	E=1 N=2 I=2	E=1 N=2 I=3	E=1 N=1 I=3	E=1 N=1 I=3	N=1 I=4

### Sammanfattande gödslingsrekommendationer

Utifrån resultaten i föreliggande studie kan följande generella rekommendationer ges för gödsling av salix:

1. Beräkna nettovärdet av den skördade flisen, och bedöm kostnadsbilden för kvävegödsling,
2. Gör en bedömning av vilken gödslingseffekt som kan uppnås i odlingen baserat på nuvarande produktionsnivå (med eller utan gödsling) och/eller på om det är nya, förädlade sorter som odlas eller äldre nummersorter,
3. Uppskatta gödslingens lönsamhet med hjälp av de tabeller och diagram som presenteras i denna rapport,
4. **Om detta inte låter sig göras;**
  - Vid odling av gamla sorter –Gödsla inte!
  - Vid odling av nya sorter –Gödsla! Det spelar inte så stor roll hur eller när under omdrevet.

## Känslighetsanalys

### Betydelsen av gödselmedelspris och nettovärde av skördad flis

Nedan presenteras grafiskt en känslighetsanalys (Fig. 3) över nettovärdet av gödsling (kr/ha år) vid olika priser på flis och vid olika gödselgivor.

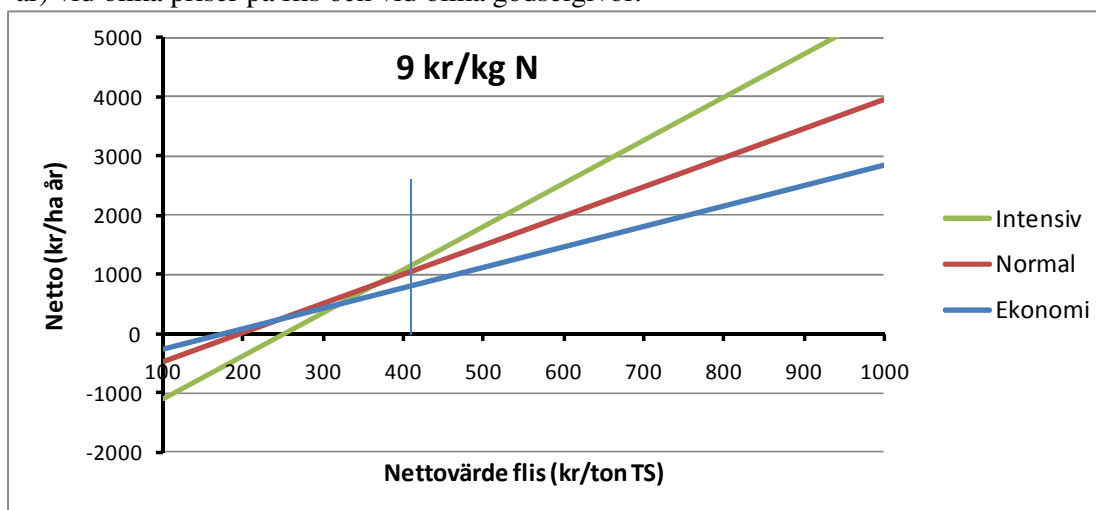


Fig. 3. Nettovärde av olika gödslingsstrategier vid ett gödselkvävepris på 9 kr/kg N. I grundberäkningarna antogs nettovärdet vara 413 kr/ton TS, vilket indikeras i diagrammet.

### Betydelsen av gödslingseffekten

Nedan presenteras grafiskt hur gödslingseffekten påverkar nettovärdet av gödslingen givet ett gödselmedelspris om 9 kr/kg N och vid gödslingsnivå "Normal" (Fig. 4). Det är uppenbart att gödslingseffekten har mycket stort genomslag i kalkylen.

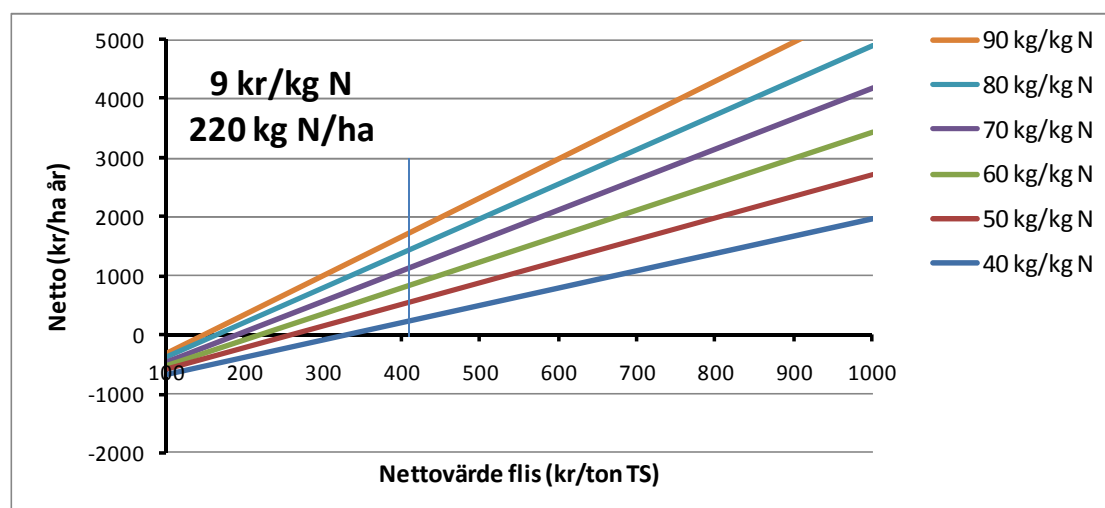


Fig. 4. Nettovärde av olika gödslingsstrategier vid ett gödselkvävepris på 9 kr/kg N för gödslingsnivå "Normal". I grundberäkningarna antogs nettovärdet vara 413 kr/ton TS, vilket indikeras i diagrammet.

## Ekonomiskt värde av tidigarelagd skörd

Om gödsling innebär att skördeintervallen blir tre år i stället för fyra år, alternativt två år i stället för tre år med lika stor skörd innebär detta ett års tidigare inbetalningar för skörden samt förstås också kostnader som uppkommer i samband med skörd. Vid bränslepriset 836 kr/ton TS och skörderelaterade och kostnader på 423 kr/ton TS är nettovärdet 413 kr/ton TS. Vid sex procents ränta är värdet av ett års tidigarelagd skörd 23,38 kr/ton TS. Vid en hektarskörd på 25 ton TS/ha motsvarar detta 584 kr per hektar och omdrev. Att skörden kan tidigareläggas ökar således lönsamheten av gödsling.

## Betydelsen av körskador och skördepåverkan i kommande omdrev

I försöksresultaten har ej beaktats eventuellt ökande skördeförluster i samband med skörd. Den ekonomiska utvärderingen tar heller inte hänsyn till kväveeffekter under efterföljande omdrev. Vi vet ingenting i detalj om tillväxt i tidigare gödslade bestånd, men generellt är det känt att i intensivodlade bestånd ökar ljuskonkurrensen och med den konkurrensen mellan individerna. Detta brukar i sin tur leda till ökad plantdödlighet. Sådana tänkbara konsekvenser av gödsling beaktas ej i detta arbete.

Körning med spridningsutrustning i växande bestånd kan ge upphov till körskador eftersom traktorn grenslar en dubbelrad. Körskadorna kan teoretiskt ha viss betydelse för tillväxten och därmed för gödslingsekonomi. Emellertid saknas underlag för att kvantifiera sådana skadors betydelse och därför ingår sådana ej i beräkningarna.

## Kostnad för fel gödslingsstrategi

En intressant frågeställning är hur viktigt det är att gödsla rätt. Om vi antar ett nettovärde av ökad skörd på 400 kr/ton TS och ett kvävepris på 9 kr/kg N kan vi analysera konsekvenserna av en felaktig gödslingsstrategi utifrån resultatet från gödslingsförsöket. Tabell 6 nedan visar hur resultat skulle påverkas på respektive försökslokal samt i genomsnitt om vi väljer ”fel” strategi där vi inte gödslar alls eller om vi gödslar enligt lägsta nivån jämfört med normal gödsling.

Tab. 6.: Förändringen av nettovärdet av utebliven eller reducerad gödsling jämfört med att gödsla enligt bedömd optimal nivå vid kvävepriset 9 kr/kg N och nettopriset 400 kr/ton TS för salixflis.

Försökslokal	Värde av att ej gödsla jämfört med normal gödsling (kr/ha år)	Värde av att gödsla med strategi ”ekonomi” jämfört med normal gödsling (kr/ha år)
Högsta	-162	+367
Åsby	-2101	-177
Lindberg	-843	-834
Djurby	-958	+193
Hjulsta	-908	-659
<b>Medelvärde</b>	<b>-994</b>	<b>-222</b>



Utifrån ovanstående tabell kan vi konstatera att man förlorar betydande belopp av att låta bli att gödsla jämfört med normalgödsling givet det antagna priset på kväve respektive nettovärdet av den ökade skörden. Störst var den beräknade förlusten på Åsby, där den stora gödslingseffekten möjliggör en stor vinst av att gödsla. Hade vi valt strategin med låg gödslingsnivå i stället för normal gödslingsnivå så hade detta varit det mest lönsamma alternativet på två av försökslokalerna, men resulterat i betydande förluster på de tre andra. I genomsnitt för de fem försöksplatserna har vi ökat lönsamheten i salixodlingen med 222 kr/ha år genom att välja den normala gödslingsnivån i stället för ekonomigödsling med en enda stor kvävegiva direkt efter skörd. Genom att välja normalgödsling enligt rekommendationerna ovan, jämfört med att inte gödsla alls, hade vi ökat lönsamheten med i genomsnitt 994 kr/ha år.

Utifrån ovanstående kan vi konstatera två saker. Den ena är att det är stora variationer mellan olika platser, vilket gör att gödslingen helst ska anpassas efter de lokala förutsättningarna. Kunskap om det enskilda fältets optimala gödslingsstrategi möjliggör en kraftigt förbättrad lönsamhet i odlingen. I brist på denna kunskap är det dock i genomsnitt bättre att gå på allmänna rekommendationer än att inte gödsla alls.

Det andra vi kan konstatera är att lönsamheten i en salixodling kan förbättras avsevärt genom en väl anpassad gödsling under förutsättning att nettovärdet av den skördade flisen är tillräckligt högt. Idag finns det förutsättningar för att priset på salixflis ska vara tillräckligt högt för att motivera gödsling. Så har det inte varit under stor del av det senaste årtiondet, åtminstone inte för de odlare som inte själv arbetat med avsättningen av sitt salixbränsle.

## **Resultatförmedling**

Preliminära resultat från projektet har presenterats vid ett seminarium i Skara 26 oktober som arrangeras av EU-projektet Biom. Resultaten har även presenterats på Jordbruksverkets salixseminarium i Linköping 25 januari. Underhandskontakter med ledande företrädare för Salixenergi Europa AB har också skett under vintern 2011. En fullständig version av projektrapporten i form av nya gödslingsrekommendationer för salix kommer att läggas upp på SLU:s hemsida för nedladdning. Via Håkan Rosenqvists omfattande nätverk av rådgivare på bla HS kommer resultaten att få god spridning i Sverige. Via våra goda kontakter med motsvarande rådgivare i Danmark räknar vi med att få god spridning av resultaten även där.