



Stiftelsen Lantbruksforskning

Gödslingsrekommendationer för Salix 2011

Pär Aronsson och Håkan Rosenqvist

SLU, Institutionen för Växtproduktionsekologi

Reviderad 26 Augusti 2011



Sammanfattning

- Jämfört med att inte gödsla ökade tillväxten under ett treårigt omdrev med förädlade sorter med 59, 84 respektive 124 % vid ekonomi (engångsgiva 160 kg N/ha direkt efter skörd)- normal (60-100-60 kg N/ha under år 1-3)- respektive intensivgödsling (160 kg N/ha år),
- De nya gödslingsförsöken motiverar en betydligt högre gödslingsnivå än vad som framkom i det snart 20 år gamla gödslingsförsöket på vilket hittillsvarande gödslingsrekommendation baseras,
- Med gamla kloner och de låga priserna som tidigare betalades till lantbrukare för salixskörd var det sannolikt oftast ekonomiskt rätt att inte gödsla,
- Om lantbrukare säljer till ett pris som motsvarar värmeverkens prissättning minus verkliga skörde- och transportkostnader är det ofta lönsamt att gödsla även gamla odlingar med låga givor,
- Nya odlingar bör under motsvarande förutsättningar gödslas med minst de rekommenderade givorna (dvs minst 220 kg N/ha under ett 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 kostar upp till ca 1000 kr/ha år,
- Att gödsla med traditionell gödselspridare enbart första året i omdrevet är i de flesta fall 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. 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.
- Svag konkurrens, lågt utnyttjande och långa avstånd mellan fält som skall höggödslas kan komma att utgöra ett hinder mot framtida höggödsling.
- 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.
- Det saknas underlag för tydliga rekommendationer angående gödsling av förädlade sorter under det första omdrevet. Det är därför tveksamt om gödsling ska ske.

Bakgrund

Arealer

Odling av salix i Sverige tog fart på allvar 1990, och fram till 1996 steg arealen snabbt till ca 15000 ha. Därefter har arealen salix sjunkit något och var 2010 under 12000 ha (Fig. 1; SJV, 2010). På grund av förändrade principer för redovisning av arealer över tiden så förekommer många olika uppgifter om hur stora arealer salix som odlas. De data som ligger till grund för Figur 1 är de arealer som lantbrukarna årligen redovisar till Jordbruksverket och som har godkänts för arealstöd.

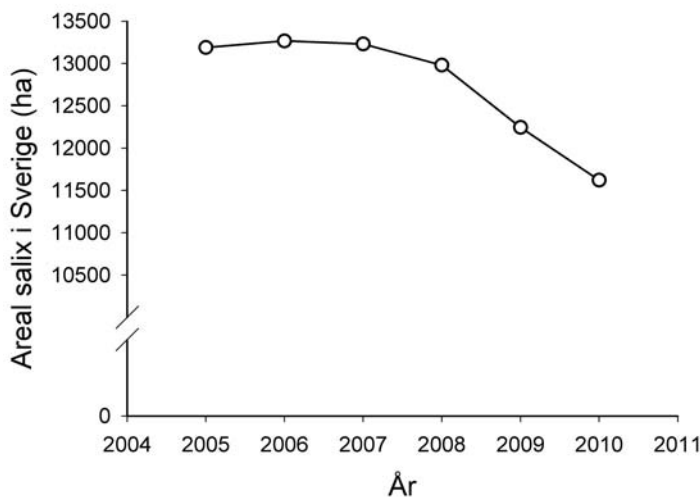


Fig. 1. Arealer salix i Sverige där arealstöd beslutats av SJV.

Produktion

När salix lanserades som enerigröda under 1980-talet var förväntningarna mycket högt ställda när det gäller tillväxten (se t ex Jonsson, 1994). Det som faktiskt är känt om produktionen i kommersiella salixodlingar fram till och med 2005 års skördesäsong är att tillväxten är i genomsnitt mellan 4 och 5 ton TS/ha år under andra och tredje omdrevet (Mola-Yudega & Aronsson, 2008). Samma skördestatistik visar dock också på en tydlig trend vad avser biomassaproduktionen såtillvida att de bestånd som planterats under senare delen av 1990-talet och framåt har betydligt högre tillväxt än de äldre bestånden (Mola-Yudego, 2011). Trenden indikerar en årligt ökande tillväxt om ca 200 kg TS/ha år. Det finns inget bra underlag för att förklara vare sig den generellt låga tillväxten i de kommersiella odlingarna eller trenden mot ökande produktion. Det förekommer emellertid ett betydande antal argument som förklarar den låga tillväxten. Av dessa är den vanligtvis uteblivna gödslingen måhända av störst intresse i sammanhanget. Enligt Melin (2005, pers. komm.) är det endast ett fåtal av de kommersiella odlingarna som hittills gödslats i någon nämnvärd omfattning. Liksom andra grödor svarar salix

bra på kvävegödsling och sedan 1994 föreligger gödslingsrekommendationer baserade på resultat från en försöksserie från SLU (Ledin mfl, 1994). I försöket användes det då aktuella sortmaterialet, d.v.s. äldre nummersorter som härrörde från insamlingar av skott som gjordes på 1970- och 80-talet. Jämfört med ogödslade bestånd ökade tillväxten i de normalgödslade bestånden med i genomsnitt 2,5 ton TS/ha år (46%). De gödslingsrekommendationer som gavs utifrån gödslingsförsöket i kombination med ekonomiska beräkningar sammanfattas i Tab. 1.

Tabell 1. Äldre gödslingsrekommendationer för salix i Sverige

Omdrev	År	Rekommenderad gödselgiva (kg N/ha)	
		Ledin m fl (1994)	Danfors m fl (1997)
1	0	0	0
1	1	45	45
1	2	100-150	100-150
1	3	90	0
2	1	60	100-150
2	2	100	100
2	3	60	0

Rekommendationerna från Ledin m fl. (1994) baserades på ekonomiska kalkyler, men vad de andra rekommendationerna baseras på är oklart. Det förefaller emellertid tydligt att rekommenderad kvävegiva inte anpassats efter prisförhållanden mellan kväve och nettovärdet av den ökade skörden. När Ledin m fl (1994) gav sina gödslingsrekommendationer grundades dessa på värmeverkspris minus beräknade skörde- och hanteringskostnader. Före 1994 hade inte salix skördats i någon större omfattning. Priserna för salixflis till odlarna var under en lång period i praktiken lägre än de som låg till grund för gödslingsrekommendationerna i Ledin m fl (1994).

Lönsamhet

Många odlare uppger att lönsamheten i salixodlingen är ett problem. LRF:s senaste energienkät (2009) ger en splittrad bild i detta avseende. Otillräcklig lönsamhet är emellertid ett återkommande tema i diskussionen runt salix i Sverige. Berg (2007) presenterade kalkyler av Rosenqvist som jämförande kalkyler mellan ett antal energigrödor och kom fram till att salix var den av energigrödorna som både hade lägst produktionskostnad per MWh och högst lönsamhet, när förutsättningarna var lämpliga för salixodling. Under 2010 presenterade sedan Rosenqvist nya kalkyler för energigrödor utgående från en ny kalkylmetod som tar hänsyn till sådana maskinkostnader mm som annars inte brukar beaktas i vanliga kalkyler av täckningsbidrag. Resultatet av den nya kalkylmetoden visar för odlingsåret 2009 att det i många fall endast är raps och sockerbetor som ger ett högre netto än salix för odlaren. Detta gäller under förutsättningen att odlaren kan sälja den skördade flisen till ett pris som ligger nära det som värmeverken betalar för annan (skogs)flis. I de allra flesta fall har emellertid odlaren mött ett betydligt lägre pris på marknaden. Detta har varit så lågt att det i normalfallet knappast har varit ekonomiskt motiverat att gödsla salixodlingarna. Detta skulle kunna vara en viktig förklaring till att så få salixodlingar gödslats med annat än rötslam (för vilket en ersättning utgätt).

De tre avgörande faktorerna för lönsamheten med gödsling är gödselmedelspriset, gödslingseffekten, samt nettovärdet på den producerade flisen. Flispriserna har stigit stabilt under

ett antal år och ligger nu på nivån 200 kr/MWh (motsvarande 800-900 kr/ton TS; Energimyndigheten, 2010). De förädlade salixsorter som introducerades under 1990-talet har en betydligt högre tillväxt än de äldre, utvalda nummersorter som användes under 80- och början av 90-talet (Rosenqvist, 1997; Helby et al., 2004). En delförklaring till högre tillväxt hos förädlade växter är en annorlunda allokering av resurser så att en proportionellt sett mindre andel av tillväxten läggs på rötter. Detta kan medföra ökad känslighet för torka men också en större tillväxtrespons på gödsling och bevattning. Detta har kunnat påvisas för salix i olika krukförsök (tex Weih, 2001). Det är därför rimligt att anta att gödslingseffekten i de sorter som idag marknadsförs och som uteslutande består av förädlad material är högre än i de äldre sorter som ligger till grund för de hittillsvarande gödslingsrekommendationerna.

Syfte

Projektet syftade till att studera gödslingseffekt och att undersöka hur nya gödslingsstrategier påverkar tillväxt och därmed ekonomin i odlingen. Mer specifikt innebar detta att:

1. kvantifiera gödslingseffekten i etablerade odlingar vid tre olika gödslingsstrategier i två förädlade salixsorter,
2. kvantifiera gödslingseffekten av en stor engångsgiva första året efter skörd (160 kg N/ha), när konventionell spridningsteknik kan användas, i förhållande till den teoretiskt bedömda, biologiskt optimala gödslingen med en liten giva första året efter skörd (60 kg N/ha) och en stor giva år 2 (100 kg N/ha),
3. utifrån erhållna resultat beräkna det ekonomiska utfallet med de olika gödslingsregimerna, och vid behov modifiera de befintliga gödslingsrekommendationerna från 1994.

Inom projektet genomfördes ett större fältförsök på fem platser i Uppland under 2008-2010. Resultaten från detta användes sedan för de ekonomiska beräkningarna. Detaljerad information om fältförsöket återfinns i bilaga 1. I rapporten fokuseras på övergripande resultat från gödslingsförsöket och på resultatet från de ekonomiska beräkningar som gjordes, samt de gödslingsrekommendationer som togs fram baserade på dessa beräkningar.

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. 2):

Tabell 2. 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 medan led "Intensiv" motsvarar det mest intensiva ledet i det gamla gödslingsförsöket

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.

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 fyra mittersta dubbelraderna. Som korridor används således en dubbelrad på varje sida om mätrader respektive 4 m längd för att undvika kanteffekter.

Den stående biomassan mättes efter varje vegetationsperiod genom en kombination av destruktiva och icke destruktiva mätningar. I varje nettoruta mättes diametern på 100 cm höjd på alla skott på 15 provplantor (motsvarande 14-33% av det totala antalet levande plantor i nettoparcellen) systematiskt utlagda i rutan, men med slumpad startpunkt. Skottens torrsvikt bestämdes genom att 20-25 skott skördades och torkades varvid en allometrisk funktion upprättades mellan skottdiameter och torrsvikt. Denna funktion användes sedan för att beräkna torrsvikten för samtliga skott. Skottsvikten för provplantorna summerades och den totala biomassan beräknades sedan genom att multiplicera genomsnittlig plantsvikt med antalet levande plantor i respektive nettoruta.

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.

För att utvärdera gödslingsekonomin användes dels resultaten från den försöksserie från 2008 till 2010 som här rapporteras, dels en äldre försöksserie från 1988-1991 (Ledin et al., 1994). Gödslingsförsöken från 1988 till 1991 låg till grund för de tidigare gödslingsrekommendationerna. Vi bedömde att det var meningsfullt att även utvärdera det äldre

försöket med samma metodiker och priser eftersom en stor andel av dagens salixodlingar består av gamla, oförädlade ”nummersorter”.

Nettovärdet av den ökade tillväxten beräknades vid skördetillfället. I detta ingick både ökade intäkter och ökade skördekostnader. Genom ökad tillväxt kan i vissa fall skördeintervallen minskas, vilket innebär inbesparade räntekostnader. Detta beaktades emellertid inte i huvudberäkningarna.

När skörden ökar, ökar även kostnaderna. De kostnader som ökar med ökad skörd är transportkostnader, skörd, fälttransport, eventuellt försäljningskostnader samt möjligen kostnader för ökad bortförsel av fosfor och kalium. Kostnaderna antas ligga tidsmässigt i nära anslutning till intäkterna för skörden, och belastas därför inte med räntekostnader.

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 bortförsel av 0,8 kg P/ton TS motsvarar med fosforpriset 17 kr/kg P, 14 kr/ton TS. Kostnad för bortförsel av 4 kg K/ton TS motsvarar med kaliumpriset 11 kr/kg K, 44 kr/ton TS. Den sammanlagda kostnaden för ökad bortförsel av P och K blir därmed 58 kr/ton TS. Den totala kostnaden för vägtransport, fälttransport, skördemaskin, fosfor- och kaliumbortförsel blir därmed 423 kr/ton TS.

En stor andel av de svenska salixodlingarna gödslas efter skörd med rötslam, som odlarna får ersättning för att ta emot. Kostnaderna för ökad bortförsel av fosfor och kalium med skörd minskar därför ofta i praktiken och kan när det gäller fosfor till och med betraktas som negativ eftersom en ökad bortförsel på sikt bör möjliggöra högre slamgivor. Slamspridning beaktas emellertid inte i beräkningarna.

Enligt Energimyndigheten (2010) var genomsnittligt pris för skogsflis till värmeverk 181 kr/MWh under 2009 och enligt prognos för helåret 2010 197 kr/MWh för hela landet. Priserna är lägre i södra Sverige jämfört med i mellersta- och norra Sverige. I huvudberäkningarna antas priset till 190 kr/MWh. Med ett antaget energiinnehåll på 4,4 MWh/ton TS motsvarar detta ett pris på 836 kr/ton TS. Med en antagen marginalkostnad för en ökad skörd om 423 kr/ton TS enligt ovanstående resonemang blir därmed nettovärdet av en ökad skörd 413 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. 2). 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. 2; 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 tillförseln. Om skördeintervallen skulle förkortas pga gödsling, från tre till två år, minskas delvis effekten av en stor engångskvävegiva, jämfört med årliga kvävegivor.

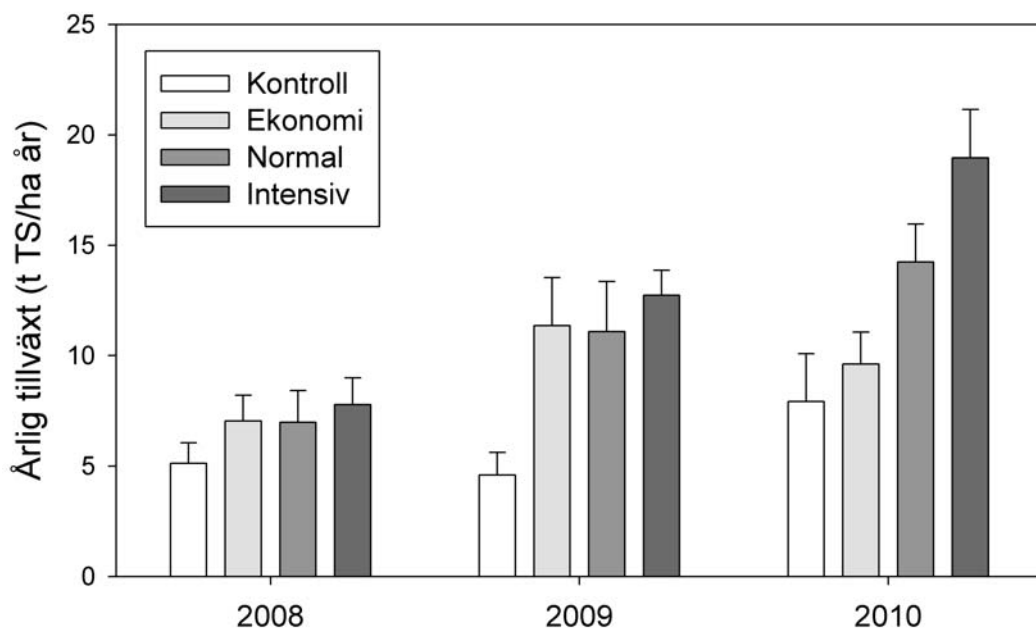


Fig. 2. Genomsnittlig årlig tillväxt i respektive led 2008-2010. Felstaplarna indikerar medelfelet (standard error of the mean).

Skillnaderna i gödslingseffekt mellan de fem platserna var betydande (Fig. 3). Anmärkningsvärt hög tillväxt uppmättes i Åsby och Hjulsta i de gödslade ytorna. I Högsta var tillväxten i kontroll-ledet mycket låg och där resulterade gödslingen, särskilt intensivgödsling, 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.

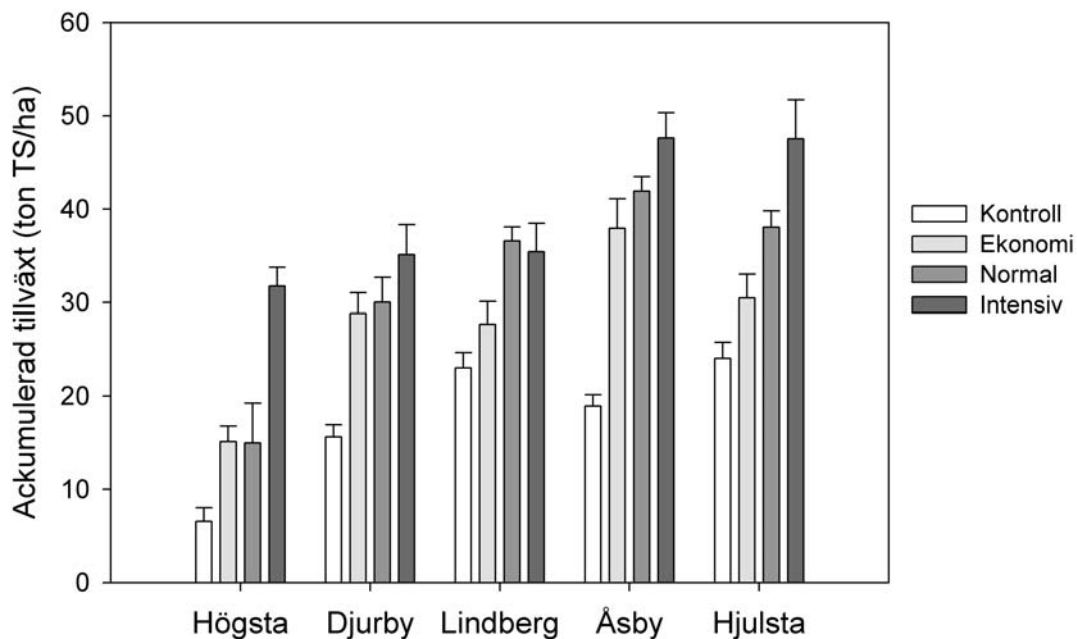


Fig. 3. Ackumulerad tillväxt under tre år i de olika leden på respektive plats. Felstaplarna indikerar medelfelet (standard error of the mean).

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; Fig. 4). 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.

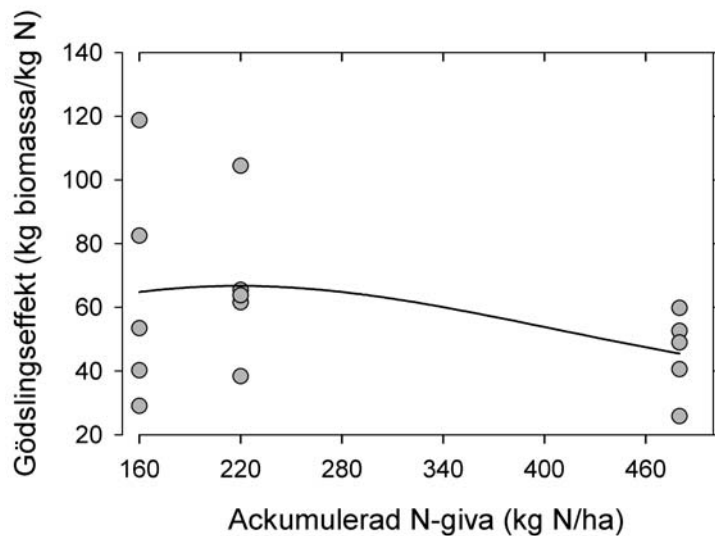


Fig. 4. Akkumulerad gödslingsseffekt under tre år (skillnad i tillväxt mot kontroll-ledet) uttryckt som kg biomassa per kg tillfört kväve, som funktion av akkumulerad kvävegiva.

Det finns idag inte något enkelt sätt att prediktera tillväxten av salix på ett enskilt fält. Mola-Yudego & Aronsson (2008) utnyttjade skördestatistik från kommersiella odlingar för att modellera tillväxten hos salix som en funktion av skördeprognos för havre. I genomsnitt föreligger en god korrelation som naturligtvis relaterar till bördighet och klimat i olika delar av landet. Sådana samband fungerar dock inte på enskilda fält för att prediktera tillväxt eller gödslingsseffekt. Tillväxtdata erhålls i samband med skörd och kan då användas för olika ekonomiska överväganden. För att kunna beräkna den ekonomiska avkastningen av att gödsla behöver emellertid även gödslingsseffekten också bestämmas/uppskattas. Inom precisionsodling av spannmål går det att få fram högupplösta kartor över skördevariationen. Det har bedrivits ett arbete att på motsvarande sätt instrumentera skördemaskiner för salix, men detta har inte operationaliserats. Den odlare som vill beräkna gödslingsseffekten på ett visst fält är därför hänvisad till att gödsla sektioner av odlingen och sedan noggrant följa upp detta i samband med skörd genom att räkna containrar eller motsvarande för respektive sektion. Alternativt kan smårutor gödslas varpå tillväxten bestäms via destruktiv provskörd eller via diametermätning av provplantor. På sikt kan det komma fram mer högteknologiska metoder för biomassamätning av salix som utnyttjar data från flygbilder eller från den laserscanning av Sverige som lantmäteriet nu genomför.

Det är möjligt att de högsta kvävegivorna som tillämpats i studien kan ha resulterat i ett förhöjt kväveläckage från odlingen. Detta undersöktes inte, men har studerats i andra projekt, där bland annat olika typer av förorenat vatten spridits i salixodlingar. I dessa studier har salixodlingar funnits mycket effektiva ta upp tillfört kväve även vid givor upp mot 200 kg N/ha år. (Aronsson et al., 2000; Aronsson et al., 2010). Vi utgår därför från att de givor som tillämpats i vår studie i det korta perspektivet inte förorsakar oacceptabelt stort kväveläckage. Vad som händer på sikt vid årliga kvävegivor på 160 kg N/ha är dock inte känt och bör därför undvikas.

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

	Ekonomi (kr/ha år)	Normal	Intensiv
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 var 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. 4) 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 betydlig 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.

Tabell 4: Antal platser i **det nya gödslingsförsöket** 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

Betydelse av gödslingsstrategi

För gödsling våren efter skörd med konventionell gödselspridare blir kostnaden för själva spridningen 113 kr per hektar. Om nettovärdet av ökad skörd är 413 kr/ton TS behövs en skördeökning på 274 kg i skördeökning för att bekosta själva utkörningen. Dessutom krävs det för varje kg kväve som sprids på våren efter skörd behövs en skördeökning på 26,0 kg biomassa per kg gödselkväve för att motivera åtgärden. För gödsling ett år efter skörd med höggödslingsaggregat blir kostnaden för själva spridningen 281 kr per hektar. Om nettovärdet av ökad skörd är 413 kr innebär det att 680 kg i skördeökning behövs för att bekosta själva utkörningen. För varje kg kväve som sprids på detta sätt under andra året i omdrevet behövs därför en skördeökning på 24,5 kg biomassa per kg gödselkväve. Att det behövs en mindre skördeökning år två jämfört med år ett trots den högre kostnaden beror på effekten av ett års ökad räntekostnad vid spridning direkt efter skörd. För gödsling två år efter skörd med höggödslingsaggregat blir kostnaden för själva spridningen 265 kr per hektar. För att bekosta själva utkörningen behövs 642 kg i skördeökning. Givet samma nettovärde av en ökad skörd (413 kr/ton TS) behövs en skördeökning på minst 23,1 kg per kg kväve för att åtgärden ska vara lönsam.

Ekonomiskt utfall av olika gödslingsnivåer i det äldre gödslingsförsöket

I det äldre gödslingsförsöket (Ledin m fl., 1994) var gödslingseffekten generellt lägre vilket avspeglade sig i att det ogödslade ledet var det mest lönsamma i betydligt större utsträckning än vad som var fallet i det nya gödslingsförsöket (Tab. 5). Intensivgödsling var mest lönsamt bara vid riktigt höga nettovärden på flis i kombination med låga priser på kvävegödsel.

Om den gödslingseffekt som blev resultatet i det gamla gödslingsförsöket (första omdrevet; tabell 5) gäller även för förädlade sorter under första omdrevet så kan tabell 5 användas för att bedöma om och i så fall hur mycket kvävegödsel som ska tillföras moderna sorter under *första* omdrevet. I de flesta fall är det då *inte* lönsamt att gödsla. En gödsling riskerar också att gynna ogräsen mer än salixplantorna i de fall ogräsbekämpningen inte varit effektiv. Om mekanisk bekämpning tillämpas är det rimligt att anta att denna i sig leder till en ökad kväveminerisering som kommer salixplantorna till del.

Tabell 5: Antal platser i det gamla gödslingsförsöket (Ledin m fl., 1994) 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

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

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 eller moderna sorter under första omdrevet – gödsla inte!
 - Vid odling av nya sorter under andra omdrevet eller senare – gödsla!
Gödslingseffekten per tillfört kväve är stor vid låga givor och vid engångsgivor direkt efter skörd. Gödsla därför åtminstone då.

Samla sedan efterhand underlag i form av produktionsdata från odlingarna och försök uppskatta den faktiska gödslingseffekten i dessa, t ex genom att gödsla delar av en odling eller den ena av två i övrigt likartade odlingar. Gödslingseffekten varierar stort och är svåröversäglig, och den är avgörande för det ekonomiska utfallet av gödslingen! Den som vill finlira kan lägga ut små försöksrutor, där olika gödslingsnivåer tillämpas. Genom att manuellt skörda och väga in plantorna kan man komma ganska långt när det gäller att beräkna gödslingseffekten. TS-halten i färsk salix är vanligtvis ca 50%. Tänk på att rotsystemen kan vara utbredda och att man därför inte kan ha alltför små rutor eftersom plantorna då kommer att "stjäla" näring av varandra. Låter det överambitiöst? Betänk då vilka insatser som görs för att optimera gödslingen av andra grödor inom jordbruket!

Tabell 6. Schablonmässig gödslingsrekommendation (kg N/ha under omdrevet) för salixodlingar med förädlade sorter

N-pris (kr/kg N)	Nettovärde av ökad skörd (kr/ton TS)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
7	0	160-220	220	220+	220+	220+	220+	220+	220+	220+
9	0	0	220	220	220+	220+	220+	220+	220+	220+
11	0	0	220	220	220	220+	220+	220+	220+	220+
13	0	0	160-220	220	220	220	220+	220+	220+	220+
15	0	0	0	220	220	220	220+	220+	220+	220+

Känslighetsanalys

Betydelsen av gödselmedelspris och nettovärde av skördad flis

Nedan presenteras grafiskt en känslighetsanalys (Fig. 6-10) över nettovärdet av gödsling (kr/ha år) vid olika priser på flis och gödselkväve, samt vid varierande tillväxtrespons på gödsling.

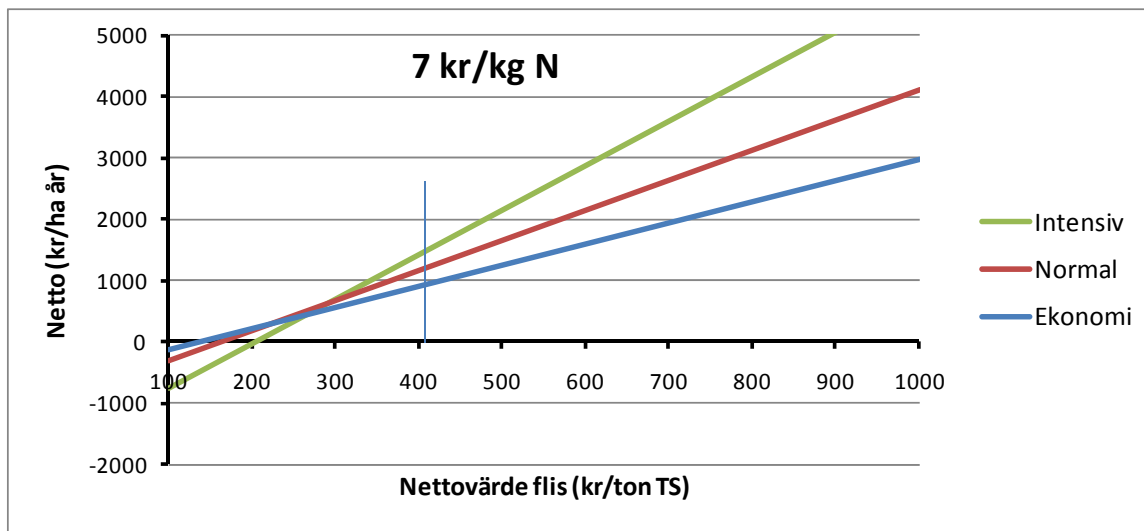


Fig. 6. Nettovärde av olika gödslingsstrategier vid ett gödselkvävepris på 7 kr/kg N. I grundberäkningarna antogs nettovärdet vara 413 kr/ton TS, vilket indikeras i diagrammet.

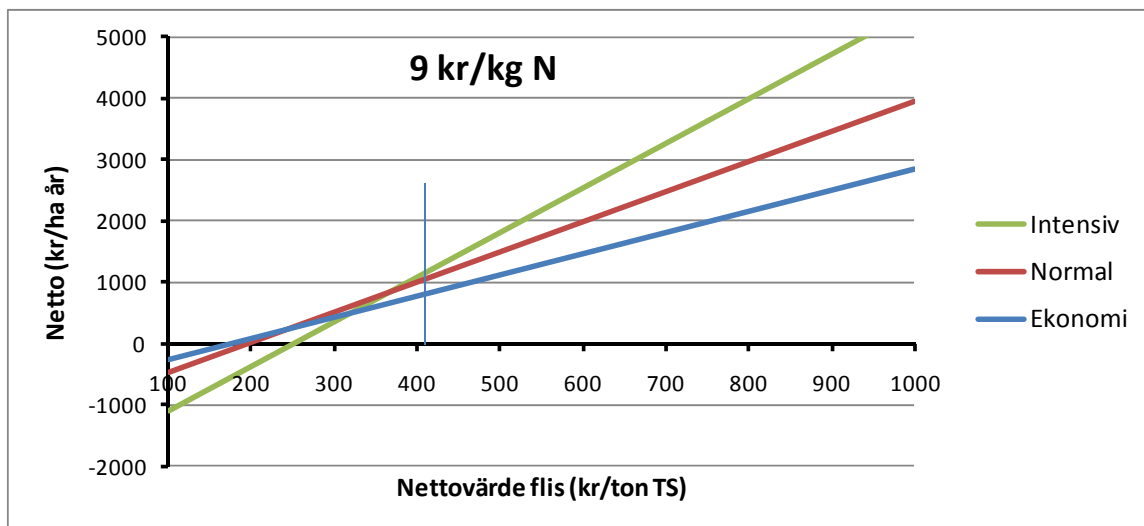


Fig. 7. Nettovärde av olika gödslingsstrategier vid ett gödselkvävepris på 9 kr/kg N. I grundberäkningarna antogs nettovärdet vara 413 kr/ton TS, vilket indikeras i diagrammet.

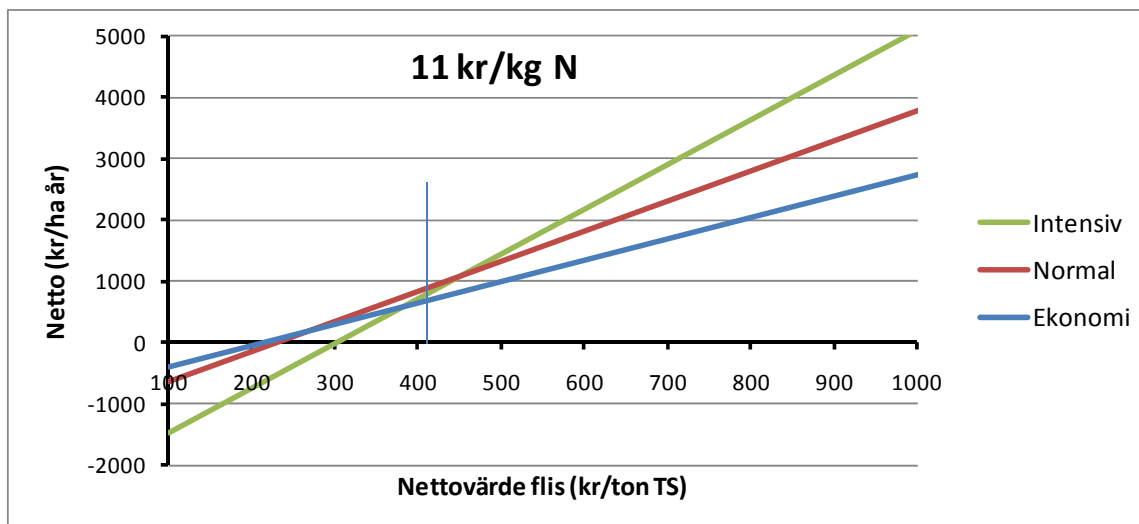


Fig. 8. Nettovärde av olika gödslingsstrategier vid ett gödselkvävepris på 11 kr/kg N. I grundberäkningarna antogs nettovärdet vara 413 kr/ton TS, vilket indikeras i diagrammet.

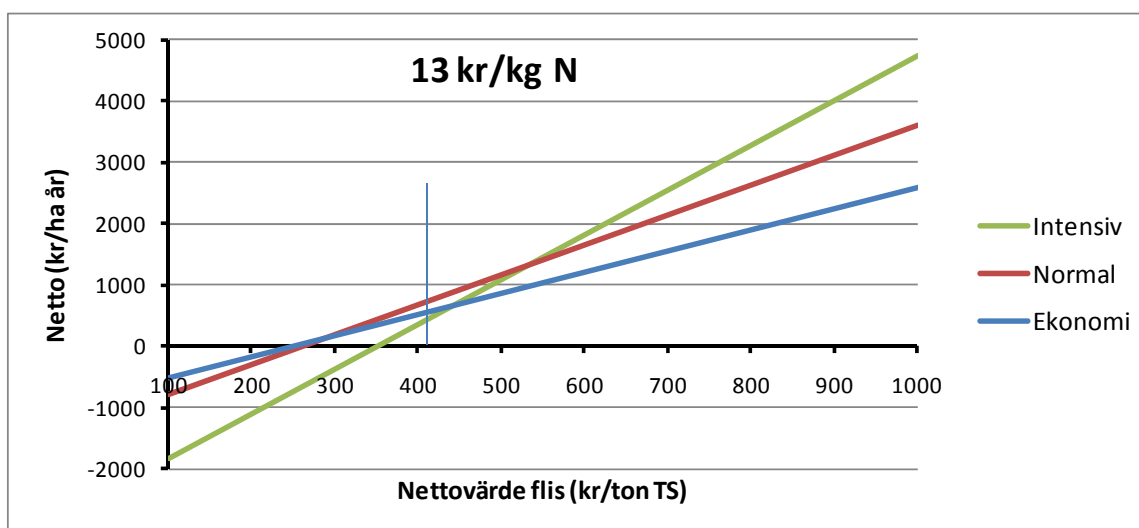


Fig. 9. Nettovärde av olika gödslingsstrategier vid ett gödselkvävepris på 13 kr/kg N. I grundberäkningarna antogs nettovärdet vara 413 kr/ton TS, vilket indikeras i diagrammet.

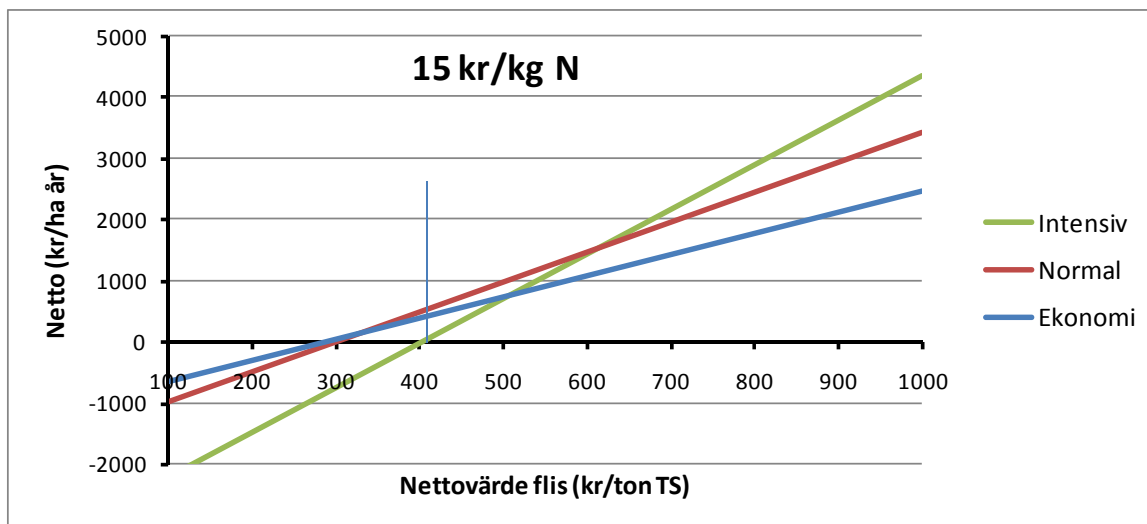


Fig. 10. Nettovärde av olika gödslingsstrategier vid ett gödselkvävepris på 15 kr/kg N. I grundberäkningarna antogs nettovärdet vara 413 kr/ton TS, vilket indikeras i diagrammet.

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. 11). Det är uppenbart att gödslingseffekten har mycket stort genomslag i kalkylen.

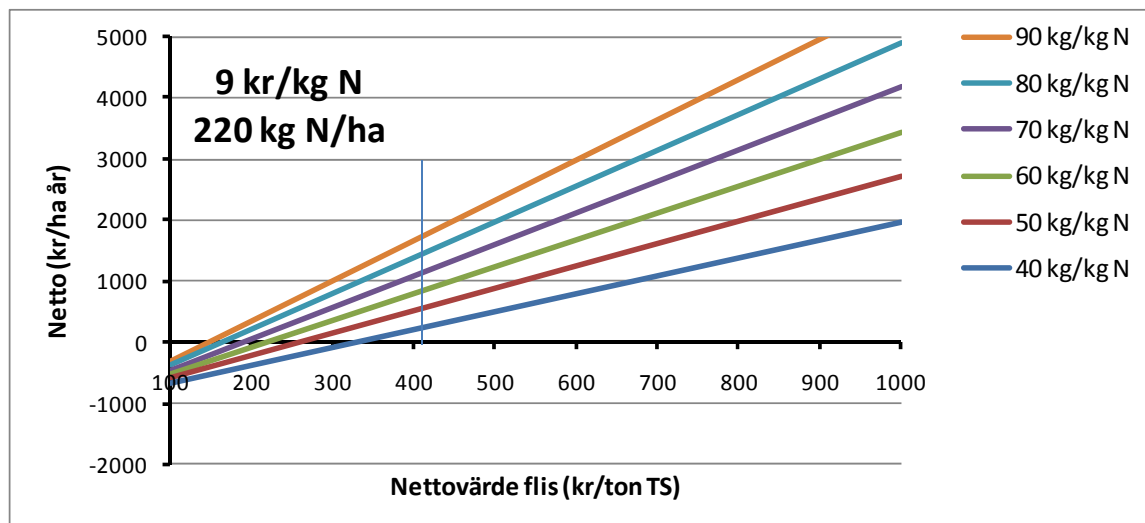


Fig. 11. Nettovärde av olika gödslingsstrategier vid ett gödselkvävepris på 9 kr/kg N för gödslingsnivå "Normal". I grundberäkningarna antogs nettovärdet vara 413 kr/ton TS, vilket indikeras i diagrammet.

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 drygt 23 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. Kortare skördeintervall skulle dock kunna resultera i en lägre totalproduktion, vilket i sin tur skulle kunna reducera värdet av den tidigarelagda skörden.

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 gödslingsekonomin. 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 7 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.

Tabell 7: 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
Medelvärde	-994	-222

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.

Erkännanden

Föreliggande rapport baseras på en studie finansierad av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF projekt V0740012). Författarna vill härmed rikta ett tack till de lantbrukare som upplåtit sina odlingar till försöket, samt till Richard Childs och Ingjerd Eriksson som utfört det mesta av fältarbetet.

Referenser

- Aronsson, P.G., L.F Bergström & S.N.E Elowsson, 2000. Long-term influence of intensively cultured short-rotation willow coppice on nitrogen concentrations in groundwater. *Journal of Environmental Management* 58:135-145.
- Aronsson, P; Dahlin, T; Dimitriou, I. 2010. Treatment of landfill leachate by irrigation of willow coppice - Plant response and treatment efficiency. *Environmental Pollution* 158, pp. 795–804.
- Berg, M., Bubholz, M., Forsberg, M., Myringer, Å., Palm, O., Rönnbäck, M. & Tullin, C., 2007. Förstudie - sammanställning och syntes av kunskap och erfarenheter om grödor från åker till energiproduktion. Värmeforsk rapport 1009.
- Danfors, B., Ledin, S. & Rosenqvist, H. 1997. Energiskogsodling.Handledning för odlare. JTI informerar. Nr 1.
- Energimyndigheten, 2010. Trädbränsle- och Torvpriser. *Statistiska meddelanden*, EN 0307 SM 1004, Nr 4 / 2010.
- Helby, P. (ed.), Börjesson, P., Christian Hansen, A., Roos, A., Rosenqvist, H. & Takeuchi, L., 2003. Market development problems for sustainable bio-energy systems in Sweden. (The BIOMARK project), IMES/EESS Report no. 38, Environmental and Energy Systems Studies, Lund University, Lund, Sweden.
- Jonsson, H. 1994. Sammanfattande utvärdering av svenska försöksodlingar med Salix 1986-1991. Rapport 1994:24. Närings- och teknikutvecklingsverket. Stockholm.
- LRF, 2009. Energienkät. Lantbrukarnas Riksförbund.
- Ledin, S., Alriksson, B., Rosenqvist, H. & Johansson, H. 1994. Gödsling av salixodlingar. Rapport 1994:25. Närings- och teknikutvecklingsverket. Stockholm.
- Melin, G. Agrobränsle AB. Personlig kommunikation, mars 2005.
- Mola-Yudego, B. 2011. Trends and productivity improvements from commercial willow plantations in Sweden during the period 1986-2000. *Biomass and Bioenergy* 35: 446-453.
- Mola-Ydego, B. & Aronsson, P. 2008. Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 32:9, pp. 829-837.
- Rosenqvist, H. 2010. Kalkylmetodik för lönsamhetsjämförelser mellan olika markanvändning. Värmeforsk rapport 1128.
- Rydberg A., Hagner O., Aronsson P., Söderström M. 2009. Mapping spatial variation in growing willow using small UAS. In: van Henten, E.J., Goense, D. & Lokhorst, C. (eds.). *Precision Agriculture '09*. 485-492.
- Rosenqvist, H., 1997. Salixodling – Kalkylmetoder och lönsamhet. Sveriges lantbruksuniversitet. Doktorsavhandling. *Silvestria* 24.

SJV, 2010. Data över energigrödeodlingar där besluta fattats om arealstöd för 2009. Data från Jordbruksverkets statistikenhet.

Weih, M., 2001. Evidence for increased sensitivity to nutrient and water stress in a fast-growing hybrid willow compared with a natural willow clone. *Tree Physiology* 21;15, pp 1141-1148.

Bilaga . Design och inventering av gödslingsförsök 2008-2010, projekt V0740012

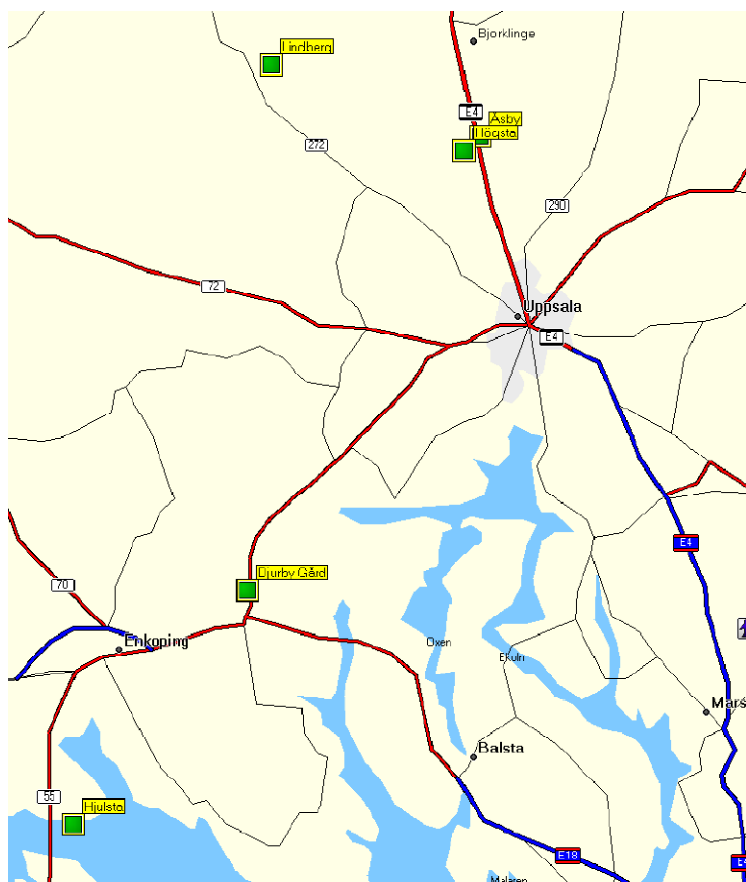
Försöksutläggning

Gödslingsförsöket lades ut mellan 15 maj och 3 juni 2008 i fem nyskördade salixodlingar i Uppland (Fig. 1). Tre av odlingarna var med sorten *Tora* (Högsta, Åsby och Lindberg) medan de resterande två var med sorten *Jorr*. Dessa sorter är förädlade och har betydligt högre tillväxt än de nummersorter som ingick i de äldre gödslingsförsöken. Följande behandlingar tillämpades (Tab. 1):

Tabell 1. Behandlingarna i de olika försöksleden. Led "Ekonomi" avser en behandling med en engångsgiva av kväve direkt efter skörd. Led "Normal" motsvarar den rådande gödslingsrekommendationen medan led "Intensiv" motsvarar det mest intensiva ledet i det gamla gödslingsförsöket

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 storrutorna (Fig. 3). Gödsling år 2 och 3 utfördes i maj 2009 respektive april 2010.



Figur 1. De fem försöksplatsernas läge i Uppland.

Försöksplats	Jordart	Planterad år	Sort	Skötsel före 2008
Högsta	Mellanlera	2003	Tora	Slamgödsling vid plantering.
Åsby	Sandjord	1996	Tora	Slamgödsling vid plantering. Skördad 3 gånger
Lindberg	Lättlera	2004	Tora	
Djurby	Mellanlera	1996	Jorr	Slamgödsling 1997. Skördad 1 gång följt av slamgödsling och engångsgiva med hästströ, 70 m ³ /ha
Hjulsta	Mellanlera	1995	Jorr	Skördad 2 gånger



Figur 2. Utläggning av gödslingsförsök på Djurby.

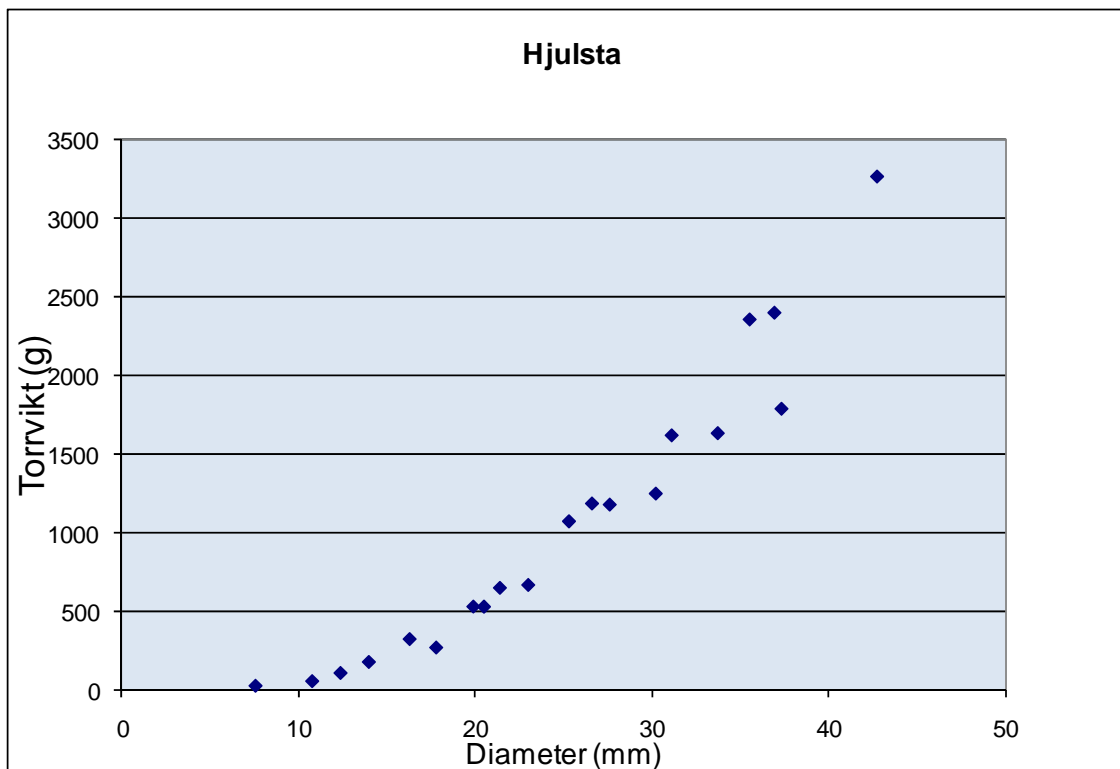
Control	Normal	Economy	Intensive
Intensive	Control	Normal	Economy
Economy	Intensive	Control	Normal
Normal	Economy	Intensive	Control

Figur 3. Försöksdesign med romersk kvadrat.

Försöksparcellerna var 16 m långa i planteringsradernas riktning och 13,5m 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 2 dubbelrader på varje sida om mätraderna respektive 4 m längd för att undvika kanteffekter.

Tillväxtmätningar

Den stående biomassan mättes efter varje vegetationsperiod genom en kombination av destruktiva och icke destruktiva mätningar. I varje nettoruta mättes diametern på 100 cm höjd på alla skott på 15 provplantor (motsvarande 14-33% av det totala antalet levande plantor i nettoparcellen) systematiskt utlagda i rutan, men med slumpad startpunkt. Skottens torrsvikt bestämdes genom att 20-25 skott skördades och torkades varvid en allometrisk funktion upprättades mellan skottdiameter och torrsvikt (Fig. 4). Denna funktion användes sedan för att beräkna torrsvikten för samtliga skott. Skottvikten för provplantorna summerades och den totala biomassan beräknades sedan genom att multiplicera genomsnittlig plantsvikt med antalet levande plantor i respektive nettoruta.



Figur 4. Exempel på det allometrisk sambandet mellan skottdiameter och skottets torrsvikt.

Resultat

Tillväxt

Tillväxtdata för de enskilda behandlingarna för de tre åren presenteras i tabellform nedan.

Lokal	Behandling	Ruta	Tillväxt (ton TS/ha år)			Ack. tillväxt (ton TS/ha)
			2008	2009	2010	2008-2010
Åsby	Kontroll	C1	4.5	8.6	5.9	19.1
Åsby	Intensiv	I1	7.2	18.6	14.0	39.7
Åsby	Ekonomi	E1	8.9	12.5	13.7	35.1
Åsby	Normal	N1	7.6	24.4	13.8	45.8
Åsby	Normal	N2	8.1	20.0	14.9	43.0
Åsby	Kontroll	C2	6.0	9.3	6.9	22.1
Åsby	Intensiv	I2	8.4	13.8	26.5	48.7
Åsby	Ekonomi	E2	8.3	26.4	9.8	44.6
Åsby	Ekonomi	E3	8.4	14.5	7.6	30.5
Åsby	Normal	N3	7.5	16.7	15.8	39.9
Åsby	Kontroll	C3	4.4	6.7	7.2	18.3
Åsby	Intensiv	I3	13.1	18.0	21.0	52.1
Åsby	Intensiv	I4	7.9	17.8	24.2	49.9
Åsby	Ekonomi	E4	11.5	19.6	10.4	41.5
Åsby	Normal	N4	7.9	12.7	18.3	38.9
Åsby	Kontroll	C4	3.4	8.9	3.9	16.3

Lokal	Behandling	Ruta	Tillväxt (ton TS/ha år)			Ack. tillväxt (ton TS/ha)
			2008	2009	2010	2008-2010
Djurby	Kontroll	C1	5.1	2.9	4.0	12.0
Djurby	Intensiv	I1	7.0	14.1	12.5	33.5
Djurby	Ekonomi	E1	7.2	14.0	4.0	25.3
Djurby	Normal	N1	6.5	8.8	8.6	23.9
Djurby	Normal	N2	8.3	6.4	19.0	33.7
Djurby	Kontroll	C2	7.4	4.6	3.8	15.8
Djurby	Intensiv	I2	6.3	9.9	14.2	30.4
Djurby	Ekonomi	E2	7.5	15.8	11.6	34.9
Djurby	Ekonomi	E3	7.1	10.0	12.0	29.2
Djurby	Normal	N3	8.0	8.9	18.2	35.1
Djurby	Kontroll	C3	4.6	5.6	6.3	16.6
Djurby	Intensiv	I3	6.2	11.6	14.2	32.0
Djurby	Intensiv	I4	6.8	15.8	22.0	44.5
Djurby	Ekonomi	E4	6.8	12.4	6.8	26.0
Djurby	Normal	N4	7.8	5.9	13.8	27.4
Djurby	Kontroll	C4	6.1	5.4	6.6	18.1

Lokal	Behandling	Ruta	Tillväxt (ton TS/ha år)			Ack. tillväxt (ton TS/ha)
			2008	2009	2010	2008-2010
Högsta	Kontroll	C1	2.4	2.6	3.4	8.4
Högsta	Intensiv	I1	4.0	14.7	15.6	34.4
Högsta	Ekonomi	E1	2.7	8.9	3.9	15.5
Högsta	Normal	N1	0.9	7.4	6.6	14.8
Högsta	Normal	N2	0.7	4.3	3.9	8.9
Högsta	Kontroll	C2	3.5	3.8	1.5	8.8
Högsta	Intensiv	I2	4.3	12.2	18.4	34.9
Högsta	Ekonomi	E2	1.8	3.4	5.5	10.7
Högsta	Ekonomi	E3	3.8	7.3	7.6	18.7
Högsta	Normal	N3	2.7	8.8	15.5	27.0
Högsta	Kontroll	C3	1.2	2.2	3.4	6.8
Högsta	Intensiv	I3	2.2	5.0	19.2	26.3
Högsta	Intensiv	I4	3.9	11.6	15.9	31.4
Högsta	Ekonomi	E4	2.7	6.6	6.3	15.5
Högsta	Normal	N4	1.2	2.0	6.0	9.1
Högsta	Kontroll	C4	0.3	0.5	1.5	2.3

Lokal	Behandling	Ruta	Tillväxt (ton TS/ha år)			Ack. tillväxt (ton TS/ha)
			2008	2009	2010	2008-2010
Hjulsta	Kontroll	C1	7.6	2.9	13.8	24.3
Hjulsta	Intensiv	I1	7.6	9.2	22.7	39.5
Hjulsta	Ekonomi	E1	9.3	4.3	16.1	29.7
Hjulsta	Normal	N1	9.8	9.7	18.2	37.7
Hjulsta	Normal	N2	7.9	14.2	11.3	33.4
Hjulsta	Kontroll	C2	9.3	4.3	11.4	25.0
Hjulsta	Intensiv	I2	10.6	5.3	26.0	41.9
Hjulsta	Ekonomi	E2	7.5	5.6	11.0	24.1
Hjulsta	Ekonomi	E3	10.2	7.5	18.7	36.3
Hjulsta	Normal	N3	8.0	8.3	23.7	40.1
Hjulsta	Kontroll	C3	8.2	5.7	13.6	27.5
Hjulsta	Intensiv	I3	11.1	18.1	28.4	57.6
Hjulsta	Intensiv	I4	11.2	12.0	27.9	51.1
Hjulsta	Ekonomi	E4	9.2	9.9	12.8	31.9
Hjulsta	Normal	N4	11.2	9.3	20.6	41.1
Hjulsta	Kontroll	C4	4.1	2.8	12.5	19.3

Lokal	Behandling	Ruta	Tillväxt (ton TS/ha år)			Ack. tillväxt (ton TS/ha)
			2008	2009	2010	2008-2010
Lindberg	Kontroll	C1	5.6	3.0	13.1	21.8
Lindberg	Intensiv	I1	9.7	8.9	17.8	36.4
Lindberg	Ekonomi	E1	7.3	14.9	4.0	26.2
Lindberg	Normal	N1	9.4	13.8	12.6	35.9
Lindberg	Normal	N2	7.0	13.0	13.4	33.4
Lindberg	Kontroll	C2	6.8	2.5	10.8	20.2
Lindberg	Intensiv	I2	9.4	12.2	4.9	26.5
Lindberg	Ekonomi	E2	7.6	7.0	18.1	32.7
Lindberg	Ekonomi	E3	7.3	14.3	8.5	30.1
Lindberg	Normal	N3	10.2	16.3	14.1	40.6
Lindberg	Kontroll	C3	5.7	3.8	18.2	27.7
Lindberg	Intensiv	I3	10.5	9.4	19.8	39.8
Lindberg	Intensiv	I4	8.4	16.5	14.1	39.0
Lindberg	Ekonomi	E4	5.6	12.3	3.8	21.7
Lindberg	Normal	N4	9.1	10.8	16.5	36.3
Lindberg	Kontroll	C4	6.2	5.6	10.6	22.4

Skador av vilt

De betskador av vilt som noterades framförallt i Hjulsta återfanns framförallt i de ytor som gödslats med 160 kg N/ha på våren 2008. Skadorna uppstod under vintern 2008-2009 och var sådana att barken hade fläkts av varpå de ettåriga skotten i mycket hög utsträckning dog (Fig. 5). Nya skott sköt från stubben (Fig. 6) och plantorna återhämtade sig förvånansvärt bra under 2009 och 2010.



Figur 5. Salixplantor med betskador i försöket i Hjulsta. Juni 2009.



Figur 6. Salixplantor med betskador i försöket i Hjulsta. Nya skott skjuter från stubben. Juni 2009.