



*Biobränsle från det
jämtländska jordbruket
– en studie om jordbrukarnas alternativkostnad vid
odling av rörflen*

Karin Tyskling

*SLU, Institutionen för ekonomi
Magisteruppsats i nationalekonomi*

*Examensarbete 513
Uppsala, 2008*

*D-uppsats, 30 ECTS poäng
ISSN 1401-4084
ISRN SLU-EKON-EX-513—SE*

Biofuel from the agriculture in Jämtland

- A study of the farmer's opportunity cost when cultivating reed canary grass

Biobränsle från det jämtländska jordbruket

– En studie om lantbrukarnas alternativkostnader vid odling av rörfen

Karin Tyskling

Handledare: Monica Campos

© Karin Tyskling

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för ekonomi
Box 7013
750 07 UPPSALA

ISSN 1401-4084
ISRN SLU-EKON-EX-513 –SE

Tryck: SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala, 2008

Förord

Denna uppsats är skriven på uppdrag av och i samarbete med Jämtkraft.

Jag vill börja med att tacka Jämtkraft som har hjälpt mig att genomföra denna intressanta studie. Tack för ert förtroende och er hjälp! Tack för att jag har fått disponera kontor, dator och andra faciliteter i era lokaler. Jag vill ge ett extra varmt tack till Jonas Lundquist, min kontaktperson på Jämtkraft, som har tagit sig tid att svara på mina frågor och ge respons på mitt arbete. Tack för ditt tålamod!

Mitt varmaste tack går till min handledare Monica Campos, National Environmental Research Institute, Department of Policy Analysis, Roskilde, Danmark. Du har guidat mig under hela processen med denna uppsats. Du har sett till att jag har hållit modet uppe och du har fört mig på rätt bana när jag har tappat tråden.

Jag vill även tacka Hanna Appelros vid Länsstyreslen i Jämtlands Län. Tack också till Anna Bergfors, Lantbrukssäljare vid Lantmännen Lantbruk i Östersund. Jag vill även tacka Pål Börjesson vid Lunds Tekniska Högskola som tog sig tid att svara på mina frågor.

Stort tack till Magnus Larserud, mjölkproducent och entreprenör, som har tagit tid från sitt hårt pressade schema att på ett mycket pedagogiskt vis svara på mina frågor och funderingar.

Jag vill även tacka Therese Lindquist, Anna Thunell, Amani Gunawardhene Bäckvall och Malin Karlsson för bra feedback. Jag vill även rikta ett tack till mamma och pappa för konstruktiv kritik och korrekturläsning av min uppsats. Tack också till alla er som har stöttat mig med positiva tillrop under arbetet med min uppsats. Särskilt tack till Simon Eriksson, Annika Pettersson, Linnea Frank, Jennie Olsson, Pia Nordström, Lisa Skoog Dahlman, Caroline Larsson och Jenny Westerberg.

Östersund 12 Mars, 2008.

Karin Tyskling

Sammanfattning

Förbränning av fossila bränslen såsom kol och olja bidrar till den globala uppvärmningen. Klimatförändringarna är ett internationellt problem och dess konsekvenser spås bli mycket dyra. FN har arbetat fram en ramkonvention för att minska utsläppen av växthusgaser. Ett delmål i konventionen är Kyotoprotokollet som ålägger i-länderna att minska sina utsläpp med 5,2 procent under perioden 2008 - 2012 i förhållande till 1990-års utsläppsnivå. EU har som målsättning att fram till år 2020 minska energianvändandet med 20 procent, att 20 procent av all energi skall vara förnybar och att koldioxidutsläppen skall minska med 20 procent. För att uppnå dessa mål skall användningen av energi från biomassa inom den Europeiska Unionen öka med 117 procent.

I Sverige är det främst skogen som bidrar till biobränsleproduktionen. Åkern som biobränsleproducent är en mycket sparsamt utnyttjad resurs. Energigrödor odlas i Sverige på 70 000 hektar jordbruksmark vilket motsvarar tre procent av åkerarealen. Idag produceras ingen bioenergi från jämtländskt jordbruk. Länsstyrelsen i Jämtlands län har i samarbete med företag, kommuner och föreningar i regionen som målsättning att åkerbränslen motsvarande 0,2 TWh skall produceras i Jämtlands län år 2015. För att detta mål skall realiseras krävs att jordbrukarna är villiga att ställa om delar av sin produktion.

Syftet med denna studie är att ta reda på vad jordbrukarna i Jämtland har för *alternativkostnad* för markanvändningen, det vill säga växtproduktionen. Åkermark som enligt Jordbruksverket användes för betes- och slåttervall år 2006 antas utgöra den areal som är tillgänglig för rörflensodling. Målsättningen är att Länsstyrelsens produktionsmål skall uppnås. Studien är avgränsad till ett område inom en radie på sju mil från Östersund. En beräkning av lantbrukarnas alternativkostnad för markanvändningen med hänsyn tagen till resursallokering samt miljö- och produktionsmål genomförs.

Enligt Jordbruksverket var 40 798 hektar jordbruksmark i Jämtland registrerad som använd åkermark år 2006. 36 755 hektar, eller 90 procent av den använda åkermarken nyttjades för slåtter- och betesvall. För att Länsstyrelsens produktionsmål på 0,2 TWh skall uppnås krävs att rörflen odlas på 8696 ha vilket motsvarar 23,7 procent av den tillgängliga arealen.

Resultatet av beräkningen visar att den genomsnittliga alternativkostnaden för rörflen är 201,54 kronor per hektar och år. Den genomsnittliga alternativkostnaden för produktion av vall är 46,43 kronor hektar och år. Detta ger en relativ alternativkostnad för rörflen i termer av vall på 4,34 kronor per odlad hektar. Att odla vall på 100 procent av arealen motsvarar alternativkostnaden av att odla rörflen på 23 procent av arealen. Jämvikt uppnås då rörflen odlas på 6 884 hektar, vilket motsvarar 18,7 procent av den tillgängliga arealen. Den relativa alternativkostnaden för rörflen i termer av vall, då rörflen odlas på 8696 hektar, är 1,34.

Nyckelord: Biobränsle, rörflen, produktionskostnad, alternativkostnad, markanvändning

Abstract

The use of fossil fuels such as coal and gas are a contributor to the global warming. The climate change is a worldwide problem with far reaching consequences that is believed to be very expensive. The United Nations has been introducing a framework convention on climate change. One component of the convention is the Kyoto protocol. The protocol is obligating the developed countries to decrease their emissions of greenhouse gases by 5.2 percent during the time period 2008-2012. The European Union aims to decrease their energy use by 20 percent by 2020. The EU has also as a goal that 20 percent of all energy use should be renewable and the emissions of carbon dioxide should be reduced by 20 percent the year of 2020. To reach these goals, the use of energy from biomass in the European Union will have to increase by 117 percent.

Forest is the primary producer of bio energy in Sweden. Farmland as a producer of bio-energy is a scantily used resource. 70 000 hectares or three percent of all farmland in Sweden, is used for energy crop cultivation. The county of Jämtland is not producing any bio-energy from agriculture at all. The county administrative board in Jämtland in cooperation with regional companies, municipalities and organizations has an ambition to produce 0.2 TWh from agriculture in Jämtland by 2015. To implement this goal the farmers have to be willing to switch parts of their production. Because of the climate in northern Sweden, reed canary grass is known to be the most suitable energy crop in Jämtland.

The purpose of this study is to find out the opportunity cost of the farmland in Jämtland when cropping reed canary grass. The study is restricted to farmland now used for production of pasture. The aim is to satisfy the county administrative board's production goal of bio energy from farmland. The study is limited within a radius of 70 kilometres from Östersund. A calculation of the farmers' opportunity cost of the land use with respect to resource allocation, emission restrictions, and production goals is being done.

According to the Swedish Agriculture Agency 40 798 hectares constituted of farm land registered as used arable land in the county of Jämtland in 2006. 36 755 hectares, or 90 percent of the used arable land, was utilized for pasture production. To fill the county administrative board's production goal 23.7 percent of the arable land, which is equivalent to 8696 hectares, need to be set aside for production of reed canary grass.

Result of the optimization show that the average annual opportunity cost of producing one hectare reed canary grass is 201.54 SEK. The average annual opportunity cost of producing one hectare pasture is 46.43 SEK. The opportunity cost of cropping pasture on 100 percent of the available farm land equal the opportunity cost of producing reed canary grass on 23 percent of the area. State of equilibrium is reached when 6 884 hectares, or 18.7 percent of the available arable land, is allocated for production of reed canary grass. The comparative opportunity cost of reed canary grass in terms of pasture when reed canary grass is cropped on 8696 hectares is 1,34.

Key terms: Bio energy, reed canary grass, production cost, opportunity cost, land use

Lista över förekommande förkortningar

BTC	Biobränsletekniskt Centrum, SLU, Umeå (http://www.btk.slu.se/ShowPage.cfm?OrgenhetSida_ID=7674)
BTK	Enheten för Biomassateknologi och Kemi, SLU, Umeå (http://www.btk.slu.se/)
EU	Europeiska Unionen (http://europa.eu/)
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet (http://www.slu.se/)

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	IX
FIGURFÖRTECKNING.....	X
TABELLFÖRTECKNING	X
1 INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND.....	1
1.2 PROBLEMFÖRMULERING	3
1.3 SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR.....	4
1.4 METOD	4
1.5 TIDIGARE STUDIER	5
1.5.1 Produktionsekonomiska studier.....	5
1.6 DISPOSITION	7
2 KOSTNADSEFFEKTIV MARKANVÄNDNING	7
3 ENERGI FRÅN ÅKER	9
3.1 ENERGIGRÖDOR	11
3.1.1 Salix.....	11
3.1.2 Hampa.....	12
3.2 RÖRFLEN	13
3.2.1 Arealer och lokalisering.....	14
3.2.2 Odlingstekniker	16
3.2.3 Förbränningssegenskaper	18
3.2.4 Förväntade skördenivåer	19
3.2.5 Energiutbyte.....	21
3.2.6 Odlingsekonomi.....	22
4 RESULTAT	24
4.1 SCENARIO I: UTGÅNGSLÄGET	25
4.2 SCENARIO II: JÄMVIKTSLÄGET - BRYTNINGSPUNKTEN	27
4.2.1 Förändring av behovet av insatsfaktorer	28
4.3 SCENARIO III: PRODUKTION AV RÖRFLEN MOTSVARANDE 0,2 TWH.....	29
4.3.1 Nuvärdesberäkningar	30
5 SAMMANFATTANDE DISKUSSION	31
REFERENSER	32
LITTERATUR OCH PUBLIKATIONER	32
INTERNET	34
ANDRA MEDIER.....	36
FÖREDRAG OCH FÖRELÄSNINGAR	36
PERSONLIG KONTAKT	36
BILAGA 1A KOLDIOXIDUTSLÄPP I JÄMTLANDS LÄN	38
BILAGA 1B ENERGIANVÄNDNING I JÄMTLAND ÅR 2005	39
BILAGA 2 LAGRANGIANMETODEN	42
BILAGA 3 GÖDNINGSBEHOV	43

BILAGA 4 ODLINGSAREALER OCH ENERGIUTBYTE.....	44
BILAGA 5 ÅRLIG PRODUKTIONSKOSTNAD FÖR VALL OCH RÖRFLEN.	45
BILAGA 6 ALTERNATIVKOSTNAD FÖR VALL OCH RÖRFLEN.....	46
BILAGA 7A NUVÄRDESBERÄKNINGAR	47
BILAGA 7B KONSTANT RELATIV ALTERNATIVKOSTNAD	49

Figurförteckning

Figur 3.1 <i>Sverige uppdelat i åtta Produktionsområden.....</i>	10
Figur 3.2 <i>Skördenivåer vid vårskördad rörflen i Röbbäckdalen, Umeå och i Ås utanför Östersund.....</i>	20
Figur 4.1 <i>Relativa marginalkostnaden av rörflen i termer av vall, λ_j/λ_i, för olika andelar rörflen av den tillgängliga arealen</i>	27
Figur 4.2 <i>Relativa marginalkostnaden för rörflen i termer av vall, λ_j/λ_i, vid jämvikt.....</i>	28
Figur 4.3 <i>Förändringen av den relativa alternativkostnaden av rörflen i termer av vall vid effektivisering av arbetsinsatsen vid odling av vall.....</i>	29
Figur 4.4 <i>Nuvärdet av den totala alternativkostnaden per hektar för odling av rörflen och vall under en period av 10 år och en real ränta på 4 procent.....</i>	30

Tabellförteckning

Tabell 3.1. <i>Åkerarealens användning i Jämtland år 2006 enligt IAKS</i>	15
Tabell 3.2 <i>Växtnäringsbehov av kväve, fosfor och kalium för rörflen och vall i Nedre Norrland samt faktisk gödning.....</i>	17
Tabell 3.3 <i>Bränsleegenskaper för vårskördad rörflen och bränsle från skogsråvara.....</i>	19
Tabell 3.4 <i>Konventionell bärgad medelskörd (ton ts/ha) för Platon och Bamse år 2000-2004.....</i>	21
Tabell 3.5 <i>Energiutbyte för rörflen i nedre Norrland.....</i>	22
Tabell 3.6 <i>Genomsnittlig årlig produktionskostnad per hektar för vall och rörflen.....</i>	24
Tabell 4.1 <i>Alternativkostnad per insatsfaktor och producerad hektar av vall och rörflen År 1</i>	26
Tabell 4.2 <i>Genomsnittlig årlig alternativkostnad för vall och rörflen.....</i>	26

1 Inledning

Nationalencyklopedin definierar *biobränslen* som en ”energiresurs som erhålls från någon typ av biomassa” (Internet, NE 1, 2007). *Biomassa* definieras vidare som ”vikten av all levande substans, dvs. den sammanlagda vikten av alla levande organismer, inom ett visst område” eller ”inom energitekniken material med biologiskt ursprung som utnyttjas för produktion av biobränslen” (Internet, NE 2, 2007).

Biobränslen kan delas upp i fem olika grupper: trädbränslen, returlutar, torvbränslen, biobränslen från avfall samt agrara bränslen. Med biobränslen från avfall menas sorterat avfall som eldas i avfallsförbränningsanläggningar samt deponigas och rötgas från reningsverk (SJV, 2006, 11). *Agrara bränslen* eller *åkerbränslen* är precis som namnet anger resurser som har sitt ursprung i jordbruket. Agrara bränslen omfattar energigrödor, det vill säga energiskog och energigräs såväl som halm och spannmål för eldning och drivmedelsproduktion. Med *energigrödor* menas: ”odlade växter avsedda som råvara för utvinning av energi” (Internet, NE 3, 2007).

1.1 Bakgrund

Växthuseffekten är en naturlig, och för livet på jorden, alldeles nödvändig företeelse. Tack vare växthusgaserna i atmosfären reflekteras en del av solljuset som lämnar jorden tillbaka till vår planet och värmer dess yta. Utan växthusgaserna skulle jorden vara mycket kall, nästan 35°C kallare än vad den är idag. Genom människans ökade energiförbrukning släpps stora mängder växthusgaser, främst koldioxid, ut i atmosfären. Denna stora tillförsel av växthusgaser förstärker växthuseffekten och bidrar till den globala uppvärmningen. Det finns ett direkt samband mellan förbränning av fossila bränslen som kol, olja och naturgas och den globala uppvärmningen. Den snabba uppvärmningen får förödande konsekvenser för mänskligheten såväl som för djur och natur (Internet, Naturvårdsverket 4, 2007).

Klimatförändringarna kommer att kosta 51 tusen miljarder kronor eller 5,3 procent av världens BNP enligt uträkningar av Nicholas Stern, före detta chefsekonom på Världsbanken. Att inte göra något åt klimatförändringarna är alltså en väldigt dyr affär (seminarium, Nyström, 2007). FN:s ramkonvention mot klimatförändringar antogs 1992 och har som mål att stabilisera utsläppen av växthusgaser på en icke skadlig nivå. Ett delmål i konventionens långsiktiga plan är Kyoto-protokollet. Kyoto-protokollet ålägger i-länderna att minska sina utsläpp med 5,2 procent under perioden 2008 - 2012 i förhållande till 1990-års utsläppsnivå. Mer än 150 länder har anslutit sig till Kyoto-protokollet (Internet, Naturvårdsverket 2, 2007). FN:s två veckor långa klimatmöte på Bali fick en positiv start då Australien skrev på Kyotoprotokollet den 3 december 2007. USA är nu det enda i-landet som inte har ratificerat protokollet (radio, Gustafsson, 2007). Enligt miljöminister Anders Carlgren innebar mötet på Bali ett genombrott för det globala klimatarbetet. Siktet är nu inställt på klimatmötet i Köpenhamn år 2009. Fram tills nästa klimatmöte skall förhandlingar mellan länderna fortgå kontinuerligt. Förhoppningen är att nästa klimatmöte skall leda till konkreta mål avseende utsläppsminskningen (Internet, Regeringskansliet, 2008). Ett sätt att få bukt med utsläppen av växthusgaser är handel med utsläppsrätter, vilket är en modell som redan används som styrmedel inom EU. Bengt Kriström, professor i miljöekonomi, tror att en liknande utsläppsmarknad som den i Europa bör introduceras på global nivå. Kriström förordar handel

och de ekonomiska incitament som redan finns tillgängliga för att minska utsläppen (radio, Kriström, 2007).

EU har arbetat fram en strategi för att uppnå medlemsländernas åtaganden i enlighet med Kyotoprotokollet (Internet, Naturvårdsverket 1, 2007). Den Europeiska Unionen vill vara ledande när det gäller energieffektiv och miljövänlig teknik. Medlemsländernas främsta mål är att bryta sambandet mellan ekonomisk tillväxt och energianvändande. Ett led i arbetet mot detta mål är att utveckla de förnybara energikällorna (SOU, 2007, 227). EU:s energipaket ”20-20-20” innebär att energianvändandet skall minska med 20 procent, att 20 procent av all energi skall vara förnybar och att koldioxidutsläppen skall minska med 20 procent. Dessa mål skall realiseras till år 2020 (seminarium, Nyström, 2007).

Idag står biomassa för ungefär fyra procent av EU:s energianvändning, vilket är ekvivalent med energin från 69 miljoner ton olja. Målet är att biomassa som energibärare skall öka till 150 miljoner ton oljeekvivalenter år 2010, en ökning med drygt 117¹ procent. Dessa åtgärder beräknas minska koldioxidutsläppen med 209 miljoner ton, skapa arbeten åt upp till 300 000 européer och diversifiera energiutbudet inom EU. Genom satsningen på biomassa för energiproduktion förväntas även oljepriset sjunka (Internet, EU:s Webportal, 2007).

Merparten av användningen av bibränslen i Sverige härrör från skogssektorn och inte ens en procent har sitt ursprung i jordbruksnäringen. Storleksskillnaden mellan andelen bibränslen från skogsråvara och bibränslen från åker speglar det faktum att Sverige till stora delar består av just skog. Sverige och Finland är de EU-länder med störst andel skogsmark i förhållande till jordbruksmark. I Sverige finns 22,7 miljoner hektar skogsmark. Detta kan sättas i relation till landets 3,2 miljoner hektar jordbruksmark varav knappt 2,7 miljoner hektar utgörs av åker och resten utgörs av betesmark. Cirka 70 000 hektar, eller tre procent av åkerarealen, utnyttjas idag för odling av olika energigrödor. Energigrödorna används för produktion av värme, el och drivmedel motsvarande mellan 1 och 1,5 TWh (SOU, 2007, 59-60, 76, 138). Detta kan jämföras med Sveriges totala energitillförsel, inklusive distributions- och omvandlingsförluster, som år 2005 uppgick till 630 TWh. Biobränslen inklusive torv, bidrog med 112 TWh vilket motsvarar knappt 18 procent av den totala bruttoenergitillförseln. Kärnkraft, som utgör en stor del av svensk energiproduktion, kräver stora mängder energi i omvandlingsprocessen. Av de 210 TWh som kärnkraften tillförde år 2005 gick 136,8 TWh åt i omvandlingsförluster. Tar man hänsyn till omvandlingsförluster utgör bibränslena därför en större del av energitillförseln, drygt 25 procent (Energimyndigheten, 2006, 9-11).

Användningen av bibränslen för eldnings har ökat allt sedan början av 1990-talet och idag är Sverige störst i världen på pelletseldning (seminarium, Nyström, 2007). År 1992 producerades pellets från skogsråvara till motsvarande 0,024 TWh, 10 år senare hade produktionen ökat till 3,2 TWh. I nuläget har utbredningen av eldnings med bibränslen ökat till den grad att om kraftvärme- och värmeverkens fulla kapacitet utnyttjades skulle resterna från skogsindustrin inte räcka för ytterliggare expansion. Utökat utbud av bibränslen är därför en vital del i den fortsatta utvecklingen av bioenergiindustrin (Larsson, 2006, 29).

Skillnader i infrastruktur, marknadsmönster, tillgänglighet av resurser samt antal och storlek på marknadsaktörerna gör att förutsättningarna för en utvidgning av produktionen av åkerenergi ser olika ut i olika delar av landet (Hillring, 2002, 445). Biomassaskörden är i snitt fyra gånger större i Götaland än i Norrland. Den stora skillnaden i åkermarkens produktivitet är en av orsakerna till att en övervägande del av de agrara bränslena idag produceras i södra

¹ $150 - 69 = 81$. En ökning med 81 milj ton oljeekvivalenter motsvarar en ökning på : $81/69=1,1739 = 117,4\%$.

Sverige. Produktionen av åkerbränslen i Jämtland är begränsad av de klimatförhållanden som råder i regionen. Hur mycket energi som kan alstras ur det jämtländska jordbruket beror vidare på vilka energigrödor som odlas, på vilket sätt de odlas och på den mark som tas i anspråk (SOU, 2007, 75-76). Viktigt är också att beakta transporter av bibränslet från åker till kraftvärme- och fjärrvärmeanläggningar. Transporter på över sju mil är ofta ekonomiskt ohållbara. I Norrland är behovsunderlaget mindre än i mer tätbefolkade områden i Götaland och Svealand. Avsättningsmöjligheterna för åkerbränslen i Jämtland är relativt små och transportsträckorna är ofta långa (pers. kont., Lundquist, 2007).

Av Jämtlands nästan 60 000 hektar jordbruksmark utgör åker drygt 42 000 hektar. Åkermarken utnyttjas främst för odling av vall och endast 109 hektar används för odling av *övriga grödor*, där bland annat energigrödor ingår (SJV, 2007, 1). En central faktor för den agrara bioenergens framtid i Jämtland är hur lönsamheten i branschen förväntas se ut. Lönsamheten är i sin tur i stor utsträckning beroende av de styrmedel som används för att gynna produktionen av bioenergi från åker (SOU, 2007, 75-76). Lönsamheten styrs naturligtvis också av efterfrågan på avsättningsmarknaden. I Jämtland har efterfrågan på agrara biobränslen varit mycket liten på grund av den hårda konkurrensen från skogsbränslen (pers. kont., Lundquist, 2007).

1.2 Problemformulering

Jämtlands län har ett regionalt miljömål som innebär att utsläppen av växthusgaser per capita i länet skall minska med 50 procent till år 2020 räknat från 1990-års utsläppsnivå (Internet, Regionala miljömål, 2008). År 1990 uppgick koldioxidutsläpp per invånare i Jämtlands län till 5212 kg per invånare. 14 år senare, år 2004, var utsläppen av koldioxid per invånare i Jämtlands län 4444 kg vilket motsvarar en minskat med 15² procent (Internet, SCB 1, 2008) (se Bilaga 1a). För att det regionala miljömålet skall uppnås krävs att utsläppen minskar med ytterliggare drygt 1800³ kg per capita räknat från 2004-års utsläppsnivå. År 2020 skall de årliga utsläppen av koldioxid per invånare i Jämtlands län inte överstiga 2606 kg. Den slutliga användningen av energi inom jordbruks-, skogsbruks- och fiskenäringen uppgick år 2005 till 3,8 procent av den totala användningen av energi i jämtlands sju kommuner (se Bilaga 1b). Det jämtländska jordbrukets energianvändning och dess utsläpp av växthusgaser är inte känt (Internet, SCB 2, 2008).

Länsstyrelsen i Jämtlands län har, i samarbete med landstinget, länets kommuner samt företag och föreningar i regionen, fastslagit ett antal miljömål. Ett av delmålen är att öka exporten av fossilbränslefri energi med 2,6 TWh per år. Länsstyrelsen i Jämtland anser att det finns stor potential för biobränslen i regionen. Idag exporteras 10 TWh elenergi från Jämtlands län, varav vattenkraft utgör den största delen. Skogsråvara exporteras från länet motsvarande 7-10 TWh per år. Den ökade exporten av förnyelsebar energi ska uppnås bland annat genom en kraftig tillväxt av den agrara bioenergin, från ingen produktion alls år 2005 till en årlig produktion motsvarande minst 0,2 TWh år 2015. Länsstyrelsen uppger att produktionen av energigrödor, förädlingen av energibärarna samt transporter av biobränslen skall stimuleras (Länsstyrelsen Jämtlands Län, 2006, 9-10). Det regionala produktionsmålet på 0,2 TWh innefattar alla typer av åkerbränslen, det vill säga både el, värme och drivmedel. Val av

² (5212-4444)/5212=0,14735...

³ 4444 - (5212/2)=1838.

grödor och odlingssystem lämnar länsstyrelsen åt marknaden att bestämma (pers. kont., Brandén, 2007).

För att Länsstyrelsens produktionsmål skall realiserats krävs att jordbrukarna är villiga att lägga om delar av sin produktion. Vad som fordras för att detta skall inträffa är att jordbrukarna tjänar minst lika mycket på en omläggning av markanvändningen som de tjänar på den nuvarande produktionen. Ur ett produktionskostnads perspektiv är det användningen av produktionsfaktorerna och marknadspriset på dessa som är avgörande för produktionsbeslutet (SOU, 2007, 268).

1.3 Syfte och avgränsningar

Denna studie syftar till att undersöka vad jordbrukarna i Jämtland har för *alternativkostnad* för markanvändningen, det vill säga växtproduktionen, vid odling av grödor för energiändamål.

Studien omfattar ett geografiskt område inom en radie på sju mil från Östersund. Odlingsalternativen antas vara konventionell odling och energigrödor. Den konventionella odlingen utgörs av slätter- och betesvall och med energigrödor menas energigräset rörflen. Vallarna används för att täcka foderbehovet på den egna gården. Den tillgängliga arealen utgörs av den mark som år 2006 var registrerad som mark som användes till odling av vall. Avsättningsmarknaden för rörflen antas vara storskalig förbränning i värme- och kraftvärmeverk inom en radie på sju mil från Östersund. Studien tar inte hänsyn till mark som ligger i träda. I denna studie bortses från möjligheten att arrendera mark.

Genom att utföra en beräkning avseende optimering av produktionskostnaderna under ett produktionsmål och ett koldioxidutsläppsmål besvaras följande frågeställningar:

- Vad är den relativa alternativkostnaden för rörflen i termer av vall?
- För vilka proportioner av konventionell odling och energigrödor uppnås jämvikt, om beslutsregeln baseras på minimering av produktionskostnaden?
- Vad har jordbrukarna för alternativkostnad om rörflen skall odlas i den omfattningen att det regionala produktionsmålet på 0,2 TWh härrörande agrara bränslen skall realiserats?

1.4 Metod

Studien består av en teoretisk del och en empirisk del. Utgångsläget för den teoretiska delen av studien är ett kostnadsminimeringsproblem. Målet är att finna de optimala villkoren för lantbrukarnas alternativkostnad för markanvändningen med hänsyn tagen till resursallokering och regionala miljö- och produktionsmål. Den empiriska delen av uppsatsen grundas på data om markanvändningen i området och hämtas från Jordbruksverkets statistisk avseende år 2006. Kvantiteter av arbetsinsats, maskintimmar och gödningsmedel erhålls från kalkyler i Agriwise. Agriwise är en internetbaserad informationskälla med samlade forskningsresultat, statistik och kalkyler från hela landet för jord- och skogsbruk. Ansvarig utgivare är Karin

Hakelius vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala (Internet, Agriwise, 2008). Prisuppgifter på utsäde fås från Lantmännen. Insamlad data används för att finna optimeringsvillkoret och slutligen kommer en simulering av optimeringsvillkoret att genomföras med hjälp av Excel.

1.5 Tidigare studier

Utredningen om jordbruket som bioenergiproducent har på regeringens uppdrag gjort en omfattande undersökning om den agrara bioenergins roll i det svenska energisystemet. Studien ger en tämligen ingående bild av vilken typ av åkerenergi som produceras i Sverige idag. I undersökningen utreds vilka odlingssystem som används och hur avsättningsmarkanden ser ut. Utredningen syftar bland annat till att söka göra en uppskattning om den agrara bioenergins framtida potential. Potentialuppskattningarna är gjorda utifrån fem möjliga scenarier. Ett av scenarierna representerar nuläget och de andra fyra scenarierna illustrerar möjliga framtidsbilder utifrån olika förutsättningar vad avser bioenergins genomslagskraft och prisnivå på energi. Potentialuppskattningarna är även gjorda med olika antagande om vilken typ av och hur mycket mark som kan tas i anspråk. Utredningsgruppen har bland annat tittat på hur mycket agrara bränslen som teoretiskt sett kan produceras om all befintlig mark i träda används. Andra tänkbara alternativ, som att den mark som idag används för spannmålexport tas i anspråk, har också utretts. En annan möjlighet är att hela 20 procent av Sveriges åkerareal, i kombination med förbättrad odlingsteknik, avsätts för tillverkning av biobränslen (SOU, 2007).

Den statliga utredningens resultat grundar sig på relativt generella antaganden då landet är uppdelat i åtta stora produktionsområden. Potentialbedömningar visar inte på åkerenergins möjligheter på en lokalspecifik nivå. Potentialuppskattningar har också gjorts av bland annat Klimatkommittén, Oljekommissionen, LRF, Lantmännen, Naturvårdsverket, Svenska bioenergiföreningen och Energimyndigheten. Pål Börjesson vid Lunds Tekniska Högskola, har också gjort en potentialbedömning för svensk åkerenergi. Likaså har Karin Ericsson och Lars Nilsson vid Lunds Tekniska Högskola sökt uppskatta de agrara bränslenas framtid. Dessa bedömningar av åkerenergins kapacitet ger skiftande resultat men syftar alla till att ge en övergripande bild av den agrara bioenergins möjligheter i Sverige (Energimyndigheten, 2007).

Syftet med vissa av studierna är att göra teoretiska bedömningar om åkerbränslenas potential. Andra undersökningar syftar till att ge realiserbara potentialuppskattningar. Produktionskapaciteten för energiskog av typen salix varierar kraftigt mellan utredningarna och det finns heller inte någon gemensam tidsram. De olika förutsättningarna i studierna gör det svårt att jämföra resultaten (Energimyndigheten, 2007). Potentialbedömningarna bör inte ses som prognoser för bioenergins utveckling utan snarare som räkneexempel, grova kvantifieringar och i vissa fall ett uttryck för politiska målsättningar och affärsvisioner. Studierna avser inte ge en beskrivning av den ekonomiska potentialen (SOU, 2007, 323-348).

1.5.1 Produktionsekonomiska studier

Bedömningar av den långsiktiga potentialen för energiskog av slaget salix och energigräset rörfilen har i olika studier uppskattats till mellan 24 och 48 TWh i Sverige. För att kunna göra ekonomiskt möjliga uppskattningar av kapaciteten krävs att lönsamheten i produktionen värderas. BTK publicerade år 2001 en rapport där produktionsekonomi för odling av rörfilen

under svenska förhållanden presenteras. En produktionsekonomisk studie utifrån svenska förhållanden har även genomförts av Sylvia Larsson vid SLU i Umeå (Larsson, 2006, 29). Lars Jonasson har i samarbete med Svensk Lantbruksforskning, Kungliga skogs- och lantbruksakademien samt Lantmännen gjort en potentialbedömning för agrar energi i Sverige under förutsättning att oljepriset stiger, och förblir, på en nivå på 100 \$ per fat (Energimyndigheten, 2007).

Jonasson har med hjälp av en matematisk programmeringsmodell sökt utröna vad ett bestående oljepris på 100 \$ per fat har för effekter på marknaden för agrara bränslen i EU:s medlemsländer. I modellen ingår produktionskostnaderna från gård till slutlig användning. Studien tar hänsyn till en mängd olika variabler såsom tillgång och priser på insatsmedel, efterfrågan på livsmedel, transportkostnader och energiskatter. Jonasson har analyserat effekterna för varje enskilt medlemsland med extra stringens avseende den svenska marknaden. Den totala agrara bibränsleproduktionen beräknas uppgå till drygt 25 TWh i Sverige. Spannmål till etanolproduktion och förbränning antas kunna utgöra mer än 60 procent av energiproduktionen. Salix förväntas bidra med drygt 27 procent av den totala agrara bioenergin vilket motsvarar 6,9 TWh. I Lars Jonassons beräkningar finns inte rörflen med som produktionsalternativ. Osäkerheten i beräkningarna är stora varför resultaten bör tolkas med försiktighet (SOU, 2007, 342-343).

Sylvia Larsson använder en partiell jämviktsmodell för att skapa en utbudsfunktion för rörflen i Västerbotten under olika bidragssystem. Syftet med studien är att se hur utbudet av rörflen i Västerbotten beror av nivåerna på EU-bidragen. Hypotesen är att rörflen väljs om nettoinkomsterna är lika med, eller överstiger, nettoinkomsterna för den alternativa odlingen. Uppgifter från Agriwise används för att räkna ut produktionskostnaderna. Den genomsnittliga årliga produktionskostnaden räknas fram med hjälp av annuitetsmetoden. Genom uppgifter på den årliga produktionskostnaden, värdet på EU-bidragen och alternativkostnaden för jordbruksmarken samt den genomsnittliga energiproduktionen kan brytningspunkten för energipriset (break-even price) hittas (Larsson, 2006, 31-32).

År 2001 publicerade BTK en rapport där hela produktionskedjan för rörflen, från plantering till förbrukning av slutprodukten studeras. Olika användningsalternativ och förädlingssystem undersöks. Slutsatsen är att ett flertal av dessa, vid tidpunkten för rapportens publicering, redan var eller troligen skulle bli lönsamma. Beräkningar har gjorts på bland annat kostnadernas fördelning över tid vid anläggning av röflensodlingar, bränsleprisernas betydelse för lönsamheten och gödningsnivåernas inverkan på ekonomin. Lönsamhetsberäkningar har gjorts för odlingar anlagda i Östergötland. I rapporten presenteras även vad det finns för potential för rörflen i Västerbotten och Mälardalen. Författarna bakom BTK-rapporten har tagit fram en standardkalkyl innehållande kostnader för och kvantiteter av utsäde, ogräsbekämpning, kväve-, fosfor- och kaliumgödning. Kostnaden och behovet av tillsyn, harvning, plöjning och transport likväl som arrendekostnader har tagits med i beräkningarna.

I BTK-rapporten tittar man extra noggrant på så kallade flaskhalsar, led i produktionskedjan som stoppar upp tillverkningen av slutprodukten. Författarna drar slutsatsen att den största lönsamheten vid röflensodling uppnås när produkten används både i massatillverkning och som bibränsle. För att en kombinerad massatillverkning och bibränsleproduktion skall realiseras uppskattas att minst 40 000 hektar behöver avsättas för röflensodling. Försök med finpapperstillverkning med uppemot 70 procent röflensinblandning har utförts med goda resultat i Finland. För bästa resultat bör rörflen användas för massatillverkning i massabruk

som idag används för både löv- och barrträd. I studien bedöms att utvidgningen av marknaden måste ske i etapper. Introduktion av anläggningar som tillverkar briketter för eldning i transformerade oljepannor antas vara ett första steg. Nästa led i marknadsutvecklingen bör vara pelletstillverkning för större anläggningar (Olsson m.fl., 2001, 5, 49).

Denna uppsats tillägg till forskningen på området är att *alternativkostnaden* söks, vid en kostnadseffektiv produktion, när *en viss volym måste produceras i en viss region*. Utgångspunkten är alltså att ett produktionsmål skall uppfyllas och efter de premisserna studeras optimeringsvillkoret.

1.6 Disposition

I nästkommande avsnitt presenteras den teoretiska bakgrunden. Här knyts problemformuleringen till den mikroekonomiska modell som används i studien. I kapitlet redogörs för de antaganden som görs och behandlade variabler tolkas. I kapitel tre sammanställs all bakgrundfakta som är nödvändig för att uppnå syftet med denna uppsats. I avsnitt fyra presenteras resultatet som sedan tolkas och diskuteras i kapitel fem.

2 Kostnadseffektiv markanvändning

När en jordbrukare skall bestämma vad och hur mycket som skall odlas ställs hon eller han inför ett optimeringsproblem. Det kan antingen ses som ett maximeringsproblem där målet är att maximera den totala avkastningen av växtodlingen, eller, som i denna studie, ett minimeringsproblem där syftet är att minimera produktionskostnaden.

Anta ett jordbruksföretag som har två växtodlingsalternativ: konventionell odling och energigrödor. Jordbrukaren ställs inför uppgiften att besluta vad och hur mycket som skall produceras. Givet att hela åkerarealen används kan jordbrukaren välja att odla konventionella grödor och/eller energigrödor. Den totala växtproduktionen kan definieras enligt $Q(q_i, q_j)$ i

ton per hektar där $q_i = \frac{Q_i}{Q}$ är andelen konventionell odling och $q_j = \frac{Q_j}{Q}$ anger andelen energigrödor. Detta ger $Q = Q_i + Q_j$, det vill säga all åkermark fördelas på produktion av konventionella grödor (vall) och energigrödor (rörflen).

Produktionen sker med hjälp av en mängd insatsfaktorer. Sambandet mellan användningen av insatsfaktorerna och producerad mängd definieras genom en produktionsfunktion. Insatsfaktorerna i produktionsfunktionen är arbetsinsats, kapitalstock, energiförbrukning samt teknikanvändning. Kapitalstocken består av de maskiner och inventarier som krävs för växtproduktionen. Energiförbrukningen avser diesel för drift av traktor. Teknikanvändningen avser användningen av konstgödsel. Det antas att samma insatsfaktorer krävs vid rörflensodling såväl som vid vallproduktion. Det som skiljer odlingsalternativen åt är omfattningen av insatsfaktorerna och dess inbördes relation.

Produktionsfunktionen skrivs i generell form enligt:

$$(1) \quad Q(q_i, q_j) = f(x_i, x_j).$$

Där (x_i) är de insatsfaktorer som krävs för konventionell odling och (x_j) är de insatsfaktorer som krävs för produktion av energigrödor. Emissionsmängden (u) som genereras under produktionen härrör från användningen av energi och teknik. Produktionen skall uppnå ett miljömål som innebär att näringsläckage från åkermarken och utsläppen av koldioxid, CO_2 , inte får överstiga en viss nivå (\bar{u}). Vilket ger:

$$(2) \quad u(x_i, x_j) \leq \bar{u}$$

Produktionskostnaden beror av mängden rörliga insatsfaktorer som används för växtproduktionen och dess anskaffningspris. Jordbrukaren antas skaffa sina insatsfaktorer på en konkurrensutsatt marknad och är därför *pristagare*. Insatsfaktorerna värderas vid rådande marknadspriser för en viss tidpunkt. Vidare antas att jordbrukaren minimerar sina produktionskostnader enligt:

$$(3) \quad \begin{aligned} \min C(p(x_i, x_j), Q) \text{ u.b.} \\ f(x_i, x_j) = Q \\ u(x_i, x_j) \leq \bar{u} \end{aligned}$$

Där p är priset på insatsfaktorerna. Jordbrukaren minimerar sina produktionskostnader under två bivillkor. Det första villkoret innebär att för en viss producerad mängd Q behövs en bestämd mängd insatsfaktorer. Det andra villkoret innebär att produktionen inte får bidra med utsläpp av koldioxid och näringsämnen överstigande miljömålet \bar{u} .

Ekvation (3) kan ställas upp som en *Lagrangefunktion* enligt (Sydsæter, 1999, 413):

$$(4) \quad L_{x_i, x_j, \lambda, \mu} = C(p(x_i, x_j), Q) + \lambda [Q - f(x_i, x_j)] + \mu [u(x_i, x_j) - \bar{u}]$$

Lagrangianmultiplikatorn λ anger approximativt förändringen av produktionskostnaderna då användningen av insatsfaktorerna förändras. Lagrangianmultiplikatorn μ anger den optimala nivån på emissionerna härrörande användningen av energi och teknik. μ kan tolkas som förändringen i emissionsmängden då användningen av energi och teknik ändras med en enhet.

Första ordningens villkor (FOV) erhålls genom derivering av Lagrangefunktionen (4) med avseende på insatsfaktorerna x_i och x_j samt Lagrangemultiplikatorerna λ och μ . FOV ger:

$$(4a) \quad \frac{\partial L}{\partial x_i} = \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x_i} - \lambda \frac{\partial f}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial u}{\partial x_i} = 0$$

$$(4b) \quad \frac{\partial L}{\partial x_j} = \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x_j} - \lambda \frac{\partial f}{\partial x_j} + \mu \frac{\partial u}{\partial x_j} = 0$$

$$(4c) \quad \frac{\partial L}{\partial \lambda} = Q(q_i, q_j) - f(x_i, x_j) = 0$$

$$(4d) \quad \frac{\partial L}{\partial \mu} = u(x_i, x_j) - \bar{u} \leq 0$$

Ekvationen (4c) är bindande då användningen av insatsfaktorerna är lika med producerad mängd, $Q(q_i, q_j) = f(x_i, x_j)$. Ekvationen (4d) är bindande när producerad mängd emissioner är lika med det tillåtna miljömålet $\bar{u} = u(x_i, x_j)$. Restriktionen är däremot inte bindande om emissionerna understiger det tillåtna värdet $\bar{u} > u(x_i, x_j)$.

Ekvationer (4a) och (4b) kan uttryckas som (se Bilaga 2):

$$(5a) \quad \lambda_{xi} = \frac{p + \mu_{xi} u_{xi}}{f_{xi}}$$

$$(5b) \quad \lambda_{xj} = \frac{p + \mu_{xj} u_{xj}}{f_{xj}}$$

Givet att ekvationer (4c) och (4d) är bindande anger ekvationer (5a) och (5b) *skuggpriset* för produktionen av konventionella grödor och energigrödor. Lantbrukaren kommer att omvandla produktionen från konventionella grödor till energigrödor om $\lambda_{xi} \leq \lambda_{xj}$. Omvandlingen av produktionen kommer att bero dels på förändringar i produktionskostnader då marginalprodukten av samtliga insatsfaktorer förändras, $\frac{p}{f_{xi}} \leq \frac{p}{f_{xj}}$, och dels på förändringar i emissioner då marginalprodukten av insatsfaktorer som energi och teknik förändras,

$$\frac{\mu_{xi} u_{xi}}{f_{xi}} \leq \frac{\mu_{xj} u_{xj}}{f_{xj}}.$$

3 Energi från åker

Agrara bränslen kan dels utgöras av specifikt utvecklade energigrödor och dels av traditionella jordbruksgrödor. De livsmedels- och fodergrödor som används till energiändamål är till exempel vete, havre, raps, vall och sockerbeter. Till de nya energigrödorna hör bland annat energiskog av typen salix, majs samt energigräs såsom hampa och rörflen. Snabbväxande trädslag som hybridasp och hybridpoppel samt gran kan också odlas i syfte att producera bioenergi på åkermark (Börjesson, 2007, 55).

Jordbrukets framtid som energiproducent är beroende av lönsamheten för de konkurrerande produktionsalternativ jordbrukarna har för sin mark. De relativa priserna på biobränslen och andra energiresurser är också av stor betydelse. Hur stora delar av jordbruksmarken som kan användas till ändamålet samt den teknologiska utvecklingen är också viktiga faktorer för åkerenergins utveckling (Johansson & Lundqvist, 1999, 90). Sveriges nuvarande energipolitik formades efter oljekrisen 1973-1974. Dess mål och utformning har haft stor betydelse för marknadsutvecklingen för åkerbränslen. Under årens lopp har motiven till att från politiskt

håll gynna produktionen av energigrödor skiftat. Idag är det i första hand strävan efter en långsiktigt hållbar och klimatneutral energiförsörjning som står i fokus (SOU, 2007, 218).

Kommissionen mot oljeberoendet förordar storsatsningar på bibränslen från åker och skogsmark. I kommissionens slutrapport föreslås att mellan 300 000 och 500 000 hektar skall användas för odling av grödor för bibränsleproduktion i Sverige år 2020. Tanken är att den agrara bioenergin skall användas till produktion av drivmedel. Målet är att minska den totala mängden diesel och bensin med 40-45 procent år 2020 (Kommissionen mot oljeberoende, 2006, 12-13). Hur realiserbart Oljekommissionens mål är beror i mångt och mycket på hur mycket mark som antas kunna tas i bruk för odling av energigrödor. Olika studier som syftar till att uppskatta den framtida potentiella energiproduktionen från jordbruket har gett mycket skiftande resultat. Enligt en studie gjord av Pål Börjesson vid Lunds tekniska högskola kan 21 TWh utvinnas från salix och rörlfen som odlas på 400 000 hektar åkermark. LRF däremot bedömer att 10-20 TWh kan fås från en areal på 500 000 - 600 000 hektar. Att det finns kapacitet för ett utökat uttag av bibränslen härrörande jordbruket är dock de flesta bedömarena eniga om (Energimyndigheten, 2007, 61-67).

Produktionsförutsättningarna för energi från åkern är högst regionspecifika och därför brukar Sverige delas upp i åtta olika produktionsområden, där Jämtland tillhör nedre Norrland. På kartan nedan går att se att produktionsområde nedre Norrland utgör en mycket stor del av landets yta, trots detta representerar produktionsområdet knappt sju procent av Sveriges åkerareal. Produktiviteten på den norrländska åkermarken är dessutom låg. Cirka 2,5 procent av landets totala biomassaproduktion härstammar från åkermark i nedre Norrland (Börjesson, 2007, 31).



Figur 3.1 Sverige uppdelat i åtta Produktionsområden (Internet, Agriwise 3, 2007).

Pål Börjesson har på uppdrag av Jordbruksdepartementet försökt estimerat hur mycket energi som kan produceras från svenskt jordbruk. Kalkylerna är gjorda utifrån olika antaganden om vilken typ av mark och hur stora arealer som kan avsättas för ändamålet. I Norrland beräknas den största avkastningen uppnås om högväxtande grödor odlas på mark i träda. Med mark i träda menas all befintlig trädesareal, alltså både obligatorisk och frivillig träda. Stor potential förväntas även finnas på överskottsarealer av vall där högväxtande energigrödor kan odlas.

Idag råder överproduktion av grovfoder i Sverige. Överskottsproduktionen motsvarar 30 procent av det totala behovet av grovfoder och utgör nio procent av Sveriges åkerareal. I utredningen beräknas att 5-8 TWh kan produceras på den överflödiga vallarealen varav 10-15 procent (0,5-1,2 TWh) uppskattas härröra från det norrländska jordbruket. Potentialen för agrara bränslen från nedlagd jordbruksmark skulle kunna vara ganska stor i Norrland. Det beror emellertid på vilken kvalitet den nedlagda marken har och hur stora arealer som finns att tillgå. Osäkerheten i beräkningarna blir därför stora (Börjesson, 2007, 91-101).

3.1 Energigrödor

Energigrödor är till skillnad mot många traditionella jordbruksgrödor ofta fleråriga. Att ersätta ettåriga grödor med fleråriga växter har ett flertal positiva effekter på miljön. Näringsämnen i avfall från kommunernas reningsverk kan i vissa fall återföras till marken genom spridning av slam på odlingarna. De fleråriga grödorna bidrar även till ökad biologisk mångfald och minskad jorderosion. Andra goda egenskaper som de fleråriga växterna har är att de bidrar till mindre mängder tungmetaller i marken och mindre näringsläckage i jämförelse med traditionella ettåriga jordbruksgrödor. Dessa miljövinster skulle kunna påverka det ekonomiska värdet av att odla fleråriga energigrödor. Till exempel bidrar minskad erosion till direkta minskade produktionskostnader. Gödning med slam leder till minskade deponikostnader för kommunerna och minskade produktionskostnader för jordbrukarna. Fleråriga grödor binder mer kol över tid än ettåriga grödor. Genom att ersätta ettåriga grödor med fleråriga växter erhålls alltså en minskning av växthuseffekten. Miljövinsten av ett ökat koldioxidupptag kan emellertid vara svåra att uppskatta i monetära termer (Börjesson, 1999, 155-157).

3.1.1 Salix

Salix är det latinska samlingsnamnet på flera hundra olika busksorter av vide och pil. Den kultiverade varianten av salix är en benämning på snabbväxande vide- och pilarter som odlas i energisyfte. Odlingarna består av täta bestånd av särskilt framtagna sorter som används som bränsle i kraftvärme- och fjärrvärmeanläggningar. Växtförädling i syfte att få fram salixsorter speciellt lämpade för bioenergiproduktion har förekommit sedan 1970-talet (Internet, Lantmännen Agroenergi, 2007).

Salix är den växt som på flera sätt är den mest lovande av energigrödor. Nettoenergiutbytet och avkastningen för salix är högre än för andra konkurrerande energigrödor (SOU, 2007, 173). Med de kommersiella sorter som är tillgängliga idag och med gängse odlingsteknik kan skördenivåer på mellan sju och tio ton ts⁴ per hektar och år erhållas. Genom bättre odlings- och skördeteknik och nya salixsorter kommer avkastningen sannolikt att bli ännu högre (Börjesson, 2007, 55-56). Salix spås bli lönsamt på sikt och det finns redan idag lokala och regionala marknader för eldning av salix i fjärrvärme- och kraftvärmeverk. I en statlig utredning från 2007 bedöms att salixodlingar på minst 200 000 hektar kommer att vara ekonomiskt bärkraftig i Sverige år 2020.

I början av 1990-talet gjordes stora satsningar på salix och generösa bidrag betalades ut till jordbrukare som började odla växten. Denna jordbrukspolitik gav dock inte det uppsving för

⁴ Torrsubstans, bruttoskörd exklusive vattenmassan.

marknaden av åkerenergi som förväntades. Idag odlas salix endast på cirka 15 000 hektar i hela landet. Utredningen om jordbruket som bioenergiproducent har kommit med en rad förslag till politiska åtgärder för att stimulera marknaden för salix. Ett av dem är att införa en så kallad *kontraktspremie* som innebär att det företag som förbinder sig att köpa salix från nyetablerade odlingar erhåller en bonus.

Skälen till att salix inte på allvar har slagit igenom som energigröda är bland annat den höga risk som investeringen innebär. Genom att salixodlingen binder upp marken i många år har ett extra lönsamhetskrav på 2000 kronor per hektar och år lagts till i kalkylerna. Den extra kostnaden som tillfaller salix har också till syfte att kompensera den förfulning av landskapsbilden som odlingarna anses medföra. En annan aspekt som har hållit tillbaka marknadsutvecklingen är brist på konkurrens på utbud av sticklingar (idag är det endast ett företag som säljer sticklingar och hyr ut skördemaskiner) (SOU, 2007, 108-111, 170-175).

Salix odlas i princip bara på marker söder om Dalälven. Växtförädlingen fortsätter emellertid och det är troligt att sorter lämpade för det norrländska klimatet kommer att finnas tillgängliga i framtiden (Börjesson, 2007, 56). Det är den naturliga klimatgränsen vid Dalälven som gör att det är svårt att odla salix i norra Sverige. Det har förekommit försöksodlingar längs norrlandskusten samt i Hedemora. Dessa odlingar är gjorda med äldre salixsorter som är frosttåliga men som istället blir utsatta för svampangrepp. Då kustklimatet skiljer sig från inlandsklimatet i Jämtland är dessa försöksodlingar inte intressanta för denna studie. Försök med de frosttåliga sorterna *Doris* och *Gudrun* har gjorts i Uppsala med goda resultat (pers. kont., Nordh, 2007).

Martin Weih vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala hävdar att växtperioden i Jämtland är för kort för att odla salix. Salixodlingar i norra Sverige kan dessutom ha en negativ inverkan på landskapsbilden. I södra Sverige kan en salixodling vara ett positivt inslag i ett annars monotomt slättlandskap. I Norrland är emellertid förhållandet det motsatta då skogsbygder är dominerande. Det har gjorts försök med poppel i Umeå som har givit en avkastning på uppemot 15 ton per hektar. Det skulle eventuellt kunna gå att odla salix i Norrland med liknande resultat. Det är dock mycket viktigt att skilja på teoretisk möjlig avkastning och den som i verkligheten är realiserbar (pers. kont., Weih, 2007). Ett annat problem med salixodlingar är de höga etableringskostnaderna. Det finns heller inte mycket åkermark i Jämtland som inte redan används för animalieproduktion (pers. kont., Örberg, 2007).

Enligt Stig Larsson, växtförädlare vid Svalöf Weibull är det redan idag möjligt att odla salix i Jämtland. Ett faktum är att växtförädlingen har gjort stora framsteg och Svalöf Weibull har tagit fram åtminstone fem sorter som är lämpade för det norrländska klimatet. Försöksodlingar med frosttåliga salixsorter har genomförts i Röbbäcksdalen i Umeå (pers., kont., Larsson Stig, 2007). Det är oklart vilken som i nuläget driver projektet i Röbbäcksdalen och inga dokumenterade resultat finns att tillgå (pers. kont., Örberg, 2007). Då det inte finns några stöd för att salix framgångsrikt går att odla i Jämtland antas i denna studie att salix inte är ett odlingsalternativ i regionen.

3.1.2 Hampa

Hampa är en ettårig växt som, om den används som energigröda, skördas under hösten eller vårvintern då bladen har fallit av. Växten trivs bäst på mullrik jord och i försöksodlingar i

Skåne har en avkastning på 6,5-10 ton ts per hektar erhållits. Hampa bedöms ha störst potential på de mullrika jordarna på Gotland (Börjesson, 2007, 60-62, 140).

I försöksodlingar genomförda i Jämtland har en avkastningsnivå på tio ton ts per hektar och år uppnåtts. Det har dock visat sig att storleken på skördarna har varierat kraftigt även inom samma område. Orsakerna till den stora variationen i skördenivå är oklara och sambandet mellan skördetidpunkt och avkastning är inte känt. En avkastningsnivå på tio ton ts per hektar och år tros dock vara ett rimligt antagande på välskötta odlingar på rätt jordar. Det är möjligt att skördenivåerna kan bli ännu större på mycket mullrika och bördiga marker.

Utsädet utgör en relativt stor del av produktionskostanden. Fortsatt forskning vad avser näringsbehov och hampasorter lämpade som biobränsle krävs för ett effektivt utnyttjande av grödan (Sundberg & Westlin, 2005, 25-26). Sådd och gödning medför idag inga större svårigheter. I nuläget är dock skördetekniken bristfälligt utvecklad. De trädliknande stammarna och kraftiga fibrerna i hampan gör att vanliga jordbruksmaskiner fungerar dåligt vid skörd. Fibrerna har en förmåga att trassla in sig i maskinerna och det föreligger stor risk för kostsamma maskinskador. Den skördade hampan briketteras eller pelleteras. Denna process kan orsaka vissa problem på grund av hampans fiberstruktur. Brikettering är det billigaste alternativet och 90-95 % av briketterna säljs till värme- och kraftvärmeverk (Forsberg m.fl., 2006, 10-11, 24). Det har dock visat sig att hampans starka fibrer även orsakar problem vid förbränning (pers. kont., Lundquist, 2008).

Hampans främsta användningsområde tros vara storskalig förbränning för värme och elproduktion. Få förbränningstester är gjorda och därför är osäkerheten om hur hampa fungerar som biobränsle stor (Börjesson, 2007, 60-62, 140). På grund av okunskapen om hampa som energigröda kommer grödan inte behandlas ytterligare i denna uppsats.

3.2 Rörflen

Rörflen, *Phalaris arundinacea L.*, är ett flerårigt gräs som växer naturligt i hela Sverige. Rörflen är en vanligt förekommande växt och hittas främst i våtmarker, i dikeskanter och i närheten av vattendrag. Rörflen föredrar lätta, mullrika jordar med god vattentillgång. Gräset blir upp till en och en halv meter högt och liknar vass. Arten bildar stora bestånd och bladen är breda och styva, liknande vassblad (Internet, Naturhistoriska riksmuseet, 2007). Rörflen är ett vintertåligt gräs med jämn avkastning och en livslängd på minst tio år (Internet, SLU, 2007).

Traditionellt har rörflen främst odlats som grovfoder i mjölkproduktion och det är rörflenstypen *Platon* som flitigast har används. Sedan slutet av 1980-talet har emellertid växtförädling i syfte att få fram sorter av rörflen lämpade för energiändamål ägt rum. Den typ av rörflen som hittills har kommit ut på marknaden som ren energigröda är *Bamse* (Börjesson, 2007, 58). Bamse har i odlingsförsök uppvisat en uppemot 20 procent högre skördenivå än Platon. Ytterligare växtförädling är på gång och det finns sorter under utveckling som förväntas ge en upp till 30 procent högre avkastning än Platon (Olsson m.fl., 2001, 10). Syftet med växtförädlingsarbetet är att få fram sorter med så stora skördar ts som möjligt. Förädlingsarbetet görs även i avsikt att frambringa typer av rörflen med små blad, hög resistens mot skadegörelse, kraftiga långa strån och stor andel fruktsamma skott (Larsson m.fl., 2006, 8).

Rörflen går att odla i hela landet men det anses som särskilt lämpligt att odla grödan i Norrland. Energigräs passar det norrländska klimatet och miljön bättre än energiskog. Energigräset är lättare att etablera och jordbrukarna kan sköta odlingarna själva med de maskiner som redan idag finns tillgängliga i det norrländska jordbruket (pers. kont., Örberg, 2007). Rörflen tål ett kyligare klimat, de så kallade vinterförlusterna är lägre (se avsnitt 3.2.2) och konkurrensen från andra energigrödor är mycket liten (Börjesson, 2007, 59). Avkastningen är, trots det nordliga klimatet, minst lika hög i Norrland som i övriga delar av landet (Larsson, 2006, 28). För att få en så hög avkastning som möjligt bör rörflen odlas på lätta, mullrika jordar med god vattentillgång. Lerhalten har stor betydelse för resultatet. Ju mindre lera och ju högre mullhalt desto bättre trivs rörflen (pers. kont., Larsson Sylvia, 2007).

3.2.1 Arealer och lokalisering

Rörflen är enligt EU godkänd som energi- och industrigröda (Larsson m.fl., 2006, 7). Marknadsutvecklingen har dock gått långsamt (SJV, 2006, 30). Idag odlas rörflen främst i Sverige och Finland. Forskning och utveckling av grödan har skett både enskilt och i samarbete mellan de två grannländerna (Larsson m.fl., 2006, 7). Finland och Sverige har många likheter både geografiskt, klimatomfattigt och industriellt. Båda länderna har och har haft ambitiösa politiska målsättningar om ett minskat oljeberoende och ett ökat biobränsleuttag (Ericsson m.fl., 2004, 1707-1709).

Under de första åren av 1990-talet planterades rörflen på cirka 4000 hektar i Sverige. Tanken var att växten skulle eldas i speciellt anpassade pannor. Introduktionen av rörflen i det svenska energisystemet gick dock inte som planerat (Larsson, 2006, 28). Begränsad avsättningsmarknad och tekniska problem vad avser förbränningen hindrade rörflen att på allvar slå igenom som biobränsle. Stora delar av produktionen lades ned och idag odlas rörflen på omkring 3 500 hektar. Av dessa utnyttjas endast ett par hundra hektar för biobränsleproduktion (SJV, 2006, 30). De största odlingarna leds av BTK och hittas i Röbbäcksdalen utanför Umeå. I Röbbäcksdalen kan man följa hela produktionsprocessen från plantering till att gräset briketteras och pelleteras (Larsson m.fl., 2006, 7).

Jordbruksmark i Norrland har, på grund av det nordliga klimatet, färre odlingsalternativ än övriga delar av landet. Detta ger jordbrukarna i Norrland begränsade möjligheter att sprida sina risker mellan olika odlingsalternativ. De flesta jordbruksföretag i norra delarna av Sverige är kött- och mjölkproducenter. Jordbruksmarken används främst till produktion av foder för att täcka behovet på den egna gården. Möjligheterna att snabbt växla från foderproduktion till andra odlingsalternativ är begränsade. Det finns studier som visar att rörflen kan vara ett lönsamt odlingsalternativ men omställningen av produktionen är förenad med risker. De norrländska böndernas begränsade odlingsmöjligheter och den låga flexibiliteten i produktionen gör att de möter en större risk än sina kollegor i södra Sverige (Larsson, 2003, 3-4).

Den åkermark som inte redan är brukad i Norrland består mestadels av små och/eller svårtillgängliga åkerplättar. Ska mark som idag används för att täcka företagets interna foderbehov tas i anspråk för odling av rörflen måste vissa gårdar kanske ställas om helt från djurproduktion till att bli rena växtodlingsföretag. Skulle däremot de norrländska jordbrukarna inte ha intresse av eller möjlighet att göra de investeringar som krävs för en fortsatt mjölkproduktion kan rörflen bli ett attraktivt produktionsalternativ (SOU, 2007, 194-195).

Enligt Jordbruksverkets administrativa system för arealbaserade stöd (IAKS) fanns det 40 866 hektar åkermark i Jämtland år 2006. Av den marken var 40 798 hektar registrerad som brukad åkermark (SJV, 2007, 1). Statistiska centralbyråns uppgifter på åkerarealen skiljer sig något från Jordbruksverkets statistik. Enligt SCB fanns det 40 247 hektar åkermark i Jämtland år 2006 (Internet, SCB 3, 2007). Skillnaden mellan SCB:s och Jordbruksverkets statistik beror på att Jordbruksverkets uppgifter grundar sig på den areal som jordbrukarna har ansökt stöd för. I denna studie kommer uppgifterna från Jordbruksverket att användas.

Den allra största delen av den använda jämtländska åkermarken, 36 755 hektar, utgjordes av *betes-* och *slåttervall* år 2006. Övriga grödor odlades på endast 109 hektar (SJV, 2007, 1). Nedan följer en tabell över fördelningen av åkermark och dess användningsområden i Jämtland.

Tabell 3.1. *Åkerarealens användning i Jämtland år 2006 enligt IAKS (SJV, 2007, 1-8).*

Kommun	Spannmål	Vall ¹	Uttagen träda	Övrigt ²	Total användning
Östersund	878	9449	380	125	10832
Berg	328	5534	128	11	6001
Bräcke	145	1865	104	33	2147
Krokom	398	8219	320	79	9016
Ragunda	322	2457	153	30	2962
Strömsund	121	4551	156	54	4882
Åre	135	4680	129	14	4958
Totalt Jämtland	2327	36755	1370	346	40798

¹ Slätter- och betesvall

² Annan obrukad åker, potatis samt övriga grödor.

90 procent av den jämtländska åkerarealen består av vall. I denna studie är mark tillgänglig för rörlensodling begränsad till åkermark som idag nyttjas för vallproduktion. Vall definieras enligt Nationalencyklopedin som ”mark besådd med främst gräs- och ärtväxter, s.k. vallväxter, för slätter eller bete” (Internet, NE 4, 2007). Vallen används för slätter, det vill säga till att producera hö och ensilage, eller som betesmark till boskapen. De flesta jordbrukare i Jämtland har djur varför en viss del av jordbrukarnas mark används till bete. Den största delen av den jämtländska vallarealen, kanske 80-90 procent, utnyttjas emellertid som slåttervall. Det förekommer att samma mark används för både slätter och bete. Oftast är dock åkermarken uppdelad i slåttervall och betesvall då de betande djuren trampar upp marken (pers. kont., Larserud 1, 2007). Ett vanligt förekommande skördesystem i Jämtland är att slåttervallen används till att göra rundbalsensilage (pers. kont., Bergfors, 2008). I denna studie antas att vallen endast utgörs av slåttervall för produktion av rundbalsensilage.

Antalet skördar per säsong är avhängigt klimatet. En vallodlings livslängd är i regel mellan två och fyra år (pers. kont., Appelros, 2007). Därefter plogas odlingarna upp och marken används för odling av grönfoder, såsom havre och ärtväxter. Grönfoderodlingen ligger i ett år och därefter sås vall, det vill säga gräs, på nytt. I Jämtland är det dock ganska vanligt att jordbrukarna inte bryter vallodlingen alls, det vill säga att ingen växtföljdsordning följs. En vall håller, vid rätt skötsel, för 6-7 skördar i Jämtland. För två skördar per år innebär det en livslängd på tre till fyra år (pers. kont., Larserud 1, 2007).

3.2.2 Odlingstekniker

Fördelen med rörflen, oavsett om den odlas som fodergröda eller som energigröda, är att samma teknik och maskiner som används vid vanlig vallodling kan nyttjas. Rörflen kan skördas på samma vis som vanligt grovfoder i juli eller augusti. När rörflen skall användas till eldning skördas gräset emellertid oftast på våren. Ett annat alternativ är att slå rörflen på hösten. Gräset får då ligga kvar på åkern under vintern för att sedan balas på vårkanten. Det finns för- och nackdelar med båda teknikerna och det råder delade meningar om vilken potential de olika metoderna har (SJV, 2006, 30).

Rörflen kan i norra Sverige växa ända tills slutet av september. Genom att använda sig av vårskördemetoden tas hela tillväxtperioden till vara. Metoden bidrar även till ökad avkastning och uthållighet hos växten (Landström, 1997, 5). En stor fördel med metoden är också att vattenhalten i det skördade materialet blir betydligt lägre. Detta beror på de kalla och torra vintrarna i Norrland som gör att grödan torkar under vintermånaderna. Enligt Jordbruksverket kan vårskördad rörflen i de norra delarna av landet ha en fukthalt på 15 procent (SJV, 2006, 30). Gräset kan briketteras eller pelleteras direkt efter skörd vilket minskar produktionskostnaderna avsevärt då just torkningen ofta står för nästan 30 procent av produktionskostnaderna. Briketterna eller pelleten kan sedan hanteras vid kraftvärme- eller värmeverket på ungefär samma vis som skogsbränslen (Larsson, 2006, 28).

En annan fördel med vårskörd är att marken då är mer bärig än under hösten (Internet, SLU, 2007). Rörflen som skördas under våren har en biomassa som innehåller lägre halter av kalium och klor. Dessa ämnen lakas ur växten under den senare delen av hösten. Genom att vänta med skördningen till våren återförs ämnena till marken och behovet av gödsling minskar. Det sker en överflyttning av ämnen från stjälk och blad ned till rotsystemet. På så vis övervintrar gräset och näringsämnena i rotsystemet ger ett snabbt näringstillskott när det är dags för det nya gräset att komma upp på vårkanten (Landström, 1997, 5). En lägre koncentration av kalium och klor är även önskvärd då dessa ämnen har en negativ effekt på bland annat asksintringen vid förbränningen (se avsnitt 3.2.3) (Börjesson, 2007, 58).

Ett problem med vårskörd är den korta skördeperioden. Det är viktigt att skörden äger rum direkt efter att tjälen har gått ur marken. En för tidig skörd kan ge upphov till djupa spår i vallen. Vid en för sen bärning å andra sidan har det nya gräset hunnit växa till sig vilket ger en högre fukthalt i skörden. Om årsskott kommer med vid skördningen på våren minskar även nästkommande års skörd. En annan nackdel med vårskörd är att gräset då är sprött och torrt vilket leder till stora förluster av biomassa (Larsson m.fl., 2006, 13-14).

Förutom vårskördemetoden har ett system där rörflen slås sent på hösten och balas på våren provats. Det finns flera fördelar med denna metod, bland annat elimineras risken att årsskott följer med i skörden. Andra vinster med denna metod är att tiden för skörd inte blir lika knapp och att arbetet inte blir koncentrerat till våren i samma omfattning. Gräset som får ligga kvar på åkern under hela vintern isolerar mot tjäle. De liggande stjälkarna är mer skyddande mot väder och vind än om de skulle stå hela vintern. En nackdel med skördemetoden är att upptorkningen tar längre tid då gräset ligger tätt packat mot marken efter vintermånaderna. Sammantaget har forskarna vid BTK antagit att förlusterna blir mindre vid höstavslagning än vid vårskördemetoden. Resultaten vid försöksodlingarna har dock inte påvisat att så är fallet. Istället tycks de två olika metoderna uppvisa likvärdiga mängder spill (Larsson m.fl., 2006, 14-17). Då vårskördemetoden är den mest utprovade metoden som också ger bra resultat antas

i denna studie att det är den metoden som kommer att användas vid en rörfbensproduktion i Jämtland.

Vid odlingsförsöken i Röbbäcksdalen har olika balningsmetoder provats. Tre typer av pressare; New Holland D1201, Hesston 4700 och Krone Combipack har används. Pressarna ger stora fyrkantsbalar, små fyrkantsbalar respektive rundbalar. Det finns god tillgång på rundbalspressar i norra Sverige vilket gör rundbalning till ett attraktivt alternativ. En annan fördel med rundbalar är att markkontakten minimeras vilket leder till minskad risk för återfuktning av gräset (Larsson m.fl., 2006, 18-20). I denna studie antas att rundbalning är den metod som används.

På grund av den lag mot deponi av organiskt material som infördes år 2005 är kommunerna angelägna att bli av med avloppsrester såsom slam och aska. Att gödsla åkermark med avloppsslam är ett sätt att återföra näringsämnen till naturen. Gödning med organiskt material från kommunala reningsverk är emellertid en omtvistad metod. Att sprida slammet på energigrödor anses dock mindre kontroversiellt än att sprida den sortens gödningsmedel på åkermark som används till livsmedelsproduktion (Larsson m.fl., 2006, 9). Det finns ingen lag som förbjuder spridning av avloppsslam på åkermark men slammet måste analyseras och godkännas. Nivåerna av tungmetaller och andra miljöfarliga ämnen får inte överstiga de tillåtna gränsvärdena. Om avloppsslammet godkänns är det upp till marknadens aktörer, det vill säga producenter och konsumenter, att avgöra huruvida slammet skall spridas på åkermark eller inte. Intresset för kommunalt avloppsslam har hittills varit svalt både från jordbrukarnas sida och från förädlingsindustrins sida. Livsmedelsindustrin vill ogärna ta emot produkter som har sitt ursprung från mark som gödslats med avloppsslam. Slam från de kommunala reningsverken i Jämtland används i huvudtaget inte som gödningsmedel (pers. kont., Dahlsten, 2008).

Tabell 3.2 Växtnäringsbehov av kväve, fosfor och kalium för rörflen och vall i nedre Norrland samt faktisk gödning (Internet, Agriwise 1, 2, 2007) (se Bilaga 3).

Odlings Ålder	Växtnäringsbehov Kg/ha			Gödning kg/ha för rätt N-giva	Överskott (+) respektive underskott (-) av P och K när N- behovet är tillgodosett i kg/ha.	
	År	N	P		K	NPK 21-3-10 ¹
Rörflen						
1	50	14	49	238,1	-6,9	-25,2
2	150	14	79	714,3	+7,4	-7,6
3	49	4	15	233,3	-7,0	+8,3
4-10	49	4	15	233,3	-7,0	+8,3
Vall för rundballsensilage, 2 skördar/år.						
1	93	10	51	442,9	+3,3	-6,7
2	93	10	51	442,9	+3,3	-6,7
3	93	10	51	442,9	+3,3	-6,7

¹Gödningsblandning bestående av 21 % kväve, 3 % fosfor och 10 % kalium.

I tabellen ovan anges växtnäringsbehovet för vall och rörflen. Då kväve är det viktigaste näringsämnet är det främst växtnäringsbehovet av kväve som måste tillfredställas. Gödningen köps som färdig blandning innehållande både kväve, fosfor och kalium. Det är svårt att hitta en blandning som helt stämmer överens med växtnäringsbehovet. Det gödningsmedel som

främst används i Jämtland och bäst stämmer överens med växtnäringsbehovet för både rörflen och vall är NPK 21-3-10. Kväve är det främsta näringsämnet och utgör 21 % av innehållet i blandningen, 3 % består av fosfor och 10 % av kalium. Som kan utläsas i tabellen ovan innebär gödning med NPK 21-3-10, i den omfattning som krävs för att tillgodose kvävebehovet, viss över- och undergödning av fosfor och kalium (pers. kont., Bergfors, 2008).

Rörflen sås på våren år ett och åtgången av utsäde beräknas till 15 kg per hektar (Internet, Agriwise 1, 2007). Den första skörden fås på våren två år senare, år tre och därefter kan rörflen skördas ytterliggare åtta gånger. Det första året äger gödslingen rum innan sådd och därefter gödglas odlingen varje år efter skörd. Odlingen antas ha en ekonomisk livslängd på tio år (Larsson, 2003, 2).

Vallodling sås år ett och utsädesbehovet uppgår till 21 kg per hektar. Vallodlingen gödglas varje år. Enligt Agriwise beräkningar för nedre Norrland ligger vallen i tre år för att sedan plogas upp och användas för annan odling under ett års tid (Internet, Agriwise 2, 2007). Detta innebär att 25 procent av den avsatta vallarealen nyttjas för annan produktion. I Jämtland utgör betes- och slåttervall över 90 procent av den totala åkerarealen (SJV, 2007, 1-8). Detta beror på att odlingssystem med växtföljdsordning vid vallodling inte är den gängse tekniken i Jämtland. Det är istället relativt vanligt förekommande att jordbrukare i Jämtland väljer att inte bryta sina vallodlingar alls. Den vall som bryts plogas vanligtvis upp efter tre till fem år och därefter sås gräs igen utan avbrott för annan typ av odling (pers. kont., Appelros 2, 2007 & pers. kont., Larserud 2, 2008). I denna studie antas att vallodlingen bryts vart fjärde år. Vallen plogas upp på hösten och sådd av ny vall sker igen påföljande vår.

Arbetsinsatsen för att odla rörflen är betydligt mindre än arbetsinsatsen för vall. Rörflen kräver i genomsnitt en arbetsinsats på en timme/hektar och år. Arbetsinsatsen för odling av vall är i snitt 4,4 timmar per hektar och år (Internet, Agriwise 2, 2007).

3.2.3 Förbränningsegenskaper

Askhalten i rörflen är högre än i skogsbränslen och bränslet innehåller även högre halter av klor, svavel och alkalier (basiska ämnen) (Larsson, 2006, 29). Den höga askhalten i bränslet leder till sintring i pannorna (SJV, 2006, 30). Med asksintrång menas den process då askan smälter vid förbränning och bildar slagg. Sintringen tilltar vid höga halter av bland annat kisel, kalium, natrium och aluminium. Dessa ämnen gör att askan smälter redan vid förhållandevis låga temperaturer (Internet, Bioenergiportalen 2, 2007). Sameldning kan dock lösa vissa av problemen som härrör till förbränningen. I världens största biobränslepanna i Jakobstad, Finland, har det visat sig att när rörflen och torv eldas tillsammans kan grödan binda svavlet som finns i askan (SJV, 2006, 30).

Askhalten har visat sig skilja sig åt markant beroende på var någonstans rörfleodlingen anläggs. Gemensamt för samtliga försök är dock att vårskördad rörflen ger ett bränsle med betydligt lägre askhalt än om grödan skördas på hösten. Jordarten har visat sig ha betydelse för askhalten och man har funnit ett samband mellan jordens lerhalt och andel aska i bränslet (Landström, 1997, 6). Rörflen trivs till skillnad mot spannmål på lerfattiga jordar. Mark lämpad för spannmål är alltså inte lämpade för rörfleodling. Hårda mullfattiga lerjordar ger små skördar med lågt energiinnehåll på grund av den höga askhalten. Den jord som anses bäst för odling av rörflen är av typen mo-mjåla. Odling på mo-mjåljordar kan ge en skörd på 7,5

ton ts/ha med en askhalt på fem procent (Olsson m.fl., 2001, 13). En annan intressant iakttagelse är att askhalten minskar med ökad vallålder. Trots en mark med relativt hög lerhalt (16 %) har ett material på ända ned till 2,5 procent aska fått på fyraåriga försöksodlingar i Ås utanför Östersund. Anledningen till den låga askhalten tros vara att mullhalten i jorden (8 %) i viss mån kompenserar för lerhaltens effekt på askan (Landström, 1997, 6, 17).

Det kalorimetriska värmevärdet är cirka 4,9 MWh per ton ts (Larsson, 2003, 2). Det kalorimetriska värmevärdet är ett mått på den energi i form av värme som teoretiskt sett kan utvinnas vid förbränning av ett ämne (Internet, Bioenergiportalen 1, 2007).

Tabell 3.3 *Bränsleegenskaper för vårskördad rörfilen och bränsle från skogsråvara* (Larsson, 2003, 2).

	Rörflen (vårskördemetoden)	Skogsbränsle (rester från avverkning)
Kalorimetriskt värmevärde (MWh/ton) ⁵	4,9	5,3
<i>Följande ämnen anges som % av det torra bränslematerialet.</i>		
Aska	5,6	2,0
Kol	46	52
Väte	0,88	0,3
Svavel	0,09	0,04
Klor	0,09	0,01
Kalium	0,27	0,2
Fosfor	0,11	0,04
Kisel	1,85	0,2
Natrium	0,02	0,01

3.2.4 Förväntade skördenivåer

Det kan vara ganska problematiskt att uppskatta förväntade skördenivåer och dess effekter på lönsamheten. En högre avkastning ger högre intäkter men också ökande kostnader i form av större behov av kvävegiva och ett ökat svinn av kalium och fosfor. Även kostnader relaterade till bärgning, hantering och transport ökar vid större skördar vilket måste tas hänsyn till vid lönsamhetskalkyler. Liksom traditionella jordbruksgrödor har även rörfilen stora skördevariationer. Detta beror både på geografiska skillnader i odlingsförutsättningar men också på jordbrukarens kompetens vad avser rörfilensodling. Skördenivåerna kan skilja sig mellan olika delar i samma produktionsområde och utfallen kan se olika ut från år till år (Olsson m.fl., 2001, 9). Jordarten har betydelse för odlingsförutsättningarna. I Jämtland består 62 procent av åkermarken av lerjordar, den jordart som rörfilen trivs sämst i. Den genomsnittliga lerhalten för riket är 55 procent (Börjesson, 2007, 33).

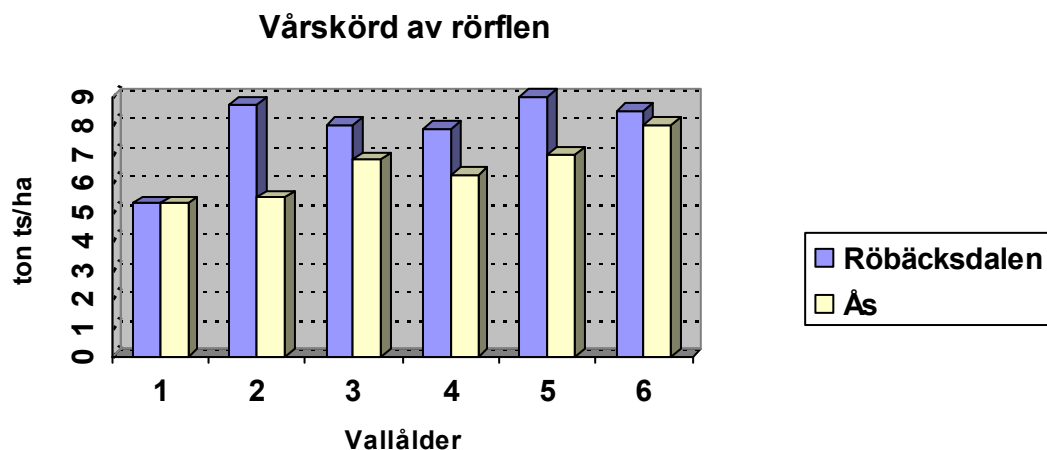
I försök att odla rörfilen i Röbbäcksdalen utanför Umeå har mycket goda resultat uppnåtts. Dessa resultat går dock inte att se som realiserbara med konventionella metoder. Försöksodlingarna har gjorts i försöksrutor med mycket varsamma skördemetoder där i

⁵ 17,6 MJ/kg ger 4,888... kWh/kg (17,6/3,6) vilket ger ca 4,9 MWh/ton (4,9*1000), 19,2 MJ/kg ger 5,3333... kWh/kg (19,2/3,6) vilket ger ca 5,3 MWh/ton (5,3*1000)

princip allt spill har eliminerats. I verkligheten kan avkastningen bli mer än 40 procent lägre på grund av de förluster som uppstår vid skördning (pers. kont., Larsson Sylvia, 2007).

Den biologiska skördenivån för rörflen är vanligtvis mellan sex och tio ton ts per hektar och år. Den bärgade skörden är dock betydligt lägre på grund av förluster som härrör till skördningen samt den nedbrytning av biomassan som sker under övervintringen. Den skördemängd som i slutänden fås varierar mellan tre och sex ton ts per hektar och år. Den lägre avkastningen fås på nyetablerade odlingar vid första skörden. Försöksodlingar har visat att skördenivåerna är ungefär lika stora i hela landet. Om vårskördemetoden används kan avkastningen till och med vara högre i de norra delarna av landet än i södra Sverige på grund av den långsammare biologiska nedbrytningen. I den statliga offentliga utredningen *Bioenergi från jordbruket - en växande resurs* görs bedömningen att cirka 4,5 ton ts kan erhållas vid vårskörd i nedre Norrland. Förutsättningen för att denna skördenivå skall realiseras är att odlingarna anläggs på mullrik jord med god tillgång på vatten (Börjesson, 2007, 59). I denna studie antas en skördenivå på 4,5 ton ts per hektar och år.

SLU utförde försök med att odla rörflen i hela Sverige på 1990-talet och resultaten visade på högre avkastning i norra Sverige än i de södra delarna av landet. I Jämtland har försöksodlingar gjorts i Ås utanför Östersund. Jorden i Ås hade både en högre mullhalt och en högre lerhalt än de försök som gjorts i Haparanda och Röbbäcksdalen. Röbbäcksdalen och Ås hade samma avkastning vid det första skördetillfället, drygt fem ton ts per år och hektar. Därefter ökade avkastningen i Röbbäcksdalen kraftigt år två medan utvecklingen i Ås var mer blygsam. Vid det sjätte skördetillfället låg dock avkastningen på samma nivå för de båda försöksplatserna, cirka åtta ton ts per hektar (Landström, 1997, 3-12).



Figur 3.2 Skördenivåer vid vårskördad rörflen i Röbbäcksdalen, Umeå och i Ås utanför Östersund (Landström, 1997, 12).

Vid BTC i Röbbäcksdalen finns försök där rörflen odlas och skördas med konventionella metoder. Avkastningen som har uppnåtts i dessa försök speglar alltså de skördenivåer som kan förväntas vid konventionell odling. Det är vidare rimligt att anta att avkastningen ligger på samma nivå i Jämtland som i Röbbäcksdalen då förhållandena är mycket lika (pers. kont., Larsson Sylvia, 2007).

Avkastningen vid odling av Bamse och Platon med konventionell teknik presenteras i en rapport av BTK från 2006. Resultaten visar att rörflensodlingen ger en betydligt rikare skörd

det tredje skördeåret i jämförelse med de två första skördetillfällena. Försök gjorda under 1990-talet har även de visat att rörflen ger en högre avkastning det tredje året då odlingen är väl etablerad. Odling av Bamse i provruta har uppvisat högre avkastning än för Platon men i storskaliga försök har sorten inte uppvisat det resultat man förväntat sig. Detta kan bero på Bamses snabba tillväxt under våren som gör att avslagning av nytt gräs är svårt att undvika när vårskördemetoden används (Larsson m.fl., 2006, 10-15).

Tabell 3.4 Konventionell bärgad medelskörd (ton ts/ha) för Platon och Bamse år 2000-2004 (Larsson m.fl., 2006, 10-11).

Skördetillfälle	Bärgad medelskörd ton ts/ha Total bärgad skörd/ total skördad areal	
	<i>Platon</i>	<i>Bamse</i>
År		
2000	3,1	-
2001	2,9	-
2002	5,0	-
2003	6,2	4,4
2004	4,4	3,5
Medelskörd Total bärgad skörd/ total skördad areal	4,0	3,9

År 2000, vilket var det första tillfället för skörd av Platon, uppmättes en skördenivå på drygt tre ton ts/ha. Det andra året erhöles knappt tre ton ts/ha och år 2002 låg avkastningen på fem ton ts/ha. Nästföljande år ökade avkastningen ytterliggare till cirka 6,2 ton ts/ha, för att året efter, det femte skördetillfället minska till knappt 4,5 ton ts/ha. Medelskörd för åren 2000 – 2004 var för Platon 4,0 ton ts/ha.

Bamse gav en betydligt rikare första skörd än Platon. Den nyare sorten uppvisade en första skörd år 2003 på nästan 4,5 ton ts/ha i jämförelse med Platons dryga tre ton. Året efter gav Bamse en avkastning på 3,5 ton ts/ha. En rättvis jämförelse mellan de två sorterna är dock svår att göra då vi inte har sett Bamses avkastning under grödans senare livslängd.

3.2.5 Energiutbyte

Den energi som används under hela produktionskedjan, från produktionen av utsäde till transporten till energianläggningen, uppskattas uppgå till cirka nio procent av den bärgade rörflenens energiinnehåll. Beräkningarna är gjorda för en skördenivå på fem ton ts per år och hektar. En minskning eller ökning av skördenivåerna antas inte påverka nettoenergiutbytet nämnvärt. Energieffektiviteten kan jämföras med mer skogsliknande bränslen såsom ogödslad gran, hybridasp och hybridpoppel som endast kräver en energiinsats på mellan två och fyra procent av den totala energiskörden. Salix kräver en energiinsats på runt fem till sex procent medan ettåriga grödor har ett energiinsatsbehov på 10-17 procent av skördens energiinnehåll (Börjesson, 2007, 60, 88).

En skörd på 4,5 ton ts per hektar och år motsvarar 23,0 MWh (Börjesson, 2007, 87). Energiinsatsen för odling och skörd, utgör den största delen av åtgången av energi. Transporten till värme och kraftvärmeverk utgör inte ens en procent av energiinsatsen. Pannverkningsgraden vid både fjärrvärme och kraftvärmeproduktion är cirka 85 procent (pers.

kont., Börjesson, 2007). Nedan visas en schematisk bild över energiinnehåll och energiåtgång i de olika produktionsleden för rörfilen i nedre Norrland.

Tabell 3.5 *Energiutbyte för rörfilen i nedre Norrland för en skörd på 4,5 ton ts/ha och år* (pers. kont., Börjesson, 2007).

Produktionsled	MWh per hektar och år
Bruttoskörd	23,0
Hantering gård	1,9
Transport 50 km	0,2
Nettoskörd	20,9
Nettoenergiutbyte, fjärrvärme 85 % verkningsgrad	17,8
Nettoenergiutbyte, kraftvärme 85 % verkningsgrad	17,8 El: 5,9 Värme: 11,8

Länsstyrelsen i Jämtland har i samarbete med landstinget, länets kommuner samt företag, föreningar och organisationer i regionen beslutat att åkerbränslen från länet skall bidra med 0,2 TWh (Länsstyrelsen Jämtlands Län, 2006, 9-10). Skall detta produktionsmål uppnås genom förbränning av rörfilen krävs att 8696 hektar av länets jordbruksmark avsätts för odling av rörfilen. Odling i den skalan motsvarar 21,3 procent av den totala använda jordbruksmarken i Jämtlands län eller 23,7 procent av arealen vall (SJV, 2007, 1). En produktion i den omfattningen ger, vid förbränning i kraftvärme- eller fjärrvärmeverk med en verkningsgrad på 85 procent, ett nettoenergiutbyte på 0,155 TWh per år. Jämtkrafts kraftvärmeverk i Lugnvik, Östersund har en verkningsgrad på 90 procent (pers., kont., Lundquist, 2008). Förbränning av rörfilen, motsvarande det regionala produktionsmål, i kraftvärmeverket i Östersund ger ett nettoenergiutbyte på 0,164 TWh per år (se Bilaga 4).

3.2.6 Odlingsekonomi

Hur länge en rörfilensodling är i bruk har stor betydelse för lönsamheten. Den biologiska livslängden skiljer sig ofta från den ekonomiska livslängden. Det har att göra med bland annat relativprisförändringar samt den rådande jordbruks-, energi- och miljöpolitiken. Hur snabbt nya bättre rörfilensorter introduceras på marknaden och hur alternativkostnaden för marken förändras över tid påverkar också den ekonomiska livslängden. Körskador kan också påverka odlingens ekonomiska livslängd liksom hur skördenivåerna förändras på grund av biologiska faktorer. BTK har i sina beräkningar antagit att den ekonomiska livslängden för rörfilensodlingar är tio år. Den relativt långa ekonomiska livslängden beror på att skördenivåerna är lägre för unga planteringar och att avkastningen inte avtar med stigande ålder. Enligt BTK:s beräkningar från 2001 måste odlingarna ge en avkastning på tio ton ts per hektar och år för att odlingarna skall löna sig. Detta gäller dock under de antaganden som har gjorts i standardkalkylen, kraven på lägsta skördenivå kan förändras avsevärt beroende på rådande bränslepris (Olsson m.fl., 2001, 7, 19, 56).

Skillnader i lönsamhet påträffas mellan olika odlingar i landet på grund av variationer i bränslepriset. Detta beror på att rörfilen ofta säljs på en lokal marknad och betalningsförmågan skiljer sig åt mellan olika bränslekunder. Värdet på rörfilen beror naturligtvis också på användningsområdet. Jordbrukare som både odlar rörfilen och eldar grödan, i förädlad form,

kan i vissa fall värdera bränslet högre än utomstående köpare. Eldas istället rörflen i sin oförädlade form faller betalningsförmågan markant.

I BTK:s lönsamhetskalkyler framgår att kostnaderna *innan* skörd, det vill säga etablering, tillsyn, administration samt avveckling av planteringen svarar för endast 34 procent av kostnaderna. Kostnaderna relaterade till skörd, förädling, lagring och transport etc. utgör de resterande 66 procenten av kostnaderna. De stora kostnadsbesparingarna kan alltså göras vid skörd samt vid hanteringen av rörflen efter skörd.

När lönsamhetskalkyler för odling av rörflen genomförs är det viktigt att beakta det alternativa värdet av marken. Ju högre markpris desto större avkastningskrav ställs på odlingarna. En merkostnad på 100 kr per hektar kräver enligt BTK:s beräkningar en ökad skördenivå på ungefär ett ton ts per hektar och år. Markens alternativkostnad beror på vilken mark som tas i anspråk. Då rörflen trivs på jordar som inte lämpar sig för spannmål är de biologiska såväl som ekonomiska förutsättningarna för att odla rörflen i Norrland goda.

Lönsamhetsberäkningar för en rad spannmåls- och oljeväxter i jämförelse med salix- och rörflensodlingar i Östergötland visade att energigrödorna var ekonomiskt konkurrenskraftiga. Mest konkurrenskraftiga var de rörflensodlingar som anläggs på marker som minst lämpar sig för spannmålsodling, det vill säga där konkurrensen från dessa grödor är liten (Olsson m.fl., 2001, 7, 9-13, 17-18).

Energiåtgången, dieselförbrukningen med andra ord, är en av de faktorer som påverkar produktionskostanden för de två växtodlingsalternativen i denna studie. Diesel utgör en stor del av jordbrukarnas kostnader och mängdrabatten är liten eller obefintlig (pers. kont., Bergfors, 2008). 99 procent av all diesel som såldes i Sverige år 2006 var av miljöklass 1 (Internet, Sveriges Riksdag, 2008). I denna studie antas att den diesel som används till traktorerna vid både vall och rörflensproduktion är av miljöklass 1. Diesel av typen miljöklass 1 ger upphov till utsläpp av 2,54 kg koldioxid per förbränd liter (Internet, Preem, 2008). En timmes körning med traktor kräver i genomsnitt 12 liter diesel. Varje maskintimme bidrar därmed till ett koldioxidutsläpp på 30,5⁶ kg per timme (Internet, Agriwise 1, 2, 2007). Svenska Petroleum Institutet har uppgifter om hur dieselpriiset varierar från månad till månad. Priserna avser det som storkunderna får betala vid leverans med tankbil direkt till lageranläggningarna. Det genomsnittliga dieselpriiset under 2007 var 10,0 kronor per liter inklusive skatter. Det lägsta priset under perioden utgjordes av medelvärdet för februari på 9,21 kr/l och därefter har dieselpriiset stadigt stigit. I december 2007 var priset 11,02 kr/l, vilket motsvarar en prisökning på nästan 20 procent sedan februari 2007 (Internet, SPI, 2008).

Kostnaden för arbete är betydligt lägre för rörflen än för vall. Den genomsnittliga arbetstiden för odling av rörflen är en timme per hektar och år. Arbetsinsatsen för odling av vall är i snitt 4,4 timmar per hektar och år (Internet, Agriwise 1, 2, 2007). Hur den egna arbetstiden värderas kan variera kraftigt från jordbrukare till jordbrukare. En rimlig estimering är att jordbrukarens tid kostar 200 kr/ timme. I kostnaden inkluderas lön, sociala avgifter och arbetsgivaravgifter (pers.kont., Gunnarsson, 2008 & pers.kont., Larserud 2, 2008). I denna studie antas att jordbrukaren utför allt arbete själv till en kostnad av 200 kronor i timmen. En arbetad timme innebär att maskinerna utnyttjas en timme och att en traktor är i drift en timme. Vallproduktionen ger, på grund av att det större behovet av arbetskraft, upphov till större utsläpp av koldioxid än vad odling av rörflen ger. Vallproduktionen ger upphov till utsläpp av

⁶ 2,54*12=30,48

koldioxid på drygt 134⁷ kg per odlad hektar. Odling av rörflen leder till utsläpp av koldioxid på i genomsnitt 30,5⁸ kg per hektar och år (Internet, Agriwise 1, 2, 2007).

Utsädet för rörflen beräknas kosta 80 kr/kg för sorten Bamse. I denna studie antas att Bamse är den rörflentyp som odlas. Till priset tillkommer frakt från Landskrona där lagret finns. Fraktpriset beror på avstånd, kvantitet och de avtal som transportbolaget och kunden har kommit överens om. Då rörflen inte är vanligt förekommande i Jämtland finns inga prisuppgifter för frakten tillgängliga (pers. kont., Willen, 2008). Ett typiskt utsäde i Jämtland är vallfröblandningen SW 934 Allround aktiv. Baspriset för utsädet i januari 2008 var 42 kr per kg. Frakten utgör en förhållandevis liten del av kostnaden, för utsäde av vall är fraktkostanden cirka 20 öre per kg utsäde. I denna studie bortses från fraktkostnaderna. Priset på gödningsmedel varierar mellan höst och vår. Gödningsmedlen är i regel alltid billigare under hösten. Under hösten 2007 kostade NPK 21-3-10 2,82 kr/kg. Priset på gödningsmedlet i januari 2008 var 4,04 kr/kg. Skillnad i pris mellan hösten 2007 och januari 2008 var 1,22 kr vilket motsvarar en prisstegring på drygt 43 procent. Det är svårt att sia om den framtida prisutvecklingen men det är troligt att priset på gödningsmedel kommer att sjunka (pers. kont., Bergfors, 2008). I denna studie antas att priset på gödningsmedlet NPK 21-3-10 kommer att hamna på ett prisläge mitt emellan 2,82 kr och 4,04 kr/kg, det vill säga 3,43 kr/kg under hösten 2008.

Tabell 3.6 *Genomsnittlig årlig produktionskostnad per hektar för vall och rörflen* (pers. kont, Bergfors, 2008, pers. kont, Gunnarsson, 2008, pers. kont, Larserud 2, 2008, pers. kont, Willen, 2008, Internet, SPI, 2008) (se Bilaga 5).

Vall			
Insatsfaktor	Marginalkostnad	Insats	Kostnad/ ha
Arbete	200 kr/ timme	4,4 timmar/ha	880,00
Diesel	10 kr/ liter	52,8 liter/ ha	528,00
Gödning	3,43 kr/kg	442,9 kg/ha	1 519,15
Utsäde	42 kr/ kg	7,64 kg/ha	320,73
		Total kostnad/hektar:	3 247,87
Rörflen			
Insatsfaktor	Marginalkostnad	Insats	Kostnad/ ha
Arbete	200 kr/ timme	1 timme/ ha	200,00
Diesel	10 kr/ liter	12 liter/ ha	120,00
Gödning	3,43 kr/kg	256,25 kg/ha	878,95
Utsäde	80 kr/kg	1,36 kg/ha	109,10
		Total kostnad/hektar:	1 308,04

4 Resultat

Beräkningar av ekvation (5a) och (5b) genomfördes med hjälp av Excel för att finna alternativkostnaden för en hektar vall respektive en hektar rörflen. Därefter beräknades den relativa alternativkostnaden för rörflen i termer av vall. Den relativa alternativkostnadens förändring beroende på effektivisering av användningen av insatsfaktorerna studeras.

⁷ 2,54 kg/liter * 12 liter/timme * 4,4 timmar/ ha = 134,112 kg /ha

⁸ 2,54 kg/liter * 12 liter/ timme * 1 timme/ha = 30,48 kg/ha

Beräkningar av ekvationer (5a) och (5b) genomfördes med hjälp av Excel med utgångspunkt i tre olika scenarier. Det första scenariet representerar utgångsläget. Avsikten är att försöka finna det antal hektar rörfen som ger samma alternativkostnad som för odling av vall på 100 procent av den tillgängliga arealen. Det andra scenariet anger jämviktslösningen.

Scenario tre representerar produktionsfördelningen mellan de två odlingsalternativen då Länsstyrelsens produktionsmål uppfylls. Nuvärdesberäkningar av alternativkostnaden vid olika tidpunkter för anläggning av odlingarna genomfördes.

4.1 Scenario I: Utgångsläget

Alternativkostnaden för konventionell odling fås genom beräkning av ekvation (5a). Alternativkostnaden för produktion av energigrödor fås på ett analogt vis genom beräkning av ekvation (5b) (se kap 2).

$$(5a) \quad \lambda_{xi} = \frac{p + \mu_{xi} u_{xi}}{f_{xi}}$$

$$(5b) \quad \lambda_{xj} = \frac{p + \mu_{xj} u_{xj}}{f_{xj}}$$

Den relativa alternativkostnaden för produktion av energigrödor i termer av konventionell odling utgör förhållandet mellan alternativkostnaden för konventionell odling och alternativkostnaden för odling av energigrödor: $\frac{\lambda_{xi}}{\lambda_{xj}}$. En omställning av produktionen, från konventionell odling till energigrödor, är kostnadseffektiv om $\lambda_{xj} \geq \lambda_{xi}$. Förhållandet mellan alternativkostnaden för produktion av energigrödor, λ_{xj} , och alternativkostnaden för konventionell odling, λ_{xi} , ska alltså vara större än ett för att omställning av produktionen från konventionell odling till odling av energigrödor ska vara kostnadseffektivt.

I tabellen nedan visas insatsfaktorerna som en approximation för marginalprodukten, f_{xi} och f_{xj} , emissioner, u_{xi} och u_{xj} , och priser p, samt beräkningar av alternativkostnaderna för vall och rörfen enligt villkoren i ekvationer (5a) och (5b) där μ antas vara $\mu = 1$ för rörfen och vall vid första produktionsåret.

Tabell 4.1 *Alternativkostnad per insatsfaktor och producerad hektar av vall och rörflen År 1.*

VALL				
	Insats/ ha (fx)	Emissioner (u)	Priser (p)	(p+u)/fx
Arbete	4,40		200,00	45,45
Diesel	52,80	2,54	10,00	0,24
Gödning	442,90		3,43	0,01
Utsäde	21,00		42,00	2,00
		(p+u)/fx=λi/ha		47,70
RÖRFLÉN				
	Insats/ ha (fx)	Emissioner (u)	Priser (p)	(p+u)/fx
Arbete	1,00		200,00	200,00
Diesel	12,00	2,54	10,00	1,05
Gödning	238,10		3,43	0,01
Utsäde	15,00		80,00	5,33
		(p+u)/fx=λi/ha		206,39

Alternativkostnaden för rörflen och vall förändras över tid på grund av att behovet av insatsfaktorer för produktionen inte är lika varje år. De värden för insatser av arbetskraft, diesel och gödning som anges i Tabell 4.1 är det genomsnittliga årsbehovet av insatsfaktorer för produktion av rörflen. Utsädet är däremot en engångskostnad, som alltså endast belastar produktionskostnaden år ett. Alternativkostnaden för produktionen av rörflen för år två till tio är 201,06 kronor/hektar. Det sista produktionsåret, år 11, används ingen gödning varför alternativkostanden är något lägre, 201,05 kr/hektar (se Bilaga 6).

Behovet av arbete, diesel och gödning för produktion av vall är konstant över vallens livslängd. Då utsäde endast krävs vart fjärde år är alternativkostanden för vall högre år ett, fyra, sju och tio. Under dessa år uppvisar produktionen av konventionella grödor en alternativkostnad på 45,7 kr/hektar. I tabellen nedan visas den genomsnittliga alternativkostnaden för vall och rörflen för hela perioden, År 1-11, enligt ekvation (5a) och (5b) under antagande att $\mu = 1$.

Tabell 4.2 *Genomsnittlig årlig alternativkostnad per hektar för vall och rörflen (Bilaga 6).*

VALL		RÖRFLÉN	
	Alternativkostnad/ ha (p+u)/fx		Alternativkostnad/ ha (p+u)/fx
Arbete	45,45	Arbete	200,00
Diesel	0,24	Diesel	1,05
Gödning	0,01	Gödning	0,01
Utsäde	0,73	Utsäde	0,48
Summa	46,43	Summa	201,54

Förhållandet mellan den genomsnittliga alternativkostnaden per hektar och år för rörflen och

den årliga genomsnittliga alternativkostnaden för en hektar vall är: $\frac{\lambda_{xj}}{\lambda_{xi}} = 4,34$.

Kostnadsbesparingen av att odla rörflen på en hektar istället för att använda samma mark för produktion av vall är 4,34 gånger större än den kostnadsbesparing som uppnås genom att producera en hektar vall istället för en hektar rörflen.

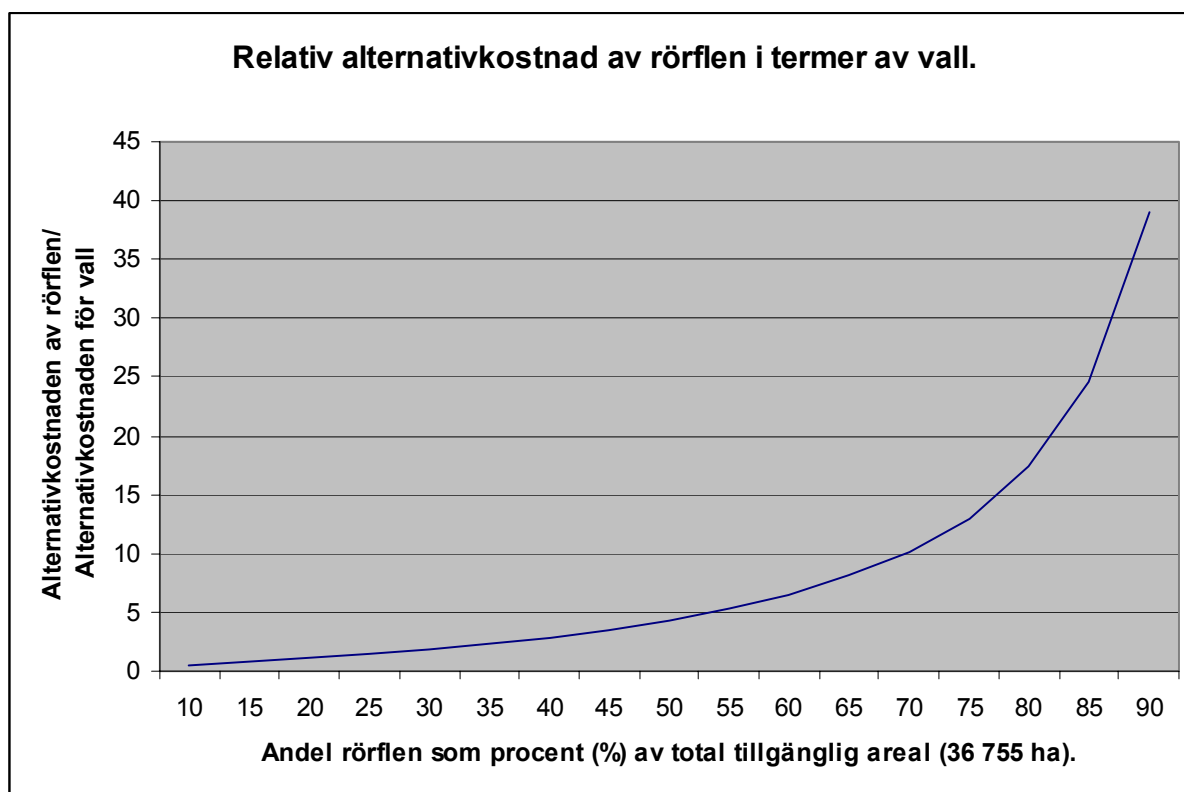
Alternativkostnaden för hela produktionen utgörs alternativkostnaden per hektar gånger det antal hektar som används för vall respektive rörfbensproduktion. Alternativkostnaden för att odla vall på 100 procent av arealen är alltså:

$$\lambda_i = \frac{p + \mu_{xi} u_{xi}}{f_{xi}} * 36755 = 1706427 \text{ kronor. Samma alternativkostnad för rörfben erhålls då}$$

$$\frac{1706427}{\frac{p + \mu_{xj} u_{xj}}{f_{xj}}} = 8467 \text{ hektar upplåts för rörfbensodling.}$$

4.2 Scenario II: Jämviktsläget - brytningspunkten

I diagrammet nedan illustreras en simulering av den relativa alternativkostnaden av rörfben i termer av vall, $\lambda_{xj}/\lambda_{xi}$, det vill säga hur den relativa alternativkostnaden för rörfben i termer av vall förändras med andelen mark som avsätts för rörfbensproduktion.

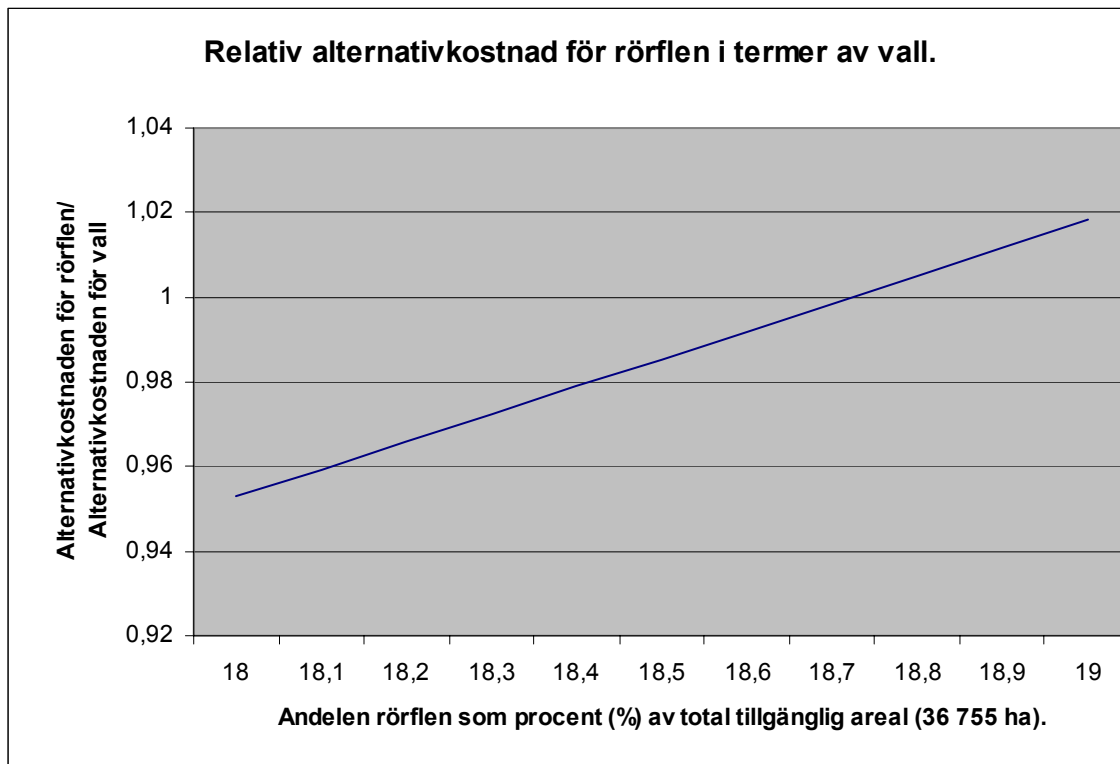


Figur 4.1 Relativa alternativkostnaden av rörfben i termer av vall, λ_j/λ_i , för olika andelar rörfben av den tillgängliga arealen.

I figuren ovan kan ses att den relativa alternativkostnaden av rörfben i termer av vall ökar kraftigt med ökad andel av arealen som används för rörfbensproduktion. I diagrammet går att uttyda att relationen mellan alternativkostnaden för rörfben och alternativkostnaden för vall är lika med ett när mellan 10-20 procent av arealen upplåtes för rörfbensproduktion.

Diagrammet nedan visar den relativa alternativkostnaden av rörfben i termer av vall när rörfben odlas på mellan 18 och 19 procent av arealen. Genom beräkningar i Excel har jämviktsläget hittats för en produktion av rörfben på 18,73 procent av den tillgängliga arealen,

vilket motsvarar 6 884,2 hektar. När rörflen odlas på 18,73 procent av arealen är dess totala årliga alternativkostnad lika med den totala årliga alternativkostnaden för att odla vall på resterande 81,27 procent av arealen.



Figur 4.2 Relativa alternativkostnaden för rörflen i termer av vall, λ_j/λ_i , vid jämvikt.

4.2.1 Förändring av behovet av insatsfaktorer

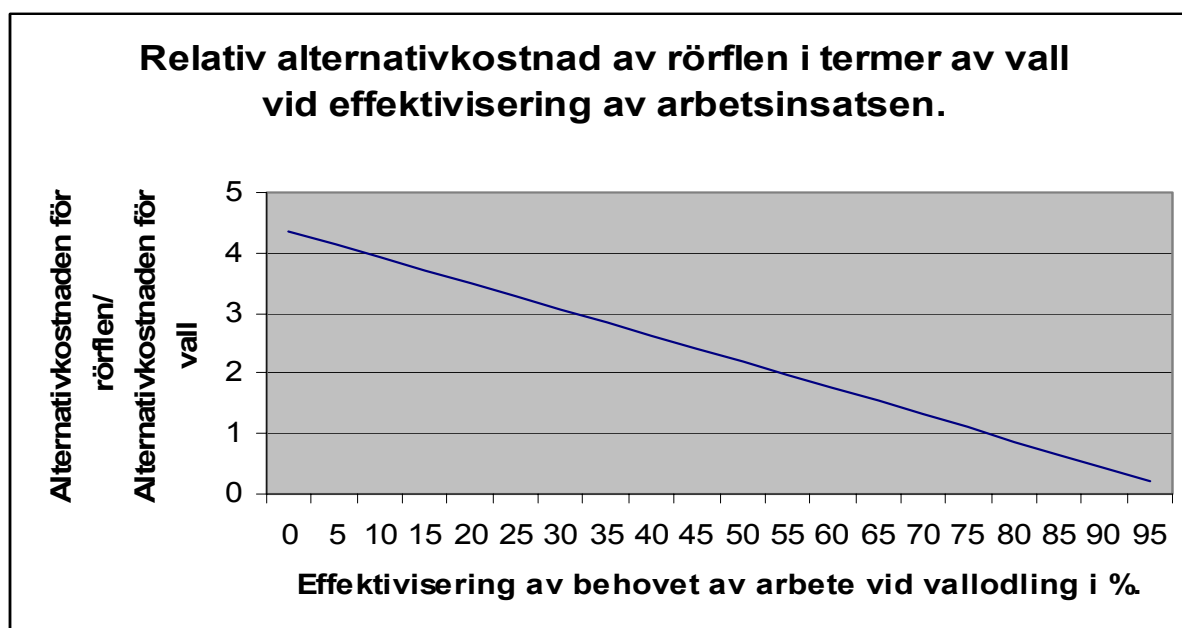
Behovet av insatsfaktorer och priserna på dessa är avgörande för värdet av alternativkostnaden. Emissionsmängden, det vill säga utsläppen av koldioxid, påverkar alternativkostnaden negativt. En förhöjning av utsläppen av koldioxid då $\mu = 1$ leder till ökade alternativkostnader för båda växtodlingsalternativen. Alternativkostnaden för vall påverkas dock mer än alternativkostnaden för rörflen då behovet av diesel är större för odling av vall än för odling av rörflen.

I kapitel 3.2.2 diskuteras möjligheterna för spridning av kommunalt avloppsslam på åkermark som används för produktion av energigrödor. Om gödning av den typen skulle komma till stånd på rörflensodlingar i Jämtland är det troligt att behovet av konstgödning minskar. En minskning av behovet av konstgödsel med 50 procent ger en knappt märkbar ökning av den genomsnittliga alternativkostnaden per hektar och år för rörflen, från 201,54 till 201,55. Skulle behovet minska till närmare en procent av det nuvarande behovet av konstgödsel ges en alternativkostnad på 202,77.

Genom bränslesnålare jordbruksmaskiner skulle åtgången av diesel minska. Om dieselförbrukningen per körd timme minskar med 50 procent, från 12 liter per körd timme till sex liter per maskintimme förändras alternativkostnaden för rörflen med 0,52 procent och alternativkostnaden för vall förändras med knappt 0,5 procent. Den relativa alternativkostnaden förändras knappt alls. Skulle däremot bränsleförbrukningen vid

vallproduktion sjunka till sex liter per körd timme medan bränsleförbrukningen vid rörflensodling förblir på den högre nivån fås en ny relativ alternativkostnad på 4,31 i jämförelse med utgångslägets 4,34.

Arbetsinsatsen är den största kostnadsposten vid vallproduktion. Varje arbetad timme innebär en timmes användning av maskiner och därmed utsläpp av 2,54 kg koldioxid. De största kostnadsbesparingarna vid vallproduktion kan alltså göras genom effektivisering av arbetsinsatsen. För att $\lambda_i = \lambda_j$, allt annat lika, krävs en effektivisering av arbetsinsatsen för vallproduktionen med 80 procent. I figuren nedan visas hur den relativa alternativkostnaden av rörflen i termer av vall förändras vid olika grad av effektivisering av arbetsinsatsen vid vallproduktion.



Figur 4.3 Förändringen av den relativa alternativkostnaden av rörflen i termer av vall vid effektivisering av arbetsinsatsen vid odling av vall.

4.3 Scenario III: Produktion av rörflen motsvarande 0,2 TWh.

För att Länsstyrelsens produktionsmål skall uppnås krävs att 8 695,65 ha avsätts för produktion av rörflen, vilket motsvarar 23,66 procent av den tillgängliga arealen. En produktion av rörflen i den omfattningen innebär att resterande 73,34 procent används för odling av vall. Alternativkostnaden för rörflen vid odling av 8696 ha är $\lambda_j = 1752521,7^9$. Alternativkostnaden för vall som odlas på resterande 73,34 procent är $\lambda_i = 1302795,5^{10}$.

Vilket ger en relativ alternativkostnad för rörflen i termer av vall på

$$\frac{\lambda_j}{\lambda_i} = 1,345.$$

⁹ 201,54 kr * 0,2 TWh/23 MWh = 201,54 * (200000/23) = 1752521,739 kronor

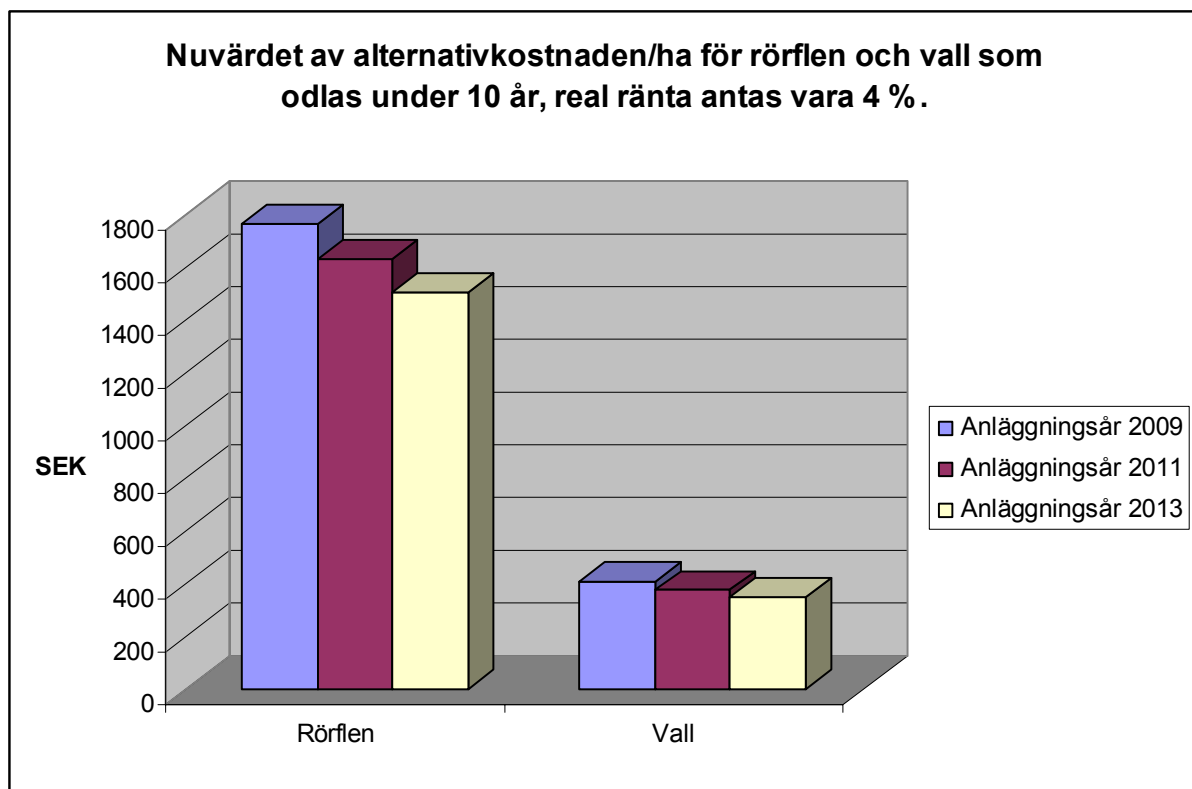
¹⁰ 46,43 kr * (36755 - (200000/23)) ha = 1302795,52 kronor.

Det omvända förhållandet av resursfördelningen, det vill säga att rörflen produceras på 73,34 procent och vall på 23,66 procent är mer kostnadseffektivt. Så länge den relativa alternativkostnaden för rörflen i termer av vall, λ_j/λ_i , är större än ett föredras en omställning av vall till rörflen.

4.3.1 Nuvärdesberäkningar

Nuvärdet av alternativkostnaden för produktion av rörflen och vall beror av vilken ränta som antas gälla och när i tiden odlingen anläggs. Praxis vid samhällsekonomiska analyser är att en real ränta på fyra procent används vid diskontering (Internet, Naturvårdsverket 3, 2008). För att Länsstyrelsens produktionsmål skall realiseras krävs att rörflen som odlas i Jämtland ger en första skörd senast år 2015. Då rörflen ger sin första skörd först efter två år efter att odlingen anlaggs måste rörflen sås senast år 2013 för en första skörd år 2015.

Nuvärdesberäkningar av alternativkostnaden för rörflen och vall genomfördes med en real diskonteringsränta på 4 procent. Tre olika antaganden om året för sådd gjordes. I den första beräkningen antas att rörflen sås under våren 2009 och att första skörden sedermera fås år 2011. I det andra fallet sås rörflen år 2011 med en första skörd år 2013. I den sista beräkningen anläggs odlingen år 2013 med en första skörd två år senare, år 2015.



Figur 4.4 Nuvärdet av den totala alternativkostnaden per hektar för odling av rörflen och vall under en period av 10 år och en real ränta på 4 procent (Bilaga 7a).

I figuren ovan illustreras hur nuvärdet av alternativkostnaden beror av tiden för anläggning av odlingen. När rörflen och vall sås år 2009 blir nuvärdet av alternativkostnaden för rörflen för hela odlingens livslängd 1766 kronor per hektar. Anläggs odlingen istället två år senare, år 2011, blir nuvärdet av alternativkostnaden för rörflen 1633 kr/ha. Det sista alternativet, att rörflen sås år 2013, ger en alternativkostnad för rörflen på 1510 kronor per hektar för en

livslängd på 10 år. Ju längre fram i tiden kostnaderna infaller desto mindre blir dess nuvärde. Samma gäller för sambandet mellan den reala räntan och nuvärdet, en högre ränta ger ett lägre nuvärde. Förhållandet mellan alternativkostnaden för rörflen och vall är konstant då båda produktionsalternativen påverkas lika mycket av ränta och tid (Bilaga 7b).

5 Sammanfattande diskussion

Vallproduktion tar större resurser i anspråk än produktion av rörflen. Den genomsnittliga alternativkostnaden för en producerad hektar rörflen är 201,54 kronor per år. Den genomsnittliga årliga alternativkostnaden för vall är 46,43 kronor per hektar. Den relativa alternativkostnaden för rörflen i termer av vall är 4,34. Kostnadsbesparingen av att odla rörflen på en hektar istället för att använda samma mark för produktion av vall är 4,34 gånger större än den kostnadsbesparing som uppnås genom att producera en hektar vall istället för en hektar rörflen.

Alternativkostnaden för att odla vall på 100 procent av all tillgänglig areal motsvarar alternativkostnaden för rörflen som odlas på 23,1 procent av arealen. Alternativkostnaden för vall är 4,3 gånger större än alternativkostnaden för rörflen. Det kan också uttryckas som att all tillgänglig areal som idag används för vallproduktion skulle kunna omvandlas till rörflen för en produktionskostnad på endast 23,1 procent av kostnaden för vallproduktionen.

Jämviktsläget för en kombinerad vall och rörflensproduktion påträffas då rörflen odlas på 18,7 procent av all tillgänglig areal. 18,7 procent av den tillgängliga arealen motsvarar 6 884 hektar. Alternativkostnaden för att odla rörflen på 18,7 procent är lika stor som alternativkostnaden för att odla vall på 81,3 procent. All produktion av rörflen på under 6 884 hektar ger en alternativkostnad som är lägre än den för att producera vall på resterande areal. All produktion av rörflen på över 6884 hektar ger en alternativkostnad som är högre än för vall på resterande areal. Den relativa alternativkostnaden för rörflen i termer av vall är större än ett då rörflen produceras på mer än 18,7 procent av arealen. Den relativa alternativkostnaden för rörflen i termer av vall är mindre än ett då rörflen produceras på mindre än 18,7 procent.

Den relativa alternativkostnaden av rörflen i termer av vall beror av hur mycket av insatsfaktorerna som krävs vid produktionen och priserna på dessa. Då priserna på insatsfaktorerna antas styras av världsmarknadspriset är det genom effektivisering av användningen av insatsfaktorer som jordbrukarna har möjlighet att förändra marginalprodukten. Den relativa alternativkostnaden av rörflen i termer av vall beror också av förändringar i utsläppen av koldioxid. Ett ökat utsläpp av koldioxid, allt annat lika, gör att alternativkostnaden av rörflen i termer av vall ökar. I modellen finns implicit ett miljömål i form av ett utsläppstak för koldioxid. I Jämtlands län finns ett regionalt miljömål som innebär att utsläppen av koldioxid per capita skall minska med 50 procent fram till år 2020 räknat från 1990-års utsläppsnivå. Ett konkret utsläppstak för det jämtländska jordbruket skulle kunna appliceras i denna modell. Beroende på nivån på utsläppsmålet och dess viktning skulle relationen mellan alternativkostnaden för rörflen och vall kunna förändras.

Förändringar av behovet av konstgödsel och diesel ger en knappt märkbar förändring av alternativkostnaden. Då arbetsinsatsen utgör en mycket stor del av kostnaden vid produktion av vall är det intressant att se hur relationen mellan alternativkostnaden för rörflen och vall förändras vid effektivisering av arbetsinsatsen vid vallproduktion. Om effektivisering av

arbetsinsatsen vid odling av vall effektiviseras till den grad att endast 20 procent av det nuvarande arbetsbehovet behövs uppnås jämvikt mellan den genomsnittliga alternativkostnaden för rörflen och vall per hektar och år. Det krävs med andra ord mycket stora satsningar i form av effektivisering av arbetsinsatsen för att alternativkostnaden för vall skall närma sig alternativkostnaden för rörflen.

För att uppnå Länsstyrelsens produktionsmål på en årlig biobränsleproduktion härrörande det jämtländska jordbruket på 0,2 TWh per år 2015 krävs att minst 8 695,7 hektar reserveras för rörflensproduktion. 8 695,7 hektar motsvarar 23,7 procent av den areal som idag är registrerad som åkermark som nyttjas som slåtter- och betesvall. En produktion av rörflen på 23,7 procent av arealen och vall på resterande 76,3 procent ger en relativ alternativkostnad av rörflen i termer av vall på drygt 1,3. Produktionskostnaderna av att odla rörflen på de 76,3 procenten av arealen som upplåtes för vallproduktion är lägre än att odla vall på den arealen. Denna fördelning av resurserna är alltså inte en optimal lösning. Den ur ett produktionskostnadsperspektiv mest effektiva fördelningen av produktionen är att öka produktionen ytterligare eftersom den relativa alternativkostnaden av rörflen i termer av vall är större än ett. Ska minst 0,2 TWh produceras är den mest kostnadseffektiva lösningen att använda all mark för rörflensproduktion.

Poängteras bör det faktum att den allra största delen av produktionskostnaderna för rörflen uppstår efter att bränslet har lämnat gården. En studie där hela produktionsprocessen studeras skulle ge ett annat resultat.

Referenser

Litteratur och publikationer

Börjesson, P., 1999. Environmental effects of energy crop cultivation in Sweden-II: Economic valuation. *Biomass & Bioenergy*, 16, 155-170, Elsevier Science Ltd, 1999.

Börjesson, P., 2007. *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs, Bilagadel*, SOU 2007:36, Edita Sverige AB, Stockholm, ISBN 978-91-38-22752-7, ISSN 0375-250X.

Energimyndigheten, 2006. *Energiläget i siffror Energy in Sweden Facts and figures*, Edita Communication AB.

Energimyndigheten, 2007. *Tillgång på förnybar energi En rapport om energi och miljömål Underlagsrapport till ET2007:21 Energi som miljömål*, ER 2007 20, ISSN 1403-1892.

Ericsson, K., Huttunen, S., Nilsson, J., Svenningsson, P., 2004, Bioenergy policy and market development in Finland and Sweden. *Energy policy*, 32, 1707-1721, Elsevier Ltd, 2003.

Forsberg, M., Sundberg, M., Westlin, H., 2006. *Småskalig brikettering av hampa, förstudie*. JTI- trapport 351, Lantbruk & Industri, JTI – institutionen för jordbruks- och miljöteknik, ISSN: 1401-4963.

Hillring, B., 2002, Rural development and bioenergy – experiences from 20 years of development in Sweden. *Biomass & Bioenergy*, 23, 443-451, Elsevier Science Ltd, 2002.

Johansson, J. & Lundqvist U., 1999, Estimating Swedish biomass energy supply. *Biomass & Bioenergy*, 17, 85-93, Elsevier Science Ltd, 1999.

Kommissionen mot Oljeberoende, 2006, *På väg mot ett oljefritt Sverige*, Statsrådsberedningen Kommissionen mot Oljeberoende.

Landström, S., 1997. *Produktionsbiologiska studier av vårskördad rörfilen till bränsle*, SLF Rapport nr 32, Stiftelsen Lantbruksforskning, SSSN 1104-6082.

Larsson, S., 2003, *Modelling of the Potential for Energy Crop Utilisation in Northern Sweden*. Licentiate theses, Unit of Biomass Technology and Chemistry, Sveriges Lantbruks universitet.

Larsson, S., 2006, Supply curves of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) in Västerbotten County, northern Sweden, under different EU subsidy schemes. *Biomass and Bioenergy*, 30, 28-37.

Larsson, S., Örberg, H., Kalén, G., Thyrel, M., 2006, *Rörflen som energigröda, Erfarenheter från fullskaleförsök vid Biobräsletekniskt Centrum (BTC) i Umeå under åren 2000-2004*. BTK-rapport 2006:11, Sveriges Lantbruksuniversitet Enheten för Biomassateknologi och Kemi Umeå.

Länsstyrelsen i Jämtlands Län, 2006, *Regionala Miljömål, Gemensamma miljöambitioner för Jämtlands län*, 1.a upplagan, Tabergs Tryckeri, Taberg, ISBN: 978-91-85 123-07-0.

Olsson, R., Rosenqvist, H., Vinterbäck, J., Burvall J., Finell, M., 2001, *Rörflen som energi- och fiberråvara. En system- och Ekonomistudie*. BTK-rapport 2001:4, Sveriges Lantbruksuniversitet Enheten för biomassateknologi och kemi, Umeå.

SJV, Statens Jordbruksverk, 2006. *Bioenergi – ny energi för jordbruket*, Rapport 2006:1.

SJV, Statens Jordbruksverk, 2007, Landsbygdsavdelningen, *DAWA RAPPORT*.

1. Jämtlands Län, Tabell 2: Ägoslag, Tabell 3: Åkerarealens användning
2. Östersund, Tabell 2: Ägoslag, Tabell 3: Åkerarealens användning
3. Berg, Tabell 2: Ägoslag, Tabell 3: Åkerarealens användning
4. Bräcke, Tabell 2: Ägoslag, Tabell 3: Åkerarealens användning
5. Krokoms, Tabell 2: Ägoslag, Tabell 3: Åkerarealens användning
6. Ragunda, Tabell 2: Ägoslag, Tabell 3: Åkerarealens användning
7. Strömsund, Tabell 2: Ägoslag, Tabell 3: Åkerarealens användning
8. Åre, Tabell 2: Ägoslag, Tabell 3: Åkerarealens användning

SOU, Statens Offentliga Utredningar, 2007. *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs*, SOU 2007:36, Edita Sverige AB, Stockholm, ISBN 978-91-38-22751-0.

Sundberg, M., Westlin, H., 2005. *Hampa som bränsleråvara, Förstudie*, JTI-Rapport, lantbruk och Industri, 341, JTI - Institutionen för jordbruks- och miljöteknik, ISSN: 1401-4963.

Sydsaeter, K., 1991, *Matematisk analys för ekonomer*, 4:e upplagan, SHL Statistisk Analys AB, Elanders Gotab, Stockholm, 2000, ISBN: 91-971318-1-4.

Internet

Agriwise, <http://www.agriwise.org/>. 2008-02-04.

1. Rörflen, Medelårsberäkningar för Nedre Norrland,
2. Områdeskalkyler 2007, Slåttervall: rundbalsensilage, Nedre Norrland
3. Produktionsområden

Bioenergiportalen, <http://www.bioenergiportalen.se>

1. *Kalorimetriskt värmevärde*. 2007-11-23.
<http://www.bioenergiportalen.se/?p=1595&m=1070>
2. *Sintring*. 2007-10-04.
<http://www.bioenergiportalen.se/?p=2324&m=1282>

EU: s webportal, http://europa.eu/index_sv.htm, *Biomass Action Plan*,
<http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l27014.htm>. 2007-11-29.

Lantmännen Agroenergi, <http://www.agrobransle.se/>, *Manual för Salixodlare*,
<http://www.agrobransle.se/salix/odla>. 2007-10-11.

NE, Nationalencyklopedin, <http://www.ne.se/jsp/customer/login.jsp>

1. *Biobränsle*. 2007-10-25.
http://www.ne.se/jsp/search/search.jsp?h_search_mode=simple&h_advanced_search=false&t_word=biobr%E4nsle&btn_search=S%F6k+direkt%21
2. *Biomassa*. 2007-10-25.
http://www.ne.se/jsp/search/search.jsp?h_search_mode=simple&h_advanced_search=false&t_word=biomassa
3. *Energigröda*. 2007-10-25.
http://www.ne.se/jsp/search/search.jsp?t_word=energigr%f6da
4. *Vall*. (2007-11-30).
http://www.ne.se/jsp/search/search.jsp?h_search_mode=simple&h_advanced_search=false&t_word=vall

Naturhistoriska Riksmuseet, <http://www.nrm.se/>, *Den virtuella floran, rörflen*,
<http://linnaeus.nrm.se/flora/mono/poa/phala/phalaru.html>. 2007-10-04.

Naturvårdsverket, <http://www.naturvardsverket.se>

1. *EU:s handlingsprogram mot klimatförändringar*. 2007-11-27.
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Klimatpolitiken/Klimatpolitik-i-EU/EUs-handlingsprogram-mot-klimatforandringar/>
2. *Klimatkonventionen och Kyotoprotokollet*. 2007-11-27.
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Klimatpolitiken/Internationell-klimatpolitik/Klimatkonventionen-och-Kyotoprotokollet/>
3. *Ekonomiska konsekvensanalyser i myndigheternas miljöarbete – förslag till förbättringar*. 2008-03-25.
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5398-1.pdf>
4. *Så fungerar växthuseffekten*. 2007-11-27.
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Vaxthuseffekten/Sa-fungerar-vaxhuseffekten/>

Preem, <http://preem.se>, *Svensk diesel miljöklass 1 bättre för miljön*,
http://www.preem.se/templates/SimplePage___7622.aspx. 2008-02-22.

Regeringskansliet, <http://www.regeringen.se/>, *Klimatkonferensen på Bali - ett genombrott för klimatförhandlingarna*, <http://www.sweden.gov.se/sb/d/9900/a/94658>. 2008-01-04.

Regionala miljömål, <http://miljomal.nu>, *Regionala miljömål Jämtlands län*,
<http://miljomal.nu/Pub/RegMal.php?MmID=1&LocType=Lan&LocID=23#RegMal>. 2008-02-22.

SCB, Statistiska Centralbyrån, Statistikdatabasen,
<http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/start.asp>

1. *Koldioxidutsläpp per invånare länsvis efter region, samhällssektor och tid*. 2008-04-02.
http://www.h.scb.se/scb/bor/scbboju/cgi-bin/bj_mapp.exe/enbal
2. *Kommunala energibalanser*. 2008-04-02.
http://www.h.scb.se/scb/mr/enbal/guide/en_frame.htm
3. *Åkerarealens användning efter kommun och gröda. År 1981, 1985, 1989-1995, 1999-200*. 2007-10-05.
<http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/MainTable.asp?yp=udlohv&xu=D0938001&omradekod=JO&omradetext=Jord%2D+och+skogsbruk%2C+fiske&lang=1>

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet, <http://www.slu.se>, *Fakta Ekonomi, Rörflen som omställningsgröda – marknad och ekonomi*,
<http://www2.slu.se/forskning/fakta/faktaekonomi/pdf97/E97-09.pdf>. 2007-10-04.

SPI, Svenska Petroleum Institutet, <http://www.spi.se>, *Dieselpriser, månadsvärden*, <http://www.spi.se/statistik.asp?art=101>. 2008-02-1.

Sveriges Riksdag, <http://www.riksdagen.se/>, *Svar på skriftlig fråga 2007/08:78*, http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=71&dok_id=GV1278. 2008-02-22.

Andra medier

Gustafsson, Ingrid, Sveriges radios korrespondent på Bali, *Studio Ett*, Klimatmöte på Bali, Sveriges radio P1, måndag 3 december 2007. Lyssna på debatten igen: <http://www.sr.se/cgi-bin/P1/program/index.asp?ProgramID=1637>

Kriström, Bengt, professor i miljöekonomi vid Sveriges Lantbruksuniversitet, *Studio Ett*, Klimatmöte på Bali, Sveriges radio P1, måndag 3 december 2007. Lyssna på debatten igen: <http://www.sr.se/cgi-bin/P1/program/index.asp?ProgramID=1637>

Föredrag och föreläsningar

Kent Nyström, VD för Svenska bioenergiföreningen, SVEBIO, *Seminarium om bioenergi*, måndag den 12 november, Jämtkrafts kraftvärmeverk, Vikanders väg, Lugnviks industriområde.

Personlig kontakt

Appelros, Hanna, Länsstyrelsen Jämtland, Telefon: 063-14 60 70. Telefonsamtal den 1 oktober 2007 och den 1 november 2007.

Bergfors, Anna, Agronom, säljare, Lantmännen Östersund, Telefon: 063-15 78 70, E-post: anna.bergfors@lantmannen.com. Möte den 22 januari 2008.

Brandén Klang, Anders, Länsstyrelsen Jämtland, Miljömålsberedningsgruppen, Telefon: 063-14 60 00. Telefonsamtal den 24 oktober 2007.

Börjesson, Pål, Lunds tekniska högskola. Telefon: 046-222 86 42. Telefonsamtal den 22 november 2007.

Dahlsten, Herie, Kemist, Reningsverket Göviken, Östersunds kommun, Telefon: 063-14 33 47. Telefonsamtal den 7 februari 2008.

Genbäck, Håkan, Byråinspektör, Miljö och Hälsa, Östersunds kommun, Telefon: 063-14 32 79. Telefonsamtal den 5 januari 2008.

Gunnarsson, Fredrik, Jordbruksekonom, LRF Konsult, Östersund, Telefon: 063 – 15 71 25. Telefonsamtal den 14 februari.

Larserud, Magnus, Mjölksproducent och entreprenör, Larseruds jordbruk, Styrelseledamot maskinring Z, Telefon: 063-340 34.

1. Telefonsamtal. 2007-12-05.
2. Telefonsamtal. 2008-02-06.

Larsson, Stig, Växtförädlare, Svalöf Weibull, Lantmännen, Telefon: 036 – 38 93 00.
Telefonsamtal den 25 och 26 sep 2007.

Larsson, Sylvia, Doktorand, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå, Enheten för biomassateknologi och kemi, BK, Telefon: 090 – 7868790. Telefonsamtal den 8 okt 2007.

Lundquist, Jonas, Koncernstaben, Jämtkraft, Östersund. Kontinuerlig kontakt aug 2007 – april 2008.

Nordh, Nils-Erik, Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Telefon: 018 – 672561. Telefonsamtal den 25 sep 2007.

Weih, Martin, Forskare, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Växtförädlingsteknologi, lövträdsodling, Telefon: 018-67 25 43. Telefonsamtal den 26 sep 2007.

Willen, Ingemar, Produktchef Vallfrö, Lantmännen Lantbruk, E-post: ingemar.willen@lantmannen.com. E-post kontakt den 22 januari 2008.

Örberg, Håkan, Forskningsassistent, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå, Enheten för biomassaekologi, Telefon: 090-786 87 79, 090-786 87 76. Telefonsamtal den 26 sep 2007.

Bilaga 1a Koldioxidutsläpp i Jämtlands län

Tabell: Koldioxidutsläpp per invånare länsvis efter region, samhällssektor och tid

Vald region: 23 Jämtlands län							
Variabler	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Folkmängd	135726	135584	129566	128586	127947	127645	127424
Energi	583	318	257	288	365	402	340
Hushåll	677	487	335	283	278	207	172
Industri	311	342	400	374	291	300	210
Service	253	294	213	194	187	221	419
Transporter	3388	3214	3012	2997	3043	3260	3303
Totalt	5212	4656	4217	4135	4164	4391	4444

Källa: SCB, Koldioxidutsläpp på länsnivå

http://www.h.scb.se/scb/bor/scbboju/cgi-bin/bj_mapp.exe/enbal

Bilaga 1b Energianvändning i Jämtland år 2005.

Energibalans (MWh) efter region, kategori, energibärare och tid.			
	15 Summa bränslen	16 El-energi	17 Total energi
	2005	2005	2005
2380 Östersund			
2 Bruttotillförsel	1546641	584667	2131307
3 Insatt för omvandling totalt	776101	71032	847133
4 Omvandlat totalt	545516	274506	820022
5 Anv i energisektor totalt	0	35227	35227
7 Överföringsförluster	52394	62990	115384
9 Slutlig användning totalt	1233875	689924	1953585
9.1 Slut anv. Jordbruk, skogsbruk, fiske	12093	..	12093
9.2 Slut anv. Industri, byggverks.	106162	..	106162
9.3 Slut anv. Offentlig verksamhet	95204	..	95204
9.4 Slut anv. Transporter	497836	..	497836
9.5 Slut anv. Övriga tjänster	146334	..	146334
9.6 Slut anv. Hushåll	406033	..	406033
2326 Berg			
2 Bruttotillförsel	219030	180821	399851
3 Insatt för omvandling totalt	490	711780	712270
4 Omvandlat totalt	0	711680	711680
5 Anv i energisektor totalt	0	4813	4813
7 Överföringsförluster	913	14717	15630
9 Slutlig användning totalt	217626	161192	378818
9.1 Slut anv. Jordbruk, skogsbruk, fiske	33128	14542	47670
9.2 Slut anv. Industri, byggverks.	12026	27280	55430
9.3 Slut anv. Offentlig verksamhet	4777	18061	22838
9.4 Slut anv. Transporter	106927	131	107058
9.5 Slut anv. Övriga tjänster	1674	28505	30179
9.6 Slut anv. Hushåll	42970	72673	115643
2305 Bräcke			
2 Bruttotillförsel	250993	114045	365038
3 Insatt för omvandling totalt	21078	2661	23739
4 Omvandlat totalt	0
5 Anv i energisektor totalt	0
7 Överföringsförluster	1451	9308	10760
9 Slutlig användning totalt	185115	101954	330417
9.1 Slut anv. Jordbruk, skogsbruk, fiske	9933	6282	16215
9.2 Slut anv. Industri, byggverks.	37336	15354	52690
9.3 Slut anv. Offentlig verksamhet	1235	..	1235
9.4 Slut anv. Transporter	122572	..	122572
9.5 Slut anv. Övriga tjänster	5948	..	5948
9.6 Slut anv. Hushåll	42906	..	42906
2309 Krokom			
2 Bruttotillförsel	377328	209146	586475

3 Insatt för omvandling totalt	6428	1633697	1640125
4 Omvandlat totalt	12474	1632861	1645335
5 Anv i energisektor totalt	0	4607	4607
7 Överföringsförluster	0	17042	17042
9 Slutlig användning totalt	300148	186661	570035
9.1 Slut anv. Jordbruk,skogsbruk,fiske	10588	30259	40847
9.2 Slut anv. Industri, byggverks.	129224	22856	152080
9.3 Slut anv. Offentlig verksamhet	8718	25832	34550
9.4 Slut anv. Transporter	190673	470	191143
9.5 Slut anv. Övriga tjänster	2571	22972	25543
9.6 Slut anv. Hushåll	41601	84272	125873
2303 Ragunda			
2 Bruttotillförsel	188743	153797	342540
3 Insatt för omvandling totalt	0	6923880	6923880
4 Omvandlat totalt	0	6923880	6923880
5 Anv i energisektor totalt	0	36774	36774
7 Överföringsförluster	0	9790	9790
9 Slutlig användning totalt	140942	107233	295976
9.1 Slut anv. Jordbruk,skogsbruk,fiske	8917	..	8917
9.2 Slut anv. Industri, byggverks.	50322	..	50322
9.3 Slut anv. Offentlig verksamhet	3447	..	3447
9.4 Slut anv. Transporter	96559	..	96559
9.5 Slut anv. Övriga tjänster	1514	..	1514
9.6 Slut anv. Hushåll	27983	..	27983
2313 Strömsund			
2 Bruttotillförsel	319994	204477	524471
3 Insatt för omvandling totalt	0	2067814	2067814
4 Omvandlat totalt	0	2067814	2067814
5 Anv i energisektor totalt	0	7970	7970
7 Överföringsförluster	0	16440	16440
9 Slutlig användning totalt	292065	180067	500061
9.1 Slut anv. Jordbruk,skogsbruk,fiske	12255	10331	22586
9.2 Slut anv. Industri, byggverks.	30788	29230	60018
9.3 Slut anv. Offentlig verksamhet	767	26675	27442
9.4 Slut anv. Transporter	196659	926	197585
9.5 Slut anv. Övriga tjänster	7024	30144	37168
9.6 Slut anv. Hushåll	72501	82761	155262
2321 Åre			
2 Bruttotillförsel	203241	280054	483294
3 Insatt för omvandling totalt	51257	1238171	1289428
4 Omvandlat totalt	47310	1233712	1281022
5 Anv i energisektor totalt	0	11978	11978
7 Överföringsförluster	0	22055	22055
9 Slutlig användning totalt	199294	231477	440856
9.1 Slut anv. Jordbruk,skogsbruk,fiske	5556	16605	22161
9.2 Slut anv. Industri, byggverks.	4468	17878	22346
9.3 Slut anv. Offentlig verksamhet	1494	37869	39363
9.4 Slut anv. Transporter	141272	..	141272
9.5 Slut anv. Övriga tjänster	9923	64212	74135
9.6 Slut anv. Hushåll	36579	94913	131492

Källa: SCB, Kommunala energibalanser

http://www.h.scb.se/scb/mr/enbal/guide/en_frame.htm

Total slutlig användning av energi år 2005 för hela Jämtland:

$$1953585 + 378818 + 330417 + 570035 + 295976 + 500061 + 4408560 = 4469748MWh .$$

Total slutlig användning av energi för jordbruk, skogsbruk och fiske i Jämtland år 2005:

$$12093 + 47670 + 16215 + 40847 + 8917 + 22586 + 22161 = 170589MWh .$$

Jordbruket, skogsbruket och fiskets del av den totalt använda energin i Jämtland år 2005:

$$170589MWh / 4469748MWh = 0,038143 \approx 3,8\% .$$

Bilaga 2 Lagrangianmetoden

Lagrangeanfunktionen skrivs som:

$$(4) \quad L_{x_i, x_j, \lambda, \mu} = C(p(x_i, x_j), Q) + \lambda[Q - f(x_i, x_j)] + \mu[u(x_i, x_j) - \bar{u}]$$

Derivering med avseende på insatsfaktorerna för konventionell produktion ger:

$$(4a) \quad \frac{\partial L}{\partial x_i} = \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x_i} - \lambda \frac{\partial f}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial u}{\partial x_i} = 0$$

Vilket kan uttryckas som:

$$\begin{aligned} \lambda \frac{\partial f}{\partial x_i} &= \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial u}{\partial x_i} \rightarrow \\ \left(\lambda \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) / \frac{\partial f}{\partial x_i} &= \left(\frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x_i} \right) / \frac{\partial f}{\partial x_i} + \left(\mu \frac{\partial u}{\partial x_i} \right) / \frac{\partial f}{\partial x_i} \rightarrow \\ \lambda_{xi} &= \frac{\partial C}{\partial f} + \mu \frac{\partial u}{\partial f} \rightarrow \\ \lambda_{xi} &= \frac{MC_{xi} + \mu \partial u}{\partial f} \end{aligned}$$

Och därmed har vi ekvationen för alternativkostnaden för konventionell odling:

$$(5a) \quad \lambda_{xi} = \frac{p + \mu_{xi} u_{xi}}{f_{xi}}$$

Derivering med avseende på insatsfaktorerna för odling av energigrödor ger:

$$(4b) \quad \frac{\partial L}{\partial x_j} = \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x_j} - \lambda \frac{\partial f}{\partial x_j} + \mu \frac{\partial u}{\partial x_j} = 0$$

Vilket kan uttryckas som:

$$\begin{aligned} \lambda \frac{\partial f}{\partial x_j} &= \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x_j} + \mu \frac{\partial u}{\partial x_j} \rightarrow \\ \left(\lambda \frac{\partial f}{\partial x_j} \right) / \frac{\partial f}{\partial x_j} &= \left(\frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x_j} \right) / \frac{\partial f}{\partial x_j} + \left(\mu \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) / \frac{\partial f}{\partial x_j} \rightarrow \\ \lambda_{xj} &= \frac{\partial C}{\partial f} + \mu \frac{\partial u}{\partial f} \rightarrow \\ \lambda_{xj} &= \frac{MC_{xj} + \mu \partial u}{\partial f} \end{aligned}$$

Alternativkostnaden för odling av energigrödor är:

$$(5b) \quad \lambda_{xj} = \frac{p + \mu_{xj} u_{xj}}{f_{xj}}$$

Bilaga 3 Gödningsbehov

NPK 21-3-10 innehåller 21 % kväve, 3 % fosfor och 10 % kalium.

För 1 kg kväve krävs $\frac{1}{0,21} = 4,7619$ kg NPK 21-3-10

För 1 kg fosfor krävs $\frac{1}{0,03} = 33,3333$ kg NPK 21-3-10.

För 1 kg kalium krävs $\frac{1}{0,10} = 10,00$ kg NPK 21-3-10.

Rörflen:

För att täcka kvävebehovet år 1 (50 kg N/ha) krävs $50 * \frac{1}{0,21} = 238,8095$ kg NPK 21-3-10.

För att täcka kvävebehovet år 2 (150 kg N/ha) krävs $150 * \frac{1}{0,21} = 714,2857$ kg NPK 21-3-10.

För att täcka kvävebehovet år 4-10 (49 kg N/ha) krävs $49 * \frac{1}{0,21} = 233,3333$ kg NPK 21-3-10.

Vall:

För att täcka kvävebehovet år 1-11 (93 kg N/ha) krävs $93 * \frac{1}{0,21} = 442,8571$ kg NPK 21-3-10.

Bilaga 4 Odlingsarealer och energiutbyte.

Det regionala produktionsmålet i Jämtlands län innebär att 0,2 TWh/ år (= 200 000MWh/ år) skall härröra från agrara bränslen. Med en bruttoskörd för rörflen på 23 MWh/ ha och år krävs att: $200000 \text{ MWh} / 23 \text{ MWh/ha/år} = 8\,695,65 \text{ ha}$ avsätts för röflensproduktion om Länsstyrelsens produktionsmål skall uppnås genom odling av rörflen.

Den totala använda åkerarealen i Jämtland uppgår till 40798ha. En produktion på 0,2 TWh rörflen kräver att $8\,695,65 / 40798 = 21,31 \%$ av den totala använda åkerarealen i Jämtland avsätts för produktionen.

Den åkermark som är registrerad som använd slätter och betesvall utgör 36755 ha. En produktion på 0,2 TWh rörflen kräver att $8\,695,65 / 36755 = 23,66\%$ av den mark som används till slätter- och betesvall omställs till röflensodling.

Nettoenergiutbytet för rörflen är 17,766 MWh/ ha och år vilket ger ett totalt nettoenergiutbyte på $17,766 \text{ MWh/ ha} * 8\,695,65 \text{ ha} = 154\,788,8 \text{ MWh} = 0,155 \text{ TWh}$.

Nettoskörd för rörflen uppgår till 20,9 MWh/ha. Nettoenergiutbytet vid förbränning i Jämtkraft kraftvärmeverk i Östersund är: $20,9 \text{ MWh/ ha} * 0,9 = 18,81 \text{ MWh/ ha}$. Om rörflen odlas på $8\,695,65 \text{ ha}$ kan $18,81 \text{ MWh/ ha} * 8\,695,65 \text{ ha} = 163\,571,76 \text{ MWh} = 0,164 \text{ TWh}$ el och värme produceras.

Bilaga 5 Årlig produktionskostnad för vall och rörflen.

Vall	Insatsbehov/ ha					Utsäde	
	År	Arbete	Diesel	Gödning			
	1	4,4	52,8	442,9		21	
	2	4,4	52,8	442,9			
	3	4,4	52,8	442,9			
	4	4,4	52,8	442,9		21	
	5	4,4	52,8	442,9			
	6	4,4	52,8	442,9			
	7	4,4	52,8	442,9		21	
	8	4,4	52,8	442,9			
	9	4,4	52,8	442,9			
	10	4,4	52,8	442,9		21	
	11	4,4	52,8	442,9			
Summa:		48,40	580,80	4 871,90		64,00	
Genomsnitt:		4,40	52,80	442,90		7,73	
Kostnad per enhet:		200	10	3,43		42	Totalt:
Kostnad/ha och år:		880,00	528,00	1 519,15		320,73	3 247,87
Rörflen	Insatsbehov/ ha					Utsäde	
År	Arbete	Diesel	Gödning				
	1	1	12	238,1		15	
	2	1	12	714,3			
	3	1	12	233,3			
	4	1	12	233,3			
	5	1	12	233,3			
	6	1	12	233,3			
	7	1	12	233,3			
	8	1	12	233,3			
	9	1	12	233,3			
	10	1	12	233,3			
	11	1	12				
Summa:		11	132	2 818,8		15	
Genomsnitt:		1	12	256,2545		1,363636	
Kostnad per enhet:		200	10	3,43		80	Totalt:
Kostnad/ha och år:		200	120	878,9531		109,0909	1308,044

Bilaga 6 Alternativkostnad för vall och rörflen.

Vall

År	Arbete	Diesel	Gödning	Utsäde	Totalt
1	45,45	0,24	0,001	2	47,691
2	45,45	0,24	0,001		45,691
3	45,45	0,24	0,001		45,691
4	45,45	0,24	0,001	2	47,691
5	45,45	0,24	0,001		45,691
6	45,45	0,24	0,001		45,691
7	45,45	0,24	0,001	2	47,691
8	45,45	0,24	0,001		45,691
9	45,45	0,24	0,001		45,691
10	45,45	0,24	0,001	2	47,691
11	45,45	0,24	0,001		45,691
				Summa	510,601
				Medel	46,41827

Rörflen					
År	Arbete	Diesel	Gödning	Utsäde	Totalt
1	200	1,05	0,01	5,33	206,39
2	200	1,05	0		201,05
3	200	1,05	0,01		201,06
4	200	1,05	0,01		201,06
5	200	1,05	0,01		201,06
6	200	1,05	0,01		201,06
7	200	1,05	0,01		201,06
8	200	1,05	0,01		201,06
9	200	1,05	0,01		201,06
10	200	1,05	0,01		201,06
11	200	1,05			201,05
				Summa	2 216,97
				Medel	201,5427

Bilaga 7a Nuvärdesberäkningar

Nuvärdet av n kostnadstillfällen a_1, a_2, \dots, a_n , där den första infaller om ett år och de

följande varje år med ett års mellanrum ges av: $A = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{(1+r)^i}$ där den reala räntan är $p\%$

och $r = \frac{p}{100}$. Nuvärdet av n betalningar som alla är lika stora, a , och den första betalningen

sker om ett år och de följande med ett års mellanrum ges av:

$$A = \frac{a}{r} \left(1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right) \text{ där den reala räntan är } p\% \text{ och } r = \frac{p}{100}.$$

För rörflödet som sätts år 2009 med en ekonomisk livslängd på 10 år, slutår 2019, och en real ränta på 4 % fås följande nuvärde av alternativkostnaden:

$$A = \frac{206,39}{(1+0,04)} + \frac{201,05}{(1+0,04)^2} + \frac{\left[\frac{201,06}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^8) \right]}{(1+0,04)^2} + \frac{201,05}{(1+0,04)^{11}} = 1766,49$$

För väll som sätts år 2009 med en livslängd på 10 år och en real ränta på 4 % ges följande nuvärde av alternativkostnaden:

$$A = \frac{47,691}{(1+0,04)} + \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)} + \frac{47,691}{(1+0,04)^4} + \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)^4} + \frac{47,691}{(1+0,04)^7} \\ + \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)^7} + \frac{47,691}{(1+0,04)^{10}} + \frac{45,691}{(1+0,04)^{11}} = 406,86$$

För rörflödet som sätts år 2011 med en ekonomisk livslängd på 10 år, slutår 2021, och en real ränta på 4 % fås följande nuvärde av alternativkostnaden:

$$A = \frac{206,39}{(1+0,04)^3} + \frac{201,05}{(1+0,04)^4} + \frac{\left[\frac{201,06}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^8) \right]}{(1+0,04)^4} + \frac{201,05}{(1+0,04)^{13}} = 1633,22$$

För väll som sätts år 2011 med en livslängd på 10 år, slutår 2021, och en real ränta på 4 % ges följande nuvärde av alternativkostnaden:

$$A = \frac{47,691}{(1+0,04)^3} + \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)^3} + \frac{47,691}{(1+0,04)^6} + \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)^6} + \frac{47,691}{(1+0,04)^9} \\ + \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)^9} + \frac{47,691}{(1+0,04)^{12}} + \frac{45,691}{(1+0,04)^{13}} = 376,16$$

För rörflen som sås år 2013 med en ekonomisk livslängd på 10 år, slutår 2023, och en real ränta på 4 % fås följande nuvärde av alternativkostnaden:

$$A = \frac{206,39}{(1+0,04)^5} + \frac{201,05}{(1+0,04)^6} + \frac{\left[\frac{201,06}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^8) \right]}{(1+0,04)^6} + \frac{201,05}{(1+0,04)^{15}} = 1510$$

För vall som sås år 2013 med en livslängd på 10 år, slutår 2023, och en real ränta på 4 % ges följande nuvärde av alternativkostnaden:

$$A = \frac{47,691}{(1+0,04)^5} + \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)^5} + \frac{47,691}{(1+0,04)^8} + \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)^8} + \frac{47,691}{(1+0,04)^{11}}$$

$$+ \frac{\frac{45,691}{0,04} (1 - 1/(1+0,04)^2)}{(1+0,04)^{11}} + \frac{47,691}{(1+0,04)^{14}} + \frac{45,691}{(1+0,04)^{15}} = 347,78$$

Bilaga 7b Konstant relativ alternativkostnad

Anläggningsår 2009, 10 års ekonomisk livslängd, 4 % real ränta ger för rörfilen en alternativkostnad på 1 766,49 kronor för en odlad hektar och för vall 406,86 kronor per hektar, se bilaga 4a.

$$\text{Vilket ger } \frac{\lambda_j}{\lambda_i} = 4,34.$$

Anläggningsår 2011, 10 års ekonomisk livslängd, 4 % real ränta ger för rörfilen en alternativkostnad på 1 633,22 kronor för en odlad hektar och för vall 376,16 kronor per hektar, se bilaga 4a.

$$\text{Vilket ger: } \frac{\lambda_j}{\lambda_i} = 4,34.$$

Anläggningsår 2013, 10 års ekonomisk livslängd, 4 % real ränta ger för rörfilen en alternativkostnad på 1510 kronor för en odlad hektar och för vall 347,78 kronor per hektar, se bilaga 4a.

$$\text{Vilket ger: } \frac{\lambda_j}{\lambda_i} = 4,34.$$

Pris: 100:- (exkl. moms)

Tryck: SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala 2008.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för ekonomi
Box 7013
750 07 Uppsala
Tel 018-67 2165

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Economics
P.O. Box 7013
SE-750 07 Uppsala, Sweden
Fax + 46 18 673502