

Potential för biobränsleproduktion i Uddevalla kommun

Jenny Lindqvist

Examensarbete 2007
Institutionen för Teknik och samhälle
Miljö- och Energisystem
Lunds Tekniska Högskola



LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

Potential för biobränsleproduktion i Uddevalla kommun

Jenny Lindqvist

Examensarbete

Juni 2007

Dokumentutgivare, Dokumentet kan erhållas från LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA vid Lunds universitet Institutionen för teknik och samhälle Miljö- och energisystem Box 118 221 00 Lund Telefon: 046-222 00 00 Telefax: 046-222 86 44	Dokumentnamn
	Examensarbete
	Utgivningsdatum
	Juni 2007
	Författare
	Jenny Lindqvist

Dokumenttitel och undertitel

Potential för biobränsleproduktion i Uddevalla kommun

Sammandrag

Syftet med detta examensarbete är att uppskatta potentialen för produktion av biobränslen i Uddevalla kommun. Arbetet har utförts på uppdrag av kommunen och ger en överblick över vilka resurser som finns och hur de kan utnyttjas, samt värderar de olika möjligheterna utifrån miljömässiga, ekonomiska och praktiska aspekter. Även potentialerna för lokal användning av biobränslen samt kommunorganisationens möjligheter att påverka energisystemet diskuteras.

Resultaten visar att ett möjligt uttag av biobränslen inom kommungränserna, i form av avverkningsrester från skogsbruket samt energiskog på 10% av åkermarken, är cirka 40 GWh/år. Jordbruket står för merparten av detta. Avfall och avloppsslam som energiråvaror har inte potential för någon större produktionsökning.

Nyckelord

Biobränsle, bioenergi, åkerbränsle, skogsbränsle, potential, Uddevalla kommun

Sidomfång	Språk	ISRN
93	Svenska Sammandrag på engelska	LUTFD2/TFEM--07/5023--SE + (1-93)

Organisation, The document can be obtained through LUND UNIVERSITY Department of Technology and Society Environmental and Energy Systems Studies Box 118 SE - 221 00 Lund, Sweden Telephone: int+46 46-222 00 00 Telefax: int+46 46-222 86 44	Type of document
	Master thesis
	Date of issue
	June 2007
	Authors
	Jenny Lindqvist

Title and subtitle

Potential for biofuel production in the municipality of Uddevalla

Abstract

The purpose of this master thesis is to estimate the potential for biofuel production in the Swedish municipality of Uddevalla. The thesis is made by commission of the municipality and gives a survey of possible resources and how they can be used, as well as an analysis of the different possibilities from environmental, economical and practical points of view. The potential for local use of biofuels and the possibilities for the municipality to influence the energy system are also discussed.

The results show that a possible production of biofuels in the area, from forestry residues and short rotation forestry on 10% of the farmland, is 40 GWh/year. The major part of this is from the agriculture. Waste and sewage do not have any potential for a significantly increased energy production.

Keywords

Biofuel, bioenergy, potential, municipality of Uddevalla

Number of pages	Language	ISRN
93	Swedish Summary in English	LUTFD2/TFEM--07/5023--SE + (1-93)

Förord

Detta examensarbete avslutar min utbildning till civilingenjör i Ekosystemteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet har utlysts av Uddevalla kommun genom Miljöbron, och skrivits på Avdelningen för miljö- och energisystem, LTH.

Stort tack till min handledare Per Svenningsson som lagt ned mycket tid. Tack också till Lise-Lotte Boldt som varit kontaktperson på kommunen, och Gisela Falck på Miljöbron.

Lund, juni 2007

Jenny Lindqvist
(jmlindqvist@gmail.com)

Sammanfattning

Syftet med detta examensarbete är att uppskatta potentialen för produktion av biobränslen i Uddevalla kommun. Arbetet har utförts på uppdrag av kommunen och ger en överblick över vilka resurser som finns och hur de kan utnyttjas, samt värderar de olika möjligheterna utifrån miljömässiga, ekonomiska och praktiska aspekter. Även potentialerna för lokal användning av biobränslen samt kommunorganisationens möjligheter att påverka energisystemet diskuteras.

Den information som ligger till grund för rapporten har hämtats från kommunens dokument, tryckt litteratur, hemsidor för myndigheter och universitet, och via samtal med kommunanställda och andra.

Den årliga energitillförseln till Uddevalla kommun är 1600 GWh. I dagsläget utgörs cirka 330 GWh av biobränslen, varav den dominerande delen är trädbränslen och torv som tillförs till fjärrvärmeverket. Den årliga produktionen av biobränslen uppgår till cirka 50 GWh, exklusive brännved, och utgörs främst av brännbart avfall samt viss biogas. Produktionen av skogs- och åkerbränslen inom kommunen är idag i stort sett försumbar.

Inom kommungränserna skulle man troligen kunna öka uttaget av avverkningsrester från skogsbruket med 4-15 GWh/år. Ett exempel på möjligt uttag av biobränsle från jordbruket, med Salix (energiskog) på 10% av åkermarken, är 33 GWh/år. Gödselrötning skulle teoretiskt kunna ge 5-13 GWh biogas/år, men är troligen praktiskt och ekonomiskt svårt att genomföra. Avloppsslam samt övrigt avfall kan inte stå för någon större produktionsökning av bioenergi. Den totala potentialen för biobränsleproduktion är då cirka 40 GWh/år. Detta innebär att kommunen inte kan bli självförsörjande på biobränsle.

Den möjliga produktionen av åkerbränslen beror på valet av grödor, se tabell i nedan.

Tabell i. Potentialer för åkerbränslen i Uddevalla, 10% av åkermarken
(Obs. att halmpotentialen kan adderas till uttaget av raps eller spannmål.)

Gröda	Bränsle	Energi (GWh/år)
Salix	Fastbränsle	33
Havre	Fastbränsle	11
Vete	Etanol	10
Raps	RME	7
Vall	Biogas	16
Halm	Fastbränsle	10
Halm	Biogas	4

Möjligheterna att använda lokalt producerade biobränslen inom kommungränserna är begränsade, särskilt för fastbränslen. Den största potentialen för användning av trädbränslen och andra fasta biobränslen finns i uppförandet av närvärmecentraler.

Då det gäller minskade utsläpp av växthusgaser ger biobränslen större nytta vid värmeproduktion än vid användning i fordon, förutsatt att det är fossila bränslen som ersätts. Biogas från gödsel är det mest fördelaktiga bränslet med hänsyn till klimat,

XII

eftersom det minskar läckaget av metan till atmosfären. Halm samt avverkningsrester från skogsbruket har stora fördelar ur miljösynpunkt, då de är biprodukter som inte kräver någon markanvändning eller några större insatser av energi. Bland åkerbränslen är Salix den gröda som har högst energiskörd, energibalans (förhållande mellan energiskörd och energiinsats) samt potential att reducera utsläpp av växthusgaser. Efter Salix ger havre och halm samt biogas från vall hög potentiell utsläppsminskning per hektar. Etanol och RME kommer upp i samma värden bara om också halmen tas tillvara.

För andra miljöskadliga ämnen samt partiklar ger biogas låga utsläpp vid förbränning medan fastbränslen som spannmål och halm ger högre. För att minimera utsläppen är det viktigt med bra teknik, särskilt i små anläggningar. Transporter av biobränslen står generellt sett för en mycket liten del av energiförbrukning och utsläpp.

Produktionen av bioenergi, särskilt från jordbruket, påverkas kraftigt av olika styrmedel. Enligt Jordbruksverkets kalkyler har energiskog, raps till RME samt vete till etanol den bästa lönsamheten för enskilda odlare i dagsläget.

Uddevalla kommun som organisation kan på olika sätt gynna produktion och användning av bioenergi inom kommungränserna. Detta kan göras med hjälp av översiktsplanen, det egna energibolaget, kommunägda lokaler och fordon, egen mark, samt information och stöd till kommuninvånarna.

Summary

The purpose of this master thesis is to estimate the potential for biofuel production in the Swedish municipality of Uddevalla. The thesis is made by commission of the municipality and is to give a survey of possible resources and how they can be used, as well as an analysis of the different possibilities from environmental, economical and practical points of view. The potential for local use of biofuels and the possibilities for the municipality to influence the energy system are also studied.

The information used in the report has been gathered from the municipality of Uddevalla, printed literature, webpages for authorities and universities, and by interviews with employees of the municipality and other organisations.

Today about 330 GWh/year biofuel is used in Uddevalla. The major part of this is forestry residues and peat used in the district heating plant. The yearly production of biofuels is about 50 GWh, excluding wood for use in households, and consists mainly of waste and biogas. The production of forestry residues and biofuels from farmland is negligible.

Within the municipality, the production of forestry residues could probably increase by 4-15 GWh/year. A possible production of biofuels from agriculture, with short rotation forestry (Salix) on 10% of the farmland, is 33 GWh/year. Waste and sewage do not have any potential for a significant increase in energy production. This means that the total potential for biofuel production is around 40 GWh/year. The municipality of Uddevalla can consequently not be self-supporting in bioenergy.

The possible production of biofuels depends on the choice of crop, see table ii below.

Table ii. Potentials for biofuels from agriculture in Uddevalla, 10% of farmland
(Note that the production of straw can be added to the potentials for grain or rape-seed)

Crop	Fuel	Energy (GWh/år)
Salix (willow)	Solid	33
Oats	Solid	11
Wheat	Ethanol	10
Rape-seed	Biodiesel	7
Ley crops	Biogas	16
Straw	Solid	10
Straw	Biogas	4

The possibilities to use locally produced biofuels within the municipality are limited, particularly for solid fuels. The largest potential for use of forestry residues and other solid fuels is by means of the construction of small district heating plants.

Biofuels give a larger reduction of greenhouse gas emissions when they are used for heat production than when they are used in vehicles, provided that fossile fuels are replaced. Biogas from manure is the most advantageous biofuel with regard to climate, as it reduces methane leakage to the atmosphere. Forestry residues and straw have major

XIV

advantages from an environmental point of view, since they are by-products that do not require any land or any large input of energy. Among the biofuels from agriculture, short rotation forestry has the best energy output and ability to reduce greenhouse gas emissions. Next to Salix, oats, straw and biogas from ley crops give the largest emission reduction per hectare. Ethanol and biodiesel only reach the same values if the straw also is used for energy production.

With regard to other substances harmful to health and environment, biogas combustion results in low emissions while the combustion of solid fuels such as oats and straw is more problematic. The use of proper technology is essential to minimize air emissions. Transport of biofuels generally give small emissions compared to other sources.

The production of bioenergy, particularly from agriculture, is largely affected by different policy instruments. Currently short rotation forestry, rape-seed and wheat has the best profitability for individual farmers.

The municipality of Uddevalla can support production and use of bioenergy in different ways. This can be done with the help of municipal planning; the local energy company; vehicles, buildings and land owned by the municipality; and information and support to the inhabitants.

Ordlista

Biobränsle	Bränsle med ursprung i biomassa
Bioenergi	Energi erhållen ur biobränslen
Biogas	Gas som bildas då bakterier bryter ned organiskt material i anaerob (syrefri) miljö, består främst av metan och koldioxid
Biomassa	Material med biologiskt ursprung, som inte genomgått någon större kemisk eller biologisk omvandling
Biometan	Metan som kan bildas ur syntesgas, ordet används ibland även allmänt om biogas
Bonitet	Virkesproducerande förmåga hos skogsmark, mäts i $\text{m}^3\text{sk/ha,år}$ (kubikmeter skog per hektar och år)
Deponigas	Biogas som bildas i avfallsdeponier
DME (dimetyleter)	Fordonsbränsle som kan bildas ur syntesgas
E85	Fordonsbränsle bestående av 85% etanol och 15% bensin
Energiskog	Snabbväxande lövträd som odlas på åker för energibruk
Fotosyntes	Process i gröna växter där kolhydrater bildas ur koldioxid och vatten med hjälp av solljus
GROT (grenar och toppar)	Avverkningsrester vid skogsbruk
Gårdsstöd	EU:s ekonomiska stöd till lantbrukare för jordbruksmark
Impediment	Skogsmark olämplig för virkesproduktion, det vill säga där boniteten är lägre än $1 \text{ m}^3\text{sk/ha,år}$
Interventionspris	Garantipris inom EU för varor, bland annat spannmål
Livscykelperspektiv	Helhetssyn på en produkts miljöpåverkan under sin livslängd
Nm^3 (normalkubikmeter)	Gasmängd som motsvarar 1 m^3 vid atmosfärstryck och 0°C
Normskörd	Förväntad skörd i ett visst område vid normala förhållanden
Organiskt material	Kolhaltigt material med ursprung i levande organismer

XVI

Produktiv skogsmark	Mark där boniteten är minst 1 m ³ sk/ha,år
Returlut	Biprodukt vid pappersmassetillverkning
RME (rapsmetylester)	Biodiesel, fordonsbränsle tillverkat av rapsolja
Rötning	Kontrollerad syrefri nedbrytning av organiskt material
Rötgas	Biogas som bildas vid rötning
Salix	Botaniskt släktnamn för pil och vide, vanligaste formen av energiskog
Sintring	Tekniskt problem vid förbränning, innebär att aska smälter och bildar beläggningar i pannor
Syntesgas	Gasblandning som erhålls vid förgasning, innehåller främst kolmonoxid, koldioxid och vätgas
Torv	Ofullständigt nedbrutet organiskt material, bildas i mossar
TS (Torrs substans)	Ett ämnes massa exklusive vatten
Uppgradering	Avskiljning av koldioxid (och föroreningar) från biogas för att höja energivärdet och möjliggöra användning i fordon
Värmevärde	Energiinnehåll i ett bränsle. Det kalorimetriska eller övre värmevärdet är den teoretiska värmemängd som kan utvinnas vid förbränning, och förutsätter att all bildad vattenånga kondenseras till vätskeform. Det effektiva eller undre värmevärdet är det kalorimetriska minus den energi som finns bunden i den bildade vattenången (och som kommer att gå förlorad genom skorstenen om förbränningsanläggningen inte har rökgaskondensering).

Energimängder

kWh (kilowattimme)	Den energimängd som åtgår vid användningen av en effekt på 1000 W (storleksordningen mikrovågsugn) i 1 h.
MWh (megawattimme)	1000 kWh. Motsvarar den elmängd som produceras på Ringhals under en sekund.
GWh (gigawattimme)	1000 MWh. Motsvarar energianvändningen i Uddevalla kommun under sex timmar.
TWh (terawattimme)	1000 GWh. Motsvarar Sveriges energianvändning under ett dygn.

Värmevärden

Tabell iii. Värmevärden som använts i arbetet

Ämne	Anmärkning	Energiinnehåll (undre värmevärde)	Källa
Flis	0% fukthalt	5.7 MWh/ton TS	Energi och miljö, 2006
	30% fukthalt	5.0 MWh/ton TS	
	50% fukthalt	4.6 MWh/ton TS	
Havre	15% fukthalt	4.2 MWh/ton	Bioenergiportalen, 2007
Halm	15% fukthalt	4 MWh/ton	Bernesson och Nilsson, 1992
Rörflen	14% fukthalt	4.8 MWh/ton TS	Novator, 2007
Hampa		4.8 MWh/ton TS	Sundberg och Westlin, 2005
Industriavfall	Ospecificerat	3.6 MWh/ton	Energi och miljö, 2006
Etanol		5.9 MWh/m ³	Energi och miljö, 2006
RME		9.2 MWh/m ³	Energimyndigheten, 2007b
Fordonsgas		12.5 kWh/Nm ³	Näslund, 2004
Metan		10.0 kWh/Nm ³	Energi och miljö, 2006

Innehåll

1. Inledning	3
1.1. Bakgrund.....	3
1.2. Syfte.....	3
1.3. Avgränsningar.....	4
1.4. Metod och struktur.....	4
2. Bioenergi	5
2.1. Vad är bioenergi?.....	5
2.2. Bioenergi i Sverige idag.....	6
3. Beskrivning av Uddevalla kommun	8
3.1. Geografi och demografi.....	8
3.2. Kommunala strategier inom miljö och energi.....	9
4. Energisituationen i Uddevalla idag	12
4.1. Energitillförsel och -användning.....	12
4.2. Användning av bioenergi.....	12
4.2.1. Uppvärmning.....	12
4.2.2. Transporter.....	13
4.2.3. Sammanställning.....	14
4.3. Produktion av bioenergi.....	14
4.3.1. Skogsbruk.....	14
4.3.2. Jordbruk.....	15
4.3.3. Avfall och avlopp.....	15
4.4. Översikt.....	16
5. Förutsättningar för biobränsleuttag i kommunen	17
5.1. Skogsbruk.....	17
5.2. Jordbruk.....	20
5.2.1. Åkermark.....	20
5.2.2. Djurhållning.....	21
5.3. Avfall och avlopp.....	22
5.4. Naturskydd och andra begränsningar.....	22
6. Potential för biobränsleproduktion i kommunen	25
6.1. Allmänt om potentialer.....	25
6.2. Skogsbruk.....	25
6.3. Jordbruk.....	27
6.3.1. Energiskog.....	27
6.3.2. Raps.....	27
6.3.3. Spannmål.....	28
6.3.4. Vall och övriga grödor.....	29
6.3.5. Halm.....	30
6.3.6. Gödsel.....	32
6.3.7. Sammanställning av jordbrukets potential.....	33
6.4. Avfall och avlopp.....	34
6.5. Total potential.....	34

7. Potential för biobränsleanvändning i kommunen	35
7.1. Uppvärmning	35
7.2. Transporter	36
8. Analys: Energi och klimat.....	37
8.1. Mark, energi och transporter.....	37
8.1.1. Markanvändning	37
8.1.2. Transporter	37
8.1.3. Förädling och energiförluster.....	39
8.2. Potential för minskade utsläpp av växthusgaser	40
9. Analys: Miljöpåverkan.....	44
9.1. Utsläpp till luft	44
9.2. Mark- och vattenkvalitet	46
9.3. Biologisk mångfald.....	47
9.4. Landskapsbild	48
10. Analys: Ekonomi, praktik och etik	49
10.1. Ekonomiska faktorer	49
10.1.1. Producenternas ekonomi.....	49
10.1.2 Marknad och samhällsekonomi	52
10.2. Praktiska aspekter	55
10.3. Etiska frågor.....	58
11. Kommunens möjligheter till påverkan	59
11.1. Uppvärmning	59
11.2. Transporter	61
12. Avslutning: Bioenergi i Uddevalla.....	62
13. Utvärdering av resultaten	64
14. Slutsatser och rekommendationer	65
Referenser	67
Bilaga 1 – Utsläpp av växthusgaser från havre och halm	75

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Inom Uddevalla kommun finns ett ambitiöst arbete inom områdena miljö, energi och klimat. En långsiktig vision inom energiplaneringen är bland annat att så långt som möjligt bli självförsörjande på bioenergi.¹ Som ett led i detta önskar kommunen utreda möjligheterna för lokal biobränsleproduktion. Detta är en åtgärd som ingår i energiplanen för 2005-2008, och även omnämns i klimatstrategin. Kommunen efterfrågar där en undersökning av vilka bioenergiresurser som finns inom kommungränserna, hur de kan utvecklas och hur de bäst tas tillvara.^{2 3} Man vill tydliggöra vilka olika möjligheter som finns, och värdera hur marken kan användas optimalt.⁴

Bioenergi har blivit allt mer aktuellt i samhällsdebatten och i det svenska energisystemet. Detta började redan på 1970-talet, då oljekriserna och de låga elpriserna blev en drivkraft för industri och hushåll att börja ställa om från oljeanvändning till el och trädbränslen. På senare tid har dock förutsättningarna förändrats. En ökad insikt om hur produktion och användning av energi är kopplade till miljöproblem, och då framförallt klimatförändringarna, har påverkat både debatten, politiken och energianvändningen. Ett exempel på detta är att den förra regeringen tillsatte en kommission mot oljeberoende, med en uttalad målsättning att avskaffa Sveriges oljeberoende till år 2020.⁵ En annan aspekt som lyfts fram, särskilt på EU-nivå, är att en övergång från importerade fossila bränslen till förnyelsebara energikällor skulle innebära en säkrare energitillförsel.

De flesta beslutsfattare och forskare är numera ense om att en minskad användning av fossila bränslen är nödvändig för att uppnå ett hållbart samhälle. Detta kan uppnås dels genom energibesparingar, dels genom att bygga ut de förnyelsebara energislagen. Att öka användningen av biobränslen kan vara en möjlighet.

1.2. Syfte

Syftet med detta examensarbete är att uppskatta potentialen för lokal produktion av biobränslen i Uddevalla kommun. Arbetet ska ge överblick över vilka resurser som finns och hur de kan utnyttjas, samt värdera de olika möjligheterna utifrån miljömässiga, ekonomiska och praktiska aspekter.

Målet är att resultaten ska kunna användas som ett hjälpmedel för kommunen i planering och beslutsfattande på energiområdet. En förhoppning under arbetet har varit att rapporten ska upplevas som tillgänglig och informativ även för den som är oinsatt i ämnet.

¹ Boldt, 2007

² Uddevalla kommun, u.å. a

³ Uddevalla kommun, u.å. b

⁴ Boldt, 2007

⁵ Kommissionen mot oljeberoende, 2006

1.3. Avgränsningar

Arbetet är begränsat till att behandla tekniker som är relativt spridda och kommersiellt gångbara i dagsläget. Som geografisk avgränsning i beräkningarna har Uddevallas kommungränser använts. Lokal produktion tolkas som att råvarorna produceras eller odlas inom kommunens gränser; förädling kan sedan ske på annan ort.

1.4. Metod och struktur

Data om energi och bioenergi i Uddevalla i dagsläget har erhållits främst ur kommunens energiplan. Generell information om bioenergi har fåtts från tryckt litteratur. Statistik och specifika data har samlats in från Internet, och via personlig kommunikation med kommunanställda och andra. På Internet har framför allt hemsidor för myndigheter och universitet använts. Endast enklare beräkningar har utförts.

Examensarbetet inleds med en förklaring av begreppet bioenergi och en översikt över biobränslen i Sverige i nuläget, och därefter följer en beskrivning av Uddevalla kommun som bakgrund till undersökningen. I kapitlen 4-5 finns en redogörelse för hur mycket bioenergi som produceras och används i kommunen idag och hur förutsättningarna ser ut för ökat uttag. Kapitlen 6 och 7 beskriver vilka potentialer som finns för ökad produktion och användning av biobränslen i kommunen. I de följande tre kapitlen analyseras olika bränslen och användningsområden med hänsyn till energi och miljö samt ekonomiska och praktiska aspekter. I kapitel 11 diskuteras slutligen hur kommunen som organisation kan styra produktion och användning av biobränslen.

2. Bioenergi

2.1. Vad är bioenergi?

Bioenergi är energi från biobränslen, det vill säga bränslen som har sitt ursprung i biomassa. Enligt en rapport från Jordbruksverket definierar SIS (Standardiseringen i Sverige) biomassa som ”material med biologiskt ursprung som inte eller i endast ringa grad omvandlats kemiskt eller biologiskt”.⁶ Att biobränslen stammar från biologiskt material medför att deras energiinnehåll ytterst har sin grund i växternas fotosyntes och därmed i solljuset.

Biobränslen brukar delas in i fem grupper:⁷

Trädbränslen	Trädråvara från skogen som ej genomgått kemisk behandling
Returlutar	Biprodukt inom massaindustrin
Åkerbränslen	Jordbruksprodukter
Torv	Ofullständigt nedbrutet organiskt material som bildas i mossar
Biobränslen från avfall	Sorterat brännbart avfall, rötgas från reningsverk, deponigas

Trädbränslen i sin tur kan delas in i flera olika undergrupper:⁸

Skogsbränsle	Avverkningsrester (GROT) Virke utan industriell användning Biprodukter och spill från industri Brännved
Återvunnet trädbränsle	Emballage, form- och rivningsvirke
Energiskogsbränsle	(Kan även klassas som åkerbränsle)

Till åkerbränslen eller agrara bränslen hör bland annat energiskog, rörfen, halm, spannmål till eldning eller drivmedelsframställning, raps till RME-produktion samt hampa.⁹ Även gödsel brukar räknas som åkerbränsle.¹⁰ Flera av åkerbränslena är alltså traditionella livsmedelsgrödor, medan andra enbart används för energiproduktion.

Biomassa kan sedan behandlas eller förädlas på olika sätt. I princip finns fyra behandlingssätt, även om de inte lämpar sig för alla råvaror. Dessa är:¹¹

- 1) Fysisk behandling: T.ex. formning av pellets eller pressning av rapsolja
- 2) Termokemisk behandling: T.ex. förgasning (sker ej kommersiellt i dagsläget)
- 3) Biokemisk behandling: T.ex. rötning och jäsning
- 4) Kemisk behandling: T.ex. förestring av rapsolja till RME

I figur 1 nedan finns en översikt över de olika möjligheterna samt över vilka råvaror som är aktuella.

⁶ Jordbruksverket, 2006a

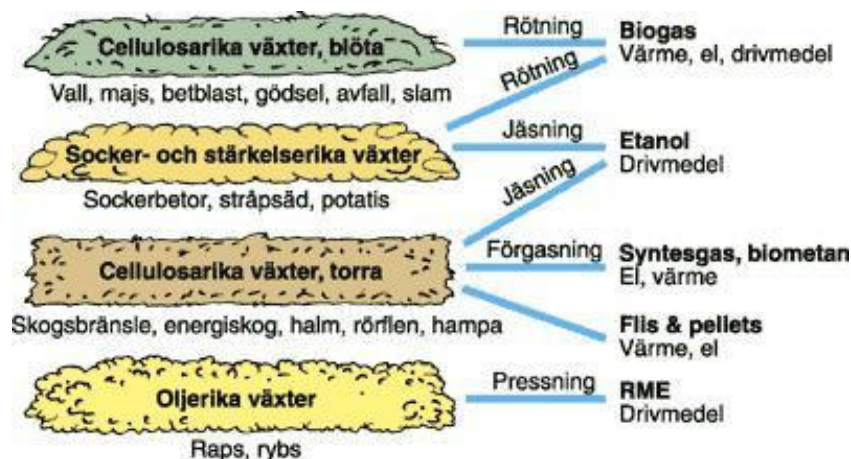
⁷ Ibid

⁸ Skogsstyrelsen, 2001

⁹ Jordbruksverket, 2006a

¹⁰ Bioenergiportalen, 2007

¹¹ Nationalencyklopedin, 2007a



Figur 1. Behandling av biomassa. Bild från Bioenergiportalen, 2007

Förutom ett bibränsles ursprung behöver man ange dess form.¹² Detta är viktigt för att påvisa hur mycket biomassan förädlats och vilka olika användningsområden som finns. En enskild typ av biomassa kan ge flera olika typer av bränsle. Exempel på olika energibärare finns i tabell 1.

Tabell 1. Exempel på energibärare från biomassa

Bränsleform	Främsta användning	Exempel
Fasta bränslen	El- och värmeproduktion	Ved, flis, pellets, torv, avfall
Flytande bränslen	Drivmedel	RME, etanol
Gasformiga bränslen	Drivmedel, el- och värmeprod.	Biogas

Användning av biobränslen som drivmedel kräver en högre grad av förädling än värme- eller kraftvärmeproduktion. Exempelvis kan biogas förbrännas obehandlad, men ska den kunna användas som fordonsbränsle krävs att den uppgraderas, det vill säga renas från koldioxid, för att öka energiinnehållet per volymenhet. Förädling medför energiförluster men kan ofta möjliggöra en bättre verkningsgrad i slutanvändningen.

Det finns stora fördelar med biobränslen som energikälla. Viktigast är att bioenergi är förnyelsebart, vilket innebär att det inte tär på jordens ändliga resurser eller bidrar till den globala uppvärmningen. Det finns också säkerhetsmässiga skäl att använda (inhemska) biobränslen, då tillförseln inte blir beroende av politiskt instabila områden. Biobränslen har också ekonomiska fördelar. För användarna är de ofta billigare än de fossila alternativen, och produktionen kan ge ökad sysselsättning på landsbygden.

2.2. Bioenergi i Sverige idag

I Sverige tillförs över 600 TWh energi årligen till energisystemet. Den slutliga energianvändningen är lägre, drygt 400 TWh. Skillnaden utgörs dels av förluster i omvandling och distribution, främst inom kärnkraften, och dels av användning exempelvis i utrikes sjöfart. År 2005 utgjordes 112 TWh av den tillförda energin av biobränslen inklusive torv och avfall. Därmed är Sverige tillsammans med Finland det

¹² SLU, 1999

land i Europa som har störst andel bioenergi i energisystemet. Den största enskilda användaren av biobränslen var industrin, se tabell 2 nedan. Största delen av industrins biobränsleanvändning utgjordes av returlutar i massabruken. Bostads- och servicesektorn använde biobränslen främst i form av brännved. Vidare förbrändes 36 TWh biobränslen i fjärrvärmeverk, varav 21 TWh var trädbränslen och 8 TWh avfall. Användningen av trädbränsle inom fjärrvärmesektorn har mer än femdubblats sedan 1990. Transportsektorn stod endast för en dryg procent av den svenska biobränsleanvändningen. Den helt dominerande delen av detta var låginblandad etanol i bensin.¹³

Tabell 2. Slutlig användning av bioenergi i Sverige 2005¹⁴

Sektor	Använd bioenergi (TWh)
Industri	51
Bostäder och service	13
Transporter	1.7
Fjärrvärme	36
Kraftvärme	5.7
Industriell mottryckskraft	4.4
Totalt	112

Den största andelen av den tillförda bioenergin kommer från inhemska bränslen, men uppskattningsvis 5-9 TWh importeras årligen. Detta rör sig främst om etanol, pellets och bränslen till fjärrvärmeverken.¹⁵

Av den bioenergi som tillförs i det svenska energisystemet har över 90% sitt ursprung i skog och skogsindustri. Endast 1-2 TWh utgörs av åkerbränslen, se tabell 3. 2% av Sveriges åkerareal används till att producera biobränslen.¹⁶ De åkerbränslen som upptar den största delen av jordbruksmarken är spannmål och Salix.¹⁷

Tabell 3. Odling av energigrödor i Sverige 2005¹⁸

Gröda	Användning	Areal (ha)	Energi (GWh) [1]
Spannmål	Etanol	25 000	320
Spannmål	Eldning	5000-10 000	70-140
Halm	Eldning	30 000 (biprodukt)	100-360
Salix	Eldning	14 000	420-700
Oljeväxter	RME	2000	10-20
Rörflen	Eldning	600	15-20
Vall	Biogas	300	6
Totalt		47 000-52 000 (exkl. halm)	940-1600

[1] Egna beräkningar, avser energiinnehåll i slutlig energibärare. (Se kapitel 6.3)

¹³ Energimyndigheten, 2006a

¹⁴ Ibid

¹⁵ Ibid

¹⁶ Bioenergiportalen, 2007

¹⁷ Jordbruksverket, 2006a

¹⁸ Ibid

3. Beskrivning av Uddevalla kommun

3.1. Geografi och demografi

Uddevalla är en kustkommun i Bohuslän med runt 50 000 invånare. Den gränsar bland annat till Lysekil, Orust och Stenungsund, se figur 2 nedan. Kommunen har en area på 642 kvadratkilometer,¹⁹ och en kuststräcka på drygt 27 mil.²⁰ Kusten utgörs främst av fjordar, medan landytan är ett spricklandskap med höglänta skogsbevuxna "fjällområden" och jordbruk i dalarna.²¹ Närheten till havet samt de karakteristiska fjällområdena innebär värdefulla naturtyper; runt 24 km² naturreservat och 40 km² naturvårdsområden (inklusive vatten) är belägna i kommunen.²²



Figur 2. Karta över Uddevalla kommun. Bild från Nationalencyklopedin, 2007b

¹⁹ Uddevalla kommun, 2007g

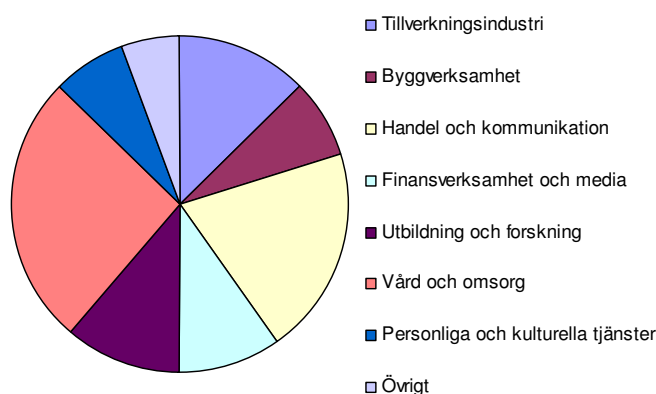
²⁰ Uddevalla kommun, u.å. b

²¹ Uddevalla kommun, u.å. a

²² Uddevalla kommun, 2007g

Av kommuninvånarna är drygt 30 000 bosatta i Uddevalla stad och 3500 i Ljungskile, den andra serviceorten. Under somrarna ökar befolkningen på grund av ett stort antal boende i fritidshus. Bostäderna i kommunen är fördelade på 10 900 lägenheter i småhus och 13 700 i flerbostadshus.²³

Uddevalla har en historia som varvs- och industristad, och hamnen är fortfarande en av Sveriges viktigare. Numera är kommunen den största arbetsgivaren med 4700 anställda.²⁴ Den enskilda näringsgren som sysselsätter flest personer är vård och omsorg, men också handeln spelar en stor roll, se figur 3. Här finns även delar av Högskolan Väst, samt en av landets största gymnasieskolor. Den största privata arbetsgivaren med 700 anställda är Pininfarina som tillverkar Volvobilar.²⁵ En avsevärd arbetspendling sker över kommungränsen, 2004 rörde sig runt 6200 personer in i och 5800 ut ur kommunen.²⁶



Figur 3. Sysselsättning för Uddevallas kommuninvånare 2005²⁷

3.2. Kommunala strategier inom miljö och energi

Kommunen som organisation har en viss vilja att profilera sig miljömässigt. Bland annat var Uddevalla år 2004 den första svenska kommunen att miljöcertifieras enligt EMAS.²⁸ Kommunorganisationens övergripande vision i översiktsplanen är att ”skapa god livskvalitet”, vilket bland annat ska uppnås genom att man skapar en ”socialt och ekologiskt hållbar kommun”. På miljöområdet tolkas detta som att man ska bevara den biologiska mångfalden, vara aktsam om värdefulla natur- och kulturlandskap samt hushålla med naturresurserna.²⁹

Kommunens miljöpolicy ser i korta drag ut som följer:³⁰

²³ Uddevalla kommun, 2007g

²⁴ Uddevalla kommun, 2005

²⁵ Ibid

²⁶ Uddevalla kommun, 2007h

²⁷ Uddevalla kommun, 2007g

²⁸ Uddevalla kommun, 2005

²⁹ Uddevalla kommun, 2002

³⁰ Uddevalla kommun, 2007b

Uddevalla kommun skall arbeta för ett socialt och ekologiskt hållbart samhälle. Den tjänsteutövning och övrig verksamhet som bedrivs, skall ske i enlighet med Miljöbalkens intentioner:

- Skydda människors hälsa mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av fysisk eller psykisk påverkan
- Skydda och vårda värdefulla natur- och kulturmiljöer
- Bevara den biologiska mångfalden
- Använda mark, vatten och fysisk miljö så att en från ekologisk, social, kulturell och samhälls-ekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas
- Återanvändning och återvinning, liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas, så att ett kretslopp uppnås

Kommunen har även valt ut sex av riksdagens femton nationella miljö kvalitetsmål som väsentliga. De används bland annat som utgångspunkt för lokala miljömål, och är:³¹

- God bebyggd miljö
- Hav i balans samt levande kust och skärgård
- Grundvatten av god kvalitet
- Ingen övergödning
- Begränsad klimatpåverkan
- Levande sjöar och vattendrag

Inom energiplaneringen är kommunstyrelsens övergripande mål att energiförbrukningen inom Uddevalla kommun ska minimeras, samt att användningen av miljöanpassad och förnybar energi ska prioriteras. Detta förklaras djupare i energiplanen, och följande punkter är ett utdrag ur förklaringen:³²

Med KS övergripande mål menas i energiplanen följande:

- Den totala energianvändningen per invånare och sektor ska minimeras genom ett aktivt energihushållningsarbete
- Användningen av fossila energikällor ska fasas ut mot ur miljösynpunkt bättre alternativ och mot energi som annars går till spillo
- Lokala resurser ska främjas och på ett effektivare sätt tas tillvara
- Satsningar på miljö- och energiinformation ska öka medvetenhet och främja att energisystemet utvecklas i en hållbar riktning
- Översikts- och detaljplanering ska användas som ett instrument för att minska energianvändningen i bebyggelsen

Bland energiplanens efterföljande förslag på detaljerade miljömål har särskilt följande två anknytning till bioenergi:³³

- Översiktsplanen ska peka ut områden som kan vara lämpliga för biobränsleeldade närvärmecentraler och förutsättningarna för dessa ska sedan utredas till 2008.
- Andelen förnybara drivmedel ska öka, senast år 2010 ska 6% av bensin- och/eller dieselförbrukningen i kommunen ha ersatts med alternativa drivmedel. Etanolfordon liksom biogasfordon ska kunna tankas i Uddevalla senast år 2007.

³¹ Uddevalla kommun, 2007b

³² Uddevalla kommun, u.å. a

³³ Ibid

Kommunen har också ett lokalt Agenda 21-program. Nedanstående är punkter ur programmet som kan ha en anknytning till produktion och användning av bioenergi.³⁴

Framtidens jordbruk och livsmedel:

- Håller landskapet öppet och skyddar värdefulla natur- och kulturlandskap
- Minimerar användningen av konstgödsel [för att minimera övergödning och energianvändning]
- Minskar transportbehovet och behovet av fossila bränslen
- Säkerställer jordbruksmarkens produktiva förmåga genom att återföra organiskt material och fosfor

Framtidens skogsbruk:

- Arbetar för att sänka halterna av marknära ozon och minska nedfallet av kväve och svavel
- Undviker kalhyggen för att minimera läckaget av kväve
- Tar hänsyn till skyddsvärda skogar för att bevara den biologiska mångfalden
- Ökar inslaget av lövträd för att minska försurningen av skogsmarken

Framtidens avloppsrening och vattenförsörjning:

- Ger ett rent slam som kan spridas på åkrarna

Framtidens bostäder och lokaler:

- Värms upp med förnyelsebara resurser för att minska förbrukningen av olja och naturgas

Framtidens resor och transporter:

- Sker med fordon som drivs med förnyelsebara resurser

³⁴ Uddevalla kommun, 2002

4. Energisituationen i Uddevalla idag

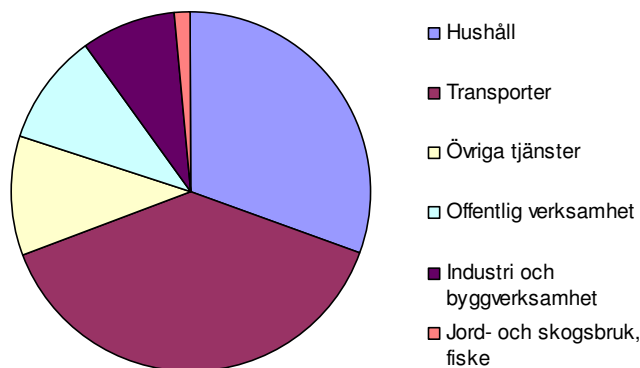
4.1. Energitillförsel och -användning

Den totala energitillförseln till Uddevalla kommun (som geografiskt område) var 1602 GWh år 2002, se tabell 4. Den genomsnittliga tillförseln per person var då lägre än för riket som helhet.³⁵ Detta beror främst på avsaknaden av tung industri.

Tabell 4. Energitillförsel till Uddevalla kommun 2002³⁶

Energislag	Energitillförsel (GWh)	Andel (%)
El	520	33
Oljeprodukter	705	44
Trädbränslen	214	13
Torv	109	6.8
Övrigt	54	3.4
Totalt	1602	100

På grund av förluster främst i elnät och fjärrvärme var den slutliga användningen mindre än tillförseln, 1469 GWh. De två absolut dominerande sektorerna var transporter och hushåll, som stod för 39% respektive 30% av energiförbrukningen.³⁷ Se även figur 4.



Figur 4. Kommunens energianvändning per sektor 2002³⁸

4.2. Användning av bioenergi

4.2.1. Uppvärmning

Inom Uddevalla tätort finns en väl utbyggd fjärrvärmeproduktion, som drivs av det kommunägda bolaget Uddevalla Energi AB. År 2004 hade de drygt 1300 kunder.³⁹ Bolaget har två huvudcentraler för värmeproduktion, Hovhultsverket där främst

³⁵ Uddevalla kommun, u.å. a

³⁶ Ibid

³⁷ Ibid

³⁸ Ibid

³⁹ Uddevalla Energi, 2007b

biobränslen används samt det oljeeldade Brattåsverket som används för spetsbelastningar. Av tillfört bränsle utgörs normalt över 90% av biobränslen, torv inräknat. Torven köps in från olika leverantörer och bolaget kan därför inte alltid påverka dess ursprung. Runt en femtedel av torven importeras, främst på fartyg. År 2002 tillfördes 156 GWh trädbränsle och 109 GWh torv till fjärrvärmeverket på Hovhult. Den totala slutliga leveransen av fjärrvärme till kunderna var 270 GWh år 2003.⁴⁰

Uddevalla Energi bygger ett nytt kraftvärmeverk, Lillesjöverket, som ska tas i bruk 2009. Anläggningen ska förbränna industri- och hushållsavfall från närliggande kommuner. Bränsleanvändningen ska uppgå till 80 000-90 000 ton/år, vilket beräknas ge 200 GWh värme och 60 GWh el. Hovhultsverket kommer dock att finnas kvar under överskådlig tid.⁴¹ Vad gäller övriga biobränslen skulle Lillesjöverkets panna rent tekniskt kunna elda exempelvis flis. I praktiken kommer detta dock inte att göras, eftersom Uddevalla Energi får betalt för att behandla avfall medan flis och andra bränslen måste köpas in.⁴²

Leveranser av trädbränsle sker förutom till värmeverket också till småhus och fritidsbostäder. Runt 58 GWh tillfördes kommunens småhus år 2002.⁴³ Därtill kommer hushållens användning av egenodlad ved, vars omfattning är svår att uppskatta.

Slutligen produceras årligen 3.6 GWh biogas vid rötning av avloppsslam i Skansverket, det kommunala reningsverket. I dagsläget utnyttjas denna gas för värmeproduktion i en gaspanna, och 2.4 GWh spillvärme säljs till fjärrvärmenätet.^{44 45}

4.2.2. Transporter

I Uddevalla stad finns i dagsläget (januari 2007) ett tankställe för fordonsgas.⁴⁶ Här såldes drygt 90 000 Nm³ gas år 2006, varav cirka 50% var biogas.⁴⁷ Detta motsvarar runt 0.5 GWh.

I kommunen finns också tre tankstationer med E85⁴⁸, som tillsammans sålde uppskattningsvis 600 000 liter år 2006.^{49 50} Energiinnehållet endast i etanolen var då i storleksordningen 3 GWh.

Detta är bara det fordonsbränsle som säljs inom kommunen, och det är möjligt att användningen sker på annan ort eller att kommuninvånarna tankar i andra kommuner. Användningen av speciellt E85 är dessutom känslig för prisskillnaden mot bensin, och varierar därför över tiden. Värdena kan dock antas vara en god uppskattning.

⁴⁰ Uddevalla kommun, u.å. a

⁴¹ Uddevalla Energi, 2007a

⁴² Kvartsberg, 2007

⁴³ Uddevalla kommun, u.å. a

⁴⁴ Uddevalla kommun, 2007e

⁴⁵ Uddevalla kommun, u.å. a

⁴⁶ Miljöfordon, 2007

⁴⁷ Andersson, 2007

⁴⁸ Miljöfordon, 2007

⁴⁹ Hesselrot, 2007

⁵⁰ Johansson, Christian, 2007

4.2.3. Sammanställning

Den årliga användningen av bibränslen i Uddevalla kommun sammanfattas i tabell 5.

Tabell 5. Användning av bibränslen i Uddevalla kommun

Ämne	Användning (GWh/år)
Etanol	~ 3
Biogas, fordon	~ 0.5
Biogas, uppvärmning	3.6
Torv	109
Trädbränslen	214
Totalt	330

Biobränsleanvändningen är alltså runt 330 GWh, vilket motsvarar över 20% av energianvändningen i kommunen. Det är torv och trädbränslen som dominerar totalt, det vill säga främst fjärrvärmen. Inom transportsektorn är användningen ännu försumbar jämfört med försäljningen av bensin och diesel, som uppgick till 568 GWh år 2002.⁵¹

4.3. Produktion av bioenergi

4.3.1. Skogsbruk

Uddevalla kommun äger skogsområden, främst i olika naturreservat. Här finns idag ett visst uttag av flis, runt 800-1000 m³ per år, som används för värmeproduktion i andra kommuner i regionen.⁵² Energiinnehållet i trädbränslen varierar beroende på bland annat fukthalten, men dagens uttag från kommunala marker motsvarar i storleksordningen 1 GWh.⁵³ De totala ytor som anmälts till Skogsstyrelsen för uttag av avverkningsrester finns i tabell 6 nedan. Detta täcker både privata ägare och kommunägd mark. Gran i Uddevalla antas kunna ge maximalt 0.045 GWh GROT/ha vid slutavverkning, se även avsnitt 6.2 nedan. Att ytorna anmälts för uttag av GROT innebär dock inte med säkerhet att detta uttag verkligen sker.

Tabell 6. Avverkningar i Uddevalla kommun, anmälda till Skogsstyrelsen⁵⁴

År	2004	2005	2006
Antal avverkningar	171	96	284
Total avverkad yta (ha)	424	193	605
Medelstorlek per avverkning (ha)	2.5	2.0	2.1
Antal avverkningar där GROT-uttag anmälts	23	8	22
Total yta med GROT-uttag (ha)	55	41	95
Möjligt uttag av GROT (GWh) [1]	2.5	1.9	4.4

[1] Egna beräkningar, se även avsnitt 6.2.

⁵¹ Uddevalla kommun, u.å. a

⁵² Uddevalla kommun, u.å. a

⁵³ Energi och miljö, 2006

⁵⁴ Bohm-Larsson, 2007

I kommunen har alltså högst 2-4 GWh skogsbränsle tagits ut de senaste åren, varav uppskattningsvis 1 GWh från kommunägd mark. Som nämnts ovan används också okända mängder egenodlad ved för privat bruk.

4.3.2. Jordbruk

Idag finns en viss odling av energigrödor inom kommunen, i form av raps till RME.⁵⁵ Inga data har kunnat erhållas på hur stora ytor detta rör sig om, men den totala odlade arealen raps var 116 hektar år 2005.⁵⁶ Om allt detta antas användas till drivmedel motsvarar det runt 1 GWh RME. Ingen annan känd odling av åkerbränslen har kunnat upptäckas.^{57 58}

VärmLant och Svenska Foder bygger en fabrik för RME-tillverkning i Uddevalla, vilken beräknas vara färdig hösten 2007. Fabriken ska producera 22 000 ton RME årligen, vilket motsvarar 230 GWh, och både kunna pressa rapsfrö och använda färdig rapsolja som råvara.⁵⁹

4.3.3. Avfall och avlopp

I Uddevalla tillsammans med grannkommunerna tillämpas sedan flera år ett ganska avancerat system för hantering av hushållsavfall. Förutom vanlig källsortering ska hushållen sortera sitt avfall i olikfärgade påsar, röda för brännbart och gröna för rötbart avfall. Dessa transporteras sedan till anläggningen Heljestorp utanför Vänersborg, vilken ägs av TRAAB (Trestadsregionens Avfalls AB). Påsarna separeras där efter färg. De röda förbränns i värmeverk i bland annat Borås, Göteborg och Norrköping, men kommer i framtiden alltså att eldas i det nya kraftvärmeverket. De gröna rötas till biogas som används främst som fordonsgas i Trollhättan. På anläggningen sker även utvinning av deponigas vilken främst används till uppvärmning, bland annat på länsjukhuset.^{60 61}

Runt 30 000 ton hushållsavfall hanteras på Heljestorp årligen. Av detta är 10 000 ton brännbart och ger 35 GWh värme. Runt 20 000 ton är rötbart.⁶² År 2005 erhöles 8.4 GWh biogas ur rötningsprocessen, och dessutom utvanns 7.2 GWh deponigas.⁶³ Från Uddevalla kommun levererades år 2005 10 000 ton hushållsavfall, varav 55% brännbart, 25% rötbart och 20% övrigt.⁶⁴ Detta innebär att kommunen kan anses producera 20 GWh brännbart avfall och 1 GWh rötgas. Om man antar att den totala avfallsmängden kan användas som viktning för deponigasen, producerar Uddevalla också 2 GWh deponigas.

⁵⁵ Jansson, Christer, 2007

⁵⁶ Jordbruksverket, 2007b

⁵⁷ Jansson, Magnus, 2007

⁵⁸ Jansson, Christer, 2007

⁵⁹ Uddevalla kommun, 2007d

⁶⁰ TRAAB, 2007

⁶¹ Kvartsberg, 2007

⁶² TRAAB, 2007

⁶³ Uddevalla kommun, 2007c

⁶⁴ Cart-Lamy, 2007

Industriavfall och skrymmande hushållsavfall som bildas i kommunen tas främst emot på Havskurens återvinningscentral i Uddevalla.⁶⁵ Den brännbara andelen säljs sedan vidare till anläggningar på andra orter. År 2006 skickades 4800 ton brännbart avfall ut från Havskuren.⁶⁶ Detta motsvarar runt 17 GWh.

Livsmedelsindustrier har ofta avfall lämpligt för rötning av biogas. I Uddevalla finns Rybergs charkuteri, med en årlig produktion på 3000 ton köttvaror. År 2006 producerade de 63 ton organiskt avfall, vilket troligen gick till rötning.⁶⁷ Enligt Bioenergiportalen krävs 550 ton animaliska slaktrester för att producera 1 GWh biogas.⁶⁸ Avfallet från Rybergs kan då sägas ge 0.1 GWh/år, vilket inte är någon större mängd.

Totalt produceras i Uddevalla alltså ungefär 37 GWh värme och 3 GWh biogas från avfall. Därtill kommer de 3.6 GWh biogas som bildas på avloppsreningsverket.

Kommunen har ansökt om KLIMP-pengar för att uppföra en ny röttnings- och uppgraderingsanläggning. Anläggningen ska behandla Skansverkets avloppsslam samt det glycerol som blir biprodukt vid den planerade RME-fabriken. Slam och glycerol utgör en mycket lämplig substratblandning, och produktionen beräknas uppgå till minst 6-7 GWh fordonsgas/år. Ett villkor för att få bidraget är att även andra råvaror ska kunna tas emot för rötning.⁶⁹

4.4. Översikt

Bioenergisituationen i kommunen idag ser alltså ut enligt tabell 7 här under.

Tabell 7. Dagens produktion och användning av bioenergi i Uddevalla kommun

Ämne	Användning (GWh/år)	Produktion (GWh/år)
Biogas	4	7
Etanol	3	0
RME	0 [1]	1
Trädbränslen	214	2-4
Torv	109	0
Brännbart avfall	0	37
Totalt	330	50

[1]: Inkluderar ej eventuell låginblandad RME i diesel

Det framgår i tabellen att produktionen av biobränslen kraftigt understiger konsumtionen. (De biobränslen som produceras lokalt används också främst utanför kommungränserna.) Detta är en av anledningarna till att man på kommunen önskar öka produktionen. Enskilda värden ska endast ses som uppskattningar. Detta är också enbart en sammanställning för att få överblick, och innebär inte att det är nödvändigt eller önskvärt att exempelvis etanol ska framställas inom kommunen.

⁶⁵ Cart-Lamy, 2007

⁶⁶ Andreasson, 2007

⁶⁷ Jensen, 2007

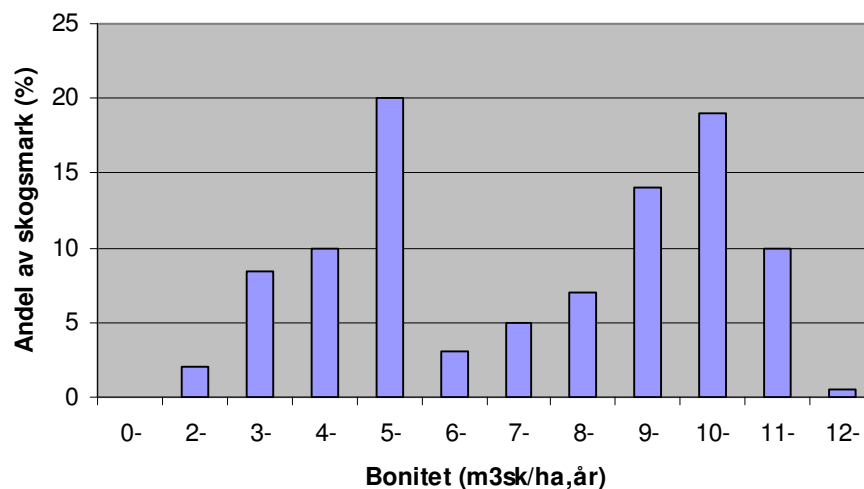
⁶⁸ Bioenergiportalen, 2007

⁶⁹ Dahllöf, 2007

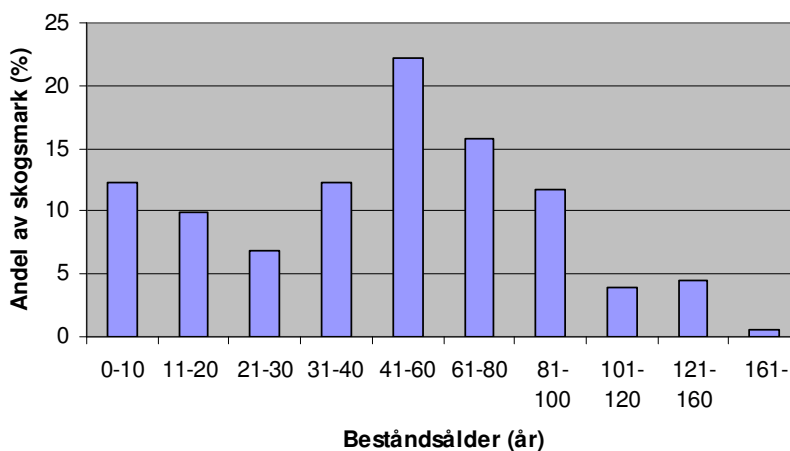
5. Förutsättningar för biobränsleuttag i kommunen

5.1. Skogsbruk

En stor del av Uddevalla kommun täcks av skog. I statistik från Skogsstyrelsen uppges den produktiva skogsmarken i kommunen uppgå till drygt 29 400 hektar, vilket är runt halva landytan. Produktiv skogsmark är mark som anses lämplig för virkesproduktion, det vill säga med bonitet (virkesproducerande förmåga) över 1 kubikmeter skog per hektar och år.⁷⁰ Den genomsnittliga boniteten i Uddevallatrakten är 7.5-9 m³sk/ha,år, vilket är ganska typiskt för södra Sverige.⁷¹ Figur 5-8 visar medelvärden för skogsmark i Göteborg och Bohuslän, åren 2003-2005.



Figur 5. Skogsmark i Göteborg och Bohuslän fördelad på bonitet⁷²

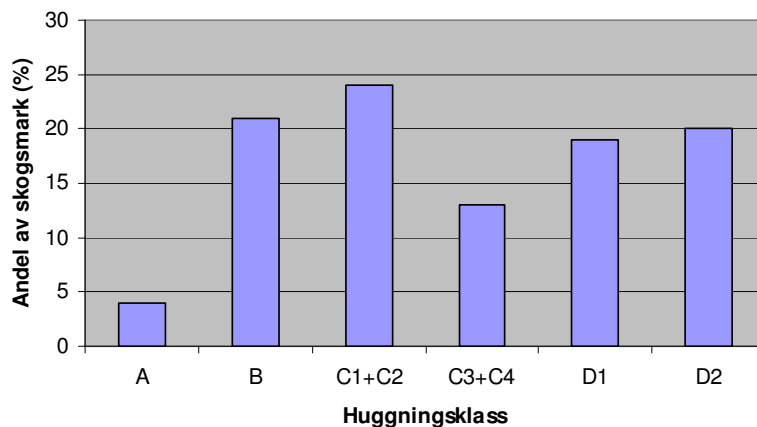


Figur 6. Skogsmark i Göteborg och Bohuslän fördelad på beståndsålder⁷³

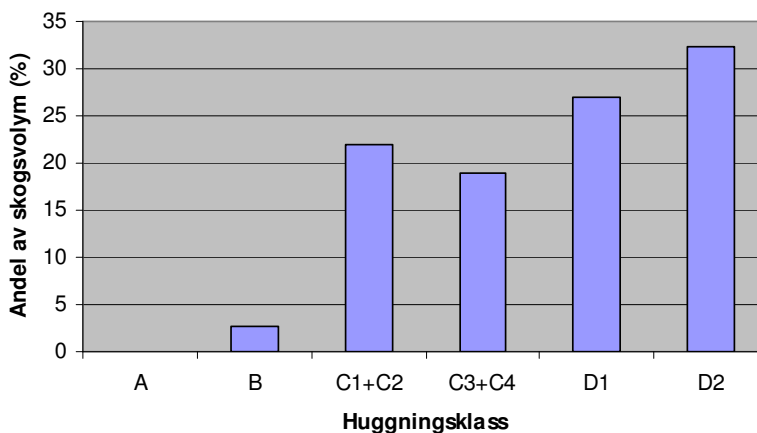
⁷⁰ Skogsstyrelsen, 2007b

⁷¹ Riksskogstaxeringen, 2007a

⁷² Riksskogstaxeringen, 2007b



Figur 7. Skogsmark i Göteborg och Bohuslän fördelad på huggningsklasser⁷⁴



Figur 8. Skogsvolym i Göteborg och Bohuslän fördelad på huggningsklasser⁷⁵

Definitioner av de olika huggningsklasserna finns i tabell 8.

Tabell 8. Definition av huggningsklasser⁷⁶

Huggningsklass	Karakteristik
A	Kalmark
B	Plant- och ungskog
C1 + C2	Klen gallringsskog
C3 + C4	Grövre och äldre gallringsskog
D1	Slutavverkningsskog som ej uppnått lägsta ålder för slutavverkning
D2	Slutavverkningsskog som uppnått lägsta ålder för slutavverkning

⁷³ Riksskogstaxeringen, 2007b

⁷⁴ Ibid

⁷⁵ Ibid

⁷⁶ Ibid

Som framgår ovan är större delen av skogsvolymen slutavverkningsskog, varav över hälften uppnått lägsta ålder för avverkning. Detta innebär att även trädbränsleuttag kan vara aktuellt inom den närmaste tiden.

Vidare är skogen i Göteborgs- och Bohusregionen fördelad på trädslag enligt tabell 9.

Tabell 9. Skogsvolym i Göteborg och Bohuslän fördelad på trädslag⁷⁷

Genomsnittlig volym per hektar fördelad på trädslag (m ³ sk/ha)								
Tall	Gran	Björk	Ek	Bok	Övr ädla	Övr löv	Torra/vindfäll	Alla
48	92	24	5	1	1	11	2	184

Regionens genomsnittliga virkesförråd är alltså 184 m³sk/ha. Detta är ett medeltal som fås om skogsvolymen divideras med arealen, och skulle motsvara en total skogsvolym på 5.3 miljoner kubikmeter skog i kommunen. Enligt en karta från Riksskogstaxeringen ligger det faktiska virkesförrådet i Uddevallatrakten på 100-200 m³sk/ha, vilket stämmer bra med siffran ovan.⁷⁸ Den totala volymen gran är enligt tabellen uppskattningsvis halva virkesförrådet.

Den dominerande jordmånsklassen i området (>28%) är lithosoler, det vill säga en jordmån som är tunnare än 10 centimeter. Där finns även en betydande andel (17-34%) järnpodsol, vilket är typisk granskogsmark.⁷⁹

Uttag av avverkningsrester leder vanligen till försurning, och kan därför av miljöskäl vara begränsat i redan försurade områden. I sydvästra Sverige som har högt nedfall av kväve kan sådant uttag dock ändå vara positivt ut näringsaspekt. Även barren kan då avlägsnas för att minska kvävebelastningen. Det kräver dock kompensationsgödsling med andra ämnen, exempelvis genom askåterföring.⁸⁰

Även ägandet kan spela in i det möjliga uttaget av skogsbränslen. I Göteborgs- och Bohusområdet är nära 90% av skogsarealen privatägd, medan knappt 10% ägs av offentligt ägda bolag och 1% av aktiebolag.⁸¹

Kommunen som organisation äger runt 5000 hektar skog, varav 3500 hektar är produktiv skogsmark. Dessa områden finns främst på Herrestadjället norr om Uddevalla samt på Bredfjället och Norra fjället vid Ljungskile. Det är främst gran som odlas. Som nämnts ovan sker här ett visst uttag av flis från avverkningsrester. Detta säljs till entreprenör och används utanför kommunen. Potential finns antagligen för större uttag.⁸²

⁷⁷ Riksskogstaxeringen, 2007b

⁷⁸ Riksskogstaxeringen, 2007c

⁷⁹ Markinfo, 2007

⁸⁰ SLU, 1999

⁸¹ Riksskogstaxeringen, 2007b

⁸² Nabrink, 2007

5.2. Jordbruk

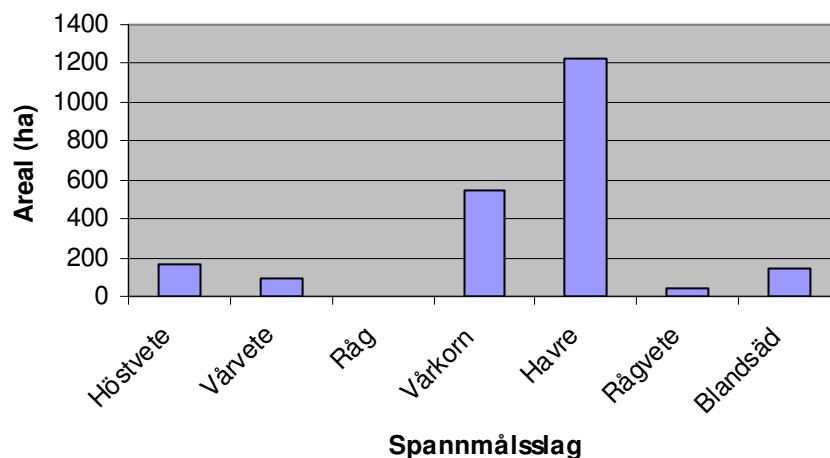
5.2.1. Åkermark

I kommunen finns drygt 8200 hektar åkermark och 900 hektar betesmark och slåtteräng.⁸³ Åkermarkens fördelning år 2005 framgår i tabell 10.

Tabell 10. Åkermark i Uddevalla kommun 2005⁸⁴

Gröda	Areal (ha)
Spannmål	2211
Baljväxter, foder och vall	4576
Potatis och oljeväxter	155
Övrigt samt ospecificerat	154
Träda	1139
Totalt	8235

Arealen med spannmål var i sin tur fördelad enligt figur 9 nedan:



Figur 9. Spannmålsareal fördelad på spannmålsslag i Uddevalla kommun 2005⁸⁵

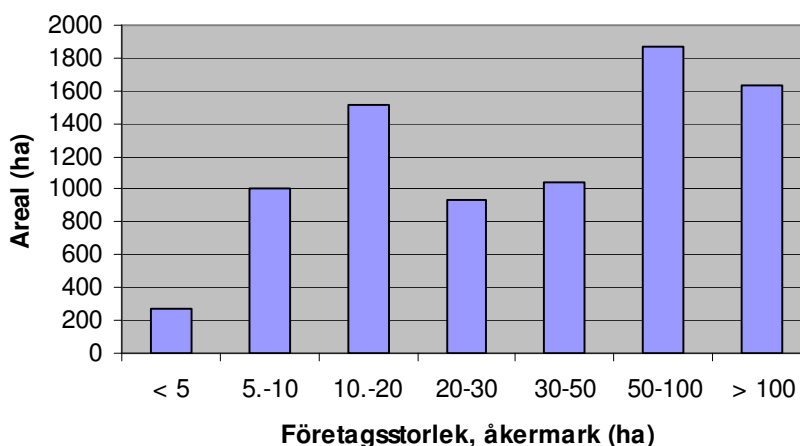
Inom kommunen fanns 425 jordbruksföretag 2005. 75% av företagen utgjordes av gårdar med under 20 hektar åkermark. Tillsammans ägde dessa dock bara en tredjedel av åkermarken, se figur 10.⁸⁶

⁸³ Jordbruksverket, 2007b

⁸⁴ Ibid

⁸⁵ Ibid

⁸⁶ Jordbruksverket, 2007c



Figur 10. Åkerareal fördelad på företagsstorlek i Uddevalla kommun 2005⁸⁷

År 2004 erhöll nära 30% av åkermarken inom kommunen miljöstöd för ekologisk odling.⁸⁸

5.2.2. Djurhållning

I dagsläget finns drygt 130 gårdar med nötdjur inom kommunen, varav 16 har mjölkdjur och resten är inriktade på köttproduktion.⁸⁹ Fördelningen ser ut enligt tabell 11:

Tabell 11. Gårdar med nötdjur i Uddevalla kommun⁹⁰

Antal djurenheter [1]	1-19	20-29	50-100	>100
Antal gårdar	28	56	46	3

[1] 1 djurenhet är 1 ko vid mjölk- och 3 vid köttproduktion

Där finns också 13 svinfarmar, varav 5 större med 200-300 grisar vardera. 240 hästhållande gårdar och 19 ridanläggningar (ridskolor och travbanor) ligger i kommunen. Generellt tenderar hästhållningen att öka medan antalet gårdar med nötdjur minskar. Vidare finns det 2 större fjäderfäanläggningar med 5000-10 000 höns vardera, och 50 fårgårdar.⁹¹ Denna uppdelning redovisar inte om samma gård har flera sorters djur.

Enligt offentlig statistik från Jordbruksverket fanns det runt 4700 nötdjur och 800 grisar i Uddevalla kommun år 2004.⁹² De för inte statistik över hästhållning på kommunnivå, men det genomsnittliga antalet i Västra Götalands län var 33 stycken per 1000 invånare, vilket skulle innebära cirka 1000 hästar i kommunen.⁹³ Med ganska god säkerhet kan då antalet hästar antas ligga mellan 500 och 1500 djur, vilket verkar stämma med antalet anläggningar.

⁸⁷ Jordbruksverket, 2006c

⁸⁸ Uddevalla kommun, 2007g

⁸⁹ Isgren, 2007

⁹⁰ Ibid

⁹¹ Ibid

⁹² Jordbruksverket, 2006b

⁹³ Jordbruksverket, 2005

5.3. Avfall och avlopp

I kommunen finns få eller inga företag av de typer som har avfall lämpligt för storskalig biobränsleproduktion, som exempelvis stora sågverk eller livsmedelsindustrier. Då det gäller avloppsslam är även de flesta av kommunens småorter idag inkopplade till Skansverket.⁹⁴ Eventuella andra tillgängliga mängder avfall och slam förutom det som tas tillvara i dagsläget är antagligen försumbara.

5.4. Naturskydd och andra begränsningar

Stora delar av kommunens yta anses vara av riksintresse för olika ändamål, se figur 11 nedan. Exempelvis är delar av de stora skogsområdena på Herrestadjället i norra delen av kommunen och på Bredfjället öster om Ljungskile av riksintresse för friluftsliv samt naturvård. På båda fjäll finns dessutom naturreservat, se tabell 12. Försvaret har intresseområden på Herrestadjället. Områden som anses vara av vikt för kulturmiljövården finns på Bokenäs och Bredfjället. Kommunen gränsar även till Gullmarsfjorden, Sveriges enda tröskelfjord, som är skyddad på olika sätt.⁹⁵ Vidare är hela kusten i norra Bohuslän av riksintresse enligt miljöbalkens fjärde kapitel, så att hänsyn ska tas till turism och friluftsliv.⁹⁶

Det är angeläget att hänsyn tas till dessa aspekter vid en ökad produktion av biobränslen inom jord- och skogsbruk. Det är främst fjällområdenas skogsmarker som är berörda, i kusttrakten berörs inte åker- och skogsmark i någon större utsträckning av naturskydd.

Tabell 12. Uddevallas fem största naturreservat, exklusive Gullmarsfjorden⁹⁷

Namn	Yta (ha)	Karaktäristik
Herrestadjället	1050	Väglös högplatå med skogar, sjöar och hålltallmarker.
Bredfjället	370	Högplatå med skogar, sjöar och myrmark. Friluftsliv.
Gustavsberg	280	Frilufts- och naturområde med kulturhistoria (kurort).
Lilla Hasselön	195	Skogsbeklädd ö i innerskärgården.
Bredmossen	190	Stor högmosse.

Inom Bredfjällets naturreservat finns 200 hektar spontant uppkommen granskog, vilket är mycket ovanligt i länet och därmed av särskilt intresse för naturvård. Modernt skogsbruk förekommer endast i utkanten av området. Enligt skötselplanen får naturskogen endast röjas för att hålla stigar öppna, eller vid stora skogsskador. På fjället finns även kulturhistoriska inslag i form av äldre smågårdar.⁹⁸ Produktion av biobränslen kan därför i praktiken inte ske någonstans i reservatet.

Herrestadjällets naturreservat, som ägs av kommunen, rymmer stora ytor berg- och myrmarker. Nära 50% av området är impediment, det vill säga inte produktiv skogsmark. Skogen domineras av barrträd, med tall på de magraste markerna och gran i mer

⁹⁴ Dahllöf, 2007

⁹⁵ Uddevalla kommun, 2002

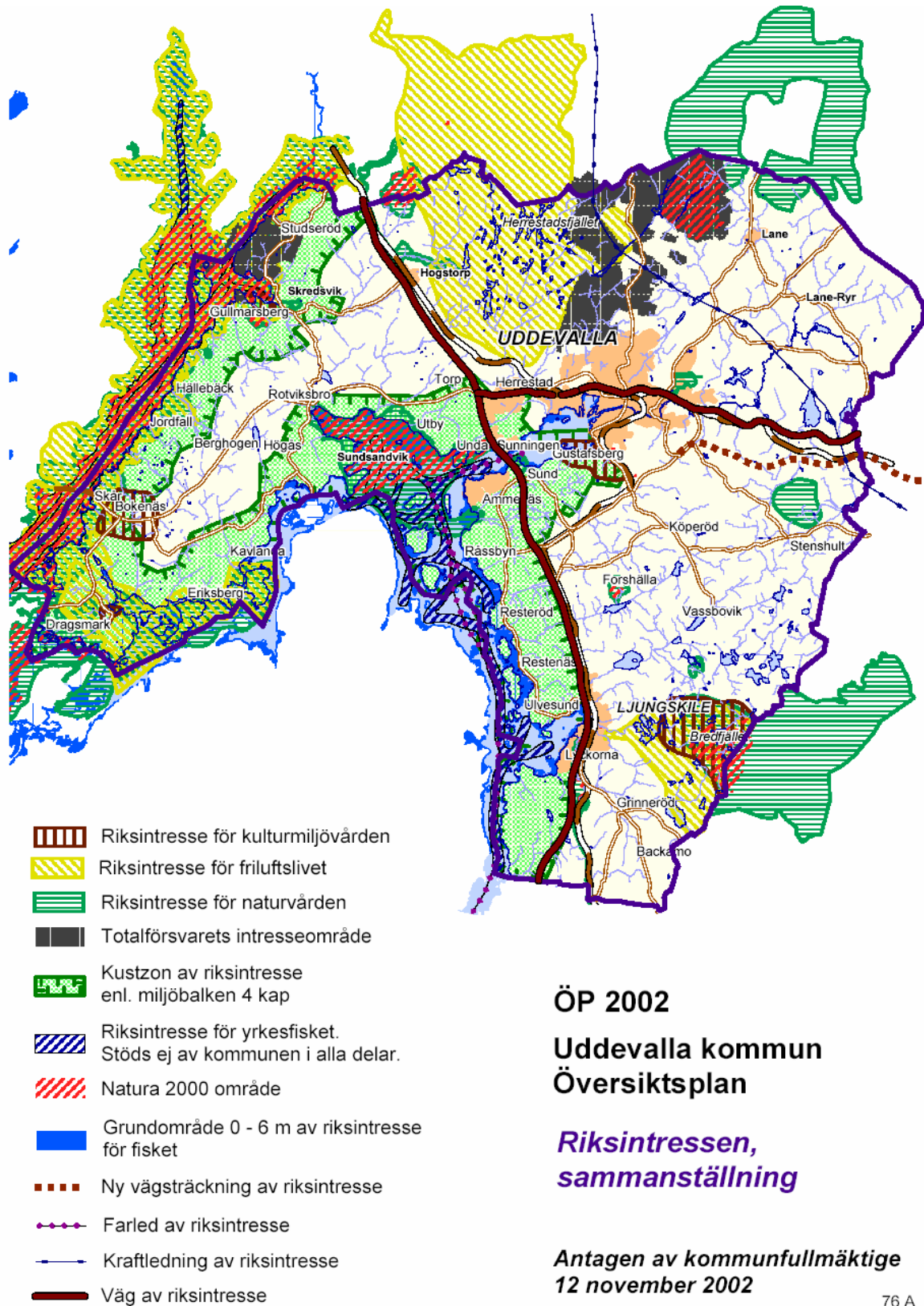
⁹⁶ Regeringen, 1998

⁹⁷ Uddevalla kommun, 2007f

⁹⁸ Ramnelid, 2007

produktiva stråk mellan bergen. För största delen av virkesförrådet är gallring nästa åtgärd. Skogsbruket har varit mycket lågintensivt inom stora områden, på grund av det omfattande friluftslivet samt de väglösa vidderna. Vissa skogliga åtgärder kommer dock att behövas för att förbättra friluftsområden och skapa vissa intäkter. I skötselplanen finns frihet för kommunen att under 20-30 år bedriva ekonomiskt skogsbruk. Bland annat ska 10 000 m³sk, runt 40% av tillväxten, avverkas inom den första planperioden från 1999 till 2009. Runt en tredjedel av skogsarealen i reservatet avsätts dock utan åtgärder.⁹⁹ Alltså är drygt 500 hektar av reservatet produktiv skogsmark där produktion av biobränslen kan vara aktuell, men en tredjedel av detta är helt skyddat.

⁹⁹ Ramnelid, 2007



Figur 11. Sammanställning av riksintressen i Uddevalla. Bild från Uddevalla kommun, 2002

6. Potential för biobränsleproduktion i kommunen

6.1. Allmänt om potentialer

Då man diskuterar möjlig biobränsleproduktion är det viktigt att inse begränsningarna. Uddevalla kommun har en yta på 642 kvadratkilometer. Solinstrålningen mot denna yta är över 600 TWh/år¹⁰⁰, lika mycket som hela Sveriges totala energitillförsel. Växternas verkningsgrad för att omvandla solljus till biomassa är runt 1%.¹⁰¹ Detta innebär att taket för hur mycket biobränslen som kan bildas blir 6 TWh eller 6000 GWh årligen. I verkligheten kan man naturligtvis inte komma i närheten av denna siffra, som ju är fyra gånger större än hela den årliga energitillförseln till kommunen.

Vid praktiska beräkningar utgör de tillgängliga ytorna en begränsning. Skulle kommunens 8200 hektar åkerareal användas till Salix, vilket är den gröda som ger störst energiskörd per hektar, skulle man kunna få ut runt 330 GWh bränsle årligen i kommunen.¹⁰² Detta är ungefär vad som används i Hovhultsverket idag. För skogsmark är gränserna inte lika uppenbara. Enligt litteratur från Skogsstyrelsen är det maximala uttaget av GROT 70 ton TS/ha vid föryngringsavverkning av granskog i södra Sverige.¹⁰³ Antas kommunens 29 400 hektar produktiv skogsmark vara högproduktiv granskog, skulle detta uttag motsvara i genomsnitt 140 GWh/år vid en omloppstid för träden på 80 år. Den totala skogstillväxten i området (boniteten) motsvarar 300-400 GWh/år.¹⁰⁴

Ett annat grundläggande villkor är att vid all förädling sker förluster. Om ett material förbränns i rå form i ett kraftvärmeverk kan man normalt få ut upp mot 90% av dess energiinnehåll. Vid drivmedelsproduktion eller separat elproduktion förloras ofta upp mot hälften av innehållet. Det är därför viktigt att ange vilken energiform en potential gäller.

6.2. Skogsbruk

Skogsbränslen används idag till förbränning för el- och värmeproduktion, i både stor och liten skala. Tekniker för att förgasa eller jäsa ved befinner sig endast på forskningsstadiet.

Uttag av skogsbränslen är bara aktuellt i granskog. Detta beror dels på att rena tallbestånd har en mycket liten andel grenar och barr så att uttaget inte skulle gå ihop ekonomiskt, dels på att tallmarker generellt är magra och det är olämpligt att avlägsna de näringsrika avverkningsresterna. Mark och klimat i Bohuslän passar också ofta dåligt för tall.¹⁰⁵

Avverkningsrester kan tas ut vid både gallring och slutavverkning. Uttag vid gallring är svårare och dyrare, och var inte lönsamt vid 1999 års bränslepriser.¹⁰⁶ Skogsstyrelsen avråder också från bränsleuttag vid gallring, eftersom det kan ge skogsskador.¹⁰⁷

¹⁰⁰Solenergi, 2006

¹⁰¹Energimyndigheten, 2006b

¹⁰²Börjesson, 2007 (Se avsnitt 6.3.1)

¹⁰³Skogsstyrelsen, 2001

¹⁰⁴Novator, 2007

¹⁰⁵Bohm-Larsson, 2007

¹⁰⁶SLU, 1999

Virkesförrådet i Uddevallatrakten är 100-200 m³sk/ha. Det maximala utfallet av skogsbränsle från sådan mark, inklusive barr och i rena granbestånd, är 20-40 ton TS/ha vid slutavverkning. Detta gäller om massabruken accepterar virke med en diameter ned till 5 cm, vilket vanligen är fallet. Om denna gräns höjs, kommer det möjliga uttaget att öka kraftigt.^{108 109} Enligt Riksskogstaxeringens statistik är runt hälften av regionens skogsvolym gran, vilket även andra källor har bekräftat.¹¹⁰ Om samma förhållande antas gälla för arealen, blir det möjliga bränsleuttaget i Uddevalla i snitt 17-34 GWh/år vid en livslängd på 80 år. Detta är det effektiva värmevärdet vid en fukthalt på 50%, som är vanligt för färsk ved.¹¹¹ GROT torkas vanligen i vältor och fukthalten sjunker då till runt 30%, vilket höjer torrsubstansens värmevärde. Samtidigt sker dock vissa materialförluster, främst i form av barr, som delvis motverkar ökningen av energiinnehållet.¹¹²

Sveriges totala tillgång på GROT i slutavverkning är 11 miljoner ton TS/år. Med hänsyn till ekologiska och tekniska begränsningar blir det totala möjliga uttaget 7.5 miljoner ton, det vill säga runt 70% av detta. De tekniska begränsningarna rör sig om för små eller för svåråtkomliga avverkningsområden, eller områden där koncentrationen av GROT blir för liten. Det handlar också om spill av olika slag.¹¹³

I Uddevallatrakten kommer det möjliga uttaget i praktiken att vara lägre än 70%. Detta beror på att det där, liksom generellt i Bohuslän och Dalsland, finns en stor andel blöta marker där avverkningsresterna behövs för att köra skogsmaskiner på. Att använda GROT som underlag blir det användningsområde som främst konkurrerar med uttag för energiändamål.¹¹⁴ Antar man att runt hälften av potentialen kan tas ut i Uddevalla, blir det ekologiskt och tekniskt möjliga uttaget av avverkningsrester 8-17 GWh/år. Hur mycket av detta som sedan kan utnyttjas beror bland annat på ekonomiska villkor.

Naturskydd och andra begränsande faktorer verkar inte påverka den möjliga arealen för skogsbränsleuttag i någon större utsträckning. Cirka 200 hektar på Bredfjället och 200 hektar på Herrestadfjället är produktiv skogsmark som inte får utsättas för ekonomiskt skogsbruk. Detta är endast en liten del av den totala skogsarealen i kommunen. Den maximala potentialen för produktion av skogsbränslen i form av GROT i kommunen är alltså uppskattningsvis mellan 8 och 17 GWh/år. Uttaget kommer inte att vara jämnt fördelat över tiden, utan att variera med avverkningen. Redan i dagsläget tas möjligen 2-4 GWh ut per år, se avsnitt 4.3.1 ovan. De senaste åren har uttag skett från mindre än 20% av de totala avverkade ytorna. Den totala potentialen är då större, vilket stämmer med beräkningarna ovan. Möjligheten för ökat uttag är alltså uppskattningsvis 4-15 GWh/år.

¹⁰⁷ Skogsstyrelsen, 2001

¹⁰⁸ Skogsforsk, 2007

¹⁰⁹ Skogsstyrelsen, 2001

¹¹⁰ Quantenburg, 2007

¹¹¹ Svenningsson, 2007

¹¹² SLU, 1999

¹¹³ Ibid

¹¹⁴ Bohm-Larsson, 2007

6.3. Jordbruk

Biobränslen från jordbruket spänner över många olika råvaror och användningsområden. De inkluderar både odlade energigrödor och avfall/biprodukter som gödsel och halm. För alla bränsleslag kan det förekomma skillnader i energiskörd eller energiinnehåll beroende på ursprung, hantering och årstidsvariationer.¹¹⁵

Potentialerna i följande kapitel visar på bruttoutbyte av energibärare, och inräknar inte energiåtgång för skörd och förädling. Dessa aspekter tas istället upp i kapitel 8. För att påvisa den maximala gränsen för biobränsleproduktion inom jordbruket i Uddevalla kommun, redovisas för varje gröda den möjliga skörden från kommunens hela åkermark. Detta ska inte ses som ett möjligt uttag, utan bara ge en förståelse för proportioner.

Trädan i kommunen är i dagsläget drygt 1100 hektar, eller 14% av åkermarken. Detta innebär att en areal i den storleksordningen skulle kunna användas för energiändamål utan att konkurrera med dagens odling av andra grödor. I andra undersökningar om bioenergi antas ofta 10% av åkermarken kunna användas till energigrödor. Denna andel används därför även här som en mer realistisk omfattning.

Det finns också andra aspekter som spelar in i en potentialberäkning för jordbruket. I praktiken kan inte hela åkerarealen utnyttjas för samma gröda flera år i rad, utan växtföljder måste användas. Detta gäller särskilt raps, se avsnitt 9.2.

6.3.1. Energiskog

Energiskog är olika snabbväxande arter av lövträd som odlas på jordbruksmark. I dagsläget flisas den för att uteslutande användas till el- och värmeproduktion. Salix (vide), som är den helt dominerande formen av energiskog i Sverige, skördas vart tredje till femte år och ger då vanligen 30-35 ton TS/ha, mindre första skörden.¹¹⁶ Salix kan alltså ge 30-60 MWh/ha,år. En rimlig siffra i Uddevallaområdet, i en välkött anläggning med nya kloner, är antagligen 40 MWh/ha,år.¹¹⁷ Potentialen för energiskogsodling redovisas i tabell 13:

Tabell 13. Potential för Salixproduktion i Uddevalla kommun

Utsträckning	Areal (ha)	Energiproduktion (GWh/år)	Kommentar
Hela åkermarken	8235	330	-
10% av åker	824	33	-

6.3.2. Raps

Raps används på energiområdet endast till att producera biodiesel, RME. Normskörden i Västra Götalands län är 2900 kg/ha,år för höstraps och 2100 kg/ha,år för vårraps.¹¹⁸ Det krävs runt 3 kg rapsfrö för att producera en liter RME.¹¹⁹ Alltså ger höstraps 8.9 MWh/ha RME, och vårraps 6.4 MWh/ha. Se tabell 14 för potentialer.

¹¹⁵ Novator, 2007

¹¹⁶ Lantmännen Agroenergi, 2007

¹¹⁷ Börjesson, 2007

¹¹⁸ Jordbruksverket, 2006e

¹¹⁹ Bioenergiportalen, 2007

Tabell 14. Potential för RME-produktion i Uddevalla kommun

Utsträckning	Areal (ha)	Energiproduktion (GWh/år)	Kommentar
Hela åkermarken	8235	73	Höstraps
10% av åker	824	7	Höstraps
Dagens areal oljeväxt	116	0.7	Vårrops
Dagens areal vårrops	94	0.6	Vårrops

6.3.3. Spannmål

Spannmål som energiråvara har två användningsområden, eldning för uppvärmning eller jäsnings till etanol. Etanolproduktion från spannmål i Sverige sker i Agroetanols fabrik i Norrköping, med djurfoder som biprodukt. Där är runt två tredjedelar av råvaran höstvetete och resten lika delar korn och rågvete, det senare av processtekniska skäl.¹²⁰ Till uppvärmning brukar havre användas. Detta beror dels på att det har bäst värmevärde av spannmålsslagen samt vissa andra tekniska fördelar, men också på att inget interventionspris finns för havre så att priset ibland kan sjunka mycket lågt.^{121 122} Interventionspriset är ett garanterat pris för vissa varor, bland annat spannmål, inom EU. Om priset på en vara understiger detta kommer produktionen att köpas upp och lagras.¹²³

Normskörden för höstvetete i trakten kring Uddevalla är 5700 kg/ha,år. För vårvete är genomsnittsskörden i Västra Götalands län 4400 kg/ha,år.¹²⁴ (Siffrorna gäller för säd med 14% fukthalt.) 2.65 kg vete ger en liter etanol, vilket innebär att varje hektar höstvetete ger 12.6 MWh etanol.¹²⁵ I tabell 15 ges den möjliga etanolproduktionen i kommunen.

Tabell 15. Potential för etanolproduktion i Uddevalla kommun

Utsträckning	Areal (ha)	Energiproduktion (GWh/år)	Kommentar
Hela åkermarken	8235	104	Höstvetete
10% av åker	824	10	Höstvetete
Dagens areal spannmål	2211	28	Höstvetete
Dagens areal höstvetete	169	2	Höstvetete

Normskörden för havre i kommunen är 3300 kg/ha,år.¹²⁶ Energiinnehållet motsvarar 13.7 MWh/ha. Detta ger en möjlig produktion enligt tabell 16 nedan.

Tabell 16. Potential för havreproduktion i Uddevalla kommun

Utsträckning	Areal (ha)	Energiproduktion (GWh/år)	Kommentar
Hela åkermarken	8235	113	-
10% av åker	824	11	-
Dagens areal spannmål	2211	30	-
Dagens areal havre	1220	17	-

¹²⁰ Bioenergiportalen, 2007

¹²¹ Jordbruksverket, 2006a

¹²² Bioenergiportalen, 2007

¹²³ EU, 2007

¹²⁴ Jordbruksverket, 2006d

¹²⁵ Lantmännen Agroetanol, 2007

¹²⁶ Jordbruksverket, 2006e

6.3.4. Vall och övriga grödor

Vallgrödor som gräs och baljväxter kan rötas till biogas, och har fått störst uppmärksamhet av energigrödorna på detta område även om odlingen i Sverige ännu är liten.¹²⁷ Vall ger 19 MWh biogas per hektar och år.¹²⁸ Se tabell 17 för potentialer.

Tabell 17. Potential för produktion av biogas ur vallgrödor i Uddevalla kommun

Utsträckning	Areal (ha)	Energiproduktion (GWh/år)	Kommentar
Hela åkermarken	8235	156	-
10% av åker	824	16	-
Dagens areal baljväxt, foder och vall	4576	87	-

I bioenergisammanhang brukar också rörflen diskuteras. Det är ett flerårigt gräs som förbränns för el- och värmeproduktion. Skörden kan bli 7-8 ton TS/ha,år. Vid odling på lerjordar, vilket antagligen skulle vara fallet i Uddevalla kommun, blir avkastningen runt 6 ton TS/ha,år.¹²⁹ Detta motsvarar 29 MWh/ha,år, se tabell 18. Som framkommer i avsnitt 9.1.2 är dock rörflen mest aktuellt som energigröda i norra Sverige.

Tabell 18. Potential för produktion av rörflen i Uddevalla kommun

Utsträckning	Areal (ha)	Energiproduktion (GWh/år)	Kommentar
Hela åkermarken	8235	239	-
10% av åker	824	24	-

I Uddevalla kommuns klimatstrategi nämns även möjligheten att odla vass på produktionsvåtmarker, som råvara till förbränning eller rötning. I dagsläget sker detta endast i mycket liten skala, endast ett par försöksanläggningar finns i Sverige. Det rör sig då om artificiella våtmarker för kväveavskiljning. I en pilotstudie i Kristianstad har vass visat sig ge runt 40 MWh/ha biogas vid rötning, eller 50 MWh/ha fastbränsle. Kommersiella anläggningar brukar dock generellt ge lägre avkastning än forskningsprojekt.¹³⁰ Eftersom vassodling kräver anläggning av våtmarker skulle de eventuella ytorna i Uddevalla bli små. Produktionsvåtmarker får därför ses som en naturvårdsåtgärd snarare än som renodlad energiproduktion. Vass som energikälla kommer inte att diskuteras vidare i detta arbete.

Hampa kan odlas för industriändamål, fiberproduktion, eldning och/eller oljeproduktion. Det är dock en kontroversiell gröda och i dagsläget är bara hampodling för fiberproduktion godkänt inom gårdsstödet. (Se avsnitt 9.2.1) År 2005 odlades under 300 hektar hampa i Sverige.¹³¹ Stjälk från hampa kan antas ge 10 ton TS/ha, vilket skulle motsvara 48 MWh/ha,år.¹³²

¹²⁷ Bioenergiportalen, 2007

¹²⁸ Börjesson, 2004

¹²⁹ Bioenergiportalen, 2007

¹³⁰ Carlsson och Klingstedt 2004

¹³¹ Jordbruksverket, 2006a

¹³² Sundberg och Westlin, 2005

6.3.5. Halm

Halm som energikälla används främst till eldning, och har då ett effektivt värmevärde på 4 MWh/ton. Halmeldning i Sverige sker i liten omfattning och främst på enskilda gårdar, men i Danmark finns ett hundratal halmeldade fjärrvärmeverk och flera tusen mindre pannor.¹³³ Det finns även möjligheter att röta halm. Detta görs idag i mycket liten grad eftersom den höga kolhalten försvårar processen, men halmen kan utnyttjas för att öka kolhalten i andra rötningssubstrat.¹³⁴ Rötning av halm ger 200 m³ metan/ton TS eller 1.7 MWh/ton.¹³⁵

Halmmängden per hektar varierar mellan olika grödor. Hur stor del av den producerade halmen som sedan kan tas ut beror på vilka grödor som odlas och vilket geografiskt område man befinner sig i. Vädervariationer och tidsbrist i jordbruket gör också att all halm inte kan bärgas från samtliga fält varje år. Nettomängden behöver därför multipliceras med en bärgningskoefficient, en faktor som beror på gröda och område.¹³⁶ På SLU genomfördes en undersökning om halm år 1992, där bärgningskoefficienter togs fram. Data därifrån finns i tabell 19 nedan, där det möjliga halmuttaget per hektar i Uddevalla redovisas. Studien täckte inte dåvarande Göteborgs och Bohus län, och koefficienterna har därför antagits vara desamma som i Skaraborgs län.

Tabell 19. Möjligt halmuttag för olika grödor

Gröda	Förhållande nettohalm/kärna [1]	Normskörd (ton/ha,år) [2]	Halmskörd (ton/ha,år)	Bärgnings- koefficient [1]	Halmuttag (ton/ha,år)
Höstvete	0.85 : 1	5.7	4.8	0.60	2.9
Vårvete	0.80 : 1	4.4	3.5	0.30	1.1
Korn	0.65 : 1	2.6	1.7	0.60	1.0
Havre	0.70 : 1	3.3	2.3	0.35	0.8
Höstraps	1.3 : 1	2.9	3.8	0.85	3.2
Vårraps	1.3 : 1	2.1	2.7	0.10	0.3

[1] Henriksson och Stridsberg, 1992

[2] Jordbruksverket, 2006e

Djurhållande gårdar använder halm i verksamheten vilket gör att hela halmskörden inte finns tillgänglig för energiändamål. Från den bärgningsbara halmen behöver man alltså dra husdjurens halmförbrukning i form av strö och foder, se tabell 20.¹³⁷ Det totala möjliga uttaget av halm i Uddevalla kommun kan sedan beräknas, se tabell 21.

Det är inte säkert att tabellen ovan visar hela sanningen. Hur mycket halm som kan bärgas beror exempelvis på sädeslagets strå längd.¹³⁸ Det finns också rekommendationer

¹³³ Bernesson, och Nilsson, 2005

¹³⁴ JTI, 2007

¹³⁵ Berglund och Börjesson, 2003a

¹³⁶ Henriksson och Stridsberg, 1992

¹³⁷ Ibid

¹³⁸ Ibid

om att halm inte ska bärgas mer än en gång i en växtföljd för att bevara markkvaliteten, se avsnitt 8.2.

Tabell 20. Halmåtgång till djurhållning i Uddevalla kommun

Djurslag	Halmåtgång (kg/djur,år) [1]	Antal [2]	Total halmåtgång (ton/år)
Mjölkkko	405	800	320
Diko	990	800	790
Nöt >1 år	840	1500	1300
Nöt < 1 år	525	1500	790
Avelssvin	548	<100	<60
Slaktsvin	26	700	20
Häst	1800	500-1500	900-2700
Totalt			4200-6000

[1] Mattsson, 2006. Förutsätter vissa stallperioder.

[2] Jordbruksverket, 2006b

Tabell 21. Potential för årlig halmproduktion i Uddevalla kommun, dagens odling av spannmål och raps

Gröda	Halmuttag (ton/ha,år)	Areal (ha)	Totalt möjligt uttag (ton/år)
Höstvete	2.9	170	490
Vårvete	1.1	90	100
Korn	1.0	550	550
Havre	0.8	1220	980
Höstraps	3.2	<20	<60
Vårraps	0.3	90	30
Totalt			2200

Det möjliga halmuttaget i nuläget är alltså runt 2000 ton/år, vilket verkar vara mindre än djurhållningens behov som troligen ligger mellan 4000 och 6000 ton/år. Idag finns alltså inget halmöverskott som kan användas för energiändamål.

Vid en ökad odling av spannmål och oljeväxter för produktion av energi eller livsmedel kan det dock finnas möjligheter att ta ut bränslehalm från de aktuella arealerna. Exempel på sådana potentialer finns i tabellen 22, utgående från höstvetet och raps som har de högsta möjliga uttagen av halm med 3 ton/ha,år.

Tabell 22. Potential för produktion av bioenergi ur halm från höstvetet och/eller raps i Uddevalla kommun

Andel av åkermark	100% (8235 ha)		10% (820 ha)	
Halmproduktion (ton/år)	25 000		2500	
Halmåtgång till djurhållning (ton/år)	5000		0 [1]	
Halm kvar till energiproduktion (ton/år)	20 000		2500	
Bränsleform	Fastbränsle	Biogas	Fastbränsle	Biogas
Energiutbyte (MWh/ton halm)	4	1.7	4	1.7
Energiproduktion (GWh/år)	80	30	10	4

[1] Inkräktar inte på annan odling

6.3.6. Gödsel

Rötning av gödsel till biogas sker i dagsläget i ett fåtal anläggningar i Sverige. Rötresten som bildas kan göda åkermark och har i flera avseenden bättre egenskaper än den ursprungliga gödseln. Biogasproduktionen är lägre för gödsel från nötkreatur än från svin och fjäderfä, eftersom viss syrefri nedbrytning redan skett i de idisslande djurens magar. Gasproduktion ur gödsel kan ökas vid samrötning med energirika material som exempelvis hushållsavfall eller vallgrödor.¹³⁹

Gödselinsamling från får och höns måste anses som orealistiskt. De totala resurserna för gödselproduktion i kommunen består alltså av runt 5000 nötdjur, 1000 svin och 500-1500 hästar (se avsnitt 5.5.2.). Den möjliga biogasproduktionen beräknas i tabell 23.

Tabell 23. Grov potential för biogasproduktion ur gödsel i Uddevalla kommun

	Metanproduktion per djur	Antal djur	Maximal biogasproduktion
Nöt	50-120 Nm ³ /år [1]	5000	3-6 GWh/år
Svin	30-90 Nm ³ /år [1]	1000	0.3-0.9 GWh/år
Häst	400 Nm ³ /år ^{140 141} [2]	500-1500	2-6 GWh/år
Totalt			5-13 GWh/år

[1]: Lantz, 2004. Förutsätter bl.a. att djuren vistas inne 8 månader/år.

[2]: Jordbruksverket, 2004; Berglund och Börjesson, 2003a

Den absolut maximala gränsen för biogasproduktion ur stallgödsel är troligen alltså någonstans mellan 5 och 13 GWh/år. Detta innebär att all producerad stallgödsel tas tillvara. Uppgifterna är dock mycket osäkra, framförallt då det gäller antalet djur. Biogasutbytet beror även på ifall gödseln rötas för sig eller tillsammans med andra råvaror.¹⁴² Annan information behövs också för att klargöra potentialen, exempelvis i vilken form gårdarna hanterar sin gödsel eftersom främst flytgödsel är aktuell för rötning, samt från hur små djurbestånd som insamling är realistisk. Det finns också osäkerheter när det gäller biogasproduktion ur hästgödsel. Gödsel från hästar är torr och innehåller mycket strå. Detta gör att den blir svårhanterlig eftersom de flesta röttningsanläggningar idag byggs för pumpbar råvara, och att det blir svårt att få den biologiska processen att fungera. Rötning av hästgödsel skulle antagligen kräva en specialbyggd anläggning.¹⁴³

Biogas Väst genomförde under 2006 en förstudie om biogas till fordon i Uddevalla. De ansåg då att tillgången på lämplig gödsel var så liten i området att biogasproduktion ur gödsel inte sågs som en möjlighet.¹⁴⁴ Bristen på stora djurgårdar i kommunen innebär att logistiken skulle bli ohållbar; gödselinsamling skulle kosta alltför mycket samt ge stora utsläpp. Inga exaktare beräkningar gjordes dock i studien.¹⁴⁵

¹³⁹ Bioenergiportalen, 2007

¹⁴⁰ Jordbruksverket, 2004

¹⁴¹ Berglund och Börjesson, 2003a

¹⁴² Bioenergiportalen, 2007

¹⁴³ Lantz, 2007

¹⁴⁴ Biogas Väst, 2006

¹⁴⁵ Johansson, Lars-Gunnar, 2007

6.3.7. Sammanställning av jordbrukets potential

Det absolut maximala uttaget av biobränsle från jordbruket blir alltså 330 GWh flis från Salix per år, samt viss biogasproduktion ur gödsel. Detta förutsätter dock att hela åkermarken används för energiproduktion, vilket naturligtvis inte är realistiskt. Den maximala potentialen beror på vilka användningsområden som prioriteras, se tabell 24.

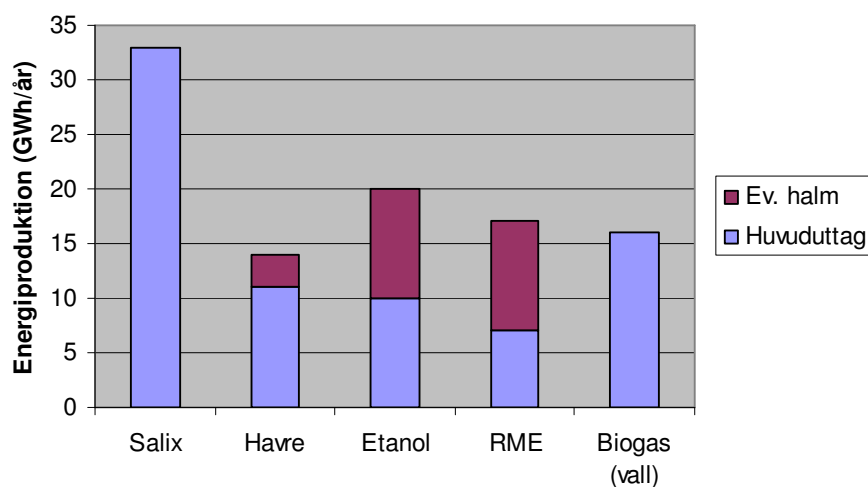
Tabell 24. Maximal årlig åkerbränsleproduktion i Uddevalla kommun, hela åkermarken, gödsel undantaget

Prioritet	Huvuduttag		Biprodukt		Totalt (GWh)
		Max (GWh)		Max (GWh)	
Fastbränslen	Salix	330	-	-	330
	Havre	113	Halm, fast	26	140
Drivmedel	Etanol	104	Halm, fast	80	180
	RME	73	Halm, gas	30	100
Biogas	Biogas, vall	156	-	-	160

En mer tänkbar storleksordning är exempelvis att 10% av åkerarealen används för produktion av energigrödor, vilket nämnts i inledningen av kapitlet. Det möjliga uttaget från denna yta visas i tabell 25 och figur 12:

Tabell 25. Årliga potentialer för åkerbränslen i Uddevalla kommun, 10% av åkermarken, gödsel undantaget

Prioritet	Huvuduttag		Biprodukt		Totalt (GWh)
		Max (GWh)		Max (GWh)	
Fastbränslen	Salix	33	-	-	33
	Havre	11	Halm, fast	3	14
Drivmedel	Etanol	10	Halm, fast	10	20
	RME	7	Halm, fast	10	17
Biogas	Biogas, vall	16	-	-	16



Figur 12. Potential för åkerbränsleproduktion i Uddevalla kommun, 10% av åkermarken (Observera att de olika grödorna utesluter varandra.)

6.4. Avfall och avlopp

Då det gäller avfall och avlopp finns antagligen ingen potential för någon större ökning av bibränsleproduktionen, se avsnitt 5.3 ovan. Ett visst undantag kan vara om den planerade rötningen av slam och glycerol införs, eller om man på andra sätt bättre tillvaratar det tillgängliga materialet.

6.5. Total potential

Den absolut maximala potentialen för ökat årligt bibränsleuttag i Uddevalla kommun ser alltså ut enligt tabell 26 nedan:

Tabell 26. Maximal ökning av bibränsleuttag i Uddevalla kommun

Ursprung	Form	Potential
Skogsbruk	Flis	4-15 GWh/år
Jordbruk – mark	Salixflis	330 GWh/år
Jordbruk – gödsel	Biogas	5-13 GWh/år
Avfall och avlopp	Biogas, fastbränsle	-
Totalt		340-360 GWh/år

Det maximala uttaget är alltså ungefär 350 GWh/år. Detta kan jämföras med dagens bibränsleanvändning på 330 GWh samt med dagens totala energianvändning på 1470 GWh. Observera dock att dessa siffror förutsätter att hela åkermarken används till produktion av bibränslen och att allt producerat stallgödsel samlas in. Detta är självfallet inte realistiskt.

Ett mer sannolikt scenario kan vara att energigrödor odlas på 10% av åkerarealen och att ingen gödsel samlas in. Det möjliga uttaget blir då cirka 40 GWh/år, se tabell 27:

Tabell 27. Exempel på möjlig ökning av bibränsleuttag i kommunen

Ursprung	Form	Potential
Skogsbruk	Flis	4-15 GWh/år
Jordbruk – mark [1]	Salixflis	33 GWh/år
Jordbruk – gödsel	Biogas	-
Avfall och avlopp	Biogas, fastbränsle	-
Totalt		37-48 GWh/år

[1]: Energiskog på 10% av åkermarken

I jordbruket är självfallet alla tänkbare kombinationer av grödor möjliga. Exempelvis är det möjligt att man av olika orsaker inte önskar eller kan genomföra en storskalig Salixproduktion. På 10% av åkermarken spänner då det möjliga uttaget från cirka 10 till 20 GWh/år.

Det är också intressant att se, att trots att Uddevalla kommun inte har något omfattande jordbruk finns det en större total bibränslepotential i åkermarken än i skogen.

7. Potential för biobränsleanvändning i kommunen

I energiplanen står det klart att kommunen har en tydlig önskan om att använda en större andel lokalt producerad energi. Det är därför viktigt att diskutera i vilken utsträckning detta är möjligt.

I Uddevalla finns inga större industrier som kräver processvärme. Generellt kan då sägas att man inom kommunen har behov av tre grundläggande energiformer:¹⁴⁶

- El
- Värme (av låg temperatur)
- Fordonsbränsle

Renodlad elproduktion ur biomassa är ointressant, främst på grund av att verkningsgraden är alltför låg. Här bör andra förnyelsebara energikällor spela en viktigare roll, antagligen främst vindkraft. De användningsområden som återstår för lokalt producerade biobränslen är alltså värme- och kraftvärmeproduktion samt drivmedel.

7.1. Uppvärmning

När det gäller värme och/eller kraftvärme är det viktigt att inse att kommunen genom uppförandet av ett avfallseldat kraftvärmeverk förlorat sin största möjlighet att i stor skala och på ett enkelt, billigt och effektivt sätt introducera lokalt producerade trädbränslen. (Detta innebär naturligtvis inte att satsningen är negativ.) Dock kommer Hovhultsverket att finnas kvar en tid vilket möjliggör tillförsel av exempelvis flis. För enskilda hushåll är främst pelletspannor aktuella, men eftersom pellets tillverkas främst av sågspån och annat spill och inte av rena trädbränslen finns knappast något underlag för produktion i kommunen. Den största potentialen för användning av lokal bioenergi till värmeproduktion finns då i biobränsleeldade närvärmecentraler. Enligt energiplanen ska den kommunala översiktsplanen peka ut områden för närvärmeanläggningar, och i dagsläget planerar Uddevalla Energi att bygga en sådan i Ljungskile.

Närvärmecentralen i Ljungskile är på projekteringsstadiet. Den beräknas leverera 4000 MWh värme årligen, och ska eldas med fast biobränsle (flis och briketter). Uddevalla Energi kommer inte att kunna styra varifrån bränslet köps in, eftersom upphandlingen sker marknadsmässigt.¹⁴⁷ Anläggningen kan därför inte ses som någon säker avsättning för lokalt producerade biobränslen. Detsamma gäller antagligen för Hovhultsverket.

Möjligheterna till närvärmecentraler eller utbyggd fjärrvärme är kraftigt beroende av vilka uppvärmningssystem som används i dagsläget. Studenter från Högskolan Väst skriver just nu (maj 2007) ett examensarbete där värmepannor i delar av Uddevalla kartläggs.¹⁴⁸ I offentlig statistik från Räddningsverket framgår att det ännu finns en mängd oljepannor inom kommunen, se tabell 28, och därmed finns troligen flera platser som lämpar sig för övergång till gemensamma biobränsleeldade anläggningar. Detta

¹⁴⁶ Svenningsson, 2007

¹⁴⁷ Jungqvist, 2007

¹⁴⁸ Boldt, 2007

gäller främst småhus, då en mycket stor andel av flerbostadshusen är anslutna till fjärrvärmenätet.¹⁴⁹

Tabell 28. Värmepannor i Uddevalla kommun 2003

Bränsle/panntyp	Frist [1]	Antal [2]	Kommentar [3]
Fastbränsle	B	254	
	D	669	Effektiv förbränning
Olja	B	0	
	D	134	
	E	2291	Max 60 kW
	F	29	Effektiv förbränning
Lokaleldstäder	E	2274	
	G	6965	Sekundär värmekälla / fritidshus

[1]: Sotningsfrister, Räddningsverkets klassificering av pannor

[2]: Räddningsverket, 2007

[3]: Räddningsverket, 1996

7.2. Transporter

Potentialen för användning av förnyelsebara fordonsbränslen inom kommungränsen motsvarar i teorin och på mycket lång sikt hela drivmedelsbehovet. Redan i dagsläget finns uppenbara möjligheter att tillföra mer biogas för att ersätta den naturgas som tankas.

Raps och vete kommer troligen att behöva transporteras till annan ort för produktion av RME och etanol, möjligen undantaget den planerade RME-anläggningen, och dessutom kommer självfallet råvaran att blandas med biomassa från andra håll. Användningen kan därför inte bli så direkt och lokal som kommunen önskar. Biogas kan på ett enklare sätt rötas och förädlas i Uddevalla, och dessutom inom en snar framtid om den nya slamrötningsanläggningen byggs.

¹⁴⁹ Uddevalla kommun, u.å. a

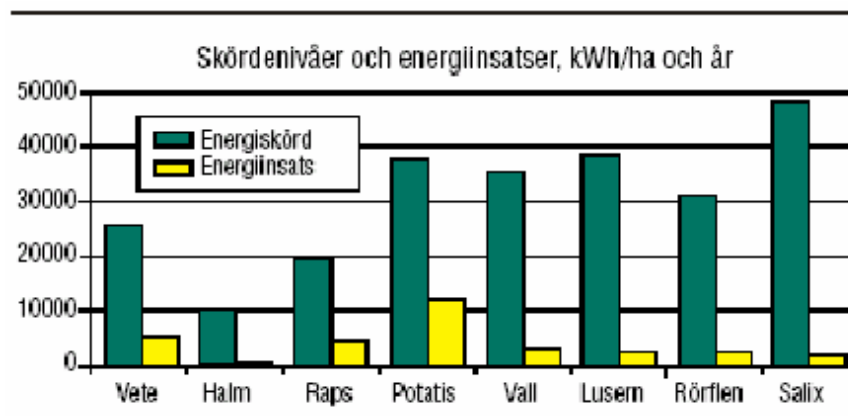
8. Analys: Energi och klimat

8.1. Mark, energi och transporter

8.1.1. Markanvändning

En fråga som Uddevalla kommun framhåvt i samband med bibränsleproduktion är hur markanvändningen kan optimeras.¹⁵⁰ Detta innebär bland annat hur mycket energi som kan erhållas från en given yta åkermark vid produktion av olika bibränslen.

Bland åkerbränslen ger energiskog den högsta energiskörden per hektar medan spannmål och oljeväxter ger avsevärt lägre skördar, vilket har visats i kapitel 6. För en rättvisande bild behöver skörden även sättas i förhållande till energiåtgången för odling och skörd, se figur 13 nedan. Även här har Salix har den bästa effektiviteten (förhållande energiskörd/energiinsats) och ligger i nivå med GROT som är den bästa biomassan ur energisynpunkt. Det kan dock finnas stora variationer mellan olika gårdar.¹⁵¹



Figur 13. Skördenivåer och energiinsatser för åkerbränslen. Bild från Jordbruksverket, 2006a

För skogsbränslen är markanvändningen inte en lika central fråga. GROT tas bara ut från gran, och är dessutom biprodukter som i sig inte innebär någon ökad markanvändning. Skörd och behandling av avverkningsrester kräver dock insatser av energi. Energiinsatsen vid GROT-uttag motsvarar 4-5% av flisens energiinnehåll.¹⁵²

8.1.2. Transporter

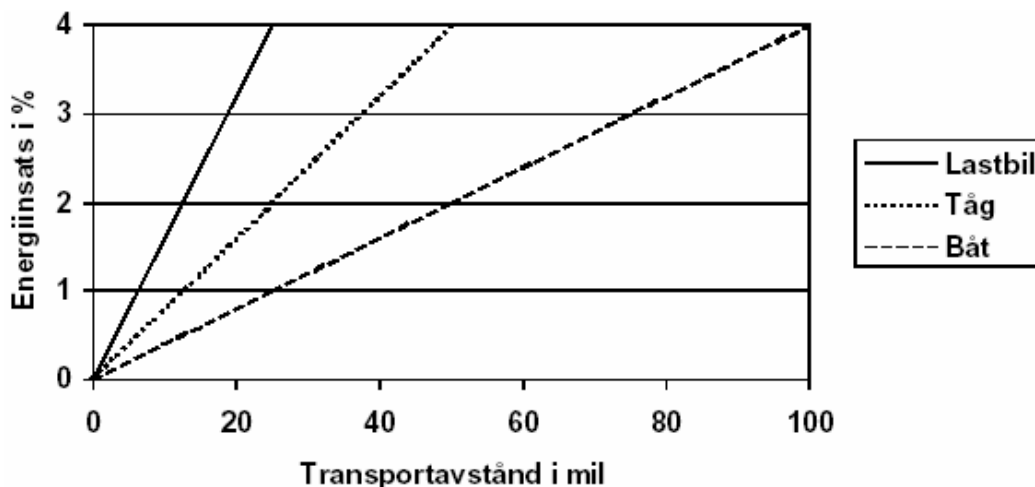
Transporter av bibränslen innebär energiförluster, men dessa är sällan avgörande. Vid transport av exempelvis Salix åtgår motsvarande 1% av biomassans värmevärde vid en lastbilstransport på 50 km. Detta kan anses som marginellt. För fossila bränslen är energiåtgången för utvinning, transport och raffinering ofta runt 10% av värmevärdet. Detta beror bland annat på att de utvinns längre från användningsstället. Framförallt vid längre sträckor är energiinsatsen större för lastbilstransporter än för sjöfart och tåg, runt 0.5

¹⁵⁰ Boldt, 2007

¹⁵¹ Jordbruksverket, 2006a

¹⁵² Boverket och Naturvårdsverket, 2000

jämfört med 0.12 kWh/ton,km.^{153 154} För transport med traktor är energiåtgången 0.5-2 kWh/ton,km, högst för halm eftersom det har en låg energidensitet.¹⁵⁵



Figur 14. Energiåtgång vid transport av Salix, andel av flisens energiinnehåll.
Bild från Boverket och Naturvårdsverket, 2000

Exempel på energiinsatser vid transport visas i figur 14 ovan. Medeldistansen för inrikes lastbilstransporter av flis och träavfall är 8 mil.¹⁵⁶ För Salix skulle detta innebära en energiåtgång på cirka 1.5% av biomassans innehåll.

Enligt en rapport från Energimyndigheten kan en lastbil ta 120 m³ eller 100 MWh flis.¹⁵⁷ Om 40 GWh flis från Salix och GROT tas ut per år i Uddevalla, skulle detta alltså innebära 400 extra lass. Transporten av andra bränslen kommer samtidigt att minska. Transport av Salix har beräknats ge 56 kg CO₂/ha,år vid en körsträcka på 30 km¹⁵⁸, vilket är ett rimligt genomsnittligt avstånd vid lokal användning i Uddevalla. För 10% av åkermarken skulle detta motsvara koldioxidutsläpp på runt 50 ton/år. Som jämförelse hade Uddevallas kommunala fordon utsläpp på 340 ton år 2004, och transportsektorns totala koldioxidutsläpp inom kommunen är 153 000 ton.^{159 160} De utsläpp av växthusgaser som bibränsletransporter skulle medföra är alltså mycket små.

Förutom växthusgaser ger transporter utsläpp av andra ämnen som är skadliga för miljö och hälsa. Det rör sig om försurande och övergödande ämnen, cancerogena kolväten samt partiklar. För exempelvis Salix utgör dock transporterna (vid en sträcka på 30 km) en mycket liten utsläppskälla jämfört med gödsling och skörd, se figur 15.¹⁶¹ För ettåriga

¹⁵³ Boverket och Naturvårdsverket, 2000

¹⁵⁴ Jordbruksverket, 2006a

¹⁵⁵ Berglund och Börjesson, 2003a

¹⁵⁶ Skogsstyrelsen, 2007a

¹⁵⁷ Energimyndigheten, 2001

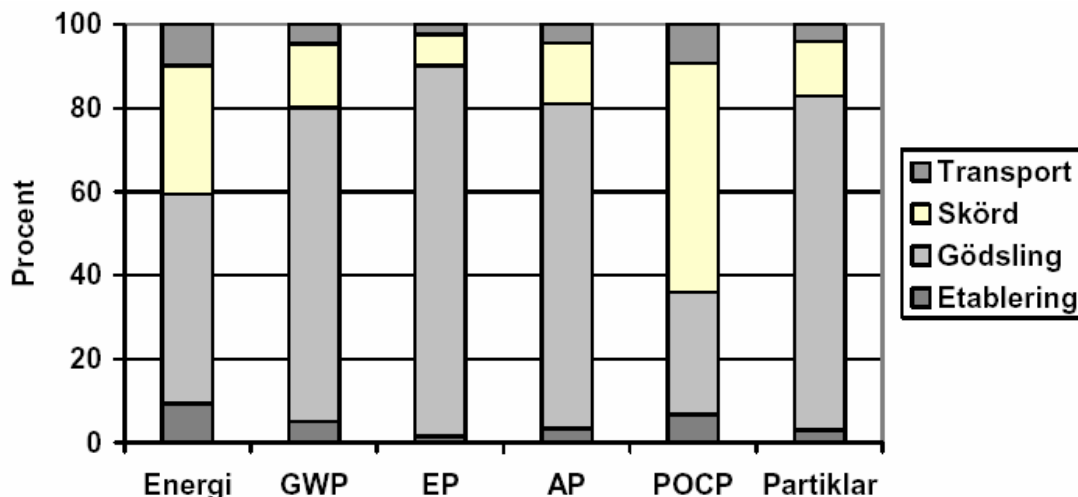
¹⁵⁸ Börjesson, 2006b

¹⁵⁹ Uddevalla kommun, 2005

¹⁶⁰ Uddevalla kommun, u.å. b

¹⁶¹ Börjesson, 2006b

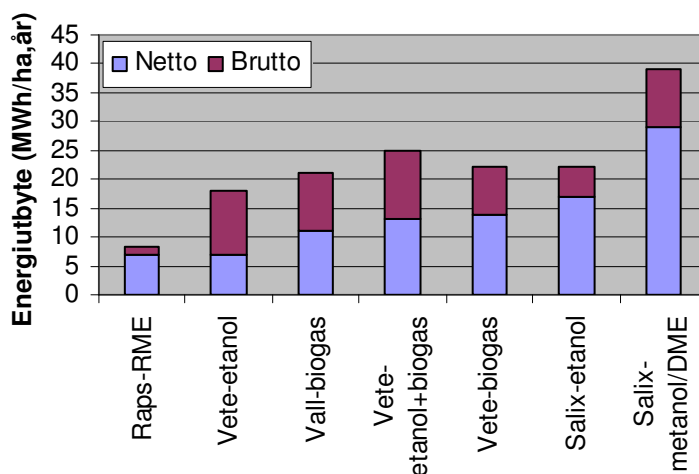
åkerbränslen som spannmål och raps är skillnaden antagligen ännu större eftersom de generellt kräver större insatser av arbete och gödning.



Figur 15. Utsläppens fördelning vid produktion av Salix. Bild från Börjesson, 2006b.
GWP = växthusgaser, EP = övergödning, AP = försurning, POCP = fotokemiska oxidanter

8.1.3. Förädling och energiförluster

Beroende på användningsområde kan biomassan behöva förädlas, vilket kräver energi. Vid produktion av exempelvis drivmedel har RME och etanol från vete relativt dåligt energiutbyte i förhållande till insatt mark och energi, jämfört med andra alternativ. Vid etanolproduktion uppgår förlusterna oftast till över 50%.¹⁶² Se figur 16 nedan.



Figur 16. Utbyte av biodrivmedel från åkermark¹⁶³
(Drivmedel från Salix tillverkas inte kommersiellt i nuläget.)

¹⁶² Jordbruksverket, 2006a

¹⁶³ Börjesson, 2006a

En annan viktig aspekt i sammanhanget är hur mycket av bränslets energiinnehåll som tillgodogörs vid slutanvändningen. Verkningsgraderna är höga för kraftvärmeproduktion och betydligt lägre för användning i fordon. (De resulterar dock i olika energiformer.) Verkningsgraderna är också högre för gasformiga än för fasta bränslen.

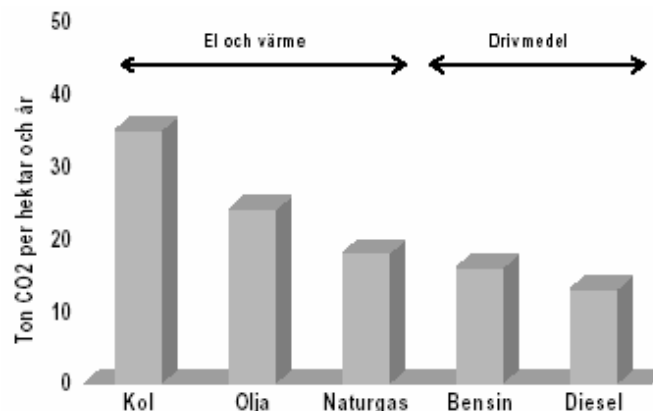
Vid värmeproduktion blir förbränningen generellt bättre i storskaliga anläggningar. Verkningsgraden i kraftvärmeverk är runt 90%.¹⁶⁴ Nya ved- och pelletseldade villapannor kan ha pannverkningsgrader på 75-90% vid full effekt, högst för pellets.^{165 166}

Vid användning i fordon har dieselmotorer högre verkningsgrad än Ottomotorer, cirka 40 jämfört med 25% vid full effekt.¹⁶⁷ Skillnaden minskar dock vid stadskörning, och bensinmotorerna har andra fördelar som lägre utsläpp av kväveoxider och partiklar.

8.2. Potential för minskade utsläpp av växthusgaser

Hur stor potential en viss mängd biomassa har för att reducera utsläpp av växthusgaser beror bland annat på vad den ersätter. Exempelvis ger stenkol betydligt högre koldioxidutsläpp per energienhet än olja och naturgas, på grund av de längre molekylerna. Att ersätta kol ger därför en högre utsläppsreduktion. I Sverige finns dock inga större möjligheter till detta eftersom kolanvändningen är marginell, och inom Uddevalla kommun sker överhuvudtaget ingen förbränning av kol. Även naturgasanvändningen i Uddevalla är försumbar, förutom en viss användning i fordon. Det som återstår att ersätta är alltså främst olja, i fordon och till uppvärmning.

Potentialen för minskade utsläpp beror också på användningsområdet. Biomassa ger en större utsläppsreduktion vid el- och värmeproduktion än vid användning i fordon. Detta beror dels på de högre verkningsgraderna, dels på att förädlingen till drivmedel kräver energiinsatser. Figur 17 nedan visar exempel på hur mycket utsläppen av växthusgaser kan minska då ett hektar Salix ersätter olika bränslen.



Figur 17. Potentiell reduktion av växthusgaser då Salix ersätter fossila bränslen.
Bild från Boverket och Naturvårdsverket, 2000

¹⁶⁴ Svensk fjärrvärme, 2004

¹⁶⁵ Råd & Rön, 2002

¹⁶⁶ Råd & Rön, 2005

¹⁶⁷ Energi och miljö, 2006

Trots att koldioxid är den vanligaste växthusgasen och har den största totala klimatpåverkan, finns andra ämnen som per enhet orsakar högre temperaturhöjning, exempelvis metan och lustgas. Ett ämnes värmedrivande effekt jämfört med koldioxid beskrivs i enheten GWP (global warming potential), se tabell 29. För att kunna visa de totala utsläppen av växthusgaser multipliceras ett utsläpp med ämnets GWP och redovisas i koldioxidekvivalenter. Indexsiffran 100 innebär ett hundraårsperspektiv.

Tabell 29. Global warming potential per gram för gaser¹⁶⁸

Växthusgas	Formel	GWP ₁₀₀
Koldioxid	CO ₂	1
Metan	CH ₄	21
Lustgas	N ₂ O	310

Vid värmeproduktion genererar exempelvis Salix eller havre ingen fossil koldioxid, men mer lustgas och metan bildas än vid eldning av olja.¹⁶⁹ De totala utsläppen av växthusgaser blir ändå avsevärt lägre för biobränslen, se tabell 30. Att ersätta fossila bränslen med trädbränslen kan minska utsläppen av växthusgaser med över 95%.¹⁷⁰

Tabell 30. Utsläpp vid storskalig förbränning av fastbränslen¹⁷¹

Bränsle	Koldioxid (g/MWh)	Lustgas (g/MWh)	Metan (g/MWh)	Summa [1] (kg CO ₂ ekv/MWh)
Oförädlade skogsbränslen	0	22	108	9.1
Halm	0	18	108	7.8
Energigräs	0	18	108	7.8
Torv	386 000	18	72	390
Stenkol	326 500	72	7	350
Eldningsolja 1	267 500	7	7	270

[1] Egna beräkningar

För fordonsbränslen ger främst drivmedel från raps och spannmål höga utsläpp av växthusgaser under sin livscykel, medan biogas ger lägre, se tabell 31 nedan. Genom att använda etanol eller RME istället för bensin eller diesel minskar utsläppen av växthusgaser med runt 50%. Används biogas från vall minskar utsläppen med ungefär två tredjedelar.¹⁷² Skillnaden beror bland annat på att vallodling behöver mindre energi (i form av gödsel och maskiner) än vete, och på att rötning kräver mindre energi än annan förädling.¹⁷³

¹⁶⁸ Naturvårdsverket, 2007

¹⁶⁹ Jordbruksverket, 2006a

¹⁷⁰ SLU, 1999

¹⁷¹ Naturvårdsverket, 2007

¹⁷² Jordbruksverket, 2006a

¹⁷³ Börjesson, 2004

Tabell 31. Utsläpp av växthusgaser i koldioxidekvivalenter vid livscykelanalys av drivmedel¹⁷⁴
(Utsläppen är inte direkt jämförbara, bränslen resulterar inte i samma antal personkilometer per MWh)

Motor	Bränsle	Summa CO ₂ (kg/MWh)	CO ₂ tillverkning (kg/MWh)	CO ₂ förbränning (kg/MWh)
Otto	Etanol (E85)	68	28	40
	Etanol ur cellulosa	22	22	0
	Biogas	3.2	3.2	0
	Bensin	284	14	270
Diesel	RME	32	32	0
	Diesel	294	14	280

Då det gäller möjligheten att minska utsläpp av växthusgaser intar biogas ur gödsel en särställning, eftersom den får nytta vid både produktion och användning. Gödsel bryts i vanliga fall ned av bakterier i anaerob miljö, exempelvis i gödselstackar. Detta leder till bildning av den kraftiga växthusgasen metan som frigörs till atmosfären. Om gödseln istället bryts ned under kontrollerade förhållanden i en rötningsanläggning och gasen tas tillvara minskar alltså metanläckaget. Då gasen därefter används som ersättning för fossila bränslen får den en extra nytta i form av minskade koldioxidutsläpp.

I Uddevallas klimatstrategi framhålls att ”ett hållbart utnyttjande av biobränslen ökar både koldioxidupptaget och minskar koldioxidavgången”. Detta kan alltså sägas stämma för biogas ur gödsel, även om det där gäller metan. Även rötning av biogas ur annat avfall kan ge indirekta fördelar, i form av minskade koldioxidutsläpp jämfört med andra former av avfallshantering.¹⁷⁵ Men att biobränslen ger ett ökat koldioxidupptag stämmer endast tillfälligt för odlade grödor. Den koldioxid som binds i växter under deras livstid frigörs igen då biomassan förbränns.

Kommunen önskar alltså optimera markanvändningen. En innebörd av detta är hur stor möjlighet energigrödor från en given yta har att minska utsläppen av växthusgaser. Detta kan göras genom att jämföra utsläppen för ett åkerbränsle under dess livscykel med utsläppen från motsvarande mängd fossil energi.

Fossil olja ger utsläpp på 270 kg CO₂/MWh, inklusive utvinning och raffinering.¹⁷⁶ (Jämför även tabell 30 ovan.) Merparten av detta frigörs vid förbränningen. Naturgas ger 200 kg CO₂/MWh vid förbränning.¹⁷⁷ Med hjälp av detta kan den möjliga reduktionen av växthusgaser uppskattas, se tabell 32 och figur 20. Siffrorna för utsläpp av växthusgaser gäller skörd, transport, förädling och förbränning av biobränslen.

¹⁷⁴ Jordbruksverket, 2006a

¹⁷⁵ Berglund, och Börjesson, 2003b

¹⁷⁶ Börjesson, 2006b

¹⁷⁷ Näslund, 2004

Tabell 32. Grov potential för åkerbränslen att minska utsläpp av växthusgaser

Gröda	Form	Skörd (MWh/ha)	Växthusgaser (kg CO ₂ ekv/MWh)	Ersätter	Utsläppsminskning (ton CO ₂ ekv/ha)
Salix	Fast	40	40 [1]	Olja	9
Rörflen	Fast	30	40 [2]	Olja	7
Havre	Fast	14	70 [3]	Olja	2.8
Raps	RME	9	110 [4]	Diesel	1.4
Vete	Etanol	13	100 [4]	Bensin	2.2
Vall	Biogas	20	100 [5]	Bensin	3.4
				Gas	2.0
Halm	Biogas	7	68 [5]	Bensin	1.4
				Gas	0.9
	Fast	12	13 [3]	Olja	3.1

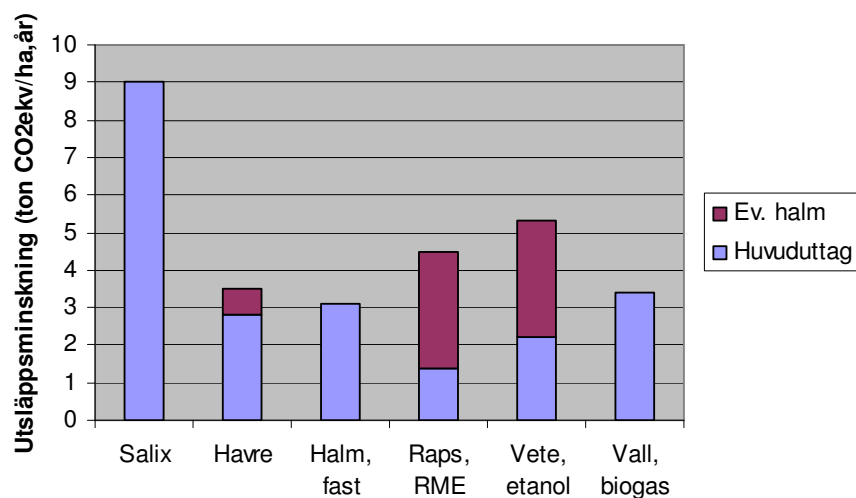
[1] Börjesson, 2006b, samt 10 kg vid förbränning (se tabell 30)

[2] Antas samma som Salix

[3] Se bilaga 1 för beräkningar

[4] Energimyndigheten, 2001

[5] Börjesson och Berglund, 2003b



Figur 20. Ungefärlig utsläppsminskning av växthusgaser då 1 ha åkerbränslen ersätter oljeprodukter. (Eventuell halm antas användas som fastbränsle.)

De totala utsläppen av växthusgaser i Uddevalla kommun var cirka 230 000 ton koldioxidekvivalenter år 2002.¹⁷⁸ Salix på 10% av åkermarken skulle enligt tabellen ovan kunna ge en utsläppsminskning på 7400 ton, vilket motsvarar 3% av kommunens utsläpp.

¹⁷⁸ Uddevalla kommun, u.å. b

9. Analys: Miljöpåverkan

I praktiken medför all energigenerering någon miljöpåverkan. Bibränslen har stora fördelar jämfört med fossila bränslen genom minskad klimatpåverkan, men kan även ha andra betydande miljöeffekter, positiva som negativa, vid produktion och användning.

9.1. Utsläpp till luft

Utsläpp till luft sker främst vid förbränning av biomassa. Frågan är därför inte direkt kopplad till produktionen av biobränslen, även om det är tänkbart att en stor produktionsökning medför emissioner från transporter, utan till användningen. I Uddevallas fall är det möjligt att bränslen som producerats inom kommunen förbränns på annan ort, men naturligtvis är det ändå önskvärt att utsläppen minimeras.

De ämnen som är aktuella är främst:

- NO_x, kväveoxider. Försurande och övergödande, påverkar luftvägar.
- SO_x, svaveloxider. Försurande.
- PAH, polyaromatiska kolväten. Cancerogena.
- VOC, flyktiga organiska föreningar. Cancerogena.
- Partiklar. Påverkar luftvägar, förvärrar hjärt- och kärlsjukdomar.

Emissioner från förbränning beror på vilken teknik som används. För en fullständig förbränning, där mindre kolväten och partiklar bildas, är det viktigt med hög temperatur och god syretillförsel. Detta kan vara bristfälligt bland annat vid traditionell vedeldning. En hög förbränningstemperatur har dock en nackdel då den ökar bildningen av kväveoxider. Utsläppen beror också på bränslets innehåll av olika ämnen, exempelvis svavel, och på molekylernas storlek. Generellt blir utsläppen av partiklar och olika skadliga kolväten lägre för enkla gasformiga bränslen, och högre för fasta bränslen med större molekyler.

För miljö- och hälsoeffekter finns en skillnad mellan begreppen utsläpp och luftkvalitet. Utsläppen eller emissionerna är mätbara vid utsläppskällan, medan luftkvaliteten beror på hur mycket som sprids till omgivningen, samt luftens lukt och utseende. För människors hälsa är det luftkvaliteten som avgör. Vid uppvärmning av ett bostadsområde ger exempelvis många små pannor utsläpp i samma storleksordning som ett enda stort värmeverk, men en sämre luftkvalitet. Detta beror på en bättre rening i stora anläggningar, samt på att ett värmeverks skorsten ger en större spridning på högre höjd.¹⁷⁹

I centrala Uddevalla finns vissa problem med luftkvaliteten. På grund av att staden ligger i en sänka bildas ofta inversion, så att temperaturskiktning i luften hindrar föroreningarna från att stiga. Innan fjärrvärmens infördes medförde eldningens utsläpp ofta ohälsosamma förhållanden, och även idag kan utsläppen från trafiken göra att miljö kvalitetsnormerna ibland överstigs.¹⁸⁰

¹⁷⁹ Energimyndigheten, 2004b

¹⁸⁰ Boldt, 2007

Åkerbränslen

När exempelvis Salixflis förbränns för värmeproduktion kan kväveutsläppen i vissa fall bli högre än för olja på grund av en högre panntemperatur. Flis innehåller dock mycket mindre svavel än fossila bränslen, så att den totala försurningspåverkan blir jämförbar. Spannmål som fastbränsle innehåller svavel, men även vid en omfattande utbyggnad av havreeldningen skulle utsläppen vara mycket små jämfört med andra källor.¹⁸¹ Eldning av halm har tidigare kritiserats för höga utsläpp av stoft, kolväten och dioxiner, men med modern teknik för förbränning och rening kan nivåerna bli acceptabla.¹⁸²

För fordonsbränslen kan utsläpp av försurande ämnen variera beroende på vilket bränsle som används, se tabell 33.

Tabell 33. Utsläpp till luft vid förbränning i personbilar¹⁸³

Motor	Drivmedel	Svaveloxider (g/MWh)	Kväveoxider (g/MWh)
Otto	Etanol ur spannmål (E85)	40	350
	Etanol ur cellulosa (E85)	90	220
	Biogas	3.6	110
	Bensin	110	240
Diesel	RME	7.2	3300
	Diesel	76	2700

Skogsbränslen

Vid förbränning av trädbränslen med bra teknik är de luftföroreningar (i form av kolmonoxid, olika typer av kolväten samt stoft) som uppstår i storleksordning med utsläpp från fossila bränslen. Gammal och småskalig teknik kan dock ge flera gånger högre utsläpp vilka är direkt ohälsosamma och miljöfarliga. Även utsläppen av svavel- och kväveoxider till luft är beroende av vilken teknik som används, se tabell 34 nedan. Om skogsbränsle förbränns i stor skala och med modern reningsteknik motsvarar kväveoxiderna bara en liten del av det kväve som finns i bränslet medan resten avgår som ren kvävgas. Detta minskar upplagringen av kväve i skogsmark och minskar riskerna för försurning och övergödning.¹⁸⁴

Tabell 34. Utsläpp till luft vid förbränning i villapannor¹⁸⁵

	Svaveloxider (g/MWh)	Kväveoxider (g/MWh)
Normal oljepanna	680	180
Miljövänlig oljepanna	180	110
Normal vedpanna	0	180
Miljövänlig vedpanna	0	360

¹⁸¹ Jordbruksverket, 2006a

¹⁸² Bernesson och Nilsson, 2005

¹⁸³ Energimyndigheten, 2001

¹⁸⁴ SLU, 1999

¹⁸⁵ Jordbruksverket, 2006a

9.2. Mark- och vattenkvalitet

Åkerbränslen

Beträffande åkerbränslen är odling av fleråriga grödor generellt bättre ur miljösynpunkt eftersom läckaget av växtnäring och användningen av bekämpningsmedel oftast är lägre. Ettåriga grödor riskerar också att ge ensidiga växtföljder som utarmar marken. Det finns dock ettåriga åkerbränslen som har särskilda miljömässiga fördelar. Exempelvis konkurrerar hampa lätt ut andra växter och kan därför odlas ekologiskt.¹⁸⁶

En övergång till fleråriga energigrödor skulle få flera positiva miljöeffekter, inklusive förbättrad biologisk mångfald, jämfört med den sammansättning som den svenska växtodlingen hittills haft. En övergång till ettåriga energigrödor skulle inte ge några större förändringar. Ett argument mot energiskog kan dock vara att det blir arbetsamt att återgå till andra grödor eftersom rötterna måste avlägsnas och täckdikning eventuellt restaureras. Sett ut lokal miljösynpunkt kan rörlan eller vall till gasproduktion vara mer fördelaktigt än Salix. Detta bör dock vägas mot energiskogens avsevärt högre avkastning.¹⁸⁷

Särskilt vallväxter kan ge bättre markkvalitet, vilket i förlängningen resulterar i ökade skördar.¹⁸⁸ Vid en omläggning från spannmålsodling till energivall eller energiskog är följande förändringar sannolika:¹⁸⁹

- Minskat behov av mineralgödselmedel och kemiska bekämpningsmedel
- Minskat näringsläckage
- Förbättrad markstruktur
- Möjlighet till upptag av kadmium (gäller för Salix)
- Möjlighet att återföra slam och avloppsvatten till kretsloppet

Som nämnts i kapitel 6 kan växtföljder behövas för att bevara markkvaliteten vid odling av exempelvis spannmål och raps. I dagsläget domineras de typiska växtföljderna i Uddevallatrakten av havre och vårkorn, och träda eller avbrottsgrödor förekommer knappast alls.¹⁹⁰ Havre lämpar sig mycket bra i växtföljder med mycket vete och korn, och är också särskilt gynnat i Västsverige på grund av rådande pH och nederbörd.¹⁹¹ Troligen är det alltså mycket möjligt med en kraftigt ökad produktion av havre i kommunen. Produktionen av raps är mer begränsad. Raps kan endast odlas på ett fält vart femte år, på grund av nematoder, skadedjur som angriper rötterna. Vissa experter anser att raps ska odlas så sällan som vart åttonde år för att maximera skörden. Vete är en mer okomplicerad gröda, men ensidig veteodling utarmar ändå marken och växtföljder är därför nödvändiga. Raps passar då mycket bra som avbrottsgröda.¹⁹²

¹⁸⁶ Jordbruksverket, 2006a

¹⁸⁷ Ibid

¹⁸⁸ Bioenergiportalen, 2007

¹⁸⁹ Jordbruksverket, 2006a

¹⁹⁰ Jordbruksverket, 2006d

¹⁹¹ LRF, 2004

¹⁹² Frostensson, 2007

Även en ökad användning av bränslehalm påverkar marken genom bland annat minskad mullhalt. Mindre än hälften av grödans organiska substans bortförs dock vid bärgning av halm, eftersom rötter, stubb och agnar utgör en stor del. En annan aspekt är att näringsämnen bortförs som annars skulle ha plöjts ned. Detta skulle kunna kompenseras genom askåterföring. För att bevara markens långsiktiga avkastningsförmåga finns rekommendationer om att inte bärga halmen mer än en gång i växtföljden, och om att halmskörd bör undvikas helt om jordens mullhalt är för låg.¹⁹³

Om gödsel rötas till biogas får detta flera positiva följder. Rötresten kan spridas som gödningsmedel och är då bättre lämpad än traditionell gödsel. Dels blir den mer homogen till formen och därmed lättare att sprida, dels luktar den mindre. Delar av kväveinnehållet omvandlas under rötningen till en form som växter har lättare att ta upp, vilket minskar näringsläckaget från åkermarken.¹⁹⁴

Skogsbränslen

Skörd av skogsbränslen innebär ett högt uttag av markens förråd av växtnäring, särskilt de alkaliska ämnena kalium, kalcium och magnesium som är viktiga för att motverka försurning. Dessa ämnen kan tillföras naturligt genom vittring men inte i en skala som motsvarar uttaget. Uttaget av avverkningsrester kan behöva kompenseras genom askåterföring eller kompensationsgödsling för att markens produktionsförmåga inte ska försämrats. Dessutom bör barren, där en stor del av näringen kan återfinnas, i allmänhet lämnas kvar. I sydvästra Sverige som är hårt drabbat av kvävenedfall och försurning kan dock även barren tas ut för att minska markens kvävemängd. Den resulterande kväveavlastningen motverkar försurning, övergödning och näringsläckage, och kan ses som en miljövårdsinsats. De avlägsnade mineralnäringsämnena måste då ersättas med aska eller gödsling. Förutom kväve innehåller askan nästan alla de mineraler och näringsämnen som funnits i bränslet. Därtill är den basisk och motverkar försurning.¹⁹⁵

9.3. Biologisk mångfald

Åkerbränslen

Effekterna för biodiversiteten vid odling av energigrödor på åkermark beror på vad som odlas samt hur och var odlingen sker. Särskilt i spannmålsintensiva områden kan fleråriga grödor ha en positiv effekt.¹⁹⁶ Odling av *Salix* och andra energigrödor skapar nya biotoper. Energiskog kan ge skydd och föda, och särskilt gynna vissa fågelarter, men å andra sidan försvåra för arter som är anpassade till öppna fält. *Salix* har också djupa rötter, vilket tillsammans med fällda blad förbättrar markstruktur och främjar markfaunan.¹⁹⁷

Skogsbränslen

Vid skogsbruk är det främst skogsnäringens råvarubehov som avgör vilka träd som fälls. Uttag av avverkningsrester eller andra trädbränslen måste dock ta samma naturhänsyn

¹⁹³ Bernesson och Nilsson, 2005

¹⁹⁴ Bioenergiportalen, 2007

¹⁹⁵ SLU, 1999

¹⁹⁶ Jordbruksverket, 2006a

¹⁹⁷ Energimyndigheten, 2007a

som övrigt skogsbruk. För biologisk mångfald i skogen är det avgörande att behålla rätt sorts livsmiljöer för olika växt- och djurarter.¹⁹⁸

Exempel på centrala inslag för biodiversitet är:¹⁹⁹

- Stamved (grov död ved, gamla träd och högstubbar)
- Ädla lövträd
- Asp och sälg
- Träd med ätbara frukter och bär
- Våtmarker
- Stråk längs vattendrag
- Rasbranter och raviner

De flesta av punkterna ovan berör inte i någon större utsträckning uttaget av GROT, och den absolut största delen av skogsbränslet kan vanligen tas ut utan konflikt med den biologiska mångfalden. Även lövträd kan tas ut för energiändamål men först efter en ekologisk bedömning. Det viktigaste för skogsbränsleleverantörer och brännveds-användare är att lämna kvar och undvika att köra sönder liggande död ved.²⁰⁰

9.4. Landskapsbild

Landskapsbilden är något som brukar diskuteras som en miljöaspekt. I bioenergisammanhang blir detta aktuellt främst för åkerbränslen. Önskan att bibehålla en oförändrad landskapsbild kan tala för att odla traditionella jordbruksgrödor för energiändamål, istället för exempelvis energiskog.²⁰¹ I Uddevalla kommun kan landskapet både gynna och motverka produktion av Salix. Då landskapet redan är kuperat och varierat med en stor andel skog skulle man inte få problem exempelvis med skyddshorisont. Å andra sidan kan det finnas önskemål om att bevara den relativt låga andelen öppna mark som finns. En eventuell ändring av landskapsbilden genom Salixplantering skulle endast vara tillfällig, och marken skulle utan större svårigheter kunna återställas.

¹⁹⁸ SLU, 1999

¹⁹⁹ Ibid

²⁰⁰ Ibid

²⁰¹ Jordbruksverket, 2006a

10. Analys: Ekonomi, praktik och etik

10.1. Ekonomiska faktorer

Förutom att ha miljömässiga fördelar anses biobränslen ofta kunna ge en ökad sysselsättning, främst på landsbygden, och ökad stimulans av den regionala ekonomin.²⁰² För att detta ska bli verklighet krävs att odlingen är lönsam för de enskilda markägarna. Idag är den svenska energimarknaden komplicerad och förknippad med ett stort antal styrmedel. Bioenergi gynnas genom skattebefrielser. Produktionen och användningen av biobränslen från jordbruket påverkas också i hög grad av EU:s jordbrukspolitik.

Ett annat exempel på ekonomiska faktorer som kan påverka uttaget av biobränslen är kostnaden för transporter. Detta framgår tydligt i avsnittet om gödsel. Enligt en rapport från Energimyndigheten är utnyttjandet av skogsbränsle och energigrödor relativt känsligt för transportkostnader, och odlingen bör därför ske nära tätorterna.²⁰³

Det är viktigt att inse att det som beskrivs i detta kapitel endast är dagens ekonomiska situation för biobränslen. Styrmedel och marknader kan se helt annorlunda ut i framtiden.

10.1.1. Producenternas ekonomi

Åkerbränslen

Efterfrågan på bioenergi ökar vilket medför möjligheter för jordbrukare att få nya inkomstområden. Bönder kan välja att odla och leverera energigrödor till stora anläggningar som värmeverk och etanolfabriker, att förädla råvaror för att sälja dem vidare, eller att använda egenproducerad bioenergi, exempelvis spannmål eller biogas.²⁰⁴

Om det ska vara ekonomiskt lönsamt för en lantbrukare att odla och eventuellt använda energigrödor, måste lönsamheten vara minst lika stor som för alternativen. Dessa är exempelvis att sälja grödan som livsmedel eller foder, intervention, eller att lägga marken i träda. Osäkerhet kring framtida marknad och politik kan ge jordbrukarna skäl att kräva ännu högre lönsamhet. Faktorer som måste vägas in är också om nya investeringar krävs, hur arbetsbelastningen under året förändras, samt hur kassaflödet påverkas.^{205 206} Särskilt viktigt som alternativ inkomstkälla blir ofta EU:s gårdsstöd. Detta är ett inkomststöd till jordbrukarna som beror på gårdens areal. För att stödet ska erhållas måste vissa skötselkrav uppfyllas, och en viss andel av marken måste läggas i träda. Lantbrukare har alltså en viss säkerställd inkomst från marken endast genom grundläggande skötsel.^{207 208}

I kalkyler från Jordbruksverket har odling av raps för RME-produktion samt av Salix visat den bästa lönsamheten för den enskilde odlaren. År 2005 gav de bättre betalt per

²⁰² Bernesson och Nilsson, 2005

²⁰³ Energimyndigheten, 2004a

²⁰⁴ Bioenergiportalen, 2007

²⁰⁵ Ibid

²⁰⁶ Jordbruksverket, 2006a

²⁰⁷ EUROPA, 2007

²⁰⁸ Jordbruksverket, 2007a

hektar än brödvete, energistödet medräknat. I områden med låg avkastning eller på lång sikt kan träda bli lönsammare, eftersom bönderna får gårdsstöd men slipper utgifter. Vall till biogas har i dessa beräkningar den sämsta lönsamheten av energigrödorna.²⁰⁹

Inom EU finns två olika regelverk som påverkar biobränsleproduktionen. Det är dels stöd till odling av energigrödor, dels rätt till odling av industri- och energigrödor på mark i träda. Energigrödestödet är ett arealstöd till jordbrukare på 45 euro/ha,år oberoende av vad som odlas. Sedan EU 1993 införde krav på att lägga mark i träda (i nuläget 10% av åkermarken) har det också varit möjligt att använda trädesarealen för odling av energigrödor. Lantbrukaren får då samma stöd som för annan areal eller som om ingen odling förekommit. Alla grödor får odlas förutom sockerbeter, hampa, jordärtskockor och cikoriarot. Om man vill söka stöd för energigröda på trädesareal får den inte användas på den egna gården, eftersom kontrakt krävs med en annan juridisk person.²¹⁰

I Sverige gavs förr också omställnings- och anläggningsstöd för Salixproduktion. Detta finns kvar även efter EU-inträdet men beloppet är nu lägre, 5000 kr/ha. Det finns gränser för hur stort stödet till en enskild gård får bli och arealen måste vara minst 0.2 ha. Planteringen måste också ske på förarbetad mark och med lämpliga sticklingar.²¹¹

Med nuvarande priser är det betydligt billigare att elda spannmål än olja, men jämfört med skogsbränslen som flis eller pellets hårdnar konkurrensen. Spannmål för eldning kan därför ofta inte uppnå den prisnivå som spannmål till andra användningsområden erhåller genom nuvarande marknadsreglering, särskilt om den ska transporteras. För lantbrukare är det mer intressant att förbränna odlad spannmål på den egna gården än att sälja den, och då endast sorter eller kvaliteter som inte uppfyller kraven för intervention. (Se kapitel 6.3.3.) Arealstödet på 45 euro/ha blir ofta avgörande för lönsamheten.²¹²

Halm är ett konkurrenskraftigare alternativ än spannmål, främst i stora anläggningar. Även vid låga spannmålspriser blir betalningsförmågan för halm avsevärt högre än bärgningskostnaden.²¹³ Halmeldning medför också ofta högre lönsamhet för enskilda lantbrukare. Försäljning av halmen ger en ersättning jämfört med att plöja ned den, och om gårdar med stort värmebehov ersätter olja med egen halm kan vinsten bli betydande. Det kan också finnas möjligheter att sälja förädlat bränsle eller färdig värme och ytterligare öka inkomsterna. Kostnaden för halmutvinning är 90-130 kr/MWh, och den totala kostnaden för utvinning, transport och förädling är 120-270 kr/MWh.²¹⁴

Biogas från gödsel och/eller grödor används på gårdsnivå främst för att täcka värmebehovet. Produktionen blir dock ofta större än den egna förbrukningen. Ett alternativ är då att producera el, men detta kräver stora investeringar.²¹⁵ När det gäller biogas har det hittills varit svårt att få lönsamhet i en gårdsanläggning om man saknar avsättning för

²⁰⁹ Jordbruksverket, 2006a

²¹⁰ Ibid

²¹¹ Ibid

²¹² Ibid

²¹³ Ibid

²¹⁴ Bernesson och Nilsson, 2005

²¹⁵ Jordbruksverket, 2006a

gasen utanför gården, eller inte själv har ett högt energibehov året runt. Samrötning med andra substrat, exempelvis från livsmedelsindustri, kan eventuellt öka lönsamheten om lantbrukaren får betalt för att behandla dem.²¹⁶

Beträffande oljeväxter kan lantbrukare odla raps och rybs för leverans till uppköpare, eller sälja egenpressad rapsolja till RME-tillverkare. Egen pressning är relativt enkel men investeringarna är stora, och om det ska vara lönsamt krävs avsättning för frökakan.²¹⁷

Vallodling till biogasproduktion har ekonomiska fördelar främst genom ökade skördar av andra grödor, eftersom vallgrödor förbättrar marken.²¹⁸ Enligt Jordbruksverkets kalkyler är lönsamheten för vallodling dålig, och täckningsbidraget på kort sikt är negativt.²¹⁹

När det gäller Salix blandar värmeverken flisen med andra sorters träbränslen, som GROT och sågspån, och betalar ofta ett enhetligt pris för råvarorna. Priset för Salix blir alltså detsamma som för andra träbränslen. De senaste årens ökning innebär att priserna nu ligger i nivå med produktionskostnaderna för energiskog, som beräknas uppgå till 140 kr/MWh i en välskött anläggning. Då är inte anläggningsstödet för energiskog eller arealersättningen för energigrödor medräknade. Odling och skörd av energiskog kräver speciella maskiner, och för att undvika höga investeringar skriver de flesta odlare kontrakt med Agroenergi som köper träden på rot. Eftersom skörden sker sällan innebär Salix innebär en mer lågintensiv odling än till exempel spannmål, så att färre man- och maskintimmar behövs på gården.²²⁰

Skogsbränslen

Skogsbränslen påverkas inte lika mycket av politik som åkerbränslen, främst för att det inte rör sig om någon alternativ markanvändning. Skörd av avverkningsrester medför dock extraarbete och merkostnader. Kostnaderna för uttag av GROT vid slutavverkning uppskattades 1998 till runt 450 kr/ton TS eller 90 kr/MWh. Vid samma tidpunkt låg priset på träbränslen på 70-170 kr/MWh exklusive skatt, och sedan dess har de stigit, se tabell 35. För skörd av GROT beräknas utgifterna vara 30% högre vid äldre gallring än vid slutavverkning. Kostnaderna för behandling och återföring av aska är relativt små.²²¹

Tabell 35. Träbränsle, kr/MWh, löpande priser exklusive skatt²²²

		2003	2004	2005	2006
Briketter och pellets	Värmeverk	196	206	204	211
Skogsflis	Industri	131	125	121	119
	Värmeverk	126	138	137	146
Biprodukter	Industri	90	112	95	112
	Värmeverk	109	114	121	127
Returträ	Värmeverk	71	74	80	78

²¹⁶ Bioenergiportalen, 2007

²¹⁷ Ibid

²¹⁸ Ibid

²¹⁹ Jordbruksverket, 2006a

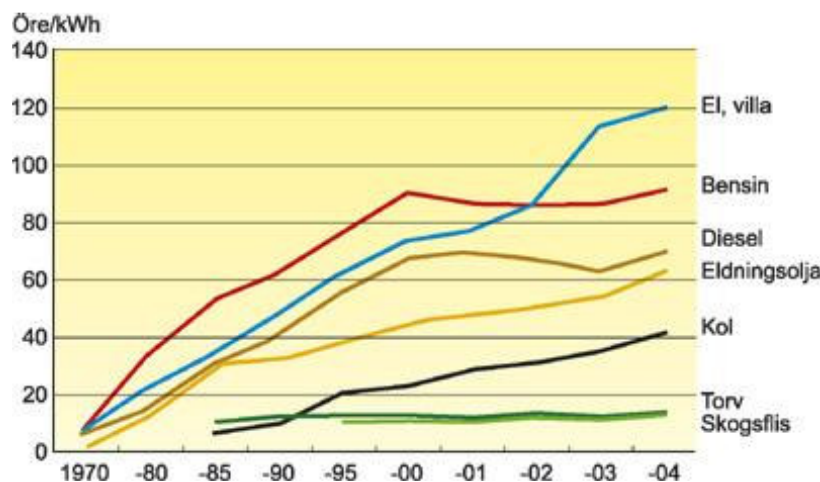
²²⁰ Bioenergiportalen, 2007

²²¹ SLU, 1999

²²² Energimyndigheten, 2007c

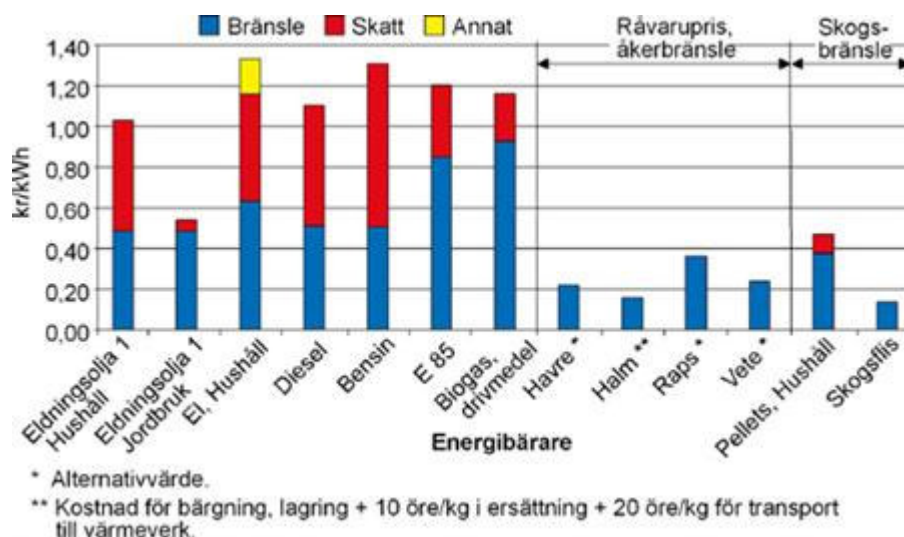
10.1.2 Marknad och samhällsekonomi

Priserna på el och fossila bränslen har stigit de senaste åren, se figur 21, vilket har ökat konkurrenskraften och intresset för biobränslen.²²³



Figur 21. Kommersiella löpande energipriser i Sverige. Bild från Bioenergiportalen, 2007

Biobränslepriserna var länge oförändrade på grund av intern konkurrens inom branschen, men sedan år 2000 har den ökade efterfrågan medfört stigande priser. De flesta bedömare anser att detta kommer att fortsätta, särskilt för oljevaxter där efterfrågan på RME har drivit upp rapspriset. För spannmål har priserna istället sjunkit, vilket har gjort spannmålseldning lönsamt. De avstannande spannmålspriserna kan eventuellt öka lantbrukarnas intresse för att odla andra energigrödor. När det gäller energiskog står priset i direkt relation till annan flis, vilket innebär att de senare årens prishöjningar på skogsflis har drivit upp Salixpriset.²²⁴ Figur 22 nedan visar energipriser i juli 2006.



Figur 22. Energipriser under juli 2006. Bild från Bioenergiportalen, 2007

²²³ Bioenergiportalen, 2007

²²⁴ Ibid

Åkerbränslen

Det finns en stor potential för ökad produktion av bioenergi i det svenska jordbruket. Hur stor del av denna som blir verklighet beror bland annat på:²²⁵

- Möjligheterna till avsättning
- Utformningen av jordbruksstöden
- Importkonkurrens
- Priset på skogsbaserad bioenergi
- Konkurrens från annan jordbruksproduktion

Drivmedel från spannmål och oljeväxter är idag billigare för konsumenterna än bensin och diesel, men endast förutsatt att skattebefrielse ges. Åkerbränslen i allmänhet möter hård konkurrens prismässigt från biobränslen från andra sektorer, framförallt skogen, och produktionen är mer eller mindre beroende av subventioner. På grund av frihandeln inom EU är det inte heller säkert att den svenska energiindustrin väljer svenska råvaror.²²⁶

Vissa biobränslen från jordbruket har ännu tröga eller obefintliga marknader av olika anledningar. Detta gäller exempelvis rörflen, där bland annat tekniska problem vid förbränningen har begränsat användningen. Rörflen som energigröda är främst aktuellt i norra Sverige, där det inte behöver konkurrera med *Salix*. Även hampa är förknippat med problem, främst genom anknytningen till narkotika. Hampodling är strikt reglerad, och all odling som inte redovisas korrekt bedöms som olaglig. Jordbruksverket bedömer i en rapport att rörflen och hampa samt vall till biogas på kort sikt inte har potential för någon större arealökning, eftersom storskalig teknik saknas och konkurrensen från andra råvaror är för hård. För biogas väntas gödsel och avfall stå för större delen av behovet.²²⁷

Den svenska bioenergimarknaden påverkas även av EU:s importtullar på jordbruksråvaror från tredje land, vilka ska hålla en viss prisnivå inom unionen och därmed säkerställa en viss inkomstnivå till lantbrukarna. Tullskyddet omfattar både råvaror och förädlade produkter, ett av undantagen är oljeväxter där frihandel tillämpas. Etanol kan räknas som både jordbruks- och industriprodukt vilket kan ge problem då tullarna på industriprodukter är mycket låga.²²⁸

De stigande priserna på olja och el tillsammans med avstannande spannmålspriser har ökat intresset för spannmålseldning. De flesta spannmåls pannor installeras på enskilda gårdar, och uppskattningsvis 5000 sådana anläggningar är i drift i Sverige i nuläget. Tre kilo spannmål bör vara minst två kronor billigare än en liter olja om spannmålseldning ska löna sig. I princip har detta varit fallet sedan slutet av 1990-talet. Med ökande pelletspriser växer nu efterfrågan på energispannmål utanför lantbruken, och även i närvärmeanläggningar har spannmål blivit lönsamt som bränsle. Idag finns flera sådana, varav några drivs som farmarenergibolag. Också några kommunala energibolag har satsat på spannmål som bränsle, och det finns någon industri som eldar havre.²²⁹

²²⁵ Bioenergiportalen, 2007

²²⁶ Jordbruksverket, 2006a

²²⁷ Ibid

²²⁸ Jordbruksverket, 2006a

²²⁹ Bioenergiportalen, 2007

Den svenska etanolproduktionen är beroende av olika stöd för att kunna konkurrera. Idag är etanol skattebefriad och importen är tullbelagd. Enligt nu gällande beslut gäller skattebefrielsen för etanol liksom för RME fram till 2008. Den osäkra framtiden på detta område har lett till en begränsad utbyggnad av etanolproduktionen.²³⁰ Många tror ändå att den svenska etanolproduktionen kommer att öka. Flera nya svenska fabriker planeras, exempelvis av Agroetanol och kommunala energibolag, vilket ger stora möjligheter för lantbrukare att sälja spannmål.²³¹ Utbyggnaden förutsätter dock att importerad etanol fortsätter att vara tullbelagd. Naturvårdsverket har bedömt att metanol från skogsråvara är det mest intressanta biodrivmedlet på lång sikt. De anser dock att andra faktorer kan tala för en inhemsk etanolproduktion. Exempelvis är det viktigt att Sverige visar att trafikens miljöpåverkan tas på allvar, att inhemsk drivmedelsförsörjning tryggas och att kunskap byggs upp. Det kan också ge regionalpolitiska fördelar.²³²

Raps betraktas idag ofta som ett av de mest intressanta bibränslena, och priset på raps har stigit i takt med att nya RME-anläggningar byggts. Eftersom frihandel råder för oljeväxter är marknaden mindre känslig för jordbrukspolitik. För att konkurrera med fossila drivmedel är dock RME liksom etanol i behov av skattelättnader. RME är det biodrivmedel som dominerar inom EU, och Tyskland är den största producenten. Trots att det inte är den billigaste vegetabiliska oljan är det rapsolja som främst används till biodiesel, eftersom den europeiska standarden för biodiesel passar bäst för drivmedel från raps.²³³ Även inom Sverige ökar efterfrågan, och sedan augusti 2006 tillåts 5% inblandning av RME i diesel. Om detta skulle ske i all såld diesel skulle den svenska odlingen av oljeväxter behöva fördubblas.²³⁴

För att lönsamhet ska uppnås för både etanol och RME är det nödvändigt med avsättning för biprodukterna. Vid en stor utbyggnad kan detta begränsa produktionen, och/eller höja kostnaderna. För etanol ur spannmål blir biprodukten djurfoder, och vid RME-produktion bildas glycerol som används bland annat i färg, kosmetika och livsmedel.²³⁵

För skogsflis inklusive Salix visar Jordbruksverkets kalkyler på god konkurrensförmåga mot andra bränslen. Marknaden för Salix hotas antagligen främst av andra skogsbränslen. I Sverige finns ännu skogsavfall som inte tas tillvara vilket hindrar en prisuppgång.²³⁶ Salix har blivit ett väletablerat bränsle vid många kraftvärmeverk, och en del energibolag efterfrågar mer flis än vad som finns på marknaden. Förutom i storskaliga anläggningar kan energiskog användas i fliseldade gårdspannor och för närvärme. Det bedöms finnas en mycket stor potential för ökad Salixproduktion.²³⁷

²³⁰ Jordbruksverket, 2006a

²³¹ Bioenergiportalen, 2007

²³² Jordbruksverket, 2006a

²³³ Jordbruksverket, 2006a

²³⁴ Bioenergiportalen, 2007

²³⁵ Energi och miljö, 2006

²³⁶ Jordbruksverket, 2006a

²³⁷ Bioenergiportalen, 2007

Skogsbränslen

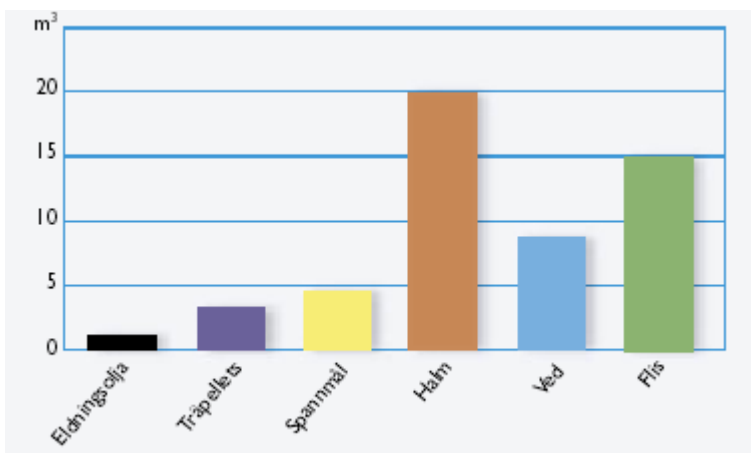
Marknadens reala pris på trädbränslen har sjunkit kraftigt, och är nu bara en tredjedel av vad de var för 30 år sedan. De lägre produktionskostnaderna på grund av utvecklingen på området har i kombination med hård konkurrens på biobränslemarknaden hållit priserna nere. Det främsta styrmedlet för att främja trädbränsleanvändning har varit beskattningen. Värmeverkens pris för trädbränslen är betydligt lägre än för fossila bränslen då miljöavgifterna lagts på.²³⁸

Enligt litteratur från SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet) är förutsättningarna goda ur tekniska, miljömässiga och ekonomiska aspekter för att sektorn ska fortsätta utvecklas. Beräkningar visar att stora mängder utnyttjat trädbränsle kan skördas för runt 100 kr/MWh i 1998 års penningvärde.²³⁹ Detta motsvarade drygt 110 kr år 2006.²⁴⁰ Trädbränslemarknaden bedöms fortsätta expandera i snabb takt och därmed gynna teknikutvecklingen. År 2001 genererade sektorn ungefär 4000 årsverken, och uppskattningsvis tillkom lika många indirekt. Arbetskraftbehovet per energienhet har sjunkit, men den snabbt stigande användningen har lett till en ökad total sysselsättning.²⁴¹

Även samhällsekonomiskt har skogsbränslena en fördel mot de agrara bränslena, bland annat i form av en lägre kostnad för att reducera koldioxidutsläpp.²⁴²

10.2. Praktiska aspekter

Förutom miljö och ekonomi kan även tekniska och praktiska faktorer under produktionskedjan påverka möjligheten till och lämpligheten i att använda ett biobränsle. En sådan aspekt är hur skrymmande ett bränsle är. Detta påverkar kostnaderna för transporter och lagring. Figur 23 visar hur stor volym biobränslen som motsvarar en kubikmeter eldningsolja.



Figur 23. Biobränslevolym som krävs för att ersätta 1 m³ eldningsolja.
Bild från LRF, 2005

²³⁸ SLU, 1999

²³⁹ Ibid

²⁴⁰ Statistiska centralbyrån, 2007

²⁴¹ SLU, 1999

²⁴² Jordbruksverket, 2006a

Åkerbränslen

Havre som fastbränsle har vissa tekniska fördelar jämfört med andra spannmålskärnor. Värmevärdet är högre, kärnan antänds lättare och askan sintrar mindre. Sintring, som innebär att askan smälter samman till hårda klumpar, är ändå ett problem med spannmålseldning, liksom sura ämnen i rökgaserna som bland annat kan ge korrosion i skorstenen. Forskning pågår för att lösa detta, och tekniken har förbättrats de senaste åren.²⁴³ I storskaliga anläggningar finns dock tillfredsställande lösningar där sintring, korrosion och utsläpp begränsas.²⁴⁴

Även Salix var förknippat med vissa problem när energiskogsodling introducerades i svenskt lantbruk på 1980-talet. Framförallt saknades kunnande för att odla, skörda och förädla. Detta har nu förbättrats och nya sorter med högre avkastning har tagits fram. Ett skäl till att jordbrukare kan vara tveksamma till Salixodling är att det dröjer 4-5 år innan den första skörden och därmed inkomsten är möjlig. Dessutom kan det vara arbetsamt att återställa marken till odling för andra grödor, bland annat måste rötterna avlägsnas.²⁴⁵

Ettåriga energigrödor har vissa praktiska fördelar jämfört med fleråriga då de kan ge en flexiblare arealanvändning.²⁴⁶ Att använda traditionella ettåriga grödor för energiproduktion kan antagligen också öka lantbrukarnas villighet genom att det är känd teknik, och inte kräver några långsiktiga investeringar där avkastningen blir beroende av energi- och jordbrukspolitik. Å andra sidan kräver fleråriga grödor generellt en mindre arbetsinsats.

Halm som bränsle är relativt arbetsintensivt och bildar mycket aska, och har liksom havre tekniska problem vid förbränningen, i form av korrosion och sintring.^{247 248} Dessa problem är generellt mindre för halm än för havre²⁴⁹ och som nämnts ovan är halmeldningen utbredd i Danmark. Halm är dock ett mer skrymmande bränsle, se figur ovan. Möjligheterna att bärga halm varierar också beroende på markens mullhalt samt på vädret; de regniga svenska höstarna kan göra det svårt att få tillräckligt torr halm. Halm hade tidigare haft dåligt rykte på grund av bränder i de första gårdspannorna, men brandrisken är betydligt lägre med dagens teknik.²⁵⁰ En annan praktisk aspekt är att det kan vara svårt för lantbrukare att alls hinna med halmskörden, som måste ske under den säsong då de har som mest att göra.²⁵¹ Halm har traditionella användningsområden inom lantbruket vilket kan begränsa uttaget för energiproduktion.

Även gödsel som energikälla kan vara förknippat med olika problem. Att röta gödsel innebär extraarbete, och framförallt bryter det mot den traditionella användningen, vilket kan försämra lantbrukarnas samarbetsvilja. Enligt Uddevallas djurskyddsinspektör Bo

²⁴³ Bioenergiportalen, 2007

²⁴⁴ Jordbruksverket, 2006a

²⁴⁵ Ibid

²⁴⁶ Ibid

²⁴⁷ Ibid

²⁴⁸ Bernesson och Nilsson, 2005

²⁴⁹ Börjesson, 2007

²⁵⁰ Bernesson och Nilsson, 2005

²⁵¹ Svenningsson, 2007

Isgren är det främst nötproducenterna som ofta har odlingsmark och därmed avsättning för gödseln. För hästägare kan den i större utsträckning vara ett problem man vill bli av med.²⁵² Om den planerade rötningsanläggningen uppförs i Uddevalla skulle detta rent praktiskt underlätta för gödsel som energikälla, genom tillgång till färdig utrustning i närområdet. Dock skulle det kunna bli problem med att återföra rötresten till åkermarken om gödseln samrötats med avloppsslam. Som nämnts ovan har också Biogas Väst bedömt att insamlingen av gödsel inte vore praktiskt och ekonomiskt möjlig.

En viktig praktisk fråga vid biogasproduktion gäller hanteringen av restmaterialet. Rötrest från avloppsslam deponeras i dagsläget eftersom dess innehåll inte kan säkerställas. Om gödsel och energigrödor samrötas med slam förorenas därmed rötresten så att den inte kan återföras till åkermarken. Det är därför inte lämpligt att blanda avloppsslam med andra substrat.²⁵³

Skogsbränslen

Skogsbränsle från GROT har flera länkar i produktionskedjan. Bränslet måste samlas in, transporteras ut ur skogen, lagras, fraktas vidare och sönderdelas. Momenten kan ske i olika ordning och på olika sätt. Avverkningsresterna kan sönderdelas centralt vilket är betydligt billigare än flisning på hygget, men kräver stor kapacitet att ta emot och lagra biomassa. För små lokala värmeverk passar därför färdig flis från skogen bäst. GROT kan även komprimeras och paketeras på hygget till stockliknande balar, så att samma transportutrustning kan användas som för rundvirke och bränsle.²⁵⁴

Trädbränsle från gallring utnyttjas i Sverige i ganska liten utsträckning, främst på grund av att skörden är besvärligare, men utgör en stor potentiell resurs. Det trädbränsle som tillvaratas mest är GROT från slutavverkning, och denna hantering har samordnats med avverkningen främst för att minska föroreningar i bränslet i form av exempelvis grus, sten och verktyg. Fällning och kvistning av träden anpassas då så att grenar och toppar samlas i stora högar. Merkostnaden för detta är obetydlig.²⁵⁵

System där avverkningsresterna flisas tidigt i produktionskedjan har funnits i ett tjugotal år och har effektiviserats. Deras främsta fördel är flexibiliteten. Problemen finns främst i det ömsesidiga beroendet mellan flismaskin och transportfordon, att det är dyrt och energikrävande att sönderdela GROT på plats, samt i att flis lättare än hela grenar och toppar kan mögla eller ruttna under lagringen. Flis kan också innebära hälsorisker. Mögelsvampar i bränslet bildar sporer som kan framkalla allergiska reaktioner och sjukdomssymptom. Flisen behöver alltså hanteras varsamt.²⁵⁶ Ett annat praktiskt problem vid skogsbränsleuttag, särskilt för småägare, kan vara att askåterföring kräver arbete.

²⁵² Isgren, 2007

²⁵³ Börjesson, 2007

²⁵⁴ SLU, 1999

²⁵⁵ Ibid

²⁵⁶ Ibid

10.3. Etiska frågor

Produktion av biobränslen i jordbruket kan vara förknippat med vissa etiska problem, vilket nyligen har uppmärksammats i samhällsdebatten. Detta gäller främst betänkligheter kring att använda åkermark för energiproduktion, och ”eldad mat” då människor svälter. Det finns också farhågor om att produktion av energigrödor driver upp livsmedelspriserna i tredje världen.

Nyligen publicerades en offentlig utredning om åkerbränslen där dessa aspekter diskuterades. Där framhövs bland annat att moraliska frågor inte är begränsade till bioenergi utan rör alla former av markanvändning, även i form av bebyggelse eller för fritidsändamål.²⁵⁷ Den kommunala översiktsplanen kan här ha en viktig roll genom att skydda produktiv åkermark.²⁵⁸

För en långsiktigt hållbar energiproduktion måste hänsyn tas till de etiska aspekterna när det gäller markanvändning. Exempelvis är det då sämre att plantera granskog på åkermark än att odla andra energigrödor, eftersom skogsplantering i stort sett är irreversibel och därmed förhindrar livsmedelsproduktion på lång sikt. Spannmål, som traditionellt används som livsmedel och därmed har tydliga moraliska kopplingar, kan av samma anledning ändå vara ett positivt alternativ etiskt sett. När det gäller frågan om att förbränna säd som någon kunnat äta, är det viktigt att inse att livsmedelsexport till utvecklingsländer inte är någon lösning på svältproblemen.²⁵⁹ Istället kan det förvärra situationen genom att sänka priserna vilket slår ut lokala producenter.²⁶⁰ Stöd till behövande länder bör istället ske med ekonomiska medel. Ur solidaritetssynpunkt är det snarare oetiskt att inte ta ansvar för klimatförändringarna och förändra energisystemet. Bioenergiproduktion på åkermark kan då skydda utvecklingsländer genom att minska den globala uppvärmningen.²⁶¹

²⁵⁷ Regeringen, 2007

²⁵⁸ Svenningsson, 2007

²⁵⁹ Regeringen, 2007

²⁶⁰ LRF, 2004

²⁶¹ Regeringen, 2007

11. Kommunens möjligheter till påverkan

Uddevalla kommun som organisation har möjligheter att påverka energisituationen inom kommungränserna. Produktion och användning av biobränslen utgör då två skilda områden, som delvis hanteras på olika sätt. Avsnitten nedan diskuterar möjligheterna att inverka på produktionen av biobränslen och användningen inom olika sektorer.

Som nämnts tidigare sker nära 70% av energiförbrukningen i Uddevalla inom hushåll och transporter. Dessa områden känns alltså angelägna att åtgärda, men kan samtidigt vara svåra för kommunen att styra. På kort sikt är antagligen valet av bränsle till storskaligare anläggningar, som industrier och inte minst kommunens egna lokaler och fordon, lättare att påverka.

De möjligheter och medel som kommunen har till förfogande är bland annat:

- Översiktsplan
- Information till kommuninvånare
- Egna lokaler och fordon
- Egen mark (när det gäller produktion)
- Eget energibolag

Enligt en rapport från Energimyndigheten är kommunerna troligen den viktigaste och lämpligaste platsen att hantera biobränslefrågor så att både optimala energilösningar och en god miljö och hälsa kan uppnås. Det är därför centralt att ha en bred kommunal energistrategi, där handlingsplaner i översiktsplan, energiplan och energiföretag samordnas. Energiplanering och vedeldningspolicy behöver relateras till planeringen inom miljö, transporter och avfall. Att integrera energifrågorna även i detaljplaneringen kan öka möjligheterna för optimala biobränslesystem.²⁶² Ett problem kan vara att energifrågorna traditionellt behandlas av tekniska förvaltningar, medan bebyggelse och markplanering hanteras av miljö- och stadsbyggnadsförvaltningar. Det är viktigt med en genomarbetad översiktplan, där alla dessa aspekter samordnas och energifrågorna är väl integrerade. Denna kan vara kommunens viktigaste hjälpmedel när det gäller bioenergi.²⁶³

11.1. Uppvärmning

Produktion av bioenergi

När det gäller skogsbränslen för uppvärmning har Uddevalla kommun troligen möjlighet att direkt påverka produktionen, genom att maximera uttaget av GROT vid avverkningar på egen skogsmark. Detta rör sig dock endast om en liten andel av den totala skogsmarken i kommunen. Resten av skogen är till största delen privatägd, och det är osäkert hur stort inflytande kommunen kan ha på privata skogsägare. Det är antagligen främst information som kan vara ett verktyg på detta område.

²⁶² Energimyndigheten, 2004c

²⁶³ Energimyndigheten, 2004a

För att gynna en ökad lokal produktion av biobränslen kan kommunen också samarbeta med lokala bönder och skogsbrukare som producerar biobränslen till närvärme. Detta kan göras indirekt genom att ge information om farmarenergi, och eventuellt ekonomiskt stöd, för att hjälpa lantbrukare att själva starta lokala värmeanläggningar. (Farmarenergi innebär att närvärmeanläggningar ägs av sammanslutningar av lokala lantbrukare.) Kommunen kan också vara kund och köpa värme från sådana anläggningar till egna lokaler. Ett tredje alternativ är att kommunen själv äger närvärmeanläggningar och köper in bränsle direkt från lant- eller skogsbrukare. Närvärmecentraler kan ge en säker avsättning för bränslet och därmed större möjligheter för lantbrukare att investera i energigrödor, oavsett om de sedan säljer biobränsle eller färdig värme.

Användning av bioenergi

Särskilt värmesystemets utformning i tätorterna är av stor betydelse för lokal luftkvalitet och möjligheter att använda biobränslen. Om den övergripande planeringen fungerar bristfälligt kan värmesystemets utformning ge följdproblem med transporter, hälsa, miljö och buller. Lokalisering av gemensamma anläggningar för bioenergianvändning kan hanteras i den fysiska planeringen. I planarbetet är det också viktigt att skapa goda förutsättningar för energihushållning, bland annat genom bebyggelsens orientering, isolering och fönster.²⁶⁴

När det konkret gäller exempelvis uppförandet av närvärmecentraler har Uddevalla kommun bland annat följande möjligheter till påverkan:²⁶⁵

- Kommunen kan som storkund efterfråga biobränslebaserad uppvärmning till sina lokaler
- Kommunen kan göra civilrättsliga avtal med hushåll om anslutningar till närvärme
- I planeringen kan man förespråka strukturer där närvärme kan konkurrera

Om det dessutom finns kommunägda energibolag, vilket ju är fallet i Uddevalla, har kommunerna möjlighet att besluta direkt om vilket energislag som ska användas eller var närvärme ska byggas ut.²⁶⁶

Många svenska bostadsområden från 1970-talet har direktverkande el som värmekälla, och är samtidigt så tätbebyggda att de skulle lämpa sig för fjärrvärme om värmesystemen vore vattenburna. På sikt krävs en omställning av dessa områden, för att klara framtidens klimatmål och omställning av energisystemet. Bland annat kan följande strategier användas för att öka användningen av biobränslen.²⁶⁷

- Kommunen kan styra med fysisk planering så att eluppvärmning till viss del förhindras vid nybyggnation. I bygglov kan man inte förbjuda elvärme, men översiktsplanen kan rekommendera att nya områden ska byggas så att närvärme gynnas. Vid försäljning av kommunal mark kan man också skriva civilrättsliga avtal som reglerar uppvärmningsformen i blivande fastigheter.

²⁶⁴ Energimyndigheten, 2004c

²⁶⁵ Ibid

²⁶⁶ Ibid

²⁶⁷ Ibid

- Det är viktigt att energidistributörerna samarbetar med kommunen för att finna områden som är lämpliga för konvertering till gemensamma eller enskilda biobränsleanläggningar. Detta förutsätter dock vattenburna värmesystem, annars blir ingreppen omfattande.
- I både befintliga och nybyggda områden med dåliga förutsättningar för gemensamma värmesystem, kan enskilda pellets pannor föreslås.

11.2. Transporter

Produktion av bioenergi

Uddevalla kommun äger ingen åkermark och kan därför inte själva bli producenter av etanol eller RME. Den största möjlighet som finns till påverkan på detta område är då att informera lantbrukare om affärsmöjligheter med bioenergi. Kommunen förfogar däremot över slam från avloppsreningsverket, och om den planerade anläggningen för rötning och uppgradering byggs kommer de att bli producenter av biogas.

Användning av bioenergi

Kommunen kan direkt öka användningen av förnyelsebart fordonsbränsle genom att ställa om den egna fordonsparken. Detta arbete pågår redan, och år 2004 var 80 av Uddevallas 110 kommunala personbilar av flexifuel-modell.²⁶⁸ När det gäller privatbilismen kan kommunen informera bilister om biodrivmedel och underlätta för installation av tankställen. Möjligheter finns även att gynna miljöbilar genom olika förmåner. I nuläget kan ägare till miljöfordon ansöka om ett nästan kostnadsfritt parkeringstillstånd på kommunala parkeringsplatser i Uddevalla.²⁶⁹

²⁶⁸ Uddevalla kommun, 2005

²⁶⁹ Uddevalla kommun, 2007a

12. Avslutning: Bioenergi i Uddevalla

I nuläget används årligen runt 330 GWh biobränsle i Uddevalla kommun. Den dominerande delen av detta är trädbränslen och torv som tillförs till fjärrvärmeverket på Hovhult. Biobränsleproduktionen uppgår till runt 50 GWh, och består främst av brännbart avfall samt viss biogas. Produktionen av skogs- och åkerbränslen inom kommungränserna är i stort sett försumbar.

Uddevalla kan inte bli självförsörjande på bioenergi i dagsläget, och än mindre om en större mängd biobränslen används i framtiden. För att exempelvis uppnå den energimängd som tillförs till Hovhultsverket idag, skulle energiskog behöva planteras på all åkermark inom kommungränserna, vilket inte är realistiskt. Ett exempel på en sannolik biobränslepotential, från skogsbruk och 10% av åkermarken, är 40 GWh/år i form av fasta trädbränslen. Samtidigt som detta är långt ifrån dagens användning är det en relativt stor siffra. Som jämförelse kan nämnas att den planerade fjärrvärmelanläggningen i Ljungskile ska producera 4 GWh värme/år.

Inom kommunen finns en större biobränslepotential i jordbruket än i skogen, även om bara en tiondel av åkermarken används för energigrödor. Vissa av de energikällor som lyfts fram i Uddevallas klimatstrategi, exempelvis vass, är dock mindre lämpliga i kommunen. Även underlaget för gödselrötning på gårdsnivå är begränsat.

När det gäller avverkningsrester från skogsbruket är det osäkert hur mycket av potentialen som kan förverkligas. Den största delen av skogsmarken inom kommunen är privatägd, och eftersom det krävs stora ytor skog för att uppnå några betydande energimängder blir uttaget beroende av många enskilda skogsbrukare.

Avfall och avlopp kan inte stå för någon större produktion av bioenergi i Uddevalla. Det vore ändå önskvärt att bättre tillvarata slammet från Skansverket. Den eventuella nya röttings- och uppgraderingsanläggningen skulle ge stora möjligheter att använda lokalt producerad biogas som fordonsbränsle.

Möjligheterna för lokalt producerade biobränslen att användas inom kommungränserna är annars begränsade. Detta gäller särskilt fastbränslen. Den största potentialen för användning av trädbränslen och andra fastbränslen finns i uppförandet av närvärmecentraler. Att använda skogs- eller åkerbränslen i närvärmeanläggningar har stora fördelar. Värmeproduktion är mer fördelaktigt än drivmedel ur miljö- och energisynpunkt, och ger dessutom en garanterad och långsiktig avsättning. Närvärme medför också en enkel och lokal användning av biobränslen, och kan ha pedagogiska fördelar i visningsanläggningar.

Avsättningen för biobränslen beror på valet av gröda. Det finns en marknad för exempelvis skogsflis, men ska havre eller vall produceras måste antagligen särskilda anläggningar byggas inom kommunen.

Bioenergi är, till skillnad från andra förnyelsebara energikällor som solvärme och vindkraft, baserat på förbränning. Detta innebär att man alltid kommer att få oönskade utsläpp till luft. Utsläppen kan dock ofta anses små jämfört med de positiva följderna av biobränslen. Allvarliga hälso- och miljöproblem kan uppstå främst vid småskalig förbränning med dålig teknik.

Ur klimataspekt ger värmeproduktion lägst utsläpp av växthusgaser, förutsatt att det är fossila bränslen som ersätts. GROT från skogsbruket har stora fördelar ur miljösynpunkt, då det är en biprodukt som inte kräver någon markanvändning eller några större insatser av energi. Bland åkerbränslen är Salix den gröda som har högst energiskörd, energibalans och förmåga att reducera utsläpp av växthusgaser. Salix har även andra miljömässiga fördelar, och kan exempelvis användas för att rena slam. Lantbrukare kan dock vara tveksamma till odling av energiskog, bland annat på grund av de långsiktiga investeringarna. Efter Salix ger havre och halm samt biogas från vall hög utsläppsminskning per hektar. Etanol och RME kommer upp i samma värden bara om också halmen tas tillvara, vilket i nuläget är ovanligt. Biodrivmedel röner stor uppmärksamhet idag, men med hänsyn till markanvändning är vete och raps alltså inte de bästa alternativen. Biogasproduktion från gödsel skulle vara mycket positivt miljömässigt, men är troligen ekonomiskt och praktiskt svårt att genomföra i Uddevalla.

När det gäller andra skadliga ämnen samt partiklar, ger biogas låga utsläpp vid förbränning medan fastbränslen som spannmål och halm ger högre. Havre och halm har även vissa tekniska problem vid förbränningen. För att minimera utsläppen är det viktigt att använda bra teknik, särskilt i små anläggningar. Transporter står generellt för en relativt liten del av energiförbrukning och utsläpp under ett biobränsles livscykel. Transporterna blir därför snarare ett ekonomiskt än ett miljömässigt problem.

Biobränslen måste också produceras på rätt sätt för att vara miljövänliga. Vid uttag av skogsbränslen är askåterföring centralt för miljön, liksom hänsyn till biodiversiteten. Även vid småskalig användning är det viktigt att brännvedsanvändare informeras om miljöaspekter. För åkerbränslen är fleråriga grödor generellt bättre än ettåriga ur miljösynpunkt och med avseende på biologisk mångfald, men även vall ger förbättrad markkvalitet. Ettåriga grödor ger dock en större flexibilitet för jordbrukarna. Grödor som traditionellt används som livsmedel kan ibland kräva stora insatser av energi och näring.

Efterfrågan på biobränslen kommer troligen att fortsätta öka. Produktionen av bioenergi påverkas dock kraftigt av olika styrmedel. Bland åkerbränslena är idag Salix samt raps till RME mest lönsamt för jordbrukarna. Åkerbränslen konkurrerar lätt ut fossil energi, men kan ha svårt att mäta sig ekonomiskt mot skogsbränslen.

I detta arbete har ett antal typer av biobränslen, främst åkerbränslen, jämförts inbördes med hänsyn till olika aspekter. Detta är självfallet viktigt för att finna optimala energilösningar, men måste göras med ett visst perspektiv. Biobränslen ska kanske i första hand jämföras med fossila bränslen och är då en energikälla med mycket stora fördelar, miljömässigt och ofta ekonomiskt. Liksom all förnyelsebar energi leder de till en minskad global uppvärmning och tär inte på naturresurserna.

13. Utvärdering av resultaten

I resultaten från kapitel 6 finns viss osäkerhet. Bland åkerbränslen gäller detta bland annat biogas, eftersom gasproduktionen för olika substrat varierar beroende på om andra råvaror blandas in. Det finns även stora osäkerheter i den tillgängliga gödselmängden. Avkastningarna från energigrödor kommer också att variera beroende på väder och andra förutsättningar, men kan ändå antas vara goda approximationer. Uppgifter om arealer har också erhållits ur Jordbruksverkets offentliga statistik och måste anses vara korrekta.

Även i potentialen för skogsbruket finns osäkerheter. Framför allt har det inte gått att finna några exakta uppgifter på hur stora ytor gran som finns i kommunen, och det är också oklart hur stort uttag som är praktiskt möjligt. Detta blir ändå inte avgörande eftersom det rör sig om en relativt liten energimängd.

Det totala möjliga uttaget från skogen och 10% av åkermarken har uppskattats till runt 40 GWh/år. Denna siffra har alltså en viss felmarginal, men potentialen kan antagligen antas vara mellan 30 och 50 GWh/år.

De källor som använts kan generellt betraktas som tillförlitliga, då det till stor del är information från statliga myndigheter och forskningsrapporter. Materialet är också relativt nytt, vilket är centralt inom ett område som bioenergi där så mycket förändrats inom både teknik och ekonomi de senaste åren. Den äldsta information som använts handlar om uttag av avverkningsrester och halm, och där har sannolikt inga stora förändringar skett sedan 1990-talet.

Den största osäkerheten i arbetet gäller antagandet att 10% av åkermarken kan användas för energiproduktion. Som nämnts ovan har denna andel använts dels för att den är lägre än dagens träda, dels för att det är en vanlig omfattning i potentialberäkningar. Siffran får dock ses som ett räkneexempel. Hur stor andel av åkermarken i kommunen som i framtiden kommer att användas för energigrödor beror helt på de enskilda lantbrukarna. Här spelar främst ekonomiska faktorer in, som jordbrukspolitik, styrmedel och energipriser, men även böndernas egna värderingar och riskbedömningar.²⁷⁰

²⁷⁰ Regeringen, 2007

14. Slutsatser och rekommendationer

Det möjliga ökade uttaget av skogsbränsle i form av avverkningsrester inom Uddevallas kommungränser är mellan 4 och 15 GWh/år. Ett exempel på möjligt uttag av biobränsle från jordbruket, från energiskog på 10% av åkermarken, är 33 GWh/år. Rötning av gödsel skulle i teorin kunna ge 5-13 GWh biogas/år, men den praktiska potentialen är liten. Övrigt avfall och avlopp kan inte stå för någon större produktionsökning. Den totala potentialen för biobränsleproduktion i Uddevalla blir då cirka 40 GWh/år.

Jordbrukets potential för biobränsleproduktion beror på valet av grödor, se tabell 36, och på hur stor del av åkermarken som utnyttjas.

Tabell 36. Potentialer för åkerbränslen i Uddevalla, 10% av åkermarken
(Halmuttaget kan adderas till potentialerna för raps och vete.)

Bränsle	Energi (GWh/år)
Salix	33
Havre	11
Etanol	10
RME	7
Biogas, vall	16
Halm, fastbränsle	10
Halm, biogas	4

Bioenergi är ett komplext område där hänsyn behöver tas till många olika faktorer. En värdering av olika bränslen ur miljömässiga, ekonomiska och praktiska aspekter ges i tabell 37 nedan.

Tabell 37. Resultat av analysdelen ("0" innebär ingen förändring och "-" betyder ofördelaktigt)

			Klimat [1]	Ekologi [2]	Ekonomi [3]	Praktik [4]
Skog	GROT	Fast	+++	0	+	+
Åker	Salix	Fast	+++	+	+	+
	Havre	Fast	++	0	-	+
	Halm	Fast	+++	-	(+)	+
	Vete	Etanol	+	0	+	+
	Raps	RME	+	0	+	+
	Vall	Biogas	++	+	-	-
	Halm	Biogas	++	-	-	-
Stall	Gödsel	Biogas	++++	+	-	+

[1]: Minskade utsläpp av växthusgaser, i jordbruket per hektar åker.

[2]: Markkvalitet och biodiversitet. För åkerbränslen görs jämförelse med dagens markanvändning i Uddevalla, med mycket vall och spannmål. I skogsbruket är askåterföring nödvändig.

[3]: Lönsamhet för producenten. För energigrödor görs jämförelse med träda enligt Jordbruksverket, 2006a.

[4]: Etablerade lösningar för förädling och förbränning.

Med utgångspunkt i resultaten ovan rekommenderas Uddevalla kommun följande:

- 1) Kommunen bör på olika sätt verka för långsiktigt goda förutsättningar för produktion och användning av bioenergi. Det viktigaste verktyget här är det kommunala planarbetet.
- 2) Inom kommunen bör man främst satsa på uttag av avverkningsrester och energiskog. Dessa är de mest fördelaktiga bibränslena för miljö och klimat, och har i dagsläget god lönsamhet. Vill kommunen prioritera produktion av drivmedel kan man även undersöka möjligheterna att öka produktionen av biogas från gödsel, vallgrödor och eventuellt organiskt avfall. (Dessa substrat bör troligen inte blandas med avloppsslam.)
- 3) För att möjliggöra lokal miljövänlig användning av bibränslen är närvärmeanläggningar mycket fördelaktiga. Flis och halm är då mest lovande som bränsle.
- 4) Inom kommunen bör man däremot inte satsa på vete/etanolproduktion eller småskalig gödselrötning, främst av ekonomiska skäl. För etanol är lönsamheten beroende av att importen fortsätter att vara tullbelagd, vilket är mycket osäkert.
- 5) Uddevalla kommun har ett lovvärt engagemang i energifrågorna. Innan några drastiska åtgärder vidtas, exempelvis byggande av stora anläggningar, bör man dock samråda med övriga kommuner och intressenter i regionen för att nå bästa möjliga lösning. Innan man arbetar för ett ökat bibränsleuttag bör man också rådgöra med andra organisationer och myndigheter, exempelvis Skogsstyrelsen och Hushållningssällskapet, för att minimera oönskade miljöeffekter.
- 6) Kommunen bör eventuellt se över formuleringarna i energiplan och klimatstrategi. Att använda producerade bibränslen lokalt bör inte alltid vara ett mål i sig. De bränsletransporter som diskuteras i energiplanen har sällan den avgörande miljöpåverkan som befaras. En bättre formulering kan vara en önskan om att produktionen bättre ska balansera användningen.
- 7) I Uddevallas energiplan framhävs att "en icke förbrukad kWh alltid är det allra miljövänligaste alternativet". Ökad bibränsleanvändning måste ske tillsammans med energieffektivisering för att få en större andel förnybar energi och ett mer hållbart energisystem.

Referenser

Muntliga

Andersson, Eva; FordonsGas Sverige AB, Göteborg; samtal 070115

Andreasson, Karl; Havskurens återvinningscentral, Uddevalla; samtal 070125

Bohm-Larsson, Malin; Skogsstyrelsen i Fyrbodals distrikt, Uddevalla; samtal 070323 och e-post 070326

Boldt, Lise-Lotte; miljö- och energiutredare Uddevalla kommun; samtal våren 2007

Börjesson, Pål; Institutionen för teknik och samhälle, LTH; samtal våren 2007

Cart-Lamy, Lars; renhållningschef Uddevalla kommun; samtal 070122

Dahllöf, Sten-Ove; miljö- och projektsamordnare Uddevalla kommun; samtal 070227

Frostensson, Andreas; lantmästare, Lund; samtal 070508

Hesselrot, Thomas; OKQ8, Strömstadvägen, Uddevalla; samtal 070116

Isgren, Bo; djurskyddsinspektör Uddevalla kommun; samtal 070123

Jansson, Christer; LRF Väst, Uddevalla; samtal 070125

Jansson, Magnus; Lantmännen Agroenergi AB, Örebro; samtal 070205

Jensen, Sten; Rybergs charkuteri, Uddevalla; e-post 070316

Johansson, Christian; Preem, Torp, Uddevalla; samtal 070116

Johansson, Lars-Gunnar; LRF Väst, Uddevalla; e-post 070330

Jungqvist, Per-Anders; Uddevalla Energi; samtal 070502 och e-post 070508

Kvartsberg, Bo; Uddevalla Energi; e-post 070209 samt 070316

Lantz, Mikael; Institutionen för teknik och samhälle, LTH; samtal 070417

Nabrink, Claes; skogsförvaltare Uddevalla kommun; samtal 070122

Quantenburg, Michael; Skogsstyrelsen i Fyrbodals distrikt, Uddevalla; samtal 070322

Rannelid, Lars-Olof; Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Vänersborg; e-post 070316 (Beslut och skötselplaner för naturreservat)

Svenningsson, Per; Institutionen för teknik och samhälle, LTH; samtal våren 2007

Tryckta

Energi och miljö; (2006); kurs vid Institutionen för kemiteknik, LTH; kursmaterial hösten 2006

Henriksson, Annika; Stridsberg, Sven; (1992); *Möjligheter att använda halmeldning till energiförsörjningen i södra Sverige*; Rapport 161; SLU; Uppsala 1992

Näslund, Mikael; (2004); *Energigasteknik*; Svenskt Gastekniskt Center AB; Malmö 2004

Skogsstyrelsen; (2001); *Skogsbränsle, hot eller möjlighet? – vägledning till miljövänligt skogsbränsleuttag*; Skogsstyrelsens förlag; Kristianstad 2001

SLU; (1999); *Energi från skogen*; SLU Kontakt 9; Tierp 1999

Solenergi; (2006); kurs vid Institutionen för arkitektur och byggd miljö, LTH; kursmaterial hösten 2006

Uddevalla kommun; (u.å. a); *Energiplan Uddevalla kommun 2005-2008*; Uddevalla u.å.

Uddevalla kommun; (u.å. b) *Klimatstrategi Uddevalla kommun 2005*; Uddevalla u.å.

Uddevalla kommun; (2005); *Miljöredovisning för verksamhetsåret 2004*; Uddevalla 2005

Elektroniska

Berglund, Maria; Börjesson, Pål; (2003a); *Energianalys av biogassystem*; LTH; 070529

www.miljo.lth.se

(2003b); *Miljöanalys av biogassystem*; LTH; 070529

www.miljo.lth.se

Bernesson, Sven; Nilsson, Daniel; (2005); *Halm som energikälla*; SLU; 070214

<http://www.lantbruksforskning.se/ftpdoc/154780.pdf>

Bioenergiportalen; (2007); *Bioenergiportalen.se*; 070529

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

Biogas Väst; (2006); *Biogas till fordon i Uddevalla kommun, Förstudie*; 070320

<http://www.uddevalla.se/download/18.6f50fc4310ef595907a80001190/Biogas+Uddevalla+f%C3%B6rstudie+nov+2006.pdf>

Boverket; Naturvårdsverket; (2000); *Bioenergi & kretslopp stad/land – en samsyn*; 070420

http://www.boverket.se/upload/publicerat/bifogade%20filer/2000/bioenergi_och_kretslopp.pdf

Börjesson, Pål;

(2004); *Energianalys av drivmedel från spannmål och vall*; LTH; 070412

www.miljo.lth.se

(2006a); *Hur blir "energinettot" vid förädling av energigrödorna?*; 070328

<http://partnerskapalnarp.slu.se/ekonf/1mars2006PalBorjesson.pdf>

(2006b); *Livscykelanalys av Salixproduktion*; LTH; 070328

<http://www.miljo.lth.se/>

Carlsson, Fredrik; Klingstedt, Kristian; (2004); *Svenska bioenergimarknaden – Bladvass lönsam som kommersiell energigröda*; kandidatuppsats, Högskolan Kristianstad; 070321

<http://eprints.bibl.hkr.se/archive/00000146/01/examensarbete.pdf>

Energimyndigheten:

(2001); *Miljöeffekter (klimat, miljö, hälsa) av alternativa drivmedel, Underlagsrapport från Jämförelseprojektet*; 070420

[http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ER21_2001.pdf/\\$FILE/ER21_2001.pdf?OpenElement](http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ER21_2001.pdf/$FILE/ER21_2001.pdf?OpenElement)

(2004a); *Planering för bioenergi, Bioenergifrågor i kommunal översiktlig planering*; 070403

[http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET20_04w.pdf/\\$FILE/ET20_04w.pdf?OpenElement](http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET20_04w.pdf/$FILE/ET20_04w.pdf?OpenElement)

(2004b); *Planering för bioenergi, Generella förutsättningar*; 070403

[http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET22_04w.pdf/\\$FILE/ET22_04w.pdf?OpenElement](http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET22_04w.pdf/$FILE/ET22_04w.pdf?OpenElement)

(2004c); *Planering för bioenergi, Regionala och kommunala planeringsstrategier*; 070502

[http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET21_04w.pdf/\\$FILE/ET21_04w.pdf?OpenElement](http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET21_04w.pdf/$FILE/ET21_04w.pdf?OpenElement)

(2006a); *Energiläget 2006*; 070206

[http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET2006_43.pdf/\\$FILE/ET2006_43.pdf?OpenElement](http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET2006_43.pdf/$FILE/ET2006_43.pdf?OpenElement)

(2006b); *Frågor och svar om solenergi*; 070313

[http://www.energimyndigheten.se/WEB%5CSTEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC125722C0054D3D7/\\$file/Fr%C3%A5gor%20och%20svar%20om%20solenergi%202006-12-07.pdf](http://www.energimyndigheten.se/WEB%5CSTEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC125722C0054D3D7/$file/Fr%C3%A5gor%20och%20svar%20om%20solenergi%202006-12-07.pdf)

(2007a); *Energimyndighetens forskningsprogram om Biobränslen och miljön, delprogram Bioenergi och biologisk mångfald, juli 2000 - juni 2004*; 070423

[http://www.energimyndigheten.se/WEB/STEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC1256DB9004D3955/\\$file/Biomang.pdf](http://www.energimyndigheten.se/WEB/STEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC1256DB9004D3955/$file/Biomang.pdf)

(2007b); *Omräkningsfaktorer/energiinnehåll i dieselloolja, bensin, etanol och rapsmetylester (RME)*; 070126

[http://www.stem.se/WEB%5CSTEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC125710A003E8708/\\$file/Bilaga%201%20Omvandlingstal.pdf](http://www.stem.se/WEB%5CSTEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC125710A003E8708/$file/Bilaga%201%20Omvandlingstal.pdf)

(2007c); *Prisblad för biobränslen, torv m.m. Nr 1 / 2007*; 070301

[http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/pb07_1W.pdf/\\$FILE/pb07_1W.pdf?OpenElement](http://www.energimyndigheten.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/pb07_1W.pdf/$FILE/pb07_1W.pdf?OpenElement)

EUROPA, EU:s webbplats; (2007); *Marknader för jordbruksprodukter*; 070423
<http://europa.eu/scadplus/leg/sv/s04004.htm>

Jordbruksverket:

(2004); *Riktlinjer för gödsling och kalkning 2005*; Rapport 2004:22; 070126
http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra04_22.pdf

(2005); *Hästar och anläggningar med häst 2004*; 070413
http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%2C%20fakta/Husdjur/JO24/JO24SM0501_tabeller1.htm

(2006a); *Bioenergi – ny energi för jordbruket*; Rapport 2006:1; 070517
http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra06_1.pdf

(2006b); *Husdjur i juni 2005, slutlig statistik*; 070413
http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%2C%20fakta/Husdjur/JO20/JO20SM0601/JO20SM0601_kommundata.xls

(2006c); *Jordbruksföretag och företagare 2005*; 070212
http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%2C%20fakta/Foretag%20och%20foretagare/JO34/JO34SM0601/JO34SM0601_kommun.xls

(2006d); *Miljöeffekter av träda och olika växtföljder – rapport från projektet CAP:s miljöeffekter*; Rapport 2006:4; 070504

http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra06_4.pdf

(2006e); *Normskördar för skördeområden, län och riket 2006*; 070212
http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%2C%20fakta/Vegetabilieproduktion/JO15/JO15SM0601/JO15SM0601_tabeller.htm

(2007a); *Gårdsstödet*; 070423
<http://www.sjv.se/amnesomraden/stodtilllandsbygden/allastodformer/gardsstodet.4.2136c610a3b62996e80001679.html>

(2007b); *Jordbruksmarkens användning 2005, slutlig statistik*; 070125
<http://www.sjv.se/amnesomraden/statistik/arealer.4.7502f61001ea08a0c7fff101920.html>

JTI (Institutet för jordbruks- och miljöteknik); (2007); *Fråga JTI*; 070212
<http://www.jti.se/fragaJTI/askjti2.htm>

Kommissionen mot oljeberoende; (2006); *På väg mot ett oljefritt Sverige*; 070514
<http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/06/62/80/bf5c673c.pdf>

Lantmännen Agroenergi; (2007); *Om Salix*; 070212
<http://www.agrobransle.se/salix>

Lantmännen Agroetanol; (2007); *Produktion*; 070212
<http://www.agroetanol.se/>

Lantz, Mikael; (2004); *Gårdsbaserad produktion av biogas för kraftvärme – ekonomi och teknik*; examensarbete, LTH; 070529
www.miljo.lth.se

LRF:

(2004); *Eldning av havre för uppvärmning*; 070504

http://www.lrf.se/data/internal/data/03/57/1098799698125/havrerapport_hela_ny.pdf

(2005); *Värm gården med spannmål*; 070516

<http://www.lrf.se/data/internal/data/07/07/1123680962212/Varm+garden...pdf>

Markinfo; (2007); *Jordmåner*; 070529

<http://www-markinfo.slu.se/sve/mark/jordman.html>

Mattsson, Jan Erik; (2006); *Affärsutveckling, Närodlade stråbränslen till kraftvärmeverk*; Rapport 2006:8; SLU; 070418

<http://partnerskapalnarp.slu.se/uploads/projekt/91.pdf>

Miljöfordon; (2007); *Tankställen*; 070115

<http://www.miljofordon.se/tanka/>

Nationalencyklopedin:

(2007a); *biodiesel* samt *bioenergi*; 070418

http://www.ne.se/jsp/notice_board.jsp?i_type=1

(2007b); *Uddevalla*; 070426

http://www.ne.se/jsp/notice_board.jsp?i_type=1

Naturvårdsverket; (2007); *Emissionsfaktorer*; 070420

<http://www.naturvardsverket.se/Klimat-i-forandring/Minska-utslappen/Verktygslada-for-kommuner-och-foretag/Emissionsfaktorer/>

Novator; (2007); *Fakta om bioenergi*; 070212

<http://www.novator.se/bioenergy/facts/fakta-1.html>

Regeringen:

(1998); *Miljöbalken*; 070411

<http://www.regeringen.se/sb/d/3770>

(2007); *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs*; SOU 2007:36; 070517

<http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/81974>

Riksskogstaxeringen:

(2007a); *Skogsmarkens bonitet*; 070226

<http://www-riksskogstaxeringen.slu.se/Resultat/Figurer/Bonitet.pdf>

(2007b); *Taxwebb*; 070221

<http://www-taxwebb.slu.se/TabellForm/index.html>

(2007c); *Volym levande träd*; 070221

<http://www-riksskogstaxeringen.slu.se/Resultat/Figurer/Virkesforrad.pdf>

Råd & Rön:

(2002); *Vedpannor – Elda för renare luft*; Råd & Rön nr 9:2002; 070516

http://www.radron.se/templates/test_2199.asp

(2005); *Pellets pannor*; Råd & Rön nr 9:2005; 070516
http://www.radron.se/templates/test_5875.asp

Räddningsverket:

(1996); *SRVFS 1996:6*; 070507

http://www.raddningsverket.se/templates/SRV_Page_5466.aspx

(2007); *Årsrapportering sotning 2003*; 070507

http://www.raddningsverket.se/Templates/SRV_FileListing_2262.aspx

Skogsforsk; (2007); *Massaved*; 070411

<http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/default.aspx?p=11414&bmp=11727>

Skogsstyrelsen:

(2007a); *Medeltransportavstånd, inrikes transporter, lastbil*; 070321

<http://www.svo.se/episerver4/templates/SFileListing.aspx?id=15215>

(2007b); *Skogsmark per kommun 2003*; februari 2007

<http://www.svo.se/episerver4/templates/SFileListing.aspx?id=15322>

Statistiska centralbyrån; (2007); *Prislathund – beräkna prisförändringen själv*; 070516

<http://www.scb.se/templates/prislathunden/default.asp>

Sundberg, Martin; Westlin, Hugo; (2005); *Hampa som bränsleråvara, Förstudie*; JTI-rapport 341; 070416

<http://www.jti.se/publikat/rapporter/l&i/R-341MS.pdf>

Svensk fjärrvärme; (2004); *Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden*; 070516

<http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=publisher&id=1171&lang=1>

TRAAB; (2007); *Sorteringsanläggning*; 070122

<http://www.traab.se/>

Uddevalla Energi:

(2007a); *Lillesjöverket*; 070319

<http://www.lillesjoverket.se/>

(2007b); *Uddevalla Energi*; 070125

<http://www.uddevallaenergi.se/>

Uddevalla kommun:

(2002); *Översiktsplan 2002 för Uddevalla kommun*; 070307

http://www.uddevalla.se/uddevalla/service/tjanster/bobygg/detaljoversiktsplan/oversiktsplan_kommunen.4.1ced821ff9985787280007024.html

(2007a); *Miljöfordon*; 070507

<http://www.uddevalla.se/uddevalla/serviceochtjanster/miljo/miljofordon.4.4875d3610ab252f19b800045648.html>

(2007b); *Miljöpolicy för Uddevalla kommun*; 070307

<http://www.uddevalla.se/uddevalla/servicetjanster/miljo/hurmarmiljoniuddevalla/lokalamiljomal/miljopolicy.4.16c79d7f44eca78e37fff6759.html>

(2007c); *Regionalt samarbete*; 070119

<http://www.uddevalla.se/uddevalla/servicetjanster/bobygg/renhallning/regionaltsamarbete.4.10ac2a3ff26dec3cd80002603.html>

(2007d); *RME-fabrik startar i Uddevalla*; 070212

<http://www.uddevalla.se/uddevalla/arkiv/nyhetsarkiv/aktuellt/5.601ecf1e10e2bdaf9c380007163.html>

(2007e); *Skansverket*; 070116

<http://www.uddevalla.se/uddevalla/servicetjanster/bobygg/vattenavlopp/avlopp/skansverket.4.db14d4ff4f08ecf98000190.html>

(2007f); *Skyddad natur*; mars 2007

<http://www.uddevalla.se/uddevalla/kulturochfritid/naturfriluftsliv/naturskydd/skyddadnatur.4.1ced821ff9985787280001771.html>

(2007g); *Statistik*; 070116

<http://www.uddevalla.se/uddevalla/kommunen/ekonomifaktastatisik/statistik.4.e183e9fb009aa3c87fff11689.html>

(2007h); *Uddevalla kommun*; 070117

<http://www.uddevalla.se/download/18.1123006c10a4bd6581e8000217/Bildspel%2BUddevalla.pdf>

Bilaga 1 – Utsläpp av växthusgaser från havre och halm

Havre

Odling

Inga uppgifter har hittats om energi och utsläpp vid odling av havre. De har därför antagits vara desamma som för vete. Höstvetekärna kräver 4.4 GJ drivmedel och 6.5 GJ gödsel/ha (Börjesson, 2004). Havreskörden är 14 MWh/ha, se avsnitt 6.3.3.

Diesel ger utsläpp på 77 000 mg CO₂/MJ = 77 kg CO₂/GJ (Energimyndigheten, 2001)
 4.4 GJ diesel/ha * 77 kg CO₂/GJ diesel / (14 MWh/ha) = 24 kg CO₂/MWh

Gödsel innehåller 12 MJ/kg och ger 0.9 kg CO₂/kg (Berglund och Börjesson, 2003b)
 6500 MJ gödsel/ha / (12 MJ/kg) * 0.9 kg CO₂/kg gödsel = 490 kg CO₂/ha
 490 kg CO₂/ha / (14 MWh/ha) = 35 kg CO₂/MWh

Transport och förbränning

Transport av spannmål kräver 1.1 MJ diesel/ton,km (Börjesson, 2004). Skörden är 3.3 ton havre/ha, se kapitel 6.3.3, och en genomsnittlig transportsträcka på 20 km har antagits.

3.3 ton havre/ha * 20 km * 1.1 MJ diesel/tonkm = 73 MJ diesel/ha
 73 MJ diesel/ha * 0.077 kg CO₂/MJ diesel / (14 MWh/ha) = 0.4 kg CO₂/MWh

Förbränning av havre ger cirka 10 kg CO₂ekv/MWh, se tabell 30.

Totalt

De totala utsläppen av växthusgaser från havre som fastbränsle blir:
 24 + 35 + 0.4 + 10 = 70 kg CO₂ekv/MWh

Halm

Odling

Odling och balning av halm ger 18 kg CO₂/ton (Berglund och Börjesson, 2003b)
 18 kg CO₂/ton / 4 MWh/ton = 4.5 kg CO₂/MWh

Transport och förbränning

Utsläpp från transport av halm antas vara små, se även värdet för havre ovan.
 Förbränning av fast halm ger 8 kg CO₂ekv/MWh, se tabell 30.

Totalt

De totala utsläppen av växthusgaser från halm som fastbränsle blir:
 4.5 + 8 = 13 kg CO₂ekv/MWh