



Teckning:
Hans Lustig

Rapport Rörflen 2008

*-utdrag ur slutrapport: Kretsloppsbase-
rad bioenergi i kallt klimat 2008, Interreg IIIA Nord*

*-samlade erfarenheter av GME:s arbete med
bioenergifrågor 1996 – 2008.*



GLOMMERS
MILJÖENERGI AB

*Anna Lundmark, GME
Leif Björk, GME
Ross Wakelin, Norut Teknologi
Bo Lundmark, GME*

Läs hela slutrapporten *Kretsloppsbase-
rad bioenergi i kallt klimat* på www.bioenerginord.com

Juli 2008, Anna Lundmark, Glommers Miljöenergi AB

1. INLEDNING – VARFÖR STARTADE PROJEKT KRETSLOPPSANPASSAD BIOENERGI I KALLT KLIMAT?	4
2. VARFÖR VÄLJER VI ENERGIGRÖDAN RÖRFLÉN I NORDKALOTTEN?	6
2.1 Rörflénfakta	6
3. PRODUKTIONSKEDJAN FÖR RÖRFLÉN – FRÅN ANLÄGGNING AV ODLING TILL FÄRDIG PRODUKT	8
3.1 Lokala förutsättningar	8
3.2 Anläggning, gödsling och skörd av energigräset Rörflén	9
3.3 Från Rörflén som råvara till energiprodukt	9
3.4 Analys: Växt, pellets samt förbränningstest i standardpelletsbrännare	11
3.5 AlphaKat – Syntetisk diesel	11
3.6 Småskalig Pyrolys	12
4. <i>Förutsättningar för aska och slam som kretsloppsanpassat gödsel</i>	14
4.1 Kommunalt aska och slam som gödsel?.....	14
4.2 Varför kan vi inte köra ut askan och slammet direkt på odlingen? -Behovet av ett kvalitetsäkrat, kretsloppsanpassat gödsel	15
4.3 Rapport Gabbro: Granuleringsförsök av kommunens aska och slam	15
4.4 Rapport Bioforsk: Utvärdering av Gabbros gödselgranuler.....	15
5. <i>Kretsloppsanpassat odlingsförsök med Rörflén på nedlagd jordbruksmark</i>	16
5.1 Provodlingar i Sverige och Norge	16
5.2 Utvärdering odlingsförsök.....	16
6. <i>Ekonomiska förutsättningar för småskalig odling av energigräs som biintäkt för jordbruk i Norrbotten</i>	17
6.1 Ökad efterfrågan på biobränslen idag	17
6.2 Bidrag och tillgång på stödrätter – en central fråga för jordbrukare	17
6.3 En kort beskrivning av stödsystemet.....	18
6.4 Finns det möjlighet till förädling av Rörflén på den egna gården?	18
6.5 Möjligheter med ett förnybart, kretsloppsanpassat kommunalt gödsel	19
6.6 Konkurrens och försäljningsmöjligheter för rörflén.....	19
6.7 Lönsamhetskalkyl för rörflénodling	20
6.8 Förändringar som kan påverka den ekonomiska kalkylen	20
7. <i>Nya arbetsplatser</i>	21
7.1 Nya odlare av rörflén?.....	21
7.2 Restaurering, anläggning och gödsling.	21
7.3 Gödselproduktion	21
8. <i>Politiska förutsättningar för en fungerande arbetsplats för småskalig bioenergiproduktion i Nordkalottenområdet</i>	22
8.1 Politik och stödsystem i Sverige/glesbygd	22
8.2 Ingen tydlig strategi från svensk regering vad gäller energigräsodling: SVEBIO 2007 ...	22
9. SAMMANFATTNING AV PROJEKTETS RESULTAT	22
10. VÅR VISION AV ETT KRETSLOPPSANPASSAT SAMHÄLLE	24
11. FORTSÄTTNING AV PROJEKTVERKSAMHET	24
12. BILAGOR:	25
1. Remissyttrande: "Bioenergi från jordbruket – en växande resurs" SOU 2007:36 av Svenska Bioenergiföreningen SVEBIO.....	25
2. Glommers Miljöenergi AB, Handbok i Rörflénodling 2008, www.bioenerginord.com	25
3. Bioforsk Slutrapport februari 2008	25
4. Gabbro AB Slutrapport februari 2008.....	25
5. Rapport Provodling Järvträsk-Brännberg 2007.....	25
6. Orienterande studie - Maskinring Norr	25

UTKAST 1, JULI 2008

3(26)

7.	Förbränningsprov med exakthackad rörflen Jan Burvall aug2007	25
8.	Slamdirektivet, Jordbruksverket 2007.....	25
9.	Sammanfattning konferens SPB	25
10.	Körskador och andra skördeförlostur på myrmark, Glommers Miljöenergi AB 2008	25
11.	Intresseanmälan om AlphaKat till Energimyndigheten från Arvidsjaur kommun	25
12.	Mötesanteckningar vid möte med Energimyndigheten	25
13.	Intresseanmälan till representant för AlphaKat-tekniken i Sverige	25
14.	Bioenerginord-hänvisning i tidningen Bioenergy International, 62 länder	25
15.	Rapport provodling Norge 2008	25
16.	ETC rapport 071031 Rörflen-kulepellets-grot	25

13. LITTERATURLISTA OCH REFERENSER: 26

1. Inledning – Varför startade Projekt Kretsloppsanpassad bioenergi i kallt klimat?

Nordkalotten upplever just nu att många jordbruk blir nedlagda, fränflyttade och överväxta med lövskog. På sikt har detta faktum potential att negativt påverka regionens ekonomi och kulturlandskapsvärde. Samtidigt är det önskvärt att för området öka användningen av bärkraftiga energikällor och reducera utsläpp av klimatgaser som CO₂. Projektet adresserar dessa problem med att utveckla konceptet av odling av energigräs på outnyttjad jordbruksmark för produktion av energi (värme, ström eller flytande bränsle). På det sättet kan jordbrukslandskapet hållas levande med en odling som kräver lite tillsyn och som ger en produkt med bra inverkan på miljön: När plantor växer tar de in CO₂ och gör om det till kolväte, som sedan släpps ut igen som CO₂ under förbränning. Biomassa, i motsats till fossila bränslen, har ett nettoutsläpp av CO₂ som är lika med noll.

I motsats till de flesta bioenergiprojekt som är lanserade idag är fokus för detta projekt småskalig produktion istället för stora centrala anläggningar. Att projektet drivs lokalt, i Nordkalotten, betyder att hänsyn kan tas till lokala förhållanden som kallt klimat, nederbörd, energibehov och distribution.

Arbetet har skett i nära dialog med universitet, högskolor och branschen. Arvidsjaurs kommun och Glommers Miljöenergi AB har lång erfarenhet av praktiskt projektgenomförande inom bioenergiområdet och *Kretsloppsbaserad bioenergi i kallt klimat* bygger på erfarenheter från flera tidigare projektresultat. Norut Teknologi besitter stor teoretisk kompetens inom både bioenergi och tillskapande av nya verksamheter.

Projektet var ursprungligen tänkt att sträcka sig över två odlingssäsonger, men förseningar i godkännandet av ansökan gjorde att odlingsresultaten bara sträcker sig till provskörd efter insådd. Även två odlingssäsonger skulle ha varit en för kort period för att ge svar på tillväxt/skörd-potentialen som uppnår maxskörd först efter 3-4 odlingssäsonger. Orsaken till att projektet inte sökte för en längre projektperiod var att Interreg IIIA programmet bara hade 18 månader kvar fram till avslut.

Varför satsar vi på energigrödan Rörflen i detta projekt? Kartläggning av biomassa tillgänglig fra skog i et tidligere prosjekt¹ viste at i Nord Sverige er det meste av årstilvekst allerede benyttet av papir og masse industrien. I Nord Norge er anvendelsen mindre, men tilgjengeligheten til skog stedsvis vanskelig på grunn av bratt terreng. Med årlig skörd av rörflen skjer opptak av CO₂ i året før CO₂ er slippet ute under forbrenning. For fossil brensel opptak av CO₂ skjedde millioner av år side, mens med skogbrensel har opptak av CO₂ skjedde over foregående 10-80 år.

Arvidsjaurs kommun och Glommers Miljöenergi AB har drivit flertalet projekt inom ramen för höjning av kunskapen inom biobränsleområdet och utveckling av befintliga och nya verksamheter. Projekt *Kretsloppsanpassad bioenergi* startade 1996 och innebar en inventering av möjliga biobränslepotensialer inom Arvidsjaurs kommun. Det följdes av projekt *Rörflen* –

¹ Glommers Miljöenergi AB, *Kartläggning och analys av kommersiella användningsområden för vit biolövmassa 2005-2007*, http://www.bioenerginord.com/Documents/Slutrapport_projekt_Vit_biolovmassa_28_nov_SLUTVERSION.pdf 2008-04-27

anläggning och test av rörlensodlingar på nedlagda myrmarksodlingar(mulljordar) samt *Pelletsmarknaden* där marknadsföring och kunskapspridning om pellets bedrevs. Fortsättningsvis genomfördes projekt *Försöksstation biobränslen* – med utveckling och förädling av biobränslen, samt gjordes en *Förstudie Slam och Aska* – en inventering av ask- och slammängder inom samtliga kommuner inom Norr- och Västerbotten och projekt *Kartläggning och analys av kommersiella användningsområden för vit biolövmassa* som avslutades i september 2007.

Projekt *Kretsloppsanpassad bioenergi i kallt klimat* bygger på erfarenheter och resultat från främst projekt *Rörflen* som avslutades år 2000, samt inventeringen av ask- och slammängder som färdigställdes år 2002. Under de 10 år som rörflen har provodlats i området har Arvidsjaur kommun och Glommers Miljöenergi AB byggt upp kompetens både bland odlarna, och för GME som försöksstation, i form av praktisk och teoretisk kunskap samt nätverk med kommuner, myndigheter, universitet och privatpersoner. De engagerade odlarna och odlingarna är desamma som i tidigare projekt, vilket leder till stabilitet och långsiktighet.

Glommers Miljöenergi kontaktas ofta av kommuner, församlingar och även myndigheter som önskar rådgivning och information om rörlensodling. GME har ett stort kontaktnät och kontaktas också genom sin egen hemsida samt www.bioenerginord.com där ovanstående projektresultat redovisas.

I nuvarande projekt har vi inom Bioenergi Nord-gruppen (Ajaur, GME, Norut) samarbetat med ETC Piteå, Inlandsteknik AB, Luleå Tekniska Högskola, Gabbro AB, Bioforsk samt Kompetensutvecklarna AB. Samarbetspartners på den norska sidan är: Dyrøy Energi A.S.; BioEnergi Nord (Klausen gruppen) samt Landbrukstjänester i Vesterålen.

Projektet anknyter till Koyotoavtalet samt EU:s och Sveriges miljömål.

Gemensamma nämnare för Nordkalottenområdet är den ökade nedläggningen av traditionellt jordbruk som medför outnyttjad jordbruksareal, samt det kalla klimatet.

Projektet redovisar fältförsök från Arvidsjaur kommun i Norrbotten samt Narvik i Nordland Fylke. De resultat vi fått fram bör kunna appliceras på många områden i Nordkalotten.

Denna resultatredovisning diskuterar främst läget i Sverige.

Vår definition av ett levande jordbrukslandskap är att jorden ska brukas, och att grödans utseende ska värna om kulturlandskapet dvs. vara någon form av gräs eller strå. Om kulturlandskapet ska fortsätta leva så måste lönsamheten för produktion öka.

Lönsamheten för jordbruk i Nordkalotten har under de senaste åren blivit sämre och vikten av lönsamma biintäkter är stor. Nedlagd odlingsmark kan idag ge jordbrukaren en intäkt i form av ett bidrag för att hålla landskapet öppet. Detta system är till för att hålla möjligheterna öppna för odling, eftersom en nyanläggning av åker är mycket kostsam. Men, för att långsiktigt och ekonomiskt bevara ett levande landskap så måste förutsättningarna för produktion förbättras. Det vill säga att med bidrag inte enbart stötta att landskapet hålls öppet utan att även stimulera till produktion. Förslag på hur ett sådant system kan utformas diskuteras mer ingående under punkt **4.4.2.1 Politik och stödssystem i Sverige/glesbygd**.

Att hålla landskapet öppet med t ex energigräsodlingar möjliggör användning av aska och slam som kretsloppsbaseerat gödselmedel på dessa odlingar.

I avsnitt **4.1.1 Varför väljer vi Rörflen som energigröda i Nordkalotten**, berättar vi om Salix, som är en bra energigröda som ger stora skördar, men vilken inte är särskilt lämplig för Nordkalottens klimat varken ur odlings eller skördesynpunkt. Vi vill också här lyfta fram att denna bioenergimassa är ett *buskigt träd, som blir mellan 5-7 meter högt*. En Salixodlings utseende är inte vad vi definierar som ett levande jordbrukslandskap.

I Arvidsjaurs kommun har över 100 ha odlats med Rörflen under tidigare projekt och 17 ha har uppodlats i detta projekt.

Vi belyser arbetet med bevarandet av ett levande jordbrukslandskap i detta projekt under avsnitt **4.4 Upprätta arbetsplatser inom jordbruk och energiproduktion**, *men alla projektets mål involverar strävan mot ett levande jordbrukslandskap*.

2. Varför väljer vi energigrödan Rörflen i Nordkalotten?

Rörflen har visat sig vara det energigräs som är bäst lämpat för odling här i Sverige². Olika gräsarter har studerats som biobränsle i fältförsök sedan början av 1980-talet. Rörflen har både gett störst skörd, varit det uthålligaste gräset³ och har en bra energibalans (dvs. en beräkning av balansen tillförd energi och erhållen energi).

I energidebatten i Sverige nämns idag ofta Salix som ett bra alternativ för energiodling. Salix är dock inte särskilt lämplig som energigröda i Nordkalotten, eftersom den är frostkänslig, och skall sköras under vintern då bladen har fallit av⁴. Under den perioden så ligger snön i norr. Ytterligare skäl till att Salix inte alltid är att föredra är att denna energiskog som når 5-7 meter som färdigväxt, förändrar landskapsbilden.

Odlare i Glommersträskområdet har mer än 10-årig odlingserfarenhet av Rörflen, och har i många år kämpat för att gräsets potential ska erkännas som fullvärdig konkurrent till Salix. Ett exempel på hur de båda energigrödorna behandlas politiskt, är att energiskogen Salix fått en framskjuten plats i regeringens utredning om jordbruket som energiproducent⁵ som gjordes i juni 2007 medan Rörflen knappt nämns, trots dess positiva egenskaper både som energiproducent och som bevarare av kulturlandskapet.

2.1 Rörflensfakta

Rörflen är ett flerårigt, ca 2 m högt, energigräs som ger hög energiskörd när det odlas på mark i norrlands inland.-Gräset kan odlas på de flesta jordar men *växer bäst* på vattenhållande mullrika lätta jordar – precis de jordar som det traditionella jordbruket har övergivit i Nordkalottenområdet!

² <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1496&m=968> Bioenergiportalen om Rörflen 2008-04-04

³ Landström & Wik, *Rörflen – odling, skörd och hantering*, ISSN 0280-7106 © SLU 1997

⁴ Gustafsson et. al. *Manual för Salixodlare*, Lantmännen Agroenergi AB, <http://www.agrobransle.se/salix/odla> 2008-04-04

⁵ Berlin, Ylva, *Bioenergiutredningen förordar salix, oljeväxter och gödsel*, Jordbruksaktuellt 2007-06-26, <http://www.ja.se/nyheter/visaNyhet.asp?NyhetID=8284&highlight=> 2008-04-04

Rörflen vårskördas, vilket innebär att gräset får växa ostört hela växtsäsongen och skördas först följande vår. Detta innebär att gräset är torrt vid skörd och kan därigenom förädlas direkt. Andra positiva effekter är att denna metod kräver mindre gödsel samt att jordbrukets skördemaskiner vid denna tidpunkt står oanvända.

Strandrør(Rörflen) har en naturlig förekomst i Nordkalotten området. Det er hurtig voksende, der utbyttet er så høyt som 20 tørr tonn/hektar har vært rapportert. SLU i Sverige har forsket på utvikling av gress typer for maksimering av utbytte i kaldt klima. For å redusere uorganisk innhold får gräset ligga under vintern och skördas först följande vår. Ved å ligge under snøen gjennom vinteren får gresset en naturlig utlekking av uorganisk stoffer (aske innhold reduseres vesentlig) og tørkes ned til 10% fuktighet naturlig. Strandrør passer bra til produksjon av pellets, eller til forbrenning direkte i kamin som blanding med treflis. Aske fra forbrenningen kan tilbakeføres som gjødsling, men nitrogen må tilsettes i tillegg. Strandrør vokser igjen fra rotskudd, slik at frøsetting bare er nødvendig hver tiende år. Tilvekst fra rotskudd er sterkere enn fra frø, ved maksimal utbytte nådd fra tredje år etter såing.

Strandrør er en lite krevende avling, og kan passe som en biinntekt på ubrukte jordbruksarealer, spesielt på fuktig jord. På den måten bidrar det til sysselsetning for distriktene, og for opprettholdelse av det åpne landskapet. Det er forventet økende behov for bioenergi råstoff, og strandrør gir produksjon i nærheten til bruksområde, og kan dermed redusere transport kostnader vesentlig.

Opplysning hentet fra faglitteratur støtter verdien av rörflen dyrking i Nordkallotten for bioenergi. Erfaring rapportert i litteraturen understreker at det er viktig å bekrefte resultater under lokale forhold, siden tilveksten, utbytte, gjødsel behov, aske innhold og fuktighet har alle vært rapportert som avhengig på lokale forhold. Det er også rapportert at variasjoner *mellom* sesonger er stor, slik at en fullstendig vurdering av konseptet ikke kan utføres i et prosjekt av litt over et års varighet.

Temaer identifisert fra litteraturen for videre undersøkelse inkluderer:

- Den store variasjonen i utbytte.
- Problemer ved tørking i områder med mildt, våt klima
- Ommobilisering av nitrogen fra gress til rot over høst/vinter
- Reduksjon av aske gjennom utlekking over vinter, og viktighet av innhold av uorganiske innhold på askens egenskaper (spesielt volum og smeltepunkt).
- Opptak av klor i kystnær strøk
- Den lav lignin innhold og muligheten for produksjon av flytende brensel eller andre kjemiske produkter.

Ytterligere argument for odling av rörflen på nedlagd odlingsmark är att detta ger mer biomassa per ha/år än om naturlig skogsförnygring tar över nämnda areal. I projekt *Kartläggning och inventering av vit biolövmassa (GME 2007)* visar Skogsstyrelsens undersökning att man genom energiodling kan få ut ca 0,8 TWh mer energi per år på Norrbottens nedlagda odlingsareal om man odlar energigrödor⁶.

⁶ Skogsstyrelsen/Glommers Miljöenergi AB, *Trädbränsletillgångar i Norrbotten 2007*, http://www.bioenerginord.com/Documents/Inventering_norrbotten_tradbransletillgangar.pdf 2008-04-27

Rörflen är ett miljövänligt bränsle som ökar möjligheten till att skapa ett kretsloppsanpassat samhälle!

3. Produktionskedjan för Rörflen – från anläggning av odling till färdig produkt

3.1 Lokala förutsättningar

Dom lokala förutsättningarna i Nordkalotten för att odla rörflen varierar. Marken som idag är aktuell är oftast överloppsmark som behöver rustas upp för att kunna tas i bruk. Myrmark (mulljord) är den mark som finns i störst utsträckning i Norrbottens inland. I Arvidsjaurs kommun finns nästan 2000 ha nedlagd odlingsmark enligt inventeringen som gjordes av GME i projekt *Kretsloppsanpassad Bioenergi 1997-1999*⁷.

Gödsling av rörflensodlingar kan ske med en mängd olika gödselmedel beroende vad som finns att tillgå. Fiskeslam, hönsgödsel, avloppsslam och aska har provats i detta projekt, se avsnitt **4.1.4.1 Provodlingar i Sverige och Norge** samt **4.1.3 Förutsättningar för aska och slam som kretsloppsanpassat gödsel**.

Fröval: Palaton är det frö som vi har bästa erfarenheten av men även Bamse har provats med osäkra resultat. I Finland har Vantage, Venture, Lara, samt i norra Finland också Barpa 050, gett bra skördar och i norra Norge ger Lara de bästa skördarna. Lara er en rörflen type utviklet i Norge for dyrfôr, med fokus på øking blader i forhold til rör. Det har bra overvintring egenskaper.

Skörd av Rörflen kan i regel göras med de maskiner som används i det lokala jordbruket. Men den lokala efterfrågan på typ av råvara styr vilken skördeform som bör användas. Skördemängderna varierar både utifrån lokala förutsättningar och hur mycket man gödslar, men skördar på 3-6 ton ts/ha är normalt.

Rörflen kan förädlas, men även eldas som det är eller i blandningar med t ex. träflis och torv.

Rörflen vårskördas vilket innebär att jordbrukets skördemaskiner vid denna tidpunkt passande nog står oanvända. Dock är skördeperioden väldigt kort (efter snösmältningen och innan nytt gräs börjar växa), och ska stora arealer odlas bör detta organiseras väl. Maskinringar och liknande samarbetsavtal kan vara värt att överväga. Rörflen skördas ofta som balar eller hackas. 'Maskinring Norr' gjorde under november 2007 en transportstudie med avseende på Rörflensodling i Västerbotten, se (bilaga 6) *Orienterande studie av transportkapacitet i befintliga transportsystem*. Andra undersökningar visar att för att sänka kostnaderna i logistikkedjorna bör man försöka öka volymvikten, samhantera med andra bränslen eller minska hanteringsstegen i kedjan⁸. Förädling av råvaran på plats kan också vara ett alternativ, se diskussion avsnitt **4.2.1.4 Finns det möjlighet till förädling av Rörflen på den egna gården?**

⁷ Glommers Miljöenergi AB, *Projekt: Kretsloppsanpassad Bioenergi 1997-1999*, <http://www.bioenerginord.com/Documents/Slutrapport%20KAB.pdf> 2008-04-04

⁸ Forsberg et. al *Jordbruket som leverantör av åkerbränsle till storskaliga kraftvärmeverk*, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2007, <http://www.jti.se/index.php?page=publikationsinfo&publicationid=284> 2008-04-04

I vår kretsloppsvision arbetar kommuner lokalt i Nordkalottenområdet med energigräsodling både för att producera biobränsle till eget värmeverk samt för att hitta avsättning för slam och aska. Denna typ av kretsloppssamhälle torde ge möjligeter till god ekonomi för rörlensodling på grund av samordningsvinster som t ex korta transportavstånd från odling till värmeverk, sänkta hanteringskostnader för slam och aska, minskat behov av konstgödsel mm. Se avsnitt **4.2 Kunskap om en ny, alternativ biintäkt för jordbruk inom Nordkalottenområdet** samt **4.6 Vår vision om ett kretsloppsanpassat samhälle**. Ovanstående typ av satsning skulle också skapa en marknad för den förbränningstekniska utrustning som passar Rörflen.

Lokala förhållanden i norra Sverige, Norge, Finland och Ryssland varierar inom Nordkalotten, både vad gäller klimat, marksammansättning, terräng, samhällsförhållanden och politisk styrning i energifrågor.

3.2 Anläggning, gödsling och skörd av energigräset Rörflen

Kortfattat så diskuterar vi följande aktiviteter för rörlensodling:

- Dika året före anläggning för att få bra bärighet
- Backande stubbfräs ett bra alternativ vid upprustning av gamla myrjordar
- Aska eller kalk viktigt på myrjordar.
- Gödsling är en stor del av kostnaden för rörlensodlingen
- Skörda rörflen med hackvagn kommer troligen att bli ett bra alternativ (Bilaga 7 Förbränningsprov med exakthackad rörflen)
- Den lokala efterfrågan styr vilken skördeform som bör användas

Om Marken som ska odlas med rörflen inte varit brukad på många år behövs maskiner som är mer anpassade för nyodling. Exempel på detta kan vara stubbfräsar, knivfräsar, snäckor mm. Torvtäcker har maskiner som passar till nyodling. Om mark som nyligen har brukats ska odlas med Rörflen så skiljer inte sig anläggningen från en vanlig vallodling

Anläggning, gödsling och skörd av Rörflen beskrivs mer ingående i *Handbok i rörlensodling* (bilaga 2). Handboken utarbetades under projekt Rörflen 1999-2000⁹ och har uppdaterats med erfarenheter från detta projekt, t ex markberedning med stubbfräs vilket fungerade mycket väl, samt gödsling (se även avsnitt **4.1.4 Kretsloppsanpassat odlingsförsök med Rörflen på nedlagd jordbruksmark**).

På www.bioenerginord.com kan du ta del av filmer som illustrerar anläggning av rörlensodling¹⁰ under de 10 år som vi odlat rörflen i Glommersträskområdet.

3.3 Från Rörflen som råvara till energiprodukt

Rörflen kan brännas som det är, i rundbalar i speciellt ovn, men för vidareanvändelse kan energigräset förädlas till briketter, pellets eller bränsleflis. Målsetting med brikettering eller pelletisering er å øke tetthet av materialet for å redusere transport kostnader og forbedre handling egenskaper. En bulkdensitet over 580 kg/m³ kan oppnås med pelletisering, i forhold til en løsdensitet under 100 kg/m³.

⁹ Glommers Miljøenergi AB, *Prosjekt: Rörflen 1999-2000*, <http://www.bioenerginord.com/Documents/Rorflen%20Slutrapport.pdf> 2008-04-04

¹⁰ Glommers Miljøenergi AB, *Film: Anleggning av rörlensodling*, <http://www.bioenerginord.com/kunskap.html> 2008-04-04

Vellykket pelletisering av rörflen har tidigare vært utført i GMEs forsøksstasjon. Det var erfart at matrise ble for varme under produksjon, som krevde innlagt pause hver timer. Det har vært nevnt at den lav lignin innhold i gresset gjør binding mindre sterk, og derfor krever høyere trykk som fører til overheting av matrisen. Det er muligheter for optimalisering av matrises dimensioner for å unngå disse problemer. I løp av prosjekt har kontakt vært etablert med en russiske forsker som har en norske patent på et tilsetningsstoff som kan forbedre bindingsevner og redusere problemer med matrise temperaturen. Dette er planlagt å utføre tester med tilsetningsstoff når rörflen er tilgjengelig fra dyrkingsfelter.

Rörflen har flere fordel som råstoff for pelletter eller briketter, bl.a. naturlig tørking over vinter til 10% fukt, og lett størrelse reduksjon. Faktisk kan oppmaling gå for lett for seg, og det er anbefalt at knivmølle er anvendt framfor hammermølle, ettersom sistenevnt kan gi for mye finstøv.

På grunn av forkortet varighet til prosjekt var ikke rörflen produksjon tilgjengelig fra prosjektets forsøksfelt. Derfor var det ikke mulig å utføre noe storskala forsøk med pellet eller brikett produksjon fra rörflen. Det var utført et forsøk med rörflen tilvekst hentet fra en tidligere forsøksfelt ved Brännberg, Glommersträsk. Forsøksfelt var etablert omtrent 10 år siden, men hadde ikke vært høstet eller gjødslet siden. Tilveksten var over 2 m, og var høstet i mai 2007. En pelletisering forsøk var utført i Norge med en annerledes pellet prosess hvor pellet er formet rundt 60% fuktighet og tørket etterpå. Produksjon brukt en blanding av 34% torv og 66% rörflen, og er beskrevet i bilag [ref: NTAS F2008-10, vilken väntas att publiceras inom ett par månader]. Rörflen var testet som en av flere potensial råstoff som kunne blandes med torv eller organiske avfall.

Denne våt pelletisering prosessen løser problemet av overheting i matrisen, men produserer pellets med for lav bulkdensitet (300 kg/m^3). Muligens kan bulkdensitet økes ved endringer i produksjon prosess, men det er mistenkt at lav densitet er knyttet til fjerning av vann under tørking, som etterlater en noe åpen struktur i pellets.

Man skördar vanligen energigräs i form av rundbalar. Men i en fjärrvärmeanläggning anpassad för skogsbränslen och torv kan man inte elda balar direkt, utan de måste sönderdelas till relativt finrivet eller hackat material för att kunna blandas med dessa biobränslen. Rörflen i balform har som tidigare nämnts låg energidensitet, $0.6-0.7 \text{ MWh/m}^3$, vilket innebär att varje hantering av bränslet kraftigt urholkar lönsamheten. Forskaren Jan Burvall har gjort en förstudie om möjligheten att skörda, förbränna och exakthacka vårskördad rörflen som blandats med bark och torv. Slutsatsen i Burvalls försök visar att det finns god potential för att hantera och förbränna exakthackad rörflen i bränslemix, men att det måste ske en utveckling inom hantering och logistik, eftersom rörflenets låga bulkdensitet innebär dyra frakter. (Se bilaga 7 *Förbränningsprov med exakthackad rörflen*).

Det som skiljer vanlig rörflenspellets från vanlig träpellets vid förbränning, är att rörflen har högre askhalt samt att askan har lägre smälttemperatur. När askan smälter bildas ett hårt material, det sintrar, och detta kan ställa till besvär i pelletsbrännare som inte är anpassade för detta. Men det finns pannor som klarar att elda bränslen med höga askhalter. I december 1999 invigdes SLUs Biobränsletekniskt centrum i Umeå, en värmecentral med en panna konstruerad för att elda askrika biobränslen såsom rörflen¹¹. Även utveckling på små pelletsbrännare pågår, t ex visar förbränningsforskaren Brage Norin sommaren 2006 upp sin

¹¹ Ljungblom, Lennart *Bränslefabrik, Värmecentral för Rörflen och sorterat avfall*, Bioenergi nr 1 2000.

nya småskaliga pelletsbrännare, som är den första i sitt slag som går att elda med pellets gjord av skogsavfall och energigrödor som rörflen¹².

3.4 Analys: Växt, pellets samt förbränningstest i standardpelletsbrännare

Et forbrenningsforsøk var utført hos Energi Teknisk Centrum i Piteå, i en pelletsbrenner med 12 kW effekt. Tre brensel typer var sammenlignet med referanse data for pellets av ren trevirke. De tre brensel type var

- Blandet løvtre fra Brøstadbotn, Troms – inkludering bark, grener og topp. Pellets var laget hos ETC
- ”Kulepellets” laget fra 66% rörflen og 34% brensel torv. Rörflen var høstet om vår.
- Rörflen pellets, laget under en tidligere forsøk hos GME, ved 100% rörflen innhold.

Resultater er oppsummert i rapport *ETC rapport 071031 Rörflen-kulepellets-grot* (Bilaga 16). Det var erfart stor problemer med aske sintering for både rörflen og rörflen/torv pellets. Over 60% av askeemner sintret for de rörflen prøvene, og mengde aske produsert var slik at det forstyrt forbrenning og de ikke kan regnes som kommersielt bränsle. I tillegg skapt den lav basisdensitet av rörflen/torv pellets problemer med innmatning, slik at full effekten av panna kunne ikke oppnås.

Disse resultater understreket hvor viktig det er å løse aske smelting problematikk for at rörflen kunne anvendes som et fullverdig brensel. Under sintering økes utslipp av CO, på grunn av ufullstendig forbrenning, men rörflen hadde ellers ikke problemer med utslipp av NO_x, SO_x eller HCl. Både blandet løvtre og torv/rörflen kulepellets hadde vesentlig høyere utslipp av partikler, men rörflen pellets hadde en lignende partikulært utslipp til ren trevirke.

3.5 AlphaKat – Syntetisk diesel

Arvidsjaur kommun, Glommers Miljöenergi AB, Kompetensutvecklarna AB samt LTU (Luleå tekniska universitet) har i ett tidligere Interreg-projekt, *Kartläggning och analys av kommersielle anvendingsområden for vit biolövmassa*, följt KDV-teknologin Katalytisk depolymerisering utan trycksättning *AlphaKat*. Denna teknik har en fördel i jämförelse med många andra processer för att tillverka flytande bränsle, i det att den kan fungera i både små och stora anläggningar (från 500 l/t och uppåt).

KDV-tekniken konverterar, enligt dess upphovsmän, avfall till olja med en metod som försöker kopiera jordens naturliga oljeproduktion¹³. Kortfattat innebär KDV-teknologin från AlphaKat att man ”delar kedjorna av kolvätemolekyler från ett insatsmaterial med hjälp av ett katalysatorpulver vid ca 270 grader. Den uppkomna lättoljan (om den har kedjelängder av kolväten mellan 10 och 22 C-atomer, kallar man lättoljan också för diesel) förångas. I destillationskolonnen omvandlas oljeångorna till vätska och man får diesel”¹⁴.

Det vi har velat undersöka inom projektets ramar är om denna teknik klarar av ren biomassa som t ex rörflen. I januari 2008 träffade Arvidsjaur kommun och GME Energimyndigheten tillsammans med Sveriges representant för AlphaKat, för att diskutera tekniken och en försöksanläggning som är erbjuden till försäljning. Dock har ännu inga resultat från körningar

¹² Persson, Ulf *En het nyhet – en ny revolutionerande pelletbrännare har utvecklats*, NSD, 2006-06-29

¹³ Koch, Christian, http://alphakat.de/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=37&Itemid=63 2008-04-23

¹⁴ Krzesinski, Edwin, <http://avbp.se/Teknologi/Enkelbeskrivning.htm> 2008-04-27

på fast biomassa släppts från AlphaKat, se (bilaga 12) *Mötesanteckningar Energimyndigheten januari 2008*.

Men, om denna teknik håller vad den lovar även för biomassa så skulle en enorm marknad etablera sig, vilket i sin tur torde innebära ett stort ekonomiskt lyft för alla former av bioråvara. Rörflen som vid vårskörd, som har en fukthalt på ca 12 %, skulle ha en stor ekonomisk fördel genom att det vore möjligt att kunna förädla råvaran direkt, utan kostsam torkning i processen, och utvinna diesel. (En förutsättning för KDV-tekniken är att all råvara in i denna process skall vara nedtorkad till 12% fukthalt).

3.6 Småskalig Pyrolys

Som nevnt, er den lav bulkdensitet en utfordring til anvendelse av rörflen. Under prosjekt har det vært rettet fokus spesielt mot prosesser som er egnet til implementering på småskala, distribuert anlegg. Det er også interessant å vurdere produksjon av flytende brensel i nærheten av gårdsbruk, for å minske transport av rörflen med lav bulk densitet. De fleste prosesser for produksjon av flytende brensel krever forholdsvis stor skala produksjon for å oppnå lønnsomhet, og det innebære transport av gress fra flere gårdsbruk til et sentralt sted. En prosess som virker å ha potensial for lokale produksjon av flytende brensel er pyrolyse. Pyrolyse olje har ti ganger mer energi per volum enn gress, som redusere transport kostnader. Ulempen med rask pyrolyse er at produktet, pyrolyse olje, har et mer begrenset bruksområde enn for eksempel etanol eller syntetiske diesel. Pyrolyse olje har lav pH og begrenset stabilitet ved lagring. Det kan brennes i modifisert forbrenningsovner, som kan tåle den lav pH. Pyrolyse olje har en brennverdi under halvparten av det av forbrenningsolje (17 MJ/kg mot 40 MJ/kg). Derimot er det mulig å bruke pyrolyse olje i foredling prosesser for å lage andre produkter (som etanol eller syntetiske diesel). Da kan pyrolyse olje være en måte å redusere transport kostnader, ved å frakte pyrolyse med høy energidensitet til et sentralt anlegg istedenfor ubehandlet rörflen med lav bulkdensitet.

Rask pyrolyse innebærer rask oppvarming av biomasse, med så lite oksygen tilsted som mulig. Under oppvarming er biomasse omdannet (pyrolysert) til brennbart gasser, som brenner sammen med oksygen ved vanlig forbrenning. Ved å redusere oksygen innhold, og holder oppholdstid ved høy temperatur tilstrekkelig kort kan gassene kondensere for å danne pyrolyse oljen. Rask pyrolyse forutsetter at råstoff er tørr og oppmalt i små partikler (< 1 mm), siden reaksjoner må foregå rask og jevnt. I forhold til andre biomassetyper passer rörflen bra til dette, ettersom det tørkes naturlig ned til under 10% fukt over vinter, og er lett å oppmale til små partikler.

Som nevnt tidligere har rörflen et høyere innhold av uorganiske stoffer som skaper problemer med aske sintering under forbrenning. Uorganiske forbindelse i brensel kan også skape problemer ved flytende brensel produksjon, gjennom uønsket reaksjoner med katalysator. Innflytelse av aske emner i grass biomasse på pyrolyse prosessen har vært undersøkt av forskere hos Aston Universitet, [2]. Selv om de ikke har studert rörflen, har de funnet at forskjellen mellom forskjellig gresstyper kan karakterisere av alkali metall innhold (hovedsakelig kalium og natrium). Med høyere aske innhold var optimum temperatur for pyrolyse redusert fra 500 °C til 450 °C, samtidig som utbyttet av pyrolyse olje redusert fra 60 til 44% (for en økning av alkali metall innhold fra 0,10 til 0,70 %), Fig 1. Alkali metaller fungere som katalysatorer og øker produksjon av kull, som redusere produksjon av olje.

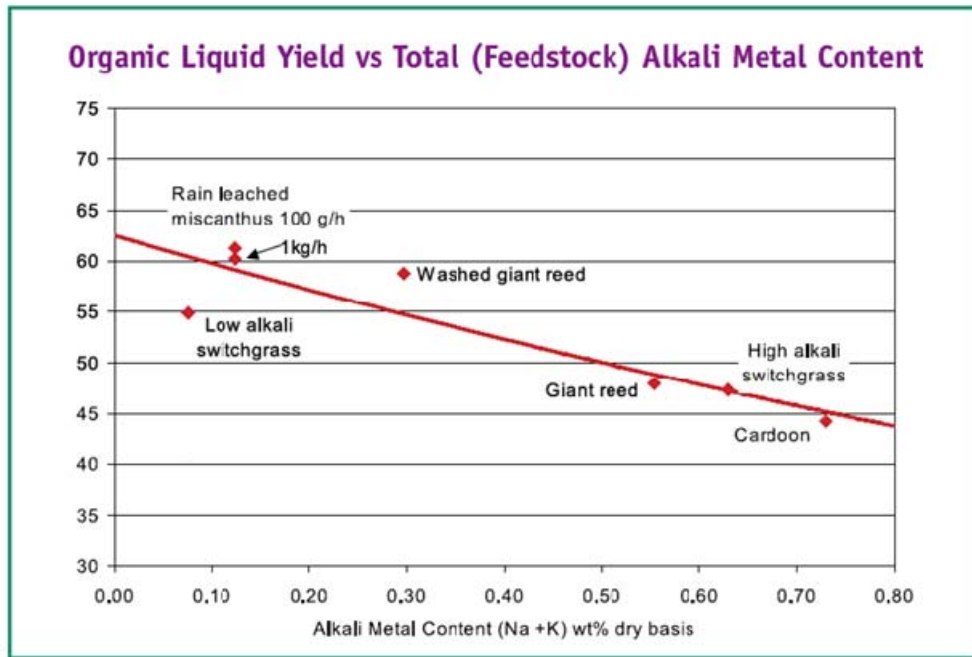


Fig 1: Effekten av gressets innhold av alkali metaller på utbytte av pyrolyse olje (fra Aston Univ, ref [2]).

Rörflen kan har et forholdsvis høy innhold av alkali metaller, spesielt kalium. Data publisert for rörflen fra Nord Sverige [3] viser 1,6% og 0,9% kalium i blader og stem respektiv før vinter, og 0,35 og 0,24% etter vinter. Med referanse til data av Fig 1 skal disse endring har stor betydning til forventet utbytte av pyrolyse olje. Derfor er effektiviteten av utvasking av kalium fra gress over vinter regnet som en viktig tema i utvikling av rörflen som en bioenergi produkt. Det er planlagt å utføre et forsøk hos Aston Universitet så snart noe representativ gress kan høstes. Det er mulig å undersøke optimalisering av rask pyrolyse prosess med hensyn til uorganiske innhold og temperaturen med forholdsvis små mengde råstoff, ved en lab skala anlegg, Fig 2, som har kapasitet av 1 kg/t.

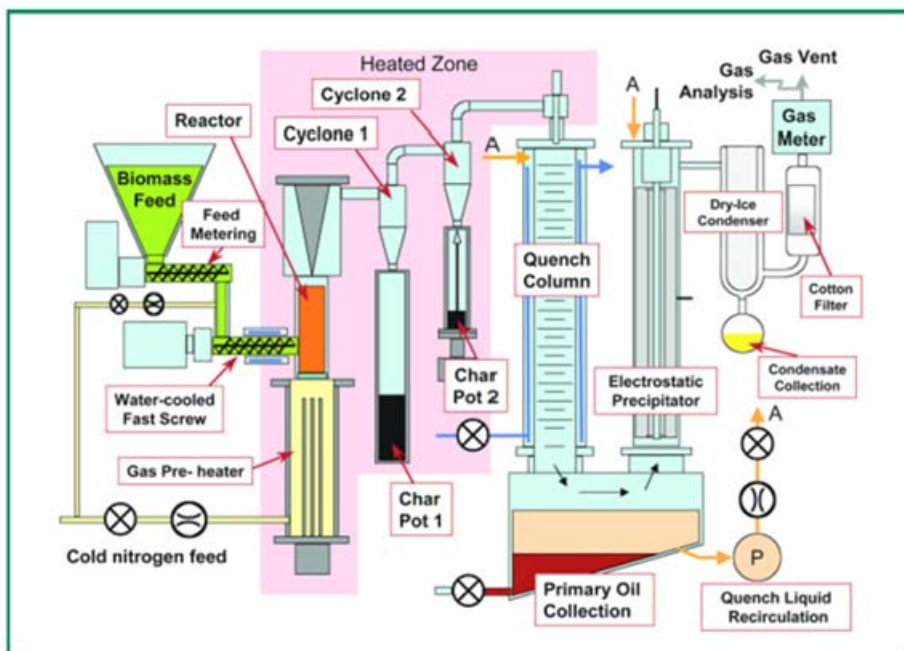


Fig 2: Lab skala (1 kg/h) rask pyrolyse prosess hos Aston Universitet [ref 2]

Om lab skala forsøkene viser at rörflen kan oppnå tilfredstillende kvalitet er det mulig å utføre st rre skala forsøk med et mobil anlegg, for eksampel Fig 3.



Fig 3:: Mobilt pyrolyse pilotanlegg fra New Energy/Agri-therm.com, [3] (kapasitet 1 t/d)

Lønnsomheten for rask pyrolyse prosessen har forbedret vesentlig over de forrige tiår, men er ikke regnet som klar for implementering. Med et mobilt anlegg kan utstyr investering v re spredt over flere produsenter, men avhengig av transport avstand kan et st rre, sentralt anlegg være mer lønnsomt. Koblet med usikkerheten over forventet uorganiske innhold er det ikke utført en detaljert økonomisk vurdering.

Referanser:

1. Burvall, J. "Influence of harvest time and soil type on fuel quality in reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) *Biomass and Bioenergy* **12** (3) p149-154 (1997).
2. Lab studies av grass pyrolyse
[http://www.pyne.co.uk/docs/ThermalNet%20\(July%2006\)%20PyNe.pdf](http://www.pyne.co.uk/docs/ThermalNet%20(July%2006)%20PyNe.pdf)
3. Landstr m, S.; Lomakka, L. & Andersson, S. "Harvest in spring improves yield and quality of reed canary grass as a bioenergy crop", *Biomass and Bioenergy* **11** p333-341 (1996).
4. Mobilt pyrolyse pilotanlegg: <http://www.agri-therm.com/agri-thermpilotplant.htm>.

4. F ruts tninger för aska och slam som kretsloppsanpassat gödsel

4.1 Kommunalt aska och slam som gödsel?

Arvidsj urs kommun tar årligen hand om 489 ton aska och 138 ton (+ 150 ton från externa brunnar) slam, ts 20%. I dag blandas dette med löv, gräs och träflis till en industrijord som används till t ex diken och anläggningar av ulike slag. Tillverkningen av jorden kostar ca 200

kr/ton. Prover tas på slammet som ingår i blandningen, men det ställs inga krav idag på jorden, som används till anläggningsändamål. Drygt 8 ton av askan deponeras¹⁵.

Vi ser stora vinster i möjligheten att producera ett gödsel baserat på kommunalt slam och aska, både ur miljö- och samhällsekonomisk synvinkel. Det finns råvara, och samhällets krav på kretsloppstänkande ökar. Om vi kan hitta en möjlighet att på ett kontrollerat sätt återanvända de näringsämnen som finns i slammet så kan vårt avfall ingå som en naturlig del i kretsloppet, och samtidigt minskar vi på konstgödselanvändningen vilken medför många negativa miljöeffekter. Fortsättningsvis möjliggör man skapandet av lokala arbetstillfällen genom att tillvarata lokal råvara.

4.2 Varför kan vi inte köra ut askan och slammet direkt på odlingen? -Behovet av ett kvalitetssäkrat, kretsloppsanpassat gödsel

Man kan köra ut aska och slam direkt på en odling. Men, det medför tunga transporter eftersom slammet innehåller ca 80% vatten. Om man förädlat slammet och askan blir produkten lättare att kvalitetssäkra och varudeklarera vad gäller både hygien och halter av tungmetaller. Ett granulerat gödsel blir dessutom en mer hanterlig produkt, som man kan sprida med större noggrannhet. Jordbruksverkets *Slamdirektivet*, vars syfte är att skydda marken från föroreningar, anger gränsvärden för hur avloppsslam får användas i Sverige idag, se (bilaga 8) *Slamdirektivet*, Jordbruksverket 20071115.

Om vi kan kvalitetssäkra en produkt av förädlat kommunalt aska och slam till en gödselgranul så har vi skapat en efterfrågad produkt som kan ingå i kretsloppet. Detta gödsel skulle i förlängningen kunna möjliggöra ett för kommunen lönsamt ekologiskt och ekonomiskt system om det användes t ex för att odla energigräset rörfilen till förbränning i kommunens värmecentral. Allt i enighet med Agenda 21s kretsloppstanke.

4.3 Rapport Gabbro: Granuleringsförsök av kommunens aska och slam

Gabbro AB har gjort försök med att granulera aska och slam till ett kretsloppsgödsel. Askans och slammet togs från Luleå kommun.

Resultat från försöken med granulering av slam och aska visar att det är möjligt att göra en granul som går att sprida. Granulens näringsinnehåll har studerats närmare i slutrapporten från Bioforsk men visar dock på att vissa av näringsämnena inte är tillgängliga för växten. Orsaken till detta kan vi dock inte utreda i detta projekt. Se (bilaga 4) *Gabbro gödselrapport*.

4.4 Rapport Bioforsk: Utvärdering av Gabbros gödselgranuler

Bioforsk har utvärderat Gabbros gödselgranuler i olika växtförsök. Se (bilaga 3) *Slutrapport Bioforsk*.

¹⁵ Sara Lindgren, Tekniska kontoret Arvidsjaur kommun.

5. Kretsloppsanpassat odlingsförsök med Rörflen på nedlagd jordbruksmark

5.1 Provodlingar i Sverige och Norge

Syftet med provodlingarna var att se effekterna av olika gödselmedel och fröval, se på etablering och förmågan till övervintring, samt att se vilken produktionsnivå man uppnått efter första året. Dom svenska provodlingen består av 17 ha varav 12 ha utvalts att ingå i försöken. I Norge ingick 0,6 ha ved Fjærvoll, Bø i Vesterålen; 0,5 ha ved Holt i Troms og 3 ha ved Mære i Nord Trøndelag.

Tabell 1: Provodlingar i Sverige och Norge

Felt	areal	Frøtype	Gjødsel	etablert	Ref
Järvträsk; Glommerträsk, Sv	12 ha	Rival; Chiefton; Palaton; Lara	ingen; NPK; slam/aske; höns gödsel	juni 2007	1
Brännberg; Glommerträsk, Sv	5 ha	Lara och Palaton	Aska/slam; höns gödsel	juni 2007	1
Mære; Nord Trøndelag, No	3 ha	Lara; Bamse; FuSr9101; FuSr9102	ingen; mineralsk; husdyrgjødsel	juni 2004	2
Holt Troms, No	0,5 ha	Lara	mineralsk NPK 18-3-15	juni 2007	2
Holt Troms, No	veksthus (blomsterpott)	Lara	ingen; aske/slam; fiske avfall; mineral	juli 2007	2
Fjærvoll Vesterålen, No	0,6 ha	Lara	mineralsk NPK 18-3-15	juni 2007	3

Försöken på provodlingarna i Sverige och Norge är redovisade i bilagorna: *Rapport Provodling Järvträsk-Brännberg 2007* (bilaga 5) samt *Provodling Norge 2007* (bilaga 15)

Målet är också att fortsätta jobba med dessa odlingar i kommande försöksverksamhet för att se hur fröerna utvecklas, vilket visar sig vara det bästa gödslet på sikt, och även att jobba vidare med kretsloppstanken med aska och slam.

5.2 Utvärdering odlingsförsök

Sverige

Utifrån bara 4 månader växtperiod kan man inte göra en säker bedömning av resultaten men en indikation är att:

-Områden med konstgödsel gav i medel dom högsta skördarna. Detta kan delvis förklaras med att given med konstgödsel innehöll mer kväve än given med Aska/slam

-Ingen slutsats kan dras utifrån vilket frö som användes.

-Den högsta skörden uppmättes på odling 10; frö Lara och gödsel med konstgödsel
Provytorna från den tegan var även dom med den lägsta ts-halten. (innehåller mest vatten)
Vilket kan innebära att Lara kanske inte har startad invintringen lika tidigt.

Rörflenet längd var jämn på alla provodlingar.

Område 8 gödslades inte alls. Skörden låg i samma nivå som dom för aska och slam. En förklaring till detta kan vara att ingen markpackning har gjorts och detta innebär att marken har fått en bättre syresättning och inte blivit så packad. På övriga provodlingar som gödslats syntes spåren från traktor och vagn. **Slutsatsen av detta är att markpackning har en stor betydelse på skördenivån.**

Norge

Som oppsummering kan det konstantere at alle felt viser til bra etablering av gresset i første år. Tilveksten variert mellom 3 og 6 tonne tørrstoff/ha ved høst måling, men første år tilvekst er dominert av blader, og maksimalt utbytte er ikke forventet før etter 3-4 sesonger. Derfor er prosjektet en investering i planlagt videreføring. Provodling også var brukt for å vurdere effekten av forskjellig gjødsel typer.

6. Ekonomiska förutsättningar för småskalig odling av energigräs som biintäkt för jordbruk i Norrbotten

6.1 Ökad efterfrågan på biobränslen idag

Det är i dagsläget en ökad efterfrågan på skogsråvaror till papper, sågade trävaror och framförallt till bränsle för värmeproduktion. Priset på sågspån och kutterspån har under en tidsperiod nära nog tredubblats. Priset på massaved och timmer har bara under dom sista åren ökat med nära 60%. Efterfrågan stiger även för våta bränslen som bark och skogsavfall. Rörflen är ett mycket torrt bränsle och kan t ex användas till att blandas med dessa för att förbränningen ska bli bra, men även förbrännas rent i andra former, se avsnitt **4.1.2.3 Från Rörflen som råvara till energiprodukt**. Med anledning av detta anser vi att odling av energigräs har goda framtidsutsikter att bli en lönsam biintäkt för jordbruket

Behovet av nya bränslen kommer sannolikt att öka kraftigt. Här kan också rörflen bli en alternativ råvara till både tillverkning av etanol, syntetisk diesel och pyrolysis, se avsnitt **4.1.2.5 AlphaKat Syntetisk diesel och 4.1.2.6 Småskalig Pyrolysis**.

6.2 Bidrag och tillgång på stödrätter – en central fråga för jordbrukare

Jordbruket i Sverige och EU bygger idag till stor del på att jordbrukaren får bidrag för sina olika grödor. För att du ska få bidrag till en odling så behöver du stödrätter. *En stödrätt är en handelsvara som du kan köpa och sälja*, av vilka det finns en begränsad tillgång.

Anledningen till att stödrätter/bidrag är en central fråga för rörflensodlare idag, är att odling av rörflen i princip konkurrerar med livsmedelsproduktionen eftersom det bara finns ett begränsat antal stödrätter.

En annan form av jordbruksstöd är Gårdsstödet. Gårdsstödet kan du få för all jordbruksmark som du brukar och redovisar. En del av detta stöd innebär att jordbrukaren kan få bidrag för att inte låta gamla odlingar växa igen. Syftet med detta är bland annat att vi ska hålla möjligheten öppen för ny produktion, men detta stöd får också konsekvenser som vi kommenterar under faktarutan nedan.

6.3 En kort beskrivning av stödsystemet

Gårdsstödet

Du kan få gårdsstöd för all jordbruksmark som du brukar och redovisar i SAM-ansökan.

Du måste också förfoga över marken den 15 juni. Jordbruksmark är åkermark, betesmark och slåtteräng.

- Du måste ha stödrätter som du fått tilldelat eller köpt.
- Det finns vanliga stödrätter och stödrätter för uttagen areal. För den uttagna arealen gäller andra regler än för dom vanliga stödrätterna. T ex: Ska marken trädas eller odlas med industri- och energigrödor.
- Grundbeloppet för varje stödrätt är ca 1200 kr. Vissa stödrätter har ett tilläggsbelopp beroende på produktionen som rådde när stödrätten tilldelades.
- Du måste sköta din odlingsmark enligt skötselkraven och tvärvillkoren som innebär att du ska hålla marken fri från flerårig skott av sly och buskar och dränering ska fungera så att marken inte försumpas.
- Du måste sköta all din mark enligt skötselkraven även mark som du inte söker stöd för. Du måste även följa vissa regler inom områdena miljö, folkhälsa, växtskydd, djurskydd och djurhälsa.
- Du måste ansöka om stödet varje år, normalt i slutet av mars.
- Du måste använda dina stödrätter minst 1 gång var 3-årsperiod.
- Du kan odla Rörflen på uttagen areal utan kontrakt med uppköpare. På den uttagna arealen får du endast grundbeloppet på gårdsstödet (ca 1200 kr) och du kan inte söka det särskilda stödet för odling av energigrödor som är på ca 400 kr/ha. Du kan endast odla rörflen utan kontrakt på den del som motsvara dina stödrätter för uttagen areal.
- Du kan odla rörflen på dina vanliga stödrätter. Du får då även det särskilda stödet för energigrödor på ca 200-400 kr. Men då krävs att du skriver ett kontrakt med förste förädlare. Kontraktet ska skickas med i SAM ansökan. Se www.jordbruksverket.se för mer info om detta.

Ovanstående system, i kombination med utformningen av t ex anläggningsstöd för grödor, innebär i praktiken att det för en jordbrukare kan vara mer lönsamt att nyttja gårdsstödet snarare än att starta upp en produktion av rörflen. Vi diskuterar förslag på förändringar i stödsystemet under punkt **4.4.2.1 Politik och stödsystem.**

6.4 Finns det möjlighet till förädling av Rörflen på den egna gården?

De praktiska förutsättningarna att förädla rörflen i mindre skala på egen gård är goda. Dessutom skulle en förädling innan transport innebära både miljömässiga och ekonomiska vinster, eftersom rörflen i t ex balar har låg densitet och kan vara 'besvärligt' att frakta kostnadseffektivt. Se avsnitt **4.1.2.1 Lokala förutsättningar.**

Men, om vi ser till den totala ekonomin för en jordbrukare, så är det fler faktorer som måste vägas in. En stor del av Sveriges jordbruk idag bedrivs under någon form av odlingsbidrag. Om du idag väljer att förädla rörflen i ditt egna företag på gården, så förlorar du möjligheterna till vanliga odlingsbidrag. Detta pga. att det krävs ett kontrakt enligt stödreglerna med uppköpare/förädlare av rörflen innan man börjar odla. Detta faktum att jordbrukaren i samband med förädling i eget företag förlorar rätten till sitt vanliga odlingsbidrag gör att det för jordbrukaren kanske ej blir lönsamt att odla alls, utan jordbrukaren nödgas istället välja en gröda som passar in i det befintliga odlingsbidragssystemet. Speciella stödrätter för uttagen areal finns dock som man kan odla på utan kontrakt men dessa finns endast i begränsad tillgång. Följaktligen begränsar detta system odlarens incitament till att börja med rörflensodling.

Det finns dock en möjlighet att förädla på sin egen gård. Lösningen är att skapa ett separat företag för själva förädlingen, På Låtra Gård¹⁶ i mellersta Sverige så har man löst det på följande sätt: Ägaren har två företag, där han brukar marken i det ena företaget, och förädlar grödan i det andra. Denna lösning är dock inte optimal eftersom det innebär att jordbrukaren måste starta ett nytt företag vilket i sig kan innebära både högre kostnader och vara mer tidskrävande.

Även salix omfattas av ovanstående regler i bidragssystemet. Skillnaden är dock att salix inte är aktuell idag för den här typen av småskalig förädling bland annat på grund av att det inte är ett torrt bränsle, vilket gör förädlingsprocessen dyrare, samt att alla större anläggningar kan elda oförädlad salix idag. Rörflen däremot, som växer väl i Nordkalottenområdet där mindre gårdar och stora avstånd är gemensamma nämnare, skulle dra stor nytta av att förädlas på egen gård innan vidaretransport.

Se även våra förslag till förändringar under punkt **4.4.2.1 Politik och stödsystem**.

6.5 Möjligheter med ett förnybart, kretsloppsanpassat kommunalt gödsel

Gödsel är en mycket viktig del för att få lönsamhet på en energigräsodling. Om du odlar energi och använder konstgödsel blir det svårt att få lönsamhet. Konstgödsel har stigit kraftigt i pris dom senaste åren. Dessutom så innebär konstgödsel en belastning på kretsloppssystemet.

Vi har idag begränsade alternativ till konstgödsel; fiskeslam, hönsgödsel, aska och avloppsslam. Det viktiga är att det innehåller näringsämnen samt kväve (dyrt att framställa konstgjort), fosfor (ändligt) och kalium (ändligt). Därför måste vi hitta något som är mer kretsloppsanpassat. *Stora skördar är inte nödvändigtvis det viktigaste, det centrala är prisbalans och långsiktighet – ekonomin på odlingen, dvs. att skapa en balans mellan kostnader och intäkter.*

Som beskrivet under **4.1.3.1 Kommunalt aska och slam som gödsel?** så ser vi genom nyttjandet av slam och aska som gödsel stora möjligheter för lönsam odling av energigrödor. Dessutom skulle vi uppnå ett kretslopp som ger stora vinster för miljön om vi kan hitta en möjlighet att på ett kontrollerat sätt återanvända de näringsämnen som finns i slammet samtidigt som vi minskar på konstgödselanvändningen. Fortsättningsvis skulle detta möjliggöra skapandet av lokala arbetstillfällen genom att man tillvaratar lokal råvara.

6.6 Konkurrens och försäljningsmöjligheter för rörflen

Som rörflensodlare kan det idag vara svårt att hitta avsättning för sin gröda. Än så länge finns ingen naturlig marknad för rörflen bland annat eftersom förbränningen av denna energiråvara kräver en något modifierad förbränningsutrustning jämfört med vanlig träråvara. Tekniken finns för större pannanläggningar (sedan slutet på 1990-talet), och nu pågår även utvecklingen på småskaliga pelletsbrännare, se avsnitt **4.1.2.3 Från Rörflen som råvara till energiprodukt**. Det finns råvara – och de praktiska möjligheterna till utökad odling av rörflen är stora. Men, det förefaller som att något ytterligare krävs; politiska beslut eller ett tekniskt genombrott som visar att produkten är aktuell t ex för framställning av fordonsbränsle, för att sätta igång produktionsapparaten.

¹⁶ Winkler, Göran. Låtra Gård.

Ett konkret exempel på politikens inverkan på produktionen av energigräs är hur man arbetar i Finland. Där har man satt som mål att inom en snar framtid ska 100 000 ha odlas med rörflen¹⁷. Genom att skapa förutsättningar för produktion av rörflen, ges också en draghjälp till industrin att anpassa förbränningsutrustningen.

Energigrödor konkurrerar idag med restprodukter från träindustrin. Detta gör att rörflen, som måste bära sina egna produktionskostnader, har en konkurrensnackdel jämfört med t ex kutter och spån som i princip ej har några produktionskostnader. Men, eftersom odling av rörflen kan ha många positiva effekter på ett samhälle – nya arbetstillfällen samt aska, slam och uppvärmningsbränsle/råvara till flytande bränsle i kretslopp – så bedömer vi att i ett långsiktigt ekonomiskt-ekologiskt perspektiv, i kombination med ökad efterfrågan på bioenergi produkter, bör lönsamhet kunna uppnås.

6.7 Lönsamhetskalkyl för rörflensodling

Möjlighet till sammanhängande odlingsmark (arrondering), bra gödselmedel till bra pris, samt egna maskiner som kan användas till odlingen är viktiga faktorer som påverkar ekonomin. Men viktigast är vilket pris som man kan förväntas få när grödan saluförs.

Priset för transport av rörflen beror på avståndet till industrin och i vilken form rörflenet fraktas. I Nordkalotten kan avstånden vara långa. Om avståndet är ca 10 mil kostar transporten med pressade rundbalar ca 5-6 öre kwh eller ca 3000kr per transport. Om mottagaren finns inom området kan kostnaden bli betydligt lägre ca 2-3 öre kwh. Om rörflenet förädlas på något sätt innan frakt kan man kraftigt minska transportkostnaderna, se avsnitt **4.2.1.4 Finns det möjlighet till förädling av Rörflen på den egna gården?**. I handboken visar vi en lönsamhetskalkyl för en normal rörflensodling: *Handbok i Rörflensodling 2008* (bilaga 2).

I rapporten från SLU i Umeå *Rörflen som energigröda*¹⁸ beskrivs liknande frågor som vi tar upp i detta projekt, bl a lönsamhetskalkyler. Skillnaden mellan deras rapport och vår är främst att i Umeå odlar man på mineraljordar istället för mulljordar och man har en annan typ av logistik pga. många aktiva bönder och stora värmeverk i närområdet.

6.8 Förändringar som kan påverka den ekonomiska kalkylen

-Öka Tegbredden

Normal tegbredd på myrodlingar i inlandet är 16-20meter. Försök har gjort med tegbreddar upp mot 35- 40 meter. Observera att dessa tegbreddar fodrar en väl utförd bombering av odlingen. Detta skulle öka effektiviteten på maskinerna

-Utveckla gödselspridaren så att gödsling nära dikeskanter är möjlig för att öka skörden

-Körskador, se (bilaga 10) *Körskador och andra skördeförluster på myrmark*

-Gödsla så tidigt som möjligt. Gödsla inte vid svårighet med bärighet hoppa hellre över gödslingen det året eller gödsla ev. med konstgödsel. Förrådsgödsla i anläggningen med speciellt aska /kalk och hoppa över gödsling vissa år.

¹⁷ Rönnberg, Per *Mer gräs i Finland*, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, <http://www.iva.se/templates/page.aspx?id=4150>, 2008-04-27

¹⁸ Larsson et al, *Rörflen som energigröda – erfarenheter från fullskaleförsök vid Biobränsletekniskt centrum (BTC) i Umeå under åren 2000-2004*, BTK-rapport 2006-11, http://publikationer.slu.se/Filer/BTK-rapport2006_11.pdf 2008-04-09

-Utvecklingen av ett *granulerat* ekologiskt gödsel skulle kunna både minska mängden gödsel som ska spridas/ha men även underlätta spridningen. Ett granulerat gödsel med inblandning av aska skulle även ha gödseffekt under flera år varför inte gödsling varje år är nödvändigt.

-Skördeförluster

Stubblängden måste vara kort ca 5 cm. vid försök i Finland minskade skörden med ca 25% när stubblängden blev 10 cm¹⁹. Rundbalspressning med snittverk ger stora skördeförluster. Pressning med fyrkantbalar minskar troligen spillet. Hackvagnar kan troligen också minska spillet.

-Bidragens utformning i framtiden är också sådant som påverkar den ekonomiska kalkylen

Se även punkt 4.4 samt *Handbok i Rörflensodling* (bilaga 2).

7. Nya arbetsplatser

7.1 Nya odlare av rörflen?

I början av projektet anordnades odlarträffar för att jordbrukare i området skulle få information om möjligheten att starta upp rörflensodlingar. Ett fåtal anmälde intresse. Vår bedömning av möjliga orsaker till det låga intresset är främst att projektet skulle genomföras under kort tid (se avsnitt 2.1 Bakgrund) och att de ekonomiska och praktiska förutsättningarna för att hålla rörflen som en framtida *lönsam* gröda inte ännu finns. Eftersom Arvidsjaurs kommun är en av de första kommunerna som odlade upp stora arealer med rörflen redan i slutet på 1990-talet torde jordbrukare här vänta på att efterfrågan på produkten ska bli större innan de ställer om till energigräsodling. Till detta läggs det faktum att stödsystemet för jordbruk i dagsläget inte gynnar rörflensodling, se avsnitt **4.2.1.3 En kort beskrivning av stödsystemet** och **4.4.2.1 Politik och stödsystem i Sverige/glesbygd**.

7.2 Restaurering, anläggning och gödsling.

I projektet har vi testat ny utrustning i anläggningssyfte i form av en stubbfräs inhyrd från en bonde i Adak. Resultatet blev bra med backande maskin; kapaciteten var hög och såbädden blev klar i en omgång. Detta innebär en stor tidsbesparing vilket i slutändan innebär bättre ekonomi. För mer info se *Handbok i rörflensodling* (bilaga 2). Till restaureringen av åkrarna har vi lejt arbetskraft; bönder i Brännberg och Järvträsk. Utrustning som gödselspridare och knivfräsar har hyrts från bönder och jordbrukare i närområdet.

Restaurering, anläggning och gödsling av en rörflensodling kan skapa många nya arbetstillfällen. Jordbrukare kan starta nya aktiviteter inom sitt företag genom att t ex få uppdrag som entreprenörer vid restaurering, anläggning och gödsling av energigräsodlingar.

7.3 Gödselproduktion

Gabbro AB har gjort försök med att tillverka *gödselgranuler* av Luleå kommuns aska och slam, se *Gabbro gödselrapport* (bilaga 4). *Höns gödslet* som använts i projektet kommer från Bomans Hönseri i Storträsk, Skellefteå kommun. På de norska provodlingarna gödslades det även med *fiskslam*, se avsnitt 4.1.4.1 Provodlingar i Sverige och Norge. Om vi i framtiden kan använda avfall som slam och aska till gödsel så skapas nya arbetstillfällen och nya möjligheter till intäkter i Nordkalottenområdet.

¹⁹ MTT Forskningscentralen för jordbruk och livsmedelsekonomi, Finland, *Odling och skörd av rörflen för energiproduktion*, <http://www.mtt.fi/met/pdf/met1a.pdf> 2008-04-09

8. Politiska förutsättningar för en fungerande arbetsplats för småskalig bioenergiproduktion i Nordkalottenområdet

8.1 Politik och stödssystem i Sverige/glesbygd

Vi har i denna rapport berört stödssystemen främst i avsnitt **4.2.1.3 En kort beskrivning av stödssystemet**, där vi konstaterar att stödssystemets utformning i vissa delar försvårar arbetet med att utveckla ”en lönsam, bärkraftig och miljövänlig aktivitet för jordbruk”. Ett par exempel är det faktum att förädling på egen gård av rörflen i många fall inte är bärkraftigt med nuvarande stödssystem, eller att det kan vara mer lönsamt få bidrag för att inte låta en åker växa igen än att faktiskt odla en produkt, eftersom produktion innebär många fler kostnader än att bara slå av gräs vartannat år.

Förslag på förändringar i stödssystemet till fördel för *Rörflensodling*:

- Slopat krav på att man ska ha bidragsrätter för att få bidrag till rörflensodling
- Inget krav på kontrakt med uppköpare eller förädlare.
- Ökat extra stöd till energiodling på mark som inte idag används till produktion.
- Restaureringsbidrag för energiodling på nedlagd odlingsmark
- Anläggningsstöd liknande det för Salix
- Stimulansstöd för kretslopp på aska/slam

8.2 Ingen tydlig strategi från svensk regering vad gäller energigräsodling: SVEBIO 2007

Svenska Bioenergiföreningen SVEBIO efterlyser en tydlig strategi för hur vi ska få odling av energigrödor på de marker som idag är träda, liksom på de redan avställda jordbruksmarkerna, i ett remissyttrande till Jordbruksdepartementet över ”Bioenergi från jordbruket – en växande resurs” SOU 2007:36. (bilaga 1):

Svebio skriver bland annat att de vill ”ha ett stöd liknande det till salix även till rörflen”. De **”efterlyser en tydlig strategi för hur vi ska få odling av energigrödor på de marker som idag är träda, liksom på de redan avställda jordbruksmarkerna”**. Fortsättningsvis hävdar de att ”utredningen ger på den här punkten ingen tydlig vägledning”. Avslutningsvis anser Svebio att ”det behövs en betydande förstärkning av forskningen kring bioenergi från jordbruksgrödor.”²⁰

9. Sammanfattning av projektets resultat

Är det ekonomiskt lönsamt att odla Rörflen idag? I dagsläget är priset för råvaran rörflen alltför lågt och det finns ännu inte nog incitament för en jordbrukare att ställa om till energigräsodling, snarare tvärt om (se inlägg om stödssystem speciellt **4.2.1.2 – 4.2.1.4** samt **4.4.2.1 – 4.4.2.3**). Stödssystemets utformning har visat sej brisfälligt och på många sätt krångligt, och bör ses över om rörflensodling ska kunna konkurrera med andra energigrödor. Eftersom hela jordbruksindustrin är uppbyggd av olika former av bidrag måste dessa balanseras för att undvika snedfördelning och konkurrensnackdelar. Bidrag bör dock endast

²⁰ Bilaga 1, SVEBIO remissyttrande över Bioenergi från jordbruket-en växande resurs, Jo2007/1715

fungera som stimulans vid uppstart av energigräsodlingar: eftersom lönsamhet är ett nyckelord bör bidragen fasas ut efterhand. Avgörande för lönsamheten vid småskalig odling av energigräs är ändå i slutändan **vilken betalningsförmåga finns hos den som köper rörflenet**.

Vidare så fordrar rörflen vid förbränning en något annan teknik jämfört med vanlig träpellets, vilket innebär att för att uppvärmningsindustrin ska stimuleras att justera sina pannanläggningar till rörflensförbränning, så behövs en stabil och långsiktig produktion av rörflen. Se inlägg **4.2.1.6 Konkurrens och försäljningsmöjligheter för rörflen**. Här tar vi också upp exemplet Finland, där politisk vilja skyndar på odling av rörflen.

Vad gäller stabilitet och långsiktighet så skulle ett kretsloppsanpassat gödsel av kommunalt aska och slam borge för en långsiktigt ekologisk och ekonomisk odling. Vi kan genom Gabbros försök (avsnitt **4.1.3.2**) konstatera att det går att granulera aska och slam. Om vi kan kvalitetssäkra en produkt av förädlat kommunalt aska och slam till en gödselgranul så har vi skapat en efterfrågad produkt som kan ingå i kretsloppet. Detta gödsel skulle i förlängningen kunna möjliggöra ett för kommunen lönsamt ekologiskt och ekonomiskt system om det användes t ex för att odla energigräset rörflen till förbränning i kommunens värmecentral. Allt i enighet med Agenda 21s kretsloppstanke.

Odling av energigräs ger mer biomassa per ha/år än om man låter skogen ta över nedlagd jordbruksmark. Tidigare projektresultat visar att man genom energigräsodling på nedlagd odlingsmark skulle kunna få ut ca 0,8 TWh mer energi per år i Norrbottens län, se **4.1.1.1 Rörflefsakta**.

Behovet av biomassa kommer att sannolikt att öka kraftigt i framtiden både vad gäller råvara till uppvärmning, men även för användning till fordonsbränsle; en utveckling vi följer med stort intresse se avsnitt **4.1.2.5 AlphaKat Syntetisk diesel** och **4.1.2.6 Småskalig Pyrolys**.

När det gäller själva tekniken med att odla rörflen så kan vi konstatera att försöken med att använda en stubbfräs i anläggningen gav mycket goda resultat till ett bra pris. Se mer info **4.4.1.2 Restaurering, anläggning och gödsling**.

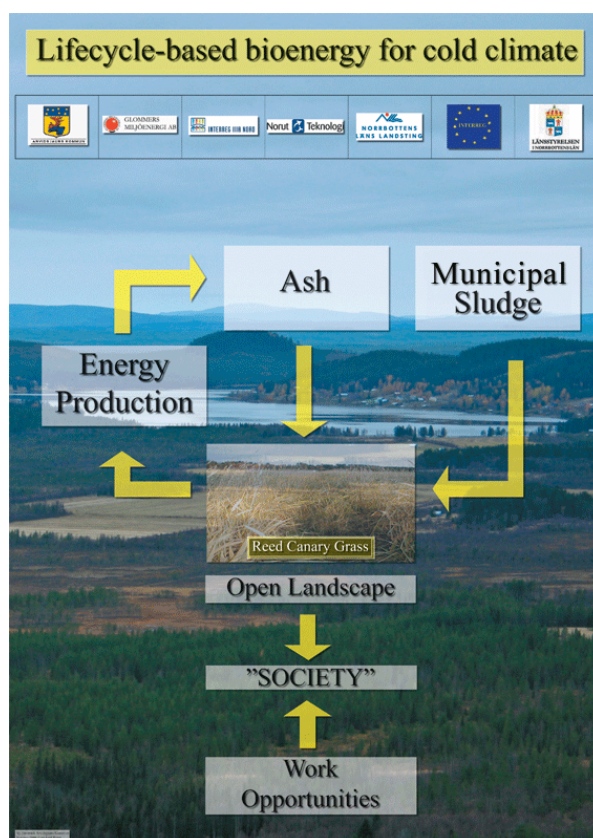
Avslutningsvis kan vi konstatera att det finns inte mycket forskning om odling av energigrödor *på myrmark i Nordkalotten*. Utvecklingspotentialen är stor med tanke på mängden nedlagda myrodlingar, och den utveckling inom jordbruket som vi kan se. Eftersom myrmark har helt andra egenskaper än annan mark så bör mer forskning och försök utföras för att utveckling ska kunna ske på bästa sätt. Detta gör Nordkalotten till ett intressant och viktigt område att studera mer. De praktiska förutsättningarna för att producera förnyelsebar och miljövänlig energi av rörflen är goda. Vi tror att rörflefsodling kan bli en viktig biintäkt i framtiden för bönder och jordbrukare i Nordkalotten.

10. Vår vision av ett kretsloppsanpassat samhälle

Vårt mål är att utarbeta en miljövänlig energiproduktion som är anpassad till naturens kretslopp.

Genom att använda bioenergi från våra åkrar och skogar kan vi hålla mängden koldioxid som är i omlopp konstant. Genom att återföra aska och kommunalt slam till odlingsmarken tar vi hand om restprodukterna av energiproduktionen och inkluderar samtidigt andra av vårt samhälles avfallsprodukter. Med denna metod kan vi bygga ett långsiktigt kretsloppssamhälle.

För att nå detta mål behövs fortsatt utvecklingsarbete!



11. Fortsättning av projektverksamhet

Nätverkandet inom bioenerginord-gruppen fortsätter på både det nationella och internationella planet. En nyhetsartikel som beskriver projektresultaten planeras till tidningen Bionergyinternational Russias sommarnummer i samarbete med Olga Rakitova på Wood-Pellets.com i St Petersburg. (Publicerad oktober 2008).

www.bioenerginord.com uppdateras löpande med information från alla projekt genomförda i konstellationen GME – Arvidsjaur kommun och på senare år Norut Teknologi. Här finns den nu uppdaterade *Handbok i rörlensodling*, samt våra filmer av rörlensodling, för att bönder, producenter, kommuner och myndigheter m.fl. ska kunna ta del av resultaten vi tagit fram under den tid vi arbetat i projekt med utveckling av bioenergifrågor.

12. Bilagor:

1. *Remissyttrande: "Bioenergi från jordbruket – en växande resurs" SOU 2007:36 av Svenska Bioenergiföreningen SVEBIO*
2. *Glommers Miljöenergi AB, Handbok i Rörflensodling 2008, www.bioenerginord.com*
3. *Bioforsk Slutrapport februari 2008*
4. *Gabbro AB Slutrapport februari 2008*
5. *Rapport Provodling Järvträsk-Brännberg 2007*
6. *Orienterande studie - Maskinring Norr*
7. *Förbränningsprov med exakthackad rörflen Jan Burvall aug2007*
8. *Slamdirektivet, Jordbruksverket 2007.*
9. *Sammanfattning konferens SPB*
10. *Körskador och andra skördeförluster på myrmark, Glommers Miljöenergi AB 2008*
11. *Intresseanmälan om AlphaKat till Energimyndigheten från Arvidsjaurs kommun*
12. *Mötesanteckningar vid möte med Energimyndigheten*
13. *Intresseanmälan till representant för AlphaKat-tekniken i Sverige*
14. *Bioenerginord-hänvisning i tidningen Bioenergy International, 62 länder.*
15. *Rapport provodling Norge 2008*
16. *ETC rapport 071031 Rörflen-kulepellets-grot*

Kontakta Anna Lundmark på Glommers Miljöenergi AB, www.bioenerginord.com för utskick av önskade bilagor.

13. Litteraturlista och Referenser:

Berlin, Ylva, *Bioenergiutredningen förordar salix, oljeväxter och gödsel*, Jordbruksaktuellt 2007-06-26, <http://www.ja.se/nyheter/visaNyhet.asp?NyhetID=8284&highlight=> 2008-04-04

Bioenergiportalen. *om Rörflen* <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1496&m=968>, 2008-04-04

Forsberg et. al *Jordbruket som leverantör av åkerbränsle till storskaliga kraftvärmeverk*, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2007, <http://www.jti.se/index.php?page=publikationsinfo&publicationid=284> 2008-04-04

Glommers Miljöenergi AB, *Projekt: Kretsloppsanpassad Bioenergi 1997-1999*, <http://www.bioenerginord.com/Documents/Slutrapport%20KAB.pdf> 2008-04-04

Glommers Miljöenergi AB, *Kartläggning och analys av kommersiella användningsområden för vit biolövmassa 2005-2007*, http://www.bioenerginord.com/Documents/Slutrapport_projekt_Vit_biolovmassa_28_nov_SLUTVERSION.pdf 2008-04-27

Glommers Miljöenergi AB, *Projekt: Rörflen 1999-2000*, <http://www.bioenerginord.com/Documents/Rorflen%20Slutrapport.pdf> 2008-04-04

Glommers Miljöenergi AB, *Film: Anläggning av rörflensodling*, <http://www.bioenerginord.com/kunskap.html> 2008-04-04

Gustafsson et. al. *Manual för Salixodlare*, Lantmännen Agroenergi AB, <http://www.agrobransle.se/salix/odla> 2008-04-04

Koch, Christian, http://alphakat.de/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=37&Itemid=63 2008-04-27

Krzesinski, Edwin, <http://avbp.se/Teknologi/Enkelbeskrivning.htm> 2008-04-27

Landström & Wik, *Rörflen – odling, skörd och hantering*, ISSN 0280-7106 © SLU 1997

Larsson et al, *Rörflen som energigröda – erfarenheter från fullskaleförsök vid Biobränsletekniskt centrum (BTC) i Umeå under åren 2000-2004*, BTK-rapport 2006-11, http://publikationer.slu.se/Filer/BTK-rapport2006_11.pdf 2008-04-09

Ljungblom, Lennart, *Bränslefabrik, Värmecentral för Rörflen och sorterat avfall*, Bioenergi nr 1 2000.

MTT Forskningscentralen för jordbruk och livsmedelsekonomi, Finland, *Odling och skörd av rörflen för energiproduktion*, <http://www.mtt.fi/met/pdf/met1a.pdf> 2008-04-09

Persson, Ulf, *En het nyhet – en ny revolutionerande pelletbrännare har utvecklats*, NSD, 2006-06-29

Rönnerberg, Per *Mer gräs i Finland*, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, <http://www.iva.se/templates/page.aspx?id=4150>, 2008-04-27

Skogsstyrelsen/Glommers Miljöenergi AB, *Trädbränsletillgångar i Norrbotten 2007*, http://www.bioenerginord.com/Documents/Inventering_norrbotten_tradbransletillgangar.pdf 2008-04-27

Informanter:

Sara Lindgren, Tekniska kontoret, Arvidsjaurs kommun.
Göran Winkler, Låtra Gård, Vingåker, Sörmlands