GRÖDOR FRÅN ÅKER TILL ENERGI 1133

Optimering av odlingsåtgärder i rörflen för ökad lönsamhet

Cecilia Palmborg och Eva Lindvall

värmeforsk
VÄRMETEKNISK FORSKNING OCH UTVECKLING

Optimering av odlingsåtgärder i rörflen för ökad lönsamhet

Fältstudier av sorter, samodling med baljväxter och korn, gödsling samt markpackning

Optimizing reed canary grass cropping to increase profitability

Field studies of plant varieties, intercropping with legumes and barley, fertilization and soil compaction

Cecilia Palmborg, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU

Eva Lindvall, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU

E06-634

VÄRMEFORSK Service AB

101 53 STOCKHOLM · Tel 08-677 25 80

Maj 2010

ISSN 1653-1248

Abstract

Försöksverksamhet med provning av rörflenslinjer som har potential att bli nya sorter har påbörjats på tre ställen i landet. Nya sätt att etablera rörflensvall har provats i fyra fältförsök: Samodling med korn gav inte en bra rörflensgröda. Samodling med baljväxter för att ersätta hälften av kvävet med kvävefixering fungerade tillfredställande i två försök, och ledde till alltför mycket ogräs i två försök. Skörd av rörflen på tjälad mark på hösten ger en alltför blöt gröda och ledde inte till bättre tillväxt av rörflen året därpå jämfört med vårskörd.

Sammanfattning

Rörflen är en flerårig gröda med potential till höga skördar med låga insatser jämfört med odling av spannmål. I praktisk odling har det dock visat sig att denna potential inte alltid realiseras. För att odlingen av rörflen ska kunna bli mer omfattande måste odlingskostnaderna per energienhet minska, och målet med detta projekt är att pröva nya metoder och rörflenssorter som kan bidra till detta. Målgruppen är framför allt lantbrukare som vill odla rörflen och lantbrukets rådgivare, men också latbrukarnas kunder, d.v.s. värmeverken samt myndigheter.

De flesta rörflenssorter som finns på marknaden är framtagna för foderändamål (mycket blad) och inte för bränsleändamål (mycket strån). Därför finns ett behov av nytt uthålligt sortmaterial. Vi har inom projektet anlagt tre nya sortförsök i rörflen och också inkluderat det ungerska energigräset Szarvasi 1. Dessa har inte utvärderats än. Sortförsök som anlades under 2004 och 2006 visar dock att det finns linjer som har potential att bli sorter inom några år om de testas på fler lokaler.

Höga handelsgödselpriser de senaste åren har också lett till att kostnaderna de två första åren, innan lantbrukaren får en inkomst av rörflenen har stigit. Vi har anlagt fyra fältförsök som kombinerar två olika strategier för att minska gödslingskostnaderna: Dels samodling med baljväxter för att ersätta en del av handelsgödselkvävet, dels att ersätta P och K gödslingen med rötslam, rörflensaska eller hönsgödsel under insåningsåret. Samodling med korn för att få en inkomst första året testades också i två försök. Detta visade sig inte fungera så bra. I det ena försöket fanns det mycket kvickrot och den sammanlagda konkurrensen från korn och kvickrot gjorde att rörflenen inte klarade sig. I det andra försöket blev rörflenen sen i starten efter övervintringen och skörden blev bara hälften så stor som där bara rörflen odlats. Samodling med baljväxter fungerade på de två försök som låg på försöksgårdar. Där bidrog särskilt Alsikeklöver med så pass mycket kväve från kvävefixering att det kompenserade för en halvering av handelsgödselkvävet. I de två försök som ligger hos lantbrukare blev det för mycket ogräs, och det ena av dessa försök är nu nedlagt. Gödslingen med rötslam och rörflensaska har inte gett några signifikanta skillnader, jämfört med PK-gödsling. En ekonomisk kalkyl visar att kostnaderna de första två åren kan minska genom samodling med rödklöver.

Fältförsök med fältmässig odling av rörflen på Röbäcksdalens i Umeå försöksstation har efter några år gett sämre och sämre skördar. En hypotes har varit att detta kan bero på packning av marken när tunga traktorer kör på våren. För att minimera körningen på våren har en metod med skörd på tjälad mark på hösten och hackning av rörflenen direkt på fältet testats. Den har utvärderats genom att mäta markpackningen och tillväxten av rörflen i traktorspår och mellan traktorspår. Torrsubstanshalten i grödan var vid höstskörden bara 28 % vilket gör att värmevärdet var mycket litet. Det var färre traktorspår som också var grundare efter höstskörd än efter vårskörd. Tillväxten av biomassa var lägre i spår än mellan spår, ändå blev inte tillväxten högre där det var höstskördat än där det var vårskördat. Det var heller inga nämnvärda skillnader i markpackning i spår och mellan spår, vilket ger slutsatsen att sen höstskörd inte kan lösa problemet med vikande skördar.

Sammanfattningsvis är dessa försök ett steg mot lönsamhet i rörflensodlingen, men forskningen måste fortsätta för att målen ska nås.

Nyckelord: Sortförsök, rörflen, samodling, baljväxter, klöver, getärt, lucern, rötslam, rörflensaska, sen höstskörd, vårskörd.

Executive Summary

Reed Canary Grass (RCG) is a promising crop for biofuel production. For reed canary grass the first year is an establishment year when the small biomass is not harvested. The second year the biomass is usually cut in late autumn but the harvest (removal of the biomass from the field) is delayed until spring. This technique has resulted in lower costs and increases in fuel quality through lower ash contents, including lower contents of chlorine, sodium and potassium. However costs for production are still high, especially establishment costs, fertilization costs and harvesting costs. The aim of this project was to test ways to cut costs per MWh by increased yields, and decreased establishment costs. The methods used have been variety trials to develop more productive plant material, intercropping with nitrogen fixing legumes to reduce the nitrogen demand of the crop, fertilization with waste material (sewage sludge, reed canary grass ash or poultry manure) and harvest at frozen ground as a strategy to reduce soil compaction and harvest damages on the crop.

Variety trials

Most commercial varieties of reed canary grass on the market have been selected for forage purposes. There is only one variety, Bamse, which is selected for industrial purposes. Plant breeding in reed canary grass has been conducted since the late 80s in Sweden and Finland. Since 2005, when SW-seeds closed the plant breeding station in Umeå, only testing of existing plant material and propagation of seed material has been conducted. Lately, variety trials have only been done in Umeå, due to lack of funding. Within this project we established a variety trial at a site in Sörmland, Låttra gård. Similar experiments were also established at two sites in Västerbotten, Röbäcksdalen and Skellefteå and one site in Norrbotten, Glommersträsk. This was done within another project, Bio-energy farms in a new landscape, which is a co-financier of this project. There are no harvest results from the newly established experiments yet, but other experiments conducted within Bio-energy farms in a new landscape (Tables 4, 5 and 6 in the main report) show that there are some promising new breeds that could become new varieties if they continue to be productive in the new trials.

Establishment experiments with legume intercropping and fertilization treatments

Reed canary grass grown as a fuel has so far been grown as a monoculture. However, when it is been grown for forage, or as a biogas crop, intercropping with legumes has been successful in some studies. At four sites experiments with intercropping of reed canary grass and legumes or barley were established. The sites are presented in Table 1. At the northern sites reed canary grass (rörflen, *Phalaris arundinacea*) was intercropped with Alsike clover (Alsikeklöver, *Trifolium hybridum*), red clover (rödklöver ,*T. pretense*) and goats rue (getärt, *Galega orientalis*) at all sites. In Ås and Yttertavle, barley was sown as a nurse crop in one treatment, but in Röbäcksdalen, kura clover (kuraklöver, *T. ambiguum*) was tried instead. In Sörmland, in southern Sweden red clover, goats rue, lucerne (lucern, *Medicago sativa*), and kura clover were used. The varieties used and the amounts of seed sown are listed in Table 3a. At all sites there were also three fertilization treatments (Table 3b). In addition to NPK-fertilizers sewage

sludge (rötslam), ash from combustion of reed canary grass (rörflensaska, aska) and poultry manure (hönsgödsel) was used. The first year, 2008, three experiments were established at Ås, Låttra gård and Yttertavle. However, at Låttra gård the reed canary grass did not germinate in time due to drought and in Yttertavle there were too much couch grass and other weeds. Thus the experiments were resown the next year in new fields. In Västerbotten the experiment was moved to SLUs field station in Umeå, Röbäcksdalen. There were 84 plots of 3 x 10 m size at each site, arranged in a randomized block design with fertilization as main treatment and species mixtures as sub treatment.

At the three remaining sites, 50 x 50 cm plots, 50 cm from the edge of the big plots were harvested by hand cutting in autumn 2009. The biomass was sorted in each sown species and weeds and the dry weight of each fraction was determined. At Låttra gård there was a lot of white clover in the weeds and thus weed legumes were also separated. The sown species and weed legumes were milled and N% and the proportion of the stable isotope ^{15}N was analyzed on an ANCA-SL coupled to a Sercon 20-20 IRMS (Sercon, United Kingdom). The data were used to calculate the nitrogen fixation using both the difference method and the ^{15}N natural abundance method (Unkovich et al. 2008). At Ås a larger plot was also harvested with a plot harvester in October. However, since this harvest was interrupted by snow, only 2/3 of the plots were harvested.

At all sites there were significant differences in legume biomass between the species mixtures. Alsike clover was the most productive sown legume, followed by red clover and lucerne. Goats rue and kura clover were slow starters that did not contribute much biomass during the establishment phase. The experiments have to be continued to evaluate their feasibility. The nitrogen fixation was highest at Låttra gård, 50-70 kg N/ ha, due to large biomass of white clover (weeds). At Röbäcksdalen the nitrogen fixation ranged from 0 in goats rue and kura clover to 50- 55 kg N /ha in Alsike clover with 25-35 kg N/ ha in red clover. In Ås, the only site where the ley was in the first production year, nitrogen fixation ranged from 28 to 38 kg N/ ha using the difference method. The lower nitrogen fixation rate at this site was due to strong competition from the very dense reed canary grass crop. Nitrogen fixation was higher with lower N-fertilization level in the experiments at Ås and Låttra gård.

At all sites the amount of reed canary grass was higher with the higher N-fertilization level. However the difference was only significant in Röbäcksdalen and Låttra gård. The amount of total biomass was significantly higher with full N-fertilization in Röbäcksdalen and at the harvest of the larger plots in Ås. The treatments with halved N-fertilization and PK-fertilization by ash or sewage sludge were generally not significantly different from halved N-fertilization and PK-fertilization.

Establishment of reed canary grass under barley as a nurse crop did not work well. In Ås the harvest was less than half of the other species mixtures and in Yttertavle, there was almost only couch grass in the barley treatment in 2009. Also there were more weeds in the barley treatment in Ås.

An economic calculation showed that the establishment costs (the first two growing seasons) can be lowered by intercropping with red clover. However it is also involves more risks, related to weeds, and cannot be recommended on fallow soil with a large

seed bank of weeds. Weed management with glyphosate (Roundup) the year before sowing and Basagran SG when the legumes have three full leaves, is recommended in order to decrease the total competition of legumes and weeds.

Late fall harvest - compaction trial

A ten year old reed canary grass ley was used for the experiment. Two 25 m wide strips were harvested with a mower on November 19 2008 when the top soil was frozen. The harvested material was chopped and removed from the field the following day. The following spring, May 19 2009, the remaining reed canary grass on the field was cut with a mower and harvested with a square baler weighing 7.5 tons. The amount and depth of the tractor tracks, penetrometer measurements (Eikelkamp penetrologger) and small plot harvests were assessed along the two lines shown in figure 1. The harvested biomass from both cutting of 50 x 50 cm plots along two lines in the field and the two field harvests are shown in figure 13. Equal amounts of dry matter per hectare were harvested with late autumn harvest and spring harvest. However in November the water content of the biomass was 72 % compared to 20% in May. The energy value of the biomass harvested in autumn thus was very low. There were more tractor tracks in the spring harvested area, and the tracks were also deeper. In the spring harvested area 58% of the surface was tracks, with a mean depth of 5.2 cm compared to 44 % tracks, 2.3 cm deep in the autumn harvested area.

There were insignificant differences in penetration resistance in tracks compared to between tracks (Figure 14). However, significantly more pressure was needed to push down the penetrometer into the soil in the autumn harvested area compared to the spring harvested area. This was probably due to a faster drying of the soil in the autumn harvested area because of lack of biomass cover and an earlier growth of the reed canary grass. When small plots were harvested after the growing season 2009 there were no significant differences in biomass dry matter between the two harvesting strategies. There was more biomass between tracks than in tracks, and also more straw biomass even though the straw percentage in the biomass was not different in tracks and between tracks (Figure 15). In conclusion, there were no measurable advantages on biomass growth or soil compaction after late autumn harvest compared to spring harvest, and the method cannot be recommended to sustain high reed canary grass harvests.

Key words: Variety trials, Phalaris arundinacea, legume intercropping, sewage sludge, reed canary grass ash, soil compaction, autumn harvest, spring harvest.

Förord

Vi vill tacka Johan Arvidsson på Institutionen för Mark och Miljö, SLU som har hjälpt oss med mätningen av markpackning samt Göran Winkler, Låttrabriketter som har upplåtit mark till samodlings och sortförsöket i Sörmland och varit ett värdefullt bollplank. Ett särskilt tack till Lars Eriksson, Forslundagymnasiet, Umeå som är en av initiativtagarna och var ett viktigt stöd vid starten av projektet. Dessutom vill vi tacka alla försökstekniker och andra på HS konsult och institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap som hjälpt till med det praktiska. Per-Olov Nemby, Kent Dryler, Ulf Engman, Malin Barrlund, Harry Eriksson, Ann-Sofi Hahlin, Pernilla Bärlund m.fl. Det här projektet har, förutom av Värmeforsk, också finansierats av EU-projektet Bioenergigårdar i ett nytt landskap, där Kempe-stiftelserna är en stor finansiär och av Stiftelsen lantbruksforskning. Alla foton i rapporten är tagna av Cecilia Palmborg om inte annat anges.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING 1

1.1 BAKGRUND 1

1.2 BESKRIVNING AV FORSKNINGSOMRÅDET 1

1.3 FORSKNINGSUPPGIFTEN OCH DESS ROLL INOM FORSKNINGSOMRÅDET 3

1.4 MÅL OCH MÅLGRUPP 3

2 MATERIAL OCH METODER 4

2.1 SORTFÖRSÖK 4

2.2 ETABLERINGSFÖRSÖK 5

2.3 JÄMFÖRELSE AV MARKPACKNING EFTER SEN HÖSTSKÖRD OCH VÅRSKÖRD 10

3 RESULTATREDOVISNING 14

3.1 SORTFÖRSÖK 14

3.2 ETABLERINGSFÖRSÖK 16

3.3 PACKNINGSFÖRSÖK 33

4 DISKUSSION 37

4.1 SORTFÖRSÖK 37

4.2 ETABLERINGSFÖRSÖK 37

4.3 PACKNINGSFÖRSÖK 38

5 SLUTSATSER 40

6 REKOMMENDATIONER OCH ANVÄNDNING 41

7 FÖRSLAG TILL FORTSATT FORSKNINGSARBETE 42

8 LITTERATURREFERENSER 43

Bilagor

A FÄLTKORT FÖR ETABLERINGSFÖRSÖKEN

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Rörflen har visat sig vara en lovande gröda för biobränsleproduktion. Genom utveckling av teknik med avslagning på hösten och skörd nästa vår har man kunnat få ned kostnaderna och öka bränslekvalitén genom minskade askhalter, särskilt klor, natrium och kalium(Larsson et al. 2006). Tidigare har ändå priserna för bränsleråvara varit för låga för att det ska löna sig att odla rörflen. Med en ökande efterfrågan både från värmeverken, till andra energiändamål och från skogsindustrin har priserna dock ökat och värmeverken förutspår att skogsbränslena inom en snar framtid inte kommer räcka till. Därför behövs en kraftfull satsning på biobränslen från åkern.

Det har visat sig att det finns ett motstånd mot att etablera Salix bland bönder. Man tvekar att låsa upp marken för så lång tid framöver och det är också dyrt att återställa en Salixodling till åkermark. Rörflensodlingar däremot kan brytas upp som vilken vall som helst. Bonden kan också sköta gödsling och skörd själv på en rörflensodling till skillnad från Salix. Det behövs dock ytterligare minskning av kostnaderna i samband med etablering och odling av rörflen för att rörflenen ska få samma framgång som i Finland. Där har man satsat på rörflensodling som huvudsaklig åkerenergigröda och hade ca 20 000 ha rörflensodlingar år 2007 (Lindh et al. 2009). Denna satsning är dock helt beroende av höga subventioner.

Lönsamheten i rörflensodling är helt beroende av att man får höga skördar. En system- och ekonomistudie konstaterade att med den tidens priser krävdes en skörd på 9,7 ton per ha och år för att odlingen skulle bli lönsam (Olsson et al. 2001). Det är betydligt högre nivåer än man fått vid vårskörd i stor skala på Röbäcksdalen (Larsson et al. 2006). De största kostnaderna vid odling var gödsling, pressning av balar, lagring och transporter.

Detta projekt fokuserar på att testa befintligt sortmaterial och nya sorter i Mellansverige, att hitta strategier för att minska kostnaderna för gödsling, samt att undersöka om markpackning av traktorer i samband med skörd kan vara en bidragande orsak till att skördarna ofta avtar efter några år i praktisk odling.

1.2 Beskrivning av forskningsområdet

De rörflenssorter som nu finns på marknaden har i de flesta fall tagits fram för foderproduktion. De har förhållandevis hög andel blad, medan för energiändamål är det viktigt med en hög andel strån eftersom stråna har lägre askhalt och kvävehalt (Berg et al. 2007). Stråandelen och stråstyrkan är också viktig för att inte få alltför stora vinterförluster vid vårskörd. En grundläggande förutsättning för att öka etableringen av rörflensodlingar i Sverige är tillgången på lämpligt utsäde. Särskilt viktigt är studier i den södra halvan av landet eftersom merparten av sortprovningen hittills skett i norr. De sorter som rekommenderas i Finland är en möjlighet men i de södra delarna av Sverige är de endast provade i få försök.

Rörflen etableras oftast i renbestånd. I finska försök gav rörflen något mindre skörd första året när det etablerades tillsammans med korn som tröskades i september (Saijonkari-Pahkala 2001). Däremot var det ingen skillnad på produktionsnivån de följande åren jämfört med när rörflen etablerades i renkultur. När kornet skördades som helsädesensilage i augusti tog däremot rörflenen mer skada och skördenivåerna förblev lägre i tre år.

Vi har hittat få samodlingsförsök med rörflen och andra fleråriga arter. De som finns gäller oftast rörflen till foder. I en kanadensisk studie av rörflen som ett av två fodergräs tillsammans med vitklöver utgjorde rörflenen en liten andel av biomassan från starten och hade svårt att etablera sig i konkurrens med andra gräs (McKenzie et al. 2005). I den studien var dock förhållandena väldigt annorlunda jämfört med vårskördad rörflen till energiändamål eftersom grödan klipptes flera gånger varje år. I vårt eget biodiversitetsförsök i Umeå där grödan klipptes i augusti hade däremot rörflenen en tendens att konkurrera ut de andra arterna efter några år. I det försöket hade rörflen i monokultur en produktion på 3800kg/ha och år, år 3-6 utan gödsling, medan rörflen, timotej, rödklöver och Alsikeklöver i blandning tillsammans producerade 6200 kg/ha och år utan gödsling (Palmborg et al. 2005). Detta berodde i mångt och mycket på att blandade bestånd innehöll klöver som klarade sin egen kväveförsörjning via kvävefixerande bakterier, och också bidrog till hela beståndets kväveförsörjning. Getärt har samodlats tillsammans med rörflen i Finland och Estland till foderändamål (Josefsson 1994).

Gödsling med aska från kornhalm har i en tidigare studie från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap varit en fullgod kaliumkälla (Landström et al. 1996). På mulljord har rörflensaska givit lika bra eller bättre skördar än PK-gödsling (Ericson 1999). Rötslam är också ett bra gödselmedel för rörflen. I en estnisk studie gav rörflenen som gödslats med 60 kg N/ha i rötslam lika bra skörd som med 60 kg N/ha i handelsgödsel (Alaru et al. 2009). I en amerikansk långtidsstudie, där 830 kg N/ha i rötslam tillfördes till en rörflensvall varje år, gav slamgödslad rörflen bättre skördar än motsvarande handelsgödslade gröda (Clapp 2007).

Ett problem som man sett i försök är minskande skördenivåer efter fjärde året. Sorterna Bamse och Palaton långtidsutvärderas på försöksfälten vid SLU:s forskningsstation Röbäcksdalen, Umeå (Larsson et al. 2006). På senare år har skördarna minskat med början vid det fjärde skördeåret. Detta har också varit kopplat till en låg andel strå i biomassan, vilket minskar bränslekvalitén. Orsaken till detta är inte känd, svackor har uppträtt i tidigare försök, men då inte varit lika markanta. En hypotes är att de milda höstarna har fått nästa års stråskjutande skott att komma upp redan före vintern och att de sedan har frusit bort eller skadats vid skörd. De skott som kommit på våren har sedan i huvudsak varit bladbärande skott. Här kan också skillnader i tillväxtrytm hos olika sorter spela in. Andra faktorer som kan påverka uthålligheten i odlingen är gödsling samt packning av marken vid traktorkörning. En uthållig odling kräver naturligtvis jämnare skördenivåer än detta så det problemet måste lösas.

Tidigare har packningen av marken vid vårskörd jämfört med skörd på sensommaren studerats i ett försök i Umeå 1991-1993. Man fann inga större skillnader i packning. Körskador under slåtter och bärgning hade dock något större negativ inverkan

på våren, medan det stora antal vändningar som krävdes för torkningen var negativt på sensommaren (Johansson 1993).

1.3 Forskningsuppgiften och dess roll inom forskningsområdet

Nya rörflenssorter, några marknadssorter och även en för Sverige ny gröda energigräset Szarvasi (Elytrigia elongata) har såtts i sortförsöken.

Tre fältförsök som prövar ny etableringsteknik, samodling med baljväxter eller korn, har anlagts. Dessa inkluderar även olika gödselbehandlingar bl. a. med rötslam eller aska och försöken ska skördas med vårskörd. Sådana fältförsök har tidigare inte gjorts i Sverige.

Körskador och packning av jord på en befintlig rörflensvall har undersökts efter skörd med penetrometerteknik. En jämförelse gjordes mellan vårskörd med pressning av fyrkantsbalar och direktskörd på senhösten när marken har frusit. Tidigare har bara markpackning efter sommarskörd och vårskörd av rörflen jämförts i Sverige.

1.4 Mål och målgrupp

Långsiktigt mål:

Att ta fram kunskap som ger bättre förutsättningar för en lönsam rörflensproduktion.

Delmål:

- Att utvärdera några nya sorter jämfört med befintliga marknadssorter för att kunna ge rekommendationer.
- Att utvärdera om etablering av rörflen tillsammans med en skyddsgröda eller en perenn baljväxt kan ge minskade nettokostnader för anläggning.
- Att utvärdera effekten av direktskörd av lös rörflen på körskador och packningsskador.

Målgruppen är framför allt lantbrukare och lantbrukets rådgivare som vill satsa på bioenergiproduktion, men projektet syftar också till att visa myndigheter och värmeverk att det finns en potential för lönsamhet och därmed tillväxt i rörflensproduktionen.

2 Material och metoder

Försökslokaler: Försök har utförts på Låttra gård i Katrineholms kommun i Sörmland, på SLUs försöksstation i Ås i Östersunds kommun i Jämtland och på SLUs försöksstation Röbäcksdalen samt i Yttertavle i Umeå kommun i Västerbotten. Dessutom har två sortförsök anlagts hos lantbrukare i Skellefteå i Norra Västerbotten och i Glommersträsk i Norrbotten. Etableringsförsöken och sortförsöken i Västerbotten och Norrbotten är finansierade av ett EU-mål 2 projekt, Bioenergigårdar i ett nytt landskap, där länsstyrelsen i Västerbottens län är projektägare. Medel från Bioenergigårdar har använts till motfinansiering av detta projekt och därför redovisas även de försöken här. Data om försöksfälten finns redovisade i Tabell 1.

Tabell 1: Data om försöksfälten. Analyserna är utförda av Eurofins. Kalium och fosfor extraherades med ammoniumlaktat.

Table 1: Field trial site data. Analyzes are performed by Eurofins. Potassium an phosphorous were extracted by ammonium lactate.

Ort, site	Latitud N	Longitud E	Jordart	Mullhalt Humus content %	K mg/100 g lufttorr jord	P mg/100g lufttorr jord	pH
Låttra gård	59 °4’	16,1’	Måttligt mullhaltig mellanlera	3,6	16	5,4	6,3
Ås	63 °15’	14 °34’	Morän-lättlera	6,4	8,9	14	6,4
Röbäcksdalen	63°48’	20 °14’	Måttligt mullhaltig svagt lerig sand	3,3	7,3	8,5	6,0
Yttertavle	63 °47’	20 °23’	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Uppgift saknas
Skellefteå	64°45'	20° 46'	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Uppgift saknas
Glommersträsk	65 °15’	19° 37'	Mulljord	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Uppgift saknas

2.1 Sortförsök

Våren 2008 anlades ett sortförsök på Låttra gård i Sörmland och ett i Yttertavle i Västerbotten. Båda etableringarna misslyckades dock. I Sörmland var det på grund av torka och i Yttertavle på grund av alltför riklig kvickrotsförekomst. Samma vår anlades också sortförsök i Glommersträsk och Skellefteå inom projektet Bioenergigårdar i ett nytt landskap. Dessa etableringar lyckades bättre även om det fanns en del ogräs även där. Samtliga sortförsök var randomiserade blockförsök med fyra upprepningar.

Våren 2009 etablerades två nya försök, dels på Låttra gård dels på Röbäcksdalen i Västerbotten. De sorter som ingår i försöken redovisas i Tabell 2.

Försöket på Låttra gård såddes den 20/5 2009. Vid besiktning den 18/6 2009 fanns det inte så mycket fröogräs att man tyckte att det behövde bekämpas. Däremot fanns det en del kvickrot. En ny inspektion och även fotografering gjordes 20/8 2009. Då var hela försöket överväxt med vitklöver. Det var då väl sent för en kemisk bekämpning och även risk för att skada klövern i det intilliggande etableringsförsöket så vi bestämde oss för att avvakta och se om rörflenen kan konkurrera ut vitklövern nästa år. Den rikliga klöverförekomsten gjorde det också omöjligt att bedöma etableringen av de olika sorterna.

Tabell 2: Sorter sådda i de olika sortförsöken

Table 2: Varieties of reed canary grass sown at different sites

Röbäcksdalen & Låttra 2009	**Glommersträsk & Skellefteå 2008**
Palaton	Palaton
SW Bamse	SW Bamse
Venture	Venture
Chieftain	Chiefton
Szarvasi 1 (*Elytrigia elongata*)	Szarvasi 1 (*Elytrigia elongata*)
SW RF5004	SW RF5004
SW RF5036	SWN RF9503
SW RF5037	SWN RF 9506
	Lara

Ett nytt försök som ersätter det i Yttertavle såddes på Röbäcksdalen den 18/6 2009. Fältet var tidigare en gräs/klövervall. Vallen bröts med 3 l glyfosat (Roundup)/ha den 20/5 2009 och plöjdes, harvades och gödslades den 15/6 2009. Försöket såddes den 18/6 2009 efter ytterligare en harvning och vältning. Försöket sprutades med 1,5 l Basagran SG per ha den 6/8 2009 mot fröogräs.

Dessutom överfördes driften av några sortförsök sådda 2004 och 2006 till Bioenergigårdar 2008. Resultaten från dessa försök redovisas därför också här.

2.2 Etableringsförsök

På samtliga försökslokaler har försök med samodling av rörflen med andra arter gjorts. Syftet är att minska nettokostnaden för etableringen av en rörflensvall, antingen genom att ha en så kallad skyddsgröda, korn, som kan ge en inkomst under etableringsåret, eller genom att samodla rörflenen med kvävefixerande baljväxter som skulle kunna minska behovet av kvävegödsel. På samtliga lokaler har mängden kvävegödsel varierats och något kretsloppgödselmedel (rörflensaska, rötslam eller hönsgödsel) har testats. Samtliga försök har varit så kallade randomiserade blockförsök där alla behandlingar upprepats fyra gånger och gödslingsbehandlingarna utförts i storrutor med samtliga

artblandningar i mindre rutor (ca 3 x 10 m, lite olika på olika orter) inom varje storruta. De olika artblandningarna och gödselbehandlingarna redovisas i Tabell 3a respektive 3b. Alla biomassaresultat är angivna som torrsubstans torkat i 60 ^{o}C.

Tabell 3a. Utsädesmängder och sorter i etableringsförsöken. I alla led såddes också lika mycket rörflen/ha som i led a (monokultur av rörflen).

Table 3a: Amounts of seed for sowing and species in the establishment trials. In all plots equal amount of reed canary grass/hectare as in grass monoculture (treatment a), was also sown.

Ort	Art	Sort, variety	Utsädesmängd kg/ha
Ås, Jämtland	a. rörflen	Bamse	10
	b. korn		128
	c. rödklöver	Betty	4
	d. 20 % getärt	Gale	8
	e. 40 % getärt	Gale	16
	f. Alsikeklöver	Frida	3,2
	g. rödklöver + getärt	Betty + Gale	2 rödklöver 8 getärt
Låttra gård, Sörmland	a. rörflen	Bamse	11
	b. rödklöver (höstslåtter)	Vivi	4,7
	c. rödklöver	Vivi	4,7
	d. 20 % getärt	Gale	8
	e. kuraklöver		4,7
	f. lucern	Nexus	4,8
	g. rödklöver + getärt	Vivi + Gale	2,35 rödklöver 8 getärt
Röbäcksdalen, Västerbotten	a. rörflen	Bamse	11
	b. rödklöver (höstslåtter)	Betty	4,4
	c. rödklöver	Betty	4,4
	d. 20 % getärt	Gale	8
	e. kuraklöver		4,7
	f. Alsikeklöver	Frida	3,8
	g. rödklöver + getärt	Betty + Gale	2,2 rödklöver 8 getärt
Yttertavle, Västerbotten	a. rörflen	Bamse	10
	b. korn		128
	c. rödklöver	Betty	4
	d. 20 % getärt	Gale	8
	e. 40 % getärt	Gale	16
	f. Alsikeklöver	Frida	3,2
	g. rödklöver + getärt	Betty + Gale	2 rödklöver 8 getärt

Tabell 3b. Gödslingsbehandlingar i etableringsförsöken.

Table 3b. Fertilization treatments in the establishment experiments.

Ort	Gödsling 2008 kg/ha Våtvikt för slam/aska	Gödsling 2009 kg/ha Våtvikt för slam/aska/ hönsgödsel	Näring i aska/ hönsgödsel eller rötslam kg/ha
Ås, Jämtland	A: 40 N, 20 P, 40 K	A: 100 N 50 K	
	B: 20 N, 20 P, 40 K	B: 50 N 50 K	
	C: 20 N 3460 kg rötslam	C: 50 N 50 K	30 N 36 P 2 K 3,6 Mg
Låttra gård, Sörmland		A: 40 N, 20 P, 40 K	
		B: 20 N, 20 P, 40 K	
		C:20 N, 2200 kg rörflensaska	10 P, 22 K, 7,4 Mg
Röbäcksdalen, Västerbotten		A: 40 N, 20 P, 40 K	
		B: 20 N, 20 P, 40 K	
		C:20 N, 2200 kg rörflensaska	10 P 18 K 6,6 Mg
Yttertavle, Västerbotten	A: 40 N, 20 P, 40 K		
	B: 20 N, 20 P, 40 K		
	C: 10 ton hönsgödsel		110 N 19 P 75 K

2.2.1 Ås i Jämtland

Försöket i Ås såddes efter en treårig gräs/klöver-vall. Vallen plöjdes på hösten 2007 och harvades med S-pinneharv på våren flera gånger. Rotogräs som kom upp på ena kanten av försöket behandlades med glyfosat (Roundup). En del av försöket gödslades med rötslam från det lokala reningsverket. Prov togs av rötslammet före spridning och analyserades på torrsubstanshalt och näringsämnen av Agrilab i Uppsala. Försöket såddes i den 4/7 2008 efter gödsling 3/7 2008 och vid inspektion i mitten av augusti var uppkomsten bra av alla arter. Ogräsförekomsten var inte heller alltför besvärande, det var bara en del ettåriga ogräs. Någon kemisk bekämpning av ogräs gjordes inte p.g.a. att försöksteknikern var rädd att skada getärten. Mekanisk avslagning för bekämpning av ogräs gjordes på 22 cm höjd den 5/9 2008 i samband med att kornet, som var skyddsgröda till rörflenen skördades. Kornet skördades som helsäd med en stubbhöjd på 7 cm. Fältförsöket besöktes 6/10 2008. Det förekom då en del kvickrot men det var bara i ena kanten av fältet. En vegetationsuppskattning gjordes i varje ruta 10/10 2008 och ytorna i ett av blocken fotograferades.

En bedömning av slutenheten hos beståndet och baljväxtprocenten i rutorna gjordes 15/5 2009. Ytorna gödslades den 4/5 2009 med Axan (N och S) och den 22/5 2009 med Kaliumsulfat. Markanalysdata har visat att P-gödsling inte behövs till vall på den här marken. Smårutor (50*50 cm) i ena änden av försöksrutorna skördades den 25-26/8 2009. Proverna sorterades upp i de sådda arterna och ogräs och torkades. Torrvikten per ha för varje art beräknades. Proverna av de sådda arterna maldes sedan först i hammarkvarn och sedan i kulkvarn och skickades till ett laboratorium i Gent för analys

av kvävehalt och naturlig abundans av kväveisotopen ^{15}N. Isotopsammansättningen i kvävet analyserades med en ANCA-SL ihopkopplad med en a Sercon 20-20 IRMS (Sercon, Storbritannien).

Uppskattning av kvävefixeringen med ^{15}N naturlig abundans-metoden

Kvävefixeringen hos baljväxter kan beräknas om den naturliga abundansen av den stabila kväveisotopen ^{15}N som kommer från jorden (representeras av ^{15}N i rörflen) skiljer sig signifikant från ^{15}N i baljväxter som växer i ett kvävefritt medium och sålunda måste ta allt sitt kväve från luften genom sin symbios med kvävefixerande bakterier. För Getärt saknade vi uppgift om ^{15}N när den växer i ett kvävefritt medium. Därför har vi antagit att $\delta^{15}N = -1$ (en promille mindre ^{15}N än i atmosfären, ett värde som är vanligt i fleråriga baljväxter). För rödklöver, Alsikeklöver och vitklöver användes värden från tidigare växthusstudier utförda vid institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap(Carlsson et al. 2006). Andelen kväve i baljväxterna (nitrogen derived from atmosphere, ndfa) från kvävefixeringen beräknades enligt formeln:

ndfa = ($\delta^{15}N$ i rörflen - $\delta^{15}N$ i baljväxten)/($\delta^{15}N$ i rörflen- $\delta^{15}N$ i baljväxt i kvävefritt medium)

Metoden finns beskriven i (Unkovich et al. 2008). Den totala mängden fixerat kväve räknades sedan ut med hjälp av baljväxtbiomassan, N-halten i denna och en faktor som också tar med kväve i rötter och kväve som förloras under växtsäsongen (Høgh-Jensen et al. 2004) enligt följande formel:

Kg kvävefixering/ha = ndfa * N-mängd i baljväxt/ha * 1,55 (faktor för rotkväve och förlorat kväve).

En av förutsättningarna för att använda ovanstående metod är att $\delta^{15}N$ i den icke kvävefixerande grödan (rörflen i det här fallet) är tillräckligt skilt från 0 (atmosfärens ^{15}N). Skillnaden behöver vara minst 2 ‰ för att metoden ska vara tillförlitlig. Medelvärdet för rörflen var 2,35 ‰, vilket innebar att i många prover var värdet under 2 ‰. Vi låg därför på gränsen till att metoden skulle fungera. Därför använde vi också en annan metod, differensmetoden för att räkna ut kvävefixeringen.

Differensmetoden bygger på skillnaden mellan kvävemängd i skörden med baljväxt och utan. Man jämför ytor som ligger nära varandra och fått samma behandling. Vi har inte analyserat kvävemängden i ogräset. Därför räknade vi ut differensen mellan kvävemängden i rörflen plus baljväxter i samodlingsrutorna och kvävemängden i rörflen där den såtts som enda art. Alla differenser räknades ut på proven inom en storruta som fått samma gödslingsbehandling. I en del fall, där provet från monokultur av rörflen var stort, kunde det innebära att vi fick ett negativt värde på kvävefixeringen. Eftersom medelvärdena bygger på minst 12 prover anser vi ändå att dessa är någorlunda tillförlitliga.

Som en jämförelse redovisar vi också den sammanlagda kvävemängden i baljväxtbiomassan.

Nettoskörderutorna (1,5 x 7,5 m) skördades den 9/10 -14/10 med vallskördemaskin av märket Haldrup. Prover togs ut för bestämning av vattenhalten. Skörden fick emellertid avbrytas på grund av snöfall, så för en tredjedel av försöket fick skörden skjutas upp till våren. Det skördade materialet från nettoskörderutorna lades tillbaka på rutorna för hand för att efterlikna avslagning på hösten och sedan vårskörd.

2.2.2 Yttertavle i Umeå

Inom projektet Bioenergigårdar såddes ett liknande försök som i Sörmland och Jämtland. Försöket lades hos en hönsbonde utanför Umeå i Yttertavle. I detta försök gödslades en del av försöket med hönsgödsel. Försöket lades på en gammal vall. Efter stubbearbetning i början på juni vårplöjdes försöket och såddes 16 juni. Stubbearbetningen var menad att bekämpa kvickrot, men vid inspektion i mitten av juli hade det ändå kommit upp en hel del kvickrot. Därför spreds glyfosat (Roundup) med en s.k. avstrykare. Avstrykaren kördes på en sådan höjd att kvickroten, som hade ett visst försprång, fick en dos medan de mer långsamma sådda grödorna klarade sig undan. Vid inspektion i början av augusti hade rörflenen vuxit ikapp kvickroten som fanns kvar men inte längre dominerade. Däremot fanns det tätt med ettåriga ogräs. Därför sprutades försöket med 0,6 kg Basagran SG per ha 15 augusti. Denna bekämpning var tyvärr inte särskilt effektiv. Troligen gjordes den för sent.

Uppskattningar av vegetationens sammansättning gjordes den 15/10 2008 och i början av maj 2009. Dessutom fotograferades en del av ytorna den 8/9 och den 15/10 2008 samt den 11/8 2009. På våren 2009 beslutades att försöket skulle avslutas på grund av att det var för mycket kvickrot och andra rotogräs och för lite rörflen.

2.2.3 Röbäcksdalen i Västerbotten

På våren 2009 anlades ett nytt etableringsförsök på samma fält som sortförsöket på Röbäcksdalen. Det fältet har tidigare använts till foderproduktion för mjölkkor och den senaste grödan var en gräs/klöver vall. Sammanlagt 120 ton flytgödsel från nöt spreds på fältet hösten 2004 till våren 2006 till korn och korn med vallinsådd. Även handelsgödsel (Axan N28 Ammoniumsulfat) gavs till grödorna. Vallen bröts med 3 l Roundup/ha den 20 maj 2009 och plöjdes, harvades och gödslades den 15 juni. Försöket såddes den 18/6 efter ytterligare en harvning och vältning. Försöket sprutades med 1,5 l Basagran SG per ha den 6 augusti mot fröogräs. Besprutningen hämmade troligen tillväxten av baljväxterna något, särskilt för kuraklöver och getärt som hade små plantor. Den 22-23/9 skördades smårutor i ena änden av försöksrutorna (50 x50 cm) för botanisk analys. Proverna sorterades upp på sådda arter, baljväxtogräs och övrigt ogräs. Baljväxtogräset bestod av vitklöver och rödklöver. Även dessa prover maldes och skickades iväg för analys till Gent och kvävefixeringen räknades ut med differensmetoden och ^{15}N naturlig abundans-metoden. Vi saknade litteraturuppgifter om

faktor för att inkludera rotkväve för baljväxter under etableringsåret, därför räknade vi bara med fixerat kväve i den ovanjordiska biomassan från Röbäcksdalen och Låttra gård. Ett av leden (b) där det var rödklöver skördades enligt plan den 13/10 2009 för att gynna överlevnaden hos klövern.

2.2.4 Låttra gård i Sörmland

Försöket som anlades 2008 blev tyvärr tvunget att sås om p.g.a. torka. Detta gjordes om på en annan åker 2009. På denna åker var det tidigare ett rörflensfält där etableringen misslyckades så att det blev för mycket kvickrot. Kvickroten bekämpades med Roundup på sommaren 2008 varefter fältet höstplöjdes och bearbetades med harvning på våren. Försöket såddes den 20/5 2009 efter gödsling och vältning. Försöket inspekterades den 18/6 och den 20/8 2009 och vid det senare tillfället var det väldigt mycket ogräs, framförallt vitklöver. Det gjordes inte någon omedelbar åtgärd mot ogräset eftersom vi inte ville skada de sådda baljväxtarterna genom att bekämpa vitklövern med herbicid.

Ett av leden (b) där det var rödklöver skördades enligt plan den 1/10 för att gynna överlevnaden hos klövern. I början av november slogs det övriga försöket också av och biomassan ska tas bort från fältet till våren.

Den 5/10 skördades smårutor (50 x 50 cm) i ena änden av försöksrutorna. Proverna sorterades upp i sådda arter, baljväxtogräs och övrigt ogräs. Baljväxtogräset bestod av mest av vitklöver. Även dessa prover, utom övrigt ogräs, maldes och skickades iväg för analys till Gent och kvävefixeringen räknades ut med ^{15}N naturlig abundans-metoden. I Sörmland kunde vi inte använda differensmetoden för att räkna ut kvävefixeringen eftersom vi inte hade några ytor utan baljväxter.

2.2.5 Statistisk bearbetning av data

All statistisk bearbetning gjordes i NCSS 2007. Jämförelser av behandlingar gjordes med ANOVA i modulen General Linear Model. Behandlingarna Artblandning och Gödselbehandling sattes som fixa faktorer och Block som slumpmässig faktor. Interaktionen mellan Artblandning och Gödselbehandling testades också i modellen. Jämförelser mellan enskilda behandlingar gjordes med Tukey-Kramers test av parvisa skillnader.

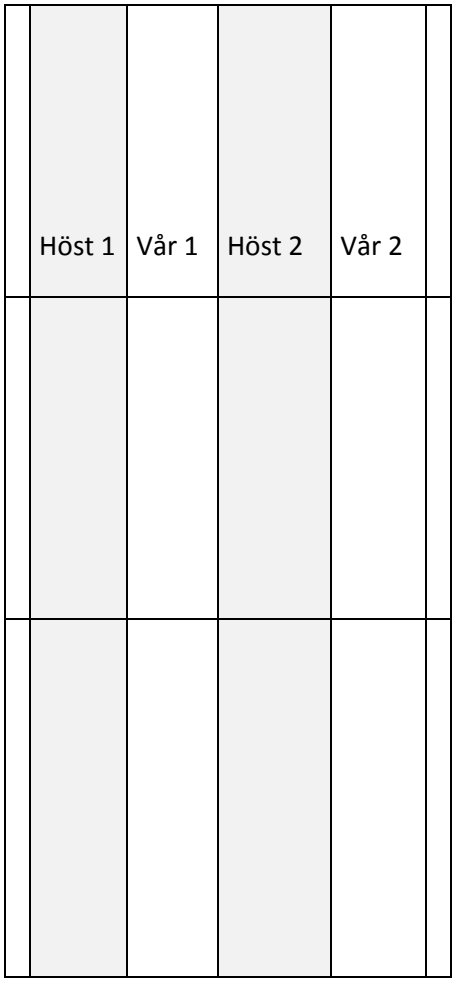
2.3 Jämförelse av markpackning efter sen höstskörd och vårskörd

Ett befintligt rörflensfält på Röbäcksdalen, Umeå valdes ut för försöket. Vi valde det fält som såg ut att ha minst ogräs och mest rörflen hösten 2007. Röflenen på fältet etablerades 1998. Halva fältet hade tidigare både klippts av och skördats på våren och halva hade klipps av på hösten och skördats på våren, men våren 2008 skördades hela fältet på våren. Två linjer tvärs över körriktningen på fältet mättes ut våren 2008 med 150 m mellanrum enligt kartan i figur 1. För att kunna återkomma till samma linje

senare spändes ett snöre upp mellan stolpar på var sida om fältet och sedan följdes detta snöre vid mätningarna. Våren 2008 syntes det tydligt att grödan var mer nedtryckt av snön i stråk parallella med körriktningen på fältet. Vi antog att dessa nedtryckta stråk befann sig där det var traktorspår sedan tidigare skördar. Den 16/5 2008 mättes alla dessa nedtryckta stråk in genom att mäta avståndet till en stolpe i ena änden av fältet. Åtta slumpvisa prover (50 x 50 cm) togs också från varje linje, både från nedtryckta stråk, och stråk som inte var lika nedtryckta. Proverna klipptes vid markytan. Fältet vårskördades sedan i slutet på maj och gödslades med 84 kg N, 12 kg P och 40 kg K per ha. Den delen av fältet som skulle höstskördas provtogs igen på samma sätt som på våren med åtta slumpmässigt utvalda prover för varje linje, längs samma linjer den 21/10 - 22/10 2008.

Knappt halva fältet (två stråk, se figur 1) skördades den 19/11. Rörflenen klipptes med slåtterkross med minimerad krossverkan. En traktordragen vagn ($50m^3$) med fastmonterad exakthack användes för att ta upp och hacka det avklippta gräset den 20/11. Vid skördetillfället var markens ytskikt fruset och det blev inga djupare hjulspår efter körningarna. Det hade snöat någon centimeter vid skördetillfället, vilket gjorde grödan blöt och försvårade skörden, se även (Örberg et al. 2010). På våren, den 11/5 2009, gjordes på nytt en provtagning av smårutor längs linjerna i de stråk som inte hade blivit skördade på hösten. I samband med det mättes också bredd och djup på hjulspåren från höstskörden upp längs linjerna. 19-20/5 klipptes rörflenen av och pressades till fyrkantbalar på de två återstående ytorna. Fyrkantbalpressen väger ca 7 1/2 ton och trots att den har 70 cm breda hjul ledde pressningen till rejäla körskador på vissa delar av fältet. Efter inkörning av fyrkantsbalarna mättes spårdjupet upp även på vårskördade ytor. Fältet gödslades med samma gödselgiva som 2008 efter spårdjupsmätningen.

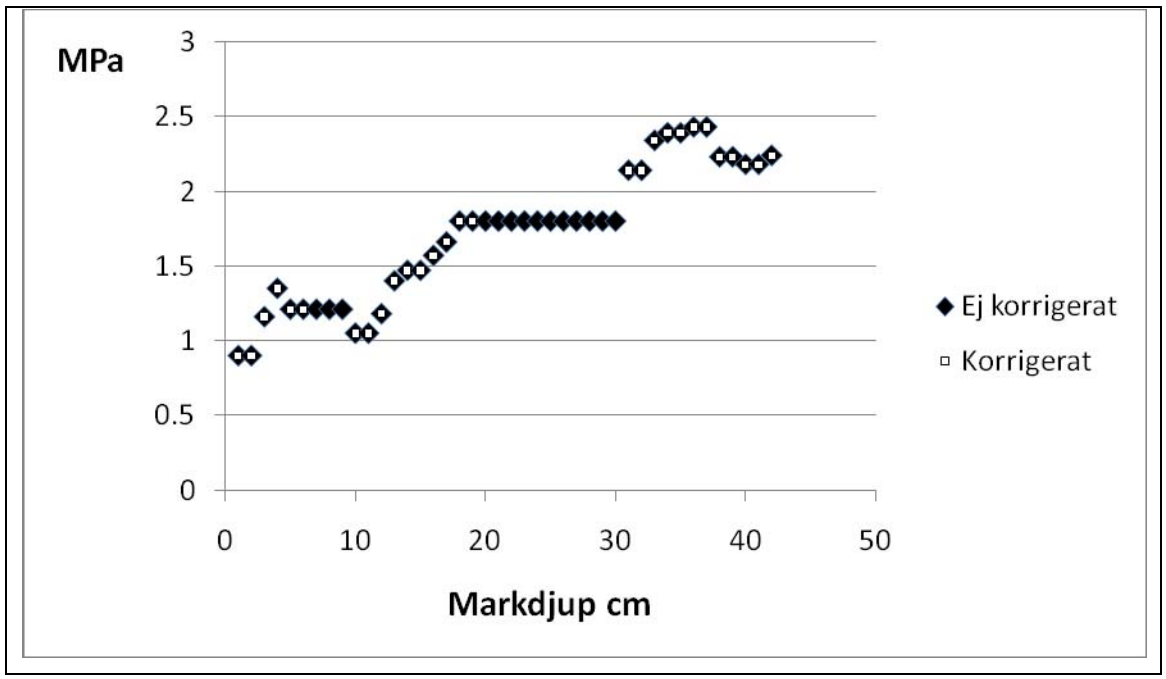
Markpackningen mättes med penetrometer längs de två linjerna på fältet den 10/6 2009. Penetrometern var av modellen Eikelkamp penetrologger. Den mäter det tryck som behövs för att trycka ned en pinne med en konformad spets med ytan 1 cm^2 och vinkeln 60° i jorden vid olika djup. En erfaren tekniker från institutionen för mark och miljö, SLU Uppsala gjorde mätningarna. På varje linje gjordes mätningar på 60 punkter i spår och 60 punkter mellan spår. Ibland fick vi samma tryck på många olika djupmätningar i rad. Vi bedömde då att mätningen inte fungerade tillfredsställande och tog bort alla värden som upprepades mer än en gång. Rådata och korrigerade data för en typisk mätning visas i figur 2. Medelvärden för varje djup från de 15 mätpunkter som hörde till samma linje och samma skördeyta samt antingen spår eller inte spår räknades ut för varje djup. Antalet mätvärden per medelvärde varierade mellan 3 och 15, med ett snitt på 9,7, på grund av att många värden tagits bort.



Figur 1. Fältet där packningsförsöket genomfördes. De gråa fälten Höst 1 och Höst 2 skördades den 19/11 2008. Vår 1 och Vår 2 samt kantzonerna skördades den 19-20/5 2009. Alla fält var ungefär 25 m breda och 420 m långa. De två linjerna tvärs över fältet användes för provtagning av smårutor och mätning av markpackning med penetrometer.

Figure 1: The field where late autumn harvest and spring harvest was compared. Grey fields "Höst 1" and "Höst 2" were harvested on November 19 2008. "Vår 1" and "Vår 2" and the edges were harvested during May 19-20 2009. The size of the fields was approximately 25m x 420m. The two lines crossing the field were used for sampling of small plots and measurements of the soil compaction with a penetrometer.

En ny provtagning av smårutor gjordes sedan 21-22 oktober 2009, för att utvärdera tillväxten efter de olika behandlingarna. Vid denna provtagning togs sammanlagt 32 prover, 16 på varje linje, varav 4 st. på varje yta som fördelades slumpmässigt, men på så vis att den totala andelen prov i spår ungefär motsvarade andelen spår i den behandlingen. I höstskördade ytor togs därför 8 prov i spår och 8 mellan spår, medan i vårskördade ytor togs 10 prov i spår och 6 prov mellan spår.



Figur 2. En typisk penetrometermätning. Borttagning av data där mätningarna inte blev korrekta.

Figure 2: A typical measurement with a penetrometer. Measurements where data was not correct were deleted.

2.3.1 Statistisk bearbetning av data

All statistisk bearbetning gjordes i NCSS. Medelvärdena (av 1-3 prover) från provyteskörden i prover från spår och mellan spår från varje linje och yta i oktober 2009 användes till en variansanalys med skörd (höst eller vår) och traktorspår (spår eller mellan spår) som fixa faktorer och block som slumpfaktor. Eftersom det verkade växa bättre i mitten på fältet räknades rutorna Vår1 och Höst2 till block 1 och Höst1 och Vår2 till block 2. Blockfaktorn blev då signifikant. Interaktionen mellan skörd och spår testades också, men den var aldrig signifikant. Dessutom gjordes korrelationsanalyser mellan spårdjup och penetrometer-motstånd på olika djup, men dessa var inte signifikanta.

3 Resultatredovisning

3.1 Sortförsök

3.1.1 Försöket i Sörmland

På grund av den rikliga vitklöverförekomsten kunde vi inte utvärdera etableringen av detta försök. För att inte den tjocka biomassan ska kväva grödan nästa år slogs den av i början på november 2009 och biomassan ska tas bort från fältet våren 2010.

3.1.2 Försök i Norrland

Dessa försök har finansierats av Stiftelsen lantbruksforskning och Bioenergigårdar i ett nytt landskap.

Försök insådda 2004

Resultaten för åren 2005 – 2009 för försök 91/04 och 92/04 insådda 2004 redovisas i Tabell 4 respektive 5. Variationen mellan sorterna är tämligen stor, medeltalet för respektive sort över samtliga år varierar mellan 6560 kg/ha och 8090 kg/ha men endast SW RF5010 och SWN RF9502 skiljer sig signifikant från mätarsorten Palaton ($p<0,05$). Även variationen mellan åren är stor, 5100 kg/ha – 8830 kg/ha i genomsnitt för alla sorter. Skillnaderna är signifikanta. Man kan även konstatera att avkastningen för mätarsorterna Palaton och SW Bamse varierar trots att försöken ligger intill varandra.

Försök insått 2006

Variationen mellan åren är även i detta försök stor, 5980 – 9580 kg/ha, och skillnaderna är signifikanta ($p<0,05$). Sorternas avkastning i medeltal över åren varierar mellan 6650 och 8100 kg/ha, men inga sortskillnader är signifikanta (tabell 6).

Tabell 4. Försök 91/04 insått 2004 i Röbäcksdalen, medelavkastning för skördeåren 2005 – 2009. Skördesiffror markerade med samma bokstäver är ej signifikant skilda.

Table 4: Trial 91/04 sown in 2004 at Röbäcksdalen, average yield for the harvesting years 2005-2009. Yield (skörd) marked with the same letters are not significantly different.

Sort	Skörd, kg ts/ha	Relativtal	
		Palaton=100	SW Bamse=100
Palaton	6700[a]	100	90
SW RF5004	7760[ab]	116	104
SW RF5005	7650[ab]	114	103
SW RF5006	7740[ab]	116	104
SW RF5007	7850[ab]	117	105
SW Bamse	7450[ab]	111	100
SW RF5009	7290[ab]	107	97
SW RF5010	8090[b]	121	109
SW RF5011	7070[ab]	106	95
Chieftain	7180[ab]	107	96

Tabell 5. Försök 92/04 insått 2004 i Röbäcksdalen, medelavkastning för skördeåren 2005 – 2009. Skördesiffror markerade med samma bokstäver är ej signifikant skiljda.

Table 5: Experiment 92/04 sown in 2004 at Röbäcksdalen, average yield for the harvest years 2005-2009. Yields (skörd) marked with the same letters are not significantly different.

Sort	Skörd, kg ts/ha	Relativtal	
		Palaton=100	SW Bamse=100
Palaton	7540[a]	100	109
SW RF5014	7190[ab]	95	104
SW RF5016	7490[a]	99	108
SWN RF9305	7110[ab]	94	103
SWN RF0303	6600[ab]	88	95
SW Bamse	6920[ab]	92	100
SWN RF9502	6110[b]	81	88
SWN RF9503	6560[ab]	87	95
SWN RF9504	7170[ab]	95	104
Palaton	7540[a]	100	109

Tabell 6. Försök 89/06 insått 2006 i Röbäcksdalen, medelavkastning för skördeåren 2007 – 2009

Table 6: Experiment 89/06 sown in 2006 at Röbäcksdalen, average yield for the harvest years 2007-2009.

Sort	Skörd, kg ts/ha	Relativtal	
		Palaton=100	SW Bamse=100
Palaton	7540[ns]	100	93
SW Bamse	8100[ns]	108	100
SW RF5004	7660[ns]	101	94
SWN RF9901	7750[ns]	100	92
SWN RF9902	7720[ns]	104	96
SWN RF9903	7630[ns]	100	93
SW RF5025	7080[ns]	92	86
SW RF5030	6650[ns]	85	79
SW RF5031	7360[ns]	94	87
SW RF5032	7940[ns]	108	100

Det fält där ovanstående försök var placerade drabbades 2009 av angrepp av rörflensgallmygga och försöken avslutades hösten 2009.

Försök insådda 2008 och 2009

Tre nya sortförsök såddes 2008 finansierat av Bioenergigårdar i ett nytt landskap. Ett av dessa, i Yttertavle utanför Umeå fick läggas ned p.g.a. för mycket kvickrot. De övriga två försöken hos lantbrukare i Skellefteå och Glommersträsk inspekterades dels hösten 2008 (Bild 1) och dels på våren 2009. Det fanns en del såmistor hösten 2008 och en del sorter i Glommersträsk verkade ha övervintrat dåligt våren 2009, troligen på grund av att fältet var dåligt dränerat. Det var en del tistel i försöket i Skellefteå, men annars verkade etableringen lyckats bättre där. De kommer att skördas första gången våren 2010. Försöket på Röbäcksdalens försöksgård sått 2009 verkar ha etablerats bra trots en regnig sommar.



Bild 1. Sortförsök på mulljord i Glommersträsk i augusti 2008. Fotograf Shaojun Xiong.

Picture 1: Variety trial on peat soil in Glommerträsk. August 2008.

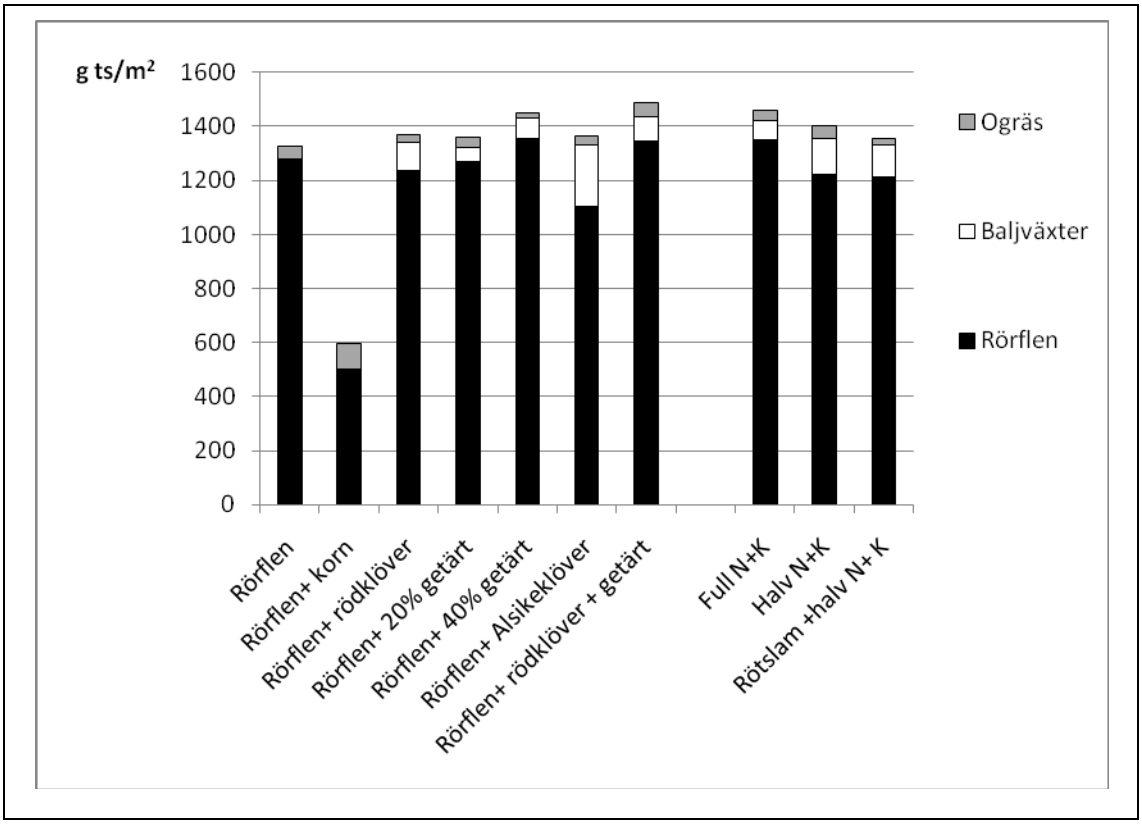
3.2 Etableringsförsök

3.2.1 Ås i Jämtland

Rörflensgrödan blev jämn och tät 2009, men förhållandevis få plantor hade reproduktiva skott (strån med ax). Baljväxterna klarade också etableringen bra, men konkurrensen från den täta rörflensgrödan gjorde att baljväxtbiomassan var förhållandevis liten.

Botanisk analys

Resultat från provklippning av små ytor (50 x 50 cm) visas i figur 3. Biomassan sorterades i sådda arter och ogräs. Variansanalysen visade att det fanns signifikanta skillnader mellan olika artblandningar och mellan olika gödsling. Det fanns inga signifikanta interaktioner mellan artblandningar och gödsling, d.v.s. alla artblandningar reagerade ungefär likadant på gödslingen. Därför presenteras resultaten dels som medelvärden av de olika artblandningarna och dels som medelvärden av de olika gödslingsleden.



Figur 3: Biomassa i smårutor (50 x 50 cm) klippta 50 cm in från kanten i försöksrutorna.

Figure 3: Biomass in smaller plots (50x50cm) cut 50 cm from the edge of the different trial plots. Reed canary grass= black, legumes=white, weeds= grey.

Den enda signifikanta skillnaden i total biomassa mellan artblandningarna var att det var betydligt mindre total biomassa i ledet där rörflen odlats tillsammans med korn första året. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan gödslingsbehandlingarna. Rörflensbiomassan var också signifikant lägre i kornledet, men inte i de andra behandlingarna. Det fanns signifikant mer biomassa av Alsikeklöver än av de andra baljväxterna. Det fanns också signifikant mer baljväxter med halv N-gödsling än med full N-gödsling. Det fanns signifikant mer ogräs i kornledet, men annars var det inga signifikanta skillnader i ogräsförekomst.

Analys av N och ^{15}N samt kvävefixering i grödan.

Både kvävehalter och ^{15}N halter var signifikant högre i rörflen som växt ihop med korn första året (Tabell 7). N-halterna var också högre i rörflen som fått full kvävegödsling jämfört med halv kvävegödsling, men där var inte ^{15}N skilt.

Kvävehalten i getärt var i medeltal 2,52 % och den var inte signifikant skild mellan behandlingarna. Rödklöver hade en kvävehalt på 2,63 % och ett $\delta^{15}N$ på 0,40 där den var enda baljväxt och 2,07 % och $\delta^{15}N$ 1,24 där den växte ihop med getärt. Alsikeklöver hade kvävehalten 1,94 % och $\delta^{15}N$ 1,00. För ingen av baljväxterna påverkades N-halt eller $\delta^{15}N$ signifikant av gödslingsbehandlingarna.

Mängden N i sådda arter (rörflen + baljväxter) med full kvävegödsling var 159 kg/ha (Figur 4). Det var signifikant högre än mängden N med halv N + K-gödsling (125

kg/ha) och med rötslam + halv N + K-gödsling (120 kg/ha). Mängden kväve var också signifikant högre där rörflen samodlats med Alsikeklöver (172 kg/ha) eller rödklöver och getärt (158 kg/ha) jämfört med monokultur av rörflen (118 kg/ha). För övriga baljväxter var ökningen av kvävemängden jämfört med ren rörflen inte signifikant, men samtliga led med baljväxter hade mer kväve i biomassan än monokultur av rörflen.

Tabell 7. Kvävehalter och $\delta^{15}N$ i de olika arterna i etableringsförsöket i Ås augusti 2009. Medelvärden ± standardavvikelser.

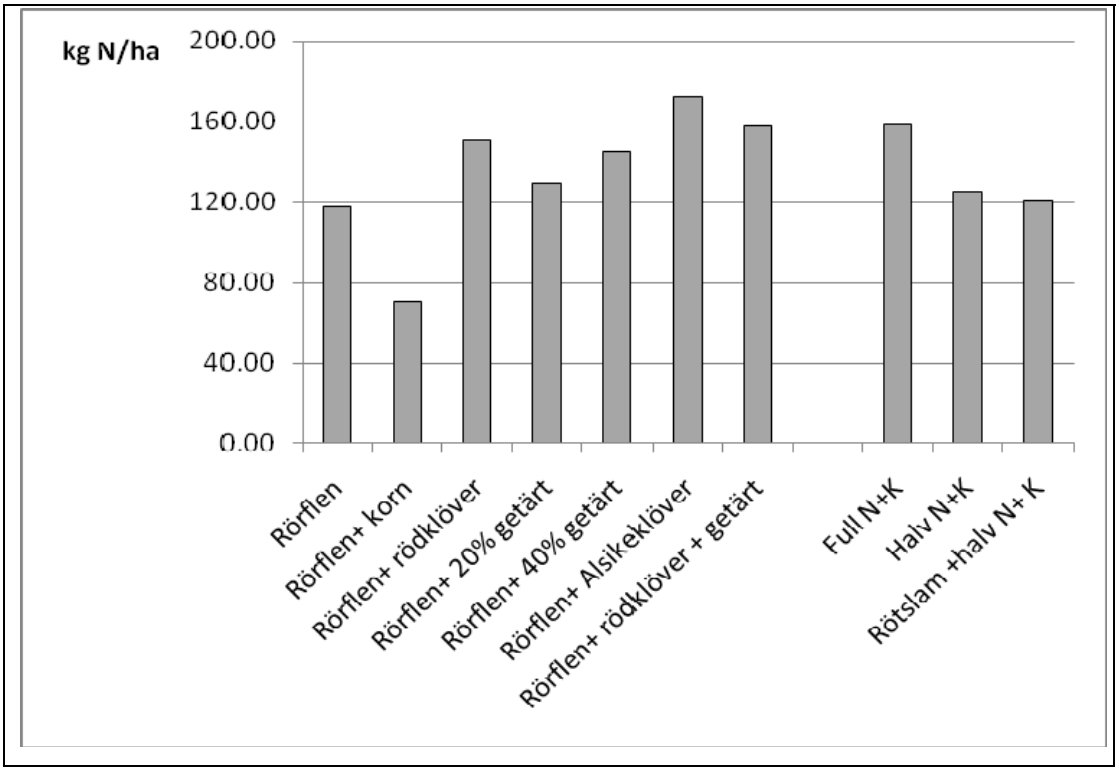
Table 7: Nitrogen concentrations and $\delta^{15}N$ in the different species in the establishment trial in Ås August 2009. Means ± standard deviation.

Behandling	**Rörflen RCG**		**Getärt , goats rue**		**Klöver, clover**	
	N **%**	$\delta^{15}N$ **‰**	N **%**	$\delta^{15}N$ **‰**	N **%**	$\delta^{15}N$ **‰**
Rörflen	0,9 ± 0,2	2,5 ± 1,0				
Rörflen + korn	1,4 ± 0,5	3,1 ± 1,0				
Rörflen + rödklöver	1,0 ± 0,2	2,0 ± 0,7			2,6 ± 0,9	0,4 ± 0,7
Rörflen + 20 % getärt	0,9 ± 0,2	2,7 ± 0,9	2,5 ± 0,2	0,2 ± 0,7		
Rörflen + 40 % getärt	0,9 ± 0,3	2,1 ± 0,8	2,6 ± 0,3	0,2 ± 0,5		
Rörflen + Alsikeklöver	1,2 ± 0,1	2,0 ± 1,0			2,0 ± 0,2	1,0 ± 0,5
Rörflen + getärt + rödklöver	1,0 ± 0,2	2,1 ± 0,9	2,5 ± 0,2	0,2 ± 0,5	2,1 ± 0,4	1,3 ± 0,7
Full N + K	1,3 ± 0,3	2,1 ± 1,2	2,6 ± 0,2	0,2 ± 0,6	2,3 ± 0,5	1,0 ± 0,8
Halv N + K	1,0 ± 0,2	2,5 ± 0,8	2,5 ± 0,3	0,3 ± 0,5	2,2 ± 0,9	1,0 ± 0,8
Rötslam + halv N + K	0,9 ± 0,3	2,5 ± 0,8	2,5 ± 0,2	0,0 ± 0,5	2,1 ± 0,3	0,7 ± 0,6



Bild 2. Ruta med samodling av rörflen och Alsikeklöver i Ås, 26 augusti 2009.

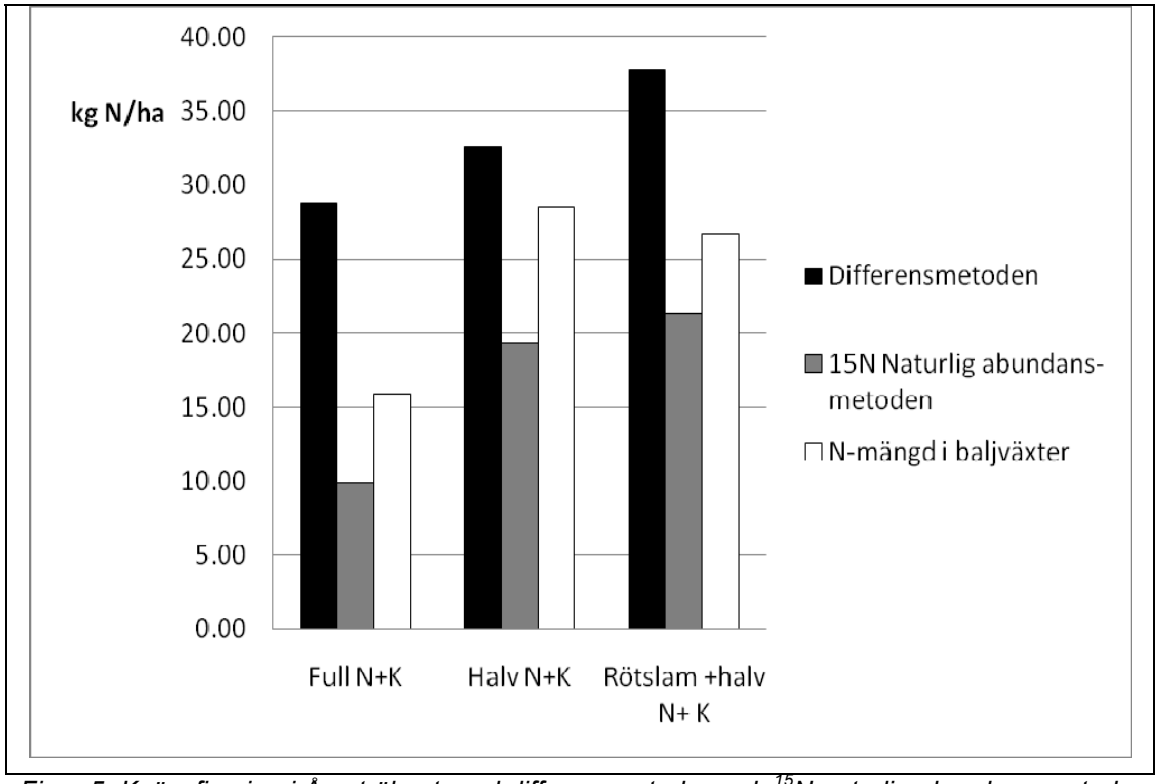
Picture 2. Intercropping of reed canary grass and Alsike clover in Ås, 26th of August 2009



Figur 4. Kvävemängd per ha i de sådda arterna. Medelvärden av de olika behandlingarna.

Figure 4: Amount of nitrogen per hectare in the sown species. Means of the different treatments.

Kvävefixeringen uträknad med ^{15}N-naturlig abundans-metoden var betydligt lägre än kvävefixeringen uträknad med differensmetoden (Figur 5). Det fanns inga signifikanta skillnader mellan de olika baljväxtarterna. Kvävefixeringen med full kvävegödsling var 10-29 kg/ha, med halv N+K 19-33 kg/ha och med rötslam + halv N+K 21-38 kg/ha. Den lägre kvävefixeringen vid full kvävegödsling berodde vid användning av båda metoderna på att det var mindre baljväxter där man gödslat med mer kväve. Mängden kväve i baljväxterna låg mellan de två kvävefixeringsmåtten.



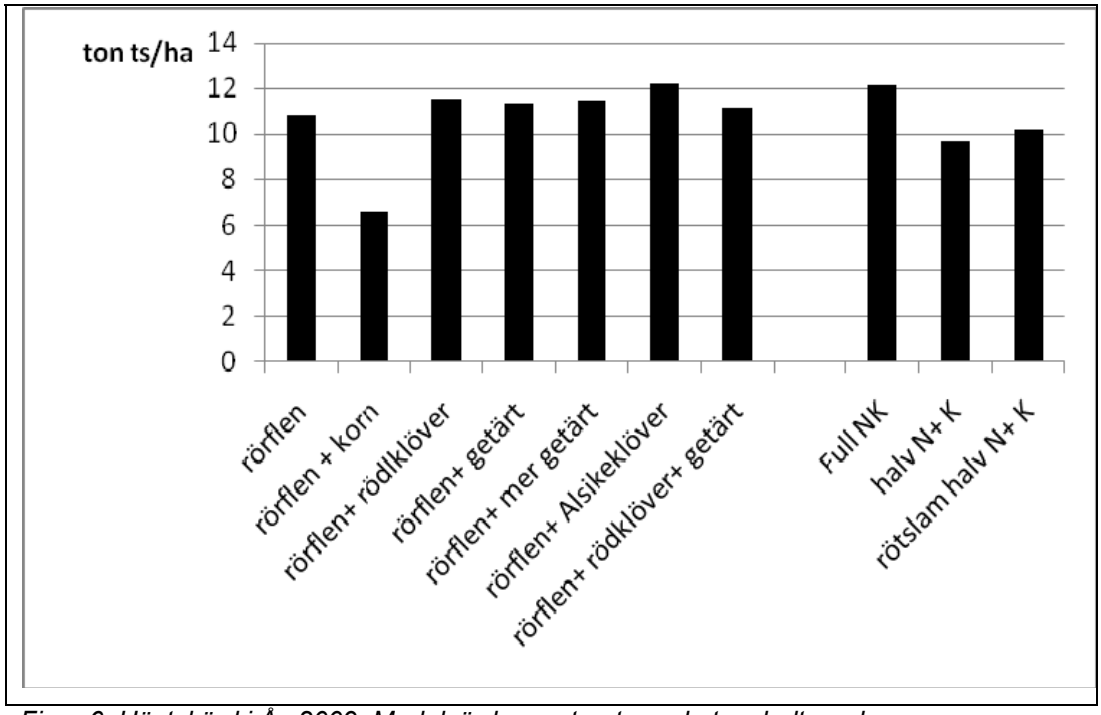
Figur 5: Kvävefixering i Ås uträknat med differensmetoden och ^{15}N naturlig abundans-metoden, samt mängden N i baljväxterna. Proverna kommer från provskörd av 50 x 50 cm rutor.

Figure 5: Nitrogen fixation in Ås calculated with the difference method (black bars) and ^{15}N natural abundance- method (grey bars), and the amount N in the legumes (white bars). The samples are taken from 50 x 50 cm plots.

Skörd av nettoskörderutor med parcellskördemaskin

Höstskörden 2009 blev tvungen att avbrytas p.g.a. snö när 2/3 av försöket var skördat. Bild 3 visar de svåra skördeförhållandena. Höstskörden blev generellt mycket bra (Figur 6). Med full kvävegödsling fanns i medel 13,5 ton, med halv N +K 11,0 ton och med rötslam + halv N +K 11,1 ton torrsubstans per ha på rutorna. Skörden med full kvävegödsling var signifikant högre än med halv kvävegödsling. Den enda signifikanta skillnaden mellan artblandningarna var att skörden var lägre där rörflen var insått i korn. Monokultur av rörflen med full kvävegödsling hade inte signifikant högre

biomassa (13,0 ton/ha) än rörflen samodlat med baljväxter med halv kvävegödsling (11,7 ton/ha, medelvärde för alla arter både med och utan rötslam).



Figur 6: Höstskörd i Ås 2009. Medelvärden av ton torrsubstanshalt per ha.

Figure 6: Autumn harvest in Ås 2009. Means of dry matter content per hectare.



Bild 3. Försök att skörda nettoskörderutorna med vallskördemaskin Haldrup efter snöfall. Fotograf Per-Erik Nemby.

Picture 3: Harvesting after snowfall of in Ås with a Haldrup plot harvester.

Ekonomi

Det är mycket svårt att uppskatta hur mycket man kan spara i kronor och ören vid samodling mellan rörflen och baljväxter och med användning av kretsloppsgödselmedel som rötslam och aska. Kalkylen är mycket beroende av handelsgödselpriserna, vilka har gått mycket upp och ned de senaste åren, samt om man kan förhandla till sig gratis spridning av kretsloppsgödselmedel. Dessutom har försöken bara pågått i 1-2 år och förhoppningsvis kan baljväxterna bidra med kväve längre tid än så. I tabell 8 redovisas de sammanlagda kostnaderna för de första två åren av en rörflensodling.

Tabell 8. Kostnader för anläggning av rörflensvall. Rörflensfrö beräknas kosta 55 kr/kg, klöverfrö 70 kr/kg. NPK-gödselmedel beräknas kosta 5 kr/kg (250 kg första året och 500 kg andra året eller halverad kostnad i baljväxtalternativet). Växtskyddsmedel beräknas bli dubbelt så dyrt när medel som baljväxterna tål måste användas. Alla maskinkostnader är enligt maskinringens taxor. För uträkning av kostnad per MWh fördelades anläggningskostnaden på 10 skördeår med 5000 kg fälttorr skörd/ha och år och 4,2 MWh per ton biomassa.

Table 8: Establishment costs for reed canary grass. Cost for reed canary grass seeds were estimated to 55 SEK/kg and clover seeds to 70 SEK/kg. NPK-fertilizer was estimated to 5 SEK/kg (250 kg the first year and 500 kg the second year, or half the cost in the legume alternative). The cost of herbicides was doubled when clover was included since an herbicide that the legumes can tolerate has to be used. All the expenses for the machines are according to the taxes of the farmer's machine cooperation. To calculate the cost per MWh the establishment cost were spread over 10 harvesting years with 5000 kg biomass harvest/ hectare and year and 4,2 MWh / ton.

Kostnadsslag		Anläggningskostnader kr/ha	
		Rörflen/rödklöver gratis askspridning	Rörflen handelsgödsel
Insatsmedel	Utsäde	1105	825
	Handelsgödsel	2000	4000
	Växtskyddsmedel	500	250
	Diverse	300	300
Maskinkostnader	Plöjning	1000	1000
	Harvning x3 (+vältning)	675	675
	Sådd + vältning	200	200
	Spridning handelsgödsel	825	825
	Bekämpning	300	300
Summa		6905	8375
Anläggningskostnad kr per MWh		32.9	39.9

3.2.2 Yttertavle i Umeå

Den mekaniska kvickrotsbekämpning som gjordes före sådd av försöket visade sig vara tämligen ineffektiv. Inte heller avstrykning med Roundup hämmade kvickroten tillräckligt. Vid en uppskattning av vegetationssammansättningen 15/10 2008 fanns mindre än 50 % rörflen, 20-30 % baljväxter, 20-30 % rotogräs och 10-20 % fröogräs (medianer för de olika fröblandningarna). Det var svårt att skilja rörflen från kvickrot utan att särskåda varje strå så uppskattningen var mycket ungefärlig. En ny vegetationsuppskattning gjordes 18/5 2009 på samma sätt. Då var ofta mer än hälften av det som växte ogräs. Baljväxtprocenten var 20-30 % för rutor med rödklöver och Alsikeklöver och 5-10 % för getärt. Efter detta besök beslutade vi att försöket skulle avslutas, så det blev inte gödslat 2009, men det fick stå kvar för att se hur det skulle utvecklas. Vid ett besök i mitten på augusti 2009 kunde vi konstatera att den sammanlagda konkurrensen från ogräs och baljväxter hade gjort att rörflenen nästan helt hade försvunnit i en del ytor med Alsikeklöver (Bild 4). Däremot verkade rörflenen ha klarat konkurrensen med rödklöver och getärt bättre (Bild 5). Där rörflen samodlats med korn fanns nästan bara kvickrot.



Bild 4. Ruta med Alsikeklöver och lite rörflen från etableringsförsöket i Yttertavle, Västerbotten 11/8 2009.

Picture 4: Alsike clover and some Reed Canary Grass from the establishment trial at Yttertavle, Västerbotten, August 11 2009.



Bild 5. Ruta med rörflen och getärt från etableringsförsöket i Yttertavle, Västerbotten 11/8 2009. Observera kvickroten i förgrunden.

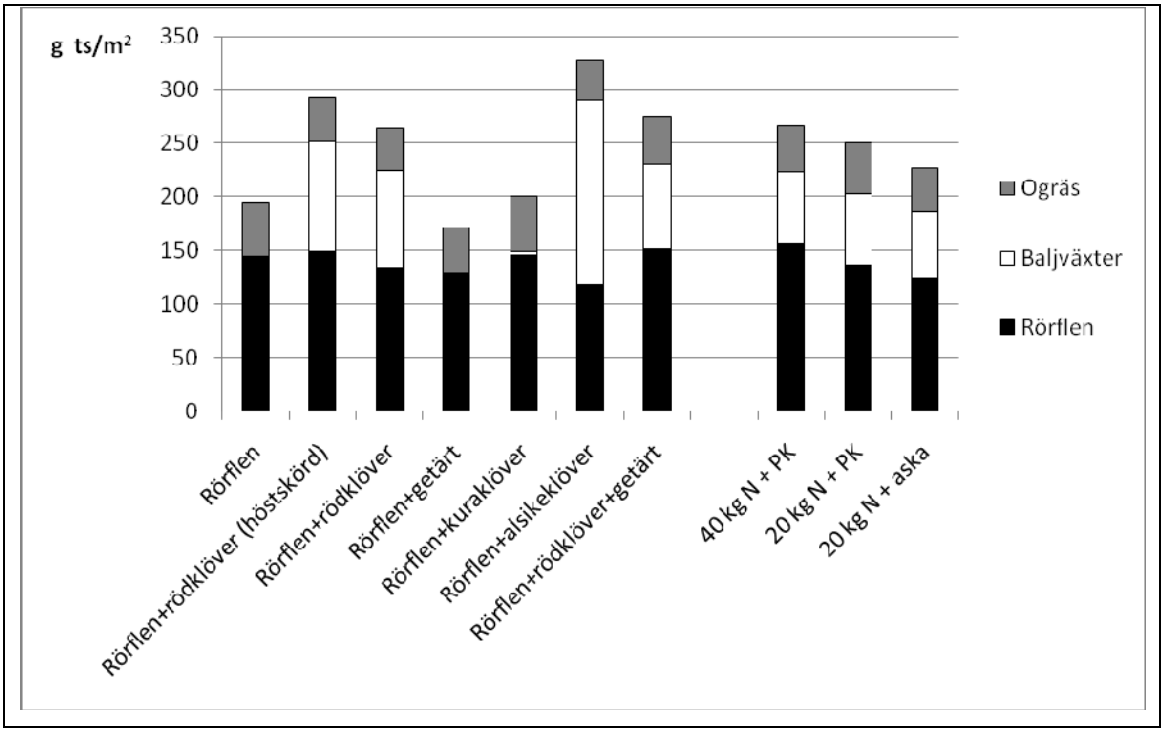
Picture 5: Plot wit Reed Canary Grass and Goat´s rue from the establishment trial at Yttertavle, Västerbotten the 11th of August 2009. Notice the Couch Grass *in the foreground.*

3.2.3 Röbäcksdalen i Umeå

Rörflenen etablerade sig bra i försöket. Även om tillväxten var tämligen långsam under första delen av sommaren så var beståndet mycket bra. Av baljväxterna blev bestånden av rödklöver och Alsikeklöver också mycket bra medan getärt och kuraklöver förekom mycket glest i rutorna och tillväxten var mycket svag.

Botanisk analys

Resultat från provklippning av små ytor (50 x 50 cm) visar att artblandningarna med röd- respektive alsikeklöver gav signifikant högre skörd av total biomassa än ren rörflen och blandningarna med getärt och kuraklöver (Figur 7). Medelvärdena för de olika gödslingsleden visar en signifikant högre totalskörd och rörflensskörd för den högre kvävegivan. Vad gäller mängden baljväxter i de olika blandningarna gav Alsikeklöver signifikant mer biomassa än rödklöver. De övriga arternas andel av biomassan var mycket ringa. Mängden rörflen skiljde sig inte signifikant mellan artblandningarna, men var högre med full kvävegödsling än med halv.



Figur 7: Biomassa i smårutor (50 x 50 cm) klippta 50 cm in från kanten i försöksrutorna, Röbäcksdalen.

Figure 7: Biomass in smaller plots (50 x 50cm), cut 50 cm from the edge of the different trial plots, Röbäcksdalen. Reed canary grass= black, legumes=white, weeds= grey.

Analys av N och ^{15}N samt kvävefixering i grödan

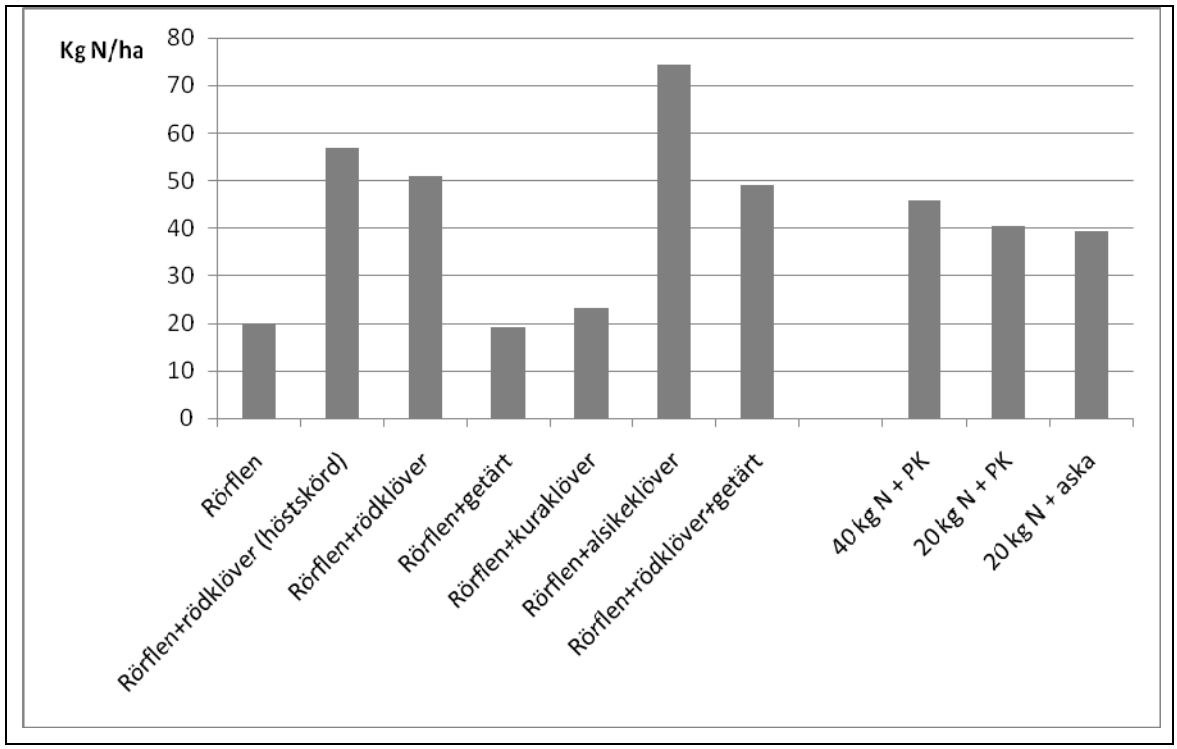
Kvävehalten i rörflen var signifikant högre i fröblandningen med Alsikeklöver (Tabell 9). Mellan de olika kvävenivåerna kunde ingen skillnad påvisas. Kvävehalten i getärt var i medeltal 1,93 % och rödklöver hade en genomsnittlig kvävehalt på 3,45 % samt ett δ^{15}N på – 0,10. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan försöksleden. Varken N-halt eller δ^{15}N påverkades av de olika nivåerna av kvävegödsling.

Mängden N i den totala biomassan vid den högre kvävegivan var 46 kg/ha (figur 8), rutorna med lägre N-giva skiljde sig inte signifikant från det. Mängden N var också signifikant högre där rörflen odlades tillsammans med alsikeklöver (74 kg/ha) än i rödklöver (49 – 57 kg) och övriga blandningar och monokulturen av rörflen (20 kg/ha).

Tabell 9. Kvävehalter och δ^{15}N i de olika arterna i etableringsförsöket i Röbäcksdalen hösten 2009. Medelvärde ± standardavvikelse.

Table 9: Nitrogen concentrations and $\delta^{15}N$ in the different species in the establishment trial at Röbäcksdalen autumn 2009. Means ±standard deviations

Behandling	**Rörflen**		**Getärt**		**Klöver**	
	N **%**	$\delta^{15}N$ **‰**	N **%**	$\delta^{15}N$ **‰**	N **%**	$\delta^{15}N$ **‰**
Rörflen	1,4 ± 0,2	9,5 ±1,2				
Rörflen + rödklöver (höstskörd)	1,5 ± 0,2	10,0 ± 1,1			3,4 ± 0,2	0,0 ±0,6
Rörflen + rödklöver	1,5 ± 0,2	9,5 ± 1,8			3,4 ± 0,1	0,0 ± 0,7
Rörflen + getärt	1,5 ± 0,2	9,5 ± 1,1	1,9 ± 0,2	3,9 ± 0,7		
Rörflen + kuraklöver	1,5 ± 0,2	9,3 ± 1,3			1,6 +- 0,2	4,3 +- 1,1
Rörflen + alsikeklöver	1,9 ± 0,2	10,6 ± 1,2			3,3 ± 0,2	-0,1 ± 0,7
Rörflen + getärt + rödklöver	1,5 ± 0,2	9,8 ± 1,2	1,9 ± 0,2	4,0 ± 1,3	3,5 ± 0,2	-0,2 ± 0,4
40 kg N + PK	1,6 ± 0,3	9,9 ± 1,5	1,8 ± 0,1	4,2 ± 0,8	3,3 ± 0,2	-0,3 ± 0,4
20 kg N + PK	1,5 ± 0,2	9,7 ± 1,3	1,9 ± 0,2	3,5 ± 0,9	3,5 ± 0,1	0,2 ± 0,7
20 kg N + aska	1,5 ± 0,2	9,6 ± 1,1	1,9 ± 0,2	4,3 ± 0,9	3,5 ± 0,2	-0,2 ± 0,4

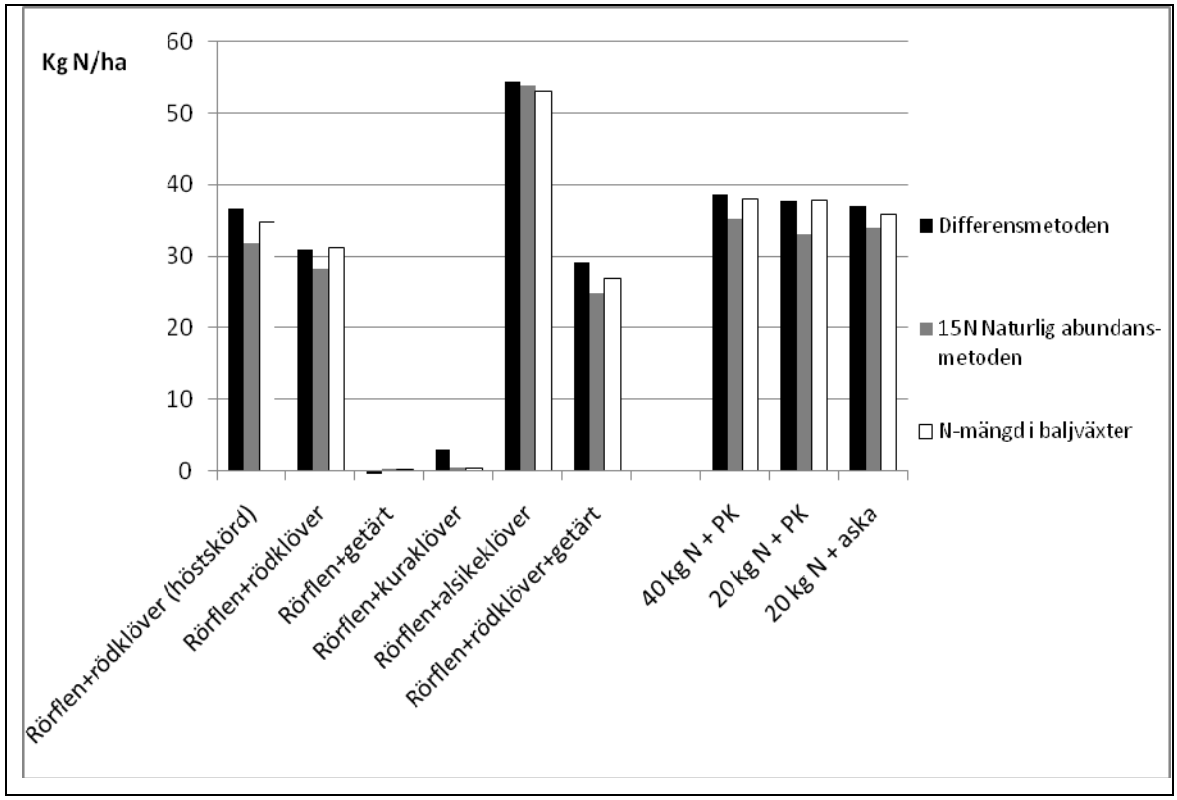


Figur 8. Kvävemängd per ha i de sådda arterna. Medelvärden av de olika behandlingarna. Röbäcksdalen

Figure 8 Nitrogen content per hectare in the sown species. Means of the different treatments. Röbäcksdalen

Figur 9 visar mängden fixerat N/ha uträknat dels med ^{15}N-naturlig abundans-metoden och dels med differensmetoden. Även här skiljer sig alsikeklöver signifikant från

rödklöver medan getärt och kuraklöver endast tillfört marginella mängder. Mängden N-gödsling har inte påverkat kvävefixeringen.



Figur 9: Kvävefixering i Röbäcksdalen uträknat med differensmetoden och ^{15}N naturlig abundans-metoden, samt mängden N i baljväxterna. Proverna kommer från provskörd av 50 x 50 cm rutor.

Figure 9: Nitrogen fixation at Röbäcksdalen calculated with the difference method and ^{15}N natural abundance method and amount N in the legumes. Samples are from harvest of 50x50cm plots.

Skörd av nettoskörderutor med parcellskördemaskin

Ett försöksled med blandning av rörflen och rödklöver skördades sent på hösten för att gynna övervintringen hos klövern (Bild 6). Genomsnittlig skörd blev 1107 kg torrsubstans/ha. Försöksledet med den högre kvävegivan avkastade mer än övriga.



Bild 6. Rörflen och rödklöver efter putsning i oktober 2008. Röbäcksdalen.

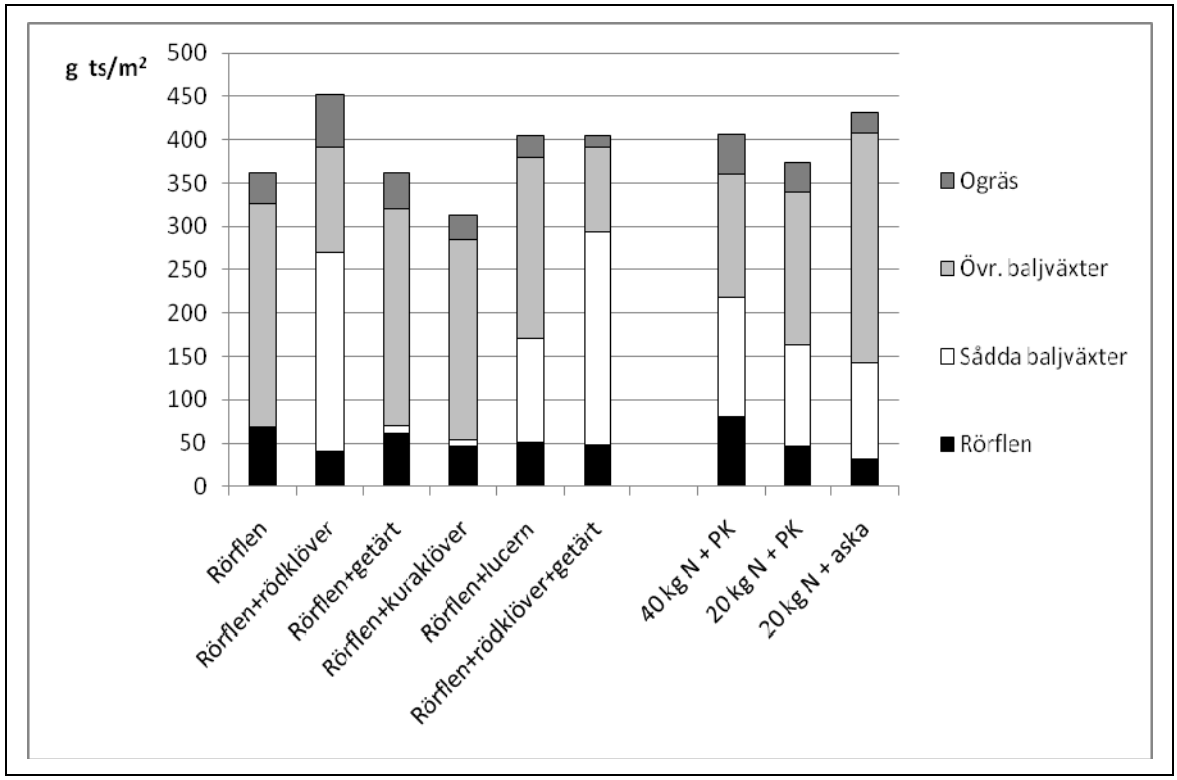
Picture 6: Reed canary grass and Red Clover after cutting in October 2008. Röbäcksdalen.

3.2.4 Låttra gård i Sörmland

Försöksfältet vid Låttra gård visade sig innehålla en mycket stor mängd vitklöverfrö som grodde under sommaren och dominerade en stor del av försöket. Det var därför omöjligt att utvärdera bestånden av de sådda arterna på försöksytorna som helhet. Vitklöver (övriga baljväxter) räknas därför också med i den totala baljväxtmängden.

Botanisk analys

Resultat från provklippning av små ytor (50 x 50 cm) visar att andelen rörflen är låg i hela försöket på grund av stark konkurrens av vitklöver (figur 10). Av de sådda baljväxterna är det endast rödklöver och i viss mån lucern som kunnat hävda sig i konkurrensen med vitklöver. Blandningarna med rödklöver och lucern gav de högsta skördarna av total biomassa, flertalet skillnader är signifikanta. Medeltal av totalskörd för de olika gödslingsleden skiljer sig inte signifikant. Det finns heller inga skillnader mellan skörden av rörflen i de olika fröblandningarna medan den högre kvävegivan i genomsnitt gett signifikant högre rörflensskörd.



Figur 10: Biomassa i smårutor (50 x 50 cm) klippta 50 cm in från kanten i försöksrutorna, Låttra gård.

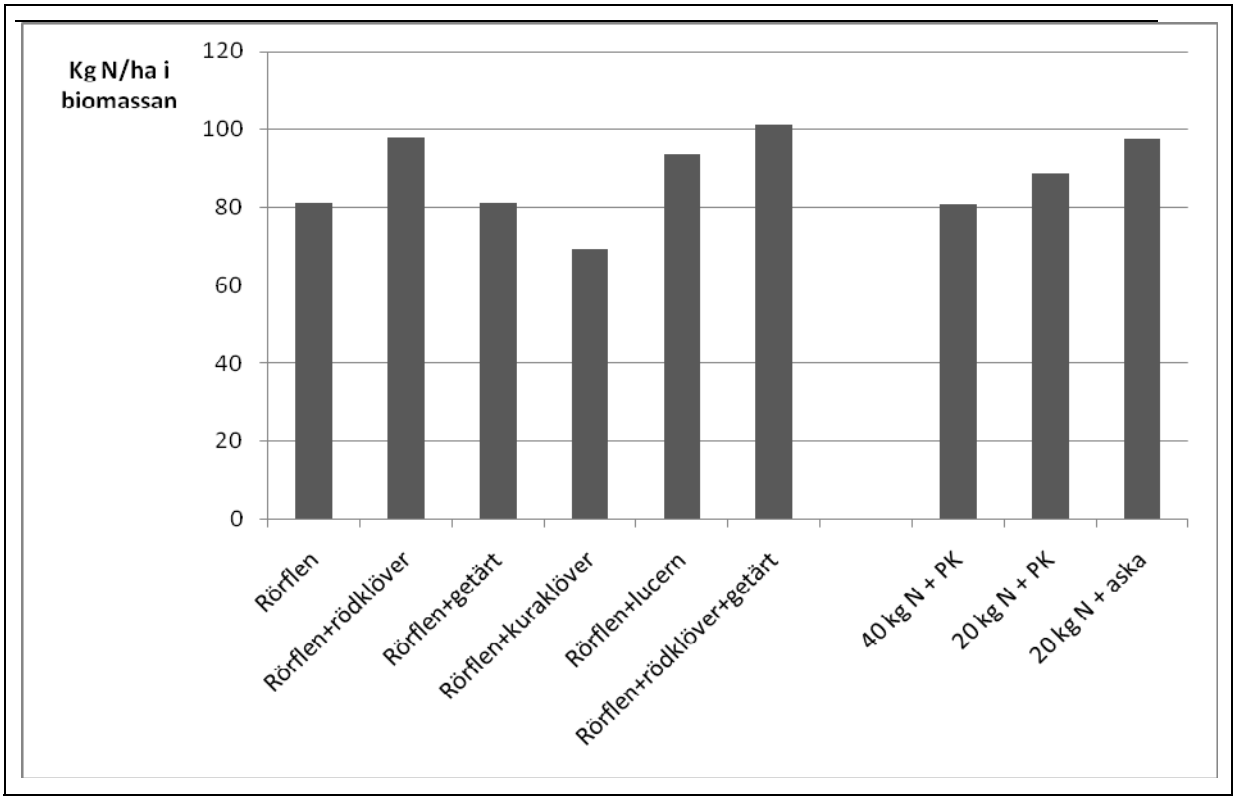
Figure 10: Biomass in small plots (50x50cm) cut 50cm from the edge of the trial plots, Låttra gård. Reed canary grass= black, sown legumes=white, legume weeds= light grey, other weeds= dark grey.

Analys av N och ^{15}N samt kvävefixering i grödan

Genomsnittlig N-halt var i rörflen 1,6 %, rödklöver 2,5 % och i vitklöver 2,7 % (Tabell 10 a och 10 b). Värdena för N-halt och $\delta^{15}N$ i rörflen visade inga skillnader mellan olika fröblandningar. I medeltal för respektive gödslingsled fanns signifikanta skillnader i N-halt och $\delta^{15}N$ i rörflen samt getärt.

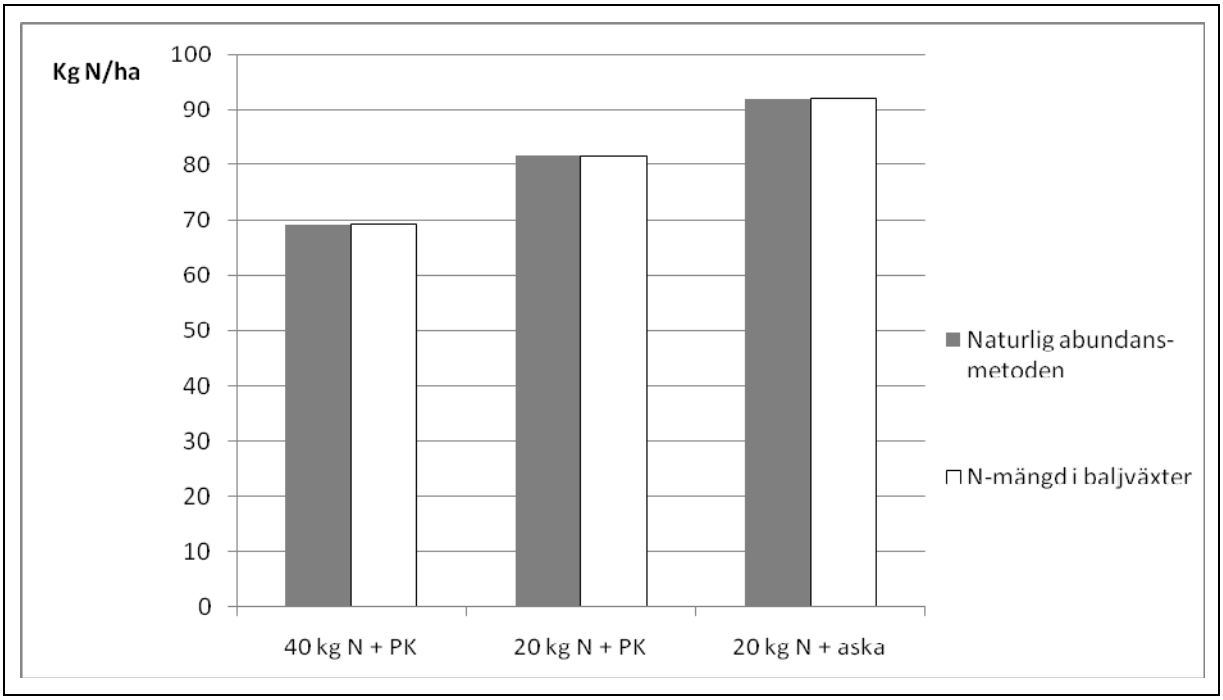
Mängden N per ytenhet i den totala biomassan skiljde sig inte åt signifikant, även det försöksled som skulle vara rörflen i renbestånd (81 kg/ha) ligger på samma nivå som baljväxtblandningarna (69 – 101 kg/ha) på grund av den stora mängden vitklöver (figur 11). Inte heller N-gödslingsnivån hade någon säker effekt.

Mängden fixerat N/ha uträknat med $\delta^{15}N$- naturlig abundans-metoden och mängden kväve i baljväxterna visas i figur 12. Inga signifikanta skillnader mellan fröblandningarna kunde påvisas, även här är det vitklövern som troligtvis gör resultaten osäkra. Gödsling med 40 kg N har gett signifikant lägre N-fixering och N-mängd i baljväxterna.



Figur 11. Kvävemängd per ha i de sådda arterna. Medelvärden av de olika behandlingarna. Låttra gård.

Figure 11: Amount of Nitrogen per hectare in the sown species. Means of the different treatments. Låttra farm.



Figur 12: Kvävefixering i Låttra gård uträknat med ^{15}N naturlig abundans-metoden, samt mängden N i baljväxterna. Proverna kommer från provskörd av 50 x 50 cm rutor.

Figure 12: Nitrogen fixation at Låttra farm calculated with ^{15}N natural abundance method and amount N In the legumes. Samples are from harvest of 50x50cm plots.

Skörd av nettoskörderutor med parcellskördemaskin

Ett försöksled med blandning av rörflen och rödklöver skördades sent på hösten, genomsnittlig skörd blev 3400 kg torrsubstans/ha.

Tabell 10a. Kvävehalter och $\delta^{15}N$ i rörflen och vitklöver i etableringsförsöket på Låttra gård hösten 2009. Medelvärde ± standardavvikelse

Table 10a: Nitrogen concentrations and $\delta^{15}N$ in Reed Canary Grass and White clover in the establishment trial at Låttra farm, autumn 2009.Means ±standard deviations.

Behandling	**Rörflen**		**Övriga baljväxter**	
	N **%**	$\delta^{15}N$ **‰**	N **%**	$\delta^{15}N$ **‰**
Rörflen	1,6 ± 0,2	4,9 ± 1,1	2,8 ± 0,2	-0,4 ± 0,4
Rörflen + rödklöver	1,6 ± 0,2	4,8 ± 1,0	2,7 ± 0,3	0,0 ± 0,7
Rörflen + getärt	1,6 ± 0,3	5,4 ± 1,2	2,8 ± 0,2	0,0 ± 0,6
Rörflen + kuraklöver	1,6 ± 0,2	4,6 ± 1,1	2,7 ± 0,3	-0,1 ± 0,7
Rörflen + lucern	1,6 ± 0,1	4,9 ± 0,8	2,6 ± 0,2	-0,3 ± 0,3
Rörflen + getärt +	1,7 ± 0,2	4,9 ± 1,4	2,8 ± 0,2	-0,1 ±
40 kg N + PK	1,5 ± 0,1	5,6 ± 1,1	2,7 ± 0,3	0,1 ± 0,5
20 kg N + PK	1,6 ± 0,1	4,9 ± 0,9	2,8 ± 0,2	-0,3 ± 0,5
20 kg N + aska	1,8 ± 0,2	4,2 ± 0,7	2,7 ± 0,2	-0,2 ± 0,5

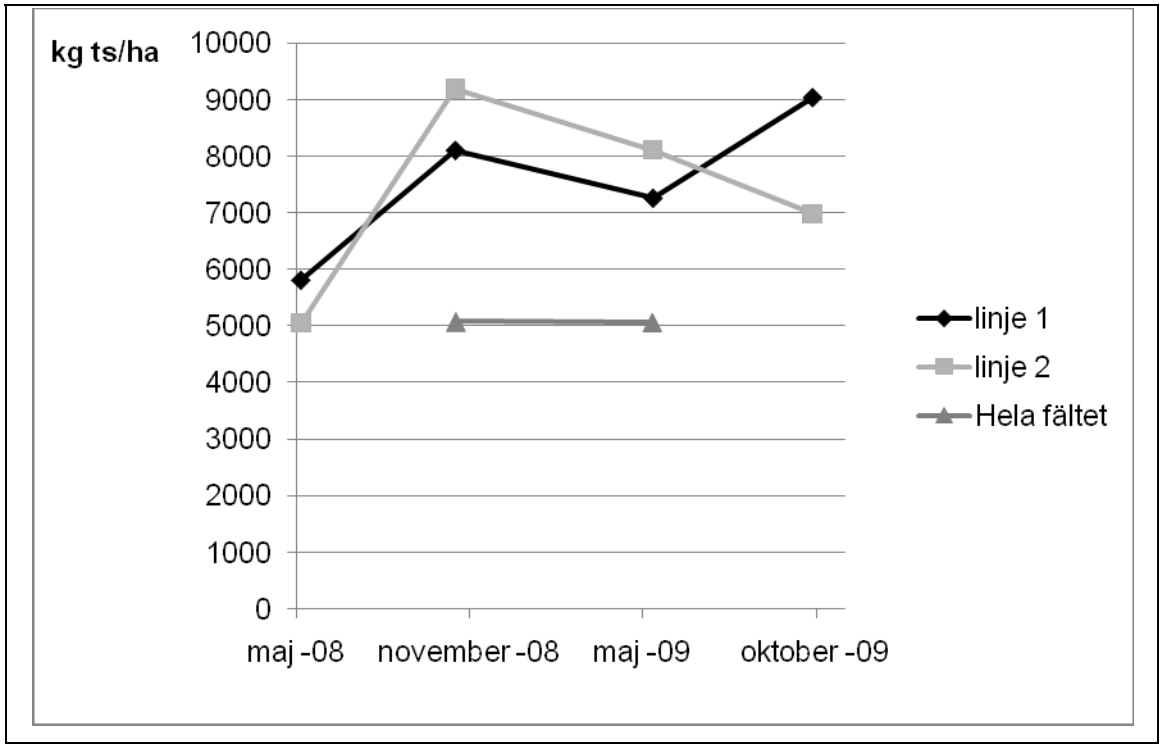
Tabell 10b. Kvävehalter och $\delta^{15}N$ i sådda baljväxter i etableringsförsöket på Låttra gård hösten 2009

Table 10a: Amount Nitrogen and $\delta^{15}N$ in goats rue, clover and lucerne in the establishment trial at Låttra farm, autumn 2009.

Behandling	Getärt		Klöver		Lucern	
	N %	$\delta^{15}N$ ‰	N %	$\delta^{15}N$ ‰	N %	$\delta^{15}N$ ‰
Rörflen						
Rörflen + rödklöver			2,5 ± 0,3	-1,0 ± 0,4		
Rörflen + getärt	1,8 ± 0,7	3,1 ± 1,6				
Rörflen + kuraklöver			2,4 ± 0,4	0,8 ± 0,4		
Rörflen + lucern					2,6 ± 0,3	-1,5 ± 0,5
Rörflen + getärt + rödklöver	2,2 ± 0,5	1,5 ± 1,4	2,6±0,2	-1,1 ± 0,4		
40 kg N + PK	1,6 ± 0,3	3,4 ± 1,1	2,5 ± 0,2	-1,0 ± 0,4	2,6 ± 0,3	-1,4 ± 0,6
20 kg N + PK	1,9 ± 0,5	2,6 ± 1,6	2,5 ± 0,3	-1,0 ± 0,5	2,8 ± 0,2	-1,7 ± 0,5
20 kg N + aska	2,4 ± 0,8	0,9 ± 1,4	2,5 ± 0,3	-1,2 ± 0,3	2,7 ± 0,2	-1,5 ± 0,4

3.3 Packningsförsök

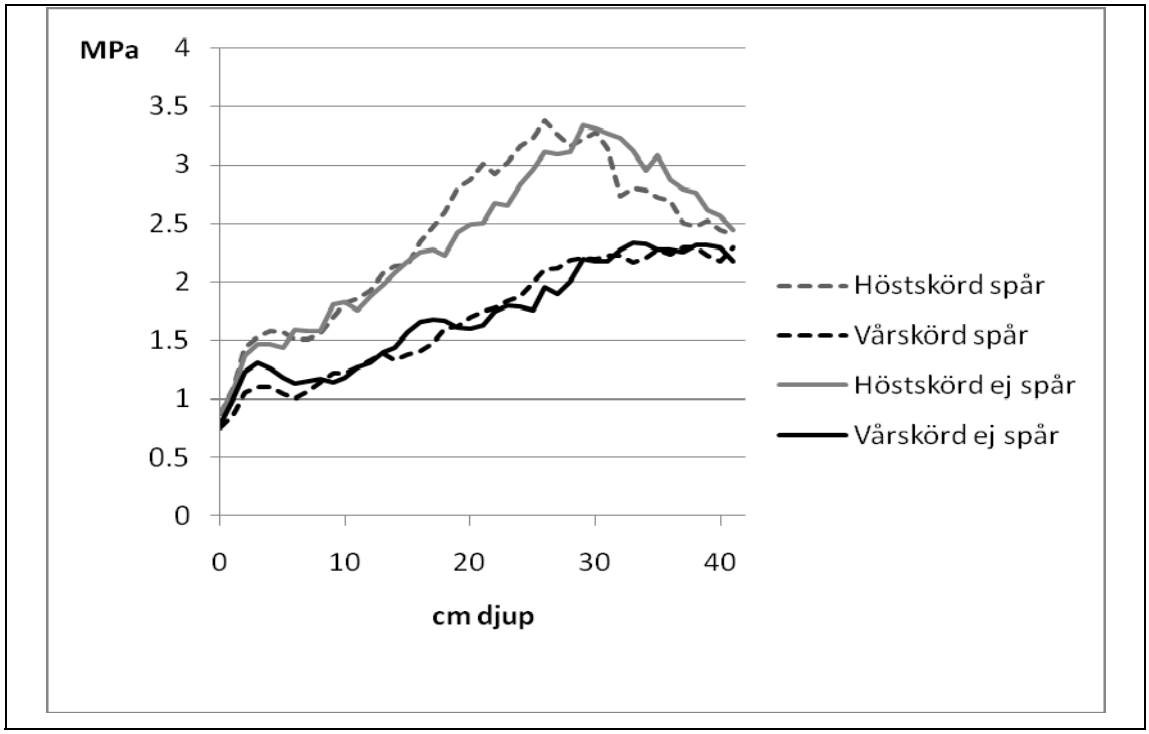
Skördade mängder biomassa år 2008 och 2009 visas i figur 13. Skörden av smårutor längs två linjer visar att det fanns betydligt mer biomassa på fältet våren 2009 än våren 2008. Ungefär lika mycket torrsubstans bärgades vid sen höstskörd som vårskörd, men vattenhalten var betydligt högre vid höstskörd, 72 %, än vid vårskörd 20 %. Det blev mer spår och djupare spår efter vårskörd med pressning av fyrkantsbalar (58 % spår som var i medeltal 5,2 cm djupa) än efter höstskörd av löshackad gröda (44 % spår som var i medeltal 2,3 cm djupa).



Figur 13: Biomassa, kg torrsubstans/ha, dels från smårutor klippta längs två linjer, dels hela den skördade biomassan från det fält där sen höstskörd och vårskörd jämfördes

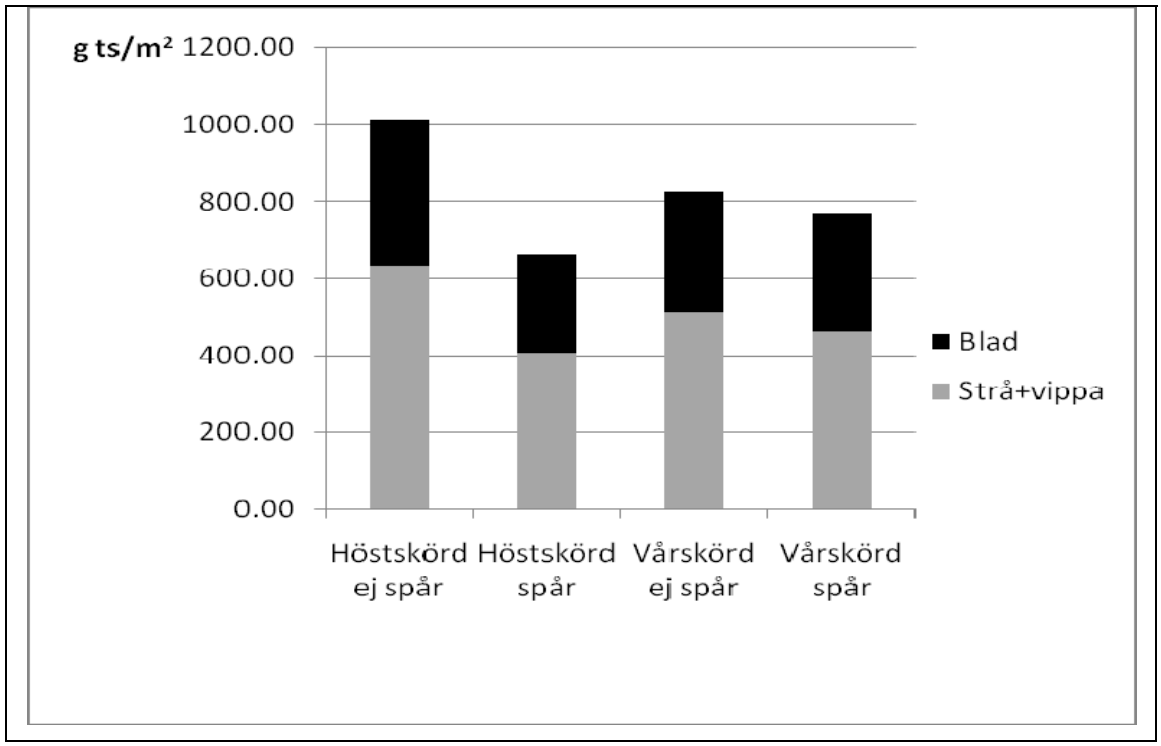
Figure 13: Biomass, kilogram dry matter per hectare both from 50 x 50 cm plots along two lines, and the harvested biomass from the field with late autumn harvest and spring harvest.

Det var obetydliga skillnader i tryckmotståndet mellan spår och i spår när markpackningen mättes med penetrometer (figur 14). Däremot krävdes det betydligt mer tryck för att trycka ned penetrometerspetsen i marken där det var höstskördat. Det var en signifikant skillnad mellan höstskördat och vårskördat på alla djup, men inga signifikanta skillnader mellan spår och i spår. Det var heller inga signifikanta interaktioner mellan spår och skördestrategi. Vid skörden av smårutor 21-22 oktober 2009 fanns det signifikant mer biomassa mellan spår än i spår men det var ingen signifikant skillnad mellan vårskördade ytor och höstskördade ytor (figur 15). Det fanns också signifikant mer strån mellan spår än i spår men det var inga signifikanta skillnader på bladmängd eller andel strån.



Figur 14: Medelvärden av penetrometermätningar ned till 41 cm djup.

Figure 14: Means of the penetrometer measurements down to a depth of 41 cm.



Figur 15: Biomassa i smårutor klippta längs två linjer den 21-22 oktober 2009 efter höstskörd 2008 eller vårskörd 2009.

Figure 15: Biomass in 50 x 50 cm plots along two lines on October 21-22 2009 after Autumn harvest 2008 or Spring harvest 2009.Black bars are leaves and grey bars are straws and panicles.



Bild 7. Packningsförsöket 29/5 2009. Höstskördad yta till vänster och vårskördad till höger.

Picture 7. The compaction trial May 29 2009. Late autumn harvested plot to the left and spring harvested plot to the right.

4 Diskussion

.

4.1 Sortförsök

Arbetet med att ta fram rörflenssorter har genomgått en flaskhals i och med nedläggningen av Svalöv Weibulls växtförädlingsstation i Umeå 2005. Den ringa omfattningen på finansieringen när SLU hade tagit över försöken gjorde att sorter bara kunde provas på en plats (Röbäcksdalen, Umeå) och att förädlingsarbetet inte kunna fortsätta. Resultaten visar att det finns förädlingslinjer som har potential till högre produktion än Bamse och Palaton. Dessa måste dock provas på fler platser, något som har påbörjats inom projekt finansierade av Värmeforsk och Kempestiftelserna och inom den SLF-finansierade fortsättningen av detta projekt. Eftersom både Bamse och Palaton fanns med i båda försöken sådda 2004 och Bamse var den mer produktiva av dem i det ena försöket, medan Palaton var mest produktiv i det andra, kan vi konstatera att det inte går att dra några ordentliga slutsatser av enstaka försök. Erfarenheterna från de försök som redovisas här visar också att växtskyddsaspekter är väsentliga eftersom vi fick problem med ogräs i flera av de försök som låg ute hos lantbrukare och vi kunde konstatera att försöken på Röbäcksdalen var angripna av rörflensgallmygga 2009.

4.2 Etableringsförsök

Även här har vi haft problem med ogräs på de försök som anlagts ute hos lantbrukare. Det försök som kommit längst, i Ås i Jämtland, visar att det går att ersätta en del av kvävegödslingen med samodling med baljväxter. Våra beräkningar av kvävefixeringen är dock ganska osäkra både på grund av att mängden baljväxter varierade väldigt mycket mellan småytorna, och på grund av att ^{15}N-signaturen på markkvävet inte skiljde sig tillräckligt mycket från luftens signatur. Uppskattning av biomassa från småytor kan också innebära en överskattning av biomassan eftersom man inte får med sig allt när man skördar maskinellt. Det bör också påpekas att man inte alltid ska sträva efter att få maximal mängd kvävefixering, för då är det så mycket baljväxter att tillväxten av gräset hämmas. Det var vad som har hände i försöket på Låttra gård, där ogräset vitklöver dominerade i de flesta ytorna, och i Yttertavle, där Alsikeklöver tog över när vi inte kvävegödslade. Försök med samodling av rörflen och baljväxter i Lettland har visat att om man inte kvävegödslar alls är det lätt att baljväxterna tar över (Jasinskas et al. 2008). Att baljväxterna tar över är inte bra eftersom baljväxternas biomassa inte lämpar sig för vårskörd på samma sätt som rörflen eftersom den bryts ned lättare under vintern. Därför är det viktigt att baljväxterna inte hämmar tillväxten av rörflenen, som är den art som lämpar sig bäst för vårskörd. I Ås hämmade inte baljväxterna rörflenen signifikant. Dock måste det påpekas att eftersom den botaniska analysen gjordes i prov från små ytor (50 x 50 cm) var variationen mellan ytorna stor och det krävdes stora skillnader för att de skulle vara signifikanta. Till exempel var ökningen av biomassan med full kvävegödsling jämfört med halv kvävegödsling inte signifikant i proverna från smårutorna, men i skörden med försöksskördemaskin av större rutor (1,5 x 7,5 m) var den signifikant.

Våra försök visar också att det blir mindre rörflen och mer baljväxter om man halverar kvävegödslingen. Att gräs har lättare att hävda sig och konkurrerar kraftigt med baljväxter vid hög kvävegödsling är en etablerat sanning (Whitehead 1995).

Det teoretiskt optimala vore att baljväxterna fixerade så mycket kväve att det kompenserade för den minskade mängden kvävegödsel, i vårt fall 50 kg N/ha. Kvävefixeringen i Ås låg generellt lägre än detta. Bara där rörflen samodlats med Alsikeklöver var kvävefixeringen högre än 50 kg N/ha, räknat med differensmetoden. Beräkningarna med ^{15}N naturlig abundans-metoden i Ås är troligen underskattningar eftersom villkoren för att använda metoden inte var uppfyllda. I försöken på Låttra gård och Röbäcksdalen kompenserar kvävefixeringen i rödklöver, Alsikeklöver och lucern mer än väl borfallet av 20 kg N i leden med halverad kvävegödsling. Däremot är kvävefixeringen hos kuraklöver och Getärt försumbar. På Låttra gård är det nästan enbart ogräset vitklöver som står för kvävefixeringen i de leden. På båda lokalerna är ^{15}N-signaturen i rörflen tillräckligt hög för att ^{15}N naturlig abundans-metoden ska vara tillförlitlig. På Röbäckdalen gav ^{15}N naturlig abundans-metoden och differensmetoden mycket snarlika värden vilket bekräftar att kvävefixeringen varit tillräckligt hög. Rörflensbiomassan på Låttra gård var mycket låg och i vissa prover fanns det nästan ingen rörflen. Det gör att vi kan befara att rörflensbeståndet kommer bli luckigt nästa år. Det verkar definitivt ha blivit för mycket baljväxter i Låttraförsöket för rörflenen. Den situation som uppstått där är dock en situation som mycket sannolikt kommer uppstå hos bönder som försöker samodla rörflen och baljväxter, eftersom det inte går att bekämpa vitklöver om man inte ska skada de sådda baljväxterna. Därför kan vi lära oss mycket av det försöket framöver.

Den ekonomiska beräkningen är mycket ungefärlig, men visar att baljväxtinblandning kan vara lönsam. Här ska påpekas att beräkningen gäller för 5000 kg fälttorrt material per hektar och år. Det är alltså något mindre än 5000 kg torrsubstans, och är en skördenivå som ofta realiseras i praktiken. I försök med samodling av rörflen och lucern i Mellansverige fann man att kvävegödsling inte var lönsamt eftersom skörden bara ökade marginellt (Tuvesson 1997). Hur kvävegödslingen påverkade förhållandet mellan rörflen och lucern framgick dock inte.

4.3 Packningsförsök

Det blev mer spår och djupare spår efter vårskörd än efter sen höstskörd. Mängden biomassa i spåren var lägre än utanför spåren, men det gällde både för höstskördat och vårskördat. Det var till och med större skillnad mellan spår och ej spår på de höstskördade delarna, även om den skillnaden mellan skördemetoderna inte var signifikant. Det fanns också mer stråbiomassa mellan spår än i spår, medan bladbiomassan inte påverkades. Skillnaden i stråmängd berodde dock mer på skillnaden i skördemängd än på skillnaden i stråandel. Vid provtagningen i fält observerade vi att det verkade vara färre skott med vippor där det var spår, särskilt på vårskördade ytor. Sorteringen av materialet i strå och blad kunde dock inte bekräfta den observationen eftersom variationen var mycket stor mellan proverna och det därför inte blev några signifikanta skillnader i stråandel mellan behandlingarna. Undersökningar av körskador i fodervallar över hela Sverige visade att körning med traktor och vagn orsakade skördeminskningar på upp mot 13 %. Man såg också att i norra Sverige orsakade

körning på hösten då marken var blöt problem med övervintringen (Håkansson et al. 1990).

Skörden av smårutor 50x 50 cm överskattade mängden skördbart material på fältet med 34-41 % jämfört med bärgat material från fältet. En del av detta beror på att smårutorna klipptes vid markytan och skörden gjordes med ca 7 cm stubb. Även mätningen av skördad biomassa från hela fältet hade sina problem. Hela lass med rörflen vägdes och torrsubstansprov togs från flera ställen på lassen. Dessa slogs emellertid ihop till ett samlingsprov så för varje skörd fanns bara ett torrsubstansvärde. Vi vet sålunda inte hur torrsubstanshalten varierade, och en felaktig av torrsubstanshalt innebär också en felskattning av skördad torrsubstans. Vid vårskörden var det dessutom svårt att avgöra vilka balar som hörde till den uppmätta ytan och vilka som hörde till kantzonen där inga småyteprover hade tagits. Vid vårskörd av switchgrass i USA blev det större skördeförluster (material kvar på fältet) än vid höstskörd (Adler et al. 2006). Stora skördeförluster har också observerats i vårskördad rörflen (Larsson et al. 2006; Pahkala et al. 2008), men eftersom skörd av rörflen på senhösten inte har praktiserats finns inga sådana data att jämföra med. Vår förhoppning om att skördeförlusterna skulle bli mindre och därmed torrsubstansskörden större på hösten infriades inte.

Mätningen av markpackning med penetrometer gav inga klara skillnader mellan spår och inte spår. Penetrometermotståndet var större generellt där det var höstskördat, vilket först verkade vara ett konstigt resultat. Det kan dock förklaras med att rörflensgrödan kom igång att växa tidigare där det var höstskördat (Bild 7). Rörflen är en gröda som förbrukar mycket vatten när den växer. Därför borde marken vara torrare där det är höstskördat, och en jord med mycket mjäla är hårdare när den är torr än när den är blöt. Vattenhalten mättes inte i samband med penetrometermätningen, men tidigare på våren, när mätningarna av spårdjup utfördes kändes marken mjukare på de vårskördade delarna. Markmotståndet var lågt på de vårskördade delarna, jämfört med penetrometermätningar som gjorts på Röbäcksdalen tidigare i rörflen efter vårskörd (Johansson 1993). På de höstskördade delarna var markmotståndet ungefär likadant som vid de tidigare mätningarna.

5 Slutsatser

Sortförsöken har ännu inte lett till någon ny rörflenssort. De lovande linjerna måste provas på fler platser innan vi vet vilken vi ska satsa på. Det verkar också som att av de befintliga sorterna är Bamse och Palaton bra och relativt likvärdiga.

Etablering av rörflen tillsammans med korn är svårare än etablering i renbestånd. Rörflenen verkar känsligt för avslagning av biomassan alltför tidigt under hösten innan den har hunnit spara tillräckligt med näring inför vintern i rhizomerna. Dessutom blir rörflenen känsligare för konkurrens från ogräs när den också måste konkurrera med kornet under etableringsåret. När kornet skördades som grönmassa 5/9 med en stubbhöjd på 7 cm fick rörflenen nästa år en mycket senare start och skörden blev mindre än hälften av vad den blev där det bara varit rörflen.

Etablering av rörflen ihop med baljväxter kan fungera om man kan kontrollera ogräset. Den baljväxt som hittills varit mest produktiv är Alsikeklöver. I något fall har den dock varit så produktiv att den konkurrerat ut rörflenen. Rödklöver har något mindre konkurrensförmåga, men kan ändå bidra med tillräckligt mycket kväve under de två första växtsäsongerna. Getärt bidrar inte med så mycket kvävefixering under de första två åren, men konkurrerar inte heller med rörflenen om ljuset, eftersom den är lägre än rörflenen. Eftersom den brukar ta sig efter några år är det för tidigt att räkna ut den. Det är svårt att redan nu dra några slutsatser om lucern, eftersom den bara var med i ett försök och det var så mycket vitklöver där att lucernen kan ha hämmats av konkurrensen. Kuraklöver har mycket långsam tillväxt under första året och bidrar inte till kvävefixeringen nämnvärt. Också den brukar växa bättre efter några år och kräver fortsatt utvärdering.

Gödsling med rörflensaska eller rötslam gav lika bra biomasseskördar som PK-gödsling.

Sen höstskörd av rörflen på tjälad mark var inte bättre för tillväxten nästkommande år än vårskörd. Skörden blev dock lägre i hjulspår jämfört med mellan spår. Skillnaderna i markpackning i spår och mellan spår var försumbara.

6 Rekommendationer och användning

Etablering av rörflen tillsammans med korn kan inte rekommenderas.

De nu anlagda försöken med samodling av rörflen och baljväxter måste utvärderas några år till innan metoden kan rekommenderas. Etablering av rörflen tillsammans med baljväxter rekommenderas inte om marken har legat i träda så att det finns ett stort lager av frön i marken. Om rörflen ska odlas tillsamman med baljväxter så bör eventuell kvickrot bekämpas med Roundup, helst året innan, och fröogräset bör bekämpas med Basagran SG när baljväxten nått trebladsstadiet. Kvävegödslingen kan minskas till hälften, men om baljväxthalten alltför hög under etableringsåret så bör man inte minska kvävegödslingen för då kan baljväxterna ta över helt. Alsikeklöver och rödklöver är de arter som verkar fungera bäst ihop med rörflen under de två första åren.

Användning av rörflensaska och rötslam vid anläggning av rörflensvall kan rekommenderas om tungmetallhalterna håller sig under de lagstadgade gränsvärdena.

Sen höstskörd av rörflen på tjälad mark kan inte rekommenderas. Enstaka år när vädret är tillräckligt torrt kan det kanske fungera, men på grundval av dessa studier får vi nöja oss med att fortsätta rekommendera sen höstslåtter med skörd efterföljande vår.

7 Förslag till fortsatt forskningsarbete

Sortförsöket på Låttra gård kommer finansieras inom ett SLF-projekt, ”Rörflen – sortframställning och utsädesproduktion” Nr. H0840070, under 2010. Finansiering för vidare fortsättning av försöken måste sökas senare. För att nya rörflenssorter ska kunna tas fram måste också vårt samarbete med SW-seeds fördjupas och sortprovning utföras på fler platser i landet. God tillgången på bra frö är viktigt för att produktionen ska kunna utvecklas. Att ta fram nya sorter är ett arbete som kräver både tillräcklig volym och långsiktighet på finansieringen, för att kunna bära frukt.

Fortsättning av etableringsförsöken med samodling av rörflen och baljväxter samt rötslam och askgödsling kommer att finansieras av Formas i projektet ”Rörflen, samodling med baljväxter till vårskörd och effekt av gödsling med rörflensaska eller rötslam” Formas Dnr. 239-2009-2051. Baljväxter, t.ex. ärt, kan också utnyttjas som gröngödslingsgröda före etablering av en vall. Det skulle kunna vara ett alternativ när marken har legat i träda en tid, så att man befarar att det finns för mycket ogräs för samodling med baljväxter. Detta kräver naturligtvis sina egna försök. Särskilt svårt kan vara att avgöra hur stor den kvävesparande effekten av baljväxtgrödan blir.

Problemet med de vikande skördenivåerna i äldre rörflensvallar kvarstår. Forskning måste ske på flera fronter. Dels behöver grundläggande forskning i klimatkammare göras om rörflenens biologi för att se hur skottbildning, invintring och tillväxt på våren påverkas av temperatur, markfuktighet och näringstillgång. Det senare behöver också undersökas i fältförsök. Dels behöver man göra ytterligare fältförsök där man använder olika skördemetoder under hela grödans livslängd, d.v.s. 10 år så att man kan se långtidseffekter av markpackningen. Det kan vara intressant att jämföra skörderedskap, t.ex. balpressar av olika tyngd. Sådana långvariga försök är dock svåra att finansiera. En annan viktig aspekt att studera i framtiden är förekomsten och bekämpningen av olika skadegörare som rörflensgallmygga, bladlöss och svampar. En annan aspekt som behöver studeras är om man kan öka mängden skott med vippor genom att ha längre radavstånd.

8 Litteraturreferenser

Adler, P. R., Sanderson, M. A., Boateng, A. A., Weimer, P. I. och Jung, H. J. G.; Biomass yield and biofuel quality of switchgrass harvested in fall or spring. Agronomy Journal 6/2006 s. 1518-1525.

Alaru, M., Noormets, M., Raave, H., Lauk, R., Selge, A. och Viiralt, R.; Farming systems and environmental impacts. Agronomy Research 1/2009 s. 3-10.

Berg, M., Bubholz, M., Forsberg, M., Myringer, Å., Palm, O., Rönnbäck, M. och Tullin, C.; *Förstudie - sammanställning och syntes av kunskap och erfarenheter om grödor från åker till energiproduktion*, Värmeforsk Service AB, rapport E06-603, Stockholm, 2007

Carlsson, G., Palmborg, C. och Huss-Danell, K.; Discrimination against N-15 in three N-2-fixing Trifolium species as influenced by Rhizobium strain and plant age. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science 1/2006 s. 31-38.

Clapp, C. E.; Long-term field experiments in Minnesota, USA, *Success Stories of Agricultural Long-term Experiments, 28-29 Maj*, 2007, Stockholm, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift, vol. 146 s. 13-21

Ericson, L. Odlingsförsök med aska från rörflen/sopor; *Energi i kretslopp: Slutrapport från kvarkenrådet*, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå, 1999, s. 38-42.

Håkansson, I., McAfee, M. och Gunnarsson, S.; *Verkan av körning med traktor och vagn vid vallskörd. Resultat från 24 försöksplatser.*, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen for Markvetenskap rapport 78, Uppsala, 1990

Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jørgensen, F. V., Vinter, F. P. och Jensen, E. S.; An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures. Agricultural Systems 82/2004 s. 181-194.

Jasinskas, A., Zaltauskas, A. och Kryzeuiciene, A.; The investigation of growing and using of tall perennial grasses as energy crops. Biomass & Bioenergy 11/2008 s. 981-987.

Johansson, W.; *Inverkan på markens fysikaliska egenskaper av körningar vid skörd av rörflensvall*, Institutionen för norrländsk jordbeuksvetenskap, rapport 13:1993, Umeå, 1993

Josefsson, A. S.; *Getärt (Galega orientalis Lam.) -en gröda för svenska bönder?*, Institutionen för växtodlingslära, SLU, rapport 912, Uppsala, 1994

Landström, S., Lomakka, L. och Anderson, S.; Harvest in spring improves yield and quality of reed canary grass as a bioenergy crop. Biomass & Bioenergy 4/1996 s. 333-341.

Larsson, S., Örberg, H., Kalén, G. och Thyrel, M.; *Rörflen som energigröda*, BTK, rapport 2006:11, Umeå, 2006

Lindh, T., Paappanen, T., Rinne, S., Sivonen, K. och Wihersaari, M.; Reed canary grass transportation costs - Reducing costs and increasing feasible transportation distances. Biomass & Bioenergy 2/2009 s. 209-212.

McKenzie, D. B., Papadopoulos, Y. A., McRae, K. B. och Butt, E.; Compositional changes over four years for binary mixtures of grass species grown with white clover. Canadian Journal of Plant Science 2/2005 s. 351-360.

Olsson, R., Rosenqvist, H., Vinterbäck, J., Burvall, J. och Finell, M.; *Rörflen som Energi och Fiberråvara En System och Ekonomistudie*, Enheten för biomassateknologi och kemi, rapport 2001:4, Umeå, 2001

Pahkala, K., Aalto, M., Isolahti, M., Poikola, J. och Jauhiainen, L.; Large-scale energy grass farming for power plants - a case study from Ostrobothnia, Finland. Biomass and Bioenergy 11/2008 s. 1009-1015.

Palmborg, C., Scherer-Lorenzen, M., Jumpponen, A., Carlsson, G., Huss Danell, K. och Högberg, P.; Inorganic soil nitrogen under grassland plant communities of different species composition and diversity. Oikos 110/2005 s. 271-282.

Saijonkari-Pahkala, K.; Non-wood plants as raw material for pulp and paper. Agricultural and Food Science in Finland Supplement 1/2001 s. 1-101.

Tuvesson, M.; *Vallväxter till fastbränsle och biogas,* SLU, Fakta mark/växter, rapport 12, Uppsala, 1997

Unkovich, M., Herridge, D., Peoples, M., Cadisch, G., Boddey, B., Giller , K., Alves, B. och Chalk, P. ^{15}N Natural abundance method; *Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems*, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australien, 2008, s. 132-162.

Whitehead, D. C. Influence of Fertilizer Nitrogen on the Composition and Nutritional Quality of Grassland Herbage, Whitehead, D. C.; *Grassland Nitrogen*, CAB International, 1995, s. 264-282.

Örberg, H., Öhman, M. och Boström, D.; *Projekt E06-611. Teknikutveckling för ökad etablering och nyttjande av rörflen-Demonstrationsförsök i fullskala*, Värmeforsk, rapport Inget nummer än, 2010

A Fältkort för etableringsförsöken

FÄLTKORT 2009 R8-547 Z-25-2008 081523

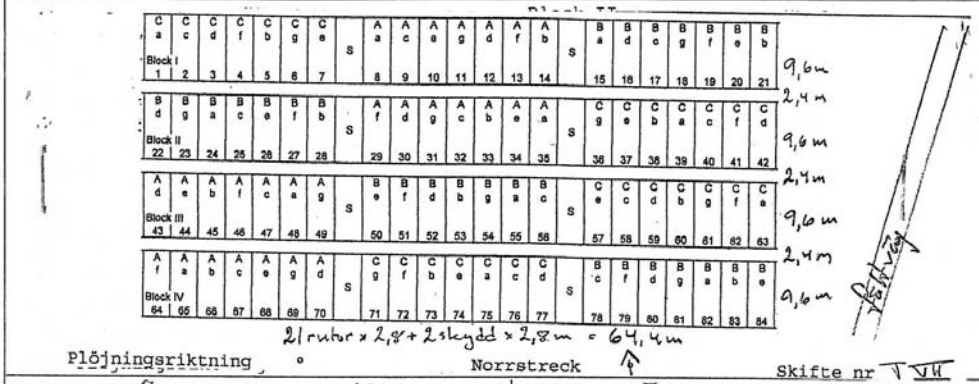
NORRA FÖRSÖKSDISTRIKTET SLU-RÖBÄCKSDALEN

Serie: Försök med samodling av rörflen och andra arter

Plats: SLU, Ås Gröda: Rörflen

A. NPK enligt rekommendationer
B. PK enligt rekommmendationer, halv giva N
C. Slam motsvarande X-års P-gödsling, halv giva N

a. Rörflen i renbestånd
b. Rörflen/ insådd i korn
c. Rörflen + rödklöver (20 % utsm)
d. Rörflen + getärt (20 % utsm)
e. Rörflen + getärt (40 % utsm)
f. Rörflen + ~~lucern~~ Alsikeklöver (20 % utsm)
g. Rörflen + rödklöver (10 % utsm) + getärt (20 % utsm)



Skifte nr V VH

Bruttoruta 9,0 x 1,5 = 13,5 m²

Skörderuta 7,5 x 1,5 = 11,25 m²

Matjord-data, markkart. År: 1991

NäLL Mn 6,4

pH	P-Al	K-Al	P-HCl	K-HCl
6,4	14	8,9	/	135

Gröda: Rörflen vall I Förfrukt: vallinsådd

GRUNDGÖDSLING TILL ÅRETS GRÖDA:

Gödselmedel	Kg/ha	Mån-dag
led A: N27 Axan	370	05-04
B: N27 Axan	185	05-04
Alla rutor Kaliumsulfat (Ingen P-gödsling 2009)	enl. plan[113]	05-22

SÅDD datum: / Uppkomst datum: /

Sådd datum: / Sådd vallfrö datum: /

OGRÄSBEKÄMPNING (se PM):

Medel	Mängd/ha	Mån-dag
/	/	/

GRADERINGAR: våren 2009 Mån-dag

Beståndstäthet ~~hösten vallinsådd~~ rutv. 105-15

Bot. [illegible]

SKÖRDAR:

Skördetidpunkt 09-10-09 — 09-10-14

~~Kärna, vikt efter rensning, rutvis~~

*ANM. (avvikelser i åtgärder, skador, etc.):

Endast rutor 1 – 56 är höst-skördade och återspridda på skörderutor.

Rutor 57 -84 ej skördade Pga av tidig vinter i oktober med snö. — Vårskördas.

Kontaktperson - beställare: Cecilia Plamborg, SLU 090 - 786 87 13

Kontaktperson - utförare : Per-Erik Nemby 063 - 302 07

FÄLTKORT 2009 R8-547 0 AC-21-2008 081521

NORRA FÖRSÖKSDISTRIKTET SLU-RÖBÄCKSDALEN

Serie: Försök med samodling av rörflen och andra arter

Plats: SLU, Röbäcksdalen Gröda: Energigräs

A.1 NPK enligt rekommendationer
B.2 PK enligt rekommmendationer, halv giva N
C.3 Aska motsvarande 2-års P-gödsling, halv giva N

a. Rörflen i renbestånd
b. Rörflen + rödklöver (20 % utsm) skördas insåningsåret
c. Rörflen + rödklöver (20 % utsm)
d. Rörflen + getärt (20 % utsm)
e. Rörflen + kuraklöver(20 % utsm)
f. Rörflen + alsikeklöver(20% utsm)
g. Rörflen + rödklöver (10 % utsm) + getärt (20 % utsm)

Block I	Block II
111111133333332222222	333333311111112222222
EGFACDBDGCAEBFAEGDFCB	DBEFCGADEAFCGBECFDGBA
Block III	**Block IV**
333333311111112222222	333333311111112222222
GAFDCEBCDBGAEFEBDFGAC	FBDGEACAGBCDFEBFGCADE

Plöjningsriktning ° Norrstreck ° Skifte nr

Bruttoruta_____x_____=_____m²

Matjord-data, markkart. År:_____

Jordart: Mullhalt (%):

pH	P-Al	K-Al	P-HCl	K-HCl

Gröda:_____Förfrukt:_____

GRUNDGÖDSLING TILL ÅRETS GRÖDA:

Gödselmedel	Kg/ha	Mån-dag

SÅDD datum: 18/5 Uppkomst datum:_____

Sådd datum: 18/5 Sådd vallfrö datum:_____

OGRÄSBEKÄMPNING (se PM):

Medel	Mängd/ha	Mån-dag

Skörderuta_____x_____=_____m²

GRADERINGAR: Mån-dag

Beståndstäthet hösten vallins. rutv.|___-___

Bot. sammansättning höst vallinsådd |___

SKÖRDAR:

Skördetidpunkt_____|___-___

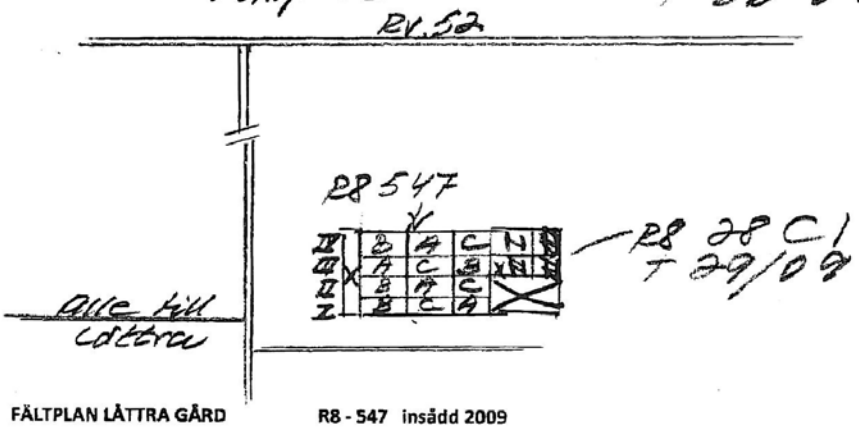
Kärna, vikt efter rensning, rutvis__|___-___

*ANM. (avvikelser i åtgärder, skador, etc.):

Kontaktperson - beställare: Cecilia Plamborg, SLU 090 - 786 87 13
Kontaktperson - utförare : Kent Dryler 073-8051410

10 Aug 2009 12:01 SÄBYLUNDS FÖRSÖKSSTATION 019227015 si2

T 29-09 +
T 30-09



FÄLTPLAN LÅTTRA GÅRD **R8 - 547 insådd 2009**

skydd															
e		1	g		22		b		43	g		64	2 sådrag		
g		2	e		23	Gång ca 5 m	c		44	c		65			
f		3	a		24		d		45	d		66			
a	B	4	d	B	25		g	A	46	a	B	67			
d		5	f		26		a		47	e		68			
b		6	b		27		e		48	b		69			
c		7	c		28		f		49	f		70			
skydd			skydd				skydd			skydd			1 sådrag		
b		8	b		29		c		50	e		71			
f		9	e		30		b		51	b		72			
d		10	d		31		g		52	g		73			
a	C	11	f	A	32		f	C	53	f	A	74			
e		12	a		33		d		54	d		75			
c		13	c		34		e		55	a		76			
g		14	g		35		a		56	c		77			
skydd			skydd				skydd			skydd					
e		15	d		36		a		57	d		78			
a		16	f		37		f		58	f		79			
c		17	a		38		b		59	e		80			
g	A	18	g	C	39		g	B	60	b	C	81			
f		19	e		40		e		61	g		82			
b		20	c		41		d		62	c		83			
d		21	b		42		c		63	a		84			
skydd			skydd				skydd			skydd					

V = 6549830
E = 557899

Sådd 0520
och gödsling
enligt plan

Ulf Engman
070-329 17 85

Sven Sjökvist
070-329 17 87

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk forskning och utveckling. Forskningsprogrammet är tillämpningsinriktat och fokuseras på energi- och processindustrins behov och problem.

Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Skogsindustrin
- Övrig industri

VÄRMEFORSK SAMARBETAR MED STATENS ENERGIMYNDIGHET



VÄRMEFORSK SERVICE AB
101 53 Stockholm
Tel 08-677 25 80
Fax 08-677 25 35
www.varmeforsk.se

Beställning av trycksaker
Fax 08-677 25 35