



# Lappiin soveltuvia bioenergiakasveja

Antti Hannukkala



MTT:n selvityksiä 159  
21 s.

# **Lappiin soveltuvia bioenergiakasveja**

## **Suitable bioenergy plants in Finnish Lapland**

Antti Hannukkala

ISBN 978-952-487-186-0 (Verkkajulkaisu)

ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)

[www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts159.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts159.pdf)

Copyright

MTT

Antti Hannukkala

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2008

Kannen kuva

Anne Kumpulehto

# Lappiin soveltuvia bioenergiakasveja

Antti Hannukkala<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotanto, Eteläranta 55 96300 Rovaniemi, antti.hannukkala@mtt.fi

## Tiivistelmä

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen Rovaniemen toimipisteessä tehtiin vuosina 2006 – 2007 Lapin TE-keskuksen myöntämän Euroopan Maatalouden Ohjaus- ja Tukirahaston (EMOTR) osarahoituksella kokeita Lappiin soveltuvien bioenergiakasvien viljelystä. Kokeet tehtiin Rovaniemellä ja Kittilässä osana Multimaaseutu –hanketta. MTT:n Rovaniemen aikaisempien kasvilajikokeiden tulosten perusteella vertailuihin valittiin monivuotisista kasveista timotei, nurminata, ruokonata, ruokohelpi, rehukattara, niittyurmikka ja puna-apila. Polttokäyttösoveltuvuutta selvitettiin nurminadalla, ruokonadalla, ruokohellällä, sekä rehukattaralla. Yksivuotisista kasveista biokaasun tai –etanolin raaka-aineena tutkittiin italian raiheinää, westervoldin raiheinää, naattinaurista, rehurapsia, ohraa, kauraa, ruista ja ruisvirnaa sekä polttokäyttöön ohraa, kauraa ja hampppua.

Kokeissa monivuotiset jo viljelyssä olevat nurmikasvilajit kuten timotei, nurmi- ja ruokonata sekä ruokohelpi osoittautuivat satoisimmiksi biokaasun raaka-aineina. Esimerkiksi timoteinurmen sato kivennäismaalla oli biokaasun raaka-aineeksi kasvatettuna 11720 kgka/ha. Yksivuotisten kasvien satoja laski vuoden 2006 kova kuivuus. Uusista kasveista hampppu osoittautui lupaavimmaksi polttoon tarkoitettuna - olkineen korjatun ohran ja kauran veroiseksi. Lisäksi laji kestää suhteellisen hyvin lumikuormaa selviten pystyessä talven yli, mikä mahdollistaa kevätkorjuun.

Säätökijöiden riskit tulivat esille. Esimerkiksi rehukattara ei talvehtinut lainkaan ja keväthalla tuhosi hampbukasvustot vuonna 2007 Kittilässä. Peltobioenergiakasvien lajivalikoimassa on huomioitava lajien viihtyvyys eri viljelyvyöhykkeillä ja maalajeilla.

Energiavaihtoehtoista biokaasun tuottaminen näyttää helpoimmalta ja parhaiten soveltuvalta lappilaiseen nurmikasvien dominoimaan pellonkäyttöön. Bioenergian tuottaminen voisikin täydentää lappilaisten maatalojen pellonkäyttöä. Lähtökohtana tulisi olla se, että energiantuotanto ei kilpaile elintarvikkeiden kanssa, vaan molemmat tuotantomuodot täydentävät toisiaan.

---

*Avainsanat: bioenergia, peltoenergia, nurmikasvit, yksivuotiset rehukasvit*

---

# Suitable bioenergy plants in Finnish Lapland

Antti Hannukkala <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Agrifood Reseach Finland, Plant Production, Eteläranta 55 96300 Rovaniemi, antti.hannukkala@mtt.fi

## Abstract

During 2006 – 2007 there were trials carried out by Agrifood Research Finland Plant Production Rovaniemi on the suitability of bioenergy plants in the open field cultivation in Lapland. The trials were a part of *Multimaaseutu* –project which was funded by European Agricultural Guidance and Guarantee Fund. Trials were carried out in Rovaniemi and Kittilä. According to previous results several perennial and annual species were chosen for comparisons. Timothy (*Phleum pratense*), meadow fescue (*Festuca pratensis*), tall fescue (*Festuca arundinacea*), reed canary grass (*Phalaris arundinacea*), brome grass (*Bromus inermis*), meadow grass (*Poa pratensis*) and red clover (*Trifolium pratense*) were chosen among the perennial grasses and legumes. The suitability of all the plant species were tested for biogas production, as well as for burning purposes except red clover. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* ssp *multilorum*), westervoldian ryegrass (*Lolium multiflorum* ssp *westervoldicum*), turnip (*Brassica rapa* ssp *rapa*), barley (*Hordeum vulgare*), oats (*Avena sativa*), rye (*Secale cereale*), hairy vetch (*Vicia villosa*) were chosen for biogas or ethanol production and oats, barley and hemp (*Cannabis sativa*) for burning among the annual crops.

The old cultivars already in cultivation, such as timothy, meadow fescue, tall fescue and reed canary grass, gave the highest yields both in the biogas and in the burning field trials. For instance 11720 kg/ha as dry matter yield was obtained in timothy ley cultivation in mineral soil in Rovaniemi. The severe drought during 2006 decreased the yields of annual crops. The most promising among the introduced new plants was hemp for burning purposes. It was as good as barley and oats harvested with straw. It also endured the winter conditions avoiding lodging under the snow, which enables spring harvesting.

The importance of climatic conditions was shown. The brome grass did not overwinter, so no yields were obtained. The spring frost destroyed the hemp stands in Kittilä 2007. When choosing the plant the suitability of species to local climatic conditions and soil types must be considered.

The production of biogas with field crops seemed to be the most promising option. Therefore it is easily incorporated into Lapland where the crop management system is grassland dominated. Thus the bioenergy production could supplement the use of arable land in the farms in Lapland. It is essential that energy and food production should not compete with each other, but rather supplement each other.

---

*Keywords: bioenergy, energy plants, grasses, annual fodder pl*

---

## Alkusanat

Tämä selvitys käsittelee Lappiin soveltuvia peltobioenergiakasveja. Kokeet tehtiin Rovaniemellä ja Kittilässä vuosina 2006 – 2007 osana Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen Rovaniemen toimipisteen hallinnoimaa *Multimaaseutu - Maaseutuyritysten kannattavuuden parantaminen ja toimintaedellytysten kehittäminen rakennemuutoksessa* -hanketta. Rahoitus hankkeeseen tuli Euroopan Maatalouden Ohjaus- ja Tukirahastosta (EMOTR). Hankkeessa tuettiin ja tutkittiin perusmaataloudesta luopumista, tuotantosuunnan tai toimialan muutosta harkitsevia maataloja tai tilasidonnaisia yrityksiä. Uusien toimialojen ja yritysten kehitystä varten tehtiin esi- ja toimialaselvityksiä sekä markkinatutkimuksia. Matkailu, elintarvikeala, erityisesti lihan jatkojalostus ja bioenergian tuotanto olivat hankkeen kärkitoimialat.

Lämpimät kiitokset Lapin Työ- ja elinkeinokeskuksen Maaseutuosastolle rahoituksen myöntämisestä.

# Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	7
2	Aineisto ja menetelmät.....	11
2.1	Koejärjestelyt .....	11
2.2	Koealueiden viljavuus.....	12
2.3	Koevuosien sää .....	12
2.3.1	Vuosi 2006 .....	12
2.3.2	Vuosi 2007 .....	13
3	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	13
3.1	Biokaasuun tarkoitetut kasvit.....	13
3.1.1	Monivuotisten kasvien sato .....	13
3.1.2	Yksivuotisten kasvien sato .....	14
3.1.3	Monivuotisten kasvien laatu.....	15
3.1.4	Yksivuotisten kasvien laatu.....	15
3.2	Polttoon tarkoitetut kasvit.....	16
3.2.1	Monivuotisten kasvien sato .....	16
3.2.2	Yksivuotisten kasvien sato .....	17
3.2.3	Monivuotisten kasvien laatu.....	18
3.2.4	Yksivuotisten kasvien laatu.....	18
4	Johtopäätökset.....	19
5	Kirjallisuus .....	21

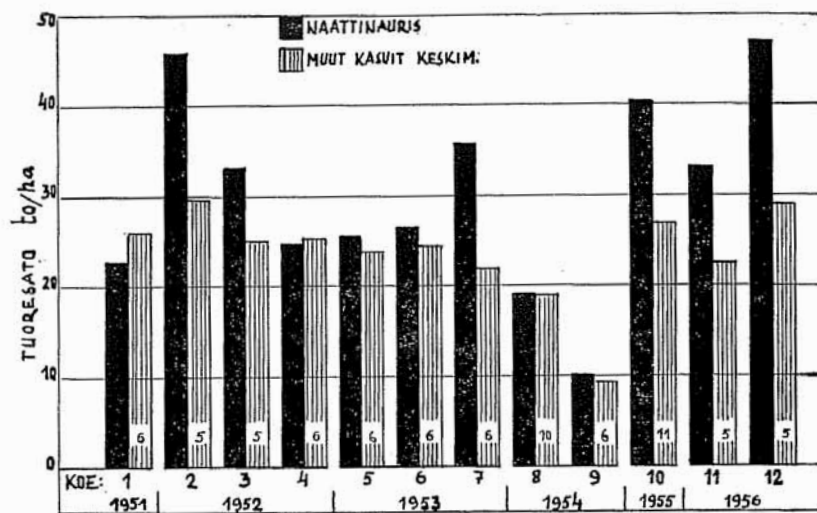
# 1 Johdanto

Bioenergiakasvien pitää olla viihtyviä ja viljelyvarmoja. Tuottajalle soveltuvuus olemassa oleviin viljelyketjuihin on tärkeää. Tämä pitää sisällään myös helpon varastoitavuuden. Lisäksi energiakasvien tuotanto ei saisi kilpailla ravinnontuotantoon tarkoitettun peltoalan kanssa. Lapin ilmasto-olosuhteet suosivat nurmikasvien käyttöä, ja tällä hetkellä 44900 hehtaarin EU:n tukikelpoisesta peltoalasta 37300 ha on rehunurmikasveilla (Tike 2007). Bioenergiakasveilta vaadittava luonnollinen ominaisuus on korkea energiasaanti käyttökohteessaan.

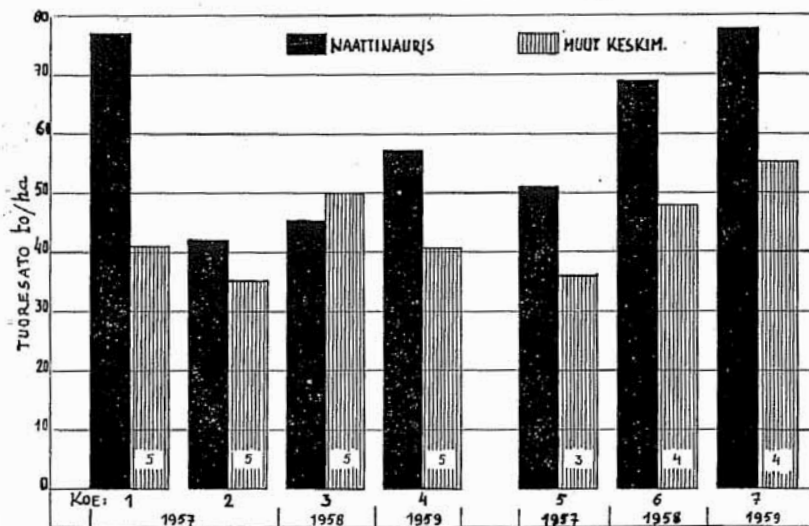
Bioenergiakasvin tulee soveltua mahdollisimman hyvin käyttötarkoitukseensa. Polttoon tarkoitettujen kasvien tulee olla sopivan kuivia sekä energiasisällöltään hyviä. Polttoprosessissa ei saa myöskään tulla paljon tuhkaa. Kasvien tekniset ominaisuudet, esimerkiksi silppuuntuminen tai alhainen tilavuuspaino, voivat aiheuttaa ongelmia joissain polttolaitoksissa. Sekoitettavuus muihin biopolttoaineisiin, kuten puuhakkeeseen ja turpeeseen, lisäävät käyttökelpoisuutta. Biokaasun tuotanto perustuu märehitijöiden ruokinnan kaltaisesti kasvimassan mikrobiologiseen hajottamiseen, jolloin raaka-aineen hyvä hajoaminen mikrobioprosessissa on keskeinen. Kasvien runsas valkuais- ja rasvapitoisuus lisäävät energian saantia kasviraaka-aineesta. Rejektin eli biokaasun tuotannossa hajoamattoman massan hyödyntäminen prosessin jälkeen on myös tärkeää. Etanolituotannossa tavoitellaan korkeita kasvin sokeri- tai tärkkelyspitoisuuksia, jotta bioetanolilaitoksella käsiteltävät massat olisivat pieniä etanolisaantoon nähden (Maaseutukeskusten liitto 2006).

Kasvilajien menestyminen Lapin viljelyolosuhteissa on ensimmäinen kysymys arvioitaessa peltoenergian tuotantoedellytyksiä Lapissa. Varsinkin 1950-luvulla tehtiin MTT:n silloisella Perä-Pohjolan koeasemalla runsaasti eri kasvilajien välisiä vertailevia kokeita. Yhdeksi lupaavimmista kasveista rehuntuotantoon esitettiin naattinaurista (kuva 1). Naattinauris katsottiin satoisaksi ja viljelyvarmaksi kasviksi varsinkin turvemaidilla. Lisäksi kokeissa todettiin kasvin sokeripitoisuuden olevan sangen korkea. Muita hyviä kasveja nurmien lisäksi todettiin lisäksi olevan mm. rehukaali, rehujuurikas ja lihorapsi, joka nykyisin tunnetaan nimellä rehurapsi (Isotalo 1960, Yllö 1960). Korkea sokeripitoisuus ja satotaso puolustaisivat naattinauriin viljelyä energiatuotannossa nykyäänkin. Maatilanmittakaavaisen etanolintuotanto kuitenkin lienee tulevaisuudessakin hankalaa, ei prosessin hankaluuden vaan lainsäädännön vuoksi.





Piirros 1. Tuoresadot Perä-Pohjolan koeaseman rehukasvien vertailukokeissa vv. 1951—56. Pylväisiin merkityt luvut osoittavat muiden kasvien lukumäärän kokeessa.



Piirros 2. Toresadot Perä-Pohjolan koeaseman vihantarehukasvien (1—4) ja rehujuurikasvien (5—7) vertailukokeissa vv. 1957—59.

Kuva 1. Naattinauriin menestyminen Perä-Pohjolan koeaseman kokeissa vuosina 1951-1959 (Isotalo 1960).

Lannoituskustannusten alentamistarpeen ja luonnonmukaiseen viljelyyn myötä biologisen typensidonnan hyväksikäyttö on ollut yksi keskeinen tutkimusaihe. Sekä yksi- että monivuotisia palkokasveja on tutkittu hyvin paljon (Hannukkala 1994). Yksivuotisista typensitojakasveista mm. lupiinit ovat osoittautuneet sängen satoisiksi (taulukko 1). Monivuotista palkokasveista sinimailanen osoittautui 1990-luvun kokeissa yllättävän satoisaksi. Menestyminen vallitsevassa pohjoisessa ilmastossa on sinimailasen merkittävä ominaisuus (Nissinen et al. 2000). Puna-apila on kuitenkin edelleen viljelyvarmin monivuotinen palkokasvi Lapissa (taulukko 2).

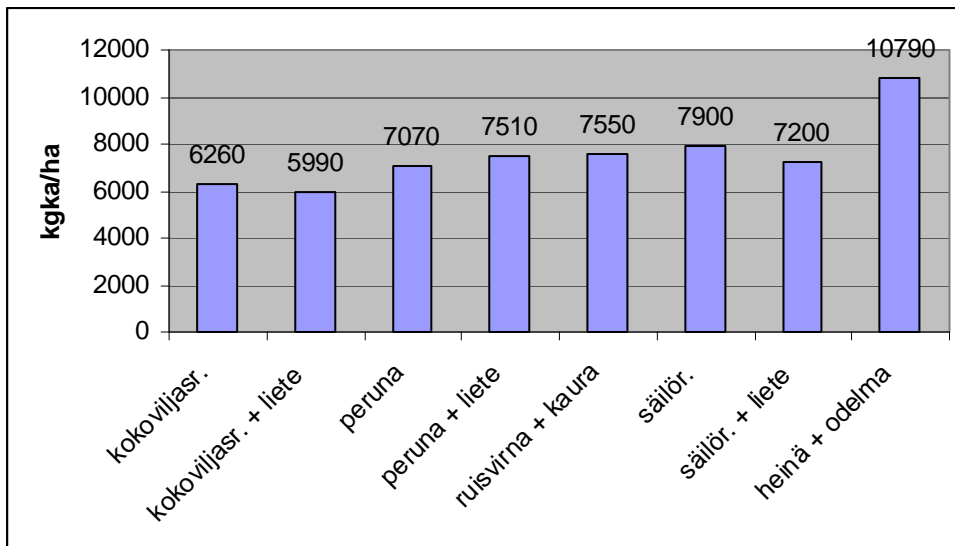
Taulukko 1. Yksivuotisten palkokasvien menestyminen MTT:n Lapin tutkimusasemalla 1992-1993 (Hannukkala 1994).

Kasvilaji	kuiva-ainesato		raakavalkuais- prosentti
	kg/ha		
Rehuherne	4300		18,5
Härkäpapu	4210		16,6
Persianapila	960		15,9
Valkoapila	970		21,9
Puna-apila	1380		17,5
Ruisvirna	3250		23,2
Rehuvirna 'Lolita'	2360		23,0
Rehuvirna 'Kvarta'	2820		22,2
Sinilupiini 'Isabell'	2010		9,0
Sinilupiini 'Rosalin'	3120		7,1
Sinilupiini 'Sur'	2670		8,5
Sinilupiini 'Emir'	2050		8,7
Keltalupiini 'Popiel'	2110		12,3
Keltalupiini 'WTD 1090'	2440		9,5
Keltalupiini 'Juno'	2060		10,3
Keltalupiini 'Parys'	2400		9,4
Keltalupiini 'Piast'	2210		9,8
Valkolupiini 'Vladimir'	2380		12,1
Rehurapsi	3130		11,1

Taulukko 2. Monivuotiset palkokasvit MTT:n Lapin tutkimusaseman kokeissa 1998 (Nissinen et al. 2000).

Treatment	DM yield, kg/ha				Percentage of legumes, %			
	Viikki		Rovaniemi		Viikki		Rovaniemi	
	1.yr	1.yr	1.yr	2.yr	1.yr	1.yr	1.yr	2.yr
Red clover	9396	7434	4367	3492	95	91	94	80
White clover	3343	3382	3193	3125	75	59	82	68
Galega	2803	3046	4875	4040	64	54	94	79
Lucerne	1263	1999	7643	297	40	50	98	22
Birdsfoot trefoil	3657	1816	2986	1495	69	46	91	52
Red clover/meadow								
Fescue	9371	8735	6354	5631	76	55	61	30
White clover/meadow								
Fescue	6501	8233	5509	5378	51	43	34	26
Galega/meadow fescue	4529	6144	5304	5108	36	13	36	35
Lucerne/meadow fescue	3720	5839	7413	4526	34	17	70	11
Birdsfoot trefoil/meadow								
Fescue	4882	5921	3737	3570	41	11	30	21
Meadow fescue, N 0 kg/ha	4328	6068	2986	2468				
Meadow fescue, N 200 kg/ha	7285	10118	7728	8307				

Lapissa on myös vertailtu erityyppisiä rehuksveja. Satotilastot ovat osoittaneet, että Lapissaakin päästään suuriin satotasoihin (Hannukkala 1998). Peruna on varteenotettava vaihtoehto peltobioenergian tuotannossa. Varsinkin perunan lajittelujäte on hyvä raaka-aine sekä biokaasun että etanolin valmistukseen. Perunatilojen vähäisyys, hajanainen sijainti ja tilan karjattomuus voivat kuitenkin olla esteitä jätteen hyötykäytölle, koska yksittäisen tilan jätemäärät ovat pieniä ja kuljetusmatkat mahdollisille hyödyntäjille taloudellisesti kannattamattomia. Kuvan 2 tuloksissa on myös huomioitava karjanlannan (liete) merkitys lannoitusaineena.

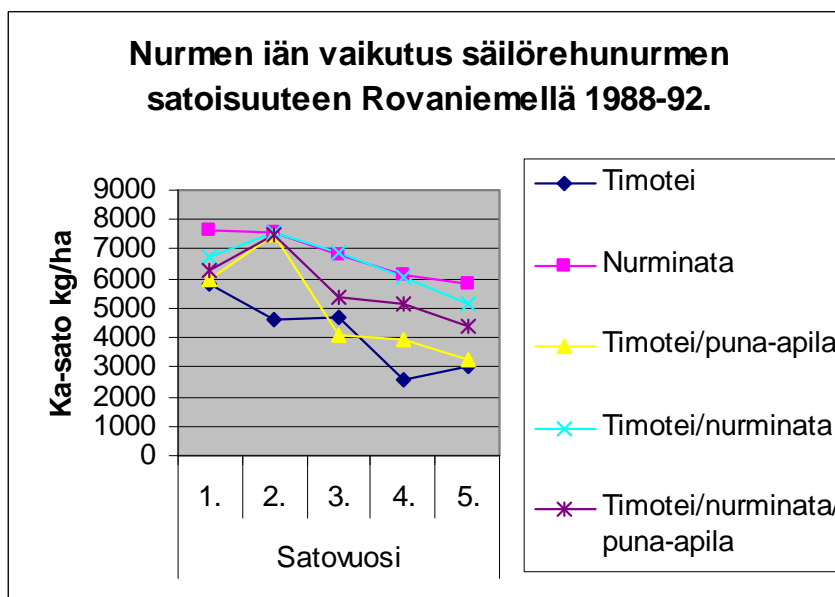


Kuva 2. Eri rehukasvien satoisuus (kg kuiva-ainetta/ha) Lapin tutkimusasemalla 1997 (Hannukkala 1998).

Lisäksi Lapissa on selvitetty selluloosan peltotuotantoa. Agrosellun tuotantoon soveltuva kasvi, jolla on korkea kuiva-aine ja kuitupitoisuus, itse asiassa täyttää kaikki polttoon käytettävän kasvin vaatimukset. Näissä kokeissa on ollut mukana ruokohelpin lisäksi mm. ruokonata. Myös pohjoisen olosuhteissa ruokohelpi osoittautui parhaaksi agroselluksi (Pahkala et al. 1996).

Lapin kasvuolosuhteissa viljelykierrolla ja varsinkin sen pituudella on suuri merkitys monivuotisten kasvien satoon. Talvituhot kohtelevat kasvilajeja eri tavalla. Kokeiden perusteella voidaan sanoa, että nurmien satotaso alkaa laskea kolmannen satovuoden jälkeen hyvin nopeasti (Nissinen ja Hakkola 1994). Siksi vanhojen nurmien käyttöä pitää välttää myös energiakäytössä (kuva 3).

Tässä selvityksessä ei puututa Lapin pellon käytön riittävyyteen energian tuottamiseen rehu- ja rehutuotannon ohessa. Tätä aihetta käsittelee Kemi-Tornion ja Rovaniemen koulutus- ja tutkimuskeskusten sekä Lapin yliopiston selvitys bioenergian tuotannon edellytyksistä Lapissa.



Kuva 3. Nurmen iän vaikutus satoisuuteen MTT:n Lapin tutkimusasemalla 1988-1992 (Nissinen ja Hakkola 1994).

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Koejärjestelyt

MTT Kasvintuotanto Rovaniemellä aloitettiin eri kasvilajien soveltuvuuden selvittäminen bioenergia käyttöön vuonna 2006. Vertailuun otettiin mukaan sekä yksi- että monivuotisia lajeja. Lajien valinnassa käytettiin hyväksi MTT Rovaniemellä 1950-luvulta lähtien tehtyjä kasvilajivertailuja. Lisäksi hyödynnettiin viljelytekniisiä kokeita mm. palkokasvien ja lietteen käytöstä lannoituksessa.

Kokeet aloitettiin sekä Rovaniemellä MTT:n Rovaniemen toimipaikassa että Kittilän Kaukosessa kivennäis- ja turvemailla. Vertailuihin valittiin (taulukko) monivuotisista kasveista timotei, nurminata, ruokonata, ruokohelpi, rehukattara, niittynurmikka ja puna-apila. Polttokäyttösoveltuvuutta oli tarkoitus selvittää nurminadalla, ruokonadalla, ruokohelvellä sekä rehukattaralla. Yksivuotisista kasveista mukana ovat italian raiheinä, westervoldin raiheinä, naattinauris, rehurapsi, ohra, kaura, ruis ja ruisvirna biokaasun tai –etanolin raaka-aineena sekä polttokäyttöön ohra, kaura ja hamppu. Koesarja tehtiin osana *Multimaaseutu* EMOTR-hanketta.

Taulukko 3. MTT Rovniemen bioenergiakasvikokeissa olleet lajit käyttötarkoituksen mukaan.

	Polttokäyttö	Biokaasu	Bioetanoli
Monivuotiset (yleisin käyttötapa)			
timotei (nurmikasvi)		+	
nurminata (nurmikasvi)	+	+	
ruokonata (nurmikasvi)	+	+	
ruokohelpi (bioenergiakasvi)	+	+	
rehukattara (bioenergiakasvi)	+		
niittynurmikka (nurmikasvi)		+	
puna-apila (palkokasvi)		+	
Yksivuotiset (yleisin käyttötapa)			
italian raiheinä (nurmikasvi)		+	
westervoldin raiheinä (nurmikasvi)		+	
naattinauris (rehukasvi)		+	+
rehurapsi (öljykasvi)		+	+
ohra (viljakasvi)	+	+	+
kaura (viljakasvi)	+	+	+
ruis (viljakasvi)		+	
ruisvirna (palkokasvi)		+	
hamppu (kuitukasvi)	+		

Monivuotiset kasvit kylvettiin Rovaniemellä kivennäismaalle 8.6.2006, turvemaalle 12.6. ja Kittilään 15.6. kivennäismaalle. Vuonna 2006 yksivuotisten kasvien kylvöpäivät olivat samat. Vuonna 2007 kylvöpäivät olivat 6.6. Rovaniemellä ja 16.6. Kittilässä. Monivuotisista kasveista rehukattara ei talvehtinut kummallakaan koepaikkakunnalla, joten se hylättiin tulosten käsittelyssä. Halla vaurioitti Kittilän hamppukasvustoja vuonna 2007, joten

Kittilästä ei ole hampun satotuloksia vuodelta 2007. Kokeet perustettiin satunnaisten lohkojen menetelmällä siten, että moni- ja yksivuotiset kasvit sijoitettiin omiin kokeisiinsa erottelematta käyttötarkoitusta. Satonäytteistä analysoitiin MTT Rovaniemen laboratoriossa typpi- ja raakakuitupitoisuus sekä sellulaasientsyymillä orgaanisen aineen sulavuus. Saadut tiedot käsiteltiin tilastollisesti SAS-ohjelmistolla.

Biokaasun tuotantoon tarkoitetuista yksivuotisista kasveista ruis sekä italian ja westervoldin raiheinät korjattiin kahdesti kumpanakin kesänä, muut yhden kerran, viljakasveista ohra ja kaura myöhäisessä taikinatuulentumisvaiheessa kokoviljasäilörehuksi. Naatinauriista korjattiin erikseen naatti- ja juressato. Kivennäismaalla Rovaniemellä westervoldin raiheinä ja ohra korjattiin 24.7.2006, italian raiheinä, ruis ja kaura 27.7.2006, muut kasvit 14.9.2006 (raiheinät ja viljat 25.7.2007), turvemaalla 27.7.2006 ja 3.8.2006 (30.7.2007). Kittilässä vastaavat korjuupäivät olivat 7.8.2006 (31.7.2007) ja 11.9.2006 (10.9.2007). Toinen sato ja muiden kasvien sato korjattiin 14.9.2006 (10.9.2007). Polttoon tarkoitetut kasvit korjattiin myöhään syksyllä, viljat puintikypsinä ja keväällä talven kuivattamina. Päivämäärät olivat Rovaniemellä 14.9.2006 sekä 10.9.2007 ja vastaavasti Kittilässä 11.9.2006 ja 10.9.2007. Keväällä sato korjattiin Rovaniemellä 2.5.2007 ja Kittilässä 23.5.2007. Monivuotiset biokaasuun tarkoitetut kasvit korjattiin 3.7.2007 ja 21.8.2007 Rovaniemellä ja Kittilässä 10.7.2007 ja 27.8.2007. Polttoenergiakasvit korjattiin Rovaniemellä 10.9.2007 ja Kittilässä 13.9.2007.

## 2.2 Koealueiden viljavuus

Rovaniemellä kokeet olivat sekä kivennäis- että turvemaalla, Kittilässä kivennäismaalla. Koealueiden viljavuusarvot olivat hyviä tai tyydyttäviä ja edustavat hyvin paikkakuntien peltojen viljavuutta.

Taulukko 4. Koealueiden viljavuus.

Paikkakunta	Maalaji	pH	Ca	K	P	Mg
Rovaniemi, kiv.	mHtMr	6,4	1400	92	14	390
Rovaniemi, turve	Ct	5,2	1500	37	13	497
Kittilä, kiv.	mHtMr	6,5	900	85	6,3	272

## 2.3 Koevuosien sää

### 2.3.1 Vuosi 2006

Lumi oli poissa pelloilta toukokuun viimeisellä viikolla, ja keskilämpötilan mukaan kasvu-kausi alkoi jo 28.4. eli lähes kaksi viikkoa tavanomaista aikaisemmin. Talvi oli nurmien talvehtimisen kannalta suotuisa ja talvituhosienien esiintyminen oli hyvin vähäistä.

Toukokuun kolme ensimmäistä viikkoa olivat lämpimiä ja olosuhteet edulliset kevätkylvöille. Tämän jälkeen alkoivat yhtenäiset sateet, joita kesti kesäkuulle saakka. Kesken jääneet kylvöt viivästyivät pahasti. Loppukesä oli syyskuulle saakka lämmin ja erittäin kuiva. Elokuu oli kesän lämpimin kuukausi keskilämpötilan ollessa 15,5 °C eli 3,5 astetta normaalia korkeampi. Tehoisaa lämpösomaa kertyi 1011 astetta, mikä on 128 astetta pitkäaikaista keskiarvoa korkeampi. Kesä-, heinä- ja elokuussa sadetta kertyi ainoastaan 37 mm

ja koko touko-syyskuun sademäärä oli 154 mm eli 126 mm pitkäaikaista keskiarvoa vähemmän.

Käytännössä toukokuun sateet pelastivat ensimmäisen säilörehusadon. Sen sijaan toinen sato jäi ankaran kuivuuden takia erittäin pieneksi ja samalla kesän kokonaissato tavanomaista huomattavasti pienemmäksi. Kuivuudesta johtuen toisen sadon kuiva-ainepitoisuudet olivat 35-40 % eli huomattavan korkeita (kaksinkertaiset normaaliin verrattuna). Rehumassan sulavuus ja valkuaispitoisuudet muodostuivat tyydyttäväiksi.

Myös muiden pelto- ja puutarhakasvien osalta toukokuun sateet antoivat kasvulle hyvän alun. Vaikka kosteutta säilyi maassa kohtuullisen pitkään, sadetusta olisi tarvittu käytännössä koko kesän ajan. Kuivuudesta johtuen vilja- ja marjasadot valmistuivat verraten aikaisin. Yksivuotisilla kasveilla peruna mukaan luettuna sadot jäivät tyydyttäväiksi. Tauteja ja tuholaisia esiintyi hyvin vähän. Ensimmäiset yöhallat tulivat vasta syyskuun puolivälissä.

### **2.3.2 Vuosi 2007**

Huhtikuun alku oli lämmin ja lumi oli poissa pelloilta jo huhtikuun viimeisellä viikolla. Nurmet talvehtivat alkutalven vaihtelusta ja jään muodostuksesta huolimatta suhteellisen hyvin. Talvituhosienien esiintyminen oli hyvin vähäistä.

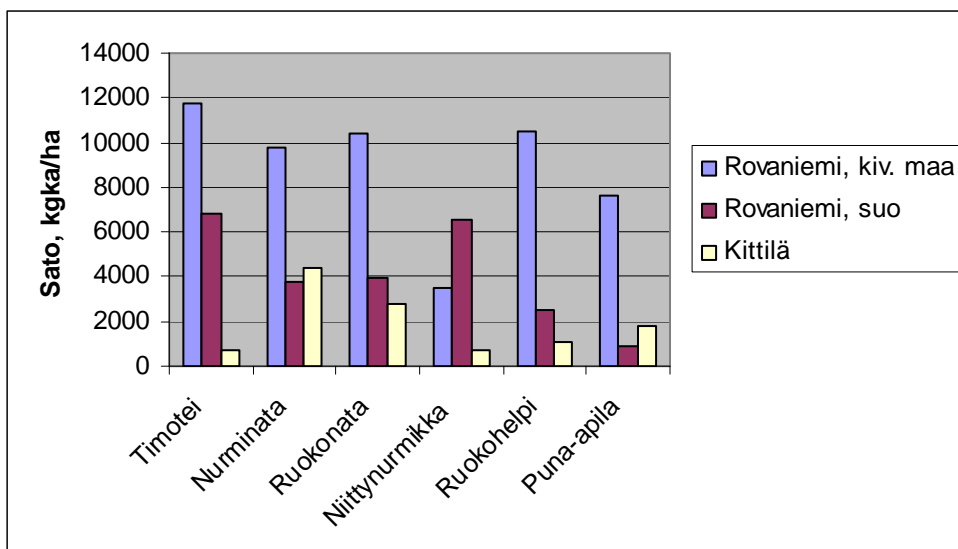
Toukokuun alku oli viileä ja kasvukausi käytännössä alkoi täysin normaaliin aikaan toukokuun puolivälissä. Kylvötyöt päästiin aloittamaan normaalisti toukokuun lopulla, vaikka säätila olikin viileähkö. Kesäkuun puoliväli oli kylmä ja kasvu hidastui. Ajankohtaan nähden harvinaisia yöhalloja esiintyi useana yönä. Juhannuksen jälkeen alkoivat sateet, jotka jatkuivat kasvukauden loppuun. Sademäärä 300 mm ei ollut normaalista poikkeava, mutta sadepäiviä oli harvinaisen paljon. Lämpösummaa kasvukaudella kertyi 912 astetta, joka on hieman enemmän kuin normaalisti. Ensimmäinen syyshalla koettiin 27.8. Se on tämän vuosituhannen aikaisin.

## **3 Tulokset ja tulosten tarkastelu**

### **3.1 Biokaasuun tarkoitettut kasvit**

#### **3.1.1 Monivuotisten kasvien sato**

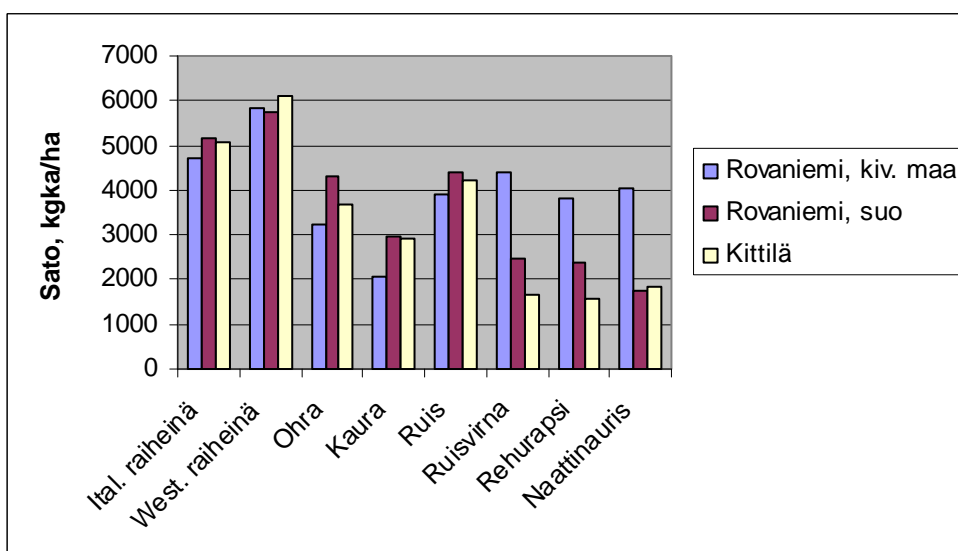
Rovaniemellä kivennäismaalla saatiin runsas kokonaissato (kuva 4). Niittynurmikan sato oli hyvä turvemaalla, jossa sen sato painottui nimenomaan toiseen korjuukertaan. Sato oli samaa luokkaa timotein kanssa. Kittilässä perustamisvuoden (2006) kuivuus haittasi orastumista ja niinpä sato jäi erityisen pieneksi. Nurminata ja ruokonata viihtyivät hyvin Kittilässä. Palkokasvien huono viihtyvyys turvemaalla tuli tässäkin kokeessa esiin.



Kuva 4. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen monivuotisten kasvien kuiva-ainesadot Rovaniemellä ja Kittilässä vuonna 2007 (std Rovaniemi kivennäismaa 575, turve 155, Kittilä 381).

### 3.1.2 Yksivuotisten kasvien sato

Yksivuotisten kasvien sato jäi huomattavasti monivuotisten kasvien satoa pienemmäksi (kuva 5). Raiheinien hyvä menestyminen Kittilässä on merkille pantavaa. Kittilässä ei saatu vuonna 2007 lainkaan satoa ruisvirnasta ja rehurapsista kevätthallojen seurauksena. Niinpä Kittilän tuloksissa ei ole standardivirhettä. Kuivuus heikensi varsinkin vuonna 2006 Rovaniemellä piensiemenenisten kasvien satoa. Esimerkiksi italian raiheinän sato vuonna 2006 kivennäismaalla oli 2430 kgka/ha ja vastaavasti 6980 kgka/ha vuonna 2007. Sääolosuhteiden merkitys yksivuotisten kasvien satoon tuli koevuosina hyvin esiin.



Kuva 5. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen monivuotisten kasvien kuiva-ainesadot Rovaniemellä ja Kittilässä 2007 (std Rovaniemi kivennäismaa 302, turve 279).

### 3.1.3 Monivuotisten kasvien laatu

Rovaniemellä ensimmäisen niiton valkuaispitoisuudet jäivät hyvin alhaisiksi, vaikka sulavuus olikin hyvä (taulukko 4). Kittilässä valkuaispitoisuus oli korkea, samoin sulavuus. Toisen sadon sulavuus oli korkea, mutta kuiva-ainepitoisuus jäi alhaiseksi (taulukko 5). Merkittävää oli ruokohelven muita kasveja huonompi sulavuus molemmissa niitoissa.

Taulukko 5. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen monivuotisten kasvien laatu Rovaniemellä ja Kittilässä vuonna 2007, 1. sato.

Kasvilaji	Rovaniemi, kiv.maa			Rovaniemi, turve			Kittilä, kiv.maa		
	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %
Timotei	64,7	9,9	22,0	66,8	12,2	21,2	69,9	18,6	17,4
Nurminata	65,7	11,0	21,8	69,0	13,7	21,6	69,5	16,8	17,2
Ruokonata	65,5	9,8	21,4	69,8	12,9	20,3	71,7	18,5	16,5
Niittynurmikka	73,1	12,7	18,8	72,0	15,3	21,7	69,7	20,2	15,4
Ruokohelpi	61,5	11,0	22,9	70,2	14,3	20,0	70,7	17,6	18,1
Puna-apila	74,5	17,8	12,8	71,5	17,9	17,7	72,8	20,9	14,6
std	1,2	0,4	0,96	1,03	0,45	0,53	1,46	0,76	0,73

Taulukko 6. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen monivuotisten kasvien laatu Rovaniemellä ja Kittilässä vuonna 2007, 2. sato.

Kasvilaji	Rovaniemi, kiv.maa			Rovaniemi, turve			Kittilä, kiv.maa		
	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %
Timotei	70,9	12,0	17,2	71,3	16,6	15,9	72,9	15,4	14,3
Nurminata	76,0	14,3	16,9	73,0	17,7	15,1	73,3	16,4	13,6
Ruokonata	72,9	13,0	15,0	72,8	15,0	15,2	73,2	13,6	15,2
Niittynurmikka	75,5	15,5	17,2	72,9	16,6	16,2	72,8	16,7	13,6
Ruokohelpi	57,2	10,9	21,3	68,8	16,1	16,7	69,6	14,3	15,3
Puna-apila	70,1	18,7	12,9	72,6	17,0	15,4	73,7	17,4	14,4
std	0,64	0,59	0,61	0,6	0,61	0,64	0,82	0,73	1,21

### 3.1.4 Yksivuotisten kasvien laatu

Yksivuotisista kasveista raiheinät ja ruis korjattiin kaksi kertaa. Sulavuus oli yleisesti ottaen korkea. Viljakasveilla (ohra ja kaura) sekä westervoldin raiheinällä se oli hieman muita alhaisempi (taulukko 6). Palkokasvi ruisvirnan valkuaispitoisuus oli molemmilla paikkakunnilla ja maalajeilla korkein. Kaksi kertaa niitettynä rukiilla oli raiheiniä korkeampi kuiva-ainepitoisuus. Se on viljelyetu, sillä silloin säilönnässä syntyy vähemmän puristenestettä (taulukko 7). Naattinauriin sekä naateilla että juureksella oli erittäin korkea sulavuus ja alhainen kuiva-ainepitoisuus. Nauriin juureksen säilöntä biokaasun tuotantoon voi olla vaikeaa (taulukko 8).



Taulukko 7. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen yksivuotisten kasvien laatu Rovaniemellä ja Kittilässä 2006 - 2007, 1. sato.

Kasvilaji	Rovaniemi, kiv.maa			Rovaniemi, turve			Kittilä, kiv.maa		
	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %
Ital. raiheinä	87,0	18,2	19,4	85,5	20,3	16,2	85,7	18,9	16,2
West. raiheinä	76,1	16,7	19,0	76,1	17,9	16,0	74,7	16,2	16,5
Ohra	74,5	13,1	24,1	71,4	13,7	21,7	73,4	14,4	19,4
Kaura	77,8	12,9	21,0	80,9	14,4	18,9	76,0	14,0	17,7
Ruis	86,8	18,0	22,8	84,6	21,1	18,2	85,0	20,9	18,2
Ruisvirna	67,6	22,3	17,0	62,2	23,3	18,9	63,6	21,4	12,8
Rehurapsi	82,2	10,4	18,4	86,4	16,0	17,2	83,7	7,6	17,7
std	1,1	0,6	0,7	1,3	0,8	1,03			

Taulukko 8. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen yksivuotisten kasvien laatu Rovaniemellä ja Kittilässä 2006 - 2007, 2. sato.

Kasvilaji	Rovaniemi, kiv.maa			Rovaniemi, turve			Kittilä, kiv.maa		
	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %
Ital. raiheinä	84,7	16,8	15,8	84,4	20,2	14,2	85,7	20,8	14,3
West. raiheinä	68,0	12,8	23,0	73,9	15,9	19,1	76,8	19,0	15,0
Ruis	77,8	16,9	18,0	75,9	22,5	15,4	82,9	21,5	15,8
std	0,66	0,43	0,60	0,3	0,2	0,29	0,9	0,61	0,8

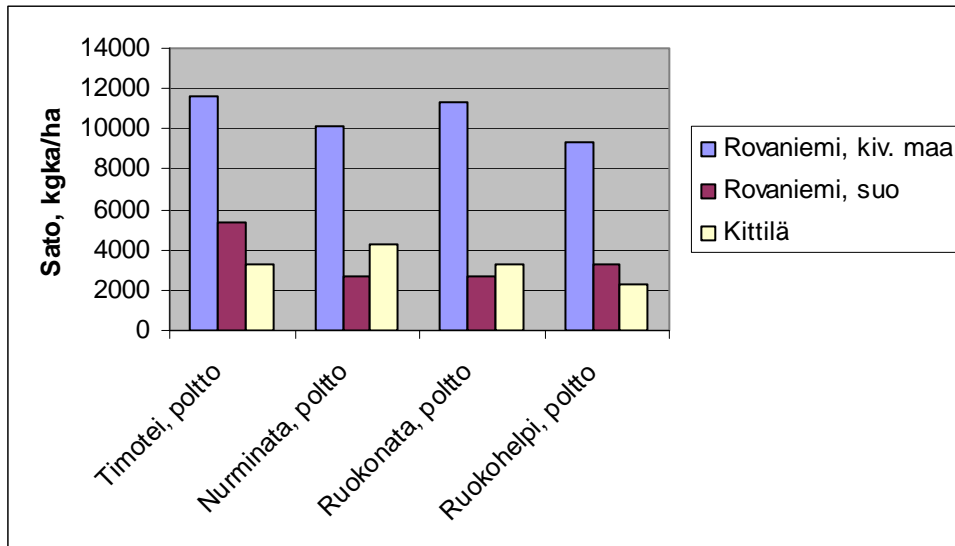
Taulukko 9. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen naattinauriin laatu Rovaniemellä ja Kittilässä 2006 - 2007.

Kasvilaji	Rovaniemi, kiv.maa			Rovaniemi, turve			Kittilä, kiv.maa		
	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %	Sulavuus %	Valkuais %	Kuiva-aine %
Juures	92,0	8,4	11,3	89,0	13,3	11,2	89,9	7,4	12,2
Naatit	89,9	15,4	12,5	87,6	20,1	12,2	88,7	11,7	12,7

## 3.2 Polttoon tarkoitettut kasvit

### 3.2.1 Monivuotisten kasvien sato

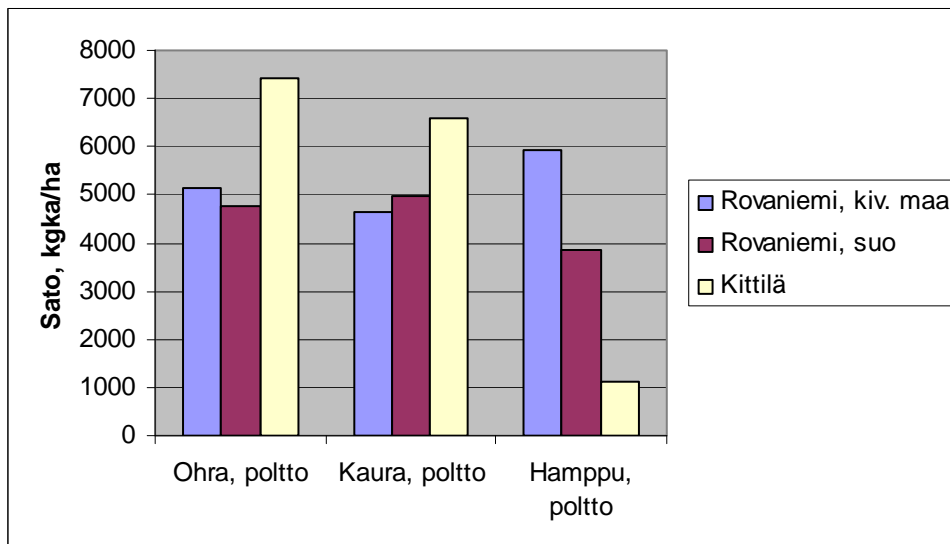
Kittilässä perustamisvuoden (2006) kuivuudesta johtuen sato jäi erittäin pieneksi (kuva 6). Rovaniemellä kivennäismaalta saatiin timoteista, nurmi- ja ruokonadasta sekä ruokohelvestä hyvä sato. Kylmällä kivennäismaalla 2007 viileän alkukesän vuoksi sadot jäivät pienekköiksi. Turvemaalla niittynurmikan hyvä menestyminen muihin kasveihin verrattuna on merkittävää. Tässäkin kokeessa puna-apilan menestyminen turvemaalla jäi vaatimattomaksi.



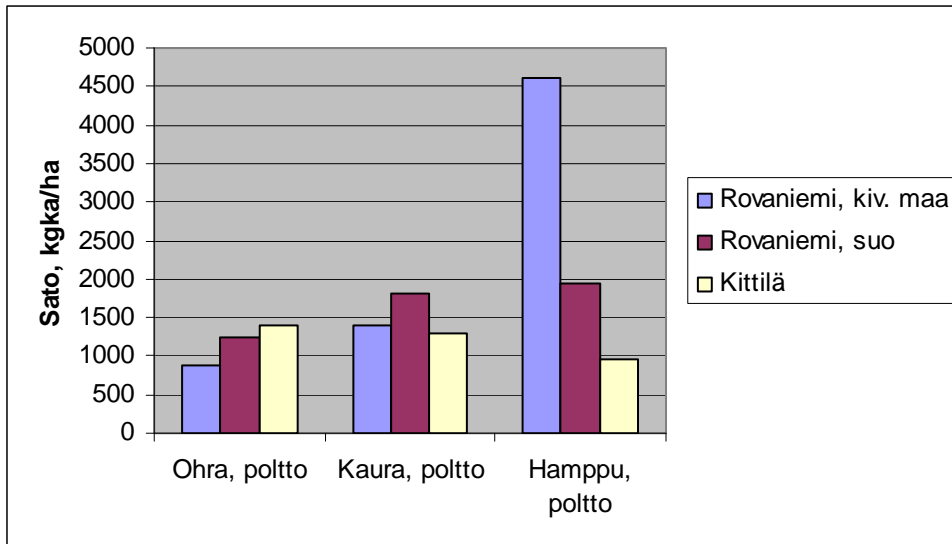
Kuva 6. Polttoon tarkoitettujen monivuotisten kasvien kuiva-ainesadot Rovaniemellä ja Kittilässä vuonna 2007 (std Rovaniemi kivennäismaa 575, turve 155, Kittilä 381).

### 3.2.2 Yksivuotisten kasvien sato

Rovaniemellä satoisin polttoon tarkoitettu kasvi kivennäismaalla oli hamppu (kuva 7). Turvemaalla se ei menestynyt viljojen (ohra ja kaura) veroisesti. Kittilässä hamppu ei menestynyt, koska vuonna 2007 kevähalla vioitti sitä niin pahasti, ettei satoa saatu lainkaan. Hampun sato oli hyvä myös kevätkorjuussa Rovaniemellä (kuva 8). Hampua voidaan pitää potentiaalisena yksivuotisena polttoenergiakasvina. Riskinä on kuitenkin hampun arkuus kevähalluille.



Kuva 7. Polttoon tarkoitettujen yksivuotisten kasvien kuiva-ainesadot Rovaniemellä ja Kittilässä vuonna 2007, syyskorjuu (std Rovaniemi kivennäismaa 302, turve 279).



Kuva 8. Polttoon tarkoitettujen yksivuotisten kasvien kuiva-ainesadot Rovaniemellä ja Kittilässä vuonna 2007, kevätkorjuu (std Rovaniemi kivennäismaa 288, turve 184).

### 3.2.3 Monivuotisten kasvien laatu

Syksyllä suoraan korjattuna monivuotisten kasvien kuiva-ainepitoisuus ei ollut polttoon tarpeeksi korkea, joten kasvimateriaalin käyttö polttoenergiaksi edellyttää kuivausta (taulukko 10). Syksyn vaihteleva sää todennäköisesti estää luokokuivauksen. Mikäli polttoon tarkoitettuja kasveja halutaan korjata syksyllä, vaatii se menetelmän kehittelyä. Hankkeen lyhyen keston vuoksi monivuotisilla kasvilla ei voitu toteuttaa kevätkorjuuta, mutta aikaisemmissa agrokuitukokeissa kevätkorjuun on todettu olevan myös Lappiin sopiva menetelmä. Jo polttoenergiakasviksi vakiintuneen ruokohelven asema ei muuttune. Sen viljelytekniikka osataan ja sitä osataan käyttää polttolaitoksilla. Tuhkapitoisuus ei millään kasvilajilla ollut erityisen korkea, mikä onkin toivottavaa, sillä tuhkan lisääntyminen poltossa lisää polttolaitteiston huoltotarvetta.

Taulukko 10. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen monivuotisten kasvien laatu Rovaniemellä ja Kittilässä vuonna 2007.

Kasvilaji	Rovaniemi, kiv.maa		Rovaniemi, turve		Kittilä, kiv.maa	
	Kuiva-aine %	Tuhka %	Kuiva-aine %	Tuhka %	Kuiva-aine %	Tuhka %
Timotei, poltto	38,0	3,73	28,8	4,55	26,9	9,00
Nurminata, poltto	34,7	5,35	24,7	4,70	19,9	12,20
Ruokonata, poltto	38,1	4,68	25,2	4,78	23,5	10,60
Ruokohelpi, poltto	35,3	4,95	28,4	4,83	28,0	10,80
std	0,96	0,25	0,53	0,16	1,21	0,45

### 3.2.4 Yksivuotisten kasvien laatu

Yksivuotisetkaan kasvit eivät ennätä kuivua syksyllä polttokäyttöön (taulukko 11). Kittilästä on hampusta ainoastaan vuoden 2006 laatutiedot käytettävissä kevähallan tuhatta lajin kasvustot. Hampun tuhkapitoisuus oli viljoja (ohra ja kaura) korkeampi. Kevätkorjuussa (taulukko 12) hampun tuhkapitoisuuden merkittävä pieneneminen on kiinnostavaa.

Luultavasti kasvista on hävinnyt eniten kivennäisaineita, jolloin keväällä ei ole jäljellä kuin kova tukiranka. Syitä alhaiseen tuhkapitoisuuteen olisi tutkittava tarkemmin.

Taulukko 11. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen yksivuotisten kasvien laatu Rovaniemellä ja Kittilässä 2006 – 2007, syyskorjuu.

Kasvilaji	Rovaniemi, kiv.maa		Rovaniemi, turve		Kittilä, kiv.maa	
	Kuiva-aine %	Tuhka %	Kuiva-aine %	Tuhka %	Kuiva-aine %	Tuhka %
Ohra, poltto	45,5	4,7	36,8	3,4	33,5	4,2
Kaura, poltto	31,8	5,6	26,8	3,9	30,0	4,2
Hamppu, poltto	32,4	7,2	28,6	8,0	24,7	6,3
std	0,67	0,29	1,03	0,27		

Taulukko 12. Biokaasuntuotantoon tarkoitettujen yksivuotisten kasvien laatu Rovaniemellä ja Kittilässä vuonna 2007, kevätkorjuu.

Kasvilaji	Rovaniemi, kiv.maa		Rovaniemi, turve		Kittilä, kiv.maa	
	Kuiva-aine %	Tuhka %	Kuiva-aine %	Tuhka %	Kuiva-aine %	Tuhka %
Ohra, poltto	70,5	5,53	70,7	1,85	87,8	1,7
Kaura, poltto	69,4	4,33	82,2	2,03	86,7	2,2
Hamppu, poltto	80,9	1,35	85,8	1,45	72,7	2,3
std	5,07	1,29	1,39	0,14	4,39	0,32

## 4 Johtopäätökset

Biokaasun tuottaminen näyttää helpoimmalta vaihtoehdolta peltoenergian tuotannossa. Lapissa viljelyvarmoiksi osoittautuneista monivuotisista vanhoista kasvilajeista timotei, nurmi- ja ruokonata ovat biokaasun tuotantoon sopivia kasveja. Lajit menestyvät Lapissa, ja niiden viljely hallitaan vaativissa olosuhteissa. Samalla pidetään yllä rehuomavaraisuutta. Lisäksi näistä kasvilajeista osataan tehdä laadukasta säilörehua. Rehuylijäämän hyödyntäminen energiantuotannossa on helppoa. Rehuylijäämä soveltuu erinomaisesti tilan biokaasureaktorin lannantuotannon vaihteluiden tasaamiseen. Laidunkausi saattaa vähentää huomattavasti käytössä olevaa lannan määrää, ja tämä voidaan kompensoida kasveista saatavalla lisäsyötteellä. Oma mahdollisuutensa saattaa olla pyrolyysitekniikan käyttö nurmi-kasviraaka-aineesta energiaa tuotettaessa. Pyrolyysi eli kuivatislaus on vanha menetelmä, periaatteessa sama tekniikka on käytössä tervanpoltossa.

Niittynurmikka soveltuu parhaiten turvemaille. Tämä luonnonheinänäkin esiintyvä laji häviää kuitenkin vertailussa muille käytössä oleville nurmikasveille. Lisäksi sen laadunvaihtelu lisääntyy korsiintumisen edetessä. Puna-apila soveltuu huonosti nykyisiin korjuumenetelmiin. Kasvupisteen vaurioituminen korjuun yhteydessä johtaa helposti juurilahoinfektioon ja puna-apilan nopeaan häviämiseen nurmesta. Lannoitteiden hinnan nousu todennäköisesti lisää kiinnostusta palkokasveihin, joiden viljely periaatteessa osataan.

Yksivuotiset kasvit ovat sadontuottajina monivuotisia huonompia. Raiheinät ja viljat (ohra, kaura ja ruis) tuottavat kuitenkin suhteellisen hyvin. Palkokasvipohjainen raaka-aine on vaihtoehto kivennäismaapelloille, muttei turvemaille. Turvemaista vapautuva ammoniumtyyppi on myrkyä palkokasvien typensitojabakteereille. Maaperän kosteus ja korkea pohjavesi sekä keväällä maan hidas lämpeneminen vähentävät osaltaan palkokasvien kasvua.

Turvemaiden ojituksen ja pinnan muotoilun on oltava kunnossa, jos niillä yritetään viljellä palkokasveja.

Kokeet osoittivat, että talvehtimiseen, vallitsevaan säähän ja viljelymaan laatuun tulee kiinnittää huomiota viljelyyn soveltuvia kasveja valittaessa. Rehukattara ei talvehtinut lainkaan, joten siitä ei saatu tuloksia, ja hamppu kärsi kevähallousta. Rehurapsilla on merkittävää vuosittaista satovaihtelua aiempien kokeiden perusteella, joten tuotannon riskit ovat vielä nykyisessä ilmastossa suuria. Runsaasti sokeria sisältävä naattinauris menestyy Lapissa suhteellisen hyvin. Juureksen säilöntä on kuitenkin hankalahkoa ja vaatisi uutta koneistusta ja mahdollisesti säilöntäteknikkaa, mikä lisää työtä ja viljelykustannuksia. Tämä saattaa muodostua naattinauriin uuden tulemisen esteeksi. Ruisvirnalla on palkokasvina potentiaalia, mutta Lapissa runsas turvemaiden osuus peltoalasta rajoittaa sen, kuten muidenkin palkokasvien viljelyä. Lisäksi alhainen sulavuus voi tuottaa ongelmia biokaasutuotannossa. Perunan lajittelujätteen hyödyntäminen on myös yksi varteenotettava vaihtoehto, syntyyhän varsinkin Puikulan tuotannossa runsaasti pientä, kauppakelvotonta lajittelujätettä.

Ruokohelpi ja –nata ovat edelleen soveltuvimmat polttokäyttöön. Ruokohelpin rehuntuotantoketjun koneistus soveltuu myös polttokäyttöön. Hamppu on mielenkiintoinen yksi-vuotinen vaihtoehto, mutta nykyisessä Lapin ilmastossa sen viljely on hyvin riskialtista. Etanolin tuottaminen energiaksi lienee Lapin maataloilla mahdotonta lainsäädännöllisestikin.

Bioenergian tuottaminen voi täydentää lappilaisten maatalojen pellonkäyttöä. Lähtökohtana tulisi olla, että energiantuotanto ei kilpaile elintarvikkeiden kanssa, vaan molemmat tuotantomuodot täydentävät toisiaan. Tällöin paikallisen energihuollon järjestäminen tehokkaasti ylijäämiä ja sivuvirtoja hyödyntäväksi paikalliseksi energiatuotannoksi parantaa tilojen edellytyksiä ja kilpailukykyä ilmaston ja globaalitalouden muutoksista hyötyvillä alueilla, joilla elintarviketuotannon mahdollisuudet paranevat. Tilakohtaiset investointikustannukset voivat tietenkin olla rajoittamassa tuotannon aloittamismahdollisuuksia.

## 5 Kirjallisuus

- Hannukkala, A. 1994. Kuiva-ainesadon tuottajina lupiinit lupaavia Lapissa. Koetoiminta ja Käytäntö 24.5.1994: 19.
- Hannukkala, A. 1998. Onko nurmella kilpailijaa Lapissa? Sarka 1:13.
- Isotalo, A. 1960. Rehuntuotannon mahdollisuuksista Pohjois- Suomessa. Laidun yhd. Julk. 36: 43-50.
- Maaseutukeskusten liitto. 2006. Maatilayrityksen bioenergian tuotanto. Tieto tuottamaan 115. 95 p. Keuruu
- Nissinen, O. & Hakkola, H. 1998. Korjuutavan vaikutus ja kasvilajin vaikutus nurmen tuottokykyn Pohjois-Suomessa. MTT Tiedote 19. Jokioinen. 48 p.
- Nissinen, O., Hakkola H., Tuori M., Heikkilä, R. & Syrjälä-Qvist L. 2000. New forage legumes for cultivation in Finland. Conventional and ecological grassland management. Proc. of the Int. Symposium, Tartu, July 4-6, 2000: 163-166.
- Pahkala, K., Mela. T., Hakkola, H. & Virkajärvi, P. 1996. Agrokuidun tuotanto ja käyttö Suomessa. Tutkimuksen loppuraportti. 1. osa: Agrokuitukasvien viljely, viljelytoimenpiteiden ja lajikevalikoiman vaikutus agrokuitukasvien satoon ja kivennäiskoostumukseen. MTT julk. Sarja A 3. 68 p.
- Tike. 2007. Maataloustilastotiedote 5/2007. 14 p.
- Yllö, L. 1960. Naattinauriin viljelystä Pohjois-Suomessa. Erip. Koetoiminta ja Käytäntö. 4. 3

