

Bioenergiakeskuksen julkaisusarja  
(BDC-Publications)  
Nro 26



# **RUOKOHELVEN TUOREKORJUUN TEKNIikka JA TALOUS**

**Esiselvitys**

Antti Laitinen, Jenni Sironen, Tuulikki Vesterinen

Joulukuu 2006



**JYVÄSKYLÄN  
AMMATTIKORKEAKOULU**

Luonnonvarainstituutti

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	3
2	RUOKOHELPI KASVINA .....	5
3	RUOKOHELVEN VILJELY ENERGIANTUOTANTOA VARTEN .....	6
3.1	Yleistä viljelystä .....	6
3.2	Viljelyn laajuus .....	8
3.3	Tuotantokustannukset .....	9
3.4	Viljelyn kannattavuus .....	10
4	KASVIPERÄISEN BIOKAASUN TUOTTAMISEN PERIAATTEET .....	11
5	RUOKOHELVEN VILJELY BIOKAASUN TUOTANTOA VARTEN .....	13
6	TUOREKORJUUN KONEKETJUT .....	15
6.1	Koneketjuvaihtoehdot .....	15
6.2	Valitut koneketjut .....	17
6.2.1	Oman tilan koneet .....	17
6.2.2	Urakointi .....	21
7	TUOTANTOKUSTANNUKSET ERI KONEKETJUILLA .....	22
7.1	Viljelyn kustannukset.....	22
7.2	Korjuukustannukset.....	24
7.3	Tuotantokustannuslaskelmat.....	25
8	PÄÄTELMÄT .....	27
9	JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET .....	28
	LÄHTEET .....	29

## LIITTEET

Laskentapohjat erillisenä Excel-tiedostona

## TAULUKOT

TAULUKKO 1.	Ruokohelven lannoitusmäärät (Pahkala 2004).....	7
TAULUKKO 2.	Keväällä karjatilatason pyöröpaalaimella korjatun ruokohelven tuotantokustannuslaskelma (Pahkala ym. 2005.) .....	9
TAULUKKO 3.	Viljelyn kustannukset ilman korjuuta:.....	10
TAULUKKO 4.	Tuoreena korjatun ruokohelven viljelyn kustannukset.....	22

## KUVIOT

KUVIO 1. Taarup TA 3132 -niittomurskain (Agritek 2006).....	17
KUVIO 2. New Holland BR560A -paalainkäärin (New Holland 2006) .....	18
KUVIO 3. Paalipihdit (Clarke Machinery Group 2006) .....	18
KUVIO 4. Niittokone Pöttinger Novadisc 350 (Pöttinger 2006).....	19
KUVIO 5. Karhotin Kuhn 6501 (Kuhn 2006) .....	20
KUVIO 6. Silppuava noukinvaunu Strautman GigaVitesse III (Strautmann 2006).....	20
KUVIO 7. Tuoreena ja kuivana korjuun viljelykustannusten vertailua .....	23
KUVIO 8. Ruokohelven tuorekorjuun korjuukustannukset.....	25
KUVIO 9. Ruokohelven tuorekorjuun kokonaistuotantokustannukset.....	26
KUVIO 10. Ruokohelven tuotantokustannukset €/MWh eri pinta-aloilla .....	26

# 1 JOHDANTO

Suomessa on tähän mennessä tuotettu biokaasua lähinnä lietteistä ja eläinten lannasta. Niiden metaanintuottokyky on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin enemmän orgaanista ainesta sisältävän kasvibiomassan. Biokaasun tuottaminen suoraan kasvimateriaalista on siten tehokkaampaa kuin kasvien käyttäminen ensin rehuksi ja kaasun tuottaminen eläinten lannasta. (Tukia 2006.)

Perusteknologia biokaasun tuottamiseen on jo olemassa. Laitteistoa on kuitenkin kehitetty vain kaasun tuottamiseen lannasta, joten teknologiaa on kehitettävä kaasuntuotantoon kasvimateriaaleista paremmin sopivaksi. Energiakasveina tulisi käyttää kasvilajeja, jotka ovat nopeakasvuisia ja tuottavat runsaasti biomassaa. (Tukia 2006.)

Suomessa kiinnostus ruokohelven kasvattamiseen ja käyttöön energiakasvina lisääntyy voimakkaasti. Nykyisin käytössä oleva menetelmä on se, että ruokohelpi korjataan kuivana kuloheinänä keväällä, kuljetetaan yleensä paalattuna voimalaitokselle, jossa se murskataan ja käytetään polttoaineena turve- tai hakeseoksissa. Satoa kuivana korjatessa saadaan jopa 10 - 12 vuotta samasta kasvustosta.

Ruokohelven käyttö biokaasuntuotantoon on Suomessa vasta kokeiluasteella. Monivuotisena, runsaan biomassan tuottavana kasvina se olisi kuitenkin sopiva kaasuntuotannon raaka-aineeksi. Se on myös kestävä ja suhteellisen vaatimaton kasvupaikan suhteen. Korjuussa voitaisiin hyödyntää olemassa olevaa nurmirehun korjuukalustoa. Ruokohelven tuorekorjuuseen biokaasun tuotantoa varten soveltunee tiloilla käytössä oleva säilörehunkorjuukalusto tai urakoitsijan vastaava. Tuorekorjuuta ja sen vaikutusta ruokohelven kiertoaikaan on Suomessa tutkittu rehuntuotannon näkökulmasta, mutta varsinaisesti biokaasun tuotantoa varten tutkimusta ei ole vielä tehty. (Tukia 2006.)

Tämän hankkeen tarkoituksena on esiselvityksen omaisesti selvittää ruokohelven tuorekorjuun tekniikkaa ja taloutta biokaasun tuottamista varten. Raportin alkuosassa kuvataan lisäksi ruokohelven viljelyä ja kuivakorjuuta energian tuotantoa varten.

**Hankkeen tavoitteet ovat:**

1. Kartoittaa käytössä olevat nurmirehun korjuun koneketjut, jotka voisivat soveltua ruokohelven tuorekorjuuseen.
2. Valita ruokohelven tuorekorjuuseen sopivat koneketjut ja kuvata ne. Käsittelyyn otetaan irtokorjuun, pyöröpaalikorjuun ja suurkanttipaalikorjuun koneketjut oman tilan konevaihtoehdoilla ja toisaalta urakointina.
3. Laskea tuotantokustannukset eri koneketjувaihtoehdoille. Tätä varten lasketaan erikseen viljelyn kustannukset ja korjuukustannukset. Laskelmien pohjalta tehdään vertailua ja annetaan suosituksia erilaisille / erikokoisille tiloille sopivista koneketjuista.
4. Selvittää tuorekorjuun vaikutusta ruokohelven kiertoaikaan.

Tämä hanke on osa JAMK / LUVAn ja JYn yhteishanketta, jossa JAMK / LUVA keskittyy biokaasuun liittyvän tutkimustiedon siirtoon käytäntöön sekä energiakasveja hyödyntävän biokaasuteknologian soveltavaan tutkimukseen ja testaamiseen kenttäolosuhteissa (Tukia 2006). Hankkeen tilaajana on Jaakko Tukia.

**Ryhmän työnjako**

Hankkeen toteutti ryhmä, johon kuuluivat Antti Laitinen, Tuulikki Vesterinen ja Jenni Sironen. Tuulikki toimi projektipäällikkönä ja vastasi raportin osioista 3.2 ja 4. Tämän lisäksi hän vastasi hankkeen kokonaisuudesta ja piti yhteyttä työn tilaajaan. Antti vastasi raportin osioista 6.1, 6.2, 7.2 ja 7.3. Jenni vastasi raportin osioista 2, 3.1, 3.3, 3.4, 5 ja 7.1. Tämän lisäksi hän koosti raportin JAMK:n raportointiohjeiden mukaiseen muotoon. Raportin ulkoasu, johdanto, päätelmät sekä jatkotoimenpiteet mietittiin yhdessä. Samoin raportin pohjalta tehty Powerpoint-esitys koottiin yhteistyönä.

## 2 RUOKOHELPI KASVINA

Ruokohelpi on monivuotinen, luonnonvarainen heinäkasvi joka on sopeutunut hyvin kosteille maille. Ruokohelven luontaisia kasvupaikkoja ovat meren, järvien ja jokien rannat, ojat ja tienpientareet. Luonnossa se muodostaa tiheitä, jopa kaksi metriä korkeita kasvustoja. Nykyään käytössä olevat lajikkeet ovat Pohjois-Amerikassa rehukäyttöön jalostettuja. Ruokohelvellä on energiakäyttöä lähinnä Pohjoismaissa, muualla maailmassa sitä käytetään rehuksina. (Pahkala, Iso-lahti, Partala, Suokannas, Kirkkari, Peltonen, Sahramaa, Lindh, Paappanen, Kallio & Flyktman 2005.)

### **Kasvutapa- ja paikka**

Ruokohelpikasvustoon muodostuu uusia versoja aina lokakuulle asti, eniten kuitenkin keväällä ja syksyllä. Versot jatkavat kasvua ja uusien lehtien muodostamista myöhään syksyyn asti. Kasvustoon kehittyy kukintoja vasta kylvöä seuraavana vuonna, kun juuristo on kehittynyt riittävästi. Siemenet ovat pieniä ja ne irtoavat ja varisevat pian kypsymisen jälkeen kukinnon kärjestä alkaen. Loppukesästä röyhyllisten versojen solmuihin kehittyy haaroja, jotka säilyvät vihreinä talven tulon saakka. (Pahkala ym. 2005.)

Ruokohelven juurakot sijaitsevat pääasiassa noin 2–8 cm syvyydessä, maksimisyvyyden ollessa noin 15 cm. Juuret, jotka kasvavat juurakoista, ulottuvat yli metrin syvyyteen. Uusia juurakoita muodostuu eniten kesäkuukausina, jolloin versojen muodostuminen on vähäistä. Kasvukauden loppuun ruokohelpi siirtää kasvuston maanpäällisestä osasta ravinteita juurakkoon. Juurakoista ravinteet siirtyvät seuraavana keväänä uusien versojen käyttöön heti kasvukauden alettua. Ruokohelpi tarvitsee kaksi kesää juuriston ja täysimittaisen kasvuston kasvattamiseen. Tämä vaikuttaa myös kasvin viljelyaikatauluun. (Pahkala ym. 2005.)

Ruokohelpi soveltuu parhaiten multa- ja turvemaille. Se viihtyy myös hieta- ja hiesumailla. Savimaat ovat viljelyn kannalta huonoimpia. Maan pH voi olla 5–7, eikä ruokohelvellä ole erityisiä vaatimuksia esikasville. (Pahkala ym. 2005.)

## **3 RUOKOHELVEN VILJELY ENERGIANTUOTANTOA VARTEN**

### **3.1 Yleistä viljelystä**

#### **Lajikkeet, siemen ja kylvö**

Siemen on pääosin valittu luonnon kannoista ja jalostettu rehukäyttöön. Sertifioituna siemenenä saa Palaton -lajiketta. Tuhannen siemenen paino on 0,9–1 g. Ruokohelpi kannattaa kylvää 12,5 cm rivivälillä. Sopiva kylvösyvyys on 1–2 cm ilman suojaviljaa. Sopiva siemenmäärä on 8–10 kg/ha eli 800–1000 itävää siementä / m<sup>2</sup>. Ruokohelpi itää hitaasti 3 viikossa. Myös kasvin alkukehitys on hidas, mikä lisää rikkakasveja ja kasvuston aukkoisuutta. Kylvö on tehtävä Etelä-Suomessa viimeistään kesäkuun viimeisellä viikolla ja pohjoisempana aikaisemmin. (Pahkala ym. 2005.)

#### **Viljelyksen perustaminen**

Lohkon ojituksen tulisi olla kunnossa viljelystä aloitettaessa. Pellon epätasaisuus haittaa korjuukoneiden liikkumista tulevina vuosina. Lohkon pinnan muotoilu tehdään ennen viljelyn aloittamista. (Pahkala 2004.)

Kivet ja uudisraivioilla kannot poistetaan pellolta mahdollisimman tarkoin. Ne haittaavat korjuuta, ja irtokivet saattavat rikkoa koneita. Lohkolta tulisi teettää viljavuusanalyysi, jonka mukaan lohkon kalkitus ja lannoitus voidaan suunnitella. (Pahkala 2004.)

Juolavehänä torjutaan ruiskuttamalla alue glyfosaatilla tai muulla juolavehnan torjuntaan tarkoitetulla aineella jo edellisenä vuonna ennen ruokohelven kylvöä. Myös monivuotinen nurmi on syytä hävittää lohkolta edellisenä vuonna ruiskuttamalla. Hyvä syyskyntö on tärkeä edellytys pitkäikäiselle viljelykselle. (Pahkala 2004.)

#### **Lannoitus ja kalkitus**

Fosfori- ja kaliumlannoitus tehdään viljavuustutkimuksen mukaan (taulukko 1). Sopiva lannoite on esimerkiksi kevätiljan Y4 280 - 440 kg/ha

TAULUKKO 1. Ruokohelven lannoitusmäärät (Pahkala 2004)

<b>Peltoviljely</b> <b>kg / ha</b>	<b>Typpeä</b>	<b>Fosforia</b>	<b>Kaliumia</b>
Perustamisvaihe	40	20	40
Vuotuislannoitus	50–80	5–10	30–50

Turvesoilla fosforin ja kaliumintarve on kaksinkertainen peltoviljelyyn nähden. Typen tarve voi olla vähäisempi (sopiva lannoite esim. syysviljan Y1 380–600 kg/ha). Perustamisvuonna ruokohelpi ei kaipaa voimakasta typpilannoitusta, joten kuivikelanta tai komposti on tällöin sopiva lannoite. Satovuosina lannoitusta lisätään ja lannoitteena voidaan käyttää myös lietettä tai virtsaa. Lannoituksen voi myös jättää joinakin vuosina kokonaan tekemättä, mutta silloin on syytä lisätä lannoitusta muina vuosina. (Pahkala ym. 2005.)

Pellon kalkitustarve tulee selvittää viljelystä perustettaessa. Ruokohelpiviljelyn vaatimukset maanparannusaineille (= kalkitusaineet) eivät poikkea mitenkään muista nurmikasveista. (Pahkala 2004.)

### **Sadonkorjuu**

Ruokohelpi korjataan ensimmäisen kerran keväällä vajaat kaksi vuotta kylvön jälkeen. Tämän jälkeen korjuu toistuu joka vuosi saman kaavan mukaan. Korjuu suoritetaan keväällä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, kunhan lumi on sulanut ja pellolla yleensä lähes täysin lakoontunut helpikasvusto on riittävän kuivaa. Keväällä korjattavan sadon kosteus on 10–15 %. Korjuu pitäisi ehtiä tekemään ennen kuin uusi kasvusto on 15–20 cm pitkä. Korjuuseen sopivat normaalit heinäkorjuukoneet. (Pahkala ym. 2005.)

Ruokohelpi on yleensä keväällä lähes täydellisesti lakoontunut, joten korjuutappioiden minimoimiseksi se täytyy niittää mahdollisimman matalaan säänkeen ja mahdollisuuksien mukaan vastalakoon. Korjuutappioita syntyy normaalia enemmän, jos pellon pinta epätasainen tai sen pinnassa on työkoneiden tekemiä painaumuksia. Jos niitossa käytetään niittomurskainta, on sen pyörimisnopeus säädettävä mahdollisimman hitaaksi ja murskaus mahdollisimman lieväksi (käännetään vastaterät pois). Ajonopeus on pidettävä kohtuullisena. Niiton jälkeen ruokohelpi korjataan talteen paalaamalla (pyörö- tai suur-



kanttipaalain) tai irtokorjuuna tarkkuussilppurilla. Tämän jälkeen paalit (tai silppu) kuljetetaan sopivaan paikkaan välivarastoitavaksi. Useimmiten sato paalataan käsittelyn helpottamiseksi. (Pahkala ym. 2005.)

### **Satotasot ja kiertoaika**

Sadot ovat savimailla 7–9 t / ha ja multa- sekä hietamailla 14–15 t / ha. Viljelyaika on noin 10–12 vuotta. (Pahkala ym. 2005.)

### **Rikkakasvien torjunta**

Juolavehänä on pahin uhka ruokohelpiviljelyksen onnistumiselle, joten on tärkeää, että se torjutaan jo kylvöä edeltävänä syksynä. Muut rikkakasvit torjutaan, kun ruokohelpi on 2–4 lehtiasteella ensimmäisenä kesänä. Seuraavina kesinä kasvusto on jo yleensä niin tiheä, että erillistä rikkakasvien torjuntaa ei tarvita. Kasvustoa ei saa niittää ensimmäisenä vuotena, sillä niitto laskee seuraavan vuoden satoa. (Pahkala ym. 2005.)

### **Viljelyn lopettaminen**

Kasvusto hävitetään Roundupilla, kun uusi kasvusto on vähintään 60 cm. Voidaan kyntää 2–3 viikon kuluttua, kun kasvusto on ruskettunut. (Pahkala ym. 2005.)

## **3.2 Viljelyn laajuus**

Suomessa ruokohelven viljely energiakäyttöön on alkanut 1990-luvulla, mutta vasta viime vuosina yksityisten viljelijöiden kiinnostus viljelyyn ja sitä kautta viljelyala on kasvanut. Viljelyala oli vuonna 2004 noin 4 500 ha ja vuonna 2006 jo noin 17 200 ha. Edellä mainitusta alasta noin 4 500 ha on Vapo Oy:n turvetuotannosta poistuneille soille perustamia viljelmiä. Keski-Suomessa viljelyala oli vuonna 2006 noin 400 ha. (Matilda-tilastot 2006.)

Viljelytavoite vuonna 2015 on 100 000 ha (Vesanto 2006). Se on MMM:n asettaman "Peltobiomassa-, liikenteen biopoltonesteet ja biokaasu" -jaoston kirjaama tavoite. Tavoitteen toteutuessa ruokohelpi tulee olemaan nykyistä merkittävämpi kasvi energian tuotannossa. Näin ollen kasvin energiakäytön tutkimukseen on järkevää panostaa.

### 3.3 Tuotantokustannukset

Ruukohelven tuotantokustannuksia on määritetty mm. MTT:ssä, jonka tutkimuksen mukaiset kustannukset on esitetty taulukossa 2. Kustannukset ilman korjuuta on esitetty taulukossa 3. Laskentaperusteet sekä tuotantokustannuslaskelmissa käytetyt koneet, niiden työmenekit ja niillä tehtävän työn hinnoittelu löytyvät MTT:n julkaisemasta Ruukohelven viljely ja korjuu energiantuotantoa varten –oppaasta. (Pahkala ym. 2005.)

TAULUKKO 2. Keväällä karjatilatason pyöröpaalaimella korjatun ruukohelven tuotantokustannuslaskelma (Pahkala ym. 2005.)

	Määrä	á €	€/ha	Viljelyvuotta kohti				
				€/ha	€/t	h/ha	h/t	€/MWh
<b>Perustaminen</b>	1 krt/kierto							
ruiskutus ennen viljelyn aloittamista			8,77	0,88	0,16			0,04
Glyfosaatti	4,0	4,51	18,04	1,80	0,33			0,07
Siemenet, kg	12,0	5,50	66,00	6,60	1,22			0,27
Lannoitteet, Syysviljan Y1	300,00	0,24	72,00	7,20	1,33			0,30
Herbisidi, Hormo MCPA	1,50	6,00	9,00	0,90	0,17			0,04
Koneet, h	3,37		104,91	10,49	1,94	0,34	0,06	0,43
Ihmistyö, h	4,85	8,06	39,09	3,91	0,72	0,49	0,09	0,16
<b>Perustaminen yht.</b>			<b>317,81</b>	<b>31,78</b>	<b>5,89</b>			<b>1,308</b>
<b>Viljelyn lopettaminen</b>								
Ruiskutus			8,77	0,88	0,16			0,04
Glyfosaatti	4,00	4,51	18,04	1,80	0,33			0,07
<b>Viljelyn lopettaminen yht.</b>			<b>26,81</b>	<b>2,68</b>	<b>0,50</b>			<b>0,11</b>
<b>Hoito</b>	9 krt/kierto							
Lannoitteet, Kevätviljan Y3	325	0,22	71,5	79,44	14,71			3,27
Koneet, h	0,22		15,63	17,37	3,22	0,22	0,04	0,77
Ihmistyö, h	0,34	8,06	2,74	3,04	0,56	0,34	0,06	0,13
<b>Hoito yht.</b>			<b>89,87</b>	<b>99,86</b>	<b>18,49</b>			<b>4,11</b>
<b>Korjuu</b>	9 krt/kierto							
Verkko, 2,5m/paali	23	0,75	17,25	19,17	3,55			0,79
Varastointimuovi, m	3	3,6	10,8	12,00	2,22			0,49
Koneet, h	1,57		109,09	121,21	22,45	1,57	0,29	4,99
Ihmistyö, h	4,31	8,06	34,74	38,60	7,15	4,31	0,80	1,59
<b>Korjuu yht.</b>			<b>171,88</b>	<b>190,98</b>	<b>35,37</b>			<b>7,86</b>
<b>Pellon korko</b>	<b>2500</b>	<b>5 %</b>	<b>125</b>	<b>138,89</b>	<b>25,72</b>			<b>5,72</b>
<b>Salaojituksen kustannukset</b>			<b>112</b>	<b>124,44</b>	<b>23,05</b>			<b>5,12</b>
<b>Kustannukset yhteensä</b>				<b>588,63</b>	<b>109,01</b>			<b>24,22</b>

**Laskentaperusteet:**

- satotasona käytetty kiertoaajan keskimääräistä satotasoa: 5,40 KA t / ha.
  - satovuosien satotaso: 6 KA t / ha
  - kiertoaika: 10 vuotta
  - hinnat arvonlisäverottomia
  - energiaa oletetaan saatavan 4,5 MWh / t (10 % käyttökosteudessa).
- (Pahkala ym. 2005.)

TAULUKKO 3. Viljelyn kustannukset ilman korjuuta:

<b>Viljelyvuotta kohti</b>		
€/ha	€/t	€/MWh
<b>397,65</b>	<b>73,64</b>	<b>16,36</b>

### 3.4 Viljelyn kannattavuus

Energiakäyttöön viljellyn ruokohelven kannattavuudelle on ratkaisevaa perustamistoimenpiteiden jälkeisen ajan vähäinen työntarve, sekä matalat kiinteät konekustannukset käytettäessä korjuuseen urakoitsijoita. Vuotuinen työntarve on reilusti alle puolet viljan viljelyn vaatimasta työmäärästä. Koska viljelytoimenpiteet voidaan haluttaessa teettää urakointina, viljelijä voi itse keskittyä muihin töihin. Muuttuvien kustannusten vähäisyys tekee ruokohelven sopimusviljelystä energiakäyttöön nykyisellä hintatasolla kannattavampaa kuin rehuohran viljely. (Pahkala ym. 2005.)

Ruokohelven viljely on käytännössä sopimusviljelyä energiakäyttöön. Kasvuston pitkä kiertoaika on syytä ottaa huomioon viljelyn kannattavuutta laskettaessa. Maltillinen lannoitus ja pitkä kiertoaika pitävät muuttuvat kustannukset kohtuullisina. Eniten kustannuksia aiheutuu korjuusta. Ruokohelven lopullinen tuottajahinta vaihtelee huomattavasti helven laadusta, ostajasta ja viljelmän sijainnista riippuen. (Pahkala ym. 2005.)

## 4 KASVIPERÄISEN BIOKAASUN TUOTTAMISEN PERIAATTEET

Biokaasua voidaan tuottaa biokaasureaktorissa, jossa mikrobit hajottavat orgaanista ainesta hapettomissa oloissa. Biokaasun sisältää tyypillisesti metaania noin 60 % ja hiilidioksidia noin 40 %. Lisäksi se voi sisältää hyvin pieniä pitoisuuksia epäpuhtauksia, esimerkiksi rikkivetyä. Biokaasua voidaan käyttää sähkön ja lämmön tuotannossa yleensä sellaisenaan. Liikennepolttoaineeksi jalostettava biokaasu on kuitenkin puhdistettava ylimääräisestä hiilidioksidista, jotta sen energiasisältö kasvaisi. (Lehtomäki 2006.)

Biokaasua voidaan tuottaa lähes kaikesta eloperäisestä materiaalista. Käytetyt raaka-aineita ovat karjan lanta, kotitalouksien ja teollisuuden biojätteet sekä kasvibiomassat. Hyvän materiaalin ominaisuuksia ovat runsas energiasisältö, helppo hajotettavuus sekä yksinkertainen käsiteltävyys. (Lehtomäki 2006.)

Tähän mennessä biokaasua on tehty joillakin maataloilla lähinnä karjan lannasta. Se ei kuitenkaan ole kaasuntuottopotentiaailtaan parasta mahdollista materiaalia. Lannan metaanintuottopotentiaali on keskimäärin 300 l metaania/kg orgaanista ainetta, kun taas useimpien kasvien metaanintuottopotentiaali on 300–450 l metaania/kg orgaanista ainetta. Esimerkiksi hehtaarin heinäsadosta on mahdollista tuottaa metaania siten, että jos se käytettäisiin henkilöautojen polttoaineeksi, se riittäisi 1–2 henkilöauton vuotuisen kulutukseen. Metaanintuottopotentiaalia voidaan nostaa käyttämällä raaka-aineseoksia, esimerkiksi yhdistämällä lantaa ja kasvibiomassaa sopivassa suhteessa. (Lehtomäki 2006.)

Rehuna käytettävät monivuotiset heinäkasvit ovat yksi tehokkaimpia biomassan tuottajia pohjoisissa ilmasto-oloissa. Koska kasvit on jalostettu rehukäyttöön, niiden hajavuus biokaasureaktorissa on hyvä (vrt. märehitjän pötsi). Asiantuntemus ja kalusto niin viljelyyn kuin korjuuseenkin on jo olemassa. Kasvimassa biokaasun tuotannon raaka-aineeksi voidaan korjata tuorerehun korjuukalustolla ja varastoida säilörehun tapaan joko paaleihin, aumaan tai

siiloon. Kasvimassan varastoinnin säilörehumenetelmillä on havaittu parantavan kaasuntuottopotentiaalia. (Lehtomäki 2005.)

**Kasveista biokaasua tuottaessa tuotantoketju on seuraavanlainen:**

1. Kasvin viljely
  2. Korjuu ja esikäsittelyt
  3. Varastointi
  4. Esikäsittelyt
  5. Biokaasun tuotanto
  6. Jäännöksen varastointi ja jälkikaasutus
  7. Jäännös voidaan hyödyntää kasvin viljelyssä
- (Lehtomäki 2005).

Jos biokaasua tuotettaisiin nykyisellä tekniikalla maatilatasolla tilan omien eläinten lannasta, se olisi taloudellisesti kannattavaa vasta keskimääräistä tilakokoa huomattavasti suuremmissa yksiköissä; Maitotilan minimikoon pitäisi olla noin 100 lehmää ja lihasikalan minimikoon noin 1000 lihasikaa (Hagström, Vartiainen & Vanhanen 2005).

Tuotanto voisi olla kannattavaa pienemmänkin kokoluokan tiloilla, jos lannan sekaan lisättäisiin kasvijätettä. Voisiko kasvibiomassan yhtenä käyttötapana biokaasun tuottamiseksi olla juuri tämä yhteiskäyttö lannan kanssa? Tällöin energiaa tuotettaisiin mahdollisimman lähellä kasvien ja lannan tuotantopaikkaa, joko maatilakohtaisissa tai suuremmissa biokaasulaitoksissa. Kun vielä prosessissa syntyvä ravinteikas jäännös palautettaisiin peltoon lannoitteena, olisi mahdollisuus lähes suljettuun ravinnekiertoon.

## 5 RUOKOHELVEN VILJELY BIOKAASUN TUOTANTOA VARTEN

Biokaasun tuotantoa varten ruokohelvi tulee korjata tuoreena säilörehukasvien tapaan. Tuoreena korjattu ruokohelvi asettaa viljelymenetelmille sekä tekniikalle erilaisia vaatimuksia kuin kuivana korjaaminen. Muun muassa kiertoaika, lannoitustasot, käytetyt koneet sekä kustannukset muuttuvat tietyiltä osin siirryttäessä kuivakorjuusta tuorekorjuuseen. Biokaasun tuotantoa varten tuoreena korjatun ruokohelven tekniikkaa ja taloutta voidaan kuitenkin peilata rehuksi tuotetun ruokohelven menetelmiin ja tuotantokustannuksiin. Lopputuotteen ruokinnallisilla arvoilla ei tässä tapauksessa ole merkitystä, mutta viljelyn kustannukset sekä korjuussa käytettävä kalusto on pääosin sama.

MTT on tehnyt tutkimusta ruokohelven viljelystä ruokinnallisiin tarkoituksiin. Seuraavassa esitetyt viljelysuositukset ovat siis peräisin ruokinnallisista tutkimuksista, mutta oletuksena on, että samat viljelyn lainalaisuudet pätevät myös korjattaessa ruokohelpeä biokaasun tuotantoa varten. Yleisesti ottaen ruokohelven viljely rehuksi tai biokaasun tuotantoon ei merkittävästi poikkea muiden nurmikasvien viljelystä.

### **Korjuuajankohta**

Korjuuajankohdat poikkeavat hieman muista nurmikasveista; ensimmäinen niitto on tehtävä aikaisemmin, mikäli helpeä korjataan rehuksi. Biokaasun tuotantoa varten korjattaessa korjuuajankohta ei ole yhtä tarkka. Ruokohelvi suositellaan korjattavaksi kaksi kertaa satovuonna, sillä kahdella korjuulla biomassan määrä MTT:n suorittamassa kokeessa oli selvästi suurempi kuin kolmella niitolla. (Isolahti 2006.)

### **Kiertoaika**

Biologisessa mielessä niitto kolme kertaa kasvukauden aikana on ruokohelvelle huomattavasti stressaavampaa kuin kevätkorjuu, jolloin kasvi voi syksyllä luontaisesti tuleentua ja karaistua talvea varten. 10 vuoden kasvuaika, mikä on kevätkorjuussa täysin realistinen oletus, jää haaveeksi kun kasvusto niitetään useamman kerran kesässä. Varsinkin loppukesällä ja alkusyksystä ta-

pahtuvat niitot voivat selvästi heikentää ruokohelven talvehtimistä. (Isolahti 2006.) Tuoreena korjattaessa ruokohelven kiertoaika lyhenee todennäköisesti noin 5 vuoteen, mikä vastaa myös muiden nurmikasvien kiertoaikaa.

### **Satotasot**

Jos ruokohelppi korjataan 2–3 kertaa kesässä, on satotaso tutkimusten mukaan noin 9–10 ka t / ha eli 28–32 MWh / ha. Metaanisaanto on 1. sadolla 97,4 ja 2. sadolla 166,5 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t ww. (Lehtomäki 2005.)

### **Lannoitustarve**

Lannoitustarve on vastaava kuin muillakin säilörehuntuotannossa käytettävillä nurmikasveilla. Kahdella sadolla typpilannoituksen määrä on 200 kg N / ha (1. sadolle 100 kg N / ha ja 2. sadolle 100 kg N / ha). Fosforin ja kaliumin käyttömäärät riippuvat pellon viljavuustilasta. (Isolahti 2006.)

Typen osalta maan multavuus alentaa typpilannoituksen tarvetta. Jos korjataan kolme satoa, typpeä käytetään vastaavasti enemmän. Lannoitus määräytyy ympäristötuen ehtojen mukaan, tällöin ruokohelppi biokaasun tuotannossa lannoitetaan kuten säilörehunurmi. (Isolahti 2006.)

## 6 TUOREKORJUUN KONEKETJUT

Ruokohelven tuorekorjuu biokaasutuotantoa varten on mahdollista suorittaa kolmella eri vaihtoehdolla. Korjuumenetelmien tulee olla kannattavia niin taloudellisesti kuin teknisestikin. Mahdollisia koneketjuja ovat irtokorjuu, paalaus tai urakoitsijan käyttö irtokorjuuseen tai paalaukseen. Menetelmän kannattavuuteen vaikuttaa erittäin suuresti tilalla jo oleva kalusto ja urakoitsijaa käytettäessä urakoitsijan saatavuus. Jos tilalta löytyy kunnollinen nurmirehun korjuukalusto, sitä kannattaa käyttää, koska silloin koneinvestoinnit jäävät mahdollisimman pieniksi.

### 6.1 Koneketjuvaihtoehdot

#### Paalausketju

Paalaus voidaan suorittaa kahdella eri koneketjulla:

- Niittomurskain, pyöröpaalain ja käärijä
- Niittomurskain, kanttipaalain ja käärijä

Pyöröpaalauksen hyvinä puolina on kanttipaalainta halvempi hinta ja sen helppompi huollon saanti. Nykyään markkinoilla on useita niin sanottuja paalainkäärimiä, jotka ovat paalaimen ja käärijän yhdistelmiä. Näillä yhdistelmäkoneilla on pienempi hankintahinta kuin paalaimella ja käärijällä erikseen hankittuna. Paalainkäärin on myös tehokkaampi toimiessaan.

Kanttipaalauksen suurimpia etuja on paalien muoto. Paalin leveys on yleensä 120 cm, joten niitä mahtuu kuorma-auton lavalle kaksi rinnakkain. Niitä on myös helppo pinota ja niiden väleihin ei jää tyhjää tilaa kuten pyöröpaaleissa.

#### Irtokorjuu

Irtokorjuulla tarkoitetaan sitä, että sato niitetään ensin niittomurskaimella ja korjataan sen jälkeen aumaan. Mahdollisia koneketjuja tällöin on:

- Niittomurskain, tarkkuussilppuri ja käärijä
- Niittomurskain ja silppurivaunu
- Niittomurskain, karhotin, ajosilppuri ja käärijä



Irtokorjuuketjujen kalusto voi löytyä valmiina jo monelta tilalta. Silppurivaunun-  
ketju on hyvä vaihtoehto, koska siinä on vain vähän koneita. Siinä haittana on  
se, että käytössä ei ole kuin yksi kärry, kun taas tarkkuussilppurilla voidaan  
käyttää useampaa kärryä, jolloin työn teho kasvaa. Tällöin tarvitaan kuitenkin  
vähintään yksi traktori suorittamaan siirtoajoa pelloilta aumalle.

Ajosilppuriketju vaatii suuret pinta-alat ollakseen kannattava. Sitä käytettäessä  
tulee käytössä olla useita traktoreita ja kärryjä, joilla ajetaan ruokohepi pelloil-  
ta aumaan. Irtokorjuuketjuissa etuna on se, että niissä voidaan hyödyntää tilal-  
la mahdollisesti jo olevia laakasiiloja. Siilojen puuttuessa säilöntä voidaan teh-  
dä myös aumaan. Tällöin etuna on se, että auman voi sijoittaa lähelle peltoa  
sekä kuljetusreittiä. Auman ja siilon ongelmana on kuitenkin säilyvyys. Kun  
muovi avataan, siiloon / aumaan pääsee ilmaa ja pilaantuminen alkaa. Myös  
puristenesteen talteenotto ja mahdollinen jatkohyödyntäminen aiheuttaa on-  
gelmia etenkin aumaa käytettäessä. Laakasiiloissa on yleensä valmiiksi ra-  
kennettu puristenesteen keräys- ja varastointijärjestelmä.

Irtokorjuuketjuissa tulee muistaa myös se, että aumalla / siilolla tarvitaan koko  
ajan yksi mies ja etukuormaajalla tai jollakin muulla rehunlevityslaitteella va-  
rustettu traktori, tasoitlemaan ja tiivistämään ruokohelpeä.

### **Urakointi**

Urakointia on saatavissa seuraavina vaihtoehtoina:

- Silppurivaunulla
- Hinattavalla tarkkuussilppurilla
- Ajosilppurilla
- Pyöröpaalauksena
- Kanttipaalauksena

Urakoinnin hyviä puolia on, että koneet ovat yleensä kunnossa ja niissä ei ole  
omaa pääomaa kiinni. Työsaavutus on parempi suurempien ja tehokkaampien  
koneiden ansiosta. Urakointihinnat vaihtelevat suuresti eri menetelmien kes-  
ken.

Silppurivaunu ei yllä tehokkuudeltaan ajosilppurin tasolle, mutta se on saatavuudessaan ja tehokkuudessaan silti erittäin hyvä, kun taas ajosilppureita ei ole urakoimassa Suomessa vielä montakaan. Ajosilppuri on tehokkain urakointivaihtoehtoista. Se tarvitsee kuitenkin vähintään kaksi kärryä toimiakseen optimaalisesti. Jos ajomatkaa pellolta aumalle kertyy, esim. 15 km tarvitaan kärryjä jo viisi. (Sorjonen 2006). Tämä nostaa kustannuksia suuresti. Aumalla tarvitaan lisäksi yksi traktori + mies tasoitteluun ja polkemiseen.

Pyöröpaalausurakointi on saatavuudeltaan helpointa. Kanttipaalaimen saatavuus on paljon vaikeampaa, sen harvinaisuuden takia.

## 6.2 Valitut koneketjut

### 6.2.1 Oman tilan koneet

#### Paalausketju

- Valtra N121 h + etukuormain
- nostolaitesovitteinen niittomurskain Taarup TA 3132 (kuvio 1)
- paalain-käärinyhdistelmä New Holland BR560A (kuvio 2)
- paalipihdit (kuvio 3)



KUVIO 1. Taarup TA 3132 -niittomurskain (Agritek 2006)



KUVIO 2. New Holland BR560A -paalainkäärin (New Holland 2006)



KUVIO 3. Paalipihdit (Clarke Machinery Group 2006)

**Valitsimme kyseisen koneketjun seuraavilla perusteilla:**

- Niittomurskaimella saadaan valmis karho, eikä erillistä pöyhintää tarvita.
- Paalaus voidaan tehdä suoraan karholta. Ruokohelppi ei saa kuivua niittomurskauksen jälkeen.
- Paalainkäärin on tehokkaampi yksikkö kuin paalain ja käärin erikseen
- Usein yhdistelmä on suhteessa edullisempi vaihtoehto kuin erilliset koneet.
- Ajolinjasuunnittelulla saadaan paalit suoraan pellon reunaan, jolloin vältetään turhaa pellolla ajamista ja pellon tiivistämistä.

**Irtokorjuuketju**

- Valtra T 190
- Valtra N 121 H + etukuormain
- niittokone Pöttinger Novadisc 350 (kuvio 4)
- karhotin Kuhn 6501 (kuvio 5)
- silppuava noukinvaunu Strautmann GigaVitesse III (kuvio 6)



KUVIO 4. Niittokone Pöttinger Novadisc 350 (Pöttinger 2006)



KUVIO 5. Karhotin Kuhn 6501 (Kuhn 2006)



KUVIO 6. Silppuava noukinvaunu Strautman GigaVitesse III (Strautmann 2006)

**Valitsimme kyseisen koneketjun seuraavilla perusteilla:**

- Niittokone on kustannuksiltaan halvempi kuin niittomurskain.
- Karhottimen on oltava riittävän leveä, jotta ruokohelpi saadaan karhotettua leveältä alueelta. Näin painavalla silppuavalla noukinvaunulla ei tarvitse ajella aivan vieri vierestä.
- Karhon kokoa rajoittava tekijä on yleensä korkeus, sillä karhon tulee mahtua traktorin ali.
- Silppuava noukinvaunu on työsaavutukseltaan tehokas yksikkö.

### **6.2.2 Urakointi**

Urakointivaihtoehtoiksi valitsimme paalaukseen pyörö- ja suurkanttipaalauksen sekä irtokorjuuseen silppuavan noukinvaunun. Urakoitsija tekee myös niiton, sekä suurkanttipaalauksessa ja noukinvaunukorjuussa pöyhinnän. Irtokorjuussa auman tasoittelun ja tiivistämisen hoitaa myös urakoitsija tuntityönä, samoin kuin paalien siirron pellon reunaan.

Urakoitsijoiden koneiden työtehoa ei ole määritelty erikseen, mutta olettamuksena on, että ne ovat työsaavutukseltaan tehokkaampia kuin oman tilan koneketjujen koneet.

## 7 TUOTANTOKUSTANNUKSET ERI KONEKETJUILLA

### 7.1 Viljelyn kustannukset

Tuoreena korjattavan ruokohelven viljelykustannukset (taulukko 4) on laskettu Pahkalan ja muiden (2005) viljelykustannuslaskelmia soveltaen.

TAULUKKO 4. Tuoreena korjatun ruokohelven viljelyn kustannukset

	Määrä	á €	€/ha	Viljelyvuotta kohti		
				€/ha	€/t	€/MWh
<b>Perustaminen</b>	1 krt/kierto					
ruiskutus ennen viljelyn aloittamista			8,77	1,75	0,22	0,07
Glyfosaatti	4,0	4,51	18,04	3,61	0,45	0,14
Siemenet, kg	12,0	5,50	66,00	13,20	1,65	0,52
Lannoitteet, Syyviljan Y1	300,0	0,24	72,00	14,40	1,80	0,56
Herbisidi, Hormo MCPA	1,50	6,00	9,00	1,80	0,23	0,07
Koneet, h	3,37		104,91	20,98	2,62	0,82
Ihmistyö, h	4,85	12,7	61,60	12,32	1,54	0,48
<b>Perustaminen yht.</b>			<b>340,32</b>	<b>68,06</b>	<b>8,51</b>	<b>2,66</b>
<b>Viljelyn lopettaminen</b>						
Ruiskutus			8,77	1,75	0,22	0,07
Glyfosaatti	4,00	4,51	18,04	3,61	0,45	0,14
<b>Viljelyn lopettaminen yht.</b>			<b>26,81</b>	<b>5,36</b>	<b>0,67</b>	<b>0,21</b>
<b>Hoito</b>	4 krt/kierto					
1. sadolle Nurmen Y1	556	0,24	133,44	106,75	13,34	4,17
2. sadolle Nurmen NK2	500	0,23	115,00	92,00	11,50	3,59
Koneet, h	0,44		31,26	25,01	3,13	0,98
Ihmistyö, h	0,68	12,70	8,64	6,91	0,86	0,27
<b>Hoito yht.</b>			<b>288,34</b>	<b>230,67</b>	<b>28,83</b>	<b>9,01</b>
<b>Pellon korko</b>	<b>2500</b>	<b>5 %</b>	<b>125</b>	<b>156,25</b>	<b>19,53</b>	<b>6,10</b>
<b>Salaojituksen kustannukset</b>			<b>112</b>	<b>140,00</b>	<b>17,50</b>	<b>5,47</b>
<b>Kustannukset yhteensä</b>				<b>600,34</b>	<b>75,04</b>	<b>23,45</b>

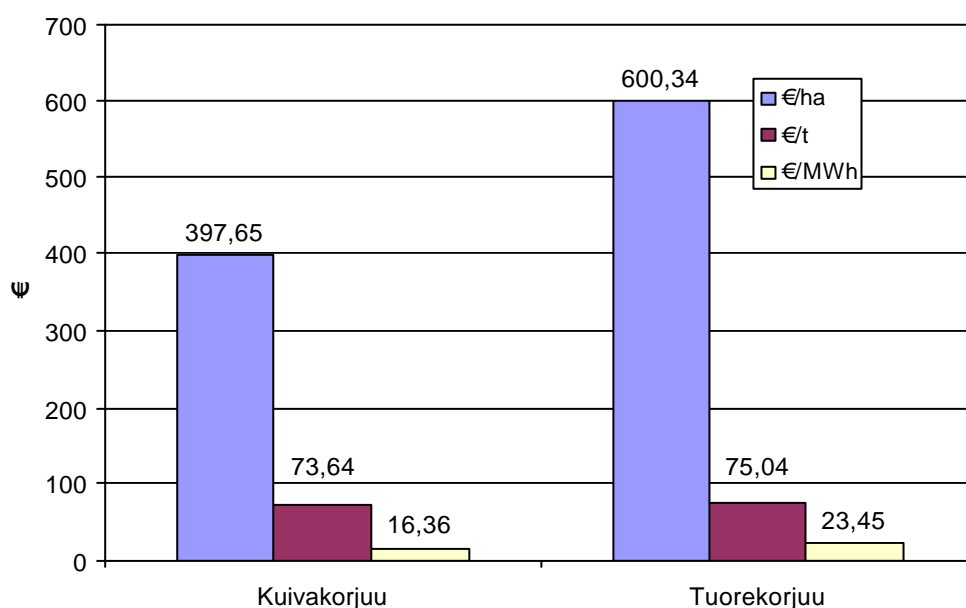
#### Laskentaperusteet:

- Satotasona käytetty kiertoajan keskimääräistä satotasoa: 8,00 KA t /ha.
- Satovuosien satotaso: 10 KA t / ha (KA - % 25)
- Kiertoaika: 5 vuotta
- Perustamisvuonna ei niitetä, muulloin niitto 2 x kasvukaudessa
- Hoidon osalta ihmistyön ja konetyön menekin ja hinnoittelun oletetaan olevan kaksi kertaa suurempi kuin kuivana korjatulla ruokohelvellä (lannoitus kaksi kertaa kasvukaudella).
- Ihmistyön hinnaksi tuoreena korjattaessa arvioitiin 12,70 € / h.



- Kasvuston perustamis- ja lopettamiskustannukset on sekä kuivana että tuoreena korjattaessa laskettu samalla periaatteella huomioon ottaen kiertoajan sekä satotason.
- Pellon korko ja salaoituksen kustannukset on laskettu samalla periaatteella kuin kuivana korjattaessa.
- Energiaa oletetaan saatavan 32 MWh / ha eli 10 tonnin satotasolla 3,2 MWh / KA t (Lehtomäki 2005.).
- Lannoitustasona on käytetty 100 kg N / ha molemmille sadoille .
- Lannoitteeksi on valittu typpimäärän perusteella 1. sadolle Nurmen Y1 556 kg / ha ja 2. sadolle Nurmen NK2 500 kg / ha. Myös viljasarjan lannoitteita voidaan käyttää, mikäli niiden ravinnesisältö sopii lohkoille. Lannoitetta valittaessa lohkon kalium- ja fosforipitoisuudet tulisi selvittää viljavuusanalyysin mukaan.
- Perustusvuonna riittää pienempi lannoitustaso, koska ruokohelpi lähtee hitaasti kasvuun.

Laskelmien mukaan tuoreena korjatun ruokohelven viljelykustannukset sato-  
vuosina €/ ha (ilman korjuuta) ovat merkittävästi suuremmat verrattuna kuiva-  
na korjatun helven vastaaviin kustannuksiin (kuvio 7). Näin ollen kiertoajalla  
on huomattava vaikutus kustannuksiin.



KUVIO 7. Tuoreena ja kuivana korjuun viljelykustannusten vertailua



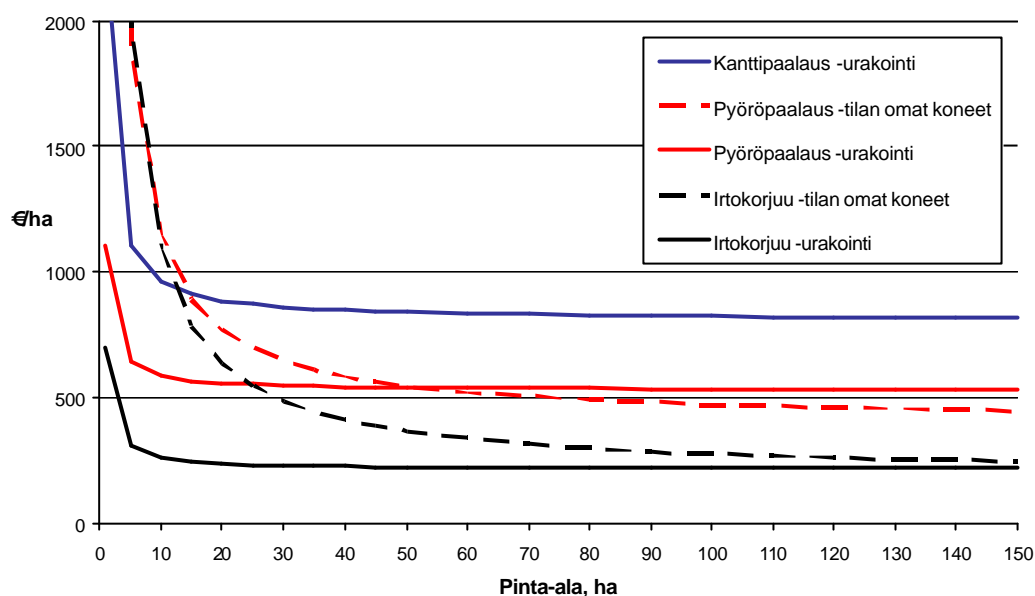
Sen sijaan viljelykustannukset satovuonna €/ t eivät merkittävästi poikkea toisistaan. Tämä selittyy osaltaan laskelmissa käytetystä kiertoajasta sekä satotasosta, joka on kuivana korjatulla ruokohelvellä melko alhainen (6000 kg) ja toisaalta tuoreena korjatulla helvellä suurempi (10 000 kg).

## 7.2 Korjuukustannukset

### Laskentaperusteet:

- Työsaavutus nurmirehun korjuussa laskettiin Työtehoseuran internetsivuilta löytyvällä Työmenekkilaskurilla (2006), johon määriteltiin pellon muoto ja koko, työleveys, päisteiden leveys ja työnopeus. Tulokset ovat suorakaiteen muotoiselle hehtaarin kokoiselle peltoalalle.
- Korjauskerroin, jolla nurmirehun työsaavutus muunnettiin ruokohelven työsaavutukseksi, saatiin päättelemälle paalien koon ja määrän suhteesta, korjattavien massojen suhteesta sekä omaa tietotaitoa hyödyntäen.
- Isännän työpalkka sivukustannuksineen on 12,70 €/h ja palkatun työntekijän 11,00 €/h.
- Koneketjujen kustannuksia laskettaessa laskettiin mukaan korko-, poisto-, kunnossapito- ja säilytyskustannus.
- Muuttuviin kustannuksiin laskettiin työ-, huolto/korjaus-, polttoaine- ja voiteluainekustannus sekä korjuumenetelmästä riippuen käärintäverkko- ja muovikustannus tai aumamuovikustannus.
- Urakoitsijoiden hinnat on otettu tuntihintoina tai paalauksessa paalin kappalehintoina Työtehoseuran Urakointihintatilastosta. (Urakointihinnat 2005.)
- Työkoneiden jälleenhankintahinnat poimimme Koneviestin nurmirehun korjuukoneiden hintataulukosta (2006)
- Traktorin käyttö määrä vuodessa on 600 h, joka ei kokonaisuudessaan kohdistu helvelle, vaan helvelle kohdistettava osuus kasvaa viljelymäärän kasvaessa.
- Muiden koneiden käyttö kohdistetaan kokonaisuudessaan ruokohelven viljelylle.

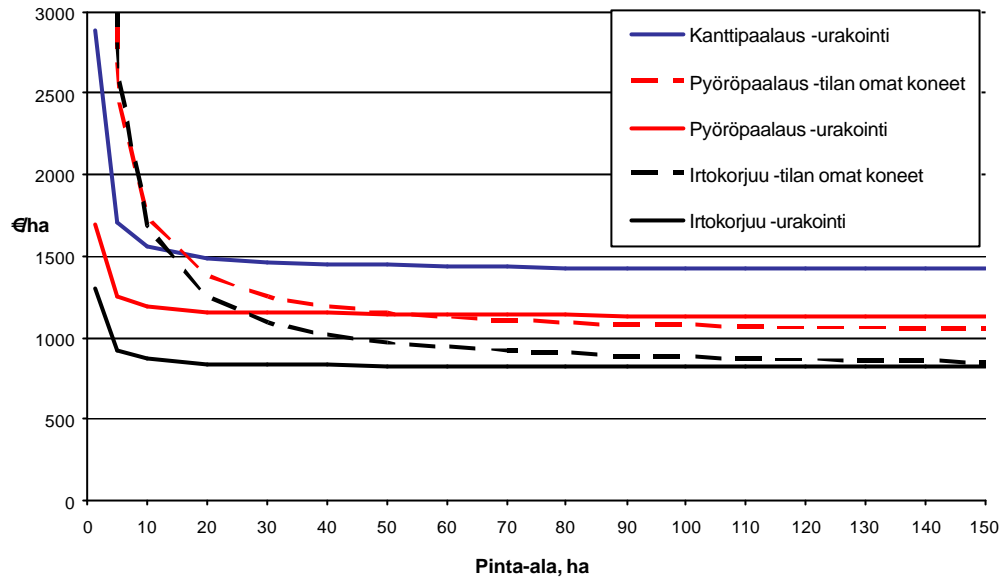
Laskelmien mukaan irtokorjuu urakointina on kaikilla pinta-aloilla kustannuksiltaan edullisin vaihtoehto (kuvio 8). Oman tilan koneilla suoritettu irtokorjuu on toiseksi kannattavin vaihtoehto korjuualan ylittäessä 30 hehtaaria. Kanttipaalaus urakointina on puolestaan kustannuksiltaan kallein vaihtoehto, eikä kannata lainkaan alle 20 hehtaarin aloilla. Tilan omat koneet eivät ole kannattavia pienillä aloilla, koska kiinteät kustannukset ovat korkeat



KUVIO 8. Ruokohelven tuorekorjuun korjuukustannukset

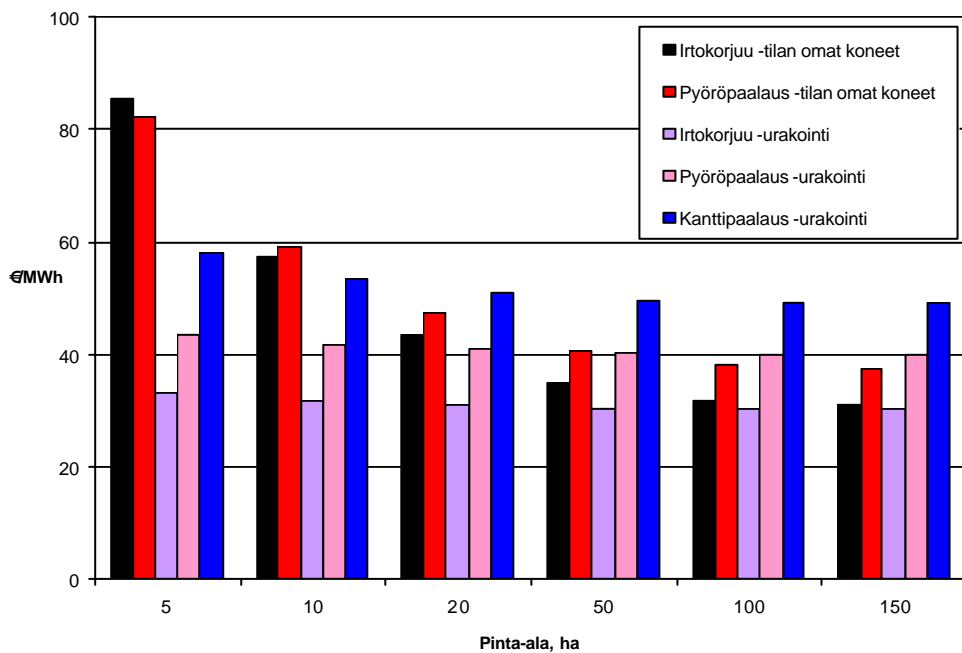
### 7.3 Tuotantokustannuslaskelmat

Tuotantokustannuslaskelmissa (kuvio 9) on korjuun kustannusten lisäksi huomioitu myös viljelyn kustannukset, jotka ovat kiinteät eli 600 € hehtaarille. Urakointina suoritetun irtokorjuun tuotantokustannukset ovat lähes 1000 € hehtaarille. Se on edullisin vaihtoehto kaikilla aloilla. Kanttipaalaus on puolestaan kallein vaihtoehto tuotantokustannusten ollessa yli 1500 € hehtaarille.



KUVIO 9. Ruokohelven tuorekorjuun kokonaistuotantokustannukset

Tuotantokustannukset euroa / MWh ovat alhaisimmat, eli noin 30 €/ MWh, irtokorjuu-urakointi – vaihtoehdolla kaikilla pinta-aloilla (kuvio 10). Kanttipaaluksella kustannus on puolestaan korkein, noin 60 €/ MWh. Omilla koneilla korjatessa alle 40 hehtaarin aloja kustannukset nousevat myös yli 60 €/ MWh.



KUVIO 10. Ruokohelven tuotantokustannukset €/MWh eri pinta-aloilla

## 8 PÄÄTELMÄT

Viljelyn kustannukset ovat tuorekorjuussa lähes kaksinkertaiset hehtaaria kohti kuivakorjuuseen verrattuna. Satotonnin kohti poikkeamaa ei juuri ole. Tämä selittyy sillä, että kuivakorjuun kiertoaika on kaksi kertaa pitempi kuin tuorekorjuun; satotaso on puolestaan tuorekorjuussa lähes kaksinkertainen kuivakorjuuseen verrattuna. Näin ollen tuorekorjuun viljelykustannuksia saataisiin merkittävästi alenemaan, jos voitaisiin käyttää pitempää kiertoaikaa. Asiasta tarvittaisiin lisätutkimusta.

Irtokorjuu urakointina on kaikilla pinta-aloilla kustannuksiltaan edullisin vaihtoehto. Tilan omilla koneilla on kallista korjata pienehköjä pinta-aloja (alle 20 ha), koska kiinteät kustannukset ovat korkeat. Oman tilan koneilla suoritettun irtokorjuun kustannus lähenee urakoinnin vastaavaa yli 50 hehtaarin pinta-aloilla, mutta tuolloin tulee rajoittavaksi tekijäksi työmenekki. Toisaalta urakointi ei kannata alle 10 hehtaarin aloilla korkeiden siirtokustannusten takia. Yli 10 hehtaarin aloilla on jo urakoitsijalle riittävästi korjattavaa pinta-alaa. Ajosilppurin käytöllä voitaisiin tehostaa irtokorjuuta, mutta ne ovat vielä harvinaisia.

Kanttipaalaus on vaihtoehtoista kallein, sillä kuljetuskustannuksia ei ole laskelmissamme huomioitu. Toisaalta, paalien helppo kuljetettavuus ja käsiteltävyys voivat vaikuttaa kustannuksia alentavasti. Jos ruokohelven kuivakorjuu kanttipaalaimella tulee yleistymään, saattaa menetelmä tulla kannattavammaksi myös tuorekorjuussa.

Tuoreena ruokohelvi on hyvin kostea, joten syntyvä puristeneste on ongelma, joka vaikeuttaa kuljetusta ja varastointia. Toisaalta, puristeneste on energiapitoista ja se olisi hyvä hyödyntää. Esikuivatus helpottaisi varastointia ja alentaisi kuljetuskustannuksia, mutta kuivatuksen vaikutusta energiasaantoon ei kuitenkaan ole tutkittu riittävästi.

Omien koneiden käyttöä monipuolistamalla voidaan alentaa kustannuksia. Esim. jos niittomurskainta voitaisiin hyödyntää tuorekorjuun lisäksi urakoimalla

ruokohelven kuivakorjuuta keväisin. Paalauksen käärintämuovikustannusta voitaisiin puolestaan alentaa käyttämällä tuubikäärijää.

Omien nurmirehun korjuukoneiden käyttö ruokohelven tuorekorjuussa voisi olla kuitenkin järkevää tiloilla, joilla luovutaan karjanhoidosta, mutta joilla on omat vanhat nurmirehun korjuukoneet. Tila siis hyödyntäisi hankkimansa konekannan ja samalla rehuntuotannosta vapautuneet pellot otettaisiin ruokohelven tuotantoon.

Tässä projektissa ei ole selvitetty tuorekorjuun kannattavuutta. Siihen pääseminen on kuitenkin haastavaa, sillä tuotannosta saatavat tuet kattavat vain viljelyn kustannukset. Näin ollen tuotteesta pitäisi saada sellainen hinta, jolla katetaan korjuukustannukset ja saadaan vielä voittoakin.

## 9 JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET

- Tuorekorjuun vaikutusta kiertoaikaan olisi tutkittava lisää.
- Korjuuajankohdan ja varastoinnin merkitys ruokohelven hajoavuuteen bio-kaasuprosessissa vaatisi selvitystä
- Korjuusesongin pituuden vaikutus työvoiman tarpeeseen korjuualojen kasvaessa.
- Korjuukosteudella ja silpun pituudella on vaikutus jatkokäyttöön ja sitä kautta valittaviin korjuun koneisiin (olisiko mahdollista esikuivata?)
- Työsaavutus ruokohelpikasvustossa (ja vaikutus sitä kautta tuottavuuteen) kaipaa lisäselvitystä – tässä hankkeessa jouduttu tekemään karkeita arvauksia.
- Koneiden mahdolliset säädöt korjattaessa ruokohelpeä tuoreena kaipaisivat myös lisäselvityksiä.
- Puristenesteen määrä / laatu energiantuotannon näkökulmasta kaipaa selvitystä, samoin paalien mahdollinen puristenesteongelma.
- Paalien tiukkuuden vaikutus tuottavuuteen ja säilyvyyteen
- Muuttuvakammioisen paalaimen toimivuus ja hyöty on arvoitus
- Olisiko yksi vaihtoehto tehostaa koneketjua se, että saman koneen eteen asennettaisiin niittomurskain ja taakse paalainkäärin - yhdistelmä?

## LÄHTEET

Agritek. 2006. Kuva nostolaitesovitteisesta niittomurskaimesta. Viitattu 13.12.2006. <http://www.agritek.fi/index.php?level=1.0512020100000000>

Clarke Machinery Group. 2006. Kuva paalipihdeistä. Viitattu 13.12.2006. <http://www.clarkemachinery.ie/clarkemachinery/Main/Products-Quicke.htm>

Hagström, M., Vartiainen, E., Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Viitattu 24.10.2006. <http://www.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmuistioid>

Isolahti, M. 2006. Ruokohelven tuorekorjuu. Sähköpostiviesti 30.10.2006. Vastaanottaja J. Sironen.

Kuhn. 2006. Kuva karhottimesta. Viitattu 13.12.2006. <http://www.steinhartsfarmservice.com/forage-gyrorakes.htm>

Lehtomäki, A. 2005. Peltobiomassojen hyödyntäminen biokaasun tuotannossa. Viitattu 9.10.2006. [www.cropgen.soton.ac.uk/publication/Presentation\\_KuopioPolytechnic\\_AnnimariLehtomaki.pdf](http://www.cropgen.soton.ac.uk/publication/Presentation_KuopioPolytechnic_AnnimariLehtomaki.pdf)

Lehtomäki, A. 2006. Biokaasuteknologia maataloudessa - raaka-aineet ja mahdollisuudet tuotantoon. Bioenergia nro 3, 26–27.

Matilda-tilastot. 2006. Tiken sähköinen tietopalvelu. Viitattu 23.10.2006. [www.matilda.fi](http://www.matilda.fi)

New Holland. 2006. Kuva paalainkäärin-yhdistelmästä. Viitattu 13.12.2006. <http://www.newholland.com/h4/products/idvgallery.asp?Reg=UK&RL=ENUK&Na-vID=000002235511&series=000006005111&type=694&globallineid=000001328003&globalseriesid=000005814811>

Nurmirehun korjuukoneiden hintataulukko. 2006. Koneviesti nro 15.

Pahkala, K. 2004. Ruokohelpitiedote 1/2004. MTT:n verkkojulkaisu. Viitattu 27.10.2006. [http://www.mtt.fi/tutkimus/toimipaikat/rh/pdf/Ruokohelpitiedote\\_1\\_2004.pdf](http://www.mtt.fi/tutkimus/toimipaikat/rh/pdf/Ruokohelpitiedote_1_2004.pdf)

Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E. & Flyktman, E. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. MTT:n verkkojulkaisu. Viitattu 4.10.2006. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf>

Pöttinger. 2006. Kuva niittokoneesta. Viitattu 13.12.2006.. [http://www.poettinger.at/img/landtechnik/collection/scheibenmaeher/novadisc\\_350\\_hq.jpg](http://www.poettinger.at/img/landtechnik/collection/scheibenmaeher/novadisc_350_hq.jpg)

Sorjonen, J. 2006. Maanviljelijä, ajosilppuriurakoitsija Sulkava. Haastattelu 9.10.2006.

Strautmann. 2006. Kuva silppuavasta noukinvaunusta. Viitattu 13.12.2006.  
<http://www.strautmann.com/Transporttechnik/Kurzschnittladewagen/Super-Vitesse.html>

Tukia, J. 2006. Projektipäällikkö, Jamk Luonnonvarainstituutti. Haastattelu 22.9.2006.

Työmenekkilaskuri. 2006. Työtehoseuran internet-sivut. Viitattu 13.12.2006.  
<http://www.tts.fi/maatalous/laskuri/index.html>

Urakointihinnat 2005. Työtehoseura. Viitattu 13.12.2006.  
<http://www.tts.fi/maatalous/yty/files/urakointihinnat2005.pdf>

Vesanto, T. 2006. Ruokohelven viljelyalan tavoite. Peltobiomassa-, liikenteen biopolttonesteet ja biokaasu -jaoston kirjaama tavoite. Sähköpostiviesti 4.10.2006. Vastaanottaja T. Vesterinen.