



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

innäytetyö

**JÄRVIRUO'ON KORJUU
ENERGIAKÄYTTÖÖN**

Aki-Ville Valo

Kone- ja tuotantotekniikka

2007



Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Tekijä: Aki-Ville Valo	
Työn nimi: Järviruo'on korjuu energiakäyttöön	
Energia- ja ympäristötekniikka	Ohjaaja: Tuntiopettaja Petri Rautio
Opinnäytetyön valmistumisajankohta Huhtikuu 2007	Sivumäärä: 41
<p>Työn tavoitteena oli tutkia järviruo'on korjuuseen soveltuvia korjuukonevaihtoehtoja, koneille asetettavia vaatimuksia sekä arvioida korjuun taloudellista kannattavuutta. Koska ruo'on korjuusta ei Suomessa ole juurikaan aikaisempaa kokemusta, tavoitteena oli myös selvittää markkinoilla olevan korjuuteknologian soveltuvuus ja saatavuus.</p> <p>Työssä selvitettiin eri korjuukoneiden ominaisuuksia ruo'on korjuuseen. Soveltuvuutta ja työsaavutusta määritettäessä otettiin huomioon talvi- ja kesäkorjuun täysin erilaiset olosuhteet. Työsaavutuksen arvioinnissa käytettiin apuna omakohtaisia kokemuksia maatalouskoneiden työsaavutuksista. Korjuupotentiaalia määritettäessä käytettiin apuna maantieteenlaitoksen selvitystä ruovikon määrästä Etelä-Suomessa.</p> <p>Lopputulokseksi päädyttiin siihen, että talvi- ja kesäkorjuun erilaiset olosuhteet vaikeuttavat yhden tyyppisen koneen soveltuvuutta molempiin korjuukausiin täydellisesti. Valittaessa parhaiten soveltuvaa korjuukonetta talvikorjuuseen päädyttiin ruokopuimuriin ja vastaavasti kesäkorjuussa määränmaan puimuriin. Suurimmiksi ongelmiksi määritettiin ruo'on korjuun taloudellinen kannattavuus tällä hetkellä sekä mahdollinen ilmaston lauhtuminen ja tästä aiheutuva jäätalven lyheneminen.</p>	
Hakusanat: järviruoko, biopolttoaineet	
Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto	

Degree Programme: Mechanical Engineering	
Author: Aki-Ville Valo	
Title: Harvesting of common reed for energy application	
Specialization line Energy and Environmental Technology	Instructor: Petri Rautio Lecturer
Date April 2007	Total number of pages 41
<p>The objective of this final thesis was to study the harvesting machinery options for common reed harvesting and the requirements of the machinery and evaluate the financial aspects. Because there is very little experience in harvesting common reed in Finland, the aim of this thesis was also to examine the suitability of the existing harvesting technology and its availability.</p> <p>Examining the harvesting features of different harvesting machines was also included in this thesis. The completely different conditions of winter and summer harvesting were taken into account when determining the suitability of the harvesting machinery. The performance efficiency of the harvesting machinery was evaluated based on personal experience related to the performance of agricultural machinery. A survey on the amount of common reed in Southern Finland made by the Department of Geology was used as an aid during the determination of the harvesting potential.</p> <p>The conclusion was that the different harvesting conditions of summer and winter harvesting makes the use of one type of machine very difficult during both seasons. When choosing the best harvesting machine for winter usage the reed harvester is the best option, and for summer harvesting the wetland harvester is the right choice. The biggest problems are the profitability of harvesting at the moment and the possible global warming which might shorten the icy winter period.</p>	
Keywords: renewable energy sources, biofuel, common reed	
Deposit at: TUAS library	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
2	KORJUUPOTENTIAALI	5
3	KOKONAISTALOUELLINEN KORJUU	6
4	TÄHÄNASTISET KOKEMUKSET KORJUUSTA	7
5	KORJUUKONEILLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET	10
	5.1 Jään kantavuus	10
	5.2 Vaatimukset korjatulle ruo'olle	11
	5.3 Tekniset vaatimukset korjuukoneille	12
	5.4 Korjuutappiot	13
6	ILMASTON MUUTOKSEN VAIKUTUKSET	14
	6.1 Jääpeite	14
	6.2 Jäätalven kesto lyhenee	14
7	KORJUUKONE VAIHTOEHDOT	15
	7.1 Talvikorjuu	15
	7.2 Kesäkorjuu	21
	7.3 Talvi- ja kesäkorjuu samalla koneella	23
8	TYÖSAAVUTUS ERI KORJUUMENETELMILLÄ	25
	8.1 Talvikorjuu	25
	8.2 Kesäkorjuu	26
	8.3 Korjuuta hidastavat tekijät	26
9	TARVITTAVA KORJUUKETJUNEN MÄÄRÄ	27
	9.1 Korjuuketjujen saatavuus	27

10	KANNATTAVUUS	28
	10.1 Hehtaari tuotto	28
	10.2 Järviruoko verrattuna peltobioenergia-kasveihin	30
	10.3 Järviruoko verrattuna metsäenergiaan	32
	10.4 Yhteenveto kannattavuudesta	32
11	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Järviruo'on korjuun tutkiminen ja kehitys energiakäyttöön on osa Suomen ja Viron yhteistä kolmevuotista järviruokohanketta, joka saa rahoituksen toiminnalleen Interreq III A -ohjelmasta. Hankkeen tarkoituksena on lisätä ruo'on hyötykäyttöä sekä edistää vesistöjen ja ranta-alueiden monimuotoisuutta ja puhtautta. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006 [viitattu 4.11.2006].)

Bioenergian hyödyntäminen on jatkuvasti lisääntymässä, ja syinä tähän ovat tiukkenevat päästömääräykset ja fossiilisten polttoaineiden rajallinen riittävyys tulevaisuudessa.

Suomessa järviruokoa on tähän mennessä hyödynnetty varsin vähän, kun taas esimerkiksi Virossa ruo'on hyödyntämisellä rakennuskäytössä on pitkät perinteet. Suomessa on viime vuosina yleistynyt ruokohelven viljely energiakäyttöön. Ruokohelpi on jonkin verran järviruokoa muistuttava heinäkasvi, niiden rakenne ja lämpöarvot ovat varsin samankaltaiset. Tämän ansiosta Suomesta löytyy jo periaatteessa korjuukalustoa, jolla olisi myös mahdollista korjata järviruokoa. Korjuuolosuhteet ruo'olla ovat varsin haasteelliset, korjuu tapahtuu joko kesällä tai talvella sen mukaan, mihin käyttötarkoitukseen ruokoa korjataan. Ruo'on korjuulla ei pyritä vain taloudelliseen kannattavuuteen, vaan tarkoituksena on myös parantaa vesien suojelua ja luonnon monimuotoisuutta.

Työssäni keskityn korjuukoneisiin, joita tarvitaan järviruo'on korjuussa energiakäyttöön, pyrin arvioimaan niiden korjuutehoa ja korjuukustannuksia. Määrittelen teknisesti ja taloudellisesti optimaalisimman korjuukoneen talvi- ja kesäkorjuuseen.

2 KORJUUPOTENTIAALI

Maantieteenlaitoksen selvityksen perusteella Etelä-Suomessa on korjuukelpoista ruovikkoa noin 30000 hehtaaria. Keskimääräinen saanti talvikorjuusta on noin 5000 kg/ha. (Reuter 3.11.2006.)

Jos oletamme, että ajanjaksona jolloin talvikorjuu on mahdollista, pystyttäisiin hyödyntämään puolet korjuupotentiaalista eli 15000 hehtaaria. Keskimäärin Etelä-Suomen talvessa on kahdesta kolmeen tehokasta korjuukuukautta. (Reuter 3.11.2006.)

Kuukaudessa korjattava ala olisi 5000 ha. Pinta-ala aiheuttaa korjuukoneille melkoisen tehokkuusvaatimuksen. Jos oletamme, että käytössä olisi 15 koneketjua, jokaiselle korjuuyksikölle tulisi päivätavoitteeksi 11 hehtaaria päivässä sillä oletuksella, että koneet liikkuisivat kolmen kuukauden ajan jokaisena päivänä.

Todellisuudessa voimme kuitenkin arvioida, että kuukaudessa on korkeintaan 20 päivää, jolloin korjuu on mahdollista, ja tällöin päivätavoite nousee jokaiselle korjuuyksikölle jo 15 hehtaariin. Huomion arvoinen seikka on myös se, että vaikka korjuu potentiaalia olisikin riittävästi, niin suureksi ongelmaksi saattaa muodostua riittävä korjuukoneiden määrä.

3 KOKONAISTALOUELLINEN KORJUU

Korjuumenetelmän ja vaadittavan kaluston määrittely perustuvat kolmeen pääkohtaan: korjuuolosuhteisiin, taloudellisesti tehokkaaseen korjuuketjuun, esikäsittelyn vaatimuksiin korjuukoneelle.

Taloudellisesti kannattavaan korjuuseen pyrittäessä on otettava huomioon, kuinka paljon hehtaarilta saadaan energiaa. Jos käytetään oletuksena talvikorjuusta saantina noin 5000 kg:aa/ha ruokoa ja ruokokilon lämpöarvo on noin 16 MJ. Hehtaarilta saadaan 80 GJ energiaa, mikä tarkoittaa jopa 22 MWh:n energiasaantia hehtaarilta. (Reuter 3.11.2006.)

Kalustoa määriteltäessä tulisi löytää ratkaisu, jossa kiinteät kustannukset olisivat mahdollisimman pienet korjattua tonnimäärää kohden. Kustannuksia voidaan alentaa hyödyntämällä koneita muilta aloilta, joissa niiden käyttöaste ei ole 100 %:a, tällaisia toimialoja voisivat esimerkiksi olla maatalous ja koneurakointi.

Esikäsittelytarpeen pienentämiseksi olisi eduksi jos ruoko olisi jo valmiiksi tiivistä ja silputtua. Tiiviydestä tulisi myös hyötyä kuljetettaessa ruokoa käyttöpaikalle, koska kuljetus on lähes yhtä suuri kustannuserä kuin korjuu. (Puolakanaho 3.4.2007.)

4 TÄHÄNASTISET KOKEMUKSET KORJUUSTA

Järviruokoa on korjattu Suomessa sekä rakennus- ja energiakäyttöön, tosin korjuu alat ovat olleet melko pieniä. Virossa järviruokoa on korjattu rakennuskäyttöön jo viime vuosisadan alusta lähtien, samoin myös Keski- ja Etelä-Euroopassa järviruo'on hyödyntämisessä rakennuskäyttöön on pitkät perinteet. Nykypäivänä rakennuskäyttöön tapahtuva korjuu hoidetaan Virossa pääasiallisesti Seiga-korjuukoneilla (kuva 1), jotka muistuttavat toiminnaltaan elonleikkuukonetta.



Kuva 1. Seiga-korjuukone (Eija Hagelbergin kuvakokoelmat [viitattu 30.12.2006]).

Suomen korjuukokeissa energiakäyttöön on tähän mennessä käytetty pääasiallisesti maataloudessa käytettäviä koneita.

Vehmaalainen Juhani Heikkilä teki aikanaan ruokopuimurin, joka oli ainoa laatuaan.

Koneen komponentteina oli hyödynnetty puimurin leikkuupöytää ja kolakuljetinta sekä tavallista kiinteäkammioista pyöröpaalaainta.

Koneen käytännönkokeilut jäivät kuitenkin varsin vähäisiksi, koska koneen oma massa oli liian suuri, laitteen perusidea on kuitenkin toimiva ja sitä kehitellään parhaillaan. Koneesta kerrotaan lisää osiossa korjuukonevaihtoehdot. (Timo Himanen, sähköpostiviesti 20.2.2007.)

Askaisissa kevättalvella 2005 tehdyt korjuut suoritettiin niittosilppurilla. Käytännössä työ kävi siten, että toisen traktorin perässä oli niittosilppuri ja toinen traktori ajoi peräkärryn kanssa vierellä, jonne niittosilppuri puhalsi järviruokosilpun. Silppurin pyörät oli korvattu jalaksilla, jotta laite ei sukeltaisi hangessa. (Aki-Ville Valo, korjuukoe muistiinpanot.)

Uudenmaan Ympäristökeskus on suorittanut kesäniittoa kuusipyöräisellä mönkijällä johon on asennettu sormipalkkiniittokone ja telat pintapaineen pienentämiseksi (kuva 2).



Kuva 2. Kesäniittoa mönkijällä (Eija Hagelbergin kuvakokoelmat [viitattu 30.12.2006]).

Salmilahden korjuut kevättalvella tapahtuivat myös maatalouskalustolla, mutta hieman eri menetelmillä. Aluksi ruovikko niitettiin lautasniittokoneella (kuva 3), minkä jälkeen karho korjattiin noukinvaunulla (kuva 4). Ongelmia korjuussa aiheutti jään kantavuus. Jäät pettivät muutaman kerran korjuukoneiden alta. Noukinvaunun pintapainetta olisi mahdollista alentaa varustamalla vaunun teliakselisto teloilla. (Aki-Ville Valo, korjuukoe muistiinpanot.)



Kuva 3. Ruo'on niittoa lautasniittokoneella (Eija Hagelbergin kuvakokoelmat [viitattu 30.12.2006]).



Kuva 4. Korjuuta noukinvaunulla (Eija Hagelbergin kuvakokoelmat [viitattu 30.12.2006]).

5 KORJUUKONEILLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

Talvi- ja kesäkorjuun tärkein vaatimus korjuukoneille on pieni pintapaine, eli koneiden tulisi olla mahdollisimman kevyitä. Haastetta lisää vielä se, että koneiden pitäisi olla tehokkaita korjuussa ja siirtymisen työkohteesta toiseen tulisi tapahtua nopeasti.

Korjatun sadon tulisi olla mahdollisimman vähäisin esikäsittelytarpein valmista poltettavaksi.

5.1 Jään kantavuus

Jään kantavuuteen vaikuttavat jään rakenne ja paksuus. Ruovikkoalueen jää on aina heikompaa kuin avovedessä oleva jää, koska ruovikko varastoi lämpöenergiaa. Jään paksuusmittaukset tulisikin aina suorittaa mahdollisemman monesta eri korjuu- alueen kohdasta ennen työn aloitusta. Jään kantavuus ilmenee taulukosta 1.

Taulukko 1. Merijään kantavuustaulukko (Koneyrittäjien Liitto ry 1992).

Jään tehollinen paksuus, cm	Suurin sallittu ajoneuvoyhdistelmän paino, tonnia
20	2,0
25	3,0
30	4,5
40	7,0
50	12,0
60	17,0
70	23,0
80	31,0
90	39,0
100	48,0
105	60,0

5.2 Vaatimukset korjatulle ruo'olle

Korjatun sadon tulisi olla valmiiksi sellaista, että se soveltuisi suoraan esikäsiteltäväksi (briketöinti, pelletöinti) tai vaihtoehtoisesti suoraan polttoon, (kuva 5). Optimi silpunnitus olisi alle 5 cm, jolloin se soveltuisi suoraan pelletöintiin tai briketöintiin.



Kuva 5. Ruokomassa menossa kohti polttoa (Eija Hagelbergin kuvakokoelmat [viitattu 30.12.2006]).

Optimikosteus ruo'on briketöintiin tai pelletöintiin olisi 8 % (Vuorma 11.01.2007). Talvikorjuussa ei kuitenkaan päästä kosteudessa alle 15 %:n. Kosteus on alhaisin huhtikuussa, jolloin jäät alkavat olla jo hauraat ja huonosti kantavat (Reuter 3.11.2006, luento). Tämä aiheuttaa sen, että ennen esikäsitellyn onnistumista ruokoa on kuivattava kosteuden alentamiseksi 8 %:iin. Kuivaus voisi tapahtua hakekuivurissa, jossa ruoko on aumattu ilmakehän päälle.

5.3 Korjuukoneiden tekniset vaatimukset

Määrävin tekijä korjuukonetta valittaessa on sen omamassa. Jään kantavuustaulukosta voimme päätellä että, järkevä korjuuyhdistelmän kokonaisuudessa Etelä-Suomen talvikorjuuseen olisi 7-9 tonnia. Jään tehollinen paksuus olisi tällöin reilu 40 cm.

Korjuukoneelle olisi eduksi jos siinä olisi renkaat eikä esimerkiksi teloja tällöin ei tarvittaisi kustannuksia nostavia lavettikuljetuksia työmaiden välillä, vaan siirtymät voitaisiin tehdä ajamalla. Toisaalta taas telojen aiheuttama pintapaine on alhaisempi kuin renkaiden. Nykyään on kehitetty kumitelat jossa yhdistyvät telojen ja renkaiden parhaat puolet, traktorinvalmistajia joilla on mallistossa kumitelatraktorit on mm. Claas ja Caterpillar. Nykyään on myös saatavissa mammuttirenkaita traktoriin, jotka aiheuttavat huomattavasti pienemmän pintapaineen kuin tavalliset renkaat, kuitenkin siirrot onnistuisivat työmaiden välillä normaalisti (kuva 6).



Kuva 6. Traktori varustettuna mammuttirenkain.

Sähköliittimien ja komponenttien, joita käytetään koneissa tulisi olla kosteudelta suojattuja, sillä merivedessä oleva suola on haitallista niille. Talvikorjuussa mahdollinen jäiden pettäminen aiheuttaa odottamattoman veden pääsyn sähkölaitteisiin.

Öljyvahinkojen riski on aina suuri kun työskennellään vesistöissä, pienikin öljymäärä voi aiheuttaa suuren vahingon. Tästä syystä korjuukoneiden voimansiirron ja hydrauliiikan komponenttien tulisi olla sellaisia että, bioöljyjen käyttö on mahdollista. Biopolttoaineiden käyttö olisi myös suotavaa päästöjen ja mahdollisten polttoainevuotojen takia. Biopolttoaineiden talviominaisuuksissa on vielä parantamiseen varaa, erityisesti biopolttoaineiden viskositeetissa matalissa lämpötiloissa ja samepisteen alentamisessa. Bioöljyjen on myös todettu aiheuttavan koneissa teknisiä ongelmia, kuten hydrauliletku-, tiiviste- ja hydraulipumppuvaurioita. (Metla 2000 [viitattu 3.3.2007].)

5.4 Korjuutappiot

Ruokohelven korjuutappioiksi on määritelty 20 – 30 % kuiva-ainesadosta, kun sato niitettiin niittomurskaimella ja paalattiin pyöröpaalaimella. Irtokorjuumenetelmässä

(noukinvaunu) korjuutappiot olivat huomattavasti pienemmät. Järviruo' on korjuutappiot ovat samaa suuruusluokkaa johtuen kasvien samanlaisesta rakenteesta. Korjuutappiota kasvattaa eniten murskaimen käyttö niittokoneessa ja silppurin käyttö paalaimessa (kuva 7). Pyöröpaalauksessa tappioita voidaan vähentää olennaisesti käyttämällä verkkosidontaa. Korjuutappioita syntyy sitä enemmän mitä kuivempaa korjattava sato on, tavoiteltava korjuutappio olisi alle 15 %. (MTT-tutkimus 2005 [viitattu 15.2.2007].)



Kuva 7. Krone-pyöröpaalaimen silppuri (Agrimarket [viitattu 16.2.2007]).

6 ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUS KORJUUSEEN

Suomen ilmaston arvellaan lämpenevän noin 2–5 astetta vuoteen 2050 ja 2–7 astetta vuoteen 2080 mennessä. Sademäärien arvellaan lisääntyvän 0–30 % vuoteen 2050 ja 5–40 % vuoteen 2080 mennessä. Muutokset näkyvät pääasiassa talvikauden lämpötiloissa ja sadannassa. (Ilmatieteenlaitos [viitattu 8.1.2007].)

6.1 Jääpeite

Ilmatieteenlaitoksen tekemien simulaatioiden tuloksista ilmenee, että Itämerellä jään peittämä alue tulee pienenemään, jäätalvi lyhenemään ja jääpeite ohenemaan. Alueilla joissa vielä nykyään on talvisin jääpeite, tulee tulevaisuudessa varautua jääpeitteettömään talveen. Ilmastoennustuksen mukaan tulevat Itämeren jäätalvet muuttumaan lauhoiksi ja jäättömiksi. (Ilmatieteenlaitos [viitattu 8.1.2007].)

6.2 Jäätalven keston lyheneminen

Jääpeite mahdollistaa ruo'on talvikorjuun, mutta lounaisilla rannikoilla jäätyminen tulee siirtymään melkein puolitoista kuukautta myöhäisemmäksi seuraavan viidenkymmenen vuoden aikana, ja sulaminen tapahtuu melkein kuukauden aikaisemmin.

Jään keskipaksuus pienenee Turun saaristossa, tulevaisuudessa voimme odottaa keskimäärin 10-20cm jääpeitettä ja vuotuiseksi suurimmaksi jääpeitteeksi 30cm. (Ilmatieteenlaitos [viitattu 8.1.2007].)

Edellä esitetyt ennusteet aiheuttavat ruo'on korjuukoneille todellisen laihdutuskuurin tulevaisuudessa. Koneen omamassa olisi jo tässä vaiheessa otettava tärkeimmäksi kriteeriksi arvioitaessa olosuhteisiimme parhaiten sopivaa korjuukonetta.

7 KORJUUKONEVAIHTOEHDOT

Edellä esitettyjen vaatimusten pohjalta voidaan rajata sopivat korjuukonevaihtoehdot. Kolme määräävää päätekijää koneelle ovat: hinta, tehokkuus ja paino. Ruo'on korjuukoneille asetettavat vaatimukset ovat melko lailla saman kaltaisia kuin maatalouskoneiden. Seuraavassa esittelen erilaisia maatalouskone perustaisia vaihtoehtoja.

7.1 Talvikorjuu

Talviaikaisessa korjuussa voidaan hyödyntää erilaisia maatalouskoneita. Niitto kuvan 8 mukaisella lautasniittokoneella työleveys 240cm tehontarve noin 70hv.



Kuva 8. JF-lautasniittokone (K-maatalous [viitattu 3.1.2007]).

Korjuu joko noukinvaunulla tai paalaimella. Paalaimia on 3:a eri päätyyppiä: (Kuvat 8,9,10) kantippalain, pyöröpaalain ja kovapaalain. Paalauksessa ongelmaksi muodostuu

varsinkin kanttipaalaimien painot, jotka alkavat 7000kg:sta. Toinen ongelma on kanttipaalaimen korkea hankintahinta, jonka takia ne eivät ole yleistyneet. Myös paalien korjuu jäältä aiheuttaa ylimääräisen ajokerran, toisaalta suurena etuna voidaan pitää paalin muotoa jolloin sen kuljettaminen on tehokasta. Kaikissa Suomessa myytävissä kanttipaalaimissa on heti noukkimen jälkeen silppuri jolloinka paalit koostuvat 5-10cm pitkistä silpusta



Kuva 9. Krone-kanttipaalain (Agrimarket [viitattu 16.2.2007]).

Pyöröpaalain on huomattavasti kanttipaalainta edullisempi ja kevyempi. Muuttuvakammioisen pyöröpaalaimen paalit ovat myös melko tiukkoja. Lähes kaikki markkinoilla olevat pyöröpaalaimet on varustettu silppurilla jolloin paalin koostuu noin 5-10 cm pitkistä silpusta. Paali sidotaan verkon avulla, kun vastaavasti kanttipaalaimissa käytetään narusidontaa.



Kuva 10. Claas- pyöröpaalain (K-maatalous [viitattu 3.1.2007]).

Kovapaalain on paalaintyypeistä vanhin ja nykyään melko vähän käytetty menetelmä. Kovapaalaimella paalatut ruokopaalit painavat noin 15 kg/kpl. Paalien pienestä koosta johtuen niitten korjuu on todella työlästä. Paalien sidonta tapahtuu narulla, sidonta tiukkuus on säädettävä suureksi, jotta paalit pysyisivät kasassa, sillä ruoko on paljon liukkaampaa kuin esimerkiksi viljan olki. Suurin etu kovapaalauksessa on paalaimen alhainen tehontarve ja pieni omamassa (Aki-Ville Valo. Paalauskoheet syksy 2006).



Kuva 11. New Holland kovapaalain.

Noukinvaunulla puolestaan saadaan kuljetettua korjattu ruoko suoraan rantaan ja käytettäessä silppuavaa noukinvaunua tulee ruo'on silpunnäpiksi jopa alle 5cm (kuva 12). Tämä säästää kustannuksia esim. voimalaitoksissa kun erillistä silpuntaa ei tarvita. Noukinvaunujen tilavuudet vaihtelevat 10 kuutiosta aina 60 kuution, irtonainen silppu painaa noin 100 kg/kuutio. Pienimpien noukinvaunujen tehontarpeet alkavat 70 hv:sta. Ongelmaksi muodostuu silpun alhainen tiheys, jolloin sen kuljetuskustannukset nousevat huomattavasti suuremmiksi kuin paalien.



Kuva 12. Noukinvaunulla korjattua tuorerehusilppua (Pekka Kukkonen [viitattu 17.2.2007]).

Kaikki edellä esitetyt korjuukonevaihtoehdot vaativat enemmän kuin yhden ajokerran. Yhdistelmä jolla kaikki onnistuu yhdellä ajokerralla on kokoonpanoltaan seuraava: traktori on varustettu etunostolaitteella johon on kiinnitetty suoraniittopäällä varustettu tarkkuussilppuri (kuva 13), joka puhaltaa silppumassan traktorin vetokoukkuun kytkettyyn perävaunuun. Ongelmaksi tässä muodostuu silpun keveys, joka aiheuttaa korjuun hidastumista. Toinen vaihtoehto olisi kytkeä traktorin eteen lautasniittokone ja taakse pyöröpaalain, jolloin niitetty karho jalostuisi heti paaliksi, tosin paksu lumipeite saattaa aiheuttaa ongelmia tässä korjuu vaihtoehdossa.



Kuva 13. Tarkkuussilppuri.

Ruokopuimuri on Juhani Heikkilän kehittämä kone ruo'on talvikorjukseen (kuva14). Puimurin omistaa nykyään Juhani Heikkilän perikunta. Koneen kehittäjällä on ollut alun perin mielessä lähi rantojen maisemointi, mutta koneessa olisi todellista potentiaalia ruo'on tehokkaaseen energiakäyttökoriukseen. Tämän perusteella Turun ammattikorkeakoulun opiskelija Timo Himanen on päättötyönään jatko kehiteltyt ruokopuimuria.

Suurimpana haasteena on saada koneen omamassa pienemmäksi, sillä alun perin laitteen mitoituksessa on otettu huomioon käyttö itsekulkevana sokerijuurikkaan nostokoneena, jonka takia rakenteet on huomattavasti ylimitoitettuja ruo'on korjukseen. Laitteen perusidea on erittäin järkevä, sillä se mahdollistaa ruo'on korjuun yhdellä ajokerralla valmiiksi pyöröpaaliksi rantaan kuljetettuna. Koneessa on käytetty hyödyksi tavallisen leikkuupuimurin leikkuupöytää ja kolakuljetinta, jotka niittävät ja kuljettavat ruo'on suoraan seuraavana olevaan pyöröpaalaimen noukkimeen. Pyöröpaalaimesta

valmis paali tyhjenetään ruokopuimurin takavaunuun (kuva 15), jonne mahtuu nykyisessä versiossa 4 pyöröpaalia. Takavaunun tyhjennys purkupaikalla tapahtuu hydraulisen perälaudan avulla. (Timo Himanen, sähköpostiviesti 20.2.2007.)



Kuva 14. Ruokopuimurin etuvaunu, jossa näkyvät leikkuupöytä, kolakuljetin ja pyöröpaalain. (Timo Himanen, sähköpostiviesti 20.2.2007.)



Kuva 15. Ruokopuimurin takavaunu, jossa paalit kuljetetaan rantaan (Timo Himanen, sähköpostiviesti 20.2.2007).

Englantilainen Loglogic Wetland Harvester ”märänmaanpuimuri” on erityisesti kehitetty kaikentyypiseen sadonkorjuuseen alueilta joissa pieni pintapaine ja hellävarainen korjuu ovat tärkeitä (kuva 16).

Kone on kumitela-alustainen. Telaston kantopinta-ala on 4 m^2 , tämä yhdistettynä koneen 3700 kg :n omamassaan muodostuu pintapaineeksi 9000 N/m^2 , eli puolet siitä mitä 100 kg painavan ihmisen (Timo Himanen, sähköpostiviesti 20.2.2007).

Koneen leikkuupöydän työleveys on 225 cm ja se on varustettu ylikuormakytkimellä joka pysäyttää pöydän mikäli esimerkiksi puun kanto ajautuu leikkuupöydälle. Leikkuun jälkeen ruokomassa ohjautuu silppuriin joka tekee $1 - 4 \text{ cm}$ pituista silppua. Silppu puhalletaan koneen takaosassa olevaan siiloon jonka tilavuus on 8 m^3 . Valmistaja ilmoittaa koneen tuntitehoksi 10000 kg valmista silppua, eli käytännössä reilun hehtaarin ruovikon sadon. (Loglogic [viitattu 28.3.2007].)



Kuva 16. Loglogi- märenmaanjuimuri (Loglogic [viitattu 28.3.2007]).

7.2 Kesäkorjuu

Kesällä suoritettavassa korjuussa niin olosuhteet kuin ruo'on käyttötarkoituksetkin ovat täysin erilaiset. Korjuu tapahtuu vihreästä ruokokasvustosta, joka kasvaa maksimissaan 2 metrin syvyisessä vedessä. Käyttötarkoituksia kesäkorjuussa saadulle ruo'olle ovat rehuikäyttö sekä käyttö biomassana biopoltoaineissa ja biokaasun tuotannossa.

Korjuukoneen on kyettävä kulkemaan avovedessä, eli sen on siis kelluttava. Koneen tulisi myös pystyä kuljettamaan korjattava ruokomassa rantaan, jotenka sen pitäisi pystyä kulkemaan myös kovalla maalla. Olisi myös eduksi jos työmaiden väliset siirrot voitaisiin tehdä ilman kalliita erikoiskuljetuksia.

Edellä esitettyjen vaatimusten pohjalta toimivimmaksi vaihtoehdoksi nousee Hitsacon Oy:n kehittämä kelluva traktori (kuva 17). Traktori perustuu tavalliseen maataloustraktoriin, joka on saatu kelluvaksi suurien renkaiden ja pontooneiden avulla. Koneeseen on tehty myös tarvittavat suojaukset veden pääsylvästä sähköihin ja laakereihin. Traktorin massa on noin 6000 kg ja se on nelipyörävetoinen.

Traktorin perään kytkettävä kelluvaperävaunu kantaa maksimissaan 7-10 tonnin kuorman. Traktorin etunostolaitteisiin voitaisiin kytkeä suoraniittopäällä varustettu tarkkuussilppuri joka puhaltaisi massan suoraan perävaunuun. Näin korjuussa

tarvittaisiin vain yksi kone ja kaiken lisäksi siirrot työmaiden välillä olisivat helppoja koska kelluvatractori on mahdollista rekisteröidä liikennetractoriksi jolloin siirtonopeus on 50 km/h. (Hiltunen 3.11.2006.)



Kuva 17. Kelluva traktori (Hitsacon Oy [viitattu 15.1.2007]).

Toinen mahdollisuus kesäkorjuuseen olisi hyödyntää ruoppaukseen käytettäviä ponttonien kannattelemia kaivinkoneita (kuva 18). Korjuutehokkuudeltaan ne eivät yllä lähellekään kelluvaa traktoria, koska ruokomassan kuljetus rantaan on hidasta, kuten myös työmaiden väliset siirrot. Ruoppausaluksilla voitaisiin kuitenkin korjata ruokoa alueilta johon ollaan tekemässä ruoppausta ja näin korjuukustannukset jäisivät alemmiksi. Myös ruoppauksen aiheuttama ravinnekuormitus vähentyisi jonkin verran.



Kuva 18. Ruoppausalus (Aquamec Ltd [viitattu 18.1.2007]).

TALVI- JA KESÄKORJUU SAMALLA KONEELLA

Osa ruovikoista kasvaa ranta- ja suistoalueilla joissa ei ole lainkaan vettä, vaan kosteaa savea ja liejua. Näissä olosuhteissa kesäkorjuu olisi mahdollista koneella jossa pintapaine on pieni. Ruovikkoon ei saisi jäädä syviä uria korjuusta, koneen pitäisi pystyä liikkumaan uppoamatta. Kelluva traktori ei pysty täyttämään näitä vaatimuksia johtuen sen suuresta omamassasta suhteessa renkaiden kantopinta-alaan. Traktori saavuttaa tarpeeksi suuren nosteen kelluakseen ponttooneidensa avulla jolloin renkaiden uppouma on jo noin 50 cm. (Hiltunen 3.11.2006.)

Tehokas ja ruovikkoystävällinen korjuukone voisi olla latukone lisälaitteineen (kuva 19). Nykyaikaisten latukoneiden telaleveydet ovat jopa 1000 mm ja telapituudet yli 3000 mm, painon jäädessä kuitenkin alle 4000 kg:n. Tämän ansiosta pintapaine jää todella alhaiseksi mikä mahdollistaisi kesäkorjuun hellävaraisesti, ilman pysyviä vaurioita matalassa ruovikossa. Latukoneisiin on myös mahdollista asentaa saman kaltaisia työkoneita kuin tavalliseen maataloustraktoriin. Moottoritehosta voidaan ottaa

noin 70 % lisälaitteille ja kun otetaan huomioon nykyaikaisten latukoneiden moottoritehot jopa yli 150 KW, täten korjuussa voidaan hyödyntää tehokkaitakin lisälaitteita, kuten esimerkiksi tehon tarpeeltaan suuria silppureita.

Talvikorjuu onnistuisi myös täysin samalla kokonpanolla kuin kesäkorjuu, tällöin voitaisiin korjata kaikki vedessä kasvava ruoko. Alhaisen pintapaineen ansiosta jään ei myöskään tarvitsisi olla yhtä paksua kuin esimerkiksi traktoriyhdistelmällä, eikä paksu lumipeitekään aiheuttaisi ongelmia. (Latukone Oy [viitattu 20.12.2006].)

Ainoaksi ongelmaksi jää latukoneen siirto työmaasta toiseen. Siirtoon tarvitaan aina lavettikuljetus, joka lisää korjuukustannuksia ja mikäli koneen leveys ylittää 2.60 m, tulee siirrosta ylileveäkuljetus.



Kuva 19. Paana-latukone (Latukone Oy [viitattu 20.12.2006]).

8 TYÖSAAVUTUS ERI KORJUUMENETELMILLÄ

Työsaavutuksien laskeminen eri korjuuketjuilla perustuu suurimmaksi osaksi arvioihin ja suoriin verrantoihin, siitä mikä on laitteiden työsaavutus maatalouskäytössä. Jäällä työskenneltäessä olosuhteet eivät parhaimmillakaan vastaa pellolla tapahtuvaa korjuuta. Ongelmia aiheuttavat talvikorjuussa sekä lumipeite, että vaihteleva jään kantavuus ja kesäkorjuussa koneiden hidas työskentely nopeus. Taulukossa 2 on suuntaa antavia työsaavutuksia eri korjuumenetelmillä talvikorjuussa.

8.1 Talvikorjuu

Korjuun suoritus niittomurskaimella ja korjuuvaunulla: Työsaavutus niittomurskaimella jonka työleveys 3 metriä, noin 2 hehtaaria tunnissa. Ruo'on keräys pienellä silppuavalla korjuuvaunulla jonka tilavuus 27 kuutiota, näin akselimassat pysyisivät kohtuullisena. Hehtaarisadon ollessa 5000 kiloa hehtaarilta, tekisi se noin 50 kuutiota valmista silppua hehtaarilta, eli noin kaksi kuormaa. Työsaavutukseksi maksimissaan 600 metrin ajomatalla tulee noin 2 kuormaa tunnissa, joka vastaa noin hehtaarin korjuualaa.

Korjuu pyöröpaalaimella niittokoneella niitetystä karhosta tuottaa hehtaarilta noin 15 paalia, massaltaan noin 300 kg. Työsaavutukseksi saadaan noin 2 hehtaaria tunnissa, tässä vaiheessa paalit ovat vielä jään päällä, jotenka niiden keruuseen tarvitaan erillinen traktori joka on varustettu kourakuormaimella ja peräkärryllä. Paalien korjuutehokkuus on 600 metrin ajomatalla ja kuormakoon ollessa 10 paalia, runsaat 20 paalia tunnissa eli noin 1,5 hehtaarin tuotos. Kanttpaalauksessa työsaavutus on sama kuin pyöröpaalauksessa.

Paalaukseen tarvittavien ajokertojen määrää voidaan vähentää edellä mainitulla yhdistelmällä, jossa niittokone on traktorin etunostolaitteessa ja pyöröpaalain takana. Tämän yhdistelmän korjuutehokkuus on suoraan verrannollinen tavalliseen pyöröpaalaukseen eli noin 2 hehtaaria tunnissa, sekä kuljetus rantaan noin 1,5 hehtaaria tunnissa.

Taulukko 2. Työsaavutus talvikorjuussa eri korjuuketjuilla.

Työvaihe	Työsaavutus ha/h
Niitto lautasniittokoneella työleveys 300 cm	2
Korjuu noukinvaunulla tilavuus 27 m ³	1
Pyöröpaalaus	2
Kanttipaalaus	2
Paalien keruu	1,5

8.2 Kesäkorjuu

Järviruo'on korjuu vedestä on huomattavasti hitaampaa kuin korjuu jään päältä. Saatava hehtaarisato on kilomäärältään jopa kolme kertaa suurempi kuin talvikorjuussa, johtuen ruo'on suuremmasta kosteussisällöstä. Tämän takia korjuu hidastuu, koska kuormia tulee kaksinkertainen määrä.

Samoin työskentelynopeus putoaa alle puoleen verrattuna talvikorjuuseen, myös kuormien tyhjentäminen rantaan hidastuu samassa suhteessa.

Kelluvan traktorin työsaavutukseksi kesäkorjuussa voidaan arvioida olevan puoli hehtaaria tunnissa. Tämä perustuu arvioon, että saanti hehtaarilta olisi noin 15000kg, kuormakoon ollessa 5000 kg tämä tekisi noin 3 kuormaa hehtaarilta. Korjuuteho laskee alle puoleen hehtaariin mikäli joudutaan kuorman tyhjennyksen vuoksi ajamaan paljon avovedessä, koska kelluvan traktorin maksiminopeus vedessä on 5 km/h (Hiltunen 3.11.2006).

8.3 Korjuuta hidastavat tekijät

Ruovikosta saattaa löytyä monenlaisia asioita jotka hidastavat korjuuta ja jotka voivat jopa aiheuttaa korjuukoneisiin vaurioita. Eniten talvikorjuuta hidastavana tekijänä voidaan pitää yli 30 cm lumikerrosta, tällöin koneiden liikkuminen alkaa vaikeutua ja lumen alle jäävän ruo'on osuus tulee niin suureksi, että se alkaa jo vaikuttamaan hehtaarisatoon. Pahimpia vaurion aiheuttajia ovat pintakivet, joita on todella vaikea havaita tiheästä ruovikosta, myös erilaiset laiturit yms. rakennelmat ovat riski korjuussa. NykYTEknologian ansiosta olisi kuitenkin mahdollista kartoittaa ruovikossa olevat korjuuta haittaavat objektit. Kartoitus voisi tapahtua siten, että korjuuta suorittavassa koneessa olisi GPS-laitteisto kartastoinen, johonka voitaisiin ensimmäisellä korjuukerralla merkata kaikki riskikohteet. Seuraavilla vuosilla korjuu olisi helppoa koska tiedettäisiin kohdat joissa saattaisi olla esimerkiksi pintakivi. Ainoan ongelman aiheuttaa se, että meriveden korkeus vaihtelee vuosittain, joten pintakivien määrä on riippuvainen vedenkorkeudesta.

Työsaavutus talvikorjuussa on jopa kolme kertaa suurempi kuin kesäkorjuussa, tästä syystä polttoainekustannukset nousevat kolminkertaisiksi kesäkorjuussa. Toinen polttoaineen kulutusta nostava seikka kesäkorjuussa on koneiden liikkuminen avovedessä, joka vaatii huomattavasti enemmän energiaa kuin liikkuminen jään päällä. Polttoaineena voidaan käyttää verotonta kevyttä polttoöljyä ilman polttoainemaksua (päivävero), koska työskentely tapahtuu työalueella samaan kaltaisesti kuten esimerkiksi metsäkoneilla. Siirrot voidaan myös tehdä ilman polttoainemaksua, sillä edellytyksellä, että koneen mukana ei kulje korjattua ruokoa työmaiden välillä. (Ajoneuvohallintokeskus [viitattu 23.3.2007].)

9 TARVITTAVA KORJUUKETJUN MÄÄRÄ

Kuten korjuupotentiaalia käsiteltäessä tuli ilmi, realistinen korjuuala Etelä-Suomen alueella on noin 15000 hehtaaria. Tämä tarkoittaa valtavaa työmäärää niinä talvikuukausina jolloin korjuu on mahdollista. Keskimäärin korjuukuukausia on kolme, mutta on myös ollut talvia, että niitä ei ole ollut yhtään. (Reuter 3.11.2006.) Tämä aiheuttaa sen että, korjuukoneita on pakko pystyttävä hyödyntämään muussakin kuin järviruo'on korjuussa.

Edellä esitetyistä eri korjuukonevaihtojen työsaavutuksista voimme arvioida keskimääräiseksi tyotehoksi noin 1,5 hehtaaria tunnissa. Mikäli korjuu päiviä olisi vuodessa 60, ja tehollinen korjuuaika 10 tuntia päivässä, tekisi se yhden korjuuketjun korjuualaksi 900 hehtaaria. 15000 hehtaarin korjuuseen tarvittaisiin 17 koneketjua.

Jokainen korjuuketju työllistää vähintään 2 traktoria kuljettajineen, sillä oletuksella, että koneet liikkuisivat yhdessä vuorossa. Pelkkä korjuu työllistäisi noin 40 henkilöä, lisäksi tulisi vielä kuljetus voimalaitoksiin ja esikäsitteily. Korjuusesongin aikana työllistyisi jopa 100 työntekijää/urakoitsijaa, kun mukaan lasketaan koko ketju aina jäältä voimalaitokseen saakka.

9.1 KORJUUKETJUN SAATAVUUS

Työvoimapula ja vahva talouskasvu heijastuvat myös koneyrittäjiin. Yrittäjillä on jatkuva työllisyys johtuen vahvasta rakennusbuumista toisaalta myös jatkuva tilakoon kasvu maataloudessa lisää urakoitsijoiden tarvetta maataloilla.

Monet suuret karjatilat ovat siirtyneet käyttämään heinäkorjuussa urakoitsijoita tai perustaneet useamman tilan konerenkaita. Tilanne Varsinais-Suomessa on se että, heinäurakoitsijoista on enemmänkin pulaa kun ylitarjontaa. TE-Keskus ei myönnä tällä hetkellä minkäänlaaisia tukia järviruo'on korjuukoneisiin, mikä saattaa osaltaan

vähentää urakoitsijoiden kiinnostusta järviruo'on korjuuseen. Toisaalta heinäkorjuukoneisiin on investointitukia saatavilla. (Rekola, sähköpostiviesti 3.1.2007.)

Jäällä työskenneltäessä on otettava huomioon, että työkonenevakuutukset eivät korvaa mahdollisia kustannuksia ja vaurioita joita syntyy jäiden pettäessä. (Lähivakuutus 2006.) Tämä osaltaan kasvattaa urakoitsijoiden taloudellista riskiä huomattavasti, sillä pelkästään koneiden nosto jäistä on todella kallista, puhumattakaan mahdollisista sähkölaite yms. vaurioista. Taulukossa 3 on arvioitu erilaisia vaurioita silloin, kun jäät pettävät korjuukoneen alta.

Taulukko 3. Vauriot ja kustannukset korjuukoneen pudotessa jäihin.

Vaurio/kustanne	Painoarvo %
Sähkölaiteviat	30
Mekaaniset vauriot	15
Merivesi voiteluöljyn sekaan	10
Korroosio vauriot	5
Koneen nosto jäistä	40

10 KANNATTAVUUS

Arvioidessani järviruo'on korjuun taloudellista kannattavuutta, käytin lähtökohtana hehtaarilta saatavaa energiamäärää ja siihen kuluva korjuuaikaa. Tehokkuuteen vaikuttaa huomattavasti onko kyseessä talvi- tai kesäkorjuu. Voimalaitosten maksama hinta megawattituntia kohden on toinen ratkaiseva tekijä.

10.1 Hehtaarituotto

Hyvästä ruokokasvustosta saadaan energiaa jopa 20 MWh hehtaarilta. Voimalaitokset maksavat MWh:sta noin 10 euroa perille toimitettuna. Hehtaarituotoksi tulee parhaimmillaan 200 euroa, josta on vähennettävä korjuu- ja kuljetuskustannukset. Taulukosta 4 ilmenee Työtehoseuran kokoamat ohjeelliset urakointihinnat vuodelle 2005.

Taulukko 4. Urakointihinnat 2005 (Työtehoseura 2005 [viitattu 8.12.2006]).

Työnimike	Tuntihinta e/h, Alv 0 %
Heinän niitto	35
Kovapaalaus	35
Pyöröpaalaus	55
Korjuu noukinvaunulla	75
Hinattava tarkkuussilppuri	50
Kuljetustyö	35
Kuormaustyö	38

Työmenekki hehtaaria kohden riippuu jonkin verran käytettävästä korjuutavasta, keskimäärin voidaan olettaa, että hehtaarin korjuuseen optimaalisissa olosuhteissa menee aikaa 3 tuntia (esim. niitto, paalaus ja paalien keräys). Taulukosta 2 otetaan keskituntihinnaksi 45 e, näin ollen hehtaarikustannukseksi tulee 135 e alv 0 %. Tässä vaiheessa ruoko on vasta rannassa odottamassa kuljetusta ja mahdollista esikäsitteilyä. Kokonaiskustannukset kasvavat helposti suuremmiksi kuin voimalaitosten energiasta maksama hinta. Taulukossa 5 on eri polttoaineiden hintataso lämmöntuotannossa

Taulukko 5. Polttoaineiden hintataso kesäkuu 2006. (Viestilehdet 2006, 9.)

Polttoaine	Hinta euroa/MWh
Raskas polttoöljy	31,7
Kevyt polttoöljy	55,8
Maakaasu	22,8
Kivihiili (Kuljetus 100km tulosatamasta)	14,7
Jyrsinpolttoturve (Kuljetus 100km)	8,9
Palaturve (Kuljetus 100km)	10,2
Polttohake	12,6

Taulukosta huomataan että, pienehköjen lämpölaitosten ja vastaavien käyttämät polttoaineet (Kevyt polttoöljy, raskas polttoöljy) ovat huomattavasti kalliimpaa kuin suurten voimalaitosten käyttämät polttoaineet. Täten voidaankin ajatella, että ruo'on käyttö olisi taloudellisesti kannattavampaa esimerkiksi maatilakokoluokan lämpökeskuksissa joissa muuten käytettäisiin kevyttä polttoöljyä.

10.2 Järviruoko verrattuna peltoenergiakasveihin

Järviruokoa voidaan verrata ominaisuuksiltaan lähinnä ruokohelpeen, jonka viljely Suomessa yleistyy jatkuvasti. Ruokohelppi viljelmiä on perustettu erityisesti käytöstä poistetuille turvesoille. Ruokohelven viljelystä saatu tuotto perustuu tukiin sillä sadon tuotto menee korjuuseen ja kuljetukseen. Taulukosta 6 ilmenee, että ruokohelven saama

hehtaarituki on lähes sama kuin muilla viljakasveilla. (Juhani Rahkonen, peltoenergian tuotannon ja käytön monet vaihtoehdot. Käytännön Maamies 12.1.2007.)

Taulukko 6. Pinta-alaperustaiset tuet vuonna 2006 A-alueella e/ha, viljanviljelytilalla. (ProAgria 2007, 6.)

Kasvi	Tilatuki	LFA-tuki	Ympäristötuki	Kansallinentuki	Yhteensä
Rehuvilja	230	169	107	4	510
Kevätvehnä	230	169	107	86	592
Syysvehnä	278	169	107	86	640
Ruis	278	169	107	96	650
Öljykasvit	278	169	107	96	650
Mallasohra	230	169	107	71	577
Ruokohelpi	273	169	107	0	549

Vaikka ruokohelven tuki on hieman pienempi kuin muilla viljelykasveilla, pystyy se kuitenkin kilpailemaan kannattavuudellaan, koska ruokohelpi monivuotinen kasvi. Ruokohelpi tuottaa satoa vähintään 10-12 vuotta, täten viljelykustannukset vuotta kohden jäävät todella pieniksi (Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten, MTT 2004). Järviruo'on monivuotisesta korjuusta Virossa on saatu kokemuksia, joiden pohjalta voidaan olettaa, että ruo'on korjuu samalta alueelta on mahdollista ainakin kymmenen niittovuoden ajan (Eija Hagelberg, sähköpostiviesti 27.3.2006).

Viljakasveista saatava olki on lähes hyödyntämätön energialähde tällä hetkellä Suomessa. Tanskassa olkea on hyödynnetty jo kolmekymmentä vuotta, lähes jokaisella maatilalla on oljenpolttoon soveltuva lämpökattila.

Oljen suurin etu on siinä että, raaka-ainepotentiaalia on valmiina ilman nykyisten viljelykasvien vaihtoa. Olki on myös lämpöarvoltaan lähes yhtä hyvää kuin ruokohelpi taulukon 7 mukaan. Ideaali tilanne olisi sellainen, että tilalla poltettaisiin olkea, ruokohelpeä ja järviruokoa, aina kulloisenkin saatavuuden mukaan.

Taulukko 7. Oljen ja ruokohelpin ominaisuuksien vertailua (Bioenergia Suomessa 2006 [viitattu 7.11.2006]).

Ominaisuus	Olki	Ruokohelpi kevät
Kosteus %	17-25	15-20
Kalorimetrinen lämpöarvo, MJ/kg	17,9-18,7	18,4-18,7
Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa, MJ/kg	17,4	17,1-17,5
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, MJ/kg	12,4-14,0	13,2-14,2
Irtotiheys saapumistilassa, kg/i-m ³	80	70
Energiatiheys, MWh/m ³	0,3-0,4	0,3-0,4
Tuhkapitoisuus kuiva-aineessa, %	5	6,2-7,5
Hiilipitoisuus kuiva-aineessa C, %	45-47	45,5-46,1
Vetypitoisuus kuiva-aineessa (H), %	5,8-6,0	5,7-5,8
Rikkipitoisuus kuiva-aineessa (S), %	0,01-0,03	0,08-0,13
Typpipitoisuus kuiva-aineessa (N), %	0,4-0,6	0,65-1,04
Natrium, Na %	0,01-0,6	<0,03
Kalium, K, %	0,69-1,3	0,3-0,5
Kloori, Cl, %	0,14-0,97	0,09

10.3 Järviruoko verrattuna metsäenergiaan

Taimikonhoitoa ja nuoren metsän hoitoa valtio tukee, koska nämä hoitovaiheet eivät vielä anna merkittäviä tuloja metsänomistajalle. Tämä parantaa osaltaan metsäenergian kilpailukykyä ja motivoi metsänomistajaa tekemään tärkeitä taimikon hoidot, jotka eivät muuten olisi taloudellisesti järkeviä. Tuki omalle työlle taimikonhoidossa on 84,5 e/ha, teetettynä (metsurit) 126,5 e/ha. (Taimikonhoidon tuet 2006 [Viitattu 20.2.2007].)

10.4 Korjuu-urakoinnin kannattavuus

Investointipotentiaali korjuukoneisiin on varsin alhainen johtuen lyhyestä korjuukaudesta, jonka johdosta vuotuiset käyttötuntimäärät jäävät alhaisiksi. Urakoinnista saadaan kannattavaa vain silloin kun pystytään hyödyntämään jo olemassa olevaa kalustoa. Korjuukoneiden hankintaan tulisi saada jonkin muotoista investointi avustusta, jotta urakoitsijat pystyisivät hankkimaan ruo'on korjuuseen parhaiten soveltuvia erikoiskoneita. Oma arvioni on, että mikäli esimerkiksi ruokopuimuri tulisi sarjatuotantoon olisi sen veroton hinta noin 100.000 e. Tästä syystä yksittäisen urakoitsijan on mahdotonta tehdä näin suurta hankintaa ilman investointitukea. Toisena vaihtoehtona näkisin, että esimerkiksi Lounais-Suomen ympäristökeskus ostaisi oman ruokopuimurin ja suorittaisi ruo'on korjuuta alueilla joissa se on perusteltavissa erityisistä ympäristö hoidollisista näkökohdista.

10.5 Yhteenveto kannattavuudesta

Järviruoko yksinään ei välttämättä pysty kilpailemaan muiden bioenergiapolttoaineiden kanssa jos ajatellaan vain taloudellisia näkökohtia. Ruo'on korjuulla saavutetaan myös rantojen maisemointia sekä vesistöjen ravinnekuormituksen vähenemistä. Korjuu myös lisää eri kasvi- ja eläinlajien elinmahdollisuuksia. Korjuun kannattavuutta voidaan lisätä tarjoamalla ruo'on korjuuta mökkirannoilta tietyn suuruista korvausta vastaan, näin saatu ruoko olisi hyvinkin kilpailukykyistä muihin bioenergiapolttoaineisiin verrattuna. Toinen ruo'on kilpailukykyä merkittävästi nostava keino olisi suora tuki ruo'on korjuuseen.

Optimi lämpölaite joka polttaisi ruokoa olisi maatila kokoluokan laitos, teholtaan alle 500 KW. Kattilan ja syöttölaitteiden tulisi olla sellaisia, että ne soveltuisivat hakkeelle ja erilaisille seospoltoille, esim. ruoko- tai olkisirppu sekoitettuna hakkeeseen. Näin voitaisiin polttaa aina sitä polttoainetta mitä kulloinkin olisi edullisimmin saatavilla.

11 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli löytää optimaalisin korjuukonevaihtoehto järviruo'on korjuuseen Suomen olosuhteissa.

Korjuuaika vaikuttaa siihen, mihin ruokoa käytetään. Talvikorjuusta saatava ruoko soveltuu vain polttamiseen, kun taas kesäkorjuusta saatava ruoko soveltuu myös biokaasulaitoksen mädätysprosessiin.

Mielestäni kesä- ja talvikorjuusta saatavan ruo'on erilaiset käyttötarkoitukset ja täysin erilaiset korjuuolosuhteet aiheuttavat sen, että on todella vaikeaa kehittää korjuukonetta, joka sopisi molempiin käyttötarkoituksiin täydellisesti. Esikäsittelytarpeet ja vaatimukset ovat korjatulle ruo'olle täysin erilaiset eri vuodenaikona. Talvikorjuuseen sopivimmaksi laitteeksi ehdotan ruokopuimuria, sillä tällä koneella onnistuvat kaikki työvaiheet: niitto, paalaus ja kuljetus varastopaikalle. Ajokertoja tarvitaan vain yksi kuten myös kuljettajia. Jäiden pettäminenkään ei aiheuta suurta riskiä, sillä kone on varustettu ponttonein. Ruokopuimurille pitäisi löytää tehdas, joka ottaisi koneen sarjavalmistukseen, sillä jo Etelä-Suomen alueella pystyttäisiin työllistämään ainakin 5 ruokopuimuria.

Kesäkorjuuseen soveltuviksi korjuukoneiksi ehdottaisin rantaniittyihin, joissa on paljon vettä, kelluvaa traktoria varustettuna etunostolaitteisiin kytketyllä suoraniittopäällä varustetulla tarkkuussilppurilla, joka puhaltaa ruokosilpun traktorin perään kytkettyyn kelluvaan perävaunuun. Matalilla rantaniityillä Loglogic-märänmaanpuimuri voisi mielestäni ollaärkevin vaihtoehto. Märänmaanpuimurin korjaama ruoko olisi valmiiksi silputtua, ja täten se ei tarvitsisi erillistä esikäsittelyä ennen jatkokäyttöä.

Korjuukoneiden hankintaan pitäisi olla mahdollista saada investointitukea, koska koneiden käyttökausi on lyhyt ja ne sitovat paljon pääomaa. Mielestäni korjuun

kannattavuutta voitaisiin parantaa sillä, että ranta-alueilla, joissa on paljon vapaa-ajan asutusta, korjuusta otettaisiin tietty tunti- tai hehtaariveloitus kiinteistöjen omistajilta. Yleisesti pitäisi myös tutkia korjuutuen saamista järviruo' on koko korjuualaan.

LÄHTEET

Kirjallisuus

BioEnergia-julkaisu 2006. Polttoaineiden hintataso. Helsinki: Viestilehdet Oy

Koneyrittäjät ry 1992. Koneyrittäjän vinkkivihko. Helsinki: FinnMetko Oy.

Lähivakuutus 2005. Vakuutusehdot 6000/05. Helsinki: Lähivakuutus.

ProAgria 2006. Maatalouskalenteri 2007. Vantaa: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto

Sähköiset lähteet

Agrimarket 2007. Krone nurmityökoneet. [Viitattu 16.2.2007.] Saatavissa:

<http://www.agrimarket.fi> > Työkoneet > Nurmityökoneet

Ajoneuvohallintokeskus 2007. Polttoainemaksulain 6 §:n 1 momentin 1 kohta. [Viitattu 23.3.2007.] Saatavissa:

<http://www.ake.fi> > Verotus > Polttoainemaksu > Moottorityökoneiden polttoainemaksuvapaus

Aquamec Oy 2007. Watermaster ruoppausalukset. [Viitattu 18.1.2007] Saatavissa:

<http://www.aquamec.fi/equipment.html>

Bioenergia Suomessa 2006. Oljen ja ruokohelpin ominaisuuksien vertailu. [Viitattu 7.11.2006.] Saatavissa: <http://www.finnbioenergy.fi> > Suomeksi > Tietosivut
> Biopolttoaineet > Polttoaineiden ominaisuuksia > Olki ja ruokohelppi

Hagelberg, Eija 2006. Kuvakokoelmat. Ruoko CD-rom. [Viitattu 30.12.2006.]

Hitsacon Oy 2006. Kelluva traktori. [Viitattu 15.1.2007.] Saatavissa:
<http://www.hitsacon.fi> > Tuotteet

Ilmatieteenlaitos 2006. Itämeren jääpeite. [Viitattu 8.1.2007.] Saatavissa:
http://www.ilmatieteenlaitos.fi/tutkimus_ilmasto/ilmasto_17.html

K-Maatalous 2007. JF lautasniittokoneet ja Claas pyöröpaalaimet. [Viitattu 3.1.2007.] Saatavissa: <http://www.k-maatalous.fi> > Tuotteet > Työkoneet > Rehunkorjuukoneet

Latukone Oy 2007. Paana latukone. [Viitattu 20.12.2006] Saatavissa:
<http://www.paana.fi/> > Tuotteet

Loglogic 2007. Märänmaan puimuri. [Viitattu 28.3.2007.] Saatavissa:
<http://www.loglogic.co.uk> > Products range > Wetland harvester

Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006. Tietoa järviruo'osta. [Viitattu 4.11.2006.]

Saatavissa: <http://www.ruoko.fi> > Järviruoko

Metla 2000. Biohajoavat öljyt metsäkoneyrittäjien harmina. [viitattu 3.3.2007]
Saatavissa: <http://www.metla.fi/tiedotteet/> > Tiedotearkisto

Metsänhoitoyhdistys Salpausselkä 2006. Taimikonhoidon tuet. [Viitattu 20.2.2007.] Saatavissa: <http://www.mhy.fi/salpausselka> > Metsänhoito

Työteho-seura 2005. Urakointihinnat 2005. [Viitattu 8.12.2006.] Saatavissa: <http://www.tts.fi/maatalous/yty/hintakysely.htm> > Urakointihintataulukot

Haastattelut ja henkilökohtaiset tiedonannot

Hagelberg, Eija, suunnittelija, Lounais-Suomen ympäristökeskus, sähköpostiviesti 27.3.2007.

Hiltunen, Pekka 2006. Kelluva traktori. Luento. Salo 3.11.2006.

Himanen, Timo, opiskelija, Turun ammattikorkeakoulu, sähköpostiviesti 20.2.2007.

Puolakanaho, Kai, opiskelija, Turun ammattikorkeakoulu, henkilökohtainen tiedonanto 3.4.2007. Turku.

Rekola, Janne, Yritystutkija, Varsinais-Suomen TE-keskus, sähköpostiviesti 3.1.2007.

Reuter, Hartwig 2006. Talvikorjuuta Suomessa. Luento. Salo 3.11.2006.

Vuorma, Jani, opiskelija Turun ammattikorkeakoulu henkilökohtainen tiedonanto 11.1.2007. Turku.

