

Ruokohelven briketöinti

Jussi Laurila ja Risto Lauhanen. *Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Maa- ja metsätalouden yksikkö, Tuomarniemi, Tuomarniementie 55, 63700 Ähtäri. jussi.laurila@seamk.fi ja risto.lauhanen@seamk.fi*

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ruokohelven (*Phalaris arundinacea*) korjuun, murskauksen ja briketöinnin työvaiheita sekä kustannuksia. Lisäksi tarkasteltiin ruokohelpibrikettien ominaisuuksia ja soveltuvuutta lämmöntuotantoon. Ruokohelven logistisia virtoja viljelyksiltä loppukäyttöön selvitettiin Etelä-Pohjanmaan tavoite 2 –alueella yhteistyössä Kuortaneen energiaosuuskunnan kanssa. Projektin rahoittivat EU/EAKR, Etelä-Pohjanmaan TE-keskus, Seinäjoen ammattikorkeakoulu sekä mukana olleet käytännön tahot.

Tuhannen kilogramman ruokohelpierän murskaamiseen kului aikaa 3 h 18 min. Murskan keskimääräinen tuottavuus oli 303 kg/h. Briketöintikoneen tuottavuus oli 314 kg/h. Tuhannen kilogramman brikettierän valmistamiseen kului aikaa 3 h 11 min.

Brikettien irtotiheys oli 530 kg/m³ ja kiintotiheys 990 kg/m³. Ruokohelpibrikettien kosteudeksi mitattiin 10,9 % ja tuhkapitoisuudeksi 2,9 %. Brikettien tehollinen lämpöarvo oli saapumistilassa 4,4 MWh/t. Kuiva-aineen teholliseksi lämpöarvoksi määritettiin 5,0 MWh/t.

EU-tuilla oli merkittävä vaikutus ruokohelven viljelyn kannattavuuteen. Kasvinviljelytilalla C1-alueella (Kuortane) EU-tuet olivat yhteensä 563 €/ha. Mikäli keskimääräiseksi sadoksi oletettiin 5000 kg/ha, niin ruokohelpitonnia kohti laskettuna kasvinviljelytilalla C1-alueella tuen suuruus oli noin 113 €/t ja 7000 kg/ha satotasolla tuen suuruus oli noin 80 €/t.

Automatisoimattomalla murskauslinjalla ruokohelpipaalien murskauksen kustannukset olivat 63 €/t ja automatisoidulla linjalla 22 €/t. Briketöinnin kustannukset olivat 15 €/t. Laskemalla yhteen ruokohelven viljelystä ja korjuusta aiheutuneet kustannukset, kaukokuljetuskustannukset, murskauskustannukset ja briketöintikustannukset EU-tuet huomioiden, saatiin valmiiden brikettien tuotantokustannuksiksi 58 €/t (automatisoimaton murskauslinja satotasolla 5000 kg/ha). Automatisoidulla murskauslinjalla ja 5000 kg/ha satotasolla kustannukset olivat 17 €/t. Satotasolla 7000 kg/ha ja automatisoimattomalla murskauslinjalla kustannukset olivat 77 €/t, kun automatisoidulla murskauslinjalla kustannukset olivat 36 €/t.

Pilottihankkeessa kyettiin valmistamaan hyvälaatuista ruokohelpibrikettiä, jonka kiintotiheys oli yli kuusinkertainen ruokohelpipyöröpaalien kiintotiheyteen verrattuna. Tiheyden nousu pienentää huomattavasti varastotilan tarvetta sekä alentaa kuljetuskustannuksia. Ruokohelpi soveltuu briketöitäväksi myös seospolttoaineena puunjalostusteollisuuden sivutuotepurujen kanssa. Briketit ovat helppoja käsitellä ja niiden energiatiheys on suuri. Briketit soveltuvat poltettavaksi suurten lämpölaitosten lisäksi myös pienissä lämpölaitoksissa, maataloilla ja kotitalouksissa. Briketöinti luo ruokohelven käytölle uusia käyttökohteita ja avaa mahdollisuuksia kilpailla laajemmilla biopolttoainemarkkinoilla.

Asiasanat: bioenergia, briketti, briketöinti, Etelä-Pohjanmaan tavoite 2 –alue, Kuortane, murskaus, *Phalaris arundinacea*, ruokohelpi

Johdanto

Ruokohelven biologinen kuiva-ainesato on keskimäärin 7000 kg/ha/v. Ruokohelven lämpöarvo kuiva-aineesta on noin 4,9 MWh/t. Teoriassa hehtaarin helpisato sisältää energiaa noin 34 MWh. Määrä vastaa suunnilleen 1,5 omakotitalon (140 m²) vuotuista lämmöntarvetta (sis. käyttöveden lämmityksen 5 henkilölle). Vastaavan energiamäärän tuottamiseen tarvittaisiin noin 3500 litraa kevyttä polttoöljyä. Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen ruokohelvellä vähentää hiilidioksidipäästöjä, työllistää ihmisiä maaseudulla ja lisää maamme energiaomavaraisuusastetta.

Ruokohelpipyöröpaalien tiheys on melko alhainen ja paalin sylinterimäinen muoto on epäedullinen tilankäytön kannalta. Edellä mainituista tekijöistä johtuen paalien varastotilan tarve on suuri ja taloudellinen kaukukuljetusmatka jää melko lyhyeksi. Logistiikan kannalta ruokohelpi olisi saatava helpommin käsiteltävään muotoon. Ongelmaan löytyy yksi ratkaisu briketöinnistä, jolla ruokohelpipolttoaineen tiheys voidaan nostaa moninkertaiseksi paaleihin verrattuna. Briketit ovat helppoja käsitellä, edullisia kuljettaa ja niitä voidaan käyttää monenlaisissa käyttökohteissa.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ruokohelven (*Phalaris arundinacea*) korjuun, murskauksen ja briketöinnin työvaiheita sekä kustannuksia Etelä-Pohjanmaan tavoite 2 –alueella Kuortaneella. Lisäksi tarkasteltiin ruokohelpibrikettien ominaisuuksia ja soveltuvuutta lämmöntuotantoon. Ruokohelven korjuuta seurattiin Veli-Matti Ruismäen ruokohelpiviljelmillä Kuortaneen Ruismäessä. Briketöintiä edeltävää murskausta havainnoitiin Vest-Wood Suomi Oy:n tuotantolaitoksessa Kuortaneen Leppälänkylässä. Briketöinti tapahtui Kuortaneen energiaosuuskunnan briketöintilaitoksessa Leppälänkylässä. Briketin polttokokeet suoritettiin Kuortaneen energiaosuuskunnan lämpölaitoksessa Kuortaneen vanhainkodilla.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineisto kerättiin Kuortaneen Ruismäessä Veli-Matti Ruismäen ruokohelpiviljelmillä. Viljelmät oli perustettu vuonna 2004 ja ensimmäinen sato niiltä korjattiin keväällä 2006. Ruokohelpiviljelmät sijaitsivat viidellä eri loholla lähellä toisiaan. Kaikkien lohkojen maalajina oli multamaa. Lohkojen pinta-alat olivat 1,14 - 1,95 ha ja yhteispinta-ala 7,20 ha. Korjuu aloitettiin 29.4.2006, tällöin lumien sulamisesta oli kulunut vain muutama vuorokausi. Niiton sekä paalauksen osalta korjuu saatiin päätökseen 2.5.2006. Lähikuljetus suoritettiin lohkon 1 osalta välittömästi paalauksen jälkeen, mutta muilta lohkoilta vasta myöhemmin.

Ruokohelpi niitettiin 29.4.2006 maataloustraktoriin kytkettävällä John Deeren valmistamalla 1365-niittomurskaimella. Niittomurskain pyrittiin säätämään siten, että ruokohelpi saataisiin korjattua talteen mahdollisimman vähin korjuutappioiden. Sato leikattiin läheltä maanpinnan tasoa ja niittomurskaimen ulostuloaukot säädettiin mahdollisimman väljiksi. Niittämiseen kulunut aika mitattiin yhteisajanmenekkinä, jossa mukana olivat kaikki lohkot 1-5. Niitosta aiheutuneita kustannuksia laskettaessa käytettiin urakoitsijan ilmoittamia todellisia taksoja.

Lohko 1 paalattiin Claas Rollant 62 –merkkisellä pyöröpaalaimella, mutta ko. paalain ei soveltunut ruokohelven paalaamiseen loholla vallitsevissa olosuhteissa. Paalaimen noukin oli liian kapea ja sidonta oli mahdollista suorittaa vain narulla. Edellä mainituista syistä johtuen paalainta päätettiin vaihtaa ja ottaa käyttöön kiinteäkammioinen Claas Rollant 250 -pyöröpaalain, jonka noukin oli leveämpi ja sidonta voitiin suorittaa verkkoa käyttäen. Rollant 250 -koneella paalattiin lohkot 2-5.

Paaleja tehtiin yhteensä 147 kpl, joista neljä rikkoutui paalatessa. Paalaukseen kulunutta ajanmenekkiä tarkkailtiin lohkoittain sekä yhden paalin paalaamiseen kuluvan ajan osalta. Yksittäisen paalin paalaamiseen kulunutta aikaa tarkkailtiin 54 paalin osalta. Lohkolla 1 aikaa kului kohtuuttoman paljon koneen säätämiseen. Tämän takia tuloksia laskettaessa lohkolla 1 on käytetty lohkojen 2-5 mitauksista laskettua keskimääräistä ajanmenekkiä pinta-alaan suhteuttaen.

Lohkoilta 2-5 punnittiin satunnaisesti 10 paalia/lohko ja lohkolta 1 punnittiin 6 paalia. Massan punnituksessa käytettiin Dynamic Platforms –merkkistä ajoneuvovaakaa. Vaaka oli asetettu traktorin peräkärriin, josta laidat oli poistettu. Punnittujen paalien massoista laskettiin keskimääräiset lohko-kohtaiset paalien massat, joita käytettiin lohko-kohtaisten ruokohelpisatojen laskennassa.

Lähikuljetus lohkoilta välivarastoon tapahtui maataloustraktorilla, johon oli kytketty pyöröpaalien kuljetukseen soveltuva perävaunu. Perävaunun kuormaus ja purku suoritettiin etukuormaajalla varustetulla maataloustraktorilla. Lähikuljetukseen kulunutta aikaa seurattiin lohkoittain.

Ruukohvelven briketöintiä havainnointiin 20.5.2006 Kuortaneen energiaosuuskunnan tuotantolaitoksessa Kuortaneen Leppälänkylässä. Ruukohelpipaalit murskattiin ensin Vest-Wood Suomi Oy:n tuotantolaitoksessa niin ikään Leppälänkylässä. Murskauksen ja briketöinnin tuottavuutta selvitettiin mittaamalla aikaa, joka kului tietyn ruukohelpierän käsittelyyn. Aineistoa kerättiin yhteensä kuudesta ruukohelpipyöröpaalista ja niiden murskauksesta sekä briketöinnistä. Briketöintihallin läheisyydessä oli käytössä Dynamic Platforms -merkkinen ajoneuvovaaka, jolla murskattavien paalien massa punnittiin ennen murskausta. Yhteensä ruukohelpeä murskattiin ja briketöitiin 1390 kg. Paalien kosteuspitoisuus mitattiin Wile 25 -digitaalisella kosteusmittarilla.

Ruukohelpipyöröpaalit murskattiin ennen briketöintiä Weima WL 15 -merkkisellä roottorimurskaimella, joka oli varustettu 55 kW:n sähkömoottorilla. Laitteen roottorin leveys oli 1500 mm, halkaisija 386 mm ja siinä oli 100 terää. Laitteen murskauskapasiteettia selvitettiin mittaamalla murskattavien ruukohelpipaalien massa ja paalien murskaamiseen kulunut aika. Murskauksen kustannuksia laskettaessa käytettiin jälleenmyyjän ilmoittamaa (30 kW/h) arviota sähkönkulutuksesta ruukohelpipaaleja murskattaessa.

Briketöinti aloitettiin noin 20 minuuttia myöhemmin kuin paalien murskaus. Molemmat koneet (murskain ja briketöintikone) kävivät käynnistämisen jälkeen keskeytyksettä kokeen loppuun saakka. Briketöinti tehtiin Adelman BP550 -merkkisellä briketöintikoneella (kuva 1), jonka puristinosa nimellishalkaisija oli 55 mm. Briketöintikoneen tuotosta selvitettiin 100 litran näyte-erällä, jonka massa ja valmistamiseen kulunut aika mitattiin. Lisäksi määritettiin brikettien kiintotiheys. Kiintotiheyttä määritettäessä briketin tilavuus laskettiin sylinterin kaavaa käyttäen ja massa punnittiin laboratoriovaalla.



Kuva 1. Briketöintikone asennettuna sisätiloihin. Etualalla kuljetin, jota pitkin briketit siirretään viereiseen varastorakennukseen oikealle. (Kuva: Jussi Laurila)

Ruukohelpibrikettien ominaisuuksia testattiin sekä laboratoriossa että lämpölaitoksessa. Laboratorioanalyysit tehtiin Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitoksen (SEVO) laboratoriossa. Laboratoriossa briketistä määritettiin kosteus, tuhkapitoisuus, tehollinen lämpöarvo kuiva-aineesta ja tehollinen lämpöarvo käyttökosteudessa.

Ruukohelpibrikettien polttoa seurattiin lämpölaitoksessa Kuortaneella, jossa oli Tulostekniikan valmistama 700 kW:n lämpökattila. Kattilassa oli viistoporrassarina. Briketistä vapautuva lämpöenergia määritettiin polttamalla 1600 kg ruukohelpibrikettiä, josta vapautunut lämpöenergia mitattiin lämpölaitoksen energiamittarilla. Energiamittarin mittaustuloksessa ei ole mukana hukkalämpöä, vaan tulos kuvaa lämpölaitokselta lähtevää todellista energiamäärää. Laitoksen hyötysuhteeksi on aikaisempien päästömittausten yhteydessä mitattu 85 %.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Korjuu ja varastointi

Niiton tuottavuus oli 1,6 ha/h ja kustannukset 30 €/ha. Niiton tuntitaksaksi saatiin noin 47 €/h. Paaleja paalattiin yhteensä 147 kpl. Yhteensä 7,2 ha ruokohelpialan paalaamiseen kului aikaa 6 h 57 min. Paalauksen tuottavuudeksi saatiin noin 1 ha/h. Yhden pyöröpaalin paalauskuustannukset olivat 5,5 € ja hehtaarikohtaiset kustannukset olivat keskimäärin 109 €.

Punnittujen paalien keskimääräinen massa oli 233 kg. Paalien massojen vaihteluväli oli 114 – 298 kg keskihajonnan ollessa 36 kg. Paalien halkaisija oli 125 cm, leveys 120 cm ja tilavuus 1,47 m³. Keskimääräiseksi paalin tiheydeksi saatiin 158 kg/m³. Esimerkiksi puuhun verrattuna tiheys on alhainen. Alhaisesta tiheydestä johtuen ruokohelpipaalien taloudellinen kaukokuljetusmatka jää melko lyhyeksi.

Ruokohelven hehtaarisato oli lohkoittain 3558 - 5160 kg/ha. Keskimääräinen hehtaarisato oli 4638 kg/ha ja lohkoittainen hehtaarisatojen keskihajonta oli 638 kg. Lohkolla 1 käytettiin erilaista paalainta kuin muilla lohkoilla. Paalain jouduttiin vaihtamaan, koska se ei soveltunut ruokohelven kevätkorjuuseen vallitsevissa olosuhteissa. Lohkon 1 alhainen hehtaarisato (3558 kg/ha) johtuikin todennäköisesti ensimmäisen paalaimen aiheuttamista suurista korjuutappioista.

Korjuutappioita ei tässä tutkimuksessa mitattu, mutta silmämääräisesti arvioiden niitä voitiin selkeästi havaita mm. paalauksen yhteydessä. Todennäköisesti käyttämällä joko muuttuvakammioista pyöröpaalainta tai kanttipaalainta voitaisiin korjuutappiota jonkin verran vähentää. Kirjallisuuden perusteella suurimmat korjuutappiot aiheutuvat kuitenkin niitossa.

Paalien lähikuljetus pellolta välivarastoon suoritettiin etukuormaajalla varustetulla maatalous-traktorilla, johon oli kytketty paalien kuljetukseen soveltuva peräkärri. Yhdistelmällä voitiin kuljettaa helposti noin 10 pyöröpaalia kerralla. Tällöin kuorma ei ollut liian raskas ja se oli helppo sekä kuormata että purkaa eikä se myöskään aiheuttanut raiteita peltoon eikä teihin. Kaukokuljetuksessa perävaunuun voitiin lastata 18-24 paalia. Kuormauksen ja purkamisen ajaksi peräkärri täytyi irrottaa traktorin peräkoukusta. Käyttämällä kahta traktoria voitaisiin kuormausta ja purkaa hieman nopeuttaa, mutta toisaalta kahdesta työkoneesta aiheutuisi suuremmat kustannukset. Paalit varastoitettiin joko pelto-lohkoille tai peltojen läheisyydessä sijaitsevaan tilavaan puurakenteiseen latoon. Lähikuljetuksessa kuorman (10 paalia) lastaukseen, siirtoon ja purkuun kului aikaa 20-30 min. Lähikuljetuksesta aiheutui kustannuksia noin 25 €/h.

Murskaus, briketointi ja poltto

Paaleja murskattiin yhteensä 6 kpl ja niiden murskaamiseen kului aikaa 4 h 35 min. Paalien keskimääräinen kosteus oli 9,3 %, yhteismassa 1390 kg ja keskimääräinen massa oli 232 kg. Yhden paalin murskaamiseen kului aikaa keskimäärin 46 min. Briketointikone käynnistettiin noin 20 minuuttia myöhemmin kuin paalien murskaus alkoi. Käynnistämisen jälkeen sekä murskain että briketointikone kävivät keskeytyksettä kokeen loppuun saakka. Koneiden keskinäiset tuotokset olivat suunnilleen samansuuruisia. Sadan litran näyte-erän perusteella briketointikoneen tuottavuus oli 314 kg/h. Tuhannen kilogramman brikettierän valmistamiseen kuluu aikaa 3 h 11 min. Briketin irtotiheydeksi saatiin 530 kg/m³ ja kiintotiheydeksi 990 kg/m³. Kahdeksan tunnin työpäivässä brikettejä ehditään valmistaa noin 2500 kg.

Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen lämpölaitoksen (SEVO) laboratoriossa ruokohelpibrikettien kosteudeksi mitattiin 10,9 % ja tuhkapitoisuudeksi 2,9 %. Brikettien tehollinen lämpöarvo käyttökosteudessa oli 4,4 MWh/t. Kuiva-aineen teholliseksi lämpöarvoksi määritettiin 5,0 MWh/t.

Ruokohelpibrikettien lämpölaitospolttokoe tehtiin viikolla 25, jolloin sää oli poutainen ja lämmin. Lämpölaitoksella brikettien lämpö-arvoksi saatiin 3,4 MWh/t, joka ei sisällä hukkalämpöä. Brikettien lämpö-arvo, jossa mukana on myös hukkalämpö, voidaan laskea, kun lämpölaitoksen hyötysuhde tunnetaan. Aikaisemmin suoritettussa päästömittauksessa lämpölaitoksen hyötysuhteeksi on saatu 85 %. Tällä lukuarvolla laskien saadaan ruokohelpibrikettien lämpöarvoksi 4,0 MWh/t. Todellisuudessa lämpölaitoksen hyötysuhde vallitsevissa polttokoeolosuhteissa saattoi olla alle 85 %, johtuen mm. vähäisestä lämmönkulutuksesta. Alhaisesta kulutuksesta johtuen lämpölaitos kävi tyhjäkäyntiä ja välillä jopa pysähtyi. Laitoksen energiamittarin mukaan lämpölaitokselta lähtevän lämpöenergian määrä oli vain 30-100 kW. Poltossa havaittiin, että palopöähän kertyi tuhkaa. Tuhka aiheutti hieman

ongelmia myös arinalla. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava kokeen aikana vallinnut pieni lämmönkulutus, joka saattaa vaikuttaa tulosten luotettavuuteen.

Kustannukset ja kannattavuus

EU-tuilla oli merkittävä vaikutus ruokohelven viljelyn kannattavuuteen. Kasvinviljelytilalla C1-alueella (Kuortane) tuet olivat yhteensä 563 €/ha. Mikäli keskimääräiseksi sadoksi oletetaan 5000 kg/ha, niin ruokohelpitonnia kohti laskettuna kasvinviljelytilalla C1-alueella tuen suuruus oli noin 113 €/t ja 7000 kg/ha satotasolla tuen suuruus oli noin 80 €/t.

Ruokohelven tuotantokustannuksia tarkasteltaessa viljelmän perustamisen, viljelyn lopettamisen ja hoidon osalta käytettiin osittain MTT:n tutkimuksen (2005) lukuarvoja. Korjuukustannuksina käytettiin yrittäjän ilmoittamia taksoja ja maan arvona käytettiin keskimääräistä peltohehtaarihintaa Kuortaneella.

Vähentämällä C1-alueen kasvinviljelytilan EU-tuista (563 €/ha) ruokohelven tuotantokustannukset (466 €/ha) saadaan tulokseksi 97 €/ha ja noin 19 €/t, kun satotasoksi oletetaan 5 t/ha. Mikäli satotasoksi oletetaan 7000 kg/ha, niin saadaan tulokseksi noin 12 €/ha ja noin 2 €/t. Suurimmat kustannukset ruokohelven tuotannossa aiheutuu korjuusta (sis. lähi- sekä kaukokuljetuksen) ja pääomakustannuksista. Pääoman vaihtoehdoisen tuoton tuottovaatimukset vaikuttavat ratkaisevasti tuotantokustannuslaskelman tulokseen.

Murskauksen tuotantokustannuslaskelmissa käytettiin kahta eri henkilötyön määrää: vaihtoehto 1 ”automatisoimaton murskauslinja” 20 h/vrk ja vaihtoehto 2 ”automatisoitu murskauslinja” 2 h/vrk. Henkilötyön määrään vaikuttaa murskauslinjan automatisointiaste. Kokeen suorittamishetkellä murskauslinja ei ollut varustettu automaattisella paalinsyöttölinjalla, joten murska sitoi käytännössä yhden työntekijän koko murskauksen ajan. Automaattisella paalinsyöttölinjalla murskauksessa tarvittavan henkilötyön määrä voitaisiin alentaa kahteen tuntiin vuorokaudessa. Briketöintikustannuksia laskettaessa henkilötyön määränä käytettiin 1 h/vrk.

Murskauksesta ja briketöinnistä aiheutui kustannuksia yhteensä 78 €/t, kun murskauksen palkkakustannustunteina käytettiin 20 h/vrk. Kustannukset olivat huomattavasti alemmat, yhteensä 37 €/t, mikäli murskauksen vaatimina palkkakustannustunteina käytettiin 2 h/vrk. Murskauksen ja briketöinnin kustannuslaskelmissa on oletettu, että koneita käytetään kolmessa vuorossa. Tällöin koneiden tuotantokapasiteetti on 1500000 kg/v. Tällaisen ruokohelpimäärän tuottamiseen tarvittaisiin peltoa 300 ha, kun satotasoksi oletetaan 5000 kg/ha.

Taulukossa 1 esitetään yhteenveto ruokohelven viljelystä, korjuusta, murskauksesta ja briketöinnistä aiheutuvista kustannuksista sekä EU-tuista. Laskelmat on tehty kahdella eri satotasolla: 5000 kg/ha ja 7000 kg/ha. Laskemalla ruokohelven viljelyn ja korjuun kustannukset, murskauksen kustannukset ja briketöinnin kustannukset yhteen EU-tuet huomioiden saadaan tulokseksi 58 €/t, kun murskauksen vaatimana palkkakustannustunteina käytetään 20 h/pv ja satotasoksi oletetaan 5000 kg/h. Mikäli murskauksen palkkakustannustunteina käytetään 2 h/pv, niin saadaan tulokseksi 17 €/t. Suuremman sadon huonompi kannattavuus johtuu suhteellisesta EU-tuen pienenemisestä ruokohelpitonnia kohti laskettuna.

Taulukko 1. Yhteenveto ruokohelpibrikettien tuotantokustannuksista kahdella eri satotasolla laskettuna. Vaihtoehdossa 1 (automatisoimaton linja) murskauksessa tarvittavien henkilötyötuntien määränä on käytetty 20 h/vrk ja vaihtoehdossa 2 (automatisoitu linja) murskauksen henkilötyötuntien määränä on käytetty 2 h/vrk.

KUSTANNUS	Sato, 5 t/ha	Sato, 7 t/ha
Viljely ja korjuu, €/t	93	79
Murskaus (vaihtoehto 1), €/t	63	63
Murskaus (vaihtoehto 2), €/t	22	22
Briketöinti, €/t	15	15
Kokonaiskustannukset (vaihtoehto 1), €/t	171	157
Kokonaiskustannukset (vaihtoehto 2), €/t	130	116
EU-tuet, €/t	113	80
Katteeton hinta (vaihtoehto 1), €/t	58	77
Katteeton hinta (vaihtoehto 2), €/t	17	36

Johtopäätökset

Ruokohelven kevätkorjuussa peltojen sijainnilla ja kantavuudella on suuri merkitys sadonkorjuun onnistumisen kannalta. Ruokohelpiviljelmät tulisi perustaa ainoastaan kohteisiin, joihin kulkeminen keli-rikon aikana raskailla koneilla ja täysperävaunuyhdistelmillä on mahdollista. Perustamisvaiheessa on kiinnitettävä erityistä huomiota pellon tasaisuuteen, sillä epätasainen pelto vaikeuttaa sadonkorjuuta ja aiheuttaa korjuutappioita. Korjuutappioiden määrää ei tässä tutkimuksessa mitattu, mutta silmämääräisesti niitä voitiin kuitenkin selkeästi havaita. Korjuukalustoa tulisi kehittää siten, että korjuutappiot jäisivät mahdollisimman pieneksi ja korjattu sato mahdollisimman suureksi.

Pyöröpaalien alhaisesta tiheydestä ja muodosta johtuen, niiden varastointi ja kuljetus vaativat paljon tilaa. Suuri tilantarve aiheuttaa lisäkustannuksia sekä varastoinnissa että kuljetuksessa. Paalien tiheyttä voitaisiin nostaa käyttämällä korjuussa muuttuvakammioista pyöröpaalainta tai suurkanttipaalainta. Kanttipaalaimella paalattujen paalien muoto on myös edullisempi logistiikan kannalta. Toisaalta kanttipaalain on raskas ja sen hankintahinta on korkea.

Kevätkorjatun ruokohelven briketointi on mahdollista sekä myös taloudellisesti kannattavaa toimintaa tietyin edellytyksin. Briketit ovat helppoja käsitellä ja niiden kuljetuskustannukset ovat ruokohelpisilppua tai paaleja huomattavasti edullisempia. Brikettien kiintotiheys on yli kuusinkertainen ruokohelpipyöröpaalien kiintotiheyteen verrattuna. Briketöinnistä aiheutuu kuitenkin huomattavia lisäkustannuksia. Pienen ruokohelpipeltopinta-alan sadon briketointiin ei ole taloudellisesti kannattavaa hankkia kalliita murskaus- ja briketointilaitteita. Mikäli koneet hankitaan, on niitä käytettävä ympäri vuoden ja vuorokauden ympäri. Tässä tutkimuksessa tarkasteltujen murskaus- ja briketointikoneiden vuosituotuskapasiteetti oli noin 1500000 kg. Tällaisen ruokohelpimäärän tuotanto vaatii peltopinta-alaa noin 300 ha, mikäli satotasoksi oletetaan 5 t/ha. Pienemmältä ruokohelpipeltopinta-alalta saadun sadon briketöiminen voi myös olla kannattavaa, mikäli briketointiin voidaan käyttää johonkin muuhun käyttötarkoitukseen hankittua jo olemassa olevaa konekanta. Esimerkiksi puunjalostustehtaalla voidaan viikolla briketöidä puunjalostusprosessissa syntyvää purua ja viikonloppuna ruokohelpeä, kuten tässä tutkimuksessa tapahtuikin.

Murskauksen kustannukset riippuvat merkittävästi murskauslinjan automatisointiasteesta. Ilman automaattista paalinsyöttökuljetinta murskain sitoo käytännössä yhden työntekijän koko murskauksen ajaksi. Tästä aiheutuu kohtuuttoman suuret kustannukset. Automaattisella paalinsyöttökuljettimella voidaan henkilötyötunteja vähentää huomattavasti ja näin ollen alentaa kustannuksia merkittävästi.

Laboratorioanalyysissä ruokohelpibriketille saatiin hieman korkeampia lämpöarvoja, kuin mitä kirjallisuudessa esiintyy. Lämpölaitoksen polttokokeessa saatiin lämpöarvoksi myös hyvä tulos, vaikka lämpöenergian kulutus oli kokeen aikana pieni. Laboratoriossa mitatulle kirjallisuutta korkeammalle lämpöarvolle ei löytynyt selitystä. Lämpölaitospolttokokeen aikana vallinneet olosuhteet asettavat tulosten yleistettävyydelle rajoituksia. On todennäköistä, että suuremmalla lämpöenergiankulutuksella lämpölaitoksen hyötysuhde kasvaa ja tuhka käyttäytyy eri tavalla kuin pienellä energian kulutuksella. Ruokohelpibriketin poltosta tarvitaan lisätutkimusta, että voitaisiin arvioida paremmin sen soveltuvuutta lämmöntuotantoon. Selvitettäviä asioita olisivat mm. päästöt ja tuhkan käyttäytyminen.

Ruokohelven viljelyssä EU-tuet kattavat viljelystä ja korjuusta aiheutuvat kustannukset, mikäli sato on enintään noin 7500 kg/ha. Tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä voidaan pienin muutostöin valmistaa brikettiä, joiden tuotantokustannukset ovat 17 €/t, kun satotasoksi oletetaan 5000 kg/ha ja EU-tuki huomioidaan. Mikäli satotasoksi oletetaan 7000 kg/ha, niin saadaan tuotantokustannuksiksi 36 €/t. Suuremmat tuotantokustannukset suuremmalla hehtaarisadolla ruokohelpitonnia kohti johtuu suhteellisesta EU-tuen pienenemisestä sadon määrän lisääntyessä.

Tämän tutkimuksen tuloksia yleistettäessä on huomioitava mahdolliset alueelliset erot mm. kasvuolosuhteissa, työlajien taksoissa, konekalustossa ja EU-tuissa. Yksittäinen kustannuslaskelma ei ole yleispätevä, vaan todelliset tuotantokustannukset ovat aina tapauskohtaisia ja niiden suuruuteen vaikuttavat monet eri tekijät.

Kirjallisuus

Burvall, J. & Örberg, H. 1994. Brikettering av rörflen: teknik och ekonomi. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Rapport 10:1994. Umeå.

Flyktman, M. 2000. Ruokohelven seospoltto turpeen ja puun kanssa. Teoksessa Biomassan tuottaminen kuidun ja energian raaka-aineeksi. Tutkimuksen loppuraportti, osa II. Toim. Salo, R. 2000. Maatalouden tutkimuskeskus. Jyväskylän yliopistopaino 2000.

Hemming, M., Maunu, T., Suokannas, A., Järvenpää, M. & Pehkonen, A. 1996. Agrokuidun tuotanto ja käyttö Suomessa. Tutkimuksen loppuraportti II osa. Ruokohelven korjuu, varastointi ja mekaaninen esikäsittely sekä tuotantokustannukset ja saatavuus. Maatalouden tutkimuskeskus.

Isolahti, M. 2006. Ruokohelvi on satoisa energiakasvi. Teho 2/2006: 8 – 11.

Laurila, J. & Lauhanen, R. 2006. Ruokohelven (*Phalaris arundinacea*) korjuun kustannukset ja energiakäytön kannattavuus briketöitynä Kuortaneella. Työtehoseuran maataloustiedote. 7 (592).

Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E., Käyhkö, V., Kaipainen, H., Hokkanen, M. & Leinonen, A. 2000. Korsibiomassojen irtokorjuumenetelmän kehittäminen seospolttoaineiden tuotantoon. Teoksessa Biomassan tuottaminen kuidun ja energian raaka-aineeksi. Tutkimuksen loppuraportti, osa II. Toim. Salo, R. 2000. Maatalouden tutkimuskeskus. Jyväskylän yliopistopaino 2000.

Motiva Oy. 2006. <http://www.motiva.fi>

Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E. & Flyktman, M. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2. korjattu painos. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Jokioinen.

Salo, R. 1998. Ruokohelviseminaari. Biomassan tuotanto pelloilla ja turvesoilla sekä käyttö energian tuotantoon. Maatalouden tutkimuskeskus. Yliopistopaino.

Slioor, S. 2006. Tilastoja. Teoksessa Energia katsaus 1/2006. Kauppa- ja teollisuusministeriö energiaosasto. Suomen Graafiset Palvelut Oy.

Suokannas, A. & Serenius, M. 2000. Paalausmenetelmät korsibiomassojen korjuussa. Teoksessa Biomassan tuottaminen kuidun ja energian raaka-aineeksi. Tutkimuksen loppuraportti, osa II. Toim. Salo, R. 2000. Maatalouden tutkimuskeskus. Jyväskylän yliopistopaino 2000.

Tuominen, V. 2006. TE-Keskus Etelä-Pohjanmaa. http://www.isojoki.fi/maatalous/pinta-alamuutokset_2006.pdf

Tuunanen, L. 1993. Pellolla kasvatetun biomassan polttaminen. Työtehoseuran maataloustiedote. 15 (437).