

Ruokohelpin tie pellolta polttoon

Ruokohelpin viljely ja käyttö ovat pääsemässä hyvään vauhtiin. Jotta tämän peltoenergiakasvin käyttö olisi mahdollisimman tehokasta, sen viljelyyn, korjuuseen, käsittelyyn ja kuljetuksiin tarvitaan oikeanlaista kalustoa ja erityisosaamista.

Tämä opas tarjoaa yleisiä ohjeita ja opastusta ruokohelpin viljelystä kiinnostuneelle sekä helpin energiakäyttöä harkitsevalle.

Ruokohelpi on osoittautumassa Suomessa merkittäväksi kiinteää polttoainetta tuottavaksi peltoenergiakasviksi. Helpin viljely ja käyttö ovat lisääntyneet viime vuosina ja kehitys näyttää jatkuvan.

Viljelyn yleistymisestä on esitetty toisistaan poikkeavia arvioita. Finbion peltoenergiaohjelman tavoitteen mukainen helpin ja oljen tuotantoala olisi 110 000 hehtaaria. Hehtaarisadoksi voidaan arvioida 22 megawattituntia eli energiamäärä, jolla voidaan lämmitellä keskikokoinen omakotitalo vuoden ajan.

Suomessa energian kokonaiskulutus on noin 400 terawattituntia, joten 110 000 hehtaarin energiantuotto kattaisi 0,6 % energian kokonaiskulutuksesta.

Suurin arvio (PTT 2006) energiantuotantoon käytettävissä olevasta peltoalasta on jopa 700 000 hehtaaria.

- 1 terawattitunti (TWh) =
1 000 000 megawattituntia (MWh)
- 1 megawattitunti (MWh) =
1 000 kilowattituntia (kWh)

Liiketoimintamahdollisuuksia

Maatiloille, koneyrittäjille ja jatkojalostajille syntyy peltoenergian tuotannossa ja käytössä uusia liiketoiminnan mahdollisuuksia. Esimerkiksi sadonkorjuuseen tarvitaan tehokkaita ja kalliita koneita, kuten niittokone, suurkanttipaalain ja ajosilppuri. Niiden hankinta edellyttää yleensä yhteiskäyttöä tai urakointia. Myös kuljetus, murskaus ja polttoaineen sekoitus ovat tyypillisesti pienyritysvetoista toimintaa.



Kuva: Katri Pahlkala/MTT

Helpi sopii hyvin seospolttoon

Ruokohelpin tuotantoketjun on eri tutkimuslähteissä arvioitu kuluttavan 6–8 prosenttia tuotetusta energiasta. Konetyötunteja ja lannoitusta tarvitaan suhteellisen vähän.

Ruokohelpi on puun tavoin hiilidioksidineutraali. Se soveltuu hyvin seospolttoaineeksi puun ja turpeen kanssa sekä pelletin seosraaka-aineeksi. Sen käyttöön soveltuvia lämpö- ja voimalaitoksia on Suomessa noin 80.

Viljelyn perustamisvaihe on tärkeä

Ruokohelpi menestyy parhaiten multa- ja turve- mailla. Yhdellä onnistuneella kylvöllä voidaan korjata satoa 12–15 vuotta. Nykyisin käytössä olevalla viljelytekniikalla viljelijän suurin haaste on riittävän tehokas kevätkorjuu. Pahimmillaan korjuutappiot voivat olla jopa 60 prosenttia.

Helpi hyötyy talvestamme, sillä ravinteet kulkeutuvat syksyn aikana juurakkoon. Kun korsisto kuivuu talvella, helpin polttoaineominaisuudet paranevat. Lisäksi kevätsää yleensä on otollista kuivan sadon korjuulle (MTT).

Viljelyn perustamisvaiheessa on huomioitava ja toteutettava monia seikkoja korjuun onnistumiseksi. Helpi ei ole suojaisten metsäpeltojen vaan

Ruokohelpi

Phalaris arundinacea

- Rörflen, ruotsi
- Reed Canary grass, Englanti
- Rohrglanzgras, Saksa
- Energia-arvo 4,5 MWh/t/ka > 20–30 MWh/ha
- Ominaispaino irtosilppuna 60–80 kg/i-m³ = 0,4 MWh
- Pyöröpaali 250 kg = 1,1 MWh
- Kanttipaali 400 kg = 1,8 MWh
- 1 TWh = 3,6 PJ

mahdollisimman aukeiden lohkojen kasvi, sillä keväällä lumen pitää hävitä pellolta mahdollisimman tasatahtiin. Samoin helpisatoa kuivattava tuuletus on tarpeen.

Viljelylohkolle vievän tien pitää vastata nykyajan koneiden ja kuljetuskaluston mitoituksia. Kantavaa ja tasaista tiepohjaa on oltava neljän metrin leveydeltä, penkat ja ojat on pidettävä vapaina pajukoista. Kuljetusrekkaa varten tarvitaan säteeltään 12,5-metrinen kääntöpaikka, ja tärkeää on muistaa, että noutokuljetus voi tapahtua mihin aikaan vuotta tahansa.



Paali- tai silppuauman alusta ei saa olla pehmeää peltomaata, vaan tasainen ja hyvin kantava. Paalivaraston alustaksi tarvitaan esimerkiksi kuormalavoja tai käytöstä poistettuja pylviäitä, jotta maakosketusta ei olisi ja alusta tuulettuisi. Varastot kannattaa kunnostaa asiallisiksi, sillä se helpottaa työtä vuosia eteenpäin. Korkealaatuinen sato on tärkeää tuotannon jatkuvuuden ja koko toimitusketjun kannalta.

Niitto hellästi lyhyeen sänkeen

Helpi niitetään mahdollisimman lyhyeen sänkeen, joten kivet ja kannot on kerättävä pois viimeistään kylvön yhteydessä. On tärkeää myös tasoittaa pellon pinta hyvin, sillä epätasaisuudet ovat viljelijän riesana ja onnistuneen korjuun esteenä seuraavat 12–15 vuotta. Kivet voivat olla vaarallisia, sillä helpi korjataan kuloheinänä, joka sytty helposti esimerkiksi kiveen osuneen niittokoneen terän kipinöistä. Muutenkin niiton aikana on varottava tulen käsittelyä.

Korjuuhetken valinnassa pitää olla malttia, sillä korjuukalusto jättää sulaneeseen pellon pintaan helposti ikävät painumat, jotka voivat haitata korjuuta monena seuraavana keväänä. Turvemailla korjuulle otollinen hetki on heti lumen sulettua, kun pelto on vielä jäässä mutta kasvusto jo kuivunut. Kivennäismailla sopiva korjuuaika on pari kolme viikkoa myöhemmin, kun maa on sulanut ja pellon pinta



Yleisesti käytössä oleva niittokalusto sopii helpin niittoon, mutta korren murskaamista niiton yhteydessä on vältettävä.

kuivunut niin, että korjuujälkiä ei jää eikä uusi kasvusto ole vielä 10–15 cm pitempää (MTT).

Jotta korjuutappiot olisivat mahdollisimman pienet, on tärkeää sekä niittää että käsitellä niitettyä heinää hellävaraisesti. Nykyiset lautasniittomurskaimet soveltuvat kyllä tehtävään, kunhan murskaus säädetään minimiin tai jätetään pois kokonaan. Helpi murskaantuu vähiten, kun käytössä on lautasniittokone tai perinteinen sormipalkkiniittokone.

Pellon pinnan tasoittaminen ruokohelpiviljelmää perustettaessa on tärkeää, jotta sadonkorjuu sujuu ongelmitta.

Ruokohelvi menestyy parhaiten eloperäisellä maalla. 10–15-vuotisena kasvina se pitää hyvin maan pinnan eroosion ja valumiset kurissa sekä parantaa vahvalla juuristollaan maan rakennetta salaojia tuhoamatta.

Jopa yli kaksimetriseksi kasvanut ja korjuukypsä helpipelto on yleensä lakoontunut täydellisesti talven jälkeä. Aukea peltomaisema edesauttaa tasaista kuivumista – helpiä ei kannata viljellä pienillä metsäpeltoilla.



Jälkimmäistä tekniikkaa käyttävät myös amerikkalaismalliset karholeikkuukoneet ”swatherit”.

Helpiluokoa ei pidä pöyhiä tarpeettomasti, vain karhotus paalaimen tai ajosilppurin tehoa vastaavalle karhokoolle riittää. Tehokasta paalainta tai ajosilppuria varten karhoa tarvitaan sadosta riippuen kuuden tai jopa yhdeksän metrin leveydeltä. Korjuu ajosilppurilla tai hinattavalla tarkkuussilppurilla on mahdollista silloin, kun lähellä on turve- tai hakevälivarasto, jossa polttoaineet sekoitetaan.

Pellosta välivarastoon

Muuttuvakammioinen pyöröpaalain paalaa hieman pienemmin korjuutappioiden kuin kiinteäkammioisen, ja paalin tiheys on suurempi. Koska suorasiiviset paalit ovat kuljetusten kannalta pyöröpaaleja parempia, on joko urakoitsijoiden tai useamman tilan yhteisten suurkantipaalainten yleistymisen todennäköistä tulevaisuudessa.

Paalit on kerättävä pellosta välivarastoon mahdollisimman tehokkaasti joko kuljettamalla kaksi paalia kerralla traktorin etukuormaimen piikeissä ja kaksi takapiikeissä tai keräämällä ne vaunun etu- tai kourakuormaimella. Paalien tehokkaaseen ja hellävaraiseen kourakuormaukseen sopii parhaiten levymallinen tartuntalaite.



Ihanne olisi, jos niittokoneella pystytään tekemään riittävän suuri karho. Kanttipaalaimelle tai ajosilppurille riittävä karhokoko on usein kuitenkin tehtävä karhottimella. Pöyhintä lisää varisemista jyrkästi.

Viljelijä vastaa yleensä myös korjatun helpisadon suojaamisesta välivarastoinnin aikana. Varasto on peitettävä vahvoilla peitteillä, joiden sidontaan pitää kiinnittää aukealla paikalla erityistä huomiota. Huonosta välivarastoinnista voi aiheutua yllättäviä tappioita, jos paalit rikkoutuvat tai lahoavat.

Viljelijä vastaa yleensä myös korjatun helpisadon suojaamisesta välivarastoinnin aikana. Huonosta välivarastoinnista voi aiheutua yllättäviä tappioita, jos paalit rikkoutuvat tai lahoavat.



Ajosilppuri on tehokas korjuukone, joka edellyttää suurta karhoa ja riittävästi mitoitettua ajokalustoa rinnalleen. Ketjussa pitää olla 3–4 perävaunua ajomatkasta riippuen.

Kuorman painolla on merkitystä

Irtomassan kuljetukseen käyttöpaikalle sopivat hake- ja turverekat. Erityisellä tiivistämislaitteella varustetut vaunut voivat jopa kaksinkertaistaa helpisilpun tilavuuspainon (VTT). Paalien kuljetukseen sopivat mm. puutavara-autot, koska niissä on avoin kuormatila ja oma kuormain.

Ylivoimaisesti suurin energiakuorma saadaan suurkanttipaaleilla. Sadonkorjuu ohjautuukin kohti tätä paalausmenetelmää sillä edellytyksellä, että laitosten paalimurskaimet ovat riittävän kookkaita. Kanttipaaleilla saadaan pyöröpaaleihin verrattuna kuormapainoa ja energiasisältöä jopa 60–80 % enemmän, mikä vaikuttaa suoraan kannattavan kuljetusmatkan pituuteen.

Ennen polttoa helpi silputaan

Sekoittumisen ja käsittelylaitteiden sekä kuljettimien toimivuuden varmistamiseksi helpi on silputtava riittävän lyhyeksi eli noin 4–5-senttiseksi.

Paalien murskausmenetelmät kehittyvät. Järein vaihtoehto on käyttöpaikkamurskaus ja sekoittaminen. Ihanteellisinta olisi pystyä murskaamaan ja silppuamaan samalla murskalla helpin ohella myös pääpolttoaine, kuten kannot, risutukit tai irrallinen hakkuutähde. Yleensä murskaimet ovat hitaasti pyöriviä, mutta lyhyt ja tasainen helpisilppu saadaan varmimmin tehtyä nopeakäyntisellä murskaimella.

Helpipaaleja murskataan myös paalisilppureilla ja niitä järeämillä kaukalomurskaimilla, joilla murskataan yleisimmin puuainesta. Nykyistä tilannetta kuvaa hyvin se, että valtakunnallisessa hakkureiden ja murskaimien esittelytaulukossa (Koneviesti 11/Bioenergia 3.2006) vain Morbark Tub Grinder-laitteen kohdalla mainitaan ruokohelpi.

Helpin käsittelyn ongelmana ovat pölyäminen ja paalinarut. Paalisilppureissa narut pyrkivät kietoutumaan roottoreiden ympärille. Sisalnarua aiheuttaa muovinarua ja -verkkoa vähemmän ongelmia, mutta se ei kestä kovin hyvin varastointia. Muutamat murskaimet ja käyttöpaikat edellyttävät narujen poistoa ennen murskausta, mikä on työlästä ja joskus ongelmallista ja nostaa muutenkin suhteellisen korkeita murskauksen kustannuksia.

Seospolttoaineeksi leijukerospolttoon

Suomessa kiinteän polttoaineen yleisimmät poltotavat ovat arina- ja leijupoltto. Arinaa käytetään alle 5 megawatin lämpökeskuksissa ja kuorta polttavissa alle 15 megawatin sahojen lämpökeskuksissa. Suuret lämpö- ja voimalaitokset käyttävät lähes pelkästään joko kierto- tai kerrosleijupolttoa. Leijupoltossa poltettavan massan pitää olla hienompaa kuin arinapoltossa.

Leijupoltto soveltuu parhaiten seoskäyttöön, mikä onkin ruokohelpin polttoainekäytön suhteen oleellista. Klooripitoisen korsibiomassan aiheutta-



Logistisesti ylivoimainen helpin korjuumuoto on kanttipaalaus. Jatkossa kanttipaalausurakoitsijalla on kysyntää, myös heinä- ja olkipelloilla.



Kanttipaalien kuormaaminen on helppoa ja kuormalavalle ei jää tyhjiä koloja.



Paaliauma pitää pystyttää huolella. Tässä on peittämistä ajatellen hyvä aumamuoto, mutta alustaeristys (trukkilavat, parrut tai pylväät) puuttuu ja turvesuon terminaali pohja sotkeutuu helposti. Onnistuuko rekkanouto joka kelillä?

maa höyrykattiloiden korroosioriskiä voidaan nimittäin pienentää käyttämällä seoksessa rikkiä sisältävää turvetta.

Kuiva (10–20 %) ja kevyt ruokohelpi on sekoitettava huolellisesti kostempaan pääpolttoaineeseen. Haluttaessa helpin energiaosuudeksi vaikkapa 10 prosenttia sitä pitää sekoittaa tasaiseksi seokseksi esi-

merkiksi jyrksinturpeeseen 20–25 tilavuusprosenttia. Epätasaisuudet seoksessa voivat ilmetä muun muassa siten, että isot helpimökyt laukaisevat kuljettimien rajakytkimiä.

Seospolttoon on useita syitä. Pelkkä helpimassa ei ole sovelias kuljetettavaksi kuljettimella ja seuloilla. Puhtaan helpin poltto myös nostaisi palamislämmön liian korkealle eikä kevyttä helpiä pystyttäisi syöttämään kattilaan riittävän tehon saamiseksi.

VTT:n mukaan ruokohelpin polttoon soveltuva käyttöpotentiaalia on Suomessa noin 4,3 terawattitunnin verran, mikäli viljelyala ei aseta rajoituksia. Suurimmat tekniset käyttöpotentiaali-alueet ovat Pohjanmaalla sekä keskisessä ja itäisessä Suomessa.

Helpistä pellettiä ja brikettiä

Pellettiä voidaan valmistaa helpin ja turpeen tai helpin ja puun seoksena, jossa helpin osuus voi Vapon kokeiden mukaan olla jopa puolet.

Pelkän helpipelletin tuottaminen on mahdollista, mutta hartsia sisältävä puuainees tekee pelletistä lujempaa. Myös helpibrikettien valmistusta kehitetään.

Helpin mittaaminen

Mittausmenetelmät ruokohelpin tuotannossa ja käytössä hakevat vielä lopullista muotoaan.

Viljelijä voi omatoimisesti punnita paalinsa kuormaus- tai lähikuljetusvaiheessa.

Suurimman ostajan Vapon käytäntö on se, että noutohetkellä tehdään otospunnitus ja kosteuden määrittäminen, jota käytetään maksun perusteena lasketun energiamäärän mukaan. Vastaanottavan laitoksen ajoneuvopunnitus yhdessä kosteuden mittauksen kanssa on jatkossa yleinen määrittäytapa.

Käyttäjien kokemuksia ja toiveita

Pietarsaarelaisella Alholmens Kraftilla on käyttöpaikalla kiinteä, nopeasti pyörivä roottorimurskain, joka murskaa pääasiassa risutukkia. Murske ja silppu siirretään eteenpäin ruuvi- ja mattokuljettimilla. Ruokohelpi saapuu laitokselle kantti- ja pyöröpaaleina.

– Saapuvat kuormat pitäisi saada painavimmiksi. Helpikuormassa on nyt 50 megawattituntia ja turverekassa yli kaksinkertainen energiamäärä. Paalien

VTT:n mukaan ruokohelpin polttoon soveltuva käyttöpotentiaalia on Suomessa noin 4,3 terawattituntia. Suurimmat tekniset käyttöpotentiaali-alueet ovat Pohjanmaalla sekä keskisessä ja itäisessä Suomessa.



Pelkkä helpipaalin silppuaminen ei riitä, vaan aines on sekoitettava mahdollisimman tasaisesti puun tai turpeen joukkoon. Tässä hyödynnetään kahden murskan tehoa ja laajaa piha-alueutta (Vaskiluodon Voima, Seinäjoki).



Ruokohelpin vertailevia polttoaineominaisuuksia

	Helpi	Hake	Turve
Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa, MWh/t	4,9–5,0	5,1–5,6	5,8–6,0
Kosteus %	10–15	40–60	40–45
Rikki %	0,1	0,05	0,1–0,3
Natrium %	< 0,03	< 0,002	0,007
Kloori %	< 0,09	< 0,03	< 0,06
Kalium %	0,3–0,5	< 0,2	0,02
Tuhkapitoisuus %	3–6	1–3	3–5
Tuhkan sulamispiste	1 440	1 150	1 100
Arseni mg/kg ka	0,2	0,01	2
Elohopea mg/kg ka	0,03	0,02	0,09
Kadmium mg/kg ka	0,06	0,1	0,1
Lyijy mg/kg ka	2	4	5

(Lähde: VTT ja Vapo)

Helpipaalien murskaus on haasteellista. Alholmens Kraftilla Pietarsaareissa helpipaalit syötetään samaan nopeasti pyörivään murskaan risutukkien kanssa. Tiivis rakennus estää tehokkaasti murskapölyn leviämistä.

verkot ja narut joudutaan leikkaamaan pois ennen murskausta, mikä on ongelmallista. Muovinarusta ja -verkosta pitäisi päästä eroon, kertoo käyttömestari **Sami Lassila** helpin käytön kokemuksista.

Ruokohelpin viljelyyn voi saada maatalouden energiakasvitukea, jonka säädökset voivat muuttua jopa vuosittain. Siihen liittyvä byrokratia hämmentää eri osapuolia. Se saattaa hidastaa uusien käyttäjien mukaantuloa.

– Byrokratia, johon sisältyy päivämäärärajoituksia ja monenkertaista ilmoitusvelvollisuutta, ei sovi paljon polttoainetta käyttävälle voimalaitokselle, Lassila sanoo.

Kainuun Voiman käytössä on kiertopetikattila ja koekäyttövaiheessa oleva helpi sekoitetaan jyrshinturpeeseen.

– Kiekkoseulalla ruokohelppi tekee helposti patjan, ja muu materiaali menee myös ohi kiekkoseulan suoraan murskaimeen, mikä kuormittaa sitä turhaan. Helppi on hieman liian kevyt polttoaine kiertopetikattilaan, se nousee nopeasti ylös, eikä ehdi antaa energiaansa täysin kattilassa, kuvailee kokemuksia käyttö- ja kehitysinsinööri **Kimmo Keinänen**.

Peltobiomassojen ja muiden uusien biopolttoaineiden takia leijukerrospolton tekniikkaa onkin kehitettävä edelleen.

Jyväskylän Energian Rauhalahden voimalaitoksen kokemusten mukaan helpin siirto kuljettimia pitkin kattilaan on haasteellista. Lisäksi alhainen tilavuuspaino pienentää hankinta-aluetta. Mikäli helppi sekoitetaan väliterminaalissa suoraan turveaumaan tai hakkeeseen, voisi sen kuljettaminen olla

kannattavampaa ja helppi menisi seoksessa paremmin vastaanottojärjestelmien läpi. Hankaluutena on kuitenkin velvoite todentaa helpin määrä.

Etelä-Savon Energia Mikkelissä tuo helpinsä valmiina sekoitteena turveterminaaleilta. Ylikonemestari **Asko Lintusen** mukaan rekka-autojen kuormatilavuudet voidaan painavallakin turpeella hyödyntää hyvin helppi-turvesekoitteella. Mikkelissä kokeillaan myös oljen käyttöä.

Helpin viljelyn ja käytön ympäristövaikutuksia

Koska kyseessä on monivuotinen kasvi, pitkäaikainen kasvipeitteisyys vähentää eroosiota, parantaa maan rakennetta ja lisää humuspitoisuutta. Ruokohelppi on hyvä ravinteiden ottaja ja ravinteet varastoituvat hyvin sen juuriin. Helpipellosta vapautuvat typpioksidipäästöt ja ravinnehuuhtoumat ovat viljoja pienemmät.

Koska sato korjataan keväällä, suuri osa ravinteista säilyy juurissa tai palaa maahan varisevien lehtien mukana, mikä vaikuttaa myönteisesti lannoitukseen ja poltto-ominaisuuksiin. Helppi pystyy hyödyntämään vapautuvaa tyyppiä koko kasvukauden typpipitoisilla orgaanisilla mailla.

Ruokohelpin tuotanto entisillä turvetuotanto- mailla voi vähentää vesistöjen ravinnekuormitusta, mikäli turvetuotantoalueen vedet johdetaan helpin viljelmille.

Helppi alentaa seospoltossa turpeen hiilidioksidipäästöjä (Flyktman & Paappanen). Päästökauppaan liittyen helpin ja turpeen seossuhteet pitää pystyä



Kuva: Katri Parkkala/MTT

Ruokohelpipellon pitkäaikainen kasvipeitteisyys vähentää eroosiota, parantaa maan rakennetta ja lisää humuspitoisuutta. Helpipellosta vapautuvat typpioksidipäästöt ja ravinnehuuhtoumat ovat viljoja pienemmät.

todentamaan eräkohtaisesti. Kuiva helpi myös parantaa kostean puun poltto-ominaisuuksia, sillä se toimii polttoaineseoksessa imupaperin tavoin.

Kuiva ja kevyt helpisilppu edellyttää huolellista käsittelyä terminaaleissa ja käyttöpaikkojen avoimilla. Järjestyksen ja siisteyden laiminlyönti muuttaa paikan pehkukasaksi, josta aiheutuu turvallisuusriskejä sekä hävikkiä.

Kostea helpimassa voi myös homehtua, jolta pitää suojautua hengityssuojaimella aivan kuten helpipölyltäkin. Työntekijän altistumiseen vaikuttavat polttoaineen laatu ja varastointitapa, tekniset ratkaisut, kuten ilmastoinnit ja koteloinnit, sekä henkilökohtaiset suojaimet.

Kirjallisuutta:

- Esitys Kansalliseksi peltoenergiaohjelmaksi 2003–2010. 2003. Julkaisu 25. Finbio. 70 s.
- Tuomisto, H. 2005. Biokaasun ja peltoenergian tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset. Maa- ja metsätalousministeriön selvitys. 41 s.
- Peltobiomassa, liikenteen biopoltoaineet ja biokaasu-jaosto. 2006. Toinen väliraportti. Työryhmämuistio 2006:1. Maa- ja metsätalousministeriö. 34 s.
- Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2005. MTT. 32 s.
- Maatilayrityksen bioenergian tuotanto. 2006. Tieto tuottamaan 115. ProAgria/MTT. 98 s.
- Faktaa paikallisista polttoaineista. 2006. Vapo ja VTT. 24 s.
- Ruokohelpi – kilpailukyistä uusiutuvaa energiaa. 2006. Vapo. 4 s.
- Flyktman, M. ja Paappanen, T. 2005: Ruokohelven käyttökapasiteettiselvitys. VTT. 32 s.

Lisätietoja:

- www.motiva.fi
- www.mtt.fi
- www.finbio.fi
- www.pvo.fi
- www.vapo.fi



Motiva Oy
 Urho Kekkosen katu 4–6 A
 PL 489
 00101 Helsinki
 Puh. (09) 8586 3100
 Faksi (09) 8565 3199
www.motiva.fi