

Motiva

Metsätuhkan ravinteet takaisin metsään



Metsätuhka on luonnon lannoite

Puu- ja turvepohjaisten polttoaineiden tuhkat ovat energiantuotannossa syntyviä jätteitä. Maamme lämpö- ja voimalaitoksissa syntyy vuosittain 150 000–200 000 tonnia puun tuhkaa ja turvevoimaloissa 350 000 tonnia turpeen ja puun sekätuhkaa. Tämä metsätuhka sisältää runsaasti kasviraavinteita, ja sen käyttöä lannoitteena kannattaa lisätä. Näin tuhka saadaan hyötykäyttöön.

Uusiutuvan kotimaisen energian merkitys lämmön- ja sähköntuotannossa on kasvamassa. Tällä hetkellä puulla ja turpeella tuotetaan maamme kokonaisenergiasta jo neljännes. Kansalliseen metsäohjelmaan (KMO 2015) on kirjattu tavoite lisätä energiantuotannossa käytettävän metsähakkeen määrää nykyisestä 4 miljoonasta 8–12 miljoonaan kuutiometriin vuoteen 2015 mennessä. Tämän vuoksi puuaines on korjattava metsistä talteen aiempaa tarkemmin.

Kasvavaan puustoon sitoutuu huomattava määrä ravinteita, jotka poistuvat metsiköstä puunkorjuun myötä. Kokopuun korjuu voi heikentää jäljelle jäävän puuston tai uuden puusukupolven kasvua. Metsämaan puuntuotoskyvyn ja elinvoiman turvaamiseksi on järkevää, että tuhka palautetaan takaisin metsään. Tuhkalannoitusten vuotuinen levityspinta-ala on 2000-luvulla ollut muutamia tuhansia hehtaareja, mikä on alle 10 prosenttia metsänlannoitukseen soveltuvasta vuosittain syntyvästä tuhkamäärästä. Tuhkan lannoitekäyttöä rajoittavat liiketoiminnan kehittymättömyys ja levitysyrittäjien puute.

Tuhkan koostumus

Orgaanisen aineksen palaessa siitä poistuvat typpi (N) ja pääosin myös rikki (S). Epäorgaaniset aines-

Rakeistettua
metsätuhkaa



Käytetty polttotekniikka vaikuttaa tuhkan koostumukseen.

osat – mukaan lukien tärkeimmät puiden tarvitsemat ravinteet – jäävät tuhkaan likimain samoissa suhteissa kuin ne esiintyvät poltettavassa materiaalissa. Metsälannoitteeksi sopivinta on puuperäinen tuhka. Puutuhkassa kalsiumia (Ca) on yleensä 10–30 prosenttia, kaliumia (K) 2–6 prosenttia ja fosforia (P) 1–3 prosenttia kuiva-aineesta. Tuhka sisältää myös tärkeitä hivenravinteita, kuten booria (B), kuparia (Cu) ja sinkkiä (Zn). Turpeen tuhkassa kaliumia ja booria on vähemmän, mutta fosforia yhtä paljon kuin puun tuhkassa. Turvetuhkan lannoitearvoa lisäävät myös sen alhaiset raskasmetallipitoisuudet ja korkea rautapitoisuus, jolla on merkitystä muun muassa fosforihuuhtoumien ennalta ehkäisyssä.

Puhdasta puun tai turpeen tuhkaa syntyy nykyisissä polttolaitoksissa hyvin vähän. Turvetta käytetäänkin yhä useammin seospolttoaineena puuperäisten polttoaineiden kanssa. Tulevaisuudessa puupolttoaineen käytön lisääntyessä turpeen merkitys seospolttoaineena korostuu entisestään, ja tuhkat ovat useimmiten sekätuhkia.

Myös käytetty polttotekniikka vaikuttaa tuhkan koostumukseen. Yleisimpiä kattilatyyppisiä voimalaitoksissa ovat arinakattilat ja leijupetikattilat. Arinatuhkan reaktiivisuus ja ravinteiden liukeneminen on yleensä hitaampaa kuin leijupeti- eli lentotuhkalla. Toisaalta lentotuhkassa on arinatuhkaa enemmän raskasmetalleja.

Tuhkan vaikutukset metsässä

Maaperä

Tuhkat ovat hyvin emäksisiä (pH-luku 9-13), ja ne vähentävät maan happamuutta kangas- ja suomet-sissä. Humuskerroksen ja pintaturpeen pH-luku kohooa tuhkalannoituksen jälkeen 1-3 yksikköä ja alkuainemäärät lisääntyvät merkittävästi. Tuhkan aiheuttamat muutokset maaperässä ovat hyvin pitkäaikaisia: tuhkalannoitus lisää metsän kasvua vielä 40-60 vuotta lannoituksen jälkeen.

Tuhkalannoitus muuttaa mikrobiyhteisöjen rakennetta ja lisää niiden aktiivisuutta. Maan orgaanisen aineksen hajoamisen seurauksena luontaiset typpivarat vapautuvat kasvillisuuden käyttöön.

Kasvillisuus

Tuhkalevityksen jälkeinen "shokkivaihe" aiheuttaa muutoksen myös metsikön pohjakerroksen kasvilajistoon. Kuivuneiden suosammal- ja jäkäläkasvustojen tilalle ilmaantuu pian tulokkaita, kuten kulosammalta, nuotiosammalta ja puiden sirkkaimia. Kun tuhkalevityksestä on kulunut pari kolme vuotta, taantunut kasvilajisto elpyy ja metsikköön ilmestyy uutta kenttäkerroksen lajistoa. Heinien ja muiden ruohokasvien lajiluku kasvaa etenkin runsastyyppisillä metsäojitusalueilla. Tuhkalannoitettu kasvupaikka muuttuu myös ilmasultaan aiempaa viljavammaksi.

Tuhka on stabiloitava ennen levitystä

Pölyävä irtotuhka on syytä esikäsitellä ennen tuhkan kuljetusta ja maastolevitystä. Tuhkaa kostutettaessa vesi reagoi tuhkan kalsiumin kanssa ja muodostaa karbonaattia, jolloin tuhka rakeistuu. Tuhkan rakeistumista voidaan edelleen lisätä eri menetelmillä. Itsekovetuksessa tuhka vain kostutetaan ja sekoitetaan. Näin esikäsitellyn tuhkan loppukosteus on 25-35 prosenttia ja raekoko hyvin vaihteleva. Itsekovettunut tuhka pölisee levitetäessä, mutta kuitenkin selvästi vähemmän kuin kuiva pölytuhka.

Lautas- ja rumpurakeistuksessa vesisekoitteinen tuhka rakeistuu vie-

riessään pyörivän lautasen tai sylinterin kaltevalla pinnalla. Lopputuote on kuivempaa ja raekooltaan tasaisempaa kuin itsekovettunut tuhka. Muita rakeistustekniikoita ovat valssaus ja matriisipuristus eli pelletöinti. Loppukosteus on pienempi kuin itsekovettuneella tuhalla, mikä pienentää kuljetus- ja levityskustannuksia. Sekä itsekovettunutta että rakeistettua tuhkaa on hyvä varastoida muutamia viikkoja, jotta ne ehtivät kovettua riittävästi ennen käyttöä.

Suomessa toimii yksi merkittävä lannoitetuhkan tuottaja: FA Forest Oy, jolla on rakeistamot Liperissä ja Viita-

saarella. Yritys markkinoi rakeistettua tuhkaa ja tarjoaa asiakkailleen myös kuljetus- ja levityspalveluja. Tuhka toimitetaan ympäri vuoden kuorma-autokuljetuksina tuotantolaitoksilta varastopaikoille joko irtotavarana tai suursäkeissä.

Esikäsitelyn yhteydessä tuhkan lannoitearvoa voidaan säädellä sekoittamalla keskenään eri tuhkalajituja tai lisäämällä tuhkaan ravinteita tarpeen mukaan. Puu- ja turvetuhkan seos on tasapainoinen yhdistelmä fosforin ja kaliumin puutoksista kärsiville metsäojitusalueille. Kaliumpitoisella biotiitilla terästetty turvetuhka sopii erinomaisesti turvemaiden lannoitteeksi. Kangasmailla puiden kasvua rajoittava tekijä on yleensä typpi, jota tuhkassa ei ole. Tyyppiä sisältävän biolietteen ja tuhkan sekoitteilla on tehty kokeita niin turve- kuin kangasmaillakin, mutta suosituksia lietetuhkien metsäkäytöstä ei vielä ole. Tällä hetkellä turvetuhka-biotiittiseosta tai bioliete-tuhkaseosta ei myöskään voida markkinoida metsäkäyttöön, koska niiltä puuttuu lannoitevalmistelain (539/2006) mukainen tyyppinimi.



Irtotuhka on esikäsiteltävä ennen kuljetusta ja maastolevitystä.

Puuston ravinnetila ja kasvu

Turvemaat

Tuhkan vaikutus puuston kasvuun määräytyy kasvupaikan viljavuuden ja puuston ravinnetilan mukaan. Koska tuhkassa ei ole typpeä, se soveltuu erityisen hyvin runsastyyppisille ja paksuturpeisille metsäojitusalueille, joilla fosforin ja kaliumin saanti rajoittaa puuston kasvua. Nämä kasvupaikat ovat alkujaan olleet nevaisia ja märkiä soita. Ravinnetalouden häiriöitä esiintyy kuitenkin myös metsitetyillä suopeloilla ja turpeennostokenttien metsitysaloilla.

Ulkoiset ravinnepuutosoireet häviävät puista jo tuhkan levitysvuonna ja neulasten väri muuttuu tummanvihreäksi. Seuraavina vuosina neulasten massa ja elävien neulasvuosikertojen määrä, eli yhteyttävä neulaspinta-ala, kasvavat. Puiden kaliumpuutostila korjaantuu jo vuoden kuluessa ja fosforipuutostila 3–4 vuoden kuluessa tuhkan levityksestä.

Runsastyyppisillä kasvupaikoilla puuston kasvu voimistuu 2–3 vuoden kuluessa ja niukkatyyppisillä kasvupaikoilla 4–5 vuoden kuluttua levityksestä. Tuhkalannoitettu puusto hyötyy annetuista lisäravinteista kymmeniä vuosia, käytännössä metsikön päätehakkuuseen asti. Puuston kokonaistuotoksen lisäys on kasvupaikasta riippuen 50–150 m³/ha, eli vuositasolla 1–4 m³/ha. Sama metsikkö voi kasvatusaikanaan tarvita toisenkin tuhkakäsittelyn, erityisesti jos kyse on entisestä avosuosta tai tuhkaa on lisätty jo taimikkovaiheessa.



Puiden ravinnetilan parantuminen näkyy neulasten ulkoasussa 1–2 vuoden kuluttua tuhkan levityksestä. Muhos Pelso.

Tuhkan ympäristövaikutukset

Kasviravinteiden lisäksi tuhkissa on raskasmetalleja ja muita yhdisteitä. Useat metallit, esimerkiksi mangaani, kupari ja sinkki ovat luonnossa tarpeellisia hivenaineita, kun taas toiset, muun muassa kadmium, kromi, lyijy ja nikkeli ovat ympäristölle, eläimille ja ihmiselle haitallisia tai suurina pitoisuuksina jopa myrkyllisiä.

Tuhkan raskasmetallien liukoisuus on erittäin alhainen. Maaperässä raskasmetallit ja fosfori sitoutuvat maan pintakerrokseen eivätkä huuhtoudu lannoitusalueilta vesistöihin. Tuhkan vesiliukoiset ravinteet, kalium ja

boori huuhtoutuvat osittain, mutta niillä ei ole vesistöjä rehevöittävä vaikutusta. Ravinne- ja raskasmetallihuuhtoumien välttämiseksi tuhkaa ei kuitenkaan saisi levitettäessä joutua suoraan ojiin tai puroihin.

Kasvillisuuden tai puuston raskasmetallipitoisuudet ovat yleensä alhaisia myös tuhkalannoitetuilla aloilla. Alkuvuosina pitoisuudet voivat kasvillisuudessa lievästi nousta, mutta myöhemmin ne laskevat lähtötasolle tai jopa sen alapuolelle. Pienistä muutoksista huolimatta kasvillisuuden raskasmetallien pitoisuudet pysyvät

tuhka-aloilla kasvien luontaisen pitoisuusvaihtelun rajoissa.

Pitemmällä aikavälillä marjojen ja sienten ravinnepitoisuudet säilyvät tuhka-aloilla kohonneina, mutta raskasmetallien pitoisuudet yleensä laskevat. Syynä pidetään tuhkan kalitusvaikutusta, joka alentaa raskasmetallien liukoisuutta maaperässä. Marjojen ja sienien pinnalle kertyvän tuhkapölyn takia marjastusta ja sienestystä on kuitenkin syytä välttää levityskesänä.

Tunnetuin vanhoista tuhkalannoituskohteista on Muhoksen Leppiniemessä sijaitseva entisen nevasuon ojitusalue, johon vuonna 1947 levitettiin koivupuun tuhkaa 16 tonnia/ha. Puusto oli tuolloin pientä taimikkoa. Puuston kokonaistuotos tuhka-alalla oli vuonna 2009 noin 630 m³/ha, kun se lannoittamattomalla vertailualalla oli vain 60 m³/ha.



Ravinnepuutokset rajoittavat puiden kasvua turvemaidella. Lannoittamaton (yllä) ja tuhkaa saanut (alla) puusto Oulun Suolamminsuolla. Tuhkalevitys tehty vuonna 1952.



Samansuuntaisia tuloksia on saatu muiltakin vanhoille turvemaidelle perustetuilta tuhkakokeilta.

Kangasmaat

Kangasmailla puiden kasvua rajoittaa käyttökelpoisen typen puute. Koska tuhkassa ei ole typpeä, tuhkan vaikutus puuston kasvuun on vähäistä. Puiden kasvu voi jopa heikentyä, koska happamuuden vähentyessä kasvualustan luontaiset typpivarat sitoutuvat hajottajaeliöstöön. Kasvumuutoksia on todettukin vain kaikkein viljavimmilla kangasmailla. Biomassaa korjataan kuitenkin eniten viljavilta kangasmailta, joille tuhkan levitys on tästä syystä ja myös levityksen helppouden vuoksi perusteltua.

Kangasmetsissä kasvunlisäys edellyttää tuhkan ohella typen lisäystä. Kuivan kankaan männikössä tuhkan ja typen sekoite voi pidentää vaikutusaikaa verrattuna pelkän typpilannoitteen tuottamaan puuston lisäkasvuun. Kangasmaiden lannoitukseen ei tuhkaa kuitenkaan suositella, koska saatava kasvunlisäys jää vaatimattomaksi ja kannattavuus siten heikoksi.

Kangasmaiden puustossa tuhkalannoitus kohottaa selvimmin neulasten booripitoisuutta. Näin ollen tuhalla voidaan torjua boorin puutoksesta aiheutuvia kuusikoiden kasvuhäiriöitä erityisesti silloin, kun käytetään kokopuukorjuuta. Kuusen kasvuhäiriöt ovat yleisiä viljavilla kangasmailla, jotka ovat entisiä kaski- ja laidunmaita. Ruotsissa tuhkaa on levitetty kangasmaille korvaamaan tehostuneen biomassan korjuun aiheuttamaa ravinteiden menetystä ja myös ehkäisemään maaperän happamoitumista.

Turvetuotantoalueiden metsityskohteet

Tuhkalannoituksella on myönteinen vaikutus metsän syntyyn myös turvetuotannosta vapautuneilla suopohjilla, joita Suomessa on vuonna 2010 noin 45 000 hehtaaria. Tuhkalannoitteet, niin puu- ja turvetuhka kuin niiden sekoitteet, moninkertaistavat kasvilajiston määrän ja nopeuttavat erityisesti hieskoivun taimien alkukehitystä.

Turvetuhkan puutuhkaa pienempi kaliumpitoisuuskin riittää peittävän kasvillisuuden syntyyn ja puuntaimien alkukehitykseen paljaalla suopohjalla. Siitä huolimatta puhdas turvetuhka sopii parhaiten vain metsikön alkulannoitukseksi. Nopeasti syntynyt peittävä aluskasvillisuus hidastaa suopohjan hienoaineksen kulkeutumista vesistöihin ja on metsityksen alkuvaiheessa jopa puuntaimia merkittävämpi hiilensitoja, joten tuhkalannoitus edistää myös ympäristönhoitoa turvetuotannosta vapautuvilla suopohjilla.

Kohteen ja levitystavan valinta

Kohdevalinta ja levitystyön laatu avaintekijät hyvään lopputulokseen

Tuhkalannoitus tuottaa parhaimman tuloksen kiennäisravinteiden (P, K) puutoksista ja ravinneepätasapainotiloista (N/K, N/P) kärsivissä ojittettujen turvemaiden metsissä. Ongelma-alueita arvioidaan olevan koko metsäojituspinta-alasta 15–20 prosenttia eli vähintään miljoona hehtaaria.

Ravinnepuutokset ovat yleisimpiä Länsi-Suomessa ja Pohjanmaan aapasuovyöhykkeillä. Mitä enemmän turpeessa on typpeä, sitä huonompi puuston ravinnetila on. Lannoituskohteiden valinnassa olennaista on tunnistaa runsastyyppiset turvekangastyyppit ja puiden ulkoiset ravinnepuutosoireet. Puiden neulasnäytteistä tehdyn ravinneanalyysin avulla metsikön lannoitustarve voidaan varmistaa.

Turpeen typpimäärää voi arvioida silmävaraisesti pintaturpeen maatuneisuuden ja turvelajin avulla. Eniten typpeä on hyvin maatuneessa saraturpeessa. Tarvittaessa turpeen typpipitoisuus voidaan määrittää turveanalyysillä.

Suometsien tuhkalannoitus on luontevinta hoitaa osana laajempaa toimenpiteiden ketjua. Tuhka on helpointa levittää käyttämällä hyväksi harvennushakkuuta varten tehtyjä ajouria. Kunnostusojitus toteutetaan vasta tuhkallevityksen jälkeen, jolloin ojiin joutuneet tuhkarakeet eivät pääse huuhtoutumaan ojavesien mukaan.

Toimenpiteiden pitäisi olla kuvattuna jo metsäsuunnitelmassa. Purojen reunoille jätetään 10–15 metrin ja muiden vesistöjen rannoille vähintään 50 metrin levyinen lannoittamaton kaista. Tuhka-

lannoitus on kiellettyä pohjavesialueilla. Työnjälkeä eli levitystasaisuutta on syytä tarkkailla maastoon asetettujen mittasuppiloiden avulla.

Tuhkan levittäminen metsään

Tuhkalannoitus kannattaa suunnitella ja toteuttaa usean tilan yhteishankkeena. Lannoituspinta-alan laajuus tuo säästöjä kuljetus- ja levityskustannuksiin. Lannoituksista on syytä myös tiedottaa etukäteen ympäristön asukkaille.

Rakeistettu tai itsekovettunut tuhka kuljetetaan levityskohteisiin kuorma-autoilla, joiden kuormakoko on noin 40 tonnia. Määrä riittää noin 10 hehtaarin alalle, jotta suosituksen mukainen fosforimäärä (40–50 kg/ha) ja kaliummäärä (80–100 kg/ha) saavutetaan. Tuhkan pitempiaikaista varastoimista metsään on vältettävä, koska etenkin itsekovettuneen tuhkan levitysominaisuudet heikkenevät.

Tuhkan maalevitykseen sopii lautaslevittimellä varustettu metsätraktori, jonka levityskapasiteetti on 5–10 tonnia tunnissa alle puolen kilometrin toimintasäteellä. Suometsissä tuhkan levitystä vaikeuttaa turvemaan huono kantavuus roudattomana aikana. Talvihakkuiden jälkeen levitys on helpompaa korjuukoneen tiivistämiltä ja pakkasen kovettamilta ajourilta.

Lentolevitys voidaan toteuttaa myös sulan maan aikana. Jos levitystyö tehdään helikopterilla, levitysalueen on oltava riittävän suuri, jotta kustannukset pysyvät kohtuullisina. Suositeltava lentomatka varastopaikalta lannoituskuviolle on enintään kaksi kilometriä.

Turvetuotannosta poistettu alue ennen tuhkalannoitusta (alla) ja 7 vuotta tuhkalannoituksen jälkeen (oik. sivulla). Liminka Hirvineva.



Tuhkalannoituksen kannattavuus

Kasvupaikka, metsikön kehitysvaihe, levitysmenetelmä ja -pinta-ala vaikuttavat tuhkalannoituksen kannattavuuteen. Lyhyellä aikavälillä edullisinta on lannoittaa tukkipuuvaihetta lähestyvää havupuuvaihetta metsikköä, jossa kasvunlisäys on realisoitavissa päätehakuussa.

Nuoret riuku-ensiharvennusvaiheen puustot runsastyypisillä turvekankailla ovat myös hyviä lannoituskohteita, koska tuhkan vaikutusaika on

Myös levitysmenetelmä vaikuttaa tuhkalannoituksen kannattavuuteen.



pitkä ja saavutettava lisäkasvu huomattavan suuri. Uudistamisalojen taimikoissakin esiintyy usein ravinnetalousongelmia, joiden hoitaminen tuhalla on perusteltua tulevan metsikön puuntuotoskyvyn säilyttämiseksi.

Tuhkalannoituksen kokonaiskustannus on viime vuosina ollut levitysmenetelmän mukaan 250–400 euroa/hehtaari, kun annostus on 4–5 tonnia/hehtaari. Metsäojitusalueiden männiköissä lannoitusinvestointi voi tuottaa 20 vuoden aikana 5–10 prosentin sisäisen koron, mikä ylittää selvästi muilla metsänparannustoimenpiteillä saadun koron. Lannoitus tuo parhaimmillaan seuraavassa hakuussa 20–30 vuoden kuluttua lisätuloja nykyhinnoilla laskettuna yli 1 000 euroa hehtaarilta.

Terveyslannoitukseen, jota suometsän lannoitukset yleensä ovat, myönnetään yksityismaille valtion nk. Kemera-tukea. Metsäkeskuksilta haettavan tuen edellytyksenä on neulasanalyysin avulla todettu ravinteiden puutostila. Sekä tuki että lannoituskustannusten verovähennyskelpoisuus pääomatuloista parantavat tuhkalannoituksen kannattavuutta.



Lannoitevalmistelaki ja asetukset lannoitevalmisteista säätelevät tuhkan jatkojalostusta, käyttöä ja kuljetusta. Säädöksissä määritellään metsänlannoitukseen tarkoitettujen tuhkien laatuvaatimukset, tuhkiille vaadittavat tuoteselosteet ja tuhkatuotannon omavalvonta, jolla tuottaja varmistaa tuotteiden laadun ja turvallisuuden. Tuhkan tuotantoa ja laatuvaatimuksia valvoo ja tuoteselosteita ylläpitää Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira).

Metsänlannoitukseen voidaan käyttää sellaista tuhkaa, joka on syntynyt puun, turpeen tai peltobiomassojen poltossa. Näiden tuhkien tyyppinimenä on lannoitevalmisteasetuksessa Metsätuhka. Metsätuhka pitää kovettaa tai rakeistaa ennen käyttöä. Tuhkan tuottajat voivat hakea tyyppinimiluetteloon myös uutta tyyppinimeä tai muutosta olemassa olevaan nimeen.

Metsätuhkan tietyille ravinteille ja metalleille on määritetty vähimmäis- tai enimmäispitoisuudet. Fosforin ja kaliumin yhteispitoisuuden on oltava



Haitallisten metallien enimmäispitoisuudet metsänlannoituksessa käytettävissä tuhkiassa (MMM asetus 12/2007)

Alkuaine	Enimmäispitoisuus, mg/kg kuiva-ainetta
Arseeni (As)	30
Elohopea (Hg)	1,0
Kadmium (Cd)	17,5
Kromi (Cr)	300
Kupari (Cu)	700
Lyijy (Pb)	150
Nikkeli (Ni)	150
Sinkki (Zn)	4 500

vähintään 1 prosentti, kalsiumin 8 prosenttia ja kloorin enintään 2 prosenttia tuhkan kuiva-aineesta. Haitallisten metallien pitoisuuksille on asetuksessa määritetty ylärajat (taulukko). Kadmiumin pitoisuus tuhkassa saa olla enintään 17,5 mg kuiva-ainekilogrammaa kohti ja enimmäiskuormitus 60 grammaa hehtaarille 40 vuoden aikana.

Tuhkan tuoteselosteessa valmistajan on ilmoitettava muun muassa tuhkan sisältämät tärkeimpien ravinteiden pitoisuudet, neutralointikyky ja kosteuspitoisuus. Myös haitallisten metallien pitoisuudet pitää ilmoittaa. Tuhkantuottajat ovat vastuussa tuhkan laadusta ja velvollisia säännöllisesti seuraamaan lannoitekäyttöön tarkoitettujen tuhkan ravinne- ja raskasmetallipitoisuuksia.

Motiva Oy

Urho Kekkosen katu 4-6 A
PL 489
00101 Helsinki

Puhelin 0424 2811
Faksi 0424 281 299
www.motiva.fi