

## **Peltoluonnon monimuotoisuutta edistävät toimenpiteet edullisuusjärjestykseen**

Antti Miettinen<sup>1)</sup>, Eeva-Liisa Alanen<sup>2)</sup>, Kari Hyytiäinen<sup>1)</sup> ja Mikko Kuussaari<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *MTT Taloustutkimus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, etunimi.sukunimi@mtt.fi*

<sup>2)</sup> *Suomen ympäristökeskus, PL 140, 00251 Helsinki, etunimi.sukunimi@ymparisto.fi*

### **Tiivistelmä**

Viljelymaiden lajistollinen monimuotoisuus on vähentynyt maataloustuotannon tehostumisen myötä. Monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden vähenemistä on yritetty pysäyttää maatalouden ympäristötuen toimenpiteillä, joiden huonona puolena pidetään kalleutta ja tehottomuutta. Tutkitulle tiedolle toimenpiteiden kustannusvaikuttavuudesta on siis tarvetta.

Tässä tutkimuksessa vertaillaan pellolla ja peltoon rajoittuvan metsän puolella tehtävien monimuotoisuustoimenpiteiden kustannusvaikuttavuutta. Tarkasteltavat toimenpiteet ovat: 1) metsän puolelle peltoon rajoittuvan metsän reunaan perustettava monimuotoisuusvyöhyke, 2) pellon puolelle metsään rajoittuvan pellon reunaan perustettava monimuotoisuuskaista ja 3) luonnonhoitopelto.

Peltoon rajoittuvan metsän reunaan perustettu 25 metriä leveä monimuotoisuusvyöhyke koostuu lähempänä peltoa olevasta 5 metriä leveästä niittymäisestä kaistasta ja syvemmällä metsässä olevasta 20 metriä leveästä vaihettumisvyöhykkeestä. Niittymäinen kapea kaista hakataan paljaaksi ja pidetään puuttomana 6–7 vuoden välein toistuvien raivauksin. Leveämpi vaihettumisvyöhyke puolestaan harvennetaan 8 m<sup>2</sup>/ha:n pohjapinta-alaan ja sitä käsitellään 20 vuoden välein toistuvien poimintahakkuin. Tässä tutkimuksessa pellolla olevalla monimuotoisuuskaistalla tarkoitetaan pellon reunassa olevaa 5 metriä leveää kaistaa, jolla kasvaa monivuotista nurmea tai niittykasveja. Tarkasteltavat luonnonhoitopellot ovat monivuotisia nurmipeltoja ja monivuotisten niittykasvien siemenseoksilla perustettuja monimuotoisuuspeltoja. Maaperän ravinteiden köyhdyttämiseksi ja metsittymisen ehkäisemiseksi monimuotoisuuskaistojen ja luonnonhoitopeltojen kasvusto niitetään ja korjataan pois kerran vuodessa. Lannoitteita tai torjunta-aineita ei käytetä.

Toimenpiteiden vaikuttavuutta mitataan kimalaisten yksilömäärien lisääntymisellä kontrollikäsitteilyyn eli vallitsevaan maankäyttötyyppiin verrattuna. Kimalaisten yksilömäärän kasvu suhteessa kontrolliin kuvaa monimuotoisuustoimenpiteen seurauksena syntyvää pölytyspalvelujen lisäystä. Monimuotoisuustoimenpiteistä maanomistajalle aiheutuvat kustannukset lasketaan vähentämällä monimuotoisuustoimenpiteen alalta saatavan nettotulovirran nykyarvo puu- tai peltokasvituotannosta vastaavalta alalta saatavan nettotulovirran nykyarvosta.

Tulokset osoittavat, että peltotoimenpiteiden kustannusvaikuttavuus on metsätoimenpiteitä parempi. Peltotoimenpiteissä niittykasviseosten merkittävä positiivinen vaikutus kimalaisten runsauteen kumoaa seosten suuret siemenkustannukset. Näin ollen niittykasvien siemenseoksilla perustettujen monimuotoisuuskaistojen ja –peltojen kustannusvaikuttavuus on nurmiseoksella perustettuja kaistoja ja peltoja parempi.

**Asiasanat:** kimalainen, kustannusvaikuttavuus, luonnonhoitopelto, maatalouden ympäristötuki, monimuotoisuuskaista, monimuotoisuusvyöhyke, pölytyspalvelut

## Johdanto

Suomalaisten viljelymaiden lajistollinen monimuotoisuus on köyhtynyt viime vuosikymmeninä maatalouden tehostumisen seurauksena. Perinnebiotooppien määrä maassamme on romahtanut (Alanen, 1996) ja myös muiden puoliluonnontilaisten elinympäristöjen, kuten pientareiden ja peltosaarekkeiden, määrä on huomattavasti vähentynyt (Hietala-Koivu ym., 2004). Niittymäisiin elinympäristöihin sitoutunut hyönteislajisto on ahtaalla yksipuolisissa maatalousmaisemissa, ja etenkin heikosti liikkuvat ja elinympäristövaatimuksiltaan vaateliaat lajit ovat kärsineet elinympäristöjen pirstoutumisesta (Ekroos ym., 2010). Vuosituhannen ekosysteemi-arvioinnin (MA, 2005) myötä myös luonnon tuottamien ekosysteemipalveluiden, kuten hyönteispölytyksen, saatavuus on noussut ajankohtaiseksi kysymykseksi (Kremen ym., 2002). Pölytys on siemenkasvien elinehto. Ekosysteemipalvelut ovat myös ihmisille välttämättömiä, ja niiden taloudellinen arvo on merkittävä. Suomen oloissa kimalaiset ovat tärkeimpiä luonnonvaraisia pölyttäjiä.

Monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden vähenemistä on pyritty estämään maatalouden ympäristötuen toimenpiteillä. Järjestelmä ei kuitenkaan ole täysin onnistunut tavoitteissaan. Tärkeänä syynä tähän on ollut tavallisille maatalousalueille laajalti sovellettavissa olevien monimuotoisuustoimenpiteiden puuttuminen (Kuussaari ym., 2008). Lisäksi maatalouden ympäristötuen toimenpiteitä leimaa tehottomuus suhteessa ympäristötukeen käytettyyn suureen rahamäärään (Grönroos ym., 2007; Kuussaari ym., 2008).

Tällä tutkimuksella pyritään vastaamaan monimuotoisuutta edistävien toimenpiteiden kustannustehokkuusvaatimukseen järjestämällä pellolla ja metsän reunoissa tehtävät monimuotoisuustoimenpiteet edullisuusjärjestykseen. Toimenpiteiden vaikuttavuutta mitataan kimalaisten yksilömäärien lisääntymisellä kontrollikäsitelyyn verrattuna. Tarkasteltavat toimenpiteet ovat:

- 1) metsän puolelle, peltoon rajoittuvan metsän reunaan perustettava 25 metriä leveä monimuotoisuusvyöhyke, joka koostuu pellon reunan 5 metriä leveästä niittymäisestä kaistasta ja 20 metriä leveästä vaihettumisvyöhykkeestä syvemmällä metsässä,
- 2) pellon puolelle, peltoon rajoittuvan metsän reunaan perustettava 5 metriä leveä monimuotoisuuskaista, jolle kylvetään joko niittykasveja tai nurmea, ja
- 3) luonnonhoitopelto, joka on joko monivuotisten niittykasvien siemenseoksella perustettu monimuotoisuuspelto tai nurmiseoksella perustettu monivuotinen nurmipelto.

Kunkin toimenpiteen kustannusvaikuttavuus lasketaan yhdistämällä kenttäkokeissa kerätty tieto toimenpiteen vaikutuksesta kimalaisten yksilömääriin toimenpiteestä maanomistajille aiheutuviin kustannuksiin. Erityisenä mielenkiinnon kohteena ovat metsätoimenpiteet, jotka eivät tässä tutkimuksessa tarkasteltavassa muodossa kuulu nykyiseen ympäristökijärjestelmään. Tulevaisuudessa ne voisivat kuitenkin tarjota yhden vaihtoehdon pölytyspalveluiden ja monimuotoisuuden ylläpitoon peltojen ja metsien reuna-alueilla.

## Aineisto ja menetelmät

### *Tarkasteltavat toimenpiteet*

Tarkasteltavat monimuotoisuustoimenpiteet on lueteltu taulukossa 1. Metsän puolelle perustettava 25 metriä leveä monimuotoisuusvyöhyke koostuu kahdesta osasta. Lähinnä peltoa oleva 5 metriä leveä kaista (toimenpide A) hakataan heti paljaaksi ja pidetään puuttomana 6–7 vuoden välein toistuvien raivauksin. Syvempänä metsässä oleva 20 metriä leveä vaihettumisvyöhyke (toimenpide B) harvennetaan 8 m<sup>2</sup>/ha:n pohjapinta-alaan. Vaihettumisvyöhykkeen puustoa käsitellään poimintahakkuin 20 vuoden välein ja puustoa pyritään ohjaamaan eri-ikäiseksi sekapuustoksi, jossa lehtipuuden osuus on suuri.

Pellon puolella, peltoon rajoittuvan metsän reunassa sijaitseva 5 metriä leveä monimuotoisuuskaista voidaan perustaa niittykasvien siemenseoksilla (toimenpiteet C11 ja C12) tai nurmiseoksella (toimenpide C2). Monimuotoisuuskaistoilla ei käytetä torjunta-aineita eikä niitä lannoiteta. Kaistat niitetään vuosittain ja niittojäte korjataan pois.

Luonnonhoitopellot ovat joko niittykasvien siemenseoksilla kylvettyjä monimuotoisuuspeltoja (toimenpiteet D11 ja D12) tai monivuotisia nurmipeltoja (toimenpide D2). Niitä käsitellään samoin kuin monimuotoisuuskaistoja.

**Taulukko 1.** Tarkasteltavat monimuotoisuustoimenpiteet

Metsätoimenpiteet	
A	Metsän ja pellon reunaan, metsän puolelle perustettava 5 m leveä puuton kaista
B	Poimintahakkuin käsiteltävä 20 m leveä vyöhyke 5 m leveän puuttoman kaistan takana
Peltotoimenpiteet	
C	Metsän ja pellon reunaan, pellon puolelle perustettava monimuotoisuuskaista
C11	Niittykasviseoksella 1 perustettava 5 m leveä monimuotoisuuskaista
C12	Niittykasviseoksella 2 perustettava 5 m leveä monimuotoisuuskaista
C2	Nurmiseoksella perustettava 5 m leveä monimuotoisuuskaista
D	Luonnonhoitopelto
D11	Niittykasviseoksella 1 perustettava monimuotoisuuspelto
D12	Niittykasviseoksella 2 perustettava monimuotoisuuspelto
D2	Nurmiseoksella perustettava monivuotinen nurmipelto

Vaikutuslaskelmien perustana oleva maastoaineisto kerättiin kolmessa eri kenttäkokeessa vuosien 2003–2011 aikana. Kimalaisten laskentamenetelmä on esitelty tarkemmin luonnonhoitopeltokokeen tuloksia käsittelevissä artikkeleissa (Alanen ym., 2011a, b). Metsätoimenpiteiden A ja B aineisto kerättiin metsänreunakokeessa Vihdissä ja Jokioisilla vuosina 2009–2011. Hakkuut tehtiin talven 2009–2010 aikana, ja toimenpiteiden kontrolleina toimivat hyvän metsänhoidon suositusten (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, 2006) mukaan hoidettavat, sijainniltaan ja kooltaan vastaavat alueet samanikäisrakenteista metsää. Metsänreunatoimenpiteitä A ja B tarkastellaan sekä yhdessä että erikseen. Yhdessä tarkasteltaessa toimenpiteen A paino on 20 % ja toimenpiteen B paino 80 %.

Peltotoimenpiteen C11 aineisto kerättiin peltokaistakokeessa Jokioisilla vuosina 2007–2010 ja toimenpiteiden D2 ja D12 aineisto luonnonhoitopeltokokeessa Ypäjällä vuosina 2003–2008. Myös toimenpiteen D11 aineisto saatiin peltokaistakokeesta, pellon keskellä sijainneesta kaistasta. Niittykasviseos 1 vastaa peltokaistakokeesta sekä niittykasviseos 2 ja nurmiseos luonnonhoitopeltokokeesta käytettyjä seoksia (taulukko 2). Toimenpiteiden C2 ja C12 vaikutukset arvioitiin soveltaen kerättyjä aineistoja. Peltotoimenpiteiden C ja D kontrolleina toimivat vastaavat alueet tavanomaisessa tuotannossa olevaa rehuohrapeltoa; aineistot kerättiin metsänreunakokeesta ja peltokaistakokeesta.

**Taulukko 2.** Peltotoimenpiteissä käytetyt siemenseokset

Niittykasviseos 1	Niittykasviseos 2	Nurmiseos
ahdekaunokki 10 siementä/m <sup>2</sup>	hunajakukka 5 kg/ha	puna-apila 4 kg/ha
nurmikaunokki 5 siementä/m <sup>2</sup>	ruisvirna 15 kg/ha	timotei 5 kg/ha
päivänkakkara 10 siementä/m <sup>2</sup>	valkoailakki 10 siementä/m <sup>2</sup>	nurminata 5 kg/ha
valkoapila 0,5 kg/ha	ahdekaunokki 5 siementä/m <sup>2</sup>	
nurmirölli 1 kg/ha	keltasauramo 10 siementä/m <sup>2</sup>	
	päivänkakkara 10 siementä/m <sup>2</sup>	
	ruusuruoho 1 siemen/m <sup>2</sup>	
	lampaannata 7 kg/ha	
	nurmirölli 7 kg/ha	

**Toimenpiteiden vaikuttavuus**

Monimuotoisuutta edistävän toimenpiteen vaikuttavuutta mitattiin kimalaisten yksilömäärän lisääntymisenä kontrollikäsitteilyyn eli vallitsevaan maankäyttötyyppiin verrattuna. Tällöin saatiin selville missä määrin elinympäristön laadun muuttuminen toimenpiteen seurauksena parantaa kimalaisten elinoloja. Toimenpiteiden vaikutukset arvioitiin kymmenen vuoden aikajaksolle.

Vaikuttavuuden arvioinnissa tuotettiin ensin linjalaskentoihin perustuvat kimalaisten yksilömäärien keskiarvot eri toimenpiteille ja vastaaville kontrollikäsitteilyille. Maastoaineistoille tehtiin tarvittavat muunnokset, jotta eri kokeissa kerätyt maastoaineistot saatiin keskenään vertailukelpoisiksi. Luonnonhoitopeltokokeessa kimalaislaskentoja oli neljä vuosina 2003–2007 ja seitsemän vuonna 2008. Seitsemällä ja neljällä laskentakerralla kertyvien yksilömäärien suhde arvioitiin peltokaistakokeesta, jossa laskentoja oli seitsemän kaikkina neljänä tutkimusvuotena. Seitsemää laskentakertaa vastaava aineisto luonnonhoitopeltokokeen viidelle ensimmäiselle vuodelle tuotettiin kertomalla neljän laskennan yksilömäärät saadulla suhdeluvulla (7,11). Lisäksi luonnonhoitopeltokokeessa laskentalinjan pituus (250 metriä) poikkesi kahdesta muusta kokeesta, joissa laskentalinjojen pituus oli 50 metriä.

Tämän vuoksi luonnonhoitopeltokokeen yksilömäärien keskiarvot jaettiin viidellä. Toimenpiteiden C2 ja C12, joista ei sellaisinaan ollut maastoaineistoa käytettävissä, osalta vaikutukset arvioitiin soveltaen toimenpiteiden C11 ja D11 vaikutusten välistä suhdelukua.

Seuraavassa vaiheessa toimenpiteiden keskimääräiset kimalaisten yksilömäärät muunnettiin hehtaarikohtaisiksi käyttämällä kerrointa 40, joka saatiin jakamalla 1 ha (eli 10 000 m<sup>2</sup>) laskentalinjan pinta-alalla (5 m × 50 m = 250 m<sup>2</sup>). Tämän jälkeen arvioitiin kuinka kimalaisten yksilömäärä hehtaaria kohden kehittyi toimenpiteiden myötä käsitellyillä alueilla ja kontrollialoilla kymmenen vuoden aikana. Peltotoimenpiteissä kimalaisten yksilömäärän oletettiin pysyvän vakiona kahden ensimmäisen vuoden jälkeen. Peltokaistakokeesta peräisin oleville aineistoille laskettiin yksilömäärän keskiarvo kolmantena ja neljäntenä tutkimusvuonna ja tätä keskiarvoa käytettiin viimeisille kuudelle vuodelle. Luonnonhoitopeltokokeesta peräisin oleville aineistoille laskettiin yksilömäärän keskiarvo kolmantena–kuudentena tutkimusvuonna ja tätä keskiarvoa käytettiin viimeisille neljälle vuodelle. Viljapelto-kontrolleissa yksilömäärien oletettiin pysyvän vakiona koko kymmenen vuoden ajan, ja puuttuvat arvot tuotettiin laskemalla keskiarvo maastoaineistoista. Metsänreunatoimenpiteiden osalta toimenpiteen A aiheuttama dynamiikka kimalaisten yksilömäärissä huomioitiin siten, että yksilömäärän oletettiin palautuvan umpeenkasvun myötä lähtötasolle kaksi vuotta ensimmäisen raivauksen jälkeen ja kasvavan jälleen uusintaraivauksen myötä.

Lopuksi jokaisen toimenpiteen vaikuttavuus laskettiin vuosittain vähentämällä kontrollialalla olevien kimalaisten lukumäärä (kimalaista/ha) toimenpitealalla olevien kimalaisten lukumäärästä (kimalaista/ha). Tällöin saatiin selville vuosittain toimenpiteen seurauksena syntyvä kimalaisten lisäys hehtaarin suuruisella alueella.

### ***Toimenpiteiden kustannukset***

Tutkimuksessa tarkasteltiin monimuotoisuustoimenpiteiden aiheuttamia kustannuksia ja tulonmenetyksiä yksityisen maanomistajan kannalta. Oletuksena oli, että rationaalinen maanomistaja maksimoi pelto- ja metsähehtaareilta saatavan nettotulovirran nykyarvoa ja noudattaa pelloillaan hyvän maatalouden ja ympäristöhoidon vaatimuksia (Maaseutuvirasto, 2010) sekä omistamissaan metsissä metsänhoidollisia suosituksia (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, 2006). Monimuotoisuustoimenpiteiden aiheuttamien kustannusten ja tulonmenetysten suuruus saatiin selville, kun hoitosuosituksen mukaan käsiteltyjen peltujen ja metsien nettotulojen nykyarvosta vähennettiin monimuotoisuusvyöhykkeeltä, monimuotoisuuskaistalta tai luonnonhoitopelloilta saatavien nettotulojen nykyarvo. Diskonttaamalla menot ja tulot nykyarvoihinsa saatiin eri vuosille ajoittuvat menot ja tulot vertailukelpoisiksi. Nettotulojen nykyarvojen laskemisessa käytettiin 3 %:n vuotuista reaalikorkokantaa.

Metsässä tehtävien monimuotoisuustoimenpiteiden kustannukset laskettiin seuraavasti: Jokioissa ja Vihdissä sijaitsevat metsäkoalat inventoitiin ja kaikille metsäkoaloille simuloitiin nettotulojen nykyarvojen laskemiseksi kaksi erilaista metsien käsittelyketjua SIMO-simulaattorin (Rasinmäki ym., 2009) avulla. Ensimmäisessä simuloinnissa oletettiin, että koalueita käsitellään Tapion suositusten mukaisesti eikä monimuotoisuusvyöhykkeitä perusteta. Toisessa simuloinnissa oletettiin, että metsän reunassa oleva 5 metriä leveä kaista hakataan heti paljaaksi ja pidetään puuttomana 6–7 vuoden välein toistuvien raivauksin ja että 20 metriä leveä vaihettumisvyöhyke harvennetaan 8 m<sup>2</sup>/ha:n pohjapinta-alaan ja sen puustoa käsitellään poimintahakkuin 20 vuoden välein. Simulointien tuloksena saatujen nettotulojen nykyarvojen erotus kertoo kunkin monimuotoisuusvyöhykkeen kustannuksen. Simuloinneissa puutavaralajien hinnat oletettiin pitkäaikaisten keskiarvojen mukaisiksi.

Metsäkoalojen viereisillä pelloilla tehtävien monimuotoisuustoimenpiteiden kustannuksia arvioitiin katetuottolaskelmien avulla. Koska näkökulma oli yksityistaloudellinen, huomioitiin laskelmissa myös maataloustuet. Laskelmissa oletettiin, että sekä rehuohra-ala (kontrolli) että monimuotoisuustoimenpiteen ala saavat samat tuet. Tällöin nettotulojen nykyarvojen erotus kertoo suoraan, kuinka suuren lisäkorvauksen maanomistaja vähintään vaatii tehdäkseen monimuotoisuustoimenpiteen. Lisäksi laskelmissa huomioitiin metsän reunan varjostus. Koeralta saatava sato muuttuu vuosittain metsän valtapituuden mukaan, kun peltokoalan vieressä olevaa metsää hoidetaan Tapion suositusten mukaan. Laskentaperiaatteet on selostettu yksityiskohtaisesti käsikirjoituksessa Miettinen ym. (2011).

Ensimmäiseksi kultakin koeralta laskettiin rehuohranviljelystä saatava nettotulojen nykyarvo, kun rehuohran hinnaksi oletettiin 175 €/tonni. Muuttuvien kustannusten ja työkustannusten arvioinnissa hyödynnettiin Tuottopehtoria (ProAgria Keskusten Liitto, 2010) sekä TTS tutkimuksen raporttoimia konetyön kustannuksia ja tilastollisia urakointihintoja (Palva, 2009). Seuraavaksi laskettiin monimuotoisuustoimenpiteiden kustannukset.

toisuuskaistoilta ja luonnonhoitopelloilta saatavien nettotulovirtojen nykyarvot. Oletuksena oli, että monimuotoisuuskaistat ja luonnonhoitopellot perustetaan heti eikä niitä uudisteta vaan pidetään samoilla paikoilla vuodesta toiseen. Niittykasviseoksien 1 ja 2 siemenkustannukset olivat 1 625 €/ha ja 1 917 €/ha. Nurmiseoksen siemenet olivat huomattavasti halvempia; ne maksoivat 77 €/ha. Siemenkustannusten lisäksi maksettavaksi tulevat muokkaus- ja kylvökustannukset (yhteensä 255 €/ha). Maanomistaja ei saa niittykasveista kasvinviljelytuloja. Sen sijaan nurmikasvien hinta määräytyy rehuyksiköiden ja rehuohran rehuyksikköhinnan perusteella. Vuotuiset koealakohtaiset kuivaheinäsaadot saatiin laskettua olettamalla ne riippuviksi rehuohrasadon suuruudesta. Niittykasviseoksilla perustetuilla koealoilla (toimenpiteet C11, C12, D11 ja D12) oletettiin tehtävän vuosittainen niitto ja niittojätteen poiskorjaus, jotka aiheuttavat 134 euron vuotuiset hehtaarikohtaiset kustannukset. Nurmikasviseoksilla (toimenpiteet C2 ja D2) kylvetty sato voidaan hyödyntää kuivaheinänä, mutta tällöin traktorin poltto- ja voiteluainekustannukset ja vuotuiset työkustannukset ovat suuremmat (216 €/ha). Kokonaisuudessaan monimuotoisuustoimenpiteen aiheuttamat kustannukset ja tulonmenetykset laskettiin vertaamalla rehuohran ja kunkin monimuotoisuustoimenpiteen hehtaarikohtaisten katetuottojen nykyarvojen erotusta.

### ***Toimenpiteiden kustannusvaikuttavuus***

Monimuotoisuustoimenpiteiden kustannuksia ja vaikuttavuutta verrattiin kustannusvaikuttavuusanalyysia (*cost-effectiveness analysis, CEA*) soveltaen (esim. Balana ym., 2011). Analyysin lopputuloksena monimuotoisuustoimenpiteet voidaan järjestää edullisuusjärjestykseen niiden kustannusvaikuttavuuden suhteen.

## **Tulokset ja tulosten tarkastelu**

### ***Toimenpiteiden vaikuttavuus***

Kaikilla monimuotoisuustoimenpiteillä on kymmenen vuoden keskiarvon perusteella myönteinen vaikutus kimalaisten yksilömääriin (taulukko 3). Toimenpiteistä vaikuttavin on monimuotoisuuspelto (D). Toiseksi vaikuttavin on pellon puolelle perustettu viiden metrin levyinen monimuotoisuuskaista (C) ja vähiten vaikutusta kimalaisten runsauteen on metsätoimenpiteillä (A ja B). Luonnonhoitopellon suurempi vaikuttavuus monimuotoisuuskaistaan verrattuna saattaa johtua siitä, että kimalaiset keskittyvät maisemassa muusta kasvillisuudesta selvemmin erottuviin laikkuihin, missä tarjolla olevien ravintoresurssien (mesi ja siitepöly) määrä on suuri (Heard ym., 2007).

Peltotoimenpiteiden siemenseoksista nurmiseoksen vaikutus on selvästi vähäisempi kuin niittykasviseoksien. Nurmiseos muodostaa nopeasti tiheän kasvuston, jolloin kimalaisille tärkeät ravintokasvit eivät pääse taimettumaan siemenpankista eivätkä myöskään leviämään nurmipellolle sen ulkopuolelta. Lisäksi luonnonhoitopeltokokeessa havaittiin, että ainoa nurmiseoksen sisältämä kimalaisille merkittävä kasvi eli puna-apila oli pääosin hävinnyt tutkimusruuduilta kokeen kolmantena vuonna (Alanen ym., 2011b).

Niittykasviseoksista seos 1 oli seosta 2 vaikuttavampi kymmenen vuoden keskimääräisten vaikutusten perusteella arvioituna. Tämä johtunee kaunokkien suuremmasta kylvötiheydestä seoksessa 1, sillä kaunokit ovat erittäin hyviä kimalaisten ravintokasveja. Kun vaikuttavuutta tarkasteltiin vuosittain, havaittiin seoksen 2 suurempi vaikuttavuus kahtena ensimmäisenä vuonna yksivuotisesta hunajakukasta ja toisena vuonna kukkivasta ruisvirnasta johtuen.

Metsätoimenpiteillä oli vähäinen vaikutus kimalaisten yksilömääriin, sillä koealojen umpeenkasvu oli odotettua voimakkaampaa jo toisena hakkuiden jälkeisenä vuotena. Avoimen niittykaistan vaikutus oli vaihettumisvyöhykettä suurempi, sillä mesi- ja siitepölykasvien määrä lisääntyi kaistalla voimakkaammin. Metsätoimenpiteiden vaikuttavuus olisi todennäköisesti kasvanut, mikäli hakkuutähteet olisi korjattu pois. Tällöin kimalaisten ravintokasveja olisi päässyt taimettumaan enemmän.

### ***Toimenpiteiden kustannukset***

Metsään perustettujen monimuotoisuusvyöhykkeiden vuotuiset nettohehtaarikustannukset ovat koealoilla keskimäärin noin 108 euroa (taulukko 3) ja etenkin vaihettumisvyöhykkeiden (toimenpide B) keskimääräiset kustannukset (74 €/ha) ovat selvästi pienemmät kuin peltotoimenpiteiden kustannukset.

Tämä johtuu osaltaan rehuohran suhteellisen korkeasta hintaoletuksesta (175 €/tonni). Ennen kaikkea syynä on se, että vaihettumisvyöhykkeeltä saadaan säännöllisesti hakkuutuloja, kun taas luonnonhoitopelloilla ja pelloille perustetuilla monimuotoisuuskaistoilla peltoala siirtyy sadon tuotannosta monimuotoisuusshyötyjen tuotantoon.

Peltokoaloilla luonnonhoitopeltojen keskimääräiset kustannukset ovat suurempia kuin viisi metriä leveiden monimuotoisuuskaistojen kustannukset. Tämä johtuu siitä, että metsän reunan varjostus on suurinta metsään rajoittuvan pellon reunassa ja vähenee keskelle peltoa mentäessä, jolloin kontrollina olevan rehuohran hehtaarisato on suurempi monimuotoisuuspellolla kuin monimuotoisuuskaistalla. Tällöin myös pellonkäytön hehtaarikohtainen vaihtoehtoiskustannus on suurempi monimuotoisuuspellolla, koska monimuotoisuuspellolta voi saada monimuotoisuuskaistaa paremman katetuoton hehtaarille viljelemällä rehuohraa.

Nurmikasvien siemenseoksilla perustetut monimuotoisuuskaistat ja –pellot ovat vuotuisilta nettohehtaarikustannuksiltaan pienempiä kuin niittykasvien siemenseoksilla perustetut monimuotoisuuskaistat ja –pellot, koska nurmikasvien siemenet ovat huomattavasti niittykasvien siemeniä halvempia. Lisäksi oletimme, että maanomistaja voi hyödyntää nurmikasvien siemenillä perustetuilta monimuotoisuuskaistoilta ja –pelloilta saatavan kuivaheinäsadon.

### *Toimenpiteiden kustannusvaikuttavuus*

Monimuotoisuus-toimenpiteiden keskimääräiset kustannusvaikuttavuutta mittaavat tunnusluvut on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Toimenpiteiden kustannusvaikuttavuus

	Keskimääräinen vaikuttavuus, <i>E</i> (kimalaista/ha)	Vuotuinen kustannus, <i>C</i> (€/ha)	<i>C/E</i> (€/kimalainen)	<i>E/C</i> (kimalainen/€)
<b>Metsätoimenpiteet</b>				
A	72,00	244,20	3,39	0,29
B	7,20	74,01	10,28	0,10
A ja B	20,16	108,05	5,36	0,19
<b>Peltotoimenpiteet</b>				
C11	3 806,67	200,69	0,05	18,97
C12	2 456,04	209,45	0,09	11,73
C2	82,75	135,02	1,63	0,61
D11	4 918,68	253,27	0,05	19,42
D12	4 303,66	262,02	0,06	16,42
D2	762,17	177,02	0,23	4,31

Taulukon 3 perusteella voidaan todeta, että peltotoimenpiteiden (C ja D) kustannusvaikuttavuus on metsätoimenpiteitä (A ja B) parempi, vaikka laskelmissa käytetty rehuohran hintaoletus oli suhteellisen korkea (175 €/tonni). Peltotoimenpiteet tulisivat vieläkin houkuttelevimmiksi, jos rehuohran hintaoletus olisi ollut pitkän ajan keskiarvon mukainen (125 €/tonni).

Peltotoimenpiteistä luonnonhoitopeltotoimenpiteiden (D) kustannusvaikuttavuus on monimuotoisuuskaistatoimenpidettä (C) parempi, kun vaikuttavuutta mitataan kimalaisten runsaudella. Yksittäisistä toimenpiteistä hehtaarikohtaista kimalaisten yksilömäärää saadaan tehokkaimmin lisättyä toimenpiteillä D11 ja C11. Kun kimalaisten yksilömäärä toimenpiteiden seurauksena lisääntyy yhdellä kimalaisyksilöllä/ha, kummastakin toimenpiteestä aiheutuu 0,05 euron suuriset hehtaarikohtaiset kustannukset. Monimuotoisuus-toimenpiteisiin D11 ja C11 käytetty euro puolestaan tuottaa hehtaarin alueelle keskimäärin noin 19 lisäkimalaista rehuohranviljelyyn verrattuna.

Tulokset osoittavat myös selvästi, että niittykasvien siemenseoksilla on parempi kustannusvaikuttavuus nurmikasviseokseen verrattuna.

### **Johtopäätökset**

Tutkimuksessa tarkasteltiin pelloilla ja metsissä tehtävien monimuotoisuus-toimenpiteiden kustannuksia sekä toimenpiteiden vaikutuksia kimalaisten runsauteen. Tarkastelluista monimuotoisuutta edistävästä toimenpiteistä paras kustannusvaikuttavuus on luonnonhoitopelloilla, joiden parempi kustannus-

vaikuttavuus monimuotoisuuskaistoihin verrattuna johtuu luonnonhoitopeltojen suuremmasta vaikuttavuudesta. Keskimäärin parhaat tulokset kymmenen vuoden ajalta saatiin käyttämällä niittykasvien siemenseosta, jossa oli ahde- ja nurmikaunokkia, päivänkakkaraa, valkoopilaa ja nurmirölliä. Vaikka metsätoimenpiteet aiheuttavat maanomistajalle peltotoimenpiteitä pienemmät kustannukset, ne eivät ole peltotoimenpiteiden veroisia, koska metsätoimenpiteiden vaikuttavuus kimalaisten yksilömääriin on peltotoimenpiteisiin verrattuna vähäinen.

Tutkimustulokset auttavat taloudellisesti tehokkaiden monimuotoisuustoimenpiteiden tunnistamisessa ja ympäristöpolitiikan suunnittelussa. Toimenpiteiden vaikuttavuutta mitattiin kimalaisten yksilömäärien lisääntymisenä kontrollikäsittelyyn verrattuna, koska kimalaiset ovat maamme tärkeimpiä luonnonvaraisia pölyttäjiä. On kuitenkin huomattava, että toimenpiteiden edullisuusjärjestys voi olla erilainen, kun laskelmat toistetaan muille lajiryhmille. Tarkastelun kohteena voivat olla esimerkiksi perhoset ja niistä erityisesti suojelun tarpeessa olevat lajit. Lisäksi tutkimuksessa haettiin erilaisien monimuotoisuustoimenpiteiden yleistä, keskiarvoiseen vaikutukseen perustuvaa edullisuusjärjestystä yksittäisillä peltolohkoilla. Toimenpiteiden kustannuksissa ja vaikuttavuudessa voi olla alueellista vaihtelua, jolloin kustannusvaikuttavuudeltaan paras ratkaisu voi laajemmalla alueella koostua myös useiden monimuotoisuustoimenpiteiden yhdistelmästä.

## Kirjallisuus

- Alanen, A.** 1996. Maaseudun mansikkapaikat – muistojako vain? *Luonnon tutkija* 100, 197–208.
- Alanen, E.-L., Hyvönen, T. & Kuussaari, M.** 2011a. Luonnonhoitopellot tarjoavat kodin pölyttäjähyönteisille. *Maaseudun Tiede* 68, 15.
- Alanen, E.-L., Hyvönen, T., Lindgren S., Härmä, O. & Kuussaari, M.** 2011b. Differential responses of bumblebees and diurnal Lepidoptera to the succession of long-term set-aside. *Journal of Applied Ecology* 48, 1251–1259.
- Balana, B.B., Vinten, A. & Slee, B.** 2011. A review on cost-effectiveness analysis of agri-environmental measures related to the EU WFD: Key issues, methods, and applications. *Ecological Economics* 70, 1021–1031.
- Ekroos, J., Heliölä, J. & Kuussaari, M.** 2010. Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology* 47, 459–467.
- Grönroos, J., Hietala-Koivu, R., Kuussaari, M., Laitinen, P., Lankoski, J., Lemola, R., Miettinen, A., Perälä, P., Puustinen, M., Schulman, A., Salo, T., Siimes, K. & Turtola, E.** 2007. Analyysi maatalouden ympäristötukijärjestelmästä 2000–2006. *Suomen ympäristö 19/2007*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Heard, M.S., Carvell, C., Carreck, N.L., Rothery, P., Osborne, J.L. & Bourke, A.F.G.** 2007. Landscape context not patch size determines bumble-bee density on flower mixtures sown for agri-environment schemes. *Biology Letters* 3, 638–641.
- Hietala-Koivu, R., Lankoski, J. & Tarmi, S.** 2004. Loss of biodiversity and its social cost in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103, 75–83.
- Kremen, C., Williams, N.M. & Thorp, R.W.** 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *PNAS* 99, 16812–16816.
- Kuussaari, M., Heliölä, J., Tiainen, J. & Helenius, J.** (toim.) 2008. Maatalouden ympäristötuen merkitys luonnon monimuotoisuudelle ja maisemalle. MYTVAS-loppuraportti 2000–2006. *Suomen ympäristö 4*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- MA – Millennium Ecosystem Assessment.** 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington D.C.
- Maaseutuvirasto.** 2010. Täydentävät ehdot: viljelytapa ja ympäristöehdot. Uusittu painos. Maaseutuviraston julkaisusarja: hakuoppaita ja ohjeita.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.** 2006. Hyvän metsänhoidon suositukset. *Metsäkustannus*, Helsinki.
- Miettinen, A., Hyytiäinen, K. & Mäkinen, A.** 2011. Production costs of biodiversity zones on field and forest margins: a case study in Finland. Submitted manuscript.
- Palva, R.** 2009. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. TTS tutkimuksen tiedote, Luonnonvara-ala: maatalous 3/2009 (612).
- ProAgria Keskusten Liitto.** 2010. Tuottopehtori e-julkaisu. Saatavilla Internetistä: <https://www.proagria.fi/tuottopehtori/>
- Rasinmäki, J., Kalliovirta, J. & Mäkinen, A.** 2009. SIMO: An adaptable simulation framework for multiscale forest resource data. *Computers and Electronics in Agriculture* 66, 76–84.