

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Haapalehto, Tuomas; Kareksela, Santtu; Kotiaho, Janne Sakari

Title: Ekosysteemin ennallistamisen ja luonnonhoidon ekologia

Year: 2013

Version: Published version

Copyright: © Metsähallitus, 2013.

Rights: In Copyright

Rights url: <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

Please cite the original version:

Haapalehto, T., Kareksela, S., & Kotiaho, J. S. (2013). Ekosysteemin ennallistamisen ja luonnonhoidon ekologia. In K. Aapala, M. Similä, & J. Penttinen (Eds.), *Ojitettujen soiden ennallistamisopas* (pp. 24-25). Metsähallitus. Metsähallituksen luonnonuojelujulkaisuja. Sarja B, 188. <http://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/show/1601>

Ekosysteemien ennallistamisen ja luonnonhoidon ekologia

Tuomas Haapalehto, Santtu Kareksela ja Janne S. Kotiaho

Ekosysteemin ekologiaa määrittävät sen rakenne ja toiminta (Bradshaw 1984). Rakenteella tarkoitetaan esimerkiksi eliöyhteisöjen lajikoostumusta tai -määrää, toiminnalla muun muassa ravinteiden tai alkuaineiden kiertoa ja hydrologisia muutoksia (Dobson ym. 1997).

Ihmistoiminnan tai luontaisten häiriöiden seurauksena heikentyneen ekosysteemin rakennetta ja toimintaa pyritään palauttamaan, ohjaamaan tai säilyttämään ennallistamisella ja luonnonhoidolla (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group 2004). Ennallistamisella pyritään auttamaan ekosysteemin palautumista luontaisen sukkession suuntaiseksi. Luonnonhoidossa tavoitteena voi olla myös pysäyttää epätoivottu kehitys tai palauttaa ekosysteemi haluttuun – ja usein lajistonsa puolesta arvokkaaseen – sukkessiovaiheeseen.

Ekosysteemit eivät ole pysähtyneessä vakaassa tilassa, vaan ne muuttuvat luontaisestikin jatkuvasti. Rakenteen ja toiminnan muutokset eivät välttämättä aina ole samansuuntaisia tai yhtä suuria: esimerkiksi hydrologian toiminnallinen palautuminen ennallistetulle suolle ei automaattisesti johda kaikkien alkuperäisten lajien palautumiseen (ks. tietolaatikko 22). Toisaalta esimerkiksi hiilen varastointikyvyn palautumiseen ei välttämättä tarvita kaikkia alkuperäisiä lajeja (ks. Hooper ym. 2005). Heikentyneissä ekosysteemeissä muutos, niin ihmisvaikutteinen kuin luonnollinenkin, voi lähtötilasta riippumatta johtaa asetetun tavoitteen kannalta kolmenlaiseen lopputulokseen (kuva 1A ja B): I) sekä rakenne että toiminta lähestyvät tavoitetilaansa (vihreä sektori), II) vain rakenne tai toiminta lähestyy tavoitetta toisen etäännyessä tavoitteesta tai pysyessä muuttumattomana (keltaiset sektorit) ja III) sekä rakenne että toiminta etäännyvät tavoitteesta (oranssi sektori). Ojitettujen rehevien soiden kuivuminen on esimerkki III-tilanteesta: kasvillisuus muuttuu ojituksen jälkeen turvekanakaaksi, ja turpeeseen varastoituneen hiilen määrä pienenee kuivumisen ja turvekerroksen hajoamisen edetessä.

Toimenpiteet heikentyneiden ekosysteemien rakenteen ja toiminnan palauttamiseksi vaihte-

levat tavoitteen ja elinympäristön mukaan: esimerkiksi suojelualueilla soiden ennallistamisella tavoitellaan ensisijaisesti suon luonnontilan parantamista hydrologian palauttamisella, ja lahoppuun määrää lisäämällä pyritään parantamaan lahoppuusta riippuvaisen metsälajiston tilaa. Ennallistamis- ja luonnonhoitotoimilla pyritään 1) estämään heikentymiskehitys (punainen katkonuoli), 2) kääntämään kehitys kohti luontaista ekosysteemiä (vihreät nuolet) ja 3) lopulta saavuttamaan luontaisten systeemien rakenne ja toiminta (vihreä ympyrä) (kuva 1A). Myös toimenpiteiden epäonnistuminen voi johtaa sekä ekosysteemin rakenteen että toiminnan edelleen heikentymiseen tai muualle kuin tavoitetilaan johtavaan kehitykseen. Toisaalta heikentyneissä ekosysteemeissä voi suotuisissa olosuhteissa tapahtua spontaania palautumista (Prach ym. 2001, Lavoie ym. 2003). Koska yhdenkään ekosysteemin koko rakennetta ja toimintaa ei täysin tunneta, muutoksia voidaan usein tarkastella ainoastaan selkeimmän havainnoitavien tai ekosysteemin toiminnan kannalta merkittävimpien muuttujien osalta.

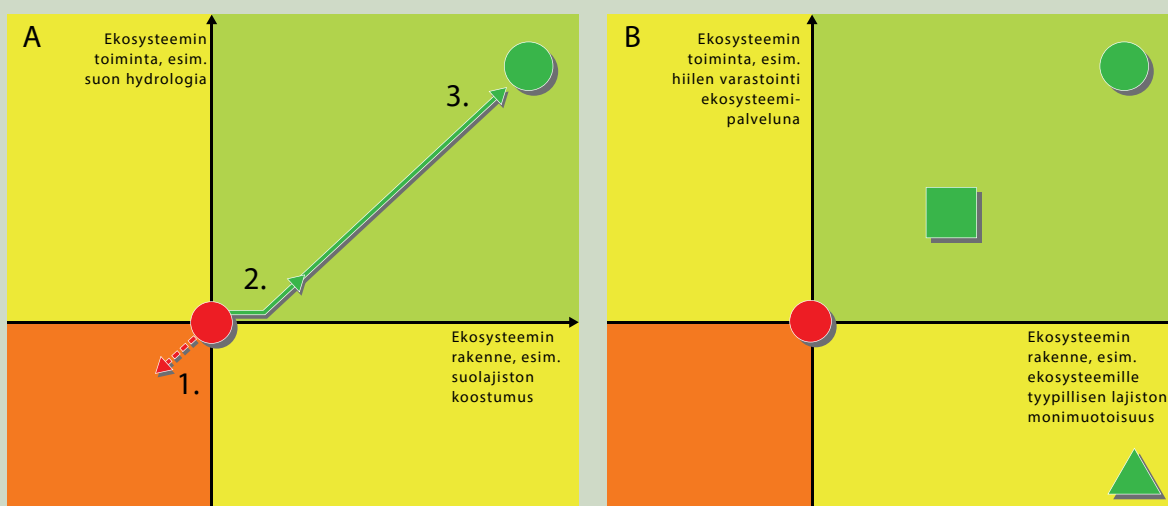
Yhteiskunnallisesti merkittävät seikat, kuten ekosysteemipalvelujen turvaaminen, asettavat ennallistamis- ja luonnonhoitotoimille vaikeammin hahmotettavia lisätavoitteita. Nämä voivat olla jopa ristiriidassa toimenpiteiden ensisijaisen tavoitteiden kanssa. Esimerkiksi biodiversiteetin säilyttämistoimet saattavat heikentää kyseisen ekosysteemin hiilensidontakykyä (Bullock ym. 2011). Eri toimenpiteet voivat myös johtaa erisuuruisiin tai jopa täysin vastakkaisiin lopputuloksiin tarkasteltavan tavoitteen suhteen (kuva 1B). Esimerkiksi suojelusoiden ennallistamisen tavoitetilan saavuttaminen voi johtaa suolajiston monimuotoisuuden parantumisen lisäksi myös turpeeseen varastoituneen hiilen määrän kasvuun. Toisaalta riekkosoiden hoito voi sille asetettujen tavoitteiden täyttyessäkin johtaa siihen, että hydrologia palautuu vain osittain ja hiiltä sitoutuu vähemmän kuin jos suo olisi ennallistettu. Epätäydellisemmän hydrologian palautumisen seurauksena riekkosoiden hoidolla ei myöskään pystytä – tai pyritä – palauttamaan suoluonnon monimuotoisuutta yhtä suurella määrällä kuin

suojelusoiden ennallistamisella. Metsissä monimuotoisuustavoitteiden saavuttamiseksi tehtävä lahoppuun lisääminen voi johtaa jopa hiilen sitoutumisen heikentymiseen. Ekosysteemien toiminnan, erilaisten ekosysteemipalvelujen ja lajittolisen monimuotoisuuden yhteensovittamisessa ja yhdistämisessä on onnistuttu vaihtelevasti, ja lopputuloksen tulkinta riippuu usein valituista tavoitteista ja katsantokannasta (Bullock ym. 2011).

Ennallistamis- ja hoitotoimet voivat siis joko tarkoituksellisesti tai tahattomasti johtaa tilanteeseen, jossa parannetaan joko häirityn ekosysteemin rakennetta tai toimintaa, toisen heikentyessä. Kompromisseihin (kuva 1, keltaiset sektorit) johtavien hoitotoimenpiteiden käyttö korostuu arvioitaessa, millä toimenpiteillä saavutetaan tulevaisuudessa kustannustehokkaimmin sekä kansainväliset monimuotoisuuden että ekosysteemipalvelujen turvaamisen tavoitteet (Kioton pöytäkirja 1998, Nagoyan pöytäkirja 2010). Esimerkiksi pitkälle muuttuneiden eristyneiden soiden ennallistamisella ei todennäköisesti saavuteta alkuperäistä lajikoostumusta kalliillakaan toimenpiteillä (ks. tietolaatikko 4). Tällaisilla kohteilla oijien tukkiminen ja turvekerroksen pitkäaikaisen hiilen varastointikyvyn palauttaminen yksin-

kertaisilla ja nopeilla menetelmillä voi kuitenkin olla järkevää ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Monimuotoisuuden palauttamiseen tarvittavat usein kalliimmat toimenpiteet voi olla tehokkainta säästää lajiston palautumisedellytysten kannalta tärkeämmille kohteille.

Suomen suojelualueiden muuttuneiden ekosysteemien rakenteilla ja toiminnoilla on vielä erinomaiset edellytykset palautua luontaisen kaltaisiksi, kunhan ihmisen vaikutuksesta heikentyvien ekosysteemien tilan ei anneta huonontua liian pitkälle. Maailmalta tunnetaan kuitenkin tapauksia, joissa ekosysteemin toimintojen palauttaminen tai esimerkiksi uhanalaisten lajien säilyttäminen on mahdollista ainoastaan kokonaan uudennalaisissa uusekosysteemeissä (*novel ecosystems*), uudennalaisilla toiminnan ja rakenteen yhdistelmillä (Hobbs ym. 2009). Yksi maailmanlaajuisista tulevaisuuden haasteista onkin pohtia, milloin ja missä tavoitteena tulee olla ekosysteemin kokonaisvaltainen ennallistaminen ja milloin eri piirteiden palauttamista voidaan hajauttaa maisemassa eri alueille. Jos tavoitteeksi asetetaan esimerkiksi uusekosysteemi, ei kuitenkaan tule puhua ennallistamisesta vaan ekosysteemien rakentamisesta (*ecosystem engineering*) (Mitsch & Jørgensen 2004).



Kuva 1. Ekosysteemin ennallistamisen ja hoidon ekologinen malli. Kuvassa 1A tarkastellaan yhtä ennallistamis- tai hoitotoimenpidettä kerrallaan. Pysty- ja vaaka-akselilla ovat toimenpiteen ensisijaisen tavoitteen saavuttamisen kannalta merkittävät rakenteen ja toiminnan mittarit. Punainen ympyrä kuvaa ennallistettavan tai hoidettavan ekosysteemin tilaa ja vihreä ympyrä ekosysteemin tavoitetilaa. Numeroidut nuolet kuvaavat ennallistamisen kolmiosaista tavoitetta (ks. tietolaatikon teksti). Koordinaatisto jakautuu kolmen tyyppisiin sektoreihin, joihin heikentynyt ekosysteemi voi liikkua: 1) hyötysektori (vihreä): sekä rakenne että toiminta parantuvat, 2) hävikkisektori (oranssi): sekä rakenne että toiminta etäännyvät asetetusta tavoitteesta ja 3) kompromissisektori (keltainen): joko rakenne tai toiminta on lähestynyt asetettua tavoitetilaa toisen kuitenkin edelleen etäänntyessä asetetusta tavoitteesta. Kuvassa 1B tarkastellaan tilannetta, jossa luonnonhoito- ja ennallistamistoimet eroavat vaikutuksiltaan tarkasteltaessa kahta yhteiskunnallisesti asetettua rakenteen ja toiminnan tavoitetta (esim. monimuotoisuuden ja hiilen varastoinnin palauttaminen). Ympyrä kuvaa suojelusoiden ennallistamisen, neliö riekkosoiden hoidon ja kolmio lahoppuun lisäämisen tuloksena syntyneen ekosysteemin tilaa. On syytä huomata, että esimerkiksi lahoppuun lisäämisen kohdalla hiilen varastointi saattaa olla vastaavan luonnontilaisen metsän tasolla, vaikka se olisikin vähentynyt suhteessa monimuotoisuudeltaan vähäisempään talousmetsäväihteeseen.