

# Ekometsätalous

Vaikutus biodiversiteettiin ja taloudellinen tehokkuus

Niko Manninen

790351A LuK-tutkielma  
Maantieteen yksikkö  
Oulun yliopisto  
25.4.2016

## Sisällysluettelo

Johdanto .....	3
Teoria .....	5
Lainsäädäntö .....	5
Ekometsätalous .....	5
Metsärakenteen muuttaminen jatkuvan kasvatuksen menetelmän mukaiseksi .....	8
Tasaikäisrakenteinen kasvatus .....	9
Ekometsätalouden vaikutus metsien monimuotoisuuteen .....	10
Ekometsätalouden taloudellinen tehokkuus.....	16
Pohdinta .....	20
Lähteet .....	26

## Johdanto

Metsälain uudistumisen johdosta mahdollistuneelle pienaukkohakkuulle ja eri-ikäisrakenteiselle metsänkasvatukselle on osoitettu laajaa mielenkiintoa metsänomistajien taholta. Useille metsänomistajille on tärkeää, että metsä pysyy maisemallisesti samanlaisena ja puun korjuu ei haittaa metsän muita arvoja (Asikaisen ym. 2014). Ekometsätalous on tällainen menetelmä, joka pyrkii säilyttämään metsän mahdollisimman luonnontilaisena puuntuotantoa häiritsemättä (Pommerening & Murphy 2004). Menetelmän taloudellinen tuottavuus, hoitovaiheiden vähyys, ja tasainen tulovirta ovat herättäneet mielenkiintoa eteenkin yksityisissä metsänomistajissa (Asikainen ym. 2014). Myös Pukkalan ym. (2016) mukaan metsätalous, joka ei aiheuta maisemahaittoja tai uhkaa muita ekosysteemipalveluita on metsänomistajien keskuudessa toivottu. Tahvosen (2016) mielestä useat ongelmat, kuten ilmastonmuutos ja biodiversiteetin heikkeneminen osoittavat tarpeen uusille ja kestävämmille metsätalousmenetelmille.

Aikaisemmassa tutkimuksessa eri-ikäisrakenteisen kasvatuksen eli ekometsätalouden on todettu vaikuttavat positiivisesti metsän rakenteelliseen monimuotoisuuteen (Lähde ym. 2002b). Lisäksi on esitetty, että ekometsätalouden keinot eivät juurikaan vaikuta negatiivisesti metsän biodiversiteettiin (Kuuluvainen 2012). Ekometsätalouden taloudellisesta kannattavuudesta aiempi tutkimus on ollut positiivista. Tutkimusten mukaan ekometsätalous tuottaa paremmin kuin tasaikäisrakenteinen kasvatusta (Tahvonen 2009). Ekometsätaloudella on todettu olevan positiivisia vaikutuksia puuston kasvuun (Lähde ym. 2002a), tulovirtojen jaksotukseen (Tahvonen 2009) ja metsänhoidon vaiheiden yksinkertaisuuteen (Lähde ym. 2011).

Tutkielmani tarkoitus on koota yhteen ekometsätaloudesta saatavilla oleva tutkittu tieto, koska aiempi tutkimus on monin paikoin kirjavaa. Olen pyrkinyt valitsemaan käsitellyt tutkimukset siten, että ne edustavat mahdollisimman vertailtavissa olevia tutkimusasetelmia. Erityisesti taloudellisen tuottavuuden vertailussa on tärkeää, että tutkimusalat ovat käsitelty metsätalousmenetelmille tyypillisin menetelmin ja tuottavuudessa on huomioitu luonnon oma puuston uusiutuminen. Metsälain uudistuminen 2014 loi mahdollisuuden alkaa harjoittaa ekometsätaloutta, joten on järkevää kartoittaa menetelmän vaikutuksia.

Tutkielmassani aion tarkastella ekometsätalouden keinoja ja vertailla niitä metsätaloudessa vallitsevaan tasaikäisrakenteiseen kasvatukseen. Ekometsätalouden kannalta näen erityisesti tärkeänä tutkia sen vaikutusta metsän monimuotoisuuteen. Metsien monimuotoisuus on tärkeä metsäluonnon säilyttämisen ja metsien monikäytön kannalta. Metsät tarjoavat useita hyötyjä ja palveluja ja niiden säilyttäminen perustuu metsän luonnontilaisuuden ja luonnollisen toimivuuden säilyttämiseen. Ekometsätalouden taloudellista kannattavuutta tarkastelen, koska olen sitä mieltä, että ekometsätalouden tulee olla taloudellisesti kannattava menetelmä, jotta se voitaisiin ottaa laajamittaiseen käyttöön. Jos ekometsätaloudesta halutaan tasaikäisrakenteiselle kasvatukselle korvaava menetelmä, on kyettävä osoittamaan, ettei suurille metsänomistajille, joille metsän taloudellinen tuottavuus muiden arvojen ohella on tärkeää, aiheudu taloudellisia menetyksiä. Tutkielmani hypoteesit ovat, että ekometsätalous on parempi menetelmä sekä biodiversiteetin että taloudellisen tehokkuuden kannalta. Uskon taloudellisen kannattavuuden olevan se tekijä, joka ajaa menetelmän yleistymistä. Tutkielmassani aion keskittyä borealisen havumetsävyöhykkeen metsiin ja erityisesti Suomeen. Tutkielmani kohteeksi valitsin Suomen, koska tuore lainsäädännöllinen muutos mahdollisti ekometsätalouden harjoittamisen ja on mielenkiintoista nähdä miten uusi menetelmä saa metsänomistajien keskuudessa kannatusta ja millaisia argumentteja käytetään siitä keskustellessa.

## Teoria

### Lainsäädäntö

Vanhan metsälain mukaan metsän uudistushakkuun sai suorittaa, kun puusto oli saavuttanut riittävän järeyden tai iän. Myös metsän kiertoikää säädeltiin (Metsälaki 2014). Vanhan lain voimassaoloaikana jatkuvan kasvatuksen menetelmä ja ekometsätalous olivat käytännössä kiellettyjä (Tahvonen 2009).

Metsälaki uudistui vuonna 2014 (Metsälaki 2013). Lain keskeisenä tarkoituksena on lisätä metsien monikäyttöä ja metsien suojelua (Metsälain muutokset, 2014). Keskeisiä muutoksia metsälain uudistuksessa ovat uudistushakkuiden järeys- ja ikärajoitusten poistuminen ja lisääntynyt metsänomistajan valta. Metsänomistaja saa itse päättää hoidetaanko metsää ala- vai yläharvennuksin. Lakimuutos myös mahdollistaa pienaukkohakkuiden toteuttamisen. Myös puuston uudistamisvelvoitetta on helpotettu. Ekometsätalouden kannalta tärkeintä lakimuutoksessa on se, että se poisti rajoitukset uudistamishakkuilta. Ekometsätaloudessa käytettävät hakkuut ovat uudistamishakkuita lainsäädännöllisessä mielessä (Metsälain muutokset 2014). Näin ollen vapautuneet hakkuukäytännöt poistivat Tahvosen (2009) mainitsemat lainsäädännölliset esteet jatkuvan kasvatuksen menetelmälle, eli ekometsätaloudelle.

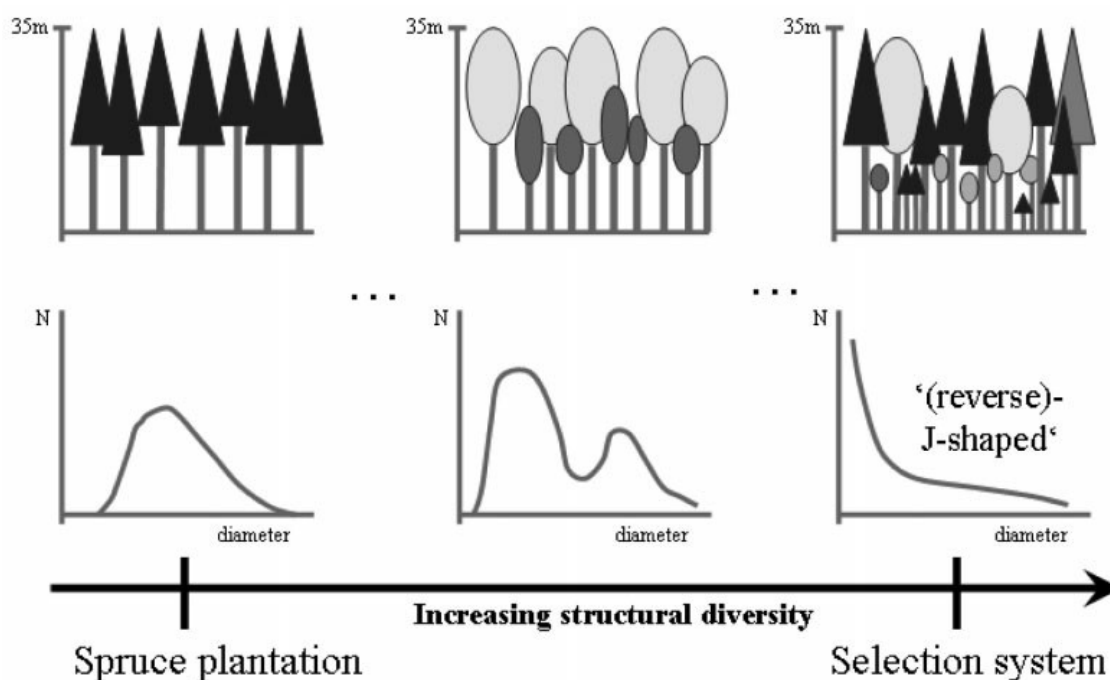
### Ekometsätalous

Ekometsätalous on kasvatustapa, joka pyrkii pitämään metsän mahdollisimman vähähäiriöisenä ja luonnollisena ekosysteeminä. Ekometsätaloudesta käytetään myös nimeä jatkuvan kasvatuksen menetelmä (Pukkala 2016). Menetelmälle on runsaasti eri nimiä, mutta yhteiseksi käsitteeksi voidaan muodostaa ekometsätalous, koska kaikki menetelmät pyrkivät samanlaiseen metsien monipuoliseen käyttöön ilman avohakkuita (Pommerening & Murphy 2004; Evans 2006). Ekometsätalous voidaan nähdä holistisena lähestymistapana, jonka tavoitteena on metsien monikäyttö (Pommerening & Murphy 2004), ja metsä, jossa on monikerroksinen puiden latvusto, joka sisältää erikäisiä ja rakenteisia puita (Mason ym. 1999). Tällöin metsä säilyy mahdollisimman luonnontilaisena ja se säilyttää luontaisen toimintakykynsä, jolloin puuston kestävä taloudellinen hyödyntäminen on mahdollista (Camp 1997).

Ekometsätaloudessa on tavoitteena nähdä metsä ekosysteeminä, jolla on muutakin arvoa kuin metsätaloudellinen arvo. Puun hakkaamisen ei tulisi häiritä muita ekosysteemistä saatavia arvoja. Ekometsätaloudessa myös oletetaan, että puun uusiutuminen luonnollisesti on ekologisesti kestävämpää kuin puuston uudistaminen istuttamalla ja tätä kautta homogoinisoidulla metsän rakenteella. Hyödyntämällä poimintahakkuuta metsän rakenne voidaan säilyttää monikerroksisena ja useita lajeja sisältävänä, jolloin metsän monikäyttöarvo säilyy (Mason ym. 1999). Metsän rakenne pyritään pitämään horisontaalisesti ja vertikaalisesti vaihtelevana. Yksi menetelmän päätavoitteista on luoda metsästä heterogeenisempi (Pommerening & Murphy 2004).

Franklinin ym. (2007) mukaan ekologiselle metsätaloudelle voidaan asettaa kolme periaatetta. Ensimmäinen periaate on biologisten tekijöiden tärkeyden ymmärrys. Luonnon omat prosessit luovat metsään uusia kasvupaikkoja ja näitä tulisi hyödyntää mahdollisimman paljon metsätaloudessa. Biologiset prosessit luovat metsään uutta kasvualustaa esimerkiksi lahoppuina, kantoina ja karikkeena. Nämä toimivat kasvualustoina organismeille, jotka ovat monimuotoisuuden kannalta tärkeitä. Biologinen automaatio myös pitää suojassa kasvavan puuston vähempioksisena, ohuempana ja näin ollen tiheämpänä. Puut ikäänkuin odottavat kasvuvuoroaan suurten puiden alla (Pommerening & Murphy 2004). Toiseksi on tärkeää, että tunnistetaan ne prosessit, jotka luovat metsärakenteesta monimuotoisemman. Hakkuumenetelmien tulisi edistää näiden prosessien syntymistä. Kolmas tärkeä asia on metsän riittävän pitkä palautumisjakso käsittelyjen välissä (Franklin ym. 2007).

Ekometsätaloudessa käytetään sellaisia hakkuumenetelmiä, joissa puiden latvusto säilyy monikerroksisena ilman päätehakkuun käyttämistä (Mason ym. 1999). Hakkuukeinot ovat sellaisia, jotka muistuttavat mahdollisimman paljon luonnon omia prosesseja, joissa puuta poistuu luonnollisesti, kuten tuulen ja metsäpalojen luomia paikallisia aukkoja metsärakenteessa (Franklin ym. 2007). Ekometsätaloudessa hyödynnettävillä hakkuukeinoilla on tarkoitus muuttaa metsän rakennetta poistamalla puita siten, että se edistää puiden luontaista uusiutumista (Mason ym. 1999) ja suosii metsärakenteen muuttumista heterogeenisemmäksi (Kuva 1.) Kuvan 1. mukaisesti ekometsätaloudessa on tavoitteena rakenteellisesti monimuotoinen metsä, jossa rungon läpimittajakauma sisältää paljon nuoria puita, mutta myös kattavasti kaikenkokoista puustoa.



Kuva 1. Ekometsätalouden tavoitteena oleva runsas rakenteellinen monimuotoisuus verrattuna tasaikäisrakenteiseen kasvatukseen. Ekometsätalousmetsän rungon läpimittajakauma muistuttaa käänteistä J-kirjainta (Pommerening & Myrphy 2004).

Tärkein hakkuumenetelmä on poimintahakkuu. Poimintahakkuussa puustoa voidaan poistaa yksittäisiä puita poimimalla (Légaré ym. 2011; Kuuluvainen ym. 2012). Hakkuut toteutetaan yläharvennuksena, jolloin metsästä poistetaan vain suuria tukkipuita. Metsää hakatessa pyritään myös säästämään kaatuneet puut ja pystyyn kuolleet puut. Myöskään tukkipuita ei hakata kokonaan, vaan osa suurista puista jätetään pystyyn pitämään latvusto vertikaalisesti heterogeenisenä. Vanhat puut myös vaikuttavat positiivisesti maisema-arvoon. Hakkuun yhteydessä syntyvää kariketta ei myöskään poisteta, koska se sisältää suurimman osan kaadetun puun ravinteista ja näin ollen toimii lannoitteena (Pommerening & Murphy 2004). Toinen tärkeä hakkuumenetelmä on pienaukkohakkuu, jossa puita poistetaan siten, että metsään muodostuu pieniä, alle puolen hehtaarin aukkoja. Nämä aukot toimivat taimettumisalustana uudelle puusukupolvelle ja ne lisäävät alla kasvavan puuston kasvumahdollisuuksia (Pukkala ym. 2011).

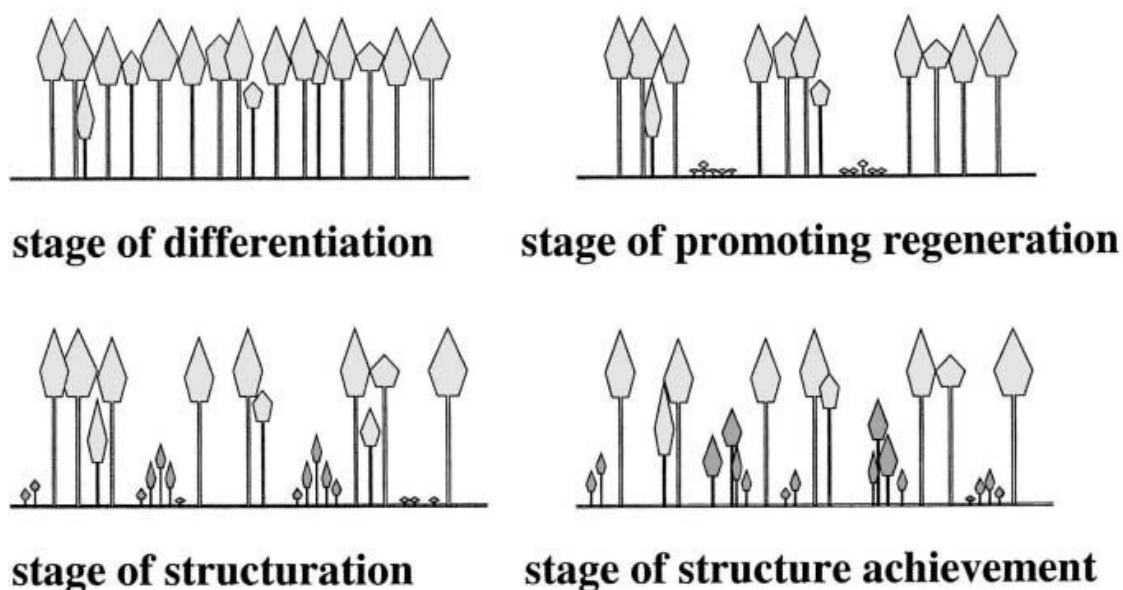
Ekometsätalouden harvennus- ja lannoituskeinona voidaan myös käyttää metsän aliskasvoksen hallittua polttamista. Polttaminen vapauttaa uusille lajeille, erityisesti puille, kasvutilaa ja luo maaperästä ravinteikkaamman. Tämä menetelmä

soveltuu lähinnä alueille, joilla luontaisten pienpalojen esiintyminen on luonnollisestikin tiheää (Robert ym. 2009).

### ***Metsärakenteen muuttaminen jatkuvan kasvatuksen menetelmän mukaiseksi***

Ekometsätaloutta voidaan alkaa harjoittaa kahdella päätavalla. Pääkeinot ovat tasakasvatusemetsän muuttaminen jatkuvan kasvatuksen metsäksi tai jatkuvan kasvatuksen aloittaminen avohakkuuvaiheesta (Pommerening & Murphy 2004; Davies & Kerr 2015). Tasakasvatuksella kasvatetun metsän muuttaminen jatkuvan kasvatuksen metsäksi on haasteellisempaa kuin aloittaminen avohakkuuvaiheesta. Muuttaminen on kuitenkin mahdollista suorittaa ilman metsän tuottavuuden kärsimistä (Schutz 2001). Kuvan 2. mukaisesti muuttamisessa on neljä vaihetta. Ensimmäinen vaihe on puuston eriyttäminen, jossa luodaan pohja eripituiselle ja monilajiselle metsälle. Toisessa vaiheessa metsästä kaadetaan puita, jolloin suositaan hajalleen jätettyjä puuryhmiä ja yksittäisiä puita. Tavoitteena on luoda metsään aukkoja, joka edistää puuston uusiutumista. Kolmannessa vaiheessa kaadettujen puiden tilalle aukkoihin kasvatetaan uutta puustoa ja luodaan metsärakenteesta vertikaalisesti vaihteleva. Aluksi on kriittistä luoda rakenteellisesti monimuotoinen metsä, joka tukee uuden puusukupolven kasvattamista sen alle. Muuten on riskinä, että vanhojen puiden kuollessa metsä palaa rakenteeltaan homogeeniseksi. Myös puiden luontaisen uudistumisen on onnistuttava, jotta tämä menetelmä toimii (Schutz 2001). Metsärakenteen ollessa vertikaalisesti vaihteleva, suuret puut suojaavat alla kasvavaa uutta puusukupolvea sään ääri-ilmiöiltä. Alla kasvavat puut myös kasvavat hitaasti ja vähäoksisesti, joten ne kasvavat taloudellisesti mitattuna laadukkaaksi. Avohakkuuvaiheesta aloitettaessa on kolme mahdollisuutta. Puut voidaan istuttaa taimista, siemenistä tai siemenpuun välityksellä. Istuttamalla, alueelle istutetaan ensiksi tarpeeksi harvaan jotakin puulajia ja jätettyihin väleihin istutetaan myöhemmin tavoitelajiketta. Myös tässä menetelmässä aiemmin istutetut puut toimivat suojana tavoitelajille (Pommerening & Murphy 2004).





Kuva 2. Tasaikäisrakenteisen metsän muuttaminen ekometsätalouden mukaiseksi jatkuvan kasvatuksen metsäksi (Schutz 2001).

### **Tasaikäisrakenteinen kasvatus**

Tasaikäisrakenteinen metsänkasvatus on ollut valtamenetelmänä Suomessa jo pitkään (Yleistietoa kasvatustavoista 2014). Tasaikäisrakenteisen metsän tunnusomaisia menetelmiä ovat puuston tasainen rakenne, alaharvennukset ja avohakkuut (Kuuluvainen ym. 2012). Alaharvennuksella tarkoitetaan harvennusmenetelmiä, joissa poistetaan kasvukilpailussa tappiolle jäänyt pieni puusto (Harvennukset 2014). Tällä menetelmällä puuston rakenne muuttuu homogeeniseksi ja latvusto tasaiseksi (Lähde ym. 1999). Tasaikäisrakenteisen metsän kasvatus koostuu kahdesta päävaiheesta. Niitä ovat kasvatusvaihe ja uudistamisvaihe. Tasaikäisrakenteisessa kasvatuksessa puita kasvatetaan samanikäisinä harventaen metsikköä välillä, jotta se pysyy tavoitetiheydessä ja tasaista kasvua haittaava ylimääräinen ja ei toivottu puusto poistetaan. Kasvatus päättyy avohakkuuseen, jolloin prosessi alkaa alusta (Tahvonen 2009).

Kasvatusvaiheessa metsää käsitellään eri harvennuksin (Tasaikäisrakenteinen metsänkasvatus 2014). Kasvatusvaihe alkaa yleensä avohakkuusta, jossa kaikki puusto hakataan. Avohakkuun jälkeen maaperä muokataan koneellisesti, jotta puiden juurtuminen on mahdollisimman tehokasta (Taimikon perustaminen 2014). Käsitellyn jälkeen alueelle istutetaan taimikko, joka usein koostuu

vain yhdestä puulajista (Kuuluvainen ym. 2012). Nuorta taimikkoa hoidetaan alaharvennuksen keinoin. Taimikonhoidossa istutettujen taimien seasta poistetaan kaikki muu puuaines, jonka nähdään haittaavaan kohdepuiden kasvua. Taimikosta poistetaan myös liian lähekkäin kasvavat puut ja yleensä lähes kaikki lehtipuut. Taimikonhoidon tavoitteena on kohdepuuvaltainen taimikko, jossa pyritään kehitysvaiheen mukaan tiettyyn pituuteen ja tiheyteen (Haataja ym. 2014). Kun puut ovat kasvaneet ja koneellisesti poistaminen on mahdollista, aletaan tehdä harvennushakkuita. Harvennushakkuun tavoitteena on antaa kasvutilaa kohdepuustolle ja nopeuttaa puuston järeytymistä. Harvennushakkuussa poistetaan ensisijaisesti vahingoittuneita puita ja kehityksestä jälkeen jääneitä puita (Haataja ym. 2014). Uudistamisvaiheessa vaihtoehtoina ovat avohakkuu ja siemenpuuhakkuu. Avohakkuuta käytetään silloin, kun metsä aiotaan uudistaa kylvämällä tai istuttamalla. Avohakkuussa uudistusosalta poistetaan kaikki puusto, paitsi lahoppuit. Uudistusosalta on myös mahdollista kerätä kannot ja hakkuukarikeru energiakäyttöön. Avohakkuumenetelmän yhteydessä maa muokataan. Siemenpuuhakkuussa uudistusosalalle jätetään terveitä valtapuita siemenpuiksi. Myös tämän menetelmän yhteydessä maa voidaan muokata taimettumisen varmistamiseksi. Kun taimettuminen on tapahtunut, siemenpuut poistetaan taimikon tasaisen kehittymisen turvaamiseksi (Uudistushakkuut 2014).

### **Ekometsätalouden vaikutus metsien monimuotoisuuteen**

Metsäluonnon biodiversiteettiin vaikuttavat luontaisesti maaperä, ilmasto, lajisto sekä ihmisen tai luonnon oma häiriödynamiikka. Häiriödynamiikalla voidaan joko vähentää tai kasvattaa biodiversiteettiä (Carnus ym. 2006). Ekometsätalouden keinot kasvattavat sitä (Franklin ym. 2007). Metsän monimuotoisuus koostuu seuraavista tekijöistä; geneettinen monimuotoisuus, lajien monimuotoisuus sekä rakenteellinen- ja funktionaalinen monimuotoisuus. Metsän biodiversiteetti voi muuttua monilla mittakaavoilla ja muutos voi olla nopeaa tai hidasta (Carnus ym. 2006).

Nykykäytäntönä metsätaloudessa on tasarakenteinen metsänkasvatus, joka useimmiten perustuu päätehakkuun jälkeen perustettuun viljelytaimikkoon. Näissä taimikoissa puusto on tyypillisesti samanikäistä, kasvaa tietyllä etäisyydellä toisistaan, koostuu yhdestä puulajista ja on intensiivisen hoidon kohteena. Geneettinen

monimuotoisuus nyky menetelmällä on pääosin luonnollisella tasolla. Kuitenkin saman geeniperimän omaavien taimien laaja istuttaminen pelkistää metsän monimuotoista geeniperimää. Lajien monimuotoisuuden on todettu olevan alhaisempi tasaikäisrakenteisen metsätalouden menetelmällä. Lajien monimuotoisuuteen vaikuttaa se, soveltuuko puulaji alueella normaalisti esiintyvälle eliöstölle. Aluskasvillisuuden monimuotoisuus on pieni, koska valon määrä on ympäri metsän vakio. Metsän rakenteellinen monimuotoisuus on vähäinen samanikäisen ja -kokoisen puuston vuoksi (Carnus ym. 2006). Nykyinen avohakkuumenetelmä luo metsärakenteesta pirstoutuneen ja lisää vaihtumisyvyöhykkeitä. Tämä estää habitaattien linkittymisen toisiinsa ja muodostaa uhan monille lajeille (Camp 1997). Nykyisen menetelmän mukaisen alaharvennuksen voidaan todeta vähentävän metsätalouksmetsän monimuotoisuutta kokonaisuudessaan (Lähde ym. 1999).

Häiriötekijät ovat tärkeimpiä ekosysteemiä muokkaavia tekijöitä, koska ilmasto-olosuhteet ja maaperä muuttuvat hyvin hitaasti. Häiriötekijöitä ovat esimerkiksi tuli, lumi, tuuli, taudit ja eläimet. Nämä häiriötekijät lisäävät metsän rakenteellista monimuotoisuutta ja tätä kautta lisäävät habitaattien määrää metsässä (Kuuluvainen 2002). Nykyisissä talousmetsissä tämä häiriötekijöiden ilmeneminen on minimoitu tehokkaalla metsänhoidolla (Kuuluvainen 2002), joten metsän habitaattien määrä on alhainen verrattuna luonnontilaisiin metsiin (Franklin ym. 2007). Luonnontilaisessa metsässä tulipalot ovat olleet tärkein suuremman luokan häiriötekijä. Tulen lisäksi on useita tekijöitä, jotka vaikuttavat paikallisella mittakaavalla puiden tai puuryhmien kuolemiseen, kuten myrskytuulet tai tykkylumi. Borealisella vyöhykkeellä Fennoskandian alueella nämä luonnolliset metsiä muokkaavat tekijät ovat poistuneet ihmisen toimesta. Nykyisin tärkeimpiä metsää muokkaavia tekijöitä ovat metsänhoidolliset toimenpiteet. Talousmetsissä häiriötekijät, jotka johtuvat metsänhoidosta, ovat säännöllisiä, kun taas luonnollisessa metsässä häiriötekijät ovat hyvin monimuotoisia ja ennustamattomia (Kuuluvainen 2002). Kuuluvaisen ym. (2012) mukaan ekometsätalouden erikokoisiin aukkohakkuisiin ja poimintahakkuisiin perustuvat menetelmät lisäävät tasaikäisrakenteisesta kasvatuksesta puuttuvaa häiriötekijöiden esiintymistä ja ne edistävät metsän rakenteellista monimuotoisuutta jäljentelemällä luonnon omia häiriödynamiikkaprosesseja.

Ekometsätaloudessa ei käytetä avohakkuuta. Tämä toimii perustana metsäekosysteemin säilymiselle, sillä puusto toimii metsäekosysteemin perustana ja avohakkuu tuhoaisi tämän ekosysteemin (Lähde ym. 1999). Ekosysteemin heterogeenisuutta pidetään ekologisesti tärkeimpänä biodiversiteettiin vaikuttavana tekijänä. Sillä tarkoitetaan luonnon fyysistä tai bioottista vaihtelua, jota tapahtuu monessa mittakaavassa. Fyysisesti luontaiset metsät vaihtelevat maaperän, ilmaston sekä geomorfologiansa mukaan. Bioottisen heterogeenisuuden tärkeimpiä tekijöitä ovat puulajit. Kuuluvaisen (2002) mukaan heterogeenisuuden voidaan nähdä lisäävän biodiversiteettiä, koska se luo vaihtelua resurssien ja habitaattien saatavuuteen, mikä tarjoaa kattavasti mahdollisuuksia eri lajeille.

Ekometsätalouden perustana on puuston monimuotoisuus. Puuston monimuotoisuus tarkoittaa metsän koostumista useista puulajeista ja laajaa vaihtelua puiden koossa, iässä, rakenteessa, ja puiden latvuston monikerroksisuudessa. Rakenteelliseen monimuotoisuuteen kuuluu myös lahopuun esiintyminen. Ekometsätaloudessa tavoitteena oleva monikerroksinen latvusto lisää habitaattien määrää esimerkiksi suurille petolinnuille. Suurien ja vanhojen puiden latvusto usein tasaantuu luonnonvoimien seurauksena, mikä tarjoaa petolinnuille pesimäalustan (Pommerening & Murphy 2004). Suuri puusto myös pitää mikroilmastolliset olosuhteet vakaana metsän sisällä. Monien lajien selviytyminen riippuu suuren puuston olemassaolosta. Ne suojaavat alla olevaa kasvustoa säältä ja säilyttävät luontaisen vesi- ja ravinnetasapainon (Camp 1997). Puulajiston monimuotoisuus suosii tiettyjen puiden kasvua. Tutkimuksessaan Pukkala ym. (2013) havaitsivat, että kuuset kasvavat hyvin, kun ne kasvavat mänty- tai koivuvaltaisen puuston alla. Tämä selittyy puulajien keskinäisellä kilpailulla. Mänty ja kuusi eivät kilpaile keskenään ravinnosta, joten niiden tehokas yhdenaikainen kasvatus on mahdollista. Tutkimuksessa myös todettiin, että ekometsätalouden yläharventaminen lisäsi pienen puuston kasvua ja tuki rakenteellista monimuotoisuutta.

Lähde ym. (2002b) tutkivat puuston rakenteen kehitystä eri metsätalouden keinoja käytettäessä. Tutkimuksessa todettiin, että poimintahakkuu ja pienaukkohakkuu tuottavat rakenteellisesti monimuotoisimman metsän. Hakkaamisvaiheessa on tärkeää, että varotaan vahingoittamasta alla kasvavaa uutta puusukupolvea. Myös Laihon ym. (2011) tutkimus tuki tätä tulosta. Ekometsätalouden keinoin hoidettuun metsään syntyi

runsaasti uusia taimia vapautuneille kasvupaikoille. Varsinkin kuusen ja koivun taimia syntyi runsaasti. Boreaaliset metsät koostuvat vain muutamasta puulajista, mutta itse puuyksilöiden erilaisuus tuottaa useita erilaisia habitaatteja ja resursseja muille organismeille. Puuston määrä rajoittaa ravinteiden ja veden määrää (Mönkkönen 1999). Humphrey (2005) havaitsi, että poimintahakkuun luomat pienaukot lisäävät koivun osuutta metsässä, joka puolestaan lisää metsämarjojen esiintymistä. Nämä marjat tarjoavat ravintoa useille lajeille, kuten metsäkanalinnuille. Kun alle 50% metsikön pinta-alasta hakataan ja hakkuu toteutetaan pienaukkohakkuuna, ei ole havaittu merkittäviä muutoksia aluskasvillisuuden monimuotoisuudessa (Humphrey 2005). Myös Kuuluvaisen ym. (2012) mukaan poimintahakkuulla on vähemmän vaikutusta metsän kasvilajistoon verrattuna avohakkuumenetelmään. Varsinkin mustikan esiintyminen on runsaampaa poimintahakkuuympäristöissä. Mustikka toimii tärkeänä ravinnonlähteenä useille lajeille, joten sillä voi olla positiivisia vaikutuksia eläinlajien monimuotoisuuden kannalta. Selkärangattomiin eliöihin poimintahakkuulla voidaan todeta olevan vaikutusta vain vähän, jos ollenkaan. Selkärangattomien esiintymistiheys ekometsätalouden keinoin hoidetussa metsässä on samaa luokkaa kuin käsittelemättömissä metsissä. Hyvään esiintymistiheyteen päästiin myös normaaleilla tasaikäisrakenteen mukaisilla harvennuksilla. Poimintahakkuulla esiintymistiheys oli sama tai parempi, kuin tasaikäisrakenteen mukaisilla menetelmillä (Kuuluvainen ym. 2012).

Lahopuut lisäävät sammalten ja jäkälän esiintymistä ja tämä lisääntynyt biomassa tarjoaa ravintoa niitä suosiville linnuille. Kuolleen puun merkitys metsän biodiversiteetille on suuri. Jopa 25% Suomen metsien lajeista on riippuvaisia kuolleesta puusta. Maatuvaa puustoa tarjoaa ravinteita ja toimii taimettumisalustana uusille puille. Kuollut puusto toimii myös kasvualustana useille sammalille, jotka ovat ravintoa useille linnuille (Kuuluvainen 2002). Humphrey (2005) esittää, että vanhojen puiden päällä kasvava kasvusto selviää metsätaloudesta, kun poimintahakkuu on pääasiallinen hakkuumenetelmä. Alueelle jätetty hakkuujäte ja lahoppu tarjoaa myös sienilajeille onnistuneen kasvualustan. Laihon ym. (2011) mukaan metsän monimuotoisuus taloudellisesti hyödynnettävissä metsissä on parhaimmillaan, kun puuston rakenne koostuu yllä käsitellyistä elementeistä. Tällaisten monimuotoisten metsien nähdään

olevan myös vastustuskykyisiä useita uhkia kohtaan, kuten ilmansaasteita, myrskyjä ja globaalia ilmastonmuutosta (Lähde ym. 1999).

Pienaukkohakkuiden hyödyntäminen luo lisää habitaatteja metsään syntyviin aukkoihin. Se avaa kasvutilaa valoa vaativille puulajeille ja luo puulajien sisäistä monimuotoisuutta erikokoisten puiden muodossa (Lähde ym. 1999). Pienaukkohakkuu luo metsästä rakenteeltaan epätasaisen (Drengson & Stevens 1997) ja lisää häiriöitä vallitsevaan mikroilmastoon lisäten uusien lajien esiintymismahdollisuutta uusien mikroilmastollisten olojen syntyessä (Camp 1997). Vanhaa puustoa säilytetään aina hakkuun yhteydessä ja hakkuut toteutetaan siten, että puustoa hakataan laikukkaasti (Lähde ym. 2002b). Hakkuukeinot ja alueelle uudistettava puusto valitaan myös metsän fyysisten olosuhteiden mukaan, jolloin suositaan alueella luontaisesti esiintyviä lajeja. Tällöin metsiin saadaan olosuhteisiin soveltuvia lajeja (Mason ym. 1999).

Ekometsätalouden hakkuukeinot imitoivat luonnon omia häiriödynamiikkaprosesseja. Osa lajeista vaatii ympäristön, joka syntyy kun metsä kehittyy koskemattomana pitkän aikaa. Osa lajeista taas on sopeutunut hyödyntämään elinympäristöjä, joita syntyy erilaisten häiriötekijöiden seurauksena, jotka johtavat puuston kuolleisuuteen (Kuuluvainen 2002). Kun metsille hakkaamisen jälkeen suodaan palautumisjakso voidaan metsät jaotella käsiteltyihin, käsittelemättömiin ja palautumassa oleviin metsiin. Tällöin tarjotaan elinympäristö lajeille, jotka vaativat käsittelemättömän ympäristön ja tarjotaan myös elinympäristö lajeille, jotka luonnollisestikin esiintyisivät elinympäristöissä, joissa tapahtuu puuston kuoleutumista. Useat lajit ovat myös riippuvaisia elinympäristöjensä jatkuvuudesta (Lähde ym. 1999). Ekometsätalous mahdollistaa usean habitaatin samanaikaisen esiintymisen (Franklin ym. 2007; Lähde ym. 1999). Metsätalouden hoitokeinojen tulisi siis pyrkiä imitoimaan näitä luonnon omien häiriötekijöiden tapahtumista ja erityisesti niiden vaikutuksia. Kuuluvainen (2002) esittää, että metsiä hoidettaessa keskityttäisiin kolmeen mittakaavaan; maisemalliseen, kuviokohtaiseen ja mikroilmastolliseen. Maisemallinen mittakaava tähtää samanlaiseen mosaiikkirakenteeseen kuin luonnossa. Kuviokohtaisessa mittakaavassa pyrittäisiin säilyttämään ne rakenteelliset piirteet, joiden tiedetään vaikuttavan biodiversiteettiin. Hän myös ehdottaa hakkuukeinojen monipuolistamista ja sitä, että samanlaisia metsiä hoidettaisiin eri tavoin

monimuotoisuuden vuoksi. Lähteen ym. (1999) mukaan monimuotoisuuden lähtökohdista tapahtuvan ekometsätalouden voidaan todeta aiheuttavan hyvin vähän rakenteellisia muutoksia ekosysteemissä. Ekosysteemin vähähäiriöisyys perustuu siihen, että ekometsätalouden keinot imitoivat luonnon omia häiriödynamiikkaprosesseja (Kuuluvainen 2002). Ekometsätalouden hoitokeinot säilyttävät vanhojen metsien piirteitä ja ominaisuuksia, jotka ovat tärkeitä tietyille lajeille, jotka menestyvät vanhoissa metsissä ja metsissä, joissa lahoppuuta on tarjolla runsaasti (Humphrey 2005). Légarén ym. (2011) tutkimus tuki tätä tulosta. He havaitsivat, että tutkittujen kuoriaislajien monimuotoisuus pysyi ennallaan poimintahakkuulla käsitellyssä metsässä ja oli verrattavissa käsittelemättömään metsään. He myös havaitsivat, että poimintahakkuun luoma hakkuujäte tarjosi tietyille kuoriaislajeille vanhan metsän lahoppuuta vastaavan elinympäristön. Poimintahakkuulla käsitelty metsikkö myös tarjosi valoa vaativimmille lajeille habitaatin muuttuneiden lämpöolojen vuoksi. Tutkimuksessa havaittiin, että lentävät kuoriaislajit vaihtoivat elinympäristöään uusien habitaattien synnyn mukaan. Metsikkö on siis yhteydessä laajempaan maisemaan. Tämä tukee Kuuluvaisen (2002) hoitokeinojen ratkaisumallia.

Luontaisessa metsässä ne puut, joilla on geneettisiä etuja selviytymisen kannalta todennäköisimmin selviävät sään ääri-ilmiöistä ja jatkavat tuotantoa. Nämä geneettiset edut ovat luonnonvalinnan kautta paikkasidonnaisia. Ekometsätaloudessa pyritään säästämään suuret puut, jotka myös ovat geneettisiä menestyjiä. Poimintahakkuu myös mahdollistaa paikkakohtaisen suunnittelun, jotta geneettinen pohja varmistetaan (Camp 1997).

Ekotonit ovat tärkeitä monimuotoisessa metsässä. Ne ovat vaihtumisvyöhykkeitä, joilla erityyppiset ekosysteemit liittyvät toisiinsa. Esimerkiksi puuvaltainen alue voi liittyä ekotonilla ruohovaltaiseen niittyyn. Puut suojaavat ekotonin alueella ruohikon kasvua ja molemmat ekotonit sisältävät näin ollen toistensa piirteitä ja ovat tärkeitä monimuotoisuuden kannalta. Ne sisältävät usein enemmän lajeja kuin ympäröivät ekosysteemit (Camp 1997). Metsän erityiskohteet, kuten ekotonit ja alueet joissa puuston kuoleutumista tapahtuu luonnollisesti, kuten soistumat, ovat usein maastoltaan ja mikroilmastoltaan metsälle uniikkeja. (Mönkkönen 1999). Ekometsätaloudessa pyritään pitämään metsän erityiskohteet mahdollisimman luonnonmukaisina (Pommerening & Murphy 2004).

## **Ekometsätalouden taloudellinen tehokkuus**

Tasaikäisrakenteisen metsän kasvatuksen kannattavuudet tunnetaan hyvin (Lähde ym. 2011). Tasaikäisrakenteisten metsien kasvun mallinnus on yksinkertaisempaa kuin ekometsätalouden jatkuvan kasvatuksen menetelmän mallintaminen ja sitä on tutkittu kattavasti (Tahvonen 2009). Jatkuvan kasvatuksen ja tasaikäisrakenteisen kasvatuksen taloudellinen vertailu vaatii, että tutkittavat kohteet on kasvatettu puustollisesti samanlaisista lähtökohdista ja niitä on hoidettu kasvatustavoilleen tyypillisin menetelmin (Pukkala 2016). Metsänkasvatusta säädellään lailla ja se vaikuttaa kasvatuksen kannattavuuteen. Optimaalinen hakkuukertymä, hakkuutavat ja luonnollinen taimettuminen eivät ole välttämättä laillisissa rajoissa (Tahvonen 2009). Metsälaki uudistui vuonna 2014, jolloin metsälaista poistettiin metsän uudistamisen läpimitta- ja ikärajoitteet ja mahdollistettiin metsän jatkuva kasvatusta (Metsälaki 2014). Tämä lakimuutos lisää ekometsätalouden tuottavuutta ja parantaa sen kilpailukykyä tasaikäisrakenteista kasvatusta vastaan (Pukkala 2016). Kasvatusmenetelmän tehokkuuteen vaikuttavat puun kasvu, puun uusiutumisen vaihtoehdot, korkotaso, puun hinta ja istuttamisen kulut (Tahvonen 2009). Tehokkuuteen ja taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa myös oleellisesti metsän ikärakenne (Tahvonen 2009; Pukkala 2016).

Metsän hakkaamisen kannattavuus perustuu puihin sitoutuneeseen pääomaan. Kun puun koko kasvaa, sen vaihtoehtoiskustannuskin kasvaa, mutta puun kasvuvauhti kuitenkin hidastuu, mitä vanhempi puu on. Metsän harventaminen on kannattavaa, mikäli harventaminen laskee puuston vaihtoehtoiskustannusta enemmän, kuin se laskee puuston arvonnousua. Tämän vuoksi metsätalouden keinoista yläharvennus on taloudellisesti tehokkain keino, koska yläharvennuksessa poistetaan suurta puustoa, jonka vaihtoehtoiskustannus on suuri ja arvonnousu hidasta. Metsään jää jäljelle puustoa, jonka arvonnousu on nopeaa (Pukkala 2016).

Tasaikäisrakenteen mukaisessa metsän kasvatuksessa metsän harvennuskustannukset ovat yleensä alhaisemmat. Jos puuston harventamisesta johtuva kiihtyvä kasvu on suurempi kuin harvennuskustannukset ja istuttamiskulut, avohakkuumenetelmä on kannattavampi, kuin ekometsätalouden jatkuvan kasvatuksen menetelmä. Avohakkuun ja istuttamalla uudistamisen etuna ovat halvemmat



korjuukustannukset ja geneettisesti paranneltu istutustaimisto. Pukkalan (2016) tutkimuksessa korjuukustannukset perinteisellä avohakkuumenetelmällä olivat 6,5-7 €/m<sup>3</sup>, kun poimintahakkuiden, jotka toteutettiin yläharvennuksena, kustannukset olivat 7-10 €/m<sup>3</sup>. Poimintahakkuun hintatehokkuus kuitenkin parani, koska ei ollut tarvetta hakata pientä puustoa. Tasaikäisrakenteisessa kasvatuksessa pieni puusto poistetaan aina koneellisen harvennuksen yhteydessä, joten korjuukustannukset voivat kohteen mukaan muodostua suuremmiksi. Vaikka tasaikäisrakenteisen metsän harvennuskustannukset ovat alhaisemmat kuin ekometsätalouden poimintahakkuun kustannukset, avohakkuun jälkeisen uudistamisen kustannukset ovat suuret. Tasaikäisrakenteisessa kasvatuksessa harventamiskustannusten lisäksi tulee metsän uudistamis-, muokkaus- ja siistimiskustannuksia. Ekometsätaloudessa käytetään vain yläharvennuksen perustuvaa täyskasvuisen tukkipuuston osittaista poistamista poimintahakkuulla (Pommerening & Murphy 2004; Lähde ym. 2011; Kuuluvainen ym. 2012). Näin ollen ekometsätalouden mukaiset korjuukustannukset ovat kokonaisuudessaan halvemmat kuin tasaikäisrakenteen mukaiset useat koneelliset harvennukset ja metsurityönä tehtävät raivaukset. Tällöin ekometsätalous voi osoittautua taloudellisesti kannattavammaksi vaihtoehdoksi (Lähde ym. 2011).

Metsän tuottoon vaikuttaa korkokanta (Kuuluvainen ym. 2012; Lähde ym. 2011). Tasaikäisrakenteisessa kasvatuksessa metsän hakkuuta seuraa uudistamisvaihe, ja korkokannan ollessa suurempi myös uudistuskustannukset ovat suuremmat, mikä laskee tasaikäisrakenteen mukaisen kasvatuksen kilpailukykyä jatkuvaa kasvatusta vastaan (Kuuluvainen ym. 2012). Tasaikäisrakenteen mukaisessa kasvatuksessa metsän nettotulos on negatiivinen Lähteen ym. (2011) mukaan 3-4 % korkokannalla. Jos tasaikäisrakenteiseen kasvatukseen sovelletaan ekometsätaloudessa käytettävää yläharvennusta, nettotulos on negatiivinen 4-5 % korolla. Jos metsästä hakataan suurta puustoa vain kun saadaan positiivista nettotuloa, on yläharvennuksella toteutettu hakkuu kannattavaa kaikilla korkokannoilla. Myös Pukkalan (2016) tutkimuksessa yläharvennuksin toteutettu suuren puuston hakkaaminen oli taloudellisesti kannattavampaa kuin avohakkuu. Ero kasvoi jatkuvan kasvatuksen menetelmän hyväksi korkokannan kasvaessa. Jos metsä oli vanhaa, suoritettiin avohakkuu ja uudistaminen toteutettiin taimettamalla, sekä oletettiin geenimuunneltujen taimien kasvavan 20 % nopeammin kuin luontaisesti uudistettavien taimien, avohakkuu muodostui

kannattavammaksi. Korkokannan kasvaessa puiden hakkaamisen vaihtoehtoiskustannus muodostui suuremmaksi, jolloin on taloudellisesti järkevää suorittaa suuri hakkuu, mutta toisaalta korkea korkokanta vähentää taimien istuttamisen kannattavuutta. Tutkimuksessa nämä vaikutukset pitkälti kumosivat toisensa. Istuttamisen kannattavuuteen vaikuttavat korkotason lisäksi taimien hinta, istutuskustannukset ja tulevaisuuden puun hinta (Tahvonen 2009). Myös Tahvosen (2009) mukaan korkotason kasvu tekee ekometsätalouden kannattavammaksi kuin tasaikäisrakenteisen kasvatuksen. Myös alhainen puun hinta ja korkeat metsän uudistamiskustannukset siirtävät etua jatkuvalle kasvatukselle. Ekometsätaloudessa puustoa hakataan useammin. Avohakkuu suoritetaan kerran pitkällä aikavälillä, mutta ekometsätaloudessa puustoa hakataan usein, joten hakkuuajankohta ei ole niin kriittinen puun markkinahinnan suhteen.

Laihon ym. (2011) mukaan ekometsätalouden vuosittaisen puuntuotoksen määrä on vähintään yhtä hyvä kuin tasaikäisrakenteisen kasvatuksen. Joillakin tutkimuspaikoilla ekometsätalouden puuntuotos on ollut parempi kuin tasaikäisrakenteen menetelmällä. Lähteen ym. (2002a) mukaan vuosittainen puuntuotos yläharvennuksin käsitellyssä metsässä on 17 % parempi kuin alaharvennuksin käsitellyssä. Vuosittaiseen puuntuotokseen vaikuttaa kuitenkin suuresti tutkitun alueen kasvuvaihe. Valtapuuston kasvun hidastuessa on puuntuotoksen kannalta järkevää poistaa suuria puita poimintahakkuulla ja vapauttaa kasvutilaa alla kasvavalle puustolle. Jos tällaiselle metsälle suoritetaan alaharvennus, eli vain pienet puut poistetaan, se ei vaikuta suurten valtapuiden kasvuun. Lähteen ym. (2002a) mukaan puuntuotoksen kannalta poimintahakkuu on tehokkainta hidaskasvuissa suuripuustoisessa metsässä, jossa rakenteellinen monimuotoisuus on suuri. Pukkalan (2016) mukaan tällaisessa metsässä ei kuitenkaan ole järkevää suorittaa harvennuksia, vaan avohakkuu on taloudellisesti tehokkain menetelmä laajamittaiseen suuren puuston korjukseen.

Avohakkuumenetelmä on ekometsätaloutta kannattavampi vanhan uudistuskypsän metsän kohdalla, sillä olettamalla, että hakatun puuston tilalle kasvavat istutetut taimet ovat kasvultaan nopeampia kuin luonnollisesti uusiutuvat taimet. Avohakkuuta tehokkaampi tasaikäisrakenteisen metsänkasvatuksen menetelmä on kuitenkin siemenpuusta taimettaminen. Metsillä, jotka koostuvat vanhasta puustosta, on

taloudellisesti järkevää suorittaa päätehakkuu ja sen jälkeen tavoitella rakenteellisesti heterogeenistä metsää ekometsätalouden keinoin (Pukkala 2016).

Pukkalan (2016) mukaan jatkuvan kasvatuksen menetelmä on kokonaisuudessaan kannattavampi kuin tasaikäisrakenteinen kasvatus. Ero jatkuvan kasvatuksen hyväksi on suurin, kun metsä on valmiiksi rakenteellisesti heterogeeninen. Tällöin puuta kasvaa useassa kerroksessa yhden sijasta. Jatkuvan kasvatuksen menetelmän tuotto oli pienintä, kun metsikkö muutettiin tasaikäisrakenteen metsästä jatkuvan kasvatuksen menetelmän mukaiseksi. Avohakkuumenetelmällä huomattavaa kuitenkin on, että pienen puuston poistaminen harvennusten yhteydessä oli kannattavaa. Harvennuksen yhteydessä puuston poistaminen on halvempaa kuin päätehakkuun yhteydessä.

Lähteen ym. (2011) mukaan yläharvennus on taloudellisesti optimaalisin menetelmä. Ekometsätaloudessa poistetaan vain vanhaa, arvokasvun lopettanutta puustoa. Tasaikäismetsätaloudessa alaharvennuksin poistetaan lähinnä nuorta kuitupuustoa, joka on parhaassa kasvuvaiheessa ja joiden hakkuutulot ovat pienet. Pukkalan tutkimuksessa (2016) yläharvennus olisi kaikilla metsän ikärakenteilla taloudellisesti kannattavampaa kuin alaharvennus, mikäli lainsäädäntö ei rajoittaisi jäävän puuston määrää. Tällöin vanhakin metsä voitaisiin hakata tarpeeksi harvaksi ja turvata luontainen puuston optimaalinen uudistuminen. Tahvosen (2009) tulosten perusteella on myös taloudellisesti tuottavampaa suosia yläharvennuksia tasaikäisrakenteisessa metsänkasvatuksessa.

Tahvosen (2009) tutkimuksessa ekometsätalouden jatkuvan kasvatuksen menetelmä tuotti 30 % paremmin kuin tasaikäisrakenteinen kasvatus ja avohakkuun käyttäminen. Tahvosen tutkimus (2016) metsän optimaalisesta kiertonopeudesta tuki aiempaa tulosta siitä, että jatkuva kasvatus on avohakkuumenetelmää tuottavampi. Varsinkin puun hinnan ollessa matala on järkevää olla käyttämättä avohakkuuta. Ekometsätalouden kannattavuutta lisää olennaisesti se, että metsää ei tarvitse koneellisesti harventaa ja puustoa ei tarvitse missään vaiheessa istuttaa. Myös Pukkalan (2016) tutkimus tukee tulosta, että ekometsätalous on kannattavampi vaihtoehto kuin tasaikäisrakenteinen kasvatus. Hänen mukaansa myös tasaikäisrakenteista metsää kannattaa hoitaa yläharvennuksen keinoin ja välttää avohakkuuta. Poimintahakkuulla saadaan metsälle parempi kasvu kuin alaharvennuksen keinoin (Lähde ym. 2002).

Pukkalan ym. tutkimuksessa (2011) poimintahakkuulla ei saatu taloudellista etua verrattuna tasaiseen harventamiseen, jos metsärakenteessa ei vaadittu suurien puiden olemassaoloa. Kun metsikölle asetettiin hehtaariohtainen tavoite suurien puiden läsnäololle, poimintahakkuu muodostui kannattavaksi. Ekometsätalouden kannattavuus muodostuu Pukkalan ym. (2011) mukaan siitä, että metsän heterogeenisen rakenteen sisältäessä suuria puita on taloudellisesti kannattavaa hakata näitä puita, vaikka poimintahakkuu on suhteessa kalliimpi menetelmä, koska suurista puista saatavat hakkuutulot ovat suuret. Alle tukkimittaisen puun hakkaaminen poimintahakkuulla metsänrakenteen pitämiseksi laukukkaana ei ole taloudellisesti kannattavaa. Tutkimuksessa havaittiin, että poimintahakkuulla ei ollut positiivisia vaikutuksia puuston kuutiomääräiseen tuottoon lyhyellä, 15 vuoden aikavälillä. Tasaikäisrakenteen mukainen harvennus tuotti kuutiomääräisesti puuta yhtä paljon. 30 vuoden aikavälillä poimintahakkuu muodostui puuntuotoksen kannalta 18 % tehokkaammaksi menetelmäksi. 4 % korkokannalla tasaikäisharventaminen oli taloudellisesti kannattavampaa, kun harvennusväli oli maksimissaan viisitoista vuotta. Mitä pidemmäksi harvennusväli kasvoi sitä kannattavammaksi poimintahakkuu muodostui. Poimintahakkuun optimaalinen suorittaminen tapahtui 25 vuoden välein ja tasaikäisrakenteen mukaisen harventamisen 15 vuoden välein. Poimintahakkuun kustannukset olivat pienemmät, koska hakkuuta ei ole tarpeen suorittaa niin usein ja hakkuun yhteydessä kerättiin vain suurta tukkipuustoa. Taloudellisessa mielessä ei ole järkevää suorittaa poimintahakkuuta usein, koska sen kiinteät kustannukset ovat suuret, johtuen hakkuun valikoivasta luonteesta.

## Pohdinta

Tämän tutkielman valossa ekometsätalous näyttää olevan erittäin kilpailukykyinen menetelmä metsätalouskäytössä. Ekometsätalous tuottaa positiivisia vaikutuksia biodiversiteetille ja se on myös taloudellisesti kannattava menetelmä. Ekometsätaloutta hyödynnettäessä metsän monimuotoisuuden voidaan todeta paranevan erityisesti metsän rakenteellisen monimuotoisuuden osalta, mikä taas lisää metsän habitaattien määrää. Taloudellisessa mielessä ekometsätalouden pienaukko- ja poimintahakkuu ovat taloudellisesti kilpailukykyisiä tasaikäisrakenteisen kasvatuksen kanssa. Erityisesti

pitkällä aikavälillä poimintahakkuu muodostuu kannattavaksi niin puun kuutiomääräisen tuotoksen kuin rahallisten tuottojen perusteella.

Ekometsätalous, eli jatkuvan kasvatuksen menetelmä ei itsessään ole uusi menetelmä. Sitä hyödynnettiin yleisesti ennen suurta teollista puuntuotantoa (Pommerening & Murphy, 2004). Ekometsätalous on näihin päiviin saakka pysynyt huonossa maineessa, koska sen on väitetty olevan puuntuotoksen kannalta huono, joten sen taloudellinen tuottavuus on huono. Lähde (2011) esittää, että nämä tutkimukset, joita on käytetty ekometsätalouden kannattamattomuuden perusteluun, on tehty vääristä lähtökohdista. Koealat eivät ole olleet verrattavissa toisiinsa ja koealoja ei ole hoidettu jatkuvalla kasvatukselle tyypillisin menetelmin. Myös Kuuluvainen (2012) on tutkimuksessaan todennut, että erityisesti taloudellista kannattavuutta tarkastellessa tutkimusasetelmat ovat olleet erilaisia ja tutkimukset eivät ole vertailtavissa keskenään. Ekometsätaloutta ja jatkuvaa kasvatusta on kuitenkin tutkittu viime vuosikymmenen aikana runsaasti ja tutkimustulokset ovat olleet positiivisia taloudellisen tehokkuuden kannalta, kuten esimerkiksi Pukkala (2016) ja Tahvonen (2009) ovat todenneet. Mielestäni on erityisen tärkeää, että menetelmän taloudellista kannattavuutta tutkitaan kattavasti ja tutkimusasettelut ovat sellaisia, että uudemmissa tutkimuksissa on mahdollista vertailla jo aiempia tuloksia. Tämän metsätalousmenetelmän tulevaisuus riippuu vahvasti sen taloudellisesta kilpailukyvyistä tasaikäisrakenteista metsätaloutta vastaan. Jos menetelmä ei ole taloudellisesti kannattava, se ei varmastikaan saavuta suurta suosiota metsänomistajien keskuudessa.

Itse uskon, että ekometsätalous on täysin kilpailukykyinen menetelmä tasaikäisrakenteisen metsätalouden rinnalla. Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että ekometsätalouden hoitokeino, eli yläharvennus, sopii myös tasaikäisrakenteiseen metsätalouteen ja tarjoaa parempaa tuottoa metsästä. Ekometsätalous on ollut myös halvempi menetelmä metsän hoitoon. Metsän hoitaminen myös yksinkertaistuu. Ei tarvita useita harvennusvaiheita ja metsurityötä, vaan kaikki harvennus toteutetaan yläharvennuksena ja kohteena on aina suuri puusto. Ekometsätalouden taloudellista kilpailukykyä lisää sen hakkuuajankohdan joustavuus. Metsää voidaan hakata useammin kuin tasaikäisrakenteisessa kasvatuksessa. Tällöin tämä tapa tarjoaa metsänomistajalle tasaisemman tuoton ja puunmyynti voidaan toteuttaa, kun puun hinta on metsänomistajaa miellyttävä. Myyntiajankohdan ajoitus ei ole niin herkkä kuin

avohakkuuta käytettäessä. Menetelmästä ei myöskään koidu metsänhoitokuluja eikä uudistamiskustannuksia. Näidenkin kustannusten suuruus on hyvin riippuvainen markkinoiden tilanteesta. Olen sitä mieltä, että tällainen menetelmä tarjoaa pitkäaikaiselle metsäsijoittajalle hyvin potentiaalisen vaihtoehdon metsäsijoittamiseen. Menetelmän ollessa taloudellisesti mielekäs sen aseman säilyttäminen metsänomistajien keskuudessa helpottuu.

Tahvonen (2016) esittää, että nykymuotoisessa metsätaloudessa keskitytään pääosin maksimaaliseen vuosittaiseen metsän kuutiotuotokseen ja taloudellisesti optimaalinen hakkuutiheys voi erota tästä. Lähteen ym. (2002a) tutkimuksen perusteella kuitenkin voidaan todeta, että keskityttiinpä sitten metsän maksimaaliseen vuosittaiseen kuutiotuotokseen tai taloudellisesti optimaaliseen metsän hakkaamiseen, ekometsätalous on molemmissa tapauksissa kannattavampi vaihtoehto.

Taloudelliselle kannattavuudelle uhkana näen kuitenkin metsäammattilaisten ammattitaidon. Jatkuvan kasvatuksen menetelmä on uusi teollisen puuntuotannon aikakaudella ja metsäalan harjoittajat ovat tottuneet tasaikäisrakenteen mukaiseen metsätalouteen. Ekometsätalouden uudet menetelmät vaativat kouluttautumista esimerkiksi pienaukkohakkuun ja poimintahakkuun onnistuneen toteuttamisen saavuttamiseksi. Biodiversiteetin suojelemisen kannalta on tärkeää, että metsäammattilaiset tietävät, mitkä asiat vaikuttavat biodiversiteettiin, tai ainakin osaavat säästää tällaiset metsän elementit toimiessaan metsänomistajan kanssa, joka haluaa käyttää ekometsätaloutta. On tärkeää luoda juuri oikean kokoisia pienaukkoja, jotta puuston luontainen uudistuminen onnistuu. Tämän helpottamiseksi mielestäni tulisi tehdä ekometsätalouden käytäntöjen standardisointeja optimointitutkimusten perusteella, jotta metsänomistajille ja metsäalan ammattilaisille olisi olemassa ohjeet joiden pohjalta toimia.

Ekometsätalous tarjoaa taloudellisen kannattavuuden lisäksi myös mahdollisuuksia metsien monikäytölle. Maanomistajien taholta on kiinnostusta metsätalouden muodolle, jossa metsä pysyy koko ajan metsänä ja avohakkuuta ei suoriteta (Asikainen ym. 2014). Metsää hakataan ekosysteemiä huomioiden, jolloin sen käyttöarvot pysyvät lähes ennallaan. Puuston hakkaaminen voi jopa parantaa tiettyjä ekosysteemistä saatavia hyötyjä, kuten marjojen saatavuutta (Kuuluvainen ym. 2012). Ekometsätaloutta harjoittamalla metsän monikäyttöarvo säilyy hyvänä ja siitä saatavat

palvelut monipuolisina ilman todettavaa haittaa puuntuotannolle. Metsästä saadaan puuntuotannon lisäksi myös paremmin esimerkiksi riistatalouteen liittyviä palveluita ja metsien monipuolinen käyttö voi myös lisätä työpaikkoja. Kun metsissä suoritetaan säästävempiä hakkuita, voidaan muutkin metsien tuotteistamattomat arvot edes osittain tuotteistaa. Kuten Mönkkönen (1999) toteaa, muidenkin arvojen kuin puun arvon huomioon ottaminen ja näiden arvojen arvottaminen rahallisesti, lisää niiden huomioon ottamista päätöksenteossa.

Mönkkönen (1999) esittää, että taloudellinen tuottavuus metsissä laskee, kun alueita joudutaan suojelemaan heikkenevän biodiversiteetin vuoksi. Mielestäni ekometsätalous tarjoaa tähän ratkaisun. Kun metsiä hoidetaan jatkuvan kasvatuksen menetelmällä, biodiversiteetin ei voida nähdä heikkenevän olennaisesti. Metsän luontaisen ekosysteemin säilyessä ennallaan siinä esiintyvät lajit eivät joudu kohtaamaan muuttuneita elinolosuhteita. Näin ollen muuttamalla metsätalouden käytäntöjä biodiversiteetille ystävällisemmiksi ei ole tarvetta suojella metsien habitaatteja kasvavassa mittakaavassa. Uudessa metsälaissa (Metsälaki 2013) tämä on myös huomioitu. Avainhabitaattien hakkaamista voidaan erityiskohteissa suorittaa kohteen elinoloja muuttamatta. Näin ollen biodiversiteetin suojeleminen ja metsätalous ovat sovitettavissa entistä paremmin yhteen.

Monimuotoisuuden kannalta jatkuvan kasvatuksen menetelmä tarjoaa paremman ratkaisun. Erityisesti metsän rakenteellinen monimuotoisuus paranee ekometsätaloutta harjoitettaessa. Rakenteellinen monimuotoisuus on perusta metsäluonnon monimuotoisuudelle. Rakenteellisen monimuotoisuuden lisääminen kasvattaa metsän habitaattien lukumäärää ja tarjoaa elinympäristöjä monille lajeille. Ekometsätalouden kaksi hakkuukeinoa, poimintahakkuu ja pienaukkohakkuu, ovat olleet hyviä keinoja lisäämään metsän rakenteellista monimuotoisuutta (Lähde ym. 2002b). Rakenteellisen monimuotoisuuden lisäksi metsään jätettävät hakkuutähteet ja lahopuu tarjoavat hyönteislajistolle habitaatteja. Mielestäni ekometsätalouden voidaan melko kiistattomasti todeta olevan monimuotoisuuden kannalta parempi vaihtoehto kuin tasaikäsrakenteinen kasvatus. Rakenteellisen monimuotoisuuden suosiminen luo habitaatteja ja ajan kuluessa nämä habitaatit täyttyvät. Tasaikäsrakenteisessa metsässä menestyvät lähinnä generalistilajit ja lajit, joilla on mahdollisuus vaihtaa elinympäristöään helposti.

Jo alaharvennuksesta siirtyminen yläharvennukseen toisi parannusta monimuotoisuudelle. Kun aliskasvosta ei poisteta, metsän peitteisyys säilyy hyvänä ja esimerkiksi riistalinnut suosivat peitteisiä maastoja. Tämä mahdollisesti kasvava riistakanta tarjoaa myös taloudellisia mahdollisuuksia. Mielestäni olisikin järkevää suosia vaihtelevasti ekometsätaloutta ja tasaikäisrakenteista kasvatusta. Käytettävä metsätalousmenetelmä tulisi valita kasvupaikkakohtaisesti, jotta paras tehokkuus saavutetaan kasvun osalta. Menetelmän valinta tulisi myös suhteuttaa ympäröivien metsien ja niiden rakenteen mukaan, mikäli mahdollista. Tällöin voitaisiin luoda maisemallisesti hyvin monimuotoinen ympäristö.

Vuonna 2014 uudistunut metsälaki (Metsälaki 2013) mahdollisti ekometsätalouden harjoittamisen. Lakimuutos tukee Metsälain tavoitetta luonnon monimuotoisuuden ja kestävän kehityksen turvaamisesta. Uudistunut laki antaa myös mahdollisuuksia maanomistajille monipuolistaa metsien käyttöä. Ekometsätalouden keinoja käytettäessä esimerkiksi luontoarvokauppa on mahdollista ja ekosysteemipalveluiden turvaaminen helpompaa. Lakimuutos on mielestäni tervetullut, sillä aiemmin ekometsätalouden harjoittaminen on ollut käytännössä laitonta, mutta nyt valta on metsänomistajan käsissä. Ekometsätalouden yleistymistä ohjaa kuitenkin teollinen puuntuotanto ja nykyinen tasaikäisrakenteinen kasvatusta onkin käytännössä selluntuotannon seurausta. Se tarjoaa runsaasti sopivaa nuorta puumateriaalia selluksi ja kuitupuuksi. Ekometsätalouden yleistyminen tulee olemaan hidasta niin kauan, kunnes puuteollisuutemme keksii korvaavia tuotteita sellulle. Ekometsätalous varmasti yleistyy yksityisten maanomistajien ja metsäsijoittajien parissa, jotka näkevät metsän muutkin arvot tärkeiksi. Monikäyttöarvojen yhdistäminen voi mielestäni olla kokonaisuudessaankin kannattavampaa kuin pelkkä puuntuotanto. Puuntuotannon ja luonnonarvojen yhdistämisessä korostuu innovatiivisuus. Ekometsätalous mahdollistaa metsän monipuolisen käytön ja mahdollisesti kasvavat luontopalvelut voivat ajaa yhä useamman metsänomistajan valitsemaan ekometsätalouden, jos metsästä saa muutakin rahallista hyötyä. Näin saavutettaisiin myös metsille asetettu luonnon monimuotoisuuden turvaamisen tavoite.

Lainsäädäntömme suosii mielestäni tasaikäismetsätaloutta. Kestävän metsätalouden rahoituslain mukaisesti maanomistaja on oikeutettu esimerkiksi taimikonhoidon tukeen, kun metsää harvennetaan tietyllä tavalla (Metsänhoidon tuet



2014). Tuki taimikonhoitoon edellyttää taimikon perkausta, harventamista ja taimikon yllä kasvavan verhopuuston poistoa (Tuki taimikon varhaishoitoon 2014). Erityisesti kohta taimikon yllä kasvavan verhopuuston poistamiseksi tuhoaa ekometsätalouden periaatteiden mukaisen metsän. Myös säädetyt keskipituus- ja tiheystavoitteet johtavat helposti siihen, että metsää harvennettaessa suositaan tasaikäisrakenteen mukaista puupeltomaista kasvatusta. Mielenkiintoisena jatkotutkimuksen mahdollisuutena näen sen, kuinka taimikonhoito vaikuttaa ekometsätalouteen siirtymiseen ja millaiset ovat taloudelliset vaikutukset tässä yhteydessä.

Tasaikäisrakenteiselle metsänkasvatukselle on kuitenkin mielestäni vielä käyttöä ainakin taloudellisessa mielessä. Vanhojen metsien avohakkuu on taloudellisempi vaihtoehto puuston hakkaamiselle, kun kaikki poistettavat puut ovat suuria tukkipuita, kuten Pukkala (2016) tutkimuksessaan toteaa. On halvempaa poistaa kaikki puusto kerralla, kuin poimia yksittäisiä puita pitkällä aikavälillä, koska kaikki puut kuitenkin ovat poistamiskelpoisia. Myös Pukkalan ym. (2011) tutkimuksessa saadut tulokset viittaavat siihen, että jos ekometsätalouden keinoista poimintahakkuuta käytetään vain siihen, että metsän rakenteesta halutaan luoda epätasainen, mutta suuria puita ei säästetä, menetelmä ei ole taloudellisesti kannattava. Monikäyttöarvon ja biodiversiteetin kannalta tällaisissa tapauksissa tulee suosia ekometsätaloutta, koska metsän tulee säilyä metsänä.

## Lähteet

### Kirjallisuuslähteet

- Asikainen, A. R., T. Hujala, & M. Kurttila (2014). Maanomistajien näkemyksiä metsänkäsittelyn vaihtoehtoista ja metsäammatti laisten palvelunkehittämisen näkökulmia – Metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen tapautus tutkimus. *Metsätieteen aikakauskirja* 3, 149-162.
- Camp, O. (1994). Critical Elements of Forest Sustainability. *Teoksessa* A. Drengson & T. Duncan (toim.): *Ecoforestry; The Art and Science of Sustainable Forest Use*, 35-40 New Society Publishers.
- Carnus, J. M., J. Parrotta, E. Brockerhoff, M. Arbez, H. Jactel, A. Kremer, D. Lamb, K. O'Hara & B. Walters (2006). Planted Forests and Biodiversity. *Journal of Forestry* 104:2, 65-77.
- Davies, O. & G. Kerr (2015). Comparing the Costs and Revenues of Transformation to Continuous Cover Forestry for Sitka Spruce in Great Britain. *Forests* 6, 2424-2449.
- Drengson, A. & V. Stevens (1997). Ecologically Responsible Restoration and Ecoforestry. *Teoksessa* A. Drengson & D. Taylor (toim.) *Ecoforestry; The Art and Science of Sustainable Forest Use*, 68-73 New Society Publishers.
- Evans, Z. (2006). *What is Ecological Forestry?* The Forest Guild.
- Franklin, J., R. Mitchell & B. Palik (2007). *Natural Disturbance and Stand Development Principles for Ecological Forestry*. United States Department of Agriculture.
- Haataja, L., V. Pölonen, T. Saksa & K. Sipilä (2014). *Metsänhoitotöiden omavalvontaopas*. Metsäkeskus, Kuopio
- Humphrey, J. (2005). Benefits to biodiversity from developing old-growth conditions in British upland spruce plantations: a review and recommendations. *Forestry* 78:1, 33-53
- Kuuluvainen, T. (2002). Natural Variability of Forests as a Reference for Restoring and Managing Biological Diversity in Boreal Fennoscandia. *Silva Fennica*, 36:1, 97-125.
- Kuuluvainen, T., O. Tahvonen & T. Aakala, (2012). Even-Aged and uneven-Aged Forest Management in Boreal Fennoscandia: A Review. *Ambio*, 41, 720-737.
- Laiho, O., E. Lähde & T. Pukkala (2011). Uneven- vs even-aged management in Finnish boreal forests. *Forestry*, 84:5, 547-556.
- Légaré, J.-P., C. Hébert & J. C. Ruel (2011). Alternative Silvicultural Practices in Irregular Boreal Forests: Response of Beetle Assemblages. *Silva Fennica*, 45:5, 937-956.
- Lähde, E., O. Laiho, Y. Norokorpi & T. Saksa (2002a). Development of Norway spruce dominated stands after single-tree selection and low thinning. *Canadian Journal of Forest Research* 32, 1577-1584.
- Lähde, E., O. Laiho & Y. Norokorpi (1999). Diversity-oriented silviculture in the Boreal Zone of Europe. *Forest Ecology and Management* 118, 223-243.

- Lähde, E., O. Laiho & T. Pukkala (2011). Jatkuvaa kasvatusta vai tasaikäismetsätaloutta. *Metsätieteen aikakauskirja* 2, 173-178.
- Lähde, E., T. Eskelinen & A. Väänänen (2002b). Growth and diversity effects of silvicultural alternatives on an old-growth forest in Finland. *Forestry*, 74:4, 395-400.
- Mason, B., G. Kerr. & J. Simpson (1999). *What is Continuous Cover Forestry?*, Forestry Commission.
- Metla. (2011). Metsien monimuotoisuus ja terveys. *Metsätilastollinen vuosikirja*, 85-116
- Mönkkönen, M. (1999). Managing Nordic boreal forest landscapes for biodiversity: ecological and economic perspectives. *Biodiversity and Conservation* 8, 85-99.
- Pommerening, A. & S. Murphy (2004). A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. *Forestry* 77:1, 27-44.
- Pukkala, T. (2016). Plenterwald, Dauerwald, or clearcut?. *Forest Policy and Economics* 62, 125-134.
- Pukkala, T., E. Lähde & O. Laiho (2011). Variable-density thinning in uneven-aged forest management—a case for Norway spruce in Finland. *Forestry* 84:5, 557-565.
- Pukkala, T., E. Lähde & O. Laiho (2013). Species Interactions in the Dynamics of Even- and Uneven-Aged Boreal Forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 32:4, 371-403.
- Pukkala, T., E. Lähde & O. Laiho (2014). Stand Management Optimization - the role of simplifications. *Forest Ecosystems*, 1:3.
- Robert J., J. Mitchell, K. Hiers, J. O'Brien, G. Starr (2009). Ecological Forestry in the Southeast: Understanding the Ecology of Fuels. *Journal of Forestry*, 107:8, 391-397.
- Schutz, J. P. (2001). Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest Ecology and Management* 151, 87-94.
- Tahvonen, O. (2009). Optimal choice between even- and uneven-aged forestry. *Natural Resource Modelling* 22:2, 289-321.
- Tahvonen, O. (2016). Economics of rotation and thinning revisited: the optimality of clearcuts versus continuous cover forestry. *Forest Policy and Economics* 62, 88-94.

## Elektroniset lähteet

- Harvennukset. (2014). Metsäkeskus.  
<<http://www.metsakeskus.fi/harvennukset#.Vsxdxvl94Ys>>. 23.2.2016.
- Metsälain muutokset 2014: Uudistunut metsälainsäädäntö ja uudet metsänhoidon suositukset. (2014) Metsäkeskus.  
<<http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/metsalain-muutokset-2014-hovila.pdf>>. 6.4.2016.
- Metsälaki. (2013). FINLEX

- <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093#L2P5>>. 6.4.2016.
- Metsälaki. (2014). Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto  
[https://www.mtk.fi/metsa/metsapolitiikka/Kotimaan\\_metsapolitiikka/fi\\_FI/metsalaki/](https://www.mtk.fi/metsa/metsapolitiikka/Kotimaan_metsapolitiikka/fi_FI/metsalaki/)>. 6.4.2016.
- Metsätalouden tuet. (2014). Metsäkeskus. <http://www.metsakeskus.fi/metsatalouden-tuet#.Vwdlp6SLTIU>>. 8.4.2016.
- Taimikon perustaminen. (2014). Metsäkeskus. <http://www.metsakeskus.fi/taimikon-perustaminen#.VsxcRvl94Ys>>. 23.2.2016.
- Tasaikäisrakenteinen metsänkasvatus. (2014). Metsäkeskus.  
<http://www.metsakeskus.fi/tasaikaisrakenteinen-metsankasvatus#.VsXLQPl94Ys>>. 23.2.2016.
- Tuki taimikon varhaishoitoon. (2014). Metsäkeskus. <http://www.metsakeskus.fi/tuki-taimikon-varhaishoitoon#.VwdmlqSLTIU>>. 8.4.2016.
- Uudistushakkuut. (2014). Metsäkeskus.  
<http://www.metsakeskus.fi/uudistushakkuut#.Vs2HEvmLTtQ>>. 24.2.2016.
- Yleistietoa kasvatustavoista. (2014). Metsäkeskus.  
<http://www.metsakeskus.fi/yleistietoa-kasvatustavoista#.VsxKafI94Ys>>. 23.2.2016.