Luontopaneelin lausunto

Asia: KAA 9/2019 vp Lakialoite avohakkuiden lopettamiseksi valtion mailla (luontovaikutusten arviointi)

https://www.eduskunta.fi/valtiopaivaasiakirjat/KAA+9/2019

Yhteenveto

Luontopaneeli kiittää lausuntopyynnöstä koskien avohakkuiden ja jatkuvan kasvatuksen hakkuiden luontovaikutusten arviointia.

Hakkuiden luontovaikutuksia metsissä ja vesistöissä tarkasteltuaan luontopaneeli on vakuuttunut siitä, että avohakkuuton metsänhoito, eli jatkuvakasvatus, on luonnon kannalta yksiselitteisesti vähemmän haitallinen kuin tasaikäismetsänkasvatus ja sen osuutta käsitellyistä metsistä tulee metsämaisemassa huomattavasti kasvattaa. Lakialoite koskee vain valtion omistamia metsiä, jonka vuoksi Luontopaneeli pitää sen tavoitetta kieltää avohakkuut valtion mailla luonnon monimuotoisuuden kannalta hyvin perusteltuna ja tavoiteltavana asian tilana. Yksityismetsissä pääasiassa jaksolliseen kasvatukseen ja avohakkuisiin perustuva metsienkäsittely jatkuu riittävällä pinta-alalla ylläpitääkseen monipuolisia metsienkäsittelytapoja metsämaisemassa.

On kuitenkin huomattava, että vaikka valtion metsien siirtäminen jatkuvaan kasvatukseen on luonnon kannalta yksiselitteisen myönteinen siirtymä, se ei yksin riitä ratkaisemaan metsien monimuotoisuusongelmia. Metsien suojelupinta-alaa etenkin Etelä-Suomessa tulee erittäin merkittävästi kasvattaa ja kaikki jäljellä olevat vanhat metsät niin valtion kuin yksityistenkin maanomistajien mailla tulee saada tiukan suojelun piiriin.

Johdanto

Luontopaneeli katsoo, että avohakkuiden lopettaminen valtion mailla tuottaa selkeästi ja yksiselitteisesti paremman monimuotoisuusvaikutuksen kuin tasaikäismetsätaloudessa pysyminen. Nykyisen kaltainen metsien käsittely tuottaa huomattavia monimuotoisuushaittoja ja myös arviot metsien käsittelyn osuudesta vesistöpäästöistä ovat jatkuvasti kasvaneet (Finer ym. 2020). Suomi on sitoutunut pysäyttämään luontokadon ja saavuttamaan vesipuitedirektiivin mukaisen vesistöjen hyvän tilan. Tällä hetkellä metsätalouden hajapäästöt vaikeuttavat hyvän tilan saavuttamista ja voivat samalla estää muiden hankkeiden toteutumisen (vrt. Finnpulp-hanke). Avohakkuut ovat myös usein aiheuttaneet konflikteja paikallisten ihmisten ja Metsähallituksen välillä mm. matkailun ja poronhoidon kohdalla (Saarikoski ym. 2013). Hakkuutapakeskustelun lisäksi eduskunnan tulisi pohtia Metsähallitukselle asettamiaan tulostavoitteita. Tavoitteet tulisi asettaa taloudellisen tuoton lisäksi luontokadon ja ilmastonmuutoksen torjunnalle. Koska kansalaisaloite ei koske yksityismaita, suurin osa erityisesti Etelä-Suomen metsäpinta-alasta

jää lakialoitteen ulkopuolelle. Kun valtion metsäalueilla siirrytään korostetusti jatkuvaan kasvatukseen yhdessä pääosin tasaikäismetsänhoidolla hoidettujen yksityismaiden kanssa lähestytään tutkimusten suosittelemaa suurta jatkuvan kasvatuksen osuutta. Optimointimallit, joissa optimoidaan puutuotosta ja sen monimuotoisuusvaikutuksia, antavat tieteellistä tukea nykyistä huomattavasti suuremman maa-alan käsittelemiseksi jatkuvan kasvatuksen menetelmin (Eyvindson ym. 2021).

Jos valtion maiden avohakkuukielto ei saa poliittista tukea, on kuitenkin selvä että vähintään suojelualueiden lähiympäristöt, virkistysmetsät, vesien ja vesistöjen varret lähimetsineen, ja erityisesti turvemaat tulisi valtion metsissä asettaa avohakkuukieltoon. Näissä kohteissa avohakkuiden haitalliset vaikutukset ovat suurimmat, ja myös taloudelliset perusteet jatkuvalle kasvatukselle parhaimmat.

Valtion omia alueita koskeva säätely on myös tärkeä viesti kansalaisille ja yrityksille: julkisen tahon pyrkimys kantaa omalta osaltaan vastuuta kestävästä metsänhoidosta on kutsu muille metsänomistajille ja metsien hoidosta vastaaville tahoille kestävien toimintamuotojen kehittämiseen ja toteuttamiseen. Tämä voidaan kääntää myös suoraan ympäristökasvatuksen muotoon: Millaisessa Suomessa uudet sukupolvet kasvavat ympäristökansalaisiksi ja miltä todellisuuspohjalta heille voidaan opettaa kestäviä elämäntapoja?

Metsäluontovaikutukset

Suomen metsissä elää ensisijaisesti 833 uhanalaista lajia (Hyvärinen ym. 2019). Uhanalaisilla lajeilla on korkea todennäköisyys hävitä Suomesta seuraavien vuosikymmenten aikana, jos toimenpiteitä niiden turvaamiseksi ei merkittävästi lisätä. Merkittävimpiä syitä metsälajien uhanalaistumiseen on metsien käsittely puuntuotantoon. Metsien talouskäytöstä johtuva metsäelinympäristöjen heikennys on ensisijainen uhanalaisuuden syy 732 uhanalaiselle lajille ja yksi uhanalaisuuden syistä 1413 lajille. Uhanalaisten lajien lisäksi metsäelinympäristöjen heikennys on johtanut useiden lajien taantumiseen niin, että ne ovat joutuneet silmälläpidettäviksi. Silmälläpidettävät lajit ovat vaarassa hävitä, mutta niiden häviämisriski ei ole aivan yhtä korkea kuin uhanalaisten lajien riski. Metsäelinympäristöjen heikennys on ensisijainen silmälläpidettävyyden syy 611 lajilla ja yksi syistä 1068 lajilla. Kaikkiaan metsien talouskäytöstä johtuva elinympäristöjen heikennys on johtanut noin 2500 lajin kasvaneeseen riskiin hävitä Suomesta ja tämä on yli 10 % kaikista Suomessa niin hyvin tunnetuista lajeista, että niiden uhanalaisuus on voitu arvioida. Lahopuun tai vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen ovat syy yli puolelle näistä lajeista. Lisäksi yli neljäsosalle merkittävin uhanalaistumisen syy on metsien uudistamis- ja hoitotoimet.

Suurinta osaa Suomen talousmetsistä käsitellään jaksollisen metsänkasvatuksen keinoin, jolloin merkittävin hakkuukertymä saadaan avohakkuilla. Avohakkuussa metsäkuviolta poistetaan puusto säästöpuita lukuun ottamatta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että valtaosalta metsälajeista poistetaan avohakkuun yhteydessä elinympäristö ja resurssit (Esseen ym. 1997; Hanski 2011). Avohakkuut häiritsevät metsäkuviotasolla muun muassa kasvilajistoa (Kaarlejärvi ym. 2020), maaperäeliöstöä (Siira-Pietikäinen ja Haimi 2009), selkärangattomien lajistoa (Matveinen-Huju ja Koivula 2008; Koivula ym. 2019), sienilajistoa (Snäll ja Jonsson 2001) ja lintulajistoa (Söderström 2009, Virkkala 1990). Avohakkuun jälkeen metsäalan valtaavat tyypillisesti metsän lajikehityksen eli sukkession

alkupään lajisto ja metsien yleislajit. On kuitenkin huomioitava, että tämä ei ole verrattavissa luonnon sukkessioon, sillä avohakkuualoilta puuttuu runsas lahopuusto, ja niiltä poistetaan usein harvennushakkuissa luontaisesti syntynyt lehtipuusto, jotka ovat luonnon monimuotoisuuden kannalta olennainen osa luonnollista metsän sukkessiota voimakkaan häiriön jälkeen (Esseen ym. 1997; Kuuluvainen ja Aakala 2011).

Metsäkuviotason negatiivisten vaikutusten lisäksi avohakkuut tekevät metsiin jyrkkiä reunoja ja häiritsevät siten myös viereisten metsien olosuhteita. Avohakkuiden reunavaikutus voi ulottua jopa satoja metrejä viereisen metsän sisään (Murcia 1995). Avohakkuiden reunametsät ovat lämpimiä sekä valoisia (esim. Oldén ym. 2019) lisäten hyönteismääriä (Jokimäki ym. 1998) ja ne ovat alttiita häiriöille, kuten tuulituhoille (Zeng ym. 2004). Avohakkuiden reunametsissä menestyvät usein metsien yleislajit, jotka voivat viedä tilaa vaateliaammalta lajistolta (esim. Snäll ja Jonsson 2001). Avohakkuiden metsänreunat vaikuttavat negatiivisesti myös lajien lisääntymismenestykseen (Huhta ym. 1999; Santangeli ym. 2012). Avohakkuiden aiheuttama reunavaikutus on talousmetsien monimuotoisuuden näkökulmasta erityisen haitallista tärkeiden elinympäristöjen, kuten avainbiotooppien läheisyydessä (esim. Ylisirniö ym. 2016; Oldén ym. 2019).

Laajemmalla maisematasolla avohakkuut pirstovat metsämaisemaa (Jokimäki ym. 1996; Kouki ym. 2001). Avohakkuut vähentävät lajien elinympäristöjen määrää ja säilyneet elinympäristölaikut ovat usein pieniä ja huonosti kytkeytyneitä. Usein lajipopulaatioiden näkökulmasta jäljelle jääneet elinympäristölaikut eivät pysty ylläpitämään elinvoimaisia lajipopulaatioita, mikä näkyy lajien uhanalaistumisena ja geneettisenä rappeutumisena (Hanski 2011; Uimaniemi ym. 2002, 2003). Talousmetsien voimakas käsittely vaikuttaa negatiivisesti myös laajempien suojelualueiden lajiyhteisöjen monimuotoisuuteen (Häkkilä ym. 2017).

Avohakkuita ja jaksollista metsänkasvatusta on perusteltu muun muassa sillä, että ne jäljittelisivät metsien luontaista häiriödynamiikka. Tutkimus on kuitenkin osoittanut, että isot häiriöt, jotka johtavat tasa-ikäisrakenteiseen metsään, ovat olleet etenkin Fennoskandian boreaalisissa metsissä harvinaisia (Kuuluvainen ja Aakala 2011; Kuuluvainen ja Gauthier 2018). Pienet häiriöt, kuten yksittäisten puiden tai puuryhmien kuolemat, ovat olleet luonnonmetsissä yleisempiä. Siten poimintahakkuut ja osittaiset hakkuut voivat säilyttää paremmin metsien luontaista rakennetta ja elinympäristöjä (Kuuluvainen 2009). On kuitenkin selvää, että aina kun metsästä poistetaan puustoa, poistetaan samalla resursseja metsälajeilta ja negatiiviset vaikutukset ovat pitkäaikaisia (Muurinen ym. 2019). Hakkuun voimakkuus on yhteydessä sen lajistolle aiheuttaman häiriön voimakkuuteen (esim. Sippola ym. 2001, 2004).

Jaksollisen kasvatuksen vaihtoehdoksi on ehdotettu jatkuvapeitteistä kasvatusta, jossa vältetään avohakkuita. Kuuluvainen ym. (2012) vertailivat katsauksessa eri metsänkasvatustapojen vaikutuksia boreaalisten metsien lajistoon Fennoskandiassa. Lyhytaikaiset empiiriset tutkimustulokset osoittavat, että jatkuvan kasvatuksen poiminta- ja pienaukkohakkuut häiritsevät lajistoa (mm. kasvi-, maaperä- ja selkärangatonlajisto) vähemmän kuin jaksollisen kasvatuksen avohakkuu. Esimerkiksi mustikka, joka on yksi boreaalisen metsän merkittävistä avainlajeista, häiriintyy jatkuvakasvatuksen tyyppisistä hakkuista vähemmän kuin avohakkuista (Atlegrim ja Sjöberg 1996, 2004).

Viime vuosina on julkaistu eri kasvatustapoja vertailevia tutkimustuloksia metsäkuviotasolla pidemmillä vaikutusajoilla. Ruotsalaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että lahopuusta

riippuvainen kovakuoriaislajisto sekä maaperän sienilajisto säilyvät jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen metsissä paremmin kuin avohakatuissa metsissä (Hjältén ym. 2017; Joelsson ym. 2017, 2018; Kim ym. 2021). Suomalaiset tutkimukset ovat esimerkiksi osoittaneet, että kasviyhteisöjen vastustus- ja palautumiskyky hakkuista ovat parempia jatkuvapeitteisen kasvatuksen metsissä kuin jaksollisen kasvatuksen avohakatuissa metsissä (Vanha-Majamaa ym. 2017). On kuitenkin selvää, että myös jatkuvapeitteinen kasvatus aiheuttaa häiriötä monimuotoisuudelle, joten tärkeistä rakennepiirteistä, kuten lahopuuston, vanhojen ja järeiden puiden säästämisestä sekä lehtipuusekoituksesta tulee pitää huolta metsien käsittelytavasta riippumatta. Vaateliain lajisto löytää elinympäristöä ainoastaan käsittelemättömistä metsistä (esim. Sippola ym. 2004).

Keski-Euroopassa on vertailtu jatkuvan kasvatuksen ja jaksollisen avohakkuisiin perustuvan metsien lajimääriä ja tutkimukset ovat osoittaneet, että maisematasolla mosaiikki jaksollisen metsänkasvatuksen kuvioita voi säilyttää korkeamman lajimäärän kuin jatkuvan kasvatuksen metsänkasvatuksen metsien maisema (Schall ym. 2018) tai yhdistelmä eri kasvatustapoja (Schall ym. 2020). On kuitenkin huomioitava, että käsittelytavat eivät ole suoraan verrattavissa boreaalisten metsien käsittelyyn. Savilaakso ym. (2020) katsaus Pohjoismaista ja Venäjältä ehdottaa, että maisematasolla monimuotoisuuden näkökulmasta talousmetsissä paras olisi yhdistelmä erilaisia metsiä jatkuvapeitteistä ja vähemmässä määrin myös jaksollista kasvatusta. Samoin maisematason simulaatiotutkimus ehdottaa, että talousmetsissä yhdistelmä eri kasvatustapoja olisi paras monimuotoisuuden näkökulmasta (Peura ym. 2018). Optimoitu yhdistelmä metsien käsittelyä sisältäisi kuitenkin suurimman osan jopa noin kaksi kolmasosaa jatkuvapeitteistä kasvatusta (Eyvindson ym. 2021). Koska lakialoite koskee vain valtion omistamia metsiä, voidaan sen tavoitetta kieltää avohakkuut valtion mailla pitää luonnon monimuotoisuuden kannalta hyvin perusteltuna. Yksityismetsissä pääasiassa jaksolliseen kasvatukseen ja avohakkuisiin perustuva metsienkäsittely jatkuu. Vaikka valtionmailla avohakkuut kiellettäisiin kokonaan yksityismailla niitä on enemmän kuin tarpeeksi täyttääkseen sen pienen määrän, joka riittävästi monipuolistaa metsämaisemaa.

Vesiluontovaikutukset

Hakkuutavoilla on suuria vaikutuksia myös hakkuualueiden ulkopuolelle, jolloin negatiiviset vaikutukset kohdistuvat erityisesti vesieläimiin mm. lohikaloihin ja erittäin uhanalaiseen jokihelmisimpukkaan (Österling & Högberg 2014). Erityisesti turvemailla ja alavilla kangasmailla avohakkuussa poistetun puuston haihdunnan menettämisen takia huonontunutta vesitaloutta korjataan ojituksin. Avohakkuu yhdistettynä voimakkaaseen maaperän käsittelyyn ja ojitukseen aiheuttaa mm. läheisten vesistöjen lämpöhaittoja, raskasmetallipäästöjä, humuksen ja kiintoaineksen eroosiota ja alapuolisten vesistöjen rehevöitymistä ravinnepäästöjen takia.

Avohakkuut nostavat alan välittömässä läheisyydessä olevien vesien, norojen, purojen ja vesistöjen lämpötilaa (Baldon ym. 2018). Lämpötilan nousulla on erityisen ongelmallisia vaikutuksia kylmiä vesiä suosiviin lajeihin kuten lohikaloihin, joiden elinolosuhteet heikkenevät kiihtyvää tahtia jo ilmastonmuutoksenkin takia (Battin ym. 2007). Lohikalat ovat lisääntymisbiologiansa takia myös erittäin herkkiä jokiluontoon avohakkuissa, ojituksissa ja maanmuokkauksissa vapautuvalle humukselle ja kiintoaineelle, joka tukkii veden virtauksen,

ja siten hapensaannin, puron pohjasoraan haudatulle mädille (Joensuu ym. 1999, Laine & Heikkinen 2000).

Avohakkuisiin yleensä liittyvä maanmuokkaus voi edistää maaperän elohopean muuttumista ihmiselle myrkylliseen metyylimuotoon (Porvari ym. 2003), joka rikastuu ravintoketjussa lopulta petokaloihin (Miller ym. 2013) ja ihmisiin. Tälläkin hetkellä sisävesien petokalojen syöntiä ohjeistetaan rajoittamaan liiallisen elohopean takia.

Avohakkuu maanmuokkauksineen ja kunnostettuine ojineen aiheuttaa erittäin voimakkaan ravinnekuormituksen. Ääritilanteissa ominaiskuormitus voi olla fosforin osalta jopa nelinkertainen (6.3 kg/ha) pelkän ojituksen ominaiskuormitukseen nähden (1.6 kg/ha) (Ahtiainen ja Huttunen 1999). Turvemaalla tehty hakkuu (26 kg/ha) voi vastata erittäin haitalliseksi todetun ojituksen ominaispäästöjä (21 kg/ ha) typen osalta, ja näiden yhteisvaikutus on vielä suurempi, jos avohakkuualueen ojasto kunnostetaan tai alue ojitetaan. Uusimpien tutkimustulosten perusteella metsätalouden vesistökuormitus onkin arvioitu aikaisempia arvioita huomattavasti suuremmaksi (Finer ym 2020, Nieminen ym. 2018a). Syynä arvioiden muuttumiseen on havainto vanhoiltakin ojitusaluilta tulevien vesien tausta-arvoja suuremmista ravinnepitoisuuksista. Avohakkuuttomalla, jatkuvaan kasvatukseen perustuvalla, metsätaloudella on mahdollista vähentää huomattavasti turvemaiden maanmuokkausta ja kunnostusojitusta ja siten myös ravinnekuormitusta vesistöihin (Nieminen ym. 2018b).

Riippuen rajoittavasta ravinteesta voi typen tai fosforin lisäys metsätalouden takia johtaa rehevöitymiseen, jolla on merkittäviä vaikutuksia vesiluontoon. Merialueilla rajoittava ravinne on yleensä typpi, kun taas sisävesien rehevöitymiseen johtaa yleensä fosforin päästöt (Pietikäinen & Räike 1999). Erityisesti latvavesillä ja jo kuormittuneilla alueilla avohakkuun aiheuttamat suuret vesistöpäästöt muodostavat suuren riskin vesien laatuluokan heikkenemisestä. Metsätalouden ravinnepäästöt vaikuttavat myös meriluonnossa tapahtuvaan rehevöitymiseen.

Rehevöityminen on haitallista vesiluonnolle koska se lisää vesistössä perustuotantoa: levää ja vesikasveja, jotka hajotessaan talvisin kuluttavat veden hapen tappaen vesieliöt. Hapettomuus pohjasedimentissä voi muuttaa ravinteita myös uudelleen liukoiseen muotoon, pahentaen rehevöitymiskierrettä (Tammi 1996). Rehevöityminen johtaa erityisesti särkikalojen yleistymiseen muiden kalalajien kustannuksella (Tammi 1996). Erityisesti lohi ja petokalat kärsivät rehevöitymisestä. Rehevöityminen vähentää kalojen kutumenestystä kutualustojen liettyessä ja happitilanteen heikentyessä, ja erityisen ongelmallista tämä on järvikutuisille lohikaloille (Tammi 1996).

Lajiston uhanalaisuuden osalta pienvedet, jotka ovat lähes aina metsätalouden vaikutusalueilla ovat yliedustettuna lajien uhanalaisuudessa. Esimerkiksi punaisen listan vesihyönteislajeista puolet on pienvesien lajeja (Hyvärinen ym. 2019). Luontotyyppien uhanalaisuusselvityksessä (Kontula ym. 2018) pienvesien tila luokiteltiinkin heikoksi, syynä pääasiassa metsätalouden maankäytön muutokset kuten ojitukset. Avohakkuuttomalla metsätaloudella ja siitä johtuvalla kunnostusojitustarpeen vähenemisellä onkin mahdollista vähentää rehevöitymistä ja parantaa vesiluonnon tilaa oleellisesti latvavesistä aina Itämereen saakka.

Lähteet

Ahtiainen, M. & Huttunen, P. (1999). Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in brooks. Boreal Env. Res. 4: 101–114.

Atlegrim O, Sjöberg K (2004) Selective felling as a potential tool for maintaining biodiversity in managed forests. Biodivers Conserv 13:1123–1133. https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000018148.84640.fd

Atlegrim O, Sjöberg K (1996) Response of bilberry (Vaccinium myrtillus) to clear-cutting and single- tree selection harvests in uneven-aged boreal Picea abies forests. For Ecol Manage. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03794-2

Battin J, Wiley MW, Ruckelshaus MH, et al (2007) Projected impacts of climate change on salmon habitat restoration. Proc Natl Acad Sci U S A 104:6720–6725. https://doi.org/10.1073/pnas.0701685104

Bladon, KD, Segura, C, Cook, NA, Bywater□Reyes, S, Reiter, M. (2018) "A Multicatchment Analysis of Headwater and Downstream Temperature Effects from Contemporary Forest Harvesting." Hydrological processes 32: 293–304. https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1002/hyp.11415

Esseen P-A, Ehnström B, Ericson L, Sjöberg K (1997) Boreal Forests. Ecol Bull 46:16–47.

Eyvindson K, Duflot R, Triviño M, et al (2021) High boreal forest multifunctionality requires continuous cover forestry as a dominant management. Land use policy 100:. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104918

Finér L, Lepistö A, Karlsson K, Räike A, Tattari S, Hut- tunen M, Härkönen L, Joensuu S, Kortelainen P, Mattsson T, Piirainen S, Sarkkola, Sakari – Sallantaus T, Ukonmaanaho L (2020) Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6. Häkkilä M, Le Tortorec E, Brotons L, et al (2017) Degradation in landscape matrix has diverse impacts on diversity in protected areas. PLoS One 12:1–17. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184792

Hanski I (2011) Habitat Loss, the Dynamics of Biodiversity, and a Perspective on Conservation. Ambio. https://doi.org/10.1007/s13280-011-0147-3

Hjältén J, Joelsson K, Gibb H, et al (2017) Biodiversity benefits for saproxylic beetles with uneven-aged silviculture. For Ecol Manage 402:37–50. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.064

Huhta ESA, Jukka L, Ki J (1999) Breeding success of pied flycatchers in artificial forest edges: the effect of a suboptimally shaped foraging area. The Auk 116:528–535

Hyvärinen E, Juslén A, Kemppainen E, et al. (2019) The 2019 red list of finnish species. Ministry of the Environment and Finnish Environment Institute, Helsinki

Joelsson K, Hjältén J, Gibb H (2018) Forest management strategy affects saproxylic beetle assemblages: A comparison of even and uneven-aged silviculture using direct and indirect sampling. PLoS One 13:1–20. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194905

Joelsson K, Hjältén J, Work T, et al (2017) Uneven-aged silviculture can reduce negative effects of forest management on beetles. For Ecol Manage 391:436–445. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.006

Joensuu, S., Ahti, E. & Vuollekoski, M. (1999). Effects of peatland forest ditch maintenance on suspended solids in runoff. Boreal Environ. Res. 4: 343- 355.

Laine, A. & Heikkinen, K. (2000). Peat mining increasing fine-grained organic matter on the riffle beds of boreal streams. Arch. Hydrobiol. 148: 9-24.

Jokimäki, J., & Huhta, E. (1996). Effects of landscape matrix and habitat structure on a bird community in northern Finland: a multi-scale approach. Ornis Fennica, 73(3), 97-113.

Jokimäki, J., Huhta, E., Itämies, J., & Rahko, P. (1998). Distribution of arthropods in relation to forest patch size, edge, and stand characteristics. Canadian Journal of Forest Research, 28(7), 1068-1072.

Jutila E., Ahvonen A., & Laamanen M. (1999), Influence of environmental factors on the density and biomass of stocked brown trout, Salmo trutta L., parr in brooks affected by intensive forestry. Fisheries Management and Ecology, 6: 195-205. https://doi.org/10.1046/j.1365-2400.1999.00149.x

Kaarlejärvi E, Salemaa M, Tonteri T, et al. (2020) Temporal biodiversity change following disturbance varies along an environmental gradient. Glob Ecol Biogeogr 1–14. https://doi.org/10.1111/geb.13233

Kim S, Axelsson PE, Girona MM, Senior JK (2021) Continuous-cover forestry maintains soil fungal communities in Norway spruce dominated boreal forests. For Ecol Manage 480:118659. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118659

Koivula MJ, Venn S, Hakola P, Niemelä J (2019) Responses of boreal ground beetles (Coleoptera, Carabidae) to different logging regimes ten years post harvest. For Ecol Manage 436:27–38. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.047

Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). (2018). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 388 s.

Kouki J, Löfman S, Martikainen P, et al (2001) Forest fragmentation in Fennoscandia: Linking habitat requirements of wood-associated threatened species to landscape and habitat changes. Scand J For Res 16:27–37. https://doi.org/10.1080/028275801300090564

Kuuluvainen T (2009) Forest management and biodiversity conservation based on natural ecosystem dynamics in northern Europe: the complexity challenge. Ambio 38:309–15. https://doi.org/10.1579/08-A-490.1

Kuuluvainen T, Aakala T (2011) Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: A review and Classification. Silva Fenn. 45:823–841

Kuuluvainen T, Gauthier S (2018) Young and old forest in the boreal: critical stages of ecosystem dynamics and management under global change. For. Ecosyst. 5

Kuuluvainen T, Tahvonen O, Aakala T (2012) Even-Aged and Uneven-Aged Forest Management in Boreal Fennoscandia: A Review. Ambio 41:720–737. https://doi.org/10.1007/s13280-012-0289-y

Matveinen-Huju K, Koivula M (2008) Effects of alternative harvesting methods on boreal forest spider assemblages. Can J For Res 38:782–794. https://doi.org/10.1139/X07-169

Miller A, Bignert A, Porvari P, et al (2013) Mercury in perch (Perca fluviatilis) from Sweden and Finland. Water Air Soil Pollut 224:.

Murcia C (1995) Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. Trends Ecol Evol 10:58–62. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88977-6

Muurinen L, Oksanen J, Vanha-Majamaa I, Virtanen R (2019) Legacy effects of logging on boreal forest understorey vegetation communities in decadal time scales in northern Finland. For Ecol Manage 436:11–20. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.048

Nieminen M, Sarkkola S, Hellsten S, et al (2018a) Increasing and Decreasing Nitrogen and Phosphorus Trends in Runoff from Drained Peatland Forests—Is There a Legacy Effect of Drainage or Not? Water Air Soil Pollut 229:. https://doi.org/10.1007/s11270-018-3945-4

Nieminen M, Hökkä H, Laiho R, et al (2018b) Could continuous cover forestry be an economically and environmentally feasible management option on drained boreal peatlands? For. Ecol. Manage.

Oldén A, Peura M, Saine S, et al (2019) The effect of buffer strip width and selective logging on riparian forest microclimate. For Ecol Manage 453:. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117623

Peura M, Burgas D, Eyvindson K, et al (2018) Continuous cover forestry is a cost-efficient tool to increase multifunctionality of boreal production forests in Fennoscandia. Biol Conserv 217:. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.018

Pietikäinen O-P, & Räike A. (1999). Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen Ympäristökeskus 313.

Saarikoski H, Mustajoki J, Marttunen M (2013) Participatory multi-criteria assessment as ‘opening up’ vs. ‘closing down’ of policy discourses: A case of old-growth forest conflict in Finnish Upper Lapland. Land use policy 32:329–336. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.11.003

Sallinen, A., Tuominen, S., Kumpula, T. & Tahvanainen, T. (2019) Undrained peatland areas disturbed by surrounding drainage: a large scale GIS analysis in Finland with a special focus on aapa mires. Mires and Peat, 24(38), 1–22. (Online: http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map24/map2438.php); doi: 10.19189/MaP.2018.AJB.391

Santangeli A, Lehtoranta H, Laaksonen T (2012) Successful voluntary conservation of raptor nests under intensive forestry pressure in a boreal landscape. Anim Conserv 15:571–578. https://doi.org/doi:10.1111/j.1469-1795.2012.00551.x

Savilaakso S, Johansson A, Häkkilä M, et al(2020) What are the effects of even-aged and uneven-aged forest management on boreal forest biodiversity in Fennoscandia and European Russia? A systematic review. [hyväksytty käsikirjoitus Environ Evid] Suomekielinen raportti tutkimuksesta: Tasa- ja eri-ikäiskasvatuksen vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen boreaalisella vyöhykkeellä Fennoskandiassa ja Euroopan puoleisella Venäjällä. Metsätehon raportti 256.

Schall P, Gossner MM, Heinrichs S, et al (2018) The impact of even-aged and uneven-aged forest management on regional biodiversity of multiple taxa in European beech forests. J Appl Ecol. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12950

Schall P, Heinrichs S, Ammer C, et al (2020) Can multi-taxa diversity in European beech forest landscapes be increased by combining different management systems? J Appl Ecol 57:1363–1375. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13635

Siira-Pietikäinen A, Haimi J (2009) Changes in soil fauna 10 years after forest harvestings: Comparison between clear felling and green-tree retention methods. For Ecol Manage 258:332–338. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.04.024

Sippola A-L, Lehesvirta T, Pertti R (2001) Effects of selective logging on coarse woody debris and diversity of wood-decaying polypores in eastern Finland. Ecol Bull 243–254

Sippola A, Similä M, Mönkkönen M, Jokimäki J (2004) Diversity of polyporous fungi (Polyporaceae) in northern boreal forests: effects of forest site type and logging intensity. Scand J For Res 19:152–163. https://doi.org/10.1080/02827580410026294

Snäll T, Jonsson BG (2001) Edge Effects on Six Polyporous Fungi Used as Old-Growth Indicators in Swedish Boreal Forest. Ecol Bull 255–262

Söderström B (2009) Effects of different levels of green- and dead-tree retention on hemi-boreal forest bird communities in Sweden. For Ecol Manage 257:215–222. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.030

Tammi, J. (1996). Rehevöitymisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen – kirjallisuuskatsaus. Riista ja Kalatalouden Tutkimuskeskus, Kalatutkimuksia 103.

Uimaniemi L, Orell M, Kvist L, et al (2003) Genetic Variation of the Siberian tit Parus cinctus Populations at the Regional Level : A Mitochondrial Sequence Analysis. Ecogr 26:98–106

Uimaniemi L, Orell M, Monkkonen M, et al (2002) Genetic Diversity in the Siberian Jay Perisoreus infaustus in Fragmented Old-Growth Forests of Fennoscandia. Ecogr 23:669–677

Vanha-Majamaa I, Shorohova E, Kushnevskaya H, Jalonen J (2017) Resilience of understory vegetation after variable retention felling in boreal Norway spruce forests – A ten-year perspective. For Ecol Manage 393:12–28. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.040

Virkkala, R. 1990: Effects of forestry on birds in a changing north-boreal coniferous landscape. Ph. D. thesis, University of Helsinki, Department of Zoology. Laserpaino, Helsinki

Ylisirniö AL, Mönkkönen M, Hallikainen V, et al (2016) Woodland key habitats in preserving polypore diversity in boreal forests: Effects of patch size, Stand structure and microclimate. For Ecol Manage. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04.042

Österling, M., & Högberg, J. (2014). The impact of land use on the mussel *margaritifera margaritifera* and its host fish *salmo trutta*. Hydrobiologia, 735(1), 213-220. doi:http://dx.doi.org.libproxy.helsinki.fi/10.1007/s10750-013-1501-1

Zeng H, Peltola H, Talkkari A, et al (2004) Influence of clear-cutting on the risk of wind damage at forest edges. For Ecol Manage 203:77–88. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.057