

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

Author(s): Oldén, Anna; Mäenpää, Hennariikka; Peura, Maiju; Kotiaho, Janne S.; Mönkkönen, Mikko; Halme, Panu

Title: Purovarsimetsien suojavyöhykkeiden vaikutus kasvi- ja kääpälajistoon, pienilmastoon ja tuulenkaatoihin

Year: 2020

Version: Published version

Copyright: © Kirjoittajat, 2020

Rights: CC BY-SA 4.0

Rights url: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Please cite the original version:

Oldén, A., Mäenpää, H., Peura, M., Kotiaho, J. S., Mönkkönen, M., & Halme, P. (2020). Purovarsimetsien suojavyöhykkeiden vaikutus kasvi- ja kääpälajistoon, pienilmastoon ja tuulenkaatoihin. *Metsätieteen aikakauskirja*, 2020, Article 10382. <https://doi.org/10.14214/ma.10382>

Anna Oldén^{1,2}, Hennariikka Mäenpää¹, Maiju Peura^{1,2}, Janne S. Kotiaho^{1,2},
Mikko Mönkkönen^{1,2} ja Panu Halme^{1,2}

Puronvarsimetsien suojavyöhykkeiden vaikutus kasvi- ja kääpälajistoon, pienilmastoon ja tuulenkaatoihin

Oldén A., Mäenpää H., Peura M., Kotiaho J.S., Mönkkönen M., Halme P. (2020). Puronvarsimetsien suojavyöhykkeiden vaikutus kasvi- ja kääpälajistoon, pienilmastoon ja tuulenkaatoihin. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10382. Tieteen tori. 10 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10382>

Yhteystiedot ¹Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä; ²JYU Wisdom-resurssiviisausyhteisö, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä

Sähköposti anna.m.olden@jyu.fi

Hyväksytty 29.6.2020

Metsälaki ja puronvarsien suojavyöhykkeet

Suomen metsälain (1996/1093) 10§ käsittelee metsätalousmailla sijaitsevia erityisen tärkeitä elinympäristöjä, joiden ominaispiirteet tulee säilyttää. Purojen ja norojen lähiympäristöt ovat erityisen tärkeitä elinympäristöjä, mikäli ne ovat uomaltaan ja ympäröivältä puustoltaan luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia sekä ympäristöstään selvästi erottuvia. Purojen (ja norojen) lähiympäristöjen säilytettäviä ominaispiirteitä ovat veden läheisyydestä ja puu- ja pensaskerroksesta johtuvat erityiset kasvuolosuhteet ja pienilmasto. Metsälaki ei määrittele, miten nämä ominaispiirteet saadaan säilytettyä esimerkiksi silloin, kun viereisellä metsäkuviolla tehdään avohakkuu. Käytännössä puron ja avohakkuun väliin jätetään suojavyöhyke, jonka toivotaan suojaavan sekä puron ominaisuuksia että aivan puron vieressä olevien terrestristen elinympäristöjen (maaelinympäristöjen) ominaisuuksia. Suomessa metsälaki-puronvarsien suojavyöhykkeiden leveydet ovat vaihdelleet alle 10 metristä noin 25 metriin purosta avohakkuulle mitattuna.

Aikaisemmat tutkimukset mm. Ruotsin ja Kanadan boreaalisissa metsissä ovat osoittaneet, että puron lähiympäristön lajiston ja pienilmaston säilyminen edellyttäisi yli 30 metrin tai jopa yli 45 metrin levyisiä suojavyöhykkeitä. Suomessa jätettävät suojavyöhykkeet ovat siis todennäköisesti ominaispiirteiden säilyttämisen kannalta liian kapeita. Niiden leventäminen aiheuttaisi kuitenkin huomattavia taloudellisia menetyksiä, sillä puronvarsimetsät ovat yleensä hyvätuottoisia metsiä. Poimintahakkuun sallimista suojavyöhykkeen sisällä on ehdotettu yhdeksi ratkaisuksi menetyksien vähentämiseen. Nykyisin metsälakikohteissa sallitaan suojavyöhykkeen reunan hyvin varovainen poimintahakkuu, mutta selvästi nykyistä leveämällä suojavyöhykkeillä voisi olla mahdollista toteuttaa voimakkaampiakin poimintahakkuuta. Poimintahakkuun vaikutuksista on vain vähän tutkimustuloksia, mutta se näyttäisi muuttavan

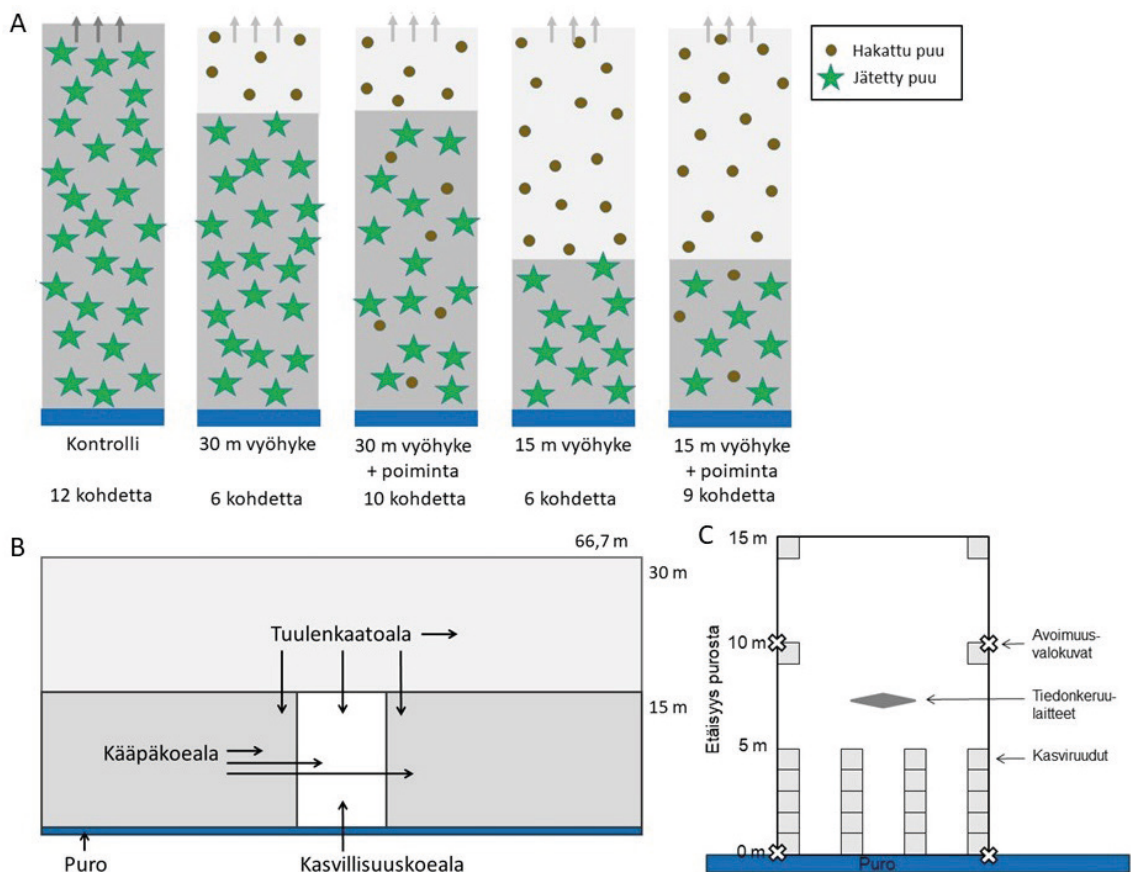
puron makroniveljalkaislajistoa, lisäävän puiden taimettumista sekä vähentävän lahopuun muodostumista pitkällä aikavälillä. Lisäksi poimintahakkuu voi muuttaa pienilmasto-olosuhteita ja lisätä tuulenkaatoriskiä.

Suojavyöhykkeiden tietopohjan syventäminen METSO-kehittämissuojavyöhykkeessä

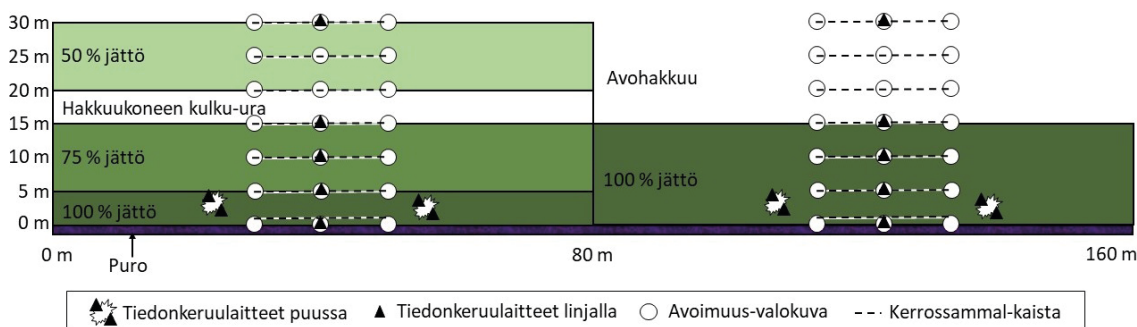
Tässä kirjoituksessa esitämme yhteenvedon Suomessa toteuttamistamme metsälaki-puronvarsien suojavyöhykkeitä käsittelevistä tutkimuksista. Selostetut tutkimukset on tehty osana maa- ja metsätalousministeriön rahoittamaa METSO-kehittämissuojavyöhykkeen ”Lisää vaikuttavuutta ja kustannustehokkuutta suojavyöhykehakkuihin”. Tavoitteena oli selvittää, millaiset suojavyöhykkeen leveys ja poimintahakkuutapa olisivat vain vähän ekologisia muutoksia aiheuttavia, mutta samalla mahdollisimman kustannustehokkaita. Hankkeen tuotoksina on tähän mennessä julkaistu kolme vertaisarvioitua tutkimusartikkelia ja kaksi pro gradu -tutkielmaa, joihin pohjautuvat kaksi tutkimuskäsikirjoitusta ovat tätä kirjoitettaessa vertaisarvioitavina¹.

Hankkeeseen kuului kaksi koeasetelmaa, joista ensimmäisessä tutkittiin suojavyöhykkeen leveyden (15 tai 30 m) ja sen poimintahakkuun (kyllä tai ei) vaikutuksia putkilokasvi-, lehtisammal- ja kääpälajistoon sekä pienilmastoon, latvuston avoimuuteen ja tuulenkaatoihin. Ennen käsittelyitä kaikki kohteet olivat uudistuskypsiä ja kuusivaltaisia metsälakikohteita. Osa kohteista jätettiin hakkaamatta (kontrollit). Käsittelykohteille jätettiin kevättalvella 2006 avohakkuun ja puron väliin joko 15 tai 30 m leveä suojavyöhyke; osalla kohteista tälle vyöhykkeelle jätettiin kaikki puut ja osalla poistettiin poimintahakkuuna 30 % puustosta (Kuva 1A). Kohteilla tutkittiin putkilokasvi- ja lehtisammallajit vuosina 2004 (ennen hakkuuta) ja 2007 (2 v hakkuun jälkeen), sekä tietyt lehtisammallajit vuonna 2017 (12 v hakkuun jälkeen) (1 m² ruuduilta, Kuva 1C). Kääpälajisto tutkittiin vuosina 2004 ja 2017 (0,1 hehtaarin kokoisilta koealoilta, Kuva 1B) ja tuulenkaadot vuonna 2017 (0,2 hehtaarin aloilta, Kuva 1B). Pienilmastoa tutkittiin kesällä 2017 automaattisilla tiedonkeruulaitteilla (datalogger), jotka mittasivat lämpötilaa ja suhteellista ilmankosteutta (7,5 m etäisyydellä purosta, Kuva 1C). Latvuston avoimuutta mitattiin ottamalla kalansilmäobjektiivilla valokuvia, joista laskettiin taivaana näkyvien pikseleiden osuus (0 ja 10 m etäisyydellä purosta, Kuva 1C).

Toisessa koeasetelmassa verrattiin pienilmaston muutosta ensimmäisenä kesänä hakkuun jälkeen ”perinteisen” kapean (15–17 m) suojavyöhykkeen ja leveämmän (30–37 m), mutta poimintahakattun suojavyöhykkeen välillä. Ensimmäisessä koeasetelmassa poimintahakkuu oli tehty tasaisesti läpi koko suojavyöhykkeen, kun taas tässä toisessa kokeessa poistettujen puiden määrä kasvoi purosta avohakkuulle siirryttäessä. Kohteilla oli uudistuskypsä kuusivaltainen puusto. Hakkuut tehtiin talvella 2017–2018. Jokaiseen puronvarteen tehtiin vierekkäin kaksi erilaista suojavyöhykettä: Kapea (15–17 m) **ei-poimintahakattu** suojavyöhyke, sekä leveä (30–36 m) **poimintahakattu** suojavyöhyke (Kuva 2). Poimintahakkuussa pyrittiin poimimaan mahdollisimman suuria puita, ja poiminnan tavoitteena oli saada sama määrä tukkipuuta kuin kapean vyöhykkeen käsittelyssä, jotta taloudellinen vaikutus olisi mahdollisimman samanlainen. Mittasimme tiedonkeruulaitteilla pienilmastomuuttujia ennen hakkuuta (kesällä 2017) sekä hakkuuden jälkeen (kesällä 2018) (1 m etäisyydellä purosta, Kuva 2). Hakkuuden jälkeen tutkimme pienilmastogradientteja tiedonkeruulaitteilla sekä latvuston avoimuutta kalansilmäobjektiivilla otetuilla valokuvilla (purosta poispäin kulkevilla linjoilla, Kuva 2). Lisäksi keräsimme metsäkerrossammalen versoja, joista tutkittiin hakkuun jälkeen kasvaneen kerroksen kuivabiomassa sekä ennen hakkuuta kasvaneen kerroksen kuivabiomassa. Näiden suhde kertoo hakkuukäsittelyiden vaikutuksesta tämän lajin kasvuun, jota voidaan käyttää bioindikaattorina pienilmaston muutokselle.



Kuva 1. A) Koeasetelman 1 hakkuukäsittelyt, joilla tutkittiin suojavyöhykkeiden leveyden ja poimintahakkuiden vaikutusta puronvarsimetsien putkilokasvi-, lehtisammal- ja kääpälajistoon, tuulenskaatoihin, pienilmastoon ja latvuston avoimuuteen. Kunkin käsittelyn alla on kerrottu, kuinka monella kohteella tehtiin kyseinen käsittely. Yhteensä kohteita oli 43 ja ne sijaitsivat Keski- ja Itä-Suomessa. B) Kääpien ja kasvillisuuden koealojen sekä tuulenskaatojen tutkimusalan sijainti puroon nähden. C) Kasviruutujen, avoimuusvalokuvien kuvauspisteiden ja tiedonkeruulaitteiden sijainti kasvillisuuskoealan sisällä. Kasviruuduilta tutkittiin putkilokasvi- ja lehtisammallajit, avoimuusvalokuvista mitattiin taivaana näkyvien pikselien osuus, ja tiedonkeruulaitteilla mitattiin lämpötilaa ja suhteellista ilmankosteutta.



Kuva 2. Koeasetelman 2 hakkuukäsittelyt, joilla tutkittiin purosta poispäin voimistuvan poimintahakkuun vaikutuksia pienilmastoon, latvuston avoimuuteen ja metsäkerrossammalen kasvuun. Käsittelyt tehtiin vierekkäin saman puron varteen: Vasemmalla leveä poimintahakattu suojavyöhyke, jolla tehtiin purosta poispäin voimistuva poimintahakkuu, oikealla kapea ei-poimintahakattu suojavyöhyke. Kohteita oli kahdeksan ja ne sijaitsivat Keski-Suomessa ja Pirkanmaalla. Puihin kiinnitetyillä tiedonkeruulaitteilla mitattiin lämpötilaa ja ilmankosteutta ennen ja jälkeen hakkuiden. Hakkuiden jälkeen mitattiin lämpötilaa ja ilmankosteutta linjoille sijoitetuilla tiedonkeruulaitteilla ja latvuston avoimuutta linjoilta otetuilla valokuvilla. Lisäksi kerättiin kerrossammalia linjoilla olevilta kaistoilta, jotta voitiin selvittää hakkuukäsittelyiden vaikutusta kerrossammalen kasvuun.

Suojavyöhykkeen leveyden ja poimintahakkuun vaikutukset (1. koasetelma)

Putkilokasvi- ja lehtisammalyhteisöt

Putkilokasvien yhteisökoostumus muuttui (2004–2007) 15 metrin suojavyöhykkeillä (sekä poimintahakatuilla että ei-poimintahakatuilla) enemmän kuin kontrollikohteilla (Kuva 3). Lehtisammalilla yhteisökoostumus muuttui kontrolleja enemmän ainoastaan poimintahakatuilla 15 metrin suojavyöhykkeillä (Kuva 3). Yksittäisiä lajeja tarkasteltaessa 15 metrin suojavyöhykkeillä jotkut metsien yleislajit runsastuivat (esim. maitohorsma, metsälehväsammal ja metsäsuikerosammal), kun taas erityisesti vanhoille kuusimetsille tyypillisten lehtisammalajien joukossa oli lajeja, jotka taantuivat (esim. metsäkerrossammal, kantolaakasammal ja pallopäärahkasammal). Yhteisöjen muutos 15 metrin suojavyöhykkeillä viittaa kasvuolosuhteiden muuttumiseen, eli metsälain asettamaa tavoitetta ei saavutettu.

30 metrin suojavyöhykkeillä kasviyhteisöjen muutos oli samansuuruista kuin kontrolleilla, joilla yhteisöt muuttuivat jonkun verran esimerkiksi luontaisen sukkession ja sääolojen takia. Poimintahakkuu ei vaikuttanut yhteisöjen muutokseen, jos suojavyöhyke oli 30 metriä leveä, mutta kapeammilla suojavyöhykkeillä se näyttää vaikuttavan ainakin sammaliin.

Nämä muutokset olivat tapahtuneet jo kaksi vuotta hakkuiden jälkeen, mutta todennäköisesti muutoksia tapahtuu myöhemmin lisää. Esimerkiksi tuulenkaadot ja viivästyneet lajien häviämiset muuttavat kasviyhteisöjä myöhemminkin. Lisäksi on syytä huomioida, että tutkimuksessa ei keskitytty tutkimaan kaikkein herkimpiä lajeja, kuten vanhojen metsien uhanalaisia lajeja. Sammalaineistoa ei kerätty ollenkaan maksasammalista, jotka ovat lehtisammalia herkempiä pienilmaston muutokselle.

Muuttuja	Aika hakuusta	Etäisyys purosta	30 m vyöhyke	30 m vyöhyke + poiminta	15 m vyöhyke	15 m vyöhyke + poiminta
Putkilokasvit	0–2 v	0–5 (–15) m				
Lehtisammalet	0–2 v	0–5 (–15) m				
Käävät	0–12 v	0–15 m				
Kaatuneiden puiden osuus	0–12 v	0–30 m				
Ilmankosteuden keskiarvo	12 v	7,5 m				
Ilmankosteuden vaihtelu	12 v	7,5 m				
Lämpötilan keskiarvo	12 v	7,5 m				
Lämpötilan vaihtelu	12 v	7,5 m				
Latvuston avoimuus	12 v	10 m				
Latvuston avoimuus	12 v	0 m				
Värien selitykset:						
	Eroaa kontrollista tilastollisesti merkitsevästi. Käsittely aiheuttaa muutosta lähes kaikilla kohteilla.					
	Kohteiden välillä on vaihtelua, jonka seurauksena ero kontrollikohteisiin on tilastollisesti melkein merkitsevää. Käsittely aiheuttaa riskin, että muutosta tapahtuu.					
	Ei eroa kontrollista. Tässä aineistossa korkeintaan muutama kohde erosi kontrollikohteiden keskiarvosta. Riski muutokseen on alhainen.					

Kuva 3. Yhteenveto ensimmäisen koasetelman tuloksista esitettynä liikennevalväreillä, jotka kuvaavat sitä, eroavatko suojavyöhykekäsittelyt kontrollikohteista. Jos käsittely aiheuttaa muutosta, joka on suurempaa tai erilaista kuin kontrollikohteilla, voidaan päätellä, että kyseinen ominaisuus ei ole säilynyt kohteilla.

Kääpäyhteisöt

Kääpien yhteisökoostumukseen ja sen muutokseen (2004–2017) vaikuttivat sekä suojavyöhykkeen leveys että poimintahakkuu. Kääpälaajien yhteisökoostumukset erosivat kontroleista molemmissa 15 metrin suojavyöhykekohteissa ja poimintahakatuissa 30 metrin kohteissa 12 vuotta hakkuiden jälkeen (Kuva 3). Kapeilla 15 metrin vyöhykkeillä yhteisökoostumus muuttui keskimäärin eri suuntaan kuin kontrollokohteilla. 15 metrin kohteilla lajistossa runsastuivat yleiset lajit (esim. aidaskääpä, harmokääpä ja rivikääpä), jotka vaativat aurinkoisia kasvupaikkoja ja/tai tuoretta lahoppuuta (kuten viimeaikaisia tuulenkaatoja). Poimintahakkuu sen sijaan aiheutti yhteisöjen yhdenmukaistumista, eli poimintahakatuille kohteille tuli keskenään samankaltaisempi kääpälaajisto.

Kapeiden vyöhykkeiden yhteisöjen muutos eri suuntaan kuin kontroleilla ja poimintahakattujen kohteiden yhteisöjen yhdenmukaistuminen ovat ominaispiirteiden säilyttämisen vastaisia muutoksia puronvarsien lajiyhteisöissä.

Tuulenkaadot

Kohteiden välillä oli paljon vaihtelua siinä, miten iso osa hakkuissa jätetyistä kuusista oli kaatunut vajaan 12 vuotta hakkuun jälkeen (0–48 %, Kuva 4A). 15 metrin suojavyöhykkeillä kaatuneiden kuusten osuus oli keskimäärin suurempi kuin kontrollokohteilla (Kuva 4A), ja puita kaatui koko suojavyöhykkeen alueella eli myös aivan puron vierestä (Kuva 4B).

30 metrin suojavyöhykkeillä kaatuneiden puiden osuus oli keskimäärin alhaisempi, mutta osalla poimintahakatuista kohteista kuitenkin suuri (Kuva 4A). Huomattavaa on, että 30 metrin suojavyöhykkeillä puita kaatui lähinnä hakkuunpuoleisella 15 metrin vyöhykkeellä, kun taas puronpuoleisella 15 metrin vyöhykkeellä puita kaatui yhtä vähän kuin kontrollokohteilla (Kuva 4B). Leveä vyöhyke siis suojaaa puron lähiympäristössä kasvavia puita.

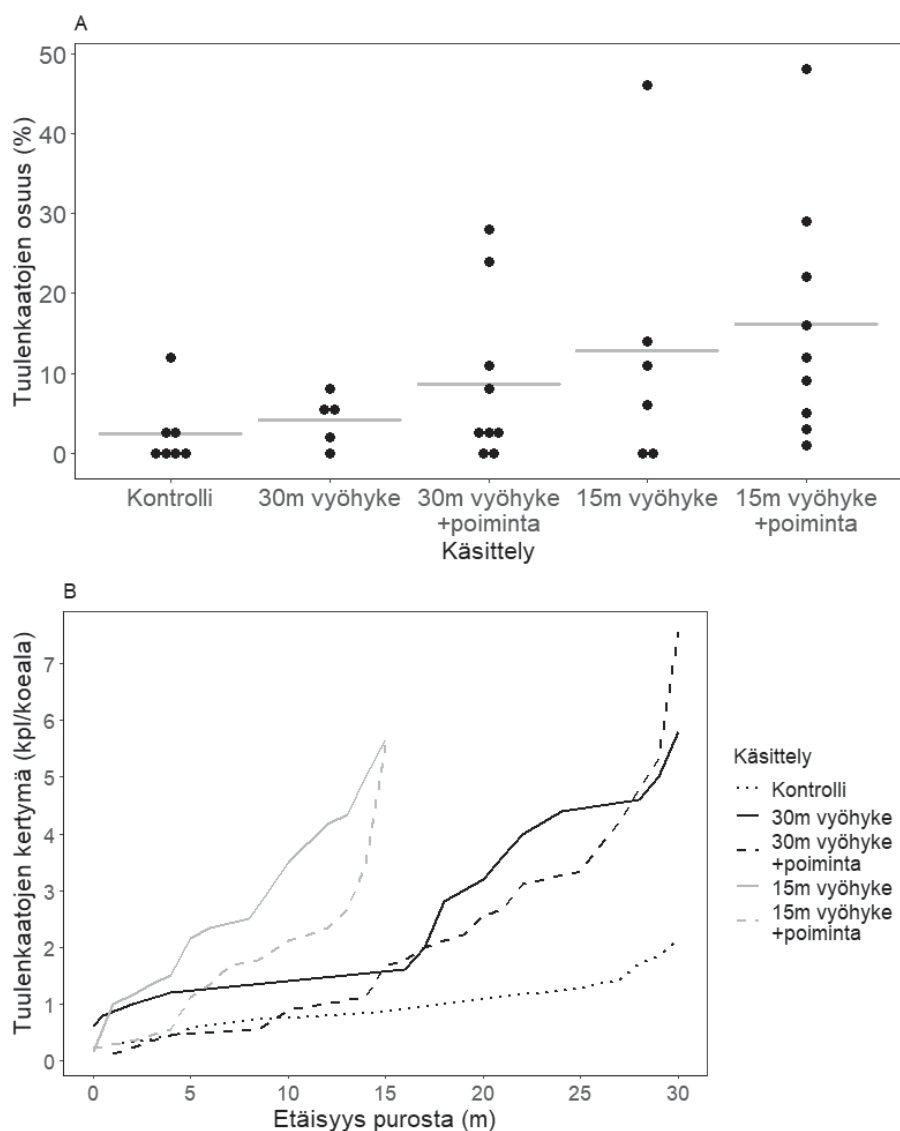
Poimintahakkuu ei vaikuttanut merkittävästi jäljelle jääneiden puiden kaatumisriskiin. Lisäksi on syytä huomata, että lähes kaikilla kohteilla poimintahakkuu itsessään poisti elävää puustoa enemmän (30 %) kuin tuulenkaadot (keskimäärin 10–15 %). Poimintahakkuilla siis oli suurempi vaikutus esim. pienilmaston muutokseen kuin tuulenkaadoilla.

Tuulenkaadot muodostavat lahoppuuta, jota on talousmetsissä yleensä liian vähän siitä riippuvaisten lajien vaatimuksiin nähden. Kuitenkin runsas tuulenkaatojen määrä vaarantaa tulevaisuudessa lahoppuujatkumon, kun jäljelle jää vähemmän suuria eläviä puita. Samalla tuulenkaadot lisäävät entisestään pienilmaston muutosta, mikä on haitallista myös monille lahoppuusta riippuvaisille lajeille. Tämän takia olisi syytä pyrkiä tekemään mahdollisimman tuulenkestäviä suojavyöhykkeitä.

Pienilmasto

Pienilmasto, josta tässä mitattiin ilman lämpötilaa ja suhteellista ilmankosteutta vuonna 2017, muuttui sitä enemmän, mitä voimakkaampi oli hakkuukäsittely (Kuva 3).

15 metrin suojavyöhykkeillä ilman lämpötila oli keskimäärin korkeampi ja ilmankosteus alhaisempi kuin kontrollokohteilla. Lisäksi lämpötila ja ilmankosteus vaihtelivat enemmän, mikä johtuu siitä, että päivän kuumin hetki oli puiden suojan vähennyttyä erityisen kuuma ja kuiva. Muutokset keskimääräisessä lämpötilassa ja keskimääräisessä päivän kuumimman hetken lämpötilassa olivat samansuuruisia kuin ilmastonmuutoksen odotettu vaikutus lähivuosikymmenten aikana Etelä-Suomessa. Ilmastonmuutos kuitenkin aiheuttaa muutoksen useiden vuosikymmenien aikana, kun taas hakkuu aiheuttaa välittömän muutoksen, jolloin lajeilla on hyvin vähän mahdollisuuksia sopeutua tai siirtyä. Samalla kapeat suojavyöhykkeet vaarantavat puronvarsien mahdollisuudet



Kuva 4. A) Tuulenkaatojen osuus hakkuissa jäljelle jääneiden kuusten joukosta. Mustat symbolit ovat yksittäisiä kohteita ja harmaat viivat niiden keskiarvoja. B) Tuulenkaatojen keskimääräinen kertymä purosta pois päin siirryttäessä (kaatuneiden kuusten kappalemäärä koealalla).

toimia luontaisina suojavaikkoina ja leviämisreitteinä viileitä ja kosteita olosuhteita tarvitseville lajeille.

Myös 30 metrin suojavyöhykkeet olivat keskimäärin kuumempia ja kuivempia kuin kontrollit. Erot kontrolleihin verrattuna olivat tilastollisesti merkitseviä vain poimintahakatuilla vyöhykkeillä – keskimääräinen ilmankosteus kuitenkin erosi kontrolleista myös ei-poimintahakatuilla vyöhykkeillä (Kuva 3). Tuloksemme tukevat aiempia tutkimuksia, joiden mukaan pienilmaston säilyminen edellyttää yli 30 metrin suojavyöhykkeitä. Edes näin leveillä suojavyöhykkeillä ei tule tehdä poimintahakkuuta, ei ainakaan puroon asti, kuten tässä kokeessa.

Kaikkien pienilmastomuuttujien suuruuteen vaikutti lisäksi se, jos myös puron toisella puolella oli tehty suojavyöhykehakkuu. Suojavyöhykkeiden tulisi olla erityisen leveitä, jos puron molemmat puolet hakataan samaan aikaan tai muutaman vuosikymmenen aikana.

Latvuston avoimuus erosi kontrolleista vain 15-metrillä poimintahakatuilla vyöhykkeillä, kun avoimuutta tarkasteltiin aivan purovarressa. Myös 15-metrinen ei-poimintahakattu ja 30-met-

rinen poimintahakattu käsittely erosivat kontrollista, kun avoimuutta tarkasteltiin 10 metrin päässä purosta.

Tutkimme myös kolmen lehtisammal-mallilajin peittävyuden muutosta (ennen hakkuuta vs. 12 v hakkuun jälkeen). Havaitimme, että näiden lajien peittävyuden muutosta selitti parhaiten keskimääräinen ilmankosteus, mikä osoittaa, että ilmankosteuden säilymisellä on vaikutuksia sammallajistoon. Kiiltolehvässammal (lähteisten ja luhtaisten paikkojen laji) ja metsäkerrossammal (yleinen metsänpohjan laji) olivat runsastuneet korkean ilmankosteuden kohteilla ja vähentyneet kuivilla kohteilla. Sen sijaan korpikarhunsammal (korpisten laikkujen laji, joka pystyy säätelemään veden haihduntaa kuivissa oloissa) oli runsastunut kuivilla ja lämpimillä avoimen latvuston kohteilla.

Purosta pois päin runsastuva poimintahakkuu (2. koasetelma)

Pienilmaston muutos ennen–jälkeen hakkuun

Yhden metrin etäisyydellä purosta ilmankosteus laski keskimäärin vähän enemmän ja myös lämpötila nousi hieman enemmän leveillä poimintahakatuilla vyöhykkeillä kuin kapeilla ei-poimintahakatuilla vyöhykkeillä. Kohteiden välillä oli kuitenkin paljon vaihtelua, ja erot kapeiden ja leveiden poimintahakkujen vyöhykkeiden muutoksissa olivat biologisesti merkityksettä. Tulokset kuitenkin osoittavat, että leveät, poimintahakattut suojavyöhykkeet ovat vähintään yhtä huonoja kuin kapeat vyöhykkeet puronvarren pienilmaston säilyttämisessä. Todennäköisesti poimintahakkuu puron lähistöllä oli liian voimakas ja muodostuneet aukot latvustossa selittävät pienilmaston muutosta.

Käsittelyt eivät eronneet ilmankosteuden ja lämpötilan vaihtelun muutoksen osalta. Sen sijaan vaihtelun määrä kasvoi sitä enemmän, mitä enemmän avohakkuu oli purosta katsottuna kohti lounasta. Kuumien auringonpaiste ja Suomessa myös monet tuulet tulevat lounaan suunnalta, joten sillä suunnalla oleva avohakkuu aiheuttaa puronvarsimetsikön pienilmastoon keskimääräistä suurempaa vuorokausivaihtelua.

Pienilmasto ja latvuston avoimuus hakkuun jälkeen

Pienilmaston ja latvuston avoimuuden gradientit olivat hyvin samanlaisia hakkuukäsittelyillä ensimmäisen 10 metrin matkalla purosta. Tämä viittaa siihen, että nämä suojavyöhykkeet olivat yhtä huonoja suojaamaan pienilmasto-oloja lähellä puroa.

Kauemmas purosta siirryttäessä (15–30 m) kapean suojavyöhykkeen kohteilla oltiin jo hakkuuaukolla, jolloin latvuston avoimuus oli tietysti suurta. Tämän seurauksena ilmankosteus ja lämpötila vaihtelivat enemmän kapean suojavyöhykkeen kohteilla. Lämpötilan keskiarvo oli myös hieman korkeampi. Näin ollen leveä, poimintahakattu suojavyöhyke olisi kapeaa parempi, mikäli tavoitteena olisi tarjota edes jonkinasteista suojaa yli 15 metrin päässä purosta.

Maiseman avoimuus, eli hakkuuaukon koko ja muiden avoimien maisemaelementtien läheisyys, vaikutti paljon kaikkiin mitattuihin pienilmastomuuttujiin. Jos suojavyöhykkeen reunalta avautuva maisema on hyvin avoin, suojavyöhykkeen lämpötila on korkeampi ja ilmankosteus matalampi ja näiden vaihtelu suurempaa. Näin ollen suurten hakkuuaukkojen reunoille olisi syytä jättää leveämpiä suojavyöhykkeitä.

Mitä enemmän hakkuuaukko oli kohti lounasta, sitä enemmän lämpötila ja ilmankosteus vaihtelivat, kuten edellisessäkin aineistossa. Tämän takia suojattavan kohteen etelän-lännen puoleisille hakkuuaukoille olisi tarpeen jättää leveämpiä suojavyöhykkeitä kuin pohjoisen-idän puoleisille.

Kerrossammalen kasvun muutos

Kerrossammalen kasvu oli selvästi hidastunut hakkuun jälkeen 15–30 m etäisyydellä purosta sekä kapeilla että leveillä vyöhykkeillä, ollen hakkuuaukolla alimmillaan 25 % siitä kasvusta, jota oli mitattu hakkuiden vaikutuspiirin ulkopuolelta kerätyistä kontrolliversoista. Lähellä puroa (0–10 m) kasvu oli heikentynyt jonkin verran kapeilla vyöhykkeillä (noin 80 % kontrolliversoista), kun taas monilla leveillä vyöhykkeillä kasvu oli säilynyt, tosin tässä oli paljon vaihtelua kohteiden välillä. Poimintahakkuu on saattanut vaikuttaa osalla kohteista positiivisesti sammalen kasvuun lisäämällä maaperän kosteutta, sillä vettä haihduttavaa puustoa oli poistettu. Säilynyt kasvu olisi tällöin negatiivisen ja positiivisen muutoksen yhteisvaikutuksen seurausta.

Johtopäätökset suojavyöhykkeistä

Tuloksemme osoittavat, että perinteiset noin 15 metrin levyiset suojavyöhykkeet eivät missään tapauksessa täytä metsälain vaatimuksia puron lähiympäristön kasvuolosuhteiden ja pienilmaston säilymisestä. Näillä vyöhykkeillä lajisto muuttui, mikä viittaa kasvuolosuhteiden muutokseen. Kaikki mitatut pienilmastomuuttajat muuttuivat myös, ja puronvarsimetsä muuttui lämpimämmäksi, kuivemmaksi ja pienilmastopiirteiltään äärevämmäksi (vaihtelu lisääntyi). Lisäksi tuulenskaatoriski oli huomattavan suuri.

30 metrin levyiset suojavyöhykkeet ilman poimintahakkuuta näyttävät täyttävän metsälain vaatimukset pääosin: lajijyhteisöt säilyttivät luontaisen koostumuksensa ja sukkessionsa, tuulenskaatoja ilmaantui vähän ja pääosin vain suojavyöhykkeen ulommalla osalla lähellä avohakkuu-aluea, ja pienilmastokin säilyi lämpötilan osalta. Kuitenkin ilmankosteus oli selvästi alentunut ja se myös vaihteli enemmän verrattuna käsittelemättömiin kohteisiin. Pienilmaston ja kaikkein herkimpien lajien säilyminen edellyttää yli 30 metrin suojavyöhykkeitä, luultavasti noin 40–50-metrisiä.

Tulostemme mukaan suojavyöhykkeiden olisi syytä olla erityisen leveitä, mikäli hakkuuaukko on puroon nähden etelän-lännen suunnalla, hakkuuaukosta tulee laaja, tai hakkuu tehdään puron molemmille puolille muutaman vuosikymmenen sisällä. Lisäksi tarvitaan sitä leveämpi suojavyöhyke, mitä leveämmäلتi suojattavaa elinympäristöä on.

Poimintahakkuu lisää taloudellista tuottoa mutta vaarantaa lajiston ja pienilmaston säilymisen. Puroon asti yltävä 30 % puuston poimintahakkuu ei ole hyvä ratkaisu. Sitä ei tällä hetkellä metsälakikohteilla tehdä, mutta sitä ei myöskään pidä tulevaisuudessa alkaa tekemään. Myöskään testaamamme poimintahakkuumalli, jonka poiston määrä kasvaa leveän vyöhykkeen sisällä avohakkuulle päin, ei ollut parempi kuin perinteinen käsittelemätön kapea suojavyöhyke. Emme tutkineet nykyisin käytettävää menetelmää, jolla yksittäisiä puita poimitaan avohakkuun reunasta vain noin 10 m matkalta. Tällainen poimintahakkuu voisi olla selvästi nykyistä leveämmillä suojavyöhykkeillä sopivaa, mutta se ei tuota kuin vähän taloudellista kompensatiota. Nykyisillä kustannuksilla ei siis ole mahdollista jättää metsälain vaatimukset täyttäviä suojavyöhykkeitä, vaan kustannustaso tulee nousemaan tai metsälain turvaamat ominaispiirteet häviävät.

Emme ole pystyneet laskemaan leveämpien suojavyöhykkeiden aiheuttamaa taloudellista menetystä koko maan tasolla, koska tämä edellyttäisi tietoa siitä, kuinka pitkä matka puronvarsia on metsälakikohteiden joukossa. Metsäkeskus ilmoitti, että tätä ei ole mahdollista mitata. Myöskään tähän asti jätettyjen suojavyöhykkeiden leveys ei ole tiedossa. Taloudellinen vaikutus on joka tapauksessa merkittävä, mutta välttämätön herkän puronvarsiluonnon suojelemiseksi.

Ehdotamme, että maanomistajille tarjottaisiin jatkossa mahdollisuutta muodostaa puronvarsimetsistä ja niiden leveistä suojavyöhykkeistä (40–50 m puron molemmin puolin) yksityisiä suojelualueita METSO-ohjelman puitteissa. Tämä olisi paras keino välttää lyhytaikaisten ympäristö-

tukisopimusten kustannusten kertyminen pitkällä aikavälillä, ja toisaalta pysyvä suojeleminen varmistaisi kohteiden säilymisen myös metsälain tulkintamuutosten myllerryksessä.

Purot ja niiden reunusmetsät muodostavat luontaisia käytäviä ja verkostoja, joita pitkin herkimmat lajit voisivat levitä esim. suojelualueiden välillä. Kuitenkin vain pieni osa purovarsimetsistä on metsälain suojan alla, ja muilla kohteilla hakkuuta rajoittavat vain metsäsertifikaatit ja hyvän metsänhoidon suositukset. Käytännössä suojavyöhykkeet ovat muualla kuin metsälakikohteilla selvästi kapeampia tai jopa puuttuvat kokonaan. Tämä heikentää veden laatua sekä leviämiskäytävien ja -verkostojen laatua. Parasta olisikin pyrkiä jättämään nykyistä leveämpiä suojavyöhykkeitä kaikkien purojen ja norojen varsiin.

Metsälain tulkintaan liittyviä ongelmia

Purovarsiluonnon säilymisen kannalta metsälain 10§ ja sen tulkinta ovat ratkaisevan tärkeitä, koska ilman tämän pykälän suojaa olevilla metsätalousmaiden purovarsilla hakkuuta rajoittavat vain hyvän metsänhoidon suositukset ja metsäsertifikaattien vaatimukset. Metsälain 10§ on kuitenkin monelta osin epäselvä tai epämääräinen, joten valvovan viranomaisen Metsäkeskuksen tulkintavalta on harvinaisen suuri. Metsäkeskus on päättänyt tekemään tulkintoja, joista osa on mielestämme huolestuttavia.

Metsälain mukaan purovarren lähiympäristön tulee olla luonnontilainen tai luonnontilaisen kaltainen ollakseen metsälakikohteeksi. Metsälain tultua voimaan vuonna 1996 on purovarren lähiympäristön yleensä tulkittu olevan 10–20 metrin vyöhyke, jolta ei saa poistaa puita. On myös ollut tapauksia, joissa raja on ollut alle 10 metrin levyinen. Uusimmassa tulkintaohjeessaan Metsäkeskus on määritellyt lähiympäristön valtapuuston leveyttä vastaavaksi, eli yleensä noin 20–25 metrin levyiseksi vyöhykkeeksi. Aiemmin hakutuilla kohteilla tämä vyöhyke ei välttämättä enää ole ulommalta reunaltaan luonnontilainen, koska aiemman tavan mukaisesti hakkuuta on saanut tehdä lähemmäs puroa.

Vuonna 2014 muutettu metsälaki määrittelee metsälakikohteen olevan pienialainen tai metsätaloudellisesti vähämerkityksellinen, ja Metsäkeskus on tulkinnut pienialaisen tarkoittavan alle kahden hehtaarin suuruista, kun kyseessä on runsaspuustoinen kohde, kuten pienveden lähiympäristö.

Vuonna 2017 Metsäkeskus aloitti tietohuollon, jossa metsälakikohteiden joukosta on poistettu useita tuhansia hehtaareja pienvesien lähiympäristöjä, joiden pinta-ala on yli kaksi hehtaaria. Samoin useita tuhansia hehtaareja on poistettu siksi, että lähiympäristö ei aiemmin hakkuun takia ole koko puunmitan matkalta enää luonnontilainen. Ensimmäinen poistoperuste on lakiuudistuksen mukainen, mutta ekologisesti ongelmallinen. Toinen poistoperuste ei mielestämme ole lain tarkoituksen mukainen. Myös se on ekologisesti ongelmallinen, koska aiemmin kapeaksi rajatut kohteet eivät ole täysin tuhoutuneita vaan niillä on edelleen lain tarkoittamia luontoarvoja. Metsäkeskus on keskeyttänyt tietohuollon toistaiseksi vuoden 2019 lopussa, mutta vielä ei tiedetä, miten kohteiden kanssa tullaan jatkossa toimimaan.

Lähiympäristön suojaksi pitäisi määritellä erillinen suojavyöhyke

Metsälain 10§ tulkinta on termien tulkinnan, taloudellisten reunaehtojen ja ekologisen tarkoituksen erikoinen sekoitus. Metsälaki ei määrittele suojavyöhykettä, joka takaisi ominaispiirteiden säilymisen purovarren lähiympäristössä. Tämän takia hakkuu ulottuu nykyisen määritelmän mukaan lähiympäristön reunaan, mistä taas seuraa, että ominaispiirteet, kuten pienilmasto, muut-

tuvat voimakkaasti lähiympäristössä. Ratkaisuna tähän ongelmaan sekä edellä mainittuihin luonnontilaisuus- ja pienialaisuusongelmiin ehdotamme, että jatkossa **lähiympäristö** määriteltäisiin ekologisista perusteista ja sen ympärille jätettäisiin määritelmällisesti ja rajaukseltaan lähiympäristöstä erillinen **suojavyöhyke**. Puron lähiympäristö voitaisiin määritellä pohjaveden korkeuden perusteella, esimerkiksi niin, että puron lähiympäristö on se alue, jolla pohjaveden pinta on alle 25 cm etäisyydellä maanpinnasta (tai muu vastaava raja). Kun pohjavesi on lähellä maanpintaa, elinympäristö on kostea ja rehevä ja lajisto on monimuotoista. Jos lähiympäristö määriteltäisiin näin, metsälain suoja säilyisi kaikilla kohteilla, joilla purouoma ja puusto ovat luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia kyseisen alueen sisällä. Metsäkeskus on jo mallintanut pohjaveden korkeuden suurelle osalle Suomea. Tämän lähiympäristön ulkopuolelle pitäisi lisäksi jättää suojavyöhyke, jonka leveyden määrittäminen vaatisi lisätutkimuksia, mutta olisi todennäköisesti noin 30 metriä. Suojavyöhykkeen ulkoreunan poimintahakkuu avohakkuualalta noin 10 metriin olisi luultavasti ekologisesti kestävä. Lähiympäristön ja suojavyöhykkeen määrittely erillään edellyttäisi muutosta lain tulkinnassa ja siihen liittyvässä ohjeistuksessa.

¹ Kirjoitushetkellä vertaisarvioitavana olevat käsikirjoitukset: Berrigan A., Halme P., Peura M., Oldén, A. Are wide but selectively logged buffer strips better than narrow ones?; Mäenpää H., Peura M., Halme P., Siitonen J., Mönkkönen M., Oldén A. Windthrow in streamside key habitats: effects of buffer strip width and selective logging.

Kirjallisuutta

- Berrigan A. (2019). Does width matter? A comparison of the microclimate conditions of two different buffer strips. Pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto. 48 s.
- Mäenpää H. (2018). Wind damages on brook-side key habitats: effects of buffer zone and selective logging. Pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto. 56 s.
- Oldén A., Halme P. (2019). Puronvarsimetsien lainsuoja heikkeni. Metsälehti 19/2019. Metsälehdien kirjoitus ja siihen liittyvä lisätietotekstimme ovat luettavissa osoitteessa: http://users.jyu.fi/~pahalme/ML10_OldenHalme.pdf.
- Oldén A., Peura M., Saine S., Kotiaho J.S., Halme P. (2019a). The effect of buffer strip width and selective logging on riparian forest microclimate. *Forest Ecology and Management* 453: 117623. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117623>.
- Oldén A., Selonen V.A.O., Lehkonen E., Kotiaho J.S. (2019b). The effect of buffer strip width and selective logging on streamside plant communities. *BMC Ecology* 19: 9. <https://doi.org/10.1186/s12898-019-0225-0>.
- Peura M., Oldén A., Elo M., Kotiaho J.S., Mönkkönen M., Halme P. (2020). The effect of buffer strip width and selective logging on streamside polypore communities. *Canadian Journal of Forest Research*. [Painossa]. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0420>.