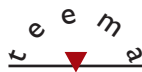


Juha Kaitera ja Heikki Nuorteva

Tervasroso – uusinta tietoa taudista ja tutkimuksen suuntia



Tervasroso on yksi pahimmista männyn sienituholaisista maassamme. Tautia on esiintynyt meillä jo vuosisatoja, mistä osoituksena taudille tyypillinen männyn kuiva latva on kuvattu mm. useisiin kansallismaalauksiimme jo 1800-luvulla. Suhu- tautuminen tervasrossoon on myös muuttunut aikojen saatossa. Vielä 1700-luvulla, jolloin Suomi oli yksi johtavia maita mm. laivatervan tuotannossa, tervasrosoiset puut olivat erityisen käyttökelpoisia ja haluttua tervahautojen raaka-ainetta. Tervasrosoisten puiden vuosisatojakin jatkunut intensiivinen ”poimiminen” saattoi paikoin jättää jälkeensä laajojakin ”näkyvästä tervasrososta” miltei vapaita alueita, lähinnä niillä Etelä-Suomen ja rannikkoalueiden tervantuotantoalueilla, joissa käytettiin raaka-aineina myös tervaskantoja ja rosopuita. Sittemmin erityisesti 1800-luvulla tervasrosopuiden merkitys väheni alueilla, missä siirryttiin yleisesti keinotekoisesti kolottujen mäntyjen käyttöön. 1900-luvulla tervasroso onkin tervantuotannon hiivuttua ja saha-teollisuuden kasvun myötä katsottu ainoastaan haitalliseksi puuaineen ominaisuudeksi. Tosin aivan viime vuosina on ilmennyt lisääntyvää mielenkiintoa mm. tervasrosoisten puiden pihkasta saatavien uuteaineiden käyttämiseksi kosmetiikka- ja lääke-teollisuuden tarpeisiin.

Kyseessä ei siis ole uusi tuttavuus metsissämme, vaan laajalle levinnyt ja hyvin yleinen vaiva männiköissämme. Kahdeksannen valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) mukaan tautia esiintyi 2,3 %:lla metsämaan pinta-alasta (468 000 ha) koko maassa

(Kankaanhuhta ym. 2000), mikä on samaa suuruusluokkaa kuin esim. eräissä Ruotsissa tehdyissä tuhoinventoinneissa. Arvioita on kuitenkin pidettävä aliarvioina, koska usein tervasrosoa on käytännössä mahdotonta havaita ja tunnistaa luotettavasti epidemian alkuvaiheessa sienien voimakkaimmassa leviämisympäristössä tuhon kohdistuessa oksiin rungon sijasta. Taudille on myös tunnusomaista sen paikoittainen runsas esiintyminen, jolloin pahimmillaan männystä saattaa jopa 70–80 % olla sairaita (esim. Tikka 1942, Kaitera 2000). Tautia esiintyy runsaasti etenkin Pohjois-Suomessa, mutta vakavasti sairaita metsiköitä löytyy paikoitellen koko maassa. Pohjois-Suomessa tuhoa esiintyi 7. VMI:n mukaan suhteellisesti kaikilla metsätyypeillä yhtä yleisesti, mutta esiintyminen oli hieman runsaampaa kuusi-valtaisilla kuin mäntyvaltaisilla kankailla (Kaitera ja Jalkanen 1995). Tauti oli myös huomattavasti yleisempää vanhoissa hakkuukypsyttä lähentelevissä männiköissä (tautisten puiden osuus 4,5 % kaikista koealojen männystä) kuin nuorissa männiköissä (1,2–1,9 %). Vaikka tauti havaitaan helpoiten vanhoissa männiköissä usein epidemian jo laannuttua, esiintyy tautia siis myös nuorissa puissa ja taimikoissa. Tauti onkin yleistynyt myös nuorilla männillä huolestuttavassa määrin etenkin Pohjois-Suomessa. Syitä alueittaisiin ja kasvupaikkakohtaisiin esiintymiseroihin ei tunneta tarkasti, mutta ne voivat liittyä mm. eri kasvupaikkojen erilaiseen tautialttiuteen, metsänhoidollisiin tekijöihin (esim. tautisten puiden poisto ollut puutteellista), männyn alttius-

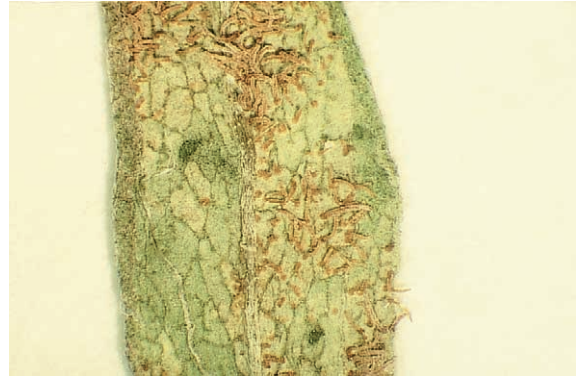
vaihteluun sientä kohtaan (puusto syntynyt alttiista viljelymateriaalista tai luontaisesta siemenestä), tai sienien eri muotojen levinneisyys- tai patogeenisuusvaihteluun ja em. muotojen yleistymiseen alueellisesti.

Tervasrosan merkityksestä

Tervasrosan aiheuttama tuho syntyy, kun sieni kasvaa oksassa tai rungolla joko verson haavojen tai vihreiden neulasten kautta kuorisolukkaan, puun nilaosiin ja lopulta puusolukoihin, joissa puun runsas pihkavuoto tukkii vettä johtavat solukot. Tämän johdosta pihkoittuneen oksan tai rungon, joka havaitaan ns. tervasrosokorona, yläpuolinen osa kuivuu veden kuljetuksen loppuessa puun latvan ja juuriston välillä (kuva 3). Latvan kuolemiseen johtava prosessi saattaa kestää jopa kymmeniä vuosia (Liro 1907), jolloin tuhon tyypillisin ilmentymä, kuiva latva, syntyy. Männyin sivuoksissa ja nuorien mäntyjen rungolla verson pääangan kuoleminen koron yläpuolelta on kuitenkin huomattavasti nopeampaa, ja voi tapahtua muutamassa vuodessa. Voimakas pihkavuoto korossa ja rungon epämuotoisuus alentavat tukkipuun arvoa etenkin varttuneissa ja uudistuskypsissä männynissä, mikäli tauti esiintyy rungon tyvellä. Tukkipuun laatuvaatimussäädökset sallivat tervasrosoista puuta enintään 50 % rungon poikkipinta-alasta (Aarne 1991), jolloin usein tervasrosaisesta tukkipuusta menetetään arvokas osa kuitupuuksi. Eräessä pohjoissuomalaisessa tutkimuksessa tauti aiheutti 110–130-vuotiaissa männiköissä, joissa tautisuusaste oli 20–30 %, tukkipuissa 34 % tukkipuuosan tilavuustappiot runkokoroisissa puissa ja 22 % vastaavat tappiot puissa, joissa latva oli kuollut tautiin (Kaitera ym. 1994). Taudin seurauksena tukkipuiden markkina-arvo aleni 18 % runkokoroisissa puissa ja 15 % puissa, joiden latva oli kuollut tautiin. Kuitupuulle vastaava markkina-arvon aleneminen oli 3 % ja 14 % em. tuholuokissa.

Mitä uutta tietoa on saatu tervasrososta viime aikoina?

Männyin tervasrosaa aiheuttaa meillä kaksi ruostesientä, *Cronartium flaccidum* (kuva 1) ja *Perider-*



Kuva 1. Tervasrosaa aiheuttavan sienien (*Cronartium flaccidum*) karvamaisia talvi-itiöpesäkkeitä (telioita) metsämaitikan lehden alapinnalla.

mium pini (kuva 2) koko maassa. Lisäksi Etelä-Suomessa esiintyy myös toinen etenkin Pohjois-Amerikassa pahoja tuhoja aiheuttava ruostesienilaji, *Cronartium ribicola*. Kyseinen sieni aiheuttaa valkomännyn tervasrosaa monilla Suomeen istutetuilla ulkomaisilla mäntylajeilla, mutta ei tiettävästi kotimaisella männnyllä. Esimerkiksi strobustumänty (*P. strobus*), länsiamerikanvalkomänty (*P. monticola*) ja amerikanpunamänty (*P. resinosa*) ovat menestyneet Suomessa varsin heikosti juuri valkomännyn tervasrosan aiheuttamien tuhojen takia. Viimeaikaisen populaatiotutkimusten perusteella männyn tervasrosaa aiheuttavat sienet ovat ilmeisesti saman lajin eri muotoja, pikemmin kuin eri lajeja. Käytännössä *C. flaccidum* poikkeaa elinkierroltaan *P. pinistä* siten, että se leviää väli-isäntäkasvien välityksellä pääisäntäkasviin eli mäntyyn ja takaisin väli-isäntäkasveihin (suvullinen elinkierro). *Peridermium pini* sitä vastoin leviää ainoastaan suoraan männnyistä mäntyyn, jolloin se on ilmeisesti joko *C. flaccidumista* mutaation tai kloonautumisen seurauksena syntynyt suvuttoman elinkierron omaava muoto sienestä. Suomessa vakavasti sairaisissa männiköissä suoritettujen tervasrosopopulaatio-tutkimusten ja väli-isäntäkasvikokeiden perusteella *P. pini* on yleisempi taudinaiheuttaja meillä tervasrosopopulaatioissa kuin *C. flaccidum*. Etenkin Pohjois-Suomessa esiintyy kuitenkin *C. flaccidumia* ainakin paikoitellen yleisenä (Hantula ym. 1998, Kaitera ym. 1999). Sienten eri muotojen yleisyyttä väli-isännillä tutki-

taan Metlassa käynnissä olevassa ”Tervasroson epidemiologia” -projektissa.

Tervasroson (*C. flaccidum*) väli-isäntäkasveina voivat toimia Suomessa ainakin eri kuusiolajit (*Pedicularis* spp.), käärmeenpistonyrtit (*Vincetoxicum* spp.), pionit (*Paeonia* spp.) ja maitikat (*Melampyrum* spp.) (esim. Liro 1906, Kaitera ja Hantula 1998, Kaitera ym. 1999). Edellä mainituista kasveista esiintyy Lounais-Suomen rannikolla ja saaristossa sekä Ahvenanmaalla käärmeenpistonyrttiä (*V. hirsutina*) harvinaisena, kun taas pioneja käytetään koristekasveina ja kuusioita ja maitikoita esiintyy luonnonvaraisena koko maassa. Kuitenkin ainoastaan metsä- ja kangasmaitikkaa (*M. sylvaticum*, *M. pratense*) esiintyy yleisenä koko maassa, ollen näin potentiaalisimmat tervasrosan väli-isäntäkasvit maassamme. Tartutuskokeiden ja populaatiotutkimusten perusteella tervasroso (*C. flaccidum*) -populaatioissa Pohjois-Suomessa toimii pääväli-isäntäkasvina metsämaitikka (*M. sylvaticum*). Eri väli-isäntäkasvilajien merkitys etenkin maitikoiden suvussa on kuitenkin vielä varsin epäselvä. Sekä käärmeenpistonyrtin että maitikoiden merkitystä tervasrosan väli-isäntinä selvitetään Metlan käynnissäolevassa tervasrosoprojektissa.

Miten tervasrosoa voidaan torjua?

Uusimmissa metsänhoito-ohjeissa (Hyppönen ym. 2001, Hyvän metsänhoidon... 2001) ei erikseen mainita erityisohjeita tervasrosan torjumiseksi. Tautiset puut kehoitetaan kuitenkin poistamaan eri hakuiden yhteydessä, mikä on jo entuudestaan tunnettu ”yleisohjeena” myös tervasrosoa torjuttaessa. Sairaiden puiden poistolla saadaan katkaistua sienen elinkierto, jolloin myös sienen leviäminen itiöiden avulla estetään. Niinikään sairaiden siemenpuiden jättäminen siemenpuiksi tai alttiin mäntyalkuperän käyttö viljelyssä voivat lisätä taudin määrää metsiköissä, sillä tervasrosoalttius on todennäköisesti ainakin jossain määrin periytyvää. Asiaa ei ole kuitenkaan Suomessa tutkittu kokeellisesti. Sairaiden puiden poistaminen hakkuiden yhteydessä on varsin helppoa, kun tauti on selvästi havaittavissa etenkin kuivalatvan tai pihkaisen, mustan runkokoron muodossa. Valitettavasti taudin puhkeaminen (itiöiminen) ei ole samanaikaista metsikön kaikissa puissa



Kuva 2. Tervasrososienen (*Peridermium pini*) pussimaisia helmi-itiöpesäkkeitä pilkkottaa kuoren välistä metsämännyn taimen rungolla. Keskellä kuvaa näkyy alue tyhjiä onteloiden jäänteitä, joissa sieni on tuottanut helmi-itiöpesäkkeitä edellisenä kesänä.

ja itiöinnin kesto saattaa vaihdella melkoisesti riippuen mm. kummasta sienen muodosta on kyse ja esiintyykö tartunta oksassa vai rungossa. Epidemian alkuvaiheessa sieni (*C. flaccidum*) tappaa lähinnä oksia, joissa itiöinti kestää vain muutamia vuosia ennen oksan kuolemista. Epidemian myöhemmässä vaiheessa runkokorojen määrä lisääntyy ja sienen itiöintiaika niissä pitenee. Lisäksi kun tiedetään, että taudin esiintymisessä on suuria vuosittaisia eroja, ja sieni saattaa esiintyä piilevänä oksissa useita vuosia ennen taudin puhkeamista, niin käytännössä on mahdotonta poistaa yhdellä kertaa kaikkia metsikön sairaita puita hakkuiden yhteydessä. Mitä vartu-neemmaksi puusto kasvaa, sitä vaikeampaa on myös havaita oksiin kohdistuvaa tuhoa. Siten metsiköitä, joissa tuhoa esiintyy runsaasti ja kroonisena, tulisi harkita sairaiden puiden poistoa useammin kuin vain ”normaalien” hakkuiden yhteydessä.

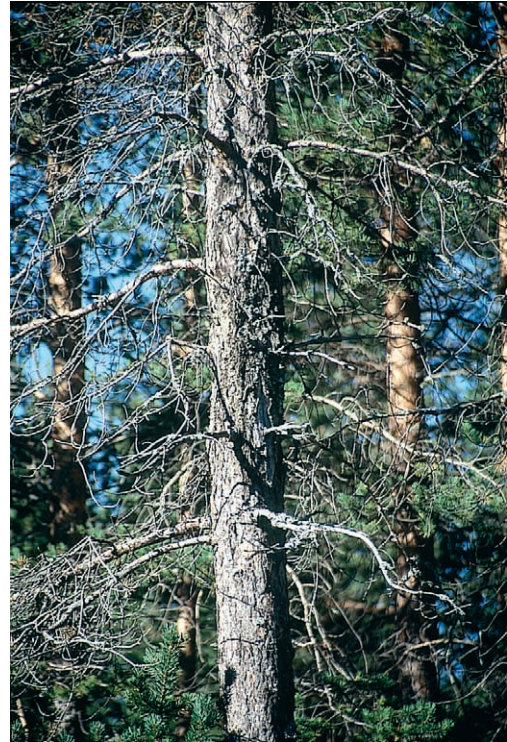
Pohjois-Amerikassa on väli-isäntäkasvien (herukat) poistolla yritetty vähentää valkomännyn tervasrosan leviämistä sikäläisissä männiköissä vaihtelevin tuloksin. Vaikka väli-isäntäkasvien merkitys meikäläisen tervasrosan (*C. flaccidum*) leviämisessä on vielä varsin epäselvä, niin ainakin metsämaitikan merkitys sienen levittäjänä väli-isäntäkasvilta mäntyyn vakavasti sairaita tervasrosomänniköissä on suuri. Käytännössä kuitenkin maitikoiden yksivuotisuudesta ja yleisyydestä johtuen taudin kontrollointi väli-isäntiä vähentämällä lienee Suomen olosuhteis-

sa mahdollonta.

Myös muita meillä potentiaalisia tervasrosan torjuntakeinoja on käytetty mm. Pohjois-Amerikassa. Väli-isäntäkasvia vaihtavia tervasrososieniä on torjuttu eräillä mäntylajeilla mm. alaoksien karsinnalla, jolloin saadaan sienelle otollisia alalatuksen kosteusolosuhteita muutettua. Kuitenkin esim. puiden harvennus saattaa eräillä mäntylajeilla lisätä eräiden pohjoisamerikkalaisten tervasrososientien aiheuttamaa tuhoa, kun taas eräiden toisten tervasrosolajien aiheuttama tuho saattaa harvennuksen seurauksena päinvastoin vähentyä. Myös männyn taudinkestävyysjalostusta on käytetty Pohjois-Amerikassa sikäläisten tervasrosojen torjumiseksi vaihtelevin menestyksin. Meillä jalostukseen käytettävien puiden tuhoalttiuden testaus lienee tärkeintä, mutta käytännössä esim. viljelyyn käytettävän siemenmateriaalin testausta ei toistaiseksi tehdä.

Mitä tervasrosotutkimuksella pyritään jatkossa selvittämään?

Metsäntutkimuslaitoksessa selvitetään tällä hetkellä ”Tervasrosan epidemiologia” -projektissa useita tervasrosoon liittyviä kysymyksiä (Kaitera ja Nuorteva 2000). Tekijät, jotka vaikuttavat tervasrosan paikalliseen voimakkaaseen esiintymiseen ovat pääosin selvittämättä. Sienen eri muotojen patogeenisuusvaihtelua sekä meikäläisen männyn alttiusvaihtelua selvitetään erilaisin tartutuskokein. Niinikään testataan eräiden meillä viljeltävien ulkolaisten mäntylajien, kuten sembramännyn, kontortamännyn, peukemännyn ja vuorimännyn suhteellista alttiutta tervasrosolle meikäläiseen mäntyyn verrattuna. Väli-isäntäkasvien merkitys tervasrosan väli-isäntinä saattaa lisääntyä esim. mahdollisen ilmaston lämpenemisen seurauksena, jolloin tietyt sienien muodot tai uudet väli-isännät saattavat yleistyä. Eri maitikkalajien merkitystä tervasrosan väli-isäntinä selvitetäänkin sekä luonnonhavaintojen perusteella että erilaisin tartutuskokein väli-isäntäkasveilla ja männyn taimilla. Luonnonhavaintojen perusteella voidaan tehdä edelleen päätelmiä tervasrososienien eri muotojen levinneisyydestä ja mahdollisesta yhteydestä paikallisiin runsaisiin tervasrosoesiintymiin. Tartutuskokeiden tuloksena saadaan myös lisätietoa, joka parantaa taudin diagnostiikkaa.



Kuva 3. Tyypillinen tervasrosan aiheuttama tumma ja pihkainen runkokoro metsämännyllä. Sieni on tappanut koron yläpuolisen osan, kun taas koron alapuolinen osa on edelleen hengissä.

Männyn ravinnetilaa ja taudin aikaansaaman ravinnetilan muutoksen merkitystä epidemian kehitymisessä ei ole toistaiseksi selvitetty tervasrososissa männiköissä. Kuitenkin tiedetään muista sienitaudeista kärsivien mäntujen osalta, että mm. surmakka-infektion aiheuttamat latvustovauriot voivat muuttaa tuhon kohteeksi joutuneiden puiden ravinnetilaa huomattavasti vuosien ajaksi useiden ravinteiden osalta (esim. neulasten typpimuutokset, boorin lisääntyminen sekä raudan ja magnesiumin väheneminen) (Nuorteva ja Kurkela 1993, Nuorteva ym. 1998). Meneillään olevissa tervasrosotutkimuksissa pyritäänkin selvittämään mm. neulasanalyysien avulla sekä tervasrosan aiheuttamia puun ravinnetilan mahdollisia muutoksia ja niiden osuutta sieniepidemian kulussa että ravinteisuuden yleistä merkitystä männyllä taudin vastustuskykyä ajatellen.

Yleisesti oletetaan, että esim. yksipuolisella lan-

noituksella (mm. typpi) saattaa olla sienitauteja lisäävä vaikutus männiköissä, ja hyväkasvuisia mentyjä on myös väitetty huonokasvuisia alttiimmiksi. Toisaalta huomattavia tervasrosotuhvoja voi esiintyä myös hyvinkin karuilla kasvupaikoilla etenkin Pohjois-Suomessa. Ravinteisuuden mahdollinen merkitys tervasrosoepidemian syntyyn tai yksittäisten puiden sairastumiseen ei olekaan riippuvainen yksinomaan männyn ravinnetilasta. Maaperän ravinteisuuden lisäksi myös metsänhoidolliset toimenpiteet puuston harvennuksineen, maanpinnan käsittelyineen ja lannoituksineen aiheuttavat usein muutoksia sekä puiden kasvussa ja ravinnetilassa että metsikön pienilmastossa (kosteus, lämpötila ja valo) ja sitä myöten pintakasvillisuuden lajisto- ja runsaussuhteissa. Erityisesti tervasrosolle altis metsämaitikka viihtyy luontaisesti enimmäkseen ravinteisilla kasvupaikoilla (OMT, MT) ja saattaa runsastua eri metsänhoitotoimenpiteiden seurauksena. Koska ravinteisuus saattaa väli-isäntäkasvien määrän ja laadun lisäksi vaikuttaa sekä puiden että väli-isäntäkasvien tautialttiuteen, sienien kasvuun ja itiötuotantoon sairaisa männnyissä, riittää jo yksinomaan tervasrosan epidemiologiaan vaikuttavissa ravinnetaloudellisissa tekijöissä vielä runsaasti selvittävää.

Kirjallisuus

- Aarne, J. (toim.) 1992. Metsätalastollinen vuosikirja 1990–1991. *Folia Forestalia* 720. 281 s.
- Hantula, J., Niemi, M., Kaitera, J., Jalkanen, R. & Kurkela, T. 1998. Genetic variation of pine stem rust in Finland as determined by Random Amplified Microsatellites (RAMS). *European Journal of Forest Pathology* 28: 361–372.
- Hyppönen, M., Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. 2001. Pohjois-Suomen metsänhoito-suositukset. Kajaanin kirjapaino Oy. 60 s.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. Tapio. Libris Oy, Helsinki.
- Kaitera, J. 2000. Analysis of *Cronartium flaccidum* lesion development on pole-stage Scots pines. *Silva Fennica* 34(1): 21–27.
- & Hantula, J. 1998. *Melampyrum sylvaticum*, a new alternate host for pine stem rust *Cronartium flaccidum*. *Mycologia* 90(6): 1028–1030.
- & Jalkanen, R. 1995. Distribution of *Endocronartium pini* in northern Finland. Julkaisussa: Kaneko, S., Katsuya, K., Kakishima, M. & Ono, Y. Proceedings of the fourth IUFRO Rusts of Pines WP conference, Tsukuba, Japan. s. 115–118.
- & Nuorteva, H. 2000. Some ongoing and future studies on pine stem rusts in Finland. Proceedings of the Nordic/Baltic meeting on forest pathology, June 17–22, 2000, Sagadi, Estonia. *Forestry Studies XXIV*: 24–29.
- , Aalto, T. & Jalkanen, R. 1994. Effect of resin-top disease caused by *Peridermium pini* on the volume and value of *Pinus sylvestris* saw timber and pulpwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 376–381.
- , Seitämäki, L., Hantula, J., Jalkanen, R. & Kurkela, T. 1999. Inoculation of known and potential alternate hosts with *Peridermium pini* and *Cronartium flaccidum* aeciospores. *Mycological Research* 103: 235–241.
- Kankaanhuhta, V., Mäkisara, K., Tomppo, E., Piri, T. & Kaitera, J. 2000. Monitoring of diseases caused by *Heterobasidion annosum* and *Peridermium pini* in Norway spruce and Scots pine stands by airborne imaging spectrometry (AISA). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 782. s. 113–131.
- Liro, J.I. 1906. Kulturversuche mit Finnischen Rostpilzen I. *Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica* 29(6). 25 s.
- 1907. Kulturversuche mit Finnischen Rostpilzen. II. *Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica* 29(7). 58 s.
- Nuorteva, H. & Kurkela, T. 1993. Effects of crown reduction on needle nutrient status of scleroderris canker-diseased and green-pruned Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1169–1178.
- , Kurkela, T. & Lehto, A. 1998. Rapid living crown reduction caused by *Gremmeniella abietina* affects foliar nutrient concentrations of Scots pine. *European Journal of Forest Pathology* 28(5): 349–360.
- Tikka, P. 1942. Puiden vikanaisuuksien merkitys ja huomioon ottaminen Perä-Pohjolan mäntymetsien hoidossa. *Acta Forestalia Fennica* 50. 91 s.

■ MMT Juha Kaitera, Metla, Rovaniemen tutkimusasema; MMM Heikki Nuorteva, Metla, Vantaan tutkimuskeskus. Sähköposti juha.kaitera@metla.fi