

Minna Malmivaara, Irja Löfström ja  
Ilkka Vanha-Majamaa

## Antropogeeniset vaikutukset mustikkatyypin kaupunkimetsien aluskasvillisuuteen Etelä- Suomessa

Seloste artikkelista: Malmivaara, M., Löfström, I. & Vanha-Majamaa, I. 2002. Anthropogenic effects on understory vegetation in *Myrtillus* type urban forests in southern Finland. *Silva Fennica* 36(1): 367–381.

**T**utkimuksemme tarkoituksena oli selvittää pirstoutumisen ja kulutuksen vaikutuksia mustikkatyypin kaupunkimetsien aluskasvillisuuteen. Tutkimushypoteesinamme oli, että kaupunkimetsissä tapahtuu erilaisia antropogeenisiä muutoksia: lajisto muuttuu, lajien runsaussuhteet ja peittävyys muuttuvat. Mitä pienempi metsäalue on ja mitä enemmän asukkaita sen lähiympäristössä asuu, sitä suurempia aluskasvillisuuden muutokset ovat.

### Aineisto ja menetelmät

Tutkimusalueemme koostui erikokoisista (0,6–1 600 ha) mustikkatyypin kaupunkimetsistä pääkaupunkiseudulla. Kuusivaltaisissa yli 80-vuotiaissa mustikkatyypin metsissä tehtiin aluskasvillisuuden lajistoon perustuva biotooppikartoitus kasvillisuudeltaan mahdollisimman yhtenäisten biotooppien rajaamiseksi tutkimuskohteiksi. Yhteensä 69 kasvillisuudeltaan yhtenäistä mustikkatyypin biotooppia, jotka sijaitsivat 40 eri metsäalueella, tutkittiin. Biotooppien koko vaihteli 0,01 hehtaarista 3,4 hehtaariin.

Yksi tai kaksi 100 m<sup>2</sup>:n kokoista ympyräkoelaa perustettiin kullekin biotoopille biotoopin koosta

riippuen. Puusto ja pensaat mitattiin kaikilta koelohoilta. Kuluneisuuden mittareina käytettiin polkupinta-alaa, humuskerroksen paksuutta ja paljastuneen mineraalimaan pinta-alaa kullakin koeloholla. Aluskasvillisuuden lajien prosenttipeittävyys arvioidiin kullekin koeloholle perustetulta neljältä 1 m<sup>2</sup>:n näytealalta asteikolla 0,25–100 %. Biotoopit jaettiin kuluneisuuden perusteella viiteen luokkaan: kulumattomat, lievästi kuluneet, kuluneet, erittäin kuluneet ja loppuun kuluneet. Luokittelun perusteella noin 40 % kuului kulumattomiin, 50 % lievästi kuluneisiin ja 10 % kuluneisiin.

Asukasmäärät yhden ja kahden kilometrin säteellä jokaisen biotoopin keskipisteestä selvitettiin pääkaupunkiseudun tietorekisterien järjestelmästä (PTRJ) ja Vantaan kuntatietorekisteristä. Koulujen oppilasmäärä ja päiväkotien lapsimäärä selvitettiin 300 m:n säteellä jokaisen biotoopin keskipisteestä. Näitä tietoja käytettiin metsiin kohdistuvan käyttö- ja kulutuspaineen mittareina.

Kaupunkimetsien lajistoa, lajien runsautta ja peittävyttä verrattiin Etelä-Suomen vuosien 1985–86 VMI-kasvillisuusaineistoon ja Jalosen ja Vanha-Majamaan 1995 tekemän tutkimuksen kasvillisuusaineistoon. Vertailuaineistot oli kerätty Etelä-Suomen samanikäisistä mustikkatyypin talousmetsistä, jotka sijaitsivat taajamien ulkopuolella.

Aineiston analysoinnissa käytettiin GNMDS-oordinaatiota (globaali ei-metrinen moniulotteinen skaalaus), yksisuuntaista varianssianalyysiä (ANOVA), Tukeyn HSD-testiä ja t-testiä.

### Tulokset

GNMDS:n mukaan yksi tärkeimmistä aluskasvillisuuteen vaikuttavista tekijöistä oli metsäalueen lähiympäristön asukasmäärä. Aluskasvillisuuden pohjakerroksen peittävyys väheni ja polkupinta-ala kasvoi asukasmäärän kasvaessa. Metsän koko ei sen sijaan korreloinut kuluneisuuden kanssa. Tämä johtune

siitä, että myös suurien metsien reuna-alueet ja sisäosien rakennettujen polkujen lähialueet saattavat olla erittäin kuluneita. Pääpuulaji vaikutti selvästi sekä kenttä- että pohjakerroksen lajistoon. Varjoisien kuusimetsien lajeja enemmän valoa ja ravinteita vaativat lajit lisääntyivät lehtipuiden osuuden kasvaessa.

Kenttäkerroksen lajeista mustikan (*Vaccinium myrtillus*) peittävyys oli pienempi kuluneissa (12,5%) kuin kulumattomissa (24,9%) kaupunkimetsissä. Tulos tukee aikaisempia tutkimuksia, joiden mukaan mustikka on tallaukselle herkkä laji. Mustikkatyyppin metsissä kaikkein yleisimpien lajien joukkoon kuuluvien lajien, kangasmaitikan (*Melampyrum pratense*), metsätähden (*Trientalis europaea*), puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*), kevätpiipon (*Luzula pilosa*) ja kangaskynsisammalen (*Dicranum polysetum*), frekvenssit pienenevät kuluneisuuden lisääntyessä. Tyypilliset mustikkatyyppin metsien lajit osoittautuivat yleisesti tallaukselle herkiksi. Sen sijaan metsäsuikerosammalen (*Brachythecium oedipodium*) ja pioneirilaji nuokkuvarstammalen (*Pohlia nutans*) frekvenssit kasvoivat kuluneisuuden lisääntyessä. Pioneerilajit ja mustikkatyyppiä ravinteisempien paikkojen tallausta kestävät lajit runsastuivat kuluneissa metsissä.

Aluskasvillisuuden peittävyys kaupunkimetsissä (68,5%) oli huomattavasti pienempi kuin talousmetsissä taajamien ulkopuolella (Jalonen ja Vanha-Majamaa: 93,5%, VMI: 105,5%). Tämä johtui kaupunkimetsien pohjakerroksen sammaleiden pienistä peittävyyksistä. Kaupunkimetsien pohjakerroksen peittävyys (21,7%) oli vain puolet pohjakerroksen peittävydestä taajamien ulkopuolisissa metsissä (Jalonen ja Vanha-Majamaa: 54,6%, VMI: 60,8%). Tilastollisesti merkitsevästi kaupunkimetsien ja taajamien ulkopuolisten metsien välillä erosivat seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), kynsisammalet (*Dicranum* spp.), metsäkerrossammal (*Hylocomium splendens*), rahkasammalet (*Sphagnum* spp.) ja maksammalet. Sammalten tallausherkkyydestä on raportoitu myös monissa aikaisemmissa tutkimuksissa. Yhtenä syynä heikkoon tallauskestävyyteen on pidetty sammalten hidasta uusiutumista ja kasvua.

## Johtopäätökset

Aluskasvillisuus on muuttuneinta metsissä, joiden

käyttöpaine on suuri. Erityisesti pohjakerroksen herkkät sammalet ja kenttäkerroksen varvut kärsivät kulutuksesta. Niinpä tulevien käyttäjien määrä suhteessa metsän kokoon pitäisi ottaa huomioon kaupunkisuunnittelussa, jos alkuperäistä metsälajistoa halutaan säilyttää kaupunkialueilla.

■ FM Minna Malmivaara, MML Irja Löfström, FM Ilkka Vanha-Majamaa, Metla, Vantaan tutkimuskeskus. Sähköposti minna.malmivaara@metla.fi

Seppo Nevalainen

## Topografian vaikutus männynversosurman esiintymiseen Etelä-Suomessa

Seloste artikkelista: Nevalainen, S. 2002. The incidence of *Gremmeniella abietina* in relation to topography in southern Finland. *Silva Fennica* 36(2): 459–473.

Tutkimuksessa käytettiin Valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin (VMI8) metsätuhoaineistoa kuviotasolta vuosilta 1986–1992 Etelä-Suomesta. Aineistossa oli yhteensä 24 544 mäntyvaltaista koealakuviota. VMI8-aineistoon yhdistettiin maaston korkeusmalli, koko tutkimusalueelta 1 km × 1 km:n ruutukoossa, ja kahdeksalta taudin eniten vaivaamalta alueelta 25 m × 25 m:n ruutukoossa. Korkeusmalleista laskettiin 16 erilaista topografiaa kuvaavaa tunnusta.

Versosurman yleisyys kangasmaan mäntyvaltaisilla kuvioilla lisääntyi hieman koealan absoluuttisen korkeuden lisääntyessä, mutta vakavampien, metsikön metsänhoidollista laatua alentavien tuhojen osuus lisääntyi lähes suoraviivaisesti koealan korkeuden lisääntyessä. Turvemaiden vastaavaa yhteyttä ei havaittu.

Maastoinventoinnin lohkon alueen (7 km × 8 km:n ruutu) keskimääräinen korkeus korreloi voimakkaammin taudin esiintymisen kanssa kuin yksittäisten koealojen korkeus. Koealan suhteellinen korkeus näytti kuitenkin olevan kaikista tärkein tekijä: tautia

esiintyi eniten niillä koealoilla, jotka sijaitsivat lohkon alueen keskimääräistä korkeutta matalammalla. Tämä ilmiö näkyi kaikista selvimmin turvemaan koealoilla. Niillä turvemaiden koealoilla, jotka sijaitsivat lohkon korkeutta alempana, havaittiin myös yhteisvaihtelua maaston absoluuttisen korkeuden kanssa: tässä ryhmässä tauti lisääntyi suoraviivaisesti maaston korkeuden kasvaessa.

Tarkempien korkeusmallien avulla voitiin tutkia useita topografiaan liittyviä lisämuuttujia.

Korrelaatioanalyysin mukaan rinteen kaltevuuden lisääntyminen vähensi taudin esiintymistä. Rinteen kaltevuussuunnalla oli vain vähän merkitystä. Kangasmailla tautia tavattiin odotusten vastaisesti hiukan enemmän etelärinteillä. Koealan lähiympäristön topografialla näytti olevan vähemmän merkitystä kuin edellä kuvatulla koealan suhteellisella korkeudella.

Korkeusmallien avulla laskettiin myös pinnanmuotojen morfologiaa kuvaavat tunnusluvut.

Kun käytettiin 50 m:n pikselikokoa, tautia esiintyi lähes yhtä paljon laaksoissa, harjuilla tai tasaisilla alueilla. Kun vastaavat tulokset laskettiin 100 m:n ruuduille, tautia oli eniten laaksoissa. Tällaista eroa ei kuitenkaan saatu, kun tulokset laskettiin pelkästään kivennäismaiden koealoille.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että tässä työssä käytetyt topografiaa kuvaavat muuttujat eivät yksistään riitä selittämään taudin alueellista esiintymistä. Tauti oli selvästi keskittynyt joillekin korkeille vedenjakaja-alueille, esimerkiksi Multian ja Rautavaaran ympäristöön (yli 180 m m.p.y.). Toisaalta sitä tavattiin runsaasti myös suhteellisen matalilla alueilla, esimerkiksi Juvan ja Tammelan ympäristössä (120–140 m m.p.y.). Taudin voimakkaasti vaivaamat kahdeksan aluetta, joita tässä tutkimuksessa käsiteltiin tarkemmin, erosivat selvästi toisistaan topografiansa suhteen. Ilmeisesti useat matalalla sijaitsevat tautialueet voivat toimia paikallisina vedenjakajina. Toisaalta erot koealojen taudinaltiudessa voivat myös aiheutua sellaisista eroista maaston topografiassa, ettei niitä saada esiin nyt käytetyillä menetelmillä.

■ MMM Seppo Nevalainen, Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus. Sähköposti seppo.nevalainen@metla.fi

Martti Venäläinen ja  
Seppo Ruotsalainen

## Metsänjalostuksen jälkeläiskoe- tulosten käsittely: mallitapaukse- na Suomen mäntykokeet

Seloste artikkelista: Venäläinen, M. & Ruotsalainen, S. 2002. Procedure for managing large-scale progeny test data: a case study of Scots pine in Finland. *Silva Fennica* 36(2): 475–487.

**L**aajat jälkeläiskoeverkostot ovat tyypillisiä metsäpuiden jalostusohjelmille. Yksittäiset jälkeläiskokeet eroavat huomattavasti toisistaan iältään, kokoonpanoltaan ja kasvupaikkaolosuhteiltaan. Kokeet erottelevat mukana olevien pluspuiden jalostusarvoja tehokkuudella, joka on käänteisessä suhteessa koetta kohdanneiden häiriötekijöiden ja tuhojen aiheuttamaan virhevaihteluun. On esitetty useita menetelmiä, joiden avulla jälkeläiskoeverkoston tuottamaa epätasapainoista ja informaatioarvoltaan kirjavia testausaineistoa voidaan käsitellä niin, että jalostusaineistolle saadaan luotettava paremmuusjärjestys. Tämä tutkimusraportti esittelee menetelmän, jonka kehittämisessä on käytetty malliaineistona Suomessa vuosina 1960–1990 perustettuja männyn jälkeläiskokeita.

Menetelmässä käytetään havaintoyksikkönä yleisimmin 25 taimen koeruudun keskiarvoa. Puuttuvien ruututietojen haittaa on lievennetty käyttämällä pienimmän neliösumman reunakeskiarvoja koeerien keskiarvoina. Koe-eräkeskiarvot on standardoitu menestystasoluvuiksi siten, että kunkin kokeen sisällä menestystasolukujen keskiarvoksi tulee 50 ja keskihajonnaksi 25. Sen jälkeen jokaiselle kokeelle on laskettu sen informatiivisuutta kuvaava luotettavuuskerroin. Tärkein kertoimeen vaikuttanut tekijä on ollut kokeesta estimoitu perhekeskiarvojen periytymisaste, ”perheheritabiliteetti”. Luotettavuuskerrointa on käytetty tulosten painotustekijänä siinä vaiheessa, kun eri kokeiden tuloksia on yhdistetty.

Jotta pluspuiden valinta eri tarkoituksiin olisi mahdollista, on kaikki kutakin pluspuuta koskeva testausaineisto yhdistetty yhteen, paremmuusjärjes-

tyksen laatimiseen soveltuvaan, muuttujaan. Tällaisen järjestysmuuttujan muodostamiseksi esitetään kolme erilaista vaihtoehtoa. Ne kaikki soveltuvat pluspuiden järjestämiseen paremmin kuin tyypilliset aritmeettiset tai painotetut keskiarvot. Järjestysmuuttujassa *WMEAN* painottuvat kokeiden luotettavuus ja lukumäärä. Järjestysmuuttujissa *WCONF<sub>0.50</sub>* ja *WCONF<sub>0.10</sub>* painottuu pluspuukeskiarvon keskivirhe eli testaustulosten tarkkuus joko väljällä (50 %) tai tiukalla (90 %) virhemarginaalilla. Erilaisia järjestysmuuttujia tarvitaan, koska valintatilanteet vaihtelevat. Kun valitaan pluspuuklooneja uuteen siemenviljelykseen, annetaan arvoa valintatiedon luotettavuudelle, koska jokainen valittu klooni tulee merkittävästi vaikuttamaan metsänviljelyaineiston geneettiseen tasoon. Kun valitaan pluspuita jatkojalostukseen, voidaan ottaa mukaan jalostusarvoltaan lupaavia mutta toistaiseksi epävarmoja pluspuista. Jatkotestaus osoittaa tarkemmin niiden arvon, ennen kuin ne tulevat mukaan kaupalliseen siementuotantoon.

Testaustulokset on laskettu ja tietokannat pidetty yllä SAS<sup>®</sup>-tilasto-ohjelmiston avulla. Menetelmä on ollut käytössä Metsäntutkimuslaitoksessa koko kahdeksan vuotta kestäneen kehitystyön ajan. Sen avulla on pystytty järjestämään 620 jälkeläiskokeesta kertyneet lähes 3 000 plusmäntyä koskevat testaustiedot siten, että niitä on voitu käyttää hyväksi siemenviljelysten harvennuksissa, uusien siemenviljelysten perustamisessa ja valittaessa pluspuita seuraavan sukupolven jalostuspopulaatioihin.

■ MMM Martti Venäläinen, MMM Seppo Ruotsalainen, Metla, Punkaharjun tutkimusasema  
Sähköposti [martti.venalainen@metla.fi](mailto:martti.venalainen@metla.fi)