

Jouni Siipilehto

Heinäntorjunnan vaikutus kuusen, koivun ja haavan alkukehitykseen kuitukatteita ja kemiallisia torjunta-aineita käytettäessä metsitetyillä pelloilla

Seloste artikkelista: Siipilehto, J. 2001. Effect of weed control with fibre mulches and herbicides on the initial development of spruce, birch and aspen seedlings on abandoned farmland. *Silva Fennica* 35(4): 403–414.

Istutuksen jälkeisen heinäntorjunnan vaikutusta pintakasvillisuuteen ja taimien alkukehitykseen seurattiin kolme kasvukautta kolmella metsitetyllä pelloilla Etelä-Suomessa. Tutkimusmateriaali, 2-vuotiset haavan, kuusen ja koivun paakkutaimet, istutettiin keväällä 1996. Katteita, kemiallista ja mekaanista heinäntorjuntaa verrattiin käsittelemättömään kontrolliin 30–40 toiston täydellisesti satunnaistettuina kokeina. Katteiden koko oli 60 cm × 60 cm. Katematon aineina olivat höylän lastu, jossa muovikuitu sideaineena, paperi (sanomalehdistä valmistettu kuituvelli), puulastu ja puhdas puukuitu vellinä. Kemiallisessa heinäntorjunnassa käytettiin glyfosaattia (Roundup®) koivulla, glyfosaatin ja terbutylatsiinin seosta (Folar®) kuusella ja rakeista diklobeniilia (Gasoron G®) haavalla 1 m²:n laikku-na taimen ympärillä. Mekaaninen heinäntorjunta oli kitkentä kerran kasvukauden aikana.

Maalajit olivat hiesu kuusen, hieta koivun ja savi haavan viljelyalalla. Pintakasvillisuutta hallitsi juolavehna, jonka peittävyys kynöksessä vallinneen rönsyleinikin kanssa oli lähes 100 % hiesupellolla. Näiden lisäksi pelto-ohdake, maitohorsma, vadelma ja nokkonen olivat yleisiä hietapellolla. Savipellolla em. kasvien lisäksi saunakukkaa esiintyi runsaasti.

Katteiden kestävyys arvioitiin katteen läpi tunkeutuneen kasvillisuuden peittävytenä katteen pinta-alasta. Kestävimmät olivat katematto, jossa kasvillisuus peitti 23 % katteesta kokeen lopulla, ja paperikate, jossa vastaava peittävyys oli 54–89 %.

Kasvillisuuden peittävyys erosi kaikissa käsitellyissä kontrollista kahtena ensimmäisenä vuonna, vaikka peittävyys oli käsitellyillä aloilla pienimmilläänkin 50 %. Kokeen lopulla katematon lisäksi vain uusitut käsittelyt, puukuitu- ja puulastukate, erosivat kontrollista. Kasvillisuuden korkeus oli kemiallisessa käsittelyssä yleensä pienin. Kuitenkin glyfosaatti muutti juolavehnan vallitseman kasvillisuuden horsman ja ohdakkeen vallitsemaiseksi korkeammaksi kasvillisuudeksi.

Taimien menestymisessä oli puulajeittaista vaihtelua. Puulastukatteen havaittiin edistäneen läpimitan kasvua. Kemiallinen käsittely edisti kuusen läpimitan ja pituuden kasvua sekä elinvoimaisuutta – terveiden kuusten osuus oli 73 %, kun vastaava osuus muissa käsittelyissä oli ≤ 40 %. Diklobeniilin tehottomuus johtui todennäköisesti pintamaan kuivumisesta. Katematto edisti haavan kasvua, mutta myyrän pesiminen maton alle lisäsi tuhoriskiä – syönniltä välttyi vain 10 %, kun muissa torjuntakäsittelyissä syömättömiä oli 40–47 %. Haavan kuolleisuus vaihteli kontrollin 55 %:sta paperikatteen 20 %:iin, kun taas kuusen ja koivun kuolleisuus oli marginaalista. Koivu menestyi yleisesti hyvin eikä käsittelyn välisiä eroja havaittu elinvoimassa tai kasvussa kokeen lopulla.

Tässä tutkimuksessa vain katematto antoi monivuotisen suojan pintakasvillisuutta vastaan, mutta samalla se lisäsi myyrätuhon riskiä. Vellimäisten kuitukatteiden, puulastun, mekaanisen ja kemiallisen käsittelyn teho ei ollut riittävä ja käsittelyt tulisi toistaa, jolloin kustannustehokkuus heikkenee. Organiset katteet toimivat eristeenä hidastaen roudan sulamista. Tämä lisää kevätahavan riskiä.

■ MML Jouni Siipilehto, Metla, Vantaan tutkimuskeskus. Sähköposti jouni.siipilehto@metla.fi

Susanna Sironen, Annika Kangas,
Matti Maltamo ja Jyrki Kangas

Puun kasvun ennustaminen k-lähimmän naapurin menetelmällä ja k-Most Similar Neighbour -menetelmällä

Seloste artikkelista: Sironen, S., Kangas, A., Maltamo, M. & Kangas, J. 2001. Estimating individual tree growth with the k-nearest neighbour and k-Most Similar Neighbour methods. *Silva Fennica* 35(4): 453–467.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ei-parametristen menetelmien soveltuvuutta kasvun ennustamiseen. Ei-parametristen menetelmien avulla haluttua tunnusta ei ennusteta koko aineiston perusteella, kuten regressiomalleilla, vaan haluttu tunnus, esimerkiksi kasvu, on painotettu keskiarvo lähimpien naapureiden havainnoista. Lähimpien naapureiden valinta voi perustua esimerkiksi metsikkökohtaisten keskitunnusten välisiin eroihin. Lähimmät naapurit valitaan puutietokannasta, joka koostuu aiemmin mitatuista puu- ja metsikkökohtaisista tiedoista. Ei-parametrisilla menetelmillä ei saada epärealistisia ennusteita, koska ennusteet perustuvat todellisista mitatuista tiedoista poimittuihin arvoihin. Menetelmät säilyttävät enemmän aineistossa esiintyvää vaihtelua kuin parametriset menetelmät. Ei-parametrisilla menetelmillä ei voida kuitenkaan taata, että ennusteet olisivat harhattomia.

Ei-parametrisia menetelmiä käytettäessä on selvitettävä millaista etäisyysfunktiota käytetään haettaessa kohdepuille lähimpiä naapureita referenssiaineistosta, optimaalinen naapureiden lukumäärä sekä painotusfunktion muoto referenssipuiden painotamiseen. Tutkimuksessa kokeiltiin kahta ei-parametristä menetelmää: muuttujien välisiin absoluuttisiin etäisyyksiin perustuvaa k-lähimmän naapurin menetelmää (k-nn) sekä kanoniseen korrelaatioanalyysiin perustuvaa k-Most Similar Neighbour -menetelmää (k-MSN). k-lähimmän naapurin menetelmässä etäisyysfunktion muuttujat, kertoimet, naapureiden lukumäärä ja painotusparametrin arvo etsittiin heuristisesti testaamalla lukemattomia eri muuttujien ja

parametrien yhdistelmiä. Tämä rajoitti muun muassa etäisyysfunktion muuttujien lukumäärää. k-MSN-menetelmässä etäisyysfunktion parametrit saadaan kanonisen korrelaation avulla, jolloin selittäviksi ja selitettäviksi tunnuksiksi voidaan ottaa yhtä aikaa monia puu- ja metsikkökohtaisia tunnuksia.

Tutkimuksessa käytetty aineisto mitattiin kesän ja syksyn 1999 aikana Kuusamon yhteismetsän alueilta Kuusamosta. Tutkimukseen valittiin pääositteiksi tuoreella kankaalla kuusi ja mänty, kuivahkolla ja kuivalla kankaalla sekä kitumaalla mänty, rämeellä mänty ja korvessa kuusi, jotka jaettiin edelleen kuuteen ikäluokkaositteeseen. Metsiköiden sisällä mitattiin kahden ympyräkoelan muodostama ryvä. Koealoilta mitattiin monipuolisesti sekä metsikkö-, puusto- että puutunnuksia. Tutkimusaineistoon tuli mukaan 71 metsikköä eli 142 koealaa. Näiltä mitattiin yhteensä 4 051 lukupuuta ja 1 308 koeputa. Koeputa 941 oli mäntyjä ja 367 kuusia.

Tutkimuksessa laadittiin sekä männylle että kuuselle viiden vuoden läpimitan kasvumallit. Menetelmillä ennustettiin myös loppuhetken kuorien paksuudet. Mallien laadinnassa kokeiltiin läpimitan kasvua selittävänä muuttujina yleisimpiä metsiköistä mitattavissa tai johdettavissa olevia puu- ja metsikkökohtaisia tunnuksia. Molemmilla menetelmillä läpimitan kasvua selittivät parhaiten metsikön ikä, puun läpimitta, pituus sekä puuta suurempien puiden pohjapinta-ala. k-nn-menetelmällä läpimitan kasvuennusteiden suhteelliseksi keskivirheeksi saatiin männyllä 49,5 % ja kuusella 65,8 %, kun lähimpien naapureiden lukumäärä oli molemmilla puulajeilla 15. k-MSN-menetelmällä keskivirheet olivat männyllä 47,6 % ja kuusella 69,7 % naapureiden lukumäärän ollessa männyllä 15 ja kuusella 14. Ei-parametrisia kasvumalleja verrattiin samasta aineistosta lineaarisella sekamallitekniikalla laadittuihin kasvumalleihin. Sekamalleilla saatujen kasvuennusteiden suhteellinen keskivirhe oli männyllä 75,3 % ja kuusella 52 %. Regressiomalli yliarvioi läpimita-taan yli 20 senttimetrin puiden kasvua enemmän kuin ei-parametriset menetelmät. k-MSN-menetelmän tuotti selkeitä yliarvioita suurimpien puiden kasvuille. Harhan pienentämiseksi kokeiltiin muunnoksia selittäviin muuttujiin sekä eri määriä lähimpiä naapureita eri kokoisilla puilla. Niillä ei kuitenkaan ollut merkitystä tässä aineistossa.

Ei-parametrisissa menetelmissä on tärkeää, että

aineistossa olisi havaintoja kaikista ikäluokista ja kaikilta kasvupaikoilta. Tutkimusaineistossa olisi pitänyt olla enemmän nuorempia kuusikoita ja vanhempia männiköitä sekä läpimitoiltaan suurempia puita. Jos aineistossa olisi enemmän metsiköitä saataisiin myös muun muassa pohjapinta-alaan, keskiläpimitään ja valtapituuteen enemmän vaihtelua. Pienessä aineistossa ei etenkin näillä metsikkökohteisilla tunnuksilla ole tarpeeksi vaihtelua, joten ne eivät sisällä tarpeeksi informaatiota selitettävästä muuttujasta. Selittäjien lisääminen myös kaventaa potentiaalisten naapuriehdoikkaiden joukkoa, jolloin pienestä aineistosta ei löydy tarpeeksi läheltä sopivia naapureita ja estimaattien keskivirhe suurenee.

Erityisesti k-lähimmän naapurin menetelmä todettiin kilpailukykyiseksi kasvunennustamismenetelmäksi. k-Most Similar Neighbour -menetelmä toimi puutasolla yhtä hyvin kuin k-*nn*-menetelmä, mutta metsikkötason kasvuennusteiden keskivirhe ja harha olivat k-*MSN* menetelmällä huomattavasti suurempia. Menetelmällä saatiin etenkin vanhoissa, uudistuskypsissä metsiköissä suurempia aliarvioita tilavuuskasvulle.

■ MMM Susanna Sironen, prof. Matti Maltamo, Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta; prof. Annika Kangas, Helsingin yliopisto, metsävarojen käytön laitos; prof. Jyrki Kangas, Metla, Joensuun tutkimuskeskus. Sähköposti susanna.sironen@forest.joensuu.fi

Anneli Viherä-Aarnio ja Pirkko Velling

Mikrolisättyjen rauduskoivujen menestyminen ja kloonien väliset erot kenttäkokeissa

Seloste artikkelista: Viherä-Aarnio, A. & Velling, P. 2001. Micropropagated silver birches (*Betula pendula*) in the field – performance and clonal differences. *Silva Fennica* 35(4): 385–401.

Rauduskoivun mikrolisäysmenetelmiä sovellettiin maassamme käytännön taimituotantoon ja

metsänviljelyyn laajahkossa kaupallisessa monistusohjelmassa 1980–90-lukujen taitteessa. Mikrolisäyksellä voidaan tuottaa puun kasvulusukosta taimia, jotka ovat geneettisesti samanlaisia sekä monistettavan emopuun kanssa että keskenään eli muodostavat kloonin. Mikrolisäyksellä tuotetun uuden taimityypin, samoin kuin monistukseen valittujen kloonien, menestymisestä ja ominaisuuksista tiedettiin kaupallisen toiminnan alkaessa hyvin vähän. Viimeisen kymmenen vuoden aikana on erilaisten kontrolloiduissa oloissa, esim. kasvatuskammioissa ja taimitarhoilla tehtyjen kokeiden tuloksena kertynyt runsaasti tietoja kloonien välisistä eroista ja ominaisuuksista, kuten kelpaavuudesta niitä syöville eläimille, alttiudesta sienitaudeille tai herkkydestä ilmansaasteille.

Tässä tutkimuksessa verrattiin metsänviljelyolosuhteissa rauduskoivun mikrolisättyjen ja siemensyntyisten taimien menestymistä sekä tarkasteltiin eri koivukloonien välisiä eroja.

Tutkimuksen aineiston muodosti 11 mikrolisäyksellä tuotettua kloonin ja 10 erilaista siementaimierää. Sekä kloonit että siementaimet olivat alkupe- rältään eteläsuomalaisia. Kloonit oli valittu kaupalliseen monistusohjelmaan kantapuiden vapaapölytys-, risteytys- ja siemenviljelysjälkeläistöistä, tai ne olivat fenotyypillisesti eli ulkoasun perusteella mestistä valittuja, alkuperäisiä jalostuksen kantapuita. Siementaimierät olivat klooneille läheistä sukua tai eteläsuomalaisia metsikköeriä.

Klooni- ja siementaimia verrattiin 10 kenttäkokeessa, jotka sijaitsevat Etelä-Suomen itäosissa leveyspiirien 61° ja 63° välisellä alueella. Kokeet perustettiin avohakatuille mustikka- ja käenkaali- mustikkatyypin metsänviljelyaloille, joilla oli tehty maanpinnan valmistus äestämällä tai auraamalla. Kokeet perustettiin vuosina 1989 ja 1992. Kokeista mitattiin taimien elossaoloa ja pituutta sekä erilaisten biotistien tuhojen esiintymistä 6–7 vuoden iällä.

Mikrolisättyjen taimien ja siementaimien välillä ei ollut pääsääntöisesti eroja taimien elävyydessä, pituudessa ja biotistien tuhojen esiintymisessä. Yksittäisten kloonien välillä oli kuitenkin huomattavia pituus- ja elävyyseroja. Jotkut kloonit erottuivat selvästi muita heikompiina. Valinta ja kloonaus eivät tässä aineistossa tarjonneet selvää hyötyä. Myös myyrä- ja hirvituhojen sekä tyvilaikkaisuuden esiin-

tymisessä havaittiin eroja eri kloonien välillä.

Kun tarkastellaan eri kloonien menestymistä maastossa tai käyttäytymistä erilaisissa kontrolloiduissa kokeissa, on tärkeätä selvittää kloonitunusten taustalla olevat tiedot, kuten kloonin maantieteellinen alkuperä, polveutuminen sekä valintaolosuhteet ja -kriteerit. Tähän tutkimukseen sisältyneiden kloonien vaihtelevaa ja osin heikkoa menestymistä selittää se, että niiden valinta tehtiin hyvin erilaisista lähtöaineistoista, vaihtelevin perustein sekä useiden eri tahojen ja henkilöiden toimesta.

Mikäli mikrolisätyjen koivujen laajamittainen käyttö metsänviljelyssä käynnistyy maassamme uudelleen, tulee monistettavien kloonien valintaan kiinnittää erityistä huomiota. Lisäksi on tärkeätä testata valittuja kloonieja usean vuoden ajan kloonikokeissa kentällä.

■ MML Anneli Viherä-Aarnio, MMT Pirkko Velling, Metla, Vantaan tutkimuskeskus
Sähköposti anneli.vihera-aarnio@metla.fi

Tuomo Wallenius

Metsien ikäjakauma ja menneiden metsäpalojen merkit luonnontilaisessa kuusivaltaisessa maisemassa

Seloste artikkelista: Wallenius, T. 2002. Forest age distribution and traces of past fires in a natural boreal landscape dominated by *Picea abies*. *Silva Fennica* 36(1): 201–211.

Metsien ikäjakauma ja metsäpalojen merkkien esiintymistä tutkittiin luonnontilaisessa kuusivaltaisessa maisemassa Onegan niemimaalla Luoteis-Venäjällä. Alue käsittää noin 5 000 neliökilometriä tietöntä taigaa ja siellä asuu vain 1 300 asukasta seitsemässä pienessä kylässä niemimaan rannikolla. Asumattomassa sisämaassa ihmisvaikutus on nykyään ja on myös ollut menneinä aikoina hyvin vähäistä. Tutkimusalue, kooltaan 9 × 15 kilo-

metriä, sijoitettiin noin 12 kilometrin päähän rannikosta. Tutkimusalueelle arvottiin satunnaisesti 60 näytealaa, joista 47 ehdittiin tutkia. Neljä tutkituista näytealoista sijoittui järveen tai muuhun vesistöön, joten tutkimus perustuu 43 näytealaan. Näytealat paikallistettiin maastossa GPS:n, kompassin ja mitanauhauksen avulla.

Säteeltään 20 metriä olevilta ympyränäytealoilta etsittiin palokoroja, palokantoja tai muita hiiltyneitä puun kappaleita sekä hiilenmuruja humuskerroksen alta tai, jos näyteala osui suolle, makroskooppisia hiilikerroksia turpeesta yhden metrin syvyyteen saakka. Metsän iällä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa metsän vanhimman puun ikää. Tämä on perusteltua kuusivaltaisissa metsissä, koska kuuset eivät yleensä selviä metsäpaloista ja muuta puustoa selvästi vanhempia kuusiylispuita harvemmin löytyy. Metsien ikäjakaumaa maisemassa tutkittiin kairamalla 2–7 puuta kultakin näytealalta. Joitakin poikkeuksia lukuunottamatta näytealalta valittiin ensin kolme subjektiivisesti vanhinta puuta, minkä jälkeen kairattiin vielä kolme näytealan keskipistettä lähinnä ollutta valta puuta. Yhteensä ikänäytteitä otettiin 209 puusta.

Näytealoilta määritetty maiseman metsien ikäjakauma oli kaksihuippuinen. Suurimman ikäluokan muodostivat 251–300-vuotiaat metsät. Toinen pienempi huippu osui ikäluokkaan 51–100-vuotiaat metsät. Palojen merkkejä löytyi lähes kaikenlaisilta paikoilta, niin mineraalimaan metsistä kuin myös erilaisilta soilta. Yleisimpänä merkinä menneistä paloista olivat hiilen murut metsän pohjalla. Palokoroja tai hiiltyneitä kantoja maisema-alueella oli hyvin vähän. Vain yhdeltä näytealalta löytyi palokoro, joka ajoittui vuoteen 1927/1928. Melko suurella osalla (15/43) näytealoista ei havaittu lainkaan palo-alojen merkkejä.

Suurimman ikäluokan sijoittuminen 251–300-vuotiaisiin metsiin voisi teoriassa johtua 300 vuotta sitten sattuneista laajoista metsäpaloista. Luultavampaa kuitenkin on, että suuri osa metsistä kuuluu tuohon ikäluokkaan yksinkertaisesti siitä syystä, että kuuset harvemmin elävät yli 300-vuotiaiksi. Ikäluokan 51–100-vuotiaat metsät suuruus johtuu puolestaan tutkimusalueen lounaisosassa noin 90 vuotta sitten sattuneesta metsäpalosta. Palo-alojen merkkien löytyminen lähes kaikenlaisilta metsä- ja suotyypeiltä viittaa siihen, että aitoja palonkiertämiä ei alueel-

la ole. Todennäköisesti kaikki tutkitut paikat ovat palaneet jossain vaiheessa jääkauden jälkeen, mutta johtuen tutkimukseen käytetyn ajan rajallisuudesta ammoisissa paloissa syntynyttä hiiltä ei kyetty kaikkialta löytämään. Ylipäätään metsäpalot ovat olleet tutkimusalueella hyvin harvinaisia.

Metsien ikäjakaumasta karkeasti arvioiden palokiertoaika tutkitussa maisemassa on vähintään 300 vuotta, mutta mahdollisesti huomattavasti enemmän. Tämä palokiertoaika on paljon pidempi kuin mitä useimmissa muissa Fennoskandiassa tehdyissä palohistoria tutkimuksissa on saatu tulokseksi. Ero palokiertoajoissa johtuu pääasiassa käytetyistä menetelmistä ja valituista tutkimusalueista. Useimmat muut palohistoria tutkimukset on tehty palokoroista paikoilla, joilla mäntyä kasvaa huomattavasti enemmän ja joista on löytynyt runsaasti palokoroja. Kun on haluttu tutkia metsäpaloja, on ehkä huomauttamatta ajauduttu valitsemaan tutkimuskohteita, jotka ovat palaneet usein. Määrittämällä palofrekvenssejä palokoroista ovat tulokset paljon tarkempia kuin arvioimalla palokiertoaika metsien ikäjakaumasta tai muutamista turvenäytteiden hiilianalyseistä. Mutta jos ainoaksi menetelmäksi on valittu palokoroanalyysi, on myös suljettu tutkimuksen ulkopuolelle alueet, missä palokoroja ei ole tai ne ovat hyvin harvinaisia. Pitkiä, satojen vuosien palovälejä ovat raportoineet kuitenkin muutamat tutkijat, jotka ovat keskittyneet kuusivaltaisiin metsiin ja käyttäneet siitepöly- ja hiilipartikkelianalyysiä. Nämä tutkimukset yhdessä viittaavat siihen, että usein tehdyt yleistyksiset metsäpalojen yleisyydestä ja merkityksestä boreaalisissa metsissä eivät sovellu kuusivaltaisiin metsiin. Todennäköisesti kuusivaltainen maisema on luonnontilassa enimmäkseen paljon taloudellista kiertoaika vanhempien metsien peitossa.

■ FM Tuomo Wallenius, Helsingin yliopisto, ekologian ja systematiikan laitos ja metsäekologian laitos
Sähköposti tuomo.wallenius@helsinki.fi

