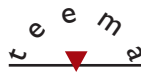


Hannu Hökkä

Suometsien kasvun mallintaminen – nykytilanne ja lähiajan tietotarpeet



Tuotostutkimuksen näkökulmasta tärkeimmät metsien kehitykseen vaikuttavat luonnonprosessit voidaan karkeasti jakaa puiden syntymiseen, kasvuun ja kuolemiseen. Luonnonprosessien lisäksi metsikön kehitykseen vaikuttavat ihmisen toimenpiteet, kuten taimikon hoito, harvennushakkuu, lannoitus, ojitus ja ojitetuilla soilla luonnollisesti oja-verkoston kunnostus. Luonnonprosessien ja toimenpiteiden vaikutus metsien kehitykseen on nykyisissä metsätalouden suunnittelujärjestelmissä kuvattu lukuisilla malleilla, jotka edelleen on koottu yhdessä toimivaksi metsikkösimulaattoriksi (esim. MELA). Tarkastelen tässä puiden kasvun ja kuoleamisen sekä toimenpiteiden kasvuvaikutusten mallintamista suometsien osalta metsätalouden suunnittelun näkökulmasta. Metsikkökehitystä simuloitaessa näiden mallien luotettavuudella ja ennustuskyvyltä on suuri merkitys. Niillä saatellaan rinnankorkeuden saavuttanut metsikkö jopa toista sataa vuotta kestävä, moninaisia vaihtoehtoisia toimenpidekombinaatioiden ketjuja käsittävän kasvatusvaiheen kautta uudistamishetkeen. Tämä tarkastelu rajoittuu suppeaan nykytilanteen kuvaukseen ja lähiajan tutkimustarpeiden kartoitukseen.

Soiden mallien sisältö nyt

MELA-järjestelmän metsikkösimulaattorin periaatteena on kehityksen ennustaminen puutasolla ja metsikön kuvaaminen summaamalla yhteen puittai-

sia kehityksiä. Uusimman MELA-version kasvumalleissa ojitetulla suolla kasvavan männyn, kuusen ja hieskoivun läpimitan kasvu on esitetty puun elinvoimaa, puiden välistä kilpailua ja kasvupaikan laatua kuvaavien puusto- ja kasvupaikkamuuttujien funktiona (Hökkä ym. 1997). Periaate on sama kuin vastaavissa kivennäismaiden kasvumalleissa (Hynynen ym. 2000). Suopuiden malleissa on mukana myös ojituksesta kuluneen ajan ja ojaverkoston kunnoston vaikutus kasvuun.

Puiden pituuden kasvu on suometsissä kuvattu staattisilla puulajeittaisilla pituusmalleilla, joilla puun pituus ennustetaan ensisijaisesti läpimitan funktiona (Hökkä 1997a). Malli ottaa myös huomioon metsikön tiheyden ja puiden keskimääräisen järeyden vaikutuksen pituuskäyrän muotoon. Simulointiaskeleen lopussa lasketaan päivitetyn läpimitan avulla uusi pituus, ja pituuskasvu saadaan peräkkäisten pituuksien erotuksena.

Puiden kuoleamisen ennustamiseksi ei suopuille ole käytössä suometsiin perustuvia malleja, vaan sekä yksittäisen puun kuolemistodennäköisyys, että metsikkötason itseharveneminen ennustetaan malleilla, jotka on laadittu kivennäismaiden aineistoista.

Erilaisten toimenpiteiden vaikutus on kuvattu läpimitan kasvumalleissa kasvun tason muutoksena metsikössä. Harvennuksen jälkeinen kasvu on viiden vuoden ajan korkeampi kuin ennen harvennusta. Mikäli ojaverkosto on huonossa kunnossa, seuraa siitä pysyvästi alhaisempi kasvun taso. Kasvu

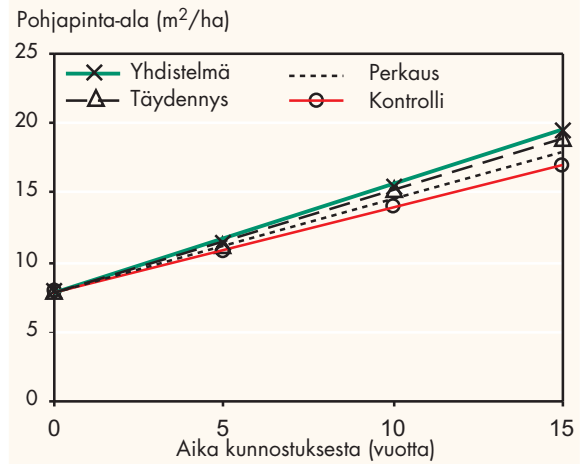
palautuu korkeammaksi, jos tehdään kunnostusojitus. Ojaverkoston kunnan ennustamiseksi on laadittu todennäköisyysmalli, jossa ojien huonoa kuntoa, eli metsikön kunnostusojitustarvetta, selittää ensi sijassa ojituksesta kulunut aika (Höckkä ym. 2000). Lannoitusta seuraava kasvunlisä ennustetaan kivennäismaiden malleilla.

Toimenpiteiden vaikutuksissa tarkennettavaa

Edellä esitetyn perusteella voi jo päätellä, ettei tämän hetken tilanne ole kaikilta osin tyydyttävä sen paremmin prosessien kuin toimenpiteiden vaikutusten kuvauksessa. Kasvumalleissa ei pelkkä tasokorjaus riitä kuvaamaan erilaisisten harvennusten ja kunnostusojitusten yhdistelmien vaikutuksia. Tähän mennessä tehdyt selvitykset ovat osoittaneet, että kunnostusojitusmenetelmän (perkaus, täydennys tai yhdistelmä) valinta vaikuttaa kasvureaktion tasoon (kuva 1) ja että eri kokoiset puut reagoivat kunnostusojitukseen eri tavalla. Kunnostusojituksen kasvureaktion tason, keston ja puiden välisen jakauman kuvaus onkin ojitusalueiden tuotostutkimuksen tärkeimpiä lähiajan tavoitteita.

Koska kunnostusojitus ja harvennushakkuut muodostavat ojitusalueiden kasvatus-toimenpiteiden kokonaisuuden, sen hallinta edellyttää myös harvennusreaktion kuvauksen tarkentamista vastaavasti.

Suometsien lannoitus on ollut hyvin yleinen toimenpide 10–30 vuotta sitten, mutta nykyisin lannoituspinta-alat ovat varsin pieniä. Sopivissa oloissa turvemaiden lannoitus on taloudellisesti hyvin kannattava toimenpide. Kivennäismaihin verrattuna turvemaiden lannoituksissa lukuisimmat lannoitelajit, -tasot ja lannoituskerrat ovat mallituksen näkökulmasta ikävä tosiasia – ne lisäävät mahdollisuutta päätyä loputtoman laajaan matriisiin erilaisista kasvuvasteista eri käsittelyille. Aiempien lannoitustutkimusten perusteella kuitenkin tiedetään, että typpirikkailla soilla PK-lannoitus tuottaa pitkäkestoisia kasvunlisäyksiä kun taas karuilla soilla NPK-lannoituksen jälkeinen lisäkasvu kestää huomattavasti lyhyemmän ajan. Käytetyillä lannoitetasoilla on lisäksi vaikutusta kasvun tasoon. Näistä lähtökohdista on mahdollista kehittää kasvumalleja.



Kuva 1. Esimerkki eri kunnostusojitusmenetelmien vaikutuksesta keskiravinteisen rämemännikön pohjapinta-alan kehitykseen Etelä-Suomessa (1200 dd °C) (Höckkä 1997b).

Prosessien kuvauksessa parannettavaa

Puiden kuoleminen parempi kuvaus on toinen tärkeä lähiajan tavoite MELAn suomalliperheen kehittämiseksi. Suokasvupaikkojen vesi- ja ravinnetalouteen liittyvän puidevälisen kilpailun luonteen sekä puuston epätasaisen kokorakenteen ja tilajärjestyksen vuoksi puiden kuoleminen tulisi mallittaa suoaineiston pohjalta. Pohjois-Suomessa VMI7:n otokseen perustuvasta SINKA-aineistosta (suometsien inventointikoalat) tehty alustava tarkastelu yksittäisten puiden kuolemista viittasi selvään tasoeroon suhteessa kivennäismaihin: soilla useampia puita kuolee metsikön kehittyessä kuin kivennäismailla. Sitä ei vielä tiedetä, johtuuko kuoleminen puhtaasti puutason kilpailusta, vai onko esimerkiksi tuhojen määrä suometsissä selvästi suurempi kuin kivennäismailla.

Metsikkötason itseharvennemismallissa MELAssa puiden kuoleminen perustuu tasaikäisen puupopulaation keskikoon ja tiheyden väliseen riippuvuuteen (Reineke 1933, Hynynen 1993). Malli ei välttämättä toimi hyvin ojitusalueilla, koska puiden elinvoimaisuuteen vaikuttavat varsin toisenlaiset ekologiset tekijät. Voidaan kysyä, kuinka järkevä itseharvenemisraja on rakenteeltaan erikokoisissa

metsikössä, koska se on määritelty nimenomaan tasaikäisen metsikön ilmiönä. Sterba ja Monserud (1993) sovelsivat joka tapauksessa itseharvenemisrajaa eri-ikäisessä metsikössä ja tulivat siihen tulokseen, että itseharvenemisraja saavutettiin pienellä keskiläpimitalla paljon aiemmin kuin tasarakenteisessa metsikössä.

Erityisesti sararämeiden ja -korprien ojitusaluiden puustot ovat koko- ja tilajakaumalta epätasaisia, mutta on aivan ilmeistä, että myös niissä puut ojituksen jälkeen kilpailevat keskenään ja puita sen vuoksi kuolee. Voi kuitenkin olla niin, että osa siitä liikatiheydestä aiheutuvasta luonnonpoistumasta, mikä kivennäismailla syntyy metsikkötason itseharvenemisprosessin ja valokilpailun kautta, on ojitusalueilla paljolti yksittäisten puiden kuolemista juuristikilpailun vaikutuksesta puuryhmissä ennen 'varsinaista' metsikkötason itseharvenemisrajan saavuttamista.

Oletettavasti soilla kasvavien mäntyjen, kuusten ja koivujen läpimitan kasvu on nykyisillä kasvumalleilla jokseenkin tyydyttävästi kuvattu. Puiden pituuden kehityksen kuvaus pituusmallin avulla voi johtaa ääritapauksissa, esimerkiksi ylitheissä metsiköissä, tilanteisiin, jossa pituuskasvu yliarvioidaan. Samoin pituuskasvuun tulee mukaan jonkinlainen harvennusreaktio läpimitankasvun reaktion seurauksena. Näistä syistä pituuskasvun kuvauksessa tulisiikin tavoitella aidosti pituuskasvua ennustavaa mallia.

Onko ojitamattomilla soilla merkitystä?

MELAssa ojitamattomien soiden puiden kasvu on kuvattu ojitettujen soiden malleilla kalibroimalla kasvun taso riippumattomassa aineistossa (VMI8:n koepuuaineisto) vastaavien ojitamattomien kasvupaikkojen tasolle. Tämän lisäksi on tehty tiettyjä sääntöjä kontrolloimaan sitä, että puuston kehitys olisi suotyypeittäin järkevä.

Ojitamattomat suot mielletään usein kitu- ja joutomaiksi, joilla ei ole puuntuotannollista merkitystä. Vaikka ojitamattomia soita pinta-alallisesti olisikin runsaasti, niiden puumäärä ja kasvu yleensä on niin vähäinen, ettei metsiköiden puuston kehityksellä metsikkö- eikä metsälötasolla paljon merkitystä olekaan. Väärin ennustettu metsikködyna-

miikka ei siinä mielessä ole vaarallista. Koko Suomessa oli VMI8:n mukaan ojitamattomia metsä- ja kitumaan korpia kuitenkin vielä n. 0,7 milj. ha ja vastaavia rämeitä n. 1,5 milj. ha. Maan tasolla pitkäaikaisissa simuloineissa yliarvioitu kasvu johtaa liian nopeaan kehitykseen ja voi sen myötä aiheuttaa vääristymiä muualla hakkuulaskelmissa. Tästä syystä pienetkin systemaattiset virheet tulisi puhdistaa pois.

Luonnontilaisten soiden puuston kehityksestä ei ole tehty Suomessa yhtään perusteellista tutkimusta, joten mallien dynamiikan oikeellisuutta on hankala arvioida. Kuitenkin voidaan päätellä, että luonnontilaisilla soilla puiden kasvun ja kuoleamisen suhde on kokonaan toinen kuin kivennäismailla. Kivennäismailla yksittäisten puiden kasvuja summaamalla saadaan metsikön kasvu, josta tulee vähentää usein pieni luonnonpoistuman osuus. Tilavuuden kehityksellä on alku, selvä suunta ja loppu. Soilla yksittäiset puut kyllä kasvavat, mutta kuolleisuuskomponentti on niin suuri, että se leikkaa metsikkötason nettokasvun usein negatiiviseksi. Puut kuolevat yli-ikäisyyttään tai vesitalouden vaihtelun vuoksi. Luontaisten häiriötekijöiden puuttuessa (myös suot ovat palaneet ennen muinoin) luonnontilaiset suot ovat enemmän tai vähemmän stabiilissa tilassa, jota on usein kuvattu pitkällä ajalla vakiotasolla pysyvällä puuston määrällä.

Olisi erittäin tarpeellista selvittää puiden kasvu, kuoleminen ja uudistuminen myös luonnontilaisilla soilla. Se voisi antaa pohjaa ymmärtää paremmin myös ojitetuilla soilla tapahtuvaa dynamiikkaa. Viime vuosien aikana perustetussa sinänsä erinomaisessa luonnonmetsien koelaverkostossa ei ole mukana ojitamattomia suometsiä, vaikka suot, jos mitkä, ovat leimanneet Suomen metsien kuvaa ennen kuin Jussi tuli, kääri hihansa ja tarttui kuokaan ja kirveeseen. Luonnontilaisten soiden puustodynamiikan tutkiminen ja mallitus tulisi sisällyttää luonnonmetsien tutkimukseen.

Aineiston keruuta tarvitaan yhä

Nyky-MELAssa tehtyihin kompromisseihin, korjauskertoimien laatimiseen ja kalibrointeihin perustuviin korjauksiin on usein ollut syynä kattavan mallien laadinta-aineiston puute. Koko valtakunnan

käyttöön tarkoitettujen simulointimallien laadinta-aineistolle asetetaan melkoisia vaatimuksia: aineiston on oltava objektiivinen otos arkimetsien kaikenlaisista käsittelyistä maan eri osissa. Käytetyistä aineistoista nk. SINKA rajoittuu vain pohjoiseen Suomeen. Lisänä käytetyt VMI8:n pysyvät koealat peittävät koko Suomen, mutta koealamäärä on suhteellisen vähäinen. Lisäksi VMI:n tekemät mittaukset on suunniteltu inventointia, ei kasvututkimuksia silmälläpitäen. Yksi parempien mallien edellytys on siten aineiston parempi kattavuus ja laatu. Tätä puutetta onkin ruvettu kuluvana vuonna korjaamaan perustamalla SINKA-metsiköitä myös aivan eteläsimpään Suomeen osin pohjoisen aineiston kustannuksella.

Jatkuvaa kehitystyötä

Mahdollisimman kattavan mallikokonaisuuden kannustimena voi olla tietysti puhdas perfektionismi. Eri mallien linkkaaminen toimivaksi kokonaisuudeksi on oma haasteensa ja sitä suurempi, mitä useampia malleja orkesteriin kuuluu. Käytännössä työ on usein tuskallisen puuduttavaa virheiden etsimistä, korjaamista ja loputonta testaamista. Tuskin yksikään tähän mennessä laadittu metsikkösimulaattori ei tekijöidensä mielestä kaipaisi kohentamista.

Ilmiöiden mallintamisella on ojitusaluemetsien kannalta myös runsaasti tieteellistä mielenkiintoa, sillä onhan ympäristö varsin poikkeava: erikokoisrakenteisten sekametsien kehitys vesitaloudeltaan labiililla kasvupaikalla. Ehkäpä haastellisinta koko työlle on se, että malleille on simulaattorissa olemassa selkeä tilaus. Metlan tutkimusohjelmassa 'Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä kasvatus ja käyttö' on useita tavoitteita, joissa tarvitaan nykyisiä ja parannettuja suometsien malleja. Esimerkiksi kunnostusojitusten puuntuotannollisten vaikutuksien arviointi koko maan tasolla edellyttää nykyisten mallien edelleenkehittämistä. Metsänkäsittelymenetelmien muuttumisesta osaltaan seuraa, että uusia malleja tullaan kysymään.

Toimiva simulaattori käy myös tutkimusmenetelmästä. Kun tutkitaan ojituksen vaikutuksia soiden hiilitaseeseen, simulointi on ainut keino puuston kehityksen tarkasteluun. Tällöin käytettävien mallien luotettavuus ja joustavuus voivat ratkaista pitkälle sen, kuinka paljon uutta tällaisella tutkimuksella saadaan selville.

Kirjallisuus

- Hynynen, J. 1993. Self-thinning models for even-aged stands of *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula pendula*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 326–336.
- , Ojansuu, R., Hökkä, H., Salminen, H., Haapala, P., Härkönen, K. & Repola, J. 2000. Models for predicting stand development – Version for description of biological processes in MELA System. *Metsäntutkimuslaitos. Käsikirjoitus*.
- Hökkä, H. 1997a. Height-diameter curves with random intercepts and slopes for trees growing on drained peatlands. *Forest Ecology and Management* 97: 63–72.
- 1997b. Models for predicting growth and yield in drained peatland stands in Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 651. The Finnish Forest Research Institute. *Research Papers* 651. 45 + 53 s.
- , Alenius, V. & Penttilä, T. 1997. Individual-tree basal area growth models for Scots pine, Norway spruce and pubescent birch on drained peatlands in Finland. *Silva Fennica* 31(2): 161–178.
- , Alenius, V. & Salminen, H. 2000. Predicting the need for ditch network maintenance in drained peatland sites in Finland. *Tiivistelmä: Kunnostusojitustarpeen ennustaminen ojitusalueilla*. *Suo* 51(1): 1–10.
- Reineke, L.H. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research* 46: 627–638.
- Sterba, H. & Monserud, R. 1993. The maximum density concept applied to uneven-aged mixed-species stands. *Forest Science*, 39(3): 432–452.

■ MMT Hannu Hökkä, Metla, Rovaniemen tutkimusasema. Sähköposti hannu.hokka@metla.fi