

Kari Mielikäinen

# Euroopan metsien kasvutrendit 1900-luvulla

## Johdanto

Ihminen on hävittänyt, viljellyt, varjellut ja muulla tavoin puuttunut Euroopan metsien kehitykseen vuosituhansien ajan. Sodat, lasin ja tervan valmistus, puun hiilto sekä kaskeaminen ovat hävittäneet metsät toistuvasti useita kertoja. Niinpä Keski- ja Etelä-Euroopan luonnonmetsistä on jäljellä pääosin vain muinaista siitepölyä. Nämä maan alle hautautuneet pölyt kertovat istutetun kuusen voittokulusta erityisesti viimeisten sadan vuoden aikana. ”Keinotekoinen” kuusen leviäminen ei ole kuitenkaan ollut pelkkää menestystä. Tästä ovat pitäneet huolen erilaiset kuusta kohdanneet tuhot.

Teollistuminen on syytänyt ilmaan sinne kuuluttomia kiinteitä ja kaasumaisia aineita yhä kiihtyvällä vauhdilla. Joidenkin aineiden, esimerkiksi rikin päästöt ovat viime aikoina voimakkaasti alentuneet. Typen, hiilidioksidin, hiilivetyjen ja typen oksideista vapautuvan otsonin päästörajoituksissa ei sen sijaan ole liiemmin onnistuttu. Edellä mainitut aineet muodostavat ilmakehässä sekoituksen, jonka kokonaisvaikutus niin metsien kuin ihmisenkin kasvuun ja terveyteen työllistää ja kiistellyttää tutkijoita ja tiedotusvälineitä vielä kauas tulevaisuuteen.

Puuntuotostutkimuksen kuumien puheenaihe ei ole enää saasteiden aiheuttama välitön metsäkuolema vaan metsien tuotoskyvyn pitkän ajan muutokset. Muutoksien arvellaan aiheutuvan joko suoraan maa-

han satavista laskeumista tai niiden vaikutuksista ilmastoon. Lisäpönttä pohdiskeluille ovat antaneet tiedot Euroopan metsien kokonaiskasvun lisääntymisestä noin 50 prosentilla toisen maailmansodan jälkeen (Kuusela 1994). Vaikka kuutioina mitattava kasvunlisäys lienee huomattavalta osin metsien rakenteen, metsänhoidon muutosten ja kasvua vähäisempien hakkuiden ansiota, ei ilmakehämuutosten vaikutuksia voi jättää huomiotta.

## Kasvunvuotuinen vaihtelu

Puiden kasvun vuosien välinen vaihtelun selvittäminen on kuulunut olennaisena osana useimpiin tuotostutkimuksiin (mm. Mikola 1950, Mielikäinen 1985, Henttonen 1990). Vertailu aiempiin tuloksiin on edellyttänyt mitatun kasvun korjaamista vastaamaan ilmaston keskitasoa. Korjauskertoimina käytettävien vuosilustoindeksien laadinnan ”sivutuotteena” on kertynyt tietoa kasvun vaihtelua aiheuttavista tekijöistä.

Yleisen käsityksen mukaan pohjoisessa puiden kasvua rajoittaa lämpötila, etelässä myös kuivuus. Esimerkkeinä näistä mainittakoon koko Fennoskandian 1902 kohdannut ankara pakkastuho, sitä seurannut 1920- ja 1930-lukujen lämpökausi sekä Keski-Euroopan ankara kuivuus 1970-luvun puolivälissä. Puiden harsuuntumisena ja heikkona kasvuna ilmennyt kuivuus sattui samaan aikaan, jolloin keskustelu ilmansaasteista ja metsäkuolemasta toden teolla alkoi.

Suomessa kuivuuden on arveltu rajoittavan puiden kasvua vain poikkeustapauksissa. Viime aikoi-

**Kari Mielikäinen** toimii professorina Metsäntutkimuslaitoksen Vantaan tutkimuskeskuksessa.



Kuva 1. Huomattavan riskin Keski-Euroopan metsien terveydelle muodostaa parisataa vuotta jatkunut kuusen istuttaminen luontaisen leviämisalueensa ulkopuolelle. Tiheät istutuskuusikot ovat herkkiä kuivuudelle, pakkasille, ilmansaasteille sekä myrsky- ja hyönteistuhoille.

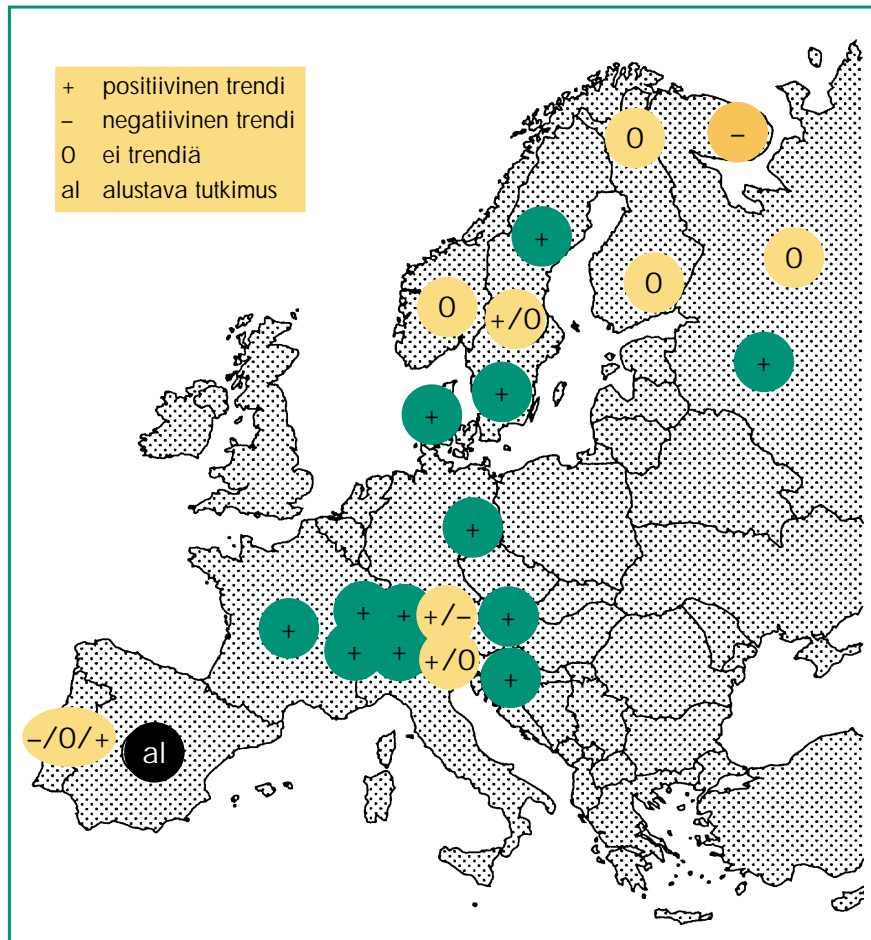
na tehdyt tarkastelut osoittavat kuitenkin Etelä-Suomen kuusten kasvun vaihdelleen koko kuluvan vuosisadan samaan tahtiin touko–kesäkuun sateiden kanssa (Mielikäinen 1996, Henttonen 1984, 1990). Vaihdelu tulee selvästi näkyviin vasta, kun tarkasteltavaksi otetaan useamman vuoden kasvut ja vastaavat sateet. Kasvun vaihtelun mekanismi saattaa olla edellisen perusteella seuraava:

Viljavilla mailla viihtyvä pintajuurinen kuusi kasvaa sateisina ja kohtuullisen lämpiminä vuosina voimakkaasti ja sijoittaa yltäkylläisyyden vallitessa paljon energiaa puiden välisessä kilpailussa tärkeään latvukseen. Kuivien vuosien tullessa suppeajuurisen kuusen on henkiin jäädäkseen vähennettävä haihduttavien neulasten määrää, mikä puolestaan näkyy alenevana kasvuna. Kuusen elämä on näin ollen jatkuvaa juuri-versosuhteen säätelyä vaihtelevissa olosuhteissa.

Viime vuosikymmenen puolivälissä siihen saak-

ka toistakymmentä vuotta lisääntynyt kuusen kasvu kääntyi Etelä-Suomessa selvään laskuun. Viiden vuoden keskiarvona 20 prosenttia kaventuneiden vuosirenkaiden ohella kuusten huonovointisuus on näkynyt neulaskatona sekä siellä täällä kuolleina kuusiryhminä. Vuoden 1985 jälkeen touko–kesäkuun sademäärät ovat pudonneet Etelä-Suomessa puoleen. Nykyisenkaltainen lamakausi koetteli kuusta myös 1930-luvulla, jolloin Esko Kangas teki tutkimuksensa kuusen kuivumistyypeistä.

Viime vuosina kuusta ovat koetelleet kuivuuden lisäksi sekä erittäin kylmät että ennätysellisen lämpimät talvet. Talvella nollan yläpuolella pysyttelevä lämpötila saa puut kuluttamaan seuraavalle kasvukaudelle tarkoitettuja energiavarastoja hengitykseen maan ollessa jäässä. Kylmiä talvia seuraavina kuivina keväinä hitaasti sulava routa saa kuuset puolestaan kärsimään kuivuutta aikana, jolloin neulaset haihduttavat jo täyttä päätä.



Kuva 2. Euroopan metsien kasvutrendit laajan, 22 tutkimusta käsittävän tutkimusprojektin mukaan. Kuvalähde: Spieckerym. (1996).

### Pitkänajan kasvutrendit

Kasvutrendillä tarkoitetaan puun tai metsikön kasvua, joka useiden vuosikymmenien ajan poikkeaa aiemmin samanlaisissa metsiköissä mitatusta kasvusta. Esitän joitakin tuloksia Metlan ja Freiburgin yliopiston aloitteesta Euroopan metsäinstituutin (EFI) tuella toteutetusta laajasta yhteistutkimuksesta (kuva 2). Vuonna 1993 aloitetun ja tänä vuonna päättyvän tutkimusprojektin tavoitteena on ollut selvittää se, onko Euroopan metsissä havaittavissa trendinomaisia kasvun muutoksia, jotka eivät selity metsien rakenteen muutoksilla tai metsänhoidolla.

Yksinkertaisin luotettava menetelmä kasvutrendin paljastamiseksi on verrata samalla paikalla kasvaneiden peräkkäisten puusukupolvien kehitystä toisiinsa. Etelä-Saksassa yli 40 metsikön mittaukset osoittavat tällä vuosisadalla syntyneiden kuusisukupolvien kasvavan lähes poikkeuksetta edeltäjänsä enemmän (Kenk ym. 1991). Yhdessäkään koemetsikössä tulos ei ole ollut päinvastainen. Sveitsissä (Keller 1992) ja Ruotsin eteläisimmän osan kuusikoissa tehdyt mittaukset (Eriksson ja Johansson 1993) tukevat saksalaisia havaintoja.

Kestokokeiden puuttuessa käyttökelpoinen menetelmä mahdollisen trendin tutkimiseen on verra-

ta toisiinsa eri aikoina syntyneiden puiden kasvua tietyllä iällä. Tämä ns. vakioikämenetelmä edellyttää ainoastaan mittaushetkellä eri-ikäisten koepuiden paksuus- tai pituuskasvujen selvittämistä puiden koko elinajalta. Menneisyyden nuoret vertailupuut "löytyvät" nykypäivän vanhojen puiden sisältä.

Myös vakioikään perustuva menetelmä paljastaa puiden kasvavan Keski-Euroopassa nykyisin selvästi paremmin kuin samanikäiset puut viime vuosisadalla tai tämän vuosisadan alkupuolella. Kasvun lisääntyminen on ollut erityisen selvä Ranskassa tehdyissä useissa erillisissä tutkimuksissa (Becker et. al. 1994). Trendi on ollut samansuuntainen kuusella, saksanpihdalla, pyökillä ja männyllä.

Pohjoiseen päin tultaessa kasvun lisääntyminen muuttuu epäselvemmäksi. Etelä-Ruotsissa ja Pietarin alueella kasvutrendi oli vielä positiivinen. Etelä- ja Keski-Suomessa vakioikään perustuva menetelmä osoitti sen sijaan, ettei mäntyjen kasvu ole muuttunut tällä vuosisadalla. Tulos oli sama sekä luonnonsuojelualueiden hakkaamattomilla että pitkäaikaisten harvennuskokeiden alaharvennetuilla koealoilla (Mielikäinen ja Timonen 1996). Tulokset ovat yhdenmukaisia Venäjän Karjalasta (Sinkevich 1995) ja Suomen Lapista saatujen tulosten kanssa (Eronen ja Zetterberg 1992).

Edellisestä täysin poikkeavia tuloksia saatiin Ruotsin valtakunnan metsien peräkkäisten inventointien 100 000 koepuun kasvumittauksista (Elfvig ja Tegnhammar 1996). Lustoanalyysit osoittivat mäntyjen ja kuusten kasvavan tänä päivänä noin 30 prosenttia paremmin kuin samanikäiset puut kasvoivat 1950-luvun yhtä tiheissä metsiköissä. Tulos ei ole ristiriidassa suomalaisten mittausten kanssa. Ruotsalaisten tutkijoiden mukaan pääsyy puiden kasvun lisääntymiseen talousmetsissä on metsien muuttunut käsittely. Neljäkymmentä vuotta sitten nuoret puut olivat ylispuiden alla kituneita alikasvoksia, vanhat puolestaan harsinnassa säästettyjä jätepuita. Nykymetsien nuoret puut ovat kasvaneet alusta lähtien suhteellisen vapaina; vanhat puut ovat alaharvennuksissa säästettyjä metsikön parhaita puita. Suomalaisissa tutkimuksissa tutkittiin metsänhoidolta rauhassa kasvaneiden puiden kasvua.

Vaikka eurooppalaisen trenditutkimuksen tulok-

set osoittavat useimmissa tapauksissa puiden kasvun lisääntyneen, löytyy joukosta myös alueita, joilla kasvu on alentunut tai metsät jopa kuolleet. Pahimmat esimerkit löytyvät Kuolan niemimaan nikkelisulattojen ympärillä (Nöjd ja Kauppi 1995) ja tietyillä alueilla Keski- ja Etelä-Euroopan vuoristoissa. Suurimmillaan negatiiviset kasvuvaihtukset saattavat ulottua 30–50 kilometrin etäisyydelle päästölähteistä. Koko Eurooppaa ajatellen kyseiset alueet ovat kuitenkin pieniä.

Huomattavan lisäriskin Keski-Euroopan metsien terveydelle muodostaa pari sataa vuotta jatkunut kuusen istuttaminen luontaisen levinneisyysalueensa ulkopuolelle. Tiheät ja vanhat puhtaasti istutuskuusikot ovat erityisen herkkiä ilmansaasteiden ja kuivuuden lisäksi pakkas-, myrsky- ja hyönteistuhoilta.

#### Trendiensyytepävarmoja

Keskustelu Keski-Euroopan metsissä havaitun positiivisen kasvutrendin syistä käy vilkkaana. Kasvua kiihdyttäväksi tekijäksi on tarjottu tyyppiyhdisteitä, ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kohoamista, metsänhoitoa ja kasvun luonnollista pitkän ajan vaihtelua.

Liikenteestä ja maataloudesta peräisin olevat tyyppiyhdisteet on useimmissa tutkimuksissa todettu mahdolliseksi (todennäköiseksi) syyksi puiden kasvun kiihtymiseen. Keski-Euroopassa tyyppilaskeuma on samaa luokkaa kuin meillä puuntuotannon lisäämiseen tähtäävässä metsänlannoituksessa käytettävä annostus (15–40 kg/ha/v). Fennoskandian pohjoisosan ja Venäjän Karjalan "vähätyyppisessä" ilmastossa kasvun lisääntymistä ei ole havaittu.

Tyyppiteoriaa vastaan puhuu se, että Korsikan männyn kasvu on lisääntynyt Ranskan Pyreneillä myös alueilla, joilla tyyppilaskeuman on arvioitu olevan alhainen. Tulos viittaa joko ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden lisääntymiseen tai ilmaston lämpenemiseen. Se miksi kasvu ei ole lisääntynyt Lapissa, voi johtua ilmaston viilenemisestä 1920–1930-lukujen lämpökauden jälkeen samanaikaisesti ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden nousun kanssa.

Yksi trenditutkimusten suurimpia ongelmia on tutkimusmetsiköiden historia. Ongelma koskee lähes kaikkia vuosilustoanalyysiin perustuvia tut-

kimuksia. Talousmetsistä löytyvät trendit voivat aiheutua, paitsi ympäristömuutoksista, myös metsänhoitomenetelmien muuttumisesta tai luonnontuhoista. Vanhat metsät on voitu aikoinaan uudistaa ja kasvattaa eri menetelmin kuin viime vuosikymmeninä syntyneet nuoret metsiköt. Viime vuosisadalla mahdollisesti tapahtuneiden luonnontuhojen (myrskyt, metsäpalot, hyönteistuhot) jäljet ovat saattaneet myös hävitä jäljettömiin kuluneiden vuosikymmenien aikana.

Pohjoisessa kasvavien puiden vuosirenkaiden tarkastelu antaa kasvututkijalle aihetta suureen varovaisuuteen. Lapin vanhat männyt osoittavat useiden vuosikymmenien mittaisina jaksoina ilmenevää kasvun vaihtelua. Syyt näihin trendinomaisiin vaihteluihin löytynevät metsikködynamiikasta ja ilmaston pitkäaikaisesta vaihtelusta. Ilmaston pitkäaikaisvaihtelun syyksi on esitetty, vaikkakaan ei pitävästi todistettu, mm. auringon aktiivisuuden vaihtelua (esim. Sinkevich 1995). Joka tapauksessa kasvun pitkän ajan vaihtelu saattaa johtaa virheellisiin tulkintoihin ympäristömuutoksista aiheutuvan kasvutrendin olemassaolosta ja syistä.

#### Kirjallisuus

- Becker, M., Bert, G.D., Bouchon, J., Dupouey, J.L., Picard, J.F. & Ulrich, E. 1994. Long-term changes in forest productivity in northeastern France: the dendroecological approach. Julkaisussa: Landmann, G. & Bonneau, M. (toim.). Forest decline and atmospheric deposition effects in the French mountains. Springer Verlag, Berlin–Heidelberg 1995.
- Elfving, B. & Tegnhammar, L. 1996. Trends of tree growth in Swedish forests 1953–1992. An analysis based on sample trees from the National Forest Inventory. *Scandinavian Journal of Forest Research* (painossa).
- Eriksson, H. & Johansson, U. 1993. Yields of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in two consecutive rotations in southwestern Sweden. *Plant and Soil* 154: 239–247.
- Eronen, M. & Zetterberg, P. 1992. Fennoskandian subarktisen alueen dendrokronologinen ilmastohistoria. Julkaisussa: Kanninen, M. & Anttila, P. (toim.). Suomalainen ilmavehänmuutosten tutkimusohjelma. Tutkimusten väliraportti. Valtion Painatuskeskus.
- Henttonen, H. 1984. The dependence of annual ring indices on some climatic factors. Seloste: Vuosilustoindeksien riippuvuus ilmastotekijöistä. *Acta Forestalia Fennica* 186. 38 s.
- 1990. Kuusen rinnankorkeusläpimitan kasvun vaihtelu Etelä-Suomessa. Summary: Variation in the diameter growth of Norway spruce in Southern Finland. University of Helsinki, Department of Forest Mensuration and Management, Research Notes 25. 88 s.
- Keller, W. 1992. Bonität in Fichten-Folgebestände ehemaliger Fichten-Versuchsflächen der WSL. DVFFA, Sektion Ertragskunde, Tagungsber. p. 123–129.
- Kenk, G., Spiecker, H. & Diener, G. 1991. Referenzdaten zum Waldwachstum. KfK-PEF Forschungsbericht 82. 59 p.
- Kuusela, K. 1994. Forest resources in Europe 1950–1990. European Forest Institute Research Report 1. 154 p.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133. 79 p.
- 1996. Kasvun vaihtelu ja kasvutrendit Euroopassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 589: 6–15.
- & Timonen, M. 1996. Growth trends of Scots pine in unmanaged and regularly managed stands in Southern and Central Finland. *EFI Research Report* (painossa).
- Mikola, P. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Summary: On variations in tree growth and their significance to growth studies. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38 (5). 131 s.
- Nöjd, P. & Kauppi, P. 1995. Mäntyjen kasvu muuttuvassa ympäristössä. Julkaisussa: Tikkanen, E. (toim.). Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurioprojektin loppuraportti.
- Sinkevich, S.M. 1995. Short- and long-term natural trends of pine radial growth in north- and mid-taiga forests in Karelia. Manuscript to be published in the Proceedings of the XX IUFRO World Congress.
- Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M. & Skovsgaard, J. (toim.). 1996. Growth trends in European forests. *European Forest Institute Report* 5. Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York.