

Pekka Kauppi ja Pekka Nöjd

Kymmenen lastua kasvusta: Metsät metsittyivät 1950–90

Suomen metsien kasvu lisääntyi yli kolmanneksen 1950–90. Voidaan helposti luetella eri tekijöitä, jotka vaikuttivat tähän kehitykseen joko selkeästi ja suoraviivaisesti kuten turvemaiden ojitus tai rakennemuutoksen tavoin, hiljaisina ja hitaina kehitystrendeinä. Tässä kirjoituksessa tarkastelemme, mikä oli eri tekijöiden suhteellinen merkitys, ja mitä on tutkittava, jotta kehityksestä saataisiin nykyistä parempi käsitys.

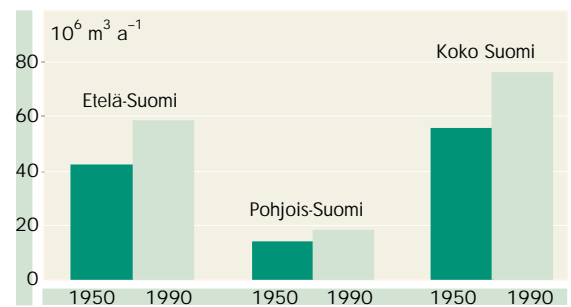
Jakson alussa vuonna 1950 Suomen puusto kasvoi 55,2 milj. $\text{m}^3 \text{a}^{-1}$ (Valtakunnan metsien kolmas inventointi = VMI3). Jakson päättyessä vuonna 1990 kasvu oli noin 75,4 milj. $\text{m}^3 \text{a}^{-1}$ (Täydennetty kahdeksas inventointi, VMI8+). Vuotta 1950 kuvaavat tulokset perustuvat jaksolla 1951–53 otettuihin kasvunäytteisiin. Näytteestä rekisteröidään viiden vuoden kasvu taannehtivasti. Viimeisin otantajakso oli 1989–94 (VMI8+). Suurta virhettä ei tehdä, jos ajatellaan että se kuvasi kasvun tasoa vuonna 1990. Erityisen voimakas kasvun lisääntyminen tapahtui 1970- ja 1980-luvuilla (Tomppo ja Henttonen 1996).

Kasvun nousu alkoi todellisuudessa jo ennen vuotta 1950. Vuosina 1931–38 kasvu oli Suomen nykyisellä alueella noin 47,4 milj. $\text{m}^3 \text{a}^{-1}$ (VMI2; Tomppo ja Henttonen 1996). Vähäistä kasvun kohoamista saattoi tapahtua jo ennen 1930-lukuakin.

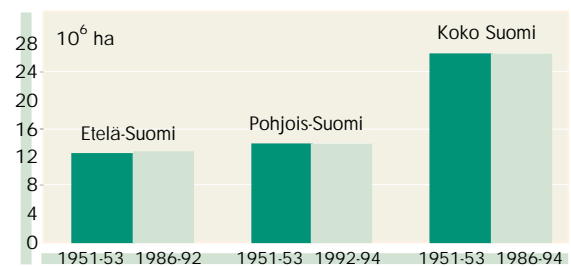
Puuston kasvu kohosi 1950–90 sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa (kuva 1). Alueiden rajana on Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan metsälautakuntien eteläraja. Metsätalouden pinta-ala pysyi käytännössä ennallaan (kuva 2). Koska pinta-ala ei juuri muuttunut, kokonaiskasvun muutos oli lähes

yksinomaan sen seurausta, että hehtaarikohtainen keskipuuskasvu kohosi.

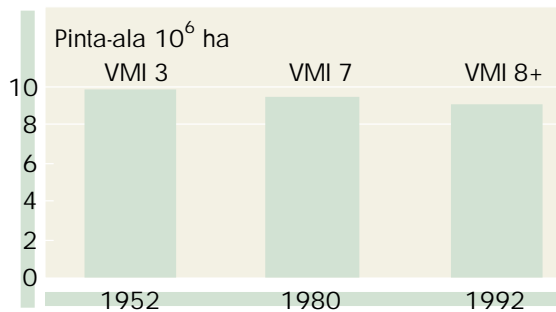
Suurin muutos – sekä suhteellisesti että absoluuttisesti – tapahtui Etelä-Suomessa. Kasvun kohoamiseen johtaneiden tekijöiden tunteminen ja ymmärtäminen on tarpeellista tai suorastaan välttämättömää metsäpolitiittisten ratkaisujen perustaksi.



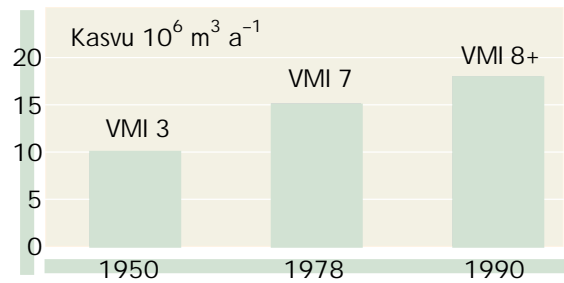
Kuva 1. Metsiemme kasvu vuosina 1950 ja 1990 (Tomppo ja Henttonen 1996).



Kuva 2. Metsätalouden pinta-ala vuosina 1950 ja 1990 (Metsätalustollinen vuosikirja 1996).



Kuva 3. Soiden pinta-ala 1952–1992 (Tomppo ja Henttonen 1996).



Kuva 4. Kasvu suometsissä 1950–1990 (Tomppo ja Henttonen 1996).

Suometsät

Suoksi määritellään valtakunnan metsien inventoinnissa ala, missä on turvetta ja/tai missä yli 75 % pintakasvillisuudesta on suokasvillisuutta. Tällaisen maan ala väheni loivasti (kuva 3).

Paavilainen ja Tiuhonen (1988) ovat arvioineet, että metsäojitus ja turvemaiden lannoitus lisäsivät kasvun tasoa noin 7 milj. m³ a⁻¹ vuonna 1980 verrattuna vuosisadan alun tasoon. Viimeisimpien tilastojen mukaan suopuustojen kasvu on edelleen kohonnut. Vuoteen 1990 mennessä se lähes kaksinkertaistui vuoden 1950 tasosta (kuva 4). *Suhteellisesti* suurin kasvun lisäys 1950–90 tapahtui-kin ojitetuissa suometsissä Etelä-Suomessa.

Suopuustojen kasvun lisäys voidaan paikallistaa lähes yksinomaan ojitusalueille. Niiden osuus oli 83 % kaikkien suoalueiden puuston kasvusta vuonna 1990.

Suometsät ojitettiin yleensä puustoisina ja enimmäkseen jaksolla 1930–80. Avointa-alaa ja ylivanhoja puustoja oli vähän vuonna 1990, joten turvemaiden puustot olivat yleensä nopeakasvuissa vaiheessa (ks. Lappi 1997). Suometsien kasvu olisi metsänhoidon vaikutuksesta todennäköisesti hieman lisääntynyt, vaikka ojitus olisi jäänyt tekemättä. Harsintarakenteiset puustot ovat vähentyneet. Parhaiten tuottavaa puulajia tai puulaji-yhdistelmää on suosittu ja hakkuut on ajoitettu metsänhoidollisesti. Suopuustojen kasvua lisäsi kuitenkin ensisijassa kasvualustan kuivatus (ks. Paavilainen ja Tiuhonen 1988). Mukana oli myös välillistä vaikutusta. Ojitus lisäsi kiinnostusta metsänhoitoon, koska perusinvestointi puunkasvatukseen oli tehty.

Kangasmaat

Vuosien 1990 ja 1950 kasvulukujen erotus kangasmailla oli noin 12,2 milj. m³ a⁻¹ (taulukko 1). *Absoluuttinen* kokonaiskasvun lisäys oli siten suurempi kankailla kuin soilla. Arvioimme seuraavassa kangasmetsien kasvuun vaikuttaneita tekijöitä.

Pinta-alan muutos.

Kankaiden metsätalousmaata siirtyi pellonraivauksessa viljelysmaaksi ja jäi rakennusalueiden, teiden, tekoaltaiden ja voimalinjojen alle. Vastaavasti uutta alaa tuli peltojen metsittämisen takia, ojitusalojen laiduille ja maan kohoamisen seurauksena rannikkokaistalle. Pinta-alaa lisäävät tekijät olivat voimakkaampia kuin sitä vähentävät tekijät, sillä kankaiden metsätalousmaata oli noin 16,6 milj. ha vuonna 1950 ja noin 17,3 milj. ha vuonna 1990 (Tomppo ja Henttonen 1996).

”Ojitettua kangasta” oli VMI8+ tilaston mukaan 1,071 milj. ha (Tomppo ja Henttonen 1996). Ääritapauksena voidaan olettaa, että kaikki ojitettu kangas on ollut alunperin suota. Vaikka tämä oletus tehtäisiin, siirtymä suosta kankaaksi oli sittenkin vähäistä kankaiden kokonaisalaan verrattuna. Kangasmetsien kasvun lisäys voidaan valtaosin paikallistaa varsinaiselle kangasmaalle, mihin ojituksella ei ollut vaikutusta.

Kankaiden pinta-alaosuuden lisäys 1950–90 ei muutoinkaan ollut tärkein kangasmetsien puuston kasvua lisäävä tekijä. Kangasmetsien kasvu kohosi 27 %, mutta niiden pinta-ala lisääntyi vain 4,7 %. Jos oletetaan, että puusto kasvoi yhtä paljon uudella kuin entiselläkin kangasmaalla, noin viidennes

Taulukko 1. A: Puuston kasvu valtakunnan metsien inventoinnin mukaan noin vuonna 1950 (VMI3) ja vuonna 1990 (VMI8+); **B:** Puuston kasvussa vuosina 1950–90 tapahtuneet muutokset absoluuttisesti (milj. m³ a⁻¹) ja suhteellisesti (%). Lähteet: Tomppo ja Henttonen (1996), Paavilainen ja Tiihonen (1988).

Osite	Kasvu (milj. m ³ a ⁻¹)					
	n. 1950 (VMI3)			n. 1990 (VMI8+)		
	E-Suomi	P-Suomi	Koko maa	E-Suomi	P-Suomi	Koko maa
Suot	6,5	3,4	9,9	12,5	5,3	17,8
Kankaat	35,5	9,8	45,3	45,4	12,2	57,6
Suot ja kankaat yhteensä	42,0	13,2	55,2	57,9	17,5	75,4

Osite	Kasvun muutos 1950–90					
	Absoluuttinen lisäys (milj. m ³ a ⁻¹)			Suhteellinen lisäys (%)		
	E-Suomi	P-Suomi	Koko maa	E-Suomi	P-Suomi	Koko maa
Suot	6,0	1,9	8,0	92	56	80
Kankaat	9,9	2,4	12,2	28	25	27
Suot ja kankaat yhteensä	15,9	4,3	20,2	38	33	37

lisäkasvusta olisi ollut pinta-alan laajenemisen seurausta. Tämäkin saattaa olla yliarvio, koska peltojen metsittämisen ja metsittymisen seurauksena syntynyt puusto oli jakson lopussakin yleensä nuorta ja kasvukehityksensä alussa. Ainakin neljä viidennestä kankaiden lisäkasvusta tuli pinta-alamuutoksesta riippumatta.

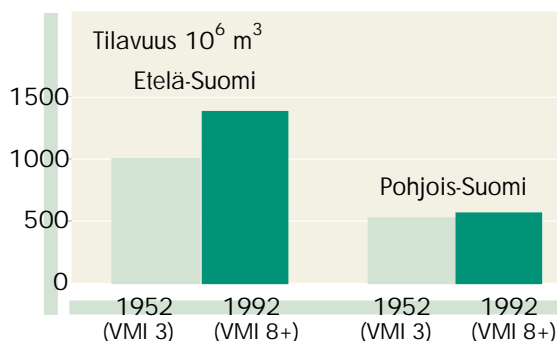
Puuston rakenne ja määrä.

Metsänhoidolle oli ominaista 1950–90 vajaatuotosten metsien uudistaminen, harkitusti ajoitetut harvennus-, väljennys- ja päätehakkuut, tehokas metsänuudistaminen joko luontaisesti tai keinollisesti, taimikon raivaus ja perkaus, muu taimikonhoito sekä kasvatuskelpoisimman puulajin tai puulajiyhdistelmän suosiminen ("oikea puulaji oikealle kasvupaikalle").

Metsänhoito oli ahkeraa ja pitkäjänteistä työtä, tarkastus- ja työmatkoja metsässä, yhteensä miljoonia käyntikertoja. Lähes jokaiseen metsikkökuvioon koskettiin. Puiden tilajärjestystä ohjattiin toisaalta siten, että puuyksilölle jäi riittävästi kasvutilaa ja toisaalta siten, että puita oli riittävästi, jotta maa peittyi ja kasvuedellytykset muuttuivat kasvuksi, aineellistuivat puuksi.

Metsänhoidon vaikutuksesta puusto kehittyi täysiteheänä, milloin yksijaksoisena, milloin kaksijaksoisena. Säännöllisten harvennushakkuiden ansiosta luonnonpoistuma oli vähäistä. Metsälait ja -asetukset määräsivät metsänhoidon minimitasen. Käytännössä noudatettiin ns. hyvän metsänhoidon normeja, jotka ylittivät minimitasen selvästi.

Puuston määrä kohosi erityisesti Etelä-Suomessa (kuva 5). Muutos oli Etelä-Suomessa + 37 %, Pohjois-Suomessa + 5 %.



Kuva 5. Puuston runkotilavuus noin vuosina 1952 ja 1992 (Tomppo ja Henttonen 1996).

Puuston määrän kohottaminen ei ollut metsänhoidon suoranaisten päämäärä Etelä-Suomessa eikä varsinkaan Pohjois-Suomessa. Puuston määrä kuitenkin kohosi, samalla kun avoimen maan ala sekä vajaapuustoisten metsiköiden ala pienenevät. Voidaan päätellä, että puuston rakenteen ja tilajärjestyksen muuttuminen kasvulle suotuisaksi oli tärkein kangasmetsien kasvua lisäävä tekijä 1950–90.

Metsänlannoitus.

Metsänlannoituksia ei käytännössä tehty ennen vuotta 1950. Merkittävä lannoitustoiminta alkoi 1960-luvun loppupuolella. Lannoitusala oli suurimmillaan vuonna 1973: 232 000 ha. Tästä se aleni nopeasti ja oli vuonna 1980 vain 87 000 ha, 1990 enää 48 000 ha (Metsätilastollinen vuosikirja 1996). Kun tarkoituksemme on arvioida kasvukehitystä 1950–90 ja nimenomaan kasvun tasoa vuonna 1990 verrattuna vuoden 1950 tasoon, metsänlannoituksen merkitys voidaan arvioida vähäiseksi. Erityisesti 1970-luvulle ajoittuneen runsaan lannoitustoiminnan vaikutus oli vuoteen 1990 mennessä jo kadonnut.

Karjan ja hirvieläinten vaikutus.

Karjan laiduntaminen oli yleistä 1950-luvun alussa puustoisilla hakamailla mutta myös umpimetsässä (Koistinen ja Savolainen 1996). Vuonna 1950 Suomessa oli 1 380 000 nautaeläintä, 504 200 hevosta ja 138 700 lammasta (Suomen virallinen tilasto 1955). Vuonna 1990 oli nautaeläimiä 1 357 400, hevosia enää 43 900 ja lampaita 107 300 (Suomen tilastollinen vuosikirja 1991). Suurin muutos oli hevosten määrän väheneminen yli 450 000 eläimellä. Nautakarjan ja lampaiden määrä säilyi suunnilleen ennallaan mutta niiden ruokinta muuttui olennaisesti. Metsälaidunnuksesta luovuttiin viimeistään 1970-luvulla ja siirryttiin lähes yksinomaan pelto-, nurmi- ja tuontirehun käyttöön.

Karjan väistyttyä metsiin tulivat hirvet. Kanta oli jo alkanut kohota vuonna 1950 mutta oli silloin edelleen pieni, arviolta 10 000 eläintä. Hirvimäärä kasvoi aluksi hitaasti mutta peräti nelinkertaistui 1970-luvulla (Nygrén 1996). Huippuvuonna 1980 oli hirvien talvikanta n. 95 000 eläintä. Vuonna 1990 se oli edelleen n. 80 000 eläintä (Nygrén 1996). Hirvituhot saattavat olla huomattavia ja verrattavissa karjan aiheuttamiin tuhoihin (Heikkilä 1997).

Hirvet ovat metsässä talvellakin. Suuri hirvikanta muodostui kuitenkin vasta 1970- ja 1980-luvuilla. Sen kasvovaikutus ei voinut olla merkittävä vielä 1990, koska vioitetut puustot olivat silloin edelleen nuoria.

Kun ”kaura korvattiin öljyllä” (Wernick ym. 1997), hevosten laidunmaata vapautui metsälle. Hakamaita ja niittyjä jäi samalla pois nautaeläinten ja lampaiden käytöstä. Laitumet olivat yleensä kivennäismaalla. Puuston rakenne ja tilajärjestys entisillä laidunalueilla muuttuivat kasvulle suotuisaksi. Kehitystä nopeutettiin aktiivisella metsänhoidolla. Kangasmetsien pinta-ala sai kasvaa, kun peltoja metsitettiin ja niitä metsittyi. Muutos tapahtui osittain jo 1950–70. Metsittyminen vaikutti niiltä osin metsien kasvuun jo vuonna 1990. Myöhemmät metsitykset eivät juurikaan vaikuttaneet vielä tuolloin, sillä nämä puustot olivat nuoria ja vasta kehityksensä alussa.

Ilmanlaadun ja ilmaston vaikutus.

Vaikka Etelä-Suomen ilmasto vaihteli 1950–90, sen perustaso oli melko vakaa. Kevätkuukausien (maalis-, huhti- ja toukokuu) keskilämpötila kuitenkin oli 1970- ja 1980-luvuilla 0,5–1,5 astetta pitkän aikavälin keskiarvoa korkeampi. Sensijaan talvi-kuukausien (joulu-, tammi- ja helmikuu) keskilämpötila oli keskimääräistä alhaisempi. Kasvun kannalta tärkeimmän ajan kesäkauden lämpöolot säilyivät ennallaan (Heino 1994, Tuomenvirta ja Heino 1996). Maapallon keskilämpötila kohosi 0,2–0,3 astetta 1950–90, mutta muutos ei ollut kaikkialla yhdenmukainen. Mm. Norjan meren ja Mustanmeren alueilla lämpötilakehitys oli aleneva (Nicholls ym. 1996).

Samat sääolot voivat vaikuttaa yhdellä kasvupaikalla suotuisasti mutta toisella epäsuotuisasti.

Aurinkoisina ja kuivina vuosina puuston kasvu saattoi jäädä kankailla keskimääräistä pienemmäksi mutta se saattoi olla soilla tavallista suurempi. Reaktiot voivat olla sateisen kauden aikana päinvastaiset. Pitkistä usean vuosisadan mittaisista kasvuindeksisarjoista havaitaan myös, että eri puulajien reaktiot ilmastotekijöihin – esimerkiksi kuusen ja männyn kasvureaktiot – poikkeavat toisistaan suuresti.

Ilman epäpuhtauksilla saattaa olla myös selkeästi kielteisiä vaikutuksia metsäekosysteemiin. Kasvun

hidastumista ja metsäkuolemia on todettu erityisesti pistemäisten päästölähteiden ympäristöissä (Linzon 1958, Nöjd ym. 1996). Ilmansaasteiden aiheuttamat varsinaiset puustotuhot Suomessa ovat olleet paikallisia (esim. Ferm ym. 1990). Verrattuna niihin Pohjois-Amerikan, Keski-Euroopan ja Kuolan niemimaan saastuneisiin metsiin, missä on havaittu puuston kasvun alenema, Etelä-Suomen metsät ovat kasvaneet olennaisesti puhtaammassa ympäristössä.

Kasvun trendinomaisia muutoksia on analysoitu yksittäisten vanhojen puiden lustoajakaarjoista. Kasvun luontainen vaihtelu on voimakasta ja sitä aiheuttavat monet tekijät, joten yksittäisestä tekijästä aiheutuvan vaihtelun tunnistaminen on vaikeaa. Kokonaisvaihtelu voidaan sen sijaan kuvata niin tarkasti että voimakkaat trendinomaiset muutokset havaitaan.

Mielikäinen ja Timonen (1996) tutkivat Etelä-Suomen luonnonsuojelualueiden ja vanhojen kestokokeiden mäntyjen kasvunvaihtelua; aineiston valinnalla pyrittiin eliminoimaan metsien käsittelyn vaikutusta tuloksiin. Tulokset eivät paljastaneet trendinomaisia muutoksia yksittäisten vanhojen mäntyjen kasvussa sadan vuoden tarkastelujaksolla.

Keski-Euroopassa on sen sijaan vastaavin menetelmin havaittu voimakasta puuston kasvun kohonamista, joka viimeaikaisten tutkimusten mukaan ei selity pelkästään muutoksilla metsien käsittelyssä ja rakenteessa. Spiecker ym. (1996) pitivät mahdollisena syynä typpilaskeumaa.

Ilmaston ja ilman laadun heilahtelu ja niiden systemaattiset pitkän aikavälin muutokset voivat periaatteessa vaikuttaa kasvuun merkittävästi. Olisiko metsiemme kasvun lisäys ollut vielä suurempi, jos ilmasto olisi sattunut olemaan edullinen VMI8+ kasvunäytteiden syntymisen aikaan ja vastaavasti epäedullinen, kun VMI3 näytteet muodostuivat? Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus kohosi noin 12 prosenttia vuodesta 1950 vuoteen 1990. Kohosiko metsien kasvun perustaso tämän seurauksena? Typpilaskeuma kohosi, mutta aiheuttiko se olennaisen lannoitusvaikutuksen? Näiden kysymysten selvittely jää tulevien tutkimusten varaan.

Kymmenen lastua

Neljäkymmenen vuoden jakso on niin pitkä, että monenlaiset rakennemuutokset ehtivät jättää metsiin jälkensä. Ojitus toiminta muutti suopuustojen kasvuoloja erittäin suuresti 1950–90. Kangasmaiden puuston rakennetta ja tilajärjestystä ohjattiin metsänhoidolla sekä umpimetsässä että hakamailla ja entisillä pelloilla. ”Metsä metsittyi”. Maisema menetti jotakin. Luonto- ja maisema-arvojen aleneminen oli hinta, mikä suotuisasta kasvukehityksestä jouduttiin maksamaan.

Olemme tarkastelleet Suomen puuston kasvukehitystä 1950–90 käyttäen inventointituloksia ja suoraviivaista päättelyä. Analyysiä on tarpeen syventää ja tutkia erityisesti puuston rakenteen ja tilajärjestyksen muutoksia inventointien alkuperäisistä mittausaineistoista. Myös ilmaston vaihtelun ja ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kohoamisen vaikutusta puuston kasvuun on tarpeen tutkia syvällisemmin. Kuitenkin jo edellä esitetyn perusteella voidaan tehdä seuraavat päätelmät:

- 1) Suhteellisesti suurin kasvun lisäys 1950–90 tapahtui suometeissa (n. 8,0 milj. m³:n lisäkasvu vuodessa; +80 %). Pääosa lisäyksestä oli Etelä-Suomessa.
- 2) Suhteellisesti pienempi mutta absoluuttisesti suurempi ja puuhuollon kannalta merkittävin kasvunlisäys tapahtui kangasmetsissä (n. 12 milj. m³:n lisäkasvu vuodessa; +27 %). Myös tämä lisäys oli pääosin Etelä-Suomessa.
- 3) Ilmaston vaihtelujen, ilmaston muutoksen ja ilman epäpuhtauksien aiheuttama kasvureaktio on saattanut vaihdella kasvupaikkojen ja puulajien välillä. Käytettävissä olevasta aineistosta emme pysty päättämään, oliko näiden tekijöiden vaikutus puuston kasvuun keskimäärin lievästi positiivinen vai lievästi negatiivinen. Tämä vaikutus ei voinut olla kovin suuri eikä yhdenmukainen 1950–90. Muuten se olisi kyllä paljastunut vanhojen puiden vuosilustosarjoja analysoitaessa.
- 4) Lannoitus ja metsäpinta-alan muutos selittävät kasvunlisäyksestä verraten pienen osan.
- 5) Kangasmetsien kasvu lisääntyi 1950–90 ennen kaikkea siksi, että metsien rakenne, puustopääoma ja tilajärjestys muuttuivat kasvuun suotuisiksi. Nämä muutokset saavutettiin pääosin metsänhoidon keinoin, miljoonien ratkaisujen ja toimenpiteiden yh-

teisvaikutuksena luomalla ja ylläpitämällä hyväkasvuisia metsiköitä. Maanomistajien tukena oli yksityismetsätalouden neuvontajärjestelmä. Neuvojen suositukset perustuivat metsänhoidon tutkimukseen ja pitkäaikaiseen käytännön kokemukseen.

- 6) Vaikka harsintakausi päättyi ja metsikkömetsänhoito alkoi osittain 1930-luvulla ja yleisesti 1950-luvulla, kasvu kohosi voimakkaasti vasta vuoden 1970 jälkeen. Kesti pitkään ennenkuin puuston rakenne muuttui kasvulle suotuisaksi. Metsänhoito sai tilaa ja vapauksia, kun karja väistyi metsistä.
- 7) Puunmyyntitulo ja erilaiset valtion tukijärjestelmät olivat metsäojituksen ja metsänhoidon toteutuksen porkkana; metsälainsäädäntö sen piiska. Porkkana oli tehokkaampi ja merkityksellisempi kuin piiska, koska useimmat metsänomistajat eivät yleensä tyytyneet lain asettamaan metsätalouden miniminormiin vaan noudattivat aktiivisempaa puuntuotannon tasoa.
- 8) Saavutetun lisäkasvun arvo kantorahatulona oli jakson lopussa noin 2,5 miljardia markkaa vuodessa (20 milj. m³/a × 125 mk/m³). Lisäkasvun puumäärällä voidaan teoriassa hankkia vientituloja 15–20 miljardia markkaa vuodessa.
- 9) Puuston kasvun kohoaminen ei tapahtunut ilman kustannuksia ja haittavaikutuksia. Metsänhoidon neuvontajärjestelmä, metsäntutkimus ja toimenpiteet aiheuttivat kuluja, jotka valtiolta ja metsänomistajat maksoivat.
- 10) Saavutettu lisäkasvu antaa toimintavaraa nykyiseen metsäpolitiikkaan ja luo mahdollisuuksia sekä puuhuollon järjestämiseen että metsäympäristön suojeleluun.

Kiitämme prof. Kari Mielikäistä ja FT Juha Lappia arvokkaista huomautuksista ja kommentteista.

Kirjallisuus

- Ferm, A., Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1990. Effects of high nitrogen deposition on forests: case studies close to fur animal farms. Teoksessa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.) Acidification in Finland. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. s. 635–668.
- Heikkilä, R. 1997. Hirvieläinten vaikutus metsikön kehitykseen. *Folia Forestalia* 1/1997: 62–72.
- Heino, R. 1994. Climate in Finland during the period of meteorological observations. Finnish Meteorological Institute Contributions 12. 209 s.
- Koistinen V. & Savolainen, J. 1996. Elämää Laipnmaassa. Karisto Hämeenlinna. 296 s.
- Lappi, J. 1997. Metsien kasvu ja kestävät hakkuut. *Folia Forestalia* 1/1997: 138–145.
- Linzon, S. N. 1958. The influence of smelter fumes on the growth of white pine in the Sudbury region. Canada Department of Agriculture. Science Service, Forest Biology Division. 45 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1996. Sevola, Y. (toim.). Metsäntutkimuslaitos 1996. 352 s.
- Mielikäinen, K. & Timonen, M. 1996. Growth trends of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in unmanaged and regularly managed stands in Southern and Central Finland. Teoksessa: Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M. & Skovgaard, J. (toim.) Growth trends in European Forests. Studies from 12 countries. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. European Forest Institute Research Report 5: 41–59.
- Nicholls, N., Gruza, G.V., Jouzel, J., Karl, T.R., Ogallo, L.A. & Parker, D.E. 1996. Observed climate variability and change. Teoksessa: Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Callander, B. A., Harris, N., Kattenberg, A. & Maskell, K. (toim.) Climate change 1995. IPCC. Cambridge University Press. s. 133–227.
- Nygrén, T. 1996. Hirvi. Teoksessa: Lindén, H., Hario, M. & Wikman, M. (toim.) Riistan jäljille. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Edita, Helsinki. s. 103–108.
- Nöjd, P., Mikkola, K. & Saranpää, P. 1996. History of forest damage in Monchegorsk, Kola: A retrospective analysis based on tree-rings. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1805–1812.
- Paavilainen, E. & Tiuhonen, P. 1988. Suomen suometsät vuosina 1951–1984. *Folia Forestalia* 714. 29 s.
- Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M. & Skovgaard, J. (toim.). 1996. Growth trends in European forests. Studies from 12 countries. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. European Forest Institute Research Report 5. 372 s.
- Suomen tilastollinen vuosikirja 1991. Tilastokeskus. 598 s.
- Suomen virallinen tilasto. 1955. Maatalouden vuositalasto 1951 ja 1952. Helsinki. s. 59.
- Tomppo, E. & Henttonen, H. 1996. Suomen metsävarat 1989–1994 ja niiden muutokset vuodesta 1951 lähtien. Metsäntutkimuslaitos. Metsätalostatiedote 12.9.1996. 18 s.
- Tuomenvirta, H. & Heino, R. 1996. Climatic changes in Finland – Recent findings. *Geophysica* 32: 61–75.
- Wernick I. K., Waggoner, P. E. & Ausubel, J. H. 1997. Searching for leverage to conserve forests: The industrial ecology of wood products in the U.S. *Journal of Industrial Ecology* (painossa).

■ Pekka Kauppi ja Pekka Nöjd toimivat tutkijoina Metlan Helsingin ja Vantaan tutkimuskeskuksissa.