

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN

TIEDONANTOJA

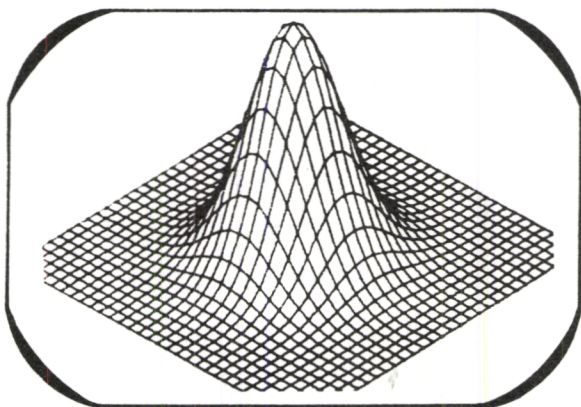
149

Matemaattinen osasto



# METSÄNTUTKIMUKSEEN LIITTYVISTÄ KEHITYSSUUNNISTA

Pertti Hari, Kullervo Kuusela, Pentti K. Räsänen, Risto Seppälä



Helsinki 1984



Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 149

METSÄNTUTKIMUKSEEN LIITTYVISTÄ

KEHITYSSUUNNISTA

HARI, PERTTI  
KUUSELA, KULLERVO  
RÄSÄNEN, PENTTI K.  
SEPPÄLÄ, RISTO

HELSINKI 1984

## SISÄLLYS

1. Johdanto	1
2. Metsien käyttöä ohjaavien arvojen muuttuminen	2
21. Arvojen käymistila	2
22. Arvojen rooli teknologisessa toiminnassa	2
23. Perustarpeiden tyydyttämisen aika, ennen vuotta 1940	4
24. Sotien ja jälleenrakentamisen aika, 1940-luku	5
25. Kansantaloudellisesti korostuneiden arvojen aika, vuodet 1950-1970	6
26. Lisätarpeiden painottamisen aika, jälkeen vuoden 1970	7
27. Arvojen tulevista kehityssuunnista	8
3. Talouden kehitys	9
31. Maailman talous	9
32. Suomen talous	10
33. Maailman metsäsektori	12
34. Suomen metsäsektori	13
35. Työn tuottavuus	15
4. Metsien muuttuminen	17
41. Metsävarojen ja puunkäytön kehittymisen trendejä	17
42. Metsänparannuksen trendejä	19
5. Puuston kasvutekijöiden muutokset	21
51. Hiilidioksidipitoisuuden kasvu	21
52. Happamat sateet	23
53. Metsien käytön vaikutus metsämaan ravinnetalouteen	25
6. Tutkimusedellytykset	27
61. Mittausmenetelmät	27
62. Analysointimenetelmät	28
63. Aineistopohja	29
64. Teoria	31
7. Yhteenveto ja tutkimukselliset johtopäätökset	33
71. Tutkimusedellytykset	33
72. Tutkimuksen suuntaaminen	35

## 1. JOHDANTO

Tutkimustoiminnalle on ominaista pitkäjänteisyys. Näin on varsinkin metsäntutkimuksessa, koska kokeiden järjestäminen ja aineiston keruu vie usein jopa kymmeniä vuosia. Tutkimuksen tuloksellisuutta arvioidaan kuitenkin sen valmistumisajankohdan tilanteen mukaan. Siksi tulevaa kehitystä on arvioitava jo tutkimusta suunniteltaessa ja tehtäessä.

Tämän työn tarkoituksena on analysoida eräitä keskeisimpiä metsäntutkimukseen vaikuttavia kehityssuuntia. Metsäntutkimuslaitoksen tutkijapäivien metodiosassa syksyllä 1982 käsiteltiin osittain samoja aiheita. Tämä kirjoitus on jatkoa näiden päivien keskusteluille.

Työ jakautuu viiteen lukuun ja yhteenvedoon. Luvuissa tarkastellaan arvojen, talouden, metsien, puuston kasvutekijöiden ja tutkimusedellytysten muuttumista. Yhteenvedossa tehdään lukujen pohjalta tutkimukselliset johtopäätökset.

Esitettävät arviot perustuvat tekijöiden tietoihin ja subjektiivisiin kannanottoihin vuonna 1983. Keskeiset kehityssuunnat ja niiden painotukset kuitenkin muuttuvat. Siksi kehityssuuntien analyysi tulisi säännöllisesti tarkistaa vastaamaan kulloistakin tilannetta. Toivottavasti tästä aktiviteetista tulee pysyvä osa Metsäntutkimuslaitoksen tutkimussuunnittelua.

## 2. METSIEN KÄYTTÖÄ OHJAAVIEN ARVOJEN MUUTTUMINEN

### 21. Arvojen käymistila

Metsätalous ja -teollisuus voidaan laskea osaksi teknosysteemiä eli osaksi ihmisen luomaa teknologisten toimintojen kokonaisuutta. 1970-luvulta alkaen on ryhdytty arvioimaan uudelleen niitä hyötyjä ja haittoja, joita ihmisen laajamittainen puuttuminen luonnontapahtumien kulkuun tuo tullessaan. On esim. väitetty, että sotien jälkeisinä kiihkeän talouskasvun vuosina on painotettu liikaa "kovia" taloudellisesti-tekniisiä arvoja "pehmeämpien" yhteiskunnallis-humanistis-ekologisten arvojen kustannuksella ja ettei tämän vuoksi ole riittävästi otettu huomioon niitä yhteiskunnallisia, inhimillisiä ja ekologisia kustannuksia, joita talouskasvu on tuonut tullessaan.

Tällä arvojen käymistilalla on ollut vaikutuksensa myös metsätalouden ja -teollisuuden piirissä. Siksi on syytä tarkastella arvojen ja niiden muutosten roolia sekä teknologisessa toiminnassa yleensä että erityisesti metsäsektorissa.

### 22. Arvojen rooli teknologisessa toiminnassa

Arvojen oleellinen rooli teknologisessa toiminnassa tai ongelmanratkaisussa käy selväksi, kun tarkastellaan tällaisen toiminnan tai ongelmanratkaisun yleistä logiikkaa:

Kaikessa teknologisessa ongelmanratkaisussa on löydettävä vastaus kahteen kysymykseen: Onko ehdotettu ratkaisu mahdollinen? Onko se kannattava? Se on mahdollinen, jos sen avulla päästään asetettuun tavoitteeseen, ja kannattava, jos sen aiheuttamat kustannukset ovat pienemmät kuin tavoitteen saavuttamisesta koituvat hyödyt. Näihin kysymyksiin vastaaminen edellyttää aina paitsi tietoja tosioista myös tietoja arvoista. Tosiotietoja tarvitaan sen selvittämiseksi, onko ratkaisu

mahdollinen, ts. päästäänkö sillä asetettuun tavoitteeseen. Tietoja arvoista taas tarvitaan tosiotietojen ohella sen selvittämiseksi, onko ratkaisu kannattava, ts. onko sen hyöty/kustannus-suhde tyydyttävä.

Aloilla, joilla teknologinen käytäntö on vakiintunutta, em. selvityksistä tulee täysin rutiininomaisia. Näillä aloilla ongelmanratkaisu seuraa jotain yleisesti hyväksyttyä ohjelmaa, joka tavallisesti vielä on kiteytetty kirjallisen ohjeiston muotoon. Tällainen ohjelma rajaa kyseisellä alalla toimeenpantavien ratkaisujen tai projektien kannalta relevantit tekijät ja antaa ohjeet niiden mittaamista ja arvottamista varten.

Normaalissa tuotantotoiminnassa ei yleensä pyritä uuden teknologian eikä uusien ratkaisujen luomiseen. Sen sijaan siinä keskitytään ongelmien ratkaisemiseen olemassaolevan teknologian pohjalta ja tavalla, joka vakiintuneen ohjelman mukaan on mahdollinen ja kannattava.

Vakiintunut ohjelma ja sen mukainen käytäntö ajautuvat kuitenkin aika ajoin kriisiin: muuttuneet olot, tiedot tai arvostukset herättävät epäilyjä, että vakiintuneessa ohjelmassa on sivuutettu joitakin olennaisia tekijöitä. Tällaista kriisiä sävyttävät tavallisesti asiantuntijoiden erimielisyydet sivuutettujen tekijöiden relevanssista ja arvosta, alan ammattilaisten epätietoisuus toimintansa suunnasta ja edellisistä seikoista johtuva alan toimintojen lamaantuminen. Tämä lienee kuitenkin se hinta, joka aika ajoin joudutaan maksamaan siitä, että teknologisten toimintojen vallitsevaa suuntaa ja luonnetta päätetään korjata muuttuneita oloja, tietoja tai arvostuksia vastaaviksi.

Myös metsäsektorissa voidaan hahmottaa ohjelmia, joissa olemassaolevien tietojen ja hyväksytyjen arvojen pohjalta on rajattu alan toimintojen ja kulloistenkin arvojen kannalta relevanteiksi katsottujen tekijöiden viitekehys. Näiden arvojen kehitystä Suomen metsätaloudessa ja -teollisuudessa 1900-luvulla tarkastellaan seuraavassa.

### 23. Perustarpeiden tyydyttämisen aika, ennen vuotta 1940

Metsätalous kehittyi vähitellen maatalouden sivuelinkeinosta osittain itsenäiseksi tuotannonalaksi. Yhteiskunnan vaikutus metsätalouteen alkoi vähitellen tuntua, vaikkakin keinot ja niiden vaikuttavuus vaihtelivat eri aikoina. Tervanpolton rajoitukset 1700-luvulla, sahausrajoitukset 1800-luvun puoliväliin asti ja yhtiöiden maanomistuksen rajoittaminen 1900-luvulla ovat esimerkkejä yhteiskunnan ohjaavasta vaikutuksesta.

Metsäsektoria ohjaavia arvoja dominoi tämän johtavan vientitoimialan kansainvälisen kilpailukyvyyn ylläpitäminen. Ratkaisut tehtiin pääosin yritystasolla siten, että yrityksen taloudellinen tulos oli mahdollisimman hyvä.

Huoli metsien loppumisesta on erittäin vanha. Metsäntutkimuksen edistyessä pelko metsien loppumisesta muuntui kestävyuden periaatteeksi, josta tuli ratkaisuja tehtäessä keskeinen rajoitus. Yksityismetsälaissa vuodelta 1928 on johtavana ajatuksena metsämaan säilyttäminen jatkuvasti puustoa kasvavana.

Metsäntutkimus osoitti, että metsien tuottokyky on vajaassa käytössä. Valitsemalla kullekin kasvupaikalle sopiva puulaji ja huolehtimalla tarkoituksenmukaisesta ikärakenteesta pystytään metsien tuottoa olennaisesti lisäämään. Näin muotoutui vähitellen edistyvän metsätalouden tavoite. Suomen Metsänhoitoyhdistys Tapio perustettiin vuonna 1907 edistämään metsien hoitoa.

Tarkasteltavalle kaudelle on ominaista metsien hyväksikäytön kokonaisuudessaan melko alhainen taso. Voiman lähteenä käytettiin lihasvoimaa. Tästä syystä yksittäisen toimen vaikutusalue oli sangen rajoitettu. Metsien hyväksikäytössä ristiriidat olivat vähäisiä. Välittömien perustarpeiden tyydyttäminen oli keskeisellä sijalla ratkaistaessa arvojen välisiä painotuksia.

## 24. Sotien ja jälleerakentamisen aika, 1940-luku

Runsaan kymmenen vuoden ajan sotaponnistelut ja jälleerakentaminen määräsivät lähes täydellisesti yhteiskunnan toiminnan suunnan ja intensiteetin. Kaikessa ankaruudessa tuo aika on osoitus siitä, kuinka nopeasti ihmisten ja yhteiskunnan arvot ja niiden mukainen toiminta lyhyessä ajassa voivat muuttua. Metsiä ja maata käytettiin sotien aikana miten parhaiten taidettiin elämisen turvaamiseen. Velvoitehakuut teiden lähellä olevissa metsissä turvasivat polttopuun saannin. Metsien marjat, sienet ja riista saivat lisääntyntä merkitystä ravinnonlähteenä. Puuhiiltä ja -pilkkeitä käytettiin ajoneuvoissa. Tervanpoltto voiteluaineeksi lisääntyi ja monipuolistui. Puun käyttö vientiteollisuuden tarpeisiin sen sijaan lähes tyrehtyi sotien johdosta.

Tilattoman maaseutuväestön "maannälkää" käytettiin hyväksi taistelutahdon eräänä kohottamismuotona lupaamalla "maata maattomille". Lupaukset myös pidettiin: jälleerakentamiskautena ja pitkälti vielä sen jälkeenkin rintamamiiehille jaettiin usein pakkolunastuksilla hankittuja maita. Samanaikaisesti rintamamiesten kanssa oli asutettava lähes 400 000:en noussut siirtoväki. Oli sopeuduttava myös 12 prosenttia pienemmälle pinta-alalle ja 3 miljoonan metsähehtaarin menetykseen alueluovutuksina. Kaikki tämä johti elinkelvottomien tilojen muodostamiseen ja metsälöiden pirstoutumiseen. Toisaalta sillä taattiin puun ongelmaton saanti laajoilta alueilta teollisuuden tarpeisiin.

Jälleerakentamisen aikana metsien varaan tukeuduttiin Suomessa suhteellisesti enemmän kuin milloinkaan aiemmin. Metsien teollinen käyttö kohosi nopeasti. Metsä- ja uittotöihin kannustettiin ihmisiä mm. järjestämällä talkoita ja jakamalla ylimääräisiä ruoka- ja tupakka-annoksia, ns. tehopakkauksia. "Puu pulasta pelastaa" -iskulause ja myöhempi 1950-luvun iskulause "Puulla parempiin päiviin" kuvaavat silloisia arvoja.

25. Kansantaloudellisesti korostuneiden arvojen aika,  
vuodet 1950-1970

Toisen maailmansodan jälkeen taloudellinen kasvu tuli yhteiskunnan keskeiseksi tavoitteeksi. Kehittyi kasvu-ideologia, jonka mukaan taloudellisen kasvun mukana yhteiskunnan kaikinpuolinen hyvinvointi lisääntyy. Samalla metsätaloutta ohjaavat arvot muuttuivat voimakkaasti.

Aikaisemman yritystaloudellisen kannattavuuden ohella tuli keskeiseksi taloudelliseksi kriteeriksi kansantaloudellinen kannattavuus. Samalla yhteiskunnan metsätaloutta ohjaava vaikutus alkoi lisääntyä, mitä heijastaa laki metsänhoitoyhdistyksistä vuodelta 1950.

Keskeisen taloudellisen kasvun tavoitteen perusteella edistyvä metsätalous tuli ratkaisuihin vaikuttavaksi arvoksi. Puun tuotannon lisäämiseen pyrittiin aktiivisin metsänparannustoimin. Tällaisia toimia olivat mm. soiden ojitus, metsien lannoitus ja kasvinjalostus. Kansantaloudellisin perustein yhteiskunta sijoitti rahaa metsätalouteen. Tämä näkyi selvimmän MERA-ohjelman toteuttamisessa.

Sodan jälkeen työllisyys oli olennainen päätöksiin vaikuttava tekijä. Työllisyyden huomioonottaminen näkyi työllisyystöinä metsänparannukseen käytettyjen rahojen kautta. Kauden loppua kohti tämä arvo menetti merkitystään, kun työttömyys helpotti.

Tälle ajanjaksolle oli ominaista metsätalouden voimistuminen. Siirryttiin aikaisemmasta valmiin puusadon korjaamisesta aktiiviseen metsän kasvattamiseen. Konevoiman osuus lisääntyi merkittävästi, ja metsätalouden vaikutus metsäluontoon voimistui. Metsätalouteen muodostui melko kiinteä teknologinen ohjelma. Tarpeiden hierarkiassa siirryttiin asteittain aikaisempaa selvästi korkeammalle tasolle.

26. Lisätarpeiden painottumisen aika, jälkeen vuoden 1970

Taloudellisen edistymisen myötä yhteiskunta ja sen toimintaa ohjaavien arvojen painotus alkoivat muuttua voimakkaasti. Yhteiskunnassa esiintyi voimakasta kritiikkiä kasvuideologiaa ja sen seurausvaikutuksia kohtaan. Sekä yksityistaloudelliset että kansantaloudelliset arvot säilyttivät kyllä keskeisen asemansa, mutta niiden rinnalle nostettiin uusia arvoja. Yhteiskunnan ohjaus voimistui edelleen, mikä näkyi valtiovalan harjoittamassa teollistamis- ja aluepolitiikassa.

Kestävyysperiaate metsätaloudessa sai uusia ulottuvuuksia, kun alettiin pelätä, että ihmisen laajamittainen toiminta luonnossa muodostaa potentiaalisen uhan metsäluonnolle kokonaisuudessaan. Osa ympäristöliikkeiden metsätalouteen kohdistamasta kritiikistä perustui huoleen metsien jatkuvan ja monimuotoisen tuottokyvyn vaarantumisesta. Tämä on näkynyt keskustelussa mm. kokopuun korjuun ja vesakkomyrkytysten yhteydessä.

Elintason nousu vaikutti ennen kaikkea elinympäristön laadun arvostuksen lisääntymiseen. Oikeus miellyttävään ja terveelliseen ympäristöön tiedostettiin olennaiseksi arvoksi. Metsäluontoa alettiin pitää osana ihmisen ympäristöä, jonka tuli täyttää tiettyjä laatukriteerejä. Metsäluonto ja metsämaisema koettiin myös yhteiseksi omaisuudeksi, jonka vaalimiseen yhteiskunta voi vaikuttaa. Keräilyn virkistysarvo sai aikaisempaa huomattavasti suuremman painon osana miellyttävää ja terveellistä elämäntapaa. Elinympäristön laadun korostaminen vaikutti moniin päätöksiin. Se näkyy mm. metsien moninaiskäyttöohjeissa, soralaisissa, virkistysaluekomitean mietinnössä, soiden suojelussa ja ympäristöministeriön perustamisessa.

Edistyvyys menetti merkitystään metsätalouden keskeisenä tavoitteena, mutta vaikutti edelleen tehtyihin ratkaisuihin. Työttömyys alkoi lisääntyä 1970-luvun alusta lähtien. Se on näkynyt yhteiskunnan päätöksissä työllisyysvarojen lisääntyneenä käyttönä metsätaloudelle.

Metsä ja luonto itseisarvona esiintyivät usein myös biologisen koulutuksen saaneiden henkilöiden mielipiteissä. Äärimilliseen vietyä on esitetty metsien kaiken teollisen hyväksikäytön kieltämistä.

## 27. Arvojen tulevista kehityssuunnista

Arvojen painotukset ovat selvästi muuttuneet viimeisen sadan vuoden kuluessa. Tämä on yhteydessä tarpeiden tyydyttämisen tason nousuun tänä aikana. Ilmeisesti arvojen painotukset muuttuvat myös tulevaisuudessa. Jos talous edistyy edelleen voimakkaasti, kehitys näyttäisi menevän kohti Keski-Euroopassa vallitsevaa tilannetta, jossa metsien hyödyntäminen perustuu vain osittain puun välittömään käyttöön teollisuuden raaka-aineena. Sen sijaan miellyttävän ja terveellisen ympäristön arvot vaikuttavat voimakkaasti päätöksiin. Jos taloudellinen tilanne olennaisesti vaikeutuu, nousevat perustarpeisiin liittyvät arvot jälleen keskeisiksi, jolloin puuraaka-aineen taloudellinen merkitys jälleen lisääntyy.

Metsäsektorilla oli melko kiinteä teknologinen ohjelma 1960- ja 1970-luvuilla. Sen mukaan keskeinen tavoite oli kansantalouden kasvu. Tämä ohjelma joutui arvostelun kohteeksi 1970-luvulla. Arvostelu jatkuu osittain edelleen, eikä sen pohjalta ole ainakaan vielä pystytty luomaan uutta toimivaa ohjelmaa. Tästä syystä metsäsektorilla on ilmeisiä teknologisen ohjelman kriisin merkkejä havaittavissa. Tilanteen selkiyttäminen edellyttää yhteisymmärrystä ohjaavista arvoista ja niiden keskinäisistä painotuksista.

## LÄHTEET

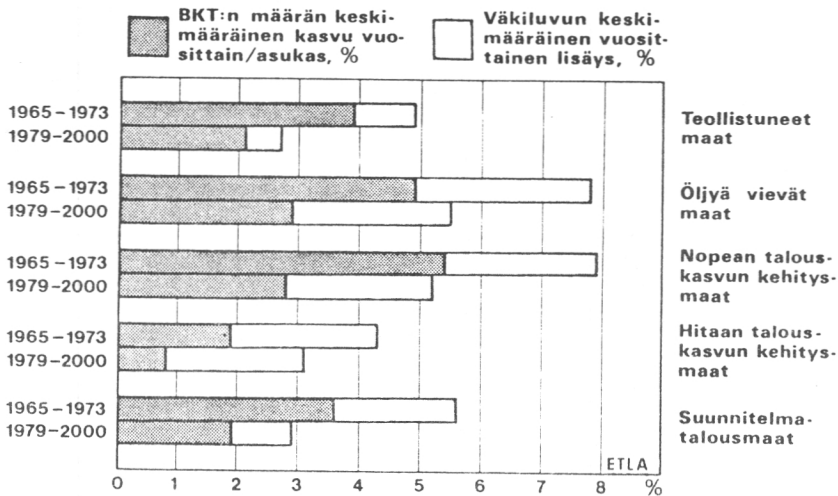
- Tuomivaara, Timo: Filosofista taustaa metsäkeskustelulle - teknologisista ohjelmista ja niiden kehitysvaiheista teoksessa Elo, Kirsi (toim.) Tämä vihreän kullan maa, Helsinki 1983.
- Wojick, David: The Structure of Technological Revolutions teoksessa Bugliarello, G. and Douver, D.B. (eds) The History and Philosophy of Technology Urbana 1979.

### 3. TALOUDEN KEHITYS

#### 31. Maailman talous

Useiden asiantuntijoiden mukaan maailmantaloudella on edessä pitkääaikainen hitaan kasvun ja korkean työttömyyden kausi, joka voi ulottua aina 1990-luvun puoliväliin asti. Sen lisäksi eri kansantalouksien kasvunopeudet voivat poiketa toisistaan varsin huomattavasti, minkä seurauksena teollisuustuotteiden kysyntäpotentiaalin globaali rakenne muuttuu. Niinpä Japanin ja eräiden muiden Aasian maiden ennustetaan pysyvän voimakkaan kasvun uralla kun taas Euroopan tuotannon ja kulutuksen kasvu on varsin hidasta.

Kaikkiaan näyttää siltä, että kuluvan vuosisadan loppu edustaa siirtymäkautta, jolloin ihmiskunnan on varauduttava mit-taviin muutoksiin raaka-aineiden ja energian käytössä sekä kehitysmaissa ravitsemuksen ja teollisuusmaissa elinympäris-



Kuva 1. Koko maailman bruttokansantuotteen määrän ja väkiluvun keskimääräinen vuosittainen lisäys vuosina 1965-2000, %. (Hämäläinen & Tuurna 1982, s. 36)

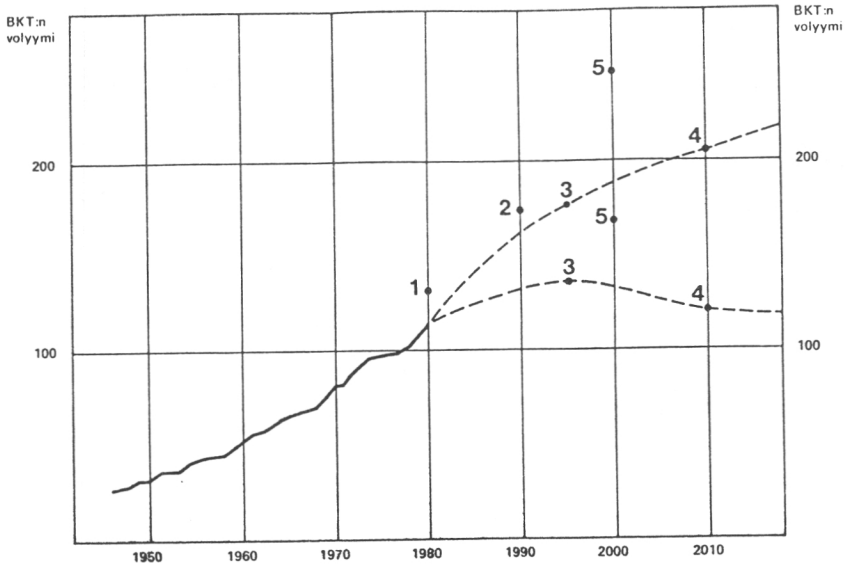
tön ongelmien ratkaisuihin. Nopean talouskasvun tavoitteen saavuttaminen on useimmissa teollisuusmaissa aikaisempaa vaikeampaa myös meneillään olevan siirtymäkauden jälkeen ensi vuosituhannella. Teollistuneiden maiden tuotannon keskimääräinen kasvunopeus rauhanomaisessa tulevaisuudessa asettunee 2-3 %:n haarakkaan eli puoleen siitä, mihin on toisen maailmansodan jälkeen totuttu.

### 32. Suomen talous

Suomen mahdollisuudet vaikuttaa globaaliseen talouskehitykseen ovat varsin rajalliset. Kun kansantaloutemme on lisäksi hyvin avoin, perustuu sen tuleva tila paljolti kansainvälisen talouden kehitykseen ja kansainvälisessä työnjaossa tapahtuviin muutoksiin. Kansantaloutemme pienuuteen liittyy kuitenkin sen joustavuus. Tämä piirre antaa meille monia muita maita paremmat mahdollisuudet sopeutua globaalisen kehityksen muutoksiin.

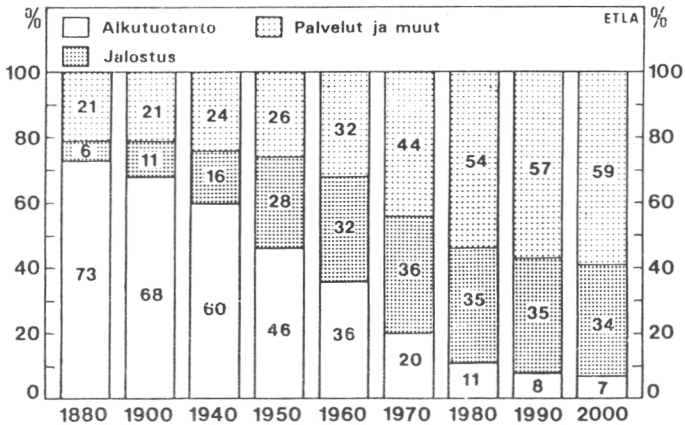
Mikäli kehittyneiden maiden talouden vuosikasvu vuosina 1980-2000 on 2 %, kehitysmaiden 4 % ja koko maailman 3 %, muodostuu Suomen bruttokansantuotteen kasvuvauhdiksi 2 %. Tällöin edellytetään, että vientimme kasvaa samaa vauhtia maailmantalouden kanssa. Näiden lukujen valossa kansantaloutemme tuleva kasvu olisi olennaisesti tähänastista hitaampaa, sillä 1960-luvulla bruttokansantuottemme kasvoi 5%:n vuosivauhtia ja 1970-luvullakin kasvunopeus oli lähes 4%.

Edellä oleva arvio kansantaloutemme kehityksestä on vain yksi vaihtoehto monien joukossa. Se edustaa eräänlaista keskiarvoa, sillä julkisuudessa esitetyt arviot kahdelle seuraavalle vuosikymmenelle ovat vaihdelleet nollakasvusta ja suoranaisesti taantumasta aina 4%:in asti. Mikäli kasvuvauhti on lähellä esitettyä 2 %:a, merkitsee jo se eräitä rakennemuutoksia kansantaloudessamme. Ensinnäkin työvoiman jakautuminen elinkeinoittain muuttuu siten, että alkutuotannon osuus piene-



Kuva 2. Pitkän aikavälin ennusteita: 1 TASKU 1972; 2 TASKU 1977; 3 TASKU 1981 "kasvu"-vaihtoehto (ylempi); sekä "sopeutus"- ja "häiriö"-vaihtoehtojen keskiarvo (alempi); 4 SITRA 1981 "vanhalla vauhdilla"-vaihtoehto (ylempi) sekä "vastamäkeen"-vaihtoehto (alempi); 5 ETLA (julkaisematon, Kansantaloudellisen Yhdistyksen teemailtapäivässä 15.9.1981 esitetty tieto). (Pulliainen 1982, s. 65)

nee edelleen. Vuonna 2000 osuus lienee n. 7%, kun se tällä hetkellä on 11%. Jalostuksen työvoimaosuus ei sanottavasti muutu, mutta palvelut nielevät vuosisadan vaihteessa jo lähes 60% työvoimasta, kun osuus tällä hetkellä on 54%.



Lähde: (1880-1970) Väestön elinkeino 1880-1975, Tilastollisia tiedonantoja n:o 63, Tilastokeskus 1979.

Kuva 3. Työvoima (ammattissa toimiva väestö) elinkeinoaloittain 1880-1970 ja laskelma vuosiksi 1980-2000, %. (Hämäläinen & Tuurna 1982, s.62)

Suomen teollisuudessa raskaan prosessiteollisuuden osuus on merkittävä. Tällaisessa teollisuudessa tuotantokoneiston pitoaika on hyvin pitkä, mikä merkitsee verraten hitaita muutoksia tuotantorakenteessa. Metsäteollisuuden tuotantomahdollisuuksien hidaskasvu johtaa siihen, että sen osuus teollisuustuotannosta ja viennistä edelleen pienenee. Keskeisistä toimialoista nopeimmin kasvaa metalliteollisuus. Kaikkien toimialojen välinen rakennemuutos kuitenkin hidastuu aikaisemmasta.

### 33. Maailman metsäsektori

Metsäteollisuustuotteiden kysyntä on tähän asti verraten kiinteästi seurannut bruttokansantuotteen kehitystä. Näin lienee myös tulevaisuudessa, joskin elektroniikkiateollisuuden ja tiedonvälityksen innovaatiot voivat vähentää paperituotteiden kysyntää. Toisaalta biotekniikan kehitys voi luoda puuraaka-aineelle aivan uusia käyttömuotoja. Monissa maissa metsien virkistyskäytön ja ympäristön suojeluun liittyvän käytön lisääntyminen aiheuttaa sen, että myös näistä käyttömuodoista metsäsektori voi vaatia itselleen enenevää taloudellista hyötyä.

Hidastuva maailmantalouden kasvu merkitsee myös aikaisempaa pienempää metsäteollisuustuotteiden kysynnän kasvua. Lisäksi kehittyneissä teollisuusmaissa monien tuotteiden kulutus on alkanut lähettää kyllästymispistettään. Kun nämä seikat otetaan huomioon, voidaan arvioida metsäteollisuustuotteiden kulutuksen vuosikasvuksi Suomen tärkeimmällä vientialueella Länsi-Euroopassa ensi vuosituhaten alkuun mennessä enintään 2 %. Nopeimmin kasvaneen kysyntäeräissä paperituotteissa ja hitaimmin sahatavarassa.

Jos tähänastiset trendit jatkuvat, kehitysmaiden teollisuuskäyttöön soveltuvan puuvarannon määrä pienenee olennaisesti vuoteen 2000 mennessä. Sen sijaan teollisuusmaissa puuvaranto pysyy suurin piirtein ennallaan elleivät happamat sateet aiheuta tuntuvia tuhoja. Koska puun kysyntä

kansantuotteen hidastuvankin kasvun vallitessa lisääntyy, merkinnee tarjonnan supistuminen raakapuun reaalihintojen yleismaailmallista nousua. Mahdolliset lisäykset perustuo-  
tannon panoksiin eivät ehdi olennaisesti kasvattaa tarjontaa vuoteen 2000 mennessä. Teollisuuspuun tarjontapotentiaalia vähentää lisäksi polttopuun tarpeen kasvu kehitysmaissa.

Vaikka kehitysmaiden puuvaranto kokonaisuudessaan on pienene-  
mässä, ovat jotkut kehitysmaat investoimassa voimakkaasti met-  
säsektorinsa kehittämiseen. Nämä maat tuskin kuitenkaan ehtivät  
vielä tämän vuosisadan puolella voimakkaasti tunkeutua kansain-  
välisille markkinoille, sillä heikkotasoinen infrastruktuuri se-  
kä puun käyttö polttoaineeksi ja metsän käyttö maatalousmaaksi  
asettavat vielä esteitä. Näitä ongelmia ei sen sijaan ole Poh-  
jois-Amerikassa, varsinkaan Yhdysvalloilla. Niinpä onkin jo  
nyt nähtävissä, että USA alkaa toden teolla kiinnostua Eu-  
roopan markkinoista, mikä merkitsee markkinatilanteen kiristy-  
mistä, koska monien amerikkalaisten tuottajien etuna on niiden  
kilpailukykyisyys.

#### 34. Suomen metsäsektori

Suomen tärkein raaka-ainelähde on ollut metsä. Näin on aivan  
varmasti myös kuviteltavissa olevassa tulevaisuudessa. Sen  
vuoksi metsäteollisuus supistuvasta osuudestaan huolimatta  
muodostaa vientiteollisuutemme rungon ainakin tämän vuosi-  
sadan loppuun asti.

Mikäli puuntuotantoa tehostettaisiin äärimmilleen, voitaisiin  
hakkuumahdollisuuksia kasvattaa vuoteen 2000 mennessä noin  
80 milj. m<sup>3</sup>:in, mikä merkitsisi lähes kolmanneksen lisäystä  
nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Kun otetaan lisäksi huo-  
mioon metsätähteen ja teollisuusjätepuun hyväksikäyttö sekä  
sellun jatkojalostuksen lisääminen, voidaan päätellä, että  
metsäteollisuutemme pystyisi kasvattamaan tuotantoaan samassa  
tahdissa vientikysynnän kasvun kanssa.

Tähän kehitysvaihtoehtoon sisältyy kuitenkin varsin monta oletusta, joiden toteutuminen on epävarmaa: Puuntuotannon olennainen tehostaminen näyttää rahoitus- ja asennesyistä vaikealta. Puun tarjonta ei yllä edes nykyiseen hakkuusuunnitteeseen. Metsätähteen ja teollisuusjätteen lisääntyvä käyttö on vain hyvin pieneltä osin kannattavaa. Paikallisesti voivat lisäksi luonnonsuojelun tarpeet rajoittaa metsäteollisuuden puunsaantia, vaikkakin on sanottava, että tähän mennessä luonnonsuojelun ja metsätalouden järkevät tavoitteet eivät ole olleet keskenään suuresti ristiriitaisia.

Yritysten kannattavuuden ja kansainvälisen kilpailukyvyn heikkeneminen sekä huono rahoitusasema voivat ainakin lähitulevaisuudessa olla raakapuurajoitetta voimakkaampia metsäteollisuuden tuotannon kasvun esteitä. Kansantalouden ja yhteiskunnan hyvinvoinnin kannalta raakapuun tarjontarajoite on mieletön. Sama koskee teollisuuden kannattavuuteen liittyviä kasvun rajoja, sillä metsätaloutta ja metsäteollisuutta kokonaisuutena tarkastellen toiminta on liiketaloudellisiinkin kriteerein riittävän kannattavaa uusinvestointeihin.

Metsäsektorimme pitkän aikavälin ongelmat versoavat suurelta osin puuraaka-aineen niukkuuden ja saatavuuden sekä metsäteollisuuden kannattavuuden välisestä yhteydestä. Puun niukkuuden seurauksena oman metsäteollisuutemme perustuotanto ei voi kasvaa yhtä nopeasti kuin kilpailijoiden. Hidas kasvu merkitsee joko tuotantokoneiston vanhenemista tai, jos se halutaan estää, pääomakustannusten nousua. Molemmissa tapauksissa toiminnan kannattavuus pyrkii heikkenemään, mistä seuraa, että taloudelliset mahdollisuudet investoida alkavat pian rajoittaa tuotantokapasiteetin kasvua enemmän kuin puuraaka-aineen saatavuus.

Tuloksena on ennen pitkää hakkuiden jääminen pienemmäksi kuin hakkuumahdollisuudet, mikä heikentää metsien tuotantopotentiaalia tulevaisuudessa. Putoaminen markkinoiden kasvun edellyttämältä uralta saattaa siis johtaa kierteeseen, jonka lopputuloksena on pitkällä aikavälillä tuotannon vähittäinen lamaantuminen. Tältä kasvu-uralta Suomen metsäteollisuus näyttää osittain pudonneen.

Aivan viime vuosina uudeksi tulevaisuutta epävarmentavaksi tekijäksi on tullut happaman sateen vaikutus puustoon. Kyseessä voi pitkällä aikavälillä olla metsäsektorimme nykyisiä perusteita suuresti järkyttävä ilmiö kuten luvusta 52 selviää. Myös lyhyellä ja muutaman vuosikymmenen aikavälillä happamat sateet voivat vaikuttaa metsäsektorimme toimintaan. Tällöin päävaikutus ei tule omien metsiemme kautta vaan välillisesti Keski-Euroopan metsiä kohtaavien tuhojen seurauksena. Jo nyt näillä tuhoilla on vähäistä merkitystä kuusisahataran ja kuusikuitupuun kansainvälisillä markkinoilla. Äärimäinen lopputulos voisi olla se, että suomalainen kuusisahatavara kotimaisesta raaka-aineesta valmistettuna häviäisi markkinoilta heikon hintakilpailukykyensä vuoksi.

### 35. Työn tuottavuus

Metsäsektorilla kuten muullakin yhteiskunnassa työn tuottavuus on lisääntynyt viimeisen sadan vuoden aikana voimakkaasti. Eri alojen välillä on kuitenkin suuria eroja.

Puun korjuussa on nähtävissä kaksi kehitysvaihetta: 1. siirtyminen käsikäyttöisistä työkaluista moottorikäyttöisiin ja 2. siirtyminen korjuukoneisiin. Nämä molemmat vaiheet ovat merkinneet olennaista työn tuottavuuden nousua. Tosin harvennushakkuissa ei vielä ole siirrytty koneelliseen korjuuseen vaan ne perustuvat pääosaltaan moottorikäyttöisiin työkaluihin.

Metsänhoitotöissä työn tuottavuuden lisäys on ojitusta lukuunottamatta ollut vähäistä. Osa töistä kuten esimerkiksi istuttaminen tehdään edelleen pääosin käsityökaluin, joskin koneellistamiskehitys on käynnissä. Koneellinen maan pinnan valmistus on jo nyt lisännyt istutus- ja kylvötyön tuottavuutta.

Teollisuudessa on pitkään ollut havaittavissa voimakasta tuottavuuden nousua erityisesti suurissa kemiallisen puunjalostuksen yksiköissä, joissa prosessien ohjaus on melko helposti automatisoitavissa. Mekaanisessa puunjalostuksessa kehitys

on ollut hitaampaa, mutta se on selvästi kiihtynyt viime aikoina. "Konttoritekniikan" laajamittainen automatisointi on vasta alullaan. Sen toteuttaminen merkitsee edelleen olennaista tuottavuuden lisäystä.

Tarkasteltaessa tuotettua puumäärää tai puun jalostemäärää työtuntia kohti ei yleensä oteta huomioon työvälineiden valmistamiseen ja huoltoon sekä polttoaineiden ja raaka-aineiden tuottamiseen käytettyä työpanosta. Tästä syystä osa havaitusta työn tuottavuuden noususta on näennäistä, sillä koneiden käytön lisääntyessä siirtyy työtä metsästä ja puun jalostuksesta koneita valmistaviin tehtaisiin sekä koneiden ja laitteiden huoltoon.

Vaikka työn tuottavuuden määrittämiseen otettaisiin mukaan myös laitteiden valmistamiseen ja huoltoon käytetty työpanos, on työn tuottavuuden nousu ollut voimakasta. Tämä kehitys tulee jatkumaan.

#### LÄHTEET

- Hämäläinen, Heikki - Tuurna, Sami: Kansantalous 2000. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos. Helsinki 1982.
- Jaakko Pöyry International: Suomen metsäteollisuuden kansainvälisen kilpailukyvyyn kehittäminen. Helsinki 1979.
- Korpinen, Pekka: Kriisit ja pitkät syklit. Työväen taloudellinen tutkimuslaitos. Helsinki 1981.
- Kässi, Tuomo: Teollisuus 1990. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos. Helsinki 1982.
- Pulliainen, Kyösti: Vastamäkeen vai tasamaata? Kansantaloudellinen aikakauskirja 1982:1.
- Seppälä, Heikki - Kuuluvainen, Jari - Seppälä, Risto: Metsäsektori tienhaarassa. Folia Forestalia 434. Helsinki 1980.
- Seppälä, Risto: Suomen metsäteollisuuden strategiset ongelmat 1980-luvulla. Systemiryhmän julkaisuja A-8. Helsinki 1981.
- Seppälä, Risto: Metsäsektorin tulevaisuus. Teoksessa Ihminen ja metsä, s. 18-26. Helsinki 1977.
- SITRA: Suomen talous 2010. Helsinki 1981.
- Taloudellinen suunnittelukeskus: Suomi 1995. Kansantalouden kehittämisperusta. Helsinki 1981.
- The Global 2000 Report to the President. Washington D.C. 1980.
- The World Bank: World Development Report 1982. Washington D.C. 1982.

#### 4. METSIEN MUUTTUMINEN

##### 41. Metsävarojen ja puunkäytön kehittymisen trendejä

Metsävarojen kehittyminen on riippuvainen kasvullisen metsämaan pinta-alasta, puuston rakenteesta, metsän käsittelystä ja hakkuumäärän suhteesta puuston kasvuun. Metsiköiden ja koko puuston kasvu, kehittyminen, ikääntyminen ja siihen liittyvä tuhojen lisääntyminen ovat uusiutuvan luonnonvaran sisäisten lainalaisuuksien mukaista tapahtumista, johon ihminen voi vaikuttaa, mutta jota hän ei pysty pysähdyttämään eikä myöskään täysin mielensä mukaisesti muuttamaan.

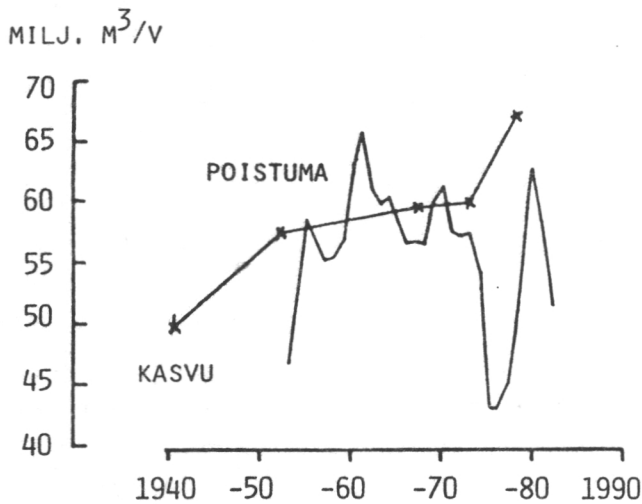
Suomen metsien puuston ikä- ja kehitysluokkarakenteelle on ominaista kaksi tärkeätä piirrettä. Viimeisten 30 vuoden aikana on perustettu uusia taimikoita ja nuoria metsiköitä noin 6 milj. ha. Niistä noin 2 milj. ha on soita ojittamalla ja peltoja metsittämällä saadulla uudella metsämaalla. Näin ovat syntyneet laajat tasaikäiset ja -rakenteiset nuoret metsät. Pääosa näistä metsiköistä saavuttaa ensiharvennuksen vaiheen 1990-luvulla.

Kaskeamisen, tervanpolton ja suurkulojen kauden jälkeen pääasiassa Etelä-Suomessa syntynyt metsiköiden ikäluokka-aalto on varttumassa uudistumisen ikään. Niiden lisäksi on vielä Pohjois- ja Itä-Suomessa suhteellisen paljon uudistamista odottavia vanhoja erämaametsiä.

Jos tällä hetkellä nähtävissä olevat trendit jatkuvat, keskimääräinen vuotuinen puun poistuma tulee olemaan 5-10 milj. m<sup>3</sup> puuston kasvua pienempi. Kasvu on taas voimakkaan suurenemisen vaiheessa metsänparannustoimenpiteiden, kasvutekijöiden muuttumisen ja uusien nuorien metsiköiden kasvuaan lisäävän kehitysvaiheen vuoksi. Kasvua huomattavasti pienempi poistuma merkitsee metsävarojen vajaakäyttöä, puuston lisääntymistä ja ikääntymistä sekä yli-ikäistymiseen liittyvien tuhojen

ja luonnonpoistuman lisääntymistä. Ennustettu kasvun ja poistuman ero johtaa puustoon, jonka runkotilavuus on 30 vuoden kuluttua vähintään 1900 milj. m<sup>3</sup>, kun nykypuusto on noin 1650 milj. m<sup>3</sup>.

## METSÄTASE



Kuva 4. Metsätaseen kehittyminen.

Jos tätä tällä hetkellä todennäköistä puuston kehittymisen vaihtoehtoa ei hyväksytä, on tutkittava siihen johtaneet syyt ja selvitettävä perusteet metäpolitiikan keinojen uusimiseksi. Tutkimuspanosta tulisi joka tapauksessa lisätä puuston ikääntymisen seurausten selvittämiseen.

Puulajiosuoksissa kuusen lisääntyminen kaskikauden jälkeisenä puulajien ja kasvupaikkojen välisten suhteiden palauttamisena puulajien biologisia ominaisuuksia paremmin vastaavaksi on päättynyt. Männyn osuus alkaa uusien nuorien männiköiden ansiosta voimakkaasti lisääntyä. Rauduskoivun osuus vähenee

sitä mukaa, kun ikääntyviä vaneritukkivaroja korjataan. Tuotoksensa rakenteen ja arvonsa vuoksi laajoilla alueilla rikkaapuuna pidettävä hieskoivu ja jossain määrässä myös vesasyn-tyiset harmaaleppä ja haapa ovat alkaneet lisääntyä erityisesti Pohjanmaalla. Koska puun polttaminen ei näytä lisääntyvän riittävästi ja lehtipuun käyttö ja tarve eivät ole riittävän suuret, johtaa vähäarvoisen lehtipuun metsään jääminen puuston arvon alenemiseen.

Metsävarojen ja hakkuumahdollisuuksien alueellisesta sijoitumisesta johtuu, että uudistamishakkuiden tarve siirtyy pohjoisessa pohjoisemmaksi ja lähemmäksi metsärajaa sekä etelässä lähemmäksi väestön painopistealueita. Muutoinkin mutta myös tästä syystä luonnonsuojeluun ja ympäristöstä huolehtimiseen liittyvien arvostusten ja vaateiden kehittyminen vaikeuttaa lisääntyvässä määrässä taloudellisesti edullisimpien puuntuotannon menetelmien käyttämistä.

#### 42. Metsänparannuksen trendejä

Metsänparannuksen tärkeimmät työmuodot ovat soiden ja veden vaivaamien kankaiden ojittaminen ja niistä karuimpien lannoittaminen, vajaan tuottoisten metsiköiden uudistaminen, maataloudelta vapautuvan maan metsittäminen, metsäteiden rakentaminen ja metsänjalostus.

Metsän vajaakäytöstä, puuston metsään kasaantumisesta ja metsätalouteen kohdistuvien arvostusten muuttumisesta on seurauksena metsänparannuksen vähenemistä. Osaksi väheneminen johtuu myös siitä, että uudisojitusurakka on päättymässä. Soita on ojitettu noin 5,5 milj. ha. Ojitettu ala ei nykyisten näkymien mukaan ylitä 6,5 milj. hehtaaria.

Jos puun saannin vaikeutuminen johtaa metsäteollisuuden tuotannon pienentämiseen, menettää yhteiskunnan tuki yksityismetsien metsänparannukselle mielekkyyttään. Metsänparannusvarojen reaalin arvo valtion tulo- ja menoarviossa näyttää olevan jo pienenevässä.

Uudisojituksen vähetessä lisääntyy tarve täydentää ojastoja ja perata oja. Työmuoto laajenee, mutta voidaan epäillä, laajeneeko se riittävästi, ellei metsänparannustuen piiriä laajenneta käsittämään myös ojitettujen alueiden kunnossapitämistä, joka nykyisen lain mukaan kuuluu metsänomistajan kustannettaviin tehtäviin.

Metsänlannoitus on vähentynyt paljon 1970-luvun enimmäismääristään. Lisääntyminen ainakaan merkittävässä määrässä ei ole todennäköistä.

Vajaatuottoisten metsiköiden uudistaminen jatkuu muun pääte-hakkuutoiminnan yhteydessä. Uudistamista hidastaa vajaatuot- toisissa metsiköissä runsaan pieniläpimittaisen lehtipuun huono menekki ja alhainen hinta. Maatalouden maan siirtymi- nen aktiivisen metsätalouden piiriin on vähentynyt voimakkaasti ja osassa maata loppunut kokonaan. Tästä eteenpäin hylätyt pellot enimmäkseen vesottuvat metsäksi.

Metsäteiden rakentaminen jatkuu nykyisessä laajuudessaan kun- nes tieverkko on saatu riittävän tiheäksi. Tienrakentamisen tarve vähentyy 10-15 vuoden aikavälillä. Tienrakennusta jossain määrin vastustetaan yleisessä mielipiteessä, mutta metsätalouden harjoittaminen ei ole mahdollista ilman teitä.

Metsänjalostuksessa on saavutettu hyvät asemat lisätä paran- netun siemenmateriaalin tuotantoa. Luonnonmukaisuuden koros- taminen puuntuotannossa ainakin lyhyellä aikavälillä rajoit- taa metsänjalostuksen hyötyjen käyttöön saamista.

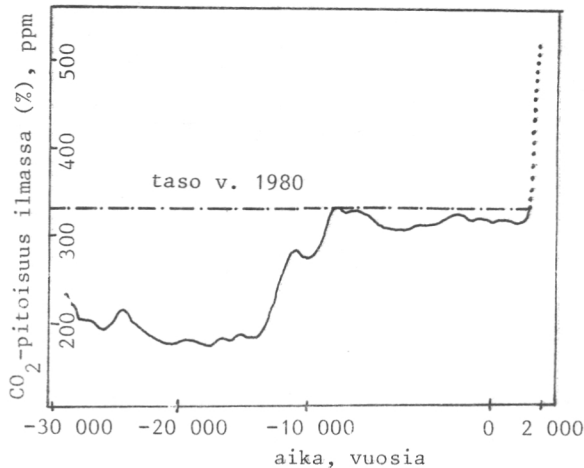
Metsäntutkimusta suunniteltaessa joudutaan varautumaan met- sänparannuksen kaikkien työmuotojen vähenemiseen ja metsänpa- rannusta ohjaavan otteen herpaantumiseen.

## 5. PUUSTON KASVUTEKIJÖIDEN MUUTOKSET

### 51. Hiilidioksidipitoisuuden kasvu

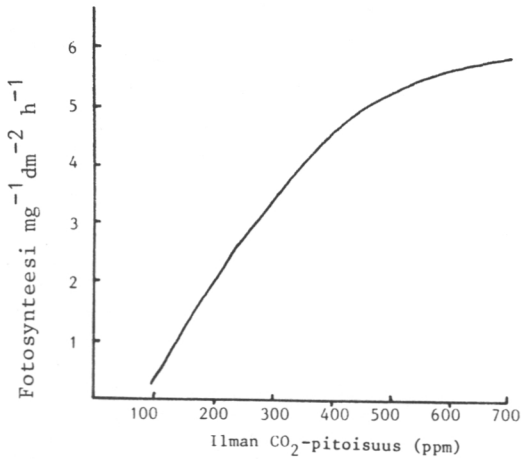
Fossiilisten polttoaineiden käytön yhteydessä vapautuu ilma-kehään vuosittain valtavat määrät hiilidioksidia, jonka sisältämä hiili on ollut vuosimiljoonia poissa hiilien luontaisesta kiertokulusta. Tästä syystä ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on noussut ja jatkuvasti nousee.

Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on ollut melko stabiili ennen vuosisatamme alkua n. 10 000 vuotta (Kuva 5). Arviot ilmakehän hiilidioksidipitoisuudesta ennen teollista kautta ovat tosin jonkin verran epävarmoja, mutta se lienee ollut alle 300 ppm ennen tämän vuosisadan alkua. Vuodesta 1956 lähtien ovat käytettävissä jatkuvat seurantamittausten tulokset useilta paikoilta maapallolla, mm. Etelämantereelta ja Hawaijilta. Näiden mittausten mukaan ilman hiilidioksidipitoisuus on melko tasaisesti noussut vuoden 1956 arvosta 315 ppm vuoden 1982 arvoon 340 ppm. Tämän vuosisadan kuluessa lienee siis tapahtunut noin 15 %:n nousu ilman hiilidioksidipitoisuudessa. Jos fossiilisten polttoaineiden käyttö jatkuu edelleen, on odotettavissa voimakas ilmakehän CO<sub>2</sub>-pitoisuuden nousu.



Kuva 5. Ilman hiilidioksidipitoisuuden kehitys. (Heino, R. 1981)

Fotosynteesissä sidotaan säteilyenergia kemialliseen muotoon. Tämän prosessin lopputuotteena on hiilihydraatteja, joiden hiili on peräisin ilmakehän hiilidioksidista. Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus vaikuttaa olennaisesti fotosynteesin nopeuteen. Männyn osalta tätä riippuvuutta on esitetty kuvassa 6. Sen mukaan fotosynteesi kiihtyy CO<sub>2</sub>:n noustessa.



Kuva 6. Männyn fotosynteesin riippuvuus ilman CO<sub>2</sub>-pitoisuudesta. Mitattu Hyytiälässä syksyllä 1982.

Yhdistämällä hiilidioksidipitoisuuden nousu ja sen vaikutus fotosynteesiin saadaan tulokseksi, että kasvien fotosynteesi on trendinomaisesti kiihtymässä. Tämän vuosisadan kuluessa on esimerkiksi täydessä valossa olevan oksan fotosynteesi tehostunut yli 15 %, jos oletetaan, että hiilidioksidipitoisuus

den ainoa vaikutus on pimeäreaktion nopeutuminen, joka on aiheutunut suorasta hiilidioksidin saatavuuden paranemisesta. On luultavaa, että myös muut vaikutustavat ovat olennaisia. Esimerkiksi juurten osuus hiilihydraateista saattaa pienentyä. Nämä ilmiöt luultavasti lisäävät hiilidioksidipitoisuuden nousun vaikutusta.

Ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden nousu tulee edelleen kiihtymään. Ainakin nykyinen vuosittainen nousuvauhti 1 mmp/a jatkuu hyvin pitkään, sillä energiahuolto on sitoutunut fossiilisten polttoaineiden käyttöön pitkäksi aikaa eteenpäin. Hiilidioksidipitoisuuden nousu tulee jatkuvasti lisäämään kasvien tuotantoa. Tämä on erittäin syvälinen ekosysteemin toiminnan muutos, johon liittyy myös kielteisiä ilmiöitä, sillä luultavasti ainakin tuhojen todennäköisyydet kasvavat.

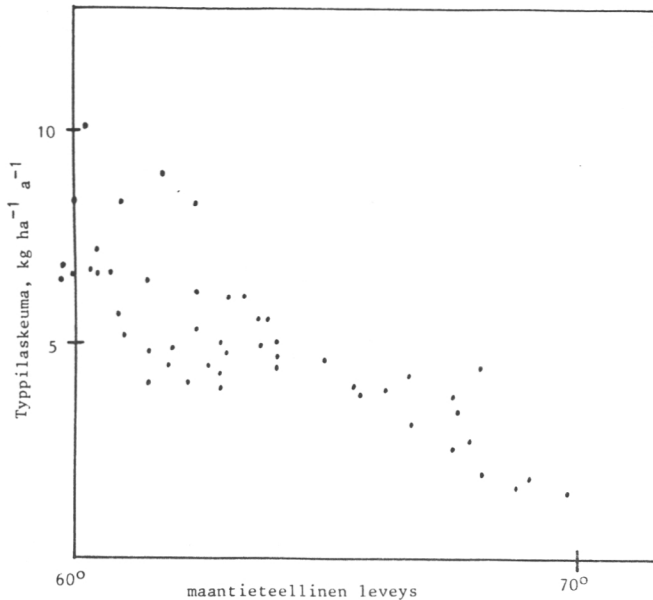
## 52. Happamat sateet

Polttoaineiden käytön yhteydessä syntyy rikin ja typen oksideja. Rikkioksidin määrä riippuu suoraan käytetyn polttoaineen rikkipitoisuudesta ja poltetusta määrästä. Typen oksidien määrään vaikuttavat polttoaineen koostumus ja polttolämpötila siten, että korkeammassa lämpötiloissa syntyy enemmän typen oksideja. Nämä oksidit reagoivat ilmassa veden kanssa, jolloin syntyy happamia sateen mukana maahan tulevia yhdisteitä.

Happamat yhdisteet reagoivat maassa siten, että vetyioni vaihtuu maahiukkasen pinnalle, josta vapautuu emäskationi. Tällöin maanesteen emäskationipitoisuus nousee, mikä puolestaan lisää puiden ravinteiden mm. kaliumin, kalsiumin ja magneesiumin saantia. Samalla lisääntyy näiden ravinteiden huuhtoutuminen maan aktiivisesta pintakerroksesta syvälle kasvillisuuden ulottumattomiin. Happokuormituksen jatkuessa

pitkän aikaa tulee lisääntyneen huuhtoutumisen aiheuttama ravinteiden ehtyminen olemaan keskeinen tekijä. Happokuormituksen alaisena maan pH laskee hitaasti. Laskun nopeus riippuu vaihtuvien emäskationien määrästä. Jos niitä on vähän, pH:n aleneminen on nopeaa. Maan pH:n laskiessa lisääntyy alumiiniyhdisteiden määrä voimakkaasti maanesteessä. Nämä yhdisteet ovat toksisia kasveille.

Happamen laskeuman toiseksi yleisin yhdiste on typpihappo, jonka happotähde  $\text{NO}_3$  on tärkeä kasviravinne. Kivennäismaiden metsänlannoituksessa saadaan voimakkain reaktio typpilannoituksella. Typpilaskeuman vuotuinen määrä Etelä-Suomessa alkaa olla 10 % metsien kertalannoituksena suositeltavasta määrästä. Tästä laskeumasta lienee yli 80 % peräisin polttoaineiden käytöstä. Fossiilisten polttoaineiden käytöstä peräisin oleva typpilaskeuma aiheuttaa siten kasvien käytettävissä olevan typpimäärän jatkuvaa kasvua.



Kuva 7. Vuotuinen typpilaskeuma Suomessa maantieteellisen leveyden funktiona. (Järvinen ja Haapala 1980)

Kuormituksen ongelmaa pyritään toistaiseksi ratkaisemaan siirtymällä vähärikkisiin polttoaineisiin. Näin päästään ehkä siihen, että rikkilaskeuma pysyy suunnilleen ennallaan. Jos ryhdytään laajamittaiseen rikin poistoon Keski-Euroopassa havaittavissa olevien laajojen ympäristövaurioiden takia, rikkikuormitus laskee välittömästi. Typpikuormitus tulee kuitenkin nousemaan korkeampien polttolämpötilojen ja lisääntyneen polttamisen takia. Maan pH laskee jatkuvasti ja emäkationien huuhtoutuminen jatkuu sekä typen saatavuus lisääntyy trendinomaisesti. Maan pH:n laskiessa lisääntyvät eräät toksiset aineet kuten  $Al^{3+}$ . Happosateiden vaikutus puuston kasvuun on siis aluksi kasvua lisäävä, mutta kuormituksen jatkuttua riittävän kauan tulee kasvun taantuma myrkyllisten yhdisteiden muodostumisen vuoksi.

### 53. Metsien käytön vaikutus metsämaan ravinnetalouteen

Suomen metsät ovat olleet intensiivisessä käytössä jo usean vuosisadan ajan aluksi kaskeamisen ja tervanpolton ja myöhemmin enenevässä määrin teollisen hyväksikäytön kohteena.

Metsämaan, erityisesti sen humuksen ravinnevarat mobilisoituivat kaskenpolton yhteydessä. Samalla maan pH nousi voimakkaasti. Ravintovarastojen ehtyessä nopean mobilisaation takia maan tuottokyky laski, ja sitä ei enää kannattanut käyttää viljelyyn, vaan se jätettiin laitumeksi ja hitaasti metsittymään. Viime vuosisadan puolivälistä olevien matkakertomusten mukaan kaskitalouden ja sen yhteydessä syntyneiden kulojen vaikutus metsiin oli erittäin voimakas.

Kaskitalouden loputtua metsien käytön vaikutus metsämaan ravinnetalouteen väheni olennaisesti. Ravinteita siirtyi kivi- ja lehtevien kasvien hakojen ja leheksien sekä metsälaidunta-

misen kautta metsistä pelloille. Voimakkaasti viljellyillä Lounais-Suomen alueilla tämä ravinnevirta lienee ollut merkittävä.

Teollisen puunkäytön alettua muodostui uusi ravinnevirta metsästä pois. Aluksi kun puut kuorittiin metsässä, oli poistuvien ravinteiden määrä erittäin vähäinen, sillä pelkän puun ravinnepitoisuudet ovat alhaisia. Metsässä kuorimisen loppuminen lisäsi olennaisesti poistuvien ravinteiden määrää. Ravinnevirta lisääntyy edelleen voimakkaasti, jos siirrytään kokopuukorjuuseen. Tällöin tulee olennaisia ravinnepoistoja metsistä.

#### LÄHTEET

- Deluras, R.J., Scencio, J-M.A and Legrand. 1980. Polar Ice Evidence that Atmospheric CO<sub>2</sub> 20,000 yr BP was 50 percent of Present. Nature 284; 155-157
- Energiantuotannosta peräisin olevien ilman epäpuhtauksien vaikutus metsän tuotokseen 1983. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja n:o 44.
- Heino, R. 1981. Ilmakehän hiilidioksidin lisääntyminen ja ilmastolliset kerannaisvaikutukset. Terra 93:4.
- Järvinen, O. ja Haapala, K. 1980. Sadeveden laatu Suomessa 1971-1977. Vesihallitus .Tiedotus 198.

## 6. TUTKIMUSEDELLYTYKSET

### 61. Mittausmenetelmät

Pääosa metsäntutkimuksen mittausvälineistä on mekaanisia, ja ne on kehitetty viime vuosisadalla ja tämän vuosisadan alussa. Relaskooppi edustaa tosin vasta 35 vuotta vanhaa keksintöä. Nykyiset mekaaniset mittausvälineet on kehitetty jo niin pitkälle, ettei ole odotettavissa olennaisia parannuksia ellei mittauslaite samalla perustu uuteen ideaan kuten relaskoopissa.

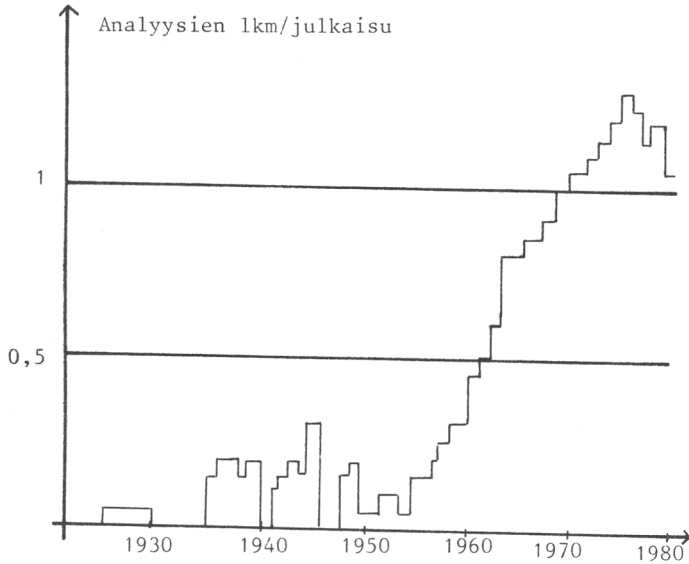
Sähköisten mittausantureiden ja sähkösignaalien käsittelymenetelmien kehittyminen viime vuosikymmenien aikana on mahdollistanut uuden tyyppisten mittauslaitteiden valmistamisen mm. lämpötilan, fotosynteesin ja valonintensiteetin mittaamiseen. Näiden mittausmenetelmien käyttö on toistaiseksi ollut melko rajoitettua, mikä osittain johtuu joidenkin mittalaitteiden huonosta maastokelpoisuudesta.

Viime vuosikymmenellä kehittyi voimakkaasti mikroprosessoriteknikka, mikä mahdollisti älykkäiden mittalaitteiden rakentamisen. Tällainen laite mittaa yleensä useita suureita yhtäaikaan, ja analyysin perusteella saadaan mittaustulos. Muistipiirien kehitys puolestaan loi edellytykset mittaustulosten sähköiseen tallentamiseen. Näin voidaan tulokset joustavasti jatkokäsitellä tietokoneilla.

Yhdistettynä mitta-antureiden, mikroprosessoreiden ja muistipiirien kehitys on luonut erittäin hyvät tekniset valmiudet kehittää metsäntutkimuksen mittausmenetelmiä. Esimerkiksi metsämaan, valoilmaston ja puun ominaisuuksien mittaamisessa on ilmiselviä mittausmenetelmien kehittämismahdollisuuksia. Lisäksi teknologian nopea edistyminen luo jatkuvasti uusia valmiuksia mittausmenetelmien kehittämiseksi.

## 62. Analysointimenetelmät

Metsäntutkimuksen syntyessä 1800-luvulla oli aineistojen analyysissä käytettävien menetelmien valikoima niukka. Tällöin



Kuva 8. Metsäntutkimuslaitoksessa käytettyjen analyysimenetelmien lukumäärän kehitys Heinosen ja Häkkisen mukaan.

pystyttiin lähinnä käyttämään keskilukuja ja graafista ta-soittamista. Tilastotieteen synty ja testiteorian kehittäminen laajensivat olennaisesti käytettävissä olevien menetelmien valikoimaa. Tilastollisten testien ja regressio-analyysin käyttö oli alkamassa juuri viime sotien alla. Sodan vuoksi niiden laajamittainen käyttöönotto metsätieteissä tapahtui vasta 1950-luvulta alkaen. Tietokoneiden ansiosta tilastollisten menetelmien soveltaminen tuli 1960-luvulta alkaen teknisesti helpoksi, mikä johti niiden ylikorostuneeseen asemaan ja usein pelkkään itseisarvoiseen käyttöön.

Tilastollisten menetelmien käyttö on ollut tähän saakka metsäntutkimuksessa enimmäkseen valmiiden menetelmien mekaanista soveltamista. Tilastotieteen teorian ja tilastollisen ajattelutavan hyödyntäminen on sen sijaan jäänyt melko suppeaksi. Varsinkin jakaumiin, stokastisiin prosesseihin ja ennakkoinformaation käyttöön perustuvat menetelmät ovat saaneet liian vähän huomiota osakseen.

Tutkimusmetodien eräs kehityspiirre on metsätieteissä 1960-luvun lopulta alkaen ollut systeemianalyyttisten mallien käyttöönotto. Niiden avulla on mahdollista tutkia monimutkaisten systeemien dynaamisia vuorovaikutussuhteita. Tällöin voidaan hyödyntää tehokkaasti ilmiöitä koskevaa teoriaa tulosten analysoinnissa. Systeemimalleja on toistaiseksi sovellettu etupäässä metsäekonomiassa, metsäekologiassa ja metsäteknologiassa, mutta myös muilla aloilla on nähtävissä hedelmällisiä sovelluskohteita.

Analysointimenetelmien kehittyminen jatkuu voimakkaana. Siksi käytettävissä olevien menetelmien valikoima edelleenkin laajenee.

### 63. Aineistopohja

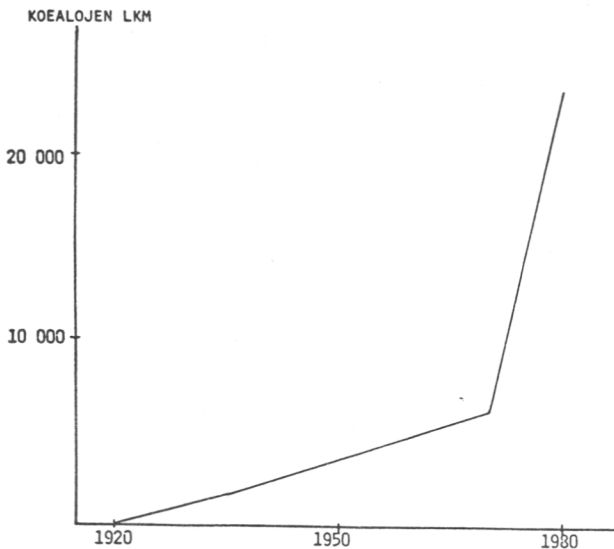
Mittaus- ja analyysimenetelmien kehittyminen on mahdollistanut yhä monipuolisemman ja laajenevan aineistopohjan keräämisen ja kerääntymisen.

Ympäristötekijöistä on lämpötilasta pisimmät yhtäjaksoiset sarjat. Helsingistä mittauksia on 1820-luvulta lähtien, Jyväskylästä vuodesta 1883 lähtien ja Lapista tämän vuosisadan alusta. Sadehavainnot ovat selvästi lyhyemmältä ajalta, mutta tältä vuosisadalta ne ovat kuitenkin melko hyvät. Kolmatta keskeistä ympäristötekijää, säteilyä on mitattu vasta vuodesta 1956 lähtien kolmella paikkakunnalla Suomessa. Säähavaintoja kertyy koko maan kattavan verkoston ansiosta jatkuvasti lisää.

Suomen metsien tilaa on seurattu 1920-luvulta lähtien toistuvasti inventoinnein. Näin ovat kertyneet metsien tilaa kuvaavat havaintosarjat, joissa tosin mittausmenetelmien muuttuminen aiheuttaa tulkinnallisia vaikeuksia.

Metsien inventoinnit kohdistuvat pääasiassa hyödynnettävään puustoon. Samanlainen metsäluonnon seurantasysteemi pitäisi kehittää myös muita metsäluonnon komponentteja varten ja mitausten intensiivisyysastetta tulisi nostaa, jotta tulevaisuudessa olisi välttämättömät tiedot tulkittaessa muuttuvien ympäristötekijöiden vaikutuksia metsiin.

Tutkimuksissa tehtyjen kokeiden tulokset muodostavat laajan ja monipuolisen datapohjan. Nämä tulokset tulisi saada kaikkien tutkijoiden yhteiseen käyttöön laajenevan kokeellisen aineiston osaksi.



Kuva 9. Metsäntutkimuslaitoksen koealojen lukumäärä ajan funktiona.

Vastaava käytettävissä olevien havaintoaineistojen jatkuva laajeneminen on havaittavissa myös metsäntutkimuksen taloudellisessa puolella. Ensimmäiset tullinkannon yhteydessä syntyneet vientitilastot alkavat jo 1800-luvulla.

Käytettävissä olevaa datapohjaa voidaan olennaisesti laajentaa yhdistämällä useista tietolähteistä peräisin olevia aineistoja. Varsinkin valtion hallinnon alueella tämä loisi aivan uusia mahdollisuuksia hyödyntää jo olemassa olevaa tietomäärää.

Tiedonhallintajärjestelmien kehittyminen mahdollistaa erittäin suurten havaintoaineistojen hyödyntämisen. Näin on poistunut keskeisin vaikeus suurten havaintoaineistojen käsittelyssä. Tutkimuksessa tulisikin aktiivisesti pyrkiä hyödyntämään näin syntyneitä uutta mahdollisuutta ja saada passiiviset tietoineistot aktiiviseen käyttöön.

#### 64. Teoria

Tutkimuksen edistyminen ja tiedon lisääntyminen liittyvät saumattomasti ilmiöitä koskevien teorioiden kehittymiseen ja todentamiseen. Teorioiden ja hypoteesien tehtävänä on ohjata empiiristen havaintojen tekoa, aineistojen hankintaa ja sen analyysiä. Selkeä teoria ja hyvin täsmennetyt hypoteesit helpottavat myös johtopäätösten tekoa ja näin kohottavat tutkimuksen laatua.

Metsäntutkimus on pitkälle soveltavaa tutkimusta, jonka tavoitteena on käytännön ongelmien ratkaisu. Tällaisessa tutkimuksessa on vaikeutena se, että käytännön ongelma saa helposti yliotteen, jolloin teorian kehittäminen unohtuu. Kuitenkin empiirinen tutkimus voi tuottaa kestävästi tietoa vain, jos sen tukena on vahva teoria. Teorian puuttuessa joudutaan helposti kilpajuoksuun, jossa syöksytään ajankoh- taisuuttaan menettävästä käytännön ongelmasta toiseen ilman selkeitä tavoitteita.

Tutkimuksen kokonaisvolyymiin suhteutettuna teorian kehittäminen on metsäntutkimuksessa jäänyt yhä vähemmälle huomiolle. Jos teorian osuus ei kasva, on seurauksena ennen pitkää koko tutkimuksen tason olennainen ja pitkäaikainen lasku. Jo nyt voidaan sanoa, että heikko teoriapohja on metsätieteen edistymisen pahimpia jarruja.

#### LÄHTEET

Palo, Matti Seppo: Metsätieteiden traditiot Suomessa teoksessa  
Hohti, P. (toim.) Perinteet ja tulevaisuus. Suomen  
tieteen ulottuvuuksia. WSOY 1983: 113-163.

## 7. YHTEENVETO JA TUTKIMUKSELLISET JOHTOPÄÄTÖKSET

### 71. Tutkimusedellytykset

Tutkimusedellytysten muuttuminen on ollut metsäntutkimuksessa kiihtyvää tämän vuosisadan kuluessa. Tutkimuksen tekemisen keinot ovat lisääntyneet ja lisääntyvät edelleenkin voimakkaasti. Toisaalta uusien mahdollisuuksien hyödyntäminen on käynnistynyt melko hitaasti. Tilanteen nopeaa muuttamista ja käyttämättömien mahdollisuuksien laajuutta ei ole otettu huomioon toimintaa suunniteltaessa. Tutkijakoulutuksen yhteydessä tulisi pyrkiä ennakoimaan kehitystä ja luoda perusvalmiuksia omaksua uusia ajatustottumuksia ja tutkimusmenetelmiä.

Metsäntutkimuksen volyyymi kasvoi voimakkaasti itsenäisyyden alussa ja uudestaan 1960- ja 1970-luvuilla. Tällä hetkellä kasvu on tasaantumassa. Nämä kasvuvaiheet ovat heijastuneet tutkijoiden ikärakenteeseen siten, että kasvuvaiheen aikana on muodostunut laaja uusien tutkijoiden ikäluokka. Sen sijaan varttuneiden, nuorten tutkijoiden ohjaamiseen kykenevien tutkijoiden määrä on pysynyt vähäisenä jopa niin, että se heikentää työskentelyn tuloksellisuutta.

Empiirisen tutkimuksen eteneminen on olennaisesti riippuvainen havainnointi- ja tiedonhallintamenetelmien kehittämistä. Siksi olisi erittäin tärkeää hyödyntää elektroniikan luomat uudet mittausmahdollisuudet ja muistipiirien kehityksen luomat edellytykset koota entistä monipuolisempia aineistoja. Näin pystytään tutkimuksen empiiristä pohjaa olennaisesti vahvistamaan.

Myös tulosten analysointi on kehittynyt voimakkaasti varsinkin kvantitatiivisten menetelmien käyttöönoton myötä. Nykyään useilla metsätieteiden aloilla hallitaan tilastollisten menetelmien mekaaninen käyttö. Seuraavana askeleena tulisi pyrkiä tilastollisen ajattelun syvälliseen hyödyntämiseen.

Synteisiin pyrkivä tutkimusote muodostaa uuden lähestymistavan, jolla voidaan analysoida suurien kokonaisuuksien toimintaa ja käyttäytymistä. Tämä ote vastaa metsäsektorin tarpeita, sillä näin pystytään tutkimuksen keinoin hallitsemaan metsien ekologisia järjestelmiä ja metsien hyödyntämisen laajoja kokonaisuuksia. Systemeianalyttisten menetelmien nopea kehittyminen on luonut myös laskennalliset valmiudet näihin synteettisiin tutkimuksiin.

Automaattinen tietojenkäsittely on olennaisesti helpottanut tulosten laskentaa. Tietojenkäsittelyssä on tapahtumassa uusi laadullinen kehitysvaihe, kun laajojen tiedostojen hallinta- ja käsittelymenetelmät yleistyvät. Näiden menetelmien avulla on mahdollista saada aikaisempaan verrattuna moninkertaiset havaintokokonaisuudet aktiiviseen käyttöön. Tämä luo kokeellisen metsätieteen sekä metsätilastojen puolella aivan uuden tilanteen.

Edellä käsitellyt tutkimusmenetelmät (mittaus-, analysointi- ja tiedonhallintamenetelmät) ovat jo kukin erikseen luoneet suuria uusia tutkimusmahdollisuuksia. Niiden voima lisääntyy vielä olennaisesti, kun niitä kaikkia käytetään yhdessä. Tähän pyrkiminen on metsätieteiden suuri metodinen haaste.

Nopea tekninen kehitys on mullistanut tutkimuksen tekemisen tekniset edellytykset. Kokeellisen aineiston tuottamisessa ja mittaustulosten käsittelyssä aikaisemmin olleet rajoitukset ovat pääosiltaan hävinneet. Tämä sinänsä myönteinen kehitys on tuonut mukanaan eräitä varjopuolia. Eräs niistä on tutkimuksen mekanisoituminen, ts. tutkimus nähdään usein vain sarjana teknisiä toimia. Tyypillisimmillään tätä edustaa ns. laskentakeskusajattelu. Sen mukaan esim. Metsäntutkimuslaitoksessa tulisi olla yksikkö, joka suorittaa mittaustulosten analysoinnin mekaanisesti ilman tutkijoiden osallistumista. Tällainen tutkimustulosten mekaaninen suoltaminen johtaa ennen pitkää umpikujaan, sillä empiirinen tutkimus voi tuottaa kestävää tietoa vain jos sen tukena on vahva teoria.

## 72. Tutkimuksen suuntaaminen

Metsäntutkimuksen alan määrittely muuttuu metsien käytön ja yhteiskunnan tarpeiden mukaan. Tämä on selvästi nähtävissä esim. polttopuun käyttöön liittyvissä tutkimuksissa. Itsenäisyyden alussa polttopuu ja sen käyttö olivat olennainen osa metsäntutkimusta. Halvan öljyn aikana 1960-luvulla koettiin polttopuuhun liittyvät kysymykset lähinnä historiallisiksi kuriositeeteiksi. Öljykriisin myötä nousi polttopuu taas olennaiseksi osaksi metsäntutkimusta. Tällaisten dynaamisten metsäntutkimuksen alueen määrittelyn muutosten pitäisi aina perustua tietoiseen harkintaan ja suunnitteluun.

Metsäntutkimuksen alkuvaiheissa oli vallalla suurten kokonaisuuksien tutkiminen. Tämä suuntaus jatkui melko pitkään kunnes toisen maailmansodan jälkeen keskityttiin pieniin erilliskysymyksiin. Viime aikoina on jälleen ollut havaittavissa suurten kokonaisuuksien tutkimuksen lisääntymistä varsinkin metsäekonomian ja metsäekologian alueilla.

Metsien käytön kehittymisessä on syytä erottaa kaksi aikata-soa. Näistä pitemmän määrää metsikön kiertoaika, joka Suomessa on noin sata vuotta. Lyhyempi aikajänne liittyy metsiä hyödyntävän teollisuuden tuotantokoneiston käyttöikäen, joka on muutamia kymmeniä vuosia.

Teollisuuden tuotantokoneiston käyttöikäen liittyvä aikajänne on niin lyhyt, että puun kasvatuksen tulokset, puun käyttöä ohjaavien arvojen muutokset ja itse puun käyttö voidaan ennakoita melko hyvin. Metsäpolitiikan tutkimuksen tulisikin kehittää menetelmiä toimintavaihtoehtojen vaikutusten arvioimiseksi muutaman vuosikymmenen aikavälillä. Näin pystytään tuottamaan välittömän päätöksenteon tarvitsema informaatio.

Metsikön kiertoaikaan liittyvä aikajänne on niin pitkä, ettei kovinkaan yksityiskohtaisia metsien käyttöennusteita voida tehdä. Tämän ehkä havaitsee parhaiten tarkastelemalla viimeisen sadan vuoden kuluessa tapahtuneita muutoksia metsien käyttöä ohjaavissa arvoissa ja itse metsien hyödyntämisessä. Siksi ei ole järkevää esittää kovin yksilöityjä metsien kasvatuksen tavoitteita. Tarkoituksenmukaisinta lienee arvioida kuhunkin kasvatusstrategiaan liittyviä riskejä ja pyrkiä näiden riskien minimointiin.

Metsän tuotantoprosessi voidaan sopeuttaa uuteen tilanteeseen vain metsikön kiertoajan puitteissa. Koska metsiä hyödyntävän tuotantokoneiston aikajänne on vain murto-osa metsikön aikajänneestä, voidaan tuotantokoneisto sopeuttaa metsän tuotukseen huomattavasti helpommin kuin metsä tuotantokoneistoon. Tätä sopeutumista auttaa, jos pidetään metsien rakenne ja puulajisuhteet riittävän monipuolisina.

Uutta tutkimustietoa tarvitaan erityisesti muuttuvista metsäsektorin systeemeistä. Muutokset metsien biologisissa tuotantoodellytyksissä aiheutuvat sekä ihmisen tahattoman toiminnan tuloksena että puuttumalla tarkoituksellisesti metsien luontaiseen kehityskulkuun.

Puiden ravinteiden saanti muuttuu voimakkaasti ihmisen toiminnan välillisten vaikutusten vuoksi, sillä esim. happosaateet aluksi lisäävät eräiden ravinteiden saatavuutta ja myöhemmin vähentävät sitä sekä muodostavat maahan puille myrkyllisiä yhdisteitä. Sateen mukana laskeutuu lisäksi huomattavia typpimääriä, jotka lisäävät puiden typen saantia olennaisesti. Toisaalta kokopuun korjuu, jos se yleistyy, merkitsee ravinteiden poistoa metsistä.

Kulojen loppuminen vuosisadan alun jälkeen sekä kulotuksen loppuminen 1960-luvulla on poistanut humuksen kertymiseen olennaisesti vuosisatoja vaikuttaneen tekijän, jonka hitaasti kumuloivaa vaikutusta on vaikea arvioida. Uudistusalojen

muokkaus yleistyi 1970-luvulla niin paljon, että sen vaikutus koskee laajoja metsäalueita. Samoin metsänlannoitus on ollut niin laaja-alaista, että se on vaikuttanut metsien ravinnetalouteen. Metsäojitus on muuttanut erittäin laajojen alueiden vesitalouden ja käynnistänyt tämän jälkeen hitaan muutosprosessin.

Myös ilmaston ominaisuuksien muuttuminen tulee vaikuttamaan voimakkaasti metsien tuottokykyyn. Ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden nousu parantaa puiden kasvuedellytyksiä jatkuvasti. Tämä trendinomainen kasvuedellytysten paraneminen tulee jatkumaan vielä kymmeniä vuosia. Lisäksi nykyisten ennusteiden mukaan myös lämpötila ja sademäärät kasvavat hiilidioksidipitoisuuden nousun ansiosta. Nämäkin muutokset lähinnä lisäävät kasvua. On kuitenkin ilmeistä, että hiilidioksidin nousun aiheuttamat muutokset ovat niin suuria ja syvällisiä, että kasvun lisääntyminen on vain muutosprosessin ensimmäinen ja helpoimmin ennustettava ilmiö. Nämä laaja-alaiset muutosprosessit tulisi ottaa huomioon tutkimusta suunnattaessa.

Metsien käsittelyssä siirryttiin aktiiviseen metsien uudistamiseen toisen maailmansodan jälkeen. Tämä on näkynyt metsien rakenteen voimakkaana muutoksena. Melko tasaikäiset taimikot ja nuoret metsät ovat yleistyneet. Kun samanaikaisesti harvennushakkuiden tekeminen on vaikeutunut yhteiskunnallisen kehityksen myötä, on muodostunut vaikeasti käsiteltävä kokonaisuus, joka vaikuttaa olennaisesti metsien tuottoon ja puuraaka-aineen saantiin. Tällä hetkellä akuuttina ongelmana on riittävän raakapuun markkinoille tulon ja metsien hoidon turvaaminen.

Jotta tutkimusta suunnattaessa pystyttäisiin ottamaan huomioon metsäsektorin ja koko yhteiskunnan sekä tutkimusedellytysten kehityssuunnat, tulisi jatkuvasti analysoida ja tutkia trendejä. Näin pystytään vähentämään tarkastelukulmaan ja -ajankohtaan liittyvien sekä subjektiivisten tekijöiden häiritsevää vaiku-

tusta. Ilman tällaista aktiivista toimintaa ei voida ennakoida tulevia tutkimustarpeita, vaan tutkimustoiminta suuntautuu vain vallitsevan tilanteen ja tarpeiden perusteella. Tällöin tutkimuksen tuottama hyöty rajoittuu usein vain jo ohi menneisiin tilanteisiin. Metsäntutkimuksen alueella tarvittaisiin tutkimuksen tutkimusta, jonka avulla voitaisiin parantaa tutkimuksen suuntausta ja työskentelymenetelmiä sekä sitä kautta tutkimuksen tuloksellisuutta.



ISBN 951-40-0970-3  
ISSN 0358-4283