

JUKKA HOFFRÉN

METSIEN EKOLOGISEN
LAADUN MITTAAMINEN



*Tilastokeskus
Statistikcentralen
Statistics Finland*

JUKKA HOFFRÉN

METSIEN EKOLOGISEN
LAADUN MITTAAMINEN



*Tilastokeskus
Statistikcentralen
Statistics Finland*

Tutkimuksia-sarjan toimituskunta
Tilastokeskuksen tieteellinen neuvottelukunta

Päätoimittaja
Tilastokeskuksen tieteellinen johtaja
Risto Lehtonen

Kansi
Maija Sohlman

Taitto
Hilkka Lehikoinen

© 1996 Tilastokeskus

ISSN 0355-2071
ISBN 951-727-169-7

OY EDITA AB

Helsinki 1996

Esipuhe

Metsien ekologisen laadun mittaaminen tarkastelee mahdollisuuksia luoda Suomen metsävarojen hyvinvointia kuvaava metsätilinpito. Erityisenä kiinnostuksen kohteena on metsiä koskevan nykyisen tiedon muuttaminen käyttökelpoiseen muotoon yhteiskunnallisen päätöksenteon kannalta. Käytännössä tietojen muunto on mahdollista tehdä erilaisten ympäristötilinpitokehikkojen avulla. Lopullisena tavoitteena on kestävän kehityksen mittaaminen.

Systemaattisia ympäristötilinpitoja on alettu voimakkaasti kehittää eri puolilla maailmaa 1990-luvun alussa. Taustalla on havainto, että vaikuttavuudeltaan ja kustannuksiltaan tehokas yhteiskuntapolitiikka edellyttää ympäristöä ja taloutta koskevan hajanaisen informaation yhdistämistä yhdeksi kokonaisuudeksi päätöksenteon pohjaksi. YK julkaisi ohjeet nk. yhdistetystä ympäristön ja talouden tilinpidosta SEEA:sta vuonna 1993. SEEA on luonteeltaan nk. satelliittitilinpito joka voidaan haluttaessa liittää yhteen kansantalouden tilinpidon kanssa ja näin tuottaa kestävän kehityksen toteutumista kuvaavia tunnuslukuja. Suomessa ympäristötilinpitoon otetaan mukaan ensivaiheessa tärkeimmät luonnonvarat ja ympäristövaikutukset, kuten metsät ja ilmansaasteet, joiden taloudellinen merkitys on huomattava, sekä ympäristönsuojelumenot. Kehitettävä metsätilinpito tulee olemaan osa Suomen ympäristötilinpitoa.

Tutkimus on tehty Tilastokeskuksessa. Työtä ovat tukeneet avustaneet lukuisat eri tahot. Erityisesti haluan kiittää avusta metsänhoitaja Timo Kukkoa Metsähallituksesta, vastuututkija Martti Aarnea, erikoistutkija Yrjö Sevolaa, tutkija Eero Mikkolaa ja tutkija Marjatta Hytöstä Metsäntutkimuslaitoksesta sekä aktuaari Marja Kivimäkeä, julkaisusihteeri Hilikka Lehikoista ja suunnittelija Jukka Muukkosta Tilastokeskuksesta. Lisäksi haluan erikseen kiittää tuesta ja kannustuksesta Tilastokeskuksen pääjohtaja Timo Relanderia ja johtaja Heikki Salmea.

Helsingissä heinäkuussa 1996

Jukka Hoffrén

Sisällys

Tiivistelmä	5
Abstract	6
1 Johdanto	7
2 Kestävän kehityksen mittaaminen	9
2.1 Ympäristövarat hyvinvoinnin osatekijöinä	9
2.2 YK:n yhdistetty ympäristön ja talouden tilinpito- järjestelmä – SEEA	14
3 Metsien kestävä käyttö.	17
3.1 Metsien monimuotoisuuden kehitys	17
3.2 Ekologisesti kestävä metsätalous	19
3.3 Suomen metsien kiertokulku luonnontilassa	22
3.4 Tehometsänhoidon vaikutus kiertokulkuun	23
3.5 Metsien tilastoinnin muospaineet	32
4 Metsätilinpidon tausta	34
4.1 Metsien laadun seuraaminen	34
4.2 Metsähallituksen luonnonvarojen seuranta	35
4.3 Ruotsin metsäindikaattorit ja -tilinpito	36
4.4 Suomen metsätilinpidon kuvaus	40
5 Fyysisiin määriin perustuva tilinpito	42
5.1 Puuaines- ja hiilitaseet	42
5.2 Metsävarantotili	44
5.3 Virkistystiedot	46
6 Metsien laatuindikaattorit	47
6.1 Rasitusindikaattori	47
6.2 Monimuotoisuuden indikaattorit	47
6.3 Laatuindikaattori	49
6.4 Kokonaisindeksi	50
7 Metsien rahalliset arvot	50
7.1 Puuntuotannon arvot	50
7.2 Metsien sivutuotteet	52
7.3 Monimuotoisuuden suojelu	53
7.4 Ilmansaasteet ja hiilen sitoutuminen	54
7.5 Virkistysarvot	55
7.6 Rahamääräinen metsätilinpito	56
8 Lopuksi	58
Kirjallisuus	59
Tilastoliite	63
Tutkimuksia-sarjan julkaisut	77

Tiivistelmä

Jukka Hoffrén

**Metsien ekologisen laadun mittaaminen.
Tilastokeskus, Tutkimuksia 220, Helsinki 1996.**

Tutkimus on luonteeltaan kokonaisnäkemysseen tähtäävä esitys Suomen metsien tilasta ja kehityksestä. Tutkimuksessa kokonaiskuva hahmotellaan yhdistämällä tärkeimmät olemassaolevat tutkimus- ja tilastotiedot. Erityisenä mielenkiinnon kohteena on ihmisen toiminnan vaikutus metsien ja metsäekosysteemien tilaan, minkä merkitys on Suomessa ollut huomattava. Tutkimuksessa tarkastellaan myös erillisen metsätilinpidon kehittämistä osaksi Suomen ympäristötilinpitoa, mikä mahdollistaa osaltaan vihreän BKT:n laskemisen. YK:n yleisohjeet kansantalouden tilinpidon kuvausta täydentävästä nk. yhdistetystä ympäristön ja talouden tilinpidosta SEEA:sta valmistuivat vuonna 1993. Suomessa SEEA:n vaatimaan ympäristötilinpitoon otetaan mukaan ensivaiheessa tärkeimmät luonnonvarat ja ympäristövaikutukset sekä luonnon- ja ympäristönsuojelumenot. Tämä tutkimus toimii pohjana myöhemmin tapahtuvalle Suomen virallisen metsätilinpidon kehittämiselle.

Tutkimuksessa metsien laadun kehitystä on tarkasteltu metsien ekologisesti kestävästä käytöstä näkökulmasta. Olemassaolevien metsätilastotietojen perusteella on laadittu metsien ekologista kokonaislaatua kuvaavat indeksit sekä esitelty metsiin liittyvien rahamääräisten kokonaisuuttujen kehitystä. Rahamääräistä tietoa ympäristöstä on alettu tuottaa laajamittaisemmin vasta viime vuosina, joten metsien laatuun liittyvä rahamittainen tarkastelu on mahdollista vain 1990-luvun osalta.

Kattava metsätilinpito edellyttää vuosittaisen, ympäristön fyysisiin muutoksiin perustu-

vien taseiden laatimista tärkeimmistä metsiin liittyvistä muutoksista. Näihin systemaattisesti laadittuihin taseisiin perustuvat muun muassa kestävyyttä mittaavat indikaattorit. Tutkimuksessa esitettyjen indikaattoreiden perusteella metsätalouden metsäluonnon monimuotoisuudelle aiheuttama rasitus on vähentynyt 1970-luvun puolivälin jälkeen merkittävästi ja samalla edellytykset monimuotoisuuden säilymiselle ovat kasvaneet.

Tutkimuksen perusteella metsiin liittyvistä rahamääräisistä arvoista tärkein on puuntuotannon arvo. Arvioidusta metsien nettotuotannon arvosta 65 prosenttia oli 1990-luvun alkupuolella peräisin puuntuotannosta. Metsien muiden tuotteiden arvo oli vajaat 16 prosenttia nettotuotannon arvosta. Tutkimuksessa on arvioitu myös metsiin liittyvien ilmansaasteiden sijoituksen ja metsien tarjoamien virkistyspalveluiden arvoja muun muassa maksuhalukkuustutkimuksiin perustuen. Ilmansaasteiden sijoituksen osuus nettotuotannon arvosta oli viisi prosenttia ja virkistyspalvelujen osuudeksi muodostui 17 prosenttia. Puuntuotannon, metsien sivutuotteiden ja luonnonsuojelun arvot on Suomessa tilastoitu melko kattavasti. Sen sijaan hiilidioksidin sitoutumisen, ilmansaasteiden laskeuman ja metsien tarjoamien virkistyspalvelujen arvojen tutkimusta tulee jatkaa tietojen luotettavuuden parantamiseksi.

Avainsanat:

- metsät
- luonnonvaratilinpito
- kestävä kehitys
- ympäristöindikaattorit

Abstract

Jukka Hoffrén

Measuring the Ecological Quality of Finnish Forest Resources. Statistics Finland, Research Reports 220, Helsinki 1996.

This study provides an overview of Finland's forest resources on the basis of existing research evidence as well as statistical data. The specific concern is with the human influence on forests and forest ecosystems, which in Finland has been very significant. The study also discusses the development of a forest resource accounting system as part of the broader mechanism of environmental accounting, on the basis of which the country's green GDP can be calculated. UN guidelines for the integrated environmental and economic accounting (SEEA) as a complement to national accounts were issued in 1993. In Finland, environmental accounting based on the SEEA guidelines will initially comprise the country's most important natural resources and environmental impacts as well as expenditure on environmental protection. This study provides the groundwork for the later development of an official forest resource accounting system in Finland.

The qualitative development of Finland's forest resources is here examined from the point of view of ecological sustainability. Referring to existing statistics, indices are constructed to describe the ecological quality of the country's forests. Trends of variables expressed in money terms are also followed. It is only in recent years that this sort of information on values has been more readily available in connection with the environment, so this analysis is restricted to the 1990s.

Comprehensive forest resource accounting requires that annual accounts are compiled to

monitor the principal physical changes occurring in forests. Indicators describing the development of sustainability, for instance, are based on these systematic accounts. On the basis of the indicators proposed in this study, the burden imposed by forestry on the biodiversity of forests has been significantly reduced since the mid-1970s; at the same time, the chances to preserve that biodiversity have improved.

The findings of this study indicate that the main value of Finland's forest resources in money terms is represented by wood production: in the early 1990s wood production accounted for around 65 per cent of the estimated net production. Other forest-related products accounted for 16 per cent of the total net value. The study also assessed the value of forest-related air pollution placement and recreation services. Air pollution placement represented five per cent of the total net production value, while the share of recreation services was 17 per cent. There are fairly comprehensive statistics in Finland on the values of wood production, by-products from forests as well as environmental protection. In contrast, further research is required into the values of carbon dioxide binding, air pollution fallouts and forest-related recreation services.

Key words: • forests
• natural resource accounting
• sustainable development
• environmental indicators

1 Johdanto

Huoli maapallon väestön räjähdysmäisestä kasvusta, ympäristöongelmien kärjistymisestä ja luonnonvarojen rajallisuudesta sai Yhdistyneet kansakunnat vuonna 1983 asettamaan Ympäristön ja kehityksen maailmankomission pohtimaan ratkaisuja näihin ongelmiin. Maailmankomissio vaati loppuraportissaan vuonna 1987 talouskasvun rakenteen muuttamista vähemmän energiaan ja raaka-aineisiin perustuvaksi sekä väestönkasvun ja kulutuksen sopeuttamista luonnon tuotantokyvyn rajoihin. Nämä ajatukset komissio nimesi kestäväksi kehityksen -politiikaksi, joka "tyydyttää nykyhetken tarpeet ja säilyttää tulevien sukupolvien mahdollisuudet omien tarpeidensa tyydyttämiseen". Kestävän kehityksen -politiikan periaatteista sovittiin 178 valtion kesken Yhdistyneitten kansakuntien kesällä 1992 Rio de Janeiroon koolle kutumassa Ympäristö- ja kehityskonferenssissa (UNCED).

Rio de Janeiron konferenssissa asetettiin päämääräksi myös yhdistetyn talous- ja ympäristötilastojärjestelmän kehittäminen kansantalouden tilinpidon korvaajaksi vuoteen 2000 mennessä. Uuden tilinpidon on määrä ottaa huomioon taloudellisen toiminnan ympäristövaikutukset entistä kattavammin ja toimia kestävä kehityksen mittarina. YK:n tilastotoimiston laatimasta *Yhdistetystä ympäristön ja talouden tilinpidosta* käytetään nykyisin kirjainlyhennettä SEEA, joka tulee sen Englannin kielisestä nimestä *System of Integrated Environmental and Economic Accounting*. Ainakin alkuvaiheessa SEEA pikemminkin täydentää kuin korvaa perinteistä kansantalouden tilinpitoa. SEEA:n on kuitenkin määrä olla kiinteä osa kansallista päätöksentekojärjestelmää. Käytännössä järjestelmä yhdistäisi kansantalouden tilinpidon tiedot ympäristö- ja luonnonvaratilastojen tietojen kanssa.

SEEA:n avulla on myös mahdollista laskea "vihreä" kansantuote. Jotta ympäristön huomioonottava kansantuote voitaisiin laatia tarvitaan muun muassa tietoa ympäristövarojen ja niiden muutosten arvoista. Useimmilla ympäristövaroilla ei kuitenkaan ole markkinahintaa, joten SEEA:n ehkä ongelmallisin kohta onkin luonnonvarojen ja ympäristön rahanmittainen arvottaminen. SEEA voidaan nähdä eräänlaisena "menu-järjestelmänä", josta jokainen maa voi ottaa käyttöön hyödyllisinä pitämiään osia. Teollisuusmaissa, joissa saastuminen katsotaan suurimmaksi ongelmaksi, keskitytäänkin ehkä enemmän ympäristön ja talouden väliseen vuorovaikutukseen. Kehitysmaissa, joissa talous yleensä perustuu raaka-aineiden vientiin, SEEA -kehikkoa voidaan käyttää muun muassa luonnonvarojen mittaamiseen ja arvottamiseen.

Suomessa SEEA-järjestelmän käyttöönotto edellyttää tietoa saastumisesta, tärkeimpien luonnonvarojen määrästä sekä laadusta. Koska Suomelle metsät ja niissä kasvavat puut ovat kansantalouden keskeisin luonnonvara, on luonnollista aloittaa ympäristötilinpidon kehittäminen metsäsektorilta. Tilastokeskuksen puuainestilinpidon kolme tasetta kuvaavat maamme runkopuuvaroja, niiden kasvua ja poistumaa, puun käyttöä metsäteollisuudessa ja muilla kansantalouden sektoreilla sekä puun vientiä raakapuuna että puutuotteina ja lisäksi metsäteollisuuden puunkäytön rakennetta. Tilinpidon heikkoutena SEEA:n kannalta on se, ettei siinä huomioida metsien muita käyttömuotoja eikä laatu- ja terveyskriteereitä. Siten tilinpito ei erottele eläviä ja terveitä puita kuolleista tai vahingoittuneista puista. Suomen tulevaisuuden ja hyvinvoinnin kannalta ero on kuitenkin merkittävä.

Metsien tulevaa kasvua ja kehitystä, muita käyttömahdollisuuksia, puuraaka-aineen ja muiden tuotteiden määriä ja virkistysarvoja ennustettaessa tarvitaan tietoja metsien tilasta. Lisäksi näitä tietoja tarvitaan pohdittaessa keinoja metsätuhojen ehkäisemiseksi, torjumiseksi tai lieventämiseksi. Nämä keskeisimmät metsien laadusta kertovat indikaattorit ja saatavissa oleva taloudellinen informaatio tulee myös voida liittää SEEA-ympäristötilinpitoon. Näin saadun kokonaiskuvan avulla on mahdollista arvioida kuinka hyvin kestävä kehityksen periaatteet toteutuvat metsäsektorilla.

Uuden metsätilinpidon kehittämiseen tähtäävä työ alkoi Tilastokeskuksessa vuonna 1993. Työn lähtökohtana on ollut selvittää mahdollisuuksia täydentää olemassaolevaa puuaines-

tilinpitoa Suomen metsien laadusta kertovilla tiedoilla. Tämän takia raportissa on laaja selvitys siitä, mitä metsien laadulla tarkoitetaan sekä mitä laadun kuvaukseen soveltuvia tietoja on saatavissa. Lähtökohtana on ollut, että kehittämistyö tapahtuu ensisijaisesti olemassaolevia tietoaaineistoja yhdistelemällä ja parantamalla. Työn yhteydessä on oltu tiiviissä yhteistyössä Metsähallituksen esiselvitysvaiheessa olevaan luonnonvarojen seurannan kehittämiprojektiin. Uuden seurantajärjestelmän avulla on myöhemmin mahdollista saada valtakunnallisen metsätilinpidon käyttöön laatutietoja valtion metsistä. Myöhemmin vastaavat tiedot voidaan saada myös yksityismetsien osalta. Tilastokeskuksen varsinainen Metsätilinpito laadittaneen lähivuosien aikana.

2 Kestävän kehityksen mittaaminen

2.1 Ympäristövarat hyvinvoinnin osatekijöinä

Vallitsevan kansantaloustieteen suuntauksen, uusklassisen taloustieteen, mukaan hyvinvointi syntyy paitsi talouden tuottamista taloudellisista hyödykkeistä, tavaroista ja palveluista, myös luonnon tarjoamista ilmaisista hyödykkeistä. Ongelmana on, että luonnon tarjoamilta hyödykkeiltä puuttuu kysyntään ja tarjontaan perustuva markkinahinta, joten niitä ei voida taloustieteellisiä malleja ja ennusteita laadittaessa ottaa huomioon. Siten ympäristön laadun ja monien luonnonvarojen vaikutusta ihmisten hyvinvointiin voidaan taloustieteen näkökulmasta lähinnä arvailla.

Koska yhteiskunnat eivät ole aiemmin huomioineet ympäristön ja luonnonvarojen vaikutusta hyvinvointiin, vaan näitä varoja on paremmin riistetty melko vapaasti, ovat ympäristöongelmat paisuneet nopeasti katastrofaalisiin mit-

tasuhteisiin. Ongelmien tehokas ratkaiseminen edellyttää ympäristöpolitiikan tavoitteiden yhdistämistä talouspoliittisen suunnittelun kanssa yhdeksi kokonaisuudeksi. Kestävän kehityksen politiikan tarkoituksena on mahdollistaa ympäristö- ja taloussuunnittelun yhdistäminen tarjoamalla niille yhteinen kehikko. Kestävän kehityksen määritelmä vaatii kuitenkin täsmentämistä, sillä kestävään kehitykseen voidaan löytää kolme erilaista näkökulmaa, jotka on esitetty kuviossa 1.

Näistä näkökulmista taloudellisesti kestävä kehitys perustuu tuotantokeskeiseen näemykseen, jonka mukaan luonnon ainoa tehtävä on tarjota panoksia tuotantoon. Siten luonto on tämän näkökulman perusteella tuhottavissa vaikka kokonaan, kunhan vain siitä saatava taloudellinen hyöty on suurempi kuin sen aiheut-

Kuvio 1. Näkökulmat kestävään kehitykseen

Näkökulmat kestävään kehitykseen	Luonnon korvattavuus	Keskeinen tavoite
Taloudellisesti kestävä kehitys	Luonto korvattavissa ihmisen tekemällä pääomalla	Talouden jatkuva, "kestävä" kasvu
Yhteiskunnallisesti kestävä kehitys	Luonto osittain korvattavissa ihmisen tekemällä pääomalla	Ihmisten hyvinvoinnin jatkuva kasvu
Ekologisesti kestävä kehitys	Luontoa ei voi korvata ihmisen tekemällä pääomalla	Luonnon hyvinvoinnin turvaaminen

tamat menetykset. Yhteiskunnallisesti kestävä kehitys perustuu ihmiskeskeiseen näkökulmaan, jonka mukaan luonnolla on arvoa vain suhteessa ihmiseen. Luonto on siten merkityksellinen vain tuottaessaan hyötyä ja hyvinvointia ihmisille. Ekologinen näkökulma taas perustuu luontokeskeiseen näkökulmaan, jonka mukaan luonnolla on olemassa arvoa siinänsä, ilman ihmistäkin. Ekologinen suuntaus pyrkii turvaamaan luonnon ekosysteemien ja lajien hyvinvoinnin sekä monimuotoisuuden. Ekologisesti kestävä kehitys on näistä lähestymistavoista ehkä selkeimmin perusteltavissa, sillä luonnon hyvinvointi ja monimuotoisuuden säilyttäminen on pitkällä tähtäimellä optimaalista myös ihmisen kannalta.

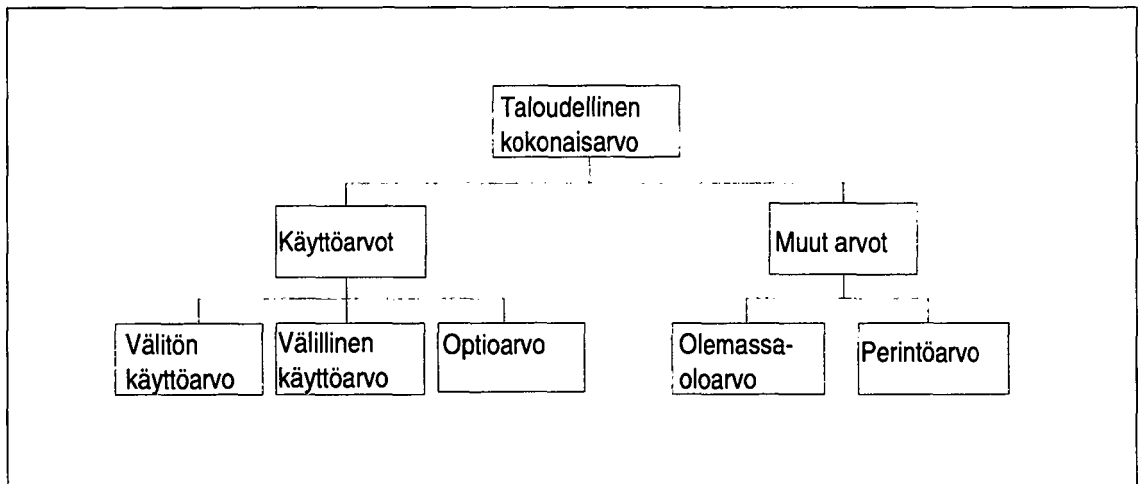
Ekologisesti kestävä kehitys edellyttää siirtymistä tuotannon määrällisen kehityksen suosimisesta laadullisen kehityksen edistämiseen. Luonnonvarojen käytön ja syntyneiden saasteiden määrän tuotettua hyödykeyksikköä kohden tulisi tällöin jatkuvasti pienentyä, jotta teknologinen kehitys johtaisi ympäristörasituksen pienentymiseen. Varsinkin taloudellisesti kestävä kehitys tähtää laadullisen kehityksen aikaansaamien parannusten

käyttämiseen tuotannon lisäämiseksi. Taloudellisesti kestävä kasvun politiikka pyrkii siten vain turvaamaan talouskasvun jatkumisen kiinnittämättä riittävästi huomiota ihmisten tarpeisiin. Ihminen on kuitenkin osa luontoa ja useat luonnon tarjoamista hyödykkeistä ovat välttämättömiä ihmisen olemassaololle.

Luonnon pääomalla tarkoitetaan yleensä kaikkien luonnonvarojen ja ympäristön tarjoamien palvelusten (funktioiden) muodostamaa kokonaisuutta. Ympäristön tilan heikentyessä vähenee luonnollisesti tämän luonnon pääoman arvo. Myös luonnon monimuotoisuus, sekä lajien että ekosysteemien, sisältyvät luonnon pääomaan, vaikka niille ei ole olemassa markkinahintaa. Siten luonnon monimuotoisuuden voidaan katsoa olevan kestävä kehityksen perusedellytys. (Arjopalo 1994, s. 6)

Luonnon pääoman todellista arvoa laskettaessa täytyy ottaa huomioon erilaisia osatekijöitä. Ympäristöhyödykkeiden kokonaistaloudellinen arvo muodostuu markkinahinnan lisäksi erilaisista käyttöarvoista ja muista arvoista. Tätä on havainnollistettu kuviossa 2.

Kuvio 2. Ympäristöhyödykkeiden erilaiset arvot



Lähde: Pearce et. al.: *Blueprint for a Green Economy* 1991

Käyttöarvot ilmaisevat nykyisen sukupolven saamia hyötyjä. Välitön käyttöarvo tarkoittaa ympäristön suoraan kulutukseen tarjoamia tuotteita ja palveluita. Välillistä käyttöarvoa on kokonaisten ekosysteemien tarjoamilla palveluilla, kuten esimerkiksi aavikoitumista estävillä metsillä. Optioarvo taas kuvaa luonnon välittömiä ja välillisiä käyttöarvoja tulevaisuudessa. Kuviossa 2 esitetyt muut arvot liittyvät yhteiskunnallisesti ja ekologisesti kestävän kehityksen näkemyksiin. Perintöarvo kuvaa tuleville sukupolville jätettävän luonnon pääoman arvoa ja olemassaoloarvo mittaa lajien oikeutta olla olemassa. Olemassaoloarvot liittyvät läheisesti luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja ekologisesti kestävän kehityksen näkemyksiin.

Näiden erilaisten metsän arvojen määritelmät ovat seuraavat.

- (1) *Välitön käyttöarvo* kuvaa ympäristöhyödykkeiden kulutuksen ihmiselle aikaansaaman suoran hyvinvoinnin arvoa.
- (2) *Välillinen käyttöarvo* kertoo ihmisen luonnosta saaman epäsuoran hyödyn arvon. Välillinen käyttöarvo on esimerkiksi ekosysteemien kyvyllä estää luonnon katastrofeja, kuten aavikoitumista ja tulvia.
- (3) *Optioarvo* mittaa luonnon välittömiä ja välillisiä käyttöarvoja tulevaisuudessa. Optioarvo kertoo kuinka paljon ihmiset ovat valmiita maksamaan luonnosta tulevaisuudessa.
- (4) *Perintöarvo* kertoo tuleville sukupolville perinnöksi jäävän luonnon arvon.
- (5) *Olemassaoloarvo* kertoo luonnonvaran tai eliölajin arvon pelkän olemassaolon kannalta. Tällöin niiden pelkällä olemassaololla oletetaan olevan jokin arvo. Olemassaoloarvo voidaan määrittellä moraalisten ja filosofisten näkemysten

perusteella, jolloin se mittaa lajien oikeutta olla olemassa. Olemassaoloarvot liittyvät läheisesti luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja ekologisesti kestävään kehitykseen.

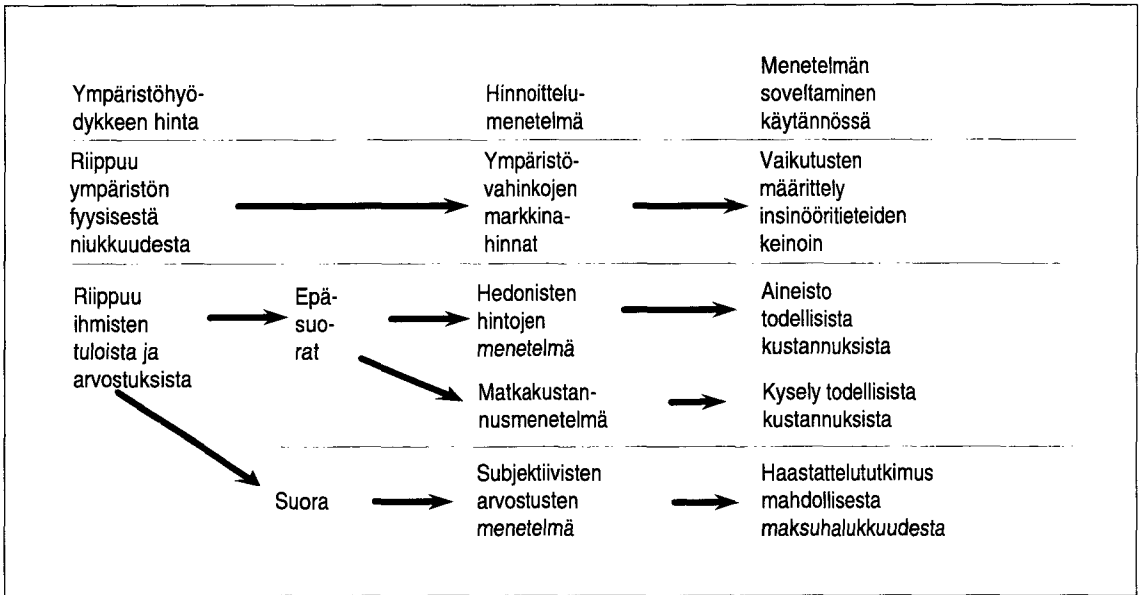
Käytännössä luonnon muilla kuin rahallisilla arvoilla ei ole yhteiskunnallisessa päätöksenteossa juurikaan käyttöä. Siksi luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen perusteeksi pitää yleensä löytää taloudellisia hyötyjä tai taloudellisten menetysten uhkia. Rajat välittömän käyttöarvon, optioarvon ja olemassaoloarvon välillä ovat tällöin melko matalia ja helposti ylitettäviä.

Metsän välittömät käyttöarvot perustuvat metsän eri komponenttien fyysiseen niukkuuteen ja ovat siten usein markkinahintoja. Ne eivät aina anna kattavaa tietoa todellisesta hintatasosta, vaan ovat enemmänkin suuntaa-antavia. Esimerkiksi eri laatukselle puuainekselle on Pohjoismaissa olemassa fyysiseen niukkuuteen perustuvat kanto- eli markkinahinnat. Myös kauppaan tuodulle riistalle ja marjoille on olemassa markkinahinnat. Ne kattavat kuitenkin vain osan metsien ao. hyödykkeiden tuotannosta.

Metsän muut arvot kuin välitön käyttöarvo ovat sidoksissa *metsän laatuun*. Erityisesti optioarvot, olemassaoloarvot ja perintöarvot kertovat metsän laadusta eli arvosta tulevaisuudessa, eikä markkinamekanismi pysty määrittelemään näistä kertovia hintoja. Tällöin arvot täytyy perustella hinnoittelumenetelmillä, joilla niille asetetaan keinotekoinen hinta. Näiden arvojen laskemiseksi on olemassa useita eri menetelmiä, joita on esitelty kuviossa 3.

Metsän arvoa voidaan mitata sen eri osien fyysisen niukkuuden perusteella, jolloin ihmisten mielipiteillä ei ole vaikutusta hintoihin. Tällöin voidaan selvittää metsän eri funktioiden arvot puhdistamiskustannusten, hai-

Kuvio 3. Metsän laadun hinnoittelumenetelmät



tallisten vaikutusten poistamiskustannusten, menetettyjen voittojen ja yhteiskunnan hyvinvointitappioiden perusteella. Metsä voidaan myös hinnoitella yhteiskunnan toimesta poliittisin päätöksin esimerkiksi verojen avulla.

Metsän funktioiden hinnoittelu ihmisten mielipiteet kartoittamalla perustuu kuluttajien maksuhalukkuuteen. Tällöin mitataan kuinka paljon ihmiset ovat valmiita maksamaan ympäristön tarjoamasta hyödykkeestä. Näin saatava hinta jollekin ympäristöhyödykkeelle on tiukasti sidoksissa kuluttajien tulotasoon. Maksuvalmiustutkimusten avulla voidaan selvittää metsän erilaiset käyttöarvot, optioarvot ja olemassaoloarvot.

Subjekttiivisten arvostusten menetelmässä (Contingent Valuation Method) selvitetään siis haastattelututkimuksella paljonko vastaajat ovat valmiita maksamaan metsän tilan parantamisesta tai paljonko heille tulisi maksaa jotta he luopuisivat parannuksesta.

Kuluttajien maksuhalukkuus voidaan määritellä *subjektiivisesti* ja *objektiivisesti*. Subjekttiivisessä lähestymistavassa kysytään kuinka paljon

kuluttaja olisi valmis maksamaan esimerkiksi metsän tilan parantamisesta. Objektiivisessä taas kysytään paljonko taloudelle tulisi maksaa metsän tilan huonontumisesta. Käytännössä on huomattu että objektiivisellä menetelmällä saatu *hyväksymishalukkuus* ylittää subjektiivisen menetelmän *maksamishalukkuuden*. Tämän takia hyväksymishalukkuuden käytöstä on käytännössä pitkälti luovuttu.

Epäsuorissa menetelmissä, kuten *hedonisten hintojen menetelmässä* ja *matkakustannusmenetelmässä* metsän eri käyttömuodoille yritetään löytää rahassa mitattavia vastineita markkinahyödykkeistä tai muista tekijöistä. Hedonisten hintojen menetelmä on alun perin tarkoitettu kiinteistöjen hinnoitteluun ja se ottaa huomioon kaikki kohteen hintaan vaikuttavat tekijät. Matkakustannusmenetelmässä kuluttajien yhteenlasketut matkakustannukset esimerkiksi jollekin virkistysalueelle kertovat metsän arvon.

Käytännössä on huomattu ettei luonnon olemassaoloarvoilla ole yhteiskunnallisessa päätöksenteossa juurikaan arvoa. Taloudellisesti arvokasta biologisen monimuotoisuuden säi-

lyttäminen optio- ja olemassaoloarvoihin perustuen on kuitenkin muun muassa lääketieteellisyydelle ja biotekniselle teollisuudelle. Tällöin bioteknologisten prosessien tarvitsema geenin aineksen määrä, laatu ja esikuvat (mallit) säilyvät.

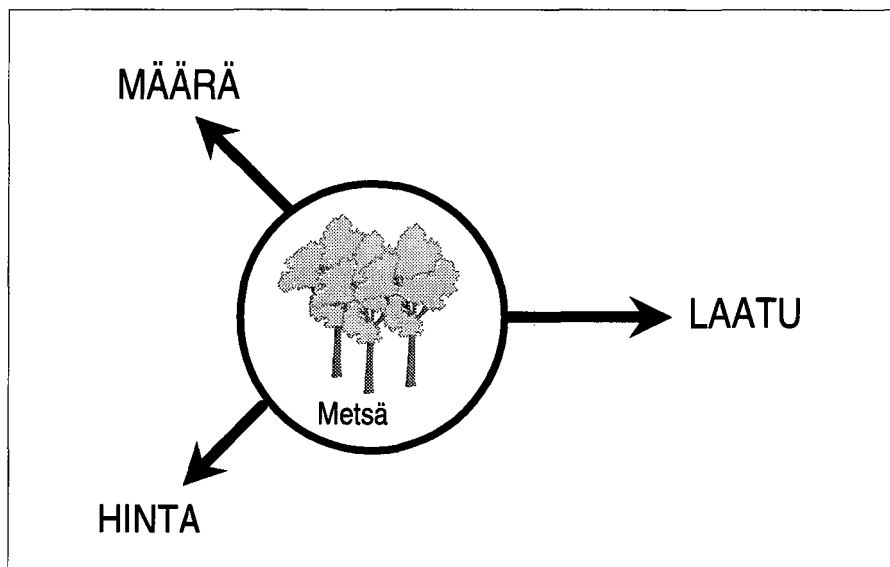
Monimuotoisuuden huomioon ottavan tilastoinnin kannalta voidaan ympäristöhyödykkeillä katsoa olevan kolme keskeistä komponenttia. Ensinnäkin luonnonvaran määrä, joka turvaa myös lajin sisäisen monimuotoisuuden. Toiseksi hinta, joka kertoo luonnonvaran niukkuudesta ja sen käyttökelpoisuudesta ihmisen kannalta (käyttöarvot). Kolmanneksi luonnonvaran laatu, joka kertoo sen käyttökelpoisuudesta ja olemassaolosta tulevaisuudessa (optio-, perintö- ja olemassaoloarvot). Luonnonvaran eri ulottuvuuksia on havainnollistettu kuviossa 4.

Ympäristön ja luonnonvarojen tilinpito perustuu näiden kolmen kuviossa 4 esitellyn ulottuvuuden tilastointiin. Ihmisen kannalta luonnonvara ei yleensä ole käyttökelpoinen mikäli sen varanto on määrällisesti hyvin pieni. Määrällinen

ulottuvuus turvaa osaltaan myös biologisen luonnonvaran monimuotoisuuden. Laadullinen näkökulma varmistaa määrällisen ulottuvuuden tulevaisuudessa. Luonnonvaran hinta taas kertoo osaltaan sen käyttöarvoista ihmiselle. Tilastoinnissa täytyy ottaa huomioon nämä ympäristöhyödykkeiden hinta-, määrä- ja laatu-ulottuvuudet, jotta olisi mahdollista luoda kuva ympäristöhyödykkeen kokonaistaloudellisesta arvosta.

Nykyinen fyysisiin määriin perustuva luonnonvaratilinpito ja ympäristöhyödykkeiden markkinahinnat sisältävä kansantalouden tilinpito eivät anna tarpeeksi kattavaa kuvaa ympäristöhyödykkeistä. Tarvitaan tietoja myös ympäristöhyödykkeiden laadusta ja kehityksestä. Käytännössä luonnonvaratilinpito on laajennettavissa ympäristötilinpidoksi lisäämällä siihen ympäristön ja luonnonvarojen laatutekijät. Kun luonnonvaratilinpito tarkastelee ympäristöä pelkästään määrien näkökulmasta, ottaa uusi ympäristötilinpito huomioon myös ympäristön muut ulottuvuudet.

Kuvio 4. Luonnonvaran ulottuvuudet



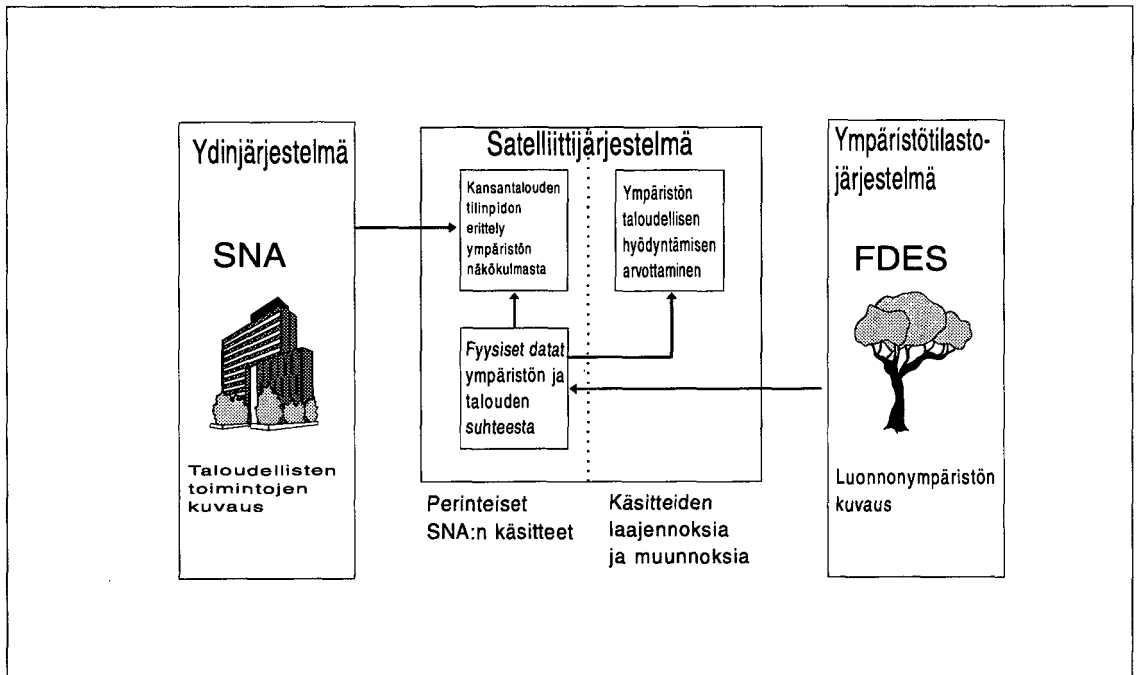
2.2 YK:n yhdistetty ympäristön ja talouden tilinpitojärjestelmä – SEEA

Yhdistettyä ympäristön ja talouden tilinpitojärjestelmää (System of Integrated Environmental and Economic Accounts eli SEEA) ovat kehittäneet yhteistyössä YK:n tilastotoimisto UNSTAT ja Maailmanpankki. Tämän vuoteen 2000 mennessä käyttöön tulevan tilinpitojärjestelmän on tarkoitus yhdistää taloutta ja ympäristöä koskeva informaatio. Ainakin alkuvaiheessa SEEA pikemminkin täydentää kuin korvaa perinteistä kansantalouden tilinpitoa. SEEA-järjestelmä yhdistää käytännössä kansantalouden tilinpidon tiedot olemassa olevien ympäristö- ja luonnonvaratietojen kanssa. Sen on myös määrä olla tulevaisuudessa kiinteä osa kansallisia päätöksentekojärjestelmiä. Koska bruttokansantuotetta ei voi rasittaa liian monilla ympäristöasioilla ilman, että sen toimivuus kansantalouden suhdannekuvaajana menetetään, ot-

taa SEEA ympäristöasiat huomioon erillisessä satelliittitilinpidoissa.

Yleensä niin talous- kuin ympäristötietokin tarjotaan päättäjille tiivistetyn mittaimen muodossa. Kansantalouden tilinpito tiivistyy bruttokansantuotteeksi, vaihtotaseeksi, työttömyysasteeksi ja inflaatioksi. Yhtä helppokäyttöiset ja tehokkaat kestävän kehityksen mittaimet tarvitsevat taustakseen samanlaisen systemaattisen tilastojärjestelmän kuin kansantalouden tilinpito. SEEA:n sisältää myös "vihreän" kansantuotteen. Tämän laskeminen edellyttää tietoja ympäristömuutoksista. Useimmilla ympäristön ihmisille tarjoamilla hyödykkeillä ei kuitenkaan ole markkinahintaa. SEEA:n ehkä suurin ongelma onkin juuri luonnonvarojen ja ympäristön hinnoittelu. SEEA:n rakenne on esitelty kuviossa 5.

Kuvio 5. Kestävän kehityksen tilinpitojärjestelmä – SEEA



Kuviossa 5 esitelty SEEA-satelliittitilinpitojärjestelmä koostuu neljästä osasta :

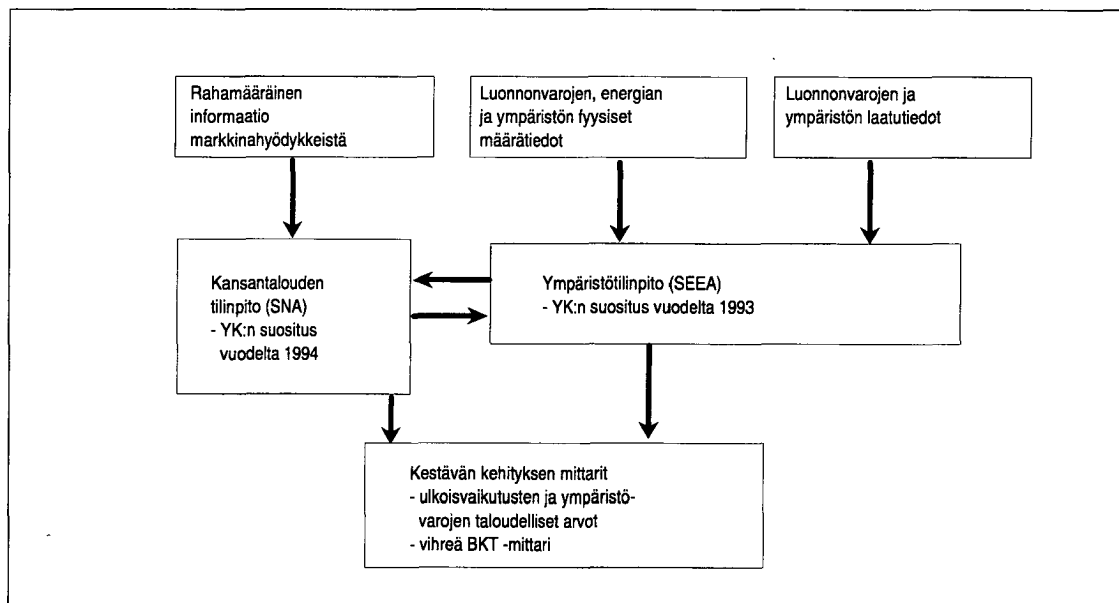
- A. Nykyisen kansantalouden tilinpidon sisältämä ympäristöinformaatio. Nämä kansantalouden tilinpidon tuotanto- ja kulutustilien panos-tuotostauluista löytyvät tiedot täytyy kuitenkin jaotella entistä tarkemmin ympäristövaikutusten perusteella.
- B. Luonnonvarojen hyödyntämisen, käytön taloudessa ja hylkäämisen kierron kuvaus fyysisinä määrinä. Tässä kohden seurataan kansantalouden tilinpidon panos-tuotostauluja joten fyysinen informaatio on vertailukelpoista kansantalouden tilinpidon kanssa.
- C. Ympäristön taloudellisen hyödyntämisen kustannukset, jotka voidaan laskea markkinahintojen, luonnonvarojen määrän ja laadun ennallaan säilyttämisen aiheuttamien kustannusten avulla tai kuluttajien maksuhalukkuuden perusteella.
- D. Tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettava tuotantokäsitteen laajennus, joka sisäl-

täisi muun muassa kotitalouksien tuotantotoiminnan.

SEEA:n käsitteistö ja esitystapa seuraavat mahdollisimman tarkasti kansantalouden tilinpitoa, joten kansantalouden tilinpidon aineisto on suoraan verrannollinen ympäristökorjattuun aineistoon. Tämä yhdenmukainen luokittelu helpottaa ympäristömuuttujien yhdistämistä taloudellisiin tilastoihin. Lisäksi SEEA:ssa pyritään esittämään fyysiset ja rahamääräiset tilit vierekkäin.

SEEA:n laatiminen edellyttää melko kattavaa tilinpitoa ympäristöstä ja luonnonvaroista. Uusin kansantalouden tilinpitosuositus vuodelta 1994 (System of National Accounts, SNA -94) sisältää avaus- ja lopetustaseet nykyisen luonnonvaratilinpidon mukaisesti. Siten kansantalouden tilinpidon ja luonnonvaratilinpitojärjestelmän luokittelu yhdenmukaistuvat ja myös laatu-tietojen tilinpidon täytyy noudattaa samoja periaatteita, jotta kestävä kehityksen mittaaminen olisi mahdollista. Hinta-, määrä- ja laatu-tietojen yhdistymistä kestävä kehityksen mittaamisessa on selvennetty kuviossa 6.

Kuvio 6. Kestävän kehityksen tilinpitojärjestelmät



Ympäristötilinpidon kehittämisen lopullisena päämääränä on uusklassisen taloustieteen mukaisten ympäristöön kohdistuvien ulkoisvaikutusten ilmoittaminen rahamääräisinä ja tätä kautta kehityksen kestävyysmittaaminen "vihreän" tai "kestävän" kansantulon avulla. Tässä tutkimuksessa on keskitytään laatutietojen perusteella laadittavaan ympäristötilinpitoon ja sen tulevaan rakenteeseen. Jotta "vihreän" BKT:n laatiminen olisi mahdollista, täytyy ympäristötilinpidon olla jonkin mekanismin kautta yh-

distettävissä muihin tilinpitoihin. Metsien laadua koskevaa rahamääräistä tietoa on kuitenkin olemassa kattavammin vasta 1990-luvulta alkaen.

Rahamääräinen informaatio tarkastelee kuitenkin jo toteutunutta tilannetta (historiaa) ihmisen näkökulmasta. Siksi luonnonvarojen ja ympäristön laadun kuvauksessa täytyy turvautua erilaisiin indikaattoreihin, jotta tulevaisuuden ennakointi ekologisesta näkökulmasta olisi mahdollista.

3 Metsien kestävä käyttö

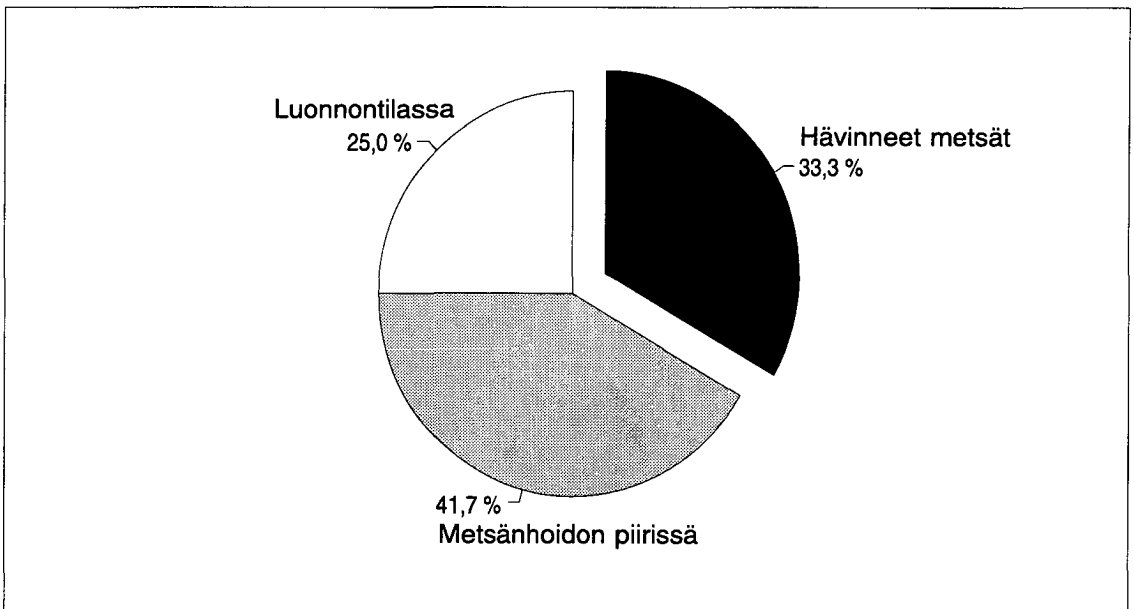
3.1 Metsien monimuotoisuuden kehitys

Ennen kuin ihminen alkoi harjoittaa maataloutta oli maapallolla metsiä arviolta kuusi miljardia hehtaaria. Maatalouden myötä metsiä alettiin raivata pelloiksi ja puuta hakata muihin ihmisen tarpeisiin. Nyt metsiä on maapallolla jäljellä neljä miljardia hehtaaria, joista vain 1,5 miljardia hehtaaria on luonnontilaista ja koskemattonta. Tilannetta on havainnollistettu kuviossa 7.

Suuri osa maapallon metsistä on kokonaan hävinnyt ihmisen toiminnan seurauksena ja jäljelle jääneistäkin huomattava osa on ihmisen jollakin tavalla käsittelemiä. Ihmisen toimien vaikutusta metsien monimuotoisuuteen voi verrata maanviljelyn piirissä tapahtuneeseen kehitykseen. Maanviljelyn alkaessa maapallolla noin 12 000 vuotta sitten syntyivät myös ensimmäiset viljelyjärjestelmät ja -kasvit. Nykyisin maa-

ilmassa on noin 300 000 kasvilajia, joista 150–200 on viljelykäytössä. Suurin osa ihmiskunnan ravinnosta on peräisin vain 3–5 viljelykasvista tai niistä jalostetuista lajikkeista. Monimuotoisuuden katoaminen on seurausta lähinnä pelkästään ihmisen toiminnasta ja varsinkin ihmiskunnan räjähdysmäisestä kasvusta. Viljelyn tehostuessa on viljelyjärjestelmien monimuotoisuus jyrkästi vähentynyt. Suurin sato saadaan yleensä tehokkaasta monokulttuurista, joka kuitenkin vaatii suuret hoitokustannukset. Sadon kasvaessa kasvavat samalla myös vaadittavat investoinnit taloustieteessä vähenevien tuottojen lakina tunnetun periaatteen mukaan. Lähellä tuotannon ylärajaa aiheutuu suurten kustannusten lisäksi erilaisia ekologisia ja taloudellisia vääristymiä. Tällä hetkellä metsien

Kuvio 7. Maapallon metsien tilanne



kohdalla on monin paikoin toteutumassa vastaavanlainen kehityskulku.

Tropiikin metsäpeitteestä on hävinnyt jo puolet ja jäljelle jääneistä metsistä puolta on ehditty käsitellä niin, että ne ovat hitaasti häviämässä. Trooppisten metsien lajisto on runsas ja metsien kasvu lauhkean vyöhykkeen metsiä nopeampaa, mutta vastaavasti tropiikin metsät ovat paljon haavoittuvampia. Monet tropiikin metsistä eivät selviä edes yhdestä laaja-alaisesta avohakkuusta ilman maaperän eroosiota ja ekosysteemien vahingoittumista. Sikäli trooppista metsää ei voida aina pitää uudistuvana vaan pikemminkin uudistumattomana luonnonvarana. Trooppisten metsien arvioidaan sisältävän vähintään 50 prosenttia kaikista maapallon lajeista, vaikka ne peittävät vain seitsemän prosenttia maapallon maapinta-alasta.

Suurimmat lauhkean vyöhykkeen metsät sijaitsevat Kanadassa ja Venäjällä, joissa niitä on jäljellä 1,4 miljardia hehtaaria. Sen sijaan Yhdysvaltojen metsäpinta-alasta on hävinnyt kolmasosa ja Kiina on menettänyt jopa kolmeneljäsosaa metsistään. Euroopassa ei enää juurikaan ole luonnontilaisia metsiä, vain talousmetsiä. Vaikka lauhkean vyöhykkeen metsien pinta-ala on nyt melko vakaa, heikenee niiden laatu, niissä elävän lajiston määrä ja maaperän ravinteet. Myös Euroopan kestävästi hoidetuista metsistä jopa kolmeneljäsosaa on vahingoittunut ilmaansaasteista ja happosateista. (Meadows ym. 1993, s. 56–57, 60)

Metsien monimuotoisuus on metsäalan pienentyessä ja lajien määrän supistuessa myös vähentynyt hälyyttävästi. Kestävää kehitystä määriteltäessä onkin vaadittu nimenomaan luonnon monimuotoisuuden turvaamista. Rio de Janeiron ympäristö- ja kehityskonferenssin yhteydessä solmittu biologisen monimuotoisuuden suojelusopimus määrittelee monimuotoisuudeksi kaikkien kasvien, eläinten ja mikro-organismien sekä niiden elinympäris-

töjen moninaisuuden ja vaihtelun. Tämä monimuotoisuus ilmenee kolmella tasolla:

- 1) **geneettisenä diversiteettinä,**
- 2) **lajidiversiteettinä** ja
- 3) **ekosysteemien diversiteettinä.**

Näistä geneettinen diversiteetti ilmenee perintötekijäin eli geenien vaihteluna yhden lajin, alalajin tai kannan sisällä, lajidiversiteetti kertoo lajien moninaisuuden tietyllä alueella ja ekosysteemien diversiteetti ekosysteemien monimuotoisuuden. Käytännössä biologisen monimuotoisuuden suojelu edellyttää monipuolisia ja yksityiskohtaisia tietoaaineistoja kohteista. (UNCED 1993, s. 157–158) Geenien monimuotoisuus voidaan pääosin säilyttää, kun huolehditaan lajidiversiteetin ja elinympäristöjen diversiteetin säilymisestä. Kuitenkin voimaperäinen kasvinjalostus ja kloonaus voivat laajamittaisesti hyödynnettyinä saada aikaan monimuotoisuuden vähenemistä.

Biodiversiteettisopimuksen ovat allekirjoittaneet lähes kaikki maailman valtiot. Sopimuksessa elävät organismit katsotaan luonnonvaroiksi samaan tapaan kuin esimerkiksi mineraali- ja öljyvarat. Käytännössä niistä tulee taloudelliselta kannalta arvokkaita luonnonvaroja kun osa geenivarojen aikaansaamasta taloudellisesta tuotosta korvataan alkuperämaalle. Tällöin esimerkiksi lääketeollisuus ja biotekninen teollisuus joutuvat maksamaan korvauksia hyödyntämistään geenivaroista. Lääketeollisuudessa kasvien sekundaariyhdisteet, hyönteiset, bakteerit, meriselkärangattomat ja sienet ovat syrjäyttäneet synteettisen lääkesuunnittelun ja -valmistuksen uudelleen 1980-luvulta lähtien. Myös biotekninen teollisuus on kasvamassa ja Yhdysvalloissa arvioidaan vuonna 2000 myytävän pelkästään maataloussektorille bioteknisen teollisuuden tuotteita 10–100 miljardin dollarin arvosta. Näin esimerkiksi tropiikin sademetsät on mahdollista ensimmäistä kertaa arvottaa taloudelliselta kannalta. Vaarana on kuitenkin lyhytnäköinen toi-

minta geeniteknologian alalla, sillä pyrkiminen mahdollisimman suureen tuotannollisyykseen kestävän tuotannon periaatteista piittaamatta johtaa monimuotoisuuden vähentymiseen ja jopa täydelliseen häviämiseen.

Biodiversiteettisopimuksella pyritään saamaan talouselämä mukaan alkuperäisluonnon suojeleluun saattamalla yritykset kilpailemaan paremista tuotantotekniikoista ja ympäristöystävällisistä tuotteista. Esimerkiksi suomalaiset metsäteollisuusyritykset joutuvat ostajien taholta tulevan paineen takia tulevaisuudessa kilpailemaan Keski-Euroopan markkinoilla puun tuotannon ympäristöystävällisyydellä. Pääomavaltaisella suomalaisella metsäteollisuudella ei ole varaa riskeerata metsien tuotantokykyä, vaan metsien hyödyntämisen on tulevaisuudessa perustuttava uusiutuvien metsävarojen kestävään käyttöön. Tähän asti Suomen metsätalous on toiminut pitkälti keskusjohtoisen suunnitelmatalouden tapaan kiinnittämällä huomionsa puun määrään ja tuottoihin. Aiemmin markkinat eivät ottaneet huomioon monimuotoisuutta, mikä on myös näkynyt metsänhoidon jäljissä.

Rion kokouksessa solmittu biologista monimuotoisuutta suojeleva sopimus astui voimaan 36 maan ratifioitua sen vuoden 1994 alussa.

3.2 *Ekologisesti kestävä metsätalous*

Käsite kestävä kehitys juontaa alunperin juurensa metsätaloudesta, jossa kestävyydellä on tarkoitettu lähinnä yhteiskunnan puun saannin turvaamista. Eri aikoina kestävyys on kuitenkin metsätaloudessa ymmärretty eri tavoin. Alunperin kestävä metsätalouden ajatus syntyi noin 300 vuotta sitten Ranskassa ja Saksassa, kun tiheästi asuttua Keski-Eurooppaa uhkasi puupula. Puuta käytettiin tuolloin runsaasti 30-vuotisen sodan jälkeiseen jälleenrakennukseen, kotien

Biodiversiteettisopimus velvoittaa allekirjoittajavaltioita laatimaan kokoavan raportin biodiversiteettivaroistaan ja niiden nykytilasta sekä säilyttämisen turvaavista toimenpiteistä. Maaraportin jälkeen valtiot laativat biodiversiteettisopimuksen edellyttämän kansallisen toimintaohjelman luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi ja kestävän käytön perustaksi.

Suomen kantana Rion kokouksessa oli, että metsien hyödyntämisen lähtökohtana tulee olla metsien monikäytön ja monimuotoisuuden huomioon ottavan metsätalouden kehittäminen. Lähtökohtana on metsien käytön perustuminen kestävän kehityksen politiikkaan ja tavoitteena, etteivät maailman metsävarat ja metsäpinta-ala vähene enää vuoden 2005 jälkeen. Metsien tulisi myös säilyä elinvoimaisina, mikä merkitsee pitkällä aikavälillä ja etenkin teollisuusmaissa sitä, että metsien terveydestä ja uudistamisesta tulee huolehtia. Ilman epäpuhtauksien vaikutuksiin ja niiden torjumiseen tulee myös kiinnittää erityistä huomiota. Lisäksi Suomi katsoi, että metsien kestävään käyttöön pohjautuva maailmanlaajuinen metsäsopimus tulisi saada aikaan mahdollisimman pian Rion ympäristö- ja kehityskonferenssin jälkeen.

lämmitykseen ja ruoanlaittoon, kaivosteollisuuteen, laivanrakennukseen ja muuhun teolliseen toimintaan. Pelkopuuraaka-aineenloppumisestajohti valtiovallanrajoittamaan hakuja eri puolilla Eurooppaa. Kestävyuden ideaperustui metsiin uusiutuvana luonnonvarana. Kun puuston ja kasvupaikan kunnosta huolehdittaisiin, voitaisiintasaistajajatkuvaa puuntuotantoa ylläpitää vaikka ikuisesti. (Parviainen – Seppänen 1994, s. 10)

Suomessa kaskeamiseen perustunut viljely-kulttuuri ja metsien suunnittelematon hakkaaminen polttopuuksi, tervanpolttoon, laivanrakennukseen ja sahateollisuutta varten hävittivät metsät lähes tyystin kylien ympäristöstä 1700 – 1800 -luvulla. Samalla syntyi vakavia ristiriitoja metsien käyttöä lakien perusteella rajoittamaan pyrkivän virkamieskunnan ja lyhytaikaista voittoa tavoittelevan teollisen toiminnan ja maaseutuväestön välille. Vasta vuoden 1928 yksityismetsälaki varmisti metsien käytön puuntuotannon kestävyiden periaatteiden mukaiseksi. (Parviainen – Seppänen 1994, s. 11)

Suomessa metsien käyttö on perustunut puuntuotannollisesti kestävä metsätalouden periaatteisiin aina 1920-luvulta lähtien. Tavoitteena on ollut turvata mahdollisimman korkea jaksottainen puuntuotanto. Metsän tuotannollisia ja taloudellisia tekijöitä korostava puuntuotannollisesti kestävä metsätalous päätti metsien tuhlaavan käytön ja synnytti metsätalouteen suunnitteluperinteen ja puun tuotantoa tutkivat metsätieteet. Suunnittelun avulla metsän kehitystä ohjattiin tiettyyn päämäärään eli mahdollisimman korkeaan puuntuotantoon. (Parviainen – Seppänen 1994, s. 12,16)

Kestävä, monitavoitteinen metsätalous on alkuperäisen puuntuotannollisen kestävyiden laajennus. Käsite muotoutui 1950- ja 1960-luvulla, kun metsän tarjoamista muista hyödykkeistä syntyi niukkuutta. Näitä muita tuotteita olivat muun muassa ns. metsän sivutuotteet, kuten riista, marjat, sienet ja jäkälä, sekä muut julkiset ja yhteiskunnalliset palvelut, kuten virkistys-, suojelu- ja maisema-arvot. Kestävä, monitavoitteisen metsätalouden tavoitteena on mahdollisimman korkea jaksottainen puun ja metsän muiden hyödykkeiden tarjonta. Tällöin hakkuut eivät saa ylittää tietyn jakson aikana metsien kasvua, metsäalan ja metsien terveyden tulee säilyä vakaina ja metsätaloutta harjoittaessa otetaan huomioon

suojelu- ja monikäyttövaatimukset. (Parviainen – Seppänen 1994, s.17)

Monitavoitteinen metsätalous perustuu käytännössä samanlaisten suunnittelumenetelmien käyttöön kuin puuntuotannollinen kestävyys. Suunnittelujärjestelmän ongelmina ovat olleet metsän tarjoamien hyödykkeiden arvostusongelmat ja yhteismitallistamisen mahdottomuus sekä metsän kehitykseen ja monimuotoisuuden ymmärtämiseen liittyvät tiedolliset puutteet ja piittaamattomuus.

Kokouksessaan Helsingissä kesäkuussa 1993 Euroopan metsäasioista vastaavat ministerit katsoivat biologisen monimuotoisuuden säilyttämisen ja lisäämisen kestävä metsätalouden olennaiseksi osaksi. Ministerit yhtyivät myös Rion kokouksessa esitettyyn näkemykseen, että metsätalouden keskeisimmän tavoitteen tulee olla metsien säilymisen tulevaisuudessa turvaavan biologisen monimuotoisuuden säilyttäminen. Kokouksen päätteeksi allekirjoitetussa julkilausumassa metsien kestävä hoito on määritelty nimenomaan ekologisesti kestävä metsätalouden periaattein. Ekologisesti kestävä metsätaloudelle on Helsingin kokouksen seurantaprosessissa kehitetty yleiseurooppalaiset kriteerit. Näitä ovat:

1. Metsävarat ja hiilen sitoutuminen
2. Metsien terveyden ja elinvoimaisuuden säilyttäminen
3. Metsien tuotantokyvyn ylläpitäminen ja lisääminen (puutuotteet ja muut metsien sivutuotteet)
4. Metsäekosysteemien monimuotoisuuden suojelu
5. Metsien suojelu ja suojelun vaatimusten huomioon ottaminen myös talousmetsien hoidossa

6. Metsätalouden muut yhteiskunnalliset ja taloudelliset vaikutukset

(*Luonnonvarat ja ympäristö 1995, s. 13*)

Myös Suomi sitoutui Helsingin kokouksessa muun muassa harjoittamaan ekologisesti kestävä metsätaloutta ja suojelemaan metsien monimuotoisuutta. Kokouksen tuloksena Maa- ja metsätalousministeriö ja Ympäristöministeriö laativat monimuotoisuutta suosivan ympäristöohjelman vuonna 1994. Sen mukaan puuntuotannon, luonnonsuojelun, virkistyskeskusten ja riistanhoidon vaatimukset tulee ottaa entistä paremmin huomioon talousmetsien käsittelyssä. Myös yksityismetsien hoitoa ohjaavan Metsäkeskus Tapion uudet metsänhoitosuositukset valmistuivat vuonna 1994. Uudet suositukset sallivat ratkaisujen tekemisen entistä paremmin paikallisten olosuhteiden mukaan. (Luonnonvarat ja ympäristö 1995, s. 15–16)

Metsäkeskus Tapion suositusten tavoitteena on kestävä metsätalous, jossa *metsiä ja metsämaita hoidetaan ja käytetään siten, että säilytetään niiden monimuotoisuus, tuottavuus, uusiutumiskyky ja elinvoimaisuus*. Lisäksi säilytetään mahdollisuus toteuttaa nyt ja tulevaisuudessa merkityksellisiä ekologisia, taloudellisia ja sosiaalisia toimintoja. *Kestävästi toimittaessa ei aiheuteta vahinkoa ympäristöllekään. Monimuotoisessa luonnossa on runsaasti eliölajeja, lajien perinnöllinen aines on rikas ja muunteleva sekä erilaisia ympäristötyyppisiä runsaasti*. Suositukset perustuvat *"tutkimustietoon, pitkäaikaiseen kokemukseen ja tämänhetkiseen käsitykseen metsien ja metsäluonnon hyvästä hoidosta"*. Ne on tarkoitettu avuksi ja tueksi metsänomistajille sekä heitä avustaville metsänhoitoyhdistysten metsäammattilaisille. (Luonnonläheinen metsänhoito 1994, s. 3)

Suosituksen mukaan metsänhoidossa tulee pyrkiä luontaiseen uudistamiseen, kun sille on

riittävät edellytykset, lehtipuun kasvatukseen sekapuuna havupuun metsiköissä, sekä puustoa hoitaviin ja tuloja antaviin harvennushakkuisiin. Lisäksi uudistushakkuissa tulisi säästää vanhoja puita, huolehtia metsän terveydestä ja tuhojen ehkäisemisestä, järvien ja jokien rannoilla suosia varovaista metsänkäsittelyä sekä harvinaisten lajien elinympäristöjen ylläpitämistä ja hoitoa. Myös maiseman hoito, metsien monikäyttö, erityisesti riistanhoito, ja virkistysarvot tulee ottaa huomioon metsänhoidossa. (Luonnonläheinen metsänhoito 1994, s. 72)

1990-luvulla niin kotimainen kuin kansainvälisenkin metsäkeskustelu on keskittynyt ekologisesti kestävä metsätalouden määrittelyyn. Toistaiseksi ekologisesti kestävä metsätalouden yksityiskohtaisista toimintatavoista ei ole vielä päästy yksimielisyyteen, vaan ehdot ovat vasta muotoutumassa muun muassa metsäammattilaisten, luonnonsuojelijoiden, tutkijoiden ja ekologien kesken käytävässä yhteiskunnallisessa keskustelussa. Erityisesti luonnonsuojelujärjestöt haluavat, että metsien hoito järjestetään metsien luonnontutkimuksesta kehitystä jäljitellen. (Parviainen – Seppälä 1994, s. 19, 22)

Suomen kannalta metsien puuntuotantokyvyn säilyminen on paitsi ekologian myös kansantalouden menestyksekkään tulevaisuuden kannalta ensiarvoisen tärkeää. Kokonaisten metsäekosysteemien säilyminen on nimittäin puuntuotantokyvyn säilymisen edellytys pitkäaikaisella aikavälillä. Epäselvää on kuitenkin muun muassa kuinka suuri osa metsistä pitäisi suojella, kuinka eri lajit liikkuvat vanhan metsän laikusta toiseen ja mikä on pienin mahdollinen elinkykyinen populaatio. Esimerkiksi ruotsalaisarvioiden mukaan metsämaasta olisi tällöin suojeltava jopa 30 prosenttia, jos lajistollisen monimuotoisuuden vaaliminen keskittyy vain suojelualueille.

3.3 Suomen metsien kiertokulku luonnontilassa

Suomen metsät edustavat pohjoisen havumetsävyöhykkeen paloekologiaa, jossa toistuvat metsäpalot ovat luonnontilassa epäsäännöllisin väliajoin hävittäneet metsän. Salaman sytyttämät metsäpalot toistuvat kuivilla hiekka- ja soramailla keskimäärin 50 vuoden välein. Tuoreilla savimailla palot toistuvat luonnontilassa 100–150 vuoden välein ja rehevillä, kosteilla mailla palojen väli on keskimäärin yli 200 vuotta. Palojen ulkopuolelle jäivät tavallisesti vain suuret suot ja kosteikot. Suomessa luonnonpalot olivat pinta-alaltaan yleensä suhteellisen pieniä. Paloilta säästyi usein sekä yksittäisiä siemenpuita että metsäsaarekkeita ja näin muodostui vaihteleva metsämosaiikki. Lämpiminä, kuivina ja tuulisina kesinä palot polttivat yhtenäisinä alueina tuhansia, jopa kymmeniä tuhansia hehtaareja metsää. (Kuusela 1993, s. 7)

Metsäpalot vapauttivat osittain hajonneiden kasvijätteiden muodostamaan humuskerrokseen sitoutuneita ravinteita ja alensivat maan happamuutta 1–2 pH-yksikön verran. Kasvijätteiden hajoamista nopeutti osaltaan puuttoman maan pinnalle vapaasti pääsevä auringsäteily. Kasvava pintakasvillisuus hyödynsi vapautuneita ravinteita ja luovutti niitä edelleen puiden taimille. Tuoreilla kankailla ja muilla rehevillä kasvupaikoilla ensimmäiset pioneeripuulajit olivat koivu, leppä ja haapa. Kuivilla hiekka- ja soramailla yleisin pioneerilaji oli mänty. Pioneeripuiden alle taimettui kuitenkin nopeasti kuusia ja vähitellen se nousi vallitsevaksi puulajiksi. Metsän kasvaessa ja vähitellen vanhentuessa ravinteita, etenkin typpeä, sitoutui kasvien kannalta käyttökelvottomassa muodossa humukseen, jonka happamuus lisääntyi. Samalla ravinteiden kierto puiden ja maan välillä väheni, jolloin myös ekosysteemin biologinen tuotos ja monimuotoisuus pienenevät. (Kuusela 1993, s. 7–9)

Toistuvat metsäpalot olivat luonnontilaisessa pohjoisessa havumetsässä ravinteiden kieron, suuren biologisen tuotoksen sekä monimuotoisuuden ylläpitäjiä. Vanhan kuusikon raakahumuksessa kasveille käyttökelvotonta typpeä saattaa olla 1 500 kiloa hehtaarilla, kun puiden ja maaperän välisessä kierrossa tästä on vain 20 kiloa. Metsäpalot vapauttivat ravinteita ja valtaosa niistä sitoutui uudelleen rehevöityvään pintakasvillisuuteen. Vanhoja metsiä, jotka luonnonmukaisimmillaan ovat syntyneet metsäpalon seurauksena ja jotka ovat saaneet kehittyä ilman ihmisen toimenpiteitä, kutsutaan aarniometsiksi. Tyypillisessä aarniometsässä on suuria eläviä puita eli aarnioita, keloja sekä paljon kaatuneita ja lahoavia puita. Aarniometsät ovat runsaseliöisiä. Arvioiden mukaan niiden lajisto on jopa 30 prosenttia suurempi kuin talousmetsien. Lisäksi aarniometsien lajisto poikkeaa suuresti talousmetsien lajistosta. Useat aarniometsien lajeista eivät nimittäin tule lainkaan toimeen hoideissa talousmetsissä. Tässä suhteessa aarniometsät ovat metsäluonnon biologisen monimuotoisuuden geenivarastoja. Erityisesti lahoavat puunrungot tarjoavat elinedellytykset monille harvinaisille lajeille.

Valtaosa Etelä-Suomen metsistä säilyi luonnontilassa uuden ajan alkuun ja Pohjois-Suomessa 1900-luvulle saakka. Erityisesti kaadetun metsän muuttaminen viljanviljelyyn polttamalla eli kaskeamalla yleistyi maan väestön kasvaessa. Tuhkan lannoittamassa maassa viljeltiin ohraa, ruista, naurista ja pellavaa. Kaskausta saatiin yleensä 1–2 viljasatoa ja kaskikierto kesti 15–20 vuotta. Viljan viljelyn päätyttyä kaskimailta niitettiin heinät parina kesänä, jonka jälkeen se siirtyi karjan laitumeksi. Laajamittaista kaskeamista harjoitettiin Suomessa aina myöhäiskeskiajan lopulta alkaen, joskin kaskiviljelyn kukoistuskauti ajoittui 1800-luvun alkuun. 1850-luvulla kas-

kimaiden pinta-ala oli arviolta neljä miljoonaa hehtaaria ja joka vuosi kaskettiin metsää noin 100 000 hehtaaria. Kaskenpolttoa ryhdyttiin rajoittamaan valtiovallan toimesta 1800-luvun loppupuolella, kun sadot alkoivat pienentyä maaperän köyhtyessä ja toisaalta metsän hinnan noustessa. Savossa ja Karjalassa kaskeamista harrastettiin vielä 1900-luvun alussa. Vuonna 1938 puolet entisistä kaskimaista oli yhä karjan laitumena ja vielä 1950-luvulla metsälaidunnus oli yleistä. Vuosisatoja jatkuneella kaskeamisella oli suuret vaikutukset metsiin. Metsien puuston koostumus määräytyi pitkälti kaskikierron ja karjan laiduntamisen mukaan. Esimerkiksi Savosta ja Karjalasta kaskeaminen hävitti

kuusimetsät paikoin lähes kokonaan. (Jauhiainen 1990, s. 16)

Tervanpoltto Pohjanmaalla ja Kainuussa sekä sahatavaran kysynnän kasvu herättivät 1800-luvun lopulla uudelleen henkiin pelon metsien, lähinnä järeiden sahatukkien, pikaisesta loppumisesta. Samoihin aikoihin puun kysyntää lisäsivät myös Etelä-Suomeen perustetut ensimmäiset puunjalostustehtaat, jotka tarvitsivat puuta raaka-aineekseen. Vuonna 1928 säädetty yksityismetsälaki kielsikin metsän hävittämisen, joksi katsottiin hyvässä kasvuvaiheessa olevan puuston hakkaaminen ja sellaiset hakkuut joiden yhteydessä ei huolehdittu metsän uudistamisesta. (Jauhiainen 1990, s.17–18)

3.4 Tehometsänhoidon vaikutus kiertokulkuun

Metsätalouden keskeisen aseman korostuminen toisen maailmansodan jälkeen Suomen kansantaloudessa muutti metsät päättäjien silmissä puun raaka-ainelähteiksi. 1960- ja 70-luvulla talouskasvun ihannoitiin muutti myös metsätalouden pyrkimyksiä. Kestävyyden sijasta ryhdyttiin puhumaan puuntuotannon jatkuvaan lisäämiseen tähtäävän edistyvän metsätalouden puolesta. Luonnonmukaisuus jäi taka-alalle ja ihanteeksi tulivat tasaikäiset yhden tai kahden puulajin metsät. Metsän nopea uudistuminen pyrittiin varmistamaan viljelyllä ja kulotus korvattiin aurauksella tai äestyksellä. Taimien kanssa kilpailevat lehtipuuvesakot hävitettiin pääasiassa kemiallisesti ja metsän lannoituksesta tuli normaali toimenpide. (Jauhiainen 1990, s. 18–19)

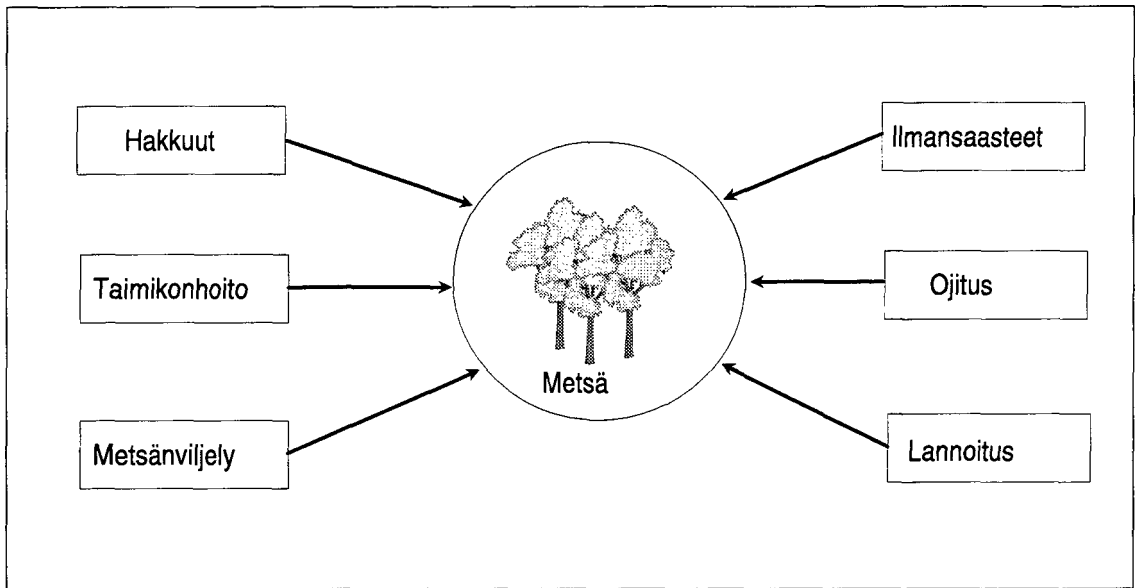
Tärkein metsänhoidon periaate on Suomessa aina ollut kestävyyden periaate eri muodoissaan. Aluksi se merkitsi vain sitä etteivät hakkuut saa ylittää metsän vuotuista kasvua. Toinen metsänhoidon ohjenuora oli aina 1950-luvulle saakka luonnonmukaisuus, mikä merkitsi sitä, että jokaisella kasvupaikalla pyrittiin kas-

vattamaan sille parhaiten sopivaa puulajia. Ihannetapauksissa metsän kehitystä ohjattiin vain varovasti ja vähäisin toimin haluttuun suuntaan. On kuitenkin huomattava, ettei puuntuotannollisesti kestävä metsätalous ole suinkaan ollut ekologisesti kestävä metsätaloutta. Tärkeimmät metsiin vaikuttaneet metsänhoidolliset toimenpiteet ja ihmisen muu vaikutus metsien kiertokulkuun on esitetty kuviossa 8.

Puuntuotannon lisäämiseen tähtäävä metsänparannuksen tärkein muoto oli metsien ojitus. Suuria suopinta-aloja ojitettiin jo 1930-luvulla, mutta varsinaisen huippunsa ojitus saavutti 1960-luvun lopulla, jolloin uudisojitettiin vuosittain jopa 300 000 hehtaaria. Nykyisin vuotuiset ojitusmäärät ovat huomattavasti pienempiä, parhaimpien ojituskelpoisten maiden tultua jo aiemmin ojitetuksi. (Jauhiainen 1990, s. 19) Kuviossa 9 on esitetty ojitetut metsät vuosina 1950–1994.

Suoluonnolle ojituksen vaikutukset ovat olleet mittavat. Luonnontilassa Suomessa olisi suota

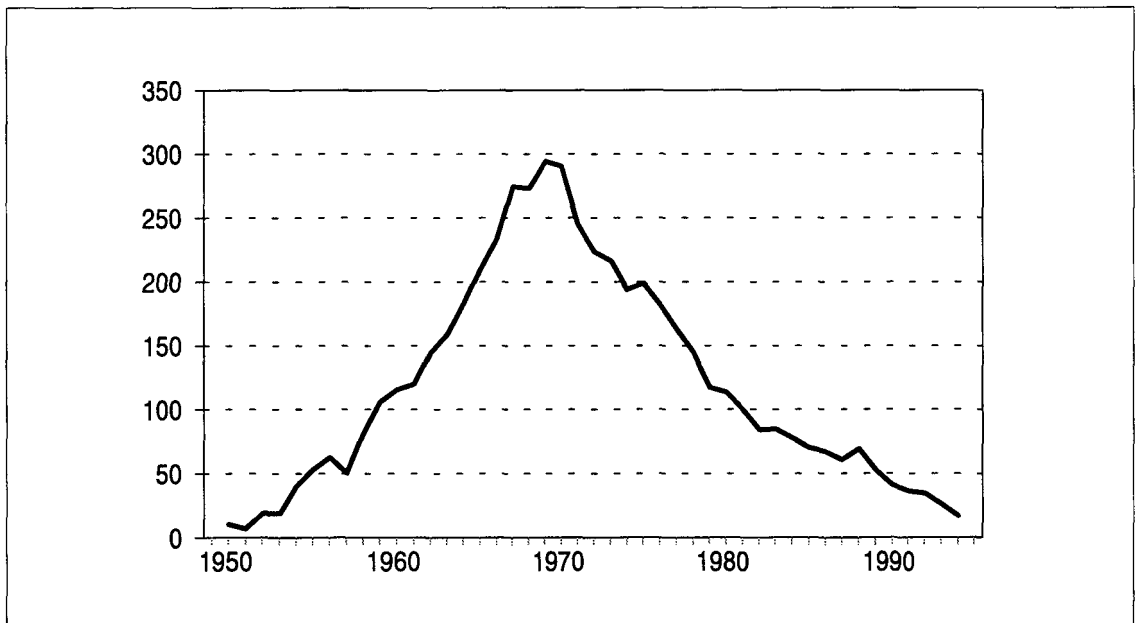
Kuvio 8. Metsiä eniten muuttaneet tekijät



yli kolmasosa maapinta-alasta eli noin 11 miljoonaa hehtaaria. Niistä lähes kahdeksan miljoonaa olisi puuttomia tai niillä olisi vain kitukasvuista puustoa. Eli soita olisi kaksinkertainen määrä nykytilanteeseen verrattuna.

Erityisesti reheviä ja runsasravinteisia soita, kuten lettoja, lehtokorpia ja ruoho- sekä heinäkorpia, olisi nykyistä selvästi enemmän. Myös reheviä lehtometsiä olisi nykyistä enemmän. (Jauhiainen 1990, s. 14)

Kuvio 9. Uudisojitus 1950 – 1994 (Tuhatta hehtaaria)



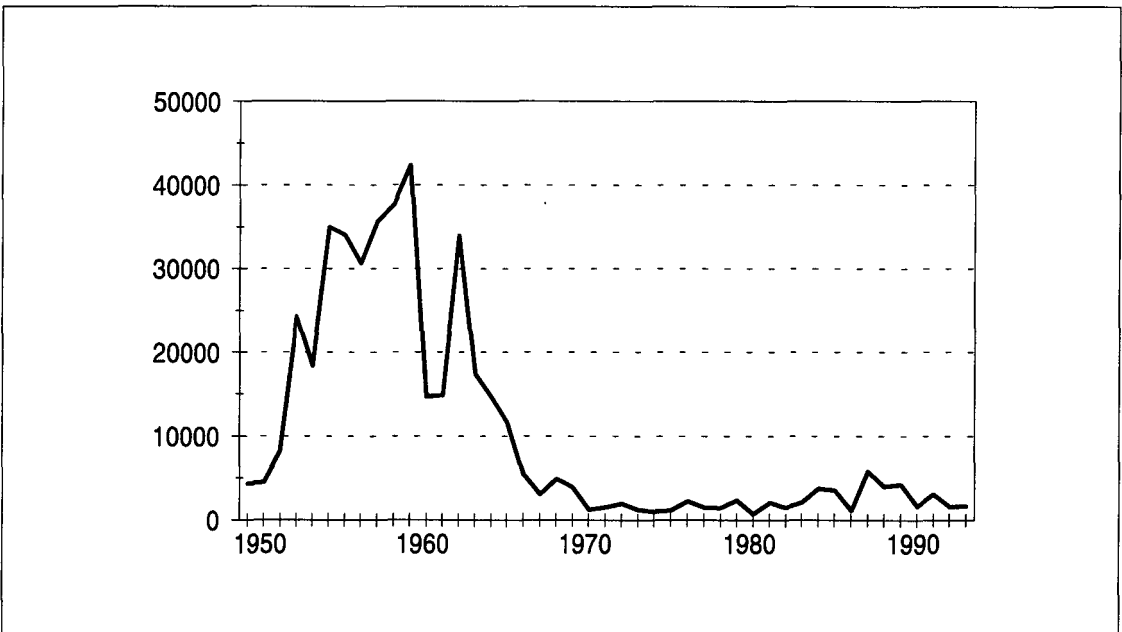
Luonnon kiertokulussa metsä uudistuu tietyn ajan kuluttua metsäpalojen kautta. Metsätaloutta harjoitettaessa on tätä kiertoa nopeutettu puuntuotantokyvyn kohottamiseksi. Metsikön ehdittyä tiettyyn kehitysvaiheeseen tehtiin yleensä ns. päätehakkuu ja avohakkuualueelle istutettiin uudet taimet. Metsäpalojen estäminen on myös osa metsänhoitokulttuuria, jolla on ollut suuri vaikutus metsien kiertokulkuun. Yleensä vuotuisten kulojen pinta-ala oli kymmeniä tuhansia hehtaareja ja 1700- ja 1800-luvulla lämpiminä ja kuivina kesinä paljon enemmänkin. 1950-luvulla metsäpaloissa palaneiden metsien pinta-ala oli lähes 6 000 hehtaaria vuodessa ja samaan aikaan kulotettiin noin 20 500 hehtaaria vuodessa. Kulotus loppui miltei kokonaan 1970-luvulla, mutta yleistyi taas 1980-luvulla. 1980-luvulla metsäpaloja oli reilut 300 hehtaaria vuodessa ja 2 200 hehtaaria kulotettiin. Metsäpalojen polttaman metsän ja kulotettujen metsien pinta-ala on esitetty kuviossa 10.

Palanut tai kulotettu metsäala on pienentynyt erityisen voimakkaasti 1960-luvun loppupuolelta alkaen. Kun palekologiaan liittyvää pio-

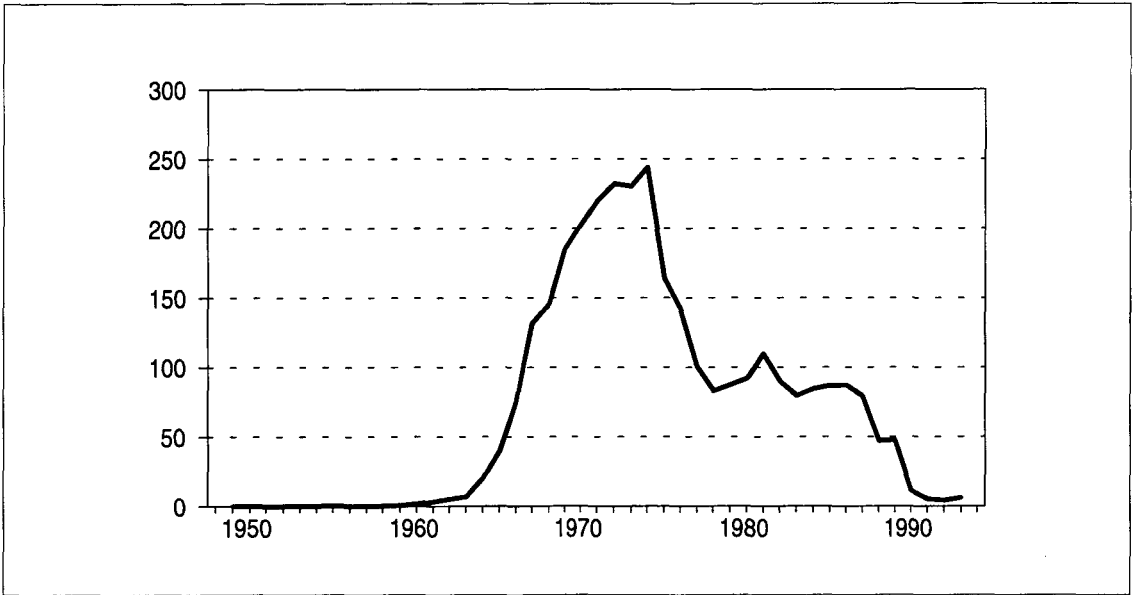
neeri- ja kliimaksivaiheiden vuorottelua ja ravinteiden kierron ajoittaista nopeuttamista sekä biologista monimuotoisuutta ei kyetä ylläpitämään metsätaloutta harjoitettaessa, metsäluonto köyhtyy ja monimuotoisuus alkaa hitaasti, mutta varmasti vähentyä. Lähimmäksi metsäpalojen myönteisiä vaikutuksia päästään, kun uudistusala kulotetaan. Tällä hetkellä kulotuksen lisäämistä pidetään suotavana biologisen monimuotoisuuden kannalta. Metsälannoituksen kehitys vuosina 1950–1994 on esitetty kuviossa 11.

Metsälannoituksen määrä on pudonnut jyrkästi 1970-luvun puolivälin huippuvuosista. Syynä on ollut puun kantohintojen lasku, lannoitteisiin kohdistuneet haittaverot, jotka nostivat lannoitteiden hintoja ja muun muassa voimistunut ympäristötietoisuus lannoitteiden vesistöjä rehevöittävästä vaikutuksista. Lannoitusta on käytetty varsinkin ojitettujen suometsien puuntuotannon lisäämiseksi. Ojituksen vähentyessä ja puiden kasvun päästyä alkuun ovat myös lannoitustarpeet vähentyneet. Myös metsän luonnollinen uudistuminen

Kuvio 10. Metsäpalot ja kulot 1950 – 1994 (Tuhatta hehtaaria)



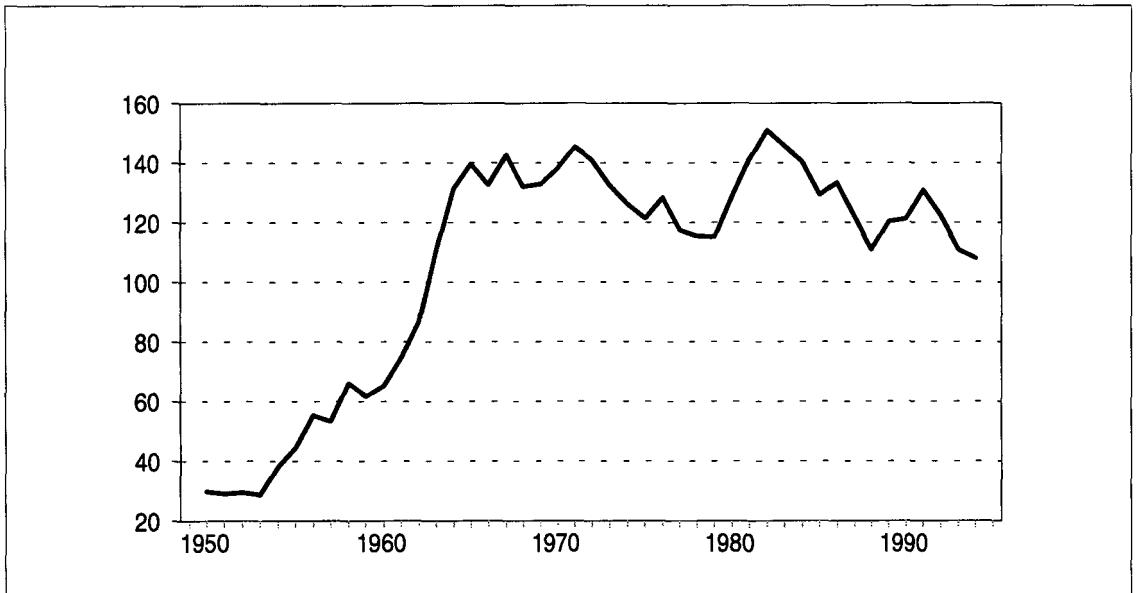
Kuvio 11. Lannoitusala 1950 – 1994 (Tuhatta hehtaaria)



on saanut väistyä metsänviljelyn tieltä. Metsänviljelyn (taimien jalostus ja istutustoiminta) kehitys vuosina 1950–1994 on esitetty kuviossa 12.

Metsien laajamittainen istutus 1950-luvun alussa ja siitä asti metsäalasta on viljelty vuosittain yli 100 000 hehtaaria. Metsänviljelyn ohella on myös taimikkojen hoito lisääntynyt. Pyrki-

Kuvio 12. Metsänviljely 1950 – 1994 (Tuhatta hehtaaria)



myksenä on ollut saada mahdollisimman nopeasti myytikelpoista puuta. Hoidettujen taimikoiden pinta-alan kehitys vuosina 1950–1994 on kuvattu kuviossa 13.

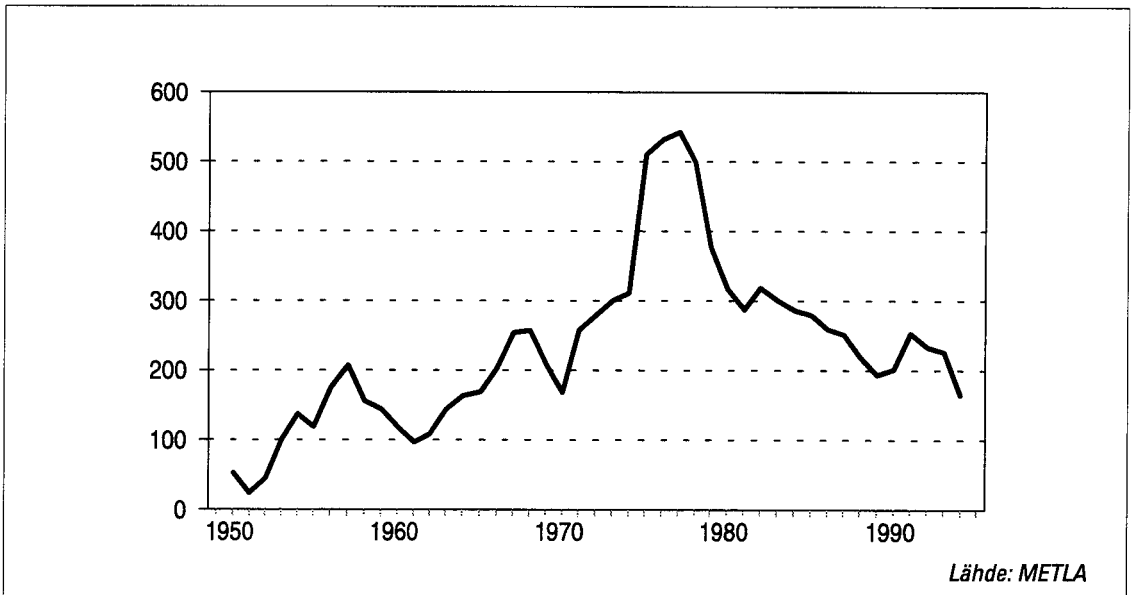
Taimikonhoidon huippuvuodet olivat 1970-luvun loppupuolella, jolloin parhaimpina vuosina käsiteltiin vuosittain jopa yli 500 000 hehtaaria. Kuviossa 14 on esitetty Suomessa eri tavoin hakattujen metsien pinta-alan kehitys.

Metsätalouden yksittäisistä toimenpiteistä pahimpina uhkina monimuotoisuudelle ovat avohakkuut, metsien ojitus, harvennushakkuut, metsien raivaus ja metsäpalojen vähentyminen. Metsäpalojen vähentymistä on mahdollista kompensoida muun muassa kulottamalla avohakkuuaukeita, joille on jätetty runkopuustoa. Lisäksi suurten hakkuuaukeiden keskelle voidaan jättää metsäsaarekkeita, jotka poltetaan pystyyn kulotuksen yhteydessä. Taimikonhoidon ja harvennushakkuiden yhteydessä metsiin pitäisi myös jättää kuollutta ja lahoavaa puuta. Lisäksi harvennushakkuissa tulisi jättää korjaamatta kuolleet puut ja osa huonokuntoisista puista sekä lehtipuista.

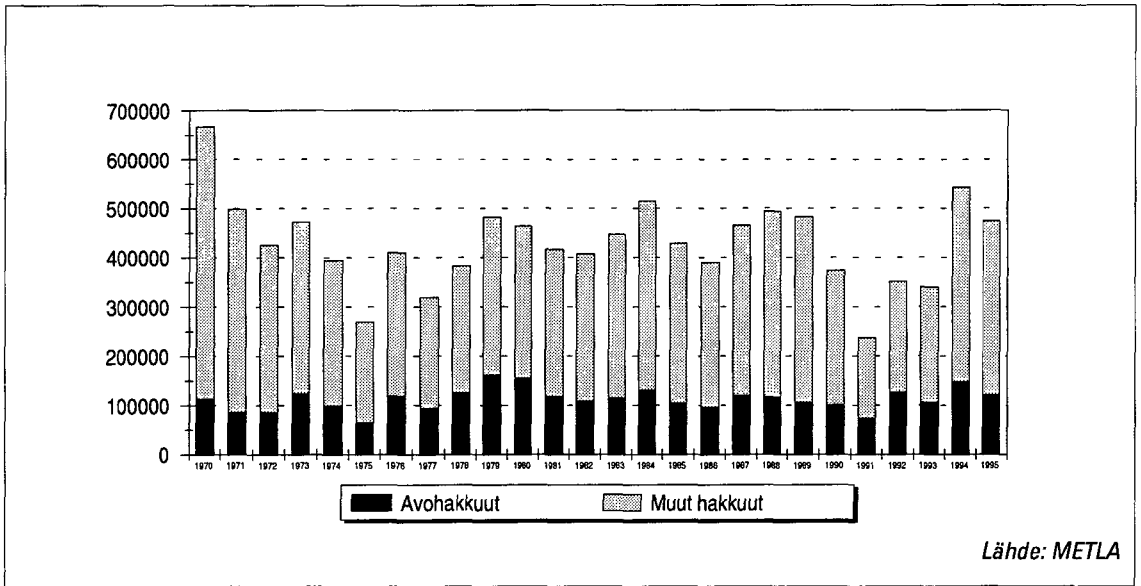
Eliölaajien kokonaismäärä olisi luonnontilaisessa Suomessa nykyistä pienempi, koska ihmisen mukana tänne aikoinaan levinneet ns. kulttuurilajit puuttuisivat. Suurin muutos olisi maaseudun pelto- ja niittyluontoon kuuluvien lajien poissaolo. Sen sijaan pohjoiselle havumetsävyöhykkeelle tyypillisiä ikimetsä- ja erämaalajistoa olisi nykyistä huomattavasti runsaammin. Monet uhanalaiset ja harvinaiset lajit olisivat yleisiä. Myös petoeläinten, kuten susien, kotkien ja ahmojen, kannat olisivat nykyistä selvästi suuremmat. Sen sijaan jäniksiä, hirviä ja monia lintulajeja olisi nykyistä vähemmän. (Jauhiainen 1990, s. 14)

Suomen uhanalaisiksi luokitelluista eläin- ja kasvilajeista 43 prosenttia elää metsissä. Pinta-alaan suhteutettuna uhanalaisia lajeja on metsässä vähemmän kuin muissa ympäristöissä. Suurin osa metsissä asuvista uhanalaisista lajeista on riippuvaisia lahopuusta ja ne tarvitsevat elinympäristökseen vanhaa metsää tai paloaukeita. Yleensä talousmetsistä poistetaan kuolleet ja heikkokuntoiset puut sekä taloudelliselta kannalta arvottomat puulajit. Myös luonnon aiheuttamat tuhot korjataan

Kuvio 13. Taimikonhoito 1950 – 1994 (Tuhatta hehtaaria)



Kuvio 14. Hakkuualat 1970 – 1994 (Hehtaaria)



mahdollisimman nopeasti pois, kuten tuulenkaadot ja sieni- ja hyönteistuhojen seurauksena kuolleet puut, sillä ns. metsähygieniasta huolehtimisen katsotaan lisäävän puuntuotannon taloudellista tuottoa.

Jotta Suomen metsäluonto säilyisi mahdollisimman monimuotoisena, tarvitaan suojelualueiden lisäksi muutoksia talousmetsien hoitoon. Ekologisesti hyvin hoidetussa metsässä tulee olla myös kuollutta puuainesta. Erityisen tärkeitä pystyyyn kuolleet puut ovat monille hyönteisille. Lehtipuut taas tarjoavat elinmahdollisuudet monille erilaisille hyönteislajeille. Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunnan mietintö totesi muun muassa, että metsätalous on tärkein lajistomme säilymistä vaarantava tekijä. Metsänhoidon ohella merkittävimmät osatekijät ovat lehti- ja lahopuiden väheneminen. Metsätalouden takia on Suomen 1 692 uhanalaisesta lajista uhanalaisia 41 prosenttia.

Puiden terveyden mittana on viime vuosina pidetty useimmiten latvuksen harsuuntuneisuutta eli sitä kuinka paljon latvasta puuttuu lehtiä tai neulasia terveeseen puuhun verrattuna. Puun harsuuntuneisuus arvioidaan silmä määräisesti vertaamalla puuta saman metsikön terveeseen puuhun. Harsuuntuneisuus ilmoitetaan puuttuvien neulasten tai lehtien prosenttiosuutena. Myös neulasvuosikertojen määrää pidetään mittarina. Terveessä männyssä on esimerkiksi 2–4 neulasvuosikertaa, kun taas vaurioituneessa puussa voi olla vain 1–2 vuosikertaa ja nekin normaalia harvemmassa. Yleiseurooppalaisessa standardiluokituksessa puut jaetaan vaurioasteen mukaan viiteen luokkaan. Harsuuntumisluokassa 1 puu on pudottanut neulasistaan 0 – 10 prosenttia, eikä sitä katsota harsuuntuneeksi. Luokassa 2 neulaskatoa on 11–25 prosenttia ja puuta pidetään vähän harsuuntuneena. Jos-sain määrin harsuuntuneita ovat kolmosluokan 26 – 60 prosentin neulaskadosta kärsivät puut ja huomattavasti harsuuntuneita ovat nelosluokan puut, joiden neulasista yli 60 pro-

senttia on pudonnut. Viimeiseen viidenteen luokkaan kuuluvat neulaskadon takia kuolevat puut. (Wahlström – Reinikainen – Hallanaro 1992, s. 116, 119) Ilmansaasteiden vaikutuksia metsiin on esitelty kuviossa 15.

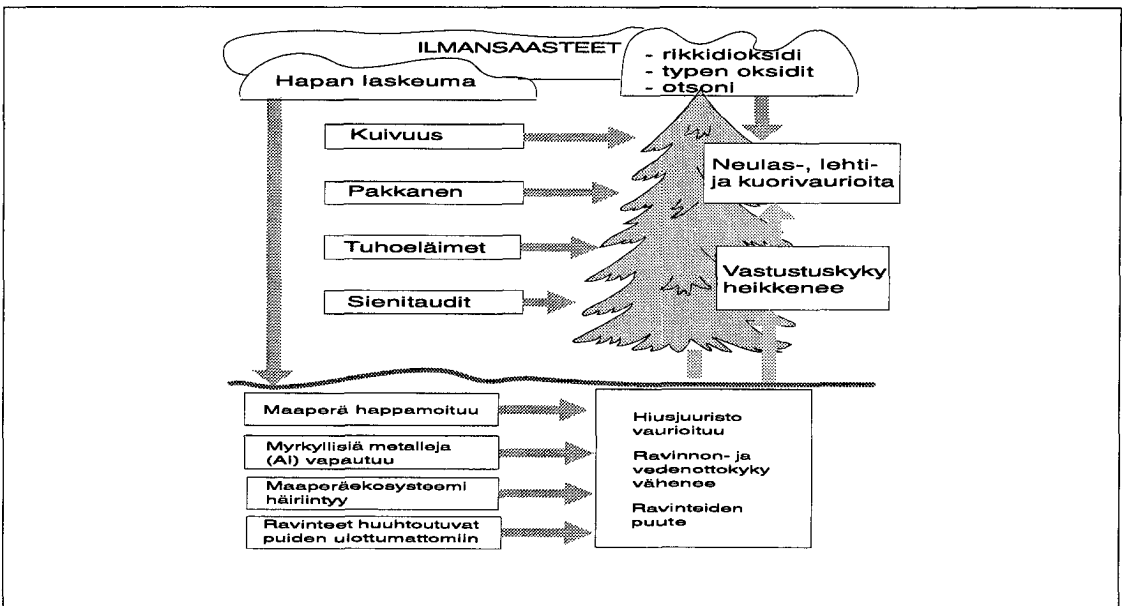
Suomessa puiden harsuuntumista selittävät metsien korkean iän ohella sää- ja ilmastotekijät sekä ilmansaasteet. Vanhat puut harsuuntuvat ja kuolevat 20 prosenttia nopeammin kuin keski-ikäiset noin 50-vuotiaat puut. Sen sijaan nuoret puut harsuuntuvat jopa 20 prosenttia keski-ikäisiä hitaammin. Yli 60-vuotiaat puut ovat siten yleisesti nuorempia puita harsuuntuneempia. (Wahlström – Reinikainen – Hallanaro 1992, s. 121) Varsinkin ilmansaasteet ja laskeumat heikentävät puiden vastustuskykyä. Tällöin taudit, eläimet, pakkanen ja tuuli vaurioittavat puita herkästi.

Luonnontilaisen metsän kierto syntymästä kuolemaan kestää 50 – 300 vuotta. Metsätaloutta harjoitettaessa metsän uudistamisen ajankohta vaihtelee metsätyyppin ja puulajin mukaan. Alaikäraja Etelä-Suomen rehevien maiden havupuumetsissä on noin 80 vuotta ja koivumet-

siköissä 60 – 70 vuotta. Karuilla mailla samoin kuin Pohjois-Suomessa alaikäraja on korkeampi. Keskimäärin talousmetsän kiertoaika on Suomessa sata vuotta. Talousmetsien ja luonnonmetsien erot ovat suurimmillaan ääntään vanhoissa metsissä. Puiden biologinen ja metsän puuntuotannollinen ikä korostavat myös tätä eroa. Männyn maksimi-ikä on Etelä-Suomessa noin 300 ja Pohjois-Suomessa 600 vuotta, kun taas puuntuotannon kannalta vastaavat maksimi-ikäet ovat vain 100 ja 200 vuotta. Tästä seuraa väistämättä että vanhojen metsien lajiston säilyminen edellyttää suojelualueiden perustamista. Suomen suojelualueiden pinta-alan kehitys on esitetty kuviossa 16.

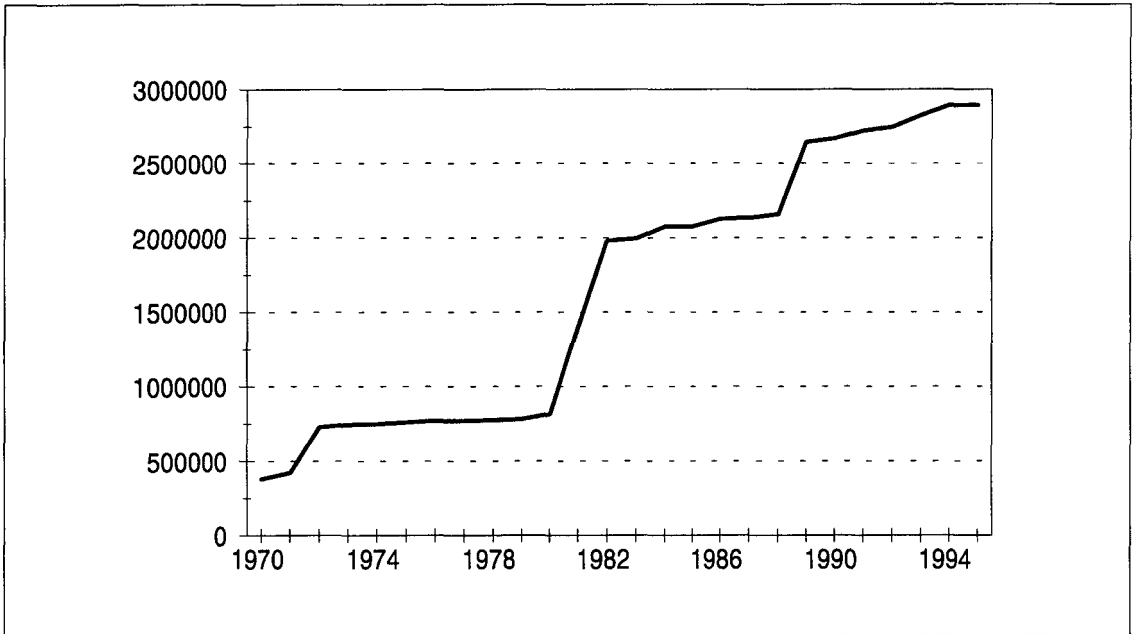
Suomen suojelualueiden yleinen tarkoitus on määritelty vanhassa vuodelta 1923 peräisin olevassa luonnonsuojelulaisissa, jonka mukaan alueita perustetaan niiden luonnon säilyttämiseksi koskemattomana. Kuitenkaan erityisten suojelualueiden – joita useimmat suojelualueemme ovat – tarkoitusta tai suojelun päämääriä ei yleensä ole määritelty lainsäädännössä selvästi. Luonnonsuojelualueita on vuodesta 1916

Kuvio 15. Ilmansaasteiden vaikutus metsiin



(Wahlström – Reinikainen – Hallanaro 1992, s. 120)

Kuvio 16. Kaikkien suojelualueiden yhteenlaskettu pinta-ala 1970–1995 (Hehtaaria)



alkaen perustettu yhteensä noin 1,25 ja erämaa-alueita 1,5 miljoonaa hehtaaria.

Kansallispuistojen tarkoitus on ennen kaikkea säilyttää alkuperäistä ja koskematonta suomalaista luontoa tuleville sukupolville. Kansallispuistoissa luonnon oma kehityskulku voi jatkua ihmisen siihen puuttumatta. Kansallispuistot tarjoavat elinmahdollisuudet ja suoranaisten turvapaikan monille luonnontilaisen ympäristön vaativalle eläin- ja kasvilajille. Kansallispuistoista 24 on Metsähallituksen ja kolme Metsäntutkimuslaitoksen hallinnassa. Niiden yhteenlaskettu pinta-ala on 7 100 neliökilometriä.

Luonnonpuistot on perustettu lähinnä tieteellisiä tarkoituksia varten ja ne palvelevat ensisijaisesti luonnonsuojelua ja tutkimusta. Tieteellisen tutkimuksen takia puistot halutaan säilyttää mahdollisimman häiriöttöminä eikä niissä tavallinen kansalainen saa yleensä liikkua ilman kirjallista lupaa. Luonnonpuistoista 14 on Metsähallituksen ja viisi Metsäntutki-

muslaitoksen hallinnassa. Niiden yhteenlaskettu pinta-ala on 1 530 neliökilometriä.

Soidensuojelualueiden rauhoitusmääräykset ovat väljemmät kuin kansallis- ja luonnonpuistoissa. Soidensuojelualueilla suoluonnon suojeleminen on ensisijaista. Varsinaiset suot eli turvemaat jätetään kokonaan luonnontilaan, mutta useimmilla kivennäismailla voidaan harjoittaa luonnon- ja maisemansuojelun huomioon ottavaa metsätaloutta. Vuodesta 1982 lähtien Suomeen perustetut soidensuojelualueet ovat Metsähallituksen hallinnassa.

Valtion maille on lisäksi perustettu muita eri kokoisia luonnonsuojelualueita, joiden luonne ja suojelutavoitteet muistuttavat vaihtelevasti luonnon- ja kansallispuistojen tavoitteita. Suojelu voi näillä alueilla koskea joko koko alueen luontoa tai vain sen tiettyjä aineksia, muodostumia tai eliöitä. Nämä suojelualueet ovat Metsähallituksen, Metsäntutkimuslaitoksen ja eräiden muiden valtion viranomaisten hallinnassa. Lisäksi yksityisten

omistamiin metsiin on perustettu erilaisia, tyypillisesti pienehköjä suojelualueita. Niiden yhteenlaskettu pinta-ala oli vuoden 1995 alussa 24 000 hehtaaria. Kuviossa 17 on esitelty valtioneuvoston hyväksymien suojeluohjelmien toteuttamisasteet vuoden 1995 alussa. Tällä hetkellä luonnonsuojelualueiden perustaminen painottuu vanhojen metsien suoje- luun.

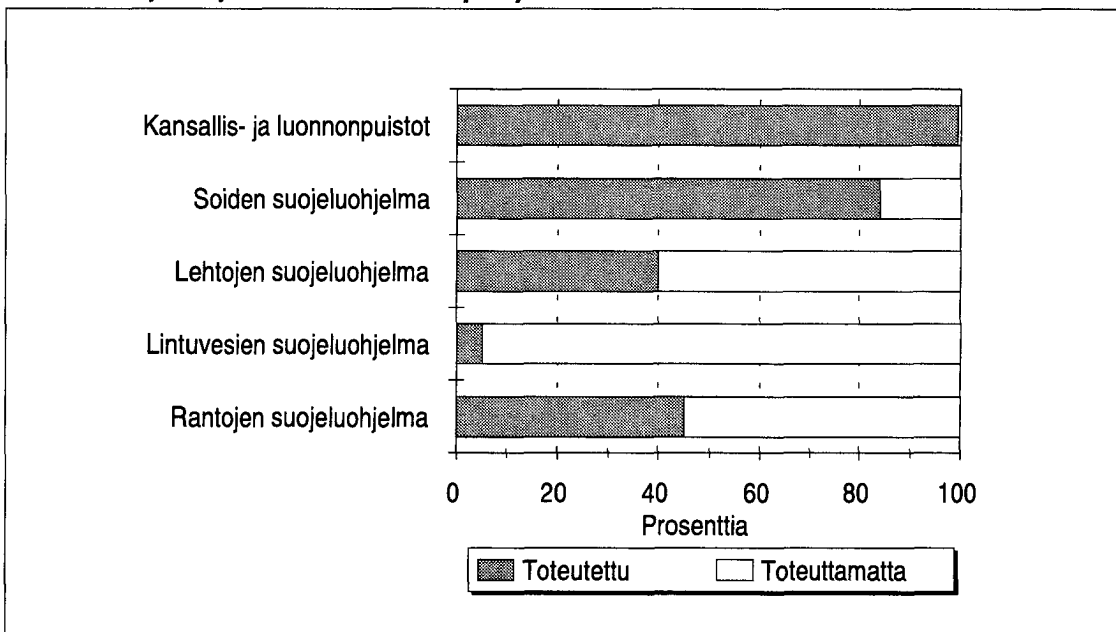
Suomen suojelualueet ovat vahvasti keskitty- neet Pohjois-Suomeen. Oulujärven eteläpuoli- sen Suomen metsistä on rauhoitettu vain 0,25 prosenttia, josta noin kolmannes voidaan lukea aarniometsiksi. Suojelualueet on perustettu pit- kälti vähätuottoisille alueille, jouto- ja kitumaal- le. Vain 24 prosenttia lakisääteisesti suojellusta maapinta-alasta on metsämaata, kun metsä- maan osuus koko maan pinta-alasta on 66 pro- senttia. Lakisääteisistä suojelualueista kitumaata on 27 prosenttia ja joutomaata 54 prosenttia. Koko maan pinta-alasta kitumaata on 11 ja jou- tomaata 12 prosenttia. Kaiken kaikkiaan metsä-

talousmaasta (metsä, kitu- ja joutomaat) on lakisääteisesti suojeltu 10,2 prosenttia.

Metsien käsittelyä muuttamalla ei ole mah- dollista kokonaan poistaa monimuotoisuutta uhkaavia vaaroja, vaan käytännössä ainoa tapa säilyttää sopiva elinympäristö kaikille la- jeille näyttää olevan, että erilaisille kasvupai- koille eri puolille maata jätetään riittävästi luonnontilaisia metsiä. Uuden metsänhoidon avainsana on metsien monimuotoisuus. Puun- tuotanto ei tällöin saa olla metsien ainoa käyt- tömuoto, vaan normaalia talousmetsää olisi pystyttävä käyttämään muun muassa virkis- tykseen ja riistanhoitoon. Monen puulajin metsät kestävät myös sairauksia yleensä pa- remmin kuin monokulttuurit ja lehtipuita si- sältävä sekametsä hidastaa ilmansaasteiden aiheuttamaa maaperän happamoitumista. (Jauhiainen 1990, s. 22)

Ohjenuorana biodiversiteetin suojelussa talous- metsissä voidaan käyttää metsien luonnontilaa. Metsän luonnontila ei kuitenkaan ole staattinen

Kuvio 17. Suojeluohjelmien toteuttaminen yksityismailla 1.1.1995



tila, vaan metsä edustaa ajallisesti ja alueellisesti dynaamista järjestelmää. Määriteltäessä luonnontilaa ovatkin metsän uudistumistapa ja aikajänne keskeisiä tekijöitä.

Suojelualueiden oikeasta määrästä on myös ryhdytty keskustelemaan. Esimerkiksi kymmentä prosenttia metsäalasta on pidetty sopivana. Toisaalta tehometsätaloutta harjoitettaessa suojeltavaksi on vaadittu 15–30 prosenttia ja toisaalta on esitetty vain viiden prosentin riittävän mikäli biodiversiteetin säilyminen otetaan huomioon metsänhoidossa. Luonnonsuojeluohjelmiin kuuluvien alueiden hankintaa onkin tarkoitettu nopeuttaa huomattavasti lähivuosina.

Ympäristöministeriön työryhmä esitti maaliskuussa 1994 oman ohjelmansa Suomen metsäluonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi. Ohjelma keskittyi pohtimaan luonnonsuojelualueiden vähäisen määrän vaikutuksia metsille ja esittämään parannuksia tästä johtuviin ongelmiin. Lähtökohtana työryhmän esityksessä olivat riittävän laajat ja ekologisesti yhtenäiset alueet, mikä turvaisi lajien säilymisen. Siten esimerkiksi vanhojen metsien suojelualueiden minimikooksi työryhmä esitti sataa hehtaaria.

3.5 *Metsien tilastoinnin muutospaineet*

Suomen metsien tilasta on saatavilla luotettavaa tietoa 1920-luvulta lähtien, jolloin maan metsävaroja ryhdyttiin kartoittamaan koko maan kattavasti. Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventoinnit (VMI) koskevat kaikkia maan metsiä mukaan lukien luonnonsuojelualueet. Ensimmäisen kerran Suomen metsät inventoitiin vuosina 1921–24 ja toisen kerran 1936–38. Kolmas inventointi suoritettiin vuosina 1951–53 ja neljäs 1960–63. Viides valtakunnallinen metsien inventointi (VMI 5) tehtiin vuosina 1963–70, VMI 6 vuosina 1970–76, VMI 7 vuosina 1977–84 ja VMI 8 vuosina

Suojellun metsämaan osuus pitäisi myös nostaa 2,6 prosentista viiteen prosenttiin, mikä maksaisi arviolta viisi miljardia markkaa. Etelä-Suomen metsissä prosenttiluku viisinkertaistuisi, mutta olisi silti vain 2,5 prosenttia kaikesta kasvullisesta metsämaasta.

Ohjelmassa metsät on jaettu neljään vyöhykkeeseen kasvillisuuden perusteella ja jokaiselle vyöhykkeelle on määritelty tärkeimmät suojelua vaativat metsätyypit. Suojelua kaipaavat varsinkin lehdot sekä harjujen, rannikoiden ja yksityismetsien vanhat metsät. Kustannuksiltaan kalliiden luonnonsuojelualueiden tarvetta voitaisiin ministeriön asettaman työryhmän mielestä vähentää luomalla talous- ja luonnonsuojelumetsien välille uusi metsätyyppi, ns. luonnonarvometsä. Luonnonarvometsät perustettaisiin valtion maille luonnonsuojelualueiden läheisyyteen ja ne olisivat suojeltujen metsäalueiden välisiä ekologisia käytäviä ja turvaisivat lajiston leviämismahdollisuudet. Käytännössä talousmetsiä ennallistettaisiin muun muassa kulottamalla ja antamalla metsän sen jälkeen kehittyä itseksensä. Ennallistamisella tarkoitettaisiin nimenomaan metsien palauttamista luonnontilaan.

1986–94. Yhdeksäs valtakunnan metsien inventointi aloitettiin kesällä 1996.

Valtakunnan metsien inventoinnit ovat perustuneet maastoon systemaattisesti sijoitetuilla koealoilla suoritettuihin mittauksiin. Kahdeksannessa inventoinnissa koealat on keskitetty 21 koealan lohkoiksi, joiden välinen etäisyys on pohjois-eteläsuunnassa kahdeksan kilometriä ja itä-länsisuunnassa seitsemän kilometriä. Metsien terveydentilaa on valtakunnan metsien inventoinneissa seurattu vasta vuodesta 1985 alkaen. Lisäksi Metsäntutkimuslaitos on

tuottanut harsuuntumistietoja vuosittain vuodesta 1986 lähtien. Metsien terveydentilaa on seurattu VMI 8:n kertakoealoilla sekä pysyvillä koealoilla, joita perustettiin vuosina 1985–86 yhteensä 3 009 kappaletta. Osalla pysyvistä koealoista, 450 koealalla, on tehty mittauksia vuosittain vuodesta 1986 alkaen. (Metsätilastollinen vuosikirja 1993, s. 31, 69)

Metsäntutkimuslaitoksen julkaiseman Metsätilastollisen vuosikirjan tilastot kuvaavat nykyisin Suomen metsävarantoa, työvoiman käyttöä metsätaloudessa, raakapuun kuljetuksia, puunkäyttöä, metsäteollisuuden tuotantoa ja ulkomaankauppaa. Ongelmana valtakunnallisen metsien inventoinnin tuottaman tiedon kohdalla on vuosittaisten tietojen puuttuminen. Itsenäisen Suomen elinaikana maan metsät on siis inventoitu vasta kahdeksaan kertaan. Laskettaessa vihreää kansantuloa tarvitaan kuitenkin välttämättä vuosittaisia tietoja tärkeimmistä luonnonvaroista, siis myös metsistä. Tämän takia Metsäntutkimuslaitoksen tuottamat tiedot on muutettava vuosittaisiksi tiedoiksi, jotta niitä voidaan hyödyntää.

Suomessa ensimmäinen tilinpitomuotoinen luonnonvaratarkastelu laadittiin metsäsektorilta vuonna 1992. Tämä Tilastokeskuksessa laadittu puuainestilinpito kuvaa Suomen metsien puuvarantoa, sen kasvua ja poistumaa vuosina 1980–1990. Lisäksi kuvauskohteena on korjattu raakapuun muunto metsäteollisuudessa ja käyttö muilla toimialoilla ja kotitalouksissa. Tilinpito sisältää myös tiedot raakapuun puuaineksen sitoutumisesta metsäteollisuuden välituotteisiin, valmistisiin, polttopuuhun ja puu-

jätteisiin. Mittayksikkönä tilinpidossa käytetään kiintokuutiometriä.

Puuainestilinpidon suurin puute on ettei se ota huomioon metsien käyttöä muuhun kuin puun tuotantoon. Sellaisenaan se on riittämätön käytettäväksi kestävänsä metsätalouden kuvaamiseen ja vihreän kansantulon laskentaan. Puuainestilinpitoa täytyy siis täydentää tiedoilla metsien muista käyttömuodoista ja niiden monimuotoisuuden kehittymisestä. Nämä tilastointitarpeet ovat seurausta uudesta metsänhoitopolitiikasta ja yhteiskunnan metsävarojen hoitoon liittyvistä vaatimuksista.

Suomessa vastauksia biologisen monimuotoisuuden säilyttämiskysymyksiin on etsitty Suomen ympäristökeskuksen koordinoimassa LUMO- eli luonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelmassa. LUMO-projekti on valtakunnallinen ja monitieteinen puiteohjelma, jonka tulosten perusteella laaditaan myös Suomen maaraportti YK:n kestävänsä kehityksen toimikunnalle vuoden 1996 aikana. (Jäppinen – Väisänen 1993, s. 3, 27)

Myös Metsäntutkimuslaitoksessa on käynnissä tutkimusohjelma, jonka tavoitteena on selvittää metsien monimuotoisuuden käsitettä. Tulosten pitäisi olla valmiina vuonna 1997. Tutkimuksen nimi on "Metsän biologinen monimuotoisuus ja sen dynamiikka sekä menetelmä monimuotoisuuden arvioimiseksi" ja sen tavoitteena on saada aikaan ehdotus menetelmäksi, jonka avulla monimuotoisuuden kokonaiskuvaa ja kehittymistä voidaan seurata.

4 Metsätilinpidon tausta

4.1 Metsien laadun seuraaminen

Luvussa 3 kuvailtiin Suomen metsien kierto- kulku luonnontilassa, kartoitettiin ihmisen toiminnan laaja-alaisimmat vaikutukset metsien tilaan ja näin saatiin selville metsien ekologiseen laatuun vaikuttavat muutokset. Tällä hetkellä Suomessa seurataan puunkasvatuksen lisäksi metsien terveydentilan kehitystä. Mielenkiinnon kohteena ovat erityisesti ilmansaasteiden ja luontaisten tuholaisien vaikutukset metsien terveydentilaan.

Metsäntutkimuslaitoksen (METLA) määrittelemät metsien terveydentilaa kuvaavat mittarit ovat :

1. suoraan puuston tilaa kuvaavat mittarit

- yhteyttävän neulas- ja lehtimassan määrä: harsuuntuminen ja neulasvuosikertojen määrä
- puiden kasvu
- neulasten soluvauriot
- näkyvät oireet neulasissa ja lehvästöissä (väriviat, hätäversot, fertiilisyys)
- neulasten ravinnetila, raskasmetalli- ja rikkipitoisuus

2. välillisesti metsän tilasta kertovat mittarit

- maaperä ja sen muutokset (happamuus, ravinnetila, emäskylläisyysaste)
- kasvillisuusindikaattorit: ns. indikaattori-jäkälien esiintyminen, jäkälien alkuainekoostumus, muu pintakasvillisuus

- muut indikaattorit: esim. hyönteisten laji- ja yleisyysmuutokset sekä värimuutokset.

Metlan arvioiden mukaan Suomen metsien terveydentila on melko hyvin hahmoteltavissa näiden mittareiden avulla. Metsät näyttävät niiden perusteella kärsivän selvästi ilman epäpuhtauksista. Sen sijaan vaikutusmekanismit, laaja-alaisten vaurioiden aste, etenemisnopeus ja torjuntakeinot sekä metsien sietokyky tunnetaan vielä puutteellisesti. Metlan tutkijoiden käsitysten mukaan metsien elinvoimaisuuden turvaaminen onnistuu tulevaisuudessa vain päästöjä voimakkaasti vähentämällä. Metsänhoidollisilla keinoilla metsien kesto- kykyä ilman epäpuhtauksia ja tuhoja vastaan voidaan parantaa vain rajoitetusti. Nämä kei- not ovat myös suurten kustannusten takia epä- taloudellisia.

Suomen metsien biodiversiteetin säilyttämi- nen edellyttää suomalaisten metsäammatti- laisten melko yksimielisen näkemyksen mu- kaan seuraavia toimenpiteitä:

- (1) vanhojen metsien säilyttämistä
- (2) lehtipuiden osuuden lisäämistä
- (3) lehto- ja rantametsien säästämistä
- (4) kuolleiden puiden jättämistä metsiin
- (5) kulotuksen lisäämistä
- (6) kosteikkojen ja muiden vastaavien alueiden säästämistä
- (7) hakkuualueiden pienentämistä
- (8) tärkeinä pidettyjen eliölajien suojelua
- (9) uhanalaisten lajien elinympäristöjen suojelua.

(Kolehmainen 1994, s.7)

4.2 Metsähallituksen luonnonvarojen seuranta

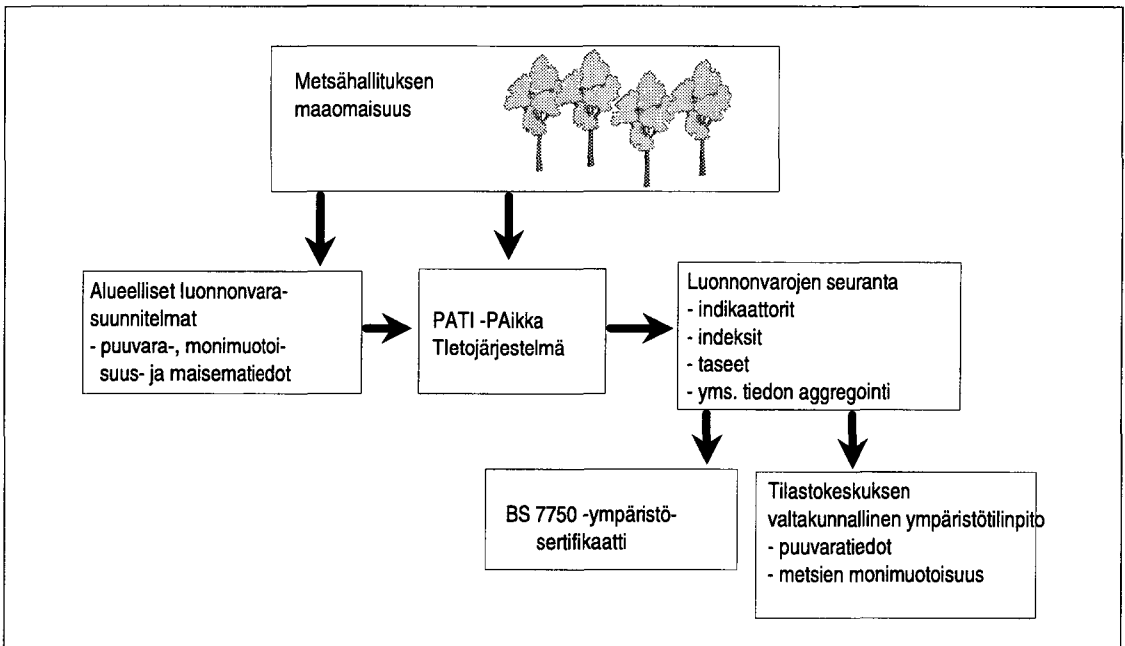
Valtion metsien hoidosta vastaavan Metsähallituksen kehitteillä oleva luonnonvarojen seuranta tulee perustumaan PATI-paikkatietojärjestelmään, joka käsittää tiedot kaikista metsähallituksen hallinnassa olevista maista. PATI-järjestelmän on määrä olla käytössä koko maan kattavasti vuoden 2000 loppuun mennessä puustotietojen osalta. Indikaattoreihin perustuvan luonnonvarojen seurannan kattava käyttö on mahdollista tämän jälkeen. Kuviossa 18 on yleisellä tasolla esitelty Metsähallituksen luonnonvarojen seurantajärjestelmä.

Puustotietojen lisäksi muut luonnon-, virkistys- ja kulttuuriarvot huomioon ottavien alueekologisten suunnitelmien laatiminen käynnistettiin Metsähallituksessa vuonna 1994.

Metsähallitus on päättänyt myös luonnonvarojen seurannan käynnistämisestä ja alueellisten luonnonvarasuunnitelmien laatimisesta paikkatietojärjestelmään perustuen. Selvitys ympäristöasioiden hallintajärjestelmän käynnistämiseksi aloitettiin vuonna 1995 ja sille on tarkoitus hakea ulkopuolinen vahvistus eli sertifiointi vuoden 1997 lopulla. Tämän BS7750-ympäristöstandardiin perustuvan järjestelmän käyttöönotolla Metsähallitus haluaa parantaa ympäristönsuojelun tasoa ja vastata markkinoilta puuntuotannon ekologisuuteen kohdistuviin vaatimuksiin. (Kukko 1996, s. 29–31, 41)

Tilastokeskus saa tulevaisuudessa metsätilinpidoissa tarvitsemansa tietoaineiston valtion

Kuvio 18. Metsähallituksen luonnonvarojen seuranta



metsien tilasta Metsähallitukselta. Myöhemmin vastaavat tiedot yksityismetsistä on mahdollista hankkia Metsäkeskus Tapion kautta. Metsähallituksen tarkoituksena on seurata luonnonvarojen seurannan avulla sen hallinnassa olevien alueiden kehitystä esitutkimuksen mukaan. Seurattavat kokonaisuudet muodostuvat useista eri muuttujista seuraavasti:

1. Maan tuotantomahdollisuudet
 - 1.1 Maan pinta-ala eri kasvillisuusalueilla
 - 1.2 Kasvupaikkatyypijakauma
 - 1.3 Metsien terveyden tila ja tuhot
2. Biodiversiteetti ja luonnonmukaisuus
 - 2.1 Suojeltujen metsien osuus koko metsäalasta
 - 2.2 Erilaisten elinympäristöjen määrät
 - 2.3 Uhanalaisten lajien määrät
 - 2.4 Elinympäristöjen muutos
 - 2.5 Monimuotoisuuden kannalta tärkeän puuaineksen määrä
 - 2.6 Luontaisen uudistamisen osuus kokonaisuudistusalasta
 - 2.7 Vanhojen metsien muodostamat yhtenäiset kokonaisuudet
3. Metsien virkistysarvo
 - 3.1 Virkistykseen varattujen alueiden

- pinta-ala ja lukumäärä
- 3.2 Muiden virkistyksellisesti arvokkaiden alueiden pinta-ala
- 3.3 Virkistysalueiden puusto
- 3.4 Virkistyskäytön käyttöaste maksimikapasiteetista
- 3.5 Maisemametsien määrä
- 3.6 Vesien käyttökelpoisuus virkistykseen

4. Sivutuotteet
 - 4.1 Marjat ja sienet
 - 4.2 Jäkälä
 - 4.3 Riista
 - 4.4 Poro
 - 4.5 Kala
5. Ympäristön tila
 - 5.1 Ilmanlaatu
 - 5.2 Pintavesien käyttökelpoisuus
 - 5.3 Metsien terveydentila ja tuhot

Kunkin kokonaisuuden indeksiarvo koostuu 3–7 erilaisesta muuttujasta, joiden indeksiarvojen perusteella lasketaan kokonaisuuden osaindeksi. Perusvuotta merkitään luvulla 100. Positiivinen muutos nostaa indeksin arvon yli 100: ja negatiivinen laskee sen alle 100:n.

4.3 Ruotsin metsäindikaattorit ja -tilinpito

Ruotsissa huomattiin biodiversiteetin keskeinen merkitys kestäväälle metsätaloudelle jo muutama vuosi ennen Suomea. Maassa on myös lähdetty määrätietoisesti kehittämään uudenlaista, kestäväää metsäpolitiikkaa. Ruotsissa maalle sopivaa ympäristötilinpitojärjestelmää ryhdyttiin kehittämään keväällä 1992. Tuolloin Ruotsin tilastokeskus (Statistiska centralbyrå, SCB) sai tehtäväksi kehittää fyysisen ympäristötilinpidon sekä kehittää ja täydentää ympäristötilastojaan. Konjunkturi-instituutti (KI) sai tehtäväksi selvittää tärkeimmät

talouden ja ympäristönväliset vuorovaikutussuhteet sekä tutkia ja kehittää rahamääräisen ympäristötilinpidon. Ehdotuksen Ruotsin ekosysteemien tilaa ja niissä tapahtuvia muutoksia kuvaavaksi ympäristöindeksijärjestelmäksi sai tehtäväkseen Ruotsin Luonnon-suojelulaitos (Sveriges Naturvårdsverket, SNV).

Esitys metsien tilaa kuvaaviksi ympäristöindekseiksi valmistui huhtikuussa 1993. Sen ovat laatineet maan hallituksen toimeksian-

nosta Luonnonsuojelulaitos, Ruotsin tilastokeskus (SCB) ja Maatalousyliopiston metsäinventointilaitos (Sveriges lantbruksuniversitets institution för skogstaxering). Kehitystyössä on ollut mukana myös Ruotsin metsähallitus (Skogsförstyrelsen). Lähtökohdana työssä on ollut kehittää erityisesti biologisesta monimuotoisuudesta ja uusiutuvien luonnonvarojen tilasta kertovia indikaattoreita ja indeksejä. (Söderberg-Fridman 1993, s. 1–2)

Ruotsin ehdotuksessa ympäristöindikaattorit on jaettu kolmeen erilaiseen luokkaan: metsämaan tuotantomahdollisuuksiin, biologiseen monimuotoisuuteen ja ihmisten reagointiin esteettisiin arvoihin. Metsämaan tuotantomahdollisuudet ovat lähinnä riippuvaisia ilmansaasteiden vaikutuksista. Jälkimmäinen on riippuvainen ihmisten kokemuksista ja havainnoista maisemasta sekä muusta metsien tilasta. Indikaattoreiden laskentaan tarvittava aineisto on Ruotsissa saatu maan valtakunnallisista metsäinventoinneista. Aineistoa on pidetty sopivana indikaattoreiden laskentaan, koska se on ajallisesti edustava. Ehdotus indikaattoreiksi on esitetty taulukossa 1.

Ekosysteemien jakaminen alueisiin voi tietyissä tapauksissa olla tarpeellista. Näin on esimerkiksi silloin kun positiivinen kehitys jossain maan osassa kumoutuu jonkin toisen osan negatiivisen kehityksen takia. Ehdotuksessa Ruotsi on jaettu neljään osaan Etelä-Ruotsiin (Götaland), Keski-Ruotsiin (Svealand), Etelä-Norlantiin ja Pohjois-Norlantiin.

Metsämaan tuotantomahdollisuuksien laskentaan on olemassa tiedot harvennettujen metsien metsätyypeistä ja harsuuntuneista männystä. Vuosina 1985–87 metsäinventoinneissa laskettuja muuttujien keskiarvoja pidetään perusarvoina ja niitä merkitään indeksillä 100. Vuosien 1988–91 arvot on laskettu prosentteina tästä arvosta. Indeksit vuosille 1988–91 on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 1.
Ruotsin luonnos metsien indikaattoreiksi

Indikaattori	Metsämaan tuotantomahdollisuudet	Biologinen monimuotoisuus	Virkistyselliset ja esteettiset arvot
Harsuuntuminen	X		
Maan Ca/Al-osuus	X		
Maaperän kationikapasiteetti	X		
Maaperän emäksisyysaste	X		
Puuston tilavuuskasvu	X		
Jäkälien esiintyminen	X	X	
Pintakasvillisuus	X	(X)	(X)
	Indeksi		
Lehtipuiden tilavuus		X	X
Lehtipuusekoitus		X	X
Järeät puut		X	X
Vanhat metsät	X	X	
Kuivat puut (kelot yms.)		X	X
Suometsät		X	
Metsän omistusluokka	X	X	
Hakkuissa säästetyt puut		X	X
Hakkuualueiden koko		(X)	X
		Indeksi	Indeksi

(Söderberg-Fridman 1993, s. 20–21)

Metsien virkistysarvoa kuvaavat indeksit perustuvat hakkuissa pystyyn jätettyjen puiden määrien muutoksiin ja puhtaiden kuusimetsiköiden määrän muutoksiin. Taulukon 3 indeksit ilmaisevat suhteellista muutosta vuosien 1985–87 arvoihin nähden.

Biologinen monimuotoisuuden laskenta perustuu lehtipuuvarannon muutoksiin ja harvenushakkuiden, joissa on jätetty säästetty lehtipuita, määrään. Monimuotoisuuden kehitys vuosina 1988–1991 on esitetty taulukossa 4.

Taulukoiden 2, 3 ja 4 perusteella voidaan laskea koko Ruotsin metsäindeksit vuodelle

Taulukko 2.
Ruotsin metsämaan tuotantomahdollisuuksien indeksi

	1988	1989	1990	1991
Harvennusmetsien metsätyyppi				
Pohjois-Norlanti	123	102	126	179
Etelä-Norlanti	114	169	126	129
Keski-Ruotsi	89	102	121	119
Etelä-Ruotsi	108	119	104	113
Koko maa	102	112	113	123

0–20 prosenttia harsuuntuneet 61–80 vuotiaat männyt

	1988	1989	1990	1991
Pohjois-Norlanti	94	104	86	85
Etelä-Norlanti	94	108	85	111
Keski-Ruotsi	98	96	80	93
Etelä-Ruotsi	101	87	86	92
Koko maa	97	98	84	97

(Söderberg-Fridman 1993, s. 16)

Taulukko 3.
Ruotsin metsien virkistysarvoindikaattorin kehitys

	1988	1989	1990	1991
Hakkuissa säästetyt läpimitaltaan yli 10 cm puut				
Pohjois-Norlanti	96	80	94	76
Etelä-Norlanti	80	111	171	97
Keski-Ruotsi	76	139	109	94
Etelä-Ruotsi	68	83	75	105
Koko maa	84	98	105	91

Puhtaat kuusimetsiköt nuorissa metsissä ja istutus-, sekä harvennusmetsissä

	1988	1989	1990	1991
Pohjois-Norlanti	87	65	80	95
Etelä-Norlanti	97	111	129	90
Keski-Ruotsi	111	102	102	125
Etelä-Ruotsi	91	94	95	95
Koko maa	94	92	101	99

(Söderberg-Fridman 1993, s. 16)

Taulukko 4.
Ruotsin metsien biologisen monimuotoisuuden kehitys

	1988	1989	1990	1991
Lehtipuuvaranto				
Pohjois-Norlanti	105	107	106	102
Etelä-Norlanti	97	92	98	106
Keski-Ruotsi	96	106	102	109
Etelä-Ruotsi	103	96	105	107
Koko maa	101	100	104	108

Harvennusmetsä jossa enemmän kuin 20 prosenttia lehtipuita

	1988	1989	1990	1991
Pohjois-Norlanti	106	99	102	98
Etelä-Norlanti	106	108	101	113
Keski-Ruotsi	84	99	90	95
Etelä-Ruotsi	108	109	104	105
Koko maa	102	104	100	103

Nuorissa ja harvennusmetsissä olevat yli 30 cm paksut männyt ja lehtipuut

	1988	1989	1990	1991
Pohjois-Norlanti	127	110	125	96
Etelä-Norlanti	94	96	90	85
Keski-Ruotsi	116	96	93	103
Etelä-Ruotsi	96	98	105	118
Koko maa	102	95	101	105

Koskemattomat vanhat metsät

	1988	1989	1990	1991
Pohjois-Norlanti	80	68	68	58
Etelä-Norlanti	91	91	77	84
Keski-Ruotsi	63	100	91	88
Etelä-Ruotsi	106	99	86	107
Koko maa	83	85	77	78

Yli 10 cm paksut kuivat puut hakkuumetsissä ja vanhoissa metsissä

	1988	1989	1990	1991
Pohjois-Norlanti	75	107	94	86
Etelä-Norlanti	99	87	104	94
Keski-Ruotsi	120	116	106	128
Etelä-Ruotsi	89	110	95	88
Koko maa	94	101	98	96

(Söderberg-Fridman 1993, s. 17)

1991. Yhteenvedo näistä osa-alueiden indekseistä on esitetty taulukossa 5.

Taulukossa 5 esitettyjen tulosten mukaan ympäristön huonontumista on tapahtunut kaikilla tutkituilla osa-alueilla. Suurin muutos on tapahtunut metsämaan tuotantomahdollisuuksien kohdalla. Tämä johtuu valituista muuttujista, jotka mittaavat hyvin ilmansaasteiden suoraa vaikutusta metsiin. Molempien indikaattoreiden kohdalla vuosivaihtelut ovat suuria, mutta yleistrendi on laskeva. Pienintä muutos on ollut biologisen monimuotoisuuden kohdalla. Osaindeksin arvo on ollut 96,4 vuonna 1988, 97 vuonna 1989, 96 vuonna 1990 ja 97,2 vuonna 1991. Suurin vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen on ollut metsän hyödyn-tämisellä.

Taulukko 5.
Ruotsin osaindeksien arvot vuonna 1991

	Arvo	Indeksi
Maaperän emäksisyysaste	—	—
Metsätyyppi	123	77
Harsuuntuminen	97	97
Osaindeksi (2 indikaattoria 3:sta)		87
<i>Biologinen monimuotoisuus</i>		
Lehtipuuvaranto		108
Lehtipuiden osuus		99
Järeät puut		105
Koskemattomat vanhat metsät		78
Kuivat puut (kelot yms.)		96
Osaindeksi		97,2
<i>Reaktiiviset arvot ja ihmisten kokemukset</i>		
Hakkuissa säästetyt puut	91	91
Puhtaat mäntymetsät	91	101
Osaindeksi		96

(Söderberg-Fidman 1993, s. 22)

Laskelmassa kaikkien indikaattoreiden paino-kerroin on ollut yksi. Muita painoarvoja on ruotsalaisten mukaan vaikea perustella, vaikka intuitiivisesti voidaan olettaa arvojen olevan erilaisia. Ongelma korostuu, kun metsille lasketaan kokonaisindeksi.

Ruotsissa Konjunkturinstitut (KI) on selvittänyt mahdollisuuksia laatia rahamääräistä ympäristötilinpitoa metsien osalta. Sen avulla olisi mahdollista mitata entistä kattavammin metsäekosysteemeistä saatavaa taloudellista hyötyä eli tässä tapauksessa nettotuotosta. Taulukossa 6 on esitetty Ruotsin metsiin liittyviä rahallisia arvoja.

Taulukon 6 hinnat ovat useissa kohdin pitkälti arvioita. Puuntuotannon arvot ovat peräisin

Taulukko 6.
Kokonaistulot metsävaroista Ruotsissa 1991
(Miljardia Ruotsin kruunua)

Tulolaji	
<i>Puuntuotanto</i>	
Bruttotuotannonarvo	21,30
Tuotannontekijät	-4,30
Puumäärän muutos	5,67
Metsänhoitomenot	-2,04
Yhteensä 1	20,63
<i>Muiden tuotteiden tuotanto</i>	
Marjat	0,41
Sienet	0,30
Jäkälä	0,75
Yhteensä 2	2,20
<i>Muutokset ympäristövaroissa</i>	
Monimuotoisuus	-1,46
Hiilidioksidin sitoutuminen	3,06
Maaperän kationikapasiteetin menetys	-0,98
Jäkälän tuotantomahdollisuuksien menetys	-0,06
Yhteensä 3	0,56
Nettotuotannon arvo	23,39

(SWEEA 1994, s. 53)

kansantalouden tilinpidosta, muu tavara-
tuotanto perustuu tilastoihin kauppaantulo-
määristä ja -hinnoista. Ympäristön tilaan liit-
tyvät arvot on tuotettu arvioimalla nämä hin-
nat insinööri- ja luonnontieteiden keinoin.
Taulukosta puuttuvat metsien käyttö virkis-
tykseen ja sen taloudellinen arvo, joka on käy-
tännössä mahdollista selvittää maksuhaluk-
kuustutkimuksin.

Jotta ilmansaasteiden vaikutukset voitaisiin
arvottaa, tarvitaan tietoja päästöjen ja ympä-
ristövaikutusten välisistä syy-seuraussuhteis-
ta. Syy- ja seuraussuhteiden yhdistäminen yh-

deksi kokonaisuudeksi on ollut Ruotsissa suu-
ri ongelma. Esimerkiksi tuotetut rikkidioksi-
dipäästötiedot kertovat syistä ts. päästöläh-
teistä, mutta eivät niiden vaikutuksesta ympä-
ristön tilaan. Ympäristöindeksijärjestelmä
taas kertoo saasteiden vaikutuksista ympäris-
tön tilaan, mutta ei päästölähteistä. Rahallisen
arvottamisen kautta on tällöin mahdollista
muodostaa käsitys siitä, mitä ympäristön ti-
laan liittyviä ylimääräisiä kustannuksia ta-
loudelliset toimenpiteet todella sisältävät.
Nämä kustannukset realisoituvat tyypillisesti
vasta tulevaisuudessa. (SWEAA 1994, s. 42)

4.4 Suomen metsätilinpidon kuvaus

Suomen metsätilinpidon tarkoituksena on
mahdollistaa metsien osalta ekologisesti kes-
tävän kehityksen mittaaminen ja ympäristö-
varojen arvojen kehityksen seuraaminen sekä
osaltaan mahdollistaa kestävän kehityksen
mittaaminen koko yhteiskunnan tasolla osana
SEEA-ympäristötilinpitoa.

Kuviossa 19 on esitelty metsien tilinpitojär-
jestelmän yleinen rakenne. Tilinpito jakaantuu
fyysisiin määriin perustuviin määrätietoi-
hin ts. luonnonvaratilinpitoon, metsien laatu-
indikaattoreihin ja rahamääräiseen tilinpitoon.
Määrätiedot kuvaavat laajasti metsäekosysteemien
tilaa ja hyödyntämistä. Indikaattorien

Kuvio 19. Suomen metsätilinpitojärjestelmä

Metsätilinpito	Kuvattavat asiat	Kenelle tarkoitettu
Fyysisiin määriin perustuva tilinpito	<ul style="list-style-type: none"> - Puuaines - Hiilen sitoutuminen - Metsäalankehitys - Monimuotoisuustiedot - Virkistystiedot 	Tutkijoille
Metsien laatuindikaattorit	<ul style="list-style-type: none"> - Ekosysteemien indikaattori - Lajien indikaattori - Virkistysindikaattori - Kokonaisindeksi 	Suunnittelijoille
Rahamääräinen tilinpito	<ul style="list-style-type: none"> - Puun hyödyntäminen - Metsän kasvu ja hiilensitoutuminen - Metsän sivutuotteet - Monimuotoisuuden suojelu - Virkistysarvot - Metsien kestävä tulo 	Päätäjille

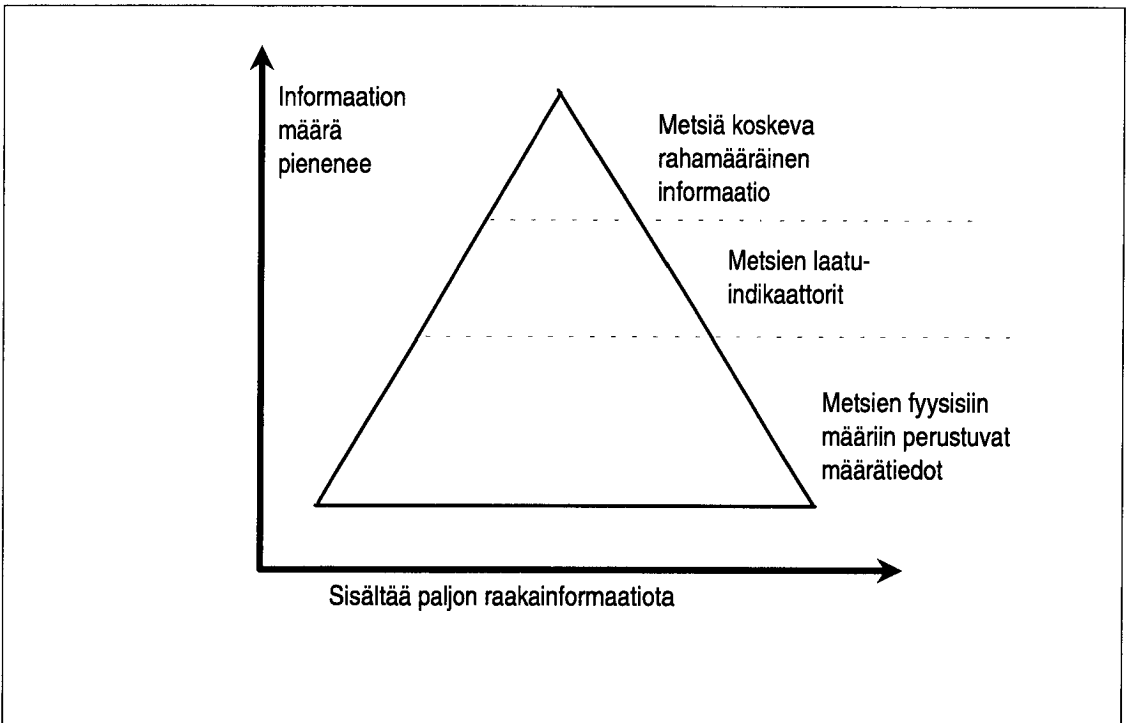
avulla tulee olla mahdollista seurata laajasti kestävyuden eri osien kehitystä. Rahamääräiset tiedot taas antavat pelkistettyä tietoa eräistä tärkeimmistä metsien hyödyntämiseen ja hyvinvointiin liittyvistä seikoista.

Fyysisiin määriin perustuva luonnonvaratilinpito käsittää puuainestilinpidon metsätaseen, metsäekosysteemien monimuotoisuudesta kertovan metsävarantotilin sekä tilastot monimuotoisuuden ja virkistykseen kehittymisestä. Metsien laatuindikaattorit kuvaavat metsäekosysteemin ja lajien monimuotoisuutta, virkistystä sekä kokonaisindeksi metsäekosysteemien kokonaistilaa. Rahamääräinen tilinpito käsittää puun hyödyntämisen, metsänhoidon, hiilensitoutumisen ja metsän sivutuotteiden arvot sekä monimuotoisuuden suojelelun kustannuk-

set ja virkistysarvot. Kuviossa 20 on esitetty näiden tilinpidon osien suhde toisiinsa.

Metsien kestävyyttä arvioitaessa asiantuntijat muodostavat käsityksensä runsaasti "raakadataa" sisältävien ympäristötilastojen ja luonnonvaratilinpitojen avulla. Nämä perustuvat useasti ympäristön eri osien tilasta kertoviin fyysisiin määrätietoihin, jotka on saatu luonnontieteellisin tutkimusmenetelmin. Sen sijaan päättäjille ja tavallisille kansalaisille metsäekosysteemin kokonaistilan kestävyyttä täytyy kuvata muutaman helppotajuisen indikaattorin ja rahamääräisten tietojen avulla. Ne tiivistävät laajan metsiä koskevan informaation kokonaiskuvaksi metsien tilasta ja kehityksestä. Seuraavissa luvuissa kuvataan tarkemmin metsätilinpidon rakennetta.

Kuvio 20. Metsätalinpidon tietojen hyödyntäminen



5 Fyysisiin määriin perustuva tilinpito

5.1 Puuaines- ja hiilitaseet

Suomen metsätalouden perusta on erilaisten metsiin liittyvien luonnonvarojen ja käyttömuotoihin liittyvien fyysisten määrien tilastointi. Näiden tietojen perusteella on mahdollista laatia indikaattoreita, joiden avulla voidaan seurata ekologisesti kestävä kehityksen toteutumista. Tiedot fyysisistä määristä mahdollistavat myöhemmin myös metsiin liittyvien rahamääräisten tietojen tuottamisen. Tällöin voidaan mitata kehityksen ekologista kestävyyttä ja erilaisten metsien käyttömuotojen arvoja metsiin liittyvien taloudellisten arvojen avulla.

Yhtenä keskeisenä osana uuteen metsätalouteen kuuluu puuainestilinpiton metsätase. Se kertoo kuinka paljon Suomen metsissä on puuainesta jaettuna puulajeittain mäntyyn, kuuseen ja lehtipuihin vuoden ensimmäisenä ja viimeisenä päivänä. Lisäksi se ottaa huomioon varannon lisäyksen ja poistuman. Suomen metsätase perustuu 1970-luvulta peräisin olevaan vastaavaan norjalaiseen esikuvaansa, jonka avulla tilastoitiin luonnonvarojen määriä. Suomen metsätase vuodelle 1990 on esitetty taulukossa 7.

Metsätaseesta tekee tärkeän tilanne, jossa talousmetsiä käytetään pääasiallisesti puuntuo-

tantoon. Metsien muut käyttömuodot ovat kuitenkin 1990-luvun alussa tulleet entistä tärkeämmiksi yhteiskunnallisen asennemuutoksen myötä ja metsätalouden siirtyessä osaltaan vaalimaan monimuotoisuutta. Eräs käyttömuoto, jonka tärkeys on huomattu vasta viime vuosina, on metsien hiilensitomiskapasiteetti.

Metsät ovat merkittäviä hiilen sitoja ja ne estävät osaltaan maailmanlaajuisen kasvihuoneilmaston voimistumista. Tutkimusten mukaan eniten hiiltä sitovat nuoret kasvuvaiheessa olevat metsät. Metsien vanhetessa hiilen sitoutumis- ja vapautumismäärät lähestyvät toisiaan. Vanhoissa kliimaksivaiheen saavuttaneissa metsissä hiiltä sitoutuu ja vapautuu yhtä paljon. Yleensä luonnonsuojelijat ja ympäristöhallinto kuitenkin haluavat vanhojen metsien suojelua niiden monimuotoisuuden takia. Kasvihuoneilmaston hidastamisen kannalta vanhojen metsien hakkuut ja kestävien tuotteiden valmistaminen tästä puumateriaalista sekä uuden metsien istuttaminen lisäävät hiilen kokonaissitoutumista metsään.

Taulukko 7.
Suomen metsätase 1994 (Tuhatta kiintokuutiometriä)

	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	2 006 300	937 000	704 600	364 700
Vuosikasvu	81 000	39 000	26 000	16 000
Nettohakkuut	55 000	20 900	24 900	9 200
Metsäjättepuu	5 200	1 400	1 600	2 200
Luonnonpoistuma	1 300	600	400	300
Varanto 31.12.	2 025 800	953 100	703 700	369 000

Metsien kasvun sitomaa hiiltä on varastoituneena metsäekosysteemin lisäksi myös hakatuista puista valmistettuihin erilaisiin tuotteisiin. Mitä pidempi puutuotteiden ja -jalosteiden elinkaari on, sitä suurempia hiilivarastoja ne ovat. Parhaiten hiili säilyy sahatavarassa ja rakennusmateriaaleissa, joiden lahoamisaika on 80 vuoden tietämällä. Sen sijaan paperituotteiden ja kartongin sisältämän hiilen vapautumisaika ovat keskimäärin vain kaksi vuotta. Osa paperi- ja kartonkituotteista tosin säilyy mm. kirjastoissa ja arkistoissa jopa useita satoja vuosia. Poltettaessa puuaineksen sisältämä hiilidioksidi vapautuu välittömästi.

Runkopuuston hiilitase on laskettu taulukossa 8 esitetyn metsätaseen perusteella Karjalaisen ja Kellomäen (1991) tutkimuksessa esitettyjen kertoimien avulla. Männyn kuiva-ainepitoisuus on laskettu kertoimella 409 kg/m^3 , kuusen 387 kg/m^3 ja lehtipuiden $488 \text{ kg kuiva-ainetta/m}^3$ puuta. Männyn ja kuusen kuiva-aineen hiilisisältö on laskettu kertoimella $0,519039 \text{ kg C/kg kuiva-ainetta}$ ja lehtipuun kertoimella $0,504669 \text{ kg C/kg kuiva-ainetta}$. Laskentakaava on runkopuun määrä kiintokuutiometreinä kertaa puulajin kuiva-ainepitoisuus kertaa puulajin kuiva-aineen hiilisisällön kerroin. (Seppälä – Siekkinen 1993, s. 20)

Vaikka runkopuuhun sitoutuu taulukon 8 mukaisesti merkittävästi hiiltä, on sen osuus kuitenkin mm. Karjalaisen ja Kellomäen tutki-

muksen mukaan Suomessa koko metsäekosysteemiin sitoutuneesta hiilestä vain 15 prosenttia. Suurin osa eli 73 prosenttia hiilestä oli sitoutuneena maaperään (0–30 cm:n syvyyteen). Puiden juurien osuus hiilivarannosta on kuusi ja oksien neljä prosenttia, neulasten ja lehtien yksi sekä pintakasvillisuuden yksi prosentti. Vuonna 1990 metsien maaperään ja kasvillisuuteen oli sitoutunut hiiltä 2 800 miljoonaa tonnia. Soiden turvemaahan oli sitoutunut arviolta 640 miljoonaa tonnia hiiltä. Soiden turpeen muodostuminen sitoo vuosittain lähes 0,8 miljoonaa tonnia hiiltä ja turpeen nostossa poistuu noin 5,3 miljoonaa hiilitonnia vastaava määrä turvetta. Arvioiden mukaan soiden ojitukset vähentävät osaltaan hiilidioksidin sitoutumista.

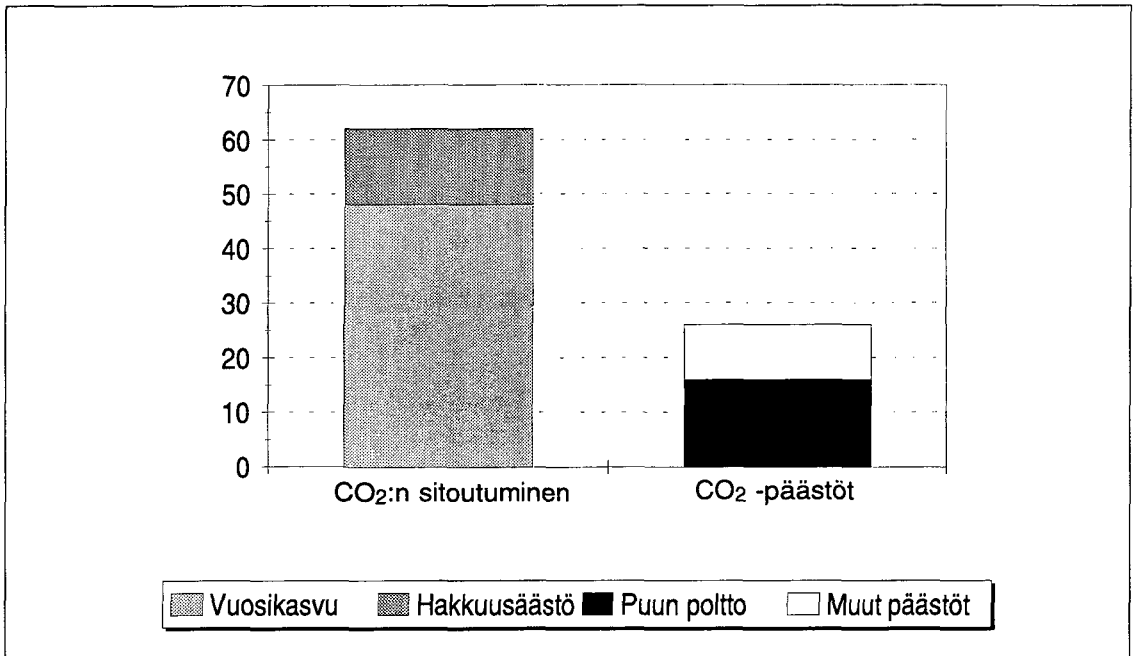
Hiilivarantoa lisäävien tekijöiden, metsäteollisuuden tuotteisiin sitoutuneen puumassan ja sen hiilisisällön elinkaaria sekä hiilen vapautumisesta eli varannon vähentymisestä, on vaikea esittää luotettavia arvioita.

Kuvion 21 mukaisesti metsien runkopuun kasvu sitoo noin viidenneksen hiilidioksidipäästöistä. Selvästi eniten metsien kasvuun hiiltä sitoutuu, kun metsät ovat tehokkaan metsänhoidon takia ikärakenteeltaan nuoria ja voimakkaassa kasvuvaiheessa. Metsien hoidon eräänä lähtökohtana on pidetty sitä, että luonnontilaisissa ja kestäväen metsätalouden periaatteiden mukaan hoidetuissa metsissä hiilen kierron tulisi olla pitkällä aikavälillä tasapainossa.

Taulukko 8.
Suomen runkopuuston hiilidioksiditase 1994 (1000 tonnia hiiltä)

	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	430 262	198 913	141 532	89 818
Vuosikasvu	18 623	8 279	6 403	3 941
Nettohakkuut	11 704	4 437	5 002	2 266
Metsäjättepuu	1 160	297	321	542
Luonnonpoistuma	282	127	80	74
Varanto 31.12.	434 558	202 331	141 351	90 877

Kuvio 21. Suomen metsäsektorin hiilidioksiditase vuonna 1993 (miljoonaa tonnia)



5.2 Metsävarantotili

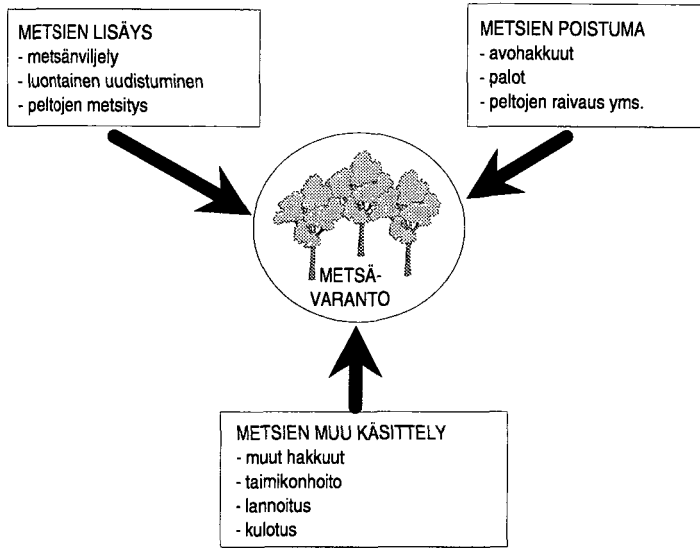
Metsävarantotilin yleinen rakenne seuraa pitkälti metsätaseen rakennetta. Tämä on tärkeää, jotta niiden tiedot olisivat myöhemmin sovitettavissa yhteen. Metsäekosysteemin monimuotoisuutta on tarkasteltu suhteessa ihmisen toiminnan aikaansaamaan metsäluonnon yksipuolistumiseen. Metsien poikeamaan luonnontilasta vaikuttavat eniten kuviossa 22 esitetyt tekijät.

Tärkeimmät metsän rakenteeseen vaikuttavat tekijät ovat (a) metsänhoidollisia, kuten taimikonhoito, lannoitus, metsänviljely ja hakkuut, ja (b) metsää pysyvästi muuttavat toimenpiteet, kuten metsien raivaus ja soiden ojitus. Kuvion 21 perusteella laaditun metsävarantotilin tarkoituksena on toimia metsien yleisenä kuvauksena.

Suomen metsävarantotili vuodelle 1994 on esitetty taulukossa 9. Metsävarantotili kertoo metsäalan vuoden 1994 alussa ja lopussa sekä eri muutosten suuruudet. Lisäksi jokaisesta muuttujasta on ilmoitettu paljonko se oli varannosta 1.1. ja toisaalta paljonko muuttuja on muuttunut vuodesta 1970. Muutos on ilmoitettu indeksinä siten, että arvon 100 ylittävä luku ilmaisee muuttujan arvon kasvaneen ja arvon 100 alittava luku arvon laskeneen.

Metsävarantotili kertoo metsissä kunkin vuoden aikana ihmisen toimesta tapahtuneista muutoksista. Näiden tietojen avulla on mahdollista laatia luvussa 6 esitellyt indikaattorit. Suomen metsävarantotilit vuosille 1990–1994 ovat tilastoliitteessä.

Kuvio 22. Metsäpinta-alan muutokseen vaikuttavat tekijät



Taulukko 9.
Metsävarantotili vuonna 1994

	Metsätalouden käyttötarkoitukset (ha)	Prosenttia varannosta 1.1	Indeksi 1970=100
Varanto 1.1.	26 276 000	100,00	98,30
Talousmetsiä	21 762 393	82,80	90,79
Puuntuotannon raj.	1 620 000	6,16	68,03
Suojelualueita	2 893 607	11,01	763,49
Lisäys	116 801	0,44	80,65
Metsänviljely	108 000	0,41	78,15
Istutus	79 500	0,30	74,37
Kylvö	28 500	0,11	91,05
Peltojen metsitys	8 801	0,03	132,67
Kokonaispoistuma	148 900	0,57	115,44
Avohakkuut	147 200	0,56	130,27
Palot ja kulot	1 700	0,01	43,32
Muu poistuma
Metsien muu käsittely	584 403	2,22	48,79
Harvennushakkuut	259 500	0,99	120,70
S&S-hakkuut	71 000	0,27	73,96
S&S-poisto	50 000	0,19	29,76
Muut hakkuut	14 800	0,06	19,73
Taimikonhoito	164 500	0,63	97,86
Ojitus	16 900	0,06	5,82
Lannoitus	6 003	0,02	3,25
Kulotus	1 700	0,01	188,89
Varanto 31.12	26 243 900	99,85	98,18

.. = ei tiedossa
(S&S = suojus- ja siemenpuu)

5.3 Virkistystiedot

YK:n Euroopan talouskomission ECE:n ja maatalousjärjestön FAO:n vuonna 1985 keräämien tietojen mukaan metsämaan virkistysarvot ovat Pohjoismaissa suuria. Suomen metsistä 55,9 prosentin virkistysarvoa pidetään merkittävänä. Virkistyskäytöksi on tällöin katsottu käveleminen, vaeltaminen, leiriytyminen, metsästys ja muu vastaava virkistäytyminen.

Virkistykseen tilastoinnin tavoitteena on laajentaa kuvaa metsien monikäytöstä ja erityisesti virkistysarvoista. Ongelmana on virkistystä mahdollisimman edustavasti ja kattavasti kuvaavien muuttujien valinta. Tällä hetkellä on saatavissa tietoja muun muassa metsästyseen käytetystä ajasta, varoista ja saaliista sekä kansallispuistojen kävijämääristä.

Taulukko 9.
Arviot kansallispuistojen kävijämääristä

	Metsähallitus	Metsäntutkimuslaitos
1987	153 000*)	160 000
1988	186 300*)	165 000
1989	214 000*)	225 000
1990	268 000*)	225 000
1991	319 000**)	180 000
1992	358 000**)	160 000
1993	388 000**)	300 000
1994	495 000	320 000
1995	668 000	295 000

*) opastuskeskuksissa käyneet,

**) alueilla yöpyneet.

Lähde: Metsähallitus ja Metsäntutkimuslaitos

Tässä työssä lähtökohtana on ollut, että ekologisesti arvokas metsä on myös virkistykseen kannalta arvokas. Ehto täyttyy, kun metsä on monimuotoinen ts. maisemaltaan vaihteleva ja eläimistöltään runsas niin, että sinne kannattaa lähteä metsästämään, marjastamaan tai vain vaeltelemaan. Taulukossa 9 on esitetty kansallispuistojen kävijämäärät.

Luonteeltaan metsästys on harrastus, josta ei yleensä haeta taloudellista hyötyä. Ainoastaan noin 10 prosentille metsästäjistä tai heidän talouksistaan saaliilla on paljon tai erittäin paljon taloudellista hyötyä, vain noin neljä prosenttia metsästäjistä saa tuloja saaliin tai metsästysmahdollisuuksien myynnistä. Metsästyksen motiiviksi 21 prosenttia metsästäjistä ilmoitti Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen selvityksessä luonnon läheisyyden kokemisen, 17 prosenttia arjesta irtautumisen, rentoutumisen 15 prosenttia ja eläinten käyttäytymisen ja luonnon tuntemisen halun 12 prosenttia. Saaliin ilmoitti motiiviksi vain kolme prosenttia. (Ermla-Leinonen 1995a, s. 9 ja 1995b, s. 43) Metsästyksen harrastajia on Suomessa arviolta 290 000, joista yli 200 000 osallistuu jänisjahtiin, lintuja metsästää 170 000 ja hirvenmetsästyseen osallistuu 100 000 henkeä. Vuonna 1994 metsästyskortin oli lunastanut 295 000 henkeä.

Virkistystilien kehittäminen on lähinnä hinnoitteluongelmista johtuen vielä kesken. Tarkoituksena on kuitenkin että virkistystilit antavat tulevaisuudessa mahdollisimman kattavan kuvan metsien erilaisista virkistysarvoista.

6 Metsien laatuindikaattorit

6.1 Rasitusindikaattori

Kuten luvussa 3.1 todettiin, katsottiin Rion kokouksessa biodiversiteetin ilmenevän geneettisenä, lajien sisäisenä ja ekosysteemien monimuotoisuutena. Edelleen voitiin olettaa geneettisen monimuotoisuuden säilyvän kunnan vain kahdesta jälkimmäisestä monimuotoisuuden lajista huolehditaan. Siten tilastojen tulee kuvata lähinnä ekosysteemien monimuotoisuutta poikkeamana luonnontilasta ja lajien sisäistä monimuotoisuutta niiden elinympäristöjen runsauden avulla. Käytännön syistä joudutaan valitsemaan jokin perusvuosi, johon kunkin vuoden tilannetta verrataan. Täksi perusvuodeksi on valittu vuosi 1970, jonka arvoa jatkossa merkitään luvulla 100. Työn lähtökohtana on ollut indikaattoreiden laatiminen olemassaolevia tietoaineistoja käyttämällä ja yhdistelemällä.

Taulukossa 9 esitelty metsävarantotili ottaa huomioon kohdassa "metsien muu käsittely" metsänhoidolliset toimenpiteet, mutta niillä ei ole vaikutusta varannon suuruuteen. On kuitenkin selvää, että metsänhoidollisilla toimenpiteillä on suuri vaikutus metsien laatuun. Kuviossa 23 on esitetty metsänhoidon luonnolle

aiheuttamaa rasitusta kuvaava metsien rasitusindikaattori, joka on laskettu avohakkuiden, metsänviljelyn, taimikonhoidon ja lannoitusalojen kehityksen mukaan. Laskenta-kaava on seuraava:

$$Rasitus = \left(\frac{I^{av} + I^{mv} + I^{th} + I^{ln}}{4} \right)$$

jossa

I^{av} on avohakkuiden pinta-alaa kuvaava indeksi,
 I^{mv} on metsän viljelyalaa kuvaava indeksi,
 I^{th} on taimikonhoitoalaa kuvaava indeksi ja
 I^{ln} on lannoitusalan kehitystä kuvaava indeksi.

Kuten kuviossa 23 huomataan, lisääntyi metsänhoidollisten toimenpiteiden metsiä kohdistama rasitus vuodesta 1970 aina vuoteen 1976 asti, jolloin rasitus oli huipussaan. Tämän jälkeen rasitus on jatkuvasti vähentynyt. Vuoden 1970 taso alitettiin ensimmäisen kerran vuonna 1985 ja vuonna 1992 rasitus oli enää reilut 70 prosenttia vuoden 1970 tasosta.

6.2 Monimuotoisuuden indikaattorit

Monimuotoisuuden indikaattorit on laadittu metsätaseen ja metsävarantotilien tietojen perusteella. Sekä ekosysteemien että lajien monimuotoisuudelle on laadittu omat indikaattorit.

Ekosysteemien monimuotoisuusindeksissä on otettu huomioon metsämaan pinta-alan muutokset, metsien metsänhoidollisen laadun kehittyminen ja soiden ojitus monimuotoisuutta vä-

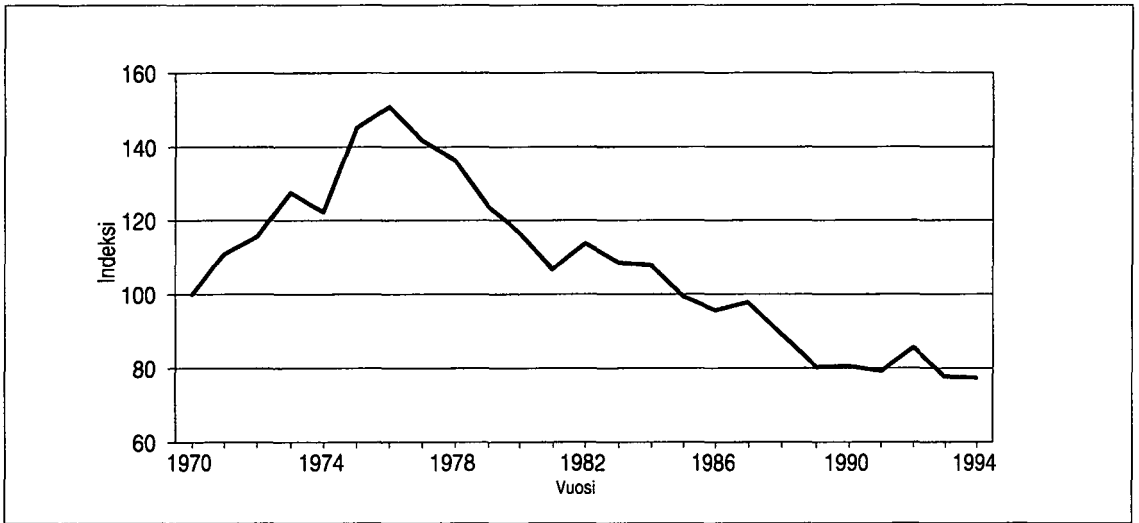
hentävinä tekijöinä. Indeksi on laskettu seuraavan kaavan avulla :

$$Ekosyst. = \left(\frac{I^m + I^l + I^s}{3} \right)$$

jossa

I^m on metsämaan pinta-alan muutosta kuvaava indeksi,

Kuvio 23. Metsänhoidon aiheuttama rasitus metsille 1970 – 1994 (1970 = 100)



I^l metsien metsänhoidollisen laadun indeksi ja I^s on soiden pinta-alan muutosta kuvaava indeksi.

Lajien monimuotoisuutta on tässä vaiheessa lähestytty tarkastelemalla lehtimetsien ja lehtipuiden määrää, palojen ja kulojen käsittelemän metsäalan kehitystä sekä puiden harsuuntumista vuosina 1987–94. Indeksien laskennassa käytetty kaava on seuraava :

$$Lajit = \left\{ \left(\frac{I^{lm} + I^{lv}}{2} \right) + \left(\frac{I^k + I^p}{2} \right) + I^h \right\} / 3$$

jossa

- I^{lm} on lehtimetsien määrän indeksi,
- I^{lv} on lehtipuuvarannon indeksi,
- I^k on kulotuksen kehityksen indeksi,
- I^p on metsäpalojen kehityksen indeksi ja
- I^h on puiden harsuuntumista kuvaava indeksi.

Sekä ekosysteemien että lajien monimuotoisuuden osalta on laskettu vuosittaiset osaindeksit ajalta 1970–94. Perusvuotta 1970 merkitään luvulla 100. Indeksien arvot on esitetty taulukossa 10.

Kuten taulukosta huomataan, ovat ekosysteemien edellytykset monimuotoisuuteen vähen-

tyneet vuodesta 1970 vuoteen 1994. Sen sijaan lajien edellytyksiä monimuotoisuuteen kuvaava indeksin arvo on aluksi vähentynyt,

Taulukko 10. Monimuotoisuusindeksit 1970 – 1994

Vuosi	Ekosyst.	Lajit	Laatu
1970	100,0	100,0	100,0
1971	98,6	65,9	82,3
1972	97,7	68,0	82,8
1973	96,5	73,2	84,8
1974	95,5	63,8	79,6
1975	94,5	61,0	77,7
1976	93,5	62,8	78,1
1977	92,4	77,0	84,7
1978	91,4	67,7	79,6
1979	90,4	67,2	78,8
1980	89,4	79,2	84,3
1981	88,8	58,2	73,5
1982	88,2	76,3	82,2
1983	87,6	68,6	78,1
1984	87,0	76,3	81,6
1985	86,4	97,3	91,8
1986	85,8	95,3	90,5
1987	85,2	76,1	80,7
1988	84,8	115,5	100,2
1989	84,0	100,3	92,1
1990	83,7	101,8	92,7
1991	83,5	99,1	91,3
1992	83,3	99,2	91,2
1993	85,7	79,8	82,8
1994	85,6	81,1	83,4

mutta parantunut 1980-luvun lopussa jopa yli vuoden 1970 tason. Varsinkin tässä esitelty lajien monimuotoisuuden indeksi on harhaanjohtava, sillä se perustuu nykyisellään vain osaan aiotuista muuttujista, eikä esimerkiksi palojen ja kulojen vaikutuksia tulevien vuosi-

en monimuotoisuuden paranemiseen ole otettu huomioon. Näiden kahden indeksin avulla on laskettu Suomen metsien laatu -indikaattori, joka heijastaa metsien todellista laatua. Laatuindikaattori on esitelty lähemmin seuraavassa luvussa.

6.3 Laatuindikaattori

Metsien laatuindikaattorissa on otettu huomioon metsämaan, palojen ja kulojen polttaman metsäalan ja suoalan kehitys, lehtipuiden määrän kehitys, metsien metsänhoidollinen laatu moninaisuutta heikentävänä muuttujana sekä metsien terveyden tila (harsuuntuminen) vuosina 1986–1994.

Kuten kuviosta 24 huomataan, on laatuindikaattori saavuttanut vuoden 1970 tason ainoastaan vuonna 1988. Muulloin laatu on ollut lähtövuotta huonompi. Kuvion 24 antama kuva metsien laadun kehityksestä on suuresti riippuvainen siihen sisällytetyistä muuttujista. Tällä hetkellä indikaattorista puuttuvat tiedot muun muassa ilmansaasteiden vaikutuksesta, kuten maaperän

happamuudesta, sekä suoranaiset tiedot kasvi- ja eläinlajien runsaudesta ja lukumäärien kehityksestä.

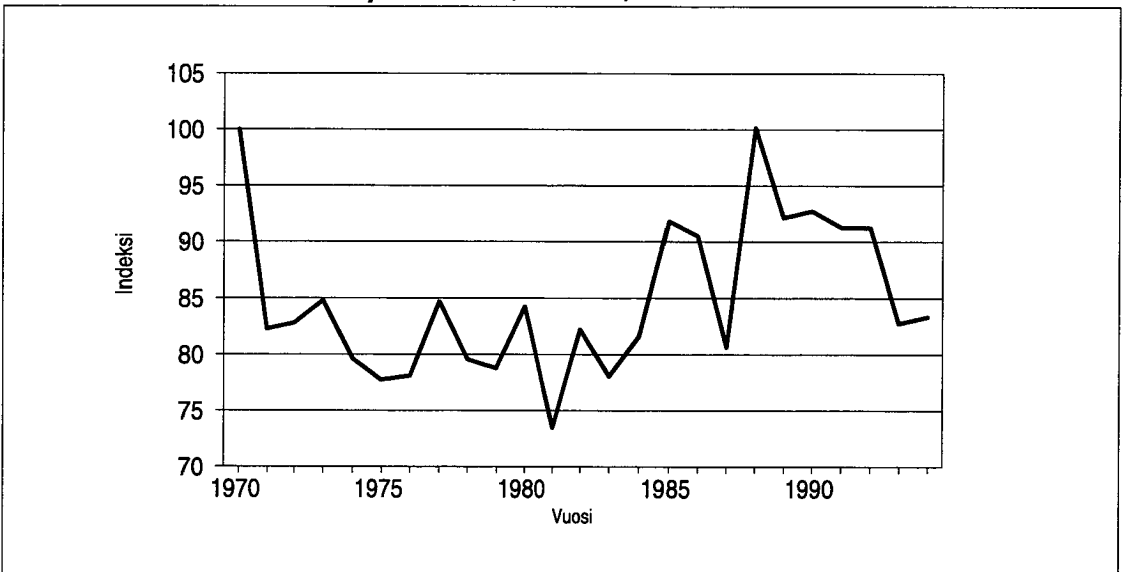
Kuviossa 24 on esitetty laatuindikaattorin kehitys vuosina 1970–1994. Laskentakaava on seuraava:

$$Laatu = \left(\frac{I^{Ekosyst.} + I^{Lajit}}{2} \right)$$

jossa

$I^{Ekosyst.}$ on ekosysteemien monimuotoisuuden indeksi ja I^{Lajit} on lajien monimuotoisuuden indeksi.

Kuvio 24. Laatuindikaattorin kehitys 1970–1994 (1970 = 100)



6.4 Kokonaisindeksi

Kuten luvussa 2.2 kerrottiin on luonnonvarala olemassa niin määrällinen, hinnallinen kuin laadullinenkin ulottuvuutensa. Nämä muuttujat indeksoimalla voidaan edelleen arvioida luonnonvaran implisiittinen arvo. Taulukossa 25 on esitetty Suomen metsien puuvarantoon perustuva määrällinen ja hinnallinen sekä metsien laadullinen (ts. poikkeama luonnontilasta) muutos vuosina 1970–1994.

Taulukon 11 indeksi puuvarannon kehityksestä on laskettu Tilastokeskuksen puuainestilipidon tietojen perusteella ja metsävarojen hintaa kuvaava indeksi Tilastokeskuksen "Ekologisesti kestävä kehityksen mittaaminen" -tutkimuksen perusteella. (Puuainestilipito 1992 ja Arjopalo 1994, s. 29) Taulukon 8 indeksit on esitetty graafisessa muodossa kuviossa 25.

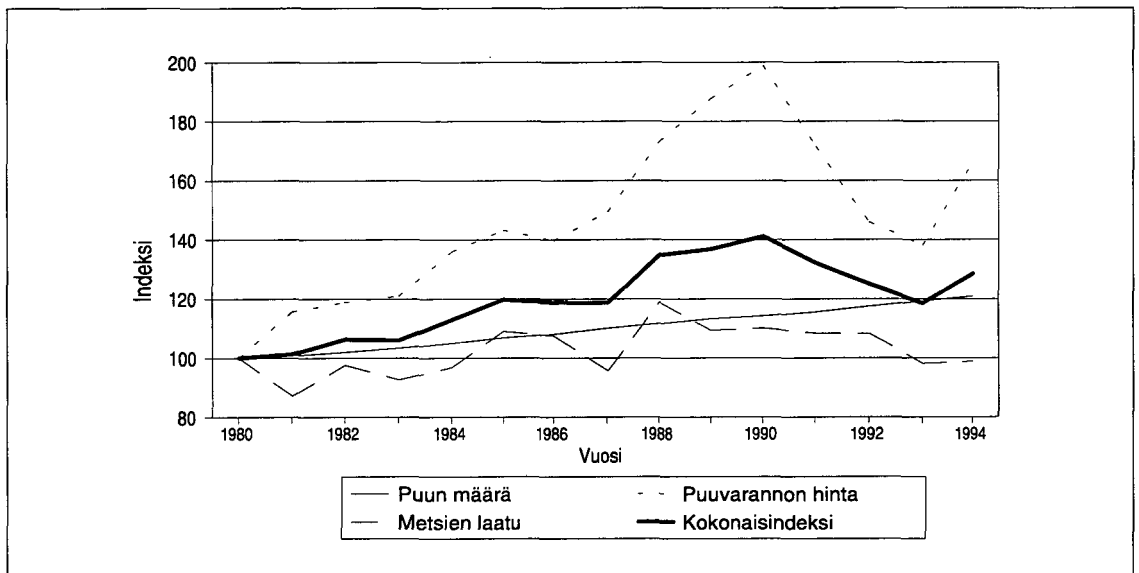
Kuten kuvioista 25 huomataan, nousi metsävarannon hinta koko 1980-luvun puuvarannon määrää nopeammin. Puuvarannon hintakehi-

tys nousi 1980-luvulla nopeasti lähinnä taloudellisen nousukauden takia ja kääntyi laskuun laman myötä vuonna 1990. Metsien laadun kehitys seurasi koko tarkasteluajanjakson jossain määrin puuvarannon kehitystä.

Taulukko 8.
Metsien puumäärä, hinta ja laatu 1980–94

	Määrä	Hinta	Laatu	Kokonaisindeksi
1980	100,0	100,0	100,0	100,0
1981	100,9	115,6	87,2	101,3
1982	102,0	118,8	97,6	106,3
1983	103,4	120,9	92,6	105,9
1984	105,1	136,1	96,9	112,9
1985	108,8	143,1	109,0	119,7
1986	108,1	139,8	107,4	118,8
1987	110,0	149,5	95,7	118,6
1988	111,6	173,3	118,8	134,8
1989	113,2	187,7	109,3	136,7
1990	114,2	198,7	110,0	141,1
1991	115,5	171,5	108,3	132,1
1992	119,2	145,9	108,2	124,9
1993	119,2	138,1	98,2	118,5
1994	120,8	165,8	98,8	128,5

Kuvio 25. Indikaattoreiden kehitys 1980–1994 (Perusvuosi 1980 = 100)



7 Metsien rahalliset arvot

7.1 Puuntuotannon arvot

Metsien ja niiden tarjoamien virkistyspalvelujen entistä laajamittaisempi rahallinen arvottaminen tulee lähivuosina olemaan eräs tärkeimmistä ympäristötilinpidon kehitysaluista. Tietoja metsien arvosta tarvitaan erityisesti YK:n *SEEA*-järjestelmässä. Metsien rahallinen arvottaminen tarvitsee tuekseen kattavan määrä- ja laatutiedot yhdistävän ympäristötilinpidon, joka nitoo yhteen luonnonvaratilinpitäjien fyysisiin määriin perustuvat tiedot ja lähinnä indikaattoreina tällä hetkellä ilmaistavat laatutiedot. Tämän jälkeen voidaan ryhtyä hinnoittelemaan rahamääräisesti metsien erilaisia arvoja.

Puuntuotannon osalta on käytävissä markkinahintoihin perustuvia arvoja, joita käytetään nykyisessä kansantalouden tilinpidossa. Metsätalouden tuotanto lasketaan kansantalouden tilinpidossa kustannusten kautta. Metsätalouden kokonaistuotannosta pääosa, noin 85–90 prosenttia, muodostuu puunkorjuusta. Puunkorjuutulot (bruttokantorahatulot) lasketaan kertomalla vuoden aikana hakatut puut yksityismetsien keskimääräisillä, puulajeittaisilla kanto hinnoilla. Kanto hinnat ovat yksityismetsien pystymyynnistä sovittuja raakapuun hintoja. Tiedot hakkuista ja hinnoista saadaan Metsäntutkimuslaitoksen tilastoista ja kotitarvepuunkäyttö erillisselvityksistä. Kokonaishakkuumäärän hintana käytetään yksityismetsien raakapuun hintatilastoa. Jokaiselle puulajille on oma alueellinen kanto hintansa, polttopuuta lukuunottamatta. Polttopuun hinta on arvioitu vuosittain lehtikuidun hinnan mukaiseksi. Taulukossa 12 on esitelty Suomen bruttokantorahatulot, puun kasvatuksen poistot sekä nettokantorahatulot.

Taulukko 12.
Puuntuotannon arvo (miljoonaa markkaa)

	Bruttokantorahatulot	Puunkasvatuksen poistot	Nettokantorahatulot
1990	8 016	1 404	6 612
1991	5 513	1 494	4 019
1992	5 358	1 475	3 883
1993	5 305	1 444	3 861
1994	7 500	1 411	6 089
1995	8 691	1 388	7 303

Kun bruttokantorahoista vähennetään puunkasvatuksen poistot, jää erotukseksi nettokantorahatulot. Puunkasvatuksen poistot ovat metsänkasvatus-, ojitus-, metsäteiden rakentamis-, yms. investointeja vastaava poistoerä.

Kansantalouden tilinpidossa kiinteän pääoman laskentamallissa lasketaan yhteen kaikki ne aiempien vuosien investointimenot, jotka tietyn tilastollisen poistumamenojakauman mukaan ovat edelleen tarkasteltavan vuoden pääomakannassa. Kiinteän pääoman kuluminen lasketaan vähentämällä kunkin vuoden investoinneista nettopääomakannan muutos edellisestä vuodesta. Poistumajakaumassa maa- ja vesirakentamisen käyttöikäoletus on 40 vuotta.

YK:n uuden kansantalouden tilinpitosuosituksen (1994) mukaan tilinpidossa tulee tuotannoksi katsoa myös luonnonvarojen kasvu. Suosituksen mukaan metsien kasvu tulee sisällyttää metsätalouden tuotantotoimintaan. Suomen talousmetsien kasvun arvo on esitetty taulukossa 13. Ensinnäkin puuainestilinpidosta on laskettu metsien puuaineksen netto-

Taulukko 13.
Taloustmetsien kasvun arvo (miljoonaa markkaa)

	Kasvun arvo	Hakkuusäästön arvo
1990	11 035	3 019
1991	8 788	3 275
1992	8 178	2 820
1993	7 734	2 419
1994	9 215	1 715
1995	10 554	1 863

kasvu vähentämällä kasvusta poistuma. Lisäksi on otettu huomioon taloustmetsien osuus puustosta. Puuntuotannon rajoitusten alaisilla alueilla on 6,9 prosenttia koko Suomen puumäärästä eli 131 miljoonaa kiintokuutiometriä. Tämän jälkeen on taloustmetsien vuotuinen nettokasvu kerrottu puulajeittain vuosittaisilla keskimääräisillä kantohinnoilla, jolloin on saatu hakkuusäästön kokonaisarvo.

7.2 Metsien sivutuotteet

Puuaineksen lisäksi metsissä on paljon muutakin taloudelliselta kannalta arvokasta, kuten riistaa, sieniä ja marjoja. Näiden kohdalla kysyntä ja tarjonta kohtaavat osaksi, jolloin niille muodostuvat myös markkinahinnat. Näin tapahtuu, kun metsistä kerätyt tuotteet toimitetaan myyntiin toreille ja kauppoihin. Sen sijaan omaan kulutukseen kerättyjen marjojen ja sienten arvot joudutaan arvioimaan myös kansantalouden tilinpidossa. Metsätalouden tuotannosta noin 10 prosenttia tulee muusta kuin puuntuotannosta. Taulukossa 14 on esitetty näiden sekä eräiden muiden metsien sivutuotteiden bruttotuotosten arvot.

Marjojen ja sienten keräily, porotalouden sekä jäkälän viennin arvot sisältyvät kansantalouden tilinpidossa maatalouden kokonaistuotokseen.

Sen sijaan turvetuotannon arvo kuuluu teollisuussektoriin osana energiamineraalien kaivua. Marjojen ja sienten osalta lukuihin sisältyvät paitsi kauppamyyntiin toimitettujen, myös omaan kulutukseen kerättyjen marjojen ja sienten arvot. Esimerkiksi vuonna 1995 kauppasienten arvo oli viisi miljoonaa ja omaan kulutukseen kerättyjen sienten arvo 24 miljoonaa markkaa. Vastaavasti vuonna 1995 kauppoihin toimitettujen marjojen arvo oli 58 miljoonaa markkaa ja oman kulutuksen arvo 119 miljoonaa.

Metsästyksen kokonaistuotos, joka vastaa riistasaaliin arvoa, sisältyy kansantalouden tilinpitoon. Metsästyksen tuotantoon lasketaan mukaan metsäkanalintujen, peltolintujen ja vesilintujen, jänisten, turkiseläinten, hirvien ja muiden

Taulukko 14.
Metsän sivutuotteiden arvo (miljoonaa markkaa)

	Marjat	Sienet	Jäkälä	Turve	Porotalous	Riista	Joulukuuset
1990	191,6	47,8	9,2	781	65	227	57
1991	261,0	72,2	7,7	854	96	245	52
1992	162,2	42,2	7,1	1 077	109	246	45
1993	167,1	21,7	8,1	1 045	82	255	40
1994	395,6	41,6	7,0	1 327	90	240	41
1995	177,0	29,0	3,0	1 299	76	220	46

hirvieläinten saalismäärät. Hirven osuus metsästyksen kokonaistuotannosta on 55–60 prosenttia. Tiedot saalismääristä ja hinnoista saadaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta.

Joulukuusten arvo sisältyy kansantalouden tilinpitoon. Se perustuu asiantuntija-arvioon joulukuusten keskimääräisestä markkinahinnasta ja olettamukseen että, noin 70 prosenttia kotilouksista ostaa joulukuusen.

7.3 Monimuotoisuuden suojeleminen

Metsien sekä niiden ekosysteemien, luontotyyppien, eliölajien ja niiden erilaisten kantojen monimuotoisuuden säilyttäminen ja palauttaminen on Suomelle tärkeää, jotta puuntuotanto olisi kestäväällä pohjalla. Suomi sitoutui Helsingissä pidetyssä Euroopan metsäministerikonferenssissa vuonna 1993 muun muassa harjoittamaan ekologisesti kestävä metsätaloutta ja suojelemaan metsien monimuotoisuutta. Talousmetsien käsittelyä uudistamalla ei ole mahdollista kokonaan poistaa luonnon monimuotoisuutta uhkaavia vaaroja, vaan käytännössä ainoa tapa säilyttää sopiva elinympäristö kaikille lajeille on se, että erilaisille kasvupaikoille eri puolille maata jätetään riittävästi luonnontilaisia metsiä.

Luonnonsuojelun keskeisiä tavoitteita onkin luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen nykyisten ja tulevien sukupolvien tarpeita silmälläpitäen sekä tutkimustarkoituksiin. Näitä tarpeita varten Suomeen on perustettu erilaisia luonnonsuojelualueita. Niiden tarkoitus on alkuperäisen suomalaisen luonnon säilyttäminen koskemattomana. Tällä hetkellä metsätalouden maasta 15,8 prosenttia eli 4,2 miljoonaa hehtaaria on jonkinlaisten puuntuotannon rajoitusten piirissä. Metsätalouden maasta on täysin suojeltua 10,2 prosenttia eli 2,7 miljoonaa hehtaaria.

Suojelua kaipaavat tällä hetkellä varsinkin lehdot sekä harjujen, rannikoiden ja yksityisten omistamat vanhat metsät. Valtioneuvoston vahvistamien suojeleohjelmien osalta on

vielä toteuttamatta 200 000 hehtaaria yksityismaita, yhteenlasketulta ostoarvoltaan yli kaksi miljardia markkaa. Tästä rantojen suojelelun osuus on noin miljardi markkaa. Taulukossa 15 on esitelty Suomen luonnonsuojelukustannukset.

Taulukko 15.
Luonnonsuojelun kustannukset
(miljoonaa markkaa)

	Alueiden hankinta	Luonnonsuojelun käyttömenot	Maks. korvaukset	Yhteensä
1990	60,0	36,2	3,0	99,2
1991	109,5	51,3	10,0	170,8
1992	117,3	91,1	26,2	234,6
1993	146,4	84,1	16,2	246,7
1994	141,6	87,9	16,2	245,7
1995	159,1	75,2	19,0	253,3

Koska suuri osa Suomen metsistä on talousmetsiä, ovat niiden hoitomenetelmät avainasemassa monimuotoisuuden suojelelussa. Talousmetsien hyödyntäminen on siirtynyt viime vuosina monimuotoisuuden säilyttämistä painottavaan suuntaan maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön vuonna 1994 vahvistaman ympäristöohjelman mukaisesti. Puuntuotannon lisäksi luonnonsuojelun, virkistykseen ja riistanhoidon vaatimukset on pyritty ottamaan entistä paremmin huomioon talousmetsien käsittelyssä. Valtion metsien hoidosta 97-prosenttisesti vastaava Metsähallitus on ottanut luonnonsuojelun ja virkistyk-

sen huomioon kaikessa toiminnassaan vuodesta 1991 alkaen ja sitoutunut vuodesta 1995 alkaen luonnonvarojen kestävään käyttöön. Metsähallituksen tavoitteena on saada BS 7750-standardin mukainen virallinen sertifiointi ympäristöasioiden hallintajärjestelmälleen vuonna 1997. (Kukko 1996, s. 23, 41)

Metsäkeskus Tapion uudet metsien monimuotoisuuden entistä paremmin huomioon ottavat metsänhoitosuosituksukset yksityisille metsänomistajille valmistuivat vuonna 1994. Maa- ja metsätaloustuottajien keskusliitto (MTK) julkaisi omat samansisältöiset suosituksensa vuonna 1995.

MTK:n laskelmien mukaan yksityismetsien monimuotoisuuden säilyttäminen aiheuttaa jonkin verran lisäkustannuksia metsänomistajille. Kustannukset aiheutuvat myyntikelpoisen puun jättämisestä kasvamaan, maapuiden ja pötkelöiden määrän lisäämisestä ja ensimmäisen harvennushakkuun kohonneista kustannuksista. Kustannussäästöjä aiheuttaisi muun muassa taimikonhoidon vähentäminen. MTK:n mukaan metsäluonnon monimuotoisuuden säilyttämisestä aiheutuvat kustannukset ovat metsänomistajalle 1 370 markkaa

hehtaarilta. Päätehakuussa kustannuksia aiheutuu kasvavien puiden, kelojen ja pötkelöiden jättämisestä metsiin sekä kohonneista korjuukustannuksista 1 950 markkaa hehtaaria kohden. Sen sijaan metsänuudistamisessa säästyy 530 markkaa ja taimikonhoitovaiheessa 250 markkaa hehtaaria kohden. Ensimmäisen harvennushakkuun lisäkustannukset ovat puolestaan 200 markkaa hehtaarilta. Vuodessa luonnonsuojelun vaatima lisäkustannus on siis 14–15 markkaa hehtaarilta.

Yksityisten ja teollisuuden omistamia talousmetsiä on Suomessa 15 053 000 hehtaaria. Lisäksi Metsähallituksen hallinnassa on 3 303 000 hehtaaria talousmetsiä. Näin talousmetsien monimuotoisuuden suojelemisen kustannukset olisivat arviolta noin 266 miljoonaa markkaa vuodessa. Uudistushakkuita tehtiin 117 370 hehtaarilla vuonna 1994. Mielipidetiedustelujen mukaan Suomen metsätalous todella siirtyi kansalaisten mielestä ekologisesti kestävämmäksi vuosien 1994–1996 aikana. Siten monimuotoisuuden ylläpitokustannukset voisivat olla päätehakuu- ja metsän uudistamiskustannusten perusteella karkeasti arvioiden noin 170 miljoonaa markkaa vuosien 1994 ja 1995 osalta.

7.4 Ilmansaasteet ja hiilen sitoutuminen

Ilmakehän kohonneen hiilidioksidipitoisuuden ja typpilaskeuman arvioidaan osaltaan lisääneen Suomen metsien kasvua viime vuosikymmeninä. Sen sijaan harsuuntumisen on todettu vähentävän puiden kasvua. Luotettavaa tietoa Suomen metsätuhojen taloudellisista vaikutuksista puuntuotannolle ei ole toistaiseksi olemassa, mutta tähän mennessä puiden kasvussa ei kuitenkaan koko valtakunnan tasolla ole juuri havaittu heikkenemistä tästä syystä. Ympäristössä tapahtuvat muutokset ovat kuitenkin hitaita ja uhkana ovat vakavat metsävauriot tulevaisuudessa ellei ilmansaastepäästöjä vähennetä

niin, etteivät luonnon kestäkyvyn kannalta kriittiset saastepitoisuudet ylity.

MESTA-tietokonemallilla, joka on Suomen oloihin sovellettu versio *Global Trade Model*-metsätuotteiden maailmankauppaallista, saatujen tulosten mukaan verraten voimakaskin, keskimäärin prosentti vuodessa, metsätuhoista johtuva puuston kasvun aleneminen supistaa hakkuista vasta vuoden 2020 jälkeen. (Hyvärinen et. al. (toim.) 1993, s. 192, 198–199). Metsän harsuuntumisen seurauksena menetetyille puunaineksen kasvulle on taulukossa 16

arvioitu hinta harsuuntumistietojen ja kanto-
hintojen perusteella.

Puuvarannon kasvuun sitoutuneelle hiilelle on mahdollista arvioida taloudellinen arvo voimassaolevan hiilidioksidiveron ja metsäta-
seen tietojen perusteella. (vrt. Seppälä – Siek-
kinen s. 44) Suomessa fossiilisten polttoainei-
den hiilisisällön mukaan määräytyvä vero
otettiin käyttöön vuonna 1990 ja tällä hetkellä
hiilidioksidivero on 116,1 markkaa tonnilta.

Metsän ilmansaasteille (ulkoisvaikutuksia)
tarjoamien sijoituspalvelujen (vrt. kaatopaik-
ka) ja puiden harsuuntumisen vaikutukset voi-
daan arvioida happaman laskeuman ja puiden
harsuuntumistietojen perusteella. Euroopan
kaukokulkeutumien seuranta- ja arviointioh-
jelman EMEP:in laskelmien mukaan Suomen
happamoittava laskeuma muodostuu noin
160 000 tonnista rikkiä ja 80 000 tonnista ty-
penoksideja (Luonnonvarat ja ympäristö 1995,

7.5 Virkistysarvot

Edellä esitetyt metsiin liittyvät taloudelliset
arvot perustuivat pitkälti markkinahintoihin.
Sen sijaan virkistysarvojen ja ympäristön ti-
lan hinnoittelussa joudutaan turvautumaan
pitkälti insinööri- ja luonnontieteiden keinoi-
hin ja erilaisiin maksuhalukkuustutkimuksiin,
joita esiteltiin luvussa 2.

Taulukkoon 17 on kerätty eräitä tärkeimpiä
metsiin liittyviä virkistysarvoja.

Keräilyn ja metsästyksen virkistysarvo on
katsottu mm. Suomessa tehtyihin maksuha-
lukkuustutkimuksiin perustuen yhtä suureksi
kuin marjojen, sienten ja saaliin arvo. Arvo
voidaan kuitenkin arvioida suuremmaksikin,
sillä erään tutkimuksen mukaan todelliset
metsästyskustannukset olivat vuonna 1993
kaikkiaan 716,1 miljoonaa markkaa. Lukuun

Taulukko 16.
Arvio hiilensitoutumisen ja ilmansaasteiden
arvoista (miljoonaa markkaa)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Hiilen sitoutuminen	1 405	1 405	1 390	1 417	1 511	1 527
Ilmansaastei- den sijoitus	-435	-435	-435	-435	-435	-435
Harsuuntu- minen	-517	-502	-539	-364	-430	-486
Yhteensä	452	467	416	618	646	606

s. 22). Typenoksidien ja rikkidioksidien ar-
voina voidaan käyttää muun muassa SIHTI-
hankkeen hintoja. Typenoksidien hinta on näin
5 000 markkaa ja rikkidioksidin 1 000 markkaa
tonnilta. Näin Suomen happamoittavan las-
keuman kokonaisarvo on 435 miljoonaa
markkaa vuodessa.

Taulukko 17.
Arvio virkistysarvoista (miljoonaa markkaa)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Keräily	239	333	204	189	425	206
Metsästys	227	245	246	255	249	220
Kansallis- puistot	337	341	354	470	557	658
Virkistys- alueet	18	18	22	22	22	22
Vaeltelu yms.	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Metsätal. aih. kust.	-340	-340	-340	-340	-340	-340
Yhteensä	1 682	1 797	1 686	1 796	2 113	1 966

sisältyvät matkat, vaatetus, aseet, patruunat,
muut pyyntivälineet ja varusteet, eväät, luvat,

jäsenmaksut, maanvuokrat ja metsästyskoirien aiheuttamat kustannukset. (Ermala – Leinonen 1995a, s. 43)

Myös kansallispuistojen ja virkistysalueiden virkistysarvot perustuvat maksuhalukkuustutkimuksiin. Suomessa kansallispuistojen ja muiden suojelualueiden käyttö virkistykseen on kaupungistumisen myötä kasvanut viime vuosina. Tämän seurauksena useille alueille on muun muassa rakennettu opastuskeskuksia vastaamaan kasvaneeseen kysyntään. Sen sijaan näiden alueiden virkistyskäytön arvosta ei ole vielä kattavia tietoja. Ruotsissa vuonna 1991 tehdyn maksuhalukkuustutkimuksen mukaan luonnonsuojelualueella käyneet olivat valmiita maksamaan kokemuksestaan matkoi-neen 990 Ruotsin kruunua eli noin 683 markkaa käynniltä. Luukkaan virkistysalu-

eella, aivan Helsingin lähellä, tehdyn maksuhalukkuustutkimuksen mukaan mahdollisen hypoteettisen sisäänpääsymaksun suuruus oli 12 markkaa vierailua kohti. (Hytönen 1995, s. 264, 346) Näiden tietojen, ajankäyttötutkimusten ja eri virkistyspalveluita käyttäneiden lukumäärän perusteella on kuitenkin mahdollista tuottaa arviot eri virkistyspalveluiden, kuten kansallispuistojen, virkistysalueiden sekä muun metsissä tapahtuvan vael-telun ja luonnon tarkkailun arvoista.

Erään Norjassa tehdyn maksuhalukkuustutkimuksen mukaan tehometsätalouden aiheuttama ympäristöhaitta metsien monikäytölle ja virkistykselle oli vuonna 1991 yhteensä noin sata miljoonaa markkaa. Ottamalla huomioon Suomen suurempi metsä-ala ja väestö olisi vastaavan haitan arvo Suomessa 340 miljoonaa markkaa vuodessa. (Arjopalo 1994, s. 32)

7.6 Rahamääräinen metsätilinpito

Edellä esitettyjen metsien rahallisten arvojen avulla on mahdollista laatia arvio Suomen metsien tarjoamien erilaisten tuotteiden ja palvelujen kokonaistaloudellisesta arvosta. Metsän yhden käyttömuodon merkityksen korostaminen lisää sen arvoa ja laskee joidenkin tai jonkin muun käyttömuodon arvoa. Metsien yhteiskunnalle tarjoamien palvelujen (funktioiden) yhteenlasketun nettotuotannon arvon tulee olla mahdollisimman suuri, kun metsien hoito ja hyödyntäminen on muuten ekologisen kestävyuden rajoissa. Käytännössä luonnonpääoman on säilyttävä vähintään ennallaan eli esimerkiksi hakkuusäästön arvon tulee olla nolla tai positiivinen. Taulukossa 18 on esitetty Suomen metsien tarjoamien eri tuotteiden ja palvelujen arvot sekä yhteenlasketun nettotuotannon arvo.

Taulukossa esitetyt metsiin liittyvät arvot ovat kohtien 1–3 osalta todellisia hyötyjä ja kustannuksia, joilla on olemassa todelliset markkinahinnat. Käytetyt puuntuotannon arvot ovat peräisin kansantalouden tilinpidosta, muu tavaratuotanto perustuu tilastoihin kaup-poihin toimitetuista määristä ja hinnoista. Sen sijaan kohtien 4 ja 5 hinnat ovat pitkälti luon-nontieteisiin ja maksuhalukkuustutkimuksiin perustuvia arvioita. Ilmansaasteiden vaikutukset ympäristön tilaan on tuotettu arvioi-malla näitä vastaavat hinnat insinööri- ja luonnontieteiden keinoin. Metsien käyttö virkistykseen ja sen taloudellinen arvo on käytännössä mahdollista selvittää vain maksuhalukkuustutkimuksin.

Taulukko 18.
Metsätalouden rahamääräiset arvot (miljoonaa markkaa)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995*
1. Puuntuotanto						
Bruttokantorahatulot	8 016	5 513	5 358	5 305	7 500	8 691
Hakkuusäästö	3 019	3 275	2 820	2 419	1 715	1 863
Puun kasvatuksen poistot	-1 404	-1 494	-1 475	-1 144	-1 411	-1 388
Puunkorjuu (väliuotekäyttö)	-815	-682	-707	-724	-840	-856
Yhteensä 1	8 816	6 612	5 996	5 856	6 964	8 310
2. Metsän muut tuotteet						
Marjat	192	261	162	167	383	177
Sienet	48	72	42	22	42	29
Jäkälä	9	8	7	8	7	3
Turve	781	854	1 077	1 045	1 327	1 299
Porotalous	65	96	109	82	90	76
Riistasaalis	227	245	246	255	249	220
Joulukuuset	57	52	45	40	41	46
Yhteensä 2	1379	1 588	1 689	1 619	2 139	1 850
3. Monimuotoisuuden suojele						
Ls-alueiden hankinta	60	110	117	146	142	159
Ls:n käyttömenot	36	51	91	84	88	75
Maksetut korvaukset	3	10	26	16	16	19
Taloustmetsien monimuotoisuus	0	0	0	0	170	170
Yhteensä 3	-99	-171	-235	-247	-416	-423
4. Päästöjen vaikutukset						
Hiilensitoutuminen	1 405	1405	1 390	1 417	1 511	1 527
Ilmansaasteiden sijoitus	-435	-435	-435	-435	-435	-435
Harsuuntuminen	-517	-502	-539	-364	-430	-486
Yhteensä 4	452	467	416	618	646	606
5. Virkistysarvot						
Keräilyn virkistysarvo	239	333	204	189	425	206
Metsästyksen virkistysarvo	227	245	246	255	249	220
Kansallispuistot	337	341	354	470	557	658
Virkistysalueet	18	18	22	22	22	22
Vaeltelu yms.	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
Tehokkaan metsätal. aih. kust.	-340	-340	-340	-340	-340	-340
Yhteensä 5	1 682	1 797	1 686	1 796	2 113	1 966
METSIIEN NETTOTUOTANNON ARVO	12 229	10 294	9 568	9 642	11 447	12 309

8 Lopuksi

Suomen ympäristötilinpidon osaksi tarvitaan metsätilinpito, joka ottaa huomioon puuaineksen lisäksi metsien laatuun vaikuttavat tekijät. Tässä tutkimuksessa on kartoitettu osa metsien laatuun vaikuttavista tekijöistä, joten sen antama kuva metsien todellisesta tilasta on vielä osaksi puutteellinen. Tarkoituksena on kuitenkin täydentää kuvaa metsien laadusta uusilla aikasarjoilla, kun varsinaisia metsätilinpitöjä aletaan laatia. Tässä tutkimuksessa on metsien laadun kuvausta ja kestävästä kehitystä tarkasteltu ekologisesta näkökulmasta olettaen, että pitkällä aikavälillä luonnon hyvinvointi on maksimaalista myös ihmisen hyvinvoinnin kannalta. Ekologisesti kestävä kehityksen perustana on luonnon monimuotoisuuden säilyminen.

Lähtökohtana on ollut, että kaikki ihmisen aikaansaama metsien tilan poikkeama luonnon tilasta on niiden laadun heikkenemistä. Laadun heikkeneminen on myös tulkittavissa metsän monimuotoisuuden vähenemiseksi. Käytännössä kuitenkin mahdotonta määritellä Suomen metsien tilaa ennen ihmistä. Tilastotietojen saanti asettaa myös omat rajoitteensa. Vasta sotien jälkeiset valtakunnalliset metsäinventoinnit ovat tuottaneet käyttökelpoista tietoa metsistä. Useista tärkeinä pidettävistä tekijöistä on olemassa tietoja vasta aivan viime vuosilta ja nämäkin tiedot ovat monesti hyvin hajanaisia. Omat ongelmansa työlle muodostavat aikasarjojen indeksointi-, aggre-

gointi- ja diskonttausongelmat, jotka lienevät kuitenkin ratkaistavissa.

Metsien tilinpitoa on lähdetty kehittämään fyysisiin määriin, indikaattoreihin ja rahamääräisen tilinpitoon perustuen. Erityisesti monimuotoisuus- ja virkistystietojen keruu ja kehittäminen on kuitenkin vielä kesken. Nämäkin tiedot on kuitenkin mahdollista saada ilmeisesti jo aivan lähitulevaisuudessa. Tällöin metsien laadun tilinpito perustuisi systemaattisesti laadittuihin tileihin. Metsien laadun kehittymistä vuodesta 1970 tähän päivään on kuvattu erilaisten indikaattoreiden avulla. Kuten metsävarantotilin tietojen perusteella lasketusta metsien rasitusindikaattorin kehityksestä huomataan, on metsänhoidon metsien monimuotoisuutta vähentävä vaikutus kääntynyt laskuun 1980- ja 1990-luvulla. Myös metsien laatuindikaattori näyttää metsien laadun paranemista 1980-luvun lopulta alkaen.

Työssä on myös pyritty vertailemaan metsien määrä-, hinta- ja laatutietoja toisiinsa indeksoimalla niiden arvot. Nimensä mukaisesti indikaattorit indikoivat kehityksen suuntaa, eivät suinkaan kerro tyhjentyvästi koko totuutta metsien tilasta. Indikaattorimittareiden käyttö on kuitenkin välttämätöntä ennakoitaessa metsien kehitystä ja tulevaisuutta, sillä rahamääräinen informaatio ei tähän pysty. Sen avulla on mahdollista lähinnä vain todentaa tapahtunutta kehitystä (historiaa).

Kirjallisuus

Arjopalo, Outi: *Ekologisesti kestävä kehityksen mittaaminen.* Tilastokeskus. Ympäristö 1994:2. Helsinki 1994.

Ayres, Roberts: *Resources, Environment and Economics.* Applications of the Materials/Energy Balance Principle. New York 1978.

Barbier, Edward: *Economics, Natural-Resource Scarcity and Development.* Conventional and Alternative Views. London 1989.

Cairncross, Frances: *Costing the Earth : The Challenge for Governments, the Opportunities for Business.* Harvard Business School. Boston 1991.

Dudley, Nigel: *Forests in Trouble : A Review of the Status of Temperate Forests Worldwide.* WWF. London 1992.

Ekins, Paul – Max-Neef, Manfred (toim.): *Real-Life Economics.* Understanding Wealth Creation. London 1992.

Ermala, Aslak – Leinonen, Kalevi (1995a): *Metsästäjäprofiili 1993. Osaraportti 1.* Kalaja riistaraportteja 28. Helsinki 1995.

Ermala, Aslak – Leinonen, Kalevi (1995b): *Metsästäjäprofiili 1993. Osaraportti 2.* Kalaja riistaraportteja 33. Helsinki 1995.

Fängström, Ingegerd – Koltola, Leo – Sjö, Hans Viggio: *Nordiska ministerrådets projekt om miljö- och naturresursräkenskaper.* Rapport från en förstudie. Nordisk Ministerråd. Nordisk Seminar- og arbetsrapport 1993:592. Köbenhavn 1993.

Haila, Yrjö – Niemelä, Pekka – Kouki, Jari (toim.): *Metsätalouden ekologiset vaikutukset boreaalisissa havumetsissä.* Metsäntutkimuslaitos. Metsäekologian tutkimusosasto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482. Vantaa 1994.

Harrison, Anne: *A Forestry Account for the UK.* Department of the Environment.

Hoffrén, Jukka: *Luonnonvaratilinpito kansantalouden tilinpidon täydentäjänä.* Tampereen teknillinen korkeakoulu. Energia ja kehitys. Raportti 20. Tampere 1992.

Hoffrén, Jukka: *Ympäristötaloustieteen perusteet.* Tampere 1994.

Hytönen, Marjatta: *Multiple-use forestry in the Nordic Countries.* Metsäntutkimuslaitos. Jyväskylä 1995.

Hyvärinen, Arja – Jukola-Sulonen, Eeva-Liisa – Mikkeli, Heli – Nieminen, Tiina (toim.): *Metsäluoto ja ilmansaasteet.* Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 446. Jyväskylä 1993.

Integrated Environmental and Economic Accounting. Handbook of National Accounting. United Nations. Statistical Division. Studies in Methods. Series F, No. 61. New York 1993.

Jauhainen, Hannu: *Metsiemme uhanalaiset.* Kajaani 1990.

Jäppinen, Jukka-Pekka – Väisänen, Rauno: *Luonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelma – LUMO.* Väliraportti 31.5.1993. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja. Nro 441. Helsinki 1993.

Karjalainen, Harri: *Suomen WWF:n metsäohjelma.* 17.02.1994.

Karjalainen, Timo – Leppänen, Jussi – Päivinen, Risto (toim.): *Kauanko Suomi elää metsästä?* Suomi 75 -juhlavuoden valtakunnallinen metsäseminaari 11.6.1992. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 1. Joensuu 1992.

Kolehmainen, Olli: *Biodiversiteetti ja metsätalous.* Biodiversiteetti ja suomalainen tuotantoelämä -seminaari. Jaakko Pöyry Consulting Oy. Pori 3.- 4.1994.

Koukki, Jari: *Luonnon monimuotoisuus valtion metsissä – katsaus ekologisiin tutkimustarpeisiin ja suojelun mahdollisuuksiin.* Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A No 11. Vantaa 1993.

Kukko, Timo: *Luonnonvarojen seuranta kestävän metsätalouden kuvaajana.* Esitutkimus Metsähallituksessa. Metsänarvioimistieteen pro gradu -tutkielma. Helsinki 1994.

Kuusela, Kullervo: *Suomen metsätalouden ekologinen kestävyys.* Suomen Metsäyhdistys. Helsinki 1993.

Lindholm, Tapio – Tuominen, Seppo: *Metien puuston luonnontilaisuuden arviointi.* Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A No 11. Vantaa 1993.

Luonnonläheinen metsänhoito. Metsänhoitosuosituksia. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 3. painos. Helsinki 1995.

Luonnonsuojelualueet valtion mailla. Metsähallitus 1992.

Luonnonsuojelualueiden vuosikertomus 1992. Metsäntutkimuslaitos. Metsänkasvatuksen tutkimusosasto. Luonnonsuojelu.

Luonnonsuojelualueiden vuosikertomus 1993. Metsäntutkimuslaitos. Metsänkasvatuksen tutkimusosasto. Luonnonsuojelu.

Luonnonsuojelualueiden vuosikertomus 1994. Metsäntutkimuslaitos. Metsänkasvatuksen tutkimusosasto. Luonnonsuojelu.

Maini, J.S.: *Towards an International Instrument on Forests.* Background paper. Prepared for informal Intergovernmental Consultation 21.-22.2.1991 Geneva. Forest Environment Department of Forestry. Ottawa 1991.

Meadows, Donella – Meadows, Dennis – Randers, Jörgen: *Ylittävät kasvun rajat.* Maailmanyhteisön romahdus vai kestävä tulevaisuus? Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Acta Futura Fennica No 4. Helsinki 1993.

Meriluoto, Markku: *Metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt. Tunnistaminen ja hoitosuosituksia.* Metsäluonnon hoito. Metsäkeskus Tapion julkaisu 12/1995. Helsinki 1995.

Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1.1.1991 – 30.4.1992. Toim. Heikki Ravela. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja 2. Vantaa 1992.

Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1992. Toim. Marja Ruhkanen. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B No 3. Vantaa 1993.

Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1993. Toim. Marja Hokkanen. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B No 11. Vantaa 1994.

Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1994. Toim. Marja Hokkanen. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B No 23. Vantaa 1995.

Metsätalous ja ympäristö. Metsätalouden ympäristöohjelmatyöryhmän mietintö 1994:3. Maa- ja metsätalousministeriö. Osat I ja II. Helsinki 1994.

Metsätalastollinen vuosikirja 1995. SVT. Maa- ja metsätalous 1995:5. Metsäntutkimuslaitos. Helsinki 1995.

Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 16–17 June 1993 in Helsinki. European List of Criteria and Most Suitable Quantitative Indicators. Sound Forestry – Sustainable Development. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki 1993.

Muukkonen, Jukka: *Luonnonvaratilinpito kestävän kehityksen kuvaajana.* Tilastokeskus. Tutkimuksia 167. Helsinki 1990.

Mäntymaa, Erkki: *Ympäristöhyödykkeiden arviointi Contingent Valuation menetelmällä.* Oulun yliopisto. Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. Research Reports 109. Oulu 1993.

Määttä, Kalle – Ollikainen, Markku: *Ympäristöverot verotulojen lähteenä.* Ympäristöministeriö. Ympäristöpolitiikan osasto. Selvitys 6. Helsinki 1996.

O’Gorman, Denis K.: *Environmental Indicators for the Forest Sector.* Background Notes for an Invitational OECD Workshop on "Environmental Concerns in Forestry Policies". Ministry of Forests. Canada. 17.–18.4.1991.

Ohjekirje erikoismetsistä. Metsähallitus. Helsinki 22.5.1981. N:o S 146 Viite: Metsähallituksen kiertokirje S 8/9.3.1970.

Ollikainen, Markku: *Kestävä kehitys – ongelmia ja tulkintoja.* Teoksessa: Pakarinen – Vilkkä – Luukkanen (toim.): Näkökulma yhteiskuntatieteelliseen ympäristötutkimukseen. Acta ser B vol 37. Tampereen yliopisto 1991.

Parviainen, Jari – Seppänen, Petteri: *Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot.* Metsäntutkimuslaitos. Metsänkasvatuksen tutkimusosasto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511. Vantaa 1994.

Pearce, David: *Blueprint 3: Measuring sustainable development.* CSERGE. London 1993.

Pearce, David – Turner, Kerry: *Economics of Natural Resources and the Environment.* London 1990.

A Preliminary Proposal for A Forest Resource Accounting Project. Submitted to Canadian Forest Service. Forestry Canada. The Institute for Research on Environment and Economy (IREE). University of Ottawa. 30.3.1990.

Puunestilinpito 1980–1990. Luonnonvaratilinpito. Tilastokeskus. Ympäristö 1992:3. Helsinki 1992.

Report on the Pilot Study Concerning Forest Resources. Natural Resources Accounts. OECD. Environment Committee Group on the State of Environment. Paris 28.8.1990.

Ruhkanen, Marja – Sahlberg, Sari – Kallonen, Seppo: *Suojellut metsät valtionmailla vuonna 1991.* Metsähallituksen luonnon-suojelujulkaisuja 1. Vantaa 1992.

Seppälä, Heikki: *Metsäteollisuus 2010.* Arvio Suomen metsäteollisuudesta ja sen puunkäytöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 454. Helsinki 1993.

Seppälä, Heikki – Siekkinen, Virpi: *Puun käyttö ja hiilitasapaino.* Tutkimus puun käytön vaikutuksesta hiilen kiertokulkuun Suomessa 1990. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 473. Metsän käytön tutkimusosasto. Helsinki 1993.

Serageldin, Ismail: *Sustainability and the Wealth of Nations: First Steps in an Ongoing Journey*. Preliminary Draft for Discussion Only. Third Annual World Bank Conference on Environmentally Sustainable Development. September 30, 1995.

Sheng, Fulai: *Real Value For Nature*. An Overview of Global Efforts to Achieve True Measures of Economic Progress. WWF International. 1995.

Suomen kestävän metsätalouden kriteerit ja indikaattorit. Maa- ja metsätalousministeriö. Metsäosasto. Projektin väliraportti 20.12.1995.

Suomen metsäluonnon monimuotoisuuden turvaaminen. Ympäristöministeriö. Alueiden käytön osasto. Helsinki 1994.

Söderberg, Ulf – Fridman, Jonas: *Underlag för miljöindex – skog*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogstaxering. Moniste. 4.10.1993.

Tahvonen, Olli (toim.): *Ympäristö, hyvinvointi ja talous*. Teknillistieteelliset akatemit 1991:1. Jyväskylä 1991.

UNCED. YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssi. Rio de Janeiro 3.–14.6.1992. Ympäristöministeriö ja ulkoasiainministeriö. Helsinki 1993.

Wahlström, Erik – Reinikainen, Tapio – Hallanaro, Eeva-Liisa: *Ympäristön tila Suomessa*. Vesi- ja ympäristöhallitus. Ympäristötietokeskus. Forssa 1992.

Yhteinen tulevaisuutemme. Ympäristön ja kehityksen maailman-komission raportti. Ulkoasiainministeriö ja ympäristöministeriö. Helsinki 1988.

Ympäristö- ja luonnonvaratilastojen kehittämisohjelma 1992–2000. Tilastoneuvoston selvityksiä N:o 9. Helsinki 1992.

Tilastoliite

Taulukot

19. Metsämaan pinta-ala ja suojelualueet 1970–94
20. Eräiden metsänhoitotoimenpiteiden kehitys 1950–94
21. Eri hakkuutapojen kehitys 1970–94
22. Metsien metsänhoidollinen laatu 1970–94
23. Soiden pinta-alan kehitys 1970–1994
24. Rasitusindikaattorit 1970–1994
25. Metsien terveydentila 1987–1994
26. Monimuotoisuuden indikaattorit 1970–1994
27. Suomen metsätaseet 1990–1994
28. Suomen runkopuuston hiilitaseet 1990–1994
29. Suomen metsävarantotaseet 1990–1994
30. Metsien puuaineksen rahalliset arvot 1980–1994

Taulukko 19.
Metsämaan pinta-ala ja suojelualueet 1970–94 (Hehtaaria)

	Metsämaata	Suojelualueita
1970	26 730 429	378 995
1971	26 746 286	421 114
1972	26 762 143	727 895
1973	26 778 000	744 649
1974	26 720 286	748 830
1975	26 662 571	760 518
1976	26 604 857	769 844
1977	26 547 143	770 402
1978	26 489 429	773 545
1979	26 431 714	782 040
1980	26 374 000	816 524
1981	26 367 000	1 411 141
1982	26 360 000	1 979 403
1983	26 353 000	1 993 133
1984	26 346 000	2 076 100
1985	26 339 000	2 100 534
1986	26 332 000	2 124 967
1987	26 325 000	2 135 220
1988	26 318 000	2 157 537
1989	26 311 000	2 646 236
1990	26 304 000	2 670 293
1991	26 297 000	2 723 313
1992	26 290 000	2 746 875
1993	26 283 000	2 825 489
1994	26 276 000	2 893 607

Taulukko 20.**Eräiden metsänhoitotoimenpiteiden kehitys, 1950–94 (Hehtaaria)**

	Ojitus	Palot ja kulot	Metsänviljely	Taimikonhoito	Lannoitus
1950	10 400	4 300	29 900	52 600	6
1951	6 900	4 500	29 200	23 200	28
1952	19 000	8 164	29 500	44 200	20
1953	19 000	24 355	28 700	99 900	5
1954	39 700	18 358	38 100	137 300	71
1955	52 900	34 979	44 600	118 100	23
1956	62 500	34 072	55 300	174 600	146
1957	50 200	30 662	53 300	207 000	47
1958	81 200	35 720	66 100	155 400	147
1959	105 700	37 662	61 700	143 900	149
1960	115 300	42 372	65 300	117 600	472
1961	119 700	14 698	74 800	96 600	1 497
1962	144 400	14 841	86 500	107 900	2 972
1963	158 500	33 983	111 000	143 900	5 022
1964	182 800	17 392	131 400	163 000	6 611
1965	209 900	14 741	139 600	168 300	20 160
1966	233 000	11 700	132 600	202 000	39 403
1967	274 500	5 461	142 800	254 000	75 471
1968	273 100	3 035	132 100	256 800	131 424
1969	294 100	4 871	132 900	208 900	145 571
1970	290 400	3 924	138 200	168 100	184 441
1971	245 000	1 262	145 300	257 500	202 417
1972	223 500	1 532	141 200	279 300	220 051
1973	216 100	2 001	132 600	299 900	232 381
1974	193 500	1 250	126 300	310 900	230 200
1975	198 900	1 019	121 400	510 000	243 962
1976	182 100	1 143	128 300	531 400	163 566
1977	162 100	2 245	117 500	542 500	141 342
1978	144 800	1 501	115 500	499 000	100 563
1979	117 100	1 444	115 200	375 800	82 905
1980	113 400	2 374	128 700	317 100	87 226
1981	99 800	702	141 400	287 000	91 832
1982	84 000	2 113	151 000	318 400	109 758
1983	84 600	1 500	145 500	300 500	89 667
1984	77 500	2 101	140 500	286 300	79 514
1985	70 000	3 738	129 200	279 400	84 353
1986	67 200	3 567	133 500	258 900	86 661
1987	60 500	1 153	121 700	251 200	87 118
1988	69 400	5 789	110 900	218 600	79 147
1989	52 500	4 016	120 300	192 900	46 798
1990	41 100	4 233	121 100	201 000	47 655
1991	36 300	1 627	130 900	252 900	11 239
1992	34 500	3 081	122 500	233 100	5 026
1993	25 800	1 580	110 900	226 400	4 076
1994	16 900	1 700	108 000	164 500	6 003

Taulukko 21.
Eri hakkuutapojen kehitys 1970–94 (Hehtaaria)

	Hakkuutyyppi					Yhteensä
	Harvennus	Avohakkuu	S&S-hakkuu	S&S-poisto	Muut	
1970	215 000	113 000	96 000	168 000	75 000	666 000
1971	164 000	85 000	74 000	123 000	52 000	498 000
1972	120 000	85 000	61 000	126 000	33 000	425 000
1973	100 000	124 000	60 000	153 000	35 000	472 000
1974	117 000	99 000	45 000	97 000	36 000	393 000
1975	89 000	65 000	26 000	63 000	26 000	268 000
1976	108 783	119 875	34 057	114 068	32 789	409 572
1977	78 087	93 753	23 973	97 484	25 306	318 588
1978	84 257	125 072	28 943	122 238	22 361	382 871
1979	128 289	161 496	34 043	129 060	28 752	481 640
1980	140 947	154 901	35 606	106 600	25 745	463 799
1981	159 042	117 408	30 812	68 967	40 041	416 270
1982	172 745	109 294	28 072	72 405	24 708	407 224
1983	186 942	114 147	37 086	75 616	32 759	446 550
1984	230 477	131 461	47 001	70 293	35 226	514 458
1985	196 651	104 195	38 241	51 190	37 977	428 254
1986	192 396	96 063	29 551	35 011	36 728	398 749
1987	221 833	120 576	42 949	50 332	29 625	465 315
1988	247 146	116 512	54 662	52 634	22 221	493 175
1989	258 500	106 100	52 800	51 900	13 200	482 500
1990	180 266	100 819	43 357	40 504	8 449	373 395
1991	110 169	74 134	25 383	21 346	6 284	237 316
1992	137 700	127 000	43 400	36 200	7 100	351 400
1993	141 359	106 161	45 835	37 567	8 817	339 739
1994	259 500	147 200	71 000	50 000	14 800	542 500

S&S = siemen- ja suojuspuu

Lähde: Metsätilastollinen vuosikirja 1995

Taulukko 22.
Metsien metsänhoidollinen laatu

	1. luokka	2. luokka	3. luokka	4. luokka	5. luokka	Indeksi
1970	23,11	41,29	8,66	9,06	17,89	100,00
1971	23,54	41,06	9,57	8,17	17,66	99,69
1972	23,97	40,83	10,49	7,29	17,43	99,38
1973	24,40	40,60	11,40	6,40	17,20	99,07
1974	25,29	40,40	11,43	6,27	16,61	98,01
1975	26,17	40,20	11,46	6,14	16,03	96,94
1976	27,06	40,00	11,49	6,01	15,44	95,88
1977	27,94	39,80	11,51	5,89	14,86	94,81
1978	28,83	39,60	11,54	5,76	14,27	93,75
1979	29,71	39,40	11,57	5,63	13,69	92,68
1980	30,60	39,20	11,60	5,50	13,10	91,61
1981	31,46	38,59	11,44	5,63	12,89	91,23
1982	32,32	37,98	11,28	5,76	12,68	90,84
1983	33,18	37,37	11,12	5,89	12,47	90,45
1984	34,04	36,76	10,96	6,02	12,26	90,06
1985	34,90	36,15	10,80	6,15	12,05	89,67
1986	35,76	35,54	10,64	6,28	11,84	89,29
1987	36,62	34,93	10,48	6,41	11,63	88,90
1988	37,48	34,32	10,32	6,54	11,42	88,51
1989	38,34	33,71	10,16	6,67	11,21	88,12
1990	39,20	33,10	10,00	6,80	11,00	87,73
1991	39,20	33,10	10,00	6,80	11,00	87,73
1992	39,20	33,10	10,00	6,80	11,00	87,73
1993	39,20	33,10	10,00	6,80	11,00	87,73
1994	39,20	33,10	10,00	6,80	11,00	87,73

Lähde: Metsätalastollinen vuosikirja 1995

$$Indeksi = 200 - \left\{ \frac{kunkin\ vuoden\ 1.\ luokka + 2.luokka}{vuoden\ 1970\ 1.\ luokka + 2.\ luokka} \right\} \times 100$$

Taulukko 23.
Soiden pinta-alan kehitys 1970–1994 (Hehtaaria)

	Turvemaata	Ojittamatta	Ojitettu	Indeksi
1970	9 481 714	5 839 286	3 642 429	100,00
1971	9 437 143	5 648 857	3 788 286	96,73
1972	9 392 571	5 458 429	3 934 143	93,47
1973	9 348 000	5 268 000	4 080 000	90,21
1974	9 301 000	5 165 143	4 135 857	88,45
1975	9 254 000	5 062 286	4 191 714	86,69
1976	9 207 000	4 959 429	4 247 571	84,93
1977	9 160 000	4 856 571	4 303 429	83,17
1978	9 113 000	4 753 714	4 359 286	81,40
1979	9 066 000	4 650 857	4 415 143	79,64
1980	9 019 000	4 548 000	4 471 000	77,88
1981	9 009 200	4 518 400	4 495 690	77,38
1982	8 999 400	4 488 800	4 520 380	76,87
1983	8 989 600	4 459 200	4 545 070	76,37
1984	8 979 800	4 429 600	4 569 760	75,86
1985	8 970 000	4 400 000	4 594 450	75,35
1986	8 960 200	4 370 400	4 619 140	74,84
1987	8 950 400	4 340 800	4 643 830	74,34
1988	8 940 600	4 311 200	4 668 520	73,83
1989	8 930 800	4 281 600	4 693 210	73,32
1990	8 921 000	4 252 000	4 669 000	72,82
1991	8 921 000	4 210 900	4 710 100	72,11
1992	8 921 000	4 174 600	4 746 400	71,49
1993	8 921 000	4 140 100	4 780 900	70,90
1994	8 921 000	4 114 300	4 806 700	70,46

Indeksi perustuu ojittamatta -arvoon.

Taulukko 24.
Rasitusindikaattorit 1970–1994

	I^{av}	I^L	I^{th}	I^{mv}
1970	100,00	100,00	100,00	100,00
1971	75,22	109,75	153,18	105,14
1972	75,22	119,31	166,15	102,17
1973	109,73	125,99	178,41	95,95
1974	87,61	124,81	184,95	91,39
1975	57,52	132,27	303,39	87,84
1976	106,08	88,68	316,12	92,84
1977	82,97	76,63	322,72	85,02
1978	110,68	54,52	296,85	83,57
1979	142,92	44,95	223,55	83,36
1980	137,08	47,29	188,64	93,13
1981	103,90	49,79	170,73	102,32
1982	96,72	59,51	189,41	109,26
1983	101,02	48,62	178,76	105,28
1984	116,34	43,11	170,32	101,66
1985	92,21	45,73	166,21	93,49
1986	85,01	46,99	154,02	96,60
1987	106,70	47,23	149,43	88,06
1988	103,11	42,91	130,04	80,25
1989	93,89	25,37	114,75	87,05
1990	89,22	25,84	119,57	87,63
1991	65,61	6,09	150,45	94,72
1992	112,39	2,72	138,67	88,64
1993	93,95	2,21	134,68	80,25
1994	130,27	3,25	97,86	78,15

Taulukko 25.
Metsien terveydentila 1987–94

	Harsuuntumisloukka (%)					Indeksi
	0–20	21–40	41–60	61–80	81–	
1986	86,1	10,8	2,4	0,6	0,1	100
1987	82,5	13,0	3,3	0,9	0,4	98,6
1988	78,2	16,0	4,1	1,3	0,5	97,3
1989	75,8	17,8	4,2	1,6	0,6	96,7
1990	76,5	16,5	4,5	1,7	0,7	96,1
1991	79,5	14,0	4,3	1,6	0,6	97,0
1992	81,8	12,5	3,9	1,4	0,4	97,4
1993	79,4	15,8	3,5	1,0	0,3	98,2
1994	82,4	13,5	3,0	0,7	0,4	99,0

Indeksi perustuu harsuuntumisloukkiin 0–20 ja 21–41.

Taulukko 26.
Monimuotoisuuden indikaattorit 1970–94

	i^m	i^l	i^s	i^{lm}	i^{lv}	i^k	i^p	i^h
1970	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	–
1971	100,05	99,69	96,73	97,93	98,95	55,56	25,20	–
1972	100,11	99,38	93,47	95,86	97,91	55,56	34,13	–
1973	100,17	99,07	90,21	93,79	96,89	77,78	43,02	–
1974	99,96	98,01	88,45	93,96	97,47	88,89	14,88	–
1975	99,74	96,94	86,69	94,14	98,03	33,33	23,78	–
1976	99,53	95,88	84,93	94,31	98,58	66,67	17,96	–
1977	99,31	94,81	83,17	94,48	99,11	211,11	11,41	–
1978	99,09	93,75	81,40	94,67	99,63	77,78	26,49	–
1979	98,88	92,68	79,64	94,83	100,14	100,00	17,99	–
1980	98,66	91,61	77,88	95,01	100,63	177,78	25,60	–
1981	98,57	91,23	77,38	95,62	101,40	55,56	6,70	–
1982	98,47	90,84	76,87	96,22	101,41	177,78	16,96	–
1983	98,38	90,06	75,86	97,44	101,05	200,00	10,00	–
1985	98,29	89,67	75,35	98,05	101,10	388,89	7,87	–
1986	98,29	89,29	74,84	98,66	101,13	355,56	12,14	100,00
1987	98,29	88,90	74,34	99,27	101,86	111,11	5,60	98,60
1988	98,29	88,51	73,83	99,88	101,79	611,11	9,56	97,30
1989	98,30	88,12	73,32	100,49	101,80	388,89	17,06	96,70
1990	98,30	87,73	72,82	101,10	101,40	422,22	14,32	96,10
1991	98,59	87,73	72,11	101,10	101,12	155,56	7,51	97,00
1992	98,59	87,73	71,49	101,10	100,95	222,22	35,75	97,40
1993	98,59	87,73	70,90	101,10	100,77	111,11	19,18	98,20
1994	98,59	87,73	70,46	101,10	100,61	188,89	–	99,00

Indikaattorien yleinen laskentakaava: $i^i = \frac{X^1}{X^n} \times 100$

Jossa:

i^i on *ao.* vuoden (*i*=1970–94) indikaattori

X^1 on perusvuoden 1970 tieto ja

X^n on vuosien tiedot 1970–94.

Bruntlandin komitean (1987) mukaan 12 prosenttia kunkin maan pinta-alasta tulisi suojella. Indeksi i^s ilmaisee, kuinka paljon tästä tavoitteesta on toteutunut kunkin vuonna.

Taulukko 27.
Suomen metsätaseet 1990–94 (Tuhatta kiintokuutiometriä)

1990	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	1 896 400	864 800	684 100	347 400
Vuosikasvu	77 000	36 500	25 600	14 900
Nettohakkuut	48 900	19 100	20 500	9 300
Metsäjättepuu	4 800	1 400	1 200	2 200
Luonnonpoistuma	1 300	600	400	300
Varanto 31.12.	1 918 400	880 200	687 600	350 500
1991	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	1 918 400	880 200	687 600	350 500
Vuosikasvu	78 000	37 000	25 900	15 100
Nettohakkuut	39 400	14 600	17 300	7 500
Metsäjättepuu	4 000	1 000	1 200	1 800
Luonnonpoistuma	1 300	600	400	300
Varanto 31.12.	1 951 800	901 000	694 700	356 000
1992	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	1 951 800	901 000	694 700	356 000
Vuosikasvu	79 000	37 500	26 200	15 300
Nettohakkuut	45 100	17 700	19 100	8 300
Metsäjättepuu	4 400	1 200	1 200	2 000
Luonnonpoistuma	1 300	600	400	300
Varanto 31.12.	1 980 000	919 100	700 200	360 700
1993	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	1 980 000	919 100	700 200	360 700
Vuosikasvu	80 000	38 000	26 500	15 500
Nettohakkuut	47 700	18 300	20 400	9 000
Metsäjättepuu	4 700	1 200	1 300	2 200
Luonnonpoistuma	1 300	600	400	300
Varanto 31.12.	2 006 300	937 000	704 600	364 700
1994	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	2 006 300	937 000	704 600	364 700
Vuosikasvu	81 000	39 000	26 000	16 000
Nettohakkuut	55 000	20 900	24 900	9 200
Metsäjättepuu	5 200	1 400	1 600	2 200
Luonnonpoistuma	1 300	600	400	300
Varanto 31.12.	2 025 800	953 100	703 700	369 000

Taulukko 28.
Suomen runkopuuston hiilitaseet 1990–94 (1000 tonnia hiiltä)

1990	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	406 557	183 586	137 414	85 557
Vuosikasvu	17 723	7 749	6 305	3 670
Nettohakuut	10 463	4 055	4 118	2 290
Metsäjättepuu	1 080	297	241	542
Luonnonpoistuma	282	127	80	74
Varanto 31.12.	411 293	186 855	138 117	86 321
1991	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	411 293	186 855	138 117	86 321
Vuosikasvu	16 776	7 855	5 203	3 719
Nettohakuut	8 422	3 099	3 475	1 847
Metsäjättepuu	897	212	241	443
Luonnonpoistuma	282	127	80	74
Varanto 31.12.	418 489	191 271	139 543	87 675
1992	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	418 489	191 271	139 543	87 675
Vuosikasvu	18 181	7 961	6 453	3 768
Nettohakuut	9 638	3 758	3 837	2 044
Metsäjättepuu	988	255	241	493
Luonnonpoistuma	282	127	80	74
Varanto 31.12.	424 593	195 113	140 648	88 833
1993	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	424 593	195 113	140 648	88 833
Vuosikasvu	18 411	8 067	6 526	3 817
Nettohakuut	10 199	3 885	4 098	2 217
Metsäjättepuu	1 058	255	261	542
Luonnonpoistuma	282	127	80	74
Varanto 31.12.	430 262	198 913	141 532	89 818
1994	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Varanto 1.1.	430 262	198 913	141 532	89 818
Vuosikasvu	18 623	8 279	6 403	3 941
Nettohakuut	11 704	4 437	5 002	2 266
Metsäjättepuu	1 160	297	321	542
Luonnonpoistuma	282	127	80	74
Varanto 31.12.	434 558	202 331	141 351	90 877

Taulukko 29.
Suomen metsävarantotaseet 1990–1994

1990	Metsätalouden käyttö (h)	Prosenttia varannosta	Indeksi 1970=100
Varanto 1.1.	26 304 000	100,00	98,41
Taloustmetsä	22 109 000	84,03	92,24
Puuntuotannon raj.	1 524 707	5,79	64,03
Suojelualueita	2 670 293	10,15	704,57
Lisäys	129 680	0,49	89,54
Metsänviljely	121 135	0,46	87,65
Istutus	97 200	0,37	90,93
Kylvö	23 900	0,09	76,36
Peltojen metsitys	8 545	0,03	128,81
Kokonaispoistuma	122 680	0,47	95,12
Avohakkuut	100 819	0,38	89,22
Palot ja kulot	4 233	0,02	107,87
Muu poistuma	17 628	0,07	146,21
Metsien muu käsittely	525 040	2,00	43,83
Harvennushakkuut	180 266	0,69	83,85
S&S-hakkuut	43 357	0,16	45,16
S&S-poisto	40 504	0,15	24,11
Muut hakkuut	8 449	0,03	11,27
Taimikonhoito	201 009	0,76	119,58
Ojitus	41 100	0,16	14,15
Lannoitus	47 655	0,18	25,84
Kulotus	3 800	0,01	422,22
Varanto 31.12.	26 297 000	99,95	98,38

1991	Metsätalouden käyttö	Prosenttia varannosta	Indeksi 1970=100
Varanto 1.1.	26 297 000	100,00	98,38
Taloustmetsä	22 066 087	83,90	92,06
Puuntuotannon raj.	1 526 200	5,81	64,09
Suojelualueita	2 704 713	10,28	713,65
Lisäys	141 357	0,54	94,60
Metsänviljely	130 900	0,50	94,72
Istutus	102 500	0,39	95,88
Kylvö	28 500	0,11	91,05
Peltojen metsitys	10 457	0,04	157,63
Kokonaispoistuma	134 357	0,51	104,17
Avohakkuut	74 100	0,28	65,58
Palot ja kulot	1 627	0,01	41,46
Muu poistuma	58 630	0,22	486,27
Metsien muu käsittely	465 021	1,77	38,82
Harvennushakkuut	110 169	0,42	51,24
S&S-hakkuut	25 383	0,10	26,44
S&S-poisto	21 346	0,08	12,71
Muut hakkuut	6 284	0,02	8,38
Taimikonhoito	252 900	0,96	150,45
Ojitus	36 300	0,14	12,50
Lannoitus	11 239	0,04	6,09
Kulotus	1 400	0,01	155,56
Varanto 31.12.	26 290 000	99,95	98,35

1992	Metsätalouden käyttö	Prosenttia varannosta	Indeksi 1970=100
Varanto 1.1.	26 290 000	100,00	98,35
Talou metsiä	21 923 125	83,37	91,46
Puuntuotannon raj.	1 620 000	6,16	68,03
Suojelualueita	2 746 875	10,45	724,78
Lisäys	139 581	0,53	96,37
Metsänviljely	122 500	0,47	88,64
Istutus	99 100	0,38	92,70
Kylvö	23 400	0,09	74,76
Peltojen metsitys	17 081	0,06	257,48
Kokonaispoistuma	132 581	0,50	102,79
Avohakkuut	127 000	0,48	112,39
Palot ja kulot	3 081	0,01	78,52
Muu poistuma	2 500	0,01	20,74
Metsien muu käsittely	464 528	1,77	38,78
Harvennushakkuut	137 700	0,52	64,05
S&S-hakkuut	43 400	0,17	45,21
S&S-poisto	36 200	0,14	21,55
Muut hakkuut	7 100	0,03	9,47
Taimikonhoito	233 100	0,89	138,67
Ojitus	34 500	0,13	11,88
Lannoitus	5 028	0,02	2,73
Kulutus	2 000	0,01	222,22
Varanto 31.12.	26 283 000	99,95	98,33

1993	Metsätalouden käyttö	Prosenttia varannosta	Indeksi 1970=100
Varanto 1.1.	26 283 000	100,00	98,33
Talou metsiä	21 779 594	82,84	90,86
Puuntuotannon raj.	1 620 000	6,16	68,03
Suojelualueita	2 883 406	10,97	760,80
Lisäys	128 588	0,49	88,78
Metsänviljely	110 900	0,42	80,25
Istutus	88 500	0,34	82,79
Kylvö	22 400	0,09	71,57
Peltojen metsitys	17 688	0,07	266,63
Kokonaispoistuma	121 588	0,46	94,27
Avohakkuut	106 161	0,40	93,95
Palot ja kulot	1 580	0,01	40,27
Muu poistuma	13 847	0,05	114,85
Metsien muu käsittely	465 006	1,77	38,82
Harvennushakkuut	141 359	0,54	65,75
S&S-hakkuut	45 835	0,17	47,75
S&S-poisto	37 567	0,14	22,36
Muut hakkuut	8 817	0,03	11,76
Taimikonhoito	226 389	0,86	134,68
Ojitus	25 800	0,10	8,88
Lannoitus	4 076	0,02	2,21
Kulutus	963	0,00	107,00
Varanto 31.12.	26 276 000	99,95	98,30

1994	Metsätalouden käyttö	Prosenttia varannosta	Indeksi 1970=100
Varanto 1.1.	26 276 000	100,00	98,30
Taloudsmetsiä	21 762 393	82,80	90,79
Puuntuotannon raj.	1 620 000	6,16	68,03
Suojelualueita	2 893 607	11,01	763,49
Lisäys	116 801	0,44	80,65
Metsänviljely	108 000	0,41	78,15
Istutus	79 500	0,30	74,37
Kylvö	28 500	0,11	91,05
Peltojen metsitys	8 801	0,03	132,67
Kokonaispoistuma	148 900	0,57	115,44
Avohakkuut	147 200	0,56	130,27
Palot ja kulot	1 700	0,01	43,32
Muu poistuma
Metsien muu käsittely	584 403	2,22	48,79
Harvennushakkuut	259 500	0,99	120,70
S&S-hakkuut	71 000	0,27	73,96
S&S-poisto	50 000	0,19	29,76
Muut hakkuut	14 800	0,06	19,73
Taimikonhoito	164 500	0,63	97,86
Ojitus	16 900	0,06	5,82
Lannoitus	6 003	0,02	3,25
Kulutus	1 700	0,01	188,89
Varanto 31.12.	26 243 900	99,85	98,18

S&S = siemen ja suojuspuu

.. = ei tiedossa

Taulukko 30.
Metsien puuaineksen rahalliset arvot 1980–94 (miljardia markkaa)

	Varannon arvo	Kasvun arvo
1980	148,9	6,4
1981	172,1	7,4
1982	176,9	7,7
1983	180,0	7,9
1984	202,6	9,1
1985	213,1	9,0
1986	208,1	9,3
1987	222,6	9,6
1988	258,0	11,2
1989	279,5	11,1
1990	295,9	11,0
1991	255,3	8,9
1992	217,3	8,2
1993	205,7	7,7
1994	246,9	9,2

TUTKIMUKSIA-SARJA

Tilastokeskus on julkaissut Tutkimuksia v. 1966 alkaen, v. 1990 lähtien ovat ilmestyneet seuraavat:

164. **Henry Takala**, Kunnat ja kuntainliitot kansantalouden tilipidossa. Tammikuu 1990. 60 s.
165. **Jarmo Hyrkkö**, Palkansaajien ansiotasoindeksi 1985=100. Tammikuu 1990. 66 s.
166. **Pekka Rytkönen**, Siivouspalvelu, ympäristöhuolto ja pesulapalvelu 1980-luvulla. Tammikuu 1990. 70 s.
167. **Jukka Muukkonen**, Luonnonvaratilinpito kestävän kehityksen kuvaajana. 1990. 119 s.
168. **Juha-Pekka Ollila**, Tieliikenteen tavarankuljetus 1980-luvulla. Helmikuu 1990. 45 s.
169. **Tuovi Allén – Seppo Laaksonen – Päivi Keinänen – Seija Ilmakunnas**, Palkkaa työstä ja sukupuolesta. Huhtikuu 1990. 90 s.
170. **Ari Tyrkkö**, Asuinolotiedot väestölaskennassa ja kotitaloustiedustelussa. Huhtikuu 1990. 63 s.
171. **Hannu Isoaho – Osmo Kivinen – Risto Rinne**, Nuorten koulutus ja kotitausta. Toukokuu 1990. 115 s.
- 171b. **Hannu Isoaho – Osmo Kivinen – Risto Rinne**, Education and the family background of the young in Finland. 1990. 115 pp.
172. **Tapani Valkonen – Tuija Martelin – Arja Rimpelä**, Eriarvoisuus kuoleman edessä. Sosioekonomiset kuolleisuuserot Suomessa 1971–85. Kesäkuu 1990. 145 s.
173. **Jukka Muukkonen**, Sustainable development and natural resource accounting. August 1990. 96 pp.
174. **Iiris Niemi – Hannu Pääkkönen**, Time use changes in Finland in the 1980s. August 1990. 118 pp.
175. **Väinö Kannisto**, Mortality of the elderly in late 19th and early 20th century Finland. August 1990. 50 pp.
176. **Tapani Valkonen – Tuija Martelin – Arja Rimpelä**, Socio-economic mortality differences in Finland 1971–85. December 1990. 108 pp.
177. **Jaana Lähteenmaa – Lasse Siurala**, Nuoret ja muutos. Tammikuu 1991. 211 s.
178. **Tuomo Martikainen – Risto Yrjönen**, Vaalit, puolueet ja yhteiskunnan muutos. Maaliskuu 1991. 120 s.
179. **Seppo Laaksonen**, Comparative Adjustments for Missingness in Short-term Panels. April 1991. 74 pp.
180. **Ágnes Babarczy – István Harcsa – Hannu Pääkkönen**, Time use trends in Finland and in Hungary. April 1991. 72 pp.
181. **Timo Matala**, Asumisen tuki 1988. Kesäkuu 1991. 64 s.
182. **Iiris Niemi – Parsla Eglite – Algimantas Mitrikas – V.D. Patrushev – Hannu Pääkkönen**, Time Use in Finland, Latvia, Lithuania and Russia. July 1991. 80 pp.
183. **Iiris Niemi – Hannu Pääkkönen**, Vuotuinen ajankäyttö. Joulukuu 1992. 83 s.
- 183b. **Iiris Niemi – Hannu Pääkkönen – Veli Rajaniemi – Seppo Laaksonen – Jarmo Lauri**, Vuotuinen ajankäyttö. Ajankäyttötutkimuksen 1987–88 taulukot. Elokuu 1991. 116 s.
184. **Ari Leppälahti – Mikael Åkerblom**, Industrial Innovation in Finland. August 1991. 82 pp.
185. **Maarit Säynevirta**, Indeksiteoria ja ansiotasoindeksi. Lokakuu 1991. 95 s.

186. **Ari Tyrkkö**, Ahtaasti asuvat. Syyskuu 1991. 134 s.
187. **Tuomo Martikainen – Risto Yrjönen**, Voting, parties and social change in Finland. October 1991. 108 pp.
188. **Timo Kolu**, Työelämän laatu 1977–1990. Työn ja hyvinvoinnin koettuja muutoksia. Tammikuu 1991.
189. **Anna-Maija Lehto**, Työelämän laatu ja tasa-arvo. Tammikuu 1991.
190. **Tuovi Allén – Päivi Keinänen – Seppo Laaksonen – Seija Ilmakunnas**, Wage from Work and Gender. A Study on Wage Differentials in Finland in 1985. 88 pp.
191. **Kirsti Ahlqvist**, Kodinomistajaksi velalla. Maaliskuu 1992. 98 s.
192. **Matti Simpanen – Irja Blomqvist**, Aikuiskoulutukseen osallistuminen. Aikuiskoulutustutkimus 1990. Toukokuu 1992. 135 s.
193. **Leena M. Kirjavainen – Bistra Anachkova – Seppo Laaksonen – Iiris Niemi – Hannu Pääkkönen – Zahari Staikov**, Housework Time in Bulgaria and Finland. June 1992. 131 pp.
194. **Pekka Haapala – Seppo Kouvonen**, Kuntasektorin työvoimakustannukset. Kesäkuu 1992. 70 s.
195. **Pirkko Aulin-Ahmavaara**, The Productivity of a Nation. November 1992. 72 pp.
196. **Tuula Melkas**, Valtion ja markkinoiden tuolla puolen. Joulukuu 1992. 150 s.
197. **Fjalar Finnäs**, Formation of unions and families in Finnish cohorts born 1938–67. April 1993. 58 pp.
198. **Antti Siikanen – Ari Tyrkkö**, Koti – Talous – Asuntomarkkinat. Kesäkuu 1993. 167 s.
199. **Timo Matala**, Asumisen tuki ja arava- vuokralaiset. Kesäkuu 1993. 84 s.
200. **Arja Kinnunen**, Kuluttajahintaindeksi 1990=100. Menetelmät ja käytäntö. Elokkuu 1993. 89 s.
201. **Matti Simpanen**, Aikuiskoulutus ja työelämä. Aikuiskoulutustutkimus 1990. Syyskuu 1993. 150 s.
202. **Martti Puohiniemi**, Suomalaisten arvot ja tulevaisuus. Lokakuu 1993. 100 s.
203. **Juha Kivinen – Ari Mäkinen**, Suomen elintarvike- ja metallituoteteollisuuden rakenteen, kannattavuuden ja suhdannevaihteluiden yhteys; ekonometrinen analyysi vuosilta 1974–1990. Marraskuu 1993. 92 s.
204. **Juha Nurmela**, Kotitalouksien energian kokonaiskulutus 1990. Marraskuu 1993. 108 s.
- 205a. **Georg Luther**, Suomen tilastotoimen historia vuoteen 1970. Joulukuu 1993. 382 s.
- 205b. **Georg Luther**, Statistikens historia i Finland till 1970. December 1993. 380 s.
206. **Riitta Harala – Eva Hänninen-Salmelin – Kaisa Kauppinen-Toropainen – Päivi Keinänen – Tuulikki Petäjaniemi – Sinikka Vanhala**, Naiset huipulla. Huhtikuu 1994. 64 s.
207. **Wangqiu Song**, Hedoninen regressioanalyysi kuluttajahintaindeksissä. Huhtikuu 1994. 100 s.
208. **Anne Koponen**, Työolot ja ammatillinen aikuiskoulutus 1990. Toukokuu 1994. 118 s.
209. **Fjalar Finnäs**, Language Shifts and Migration. May 1994. 37 pp.
210. **Erkki Pahkinen – Veijo Ritola**, Suhdannekäännö ja taloudelliset aikasarjat. Kesäkuu 1994. 200 s.
211. **Riitta Harala – Eva Hänninen-Salmelin – Kaisa Kauppinen-Toropainen – Päivi Keinänen – Tuulikki Petäjaniemi – Sinikka Vanhala**, Women at the Top. July 1994. 66 pp.

212. **Olavi Lehtoranta**, Teollisuuden tuottavuuskehityksen mittaminen toimialatasolla. Tammikuu 1995. 73 s.
213. **Kristiina Manderbacka**, Terveystilan mittarit. Syyskuu 1995. 121 s.
214. **Andres Vikat**, Perheellistyminen Virossa ja Suomessa. Joulukuu 1995. 52 s.
215. **Mika Maliranta**, Suomen tehdasteollisuuden tuottavuus. Helmikuu 1996. 189 s.
216. **Juha Nurmela**, Kotitaloudet ja energia vuonna 2015. Huhtikuu 1996
217. **Rauno Sairinen**, Suomalaiset ja ympäristöpolitiikka. Elokuu 1996. 179 s.
218. **Johanna Moisander**, Attitudes and Ecologically Responsible Consumption. August 1996.
219. **Laaksonen Seppo (ed.)**, International Perspectives on Nonresponse. Proceedings of the Sixth International Workshop on Household Survey Nonresponse. August 1996.
220. **Jukka Hoffrén**, Metsien ekologisen laadun mittaaminen. Elokuu 1996. 79 s.

TUTKIMUKSIA kuvaa suomalaisista yhteiskuntaa tutkittujen tietojen pohjalta. Sarjassa julkaistaan Tilastokeskuksessa laadittuja tai Tilastokeskuksen aineistoihin perustuvia tieteellisiä tutkimuksia.

Tutkimuksessa tarkastellaan metsien tilastoinnin kehittämistä vastaamaan Suomen ympäristötilinpidon tarpeita. Metsien ekologisen laadun mittaaminen on samalla ensimmäinen tutkimus- ja tilastotiedot kokoava esitys metsien laadun kehityksestä ottaen huomioon ihmisen toiminta.

Tutkimuksessa metsien laadun kehitystä on lähestytty metsien ekologisesti kestävästä käytön näkökulmasta. Olemassaolevien metsätilastotietojen perusteella on laadittu metsien ekologista kokonaislaatua kuvaavat indeksit sekä esitellyt metsiin liittyvien rahamääräisten kokonaismuuttujien kehitystä.

MYynti

Tilastokeskus
Myyntipalvelu
PL 3B
00022 TILASTOKESKUS
Puh (90) 1734 2011
Fax (90) 1734 2474

FÖRSÄLJNING

Statistikcentralen
Försäljningstjänsten
PB 3B
00022 STATISTIKCENTRALEN
Tfn (90) 1734 2011
Fax (90) 1734 2474

ORDERS

Statistics Finland
Sales Services
P.O.Box 3B
00022 STATISTICS FINLAND
Tel. + 358 0 1734 2011
Fax + 358 0 1734 2474

ISSN 0355-2071
ISBN 951-727-169-7

67.5



9 789517 271691