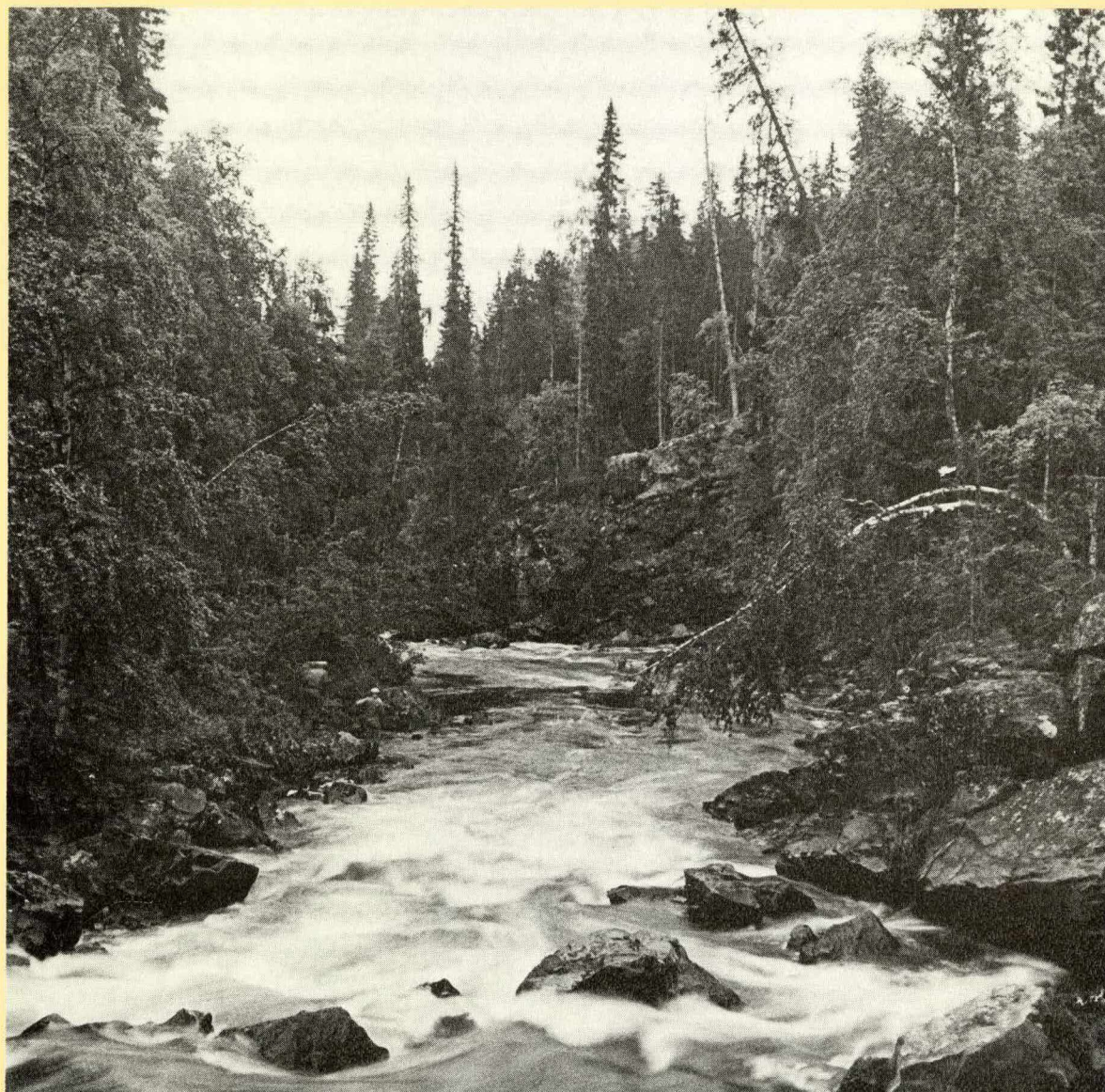




# Luonnonvaratilinpito kestävän kehityksen kuvaajana

Jukka Muukkonen





# Luonnonvaratilinpito kestävän kehityksen kuvaajana

Jukka Muukkonen

---

---

Tiedustelut:  
Jukka Muukkonen  
(90) 17 341

SVT *Suomen Virallinen Tilasto*  
*Finlands Officiella Statistik*  
*Official Statistics of Finland*

Helsinki 1990

HAKAPAINO OY

Kannen kuvat: Harri Nurminen

## ESIPUHE

Kestävän kehityksen merkitys yhteiskunnallisena tavoitteena on vahvistunut Ympäristön ja kehityksen maailmankomission raportin ilmestyttyä vuonna 1987.

Suomessa ympäristöä ja luonnonvaroja kuvaavan tilastojärjestelmän, luonnonvaratilinpidon, kehittäminen aloitettiin maa- ja metsätalousministeriön yhteydessä toimivassa luonnonvarainneuvostossa vuonna 1983. Esitutkimus luonnonvaratilinpidon yhteiskunnallisesta tarpeesta ja menetelmistä valmistui Tilastokeskuksessa keväällä 1988.

Tässä tutkimusraportissa tarkastellaan kestävän kehityksen käsitettä ja kestävyuden riippuvuutta luonnonvarojen käytöstä. Luonnonvaratilinpidon periaatteiden ja eri maissa sovellettavien tilinpi-tojärjestelmien kuvauksilla pyritään antamaan tietoa uudesta tilastojärjestelmästä sekä sen käyttökelpoisuudesta ja mahdollisuuksista kestävän kehityksen välineenä.

Tutkimus on tehty Tilastokeskuksessa luonnonvaratilinpidon kehittämishankkeen yhteydessä. Työtä on tukenut ja ohjannut kehittämishankkeen johtoryhmä ja projektipäällikkö, erikoissuunnittelija Leo Kolttola. Professori Kauko Hahtolan ohjeet ja neuvot ovat helpottaneet merkittävästi moniulotteisen aiheen käsittelyä ja jäsentelyä.

Helsingissä tammikuussa 1990.

Olavi E. Niitamo

Markku Suur-Kujala

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen kohteena ovat kestävän kehityksen ja luonnonvarojen käytön yhteydet ja niiden kuvausmahdollisuudet. Kestävän kehityksen käsitteen tarkastelu ja katsaus erilaisiin näkemyksiin kestävän kehityksen ja luonnonvarojen käytön välisistä suhteista muodostavat taustan luonnonvaratilinpidon tutkimiselle. Luonnonvaratilinpidosta esitellään sen teoreettisia perusteita sekä eri maissa toimivien ja kehitettävien tilinpitojärjestelmien lähtökohtia, tavoitteita, menetelmiä ja kehittämissuuntia.

Kestävää kehitystä ja luonnonvarojen käyttöä tarkastellaan pääasiassa taloudellisesta ja ekologisesta näkökulmasta. Kestävän kehityksen luonnonvaraperustan ja luonnonvarojen käytön taloudellisten ja ekologisten ulottuvuuksien kuvaamiseksi tarvitaan tietoa erityisesti luonnonvarojen varannoista ja niiden käytön määristä, luonnonvarojen virroista kansantuotteen muodostumisessa, luonnonvarojen korvattavuudesta ja käytön tehokkuudesta, jätteistä ja niiden käytön vaikutuksista sekä taloudellisten ja poliittisten välineiden ja menetelytapojen vaikutuksista luonnonvarojen käyttöön.

Luonnonvaratilinpito on tilastojärjestelmä, jonka avulla pyritään ympäristö- ja taloudellisen suunnittelun ja päätöksenteon yhteyksien parantamiseen seuraamalla kansantaloudellisesti tärkeimpien luonnonvarojen varantoja ja virtoja niiden käytön kaikissa vaiheissa. Tilinpidon lähtökohdat, tavoitteet ja menetelmät eri maissa vastaavat keskeisiltä osiltaan niihin tietotarpeisiin, jotka liittyvät kestävän kehityksen taloudellisten ja ekologisten tekijöiden kuvaamiseen. Tilinpito on valtakunnallisen käytön lisäksi sovellettavissa myös ylikansallisilla alueilla sekä alueellisilla ja paikallisilla tasoilla.

Luonnonvaratilinpidon käyttö- ja kehittämismahdollisuuksiin suunnittelun ja päätöksenteon välineinä vaikuttavat merkittävästi luonnonvaroja koskevien perustietojen saatavuus, tilinpidon painottaminen luonnonvarojen käytön eri vaiheisiin, tilinpidon tuottamien tietojen esittämistapa, tietojen käyttö jatkotarkastelujen aineistona sekä tilinpidon kehittämisen resurssit ja organisointi. Kuvattaessa kestävää kehitystä sen taloudellisia ja ekologia ulottuvuuksia laajemmin on luonnonvaratilinpidossa pyrittävä ottamaan huomioon myös yhteiskuntien kehitykseen vaikuttavia sosiaalisia tekijöitä.

**SAMMANDRAG****Naturresursräkenskaper och bärkraftig utveckling**

Undersökningen gäller sambandet mellan en bärkraftig utveckling och användning av naturresurser samt möjligheter att beskriva dessa. En genomgång av begreppet bärkraftig utveckling och en översikt av de olika synpunkterna rörande förhållandet mellan en bärkraftig utveckling och användning av naturresurser utgör bakgrunden till denna undersökning av naturresursräkenskaperna. I publikationen presenteras de teoretiska grunderna för naturresursräkenskaperna samt utgångspunkterna, målen, metoderna och utvecklingen av de räkenskapssystem som finns och utvecklas i olika länder.

Bärkraftig utveckling och användning av naturresurser behandlas huvudsakligen ur ekonomisk och ekologisk synvinkel. För att beskriva tillgången på naturresurser för en bärkraftig utveckling och den ekonomiska och ekologiska användningen av naturresurserna behövs det främst uppgifter om naturresursreserver och om hur de förbrukas, om de naturresursströmmar som används vid beräkandet av nationalprodukten, om möjligheterna att ersätta och effektivt utnyttja naturresurserna, om avfall och återanvändning samt om ekonomiska och politiska mål och medel att utnyttja naturresurser.

Utgångspunkt, målsättning och metoder för uppgörandet av naturresursräkenskaper uppfyller i olika länder de viktigaste informationsbehoven för att beskriva de ekonomiska och ekologiska faktorerna i en bärkraftig utveckling. Räkenskaperna används förutom på nationell nivå även i övernationella sammanhang samt på regional och lokal nivå.

Möjligheterna att utnyttja och utveckla naturresursräkenskaperna som redskap för planering och beslutsfattande påverkas i hög grad av tillgången på primäruppgifter om naturresurser, av den vikt räkenskaperna ges i olika skeden av utnyttjandet av naturresurser, av sättet att presentera naturresursuppgifter, av användningen av uppgifterna som material för fortsatta utredningar samt av resurser och organisering av arbetet med att utveckla räkenskaperna. Vid en beskrivning av en bärkraftig utveckling bör man utöver ekonomiska och ekologiska faktorer i naturresursräkenskaperna även beakta de sociala faktorer som påverkar samhällsutvecklingen.

**ABSTRACT****Natural resource accounting and sustainable development**

This study is concerned with the connections between sustainable development and natural resource use, and with the means for describing these connections. A discussion of the concept of sustainable development and a review of the different views of the interrelations of sustainable development and natural resource use provide the background for an examination of natural resource accounting. The theoretical foundations of natural resource accounting are presented, along with the premises, objectives, methodologies, and lines of development of the accounting systems operated or under development in different countries.

Sustainable development and natural resource use are discussed mainly from the perspectives of economics and ecology. To describe the natural resource base of sustainable development and the economic and ecological dimensions of natural resource use, information is needed especially on resource stocks and the quantities of their use, on resource flows in the formation of the domestic product, on the replaceability and the efficiency of the use of natural resources, and on waste and the impact of its reuse.

Basically, the premises, objectives and methodologies of the natural resource accounting in different countries meet the information needs associated with the description of the economic and ecological factors of sustainable development. In addition to their use at the national level, the accounts are also applicable in supranational contexts and at the regional and local levels.

The potential use and development of natural resource accounting as an instrument of planning and decision making depend significantly on the availability of basic data on natural resources, on the focusing of the accounts on the different stages of resource use, on the mode of presentation of the data derived from the accounts, on the use of the data as the data file for further studies, and on the resources and organisation of the development work for natural resource accounting. In describing sustainable development beyond the limits of its economic and ecological dimensions, account should also be taken of the social factors influencing the development of societies.

**LUONNONVARATILINPITO KESTÄVÄN KEHITYKSEN  
KUVAAJANA**

**SISÄLLYSLUETTELO**

ESIPUHE  
TIIVISTELMÄ  
SAMMANDRAG  
ABSTRACT

1. JOHDANTO	9
2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS	11
3. KESTÄVÄN KEHITYKSEN KÄSITE	12
3.1. Näkökulmat kestävyteen	12
3.2. Kestävän kehityksen määritelmät	13
3.3. Luonnonvarat ja ympäristö kestävässä kehityksessä	14
3.4. Kestävän kehityksen tarkastelukehikko	17
4. KESTÄVÄN KEHITYKSEN PÄÄPIIRTEET JA TÄRKEIMMÄT INDIKAATTORIT	19
4.1. Taloudellisesti kestävä kehitys	19
4.2. Ekologisesti kestävä kehitys	30
4.3. Kestävän kehityksen indikaattorit	39
5. KESTÄVÄN KEHITYKSEN LUONNONVARATILINPIDOLLE ASETTAMAT VAATIMUKSET	47
5.1. Tietotarpeet kestävä kehityksen kuvaamisessa	47
5.2. Luonnonvaratilinpidon kuvauskohteet kestävässä kehityksessä	50
6. LUONNONVARATILINPIDON PERIAATTEET	53
6.1. Luonnonvarojen ja ympäristön määrittely	53
6.2. Luonnonvaratilinpito kansallisessa tilastotietojärjestelmässä	55
6.2.1. Tilastojärjestelmät	55
6.2.2. Luonnonvaratilinpito ja sen suhde muihin tilastojärjestelmiin	60
6.3. Luonnonvaratilinpidon menetelmät	62
6.3.1. Taloudelliset menetelmät	62
6.3.2. Fyysiset menetelmät	63
6.3.3. Fyysisten ja taloudellisten menetelmien yhdistelmät	67

7. LUONNONVARATILINPITO ERI MAISSA	68
7.1. Norja	68
7.1.1. Lähtökohdat ja kehitysvaiheet	68
7.1.2. Tavoitteet	69
7.1.3. Tilien rakenne	69
7.1.4. Tilinpidon hyväksikäyttö	74
7.1.5. Kokemukset	76
7.1.6. Kehittämissuunnat	77
7.2. Ranska	79
7.2.1. Lähtökohdat ja kehitysvaiheet	79
7.2.2. Tavoitteet	80
7.2.3. Tilien rakenne	80
7.2.4. Käyttö, kokemukset ja kehittämissuunnat	81
7.3. Suomi	83
7.3.1. Lähtökohdat ja kehitysvaiheet	83
7.3.2. Tavoitteet	84
7.3.3. Tilien rakenne	85
7.3.4. Kehittämissuunnat	90
7.4. Hollanti	91
7.4.1. Lähtökohdat ja kehitysvaiheet	91
7.4.2. Tavoitteet	91
7.4.3. Tilien rakenne	92
7.4.4. Kokemukset, suunniteltu käyttö ja kehittämissuunnat	93
7.5. Kanada	94
7.5.1. Lähtökohdat ja tavoitteet	94
7.5.2. Tilien rakenne	95
7.5.3. Suunniteltu käyttö ja kehittämissuunnat	95
7.6. Australia	96
7.6.1. Lähtökohdat ja tavoitteet	96
7.6.2. Kehittämissuunnat	96
7.7. Kansainväliset järjestöt	98
7.7.1. OECD	98
7.7.2. YK:n ympäristöohjelma ja Maailman- pankki	98
7.7.3. Pohjoismaiden neuvosto	99
8. LUONNONVARATILINPIDON SOVELTUVUUS KESTÄVÄN KEHITYKSEN KUVAAJAKSI	101
8.1. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävä kehitys	101
8.2. Kestävä kehitys kansainvälisellä, valta- kunnallisella ja aluueellisella tasolla	102
8.3. Luonnonvaratilinpidon kuvausalueen laajentamismahdollisuudet	103
8.4. Luonnonvaratilinpito välineenä kestävä kehityksen saavuttamiseksi	105
LÄHTEET	109

## 1. JOHDANTO

Luonnonvaratilinpitoa alettiin 1970-luvulla kehittää välineeksi, jonka avulla taloudellista suunnittelua ja päätöksentekoa voitaisiin tukea tiedoilla luonnonvaroista ja niiden käytön vaikutuksista. Edelläkävijämaita olivat Norja ja Ranska, ja kehittämistyö on myöhemmin aloitettu monissa muissa Länsi-Euroopan maissa, Kanadassa ja Australiassa sekä kansainvälisenä yhteistyönä YK:ssa, OECD:ssä ja Pohjoismaiden neuvostossa.

Kiinnostus luonnonvaratilinpitoa kohtaan on kasvanut voimakkaasti, kun talous- ja ympäristöpolitiikan tavoitteita ja yhteyksiä on alettu tarkastella yhteiskuntien kehityksen kannalta merkittävänä kokonaisuutena. Poliittista taustatukea luonnonvaratilinpidolle ovat antaneet mm. OECD-maiden hallitukset; ne julistivat vuonna 1985 pyrkivänsä kestävään pitkän tähtäyksen ympäristö- ja talouspolitiikkaan, ja kehittävänsä sitä varten myös tilinpiittoa luonnonvaroista. (OECD 1985: 3.)

Ympäristön ja kehityksen maailmankomission näkemys kestävästä kehityksestä talouspolitiikan, ympäristöpolitiikan ja kehitysstrategioiden yhteisenä kehityksenä on edelleen lisännyt luonnonvaratilinpidon kehittämistarvetta. Komission mukaan "Siellä missä on riittävästi voimavaroja ja tietoa, perinteisiä vuosittaisia talousarvioita ja taloudellisia kehittämissuunnitelmia on täydennettävä raportein ja tilintarkastuksin, joissa käydään läpi, miten ympäristön laatu ja maan luonnonvaroihin perustuva omaisuus ovat muuttuneet. Tämä on ehdottoman välttämätöntä, jotta saataisiin oikea kuva kansantalouden todellisesta tilasta ja siitä, miten pitkälle kestävä kehitys tiellä on edistytty." (Yhteinen tulevaisuutemme 1988: 279.)

Komission raportti ja kestävä kehitys tavoite on ollut merkittävän kansainvälisen ja kansallisen huomion kohteena. Raporttia on käsitelty monissa kansainvälisissä organisaatioissa, (1) ja kestävä kehitys on tarkasteltu erilaisista näkökulmista sekä pohdittu toimenpiteitä sen toteuttamiseksi eri maissa. (2)

-----

(1) Mm. YK, OECD, EY, IUCN ja WWF.

(2) Mm. toimikunnat Suomessa, Norjassa ja Kanadassa.

Tämän tutkimuksen kohteena ovat kestävä kehityksen ja luonnonvarojen käytön yhteydet ja niiden kuvausmahdollisuudet. Kestävä kehityksen käsitteen tarkastelu ja katsaus erilaisiin näkemyksiin kestävä kehityksen ja luonnonvarojen käytön välisistä suhteista muodostavat taustan luonnonvaratilinpidon tutkimiselle. Luonnonvaratilinpidosta esitellään sen teoreettisia perusteita sekä eri maissa toimivien ja kehitettävien tilinpitojärjestelmien lähtökohtia, tavoitteita, menetelmiä ja kehittämissuunnitelmia.

Kestävä kehityksen osalta on pyritty käyttämään lähteinä mahdollisimman uutta kirjallisuutta ja journal-tyyppistä aineistoa. Tavoitteena on ollut kehityksen kokonaisvaltainen tarkastelu, jossa ei enää eritellä yksityiskohtaisesti kaikkien ihmisten ja luonnon toimintojen kestävyyttä. Tässä yhteydessä ei myöskään viitata niihin numeerisiin arvioihin ja ennusteisiin luonnonvarojen riittävydestä tai taloudellisen kasvun mahdollisuuksista, joita on esitetty mm. Kasvun rajat- ja Global 2000- raporteissa.

Uusia julkaisuja luonnonvaratilinpidosta ja erityisesti kestävästä kehityksestä on ilmestynyt koko tutkimuksen teon ajan. Niiden kaikkien yksityiskohdainen tarkastelu on ollut mahdotonta, mutta keskeisimmät on liitetty lähdeluetteloon sen pitämiseksi ajan tasalla.

## 2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Luonnonvaratilinpidon käyttömahdollisuuksiin talous- ja ympäristöpolitiikassa vaikuttavat merkittävästi ne yhteiskunnalliset tavoitteet, joiden saavuttamiseksi luonnonvaratilinpitoa on alettu kehittää. Tämän raportin tarkoituksena on tuoda esiin yhteen mahdolliseen tavoitteeseen, kestävään kehitykseen, liittyviä näkökohtia ja tutkia luonnonvaratilinpidon soveltuvuutta niiden kuvaamisen sekä kestävyuden saavuttamisen välineeksi.

Kestävän kehityksen käsitettä ja yhteyksiä luonnonvaroihin pyritään tarkentamaan esittelemällä erilaisia tulkintoja kestävästä kehityksestä ja luonnonvarojen käytön välisistä suhteista. Tavoitteena on löytää kestävästä kehityksestä kannalta keskeisiä tekijöitä, joihin luonnonvarojen käyttö vaikuttaa merkittävästi.

Luonnonvaratilinpidon osalta tavoitteena on selvittää, miten luonnonvaratilinpito tuottaa tietoja luonnonvaroista ja niiden käytöstä, ja miten tietoja voidaan käyttää kestävästä kehityksestä kuvaajana ja pohjana toimenpiteille kestävästä kehityksestä saavuttamiseksi.

Työssä keskitytään kehitykseen ja luonnonvarojen käyttöön markkinatalousmaiden näkökulmasta, koska luonnonvaratilinpitoa kehitetään pääasiassa läntisissä teollisuusmaissa. Kehitysmaiden erityisongelmia tai sosialistimaiden tulkintoja luonnonvarojen käytön kestävydestä ei käsitellä erikseen tässä tutkimuksessa. Myöskään kansainvälisen ja sosiaalisen eriarvoisuuden ja epäoikeudenmukaisuuden vaikutuksia kestävästä kehityksestä ei tarkastella lähemmin, vaikka niiden merkitystä on korostettu monissa kestävästä kehityksestä käsittelevissä kannanotoissa ja julkaisuissa.

### 3. KESTÄVÄN KEHITYKSEN KÄSITE

#### 3.1. Näkökulmat kestävyteen

Kestävyyttä ihmisten ja ympäristön välisissä vuoro-vaikutussuhteissa on 1980 -luvulla julkaistussa kirjallisuudessa tarkasteltu lähinnä biologisten luonnonvarojen käytön, maatalouden, ekosysteemien kantokyvyn, energian käytön, taloudellisen kasvun ja yhteiskunnan kehityksen kestävyteen liittyen. Tästä tarkastelusta Brown ym. (1987: 716,717) ovat löytäneet kolme keskeistä näkökulmaa, joiden mukaan he määrittelevät sosiaalisen, ekologisen ja taloudellisen kestävyden.

1. Sosiaalinen kestävyys sisältää ihmisten perustarpeiden (ravinto, vesi, suoja) ja korkeampien yhteiskunnallisten ja kulttuuristen tarpeiden (turvallisuus, vapaus, koulutus, työpaikka, virkistys) jatkuvan tyydyttämisen. Näkökulma keskittyy enemmän yksilöiden tarpeisiin kuin yhteiskuntiin kokonaisuutena.

2. Ekologinen kestävyys käsittää luonnon biologisten prosessien ja ekosysteemien jatkuvan tuottavuuden ja toimivuuden. Pitkällä aikavälillä ekologinen kestävyys edellyttää geneettisten luonnonvarojen ja biologisen monimuotoisuuden säilyttämistä ja suojelua. Lyhyellä aikavälillä luonnollinen muuntelu on usein välttämätöntä ekosysteemien pitkän aikavälin kestävyydelle.

3. Taloudelliseen kestävyteen on kaksi pääasiallista lähestymistapaa. Ensimmäisessä lähestymistavassa kestävä talouden keskeisenä elementtinä on jatkuva taloudellinen kasvu, jota pidetään väestönkasvun, ihmiselle luontaisen eteenpäin pyrkimisen ja teknologisten innovaatioiden seurauksena. Toisen lähestymistavan mukaan kestävyden mahdollistavat vain vakaa talous tai taloudellinen nolla-kasvu, koska termodynamiikan peruslait, yhteiskunnalliset tekijät sekä ekosysteemien ja yleisen terveyden markkinattomat ja usein vaikeasti mitattavat arvot rajoittavat taloudellista kasvua.

### 3.2. Kestävän kehityksen määritelmät

Kestävä kehitys koko maailman kattavana kehityksen päämääränä ja toimintastrategiana on varsin uusi käsite. Sen yleisissä määritelmissä on mukana kestävyuden sosiaalisia, ekologisia ja taloudellisia piirteitä.

YK:n asettama Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio määrittelee kestävä kehityksen kehitykseksi, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet ja säilyttää tulevien sukupolvien mahdollisuudet omien tarpeidensa tyydyttämiseen. Komissio luonnehtii kestävä kehitystä pohjimmiltaan muutossarjaksi, jossa luonnonvarojen hyödyntäminen, sijoitusten kohdentaminen, teknologisen kehityksen suunta ja hallinnolliset muutokset ovat kaikki sopusoinnussa ja edistävät sekä nykyisten että tulevien sukupolvien kykyä täyttää ihmisten tarpeet ja toiveet. (Yhteinen tulevaisuutemme 1988: 26-29.)

World Resource Institute pitää kestävä kehitystä kehitysstrategiana jossa luonnonvaroja, ihmillisiä voimavaroja ja rahallisia tekijöitä hoidetaan ja käytetään varallisuuden ja hyvinvoinnin lisäämiseksi (The Global Possible 1985). Pearsonin (1985) mukaan kestävä kehityksen ytimenä on ajatus siitä, etteivät nykypäivän päätökset saisi vahingoittaa mahdollisuuksia elämisen tason ylläpitoon ja parantamiseen tulevaisuudessa. (Brown ym. 1987: 716.)

Liverman ym. (1988: 133) määrittelevät kestävyuden ihmislajin rajoittamattomaksi säilymiseksi tulevaisuudessa elämän laadun ylittäessä selvästi hengissä pysymisen minimitason. Kestävä kehitys edellyttää tällöin elämää tukevien järjestelmien (ilma, vesi, maa, elollinen luonto) ylläpitoa ja niiden elementtejä jakavien ja suojelevien infrastruktuureiden ja instituutioiden olemassaoloa.

Kestävä kehityksen voi Goodlandin ja Ledecin (1987: 36,37) mielestä määritellä yhteiskunnallisten ja rakenteellisten muutosten malliksi. Malli optimoi taloudelliset ja yhteiskunnalliset hyödyt tällä hetkellä vaarantamatta mahdollisuuksia samantilaisiin hyötyihin tulevaisuudessa. Määritelmässä painotetaan nykyisen sosio-ekonomisen kehityksen vaikutuksia luonnonvaroihin, jotka muodostavat tulevaisuuden hyvinvoinnin perustan. Kestävyys ei ole selvä raja-arvo vaan eräänlainen varoitusvyöhyke, joka perustuu suunnittelijoiden ja päätöksentekijöiden arvostuksiin siitä, kuinka paljon ja minkälaisia luonnonvaroja pitäisi jättää tulevien sukupolvien käyttöön (Voss 1986: 3).

### 3.3. Luonnonvarat ja ympäristö kestävässä kehityksessä

Kestävän kehityksen määritelmät painottavat nykyisten ja tulevien sukupolvien tarpeentyydytystä ja hyvinvointia, joiden saavuttamisessa luonnonvaroilta ja niiden käytöllä on keskeinen asema. Luonnonvarojen käyttö ja hoito liittyvät kiinteästi ihmiskunnan elintärkeisiin päämääriin; köyhyyden lievittämiseen, kestäväen taloudellisen kasvun saavuttamiseen, yleisen terveyden edistämiseen, selviytymiseen nopeasta väestönkasvusta ja pitkän aikavälin poliittisen ja taloudellisen vakauden varmistamiseen (World Resources 1986: ix).

Kestävää kehitystä on yleensä tarkasteltu ympäristön, luonnonvarojen ja ihmisten taloudellisen toiminnan ja niiden vuorovaikutusten suhteen. Hyvinvoinnin ja kestävyuden riippuvuutta ympäristöstä, luonnonvaroista ja ihmisten toiminnoista kuvaa Nijkampin ja Soetemanin (1988: 624) yhteiskentitys - teoria. Teorian mukaan ympäristön järjestelmät ja ihmisten sosio-ekonomiset järjestelmät vaikuttavat toisiinsa ja taloudellisen kehityksen ja ekologisen kestävyuden kautta ihmisten hyvinvointiin.

Hyvinvoinnilla tarkoitetaan laadullisesti erityyppisten tarpeiden(1) tyydyttämisestä muodostuvaa kokonaisuutta. Tarpeiden tyydyttämisen osatekijöitä ovat

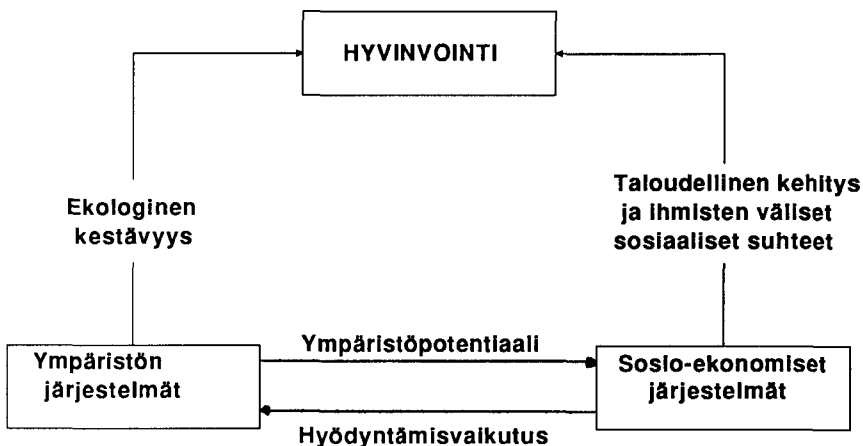
- materiaaliset voimavarat
- ihmisten väliset vuorovaikutussuhteet
- ihminen suhteessa yhteiskuntaan (Allardt 1974: 237-238).

Suhteet yhteiskuntaan ja keskinäiset vuorovaikutussuhteet ovat ihmisten välisiä sosiaalisia suhteita. Ne liittyvät kiinteästi sosio-ekonomisiin järjestelmiin ja ovat verrattavissa ekologiseen kestävyteen ja taloudelliseen kehitykseen hyvinvoinnin saavuttamisen välineinä.

-----

(1) Maslowin mukaan tarpeita ovat fysiologisten tarpeiden (mm. ravinto, lepo, terveys) lisäksi turvallisuuden, yhteenkuuluvuuden ja rakkauden, arvostuksen ja vaikutusvallan, itsensä toteuttamisen sekä tiedon ja jäsentelyn tarpeet. (Asikainen-Hirvonen 1977: 12.)

**Kuvio 1.** Kestävyyden, kehityksen, ympäristön järjestelmien ja sosio-ekonomisten järjestelmien yhteydet. (Lähteenä Nijkamp ja Soeteman 1988: 624.)



Hyvinvoinnin lähteinä ovat ympäristön järjestelmät ja sosio-ekonomiset järjestelmät, joiden keskinäistä vuorovaikutusta kuvaavat ympäristöpotentiaali ja hyödyntämisvaikutus. Ympäristöpotentiaali on ympäristön järjestelmien kykyä vaikuttaa sosio-ekonomisiin järjestelmiin hyvinvointia lisäävästi, tuottamatta hyödykkeitä ja ominaisuuksia jotka vähentävät ekologista kestävyttä. Taloudellisessa mielessä ympäristöpotentiaali on usein tuotannon tekijä, vaikka siitä ei aina makseta hintaa.

Hyödyntämisvaikutus tarkoittaa kaikkia muutoksia, joita sosio-ekonomiset järjestelmät aiheuttavat ympäristöpotentiaalille tuotannon ja kulutuksen vaikuttaessa ekologiseen kestävyteen.

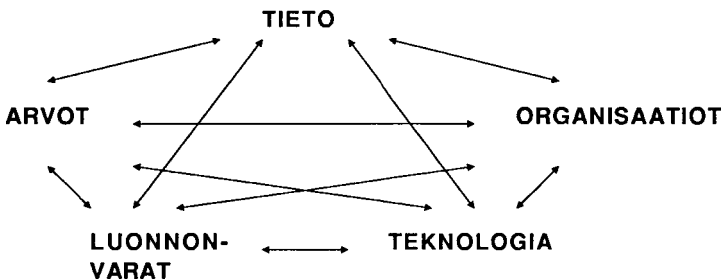
Pitkällä aikavälillä ympäristöpotentiaali ja hyödyntämisvaikutus ovat yhteenkietoutuneita. Toisen korkeaan tasoon liittyy yleensä toisen matala taso. Kestävyyden kynnyksarvojen ja minimisaavutus-tasojen tunteminen on tarpeen ympäristön ja sosio-ekonomisten järjestelmien toiminnan varmistamiseksi. (Nijkamp ja Soeteman 1988: 622.)

Yhteiskehitys takaa ympäristön järjestelmien ja sosio-ekonomisten järjestelmien kehityksen tasapainon. Ekologinen kestävyys koostuu niistä ympäristön järjestelmien määrällisistä ja laadullisista tapahtumista, jotka parantavat ympäristöä ja lisäävät ihmisten hyvinvointia. Taloudellinen kehitys sisältää hyvinvointia lisäävät määrälliset ja laadulliset muutokset taloudessa. Hyvinvointi muodostuu yksilöllisistä ja kollektiivisista hyödyistä ja tarpeentyydytyksestä riippumatta siitä, voidaanko niitä mitata rahassa.

Richard B. Norgaardin yhteiskehitysteorian mukaan kestävässä kehityksessä on olennaista ihmisten ja heidän ympäristönsä muuttuvien vuorovaikutusten kestävyys ajan mittaan. Kehitysprosessi koostuu ympäristön järjestelmien, sosiaalisten organisaatioiden, tiedon, teknologian ja arvojen vuorovaikutuksista.

Prosessi on symmetrinen, joten sen kaikki osat voidaan ymmärtää vain yhteydessä muihin osiin; mikään osa ei ole muita ilmeisempi lähtökohta kokonaisuuden ymmärtämiselle eikä selvästi hallitsevassa asemassa muihin nähden. Kehityksen kaikki osat ovat muuttuvia ja muutokset jossakin osassa vaikuttavat muiden osien kehitykseen. Kestävän kehityksen edellytyksenä on jokaisen osan monimuotoisuuden ja tuottavuuden ylläpito ja parantaminen. (Norgaard 1988: 607, 616 ja 617.)

**Kuvio 2. Yhteiskehitys - näkökulma kehitysprosessiin. (Norgaard 1988: 616.)**



### 3.4. Kestävän kehityksen tarkastelukehikko

Yhteiskehitys - lähestymistavan perusteella kestävä kehitystä voidaan pitää ympäristön järjestelmien ja ihmisten sosio-ekonomisten järjestelmien jatkuvana kykynä toimia inhimillisen tarpeentyydytyksen ja hyvinvoinnin lähteinä. Ympäristön järjestelmät koostuvat luonnonvaroista ja ekosysteemien toiminnoista, ja sosio-ekonomiset järjestelmät käyttävät niitä hyvinvoinnin lisäämiseen taloudellisen kehityksen avulla. Erilaiset sosiaaliset organisaatiot, arvot, tiedot ja teknologia vaikuttavat sosio-ekonomisten järjestelmien hyvinvointipäämääriin ja toimintatapoihin niiden saavuttamiseksi.

Kestävä kehitys on seuraavassa luvussa jaettu taloudellisesti kestävään ja ekologisesti kestävään kehitykseen. Jako perustuu yhteiskehitys - teoriaan, laajennettuun talouden määritelmään ja ympäristön ulottuvuuksien erittelyyn. Jako on tehty lähinnä painotuserojen mukaan, sillä ympäristön ja talouden vuorovaikutukset ja riippuvuudet vaikeuttavat niiden täysin erillistä tarkastelua kestävä kehityksen osina.

Talous on Randallin (1987: 47) mukaan järjestelmä, joka organisoii hyödykkeiden ja palvelusten tuotantoa ja niiden jakamista ihmisten joukossa. Se on yhteydessä luonnon järjestelmiin ja sosiaalisiin järjestelmiin, ja kaikki ihmisten toiminta on joko osa taloudellista järjestelmää tai liittyy siihen tärkeillä tavoilla.

Ympäristö jaetaan Hahtolan pragmaattis-hermeneuttisessa yhteiskuntanäkemyksessä luonnonympäristöön (luonto ja ihminen), taloudelliseen ympäristöön (resurssit) ja sosiaaliseen ympäristöön (yhteiskunta). Talous on toimintaa, jolla pyritään muuttamaan ympäristöä käyttämällä ympäristön tarjoamia materiaalisia keinoja hyvinvoinnin saavuttamiseksi. (Hahtola 1988: 4,5 ja 1989: 14.)

**Kuvio 3.** Kestävän kehityksen tarkastelukehikko.



Ekologisesti kestävä kehitys painottuu luonnonympäristöön, ekosysteemien toimivuuteen ja luonnonvaroihin luonnontieteellisistä näkökulmista. Taloudellisesti kestävässä kehityksessä on keskeisessä asemassa ympäristön taloudellinen ulottuvuus, ja tarkastelun lähtökohdat ovat yleensä uusklassisessa taloustieteessä ja siihen perustuvassa ympäristötaloustieteessä.

Tässä tutkimuksessa keskitytään kestävä kehityksen taloudellisiin ja ekologisiin osa-alueisiin. Sosio-ekonomisia järjestelmiä käsitellään vain siinä laajuudessa, kuin ne liittyvät kiinteästi erilaisiin näkemyksiin taloudellisesti kestävästä ja ekologisesti kestävästä kehityksestä.

Talous- ja luonnontieteellinen painotus perustuu sen tarkoituksenmukaisuuteen luonnonvaratilinpidon tarkastelussa. Lähestymistavan valinnalla ei aseteta kestävä kehityksen osa-alueita keskinäiseen tärkeysjärjestykseen.

#### 4. KESTÄVÄN KEHITYKSEN PÄÄPIIRTEET JA TÄRKEIMMÄT INDIKAATTORIT

##### 4.1. Taloudellisesti kestävä kehitys

###### Taloudellinen kehitys ja taloudellinen kasvu

Taloustieteellisessä lähestymistavassa kestävään kehitykseen painotetaan yleensä taloudellisen kasvun jatkuvuutta kehityksen välttämättömänä mutta ei riittävänä ehtona. Taloudellinen kehitys sisältää henkeä kohti laskettujen reaalityulojen kasvun kansantaloudessa, mutta myös muita sosiaalisen hyvinvoinnin tekijöitä sekä talouden ja yhteiskunnan rakenteellisia muutoksia. (Turner 1988: 352.)

Gillisin ym. mukaan taloudellinen kasvu on tavaroiden ja palvelusten tuotannon kasvua ja per capita -tulojen kasvua millä keinoilla tahansa, mutta taloudellinen kehitys on huomattavasti laajempi käsite. Tulojen kasvu on vain osa kansantalouden rakenteellista muutosta, jonka muita tekijöitä ovat teollisuuden suhteellisen osuuden kasvu ja alkutuotannon osuuden lasku kansantuotteessa, kaupunkien asukasluvun kasvu suhteessa maaseutualueisiin, väestönkasvun hidastuminen, selvä muutos väestön ikärakenteessa ja muutokset kulutusmalleissa. Kehityksessä on olennaista myös koko väestön osallistuminen muutosprosesseihin ja hyötyjen tuottamiseen sekä niistä nauttimiseen; kasvu joka hyödyttää vain vähemmistöjä ei ole kehitystä. (Gillisin ym. 1987: 7,8.)

Pezzey (1989: 14) korostaa taloudellisen kasvun luonnetta rahallisesti mitattuna arvosuureena. Kasvu on kulutuksen tai tuotannon kokonaisarvon lisääntymistä eikä välttämättä sisällä materiaalien ja energian käytön fyysistä kasvua. Kehitys puolestaan voidaan määritellä monella tavalla, mm. kulutuksen kasvuksi tai kokonaishyödyn lisääntymiseksi kulutuksen, luonnonvarojen ja saastumisen funktiona (ks. taulukko 1 s. 26). Pearce, Barbier ja Markandya (1988: 4) pitävät kehitystä eräänlaisena sosiaalisten päämäärien vektorina, jonka komponentteja ovat tulojen kasvun lisäksi ravitsemuksen, terveyden ja koulutuksen parantuminen, luonnonvarojen saatavuus, tasapuolinen tulonjako ja ihmisten yhteiskunnallisten vapauksien lisääntyminen.

### Luonnon pääoma ja ihmisten tekemä pääoma

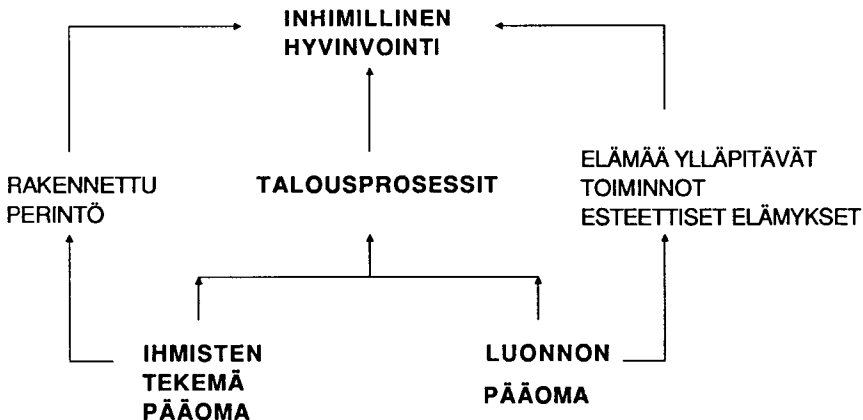
Kestävän kehityksen tarkastelussa on *Pearcen* (1988: 598,599) mukaan otettava huomioon kaikki taloudellisen kehityksen prosessit joiden päämääränä on ihmisten hyvinvoinnin lisääminen. Taloudellisten prosessien ja hyvinvoinnin perustana ovat luonnon pääoma ja ihmisten tekemä pääoma. Kestävän kehityksen taloudellisessa tulkinnassa kestävyys edellyttää vähintään pysyviä luonnon pääomavarantoja, jotka koostuvat kaikista ympäristön varoista.

Luonnon ympäristö muodostaa varannon ympäristötekijöitä, jotka palvelevat taloudellisia toimintoja. Näitä tekijöitä ovat erityisesti

- luonnonvarojen panokset taloudellisiin tuotantoprosesseihin (esim. biomassa, vesi, geneettinen monimuotoisuus, maan laatu)
- ympäristö taloudellisten prosessien jätteiden vastaanottajana
- ympäristö hyvinvoinnin lähteenä esteettisten ja henkisten arvojen kautta
- elämää tukevat järjestelmät.

Luonnon pääoma vaikuttaa hyvinvointiin suoraan ja taloudellisten prosessien kautta. Ihmisten tekemä pääoma koostuu koneista, infrastruktuureista, tuotantolaitoksista ja teknologiasta. Se vaikuttaa hyvinvointiin lähinnä talousprosessien välityksellä, mutta myös suoraan erilaisina rakenteina ja perintöinä. (Pearce 1988: 599.) Pääoman vaikutus hyvinvointiin on esitetty kuviossa 4.

**Kuvio 4.** Pääoma ja talousprosessi (Pearce 1988: 600).



Perusyhteyden luonnon pääoman ja kestävyuden välille muodostaa joustavuus. Luonnon pääoma lisää talouden joustavuutta suuria muutoksia, kuten ilmaston vaihteluita ja luonnontuhoja sekä pitkäaikaisten prosessien aiheuttamia kasautuvia muutoksia vastaan. Luonnon pääoman väheneminen korreloi kestävyuden vähenemisen kanssa ja korrelaation voimakkuus vaihtelee eri maissa, mutta maailmanlaajuinen luonnon pääoman väheneminen aiheuttaa taloudellisia tappioita kaikissa yhteiskunnissa.

Luonnon pääoma ja ihmisten tekemä pääoma ovat toisiaan korvaavia vain tiettyyn rajaan asti. Tulevien sukupolvien valinnan mahdollisuudet riippuvat luonnon pääomasta, koska ihmisten tekemää pääomaa voidaan muuttaa tarpeen mukaan, mutta luonnon pääoman muutokset ovat usein palautumattomia. Suuri luonnon pääomavaranto lisää ihmisten valinnan mahdollisuuksia mutta myös ei-inhimillisiä oikeuksia, sillä se tarjoaa enemmän asuinympäristöjä villieläimille ja kasveille ja lisää biologista monimuotoisuutta. (Pearce 1988: 601,602.)

Valinnan mahdollisuuksia tulevaisuudessa korostaa myös *Turnerin* näkemys kestävästä taloudellisesta kehityksestä. *Turnerin* mukaan kestävä kehitys käsittää taloudellisten nettohyötyjen maksimoinnin tavalla, joka mahdollistaa luonnonvarojen laadun ja niiden tarjoamien palvelujen ylläpidon ajan mittaan. Valinnan vapauksien säilyminen on mahdollista myös varantojen fyysisten määrien pienentyessä, sillä teknologian avulla voidaan parantaa ympäristön laatua ja sen tarjoamien palvelujen tasoa.

Erilaisilla taloudellisilla houkuttimilla voidaan myös vähentää luonnonvarojen ei-kestävää käyttöä. Keskeistä on varovaisuus menettelytavoissa, jotka aiheuttavat palautumattomia vaikutuksia ja kustannuksia sekä niiden hyötyjen arvottaminen, jotka menetetään luonnon pääomavarannon vähetessä. (Turner 1988: 357.)

Tietyn tason yläpuolella taloudellinen kehitys aiheuttaa vähenemistä joissakin ympäristön varannoissa ja toiminnoissa. Saatavilla olevat matalan entropian varannot (ks. 62) pienenevät luonnonvarojen käytön ja jätteen tuottamisen seurauksena, ja taloudelliset tuotantojärjestelmät muuttuvat epäsuoremmiksi ja monimutkaisemmiksi. (Turner 1988: 357.) Luonnon pääoman ja ihmisen tekemän pääoman toisiaan täydentävä käyttö on muuttunut kilpailuksi taloudellisen kehityksen ja luonnon pääomavarantojen välillä (Turner 1988: 357 ja Pearce 1988: 603).

Taloudellisen tehokkuuden tavoittelu on suosinut ihmisten tekemän pääoman kehittämistä, koska se on markkinatuote. Lisäksi luonnon pääoman panokset tuotantoprosesseihin ovat usein hinnoitteleemattomia ja vähemmän niukkoja, eikä luonnon pääoman lisäämiseksi ole ollut riittävästi taloudellisia houkuttimia. (Pearce 1988: 603.)

Luonnonvarojen ylläpito taloudellisessa kehityksessä edellyttää Pearcen ja Turnerin mukaan moniulotteisten ja -toimintoisten luonnonvarojen ja ympäristön määrän, arvon ja arvotyypin (käyttäjä, ei-käyttäjä) tuntemista. Valinnan luonnon pääoman ja ihmisten tekemän pääoman välillä on Pearcen mielestä tapahduttava määrätyissä rajoissa, ja luonnon pääomavarannoille on määriteltävä minimitaso, jota tuhojen välttämiseksi ei saa alittaa. (Pearce 1988: 604 ja Turner 1988: 357.)

*Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio* esittää kestäväen kehityksen välttämättömiksi edellytyksiksi muun muassa

- taloudellisen kasvun elvyttämistä ja sen laadun muuttamista
- luonnonvarojen suojelua ja kehittämistä
- talous- ja ympäristönäkökohtien yhteensovittamista päätöksenteossa.

Maaanlaajuinen kestävä kehitys vaatii komission mukaan vähintään kolmen prosentin vuosittaista kasvua bruttokansantuotteessa sekä teollisuus- että kehitysmaissa. Kasvun sisällön muuttuminen vähemmän raaka-aine- ja energiavaltaiseksi on välttämätöntä ekologisen pääoman säilyttämiseksi ja talouskriisialttiuden vähentämiseksi. (Yhteinen tulevaisuutemme 1988: 32-34.)

Taloudellisella kasvulla ja kehityksellä on komission mukaan ekologinen perusta, ja pitkällä aikavälillä kasvu edellyttää luonnonvarojen suojelua ja kehittämistä. Kasvun ja kehityksen luonnonvaroilte aiheuttaman rasituksen ja ympäristövaurioiden ennakointi ja torjuminen on luonnonvarojen suojelun kriittisimpiä tehtäviä. Taloudellisissa ratkaisuisa on otettava huomioon ympäristönsuojelutavoitteet, ja taloudellisiin laskelmiin on sisällytettävä luonnonvarojen hävittämistä ja uudistamisesta aiheutuneet kustannukset. (Yhteinen tulevaisuutemme 1988: 20,35 ja 40-47.)

## Energia ja kestävä kehitys

Erityisesti energialähteet ja biosfäärin kyky vastaanottaa energiankäytön sivutuotteet ovat kestävä kehityksen kannalta keskeisessä asemassa (Yhteinen tulevaisuutemme 1988: 40-42). Kestävään kehitykseen kuuluu energian riittävä tarjonta vuosisadoiksi eteenpäin tavalla, jossa energian käytön taloudelliset ja ympäristölliset seuraukset eivät aiheuta kestämatöntä taakkaa yhteiskunnille (Kristoferson 1988: 94).

*Pirages* on korostanut energian merkitystä taloudellisen kasvun jatkuvuudelle; kestävä kasvu on taloudellista kasvua jota fyysinen ja sosiaalinen ympäristö tukee nähtävissä olevaan tulevaisuuteen, ja kasvu riippuu ensisijaisesti käytettävissä olevista energialähteistä (*Pirages* 1977: 10,11).

*Norgaardin* mukaan taloudellinen toiminta, sosiaaliset organisaatiot ja teknologiajärjestelmät ovat kehittyneet sopeutumaan fossiilisten polttoainesten käyttöön, joka vapautti yhteiskunnat välittömistä ympäristön asettamista rajoituksista. Pitkällä aikavälillä kehitys on kuitenkin mahdollista vain uudistuvien energiavarojen avulla, sillä fossiilisten polttoaineiden rajallisuus ja ilmakehän ja merien kantokyky hiilidioksidin absorboimisessa asettavat kehitykselle lopulliset rajat. (Norgaard 1988: 617.)

Kestävä kehityksen kannalta ovat keskeisiä myös energiankäytön tehostaminen ja säästötoimet, joilla rajoitetaan uudistumattomien energialähteiden käyttöä ja vähennetään siitä aiheutuvia ympäristöongelmia. Resurssien käytön tehokkuuden parantamiseksi ja poliittisten ja teknologisten riskien vähentämiseksi kannattaa ylläpitää mahdollisimman suurta monimuotoisuutta energialähteiden osalta. (Yhteinen tulevaisuutemme 1988: 150, Kristoferson 1988: 94,95 ja Goldemberg ym. 1988: 64.)

Auringon tuottamista uudistuvista energiavirroista elävät organismit käyttävät hyväkseen vasta hyvin pienen osan, joten ne tarjoavat *Bouldingin* mielestä suuret potentiaaliset energiareservit fossiilisten polttoaineiden hintojen noustessa riittävästi. Pitkällä aikavälillä materiaalien käyttö voi muodostua kestävä kehityksen keskeiseksi ongelmaksi, sillä maapallo on materiaalien suhteen suljettu systeemi, johon kertyneitä varantoja käytetään jatkuvasti ja hajautetaan jätteinä maahan, meriin ja ilmakehään. Vaikka taloustieteilijät

korostavat niukkuuden ja suhteellisten hintojen nousun vaikutusta materiaalien käytön vähentämiseen ja korvattavuuteen, varantojen loppuunkäytön mahdollisuutta ei voida kokonaan kieltää. (Boulding 1988: 111.)

### **Kestävyiden taloudelliset mallit**

Perinteiset taloudelliset kehitysmallit ja tuotantofunktiot ovat usein epäonnistuneita kestävä kehityksen kannalta, koska niissä on voimakkaita sisäänrakennettuja oletuksia ja vakioita jotka eivät käytännössä toteudu tai ovat voimassa vain tietyissä tilanteissa. Jos tuotanto määritellään luonnonvarojen, työvoiman ja pääoman funktiona Cobb-Douglasin(1) tapaan, voidaan uudistumattomiin luonnonvaroihin perustuvaa elintasoä ylläpitää periaatteessa loputtomiin korvattaessa niitä työvoimalla ja pääomalla. Toisaalta diskonttausajattelu voi johtaa inhimillisten sivilisaatioiden loppuun tulevaisuudessa, koska nykyisiä hyötyjä arvostetaan tulevien sukupolvien hyötyjä enemmän. (Randall 1987: 30,31.)

Boulding korostaa pääoman ja tulojen suhteen merkitystä taloudellisten mallien kannalta. Pääomaa käsitellään malleissa rahallisessa mitassa vaikka sen fyysinen rakenne on kehityksen kannalta oleellisempi tekijä (Boulding 1988: 111,112).

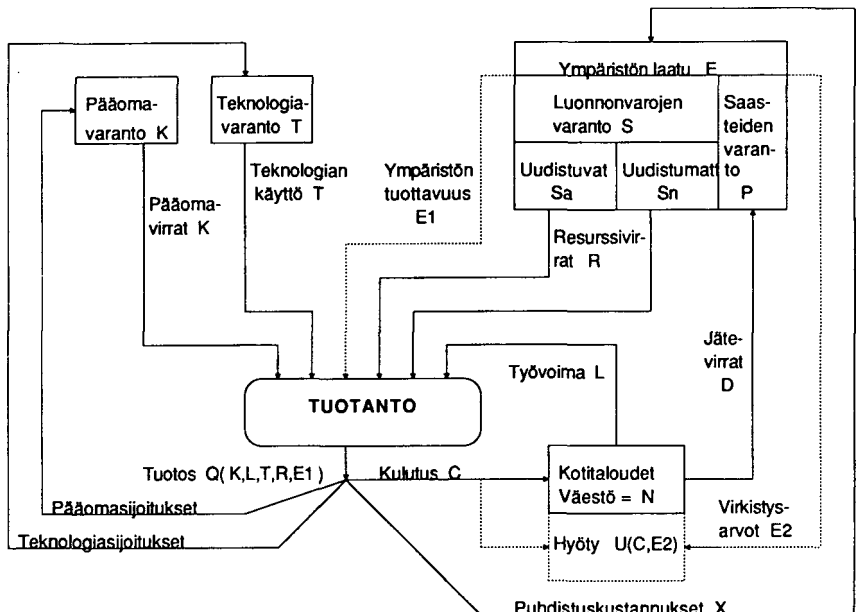
*Pezzeyn* talous/ympäristömallissa ihmisten saavuttamaan kokonaishyötyyn ja hyvinvointiin vaikuttavat tuotantotoiminnan mahdollistama kulutus ja ympäristön tarjoamat virkistysarvot.(2) Tuotannossa käytettäviä panoksia ovat pääoma, teknologia, työvoima sekä ympäristön laatu ja luonnonvarat. Tuotanto ja kulutus aiheuttavat jätteviroja, jotka vaikuttavat ympäristön laadun ja luonnonvarojen kautta tuotantoon ja virkistysarvoihin.

-----  
 (1) Tuotantofunktion Cobb-Douglas -muodosta tarkemmin Randall 1987: 30,31.

(2) Virkistysarvot voivat sisältää myös tekijöitä, joilla ei ole ihmisen kannalta välitöntä taloudellista ja välineellistä merkitystä; mm. muiden lajien oikeus olemassaoloon ja säilymiseen sekä biologinen ja geomorfologinen monimuotoisuus. (Pezzey 1989: 17,18.)

Kestävä kehitys voidaan mallin mukaan määritellä kehitykseksi, jossa henkeä kohti laskettu hyöty ei ajan mittaan pienene. Samanaikaisesti kulutustaso on perustarpeiden tyydyttämistä korkeampi, mutta ei ylitä ympäristön ekologista kestävyyttä. (Pezzey 1989: 13).

Kuvio 5. Talouden ja ympäristön varannot ja virrat (Pezzey 1989: 8).



Mallista voidaan kestävä kehityksen lisäksi johtaa myös muita kestävyyskriteereitä, kuten kestävä kasvu ja luonnonvarojen kestävä käyttö. Kestävyyskriteerit ovat yleensä epäyhtälötyyppisiä (taulukko 1), joten ne eroavat taloudellisissa malleissa perinteisesti käytetyistä optimointi- ja maksimointikriteereistä. Jos optimointi määritellään nykyhetken diskontattujen hyötyjen arvon maksimoinniksi, kestävyys on optimointia rajoittava eikä korvaava tekijä (Pezzey 1989: 14).

**Taulukko 1.** Talous/ympäristömallista johdettuja kestävyyskriteerejä (Pezzey 1989: 13).

KESTÄVÄ KASVU	1. Vakaa tai kasvava $Q$ tai $C$ 2. Positiivinen tai ei-vähenevä $Q/N$ tai $C/N$
LUONNONVAROJEN KESTÄVÄ KÄYTTÖ	1. Vakaa tai kasvava $Q$ tai $C$ 2. Vakaa tai kasvava $S_a$ 3. Vakaa tai kasvava $\underline{S}_a$ ; $\underline{S}_a$ = yksittäisten uudistuvien luonnonvarojen varannot 4. Vakaa tai kasvava $\underline{S}_a$ , kun $\underline{P}$ ei kasva; $\underline{P}$ = yksittäisten saasteiden varannot
KESTÄVÄ KEHITYS	1. Vakaa tai kasvava $U$ 2. Vakaa tai kasvava $U$ , kun $\min C$ kasvaa; $\min C$ = yksittäisten kuluttajien vähimmäiskulutus 3. Vakaa tai kasvava $U$ , kun $\min C > C_{bn}$ ja $\max C < C_{es}$ ; $C_{bn}$ = kulutus perustarpeiden tyydyttämiseksi $C_{es}$ = ekologisesti kestävä kulutus

Kestävyys voidaan Pezzeyn mukaan saavuttaa monilla vaihtoehtoisilla tavoilla, ja optimaalisin vaihtoehto on kehitys joka samalla johtaa mahdollisimman suuriin nykyhetkeen diskontattuihin hyötyihin. Optimointi pitkällä aikavälillä eroaa kuitenkin ratkaisevasti lyhyen aikavälin maksimointi-ajattelusta, sillä kulutuksen ja hyötyjen korkea ja tasainen kasvu tulevaisuudessa voidaan saavuttaa vain nykyisen kulutuksen ja hyödyn maksimaalista alhaisemmalla tasolla. (Pezzey 1989: 23,37.)

Aikavälin pituuteen on kiinnittänyt huomiota myös Maailmanpankki, joka pitää taloudellisen kasvun edistämistä, köyhyyden lievittämistä ja ympäristön-suojelua toisiaan tukevinä tavoitteina pitkällä aikavälillä, vaikka ne lyhytaikaisesti voivat olla ristiriidassa keskenään (World Bank 1987).

Diskonttaus ja siinä käytettävät korkokannat vaikuttavat selvästi kestävyYTEEN, sillä ne määräävät nykyisten ja tulevien hyötyjen ja kustannusten painotukset investointipäätöksiä tehtäessä. Korkeista korkokannoista seuraa enemmän investointeja luonnonvarojen käyttöön kuin niiden säästämiseen, ja luonnonvarojen käyttö aiheuttaa talouteen negatiivisia ulkoisvaikutuksia. Ulkoisvaikutusten sisäistäminen voi nostaa luonnonvarojen hintaa, lisätä investointeja niiden säästämiseen ja vähentää investointien kysynnän kokonaismäärää. (Pezzey 1989: vii.)

Investointien tarjontapuolella korkokanta on sekä taloudellinen että moraalinen kysymys; kuluttajien pitäisi tulevien sukupolvien takia diskontata hyötynsä alhaisella korkokannalla. Investointien tarjonta on vähäistä ja korkokannat liian korkeita, jos taloudellisen kasvun rajallisuutta ei tiedosteta ja odotukset kulutuksen kasvusta tulevaisuudessa ovat kohtuuttoman korkeita. (Pezzey 1989: vii, viii.)

Kestävyyskriteereiden toteuttaminen käytännössä edellyttää Pezzeyn mukaan niiden järjestelmätasojen (esim. laji, ekosysteemi, valtio, maapallo) määrittelyä, joihin kriteerejä halutaan soveltaa. Määrittely on välttämätöntä, koska kestävyysvaatimukset ovat erilaisia eri järjestelmissä ja järjestelmien ulkopuolelta aiheutetut ympäristövaikutukset ja resurssien hinnat vaihtelevat eri tasoilla.

Myös tuotantoon ja hyvinvointiin vaikuttavat keskeiset luonnonvarat ja ihmisten tekemä pääoma sekä niiden väliset korvattavuussuhteet on tunnettava. Korvattavuussuhteita määriteltäessä on otettava huomioon uudistuvien luonnonvarojen toimintojen moniulotteisuus ja ekologisten kynnyksarvojen korvattavuudelle asettamat rajoitukset. (Pezzey 1989: vii, 60.)

KestävyYden kannalta tärkeiden luonnonvarojen käyttöön voidaan vaikuttaa sekä taloudellisilla että hallinnollisilla rajoituksilla. Rajoitukset nostavat luonnonvarojen hintoja ja houkuttelevat niiden säästämiseen kyseessä olevassa järjestelmässä. Ympäristöpolitiikan keskeisenä tehtävänä on ulkoisvaikutusten sisäistäminen, joka voidaan toteuttaa rajoitusten ja taloudellisten houkuttimien lisäksi myös määrittelemällä ja toimeenpanemalla omistussuhteet luonnonvaroilta ja ympäristölle. (Pezzey 1989: vii, 37, 56.)

### Taloudellisten mallien kritiikistä

Monissa uusklassiseen taloustieteeseen perustuvissa lähestymistavoissa ja taloudellisissa malleissa sivuutetaan tuotanto- ja hyvinvointifunktioihin vaikuttavat kulttuuriset, sosiaaliset, eettiset ja moraaliset tekijät. (1) Luonnonvarojen käytön ja tulevien sukupolvien hyvinvoinnin kannalta keskeinen on erityisesti kysymys korvattavuudesta: onko nykypolvilla oikeutta huonontaa ympäristöä ja vähentää luonnonvaroja, ja korvata se tuleville sukupolville kasvavalla ihmisten tekemällä pääomalla ja teknisellä tietämyksellä?

Luonnonvarojen varantojen säilyttämistä puoltavat ainakin epävarmuus ja tiedon puute tulevaisuuteen liittyvistä tekijöistä ja odotuksista sekä luonnon mahdolliset kynnsarvot. Pezzeyn (1989: 60,61) mukaan uusklassinen lähestymistapa kestävyyyteen tarjoaa puutteistaan huolimatta ympäristöpolitiikan tarpeisiin tietoa siitä, miten talous voitaisiin tehdä kestävämmäksi sen muiden tavoitteiden sivutuotteena.

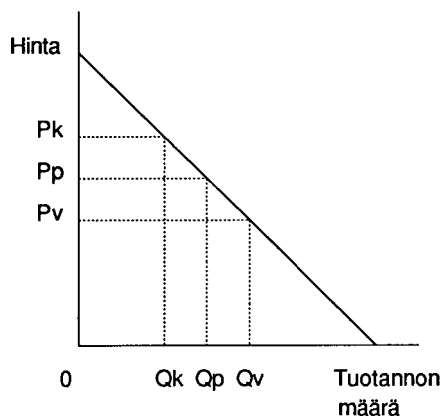
Markkinamekanismit eivät *Dalyn* (1986:320) mukaan itsestään pysty heijastamaan termodynamiikan peruslakien asettamia fyysisiä rajoituksia tuotannolle, sillä uusklassisen taloustieteen pareto- tehokkuuteen perustuvassa resurssien kohdentamisessa ei oteta huomioon virtojen ekologista kestävyyttä. Materiaalin ja energian virtoja ekosysteemeistä talouteen ja takaisin ekosysteemeihin on näin ollen rajoitettava kestävyyskriteereiden eikä pelkästään suhteellisten hintojen perusteella.

Jos kestävä kehitys asetetaan yhteiskunnalliseksi päämääräksi, jätteiden syntymisestä aiheutuneiden ulkoisvaikutusten ilmetessä tuotannon määrän on pysyttävä tasolla, jossa ekosysteemien jätteiden absorboimiskyky ei pysyvästi pienene. Kestävän kehityksen edellyttämät optimaaliset hinnat tuotannossa ovat tällöin voiton maksimointi- ja pareto-optimaliteettihintoja suuremmat. (Pearce 1988b: 60-65.)

-----

(1) Uusklassisten mallien kritiikistä enemmän esim. Pezzey 1989: 10,12 sekä Norgaard 1985 ja Page 1983.

**Kuvio 6.** Optimaaliset hinnat kestävässä kehityksessä.  
(Pearce 1988b s. 64 mukaan.)



$P_k$  = optimaalinen hinta kestävässä kehityksessä  
i. alhaisin hinta jolla kestävyys voidaan saavuttaa

$Q_k$  = tuotannon määrä, jossa jätteitä syntyy  
ekosysteemien assimilaatiokykyä pienempi määrä

$P_p$  = pareto-optimaalinen hinta

$P_v$  = voiton maksimointihinta

## 4.2. Ekologisesti kestävä kehitys

### Ekologisten vaurioiden välttäminen

Taloudellisesti kestävä kehityksen tarkastelu perustuu yleensä ajatukseen, jonka mukaan tuotannon ja henkeä kohti laskettujen tulojen kasvu on ajan mittaan mahdollista ympäristön suhteen suopealla tavalla, tai ainakin ilman vakavia ympäristöriskejä (Turner 1988: 352). Ekologisesti kestävä kehityksen lähtökohdaksi on koko biosfäärin toiminnan kestävyys, johon vaikuttavat jatkuva väestönkasvu ja luonnonvarojen hyödyntäminen. Lähestymistavan taustalla on tavallisesti malthusilainen ajattelu-tapa tai ekosentrinen näkökulma.

Malthusin mukaan väestönkasvu ei voi ylittää luonnonvarojen asettamia rajoja. Ekosentrisestä näkökulmasta suurimpana ongelmana ei pidetä väestön ja luonnonvarojen tasapainoa vaan päämääriä, joita luonnonvaroilta asetetaan taloudellisen kasvun tavoittelussa. (Mm. Redclift 1988, Munn 1987, O'Riordan 1981.)

*Munn* pitää kehitystä pitkällä aikavälillä kestäväenä vain, jos se on ekologisesti kestävä. Materiaalien ja energian käyttö asettaa periaatteessa rajat maapallon tai tietyn alueen elättämälle väestömäärälle, ja riittävän suuri väestön li-säys huonontaa ympäristön laatua ja vähentää uudistuvien luonnonvarojen määrää. Luonnonvarojen hyödyntämisellä on ulkoiset rajat, joiden ylittäminen voi pitkällä aikavälillä johtaa ekologiin vaurioihin.

Rajojen määrittely on kuitenkin erittäin vaikeaa ympäristön, luonnonvarojen, väestön ja teknologian vuorovaikutusten takia. Kehityksen ennustamista vaikeuttavat mm. erilaiset luonnonolosuhteet eri alueilla, lajien ja lajiyhteisöjen sisäiset ja väliset vuorovaikutukset ja palautemekanismit sekä geofysikaalisten, ekologisten ja sosio-ekonomisten järjestelmien toimintojen epälineaarisuudet ja epäjatkatavuudet. (Munn 1987: 8,9.)

*Glaeserin* (1988: 672-674) mukaan luonnon huonontuminen, riisto ja luonnonvarojen loppuunkäyttöäminen ovat tehneet inhimillisen elämän perustan tuhoutumisen selvästi mahdolliseksi. Ihmisten vuorovaikutukset luonnon kanssa ovat olleet pitkälti luonnonvarojen liikakäyttöä ja luonnon tuhoamista yhteiskuntien teknisten tuotantojärjestelmien avulla. Myös ihminen, inhimillinen tuottaja on kuulunut luonnon käytön prosessiin hyväksikäytettävänä ja uudistuvana resurssina.

*Glaeserin* lähestymistapa kestävään kehitykseen on inhimillisis-ekologinen, ja sen keskeisenä piirteenä on kehityksen holistinen tarkastelu. Kokonaisvaltainen kehityksen ymmärtäminen edellyttää mm. ihmisten ja ympäristön järjestelmien vuorovaikutusten tuntemista sekä kokonaisvaltaista ja ennalta ehkäisevää ympäristöpolitiikkaa sektorisoituneen ja ympäristövaurioiden korjaamiseen keskittyneen sijasta.

### **Elollisten luonnonvarojen suojeleminen**

*Maailman luonnonsuojelustrategiassa* vuodelta 1980 kehitys on määritelty ihmisten tarpeiden tyydyttämiseksi ja elämän laadun parantamiseksi. Strategian päämääränä on kestävä kehityksen saavuttaminen suojelemalla koko biosfääriä ja erityisesti elollisia luonnonvaroja. Kestävä kehityksen ja biosfäärin suojeleminen pääkomponentit ovat

1. välttämättömien ekologisten prosessien ja elämää tukevien järjestelmien ylläpito,
2. geneettisen monimuotoisuuden säilyttäminen sekä
3. lajien ja ekosysteemien kestävä hyödyntäminen.

Ekologiset prosessit vaihtelevat paikallisista maailmanlaajuisiin. Ihmisten eloonjäännin ja hyvinvoinnin kannalta välttämättömiä ovat erityisesti maaperän muodostuminen ja säilyminen, ravinteiden kierto sekä ilman ja vesien puhdistuminen. Prosesseja tukevat ja niihin vaikuttavat voimakkaasti ekosteemit - kasvit, eläimet, mikro-organismit ja niiden eloton ympäristö. Tukeyien järjestelmien ylläpito on välttämätöntä kaikissa yhteiskunnissa, riippumatta yhteiskuntien kehitysasteesta.

Geneettinen monimuotoisuus koostuu maailman organismien (lajit, alalajit, lajikkeet, kasvi-, eläin- ja mikro-organismikannat ja -muodot) geneettisistä muodoista ja muuntelusta. Suuri osa muuntelusta on välttämätöntä

- ravinnon ja materiaalien tuotannon ylläpitämiseksi
- tulevaisuuden vaihtoehtojen varmistamiseksi
- puskurina ympäristön muutoksia vastaan ja
- raaka-ainevarantona tieteellisten innovaatioiden ja teollisuuden tarpeisiin.

Geneettisen monimuotoisuuden säilyttäminen on "vakuutus- ja investointitoimintaa", ja se edellyttää lajien häviämisen ehkäisyä ja mahdollisimman laajan lajien sisäisen muuntelun säilyttämistä.

Lajien ja ekosysteemien kestävä hyödyntäminen on hyödyntämistä määrän ja keinojen suhteen tavalla, joka sallii lajien ja ekosysteemien jatkuvan uudistumisen. Kestävyyden varmistamisen tärkeys vaihtelee yhteiskunnan luonnonvarariippuvuuden mukaan, ja tärkeimpiä lajiryhmiä ja ekosysteemejä ovat ne joiden tuotteilla käydään kauppaa, metsät ja laidunmaat. Talouden monimuotoisuus ja joustavuus voi vähentää kestävyiden tarvetta tietyn luonnonvaran osalta, mutta kestävyiden pieneneminen vähentää osaltaan talouden mahdollisuuksia monimuotoisuuteen ja joustavuuteen. (Allen 1980: 18-20.)

Myös ympäristön ja kehityksen maailmankomissio pitää elollisten luonnonvarojen ja niiden elottoman elinympäristön suojelua kestävä kehityksen kannalta välttämättömänä. Kehityksen odotetaan riippuvan yhä enemmän kasvi- ja eläinlajeista ja niiden perintöaineksesta ja muuntelevuudesta. Kestävä kehitys edellyttää lajeista, ekosysteemeistä ja elämän kannalta välttämättömistä luonnon tapahtumaketjuista muodostuvan kokonaisuuden suojelua. Suojelu on välttämätöntä taloudellisista, mutta myös tieteellisistä, eettisistä ja kauneudellisista syistä. (Yhteinen tulevaisuutemme 1988: 125.)

## Ekokehitys

Kehitys tasapainossa luonnon kanssa on keskeinen tavoite ekokehitys - lähestymistavassa. Ekokehityksen taustalla on ajatus kompromissista ekologisten vaatimusten ja taloudellisen kehityksen välillä siten, ettei kehitysprosessiin liittyvä ympäröivän luonnon muuttaminen vaaranna elollisen luonnon kestokykyä pitkällä aikavälillä.

Päämääränä on tasapaino ihmiskunnan ja luonnon välillä, jolloin uudistuvia luonnonvarojen virtoja käytetään mahdollisimman tehokkaasti ja luonnon pääoman varantoja loppuunkäytetään mahdollisimman vähän. Tässä yhteydessä kestävä kehityksen ehdotoman edellytyksen muodostaa uudistuvia luonnonvaroja tukevien järjestelmien kuten maaperän, veden, metsien ja ilmaston ekologisesti kestävä käyttö ja hoito. Luonnonvarojen käytön ja ympäristönsuojelun keskeisenä haasteena on ihmisten tekemien tuotantojärjestelmien muotoilu siten, että niiden panokset ja tuotokset sopeutuvat ekosysteemien toimintaan ja luonnon kiertokulkuihin. (Sachs 1984: 213-217.)

Kehitys edellyttää kulutusmallien ja elämäntapojen (kysyntä) sekä tuotannon (tarjonta) uudelleenarviointia yhdessä teknologisten valintojen ja alueellisen jakautumisen kanssa. Ympäristön ja kehityksen tasapainon kriteereinä voidaan pitää energian, luonnonvarojen ja tilan käyttöä ja niiden aiheuttamia ympäristövaikutuksia. (Sachs 1984: 214-217.)

Ekokehityksen peruselementtejä ovat mm.

- taloudellisen kehityksen ekologisten perustan suojeleminen ja säilyttäminen
- omavaraisuus paikallisten luonnonvarojen ja inhimillisten voimavarojen hyödyntämisessä (Glaeser 1984: 1).

Ekokehitys on vaihtoehto kehitykselle, joka perustuu pelkästään bruttokansantuotteella mitatun taloudellisen kasvun jatkuvuuteen. Kasvulla on fyysisten, ekologisten, sosiaalisten ja inhimillisten syiden takia rajavyöhykkeitä, joissa kasvun kustannukset ja muut ongelmat lisääntyvät merkittävästi ja sen hyödyt pienenevät.

Ekokehityksessä taloudellinen tehokkuus ja kustannusten minimointi kehityksen kriteereinä on korvattava jätteen määrän ja saastumisen minimoinnilla, haavoittuvuuden vähentämisellä sekä joustavuuden ja turvallisuuden kaltaisten ominaisuuksien maksimoin-

nilla. Kehityksen mittaamisessa tarvitaan indikaattoreita, joiden avulla voidaan seurata ja kuvata luonnon hyödyntämisastetta, luonnonvarojen virtoja kansantuotteen muodostumisessa ja taloudellisen kasvun sosiaalisia ja inhimillisiä kustannuksia. (Glaeser 1984: 210,211 ja Brown 1979: 16.)

Ekokehityksen periaatteet korostuvat myös Lester *Brownin* näkemyksessä kestävästä yhteiskunnasta. Kestävän yhteiskunnan pääpiirteitä ovat mm. nykyistä tehokkaampi energian käyttö, uudistuvien energialähteiden hyödyntämiseen perustuva talous, paikallinen omavaraisuus ja taloudellisen kasvun tavoitteen korvaaminen kestävyys -tavoitteella. Talouden keskeisiä periaatteita ovat joustavuus ja luonnonvarojen kierrätys, ja luonnonvarareservit ymmärretään ensisijaisesti varantojen täydennyksinä pelkkien materiaalin lähteiden sijasta. (Brown 1981: 247,248.)

### **Kestävä kehitys maa- ja metsätaloudessa**

Maa- ja metsätaloustuotanto voi ympäristön ja kehityksen maailmankomission mukaan olla kestävää vain, jos sen perustana olevaa maaperää, vettä ja metsää ei pilata. Lyhytnäköinen maa- ja metsätaloustuotannon kasvattaminen ympäristönäkökohtien kustannuksella, energiankäyttö, teollisuustuotanto ja väestöpaineet tuhoavat luonnonvaraperustaa, jonka suojeleminen ja vahvistaminen on välttämätöntä kestävä kehityksen edellyttämän ravinnontuotannon takaamiseksi.

Kestävän kehityksen luonnonvaraperustan ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi on ensimmäisenä tehtävänä luokitella maa

- kasvualueisiin, jotka voivat ylläpitää tehokasta maataloustuotantoa ja korkeaa väestö- ja kulutustasoa
- suoja-alueisiin, joilla ei harjoiteta tehoviljelyä
- elvytysalueisiin, joilla maan tuotantokyky on osittain tai kokonaan tuhoutunut.

Eri alueita on käytettävä niille sopivaan tarkoitukseen ja otettava huomioon maatalousteknologian ja kemikaalien käytön sekä metsien taloudellisen hyödyntämisen ja suojelelun tasapainoon liittyvät alueelliset tekijät. Vesien hoito ja vedenkäytön tehokkuus ovat merkittävässä asemassa luonnonvara-

perustan pilaantumisen, maatalouden tuottavuuden kasvun ja ravinnontuotannon kannalta.  
(Yhteinen tulevaisuutemme 1988: 104-118.)

Myös *Conway* ja *Barbier* korostavat luonnonvaraperustan merkitystä maatalouden kestävässä kehityksessä. Maatalouden kestävyyttä voidaan pitää

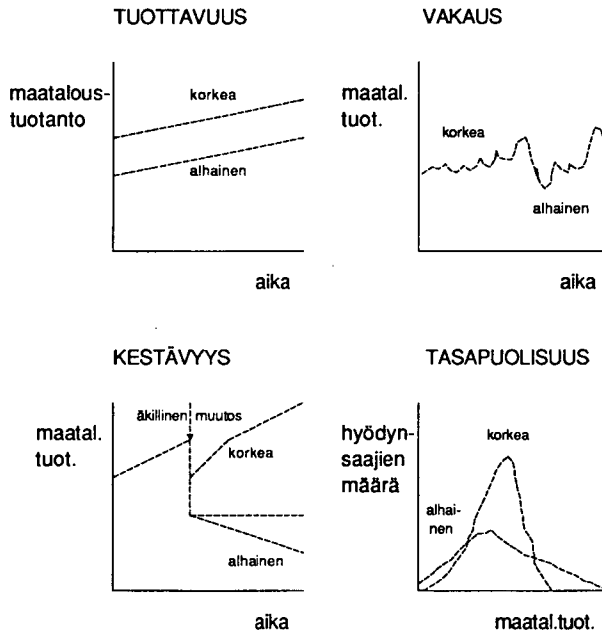
- tuotantojärjestelmien luontaisten tekijöiden
- hitaiden ja kasautuvien muutosten
- äkillisten, suhteellisen voimakkaiden ja ennustamattomien muutosten ja
- muutoksia vastaan käytettävissä olevien inhimillisten panosten funktiona.

Kehitys riippuu luonnonvarojen ja ihmisten tekemien resurssien hyödyntämisestä inhimillisten taitojen ja työvoiman avulla, mutta ratkaisevassa asemassa on maatalouden kestävyys luonnonvarojen määrän ja laadun muuttuessa. Maatalouden kehitys ei voi olla kestävää pitkällä aikavälillä, jos luonnonvarojen väheneminen ja laadun heikkeneminen vähentävät maatalouden kykyä ylläpitää tuottavuutta siihen kohdistuvien taloudellisten ja ekologisten muutosten edessä.

Maatalouden kehityksen keskeisiä tekijöitä ovat kestävyys ja tuottavuus lisäksi sen vakaus ja tasapuolisuus. Kestävä kehitys koostuu eräänlaisesta tasapainoilusta mainittujen tekijöiden välillä, yksittäisestä viljelijästä kansakuntien ja alueellisille tasoille.

(Conway ja Barbier 1988: 653-655.)

**Kuvio 7. Maatalouden kehityksen osatekijät. (Conway ja Barbier 1988: 654.)**



### Veden kierto ja kestävä kehitys

Yksityiskohtaisempaa lähestymistapaa ekologisesti kestävään kehitykseen edustaa *Falkenmarkin* näkemys veden kierron merkityksestä kestävässä kehityksessä. Falkenmarkin mukaan inhimillistä elämää rajoittavat globaali veden kierto ja kiertoa hallitsevat luonnonlait, joten kestävä vuorovaikutus yhteiskuntien ja veden kierron välillä on kestävä kehityksen kannalta ratkaisevassa asemassa. Veden kiertoon vaikuttavat maankäyttö ja monet muut yhteiskunnan toiminnat, sekä suoraan että veden kierron ylläpitämien ekosysteemien kautta.

Veteen liittyviä välttämättömiä tekijöitä nyt tulevaisuudessa ovat erityisesti

- maaperän läpäisevyys ja vedenpidätyskyky biomassan tuotannon varmistamiseksi
- juomaveden saatavuus
- riittävyys yleiseen hygieniaan ja
- kalojen syömäkelpoisuus.

Maaperän vesi juurivyöhykkeessä, pohjavedet ja vedet vesistöissä ovat kaikki yhtä tärkeitä elämälle, ja niiden laadun huononeminen ja määrän muutokset voivat tulkita kehityksen kestäättömyyttä.

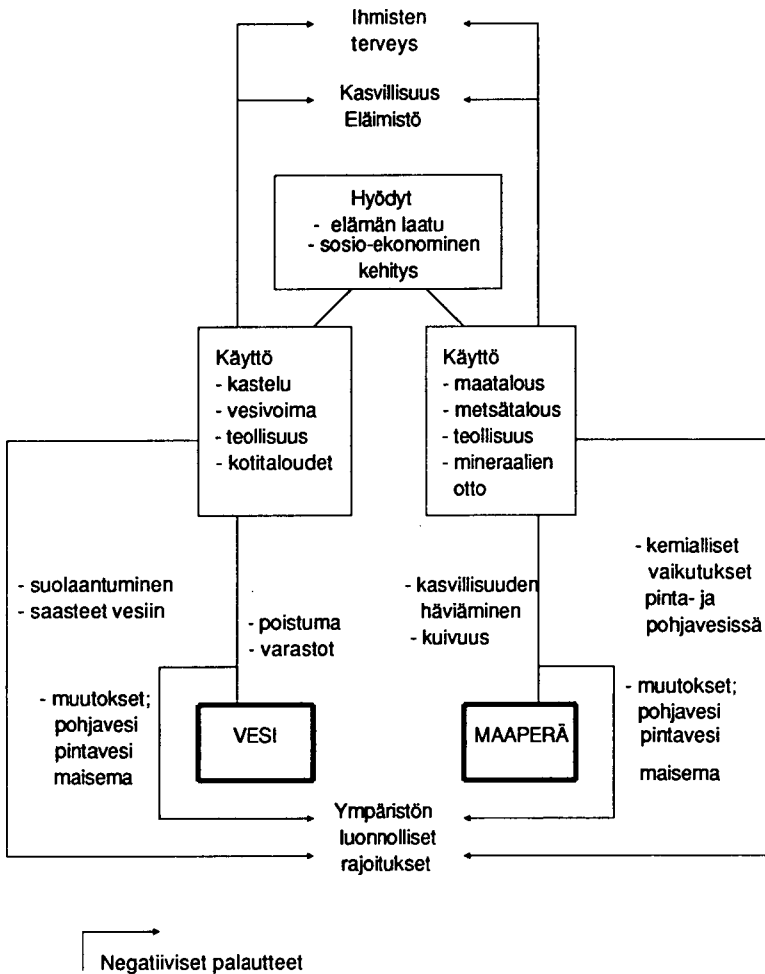
Kestävyyttä uhkaavat ihmisten toimintojen perustyy-  
pit ovat

- maaperän ja sitä peittävän kasvillisuuden vuorovaikutusten muuttaminen
- saastuttavien aineiden käsittely ja sijoittaminen sekä
- veden poisto luonnollisista vesisysteemeistä ja palauttaminen sinne käytön jälkeen.

Ympäristö asettaa rajoituksia yhteiskuntien kyvyille tyydyttää ihmisten tarpeita. Näitä rajoituksia ovat mm. veden kierrosta saatavissa olevan uudistuvan vesivarannon määrä sekä maaperän ja maa- ja vesiekosysteemien potentiaalinen haavoittuvuus ihmisten aiheuttamien vaikutusten takia.

Ihmisten toiminta aiheuttaa väistämättömiä palautteita veteen liittyviin ilmiöihin. Kestävässä kehityksessä tarvitaan tasapainottavia toimia näitä vaikutuksia vastaan. Keskeisessä asemassa ovat veden, maaperän ja kasvillisuuden väliset vuorovaikutukset ja niiden jatkuva toimivuus erilaisissa ilmasto-olosuhteissa. (Falkenmark 1988: 71-76.)

**Kuvio 8.** Ihmisten toiminnan ja luonnon ympäristön vaikutukset veden kiertoon ja maaperään (Falkenmark 1988: 76).



### 4.3. Kestävän kehityksen indikaattorit

#### **Kestävyyden arvioimisessa käytettyjä indikaattoreita**

Luonnonvarojen käytön ja ympäristön kestävyyttä on pyritty kuvaamaan ja seuraamaan erilaisten taloudellisista, ekologisista ja sosiaalisista tiedoista johdettujen muuttujien ja tunnuslukujen avulla. Näitä muuttujia ja tunnuslukuja kutsutaan seuraavassa kestäväen kehityksen indikaattoreiksi. Kestävän kehityksen indikaattorit ovat useimmiten makroindikaattoreita, jotka sisältävät aggregoituja tietoja eri alueilta ja asiakokonaisuuksista.

Taloudellisen ja ekologisen kehityksen maailmanlaajuisen, alueellisen ja paikallisen kestävyuden arvioimiseen ja vertailuun käytettyjä indikaattoreita on esitetty taulukossa 2 sivulla 41.

Useimmat kestävyuden arvioimiseen käytetyistä indikaattoreista eivät perustu mihinkään yhtenäiseen lähestymistapaan tai teoriaan kestäväen kehityksen ja luonnonvarojen käytön suhteesta. Ne nojaavat yleensä helposti saatavilla olevaan, kansainvälisesti vertailukelpoiseen tietoon eivätkä painotu vuorovaikutuksiin ja suhteisiin jotka antaisivat selviä tietoja muutoksista, kynnsarvoista ja ei-kestävistä kehityssuunnista.  
(Liverman ym. 1988: 134.)

Erityisesti suhde väestön määrän ja luonnonvarojen tilan välillä on vaikeasti kuvattavissa, koska pääoman sijoitukset, tieteelliset löydöt ja uudet teknologiat voivat kompensoida väestökasvun vaikutuksia luonnonvarojen käyttöön (World Resources 1986: xii). Lisäksi mm. tulonjako, maanomistussuhteet ja teknologia vaikuttavat usein väestökasvua voimakkaammin yksilöiden ja yhteiskuntien paineisiin käyttäen luonnonvaroja kestävättömästi (mm. George ja Paige 1982).

Ekologisten indikaattoreiden kuten kantokyvyn, kestävän sadon ja eroosion käyttöä kestävän kehityksen kuvaajina rajoittavat etenkin kynnyks- ja optimiarvojen määrittämisen vaikeudet sekä puutteelliset tiedot varannoista ja niihin vaikuttavista tekijöistä (Holling 1977, Liverman ym. 1988). Taloudellisten indikaattoreiden suurimpana ongelmana on niiden huono kattavuus kaikkien taloudellisten toimintojen ja luonnonvaroissa tapahtuvien muutosten suhteen. Pitkällä aikavälillä kansantalouden tilinpidon indikaattoreiden käyttö voi antaa harhaanjohtavan kuvan kansakunnan taloudellisista mahdollisuuksista (World Resources 1986: 227).

**Taulukko 2. Kestävyyden kuvaamiseen käytettyjä indikaattoreita. (Lähteenä pääasiassa Liverman ym. 1988.)**

INDIKAATTORIT	KUVAUSKOHEET	TULKINNASTA
Bruttokansantuote per capita Fossiilisten polttoaineiden kulutus per cap.	Taloudellisen kasvun suuntaukset ja sisältö	Yhteiskunta kestävä, kun kasvun kustannukset (esim. metsävauriot, ilmaston muutokset) ylittävät sen hyödyt
Nettoarvokriteeri, suojelukriteeri ja tasapuolisuus-kriteeri	Taloudellinen kestävyys	Max. tuotos/käytetyt panokset tuottavuuden ylläpito seur. sukupolville ja tasapuolinen tulonjako
Väestötiheys Maataloustuotannon intensiivisyys Energiankulutuksen intensiivisyys	Biosfäärin kestävä kehitys	Ihmiset/alueyksikkö, arvonlisäys/ha/vuosi ja öljykvivalenttia/ha/v
Maksimaalinen kestävä sato	Uudistuvien biologisten luonnonvarojen hyödyntäm.	Max. tuotanto kun samalla ylläpidetään luontaiset uudistumismahdollisuudet
Kynnysarvot	Kestävän ja ei-kestävän kehityksen rajat	Metsien sietokyky ilmaan saasteille, ilmakehän CO <sub>2</sub> -pitoisuudet ym.
Kantokyky	Potentiaalinen väestö erilaisilla ekologisilla vyöhykkeillä	Perustana maatalousmaa ja metsä; tekijöinä maan biolog. tuottavuus, materiaalien ja energian tuonti, teknologia ym.
Pintamaan menetys Metsien häviäminen Vesivarantojen ja kalojen pilaantuminen.	Luonnonvarojen käytön kestävämyys	Hyödyntäminen kestävästi, kun lajien arvo ihmisen kannalta häviää tai vähenee huomattavasti
Uudist. luonnonvar. käyttö/kest. sato Raaka-aineiden kierrätys Väestönkasvun tasapainoisuus	Yhteiskuntien kestävyys	

### Kestävän kehityksen arvioimisen elementtejä

*Svedinin* (1988: 18) mukaan kestävyyden saavuttamiseksi tarvitaan avainindikaattoreita, tarkistuslistaa kestävyyden suunnasta tietyllä hetkellä ja tietyssä tilanteessa. Indikaattoreiden tehtävänä on osoittaa kehityksen kestävyyttä tai kestäättömyyttä pitkällä aikavälillä, eikä niitä pitäisi käyttää optimaalisen kestävyyden määrittelyn välineenä.

Kehityksen kestävyyden arviointi edellyttää *Vossin* (1986: 4-12) mukaan tietoja ainakin sosio-ekonomisten toimintojen ja niiden käyttämien luonnonvarojen yhteyksistä sekä standardeja ja varoitussyöhykkeitä erilaisten luonnonvarojen ja ekosysteemien kestävyydelle. Vastaavasti kestävän kehityksen arviointijärjestelmiin kuuluisivat seuraavanlaiset elementit:

- Lähteet; ihmisten sosio-ekonomiset toiminnot jaettuna tarpeen mukaisesti sektoreihin, kuten maatalouteen, metsätalouteen, ja teollisuuteen. Lähteitä ovat myös ympäristön luonnolliset tapahtumat, esimerkiksi ilmaston vaihtelut, tulvat ja kuivuus.
- Vastaanottajat; luonto ja ympäristö ekosysteemeinä ja elämää tukevin järjestelminä.
- Vastavaikutukset; toimet negatiivisia ympäristövaikutuksia vastaan, esim. suojeluohjelmat, päästörajoitukset.
- Standardit ekosysteemien ja elämää tukevien järjestelmien kestävyyden arvioimiseksi.

Vaikutukset luontoon ja ympäristöön ovat ihmisten toiminnan, luonnon tapahtumien ja vastavaikutusten kasautuvia seurauksia. Tietyn ajan kuluessa arvioituja vaikutuksia voidaan verrata standardeihin, jolloin saadaan aikaan sidottuja kehitysarvioita erilaisille luonnon ja ympäristön komponenteille. Käytäntöön sovellettaessa arviointi on usein ongelmakeskeistä ja edellyttää sosio-ekonomisten ja ympäristön komponenttien erittelyä ja alajaottelua mm. panoksiksi, tuotoksiksi, energian kulutukseksi ja alueisiin, lajeihin tai diversiteettiin.

Yleinen kehikko avaintietojen keräämiselle ja analysoinnille on esitetty kuviossa 9.

**Kuvio 9.** Kehikko kestävyuden arvioimiseksi. (Voss 1986: 5.)

	Luonto/ympäristö	( Standardit )
	1. 2. 3. ...	1. 2. ...
-----		
Sosio-ekonomiset toiminnot		
1.		
2.	( Vaikutukset: - )	
3.		
...		
Luonnon tapahtumat	( Vaikutukset: -/+ )	
Vastavaikutukset	( Vaikutukset: + )	
-----		
Tasapaino	( Vaikutukset: -/+ )	→ ( Standardit ) ←
		( KESTÄVYYS )

Kehityssuuntien arviointiin käytettävien indikaattoreiden avulla voidaan kuvata lähde/vastaanottaja/vastavaikutusketjun syy-seuraus- ja vuorovaikutussuhteita ja niiden kehittymistä. Sosio-ekonomisen toiminnan vaikutuksen määrää tai voimakkuutta voidaan pitää indikaattorina ketjun seuraavan osan laadusta, mikä lisää mahdollisuuksia yhteyksien ymmärtämiseen ja identifioimiseen. Käytettävien muuttujien aikasarjat osoittavat kehityksen suuntaa, ja aikasarjojen puuttuessa havaintojen vertailu standardeihin antaa tietoa ympäristön vallitsevasta laadusta ja tilasta.

*Liverman ym.* (1988: 135-137) ovat kehittäneet joukon yleisiä suuntaviivoja, jotka muodostavat kehikon maailmanlaajuisen, alueellisen ja paikallisen tason kestävyuden indikaattoreiden arvioimiseksi ja kehittämiseksi. Kehikko rakentuu indikaattoreille asetettavista kriteereistä, joiden toteutuminen yksittäisen indikaattorin osalta kuvaa sen käyttökelpoisuutta kestävyuden kuvaajana. Mikään indikaattori ei välttämättä täytä kaikkia kriteereitä ja kriteerit voivat olla toisensa poissulkevia, mutta seuraavanlaisia piirteitä voidaan pitää kestäväen kehityksen indikaattoreille keskeisinä.

### 1. Valmius ajallisten muutosten kuvaamiseen.

Indikaattoreita varten tarvittavien tietojen keräystiheyden on oltava riittävän suuri kehityssuuntien ja muutosten kuvaamiseksi jo varhaisessa vaiheessa. Historialliset aikasarjat ovat tarpeen arvioitaessa kehityksen kestävyyttä pitkällä ja erittäin pitkällä aikavälillä. Indikaattorin on pystyttävä myös erottamaan normaalit kausivaihtelut kestävyyttä heikentävistä kehityssuunnista.

### 2. Valmius eri alueisiin ja ihmisryhmiin kohdistuvien muutosten kuvaamiseen.

Keskiarvoihin perustuvat mittarit voivat peittää merkittäviä tekijöitä ja muutoksia erilaisten alueellisten, sosiaalisten ja luonnonolosuhteiden aiheuttamien vaikutusten takia. Kestävyyttä mitattaessa on otettava huomioon olosuhteiden jakaantuminen alueellisesti ja eri ihmisryhmien kesken, ja indikaattoreiden on kuvattava tilannetta myös erilaisten riski- ja vähemmistöryhmien sekä ekologisten marginaalialueiden osalta.

### 3. Ennustettavuus ja ennakointi.

Erityisen arvokkaita päätöksenteon ja politiikan muotoilun kannalta ovat indikaattorit, joiden avulla voidaan ennakoida olosuhteiden muuttumista kestävämmiksi. Aikasarjat mahdollistavat ekstrapoloinnin ja mallien käytön, ja empiirisiä arvioita ja teoreettisia oletuksia yhdistelemällä on mahdollista ennustaa kehityksen kestävyyttä pitkällä aikavälillä.

### 4. Lähtökohta- ja kynnysarvojen saatavuus.

Arviot ympäristön ja sosio-ekonomisten järjestelmien kehityssuunnista voivat olla merkityksettömiä, ellei niitä pystytä suhteuttamaan lähtökohta-arvoihin tai tietoihin potentiaalisista vaihteluväleistä. (1) Kynnysarvot ovat usein kriittisiä järjestelmän tai lajin olemassaololle, joten indikaattoreiden tulkinnassa kynnysarvot tai niiden puuttuminen on tuotava selvästi esille.

-----

(1) Esimerkiksi odotettavissa olevan eliniän arviointi, viljasato suhteessa potentiaaliseen satoon fotosynteesin rajoissa tai ravinnon määrä henkilöä kohti suhteessa minimimäärään hengissä pysymiseksi.

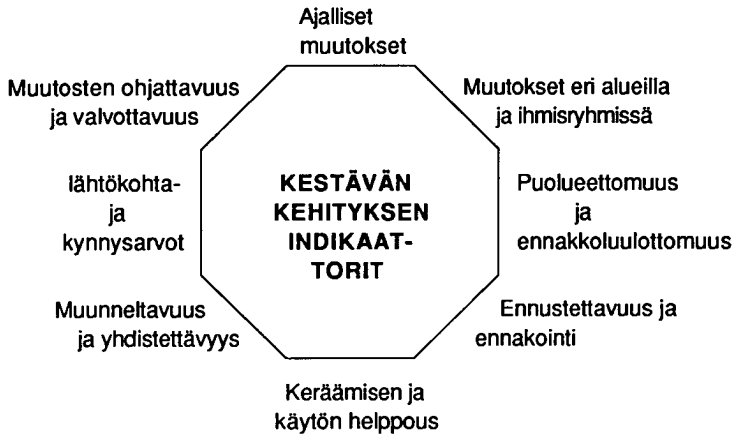
5. Puolueettomuus, ennakkoluulottomuus. Monet kehityksen ja ympäristön laadun indikaattorit perustuvat ryhmäkeskeisiin ja yhteiskunnissa vallitseviin arvoihin, joihin suhtaudutaan ja joita painotetaan eri tavoilla eri kulttuuripiireissä ja yhteiskunnissa. Arvot vaikuttavat indikaattoreiden muotoilun eri vaiheissa ja tasoilla - mitä, miten, missä ja milloin mitataan, mitä painotetaan ja miten tulokset esitetään. Arvot on voitava ottaa huomioon myös indikaattoreita tulkittaessa.

6. Muutosten ohjattavuus ja valvottavuus. Luonnonvarojen käytön ja hoidon kannalta on oleellista identifioida indikaattoreita, jotka ilmaisevat tapahtuneiden ja tapahtuvien muutosten ohjattavuus- ja hallintamahdollisuuksia. Erityisen tärkeitä ovat elämää tukevien järjestelmien muutokset, jotka aiheuttavat pysyviä ja palautumattomia vaikutuksia. Lisäksi indikaattoreita tarvitaan arvioitaessa muutosten hallinnasta aiheutuvia kustannuksia.

7. Muunneltavuus ja yhdistettävyyys. Raakadata ei yleensä anna tietoa kestävydestä, joten tietoja luonnonvaroista ja niiden muutoksista on pystyttävä muuntamaan ja yhdistämään mm. väestötietoihin, tietoihin luonnonvarojen käytön ja niiden varantojen suhteesta sekä tietoihin lähtötasoista ja mahdollisista kynnsarvoista. Erilaisten tietojen ja indikaattoreiden muuntamista ja yhdistämistä vaikeuttavat ongelmat komponenttien painottamisessa ja yhteismitallistamisessa.

8. Keräämisen ja käytön helppous. Valittaessa indikaattoreita kuvaamaan kestävyden tilaa ja kehityssuuntia on ensisijaisesti nojaututtava valmiisiin tiedonkeruu- ja seurantajärjestelmiin ja niiden muutosmahdollisuuksiin. Samalla on kuitenkin pyrittävä korjaamaan epäkohtia erityisesti tiedon saatavuudessa, organisaatioiden päällekkäisyyksissä sekä suunnittelun ja tutkimuksen ristiriitaisuuksissa (esim. kustannusten minimointi/tiedon käyttökelpoisuus).

**Kuvio 10.** Kestävän kehityksen indikaattoreille asetettavat vaatimukset.



## 5. KESTÄVÄN KEHITYKSEN LUONNONVARATILINPIDOLLE ASETTAMAT VAATIMUKSET

### 5.1. Tietotarpeet kestävän kehityksen kuvaamisessa

Kestävä kehitys on moniulotteinen tavoite, ja sen toteutumiseen vaikuttavat monet erityyppiset tekijät; ihmisten tavoitteet ja toimintatavat luonnonvarojen käytössä, alueelliset erityispiirteet ja ekologiset reunaehdot. Kehityksen kestävyuden arvioiminen ja kuvaaminen on käytännössä usein kestävyiden eri osa-alueiden mittaamista ja seuranta, joista saatuja tietoja yhdistellään ja tulkitaan kehityssuuntien selvittämiseksi.

Kestävän kehityksen moniulotteisuus vaikeuttaa sen selkeää määrittelyä ja operationalisointia, sekä kokonaisuutena että erikseen ekologisten, taloudellisten ja sosiaalisten piirteiden osalta. Määrittely-, tavoitteenasettelu-, arvostus- ja operationalisointiongelmien syntymiseen ja ratkaisumahdollisuuksiin vaikuttavat taloudelliset, ekologiset ja sosio-ekonomiset tekijät sekä niiden vuorovaikutukset. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävä kehitys kuvattaessa on pystyttävä ennen kaikkea

- seuraamaan luonnonvaroihin liittyviä muuttujia ja prosesseja, jotta saataisiin tietoa niiden kestävydestä ja vaikutuksista kestävyteen
- seuraamaan keskeisten muuttujien ja prosessien sekä niiden vuorovaikutussuhteiden kehityssuuntia
- tuottamaan tietoa kestävään kehitykseen tähtäävän tavoitteenasettelun ja päätöksenteon pohjaksi. (Mm. Gilbert ja James 1987.)

Talous- ja ympäristöpolitiikan tarpeisiin soveltuvia kestävyyskriteerejä valittaessa on Pezzeyn mukaan tiedettävä

- mitkä luonnonvarat ja ihmisten tekemät prosessit ovat keskeisiä panoksia tuotantoon ja hyvinvointiin
- miten välttämättömiä ja korvattavia ne ovat.

Yksittäisten luonnonvarojen varantojen ja virtojen (ks. 26 ja 53) ohella on mitattava myös eri luonnonvarojen keskinäisiä suhteita. Varantojen ja virtojen kokonaismäärät saadaan aggregoimalla ja

yhteenlaskemalla, kun samalla otetaan huomioon luonnonvarojen hinnat ja keskinäisten suhteiden perusteella aikaansaadut painotukset. Painotusten avulla voidaan periaatteessa laskea luonnonvarojen keskinäiset täydennys- ja korvattavuussuhteet. Saatavilla tiedoilla on erityisesti kehitysmaissa tärkeä merkitys varantojen, taloudellisen kasvun asteen ja sopivien luonnonvarayhdistelmien tuntemisessa. (Pezzey 1989: v,vii,5,15 ja 45.)

Gilbert ja Hafkamp (1987) pitävät kestävän kehityksen suhteellisen helposti määriteltävinä elementteinä uudistuvien ja uudistumattomien luonnonvarojen kestävää käyttöä. Uudistuvien luonnonvarojen kestävä käyttö voidaan yksinkertaisimmillaan ilmaista yhtälön muodossa:

$$So + I + N = H + M + E + Si, \text{ jossa}$$

So = varannon määrä hetkellä t=0  
 I = varantojen tuonti  
 N = uusien varantojen syntyminen  
 H = varantojen otto, sadonkorjuu  
 M = varantojen menetykset  
 E = varantojen vienti  
 Si = varanto hetkellä t=1

Kestävyys voidaan periaatteessa saavuttaa, kun valitaan H siten, että  $So = Si$ . Käytännössä kestävän käytön toteutumiseen, mittaamiseen ja seurantaan vaikuttavat kuitenkin mm. seuraavat tekijät:

- kaikkien muuttujien pitäisi olla mitattavia tietyn tilan ja ajan suhteen
- varantojen hyödyntämisen vaikutukset muihin muuttujiin on otettava huomioon
- luonnonvarojen kestävän käytön monitahoisuus; mm. eri luonnonvarojen tärkeysjärjestys, mittayksiköiden erilaisuus, kestävyiden alueelliset rajaukset sekä kestävyiden kohteen määrittely (laji, ekosysteemi, elinkeino, "netto"kestävyys määrätyn aggregaatin suhteen ym.).

Varantojen tunteminen on Gilbertin ja Hafkampin mukaan vasta alkua kestävyiden tai kestävämmyyden kuvaamisessa. Kestävän kehityksen arviointi, seuranta ja saavuttaminen edellyttävät tavoitteiden tarkempaa määrittelyä sekä talouden ja ympäristön yhteyksien tuntemista.

Uudistumattomien luonnonvarojen kestävässä käytössä on keskeistä niiden hyödyntämisestä saatavien tulojen käyttö; mitä kulutetaan nyt ja tulevaisuudessa ja mitä investoidaan vaihtoehtoisiiin taloudellisiin toimintoihin.

Tulot ja investoinnit suhteessa reservien odotettavissa olevaan riittävyteen ja diskonttauksessa käytettäviin korkokantoihin voivat olla kestävyuden suhteen vasta suuntaa antavia. Tietoa tarvitaan myös siitä, miten kestävyteen vaikuttavat

- sijoitukset tutkimukseen
- sijoitukset varantojen kehittämiseen
- teknologian muutokset
- luonnonvarojen korvattavuussuhteet
- muutokset luonnonolosuhteissa
- markkinavoimien ennakoimattomuus
- muuttuvat yhteiskunnalliset preferenssit.

Taloudellisia ja ekologisia periaatteita luonnonvarojen käytössä on Lonen (1987a: 3,28) mukaan vaikea integroida täydellisesti, koska niiden lähtökohdat ovat hyvin erilaiset. Kestävän kehityksen saavuttamiseksi tarvitaan kuitenkin näkökulmien lähentymistä ja taloudellis-ekologista lähestymistapaa.

Uusi lähestymistapa on tarpeen tarkasteltaessa luonnonvarojen käytön

1. päämääriä; bruttokansantuotetta kehityksen kuvaajana on täydennettävä luonnonvaroja ja ympäristöä kuvaavilla indikaattoreilla ja sosiaali-indikaattoreilla
2. volyyymia; taloudellisissa tehokkuuslaskelmissa on otettava huomioon ekologiset rajoitukset ja indikaattorit
3. järjestystä; taloudellisesti edulliset luonnonvarat käytetään yleensä ensin, mutta päätöksissä on otettava huomioon myös fyysiset ja ekologiset tekijät
4. aikaväliä; kestävään tulevaisuuteen on pyrittävä arvojen ja ympäristön kestävyyttä edistävien rajoitusten avulla, ei korkokantoja muuttamalla.

## 5.2. Luonnonvaratilinpidon kuvauskohteet kestävässä kehityksessä

Yhteenvedetä luvusta 4 voidaan esittää seuraavanlaiset taloudellisesti ja ekologisesti kestävään kehitykseen vaikuttavat tekijät. Tekijät on tutkimuksen teoreettisten lähtökohtien perusteella jaettu taloudellisiin ja ekologistiin, vaikka useimpia niistä voidaan tarkastella kummastakin näkökulmasta.

### Taloudelliseen kestävyysvaikutteeseen vaikuttavia tekijöitä:

- luonnonvarojen saatavuus
- luonnonvarojen panokset taloudellisiin tuotantoprosesseihin
- luonnonvara- ja ympäristöpanosten korvattavuus
- vaihtoehdot ja valinnan mahdollisuudet luonnonvarojen käytössä
- luonnonvarat ja ympäristö päästöjen vastaanottajana
- luonnonvarat ja ympäristö hyvinvoinnin lähteenä henkisten ja esteettisten arvojen kautta
- kulutusmallien ja kulutuksen määrän muutokset
- taloudellisen kasvun raaka-aine- ja energiaosuudet
- taloudellisen toiminnan ulkoisvaikutusten sisäistäminen
- taloudelliseen toimintaan vaikuttavat alueelliset tekijät
- sopeutuminen luonnonvaraperustan ja tuottavuuden muutoksiin; teknologiset ja institutionaaliset reaktiot

### Ekologiseen kestävyysvaikutteeseen vaikuttavia tekijöitä:

- elämää tukevien järjestelmien toimivuus
- lajien ja ekosysteemien uudistuminen
- geneettisen monimuotoisuuden säilyminen
- talouskasvun päämäärien vaikutus luonnonvaroihin
- tuotantojärjestelmien sopeutuminen ekosysteemien toimintaan ja luonnon kiertokulkuihin
- luonnonolosuhteet eri alueilla
- tuotannon ja kulutuksen alueellinen jakautuminen
- paikallinen omavaraisuus
- luonnonvarojen kierrätys
- jätteiden ja saasteiden määrät ja vaikutukset
- kehityksen normien sopeutuminen erilaisiin luonnon- ja kulttuuriympäristöihin
- luonnonvarojen käytön asettamat rajat väestönkasvulle

Kestävän kehityksen osa-alueiden tunteminen ja kestävyteen tähtäävien menettelytapojen suunnittelu ja käyttö edellyttävät tietoja mainituista tekijöistä ja niiden vuorovaikutuksista. Tietojen ja niistä johdettavien makroindikaattoreiden tehtävänä on kuvata

- luonnonvarojen ja ympäristön määrää ja laatua
- määrän ja laadun muutoksia ja kehityssuuntia
- vuorovaikutuksia ja syy-seuraussuhteita taloudellisen toiminnan ja luonnonvarojen välillä

Yhteiskehitys - teorian mukaan tarpeentyydytyksen ja hyvinvoinnin jatkuvuus on pitkällä aikavälillä mahdollista vain taloudellisen-ekologisen yhteiskehityksen avulla. Luonnonvarojen käyttö nyt ja tulevaisuudessa on kehityksen kestävyuden kannalta keskeisessä asemassa. Seuraavaan luetteloon on kerätty kestävä kehityksen luonnonvaraperustan ja luonnonvarojen käytön taloudellisten ja ekologisten ulottuvuuksien keskeisiä kuvattavia kohteita.

#### 1. Luonnonvarojen varannot ja niiden käytön määrät

- kuinka paljon on jäljellä
- kuinka paljon korjataan ja hyödynnetään
- mitkä ovat loppumassa ja mitkä lisääntymässä
- varantojen luonteenomaiset piirteet (mm. lajikoostumus, kiertoajat, malmipitoisuus)
- arvot ja arvotyypit (esim. käyttäjä, ei-käyttäjä)
- varantojen sijainti
- mitä käytettävissä tulevaisuudessa

#### 2. Luonnonvarojen virrat kansantuotteen muodostumisessa

- taloudellisen kasvun materiaali- ja energiain-  
tensiivisyys
- luonnonvarojen käyttöaste taloudellisen toiminnan sektoreilla
- kerrannaisvaikutukset
- mitä loppukäyttöä varten
- tuonti ja vienti
- kustannukset luonnonvarojen hävittämisestä ja jätteiden muodostumisesta

### 3. Luonnonvarojen käytön tehokkuus

- panos-tuotossuhteet
- termodynaaminen tehokkuus
- materiaalien ja energian uudelleenkäyttö ja kierrätys
- käyttö- ja kiertoajat taloudessa
- jätteiden muodostuminen
- raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetus

### 4. Luonnonvarojen korvattavuus

- tuotannossa ja kulutuksessa
- työn, pääoman ja teknologian suhteen

### 5. Jätteet ja niiden vaikutukset

- jätteiden määrä ja laatu
- vaikutusajat
- missä tuotantoprosesseissa ja käytössä jätteet syntyvät
- mihin jätteet joutuvat
- vaikutukset luonnonvarojen käyttöön sekä ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin nyt ja tulevaisuudessa

### 6. Taloudellisten ja poliittisten välineiden ja menettelytapojen vaikutukset

- hintojen vaikutus luonnonvarojen käyttöön
- diskonttauksen vaikutukset luonnonvarojen käyttöön ja säästämiseen
- mitä luonnonvaroja kysytään tulevaisuudessa ja millä hinnoilla
- hallinnollisten tekijöiden vaikutukset (mm. rajoitukset, omistusoikeudet)
- sosio-ekonomisten tekijöiden (ks. 18) vaikutukset kysynnän ja tarjonnan muutoksiin

## 6. LUONNONVARATILINPIDON PERIAATTEET

### 6.1. Luonnonvarojen ja ympäristön määrittely

Luonnonvaratilinpidon yhteydessä luonnonvaroilla tarkoitetaan sitä osaa luonnon aineksista ja prosesseista, joilla on ihmisten kannalta mielekäästä käyttöä.(1) Luonnonvara on yleisnimitys, joka kattaa luonnonvaran koko talouskierron. Talouskierron eri vaiheiden mukaan luonnonvarat on jaettu reserveihin, raaka-aineisiin, tuotteen aineosiin tai välituotteisiin ja jätteisiin. (Kolttola ym. 1988: 13,14 ja Pulliainen 1979a: 26,27.)

Reservit ovat luonnonvaroja joiden käyttö on teknisesti mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa. Reservin käsitettä voidaan laajentaa kattamaan myös taloudellisesti kannattamattomia ja epävarmempia reservejä.

Raaka-aineet ovat luonnonvaroja joiden haltuunoton, muokkauksen ja käytön tekniikka on jo olemassa.

Tuotteen aineosaksi raaka-aine muuttuu tuotantoprosessissa. Tuotantoprosessi tapahtuu kun se on taloudellisesti mielekästä; tuotteelle on kysyntää tai sen tuottamisesta on muuten päätetty.

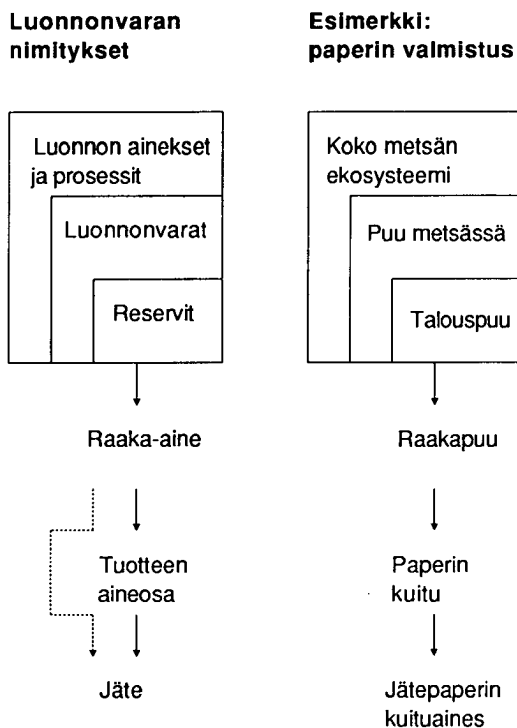
Jätteeksi tuotteen aineosa muuttuu, kun tuotetta lakataan käyttämästä. Jätettä voi syntyä myös tuotteen kuluessa sitä käytettäessä, ja raaka-ainetta voi muuttua jätteeksi jo tuotantoprosesseissa. Osa jätteestä voidaan palauttaa raaka-aineeksi tai takaisin luonnonvaraksi.

Luonnonvarojen varanto- ja virta-tarkastelu eroavat toisistaan aikaulottuvuuden suhteen. Varannoilla tarkoitetaan luonnonvaran määrää tietyllä hetkellä, esim. paino- tai tilavuusyksiköinä tai kappalemäärillä mitattuna. Virralla on aina aikaulottuvuus ja määrä ilmaistaan aikayksikköä kohti.

---

(1) Myös resurssi - nimitystä käytetty. Pulliaisen (1979a: 27) mukaan luonnonvarasta tulee resurssi l. voimavara ihmiselle, kun sille on huomattu tai keksitty ihmisten kannalta mielekäästä käyttöä.

**Kuvio 11. Luonto ihmisen taloudessa.**  
(Kolttola ym. 1988: 15.)



Ympäristö on taloudellisin perustein määriteltyjä luonnonvaroja huomattavasti laajempi käsite. Friendin (1986: 37) mukaan ympäristö koostuu

- luonnonvaroista, jotka ovat ympäristöstä saatavien materiaalien ja palvelusten varantoja ja virtoja sekä
- ekosysteemien dynaamisuudesta, joka käsittää ympäristön laadun, kasviston ja eläimistön tilan, ihmisten terveyden ja ympäristön saastumisen.

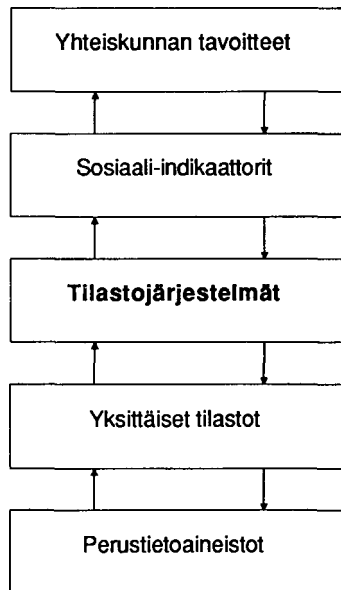
Ympäristöä voidaan luonnonvaratilinpidon yhteydessä pitää eräänlaisena yleisnimityksenä sille fyysiselle todellisuudelle, jossa luonnonvaroja käytetään hyötyjen saavuttamiseksi (vrt. ympäristön ulottuvuudet s. 17). Ympäristö - termin käyttöä luonnonvarojen luokittelussa käsitellään eri maiden luonnonvaratilinpidon yhteydessä luvussa 7.

## 6.2. Luonnonvaratilinpito kansallisessa tilastotietojärjestelmässä

### 6.2.1. Tilastojärjestelmät

Tilastojärjestelmiä käytetään erilaisten tietoaineistojen ja tilastojen yhtenäistämiseen ja kokoamiseen johdonmukaiseksi kehikoksi (Laihonen 1972: 12 ja Kolttola ym. 1988: 10). Koottua tietoa jalostetaan edelleen sosiaali- ja hyvinvointi-indikaattoreiksi, jotka pyrkivät kokoamaan muutamaa tunnuslukuun mahdollisimman runsaasti ihmisten hyvinvoinnin ja tavoitteiden kannalta käyttökelpoista tietoa (Laihonen 1972: 12).

**Kuvio 12.** Yhteiskunnan tilastoinformaatiojärjestelmä. (Laihonen 1972: 12)



Ihmisten kannalta relevantti todellisuus voidaan tilastojärjestelmien tasolla jakaa kolmeen ilmiöalueeseen (Laihonen 1972: 17). Ilmiöalueet ja niitä kansainvälisessä käytännössä vastaavat, Yhdistyneiden kansakuntien suosittelemat tilastojärjestelmät on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3. Tilastojärjestelmät ja niiden kuvaamat ilmiöalueet.**

Kansantalouden tilinpitojärjestelmä (SNA)	Taloudelliset ilmiöt (1)
Sosiaalitalasto-järjestelmä (FSDS)	Ihmiset yksilöinä ja ihmisten väliset sosiaaliset suhteet
Ympäristötilasto-järjestelmä (FDES)	Fyysinen ympäristö, johon kuuluu luonnon ympäristö ja rakennettu ympäristö

(SNA = System of National Accounts

FSDS = Framework for Social and Demographic Statistics

FDES = Framework for the Development of Environment Statistics)

Kansantalouden tilinpitojärjestelmä on tilastojärjestelmistä vanhin ja kehittynein. Se perustuu pääosin 1930-luvulla kehitettyyn keynesiläiseen talousteorian ja on käytössä kaikissa markkinatalousmaissa. Voimassa oleva YK:n tilinpitosuositus on vuodelta 1968.

Kansantalouden tilinpitojärjestelmä on yhtenäinen tilikehikko, jossa kuvauksen kohteena on kansakunnan markkinatalouden toiminta:

- hyödykkeiden (tavarat ja palvelukset) tuotanto ja tuotannon käyttö
- tulot ja niiden käyttö
- varallisuuden muodostus ja sen rahoitus
- taloustoimet ulkomaisten kanssa.

-----

(1) Eroaa osin sivulla 17 esitetyistä talouden määrittelmistä. SNA kuvaa ainoastaan markkinoilla tapahtuvaa, rahamääräisesti mitattavaa toimintaa.

Kuvaus tapahtuu rahayksiköissä. Funktionaalinen tilinpito kuvaa hyödykkeiden tuotantoa ja niiden kysyntää, institutionaalinen tilinpito tuloja, niiden käyttöä ja varallisuuden muodostusta.

Funktionaalisten hyödyketilien ja tuotantotilien informaatio yhdistetään panos-tuotostaulukoissa. Taulukoissa kuvataan eri toimialojen tuotannon ja tuonnin muodostaman hyödyketarjonnan käyttöä eri toimialojen välituotteina ja lopputuotteina. (Sourama ym. 1980: 3,6 ja 9.)

**Kuvio 13.** Yksinkertaistetun panos-tuotostaulukon rakenne.

Tuotokset Panokset	Toimiala			Loppu- tuote- kysyntä	Kokonais- tuotos yhteensä
Toimiala 1					
Toimiala 2					
Toimiala 3					
Arvonlisäys					
Yhteensä					

Kansantalouden tilinpidon tärkein indikaattori ja kansainvälisissä vertailuissa käytetty tunnusluku on bruttokansantuote (BKT). Bruttokansantuote on kansantaloudessa vuoden aikana tuotettujen tavaroiden ja palvelusten kokonaisarvo (mm. Samuelson ja Nordhaus 1986: 4).

Ympäristötilastojen kuvausalueita ovat luonnonympäristö ja rakennettu ympäristö sekä luonnon ja ihmisten toimintojen vaikutukset ympäristöön ja hyvinvointiin. Ne sisältävät ja yhdistävät taloudellisia tietoja tuotantoyksiköistä, ekologiaa tietoja jotka viittaavat maantieteellisiin yksiköihin, tietoja mittaus- ja seuranta- asemilta sekä väestötietoja kotitalouksista ja yksilöistä. (Statistical Papers 1984: 4,5).

Ympäristötilastokehikko tukee monimuotoisten ympäristötilastojen ja -tietoaineistojen kehittämistä, koordinointia ja järjestämistä erityisesti

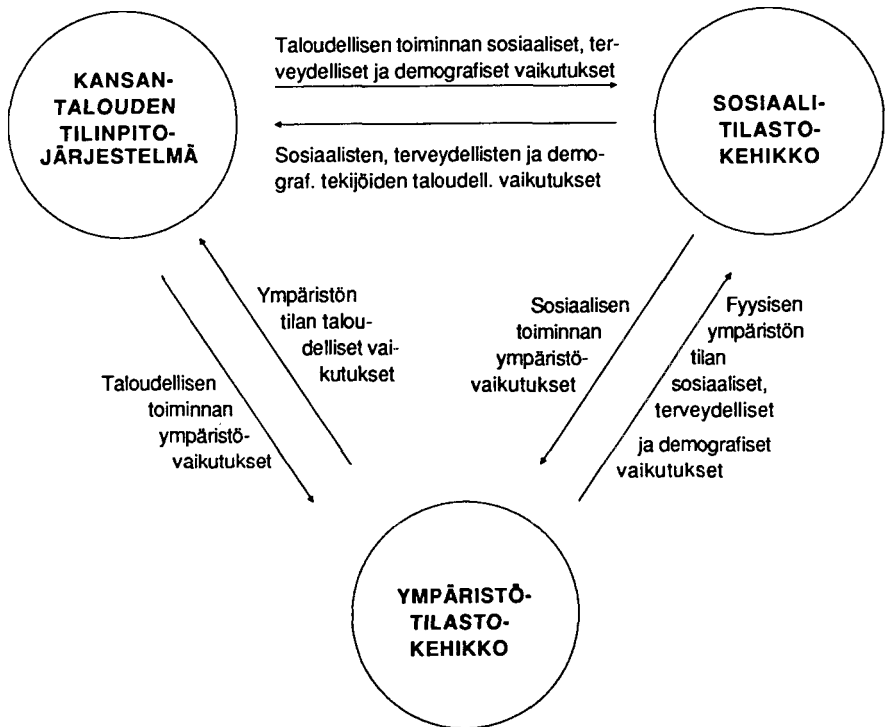
- luetteloimalla ympäristöongelmia ja määrittelemällä niihin liittyviä mitattavia tekijöitä
- tunnistamalla muuttujia, joilla voidaan kuvata edellä mainittuja tekijöitä
- erittelemällä tietolähteitä, tietotarpeita ja tietojen saatavuutta
- ohjaamalla tietokantojen, tietojärjestelmien ja tilastojulkaisujen rakennetta (Statistical Papers 1984: 9 ja Kolttola ym. 1988: 11.)

Sosiaalitilastojen painopiste on yksilöiden ja perheiden elinolosuhteiden ja ihmisten välisten sosiaalisten suhteiden kuvaamisessa. Kuvauskohteina ovat mm. väestön demografiset ominaisuudet, koulutus, työvoima, väestön terveys ja terveyspalvelut, vapaa-ajan toiminnot ja palvelut, asuminen, tulo, kulutuksen ja varallisuuden jakautuminen ja sosiaalinen liikkuvuus. (Laihonon 1972: 24,25.)

Sosiaalitilastojärjestelmästä ja ympäristötilastojärjestelmästä käytetään usein kehikko -nimitystä eikä niissä ole tavoitteenakaan kansantalouden tilinpidon kaltainen systemaattinen tilinpito. Sosiaalitilastokehikon kansainvälinen kehittämistyö aloitettiin vuonna 1968 ja ympäristötilastokehikon vuonna 1973. (Kolttola ym. 1988: 11.)

Eri tilastojärjestelmien ilmiöalueisiin kuuluvia tekijöitä voidaan yhdistää yhtenäistämällä luokituksia ja määritelmiä toisiinsa yhteydessä olevien tekijöiden osalta. Tilastojärjestelmien välisiä yhteyksiä on esitetty kuviossa 14. (Laihonen 1972: 17,18.)

**Kuvio 14.** Tilastojärjestelmien väliset yhteydet.



### 6.2.2. Luonnonvaratilinpito ja sen suhde muihin tilastojärjestelmiin

Luonnonvaratilinpito muodostaa kehikon luonnonvarojen varantoja, virtoja ja tilaa koskevien tietojen järjestämiselle ja integroinnille muiden tilastojärjestelmien sisältämien tietojen kanssa. Sen kuvauskohteina ovat erityisesti taloudellisten ilmiöiden ja fyysisen ympäristön väliset vuorovaiikutukset. Friendin (1986: 6) mukaan luonnonvaratilinpito muodostaa tietoperustan, jonka avulla voidaan kuvata ennen kaikkea:

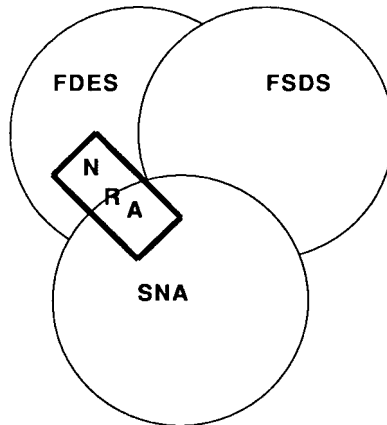
- luonnonvarojen varantojen määrää
- luonnonvarojen ja taloudellisen tuotannon välisiä yhteyksiä
- luonnonvarojen merkitystä taloudellisessa kehityksessä
- eri luonnonvarasektoreita yhteisessä kehikossa.

Luonnonvaratilinpidon keskeisenä lähtökohtana on kansantalouden tilinpitojärjestelmän rajoittuneisuus luonnonvarojen, ympäristön ja talouden suhteiden kuvaamisessa. Kansantalouden tilinpidossa on nähty erityisesti seuraavanlaisia puutteita.

- SNA:ssa huomioidaan vain markkinoille tulevat varannot ja virrat; siihen ei sisälly tietoja luonnonvarojen muista varannoista ja monista ympäristön tuottamien palvelujen käytöstä (Gilbert 1986: 2).
- Tiettyinä ajanjaksona tuotannossa syntynyt taloudellisen arvon lisäys ei sisällä arvovähennystä, joka johtuu luonnonvarojen ehtymisestä ja ihmisten elinympäristön tuhoutumisesta ja huononemisesta. (Niitamo 1970: 184.)
- SNA:ssa ei eritellä toimintoja jotka käyttävät loppuun luonnonvaroja ja vähentävät ympäristön tarjoamia palveluja, eikä toimintoja, jotka vähentävät riippuvuutta luonnonvaroista ja lisäävät ympäristöstä saatavien hyötyjen määrää.
- Pääpaino on taloudellisessa kasvussa, jonka indikaattoreita käytetään myös sosiaalisen hyvinvoinnin mittaamiseen; kasvun kestävyys pitkällä aikavälillä ja tulonjako-ongelmat sivuutetaan. (Gilbert 1986: 2.)
- Tulevien sukupolvien huomioiminen tuotannossa riippuu diskonttauksesta ja käytetyistä korkokannoista (Friend 1986: 19).

Luonnonvaratilinpidon tarkoituksena on täydentää kansantalouden tilinpitoa ja parantaa taloudellista suunnittelua sekä liittää eritasoisin suunnittelu- ja päätöksentekoprosesseihin myös luonnonvarojen käytön ekologiset ja sosiaaliset ulottuvuudet (Gilbert 1986: 3). Yhteiskunnan tilastoinformaatiojärjestelmässä luonnonvaratilinpito sijoittuu lähinnä ympäristötilastojen ja kansantalouden tilinpidon väliin, mutta sivuaa myös sosiaalitilastoja (Kolttola ym. 1988: 12.)

**Kuvio 15.** Luonnonvaratilinpidon sijainti tilastojärjestelmien kentässä.



NRA = Luonnonvaratilinpito (Natural Resource Accounting)

### 6.3. Luonnonvaratilinpidon menetelmät

#### 6.3.1. Taloudelliset menetelmät

Luonnonvaratilinpidossa esitetään tietoja luonnonvaroista, ympäristöstä ja niiden käytöstä tilien ja taseiden muodossa. Käytettävät tarkastelutavat ja menetelmät voidaan Gilbertin ja Hafkampin (1986: 5) mukaan jakaa taloudellisiin, fyysisiin ja niiden yhdistelmiin.

Taloudellisessa tarkastelutavassa painotetaan taloudellisen tiedon, kansantalouden tilinpitojärjestelmän ja sen indikaattoreiden keskeistä merkitystä taloudellisessa ja poliittisessa suunnittelussa ja päätöksenteossa (Gilbert ja James 1987). Taloudelliset menetelmät keskittyvät kansantalouden tilinpitojärjestelmän laajentamiseen ja sen indikaattoreiden muunteluun (Gilbert ja Hafkamp 1986: 5).

Indikaattoreiden muuntelulla on pyritty kuvaamaan taloudellisten toimintojen lisäksi myös laajempaa sosiaalista hyvinvointia, ottaen huomioon negatiiviset ympäristövaikutukset ja luonnonvarojen väheneminen. Muunnoksina on käytetty mm.

- bruttokansantuotetta, josta on vähennetty saastumisen aiheuttamat vahingot
- kansantulosta(1) ja ympäristön huononemisesta johdettua kansallista hyvinvointi-indikaattoria ja
- nettokansantuotetta,(2) jota on korjattu luonnon pääoman vähenemisen verran.

Ympäristöä ja luonnonvaroja on pyritty sisällyttämään kansantalouden tilinpitoon myös vähenevänä, tuloja luovana pääomana, palvelujen tuottajana ja ympäristön käytöstä kuluttajille aiheutuvina vahinkoina. (Gilbert ja Hafkamp 1986: 5 ja Gilbert ja James 1987.)

-----

(1) Kansantulo on tuotannontekijäpalkkioiden summa lisättynä välillisten verojen ja subventioiden erotuksella.

(2) NKT = BKT - tuotantovälineiden ja pääoman kulumisesta aiheutuva arvovähennys. (Samuelson ja Nordhaus 1985: 114,115)

### 6.3.2. Fyysiset menetelmät

Fyysiset menetelmät kuvaavat luonnonvarojen varantoja ja virtoja fyysisin yksiköin, materiaali- ja energiataseiden muodossa. Tarkastelutapa perustuu pääasiassa Robert Ayresin ja Allen Kneesen materiaalivirtamalleihin, joita Ayres on täydentänyt energiavirtojen kuvauksella.

Ayres, Kneese ja D'Arge sovelsivat aineen ja energian häviämättömyyden lakia (termodynamiikan ensimmäinen peruslaki) talousteorioihin ja kansantalouteen. Lähestymistavan lähtökohtana oli ajatus taloudellisen toiminnan ulkoisvaikutuksista normaalina osana tuotanto- ja kulutustoimintoja, kun niitä talousteorioissa oli käsitelty yleensä poikkeustapauksina. (Ayres ja Kneese 1969: 282 ja Kneese, Ayres ja D'Arge 1972: 4,5.)

Lähestymistapaa sovellettiin ympäristön saastumisen ja kansantalouden toiminnan yhteyksien tutkimiseen. Materiaalivirtamallin mukaan suljetussa taloudessa, jossa ei tapahdu pääoman muodostusta, ympäristöön joutuvien päästöjen määrä on yhtä suuri kuin tuotantoprosesseissa käytettyjen raaka-aineiden, polttoaineiden, ravinnon ja ilmakehästä otetun hapen määrä. (Kneese ym. 1972: 7.)

Ayres sovelsi materiaalivirtamalliin entropian kasvun lakia<sup>(1)</sup> (termodynamiikan toinen peruslaki) ja lisäsi tarkasteluun energiavirtojen kuvaukset. Monimuotoiset ja -lajiset luonnonjärjestelmät edustavat Ayresin mukaan matalaa entropiatasoa. Luonnonvarojen käytöstä seuraa jätepäästöjä ympäristöön, mikä pitkällä aikavälillä vähentää luonnonjärjestelmien tuottavuutta ja vakautta. Tätä vähenemistä kompensoidaan uudistumattomista luonnonvaroista peräisin olevan energian käytöllä. Teknologia mahdollistaa yhä korkeampientropisten ja huonompilaatuisten luonnonvarojen hyväksikäytön, joten uudistumattomien luonnonvarojen entropiataso kasvaa jatkuvasti. (Ayres 1978: 44-49.)

-----

(1) Entropia mittaa järjestelmän kykyä tehdä työtä jonkun toisen järjestelmän hyväksi; mitä pienempi entropia, sitä hyödyllisempi järjestelmä on. Termodynamiikan toisen peruslain mukaan suljetussa systeemissä käytettävissä olevan energian entropia kasvaa jatkuvasti. (Ayres 1978: 44,45.)

Ayresin mukaan talous on materiaali- ja energianäkökulmasta katsoen luonnonvarojen ja raaka-aineiden muuntojärjestelmä, joka sisältää neljä peräkkäistä tasoa:

1. Luonnonvarojen muunto materiaaleiksi ja energiamuodoiksi
2. Muunto aineellisiksi tuotteiksi ja rakenteiksi
3. Muunto palveluiksi
4. Muunto hyödyiksi ja hyvinvoinniksi

Kaksi ensimmäistä tasoa ovat luonteeltaan fyysisiä. Niiden tuotteita ei kirjaimellisesti 'kuluteta', vaan kierrätetään vaihtoehtoisina materiaalilähteinä tai palautetaan ympäristöön. Muunto materiaali-aaleiksi ja energiamuodoiksi tapahtuu prosesseissa, joiden panoksina ovat raaka-aineet, työvoima sekä työvoimaa säästävät pääomahyödykkeet (koneet) ja välituotteet (polttoaineet, lannoitteet ym.). Toisella tasolla muuntoprosessien panoksina ovat materiaalit ja energiamuodot, työvoima, pääoma ja välituotteet.

Kolmannella tasolla toisen tason tuotoksena syntyneet aineelliset hyödykkeet ja rakenteet muutetaan aineettomiksi palveluiksi. Panoksina ovat toisen tason tuotosten lisäksi työvoima, pääomahyödykkeet ja kestokulutushyödykkeet. Kaikki aineelliset panokset muuttuvat kolmannella tasolla jätteiksi.

Lopullisiksi hyödyiksi ja hyvinvoinniksi palvelut muuttuvat neljännellä tasolla. Hyötyjen maksimointi saavutetaan periaatteessa kuluttajien tulojen ja lopullisten hyötyjen saavuttamisesta aiheutuneiden kustannusten kohdentamisella. Lopullisilla hyödyillä sinänsä ei ole markkinoita, joten kustannukset on johdettava aineellisista hyödykkeistä ja palveluista.

Kaikilla muuntotasoilla on käytettävissä useita erilaisia panosyhdistelmiä. Niistä jokainen voi olla riittävä, mutta ei välttämätön edellytys tuotoksen aikaansaamiseksi. Materiaalit ja energia ovat välttämättömiä hyödykkeiden ja useimpien palvelujen tuotannossa, mutta mikään yksittäinen sarja materiaali-/energiapanoksia ei ole korvaamaton tietyn palveluyhdistelmän tai hyödyn tason saavuttamisessa. Fyysisten muuntotasojen osalta taloustieteiden tehtävänä on löytää optimaaliset panosyhdistelmät raaka-aineiden, materiaali- ja energiamuotojen saatavuuden sekä materiaalien, energian, työvoiman ja pääoman suhteellisten hintojen rajoissa. (Ayres 1978: 67,68.)

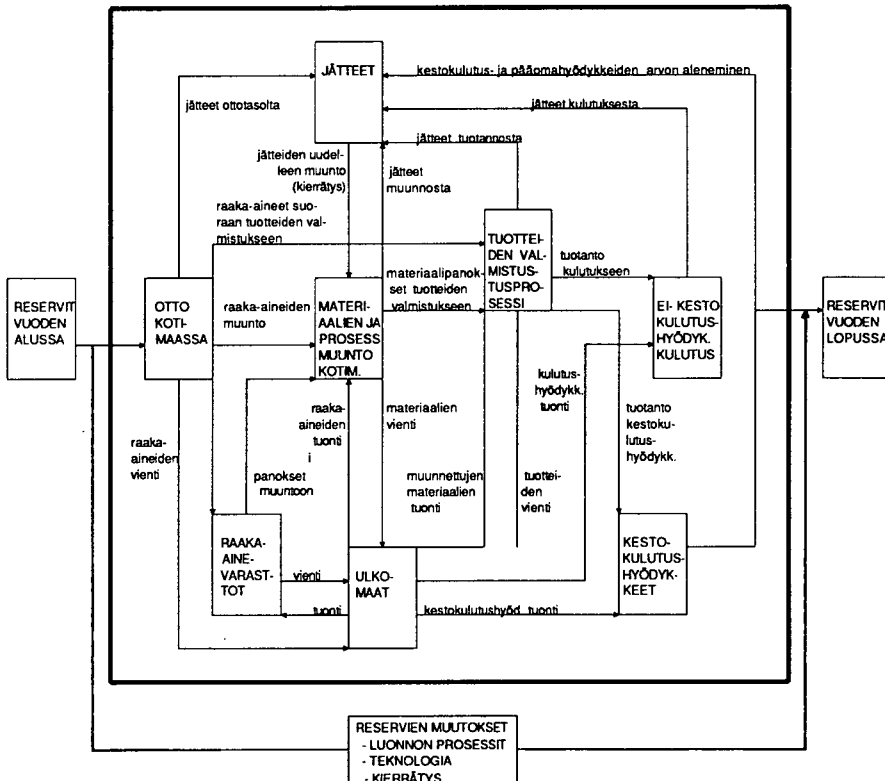
Ayresin teorian tilastollinen sovellutus on materiaali- ja energiataseiden tilastojärjestelmä MEBSS.(1) MEBSS:n lähtökohtana on materiaalin ja energian säilyminen: kaikki maailman ja kansakuntien taloudessa käytettävät materiaali- ja energia-panokset on huomioitava tuotoksina tai varantojen muutoksina, sisältäen käytössä olevat kestokulutus-hyödykkeet ja varastot.

Keskeisenä tilinpitoidentiteettinä on varantojen muutosten ja virtojen vastaavuus. Varannot ovat joko fyysisin perustein erotettavia luonnon varantoja tai tilinpidollisia varantoja omistusoikeuden, tuotantoprosessin tms. mukaan luokiteltuna. Virrat ovat fyysisen luonnonvaran määrällisiä vähennyksiä tai lisäyksiä, muutoksia fyysisestä muodosta toiseen tai muutoksia tilinpidollisten luokkien välillä. Varantojen muutokset voidaan määrittää suoraan luetteloimalla ja mittaamalla tai johtaa mittaamalla ja yhteenlaskemalla vastaavista panos- tuotus- virroista. (Ayres 1978: 172.)

---

(1) Materials/Energy Balance Statistical System. Ayres 1978.

Kuvio 16. Materiaali- ja energiata-  
semenetelmän pääpiirteet kaaviona.  
(Ayres 1978: 173.)



### 6.3.3. Fyysisten ja taloudellisten menetelmien yhdistelmät

Käytössä olevat ja kehitettävät luonnonvaratilinpi-tojärjestelmät perustuvat pääasiassa materiaali- ja energiataaseiden fyysisten tietojen ja kansantalou- den tilinpidon rahallisten tietojen yhdistämiseen. Yhdistelmämenetelmien luonteenomaisia piirteitä ovat

- luonnon prosessien ja vuorovaikutusten kuvaaminen tileillä fyysisin yksiköin
- muunnokset SNA:sta siten, että luonnon- varojen varantojen ja laadun ylläpitoon liittyvät rahavirrat tulevat selvästi esille
- edellisten yhdistäminen määrittämällä virrat ympäristön ja talouden välillä fyysisin ja rahayksiköin.  
(Gilbert ja Hafkamp 1986: 7 ja Gilbert ja James 1987).

Yhdistelmillä pyritään välttämään puhtaasti talou- dellisiin ja fyysisiin menetelmiin liittyviä vaikeuksia. Luonnonvarojen ja ympäristön arvostami- seen liittyy monia subjektiivisia tekijöitä, ja talousteoriat ovat riittämättömiä kuvaamaan kaikkia luonnonvarojen varantoja, virtoja ja ympäristön tarjoamia palveluksia taloudellisin termein. Pelkkä fyysinen tieto taas soveltuu huonosti taloudellisen ja poliittisen päätöksenteon välineeksi, eikä fyysisiä tietoja ole saatavissa kaikkien varantojen ja virtojen osalta. (Gilbert ja Hafkamp 1986: 7.)

Lisäksi talouden kaikkien materiaali- ja energia- virtojen sisällyttäminen yhteen tilastojärjestel- mään on erittäin laaja tehtävä. Päätökset siitä, mitä luonnonvaroja ja niihin liittyviä tuotantopro- sesseja tilastoidaan on tehtävä sekä taloudellisin että fyysisin perustein. (Ayres 1978: 186,187.)

## 7. LUONNONVARATILINPITO ERI MAISSA

### 7.1. Norja

#### 7.1.1. Lähtökohdat ja kehitysvaiheet

Norja on edelläkävijämaita ympäristökysymysten keskittämisessä yhdelle hallinnonalalle. Vuonna 1972 perustettu ympäristöministeriö tarvitsi tietoa ja tutkimusta politiikan muotoilun ja päätöksenteon pohjaksi, ja luonnonvaratilinpitoa päätettiin kehittää tarvittavien tietojen yhteiseksi kehikoksi. (Alfsen, Bye, Lorentsen 1987: 2.) Erillisen luonnonvaratilinpidon keskeisenä ajatuksena oli muodostaa tietosysteemi, joka kuvaa luonnonvarojen koko kiertoa: varannosta ottamistoimintojen ja muuntoprosessien kautta loppukäyttöön ja jätteeksi, sisältäen myös kierrätyksen ja saastumisen sekä muut ympäristövaikutukset. Luonnonvarat kuvataan kierrossa fyysisin yksiköin materiaali- ja energia-taseiden muodossa, ja fyysiset tilit yhdistetään mahdollisuuksien mukaan SNA:han ja taloudellisiin ennustemalleihin. (Lone 1987b: 6.)

Luonnonvaratilinpidon taustalla on 60- ja 70- lukujen vaihteen keskustelu talouden ja ympäristön suhteesta, erityisesti SNA:n indikaattoreiden puutteista ympäristön tilan ja hyvinvoinnin mittareina. Teoreettisen perustan muodostavat lähinnä materiaali- ja energiavirtoihin keskittyvät ekologiset lähestymistavat, tärkeimpinä Robert Ayresin ja Allen Kneesen teoriat taloudellisten analyysien ja materiaali- ja energiavirtojen yhdistämiseksi. (Lone 1987b: 6.)

Luonnonvaratilinpidon kehittäminen aloitettiin ympäristöministeriössä vuonna 1974. Päävastuu tilinpitojärjestelmän kehittämisestä ja tilien tuottamisesta siirrettiin myöhemmin Norjan tilastovirastolle, joka on julkaissut energia-, kala-, alueidenkäyttö-, metsä-, ja mineraalitilejä vuodesta 1982 alkaen. (Lone 1987b: 3-4.)

### 7.1.2. Tavoitteet

Luonnonvaratilinpidon tavoitteena on SNA:n tukeminen tavalla, joka mahdollistaa luonnonvara- ja ympäristönäkökohtien yhdistämisen perinteiseen taloudelliseen ja yhteiskunnalliseen suunnitteluun (Alfsen ym. 1987: 2). Tilinpidon kehittämällä pyritään luomaan SNA:han verrattava järjestelmä, joka tuottaisi vuosittain raportteja tärkeimmistä luonnonvaroista ja ympäristön tilasta sekä suunnitelmia ja ohjelmia niiden käytöstä ja suojelusta. Tuotettujen tietojen on sovellettava julkisten viranomaisten, erityisesti ympäristöministeriön päätöksenteon pohjaksi. (Lone 1987b: 3.)

Tilinpidolla pyritään kuvaamaan vain tärkeimpiä luonnonvaroja ja niiden käyttöä. Keskeisten luonnonvarojen valintakriteereinä ovat taloudellinen ja poliittinen tärkeys, valmiit perustilastot tai niiden saatavuus kohtuullisin kustannuksin, tilinpidon hyödyllisyyden osoittaminen useilla eri luonnonvaroilla sekä toimiala- ja hyödykejaon mahdollinen vastaavuus SNA:n kanssa. (Alfsen ym. 1987: 15.)

### 7.1.3. Tilien rakenne

Luonnonvarat luokitellaan tileillä niiden taloudellisten ja fyysisten ominaisuuksien perusteella. Talouden näkökulmasta luonnonvarat jaetaan kahteen pääryhmään:

1. Aineelliset varat ovat elotonta ainesta ja elollisia lajeja, joita voidaan ottaa luonnosta tai korjata niiden tuottamaa satoa. Fyysisten ominaisuuksien mukaan aineelliset varat jaetaan vielä
  - mineraalivaroihin; elottomia ja uudistumattomia, mm. raakaöljy ja metallit
  - bioottisiin varoihin; ehdollisesti uudistuvia eläviä lajeja, mm. puut ja kalat
  - virtaaviin varoihin; uudistuvia varoja, kuten auringon säteily ja hydrologiset kierrot.

2. Ympäristön tilavarat tuottavat pääasiassa erilaisia palveluja, ja tilavarojen laatu on ensisijainen huomion kohde. Tilavarat ovat ehdollisesti uudistuvia, vaikeasti hinnoiteltavissa ja niiden tuottamat palvelut usein korvaamattomia. Fyysisin perustein jaoteltuna tilavaroja ovat maaperä, maan pinta, vesi ja ilma. Niitä voidaan pitää myös aineellisina varoina, mutta luokitellaan tilavaroiksi aina kun laatu tai tila määräävät niiden käyttökelpoisuuden.

(Alfsen ym. 1987: 9-11.)

**Taulukko 4.** Luonnonvarojen luokittelu. (Ressursregnskap 1981: 23.)

TALOUDELLINEN LUOKITUS	FYYSINEN LUOKITUS	FYYSISET OMINAISUUDET
Aineelliset varat	Mineraalivarat - alkuaineet - mineraalit - hiilivedyt - kivet, sora, hiekka  Biottiset varat - elämä maalla - elämä vedessä - elämä ilmassa  Virtaavat varat - auringon säteily - veden kiertokulku - tuuli - merivirrat	Uudistumattomia   Ehdollisesti uudistuvia   Uudistuvia
Ympäristön tilavarat	Tilavarat - maaperä - maan pinta - vesi - ilma	Ehdollisesti uudistuvia

**Aineellisten varojen** kolme perustiliä ovat reservitilit, otto-, muunto- ja kauppatilit sekä kulutustilit. Perustilien painotus ja yksityiskoh-  
taisuus eri luonnonvaroilla vaihtelee kyseisen luonnonvaran ominaisuuksien ja tärkeyden sekä tiedontarpeen mukaan. (Alfsen ym. 1987: 12.)

Reservitilit kuvaavat aineellisten varojen varantoja ja niiden muutoksia uusien löytöjen, uudelleenarvostuksen ja ottamistoimintojen kautta. Tilinpitoyksiköt ovat fyysisiä, ja tilejä tuotetaan energia-, mineraali-, metsä- ja kalavaraille. (Alfsen ym. 1987: 16-17.)

**Taulukko 5.** Norjan reservitili energialle vuonna 1985.  
(Alfsen ym. 1987: 17.)

	Uudistumattomat			Uudistuvat	
	hiili milj.t	raaka- öljy milj.t	maa- kaasu bilj.t	vesi- voima TWh	bio- massa milj.m3
Ei-käyttövalmiit 1.1.1985	-	291	128	60.6	.
Uudelleenarvostus	-	0	-1	-	.
Löydöt	-	65	6	-	.
Käyttöön valmistelu	-	-	-	-1.5	.
Ei-käyttövalm 31.12.1985	-	356	133	59.1	.
Käyttövalmiit 1.1.1985	30.0	359	271	99.7	5
Uudelleenarvostus	-	56	9	-	-
Käyttöön valmistelu	-	-	-	1.5	.
Otto	-0.5	-38	-27	-	.
Käyttövalmiit 31.12.1985	29.5	376	254	101.2	5
Reservit yhteensä	29.5	732	387	160.3	5

Otto-, muunto- ja kauppatilit sekä kulutustilit sisältävät tietoja luonnonvarojen otosta ja käytöstä otto- ja muuntotoimialoilla, sekä muussa tuotannossa ja kulutuksessa. Hyödyke- ja toimialaluokitus on identtinen SNA:n kanssa. Yksiköt ovat edelleen fyysisiä, mutta yhdistettävissä hintatietojen kanssa. Suurin osa seuranta- ja suunnittelutarkoituksiin sopivista tiedoista sisältyy näihin tileihin. (Alfsen ym. 1987: 16-25.)

**Taulukko 6. Energian otto, muunto ja käyttö Norjassa vuonna 1985.**  
(Alfsen ym. 1987: 18.)

	bio- yhteensä	hiili PJ	koksi PJ	massa PJ	öljy PJ	maa- kaasu PJ	jalos. tuott. PJ	vesi- voima PJ
Otto	2980	14	-	-	1625	971	-	370
Käyttö muunnossa	-47	-	-	-	-	-38	-	-7
Tuonti	447	26	33	0	64	-	309	15
Vienti	-2460	-7	-6	0	-1379	-922	-129	-17
Varastojen muutokset	-6	-4	-1	.	-1	-	0	.
Käyttö otossa	914	30	26	0	308	10	178	362
Jalostamot	-45	-	6	-	-137	-	279	-1
Muu käyttö ja muunto	3	-12	9	30	-	-	5	1
Hävikit, tilastovirheet	-6	3	-3	-	8	-10	12	-30
Käyttö muuntotoimialan ulkopuolella	896	21	38	30	-	-	475	332

**Taulukko 7. Energian käyttö otto- ja muuntotoimialojen ulkopuolella Norjassa 1985.** (Alfsen ym. 1987: 19.)

	hiili 1000t	koksi 1000t	bio- massa 1000t	maa- kaasu 1000t	ben- siini 1000t	kero siini 1000t	kevyt Pö. 1000t	rask. Pö. 1000t	sähkö GWh
Maatalous ja kalastus	5	-	-	-	21	3	559	17	779
Kaivostoiminta	-	1	-	0	0	0	39	28	905
Teollisuus	718	11989	304	874	20	3	320	508	43382
paperiteoll.	-	-	176	-	0	-	3	67	5429
energiaintens.teoll.	373	1007	2	859	2	1	49	201	30374
muu teoll	345	191	126	15	18	2	268	239	7579
Rakennustoiminta	-	-	-	-	9	1	417	1	706
Liikenne	-	-	-	-	91	440	1634	3435	1411
rautatiet ym.	-	-	-	-	-	-	20	-	660
muu kotim.	-	-	-	-	49	-	443	-	-
meriliik. ulkom.	-	-	-	-	-	-	706	3281	-
lentoliik.	-	-	-	-	-	440	-	-	-
posti ja tietol.	-	-	-	-	42	-	33	-	751
Kauppa, palvelut	-	-	-	-	412	11	522	16	14396
Kotitaloudet	18	28	416	2	1130	224	351	21	30632
Yhteensä	741	1227	720	876	1683	682	3842	4026	92211

Energia on tärkeä tuotantopanos lähes kaikilla toimialoilla, joten sen käyttöä otto- ja muuntotoimialojen ulkopuolella kuvataan suhteellisen yksityiskohtaisesti kulutustileillä. Mineraalitilit painottuvat reserveihin, metsätilit reserveihin ja ottoon. Kalavarojen tilinpidossa kulutuksen merkitys on vähäinen tilien painottuessa varantojen, reservien ja kaupan kuvaamiseen. (Alfsen ym. 1987: 12-25.)

**Ympäristön tilavarojen** tilien rakenne on epäyhtenäinen ja muotoiltu tilavaroille ja niiden käyttöön liittyville ongelmille tarpeen mukaan. Tilejä tuotetaan alueiden käytöstä, päästöistä ilmaan eri toimialoilla ja alueellisilla tasoilla sekä tapauskohtaisesti jätteistä, säteilystä ja melusta. (Alfsen ym. 1987: 25.)

Alueidenkäyttötilit kuvaavat maan käyttöä, sopivan maan saatavuutta eri käyttötarkoituksiin sekä niissä tapahtuvia muutoksia. Tilejä tuotetaan maatalousmaan, suojelualueiden, rakennetun maan ja maankäyttösuunnitelmien osalta. (Naturressurser og miljø 1985: 45-55.)

**Taulukko 8.** Suunnitelmat maankäyttöä rakentamiseen Rogalandin läänissä 1981-1992. (Alfsen ym. 1987: 27.)

1000m <sup>2</sup>	Käyttötarkoitus						
	yhteensä	asuin rakenn.	teollisuus/ varastorak.	kauppa/ hallinto	lai- tokset	lii- kenne	muu rak.
Yhteensä	47622	28301	11521	1964	4075	1697	64
Valmis rakentamiseen	14770	7690	3503	1037	2227	313	-
Ei-valmis rakentam.	32852	20611	8018	927	1848	1384	64

Tilit ilmapäästöistä keskittyvät komponentteihin, joiden odotetaan vaikuttavan elinolosuhteisiin. Tilejä laaditaan rikkidioksidin, typen oksidien, hiilimonoksidin ja lyijyn päästöille toimialoittain ja alueittain, jolloin tarkastelu koskee myös ammoniumia, hiilivetyjä, cadmiumia ja elohopeaa. Ilmapäästöillä on voimakas yhteys energiantuotantoon, joten päästölähteet luokitellaan energiatilejä vastaavalla tavalla. (Alfsen ym. 1987: 29-31.)

**Taulukko 9. Rikkidioksidipäästöt  
Norjassa vuodelta 1984. 1000 tonneja.  
(Alfsen ym. 1987: 31.)**

	Liikkuva poltto	kiinteä poltto	prosessi- päästöt	kokonais- päästöt	%-osuus
Alkutuotanto	2.5	0.6		3.1	3.3
Paperi ja selluloosa		3.2	1.7	4.9	5.1
Energiaintens. teoll.		2.9	41.7	44.6	46.9
Muu teoll.	0.0	17.1	6.2	23.3	24.5
Palvelut	0.7	2.5		3.2	3.4
Liikenne	11.8	0.1		11.9	12.5
Muut toimialat	0.5	0.1		0.7	0.7
Kotitaloudet	0.2	3.3		3.5	3.7
Yhteensä	15.7	29.9	49.6	95.2	100.0
%-osuus	16.5	31.4	52.1	100.0	

Tietolähteinä aineellisten varojen käytöstä taloudessa ovat pääosin tilastoviraston teollisuus-, kauppa-, SNA- ym. tilastot. Varantojen, materiaalitaseiden ja ympäristövaikutusten osalta tietoja kerätään inventointi- ja hallintoviranomaisilta sekä erilaisilta yhdistyksiltä ja tutkimuslaitoksilta. Lisäksi tilastovirasto on aloittanut puuttuvien tietojen hankkimisen tilaamalla kenttätutkimuksia tutkimuslaitoksilta ja konsulttiyrityksiltä. Alueidenkäyttötilastojen pääasiallisia tietolähteitä ovat karttatiedot ja tiedot metsien inventoinneista, ilmapäästöistä saadaan tietoja mittauksista ja seuranta-aseilta tai ne johdetaan mm. energiankäyttö- ja teollisuustilastoista.

(Lone 1987b: 9 ja Alfsen ym. 1987: 29-31.)

#### 7.1.4. Tilinpidon hyväksikäyttö

Tilastovirasto julkaisee vuosittain raportin energia-, kala-, mineraali-, metsä- ja alueidenkäyttötilinpidosta. Raportteihin sisältyy myös tuloksia veteen, ilmaan ja meluun liittyvistä erityistutkimuksista. (Naturressurser og miljø 1984-1986.) Myös noin neljän vuoden välein julkaistava Ympäristötilasto sisältää runsaasti luonnonvaratilinpidosta peräisin olevaa tietoa, ja on tilastoviraston suosituimpia julkaisuja (Lone 1987b: 31.)

Tilinpitotietojen tärkeimmät käyttökohteet ovat analyysit ja ennusteet luonnonvaroista ja niiden nykyisestä ja tulevasta käytöstä. Pääpaino on ollut energiankäytön kehityssuuntien ja tulevan energiantarpeen sekä energiankäyttöön liittyvien ilmapäästöjen analysoimisessa ja ennustamisessa. (Lone 1987b: 12.)

Ennusteita luonnonvarojen tulevasta käytöstä julkaistaan neljän vuoden välein luonnonvarabudjettien muodossa. Budjeteissa käytetään fyysisiä yksiköitä joita täydennetään hintatiedoilla. Luonnonvarabudjettien tarkoituksena on helpottaa luonnonvara- ja ympäristötekijöiden sisällyttämistä pitkän aikavälin taloudelliseen suunnitteluun, jolla kuvataan taloudellista kehitystä yksityiskohtaisesti neljän vuoden ja suuripiirteisemmin 25 vuoden ajalta. Niillä on kuitenkin toistaiseksi ollut vähän merkitystä luonnonvarojen suunnittelun tai optimaalisen käytön kannalta, ja ainoastaan päästöennusteilla on ollut suora yhteys suunnitelmissa esitettyihin taloudellisiin ja energiankäytön ennusteisiin. (Alfsen ym. 1987: 33-34.)

**Taulukko 10.** Esimerkkinä luonnonvarabudjetista alueidenkäyttö pitkän aikavälin suunnitelmasta vuosille 1986-1989. (Alfsen ym. 1987: 34.)

Aluetyyppi	1972 km <sup>2</sup>	1982 km <sup>2</sup>	1990 km <sup>2</sup>
Yhteensä	323900	323900	323900
Rakennettu maa	3700	4000	4250
Maatalousmaa	9500	9500	9700
Metsätalousmaa	66950	66450	66370
Suojelualueet	3400	12100	16500
Viljelykelpoiset alueet	8900	8400	8100
Huippuvuoret	62700	62700	62700
suojelualueet	0	34900	34900

Tilinpitoon perustuvia analyysejä luonnonvaroista tehdään pääasiassa tilastovirastossa sekä erilaisissa seuranta- ja tutkimuslaitoksissa. Analyysien tavoitteena on tuottaa taustatietoa päätöksentekijöille, ja niistä on muotoiltu malleja taloudellisen kehityksen, luonnonvarojen käytön ja ympäristön

tilan suhteiden kuvaamiseksi ja ennustamiseksi. Tärkeimpiä ovat mallit energian kulutukselle talouden eri kasvuvaihtoehdoissa, mallit kansallisen tason ilmapäästöille ja öljyntuotannon vaikutuksille kansantalouteen, analyysit veden laadun vaikutuksista terveyteen sekä analyysit ja ennusteet kalan, metsän ja maan tulevasta kysynnästä. (Alfsen ym. 1987: 34-40.)

#### 7.1.5. Kokemukset

Luonnonvaratilinpidon ja sen hyväksikäytön tuloksia on yli 10 vuoden kokemusten perusteella kuvattu "sekaviksi mutta lupaaviksi". Suurin menestys on saavutettu energiasektorilla, jossa säännöllinen tilien tuotanto ja käyttö energian kysyntäennusteisiin kokonaistaloudellisten mallien pohjalta on tärkeä perusta Norjan energiapolitiikalle. Myös ilmapäästöjen ennustamisessa on onnistuttu hyvin. (Lone 1987b: 19.)

Muilla aloilla menestys on ollut vaihtelevampaa; alueidenkäyttötilinpito on osoittautunut erittäin kalliiksi perustietojen hankkimisen osalta, makean veden tilit kansallisella tasolla epäonnistuivat tehtävän laajuuden takia, useimpien reservitilien muodostaminen on ollut helppoa mutta hyväksikäyttö vähäistä. (Alfsen ym. 1987: 50.) Kansallinen ja kokonaistaloudellinen näkökulma ei ole aina sovellettu ympäristön tilavarojen tilinpitoon (Lone 1987b: 15).

Sekä taloudelliset että ekologiset teoriat ja mallit ovat epätäydellisiä ja vaikeasti yhdistettävissä luonnonvarojen käytön ja ympäristön tilan arvioimisessa. Teoreettisten kehikoiden puute vaikeuttaa tiedonhankinnan päämäärien tarkentamista, ja kommunikaatio tiedon tuottajien, luonnonvaratilinpidon kehittäjien ja ympäristöministeriön välillä on ollut puutteellista. Tiedot on alunperin kerätty yleensä suppeita ja lyhytaikaisia tarpeita varten ilman yhteisiä kriteereitä, ja niiden käyttökelpoisuus tilinpidossa vaihtelee varsinkin varanto-, materiaalitase- ja ympäristövaikutustietojen osalta. Peruskoulutus luonnonvaroista ja niiden käytön vaikutuksista puuttuu useimpien alojen asiantuntijoilta, ja monisektori-asiantuntijoiden puute vaikeuttaa tutkimustoimintaa ja päätöksentekoa. Lisäksi Norjan poliittisen ja taloudellisen tilanteen vaihtelut ovat aiheuttaneet muutoksia luonnonvaratilinpidon tavoitteiden painotukseen ja luonnonvarapolitiikan toimeenpanoon. (Alfsen ym. 1987: 47-53 ja Lone 1987b: 9 ja 21.)

Luonnonvaratilinpidosta saatava hyöty riippuu voimakkaasti hallinnollisten ja poliittisten elinten kyvystä yhdistää tilinpito perinteiseen sektori- ja yhteiskunnalliseen suunnitteluun. Norjan ympäristöviranomaiset eivät kuitenkaan ole onnistuneet vahvistamaan tilinpidon asemaa taloudellisessa ja poliittisessa päätöksenteossa, jossa luonnonvara- ja ympäristötekijät enimmäkseen sivuutetaan voimakkaiden sektorikohtaisten etujen takia. Lisäksi mahdollisia luonnonvara- ja ympäristöongelmia 20-50 vuoden kuluttua on tutkittu liian vähän. Uusien ympäristöhaittojen ennakointiin ja ehkäisyyn sopivien välineiden kehittämistä on laiminlyöty, kiinnostus saasteisiin ja niiden seurauksiin on ollut suurempaa kuin taloudellisiin mekanismeihin niiden takana. (Alfsen ym. 1987: 46-49.)

#### 7.1.6. Kehittämissuunnat

Luonnonvaratilinpidosta ja taloudellisen kehityksen pitkän aikavälin suunnitelmasta vuosille 1986-1989 saatujen kokemusten perusteella luonnonvaratilinpidon ja -budjetoinnin tulevat painopistealueet on järjestetty seuraavien päälinjojen mukaan:

- Ympäristöministeriön omat toimialat; luonnonvarojen hoito ja käyttö suhteessa ympäristövaikutuksiin, ympäristön tilavarojen tilinpidon lisääminen.
- Vastuun siirto sektorihallinnolle; luonnonvaroista vastaaville hallintoviranomaisille velvoitteet sisällyttää luonnonvaratilinpito keskushallinnolle annettaviin raportteihinsa, tilastoviraston avustaessa ja ympäristöministeriön koordinoimana ja ohjaamana.
- Paikallisen ja alueellisen tason painottaminen niille tärkeimpien luonnonvarojen kohdalla.
- Kansainväliset näkökohdat; luonnonvarat maailmanlaajuisesti ja kansainvälisillä markkinoilla sekä kehitysavussa.

(Lone 1987b: 22.)

Alfsenin, Byen ja Lorentsenin (1987: 56-63) mukaan tilastoviraston tulisi keskittyä erityisesti energia-, mutta myös kala-, metsä- ja mineraalitalien kehittämiseen sekä energia- ja ilmansaasteanalyysiin ja -malleihin. Erilaiset tutkimuslaitokset voisivat tukea sen toimintaa seurannalla ja tutkimuksilla. Ympäristöministeriön tehtäviin kuuluisivat tärkeimpien luonnonvarojen ja ympäristötekijöiden identifiointi ja tiedon esiintuonti yhdistettäessä luonnonvara- ja ympäristöpolitiikkaa

muuhun yhteiskunnalliseen suunnitteluun. Ministeriön pitäisi kiinnittää erityistä huomiota energia-, alueidenkäyttö- ja saastumisongelmiin.

Luonnonvaratilinpidon ja -budjetoinnin kehittämiseksi on kuitenkin eräitä perusedellytyksiä. Kokeemukset Norjassa ovat osoittaneet, että on tarpeen ainakin

- identifioda tärkeimmät luonnonvara- ja ympäristöongelmat sekä tilinpitoa käyttävät päätöksentekijät hallinnollisella ja alueellisella tasolla
- keskittyä muutamaa tärkeimpiin luonnonvaroihin, joissa on mahdollista saavuttaa tuloksia jo lähitulevaisuudessa, ja joiden käyttäjät ovat halukkaita soveltamaan tietoja toiminnassaan
- ottaa käyttäjät ja poliittiset instituutiot mukaan järjestelmän kehittämiseen
- kehittää taloudellis-ekologista asiantuntemusta toiminnan jatkuvuuden turvaamiseksi
- käyttää hyväksi valmiita tiedonkeruumenetelmiä, kehikoita ja välineitä
- välttää tarpeettoman laajoja teoreettisia rakenteita ja massiivisia tietojärjestelmiä, jotka voisivat muodostua itsetarkoituksellisiksi.

(Lone 1987b: 22-23.)

## 7.2. Ranska

### 7.2.1. Lähtökohdat ja kehitysvaiheet

Luonnonvaroja ja ympäristöä(1) määrällisesti ja laadullisesti kuvaavan tilinpidon kehittämistä tehtiin ensimmäinen hallinnollinen päätös vuonna 1978. Tilinpitoa fyysisin ja rahallisin yksiköin alettiin kehittää välineeksi, joka yhdistäisi tiedot luonnosta ja sen uudistumisesta yleiseen taloudelliseen kehitykseen. Tietoa luonnonvaroista katsottiin olevan riittävästi, mutta se oli hajaantunutta ja huonosti yhdistettävissä erilaisiin suunnittelujärjestelmiin. (Theys 1984: 12.)

Päätöksen taustana olivat kritiikki SNA:n indikaattoreiden käytöstä hyvinvoinnin mittareina ja pyrkiä SNA:n täydentämiseen tiedoilla luonnon tarjoamista ilmaisista palveluista sekä luonnonvarojen ottamisen ja ympäristöhaittojen kustannuksista. Luonnonvaratilinpidon lähtökohtana on edellisten yhdistäminen, jolloin sen peruspiirteet vastaavat SNA:ta, mutta koko luontoa ei pyritä sisällyttämään taloudellisiin taseisiin eikä luonnonvaroja kuvata millään yksittäisellä kehitysindikaattorilla. Tilinpitoa kehitetään itsenäisenä järjestelmänä, joka luonnonvarojen hyödyntämisen nettohyötyjen ja kustannusten lisäksi tarkastelee myös luonnonvarojen ekologisia ja sosiaalis-kulttuurisia piirteitä. (Theys 1984: 12-15.)

Tilinpito ja sen kehittäminen on keskitetty metsä- ja vesivaroihin, luonnonvaraisiin kasveihin ja eläimiin sekä muutamiin tärkeimpiin toimintoihin luonnonvarojen käytössä. Ympäristöministeriön ja tilastoviraston lisäksi työn organisoinnissa on ollut mukana myös luonnonvarojen käyttäjiä ja hallintoviranomaisia erilaisten komiteoiden ja työryhmien muodossa. (Lone 1987: 38 ja Theys 1984: 19.) Tilinpidon yleiset periaatteet ja menetelmät sekä ensimmäiset tilit metsävaroilta, sisävesille, kasvistolle ja eläimistöille julkaistiin ympäristöministeriön ja tilastoviraston yhteistyönä vuonna 1986 (Les comptes du patrimoine naturel 1986).

---

(1) Ranskassa käytetään käsitettä luonnon perintö, jonka osat ovat ilma, vesi ja hydrologiset kierrot, maa- ja kallioperä sekä mineraalit ja elävät organismit.

### 7.2.2. Tavoitteet

Tilinpidon päätavoite on tuottaa arvioita luonnonvarojen varannoista, niiden tarjoamista palveluista ja hyödyntämisen vaikutuksista. Tarkoitus on muodostaa luonnon ja ihmisen suhdetta mahdollisimman yksinkertaisesti kuvaava kehikko, yhteinen kieli talousasiantuntijoille, luonnonvarojen käyttäjille ja tiedemiehille sekä indikaattoreita päätöksenteon pohjaksi. Luonnonvarojen taloudelliset, sosiaaliset ja ekologiset ulottuvuudet on tuotava esiin, ja täydennettävä SNA:ta ja sosiaalitalastaja ekologisella tilinpidolla. (Theys 1984: 13,22 ja Corniere 1986: 44.)

### 7.2.3. Tilien rakenne

Tilinpitoa varten luonnonvarat on jaettu

1. uudistumattomiin luonnonvaroihin,  
joita ovat fossiiliset polttoaineet, uraani, metallit, muut mineraalit ja kaivannaisvarat,
2. fyysiseen ympäristöön, johon kuuluvat maa, sisävedet, merivedet ja ilmakehä, sekä
3. eläviin organismeihin; eläinlajit, kasvilajit ja mikro-organismit.  
(Corniere 1986: 45.)

Yksittäisille luonnonvaroille muodostetaan kolme perustiliä:

1. Keskustilit, jotka vastaavat norjalaisten reservitilejä. Ne kuvaavat varantoja ja niiden muutoksia kausittain määrällisesti ja laadullisesti.
2. Käyttäjätilit ovat satelliittitilejä luonnonvarojen käytöstä. Ne kuvaavat fyysisin yksiköin virtoja luonnonvaroista talouteen, ja rahayksiköin luonnonvarojen ylläpidon, valvonnan ja kehittämisen kustannuksia. Myös muu kuin taloudellinen käyttö kuuluu käyttäjätileihin.
3. Aluetilit kuvaavat suhteita luonnonvarojen välillä, luonnonvaran eri osien välillä (esim. ravintoketjuja) sekä luonnonvarojen ja ihmisen toiminnan välillä. Niissä voi olla myös yksityiskohtaisempia tietoja keskustilien muutoksia aiheuttavista tekijöistä. (Corniere 1986: 49-50 ja Lone 1987b: 37.)

Tilinpitoyksiköt ovat pääasiassa fyysisiä, rahallista arviointia käytetään vain taloudellisten tekijöiden ollessa erityisen tärkeitä. Yksiköiden valintakriteerit ovat sopivuus kuvaamaan tiettyä ympäristön tilaa, pitkän aikavälin seurantamahdollisuus ja vertailukelpoisuus. Määrällinen ja laadullinen kuvaus pyritään yhdistämään laatu- ja käyttöluokkien avulla. (Corniere 1986: 47.)

Tilinpidon keskeinen kuvausalue on luonnonvarojen hyödyntämisen vaikutus niiden taloudelliseen, ekologiseen ja sosiaalis-kulttuuriseen arvoon. Taloudellinen uluttuvuus painottuu lähinnä niukkojen luonnonvarojen käyttöön tuotannossa, ekologinen luonnon tasapainoon ja tulevien sukupolvien elinolosuhteisiin. Sosiaalis-kulttuurisessa hyödyntämisessä kyse on elämän laadusta ja tarpeentyydytyksestä, joka ei riipu yksinomaan hyödykkeiden ja palvelujen saatavuudesta. (Corniere 1986: 48.)

#### 7.2.4. Käyttö, kokemukset ja kehittämissuunnat

Ranskan luonnonvaratilinpito on vielä varhaisessa vaiheessa Norjan järjestelmään verrattuna, ja tietoa sen todellisesta käytöstä suunnittelun ja päätöksenteon apuvälineenä on niukasti. Luonnonvaratilit nähdään osana koko ympäristötietojärjestelmää, jonka muita tasoja ovat ympäristöön liittyvät hajanaiset perustiedot, sektoritilastot, tilastokoelmat, ennustemallit ja tulevaisuuden tutkimus. Tilinpidon osuus suunnitteluprosesseissa on merkityksellinen ainoastaan suhteessa tähän yleiseen kehikkoon. (Lone 1986: 38 ja Theys 1984: 5.)

Tiedonkeruun hajauttaminen ja keskittyminen muutamaani luonnonvaroihin on johtanut tilien kehittymiseen suhteellisen lyhyessä ajassa n. viiden henkilön päätoimisella työllä. Tilinpidon organisaation ja joustavan kehikon ansiosta luonnonvarojen käyttäjät ovat voineet osallistua tilien kehittämiseen, joten hajautunut käytännön asiantuntemus ja aloitekyky on saatu yhdistettyä korkean tason tutkimustyöhön. (Theys 1984: 20,22.)

Suurimpia ongelmia ovat olleet sopivien tilinpitoyksiköiden identifiointi sekä luonnonvarojen ja niiden käytön vaikutusten rahallinen arviointi. Markkinahintojen, diskonttauksen ja vaihtoehtoiskustannusten käytöstä ei ole saavutettu yksimielisyyttä. Tilinpitotietojen hyväksikäyttö luonnonvarojen hintarakenteen muuttamiseen edellyttää useiden vuosien tutkimusta, joten toistaiseksi sitä voi

käyttää lähinnä "kaupankäynti- ja neuvotteluvälineenä" taloudellisten, ekologisten ja sosiaalisten intressien välillä. (Theys 1984: 22,23.)

Tilinpitoa on tarkoitus laajentaa yksittäisistä luonnonvaroista kokonaiseen ekosysteemiin ja maa-alueisiin. Eniten tutkimus- ja kehittämistyötä tarvitaan luonnonvarojen varantojen, käytön vaikutusten ja luonnon tarjoamien palvelujen arvioimisessa. (Corniere 1987: 49 ja Theys 1984: 22.)

### 7.3. Suomi

#### 7.3.1. Lähtökohdat ja kehitysvaiheet

Suomessa luonnonvaratilinpidon kehittäminen aloitettiin maa- ja metsätalousministeriön yhteydessä toimivassa Luonnonvarainneuvostossa vuonna 1983. Perusteina järjestelmän tarpeellisuudelle olivat mm. puute luotettavasta luonnonvaroja koskevasta tiedosta ja luonnonvarapolitiikkaan liittyvästä käytännön suunnittelusta sekä huonot yhteydet lyhyen ja pidemmän aikavälin luonnonvarasuunnittelun välillä. Huomiota kiinnitettiin myös valtakunnallisen ja alueellisen luonnonvarapolitiikan vähäisyyteen ja sektorisidonnaisuuteen. (Marttila 1983: 3-5.)

Lisäksi luonnonvarojen käytön tarkastelun painopiste oli ympäristönsuojelun merkityksen muuttuessa siirtynyt käyttöönottomahdollisuuksista käytön vaikutuksiin. Tietoa tarvittiin erityisesti luonnonvarojen käyttöönoton ja käytön vaikutuksista ympäristöön ja muiden luonnonvarojen käyttöönottomahdollisuuksiin, sekä niistä luonnonvaroista, jotka jalostusvaiheessa ja käytössä joutuivat jätteinä luonnonkierron ulkopuolelle.

Luonnonvarojen käytön vaikutusten selvittämisen katsottiin edellyttävän luonnonvarojen materiaali- ja energiavirtojen tilinpidonomaista tasetarkastelua. Tilinpitoa ei välttämättä tarvinnut sitoa markkamääriin. Järjestelmän keskeisenä piirteenä pidettiin kytkettävyyttä kokonaistaloudelliseen tarkasteluun sekä muuhun ympäristöä ja luonnonvaroja koskevaan kuvaukseen ja tilastointiin. (Luonnonvarainneuvosto 1983a: 2.)

Suomalaisen luonnonvaratilinpidon perusajatuksena on kansantalouden tilinpidon laajentaminen tärkeimpien luonnonvaravirtojen ja -varantojen fyysisten määrien kuvauksella (Kolttola ym. 1988: 16). Teoreettisen perustan muodostavat lähinnä materiaali- ja energiatasemenetelmä sekä taloudelliset panos-tuotosmenetelmät ja -mallit.

Luonnonvaratilinpitoa on kehitetty Tilastokeskuksessa pääasiassa norjalaiseen järjestelmään perustuen. Esitutkimus luonnonvaratilinpidon yhteiskunnallisesta tarpeesta, hyväksikäytöstä ja menetelmistä valmistui vuonna 1988 ja tutkimusraportti energiatilinpidosta vuonna 1989. Luonnonvaratilinpidon painopiste on tällä hetkeellä metsä-, energia- ja alueidenkäyttötilinpidon kehittämistyössä.

### 7.3.2. Tavoitteet

Luonnonvaratilinpidon keskeisenä tavoitteena on parantaa taloudellista päätöksentekoa liittämällä siihen ne yhteiskunnan jatkuvuuteen liittyvät päämäärät, joita ei huomioida markkinamekanismissa ja hinnanmuodostusprosesseissa. Näitä päämääriä ovat erityisesti:

- luonnonvarojen säästeliäs ja kestävä käyttö
- ympäristönsuojelu
- omavaraisuus ja materiaallinen huoltovarmuus
- alueellinen tasapaino.

Luonnonvaratilinpidon tarkoituksena on hyödyttää sekä varsinaisen taloushallinnon että eri hallinto-sektoreiden päätöksentekoa luonnonvaroihin ja ympäristöön liittyvissä kysymyksissä. Taloudellisen tiedon sekä ympäristöä ja luonnonvaroja koskevan fyysisen tiedon yhdistäjänä luonnonvaratilinpidon tehtävänä on ennen kaikkea

1. kuvata yhtenäisen kehikon ja käsitteistön avulla luonnonvaroja ja niiden käyttöä sekä ympäristön tilaa
2. tunnistaa luonnonvaroihin ja ympäristöön liittyvien vuorovaikutusten ja ongelmien tärkeimpiä muuttujia ja yhteyksiä
3. seurata avainmuuttujien ja tärkeimpien riippuvuussuhteiden kehittymistä ja tehdä siitä yhteenvetoja päätöksentekijöille
4. täsmentää ongelmia eri hallinnon- ja aluetasojen päätöksentekoa ja toimintaa varten
5. toimia lähtöaineistona jatkoanalyysille ja korkeamman tason malleille. (Koltto-la ym. 1988: 25-32.)

### 7.3.3. Tilien rakenne

Luonnonvaratilinpito jaetaan kahteen pääjärjestelmään:

1. aines- ja energiabilinpitoon, jonka osia ovat

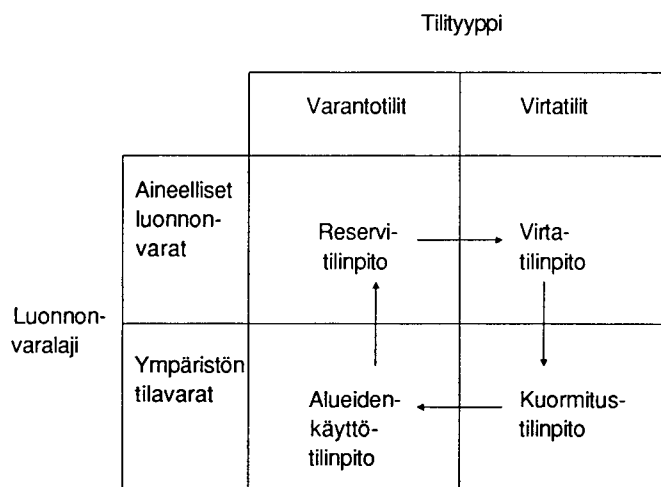
- reservitilinpito ja
- energiabilinpito

2. ympäristön tilatilinpitoon, johon kuuluvat

- alueidenkäyttötilinpito ja
- kuormitustilinpito.

Jako perustuu Norjan mallin mukaiseen luonnonvarojen luokitteluun (ks. 70) sekä varanto- ja virtatarkastelun erottamiseen. Aines- ja energiabilinpito kuvaa aineellisten luonnonvarojen reservejä sekä ainesten ja energian virtoja luonnosta talouteen ja talousprosessien sisällä. Ympäristön tilatilinpidossa tarkastellaan ehdollisesti uudistuvia luonnonvaroja, joiden arvo riippuu niiden ympäristöllisestä tilasta ja laadusta. Tilatilinpidon keskeinen piirre on luonnonvarojen maantieteellinen tarkastelu ja spatiaalinen kuvaus. (Kolttola ym. 1988: 35-46.)

**Kuvio 17.** Luonnonvaratilinpidon osat. (Kolttola ym. 1988: 35.)



Reservitileillä kuvataan pääasiassa taloudellisesti ja teknisesti hyödynnettävissä olevia luonnonvaroja, mutta myös mahdollisesti tai epätoimennäköisesti käyttöön otettavia reservejä. Reservit jaetaan käyttövalmiisiin(1) ja ei-käyttövalmiisiin, jotta saataisiin käsitys toimintavapaudesta resurssien hyödyntämisessä nyt ja tulevaisuudessa. (Kolttola ym. 1988: 40-42.)

**Taulukko 11.** Reservitilinpidon sisältämät erät. (Kolttola ym. 1988: 42.)  
Vrt. Norjan reservitili energialle s. 71.

1. Ei - käyttövalmiit reservit vuoden alussa
  2. +/- Uudelleenarvostus
  3. + Löydöt
  4. - Käyttöön valmistelu
- 
5. Ei - käyttövalmiit reservit vuoden lopussa
6. Käyttövalmiit reservit vuoden alussa
  7. +/- Uudelleenarvostus
  8. + Käyttöön valmistelu
  9. - Otto
- 
10. Käyttövalmiit reservit vuoden lopussa
11. ( 5+10 ) Reservit yhteensä vuoden lopussa

Virtatilinpidossa seurataan aineiden ja energian virtoja oton ja muunnon kautta käyttöön tuotantotoimialoilla, kotitalouksissa tai ulkomaila. Aines- ja energiavirtojen tilinpito noudattaa lähes poikkeuksetta kansantalouden tilinpidon toimiala- ja hyödykeluokituksia. Keskeisin ero kansantalouden tilinpitoon verrattuna on mittayksikkö, joka rahayksikön sijasta on fyysinen; tonni, litra, joule yms.

-----

(1) Reservi on käyttövalmis, kun pääosa perustamisinvestoinneista on tehty ja toiminta käynnistynyt.

Virtatilinpidossa laajennetaan taloudellista panos-tuotosmenetelmää talouden ja sen fyysisen ympäristön välisen vuorovaikutuksen analysointimenetelmäksi. Käytännössä laajentaminen voi tapahtua mm. käyttämällä ekologista panos-tuotosmallia, jossa markkamääräiseen panos-tuotosmalliin liitetään raaka-ainepanosten ja jätetuotosten matriisit. Mallin avulla voidaan laskea tietyn lopputuotekysynnän vaatimat raaka-ainepanokset ja sen aiheuttamat jätetuotokset kerrannaisvaikutuksineen. (1)

Ekologisessa panos-tuotosmallissa tarkastellaan ainoastaan talouteen meneviä raaka-ainepanoksia ja siitä tulevia jätetuotoksia. Luonnonvarojen virtatilinpidolla voidaan täydentää mallia kuvaamalla aineen ja energian siirtoa ja muokkausta talouden sisällä. (Kolttola ym. 1988: 43-45.)

Reservi- ja virtatilinpitoa on sovellettu puuainesta ja energiatileiden tuottamiseen. Puuainestilit kuvaavat metsän puuston koko biomassan varantoja ja biomassan virtoja sitä käyttävissä talousprosesseissa. Näitä talousprosesseja ovat

- otto eli puun korjuu metsätaloudessa
- mekaaninen ja kemiallinen muunto metsäteollisuudessa
- käyttö muilla toimialoilla ja lopputuotteina sekä
- jätto eli erilaisten jäämien poistaminen suoraan tai käsiteltynä ympäristöön ja niiden kierrätys

Puuainestileillä kokoava yhteinen mittayksikkö on puun kuiva-ainetonnin, mutta tilinpidon eri osissa käytetään myös kullekin osa-alueelle tyypillisiä mittayksiköitä. Tilinpidossa tarvittavat tiedot kerätään pääasiassa valtakunnan metsien inventointiaineistosta, puunkäyttö- ja poistumatutkimuksista, teollisuustilastoista, ulkomaankauppatilastoista, jätetilastoista ja kansantalouden tilinpidosta. (Kolttola ym. 1988: 59-65.)

---

(1) Ekologisesta panos-tuotosmallista enemmän ks. Pulliainen 1979b: 9-10

Energiatilinpidossa energian ja sen käytön tarkastelussa on kolme eri tasoa:

1. Energialajitarkastelu; energia fyysisiltä ominaisuuksiltaan ja taloudelliselta arvoltaan määriteltynä tuotteena.
2. Energiatoimitarkastelu; energian ominaisuuksien ja arvon muutokset fyysisteknisen toiminnan seurauksena.
3. Taloustoimitarkastelu; energia taloudellisen vaihdon kohteena, jolloin sen omistus- ja hallintasuhteet ja taloudellinen arvo muuttuvat fyysisten ominaisuuksien säilyessä ennallaan.

Energiatilinpidossa selvitetään energiaa tuottavien/käyttävien talousyksiköiden energian määrä- ja arvotiedot ja energian kokonaistarjonta energialajeittain. Keskeisimpiä tietolähteitä ovat energiatilastot, teollisuustilastot, yritykset ja toimialajärjestöt, panos-tuotostutkimukset, kotitaloustiedustelut sekä julkisen sektorin toimintaa kuvaavat tilastot ja tutkimukset. (Niemi ja Väisänen 1989: 29-39.)

Alueidenkäyttötilinpito on tietojärjestelmä, joka tuottaa tietoa erityisesti

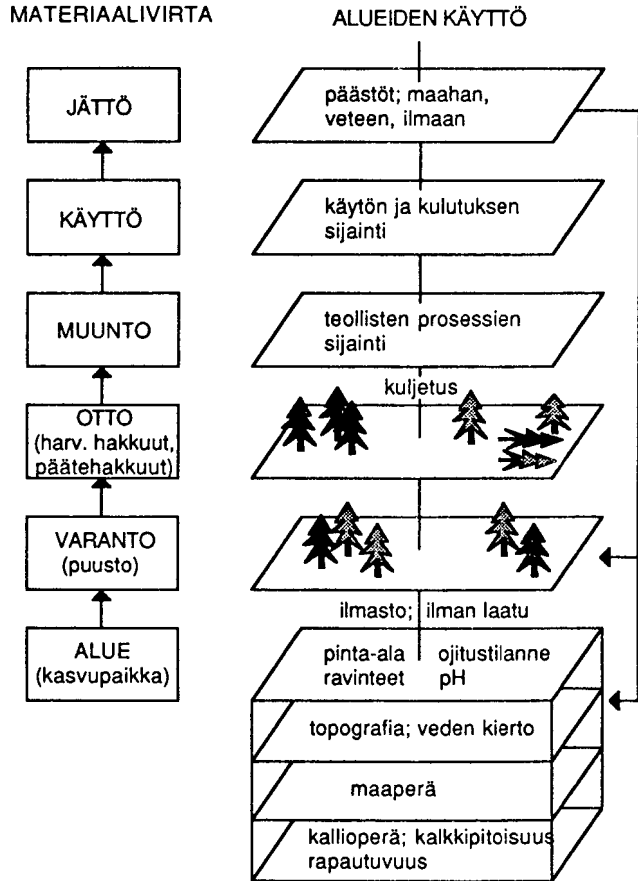
- alueiden nykyisestä, tulevasta ja mahdollisesta käytöstä
- muutoksista alueiden käytössä
- alueiden tilasta jätteiden ja päästöjen vastaanottajana.

Alueen merkitys luonnonvarana perustuu sen luonnonmaantieteellisiin ominaisuuksiin ja sijaintitekijöihin. Luonnonvaratilinpidon osana alueidenkäyttötilinpidon tehtävänä on

- alueiden kuvaaminen moniulotteisena luonnonvarana ja alueiden käytön seuranta
- sijaintitekijöiden selvittäminen luonnonvarojen käytettävyyden ja arvon määräytymisessä.

Yhteinen tarkastelukehikko saadaan alueellistamalla aines- ja energiatilinpidon tietoa ja huomioimalla materiaalivirtojen vuorovaikutus ympäristön tilan kanssa.

**Kuvio 18.** Alueidenkäyttötilinpito suhteessa luonnonvaratilinpitoon. Esimerkkinä yhteydet puuaineksen käyttöön ja materiaalivirtaan. (Alarinta 1987.)



Alueidenkäyttötilinpidoissa sovellettavia menetelmiä ovat mm. integraatiotekniikat ja pisteotanta. Integraatiomenetelmällä tietoja alueiden luonnonmaantieteellisistä ominaisuuksista sekä nykyisestä ja tulevasta maankäytöstä liitetään yhteen sijaintitietojen avulla. Pisteotantaa voidaan käyttää mm. alueiden käytön rekisteröintiin, maankäyttöluokkien suhteellisen koon arvioimiseen ja alueita kuvaavan tiedon tilastolliseen käsittelyyn. Alueellisen tiedon keskeisiä lähteitä ovat kartta- ja kaukokartoitusaineistot, rekisterit, erilaiset laskennat ja otantatutkimukset. (Koltola ym. 1988: 72-83 ja Tammilehto-Luode 1988.)

Kuormitustilinpidoissa ympäristöä tarkastellaan kotitalouksista ja elinkeinoista tulevien aines- ja energiavirtojen kohteena. Tilinpito on lähinnä virtatilinpitoa, jossa seurataan myös kuormituksen vaikutusta luonnonvarojen varantoihin.

Kuormitustilinpidon kuvausalueeseen kuuluvat jätteet ja päästöt, joita kotitaloudet ja elinkeinot eivät käytä uudelleen. Kuormitus voi kohdistua myös aineettomiin arvoihin, kuten esimerkiksi maisemaan. Jätetilastot muodostavat kuormitustilinpidon keskeisen tietoperustan. (Kolttola ym. 1988: 47.)

#### 7.3.4. Kehittämissuunnat

Kehittämistyön tavoitteena on aloittaa säännöllinen tilien tuotanto ja laatia rakenneselvitykset tärkeimmistä luonnonvarasektoreista noin viiden vuoden välein. Puuainestilinpidoista ja energiatilinpidoista on tarkoitus laatia aikasarjat vuosilta 1980-1990. Näiden edelläkävijäsektoreiden tutkimusta syvennetään mm. alueellista tarkastelua lisäämällä, ja tilinpitoa pyritään laajentamaan uusille sektoreille.

Alueidenkäyttötilinpidon menetelmiä kehitetään tutkimalla kartta-, ilmakuva- ja rekisteriaineistojen yhteensopivuutta ja käytettävyyttä perusaineistona. Tilinpitotietojen käyttöä suunnittelussa ja hallinnossa pyritään edistämään mm. laatimalla koelaskelmia muutamilla kokeilualueilla. Konekielisten tietoaaineistojen hyväksikäyttömahdollisuuksia tarkastellaan erityisesti valtakunnallisten tarpeiden kannalta.

Puuaines-, alueidenkäyttö- ja energiatilinpidon kehittämisen lisäksi tehdään koelaskelmia ja selvitetään mahdollisuuksia laatia vesitilinpitoa ja maa-ainestilinpitoa, kehittää jätetilastoja jätetilinpidoiksi ja muodostaa kytkennät luonnonvaratilinpidon ja ympäristötilastojen välille.

Luonnonvaratilinpidon kehittämishanketta jatketaan Tilastokeskuksessa tilinpidon tärkeimpien käyttäjätahojen osallistuessa hankkeen ohjaukseen. Pääasiallisia yhteistyökumppaneita ovat ympäristöministeriö, kauppa- ja teollisuusministeriö, Metsäntutkimuslaitos, maanmittaushallitus sekä vesi- ja ympäristöhallitus. Kansainväliseen kehittämistyöhön osallistutaan lähinnä YK:n ja OECD:n yhteydessä. (Kolttola ym. 1988: 84-87 ja Niemi ja Väisänen 1989: 95-98.)

## 7.4. Hollanti

### 7.4.1. Lähtökohdat ja kehitysvaiheet

Luonnonvaratilinpitoa on kehitetty Amsterdamin vapaassa yliopistossa osana Euroopan uudistuvien luonnonvarojen malli- ja tietojärjestelmää, IRENE:ä.(1) IRENE:n kehittäminen on vielä varsin teoreettisella tasolla, mutta tilinpitokehikkoa on sovellettu maankäyttöön Botzwanassa ja paranneltu siitä saatujen kokemusten perusteella. (Gilbert ja James 1987.)

Tilinpidon kehittämistarve johtuu lähinnä SNA:n riittämättömyydestä luonnonvarojen käytön suunnitteluvälineeksi. Lähtökohtana on taloudellisen suunnittelun täydentäminen sekä erilaisten alueellisten intressien huomioiminen. Tilinpito käsittää kansallisen ja monikansallisen tason, joilla voidaan erottaa alueiden kesken jakautuneiden luonnonvarojen, markkinoiden sekä luonnonvara- ja ympäristöongelmien erityispiirteet. (Gilbert ja Hafkamp 1986: 3-4.)

### 7.4.2. Tavoitteet

Tilinpidon ja koko IRENE:n tavoitteena on parantaa Euroopan Yhteisön mahdollisuuksia uudistuvien luonnonvarojen analysointiin ja pitkän tähtäimen ennusteisiin. Sen avulla yritetään myös arvioida, miten käyttökelpoisia erilaiset strategiat ja politiikat ovat luonnonvarojen käytön suunnittelussa yhteisön ja kansallisella tasolla. Tilien päämääränä on yhdistää käytettävissä oleva tieto ympäristöstä, luonnonvarojen käytöstä ja taloudellisista toiminnoista kehikoksi, joka sisältää muuttujien väliset syy-seuraussuhteet sekä kaikki panokset ja tuotokset luonnonvaroihin liittyvissä prosesseissa. (Gilbert... 1986: 8-10.)

-----

(1) Integrated Modelling and Information system for Natural Resource in Europe; EY:n tutkimusohjelmassa Future Assesment of Science and Technology.

### 7.4.3. Tilien rakenne

Tilinpitokehikko muodostuu kolmesta perusosasta:

1. Sosio-ekonomiset tilit kuvaavat luonnonvarojen varantoja ja virtoja taloudessa rahallisesti, sekä ympäristön käytön sosiaalisia аспекteja. Tilit muodostetaan toimialoittain, SNA:n panos-tuotomatriiseja vastaavasti. Sosiaaliset tilit liittyvät lähinnä väestön ja ympäristön suhteisiin.

2. Varantotilit kuvaavat fyysisin yksiköin varantoja ja virtoja ympäristössä ja ekosysteemeissä sekä ympäristön tilaa. Tilit keskittyvät maan, veden, ilman ja ekosysteemien määrän ja laadun muutoksiin erilaisten syy-seuraussuhteiden vaikutuksesta.

3. Käyttäjätilit muodostavat yhteyden varantotilien ja sosio-ekonomisten tilien välille. Niissä kuvataan varantoja ja virtoja ympäristön ja talouden välillä, sekä raha- että fyysisin yksiköin. Tilit jakautuvat käyttäjätoimialoittain (mm. kalastus, virkistyskäyttö). (Gilbert... 1987.)

Jokaisen tilin keskeinen osa on yhteenvetotaulukko, joka antaa yleiskuvan luonnonvarasta ja sen käyttäjistä kansallisella ja EY:n tasolla. Taulukot voidaan hajottaa kolmessa tasossa yksityiskohtaisempien tietojen esittämiseksi.

Esimerkiksi käyttäjätilin kalastus yhteenvetotaulukko kuvaa kalastukseen käytettyjä panoksia (mm. investoinnit, kalavarannot) ja sen tuotoksia (mm. saalis, jalostusarvo). Horisontaalisessa erittelyssä esitetään tietoja kalalajien osalta, vertikaalisessa eri alueilta ja kolmannella tasolla yksityiskohtaisia tietoja halutusta panoksesta, tuotoksesta tai indikaattorista (mm. polttoaineen käytöstä, saaliin koostumuksesta, lajiston monimuotoisuudesta). (Gilbert... 1986: 11-12 ja Gilbert... 1987)

Panosten ja tuotosten yksiköt vaihtelevat, eikä niitä aina voi yhdistellä matemaattisesti. Kuvattavat muuttujat onkin usein valittu antamaan mahdollisimman paljon tietoa luonnonvaroihin vaikuttavista syy-seuraus- ja panos-tuotossuhteista. (Gilbert... 1986: 11.)

#### 7.4.4. Kokemukset, suunniteltu käyttö ja kehittämissuunnat

Tilinpidoissa tarvittavia tietoja luonnonvaroista on saatavissa varsin runsaasti, mutta niiden käyttöä rajoittavat mm. taloudellisten, sosio-ekonomisten ja ekologisten tietojen erilainen keräystiheys sekä vaikeudet eri maiden tietojen vertailussa. Tilinpitokehikko kuitenkin helpottaa tiedonkeruun koordinoimista ja lisätietojen tarpeen määrittelyä. (Gilbert... 1986: 22.)

Tilinpitokehikossa esitetään lähinnä kuvailevaa tietoa, ja tilien käyttäjien tehtävänä on löytää mahdolliset yhteydet luonnonvarojen, niiden hyödynnettävien ja muutosten välillä. Tilien hajauttaminen ja erittelyt mahdollistavat tiedon saamisen kullekin käyttäjälle sopivan yksityiskohtaisella tasolla. IRENE:n osana tilinpidon hyväksikäyttö perustuu lähinnä tietopankkien, ennustemallien ja tietokoneohjelmistojen tuottamiin palveluksiin. (Gilbert... 1986: 9-11.)

Uudistumattomat luonnonvarat voidaan tulevaisuudessa liittää tilinpitoon, ja laajentaa sitä myös alueelliselle ja paikalliselle tasolle. Tilien arvo luonnonvarapolitiikan välineenä pitäisi selvittää keskittymällä jonkin EY:n tasolla merkittävän luonnonvaran tutkimiseen ja tilien tuottamiseen. (Gilbert... 1986: 23.)

## 7.5. Kanada

### 7.5.1. Lähtökohdat ja tavoitteet

Ympäristön tilan seuranta ja siihen liittyviä ennustemalleja on Kanadassa kehitetty voimakkaasti, mutta luonnonvarojen kestävä käytön ja taloudellisen kehityksen yhteyteen on kiinnitetty varsin vähän huomiota. Luonnonvaratilinpidon kehittäminen on vasta alkamassa, joten seuraava kuvaus perustuu Anthony M. Friendin ehdottamaan alustavaan malliin luonnonvaratilinpidosta ja sen suhteesta SNA:han ja ympäristötilastoihin (Friend 1986).

Mallin taustalla on uusklassiseen ja keynesiläiseen taloustieteeseen perustuvan SNA:n kyvyttömyys huomioida ympäristötekijät taloudellisissa prosesseissa. Panos-tuotos-lähestymistapa sopii kuitenkin luonnonvaratilinpidon pohjaksi, koska se voi erottaa ympäristön panokset tuotantoprosesseissa ja on yhdistettävissä ympäristövaikutusten kanssa. Luonnonvarojen, talouden ja ekologian yhdistämisen lähtökohdana on termodynaaminen malli, jonka mukaan myös taloudellista toimintaa koskevat aineen ja energian häviämättömyyden sekä entropian kasvun lait. Luonnonvarat, tuotanto, kulutus, varastojen muodostuminen ja jätteet vastaavat entropian eri asteita.

Luonnonvaratilinpidon keskeisenä tavoitteena on löytää muuttujat, joiden avulla voidaan arvioida luonnonvarojen kyky kestävä taloudellisen ja ekologisen kehityksen ylläpitämiseen. Kuvauskohteina ovat luonnonvarojen varannot ja yhteydet taloudelliseen tuotantoon sekä erilaiset luonnonvarat yhteisessä kehikossa ja kansantalouden kehityksessä. Tilinpidon on muodostettava kehikko luonnonvarojen varantoja, virtoja ja tilaa koskevien tietojen järjestämiseksi ja yhteensovittamiseksi sosioekonomisten tilastojen kanssa, sekä kansallisella että alueellisella tasolla.

### 7.5.2. Tilien rakenne

Luonnonvarojen luokittelun perustana ovat tarvittavat tiedot kestävästä kehityksestä, luonnonvarojen poistumasta ja luonnon kiertoprosessien vaikutuksesta ympäristöön ja talouteen. Pääluokat ovat:

1. biottiset luonnonvarat; uudistuvat luonnonvarat maa-, metsä- ja kalataloudessa sekä erilaiset ekosysteemit
2. uudistumattomat luonnonvarat; mineraalit ja fossiiliset polttoaineet
3. kiertoprosessit ilmakehässä, vedessä ja maaperässä

Luonnonvarojen varantoja ja virtoja sekä niiden yhteyksiä talouteen ja ympäristöön kuvataan neljällä perustilillä:

1. Varantotileillä on tietoja luonnonvarojen määrästä ja alueellisesta jakautumasta; esim. maataloudessa maaperä, sadot ja karja.
2. Kasvu- ja poistumatilit kuvaavat varantojen muutoksia luonnon prosessien ja ihmisen toiminnan tuloksena.
3. Luonnonvarojen tila-tilit yhdistävät luonnonvarojen käytön ja ympäristövaikutukset; tilit vastaavat ympäristötilastoja, sisältäen vaikutus-vastavaikutusindikaattoreita (esim. saasteet ja kasvisairaudet).
4. Sektoritilit ovat panos-tuotosmallin laajennuksia jotka kuvaavat virtoja toimialoilla fyysisin ja rahayksiköin. Perustana ovat materiaali- ja energiataseet, jotka yhdistetään markkina-arvojen avulla SNA:n taseisiin.

### 7.5.3. Suunniteltu käyttö ja kehittämissuunnat

Luonnonvaroja, ympäristöä ja taloutta on vaikea erottaa toisistaan, ja luonnonvaratilinpito on vahvasti sidoksissa SNA:han ja ympäristötilastoihin. Näiden kaikkien tietokehikkojen yhdistelmä voi vahvistaa luonnonvaratilinpidon asemaa suunnitteluvälineenä kestäväen taloudellisen ja ekologisen kehityksen saavuttamiseksi.

Esitetty malli on vasta alustava ehdotus tilinpidon kehittämisen pohjaksi, ja se sivuuttaa kysymykset tärkeysjärjestyksistä, kustannuksista ja hallinnol-

lisistä järjestelyistä. Järjestelmän kehittämistä suositellaan jo olemassaolevien luonnonvaratietojen pohjalta, ja kausittaista raportointia valituista luonnonvaroista ja indikaattoreista. Luonnonvarojen rahallisten arvojen määrittämistä olisi parannettava, tai laajennettava taloudellisen toiminnan määritelmiä sisältämään myös luonnon omia prosesseja.

## 7.6. Australia

### 7.6.1. Lähtökohdat ja tavoitteet

Kiinnostus luonnonvaratilinpittoon on Australiassa alkanut tiedon tarpeesta luonnonsuojelustrategian toteuttamisessa ja kansainvälisten järjestöjen luonnonvaratilinpittoon liittyvästä toiminnasta. Yhtenäisen tilinpitojärjestelmän kehittäminen on vasta alkuvaiheissaan, mutta joitakin tilinpittoon sopivia elementtejä on jo olemassa ja tietolähteitä kartoitettu, lähinnä alueellisella ja paikallisella tasolla. (Gilbert... 1987.) Luonnonvaratilinpidon soveltamismahdollisuuksia suunnittelussa ja kansantalouden tilinpidossa käsiteltiin ympäristöviranomaisten järjestämässä asiantuntijakokouksessa vuonna 1986, ja Victorian osavaltiossa on aloitettu esitutkimus metsä- ja kalavarojen tilinpidosta.

Tilinpidon tärkein tehtävä on laajentaa näkökulmaa luonnonvaroihin ja niiden käyttöön. Kestävä taloudellinen kehitys on sidoksissa luonnonvarojen varantoihin ja virtoihin, tulojen ja kulutuksen ylläpito edellyttää pääoman säilyttämistä. Luonnonvarat ja muutokset niissä vaikuttavat elintason ja hyvinvointiin laajemmassa merkityksessä, joten ne on sisällytettävä kansallisiin taseisiin ja otettava huomioon taloudellisen kehityksen mittaamisessa. (James 1987 ja Repetto 1987: 2,3.)

### 7.6.2. Kehittämissuunnat

Ensimmäisenä tehtävänä on tuoda luonnonvaratilinpito ja sen edistyminen muualla maailmassa yleiseen tietoisuuteen. Luonnonvaroista vastaaville ja niitä käyttäville tahoille on osoitettava sen käyttömahdollisuudet luonnonvarojen yhtenäisessä kuvaamisessa, perustilastojen paremmassa tulkinnessa, ennustamisessa ja mallien kehittämisessä sekä päätöksenteon apuvälineenä. Tilinpitokehikossa tulisi aluksi esittää tietoja mineraaleista, energiasta, metsävaroista ja alueiden käytöstä, kansallisen tason

painottuessa energia- ja mineraalivaroihin. Alueellinen panos-tuotostarkastelu muodostaisi perustan luonnonvarojen ja ympäristön inventoinneille, ja samalla läheiset yhteydet kansantalouden tilinpi-  
toon. (James 1987.)

## 7.7. Kansainväliset järjestöt

### 7.7.1. OECD

Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön OECD:n luonnonvarojen käyttö-ohjelma aloitettiin vuonna 1986, ja luonnonvaratilinpito kuuluu ympäristön tila-ryhmän työohjelmaehdotuksessa vuosille 1986-1990 ympäristötietojärjestelmien aihepiiriin. Tilinpidon kehittämisen taustalla on jäsenvaltioiden yhteinen päätös kehittää menetelmiä, joilla voidaan parantaa luonnonvarojen hoitoa ja käyttöä ympäristön ja talouden kestäväen kehityksen varmistamiseksi.

Tilinpidon tavoitteet ovat lähinnä norjalaisen järjestelmän mukaisia. Tilinpidon kehittämiseksi ehdotetaan kartoitusta jäsenmaiden tilinpitotyöstä, etenkin menetelmien, luokittelujen, työn organisoinnin, työvoiman tarpeen, tiedon käytön ja tulevaisuuden suunnitelmien osalta. Jäsenmaiden tulisi tuottaa vertailukelpoisia koetilejä metsä-, vesi- ja aluevaroista ympäristötilastojen tietojen pohjalta. Luonnonvarojen rahallista arviointia pitäisi kehittää, mahdollisesti konsulttityönä ja yhdessä OECD:n taloustilastojen, UNEP:n ja Maailmanpankin kanssa. (Proposed Project... 1987: 2-8.)

### 7.7.2. YK:n ympäristöohjelma ja Maailmanpankki

Kehitysmaiden tarpeet välineestä taloudellisen suunnittelun tukemiseksi johtivat vuonna 1982 UNEP:n hallintoneuvoston aloitteeseen metodologisten suositusten kehittamisestä kehitysmaiden ympäristötilinpitoa varten. Tilinpitoa on sen jälkeen käsitelty useissa UNEP:n ja Maailmanpankin yhteisissä kokouksissa, edeten konkreettisten toimien suunnitteluun sekä kansantalouden ja ympäristötilinpidon yhdistämismahdollisuuksien arviointiin. (Loikkanen 1987: 1,2.) Seuraavat tavoitteet ja toimintasuunnat perustuvat lähinnä Pariisissa 1985 ja 1986 sekä Washingtonissa 1986 pidettyjen kokousten johtopäätöksiin ja suosituksiin.

Kehitysmaiden taloudellisella tilanteella ja ympäristöongelmilla on vahvat yhteydet luonnonvarojen käyttöön, joten tilinpidon on perustuttava tietoihin luonnonvaroista ja niiden käytön vaikutuksista. Itsenäinen, fyysisiin ja taloudellisiin menetelmiin perustuva järjestelmä on katsottu sopivammaksi kuin SNA:n ja ympäristötilinpidon yhdistäminen SNA:ta kehittämällä.

Toimintasuositusten keskeinen tavoite on luoda kehitysmaihin ympäristötietojärjestelmä, jonka organisaatio ja päämäärät ovat verrattavissa lähinnä Norjan ja Ranskan luonnonvaratilinpitoon. Tilinpidolle on kehitettävä minimitavoitteet sisältävä kehikko tai rakenne, kuitenkin kehitysmaiden omat tarpeet huomioiden. (Theys 1985: 2,3,11 ja Loikkanen 1987: 6,8.)

Toimenpideohjelma tilinpidon kehittämiseksi vuoteen 1995 sisältää kolme vaihetta: kehitysmaiden suunnitteluviranomaisten ja poliittisten päätöksentekijöiden kiinnostuksen herättäminen, tarvittavien instituutioiden perustaminen ja arviot menetelmien soveltumisesta yksittäisten kehitysmaiden tilanteisiin (Theys 1985: 24-31). Kehittämiskohteiksi valitaan useita, laajojen ympäristöongelmien kannalta sopivia alueita ja valtioita, ja hankkeiden on oltava merkittäviä alueiden taloudelliselle kehitykselle. Kohdemaiden tulisi sitoutua ympäristöpolitiikkansa kehittämiseen, ja niissä tulisi olla välttämättömät ympäristöä koskevat perustiedot. Ohjelman viimeistely edellyttää asiantuntijoiden ja kehitysmaiden välistä yhteistyötä, ja siihen liittyvät esitutkimukset tulisi aloittaa lähiaikoina. (Loikkanen 1987: 7,8.)

### 7.7.3. Pohjoismaiden neuvosto

Aloite yhteisestä kuvausmallista Pohjoismaiden luonnonvaroille tehtiin neuvostossa vuonna 1983, ja sen kehittäminen annettiin Luonnonvara- ja ympäristötilastovaliokunnan tehtäväksi. Valiokunnan järjestämässä kokouksessa Helsingissä vuonna 1986 käsiteltiin mm. mallin tarvetta ja soveltamismahdollisuuksia, erityisesti Norjan luonnonvaratilinpidon pohjalta. (Vogt 1987: 7-12.)

Yhteisen mallin tarpeen taustalla ovat Pohjoismaiden luonnonvaraperustan, ympäristöongelmien, hallinnon ja poliittisen rakenteen samankaltaisuus. Malli muodostuisi luonnonvaratilinpidosta, ja sen tavoitteena on yhteinen tietoperusta sekä kehikko ja menetelmät luonnonvara- ja ympäristöongelmien ratkaisemiseksi. Kokouksessa suositeltiin yhteisen tilinpitomallin kehittämistä aluksi ilmaan, maankäyttöön ja luonnonympäristöön keskittyen. Etusijalla olisivat luonnonvarojen luokittelumenetelmät, koordinoitu tiedonkeruu ja tilinpidon yhdistäminen kunkin valtion kokonaistaloudelliseen suunnitteluun. (Vogt 1987: 13-20.)

Yhtenäisen tilinpitojärjestelmän aikaansaamisessa on kuitenkin paljon ongelmia: mm. erilainen luonnonvara- ja ympäristöongelmien tärkeysjärjestys, tilinpidon kehitysvaihe ja tietopohja eri maissa, kokonaistaloudellisten mallien huono yhteys luonnonvara- ja ympäristökysymyksiin sekä kustannusten jako-ongelmat. (Vogt 1987: 24-28.) Hanke ei ole edennyt merkittävästi, ja sen kehittäminen päätettiin keskeyttää valiokunnan kokouksessa kesäkuussa 1988.

## 8. LUONNONVARATILINPIDON SOVELTUVUUS KESTÄVÄN KEHITYKSEN KUVAAJAKSI

### 8.1. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävä kehitys

Luonnonvaratilinpidon lähtökohdat, tavoitteet ja menetelmät vastaavat keskeisiltä osiltaan niihin tietotarpeisiin, jotka liittyvät kestävä kehityksen taloudellisten ja ekologisten ulottuvuuksien kuvaamiseen. Luonnonvaratilinpidon tuottamien tietojen avulla voidaan mm.

- osoittaa kestävyuden taloudellisten ja ekologisten tekijöiden vuorovaikutuksia
- vaikuttaa kestävä kehityksen ymmärtämiseen moniulotteisena, useiden erilaisten tekijöiden ja niiden välisten suhteiden muutosprosessina
- arvioida taloudellisia ja ekologistia kehityssuuntia luonnonvarojen varantojen ja virtojen perusteella sekä
- arvioida luonnonvarojen käytön tulevia hyötyjä ja haittoja sekä niiden vaikutuksia ihmisten hyvinvointiin.

Luonnonvaratilinpidon painottuminen kestävä kehityksen taloudellisiin ja ekologisiin tekijöihin perustuu jo sen teoreettisiin lähtökohtiin ja periaatteisiin. Termodynamiikan peruslakeja on sovellettu keynesiläisiin talousteorioihin ja kansantalouden toimintamalleihin, ja luonnonvaratilinpitoa on kehitetty erityisesti taloustilastojen ja ympäristötilastojen tietojen uudenlaiseksi tarkastelukehikoksi. Se ei tuota yksiselitteisiä ja selkeitä hyvinvointi- ja kehitysindikaattoreita, vaan tietoa taloudellisten ja ekologisten kehityssuuntien arvioimisen pohjaksi.

Luonnonvaratilinpidon käyttömahdollisuuksiin pitkän aikavälin kestävyuden kuvaajana vaikuttaa se, miten tilinpitoa painotetaan taloudellisten tai ekologisten näkökohtien suuntaan. Taloudellinen painotus voi lyhentää tarkastelu-aikaväliä, sillä taloudellinen suunnittelu ja päätöksenteko keskittyvät perinteisesti lyhyen ja keskipitkän aikavälin kehitykseen.

Luonnonvaratilinpidon kehittämisen painopiste on niiden luonnonvarojen varantojen ja virtojen selvittämisessä, jotka ovat tällä hetkellä kansantalouden kannalta keskeisiä. Näiden luonnonvarojen avulla pyritään osoittamaan tilinpidon tarve ja hyödyllisyys taloudellisten tietojen täydentäjänä. Tileillä voidaan myös osoittaa, miten luonnonvarojen käyttö vaikuttaa kansantalouden tuleviin toimintamahdollisuuksiin mm. varantojen muutosten, ympäristön pilaantumisen ja kasvavien puhdistuskustannusten välityksellä.

Ekologista kestävyyttä voitaisiin korostaa asettamalla pitkän aikavälin tavoitteita luonnonvarojen ja ympäristön määrälle ja laadulle. Luonnonvaratilinpidolla tuotettujen tietojen ja indikaattoreiden avulla on mahdollista arvioida niitä rajoituksia, joita ekologinen kestävyys asettaa tavoitteiden saavuttamiseen tähtäävälle taloudelliselle toiminnalle. Tietoja voidaan käyttää myös erilaisten toimintavaihtoehtojen suunnittelussa ja vertailussa; miten tavoitteet saavutetaan luonnonvara-, työvoima- ja pääomapanoksia yhdistämällä.

## **8.2. Kestävä kehitys kansainvälisellä, valtakunnallisella ja alueellisella tasolla**

Luonnonvaratilinpito keskittyy pääasiassa luonnonvarojen valtakunnalliseen käyttöön, mutta se on sovellettavissa myös ylikansallisilla alueilla sekä alueellisella ja paikallisella tasolla. Alueelliset ja paikalliset tarkastelut muodostavat kytkennän varanto- ja virtatilien ja alueidenkäyttötilinpidon välille. Tarkastelut helpottavat kestävyyteen vaikuttavien alueellisten ja paikallisten erikoispiirteiden huomioimista kehityssuuntia arvioitaessa.

Kansainvälisen tilinpidon tarvetta korostavat saasteiden kaukokulkeutumukset ilmassa ja merien saastuminen. Vertailukelpoiset tiedot eri maista voivat selvittää taloudellisen toiminnan ja ympäristövaikutusten syy-seuraussuhteita valtioiden välillä. Päästö-, kulkeutumis- ja laskeumatietoja voidaan luonnonvaratilinpidossa yhdistää tietoihin päästöjä aiheuttavista toiminnoista, toimintojen tuottamista hyödyistä, päästöjen vähentämisen vaikutuksista sekä ympäristön laadun muutoksista.

### 8.3. Luonnonvaratilinpidon kuvausalueen laajentamismahdollisuudet

Luonnonvarojen materiaali- ja energiataseiden ja niihin liittyvien rahamääräisten tietojen yhdistäminen voi kuvata yhteiskunnan kehitystä laajemmasta näkökulmasta kuin kansantalouden tilinpitojärjestelmä, mutta ihmisten hyvinvointiin vaikuttavista tekijöistä yhdistetytkin tiedot kattavat vain rajallisen osan. Kestävän kehityksen kuvaamiseksi sen taloudellisia ja ekologia ulottuvuuksia laajemmin tarvitaan lisäksi sosiaalitulastojen sisältämiä tietoja niistä yhteiskunnallisista ja sosiaalisista tekijöistä, jotka vaikuttavat luonnonvarojen käytölle asetettaviin tavoitteisiin.

Luonnonvaratilinpidon tuottamia tietoja taloudellisesta toiminnasta ja fyysisestä ympäristöstä on pyrittävä tarkastelemaan myös sosiaalitulastojen sisältämien tietojen suhteen. Luonnonvarojen käytön ja väestön sosiaalisten, demografisten ja terveydellisten tekijöiden vuorovaikutusten tunteminen voisi myös laajentaa tilinpitoon sisällytettävien luonnonvarojen valintaperusteita. Tilinpitoa voidaan suunnata niihin luonnonvaroihin, joita pidetään tärkeinä joko taloudellisin, ekologisista tai sosiaalisista perusteista.

Sosiaalitulastojen tietoja voidaan yhdistää taloudellisiin ja ekologisista tietoihin, kun luonnonvaratilinpidon tuottamia tilastoja käytetään erilaisien tutkimusten, analyysien, ennusteiden ja mallien kehittämisen aineistoina. Luonnonvaratilinpitoa kehitettäessä kannattaa tarkastella sosiaalitetietoja ja niistä johdettuja tunnuslukuja kestävyysnäkökulmasta; mitkä tiedot ovat keskeisiä pitkän aikavälin kehityksen kannalta, mitä voidaan mahdollisesti käyttää kestävä kehityksen kuvaamisessa, ja millä voitaisiin täydentää luonnonvaratilinpidon tuottamia tietoja.

Myös monet taloudellista toimintaa ja ympäristöä koskevat tiedot voivat uudelleen tulkittuna ja yhdisteltynä kuvata kestävä kehitykseen vaikuttavia tekijöitä. Esimerkiksi joukkoliikenteen osuus henkilöliikenteestä ja raaka-aineiden kierrätys suhteessa uudistumattomien luonnonvarojen käytön määrään toimialoittain voisivat antaa tietoa yhteiskunnan energian ja materiaalien käytön kestävydestä.

Pitkän aikavälin kehitystä kuvattaessa tilinpidon kohteeksi on pyrittävä ottamaan myös luonnonvaroja, joiden merkitys on vasta kasvamassa tai todennäköisesti kasvaa seuraavien sukupolvien aikana.

Suomessa "ennakoivalla" luonnonvaratilinpidolla voitaisiin tutkia esimerkiksi rantoja ja niiden käyttöön vaikuttavia tekijöitä. Rannat ovat taloudellisesti arvokkaita ja merkittäviä hyvinvoinnin osatekijöitä erilaisten virkistysarvojen lähteenä. Tiedot rantojen määrästä, laadusta, arvosta, sijainnista, käytöstä ja käyttömahdollisuuksista ovat tarpeen sekä valtakunnallisessa että alueellisessa maankäytön suunnittelussa.

Rantojen määrä ei ole fyysisesti vähenemässä, mutta muutokset ympäristön tilassa, lisääntyvä virkistyskäyttö ja omistussuhteiden muutokset vaikuttavat niiden käytöstä saataviin hyötyihin. Luonnonvaratilinpidon tietojen avulla on mahdollista arvioida rantojen käytön kestävyyttä, ja pyrkiä vähentämään toimintoja, jotka aiheuttavat peruuttamattomia muutoksia rantojen tuleviin käyttömahdollisuuksiin.

#### **8.4. Luonnonvaratilinpidon välineenä kestävä kehityksen saavuttamiseksi**

Tietoa luonnonvaratilinpidon hyväksikäytöstä ympäristö- ja talouspolitiikassa on toistaiseksi varsin vähän. Kestävä kehitys yhteiskunnallisena tavoitteena lisää osaltaan luonnonvaratilinpidolle asetettavia vaatimuksia. Tilinpidon käyttö- ja kehittämismahdollisuuksiin suunnittelun ja päätöksenteon välineenä näyttävät keskeisesti vaikuttavan mm. seuraavanlaiset tekijät.

##### 1. Perustietojen saatavuus.

Kestävä kehityksen kuvaamiseen ja arvioimiseen tarvittavia tietoja on saatavilla runsaasti, mutta ne ovat usein hajanaisia, erilaisin perustein kerättyjä ja luokiteltuja, koskevat vaihtelevia ajanjaksoja ja ovat vaikeasti yhdistettävissä. Luonnonvaratilinpidolla on jo osoitettu perustietoa aineistojen ja tilastojen puutteita ja päällekkäisyyksiä, mutta sen on myös pyrittävä

- tulkitsemaan ja yhdistämään tietoja entistä laajemmasta näkökulmasta
- vaikuttamaan tietojen kerääjiin ja tilastoijiin puutteiden ja päällekkäisyyksien minimoimiseksi.

##### 2. Tilinpidon tuottamat tiedot.

Luonnonvarojen koko kierto ihmisen kannalta on selvitetty vasta, kun tiedot varannoista ja virroista on yhdistetty tietoihin jätteistä ja kierron alueellisesta jakautumisesta. Kehityssuuntien arvioiminen edellyttää lisäksi aikasarjoja ja arvioita luonnonvarojen käyttöajoista ja jätteiden vaikutusajoista.

Kierron kaikki vaiheet ovat tärkeitä pitkän aikavälin kestävyuden kannalta. Keskittyminen varantoihin ja tuotantoprosessien sisäisiin virtoihin johtaa lyhyen aikavälin taloudellisen kestävyuden kuvaamiseen kestävä kehityksen sijasta.

### 3. Tietojen esittäminen.

Materiaali- ja energiataseet ja -tilit ovat usein vaikeaselkoisia ja niiden sisältämien aggregoitujen tietojen tulkinta työlästä. Ympäristön tilavarojen kuvaamista helpottavat aiheiden ongelmakeskeisyys ja mahdollisuudet karttamuotoisiin esityksiin.

Tilien käyttöä tietolähteinä ja niiden mielenkiintoisuutta voidaan lisätä mm. hajauttamalla tilejä toimialoittain, alueittain ja aikajaksoittain. Tietojen tulkintaa ja hyväksikäyttöä helpottavat mm. tiiviit kuvaukset tilinpidon tavoitteista, kohteista, teoriaperustasta, menetelmistä, lisätietojen tarpeesta ja tietolähteistä.

### 4. Tiedot jatkotarkastelujen aineistona.

Analyysit, selvitykset, tutkimukset, mallit ja kehitysarviot tiivistävät luonnonvaratilinpidon tietoja yleisön, suunnittelijoiden ja päätöksentekijöiden kannalta käyttökelpoiseen muotoon. Tietojen käyttö ympäristötiedottamisessa voi vaikuttaa kestävyyttä edistävien arvojen ja asenteiden vahvistumiseen, ohjaten kulutusta ja tuotantoa luonnonvaroja säästävään suuntaan.

Suunnittelijat ja päätöksentekijät tarvitsevat tiivistettyä ja helposti tulkittavaa tietoa luonnonvarojen käytön ohjaamiseksi. Luonnonvaratilinpito voi tuottaa perustietoa mm. taloudellisten ja hallinnollisten keinojen vaikutuksista luonnonvarojen varantoihin ja virtoihin.

Tietoja voidaan käyttää myös luonnonvarojen käytön hyötyjen, haittojen ja tehokkuuden vertailuun esimerkiksi ympäristövaikutusten arviointiprosessien, kustannus-hyötyanalyysien ja panos-tuotostarkastelujen yhteydessä.

Pyrkimys tietojen tiivistämiseen ei tarkoita kaikkien luonnonvarojen ja niiden käytön vaikutusten yhteismitallistamista. Fyysisten määrien ja laadun rahamääräisen mittaamisen ongelmia ei ole ratkaistu missään luonnonvaratilinpitoa kehittävässä maassa. Luonnonvaratilinpidon tuottamalla tiedoilla voidaan myös pyrkiä osoittamaan, että monet hyödyt ja haitat luonnonvarojen käytöstä ovat hyvinvoinnin ja kehityksen kannalta merkittäviä riippumatta niiden rahallisista arvoista.

### 5. Kehittämisen resurssit ja organisointi.

Luonnonvaratilinpidon tavoitteisiin verrattuna sen kehittämistyöhön käytettävät voimavarat ovat vaatimattomat kaikissa maissa. Voimavarojen käytön tehostamiskeinoja ovat mm.

- keskittyminen muutamiin tärkeimmiksi katsottuihin luonnonvaroihin ja taloudellisiin toimintoihin
- tilinpitotietojen käyttäjien osallistuminen tavoitteenasetteluun ja menetelmien kehittämiseen
- kehittämistä vastuussa olevien keskittyminen teoreettisiin perusteisiin, tilinpidon kehittämiseen järjestelmänä, koetileihin ja menetelmien kuvauksiin
- luonnonvarojen hallinto- ja käyttösektoreiden panokset tilien tuottamisessa
- luonnonvarojen käytön kestävyyttä ja kestävä kehitystä koskevien hallinnollisten, taloudellisten, ekologisten ja sosiaalisten erillistutkimusten ja -selvitysten(1) hyväksikäyttö
- kestävä kehityksen tietotarpeiden huomioiminen myös muiden tilastojärjestelmien kehittämisessä.

Suunnittelu- ja päätöksentekojärjestelmien halukkuus ja valmiudet luonnonvaratilinpidon hyväksikäyttöön vaihtelevat eri maissa. Luonnonvaratilinpidon käyttömahdollisuuksien yksityiskohtainen arviointi edellyttäisi järjestelmien ja niiden toimintaa ohjaavien yhteiskunnallisten tavoitteiden tutkimista.

Luonnonvaratilinpidon hyväksikäyttö nykyisen ja tulevan hyvinvoinnin ja tarpeentyydytyksen edistämisenä riippuu kestävä kehityksen asemasta muiden yhteiskunnallisten tavoitteiden joukossa. Luonnonvaratilinpito voi joustavana järjestelmänä mukautua erilaisiin tavoitteisiin, mutta sen avulla voidaan myös vaikuttaa tavoitteiden keskinäisen tärkeysjärjestyksen muodostumiseen.

Tilinpitojärjestelmä vaikuttaa yhteiskunnalliseen tavoitteenasetteluun tuottaessaan tietoja kehityksen taloudellisten ja ekologisten tekijöiden

-----  
 (1) Suomessa mm. Karjula 1984, Mäkelä 1985 ja Luonnonvarainneuvosto 1987.

väistämättömistä vuorovaikutuksista. Vuorovaikutuksia voidaan tarkastella kehitykseen vaikuttavien sosio-ekonomisten tekijöiden suhteen, ja arvioida kehityksen kestävyyttä sen ekologisten, taloudellisten ja sosiaalisten osa-alueiden yhteiskehityksenä.

## LÄHTEET

ALARINTA, J. 1987: Alueidenkäyttötilinpidon tavoitteet. Tilastokeskus. Koordinoitintoimisto. Julkaisematon moniste 3.4.1987.

ALFSEN, KNUT H. - BYE, TORSTEIN - LORENTSEN, LORENTS 1987: Natural resource accounting and analyses - The Norwegian experience 1978-1986. Sosiale og økonomiske studier 65. Statistisk Sentralbyrå. Oslo - Kongsvinger.

ALLARDT, ERIK 1974: Hyvinvoinnin osatekijöistä. *Sosiaalinen aikakauskirja* 1974:4, s. 235-237.

ALLEN, ROBERT 1980: How to Save The World. Kogan Page Ltd. Great Britain 1980. Based on the *World Conservation Strategy* prepared by International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Morges, Switzerland 1980.

ASIKAINEN, JAAKKO - HIRVONEN, MARTTI 1977: Kansantalouden peruskäsitteet. Kustannuskiila Oy. Kuopio.

AYRES, ROBERT U. - KNEESE, ALLEN V. 1969: Production, Consumption and Externalities. *The American Economic Review*, Volume LIX, Number 3, June 1969.

AYRES, ROBERT U. 1978: Resources, Environment, and Economics. Applications of the Materials/Energy Balance Principle. John Wiley & Sons, USA.

BASIS OF ACCOUNTS FOR NORWAY'S NATURAL RESOURCES. Editor J. Låg. The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo 1982.

BLACKBURN, KEITH 1986: Discussion Paper on Natural Resource Accounting. A National Accountants View. Moniste.

BOULDING, KENNETH E. 1988: Can there be models for sustainable development? Teoksessa *The Brundtland Challenge and the Cost of Inaction*. Ed. Alex Davidson and Michael Dence. The Institute for Research on Public Policy, Canada 1988.

BROWN, BECKY J. - HANSON, M. E. - LIVERMAN D. M. - MEREDITH, R. W. Jr. 1987: Global Sustainability: Toward Definition. *Environmental Management* vol. 11, No 6 1987, s. 713-719.

BROWN, LESTER R. 1981: Building a Sustainable Society. W. W. Norton, New York.

CHANDLER, W. U. 1987: Designing Sustainable Economies. *State of The World 1987* s. 177-195.

CLARK, W. C. 1986: Sustainable Development of the Biosphere: Themes for the Research Program. *Teoksessa Sustainable Development of the Biosphere*. Ed. Clark W. C. and Munn R. E. Cambridge University Press, Cambridge 1986.

CONWAY, GORDON R. and BARBIER, EDWARD B. 1988: After the green revolution. Sustainable and equitable agricultural development. *Futures* vol. 20, No 6, December 1988, s. 651-670.

COMPARATIVE ANALYSIS OF APPROACHES USED IN NATURAL RESOURCE ACCOUNTING SCHEMES. United Nations Economic and Social Council. Statistical Commission and Economic Commission for Europe. CES/AC.40/18. 1982.

CORNIERE, P. 1986: Natural Resource Accounts: The French Experience. *Julkaisussa Information and Natural Resources*.

DALY, HERMAN 1986: Thermodynamic and Economic Concepts as Related to Resource Use Policies: Comment. *Land Economics* Vol. 62, No. 3. August 1986.

DALY, HERMAN E. 1988: On Sustainable Development and National Accounts. *Teoksessa Economics, Growth and Sustainable Environments*.

ECODEVELOPMENT. CONCEPTS, PROJECTS, STRATEGIES. Ed. Bernhard Glaeser. Pergamon Press 1984.

ECONOMICS, GROWTH AND SUSTAINABLE ENVIRONMENTS. Ed. David Collard, David Pearce and David Ulph. St Martins Press, New York 1988.

ENGBRETSEN, ØYSTEIN 1987: The Norwegian Land Accounting System. Proceedings from the seminar on new techniques to collect and process land use data. January 19-24, 1987 Sweden.

ENVIRONMENTAL ACCOUNTING, SYSTEM OF NATIONAL ACCOUNTS AND ENVIRONMENTAL STATISTICS. Note by the United Nations Statistical Office. New York, 1986.

ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Programme for Norway's Follow-Up of the Report of the World Commission on Environment and Development. Report to the Storting No. 46 (1988-89). The Ministry of Environment.

FALKENMARK, MALIN 1988: Sustainable Development as Seen from a Water Perspective. Teoksessa *Perspectives of sustainable Development*.

FRIEND, ANTHONY M. 1986: Discussion Paper in Natural Resource Accounting and its Relationship with Economic and Environmental Accounting. Ottawa, Ontario 1986.

FRIEND, ANTHONY M. 1988: Land Use Statistics in Natural Resource Accounting Systems. IIASA Workshop on Land Use Change in Europe, Radzikow, Poland, September 5-9, 1988.

FRIEND, TONY 1982: Review of International Experience in Natural Resource Accounting. Draft. Moniste 29.10. 1982.

GARNÅSJORDET, PER ARILD - LONGVA, PETER 1979: Outline of a System of Resource Accounts. The Norwegian Experience. OECD Environment Directorate. ENV/SE/79.5. Paris 1979.

GARNÅSJORDET, P. - SÄBÖ, H. 1986: A System of Natural Resource Accounts in Norway. Julkaisussa *Information on Natural Resources*.

GEORGE, S. - PAIGE, N. 1982: Food for Beginners. W. W. Norton, New York.

GILBERT, A. - HAFKAMP, W. 1986: Natural Resource Accounting in a Multi-Objective Context. Moniste. Institute for Environmental Studies, Free University, Amsterdam.

GILBERT, ALLISON - JAMES, DAVID 1987: Natural Resource Accounting: A Review of Current Activity and Its Application to Australia. Draft.

GILLIS M. - PERKINS D. H. - ROEMER M. - SNODGRASS D. R. 1987: Economics of Development. W. W. Norton & Company. New York.

GLAESER, BERNHARD 1984: Ecodevelopment as an Implementation of Human Ecology. Teoksessa *Ecodevelopment. Concepts, Projects, Strategies*.

- GLAESER, BERNHARD 1988: A holistic human ecology approach to sustainable agricultural development. *Futures*, Volume 20 Number 6, December 1988.
- GOLDEMBERG, JOSE - JOHANSSON, THOMAS B. - REDDY, AMULYA K. N. - WILLIAMS, ROBERT H. 1988: Energy for a Sustainable World. Wiley Eastern Limited.
- GOODLAND, R. - LEDEC, G. 1987: Neoclassical economics and principles of sustainable development. *Ecological Modelling* 38, s. 19-46.
- HAHTOLA, KAUKO 1988: Alue- ja Ympäristöpolitiikan yhteys - Kriittis- hermeneuttinen näkemys. Ympäristötalouspäivät 16-17. 3. 1988, LTTK:n täydennyskoulutuskeskus.
- HAHTOLA, KAUKO 1989: Pragmatic-hermeneutical human action model for environmental planning. Helsinki 21.9. 1989.
- HJERPPE, REINO - KAARTINEN, JOUKO 1982: Markkinaton tuotanto, hyvinvointi ja kansantalouden tilinpito. Tilastokeskus. Tutkimuksia N:o 78. Helsinki.
- HOLLING, C. S. 1977: Adaptive Environmental Assesment and Management. Wiley, New York.
- INFORMATION AND NATURAL RESOURCES. OECD. Paris 1986.
- JAATINEN, ESKO 1978: Materials and energy accounting and the Finnish forest and timber economy. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 95.3. Helsinki.
- JAMES, DAVID 1987: Workshop Summary; Workshop on Natural Resource Accounting in Camberra 26.10.1986. Monisteessa: Special meeting on Environment Forecasting, Berlin 24-26.6.1987. Contribution from Australia. OECD, Environment Directorate ENV/SE/87.15. Paris.
- KAHNERT, ANDREAS: Natural Resource Statistics - An Overwiev. *Statistical Journal* Vol. 1 No. 4. July 1983.
- KARJULA, MATTI 1984: Uudistuvien luonnonvarojen seurannan nykytila Suomessa. Luonnonvarainneuvosto. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki.

KNEESE, ALLEN V. - AYRES ROBERT U. - D'ARGE RALPH C. 1970: *Economics and the Environment. A Materials Balance Approach.* The John Hopkins Press.

KOLTTOLA, LEO 1984: *Norjan luonnonvarojen tilinpito - selostus järjestelmän peruspiirteistä.* Luonnonvarainneuvosto. Maa- ja metsätalousministeriö.

KOLTTOLA, LEO - TAMMILEHTO-LUODE, MARJA - NIEMI, ERKKI 1988: *Luonnonvaratilinpito.* Esitutkimusraportti. Tilastokeskus. Tutkimuksia 141. Helsinki.

KRISTOFERSON, LARS 1988: *Energy and Environment - How to Implement Sustainable Futures.* Teoksessa *Perspectives of Sustainable Development.*

LAIHONEN, AARNO 1972: *Ympäristötilastollisen tietojärjestelmän kehikko.* Tilastokeskus. Tutkimuksia No. 20.

LEIPERT, CHRISTIAN 1987: *A Critical Appraisal of Gross National Product: The Measurement of Net National Welfare and Environmental Accounting.* *Journal of Economic Issues* Vol. XXI, March 1987.

LES COMPTES DU PATRIMOINE NATUREL 1986: *Commission interministerielle des comptes du patrimoine naturel.* No 535-536 des collections de l'INSEE, serie D, No 137-138, INSEE. Ministere de l'Environment, Paris.

LICHTENSTEIN, PETER 1983: *Thermodynamic, Marxian and Neoclassical Resource Methodologies: A Comparative Analysis.* *Economic Forum* 1983, Vol. 13.

LIVERMAN, DIANA M. - HANSON, M. E. - BROWN, B. J. - MEREDITH R. W. Jr. 1988: *Global Sustainability: Toward Measurement.* *Environmental Management* Vol. 12, No. 2 1988, s. 133-143.

LOIKKANEN, TORSTI 1987: *Matkakertomus; UNEP:n ja Maailmanpankin ympäristötilinpitoa kehitysmaissa käsittelevä asiantuntijakokous Pariisissa 20-21.11.1986.* Ulkoasiainministeriö. Helsinki 1987.

LONE, ÖYVIND 1987a: *Economics and Ecology in Natural Resource Management.* OECD Environment Directorate, Paris.

LONE, ÖYVIND 1987b: Natural Resource Accounting and Budgeting: A Short History of and Some Critical Reflections on The Norwegian Experience 1975-1987. OECD 1987. Paris.

LUONNONVARAINNEUVOSTO 1983: Luonnonvarojen tilinpidon kehittäminen Suomessa. Alustava selvitys. Helsinki.

LUONNONVARAINNEUVOSTO 1983b: Luonnonvarojen tilinpito. Seminaari 23.11.1983. Vientitalo. Helsinki.

LUONNONVARAINNEUVOSTO 1987: Kestävän käytön periaatteesta uudistuvien luonnonvarojen käyttöä koskevassa lainsäädännössä. Helsinki.

MARTTILA, VEIKKO 1983: Luonnonvarojen tilinpidon kehittämisehdotus. Julkaisussa Luonnonvarainneuvosto 1983b.

MEADOWS, D. H. - MEADOWS, D. L. - RANDERS, J. - BEHRENS, W. W. 1972. The Limits to Growth. Signet, New York.

MESAROVIC, MIHAJLO - PESTEL, EDUARD 1974: Mankind at the Turning Point. The Second Report to the Club of Rome.

MUNN, R. E. 1987: Environmental Prospects for the Next Century: Implications for Long-Term Policy and Research Strategies. International Institute for Applied System Analysis. Laxenburg, Austria.

MÄKELÄ, PEKKA 1985: Luonnonvarojen käyttö ja kansantuote - materiaali-intensiteetin kehitys 1960-2000. Taloudellinen suunnittelukeskus. Helsinki.

NATURAL RESOURCE ACCOUNTING: PILOT STUDY ON INLAND WATERS. Environment Committee, Group on the State of The Environment. OECD, Environment Directorate ENV/SE/88.21. Paris 1988.

NATURAL RESOURCE ACCOUNTS: FRENCH EXPERIENCE AND THE CASE OF WATER RESOURCES. OECD Environment Directorate. ENV/SE/80.2. Paris 1980.

NATURAL RESOURCES ACCOUNTS. PILOT STUDY CONCERNING FOREST RESOURCES. Environment Committee, Group on The State of The Environment. OECD Environment Directorate ENV/SE/88.20. Paris 1988

NATURRESSURSER OG MILJÖ 1982-1987: Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå. Oslo - Kongsvinger.

NIEMI, ERKKI - VÄISÄNEN, PÄIVI 1989:  
Energiatilinpito 1985. Tutkimusraportti.  
Tilastokeskus. Tutkimuksia 151. Helsinki.

NIJKAMP, PETER - SOETEMAN FRITS 1988: Land use, economy and ecology. Needs and prospects for co-evolutionary development. *Futures* Volume 20 Number 6, December 1988.

NIITAMO, OLAVI 1970: SNA:n rakenteisiin liittyvistä ongelmista ja puutteista. *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 1970:3.

NILSSON, INGVAR - WADESKOG, ANDERS 1982:  
Naturresurs- och miljöräkenskaper. - En metod för att studera samband mellan ekonomi, naturresurser och miljö. Modeller. Moniste.

NILSSON, I - WADESKOG, A 1982:  
- Naturresurs och miljöräkenskaper.  
Bakgrundsrapport 2. Data. Moniste.  
- Naturresurs- och miljöräkenskaper.  
Bakgrundsrapport 3. Utländska erfarenheter.  
Moniste.  
- Naturresurs- och miljöräkenskaper.  
Bakgrundsrapport 4. Användaraspekter. Moniste.

NORGAARD, RICHARD B. 1985: Environmental Economics: an Evolutionary Critique and Plea for Pluralism. *Journal of Environ. Econ. Management*. 12:4.

NORGAARD, RICHARD B. 1988: Sustainable development: a co-evolutionary view. *Futures* Volume 20 Number 6, December 1988.

ODUM, E. P. 1983: Basic Ecology. Saunders College Publishing, New York.

OECD 1985: Ympäristöministerikokous. Pariisi 18-20.6. Julistus. Käännös: Ympäristö, tulevaisuuden voimavara.

PAGE, TALBOT 1983: Intergenerational Justice as Opportunity. Teoksessa *McLean D. - Brown. P. G.: Energy and The Future*. Roman and Littlefield, Totowa, New Jersey.

PEARCE, DAVID 1988a: Economics, equity and sustainable development. *Futures* Vol. 20 Number 6, December 1988.

PEARCE, DAVID 1988b: Optimal Prices for Sustainable development. Teoksessa *Economics, Growth and Sustainable Environments*.

PEARCE, DAVID W. - BARBIER, EDWARD - MARKANDYA, ANIL 1988: Sustainable development and cost-benefit analysis. Canadian Environmental Assessment Research Council Workshop on Integrating Economic and Environmental Assessment, Vancouver, Canada, November 17-18.

PEARCE, DAVID - MARKANDYA, ANIL - BARBIER, EDWARD B. 1989: Blueprint for a Green Economy. Earthscan Publications Ltd, London.

PEARSON, C. 1985: Down to Business: Multinationals, the Environment and Development. World Resource Institute, Washington DC.

PERSPECTIVES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Some Critical Issues Related to the Brundtland Report. Stockholm Studies in Natural Resources Management No. 1. Stockholm 1988.

PEZZEY, JOHN 1989: Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development. The World Bank Policy Planning and Research Staff. Environment Department Working Paper No. 15. March 1989.

PIRAGES, DENNIS C. 1977: A Social design for Sustainable Growth. Teoksessa *The Sustainable Society - Implications for Limited Growth*. Ed. Pirages D. C. Praeger, New York.

PROPOSED PROJECT ON NATURAL RESOURCES ACCOUNTING 1987: Environment Committee, Group on The State of The Environment. OECD, Environment Directorate ENV/SE/87.24. Paris.

PULLIAINEN, KYÖSTI 1979: Ympäristötaloustieteen perusteet. Kokonaistaloudellinen näkökulma. Kustannuskiila Oy.

PULLIAINEN, KYÖSTI 1979b: Luonnonvarat panos-tuotostarkastelussa. Julkaisussa *Aluetalous tutkimuskohteena - menetelmiä ja sovellutuksia*. Toim. H. Eskelinen. Joensuun korkeakoulu. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 37. Joensuu.

RANDALL, ALAN 1987: Resource Economics. An Economic Approach to Natural Resource and Environmental Policy. John Wiley & Son, USA.

- REDCLIFT, MICHAEL 1987: Sustainable Development - Exploring the Contradictions. Methuen, London.
- REPETTO, ROBERT 1987: Review Report on Natural Resource Accounting; prepared for the Ministry for Planning and Environment Government of Victoria. Moniste.
- RESSURSREGNSKAP 1981: Statistiske analyser nr. 46. Statistisk Sentralbyrå. Oslo.
- SACHS, IGNACY 1984: Developing in Harmony with Nature: Consumption Patterns, Time and Space Uses, Resource Profiles, and Technological Choices. Teoksessa *Ecodevelopment. Concepts, Projects, Strategies*.
- SAMUELSON, PAUL. A. - NORDHAUS, WILLIAM P. 1985: Economics. Twelfth edition. McGraw-Hill International Editions. Singapore.
- SOURAMA, HEIKKI - SAARIAHO, OLLI 1980: Kansantalouden tilinpito. Rakenne, määritelmät ja luokitukset. Tilastokeskuksen tutkimuksia N:o 63. Helsinki 1980.
- STATE OF THE WORLD. A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society. Ed. Lester R. Brown. Raportit vuosilta 1984, 1985, 1986, 1987 ja 1988. W. W. Norton, New York.
- STATISTICAL PAPERS. A Framework for the Development of Environmental Statistics. United Nations, New York 1984.
- SVEDIN, UNO 1988: The Concept of Sustainability. Teoksessa *Perspectives of Sustainable Development*.
- A SYSTEM OF NATIONAL ACCOUNTS. Studies in Methods, Series F No. 2 Rev.3. United Nations, New York 1968.
- SÖDERBAUM, PETER 1988: Sustainable Development - A Challenge to our Views and Ideas of Economics. Teoksessa *Perspectives of Sustainable Development*.
- TAMMILEHTO-LUODE, MARJA 1988: Luonnonvaratilinpito: Alueidenkäyttötilinpidon kokeilu. Kolariprojektin loppuraportti. Tilastokeskus. Muistio nro 115.

THE GLOBAL 2000 REPORT TO THE PRESIDENT OF THE U.S.  
Volume I: The Summary Report. Gerald O. Barney,  
Study Director. Pergamon Press, USA 1980.

THE GLOBAL POSSIBLE 1985: Ed. Robert Repetto. Yale  
University Press, New Haven, Connecticut.

THEYS, J. 1984: Environmental Accounting and Its  
Use in Development Policy. Proposals Based on The  
French Experience. Moniste.

THEYS, J. 1985: Environmental Accounts And  
Development Planning. Proposals for a Programme of  
Action. UNEP/World Bank Third Ad Hoc Expert Meeting  
on Environmental Accounting and Its Use in  
Development Policy and Planning 30.10.-2.11. 1985.

THIRD JOINT WORKSHOP OF THE UNITED NATIONS  
ENVIRONMENT PROGRAMME AND THE WORLD BANK ON  
ENVIRONMENTAL ACCOUNTING. Paris, 30.09.-02.10.  
1985. By Salah El Serafy, rapporteur. Washington  
1986.

TOWARDS A SYSTEM OF SOCIAL AND DEMOGRAPHIC  
STATISTICS. Studies in Methods, Series F No. 18.  
United Nations, New York 1975.

TURNER, R. K. 1988: Pluralism in Environmental  
Economics: A Survey of the Sustainable Economic  
Development Debate. *Journal of Agricultural  
Economics*, Vol. 39 no. 3, September 1988.

VOGT, TIRIL 1987: Behov for en felles nordisk  
beskrivningsmodel for naturressurser. Nordisk  
statistik sekretariat, tekniske rapporter 41.  
Danmark 1987.

VOS, HANS 1986: Indicators for Assesment of  
Sustainable development. Institute for  
Environmental Studies, Free University, Amsterdam.  
Mimeograph.

WORLD BANK 1987: Environment, growth and  
development. Development Committee Pamphlet 14,  
World Bank, Washington D.C.

WORLD RESOURCES 1986: World Resources Institute and  
International Institute for Environment and  
Development. Basic Books, New York 1986.

YHTEINEN TULEVAISUUTEMME: Ympäristön ja kehityksen  
maailmankomission raportti. Ympäristöministeriö.  
Ulkoasiainministeriö. Helsinki 1988.

YMPÄRISTÖN JA KEHITYKSEN SUOMEN TOIMIKUNNAN  
MIETINTÖ: Komiteamietintö 1989:9. Helsinki.

# TILASTOKESKUS

## TUTKIMUKSIA

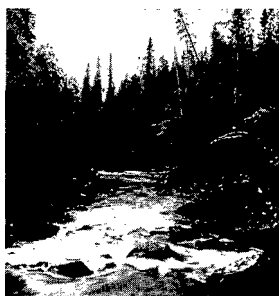
Tilastokeskus on julkaissut Tutkimuksia v. 1966 alkaen, v. 1986 lähtien ovat ilmestyneet seuraavat:

123. **Pellervo Marja-Aho**, Kansantalouden tilinpito. Yksityinen palvelutoiminta kansantalouden tilinpidossa. Tammikuu 1986. 60 s.
124. **Palkansaajien ansiotasoindeksi 1980=100**. Helmikuu 1986. 68 s.
125. **Matti Kortteinen – Anna-Maija Lehto – Pekka Ylöstalo**, Tietotekniikka ja suomalainen työ. Huhtikuu 1986. 164 s.
125. **Matti Kortteinen – Anna-Maija Lehto – Pekka Ylöstalo**, Information Technology and Work in Finland. January 1987. 131 p.
126. **Väinö Kannisto**, Geographic differentials in infant mortality in Finland 1871-1983. April 1986. 82 p.
127. **Kaj-Erik Isaksson – Simo Vahvelainen**, Muoviteollisuuden jätteet. Kesäkuu 1986. 93 s.
128. **Time Use Studies: Dimensions and Applications**. October 1986. 192 p.
129. **Ritva Marin**, Ammattikuolleisuus 1977 - 80. Joulukuu 1986. 265 s.
130. **Maija Sandström**, Tukku- ja vähittäiskaupan aikasarjat 1968 - 85. Tammikuu 1987.
131. **Eeva-Sisko Veikkola – Riitta Tolonen**, Elinkeinoelämän tuki taiteille 1984. Tammikuu 1987. 34 s.
132. **Eero Tanskanen**, Asuintaloyhtiöiden energiankulutus ja kuluttajakäyttäytyminen. Maaliskuu 1987. 106 s.
133. **Heidi Melasniemi-Uutela – Eero Tanskanen**, Asuintaloyhtiöiden kaukolämpöenergia ja veden kulutus 1984. Maaliskuu 1987. 82 s.
134. **Perusparannuksen panoshintaindeksi 1985=100**. Huhtikuu 1987. 52 s.
135. **Reijo Kurkela**, Tupakka tupakkalain jälkeen. Toukokuu 1987. 81 s.
136. **Tie- ja maarakennuskustannusindeksit 1985=100**. Joulukuu 1987. 25 s.
137. **1988: Aila Repo**, Väestön tutkinto- ja koulutusraKENNE-ennuste 1985 - 2000. Tammikuu 1988. 62 s.
138. **Anna-Maija Lehto**, Naisten ja miesten työolot. Maaliskuu 1988. 222 s.
139. **Johanna Korhonen**, Teollisuustilaston ennakkotietojen estimointimenetelmä. Maaliskuu 1988. 46 s.
140. **Markku Tahvanainen**, Asuntolainojen korot ja verot. Huhtikuu 1988. 90 s.
141. **Leo Koltola – Marja Tammilehto-Luode – Erkki Niemi**, Luonnonvaratilinpito, Esitutkimusraportti. Toukokuu 1988. 93 s.
142. **István Harcsa, Iris Niemi & Agnes Babarczy**, Use of Time in Hungary and in Finland II, The effects of life cycle and education. May 1988. 55 p.
143. **Heidi Melasniemi-Uutela**, Kiinteistöhoitotavat ja energian kulutus taloyhtiöissä. Kesäkuu 1988. 112 s.
144. **Ilkka Lehtinen – Tuula Koskenkylä**, Kuluttajahintaindeksi 1985=100. Kesäkuu 1988. 50 s.
145. **Elli Paakkolanvaara**, Informaatiosyhteiskunta ja informaatioammatit. Heinäkuu 1988. 160 s.
146. **Ilkka Lehtinen – Jarmo Ranki**, Tuottajahintaindeksi 1985=100. Lokakuu 1988. 80 s.
147. **Seppo Laaksonen**, Katovirheen korjaus kotitalousaineistossa. Lokakuu 1988. 110 s.
148. **Hannu Uusitalo**, Muuttuva tulonjako. Lokakuu 1988. 137 s.
148. **Hannu Uusitalo**, Income Distribution in Finland. July 1989. 123 p.
149. **Pekka Rytönen**, Palvelusten ulkomaankauppa 1987. Marraskuu 1988. 66 s.
150. **Seppo Varjonen**, Kansainvälinen BKT- ja hintaverailu. Joulukuu 1988. 92 s.
151. **Erkki Niemi – Päivi Väisänen**, Energiatilinpito 1985, Tutkimusraportti. Maaliskuu 1989. 136 s.
152. **Helena Korpi**, Pääasiallinen toiminta ja ammatiasema vuoden 1985 väestölaskennassa: rekisteripohjaiset rinnakaistiedot. Huhtikuu 1989. 154 s.
153. **Iiris Niemi – Hannu Pääkkönen**, Ajankäytön muutokset 1980-luvulla. Toukokuu 1989. 120 s.
154. **Kari Lindström – Anna-Maija Lehto – Irja Kandolin**, Ikä ja työ, Toukokuu 1989. 92 s.

155. **Sirkka-Liisa Kärkkäinen – Timo Matala – Virpi Tiitinen – Ari Tyrkkö**, Asunto-olot ja asumisen tuki. Heinäkuu 1989. 295 s.
156. **Jorma Huttunen**, Asuntovarauma 1985. Heinäkuu 1989. 168 s.
157. **Christian Starck**, Vuoden 1985 väestölaskennan luotettavuus. Elokuu 1989. 136 s.
158. **Pekka Rytönen**, Tekninen palvelu 1970-1980 - luvulla. Heinäkuu 1989. 55 s.
159. **Ari Luukinen**, Tietojenkäsittelypalvelu 1970-1980-luvulla. Elokuu 1989. 72 s.
160. **Risto Kolari**, Ammatillinen liikkuvuus Suomessa 1975/1980/1985. 192 s.
161. **Pekka Rytönen**, Liikkeenjohdon, kirjanpito- ja lakiasian palvelu 1980-luvulla. Lokakuu 1989. 71 s.
162. **Ari Luukinen**, Markkinointipalvelu 1970 - 1980-luvulla. Marraskuu 1989. 72 s.
163. **Anna-Maija Lehto**, Tietotekniikka työssä. Muutoksista 1980-luvulla. Marraskuu 1989. 56 s.
164. **Henry Takala**, Kunnat ja kuntainliitot kansantalouden tilinpidossa. Tammikuu 1990. 60 s.
165. **Jarmo Hyrkkö**, Palkansaajien ansiotasoindeksi 1985=100. Tammikuu 1990. 66 s.
166. **Pekka Rytönen**, Siivouspalvelu, ympäristöhuolto ja pesulapalvelu 1980-luvulla. Tammikuu 1990. 70 s.
167. **Jukka Muukkonen**, Luonnonvaratilinpito kestävän kehityksen kuvaajana. 119 s.

## Luonnonvaratilinpito kestävän kehityksen kuvaajana

Jukka Muukkonen



Tutkimuksen kohteena ovat kestävän kehityksen ja luonnonvarojen käytön yhteydet ja niiden kuvausmahdollisuudet. Kestävän kehityksen käsitteen tarkastelu ja katsaus erilaisiin näkemyksiin kestävän kehityksen ja luonnonvarojen käytön välisistä suhteista muodostavat taustan luonnonvaratilinpidon tutkimiselle.

Luonnonvaratilinpidosta esitellään sen teoreettisia perusteita sekä eri maissa toimivien ja kehitettävien tilinpitojärjestelmien lähtökohtia, tavoitteita, menetelmiä ja kehittämissuuntia.

*Julkaisujen myynti:*

Tilastokeskus  
PL 504  
00101 Helsinki  
(90) 17 341

*Försäljning:*

Statistikcentralen  
PB 504  
00101 Helsingfors  
(90) 17 341

*Hinta*

90 mk

ISSN 0355-2071  
ISBN 951-47-3349-5