

Ekotehokkuuden käsitteen vahvuuksista ja heikkouksista

Erikoistutkija
Jukka Hoffrén
Tilastokeskus
24.11.2004



Ekotehokkuuden käsitteen tausta

- Materiaalivirtatilinpidot 1970 -
- Kestävä kehitys 1987:
”tydyttää nykyhetken tarpeet ja säilyttää tulevien sukupolvien mahdollisuudet omien tarpeidensa tyydyttämiseen”
- Rion ympäristö- ja kehityskonferenssi 1992:
”Maapallon kantokyvyn määrittely?”
- SEEA käsikirja 1993

- Schaltegger ja Sturm 1990:
Ekotehokkuus on ”halutun tuotoksen suhde yhtä ympäristövaikutusyksikön lisäystä kohden”.

Ekotehokkuuden käsite

BCSD (1992):

”Ekotehokkuus saavutetaan tarjoamalla kilpailukykyisesti hinnoiteltuja tuotteita ja palveluja, siten että inhimilliset tarpeet tyydytetään ja elämän laatu taataan, ja samalla lisääntyvässä määrin vähennetään tuotannon elinkaaren aikaisia ekologisia vaikutuksia ja tuotteiden resurssi-intensiivisyyttä vähintään tasolle, joka vastaa maapallon arvioitua kantokykyä.”

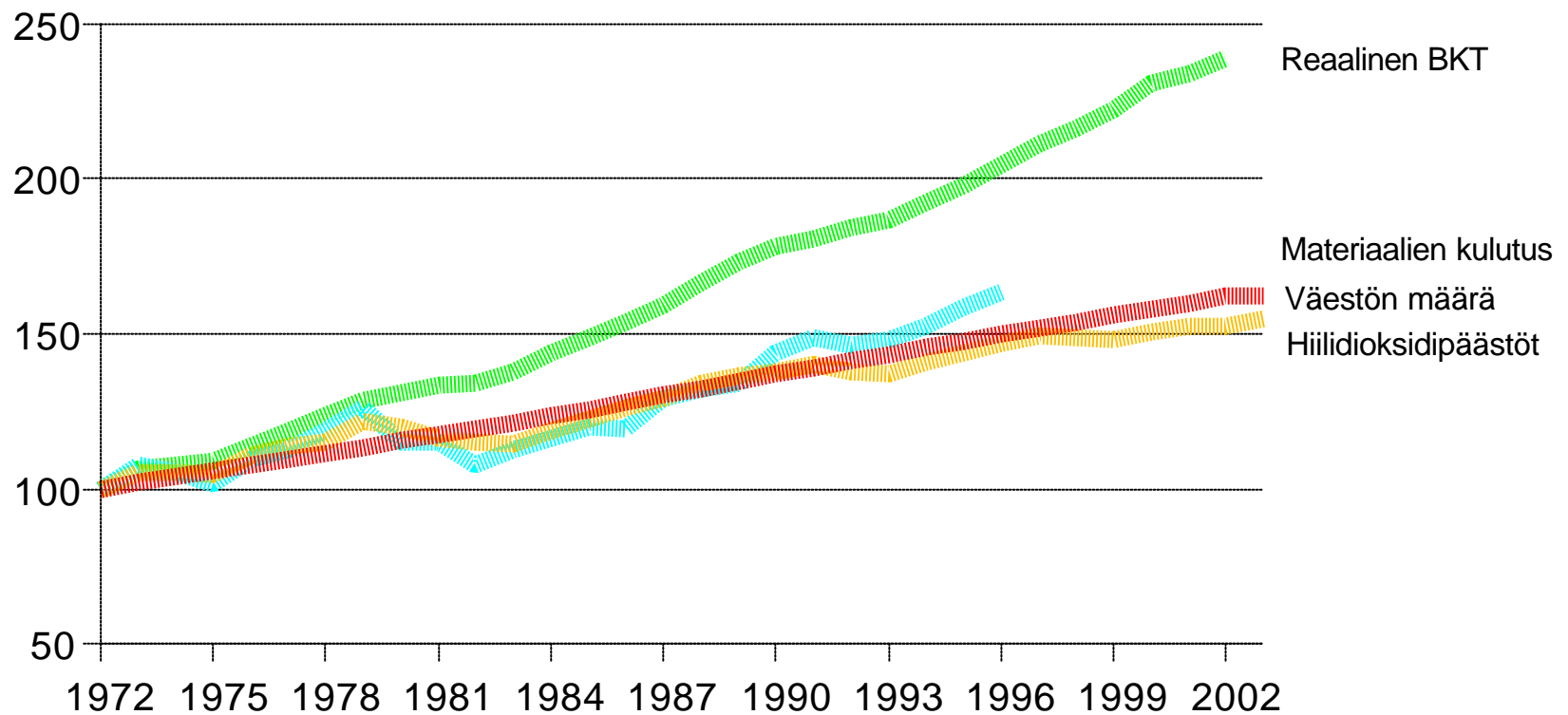
Maapallon kantokyky

WWF:n arvion (2004) mukaan tällä hetkellä:

Ihmiset käyttävät luonnonvaroja 20 prosenttia yli luonnon uusiutumiskyvyn.

Suomalaisen ekologinen jalanjälki on 3,9 kertaa suurempi kuin maapallon uusiutuvien luonnonvarojen tuottokyky henkilöä kohden laskettuna.

Maapallon kehitystrendejä (1972=100)



Materiaalien ja energian kestävä kierto

Herman Daly (1991); Materiaalien ja energian kierron kestävyyskolme ehtoa:

1. Uudistuvien luonnonvarojen käytön vauhti ei saa ylittää sitä vauhtia jolla niitä luonnon omissa prosesseissa syntyy,
- (2) uudistumattomien luonnonvarojen käytön vauhti ei saa ylittää sitä vauhtia jolla korvaavia luonnonvaroja kehitetään,
- (3) saastepäästöjen syntymisvauhti ei saa ylittää ympäristön kykyä ottaa vastaan saasteita.

Termodynamiikan peruslait

(a) Energian ja materian säilymisen laki: energian ja materian (ns. massaenergian) määrä maailmankaikkeudessa säilyy vakiona.

-> materia ja energia eivät talouden tuotantoprosesseissa häviä vaan ne muuttuvat hyödykkeiksi, saasteiksi ja jätteiksi.

(b) Entropialaki: lämpö ei virtaa itsestään kylmemmästä kuumempaan.

-> Talouden tuotantoprosessit eivät voi yltää 100 % tehokkuuteen, joten saastuttaminen ja jätteiden synty on väistämätöntä.

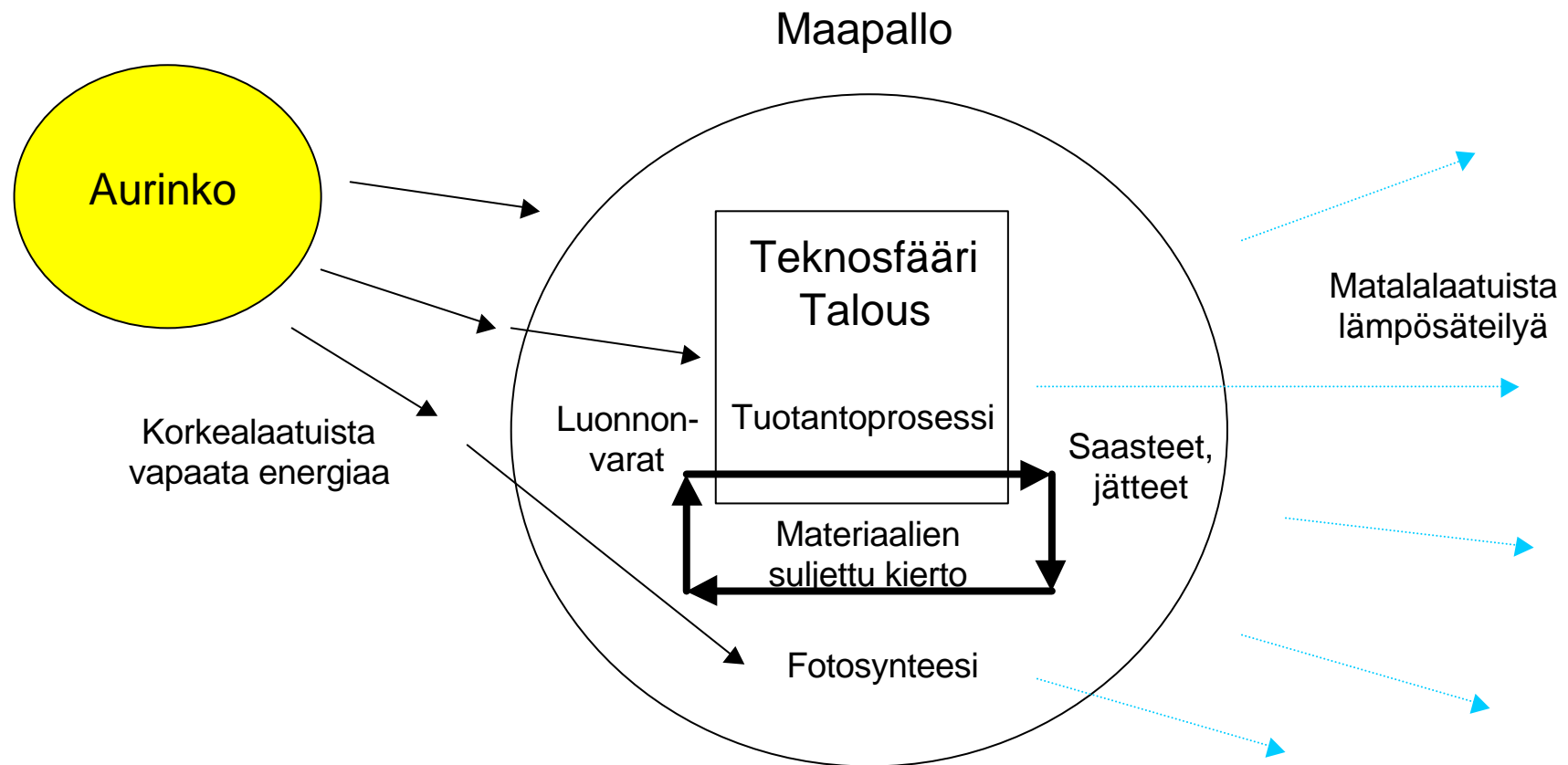
Termodynaaminen talousteoria

Maapallo on energian suhteen avoin, mutta materian suhteen suljettu systeemi.

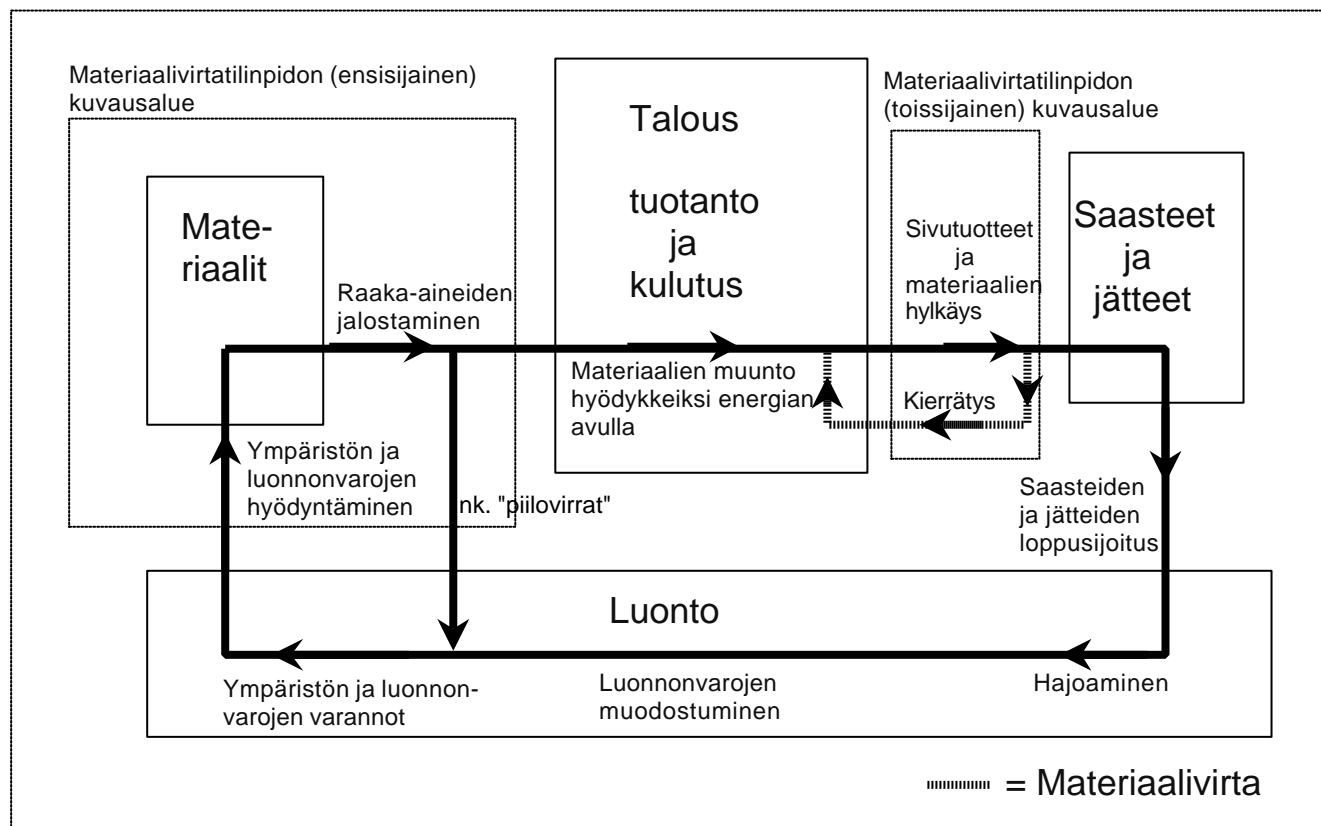
Biosfäärin toiminta perustuu auringon energian hyväksikäyttöön. Dissipatiiviset rakenteet luovat prosessiensa kautta ihmisen kannalta korkealaatuisia ja käyttökelpoisia ympäristö- ja luonnonvaroja. Talouden toiminta on tälle käännteinen prosessi.

= > Nykyisellään maailmantalous hyödyntää näitä varoja nopeammin kuin niitä luonnon prosesseissa syntyy.

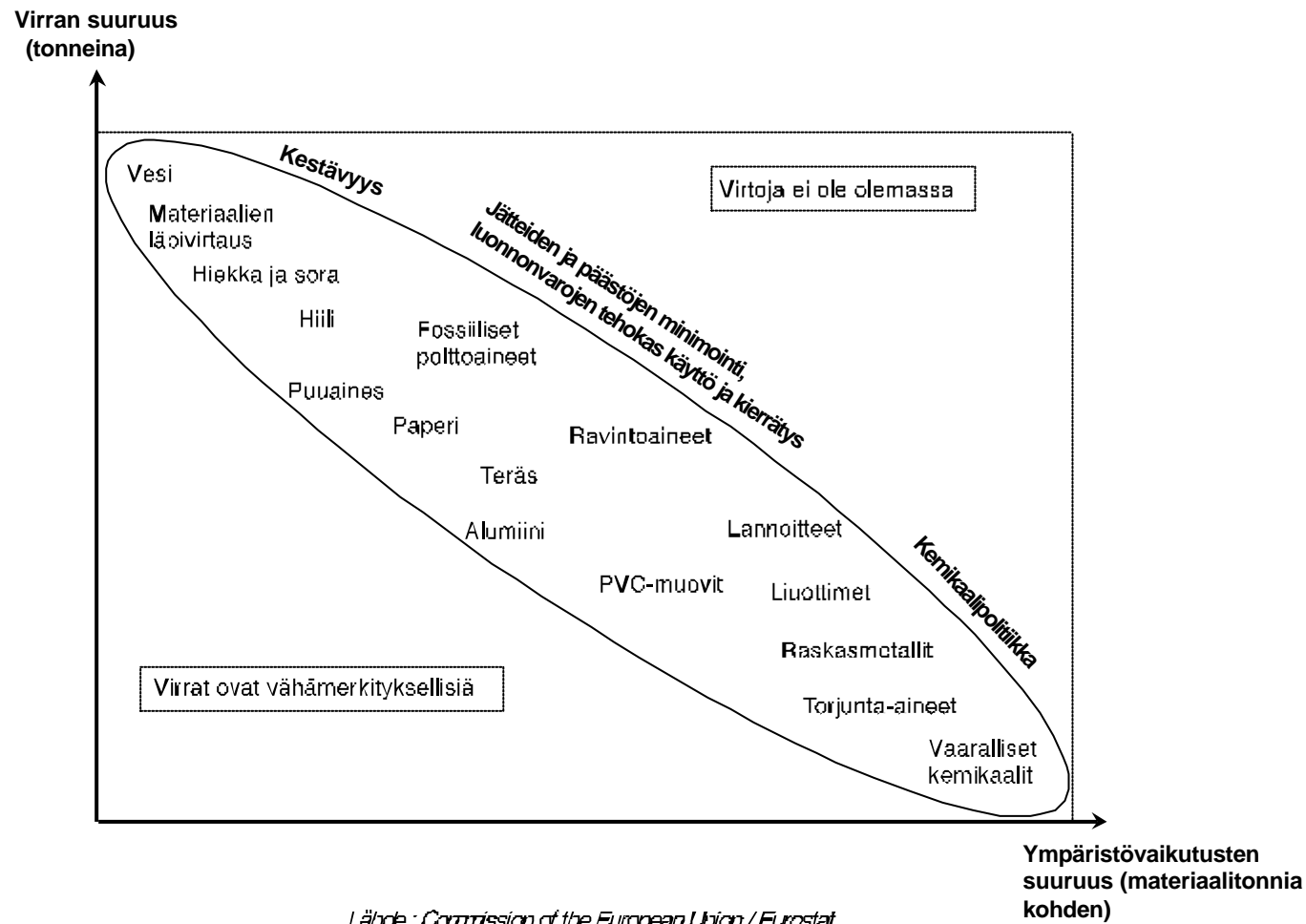
Materiaalien suljettu kierto



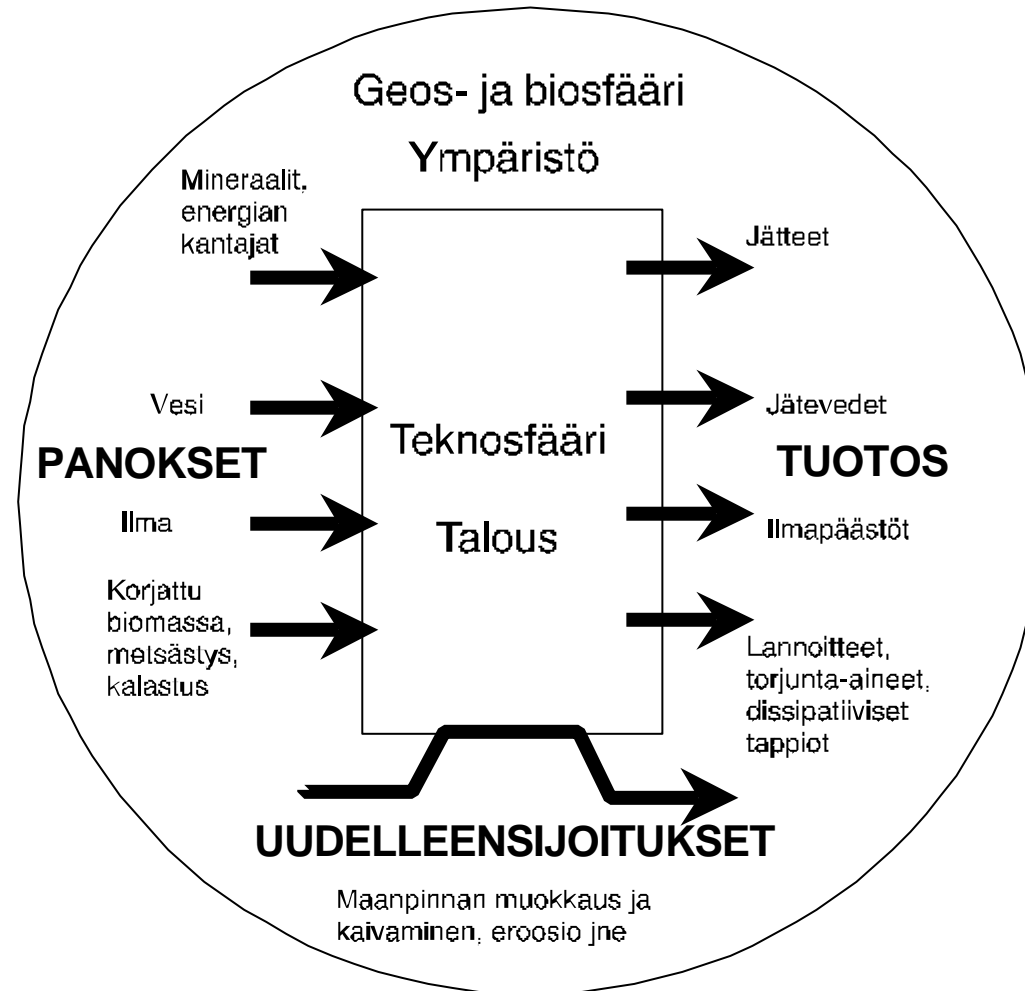
Materiaalien suljettu kierto materiaalivirtatilinpidossa



Materiaalien merkitys kestävyiden kannalta



Läpivirtaustalousajattelu



Johtopäätökset termodynamiikan peruslaeista

Saastuttaminen ja jätteiden synty on väistämätöntä, sillä loppujen lopuksi kaikista hyödykkeistä tulee talouden prosesseissa saastetta ja jätettä.

Kulutettua energia- ja materiaalipanosta voidaan käyttää ympäristövaikutuksen approksimaationa.

Ainoa keino pienentää ympäristövaikutusten määrää on tuotantoprosessien ympäristöllisen tehokkuuden nostaminen ja käytettyjen materiaali- ja energiapanosten pienentäminen.

Talouden prosesseja tulee kehittää sellaisiksi että materiaali- ja energiapanosten käyttö minimoituu sekä hyödykkeiden hyödyllisyys ja käyttöaika maksimoidaan.

Inhimillisten tarpeiden tyydytys

Talouden tuotantoprosessien tehtävänä on tuottaa hyödykkeitä, joilla tyydytetään ihmisten tarpeet. Taloustieteen kannalta ympäristöongelmat ovat talouden sivutuotoksia, jotka pitäisi ottaa huomioon taloudellisissa analyyseissä ja päätöksenteossa.

Markkinamekanismi ei pysty ottamaan huomioon ympäristöhaittoja, joilla ei ole markkinahintaa. Tällöin yhteiskunnan resurssien allokaatio ja talouden toiminta on tehotonta. Syntyy hyvinvointitappioita. Myöskään harjoitettu ympäristöpolitiikka ei tällöin voi olla tehokasta, kun kytkentä talouden toimintaan puuttuu.

Jotta talouden toiminta olisi tehokasta, täytyy myös näillä negatiivisilla sivutuotteilla olla hinta. Tällöin ne voidaan huomioida päätöksenteossa niin että yhteiskunnan kokonaishyvinvointi voidaan maksimoida.

Ekotehokkuuden teoriapohja

Ekotehokkuuden taustalla ei ole yhtä ainoaa teoriaa, vaan se yhdistää tekniikan, talouden, luonnontieteiden, käyttäytymistieteiden jne. olemassa olevia ajatuksia.

Termodynamiikan lait - teknologiaa koskevat lainalaisuudet

Teollinen ekologia - materiaalien ja energian kierto

Taloustiede - hyvinvoinnin taloustiede

Systemiteoriat - tarkasteltavan systeemin raja

Biologia - luonnon uusiutumisen ja kantokyvyn rajat

Johtamisteoriat - ekotehokkuustavoitteet ja -johtaminen

Haasteena on teoriapaketin kokoaminen näistä ajatuksista.

Tällä hetkellä käytännön soveltaminen ja toimiminen hallitsee teorian kustannuksella.

Ekotehokkuuden mittaaminen

Yleisesti tehokkuus on yhtä kuin hyöty per kustannus, mikä on pienempi kuin yksi.

Parannus elämänlaadussa

OECD (1997): Ekotehokkuus = -----

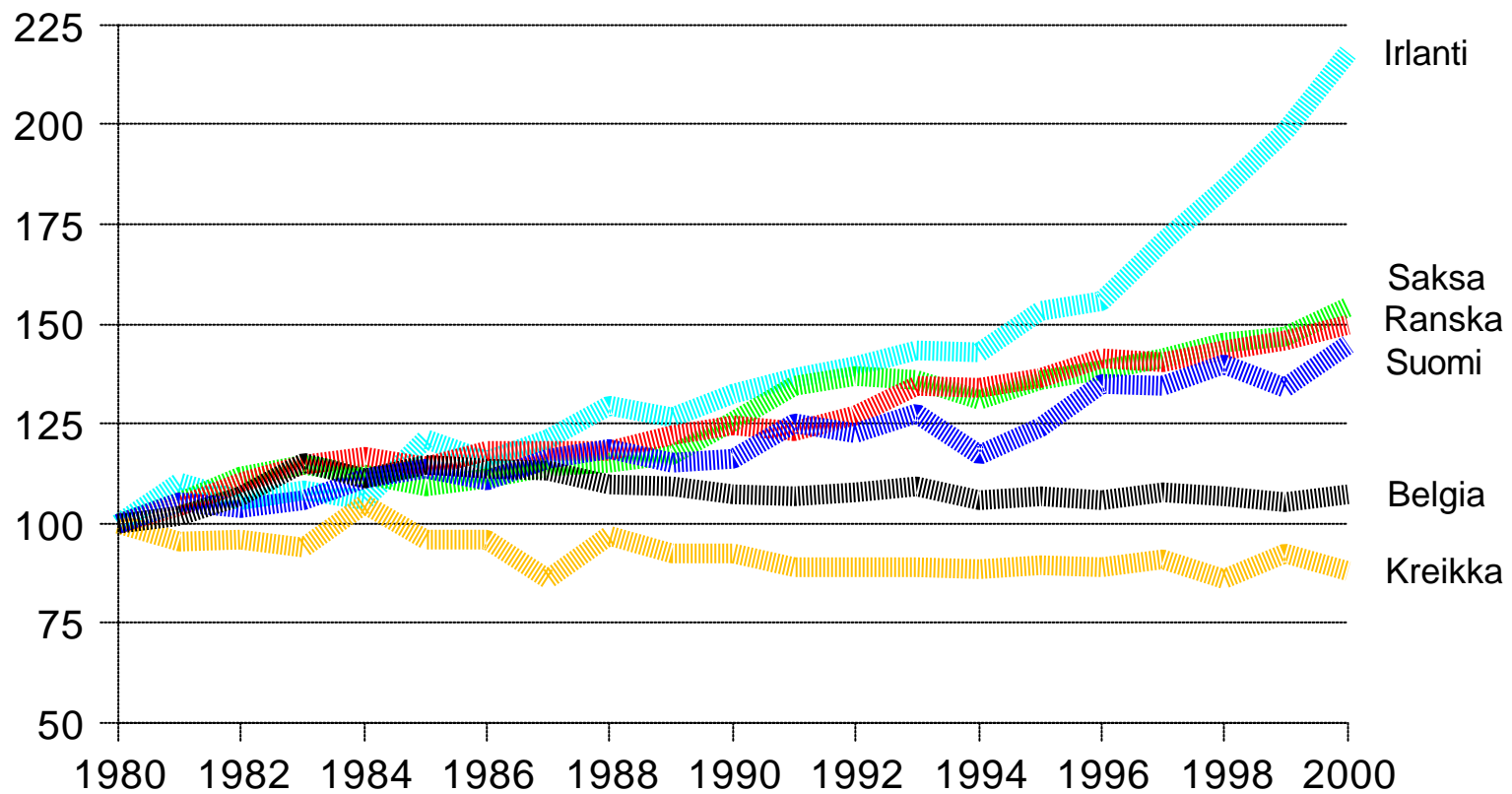
Kustannukset + Luonnonvarat + Vahingot

Arvonlisäys

Schaltegger&Burritt (2000): Ekotehokkuus = -----

Ympäristövaikutuksen lisäys

Tuotannon ekotehokkuus eräissä EU-maissa (1980=100)



Ekotehokkuuden tuotoksen mittarit

Voidaan käyttää lukuisia erilaisia indikaattoreita:

- * Bruttokansantuote (Gross Domestic Product, GDP)
- * Ympäristökorjattu kansantuote (EDP)
- * Kestävän taloudellisen hyvinvoinnin indikaattori (ISEW)
- * Todellisen kehityksen mittari (Genuine Progress Indicator, GPI)
- * Kotimaisen kehityksen mittari (Measure of Domestic Progress, MDP)
- * Bruttokansanonnellisuus (Gross National Happiness, GNH)

= > Käytetystä mittarista johtuen tulokset vaihtelevat suuresti.

Ilmapäästöjen yksikköhintoja

	Tielaitos (1998)	YM (1991)	YM (1991)
	Euroa / tonni 1997	Euroa / tonni 1995	Euroa / tonni 2000
Hiilivedyt (HC)	1 760	–	–
Typen oksidit (NOx)	890	1 681	3 361
Hiukkaset	16 050	–	–
Rikkidioksidi (SO ₂)	1000	1 681	3 361
Hiilidioksidi (CO ₂)	31	25	25

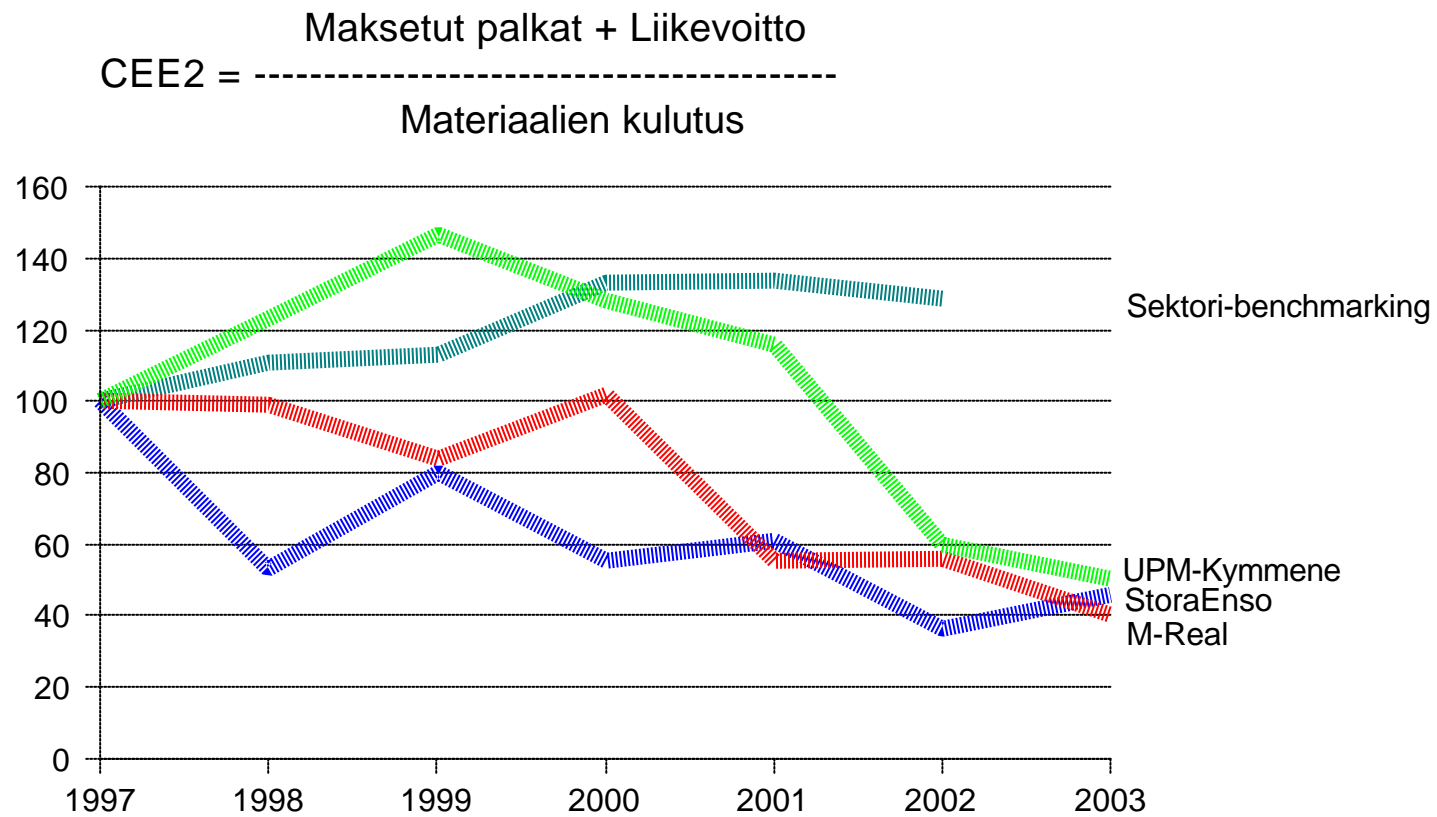
Tuotoksen mittarit yritystasolla

Tavoitteena mitata parannusta elämän laadussa. Käytännössä mittareina toimivat mm.:

- * Liikevaihto
- * Maksetut palkat ja voitto
- * Maksetut palkat, voitto ja aiheutetut päästökustannukset

Suoranaisia tuotteen hyödyllisyydestä kuluttajille tai parannuksesta elämänlaadussa kertovia indikaattoreita vaikea löytää.

Metsäteollisuusyritysten ekotehokkuuden kehitys (1997=100)



Ympäristövaikutuksen mittarit

Tarkoituksena mitata ympäristövaikutusta.

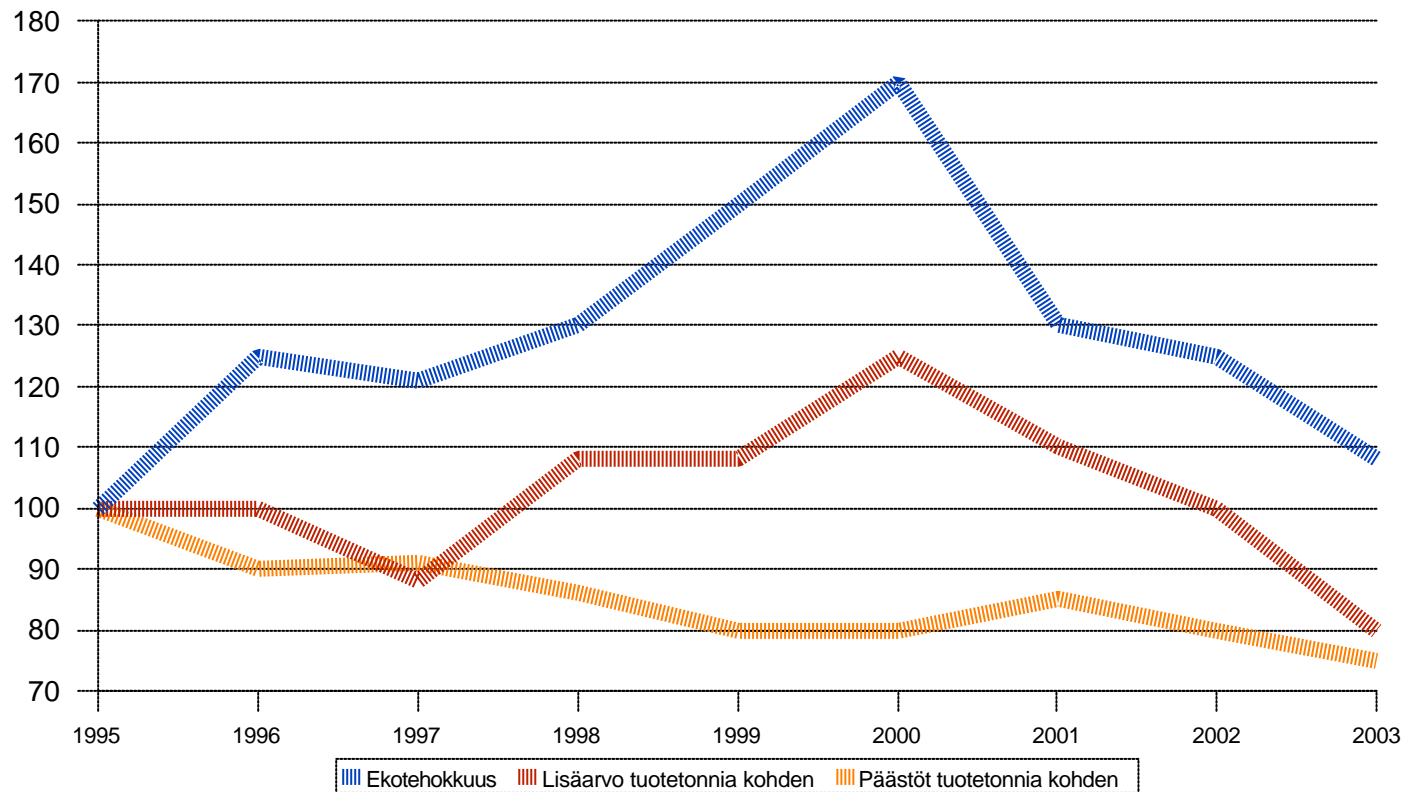
Kokonaismateriaalimäärää voidaan käyttää ympäristövaikutuksen approksimaationa.

Tarkemmassa analyysissä tulee huomioida, että eri materiaalien kyky saada aikaan ympäristövaikutuksia on erilainen. Johtaa painokertoimien käyttöön.

= > Ympäristövaikutuksia voidaan kuvata erilaisilla mittareilla => Saadut tulokset vaihtelevat.

M-Realin ekotehokkuusmittari 1997-2003

$$\text{Ekotehokkuus} = \frac{\text{lisäarvo}}{\text{ympäristöhaitta}} = \frac{\text{palkkakulut + voitto}}{\text{kokonaishaitta (painotetut päästöt)}}$$



Ekotehokkuuden heikkoudet

Ekotehokkuuden popularisointi on vaikeaa; insinöörimäinen ajattelutapa, asteikko suhteellinen, tarvitsee muita mittareita tuekseen... Jää helposti asiantuntijoiden työkaluksi.

Muut indikaattorit, kuten ekologinen jalanjälki ja selkäreppu, havainnollisempia. Maapallon kantokyvynäkökulmaa vaikea soveltaa yksittäisiin prosesseihin.

Erilaisten yhteen summattujen materiaalien käyttö ympäristövaikutusten approksimaationa ongelmallista.

Toiminnan tuottaman hyödyn arviointia vaikeuttavat hintojen vaihtelut; suuria vaihteluita ekotehokkuuden kehityksessä.

Ekotehokkuuden vahvuudet

Ekotehokkuus tarjoaa selkeän operationaalisen toimintastrategian ja sille useanlaisia suuntaindikaattoreita.

Ekotehokkuustarkastelu täydentää kuvaa tarkasteltavan toiminnan kokonaiskestävyydestä.

Ekotehokkuusanalyysissä ei hinnoitella ympäristövaikutuksia kiistanalaisin menetelmin.

Ekotehokkuusanalyysi soveltuu parhaiten prosessien sisäisen tehokkuuden arviointiin.

Ekotehokkuudesta kohden tehokasta teollista ekologiaa

Maapallon kantokyky ei kestä nykyisenlaista tyyppistä ja suuruista taloudellista toimintaa. Talouskasvu ja talouden laajeneminen kumoavat ekotehokkuuden paranemisen. Muutosta kohden kestävämpää kehitystä tulee nopeuttaa:

- Ympäristöhaitat tulee hinnoitella jotta ne voidaan ottaa huomioon päätöksenteossa.
- Ympäristöverotuksen käyttöä pitää lisätä, jotta tuotannossa syntyvät ympäristöhaitat saadaan vähenemään.
- Tuotannon ekotehokkuutta tulee parantaa. ”Enemmän vähemmästä”.

Teollisen ekologia tulee tavoitella tuotanto- ja kulutustapoja, jotka perustuvat kestäväällä tasolla oleviin materiaali- ja energiavirtoihin.