

# **Ainevirta-analyysi – esimerkki Suomen typpi- ja fosforivirroista**

**Materiaalivirrat ja ilmastonmuutos  
Teollisen ekologian seuran seminaari  
28.4.2008**

**Riina Antikainen, Suomen ympäristökeskus**

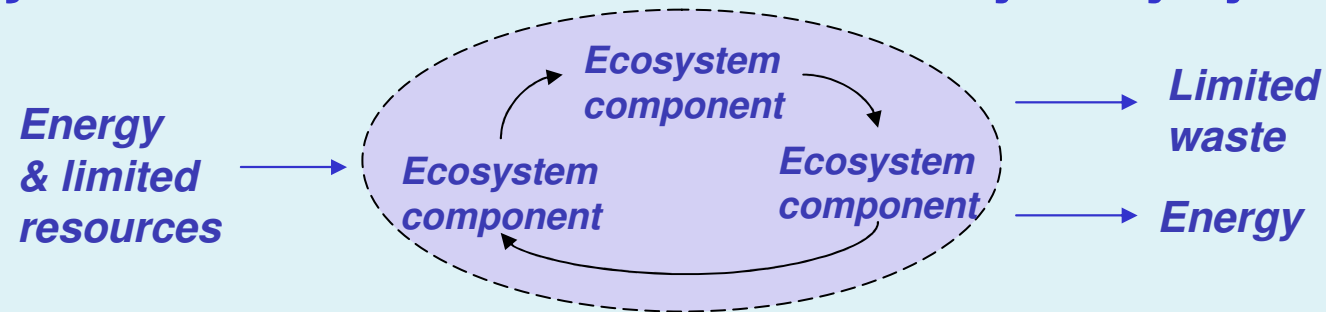


# Teoreettinen lähestymismalli

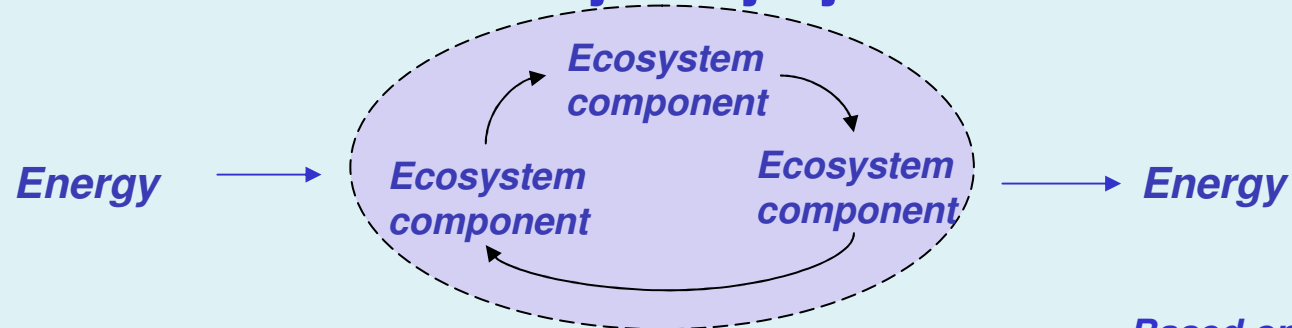
## I Linear material flows – avoin järjestelmä



## II Quasi-cyclic material flows – osittain suljettu järjestelmä



## III Cyclic material flows – suljettu järjestelmä



Based on Graedel 1994

# Ainevirta-analyysi

## Substance Flow Analysis (SFA)

- **Materiaalivirta-analyysin alalaji**
- **Tutkii aineen tai aineryhmän virtoja ja varantoja tietyssä järjestelmässä kehdosta hautaan tai kierrätykseen**
- **Tavoitteena mm.**
  - **Ongelmavirtojen tunnistaminen**
  - **Hävikkien ja tehottomuuksien tunnistaminen**
  - **Seuranta**
  - **Mahdollisten tulevien muutosten tunnistaminen**

# Tutkimuksen tarkoitus

- Tuottaa systemaattinen kokonaisanalyysi Suomen N ja P virroista neljässä järjestelmässä

## Tutkimuskysymykset

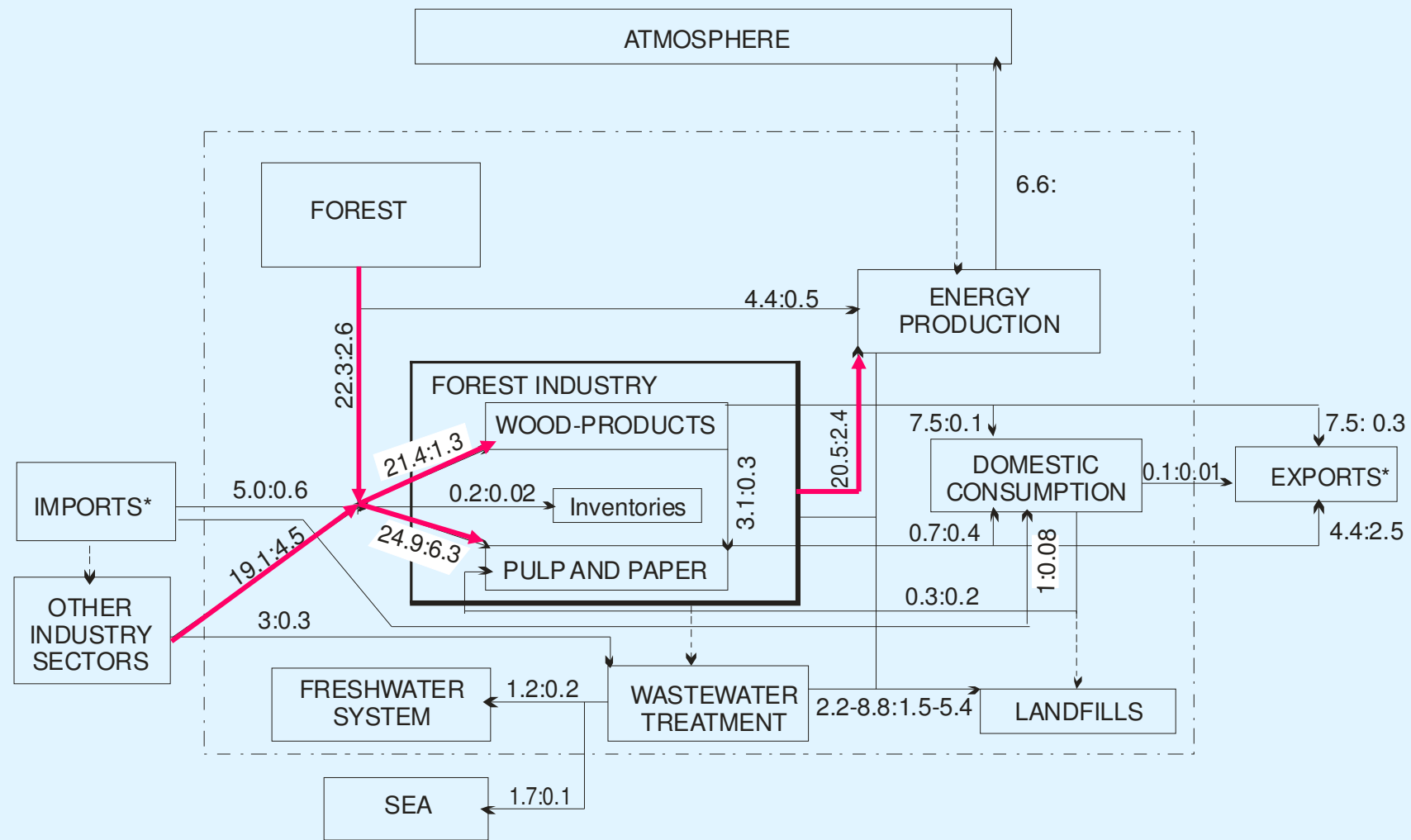
- I Mitkä ovat suurimmat N ja P virrat Suomessa?
- II Ovatko tutkitut ravinnejärjestelmät avoimia vai suljettuja?
- III Miten tutkitut järjestelmät voisivat olla tehokkaampia N ja P käytössä ja kierrossa?
- IV Miten tämän tyyppistä tutkimusta voidaan hyödyntää päätöksenteossa?

# Tutkitut järjestelmät

- I. Metsäteollisuus ja puupolttoaineiden käyttö
- II. Ruoan tuotanto ja kulutus
- III. Energia
- IV. Yhdyskuntajätteet

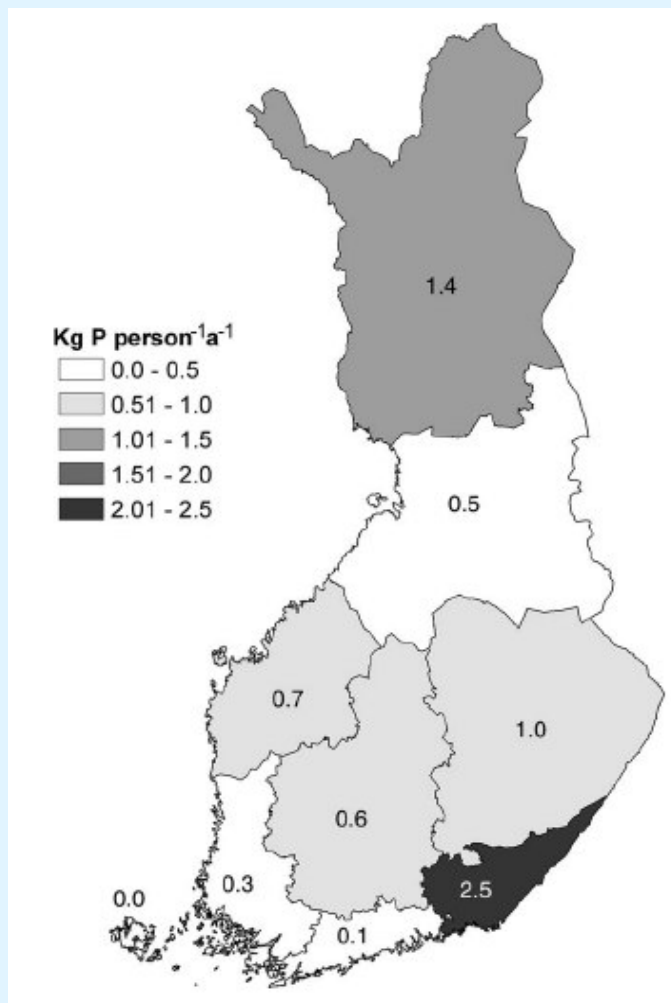
**Nykytilanne + historia**

# Metsäteollisuus ja puupolttoaineiden käyttö

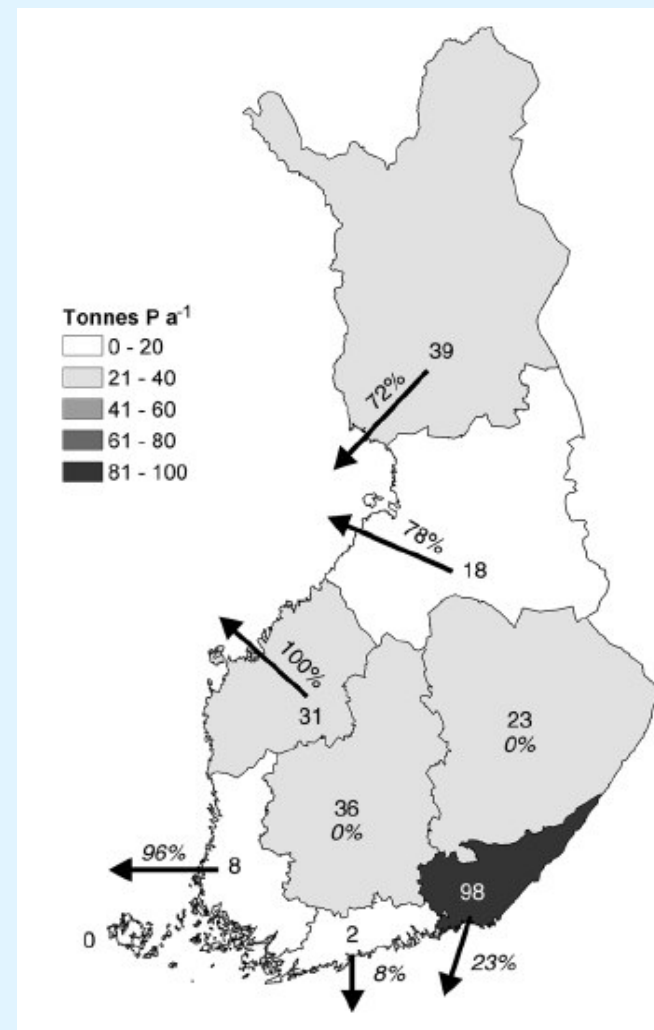


Mean flows of nitrogen and phosphorus in Finland in 1995–1999 (1000 t a<sup>-1</sup>). Imports and exports do not include secondary products, e.g. packaging materials. (Antikainen et al. 2004)

# Metsäteollisuus ja puupolttoaineiden käyttö



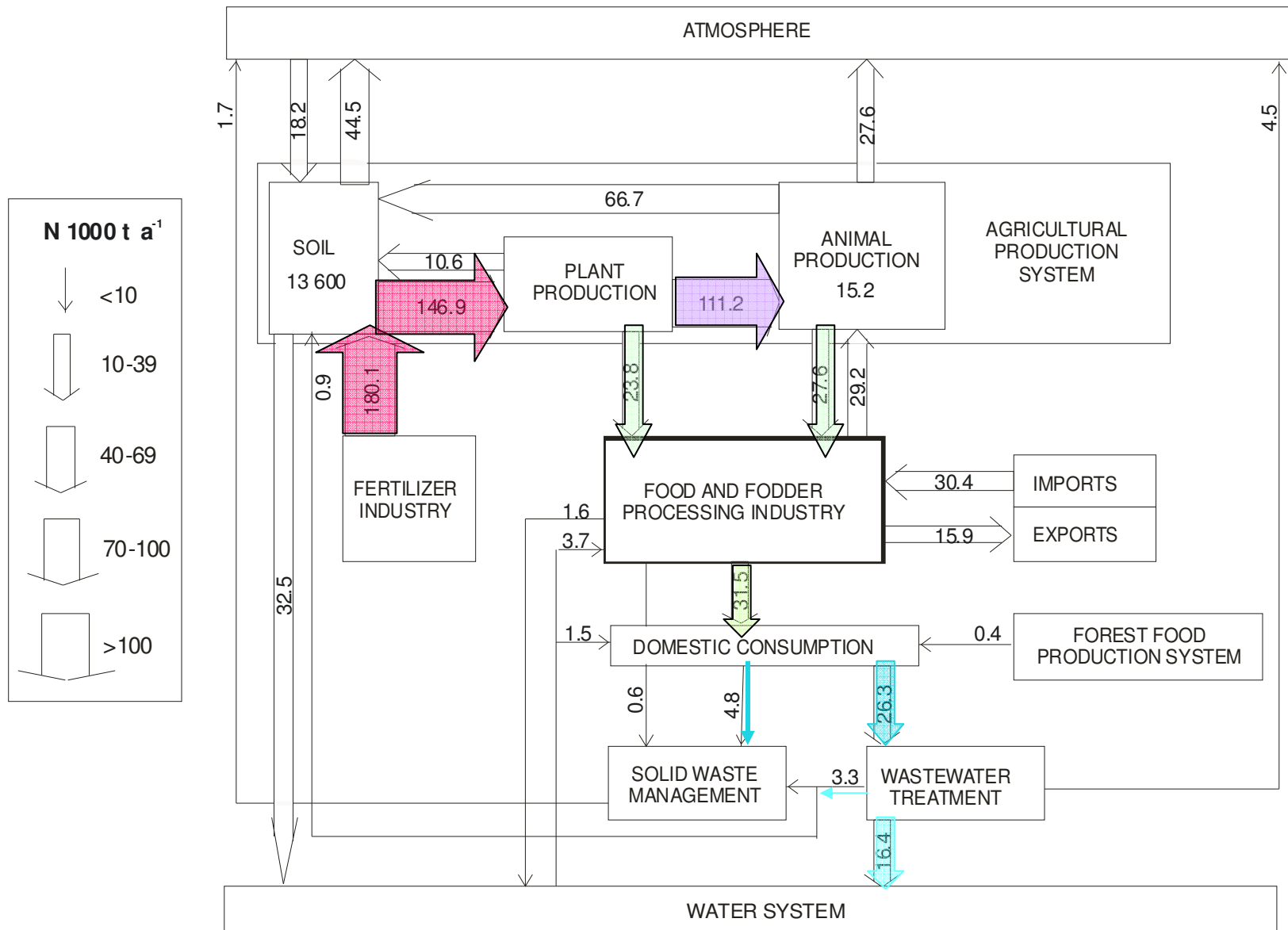
Metsäteollisuuden käyttö

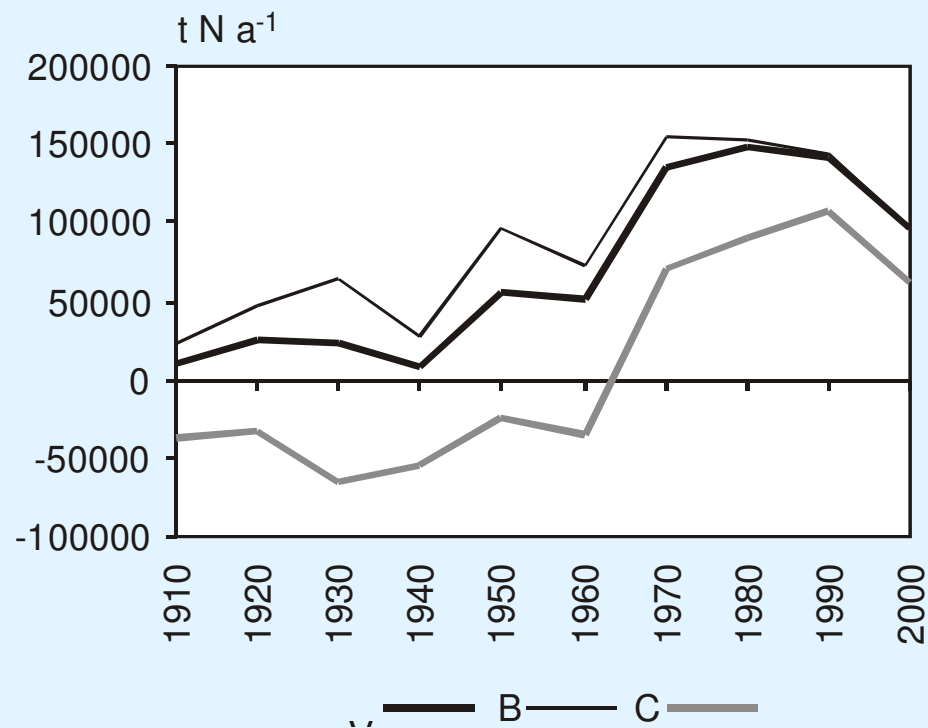
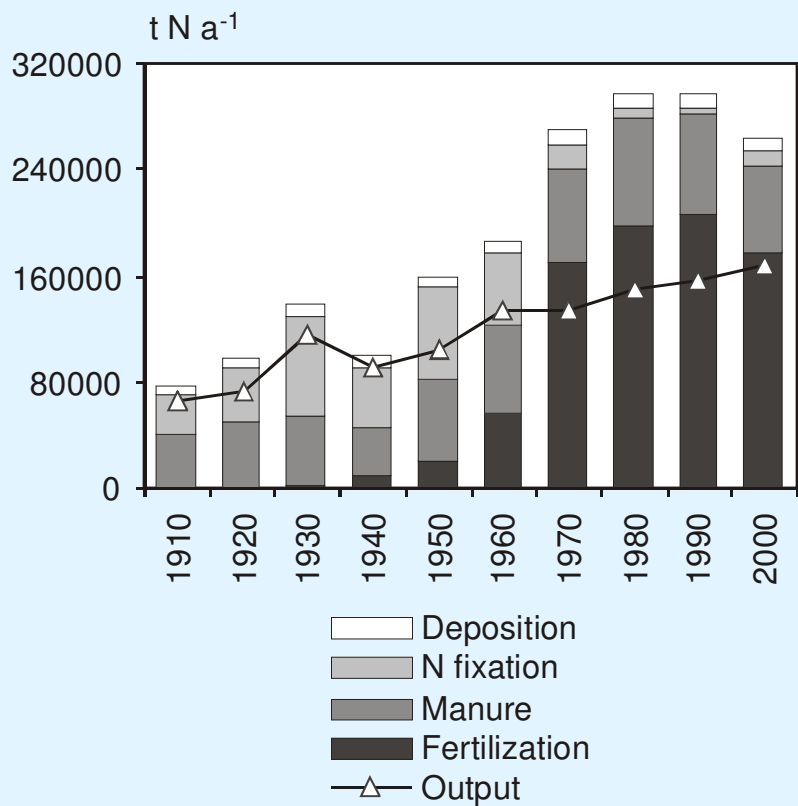


Päästöt vesiin (metsäteollisuus)



**Calculated average stocks (1000 t) and flows (1000 t a<sup>-1</sup>) of N in the Finnish agricultural and food system between 1995 and 1999. (Antikainen et al. 2005)**

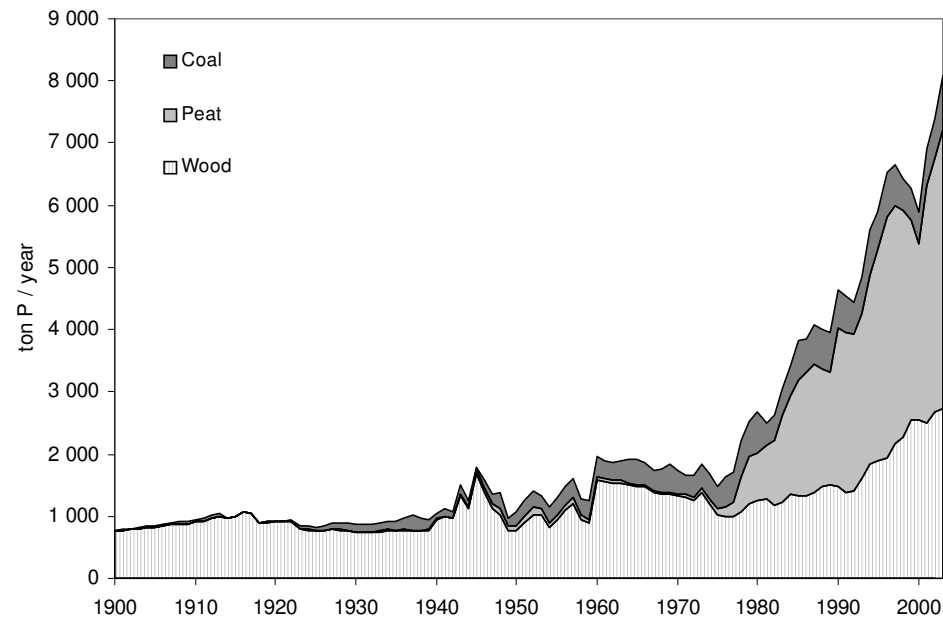
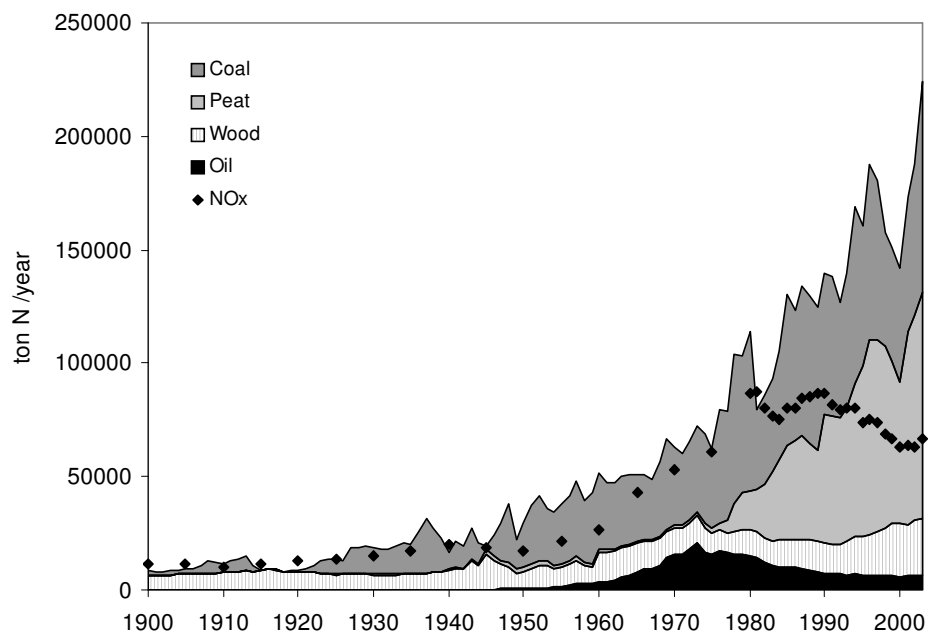




Inputs: deposition, biological N fixation, manure, fertilization  
 Outputs: crop and pasture yield  
*Antikainen et al. Water, Air, & Soil Pollution, forthcoming*

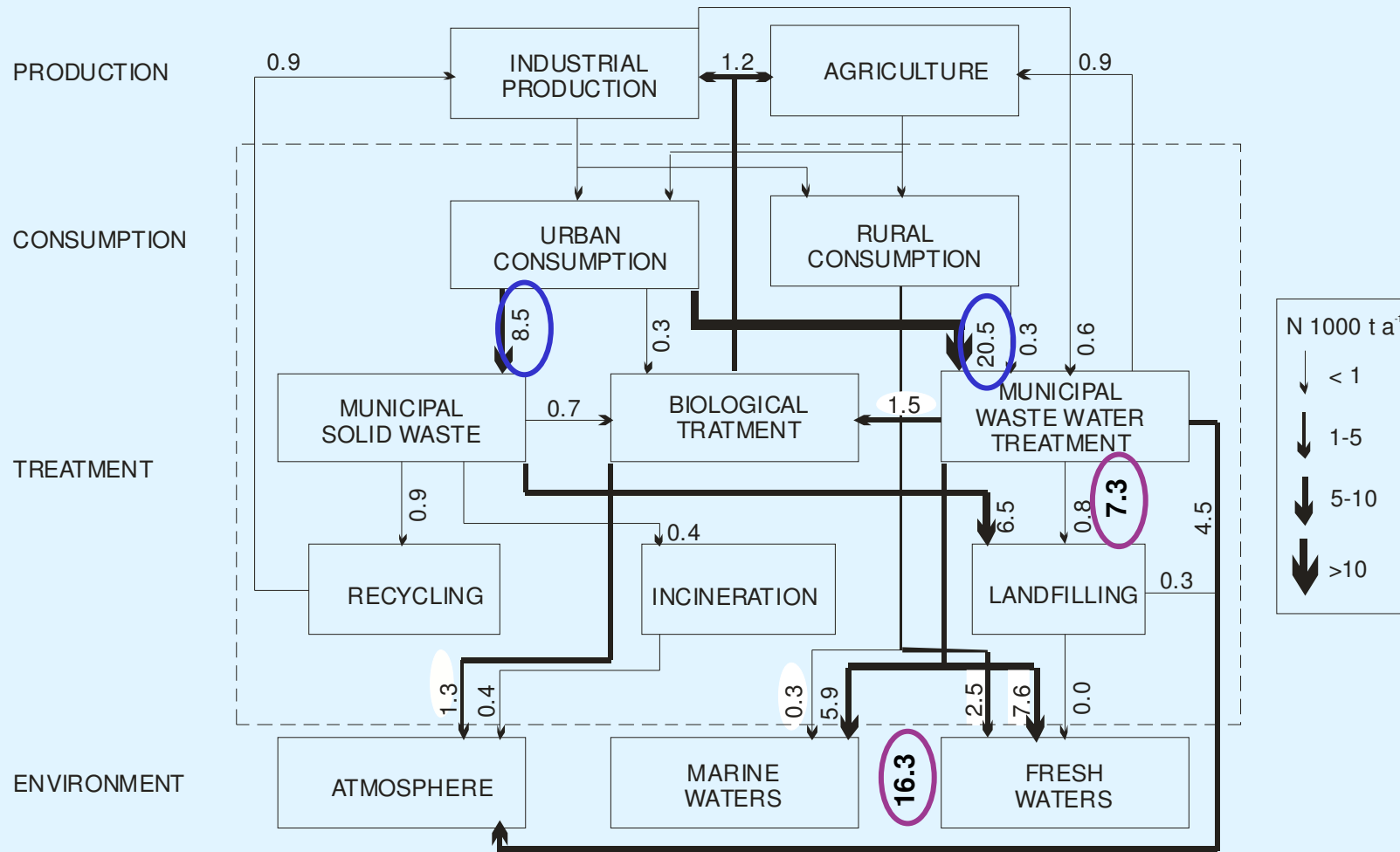
A = Probable inputs – outputs  
 B = Probable minimum surplus  
 (= maximum inputs – minimum outputs)  
 C = Probable maximum surplus  
 (= minimum inputs – maximum outputs)

# Energiajärjestelmä



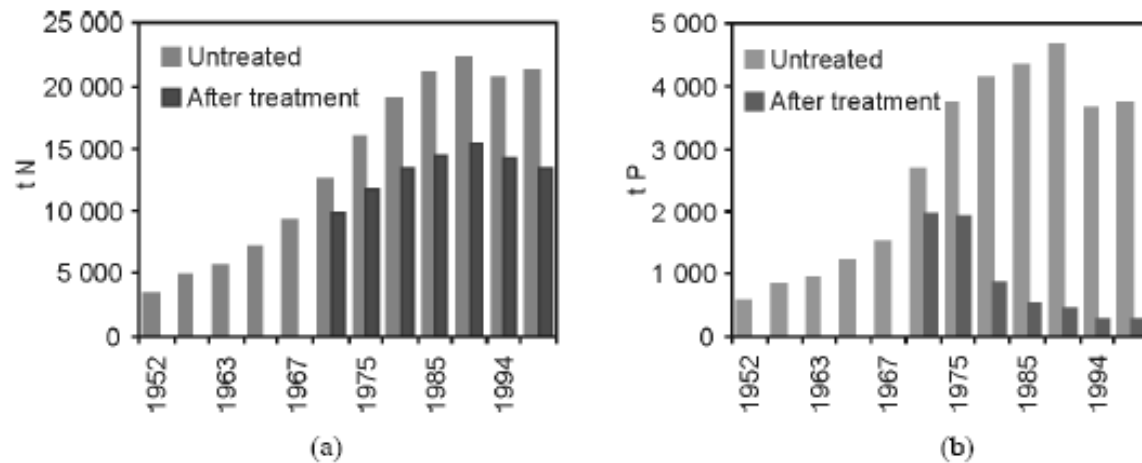
Nitrogen and phosphorus in fuels and NO<sub>x</sub> -emissions in Finland, 1900–2003. (Saikku et al. 2007)

# The flows of N in the Finnish municipal waste system as an average of 1995–1999 (Sokka et al. 2004)

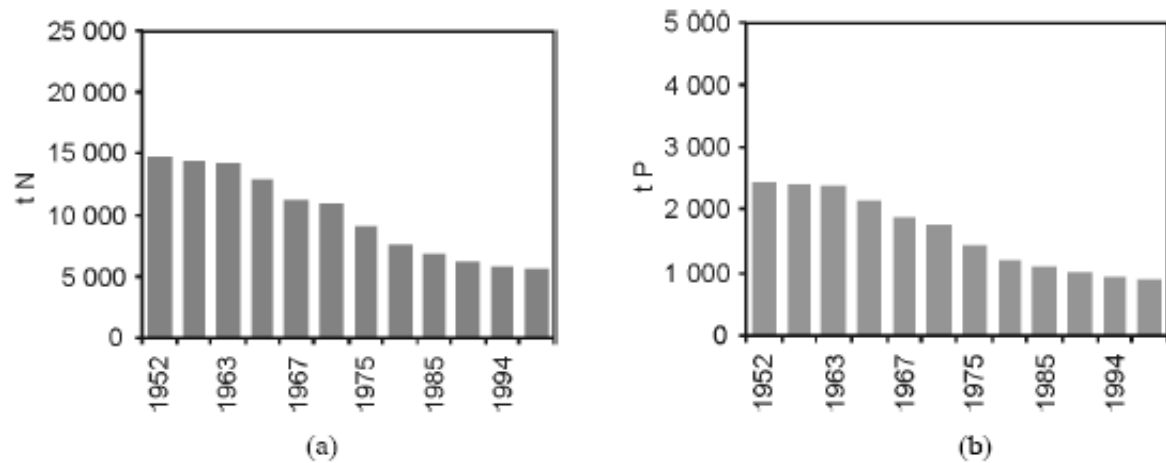


# N and P in wastewaters (households)

**Figure 3** (a) Nitrogen flow in municipal wastewaters in 1952–1997 (E–G), (b) Phosphorus flow in municipal wastewaters in 1952–1997 (E–G)



**Figure 4** (a) Nitrogen flow in rural household wastewaters in 1952–1997 (A, B), (b) Phosphorus flow in rural household wastewaters in 1952–1997 (A, B)



# Tuloksia ja johtopäätelmiä

## I Mitkä ovat suurimmat N ja P virrat Suomessa?

**N:** Ruoantuotanto ja –kulutus, energia

**P:** Ruoantuotanto ja –kulutus, myös energia ja metsäteollisuus

Ihmisen aiheuttamat virrat moninkertaistuneet viimeisten 100 vuoden aikana

## II Ovatko tutkitut ravinnejärjestelmät avoimia vai suljettuja?

Kaikki tutkitut järjestelmät avoimia, vaikkakin tiettyjä piirteitä sulkeutumisesta

## III Miten tutkitut järjestelmät voisivat olla tehokkaampia N ja P käytössä ja kierrossa?

1. Ravinteiden kokonaiskäytön vähentäminen ("sisäänotto seis")
2. Hävikkien pienentäminen ("matkan varrella hanat kiinni")
3. Kierrätyksen tehostaminen ("takaisin alkuun")

# Tuloksia ja johtopäätelmiä, jatkuu

**IV Miten tämän tyyppistä tutkimusta voidaan hyödyntää päätöksenteossa?**

**Tieto, kokonaiskuva**

**Suhteuttaminen**

**Monitorointi, seuranta**

**Suuntaviivat**

**Lisäksi!**

**Rajaukset**

**Epävarmuudet**

**Todelliset vaikutukset ympäristössä**



Kuvaaja: Jouko Lehmuskallio

Antikainen, R. 2007. Substance Flow Analysis in Finland – Four Case Studies on N and P Flows. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, Biotieteellinen tiedekunta, Bio- ja ympäristötieteiden laitos.

Antikainen, R., Haapanen, R., Lemola, R., Nousiainen, J.I., Rekolainen, S.  
Nitrogen and phosphorus flows in the Finnish agricultural and forest sector in 1910-2000.  
*Water, Air and Soil Pollution*, painossa.