



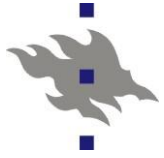
HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Ainevirta-analyysi, esimerkkinä ravinteet jätevirroissa

Laura Sokka
14.10.2003

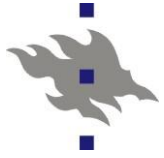
Helsingin yliopisto
Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos





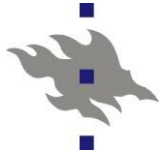
Ainevirta-analyysi (substance flow analysis, SFA)

- n Perustuu aineen häviämättömyyden lakiin
- n Operationalisoi teollisen metabolian käsitteen
- n Materiaalivirta-analyysin alakäsite
- n Ainevirta-analyysissä määritetään tietyn aineen tai aineryhmän virrat ja varannot tietyllä alueella tietyssä aikana
- n Pyrkimyksenä on identifioida tutkittavan aineen (/aineiden) tärkeimmät päästöt ja päästöjen lähteet



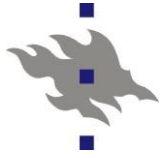
Ainevirta-analyysi

- n Menetelmän avulla pyritään saamaan kokonaisvaltainen näkökulma ympäristöongelmiin
- n Keskitytään tietyn aineen kaikkiin virtoihin tietyssä systeemissä yksittäisiin päästöihin puuttumisen sijaan
 - n pyritään välttämään päästöjen ”siirrot” tai ”vuodot”
- n Tavoitteena määrittää ympäristöongelman alkuperä ja arvioida käytettyjen ohjauskeinojen vaikuttavuutta
- n SFA:n avulla voidaan myös arvioida luonnonvarojen käyttötapojen kestävyyttä
- n Menetelmää sovellettu paikallisella, kansallisella ja globaalilla tasolla



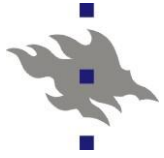
Menetelmä

- n Perustana virtauskaavion koostaminen tutkittavalle aineelle
- n Analyysi koostuu kolmesta perusvaiheesta:
 1. systeemin määrittely
 - q Rajaukset paikan, toiminnan, ajan ja tutkittavien aineiden suhteen
 2. Virtojen ja varantojen määrittely
 - q Tarvittavien tietojen keräys ja mallinnus
 - q Varannot keskeisiä tulevien päästöjen arvioinnissa
 3. Tulosten tulkinta
- n Tuloksilla pyritään tukemaan päätöksentekoa
- n SFA:lla ei vakiintuneita toteutustapoja, metodologiset valinnat riippuvat pitkälti tutkimuksen tavoitteista



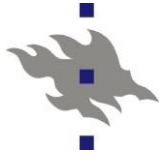
Menetelmän vahvuuksia...

- n Mahdollistaa eri virtojen vertailun ja tuottaa näin kokonaisvaltaista tietoa ympäristöongelmista
- n Systemin eri osien vuorovaikutussuhteiden tarkastelu mahdollistuu
- n Historiallisen tarkastelun avulla voidaan ennakoida tulevia ongelmia
- n Voidaan arvioida tulevien muutosten, poliittisten päätösten ja toimien vaikutusta ainevirtoihin



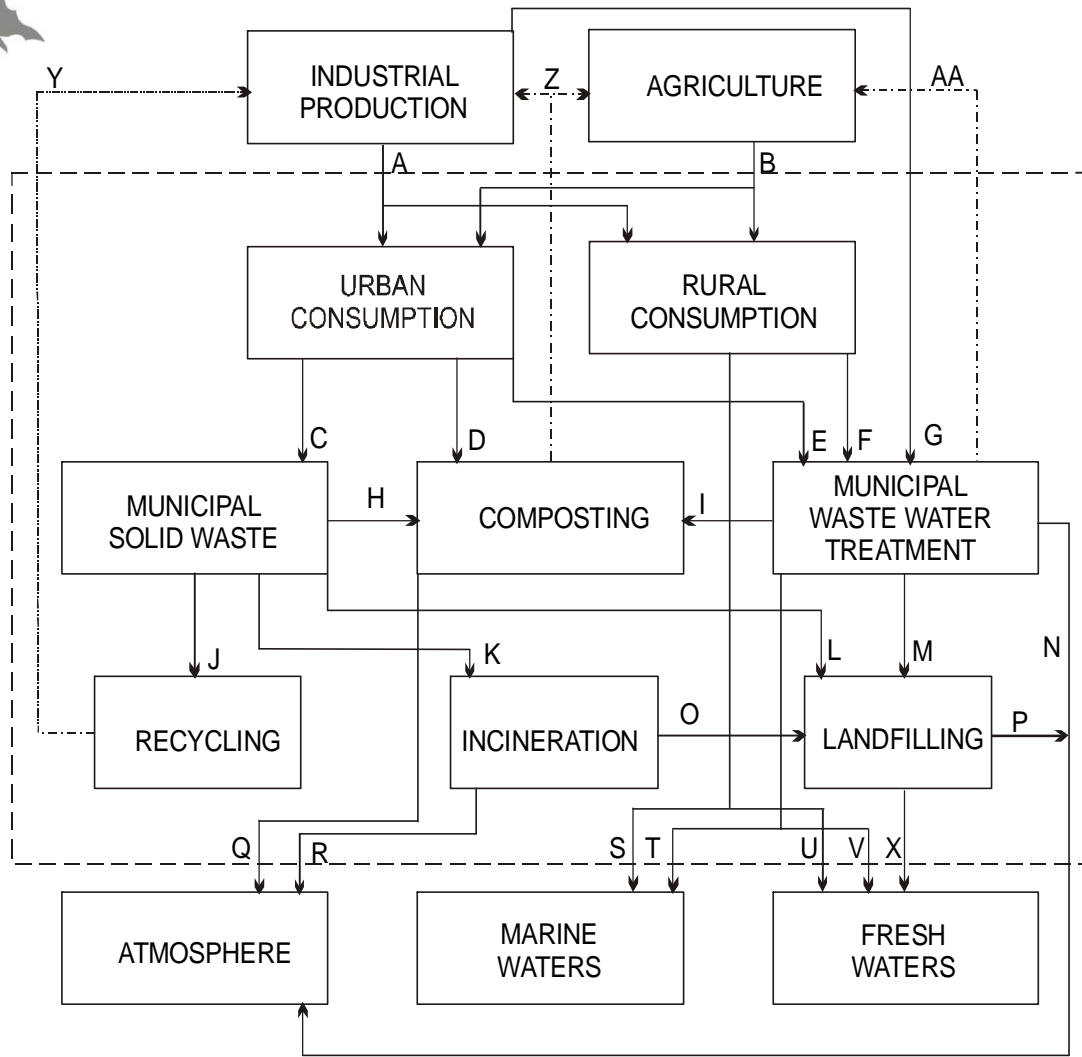
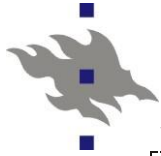
...ja heikkouksia

- n Käsittelee vain yhtä tiettyä ainetta tai aineryhmää
- n Yhdistelee eritasoista tietoa eri lähteistä, tulosten luotettavuuden arviointi vaikeaa
- n Tulosten varmentamiseksi tarvitaan usein täydentäviä tutkimuksia
- n Tutkitaan tietyn aineen kaikkia virtoja tekemättä eroa aineen eri muotojen välillä
- à Tärkeää tuoda tehdyt taustaoletukset, valinnat ja rajaukset selkeästi esiin. Ulkopuoliselle näin mahdollista arvioida tulosten luotettavuutta ja yleistettävyyttä



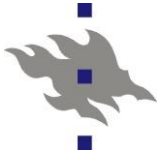
Esimerkki: typpi ja fosfori yhdyskuntajätevirroissa Suomessa

- n Työn tarkoituksena:
 - n Määrittää ja analysoida yhdyskuntajätteiden sisältämiä typpi- ja fosforimääriä sekä niissä tapahtuneita muutoksia vuosina 1952-1999
- n Tutkimus osa valtakunnallista AESOPUS (Analysis of Nutrient Cycles for Policy Purposes) - hanketta
- n AESOPUS-hankkeen tavoitteena on identifioida ja kvantifioida eri ekologisten ja sosio-ekonomisten systeemien väliset ravinnevirrat ja –varastot sekä tutkia niiden dynaamista tasapainoa
- n Tutkimus on osa SUNARE-tutkimusohjelmaa, jonka rahoittajina Suomen Akatemia, MMM ja TEKES

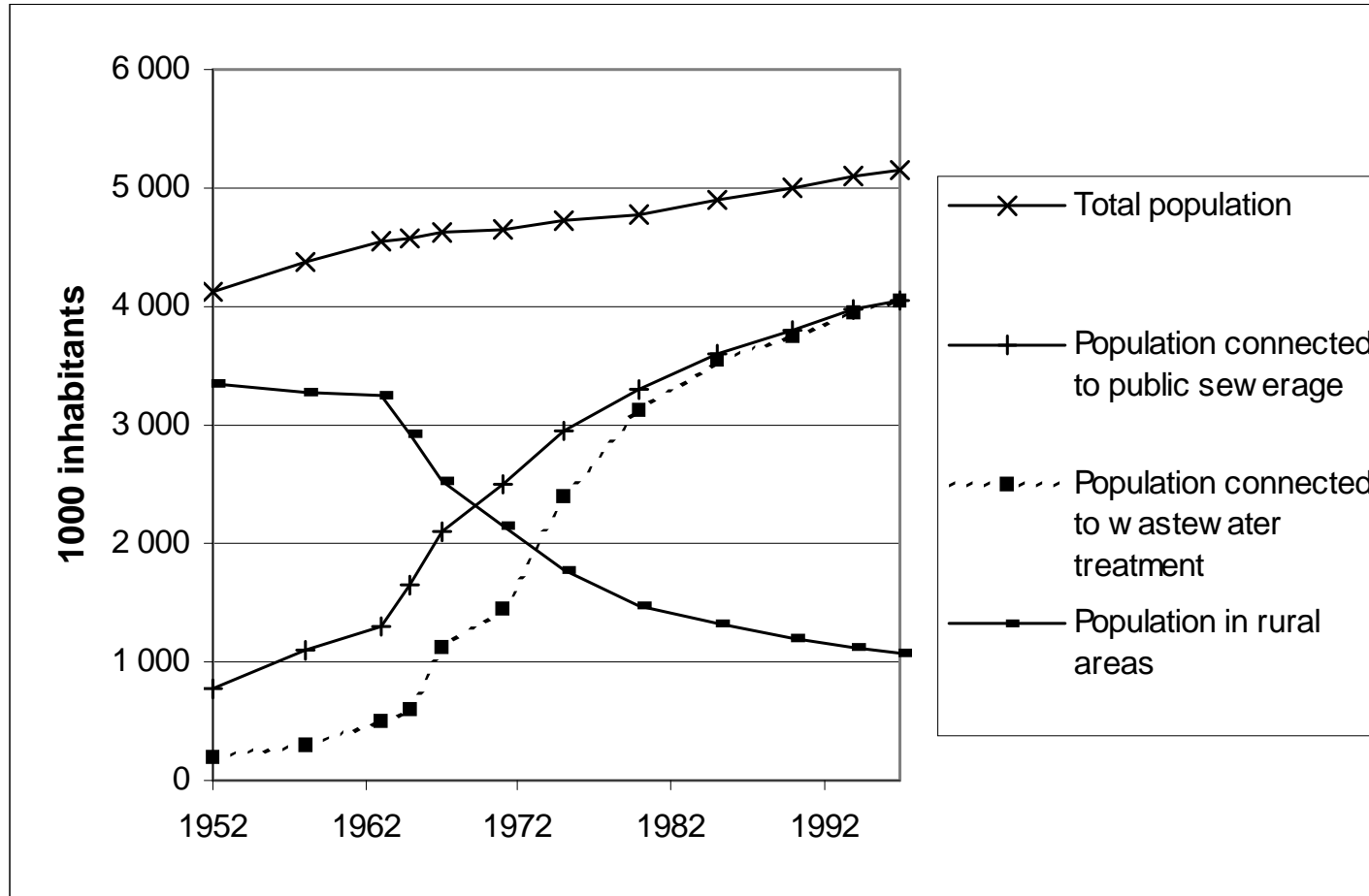


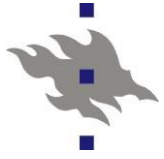
- A Industrial products to consumption
- B Agricultural products to consumption
- C Municipal solid waste
- D Composting of household waste at source
- E Municipal wastewater
- F Sediment basin sludge
- G Industrial wastewater and wastewater treatment chemicals
- H Composting of municipal solid waste
- I Composting of sewage sludge
- J Separately collected recycling paper
- K Incineration of solid waste
- L Landfill deposition of solid waste
- M Landfill deposition of sewage sludge
- N Emissions to air from wastewater treatment (incl. anaerobic stabilization) of sewage sludge
- O Landfill deposition of incineration ashes
- P Emissions to air from landfill deposition
- Q Emissions to air from composting
- R Emissions to air from incineration
- S, U Rural household wastewater discharges
- T, V Municipal wastewater discharges
- X Leaching from landfills
- Y Recovery of recycled paper
- Z Utilization of composted municipal waste
- AA Utilization of sewage sludge

----- System boundary

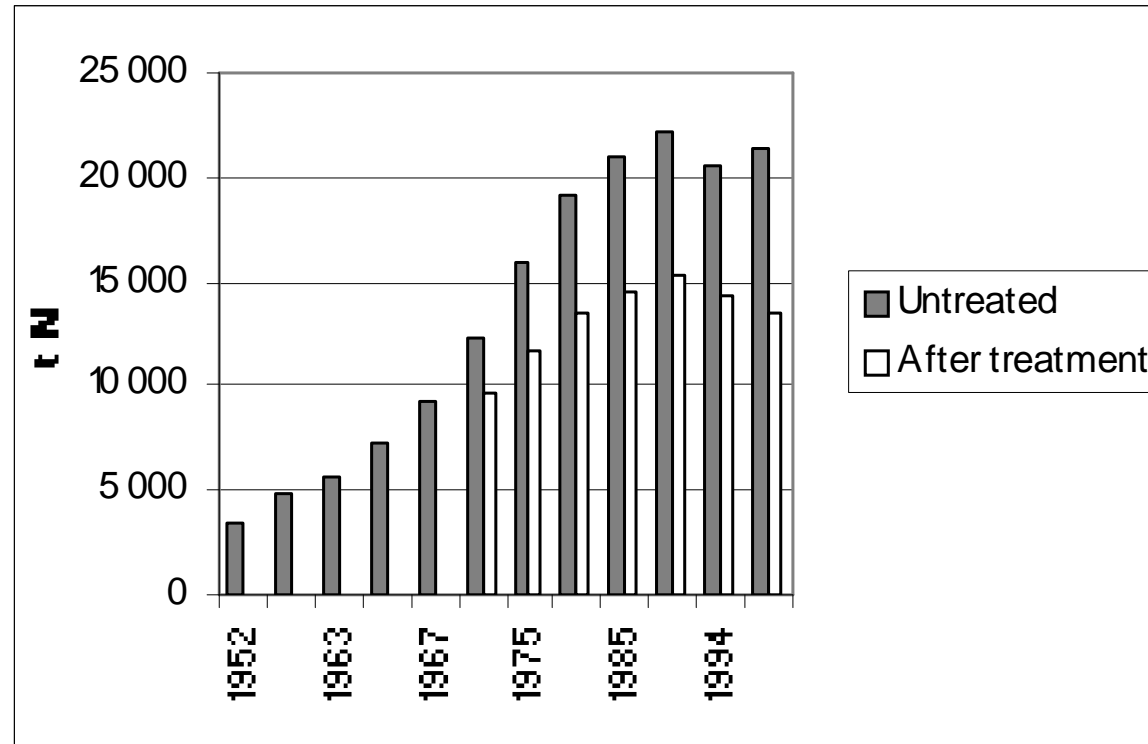


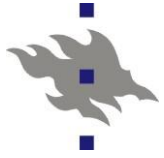
Yhdyskuntajätevedenpuhdistuksen yleistyminen 1952-1999



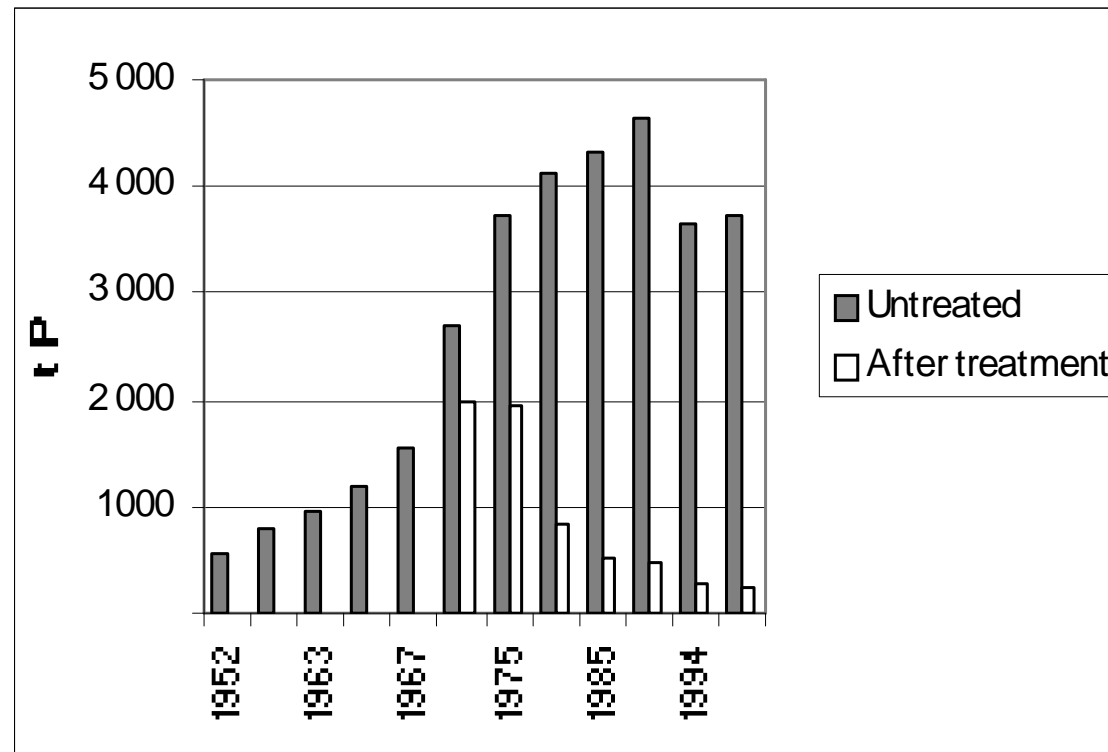


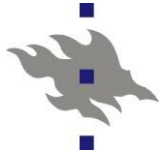
Typpi yhdyskuntajätevesissä 1952-1999



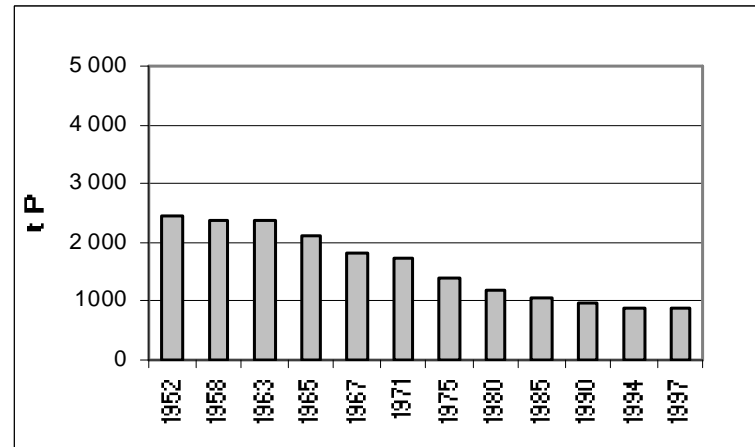
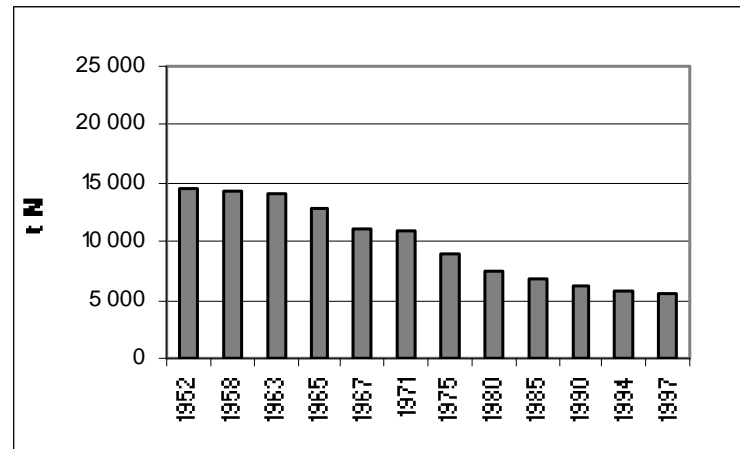


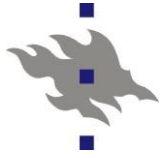
Fosfori yhdyskuntajätevesissä 1952-1999



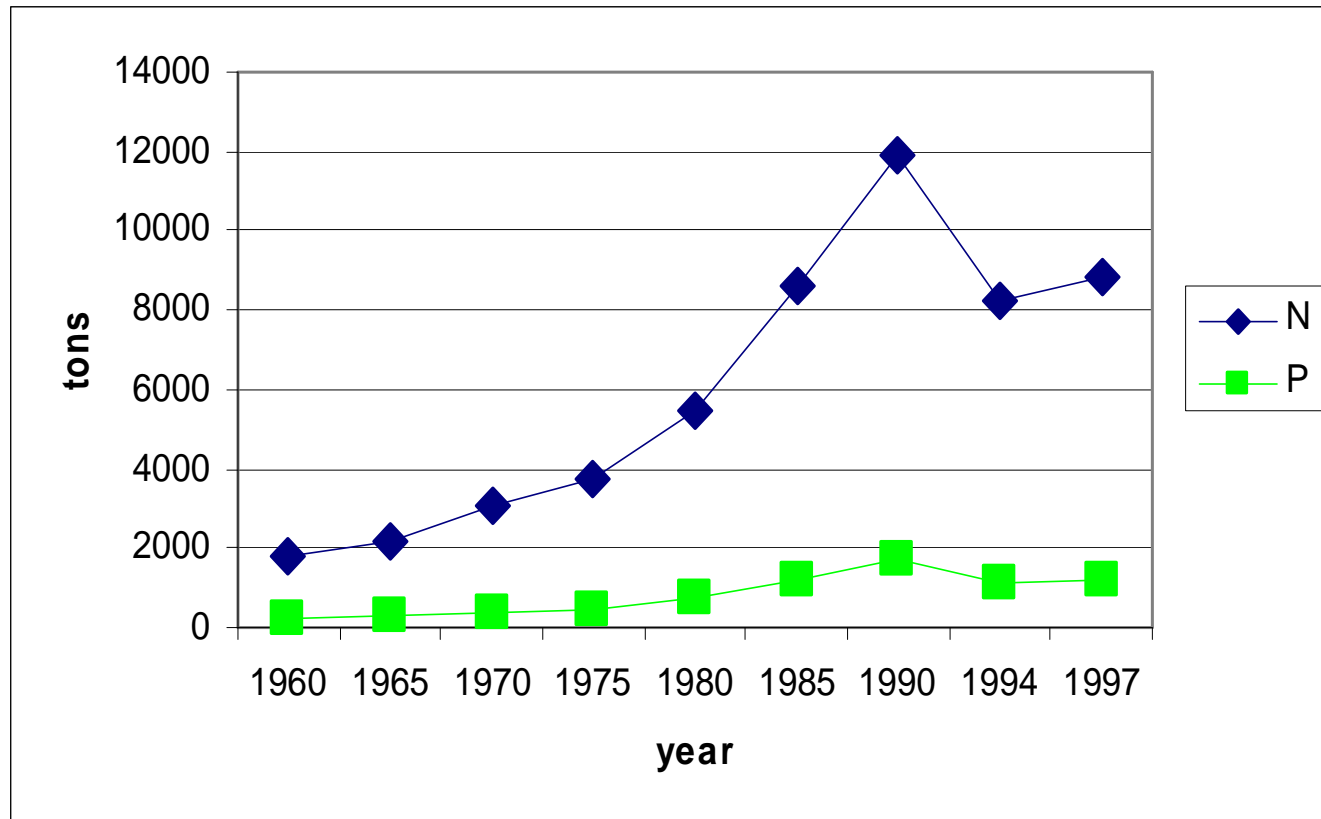


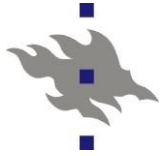
Typpi ja fosfori haja-asutusalueiden kotitalousjätevesissä 1952-1997



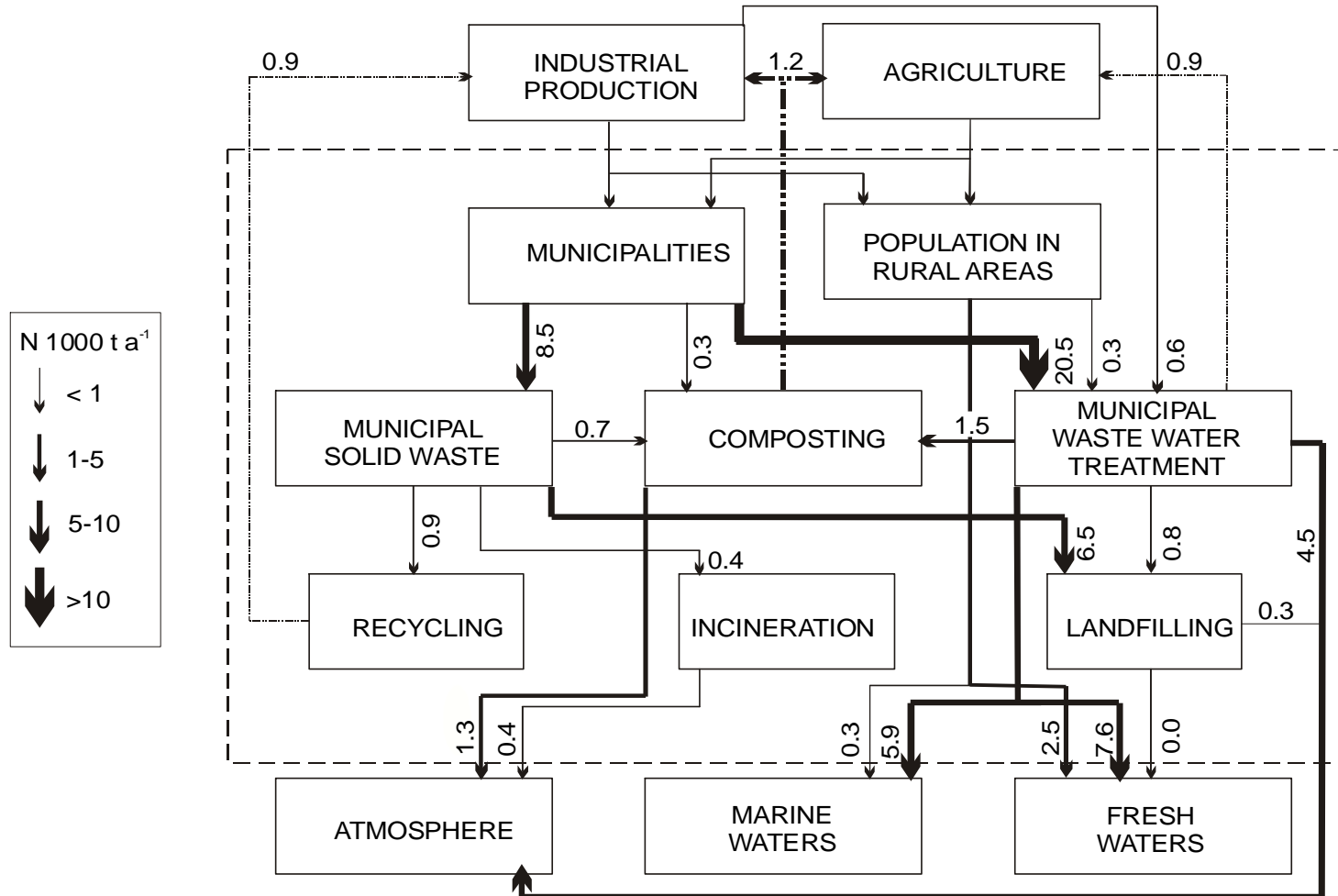


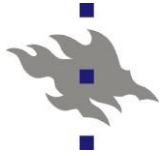
Typpi ja fosfori kiinteissä yhdyskuntajätteissä 1960-1997



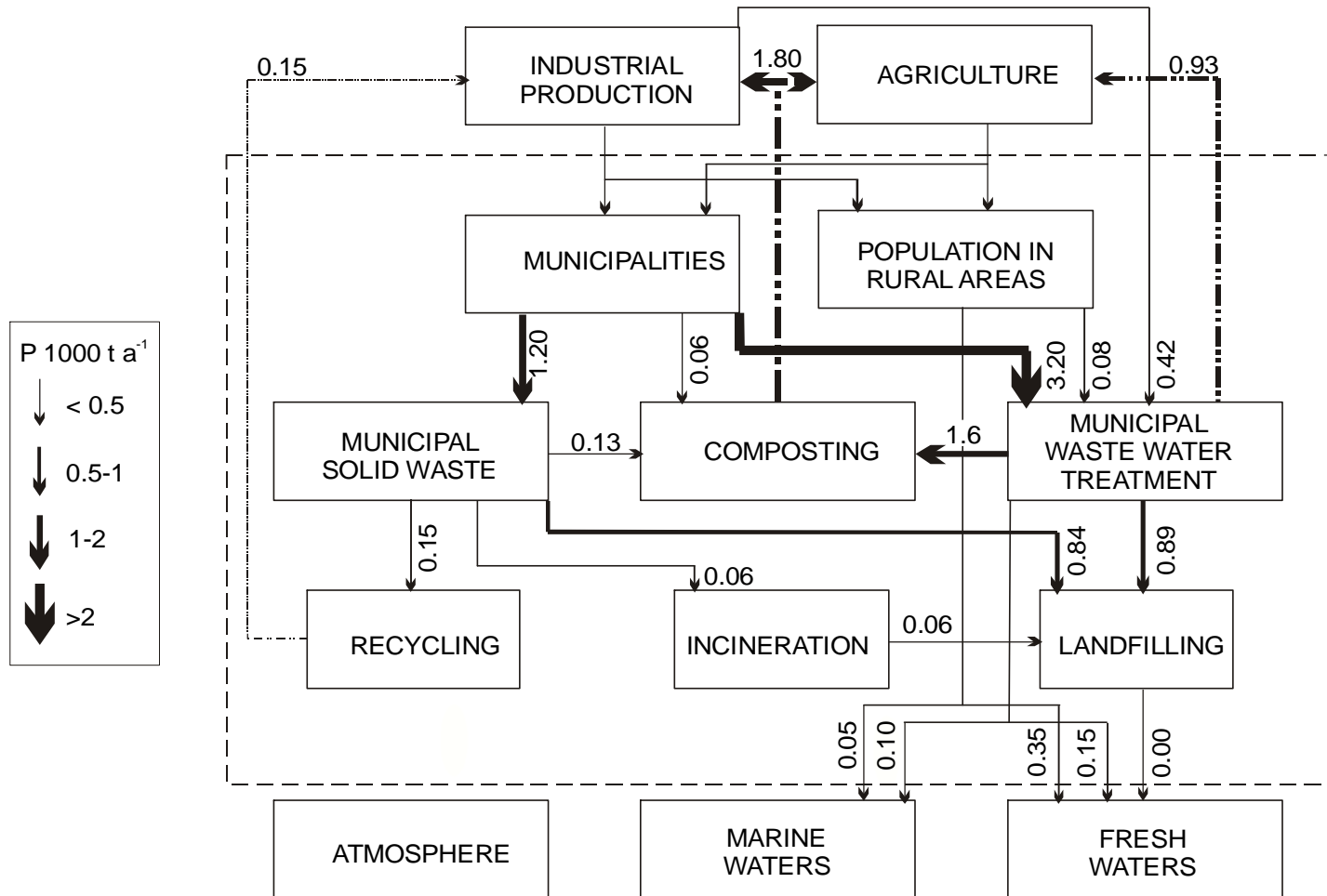


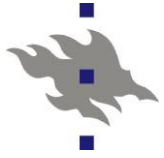
Typen virrat yhdyskuntajätteissä Suomessa 1995-1999





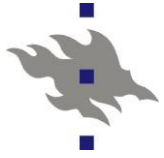
Fosforin virrat yhdyskuntajätteissä Suomessa 1995-1999





Johtopäätöksiä

- n Typen ja fosforin määrä yhdyskuntajätteissä kasvoi vuoteen 1990, laski 1990-luvun alussa ja kääntyi jälleen lievään nousuun 1990-luvun lopulla
- n 1990-luvun lopulla yhdyskuntajätevesissä noin 7 kg N hlö⁻¹ a⁻¹ ja 1.1 kg P hlö⁻¹ a⁻¹
- n Määrä vastaa noin 20 % maatalouden lannoitteiden ravinnemäärästä samana aikana
- n Käsittelemättömissä jätevesissä oli noin kolme kertaa enemmän typpeä ja neljä kertaa enemmän fosforia kuin kiinteissä jätteissä



Johtopäätöksiä

- n Ravinteiden kierrätysaste nousi läpi tutkimusajanjakson.
- n 1990-luvun lopulla noin 10 % typestä ja 50 % fosforista käytettiin uudelleen maataloudessa, viherrakentamisessa tai teollisessa tuotannossa
- n Loput ravinteista kaatopaikoille tai päästöinä ilmaan tai vesiin
- n Kaatopaikoille kertynyt paljon ravinteita → mahdollinen ravinnepäästöjen lähde tulevaisuudessa?
- n Kierrätystä voitaisiin tehostaa erityisesti lietteiden hyödynnyksen kautta
- n Lisää tutkimusta tarvitaan sopivien hyödynnystapojen löytämiseksi