

Systemidynamiikka vastauksena kompleksisuuteen

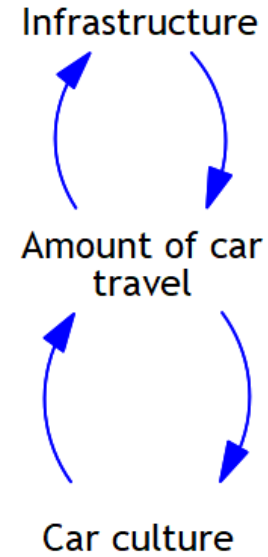
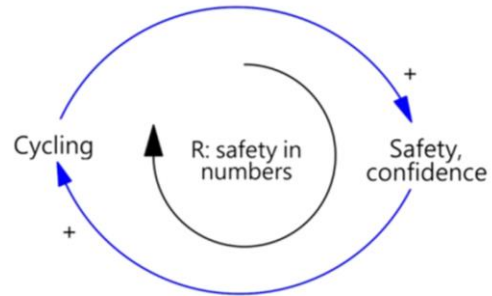
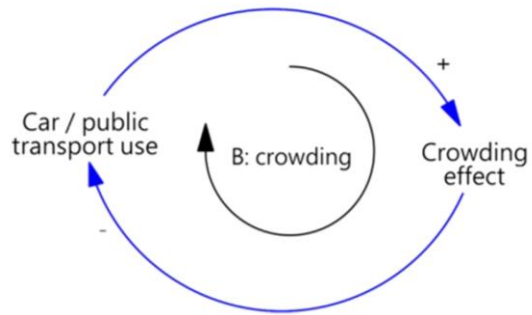
henri.wiman@vtt.fi

12/05/2023 VTT – beyond the obvious

**Systeemidynamiikka on 50-luvulla kehitetty
simulaatiomenetelmä**

**Se perustuu varasto-virtaus rakenteisiin ja
takaisinkytkentöihin**

Kausaalidiagrammit ovat sen laadullinen vastine



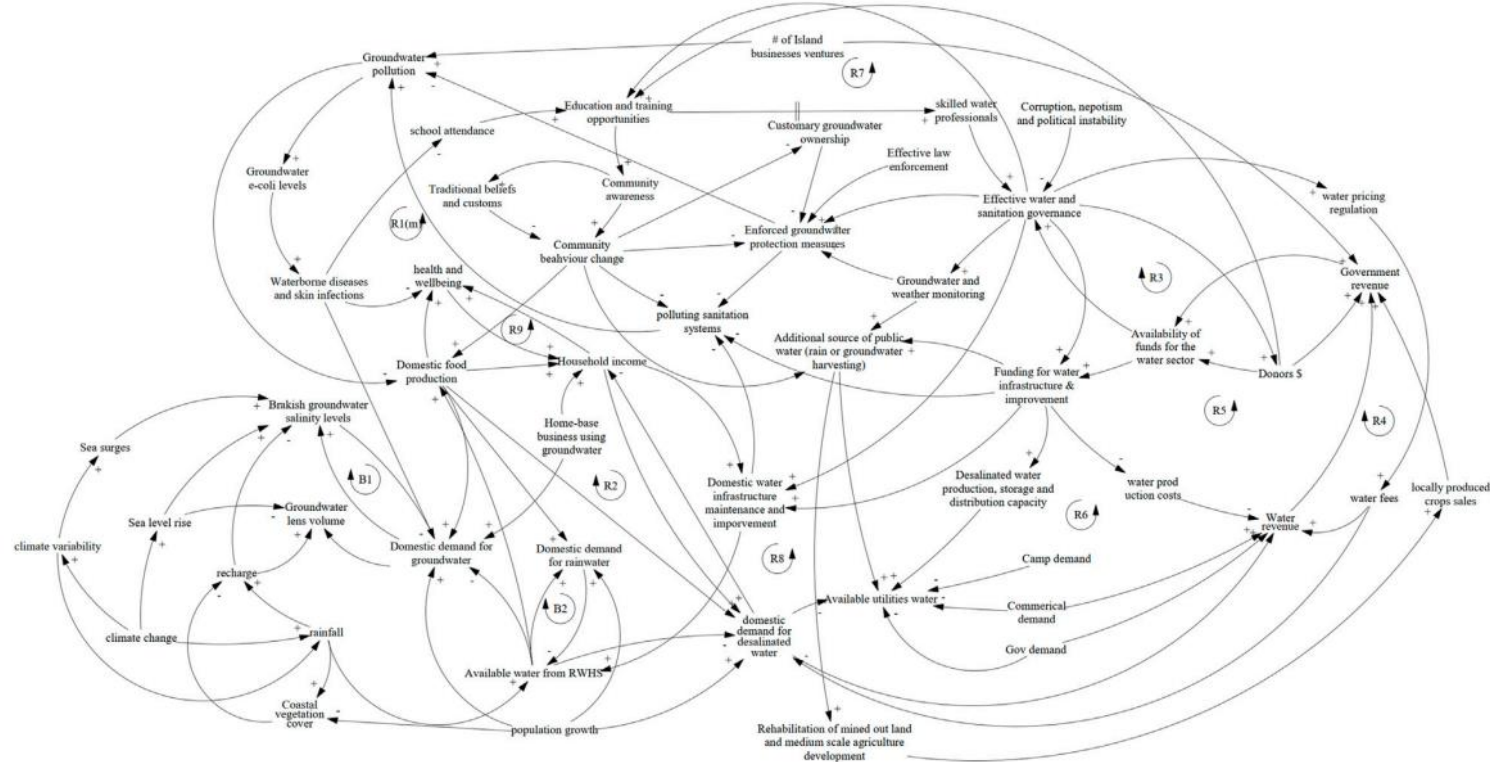
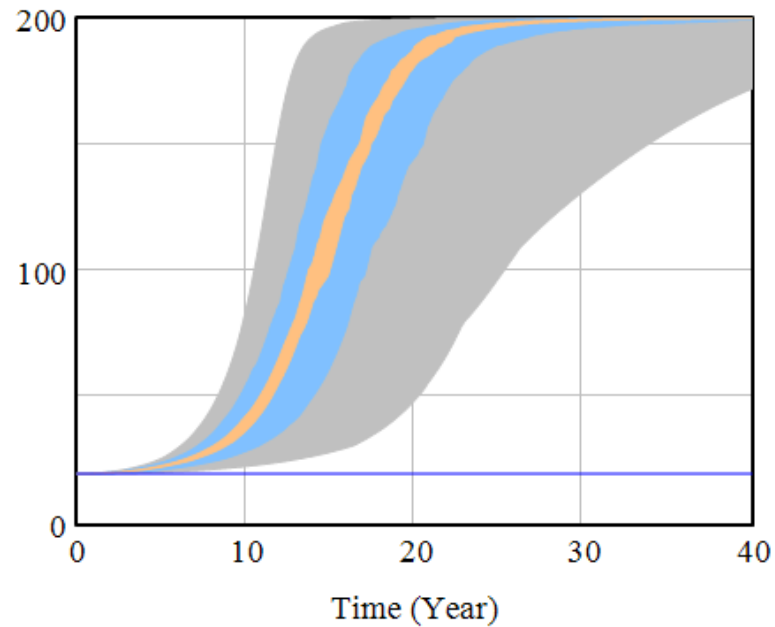
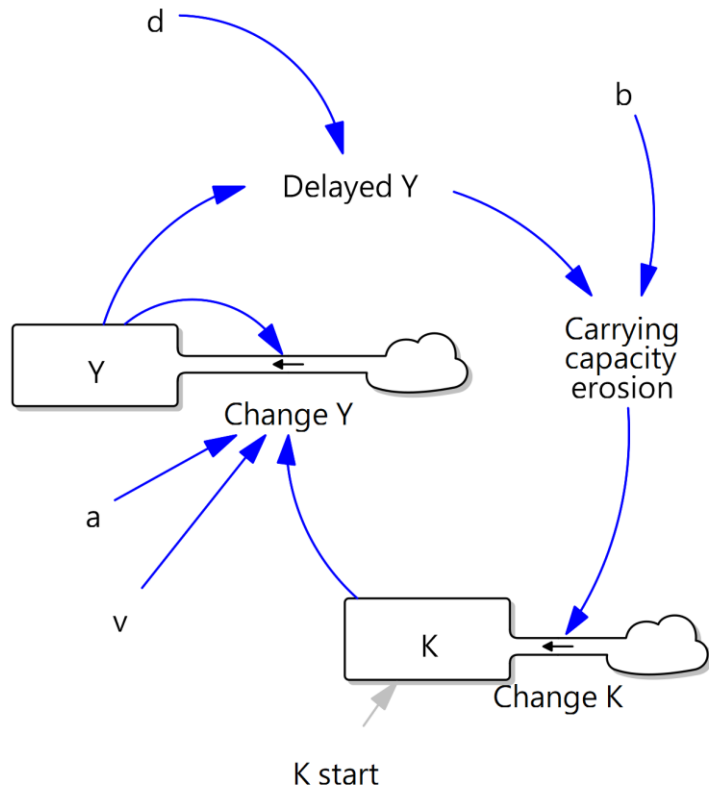


FIGURE 4 | Causal loop diagram of the groundwater social-ecological system in Nauru. Balancing feedbacks are labelled with the letter B and reinforcing feedbacks are labelled with the letter R.



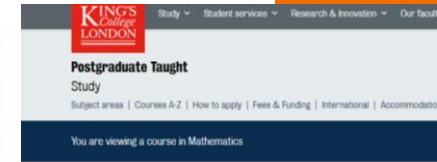
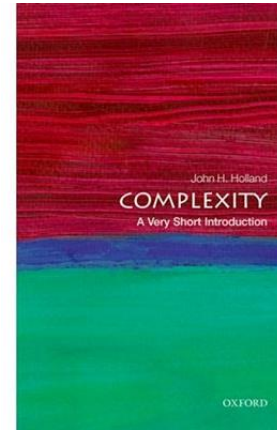
Hiljainen harjoitus:

Kirjoita 3 asiaa, jotka
sinulle tulee mieleen
kompleksisuudesta

1min hiljaa, sitten
chattiin

Kompleksisuus

- Ei yleistä tieteellistä määritelmää, harvoin määritelty käytössä
- Oma tieteenalansa
- You know it when you see it (Holland 2014)
- Liittyy aina **epävarmuuteen tai vaikeasti ymmärrettävyyteen tai vaikeasti ennustettavuuteen**



Complex Systems Modelling MSc



[Home](#) / [Courses](#) / [Master of Complex Systems](#)

Master of Complex Systems

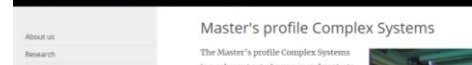
- Anticipate, control and manage the complexity of the unexpected
- #1 in Australia / #4 globally for graduate employability (QS, 2022)

[Overview](#) [Studies](#) [Costs](#) [Admissions](#)

[Information for Domestic students, 2023 intake](#) [Change](#)

About this course

Gain the expertise to model, analyse and design resilient technological, socioeconomic and socioecological systems, as well as develop strategies for crisis forecasting and management.



Kompleksisuus mekanismin vastineena

Mekanismi



- Koneet vertauskuvana
- Ennustettavuus
- Syy ja seuraus
- Monimutkainen mutta ymmärrettävä
- Rationaalisuus, tarkoituksenmukaisuus
- Descartes (1596-1650)

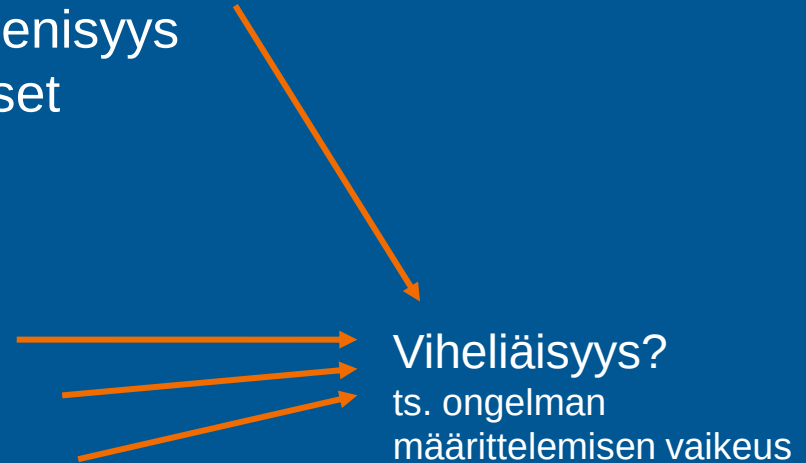
Kompleksisuus



- Luonto ja ekosysteemit vertauskuvana
- Ennustamattomuus
- Adaptaatio
- Keikahduspisteet
- Hallitsemattomuus

Kompleksisuuden syitä

- Palaute / takaisinkytkentä / ei-lineaariset järjestelmät / dynaamiset järjestelmät / endogeenisyys
- Ei-lineaariset paikalliset vaikutukset
- Verkostot
- Heterogeenisyys / moninaisuus
- Yksilöiden toimijuus, adaptaatio
- Näkökulmien moninaisuus
- Arvojen moninaisuus
- Perustavanlaatuinen epävarmuus



See e.g.

National Research Council (2015) *A framework for Assessing Effects of the Food System*

Centola (2021) *Change: How to Make Big Things Happen*

Miller and Page (2007) *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*

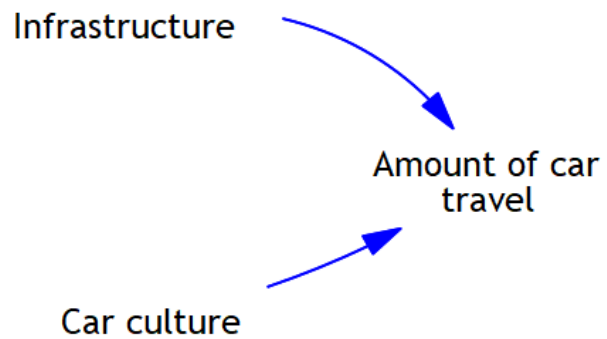
**SD:n vahvuus on dynaamisten ilmiöiden
selittäminen tärkeimpien palautteiden avulla**

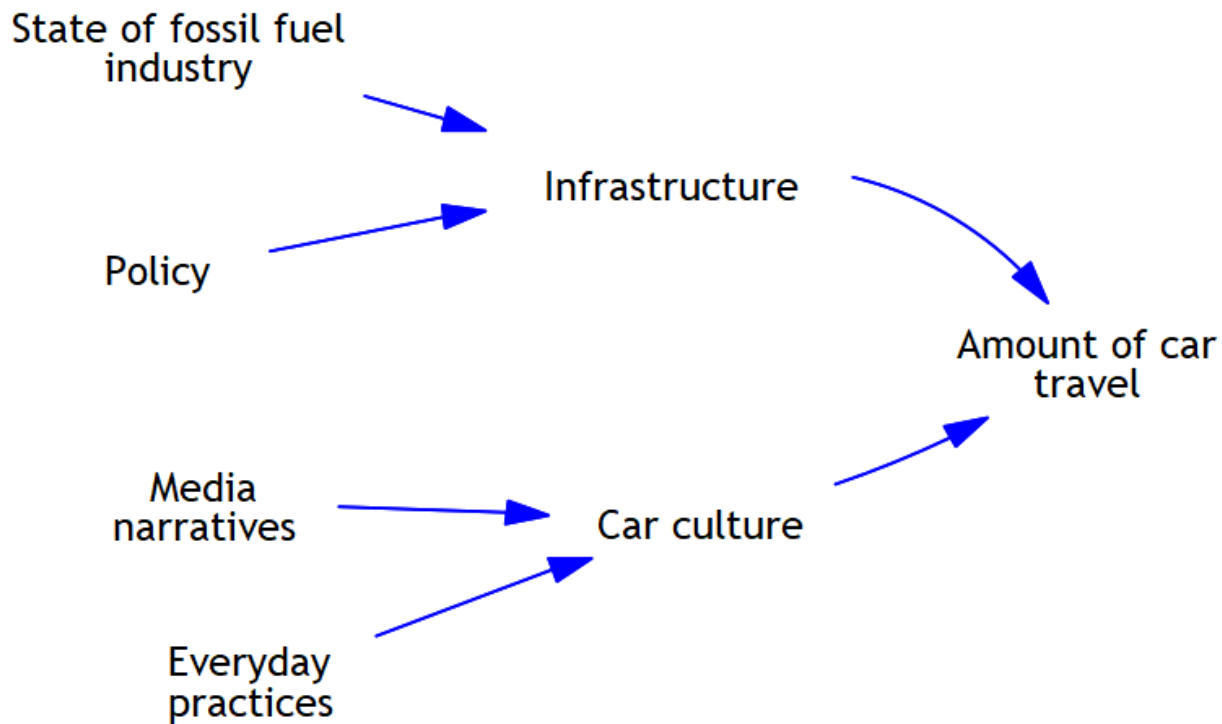
+ dynaamisten järjestelmien testaaminen

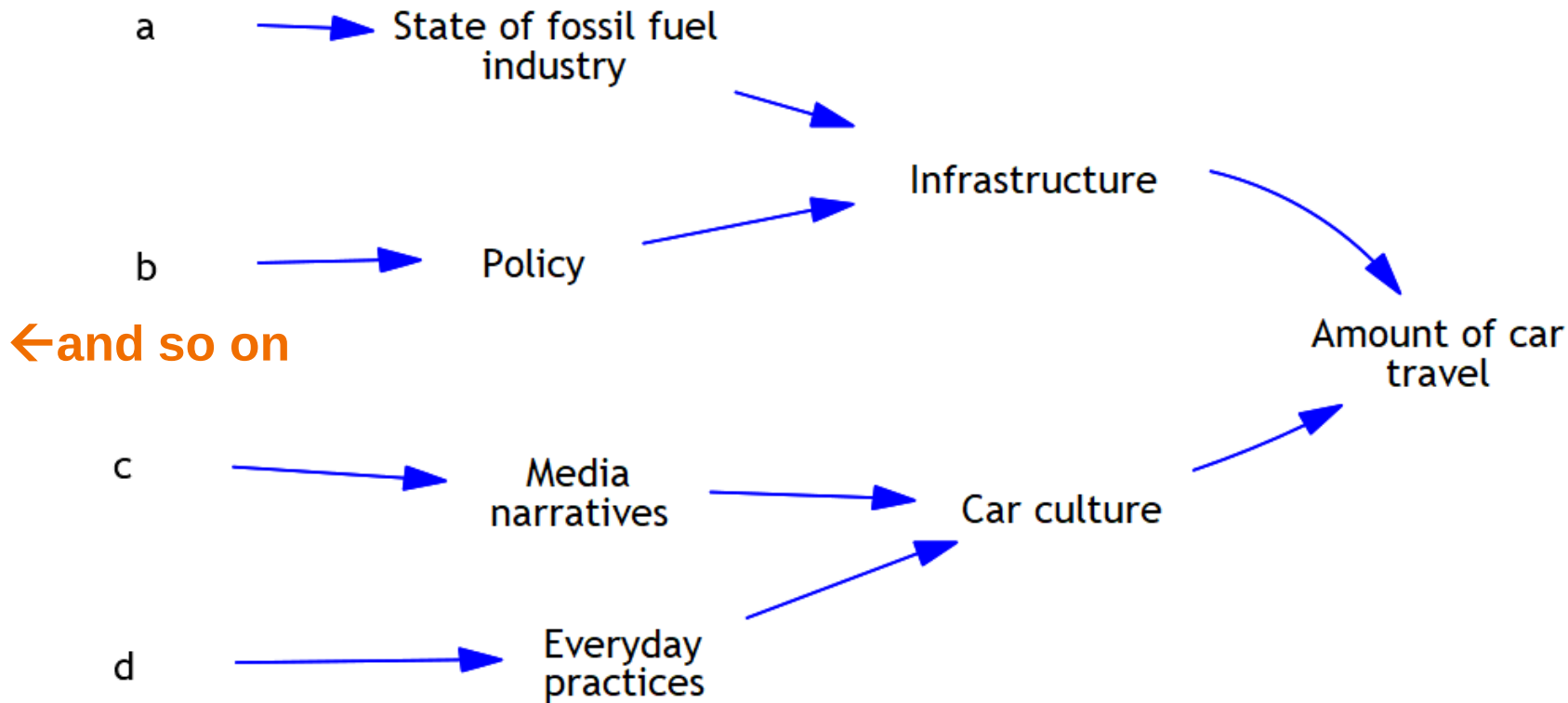
Mitä väliä on palautteiden korostamisella?

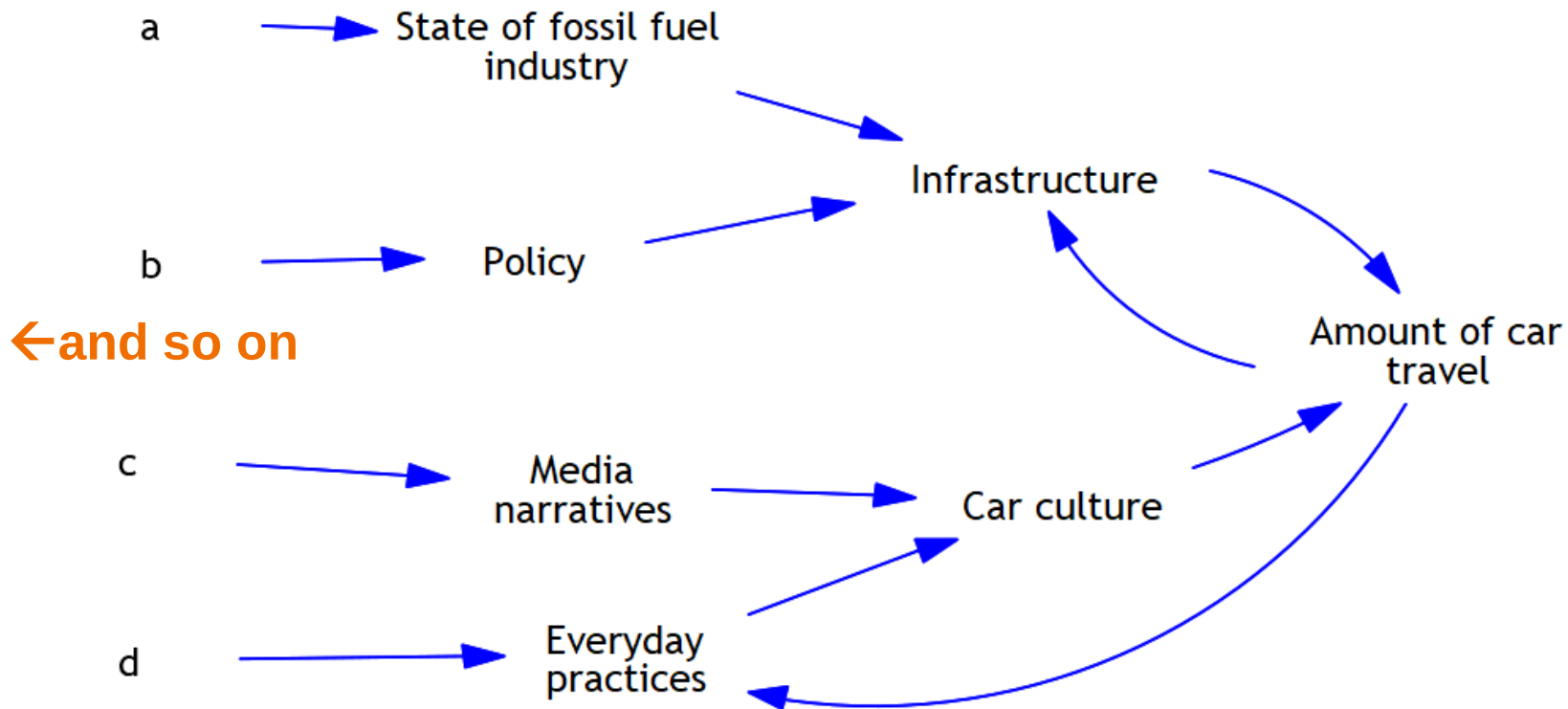
Palautteen vaikutus ajatteluun

1. Selittää muutoksen kiihtymisen, hidastumisen, ja täyskäännöksen

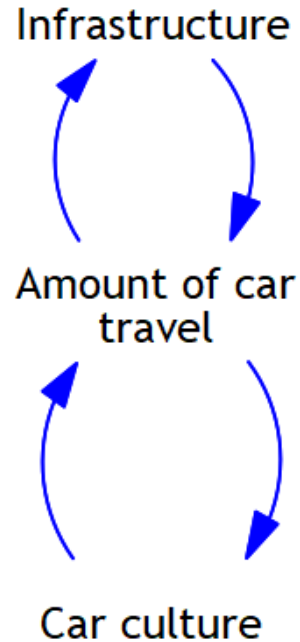








Leftover "endogenous" explanation



Palautteiden simulointi auttaa vastaamaan epävarmuuteen

Wiman et al.
European Transport Research Review (2022) 14:40
<https://doi.org/10.1186/s12544-022-00564-z>

European Transport
Research Review

ORIGINAL PAPER

Open Access

System dynamics simulation of transport mode choice transitions under structural and parametric uncertainty



Henri Wiman*, Anu Tuominen, Johannes Mesimäki, Merja Penttinen, Satu Innamaa and Peter Ylén

Abstract

Complex social processes introduce difficulties to validating causal parameters and identifying the correct system structure in modelling. Policy impact assessment for sustainability transitions should therefore not expend too many resources modelling any single set of assumptions about the world. Furthermore, keeping models relatively simple allows more effective communication and stakeholder collaboration. This paper presents an exploratory system dynamics model of urban mode choice. We demonstrate that, despite structural and parametric uncertainty, it is possible to rank alternative policy approaches and identify high-leverage uncertainties as targets of policy action or further analysis. We also show how different narrative theories of change can have drastically different or unintuitive outcomes for the same intervention. Simulation can benefit both impact assessment and the further scrutiny and refinement of change narratives. We argue that the following methodological choices and their synergies made our modelling approach effective: exploratory modelling, focus on endogeneity, coarse resolution and avoidance of abstract variables.

Keywords: System dynamics, Toy models, Exploratory modelling, Decarbonisation, Sustainability transitions, Complexity, Impact assessment, Behaviour change, Finland

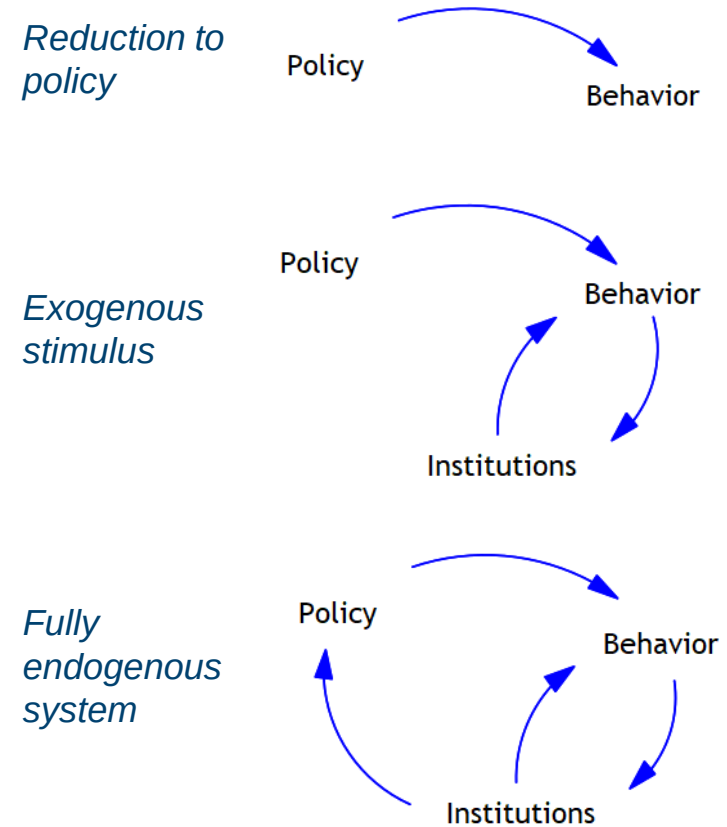
1. Kestävyyssiirtymät ovat hyvin epävarmoja
2. Tieto / oletukset palautteesta sisältävät muutoksen suuntia
3. Palautteessa kaikki tekijät on selitetty
4. **Palautteiden korostaminen auttaa tuottamaan tietoa epävarmuuden vallitessa**

<https://doi.org/10.1186/s12544-022-00564-z>

Palautteen vaikutus ajatteluun

1. Selittää muutoksen kiihtymisen, hidastumisen, ja täyskäännöksen
2. Ilmiölle ei ole mitään yhtä syytä

- Ilmiölle ei ole mitään yhtä syytä
- Elleivät vaikutussuhteet itsessään ole "syy"



Palautteen vaikutus ajatteluun

1. Selittää muutoksen kiihtymisen, hidastumisen, ja täyskäännöksen
2. Ilmiölle ei ole mitään yhtä syytä
3. Painottaa vähemmän yksittäisen toimijan vastuuta

Palautteen vaikutus ajatteluun

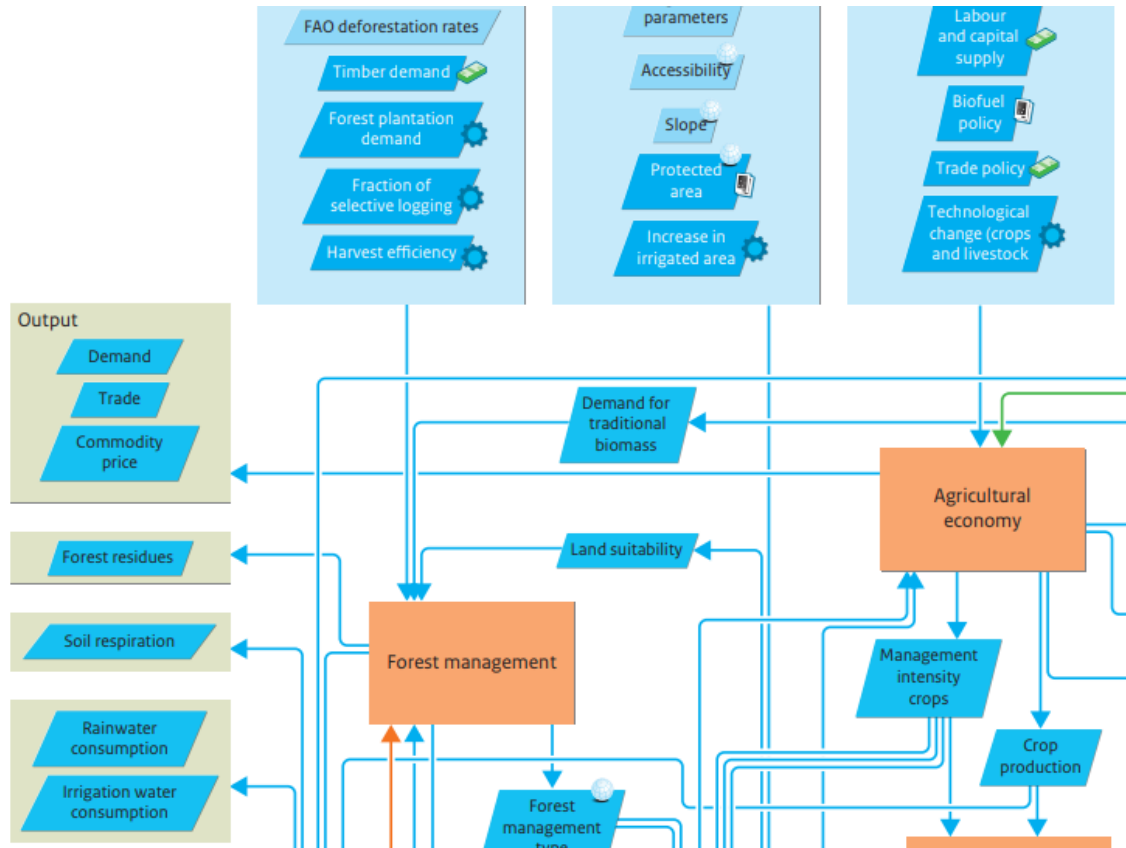
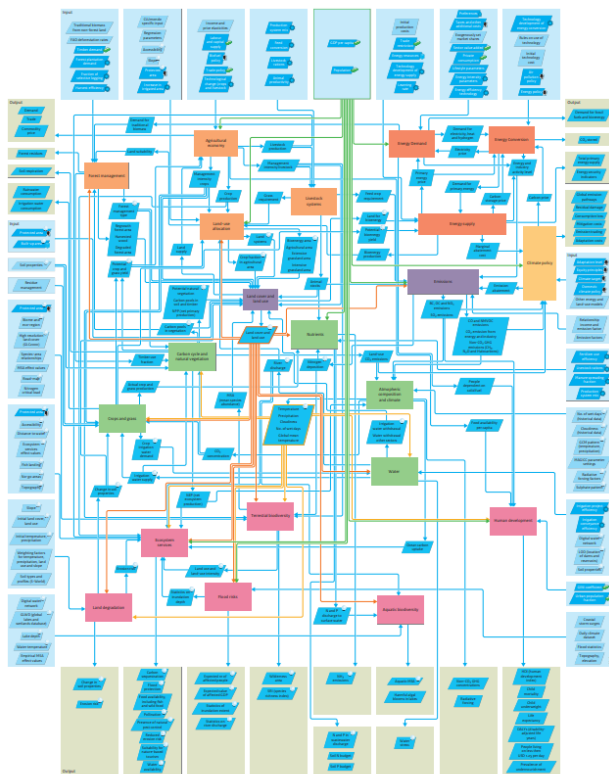
1. Selittää muutoksen kiihtymisen, hidastumisen, ja täyskäännöksen
2. Ilmiölle ei ole mitään yhtä syytä
3. Painottaa vähemmän yksittäisen toimijan vastuuta
4. Muuttaa analyysin kohdetta / yksikköä. Voi kattaa usean tieteenalan
5. Ohjaa huomioimaan usean näkökulman

**SD malli on aina
”ongelmanmääritelmään” sidottu**

**Mitä siis pitäisi simuloida?
Mitkä palautteet ovat ”tärkeimpiä”**

Integrated Assessment Models

Image 3.0 in detail



ABSTRACT

In recent articles, I have argued that integrated assessment models (IAMs) have flaws that make them close to useless as tools for policy analysis. IAM-based analyses of climate policy create a perception of knowledge and precision that is illusory, and can fool policy-makers into thinking that the forecasts the models generate have some kind of scientific legitimacy. But some have claimed that we need some kind of model, and that IAMs can be structured and used in ways that correct for their shortcomings. For example, it has been argued that although we know little or nothing about key relationships in the model, we can get around this problem by attaching probability distributions to various parameters and then simulating the model using Monte Carlo methods. I argue that this would buy us nothing, and that a simpler and more transparent approach to the design of climate change policy is preferable. I briefly outline what that approach would look like.

Pindyck (2015) The use and misuse of models for climate policy
<http://www.nber.org/papers/w21097>

- Eri tutkijat tuottavat eri tuloksia saman tiedon pohjalta
- Ei ole selvää miksi

<https://doi.org/10.1073/pnas.2203150119>

Observing many researchers using the same data and hypothesis reveals a hidden universe of uncertainty

Edited by Douglas Massey, Princeton University, Princeton, NJ; received March 6, 2022; accepted August 22, 2022

This study explores how researchers' analytical choices affect the reliability of scientific findings. Most discussions of reliability problems in science focus on systematic biases. We broaden the lens to emphasize the idiosyncrasy of conscious and unconscious decisions that researchers make during data analysis. We coordinated 161 researchers in 73 research teams and observed their research decisions as they used the same data to independently test the same prominent social science hypothesis: that greater immigration reduces support for social policies among the public. In this typical case of social science research, research teams reported both widely diverging numerical findings and substantive conclusions despite identical start conditions. Researchers' expertise, prior beliefs, and expectations barely predict the wide variation in research outcomes. More than 95% of the total variance in numerical results remains unexplained even after qualitative coding of all identifiable decisions in each team's workflow. This reveals a universe of uncertainty that remains hidden when considering a single study in isolation. The idiosyncratic nature of how researchers' results and conclusions varied is a previously underappreciated explanation for why many scientific hypotheses remain contested. These results call for greater epistemic humility and clarity in reporting scientific findings.

Significance

Will different researchers converge on similar findings when analyzing the same data? Three independent teams used identical data to test a prominent social science hypothesis: that more immigration will reduce support for government social policies. Instead, convergence, tearing apart the hypothesis, ranging from

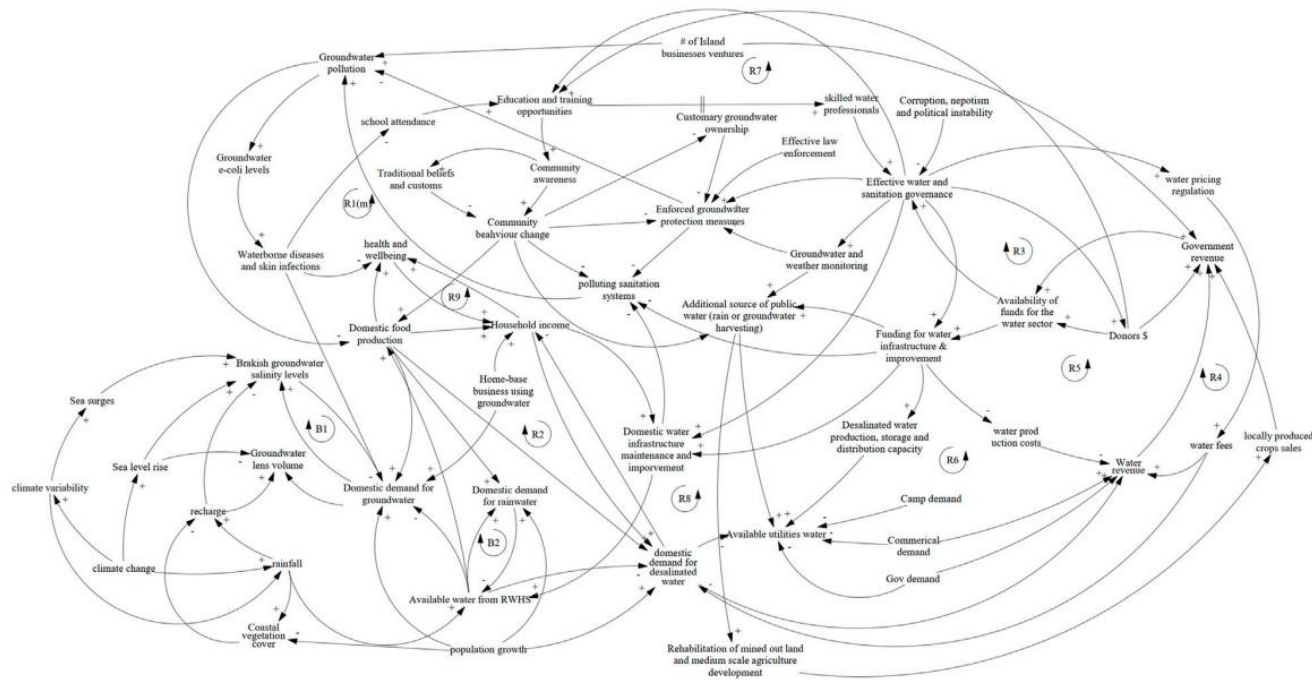


FIGURE 4 | Causal loop diagram of the groundwater social-ecological system in Nauru. Balancing feedbacks are labelled with the letter B and reinforcing feedbacks are labelled with the letter R.

- Läpinäkyvyys?
- Ymmärrettävyys, hyödyllisyys?

Pienempi malli on läpinäkyvämpi

Palaute usein dominoi järjestelmän kehitystä

-> erityisesti pienemmillä SD-malleilla on paikkansa

Niiden rajaaminen on silti aina tapauskohtaista

SD:n hyötyjä

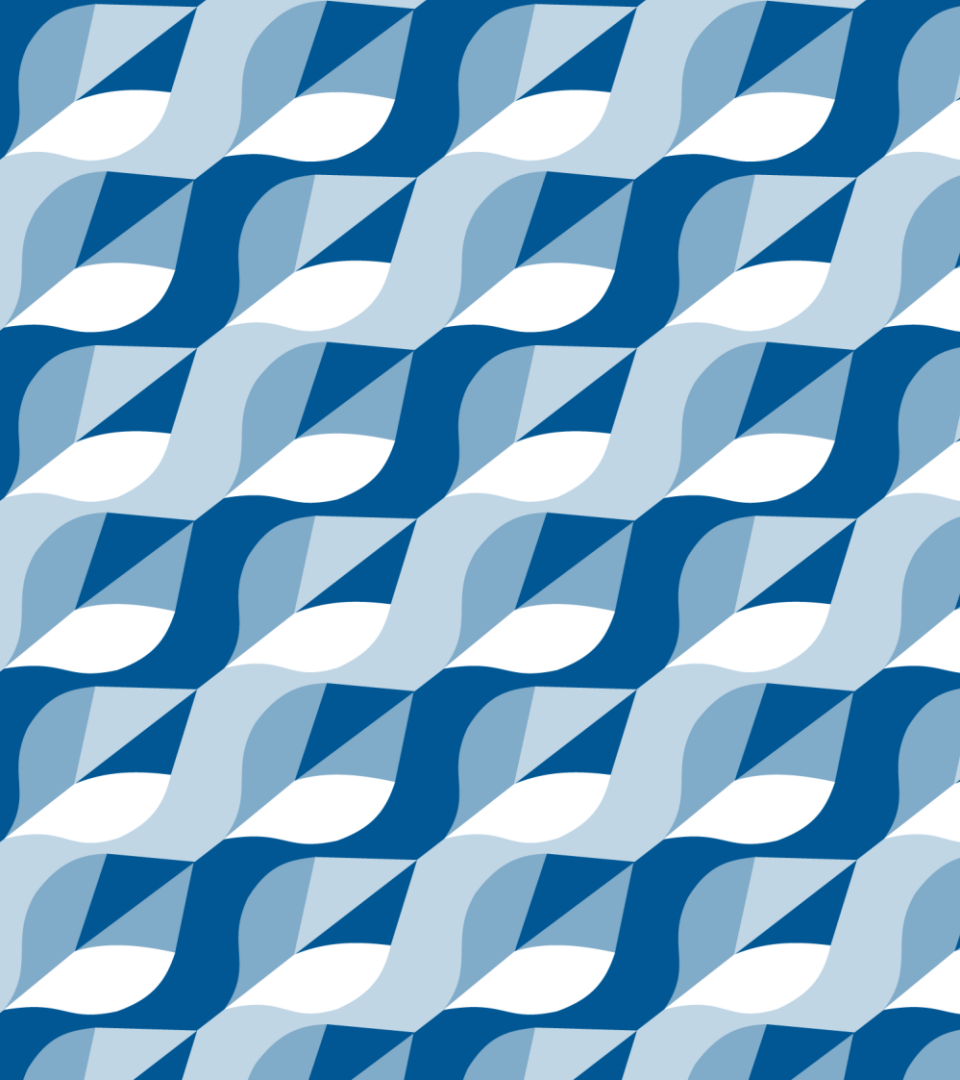
- Ei-lineaaristen järjestelmien testaaminen ja selittäminen
- "Boundary object"
- Pakottaa tarkkoihin ja eksplisiittisiin oletuksiin

SD:n kääntöpuolia

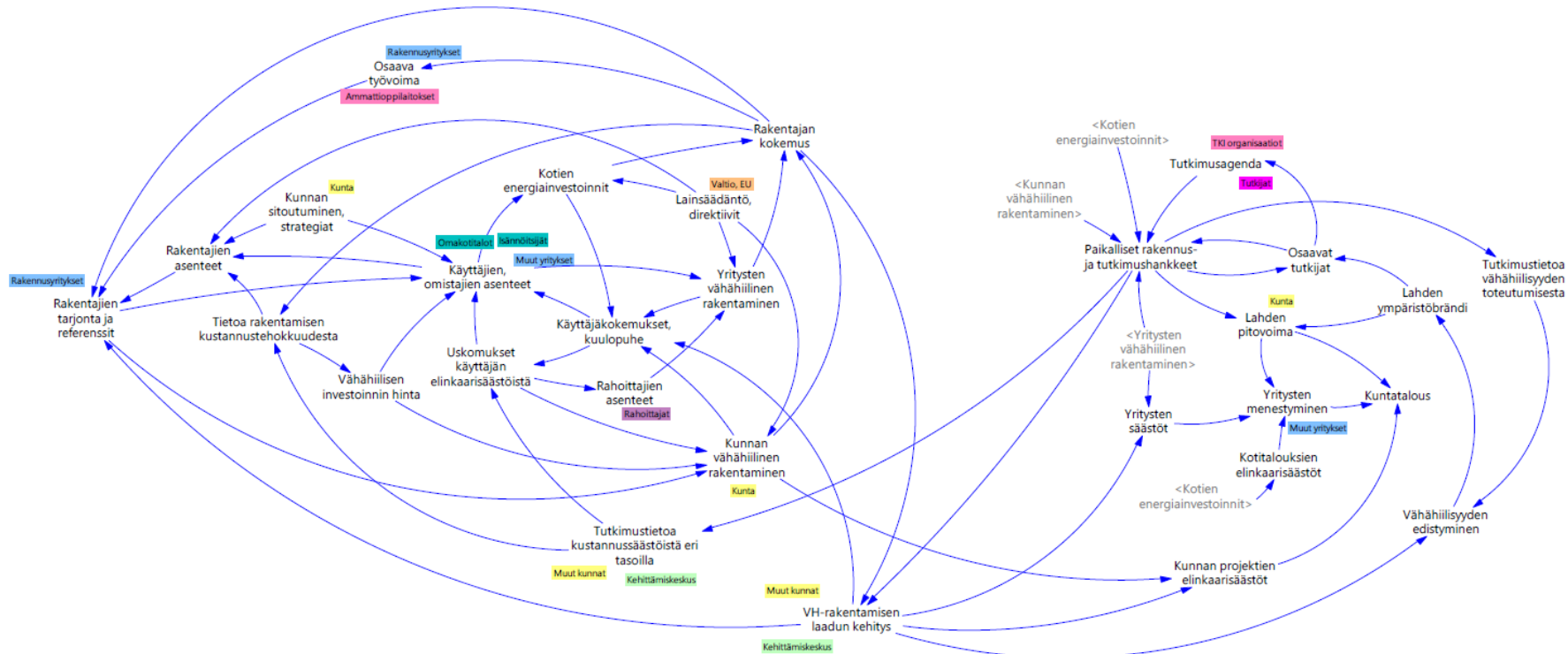
- Ei käsittele suuria määriä toimijoita tai suuria verkostoja kovin näppärästi
- Ei juurikaan adaptaatiota

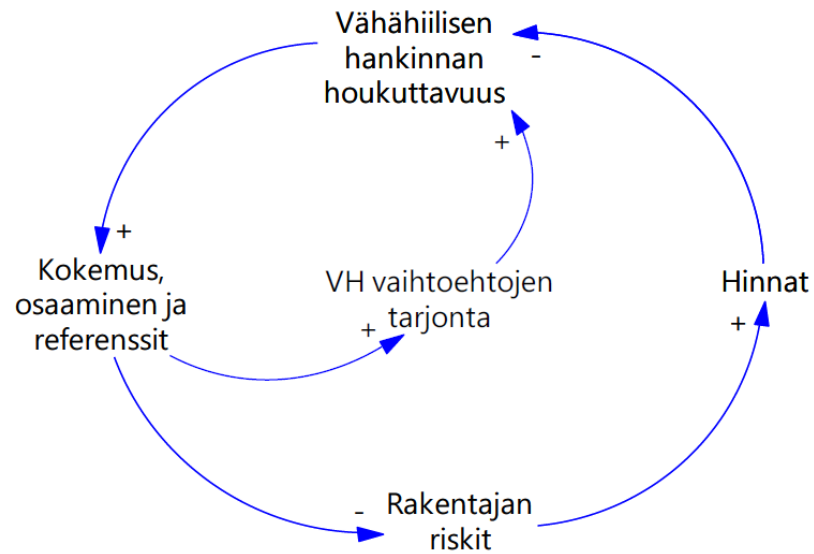
Mallintamisen kääntöpuolia yleisesti

- Sidottu aina ongelmanmäärittelyyn
- Ei aina läpinäkyviä
- Viestii varmuutta virheellisesti



Minimalistinen dynaamisen mallintamisen tapa tai kaksi eri tapaa

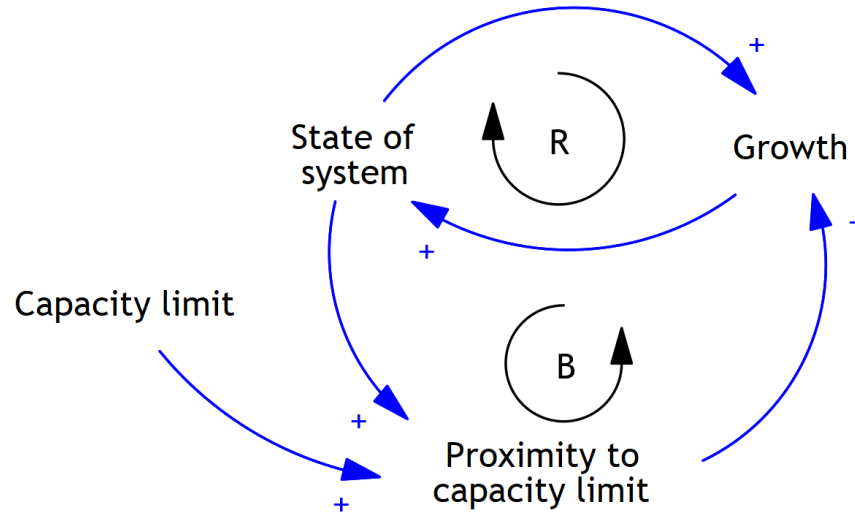




Unohdetaan yksittäiset tekijät hetkeksi ja keskitytään haluttuun tulokseen:

- Halutaan, että jokin kasvaisi
- Kasvu pysähtyy johonkin ennen pitkään, ja voi epäonnistutakin
- Etsimme S-muotoisia kasvukäyriä (ja haluamme välttää niiden tukahtumisen)

S-shaped growth (Richard's model)



$$\text{change in } Y = a Y [1 - (Y/K)^v]$$

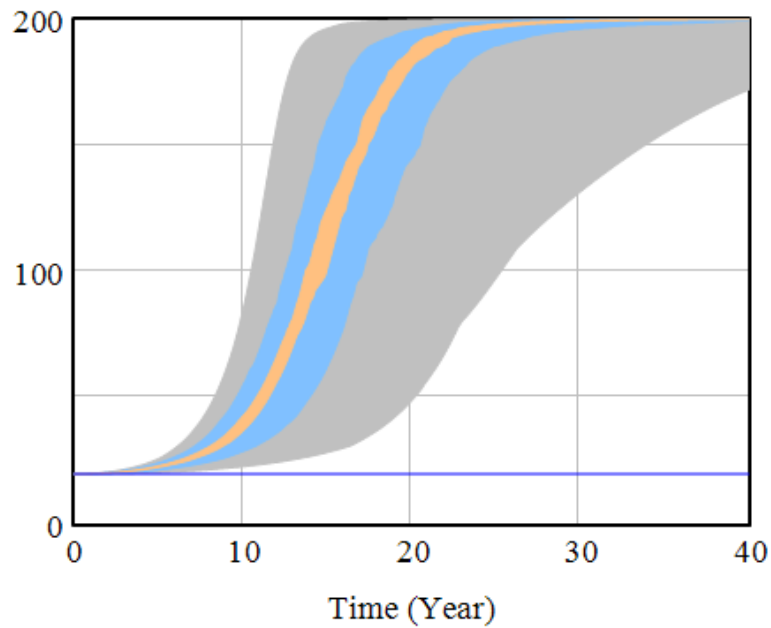
Y: key indicator

a: growth rate

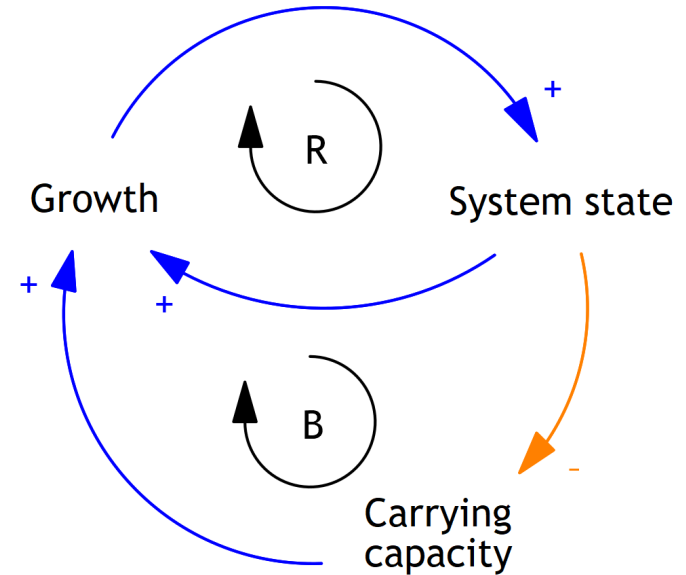
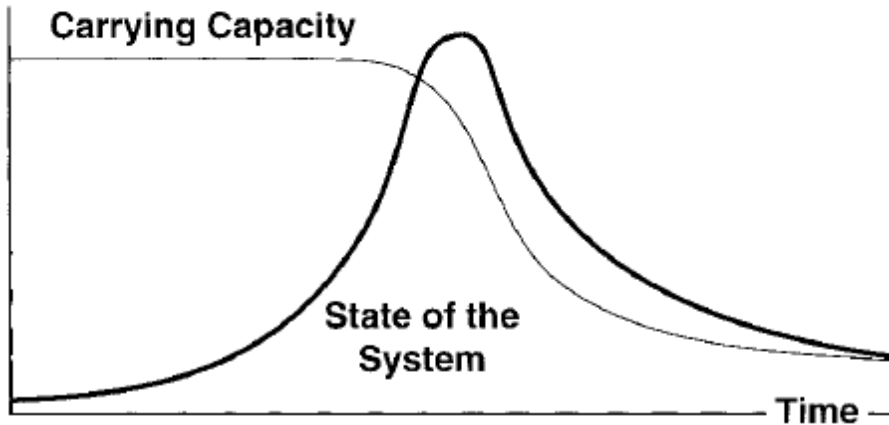
K: carrying capacity

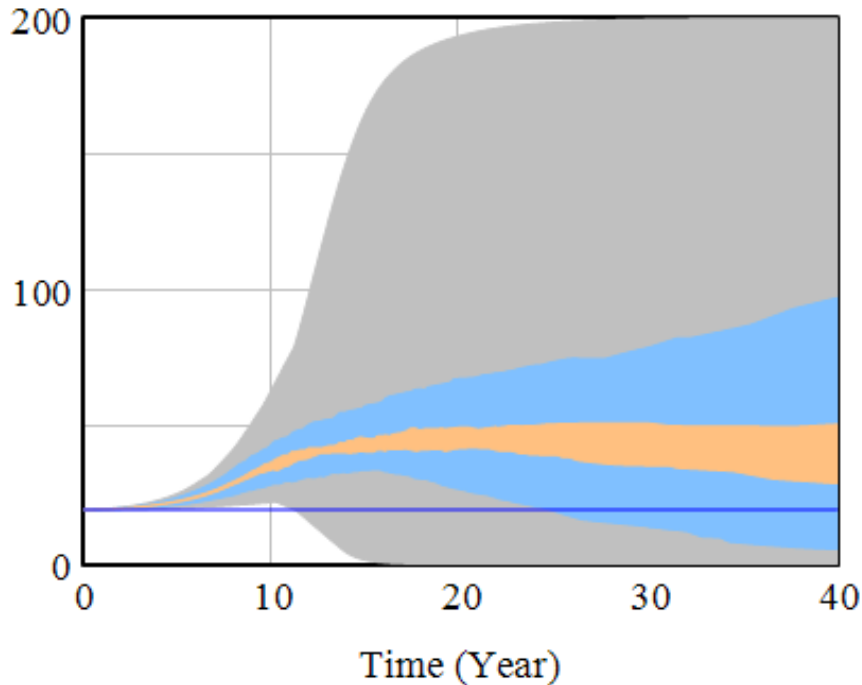
v: dimensionless exponent

Kasvu ja kasvun hidastuminen



Kasvu ja romahdus





- Voidaan selittää periaatteessa mikä vain kehityskulku
- Voidaan lisätä erillisiä palautteita sen verran, kuin se tukee selitystä
- Voidaan lisätä ulkoisia vaikutuksia
- Mitä pitäisi tapahtua / olettaa, että haluttu S-käyrä lähtisi liikkeelle?

Kaksi tulokulmaa?

A) Mikrosta makroon

Tarkastellaan mitä ilmiöön kuuluu, mallinnetaan niiden vuorovaikutuksia

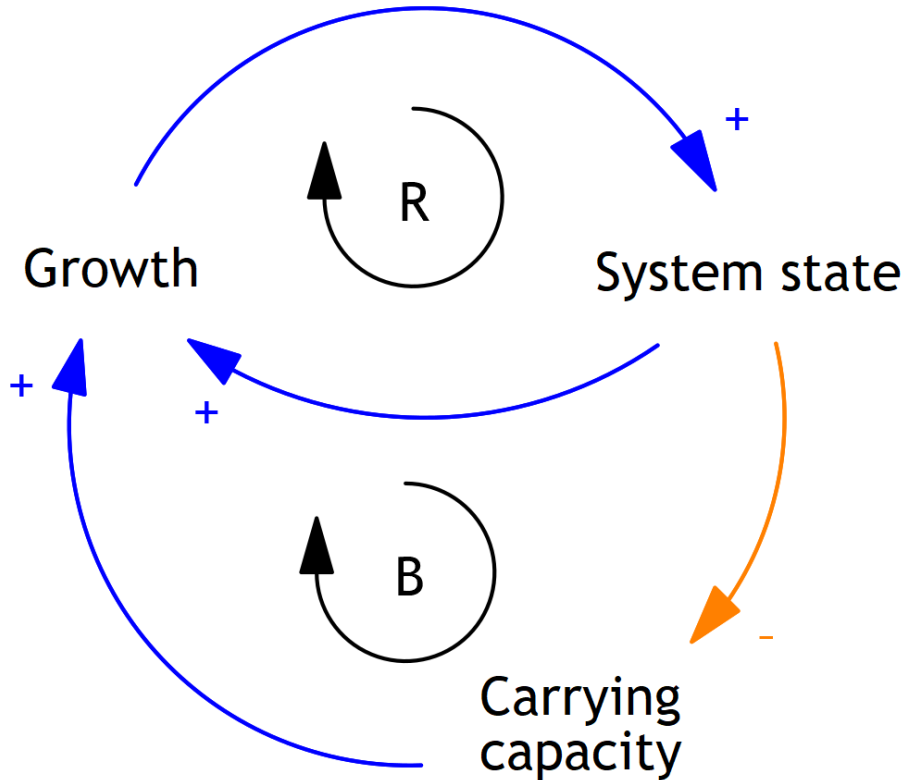
- Aloitetaan isosta mallista, jota kavennetaan tarpeen mukaan

B) Makrosta mikroon

Määritetään mikä lopputulos halutaan selittää, etsitään sille myöhemmin konkreettisia mikrotason tekijöitä

- Aloitetaan pienestä mallista, jota kasvatetaan tarpeen mukaan

Keskusteltavaa:



1. Mikä on jokin tärkeä syy-seuraussuhde alallasi? Voiko sen ymmärtää palautteena?

2. Miten "systeemisyyys" huomioidaan arviointityössä?

3. Voiko arviointi perustua *karkeampaan* S-käyrien etsimiseen? / dynamiikkojen selittämiseen?