

Globaalin ruoantuotannon fosforin kysynnän ennustaminen (aihe-esittely)

Riikka Palosuo

15.9.2025

Ohjaaja: Janne Helin (Luke) ja Matti Hyyrynen (Luke)

Valvoja: Ahti Salo

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Tausta

- Fosfori yhdessä typen kanssa on monesti rajoittava tekijä viljelykasvien kasvulle.
- Maailman ruoantuotannosta noin puolet on riippuvaista kaivannaisesta fosforilannoitteesta.
- Väestön kasvaessa ja vaurastuessa fosforilannoitteiden tarve kasvaa.
- Fosforia on maankuoressa rajallinen määrä ja ihmisen toiminta on vaikuttanut fosforin biogeokemialliseen kiertoon.

Menetelmät/Työkalut

- Ruuantuotannon ansiosta viljelymaasta poistuu fosforia:

$$\widetilde{D}_t(y, p, N) = \sum_r \sum_j \left(\frac{1}{\mu_{r,j}} \alpha_j \underbrace{y_{t,r}^{\eta_{r,j}} p_{t,r,j}^{\varepsilon_{r,j}} N_{t,r}}_{\text{ruoan kysyntä}} \right)$$

- Indeksii r käy läpi kaikki maailman valtiot ja indeksi j käy läpi erilaiset ruokatyyppit.
- $\mu_{r,j}$ on osuus, jonka kotitaloudet kuluttavat tietyn ruokatyyppin tuotannosta tietyllä alueella.
- α_j on tietyn ruokatyyppin fosforipitoisuus.
- $y_{t,r}$ kuvaa alueen tulotaso.
- $\eta_{r,j}$ on tulojousto tietylle ruokatyyppille tietyllä alueella.
- $p_{t,r}$ kuvaa alueen hintatasoa.
- $\varepsilon_{r,j}$ on hintajousto tietylle ruokatyyppille tietyllä alueella.
- $N_{t,r}$ on alueen väkimäärä.

Menetelmät/Työkalut

- Kaivannaisena tuotettavan fosforilannoitteen kysyntä:

$$D_t(\widetilde{D}_t) = \widetilde{D}_t(1 + \lambda - \rho) \text{ kaikille } t \text{ ja } 0 \leq \lambda, \rho \leq 1$$

- λ kuvaa sitä osuutta maaperän fosforista, joka poistuu muuten kuin ruuantuotannon mukana. Esimerkki tästä on eroosio.
 - ρ kuvaa kierrätettävän fosforin osuutta.
- Mallin toteutus käytännössä tapahtuu GAMS:illa (general algebraic modeling system)

Tavoitteet

- Työssä aiotaan ennustaa fosforin kysynnän kehitystä vuoteen 2100 saakka erilaisissa skenaarioissa.
- Miten Helin & Weikard 2019 julkaisema ennuste muuttuu, kun päivitetään uudet:
 - Väestöennusteet (YK 2024)
 - Bruttokansantuotteen kasvun ennusteet (OECD 2022 ja Dellink et al. 2017)
 - Estimaatit ruoka-aineiden tulojoustoille (Boyssou et al. 2024)
- Mielenkiintoista on myös, miten hyvin edellinen ennuste on pitänyt paikkansa vuosille 2015-2024.

Tietolähteet/Aineistot

- Helin, J., & Weikard, H. P. (2019). A model for estimating phosphorus requirements of world food production. *Agricultural Systems*, 176, 102666.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2024). *World Population Prospects 2024, Online Edition*
- OECD (2022). *Economic Outlook No. 114 – Long term baseline projections, Online Edition*
- Dellink, R., Chateau, J., Lanzi, E., & Magné, B. (2017). Long-term economic growth projections in the Shared Socioeconomic Pathways. *Global Environmental Change*, 42, 200-214.
- Bouyssou, C. G., Jensen, J. D., & Yu, W. (2024). Food for thought: A meta-analysis of animal food demand elasticities across world regions. *Food Policy*, 122, 102581.

Aikataulu

- 06-07/2025 Vanhaan malliin ja sen toteutukseen tutustuminen, uusien aineistojen etsiminen
- 08-10/2025 Mallin päivitys uusien aineistojen avulla
- 08-10/2025 Kandidaatintyön kirjoittaminen
- 10/2025 Valmiin työn esittely