

Tutkittua tietoa luomusta

Kierrätysravinnelähteet

Miia Kuisma
Tutkija

MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus

13.5.2014



LUOMUINSTITUUTTI
Ravinnehaasteeseen
vastaamassa

Sisältö

- Johdanto
- Primääriravinteet, sekundääriravinteet, kierrätysravinteet
- Kierrätysravinnelähteet
- Kierrätysravinteiden ravinne- ja energiapotentiaali - Tapaustutkimus
- Yhteenveto



Johdanto

Globaalit ongelmat

- Ravinteet ja niiden käyttö kytkeytyvät globaaleihin ympäristöllisiin ja sosiaalisiin ongelmiin
- Ravinteidenkäytöllä negatiivisia ympäristövaikutuksia globaalisti ja paikallisesti:
 - Rehevöityminen
 - Biodiversiteettikato
 - Ilmastonmuutos
 - Happamoituminen

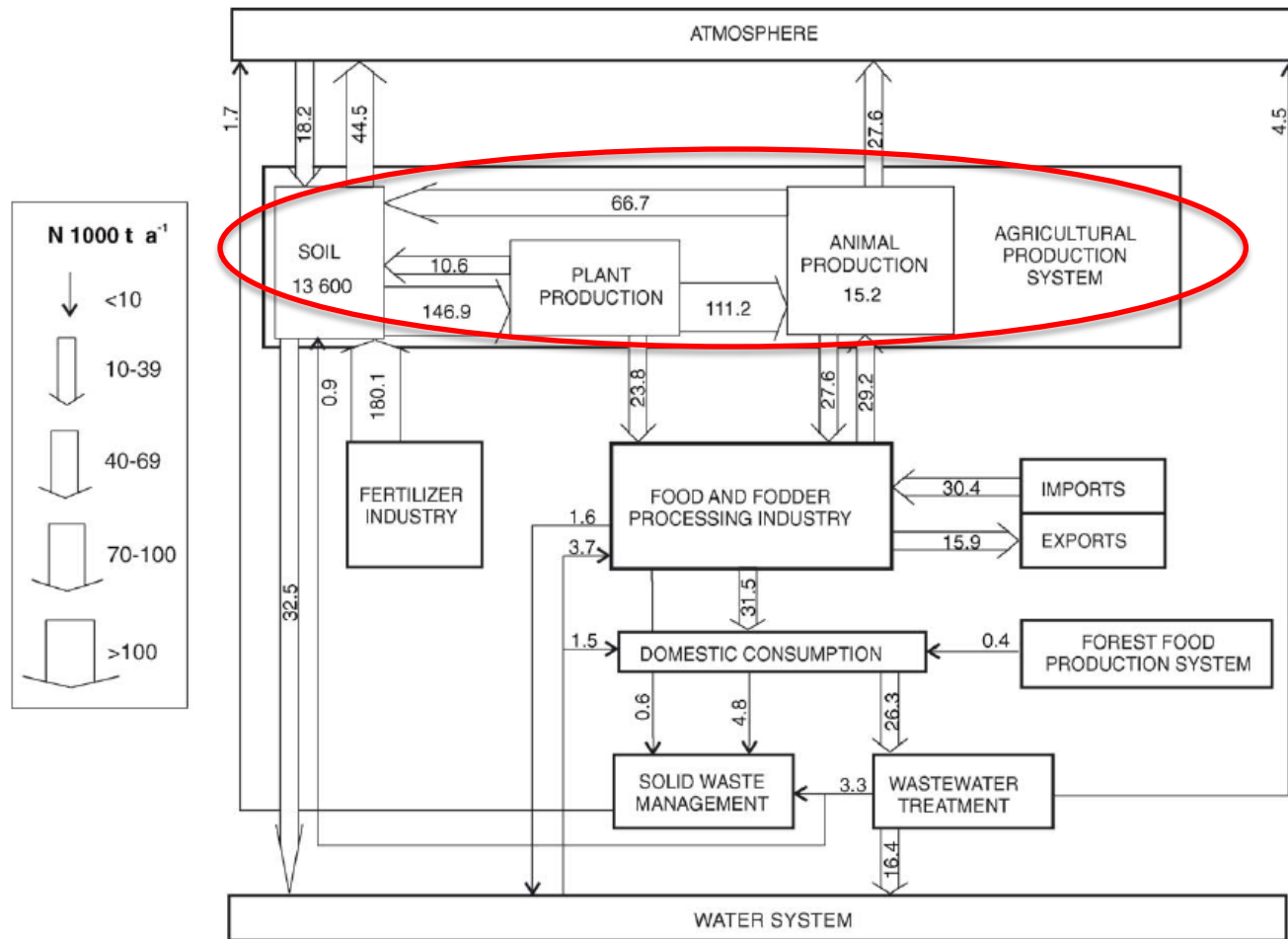
Reaktiiviset ravinteet

- Ravinteiden muuntuminen/muuntaminen reaktiivisiin muotoihin alkusyy
- Määrä moninkertaistunut ihmistoiminnan seurauksena
- Ihmistoiminnan luomat/ylläpitämät muuntamisprosessit:
 - Teollinen typensidonta
 - Biologinen typensidonta viljelyssä
 - Fossiilisen energian käyttö
 - Kallioperän fosfaattien käyttöönotto

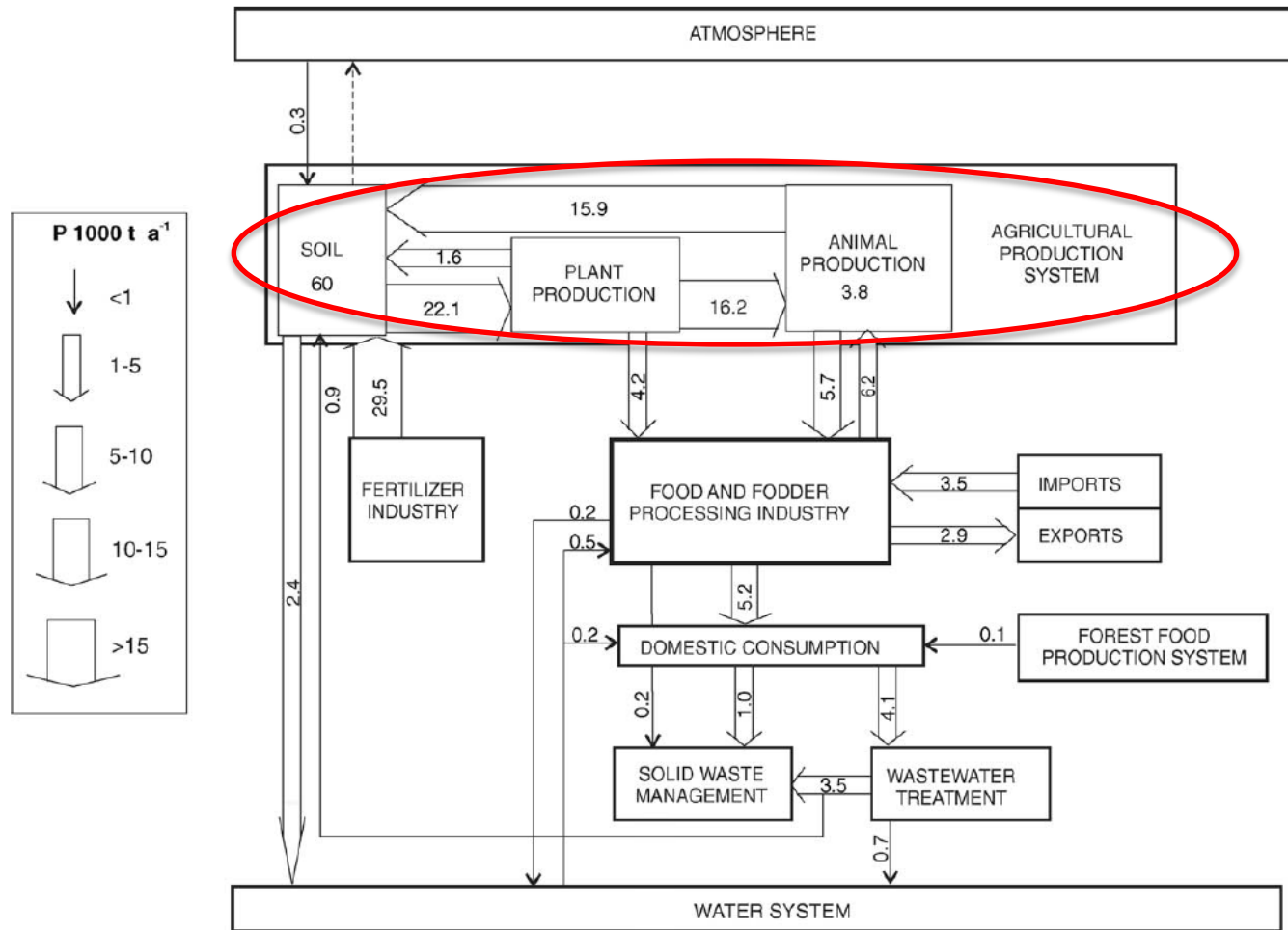
Ruokajärjestelmän rooli

- Ruokajärjestelmän rooli on keskeinen ravinteidenkäytössä
 - Reaktiiviseen muotoon muunnetusta typestä (N_r) globaalisti 74 % (Kahiluoto ym. 2014)
 - Käyttöön otetusta fosforista globaalisti 89 % ja EU:ssa 96 % (Cordell ym. 2009; Ott ja Rechberger 2012)
- Osavaikutusten tarkastelu antaa suppeamman kuvan
 - Esim. maatalouden osuus rehevöittävästä ravinnekuormasta Suomessa typestä 56 % ja fosforista 68 % (SYKE 2013)

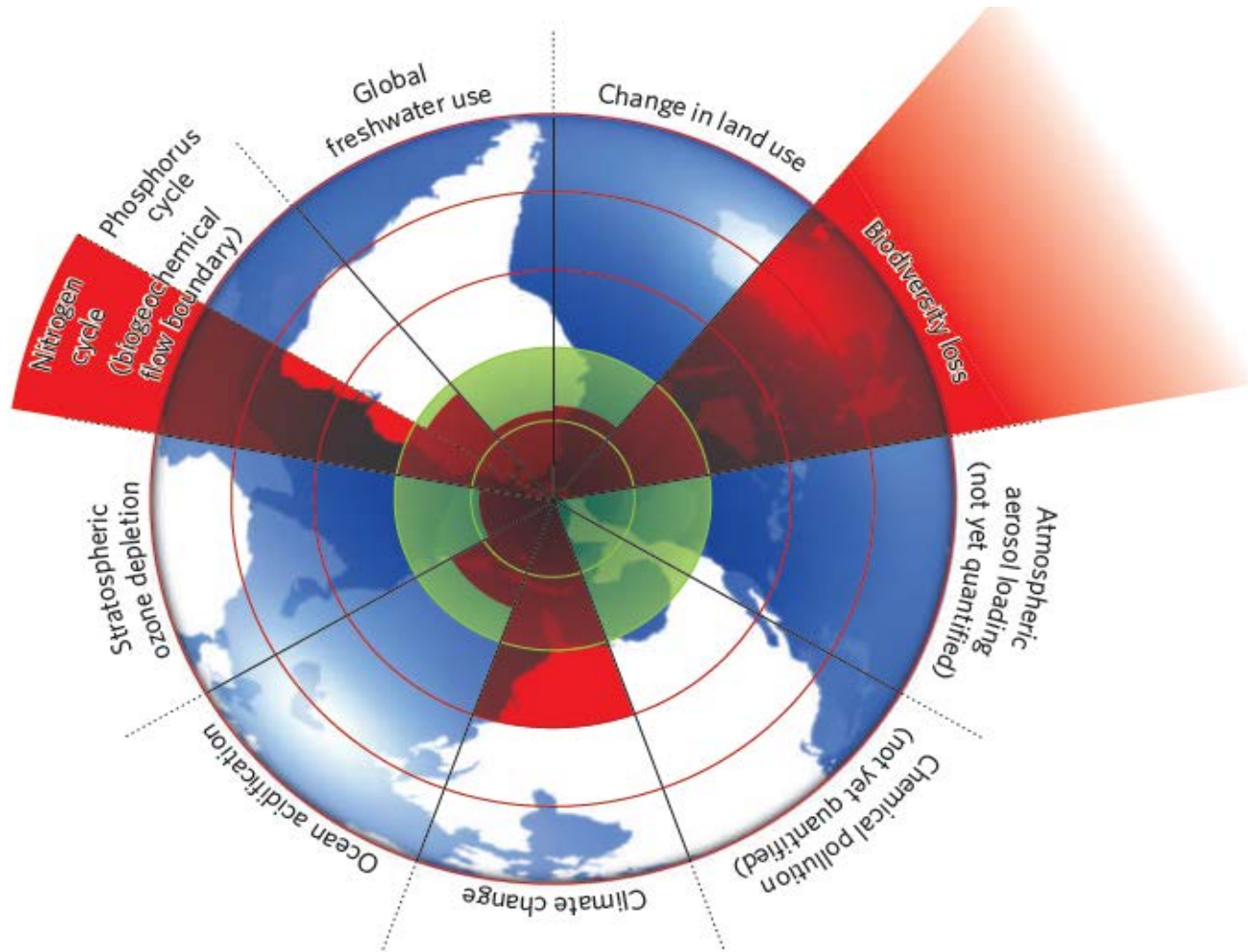
Ruokajärjestelmän tyypivarastot ja -virrat (kt/v)



Ruokajärjestelmän fosforivarastot ja -virrat (kt/v)



Ravinnehaasteen mittavuus globaalisti



Ravinnehaaste ruokajärjestelmälle

- Mitä ravinteiden käytön planeettarajat tarkoittavat ruokajärjestelmälle globaalisti? (Kahiluoto ym. 2014)
 - Reaktiivisesta tyypestä (N_r) 74 % muodostuu ruokajärjestelmässä
 - Fosforin virrasta vesistöihin 80 % aiheutuu ruokajärjestelmästä
- Ruokajärjestelmässä tarve pienentää ravinnevirtoja:
 - N_r neljäsosaan
 - P-virta kymmenesosaan

Ravinteet ja ruokaturva

- Väestönkasvu
- Kulutustottumukset
- Tuotantopanosten käyttö
 - Riippuvuus
 - Tehottomuus
 - Energian hinta → Muiden tuotantopanosten hinta
- Ravinteidenkäytön historia → Oikeidenmukainen ravinneresurssienjako



Primääriravinteet: Typpi

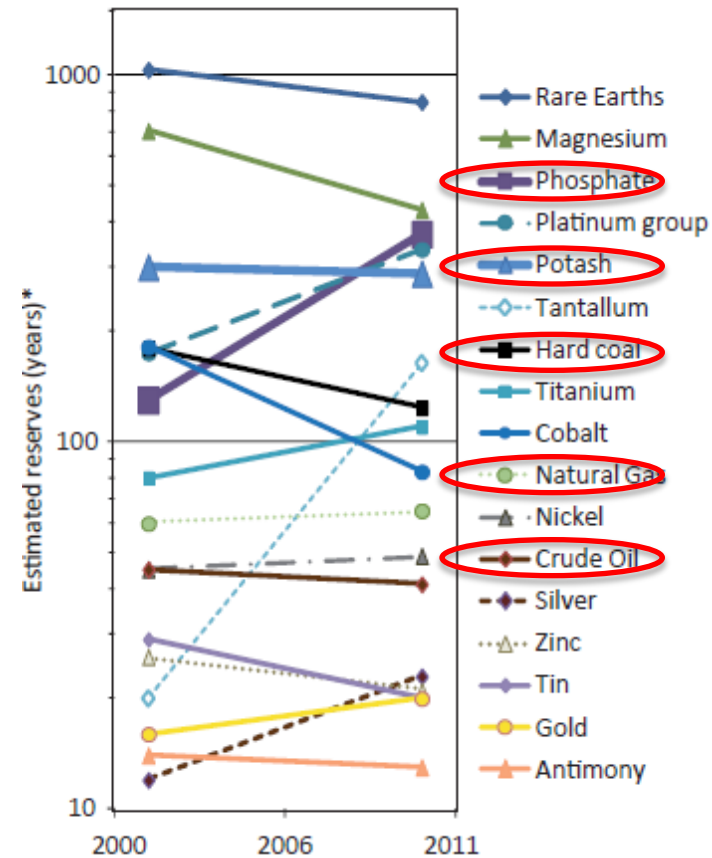
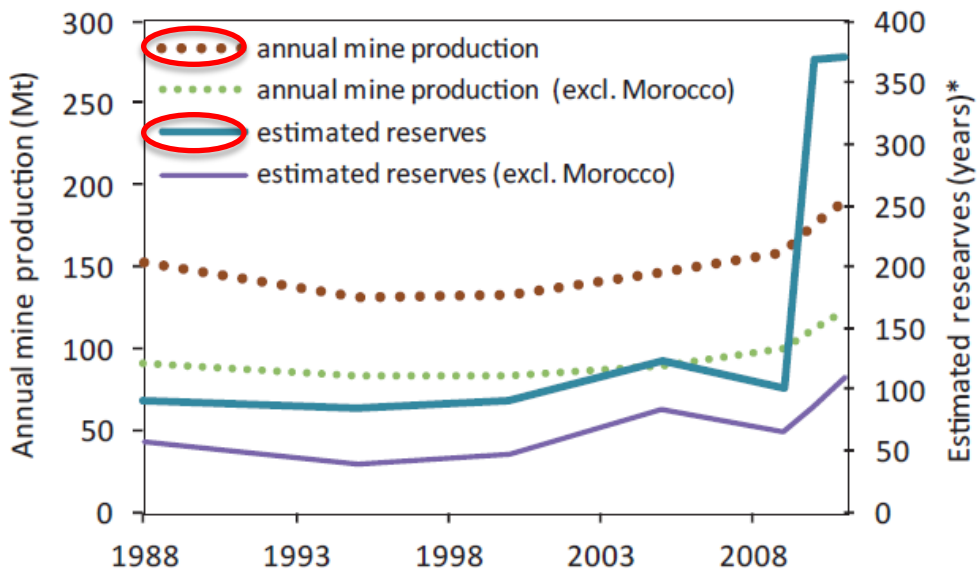
- Ilmakehän N_2 -kaasun muuntaminen reaktiivisiin yhdistemuotoihin (N_r)
 - Teollinen typensidonta: Haber-Bosch -prosessi
 - Biologinen typensidonta
 - Fossiilisen energian käyttö

Reaktiivinen typpi

- Keinolannoitteet 52 %
- Muut kemikaalit 12 %
- Biologinen typensidonta viljelyssä 21 %
- Fossiilisen energian käyttö 13 %

Primääriravinteet: Fosfori

- Kallioperän uusiutumattomien fosfaattivarantojen louhinta
 - Reservien koko ja riittävyys
 - Dynaamiset resurssit: kysyntä kasvattaa hyödyntämiskelpoisia reservejä
- Ei vaihtoehtoisia lähteitä



Sekundääriravinteet - Kierrätysravinteet

- Ravinteet on jo muunnettu reaktiiviseen muotoon ja otettu käyttöön
- Ruokajärjestelmän sivuvirrat
- Metsäteollisuuden sivuvirrat

Ruokajärjestelmän sivuvirrat

- Jätteet ja sivutuotteet
- Tuotannon ulkopuolisella peltoalalla tuotetut biomassat
- Ravinnevalumien tuottamat biomassat
- Pellon ravinnevarat

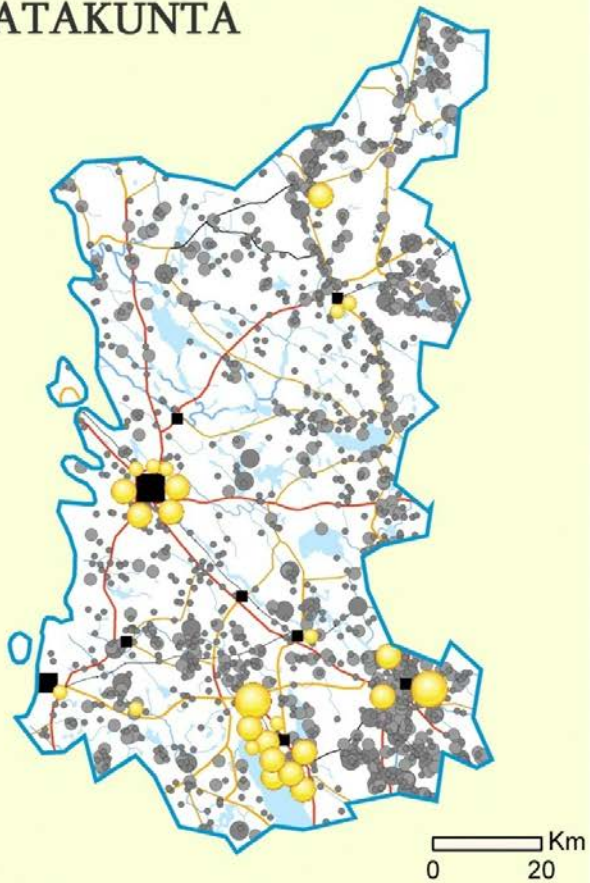
Kierrätysravinnelähteet

- Ruokajärjestelmästä
 - Alkutuotanto: Lanta, sadonkorjuujätteet, kesantobiomassat, pellon ravinnevarat
 - Jalostus: Biojäte, sivutuotteet, jätevesi, jätevesiliete
 - Kauppa: Biojäte
 - Kulutus: Biojäte, jätevesi, jätevesiliete
 - Panostuotanto: Sivutuotteet, jätevesi, jätevesiliete
 - Vesistöbiomassat: kalat, kasvillisuus, pohjaliete
- Metsäteollisuudesta
 - Kuitulietteitä, kalkkeja, tuhkia

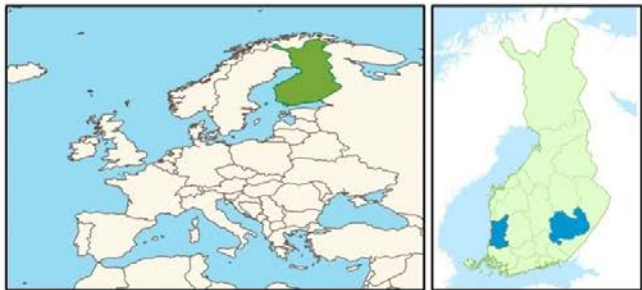
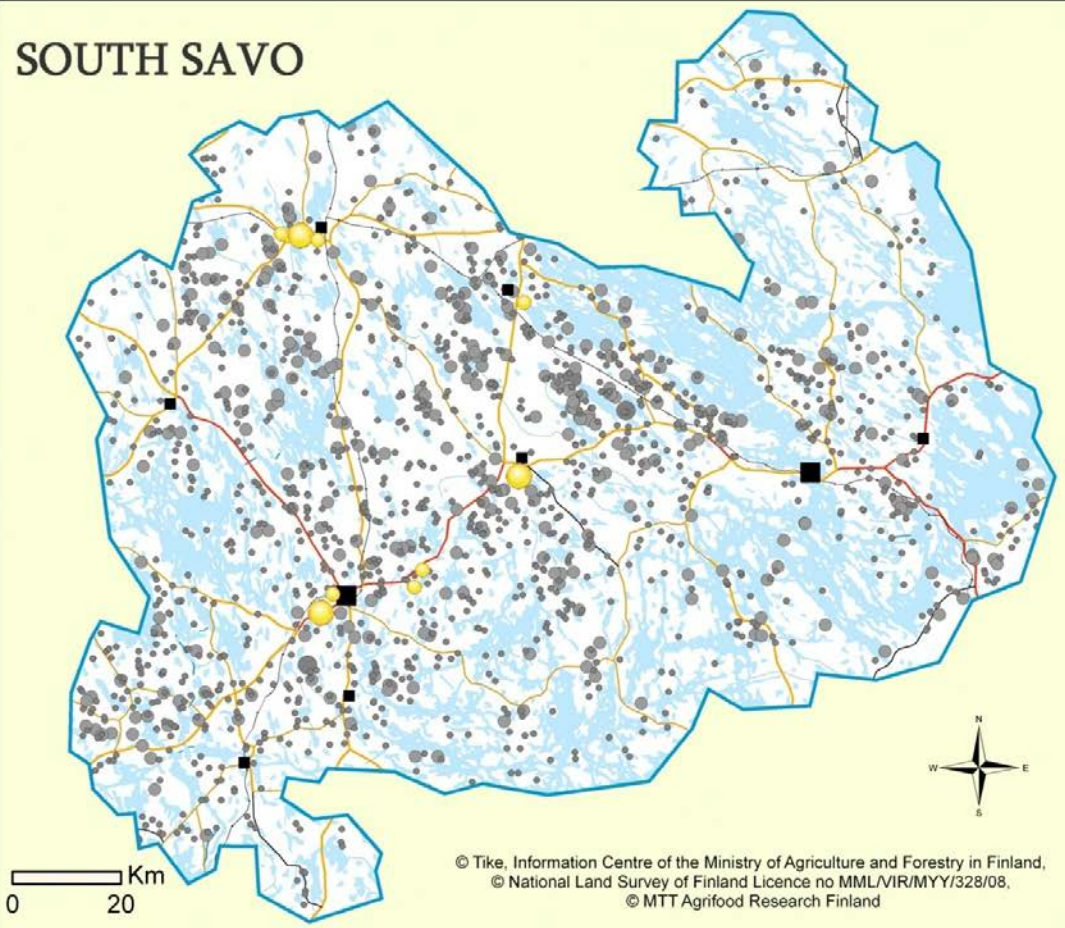
Kierrätysravinteiden potentiaali

- Tapaustutkimus ruokajärjestelmän jäte- ja sivutuotebiomassoista
 - Ruokajärjestelmä: Alkutuotanto, elintarvikejalostus, tukku- ja vähittäiskauppa, ruokapalvelut, kotitaloudet, panostuotanto, jätehuolto
- Sivuvirtojen ravinne- ja energiapotentiaali sekä potentiaali torjua rehevöitymistä ja ilmastonmuutosta
 - Nykyinen teknologinen sivuvirtapotentiali, teoreettinen maksimi
 - Ei vaikutusta alueen ruoantuotantoon

SATAKUNTA



SOUTH SAVO



Main food processors

Employees

- 10 - 49
- 50 - 249
- 250 - 999

Manure

t a⁻¹ DM

- 0 - 69
- 70 - 229
- 230 - 654

Population centres

Population

- 5 000 - 19 999
- 20 000 - 49 999
- 50 000 - 79 999

- Railway
- Roads
-
- Watercourses

Etelä-Savo vs. *Satakunta*

- Asukasluku 158 677
 - Taajama-aste 69 %
- Maapinta-ala (km²) 13 989
- Vesistöjen ala (km²) 4 780
- Asukastiheys (as/km²) 11,3
- Viljeltyä peltoa (ha) 79 000
 - Viljaa 34 %
 - Nurmea 47 %
 - Muu 19 %
- Kotieläimiä (ey) 42 000
 - Eläintiheys (ey/ha) 0,5
 - Märehtijöitä 93 %
 - Yksimahaisia 7 %
- Elintarvikejalostajia 111

- Asukasluku 228 896
 - Taajama-aste 82 %
- Maapinta-ala (km²) 7 956
- Vesistöjen ala (km²) 3 681
- Asukastiheys (as/km²) 28,7
- Viljeltyä peltoa (ha) 147 000
 - Viljaa 63 %
 - Nurmea 16 %
 - Muu 19 %
- Kotieläimiä (ey) 51 000
 - Eläintiheys (ey/ha) 0,3
 - Märehtijöitä 51 %
 - Yksimahaisia 49 %
- Elintarvikejalostajia 205

Sivuvirtojen nykyinen hyödyntäminen

(%)

	Etelä-Savo			Satakunta		
	e	NP	C	e	NP	C
- Sadonkorjuujäte	-	88	93	-	97	97
- Karjanlanta	-	100	100	-	100	100
- Suojavyöhykebiomassa	-	10	10	-	10	10
- Vesistöbiomassa	-	9	3	-	1	1
- Jalostusjäte	22	28	43	18	31	38
- Biojäte	1	39	64	11	34	56
- Jätevesiliete	23	40	100	34	40	100
Yhteensä	<1	90	95	4	70	90

Skenaariot

- Laadittu eri tavoitteiden saavuttamiseksi:
 - Ilmastonmuutoksen torjunta bioenergiaa tuottaen tai hiiltä maahan varastoiden,
 - Rehevöitymisen torjunta tai
 - Aluetalouden vahvistaminen
- Biomassapotentiaalista sisällytetty skenaarion tavoitteiden mukainen osuus (alkuperä, laatu, sijainti/kuljetusmatka)
 - Lähitulevaisuudessa syntyvät lisäbiomassat
- Nykyinen käyttökelpoinen teknologia
 - Biokaasu: märät biomassat, sekä energiaa että kierrätysravinteita
 - Poltto: kuivat biomassat, energiaa ja tuhkaa
 - Kompostointi: hiilen varastointi
 - Bioetanoli, biodiesel: liikennepolttoainetta soveltuvista biomassoista
 - Kierrätyslannoitteiden jatkojalostus, ravinteiden eriyttäminen, kuljetuksen tehostaminen: separointi, typen strippaus, rakeistus

Sivuvirtapotentiaali (t/v)

	Etelä-Savo		Satakunta	
	kt/v	kt/v KA	kt/v	kt/v KA
HAJAUTUNEET MASSAT				
- Nurmibiomassa (+)	120	25	210	42
- Sadonkorjuujäte	57	28	260	130
- Karjanlanta	550	69	590	85
- Tilalla syntyvä eläinjäte	0.19	0.055	0.16	0.047
- Suojavyöhykebiomassa (+)	14	2.9	75	15
- Vesistöbiomassa (+)	7.8	3.1	22	9.3
KESKITTYYNEET MASSAT				
- Jalostusjäte	4.8	1.4	120	37
- Biojäte	20	7.2	17	5.9
- Jätevesiliete (+)	26	3.6	71	11
TOTAL	800	140	1400	340

(+) Lähitulevaisuudessa syntyvät lisäbiomassat

Ravinne- ja hiilipotentiali (t/v)

	Etelä-Savo			Satakunta		
	N	P	C	N	P	C
- Nurmibiomassa (+)	840	150	4 100	1 400	250	6 800
- Sadonkorjuujäte	160	22	5 400	880	110	33 000
- Karjanlanta	2 500	660	23 000	3 400	1 100	23 000
- Suojavyöhyke- ja vesistöbiomassa (+)	140	21	1 100	560	100	4 000
- Jalostusjäte	83	11	260	2 800	350	6 500
- Biojäte	87	17	1 200	120	24	1 700
- Jätevesiliete (+)	140	90	660	450	280	2 000
Yhteensä	3 900	970	36 000	9 600	2 200	77 000

(+) Lähitulevaisuudessa syntyvät lisäbiomassat

Energiapotentiaali (GWh/v)

	Etelä-Savo	Satakunta
- Nurmibiomassa (+)	69	120
- Sadonkorjuujäte	80	510
- Karjanlanta	72	96
- Suojavyöhyke- ja vesistöbiomassa (+)	23	98
- Jalostusjäte	5	150
- Biojäte	9	12
- Jätevesiliete (+)	5	15
Yhteensä	260	1 000

(+) Lähitulevaisuudessa syntyvät lisäbiomassat

Ravinne- ja energiapotentiaali alueen kulutuksesta

	Etelä-Savo		Satakunta	
	N	P	N	P
Ravinnepotentiaali kg/ha v	38	10	50	13
Sadon ravinteidenotosta %	45	99	72	120
	GWh/v		GWh/v	
Bioenergiapotentiaali	220-270		680-1 000	
Keinolannteiden valmistuksessa vältetty primäärienergian kulutus	42		170	
	%		%	
Tuotettu biosähkö alueen kulutuksesta	4,2-5,2		3,4-4,9	
Tuotettu biolämpö alueen kulutuksesta	14-17		32-45	
Tuotetut liikenteen biopolttoaineet alueen kulutuksesta	0-0,2		0-1,2	

Vältetyt kasvihuonekaasupäästöt

	Etelä-Savo		Satakunta	
	CO ₂ ekvivalentti- t/v	% ^a	CO ₂ ekvivalentti- t/v	% ^a
Bioenergialla korvattu alueen energiankulutusta	73 000	87	330 000	91
Keinolannoitteiden valmistuksessa vältetyt päästöt	9 100	11	36 000	10
Kaatopaikkasijoituksen vähenemisenä vältetyt päästöt	1200	1	2 000	<1

^a Osuus kasvihuonekaasupäästöjen kokonaisvähennyksestä

Kahiluoto ja Kuisma (toim.) 2010; Kahiluoto ym. 2011; Kuisma ym. 2013

Yhteenveto

- Ruokajärjestelmän osuus ravinteidenkäytöstä hallitseva, keinolannoitekäyttö sen sisällä määräävä
- Planeettarajoihin palaamiseksi valtava primääriravinteiden käyttöönoton vähentämishaaste
- Sekundääri- eli kierrätysravinteiden rooli keskeinen tulevaisuudessa
- Ruokajärjestelmän sivuvirtojen kierrätysravinnepotentiaali merkittävä
- Täysi ilmasto- ja vesistöhyöty sivuvirroista vain sekä energiaa tuottaen että tehokkaasti ravinteita kierrättäen
- Kierrätysravinteiden tehokas hyödyntäminen edellyttää uuden lannoitusstrategian omaksumista

Kiitos!

Kirjallisuus

- **Antikainen, R., Lemola, R., Nousiainen, J.I., Sokka, L., Esala, M., Huhtanen, P., Rekolainen, S. 2005.** Stocks and flows of nitrogen and phosphorus in the Finnish food production and consumption system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 287-305.
- **Cordell, D., Drangert, J.O., White, S., 2009.** The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Glob. Environ. Change* 19, 292–305.
- **Galloway, J.N., Townsend, A.R., Erisman, J.W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J.R., Martinelli, L.A., Seitzinger, S.P., Sutton, M.A., 2008.** Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. *Science* 320, 889–892.
- **Joonas, Juuso, Kuisma, Miia, Alakukku, Laura, Kahiluoto, Helena. 2012.** Carbon flows of waste biomasses applicable to agricultural soils in Finland. In: *Global assessment for organic resources and waste management, 8th international conference ORBIT 2012 : book of abstracts / Eds. Anne Trémier et al.. Verlag ORBIT. p. 52.*
- **Kahiluoto, Helena, Kuisma, Miia, Kuokkanen, Anna, Mikkilä, Mirja, Linnanen, Lassi. 2014.** Taking planetary nutrient boundaries seriously: Can we feed the people? *Global Food Security* 3 1: 16-21.
- **Kahiluoto, H., Kuisma, M., Havukainen, J., Luoranen, M., Karttunen, P., Lehtonen, E., Horttanainen, M., 2011.** Potential of agrifood wastes in mitigation of climate change and eutrophication - Two case regions. *Biomass Bioenergy* 35, 1983-1994.
- **Kahiluoto ja Kuisma (toim.) 2010.** MTT Kasvu 12. <http://www.mtt.fi/mttkasvu/pdf/mttkasvu12b.pdf>
- **Kuisma M, Kahiluoto H, Havukainen J, Lehtonen E, Luoranen M, Myllymaa T, Grönroos J, Horttanainen M. 2013.** Understanding biorefining efficiency – The case of agrifood waste. *Bioresource Technology* 135: 588-597.
- **Ott, C., Rechberger, H. 2012.** The European phosphorus balance. *Resources, Conservation and Recycling* 60: 159-172.
- **Rockström, J. ym. 2009a.** A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475.
- **Rockström, J. ym. 2009b.** Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology&Society* 14, 32.
- **Sutton M.A. ym. 2013.** Our Nutrient World: The challenge to produce more food and energy with less pollution. *Global Overview of Nutrient Management. Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh on behalf of the Global Partnership on Nutrient Management and the International Nitrogen Initiative. 114 pp.*
- **SYKE 2013.** Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. Julkaistu 30.8.2013, päivitetty 2.9.2013. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistojen_ravinnekuormitus_ja_luonnon_huuhtouma



www.luomuinstituutti.fi

2014



Vipuvoimaa
EU:lta
2007-2013

