



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse



Orgaaniliste väetiste eripärad ja nende kasutamise agronoomilised ja ökoloogilised aspektid

Alar Astover
mullateaduse õppetool

Teemad

- Väetamise tähtsus
- Taimetoiteelemendid – taimede toitumine, liikuvus (N ja P fookuses)
- Toiteainete ringe ja väetamine muld-ilmastik erisuste kontekstis
- Orgaaniliste väetiste eripärad

Väetiste globaalne ja lokaalne tähtsus

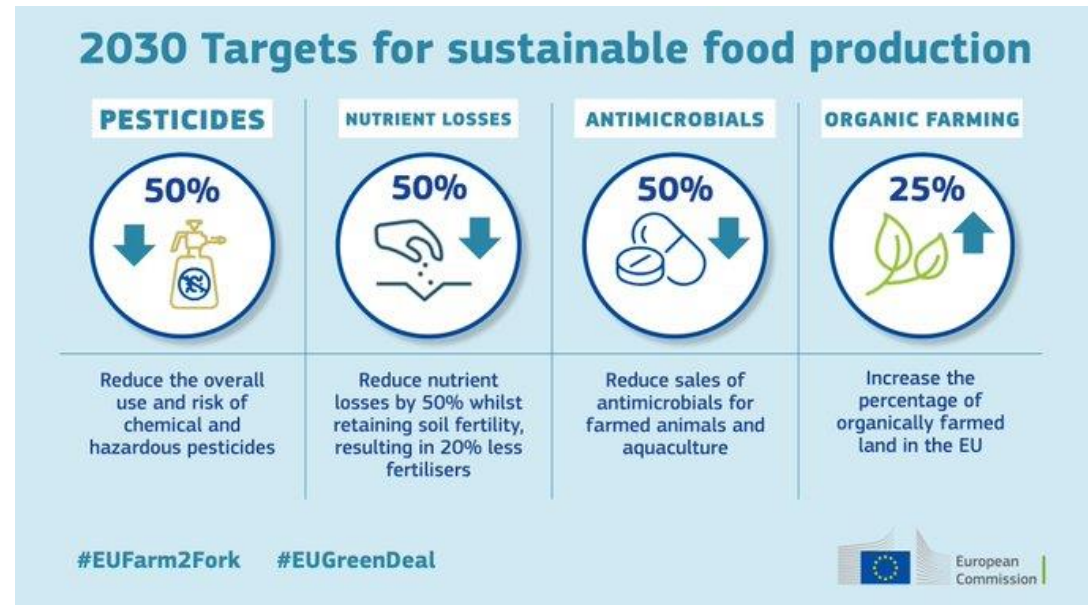
- Üleilmsed ja kohalikud väljakutsed (rahvastiku ja toidunõudluse kasv, kliimamuutused)
- Taimede saagikus, saagi kvaliteet
- Ökoloogiline tasakaal – mulla ja vee kvaliteet, elurikkus

Aastaks 2050 vaja vähemalt 50% rohkem põllumajandustoodangut (Tilman et al. 2011)?
Mis lahendused?

- * **Rohkem põllumaad** (piiratud võimalus ja enamasti mitteaktsepteeritud lahendus)
- * **Suurem saagikus** (intensiivsem põllumajandus?)

Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. Ray DK, Mueller ND, West PC, Foley JA (2013) PLoS ONE 8(6): e66428.

- * **Tarbimise vähendamine, taaskasutus**



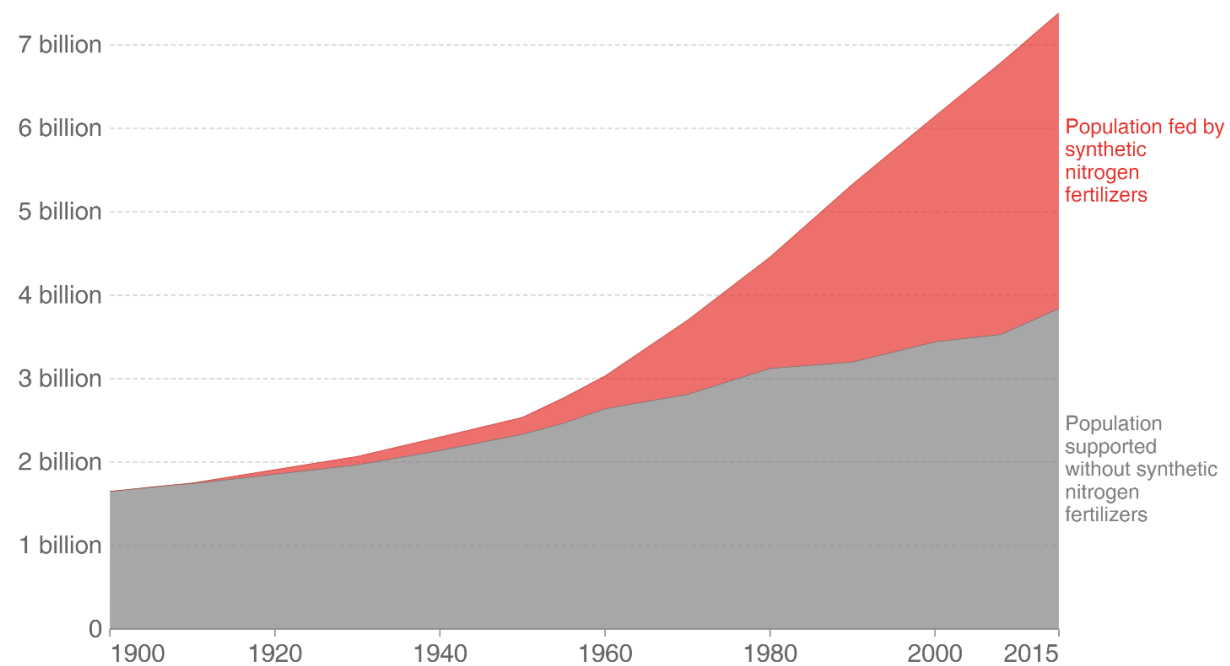
https://twitter.com/eu_commission/status/1263054310499405824
16.03.2022

Mineraalse lämmastikväetise osakaal maailma toitmisel

World population supported by synthetic nitrogen fertilizers

Estimates of the share of the global population which could be supported with and without the production of synthetic nitrogen fertilizers (via the Haber-Bosch process) for food production. Best estimates project that just over half of the global population could be sustained without reactive nitrogen fertilizer derived from the Haber-Bosch process.

Our World
in Data

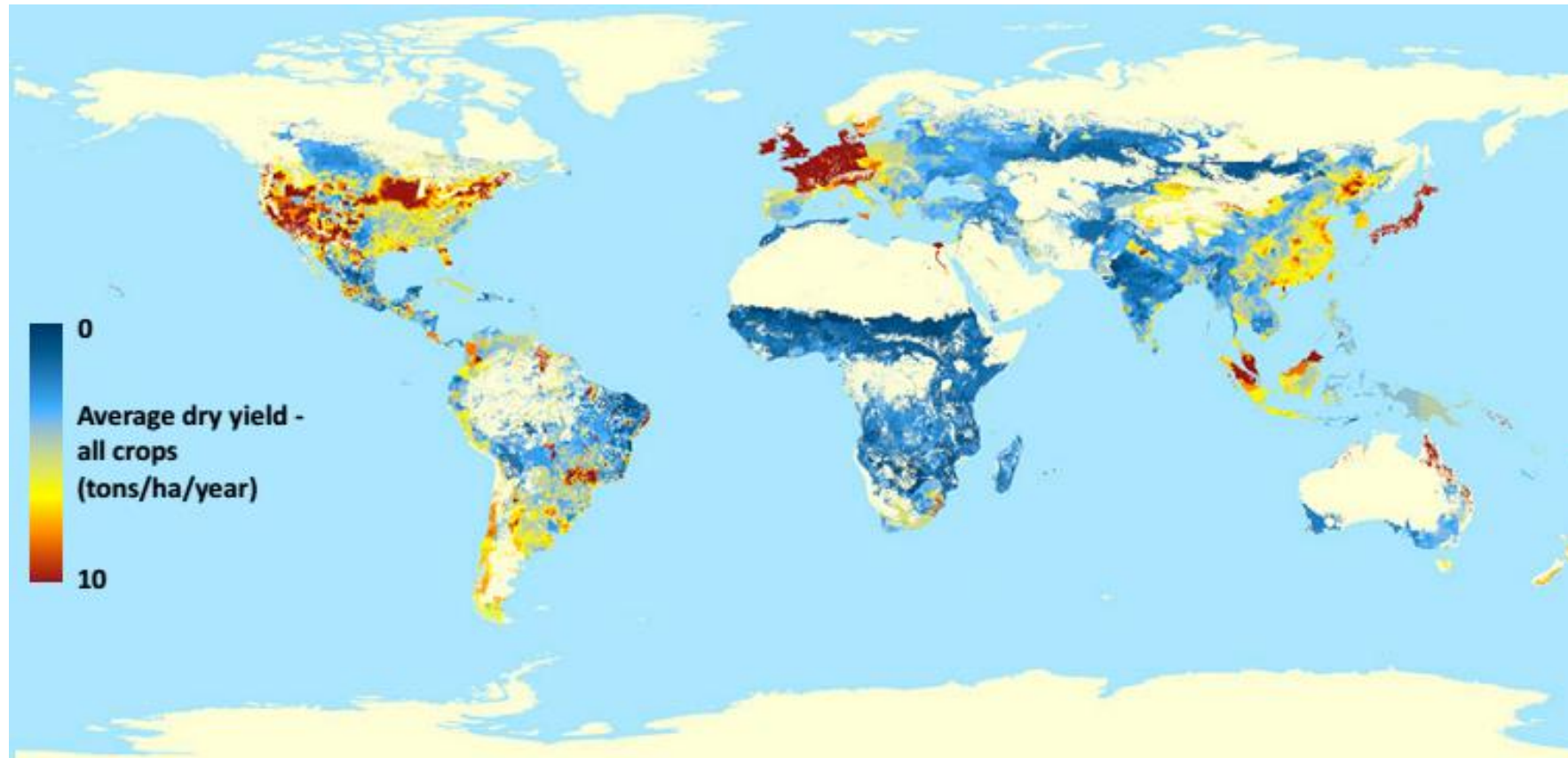


Source: Erismann et al. (2008); Smil (2002); Stewart (2005)

OurWorldInData.org/how-many-people-does-synthetic-fertilizer-feed/ • CC BY

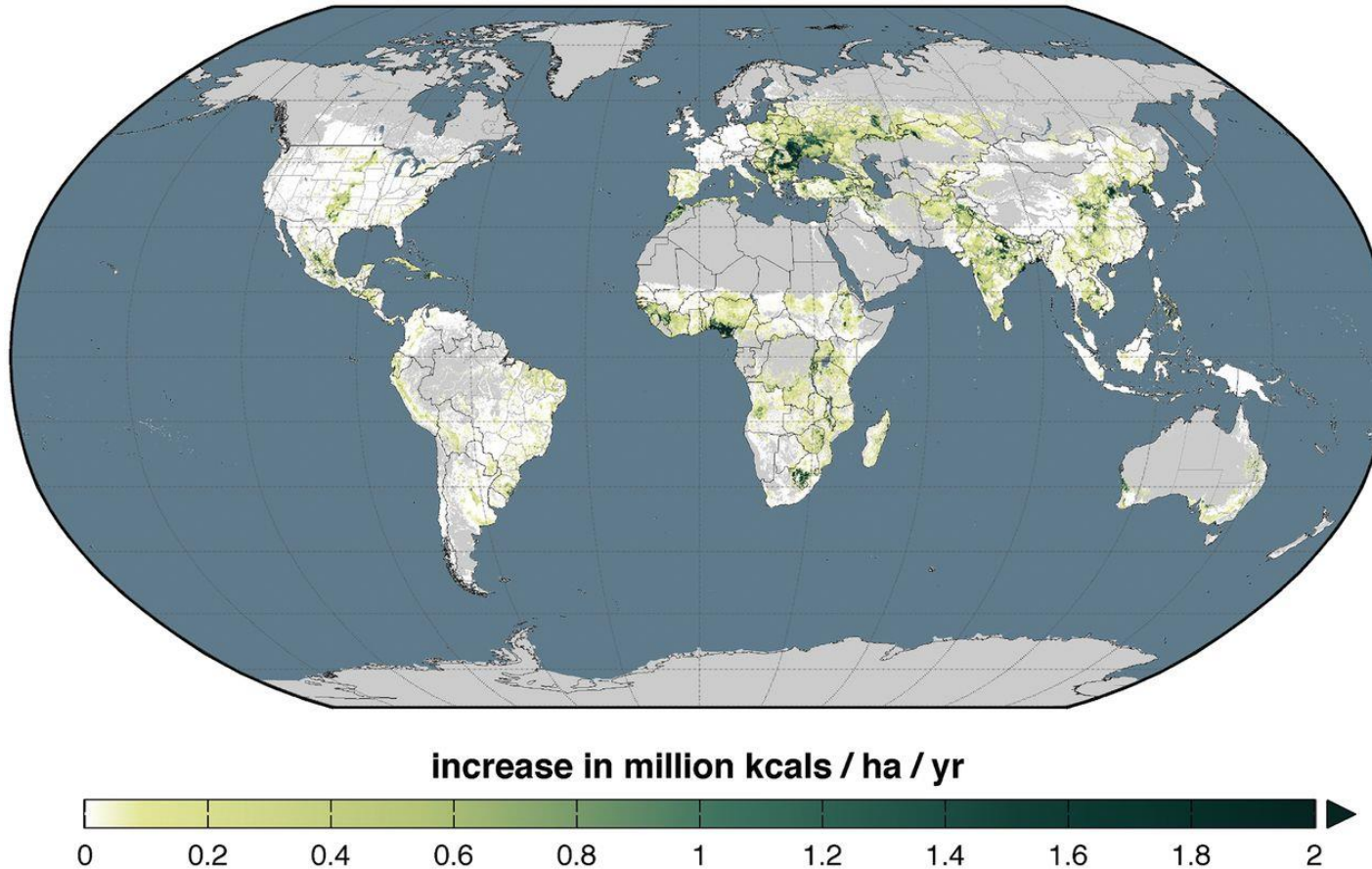
16.03.2022

Põllumaa paiknemine ja põllukultuuride kaalutud keskmine saagikus



West et al. 2010. Trading carbon for food: Global comparison of carbon stocks vs. crop yields on agricultural land. PNAS November 16, 2010 vol. 107no. 46 19645-19648

Kui reaalselt võimalikust saagipotentsiaalist vähemalt 50% saavutada, siis kui palju eri piirkondades rohkem toitu saaks toota...
Increasing crop production from closing the yield gaps to 50% of potential yields.



Leverage points for improving global food security and the environment

PAUL C. WEST, JAMES S. GERBER, PEDER M. ENGSTROM, NATHANIEL D. MUELLER, KATE A. BRAUMAN, KIMBERLY M. CARLSON, EMILY S. CASSIDY, MATT JOHNSTON.

GRAHAM K. MACDONALD, [...] STEFAN SIEBERT [+2 authors](#) [Authors Info & Affiliations](#)

16.03.2022

Lämmastiku sisend mulda – globaalne vaade.
Sõnniku osa veel natuke suurem kui mineraalväetistel, ent vahe väheneb.

B. Zhang et al.: Gridded global manure N production data during 1860–2014

671

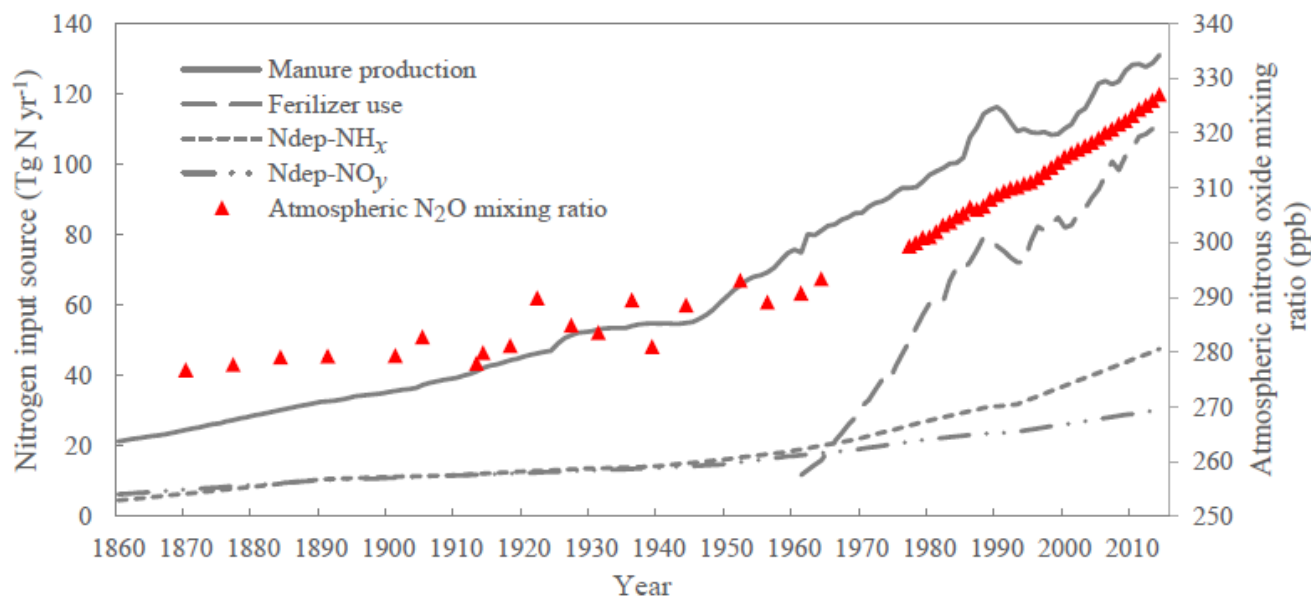


Figure 2. Comparison of nitrogen input from global manure production, fertilizer use, and atmospheric nitrogen deposition with atmospheric nitrous oxide mixing ratio during 1860–2014.

Earth Syst. Sci. Data, 9, 667–678, 2017

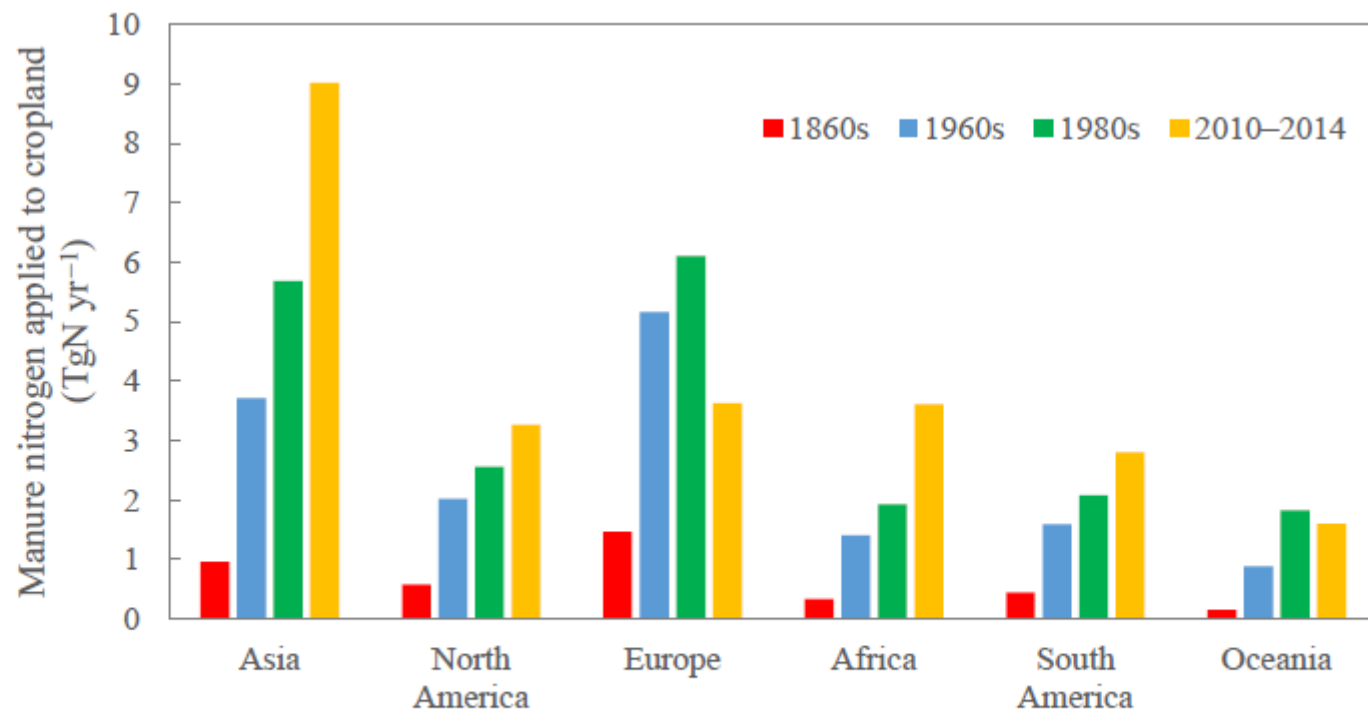


Figure 7. Changes in manure nitrogen amount applied to cropland at the continental level.

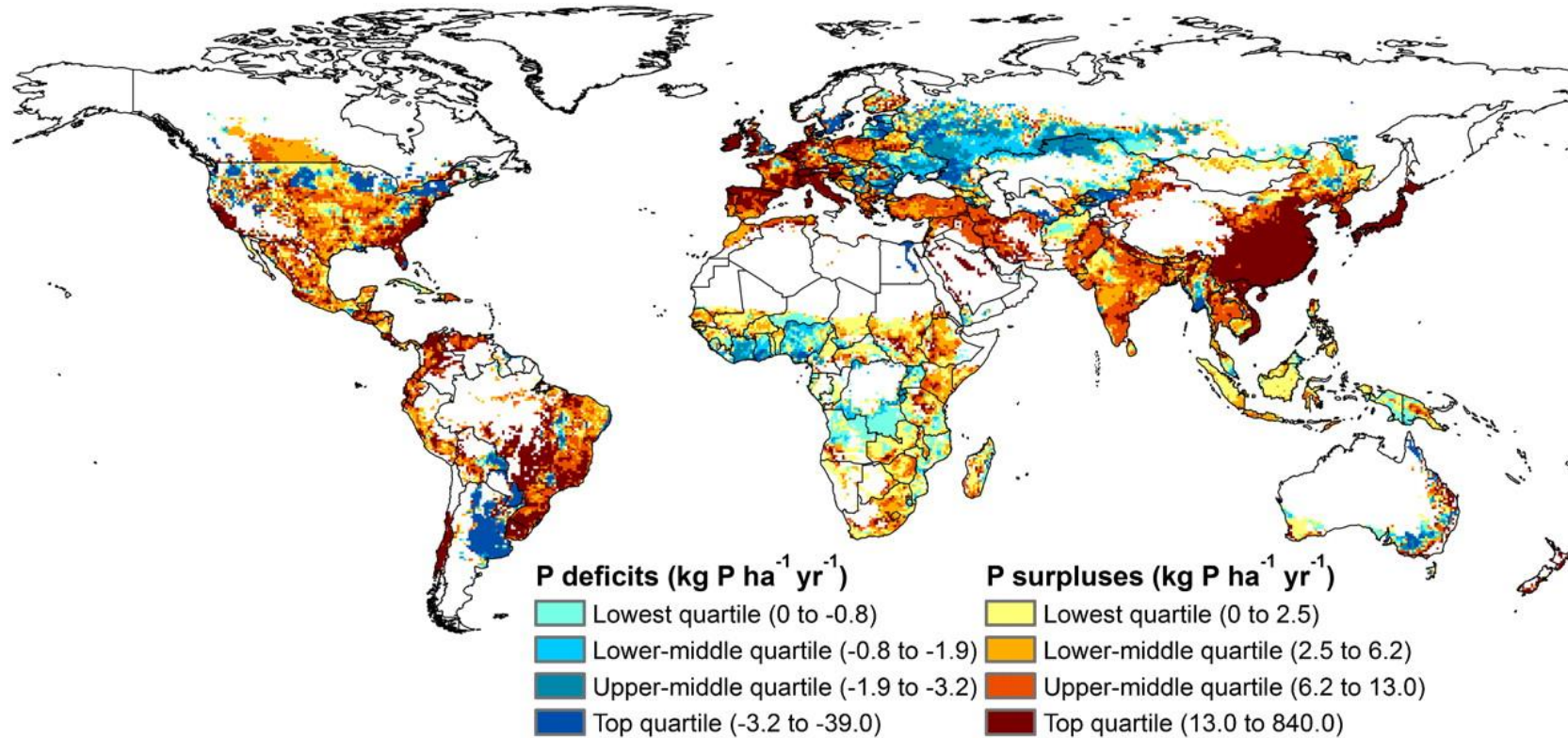
Earth Syst. Sci. Data, 9, 667–678, 2017

N, P bilansid tasakaalust väljas ja üleküllus peamiselt intensiivse loomakasvatusega piirkondades

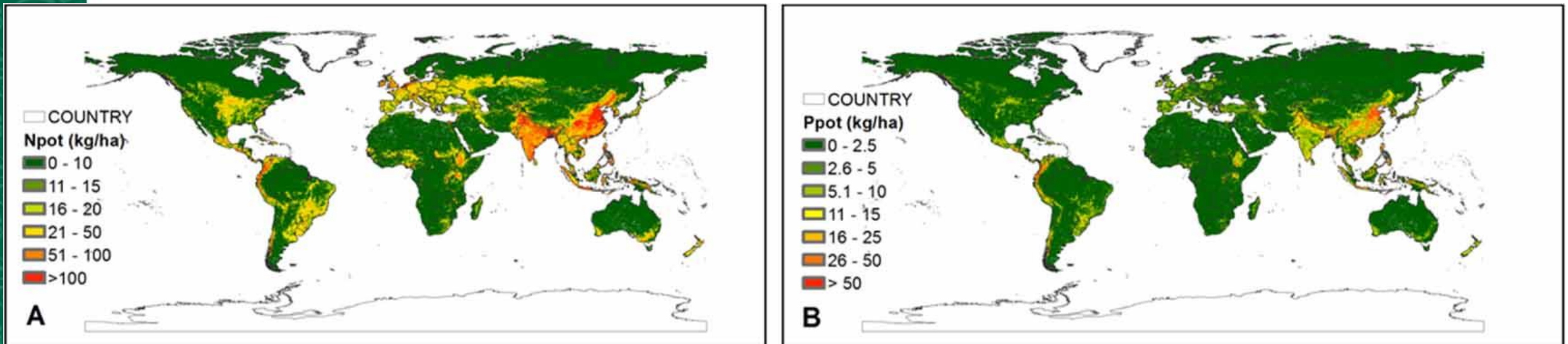
Agronomic phosphorus imbalances across the world's croplands

3086–3091 | PNAS | February 15, 2011 | vol. 108 | no. 7

Graham K. MacDonald^{a,1}, Elena M. Bennett^{a,b}, Philip A. Potter^c, and Navin Ramankutty^d



N ja P potentsiaalne kadu pinnaveekogudesse (kg/ha aastas)



Anna Malagó and Fayçal Bouraoui 2021 Environ. Res. Lett. 16 054074

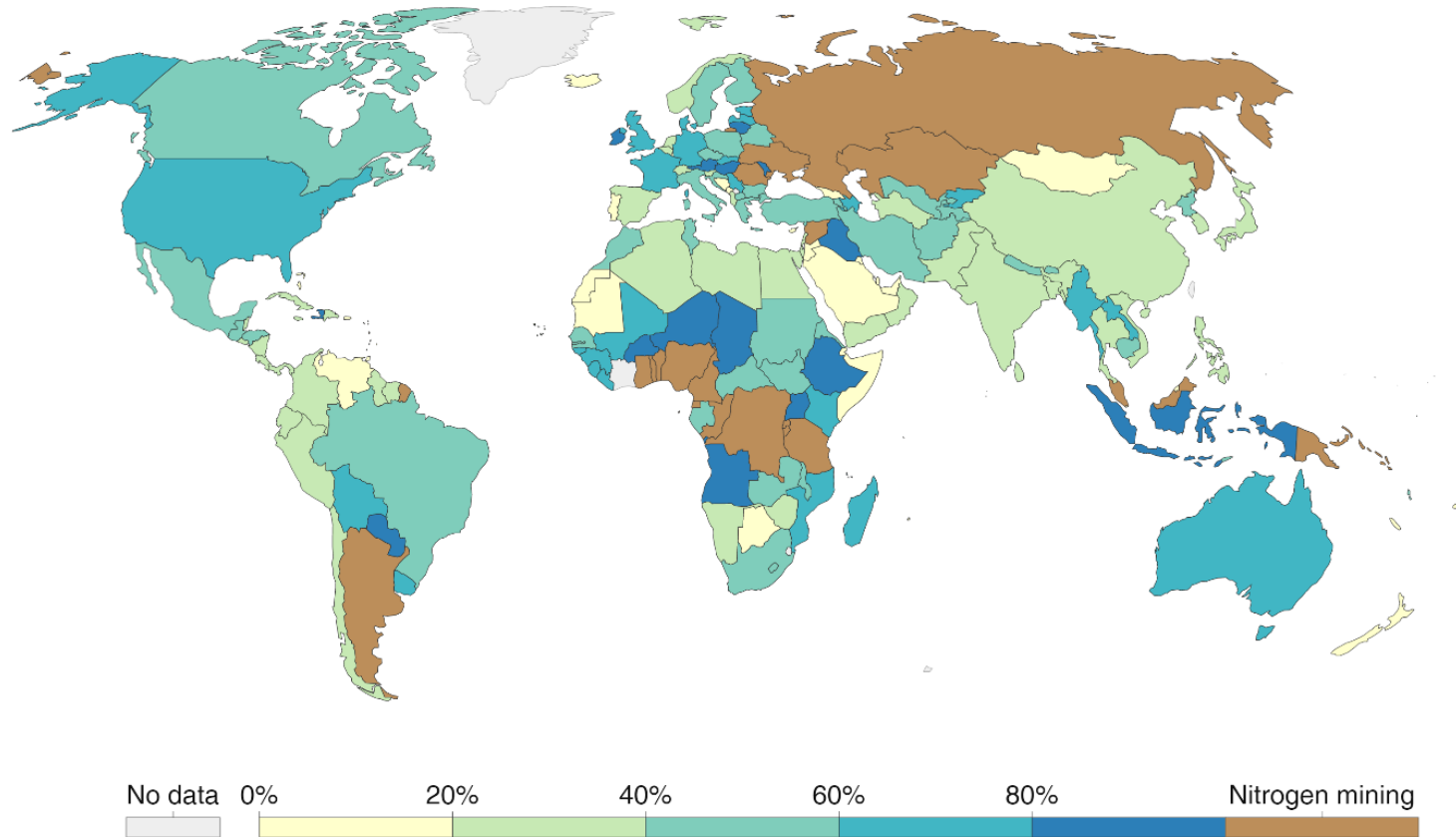
Grid cell distribution of specific potential nitrogen (a) and phosphorus (b) delivery to rivers, lakes and oceans.

N kasutamise efektiivsus (mitu % sisendist seotud koristavasse saaki)

Nitrogen use efficiency, 2014

Nitrogen use efficiency (NUE) is the ratio between nitrogen inputs and output. A NUE of 40% means that only 40% of nitrogen inputs are converted into nitrogen in the form of crops.

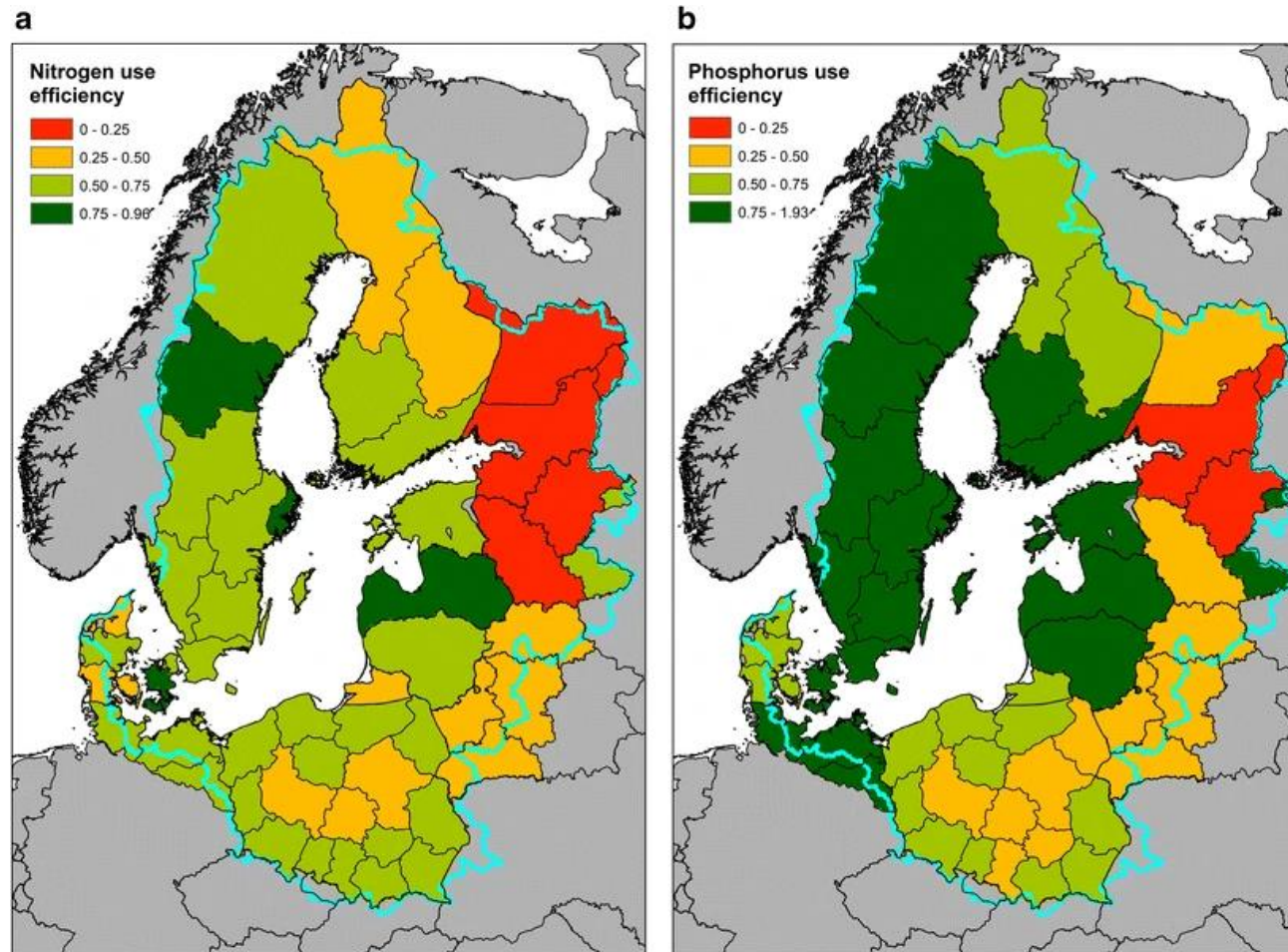
Our World
in Data



Source: Lassaletta, Billen, Grizzetti, Anglade & Garnier (2014). 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. Environmental Research Letters. OurWorldInData.org/fertilizers • CC BY

N ja P kasutamise efektiivsus Läänemere äärsetes piirkondades

Average regional nitrogen (a) and phosphorus (b) use efficiency in crop production for the 5-year period centered on 2010. Blue line denotes delineation of land areas that drain to sea sub-basins

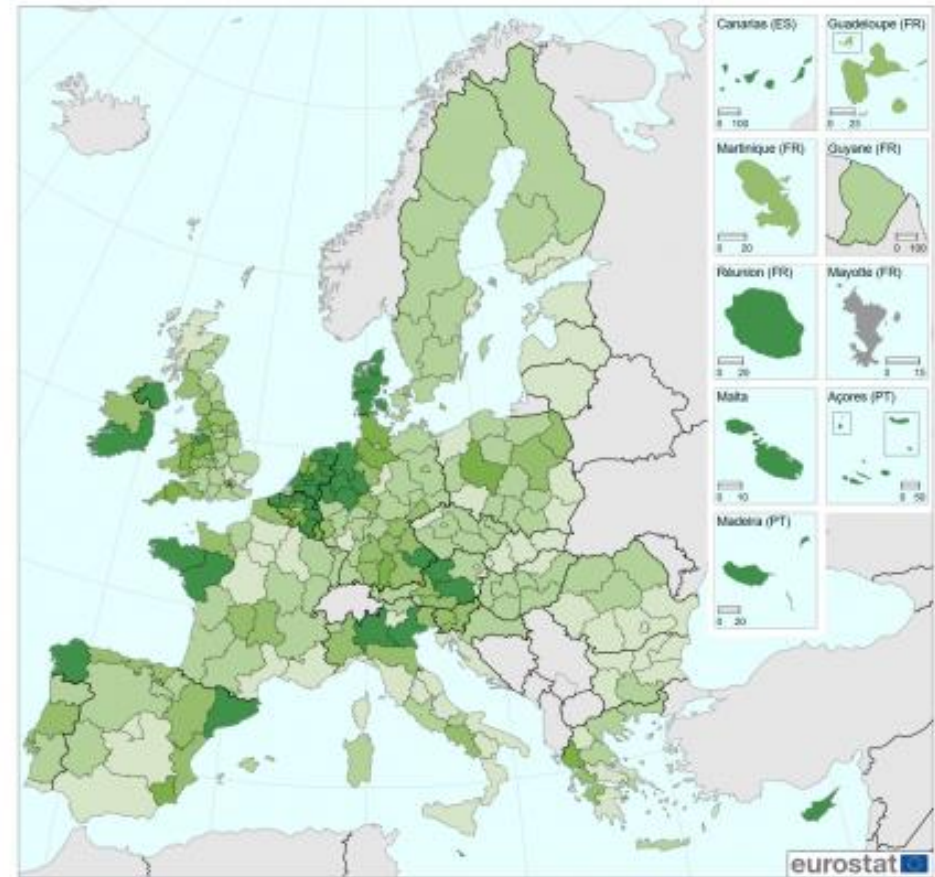


McCrackin, M.L., Gustafsson, B.G., Hong, B. et al. Opportunities to reduce nutrient inputs to the Baltic Sea by improving manure use efficiency in agriculture. *Reg Environ Change* 18, 1843–1854 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1308-8>

16.03.2022

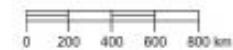
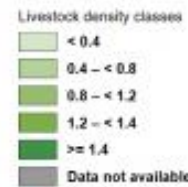
Loomkoormus põllumajandusmaa kohta (loomühikut/ha)

Map 1: Livestock density by NUTS 2 regions, EU-28, 2016
(Livestock units per hectare of utilised agricultural area)



Livestock units (LU) per ha of UAA

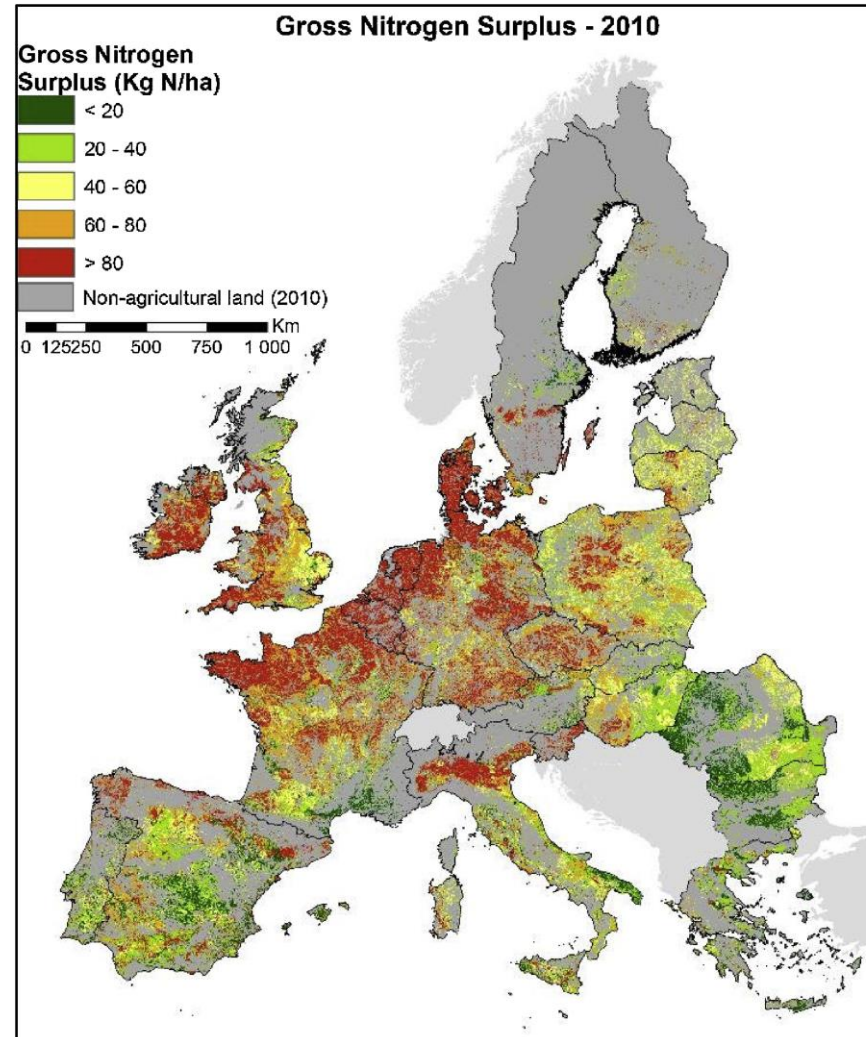
Administrative boundaries: © EuroGeographics © UN-FAO © Turkstat
Cartography: Eurostat – IMAGE, 12/2018



Source: Eurostat (online data code: ef_jak_main for LSU, ef_m_farming for UAA total).

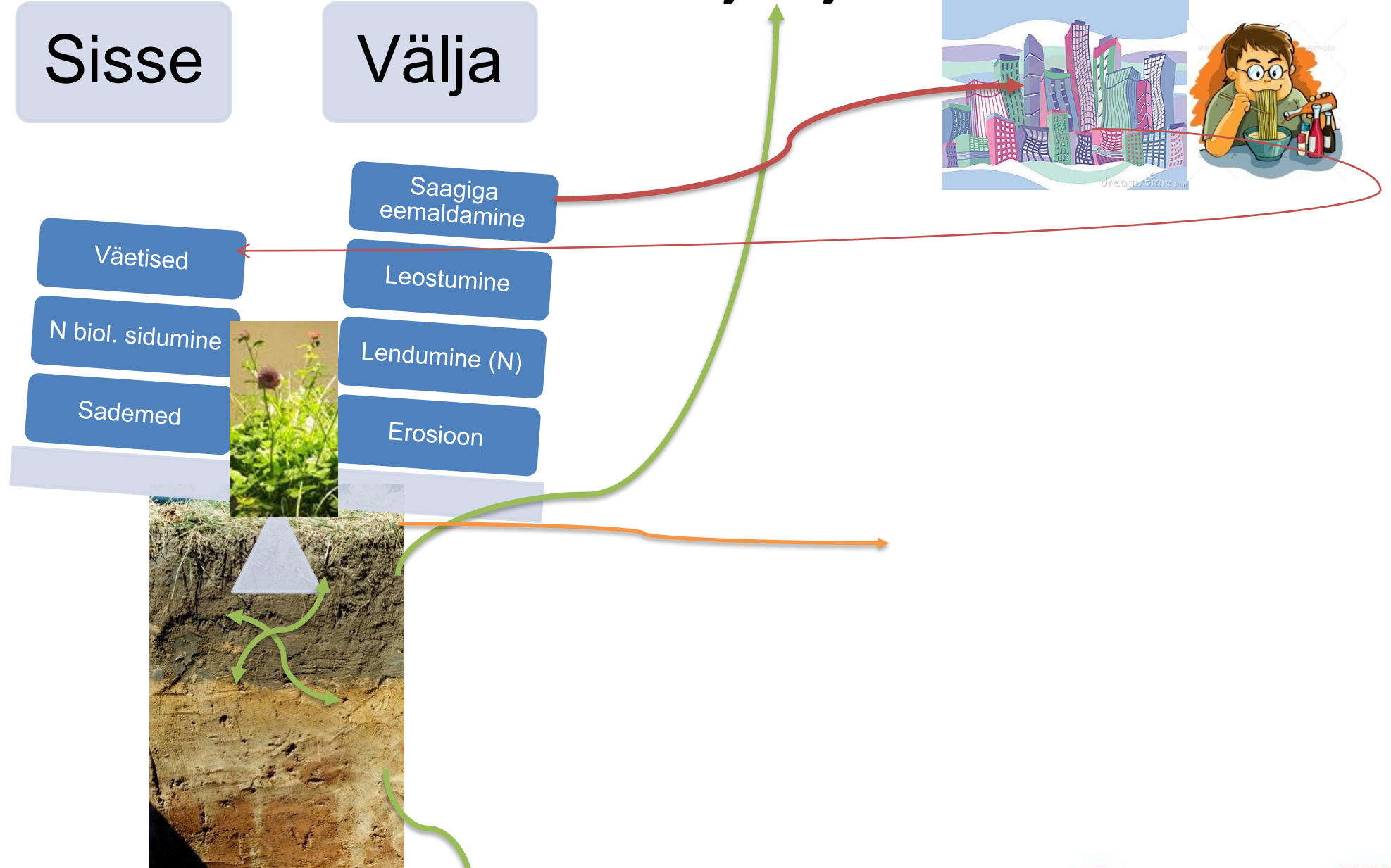
Intensiivsem tootmine on tavaliselt seotud suurema keskkonnasurvega

Lämmastiku bilanss põllumajandusmaal, kg/ha



Rega et al 20198; <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.005>
16.03.2022

Kui tahame toitained/elementid taim-muld süsteemis hoida ja kadusid "vältida", siis küsimus on alati tasakaalus sisendite ja väljundite vahel



- Taimetoiteelemendid
- Taimetoitained

	Toiteelement	Omastamine toitainena
Mittemineraalsed	C	CO_2 või HCO_3^-
	H	H_2O
	O	CO_2 või O_2 , osaliselt H_2O
Mittemetallid	N	NO_3^- ja NH_4^+
	S	SO_4^{2-}
	P	PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-
	B	BO_3^{3-}
	Si	SiO_2^-
Leelismetallid	K	K^+
	Na	Na^+
	Ca	Ca^{2+}
	Mg	Mg^{2+}
Raskmetallid	Fe	Fe^{2+}
	Mn	Mn^{2+}
	Cu	Cu^{2+}
	Zn	Zn^{2+}
	Mo	MoO_4^{2-}

Liikuvus mullas ja omastamine taimede poolt

Väga liikuvad
(leostumise oht suur)

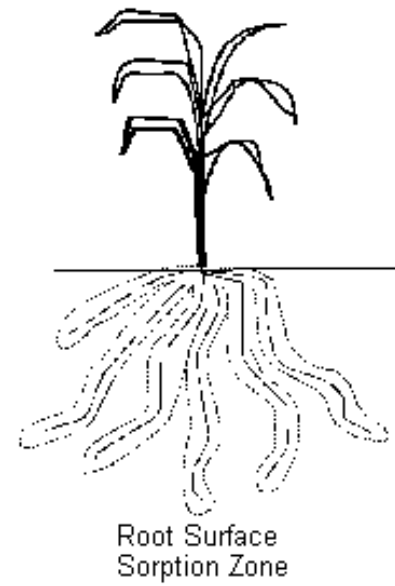
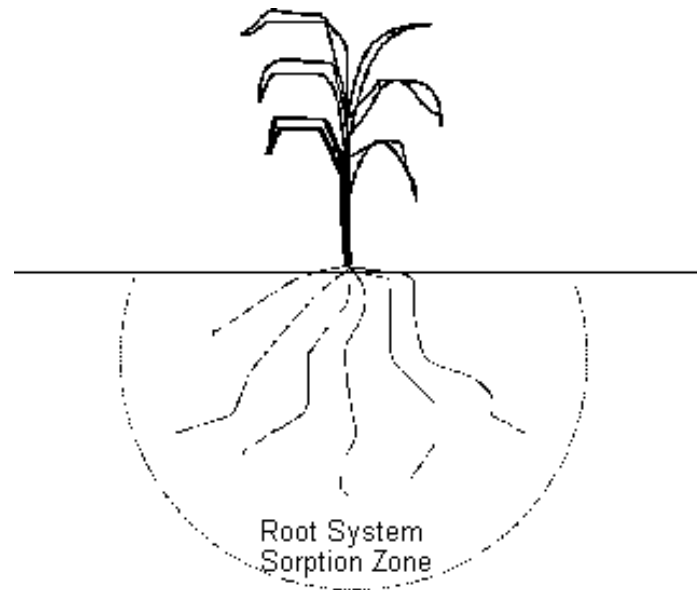
NO_3^- , S, B

Keskmiselt liikuvad

NH_4^+ , K, Ca, Mg, Mo

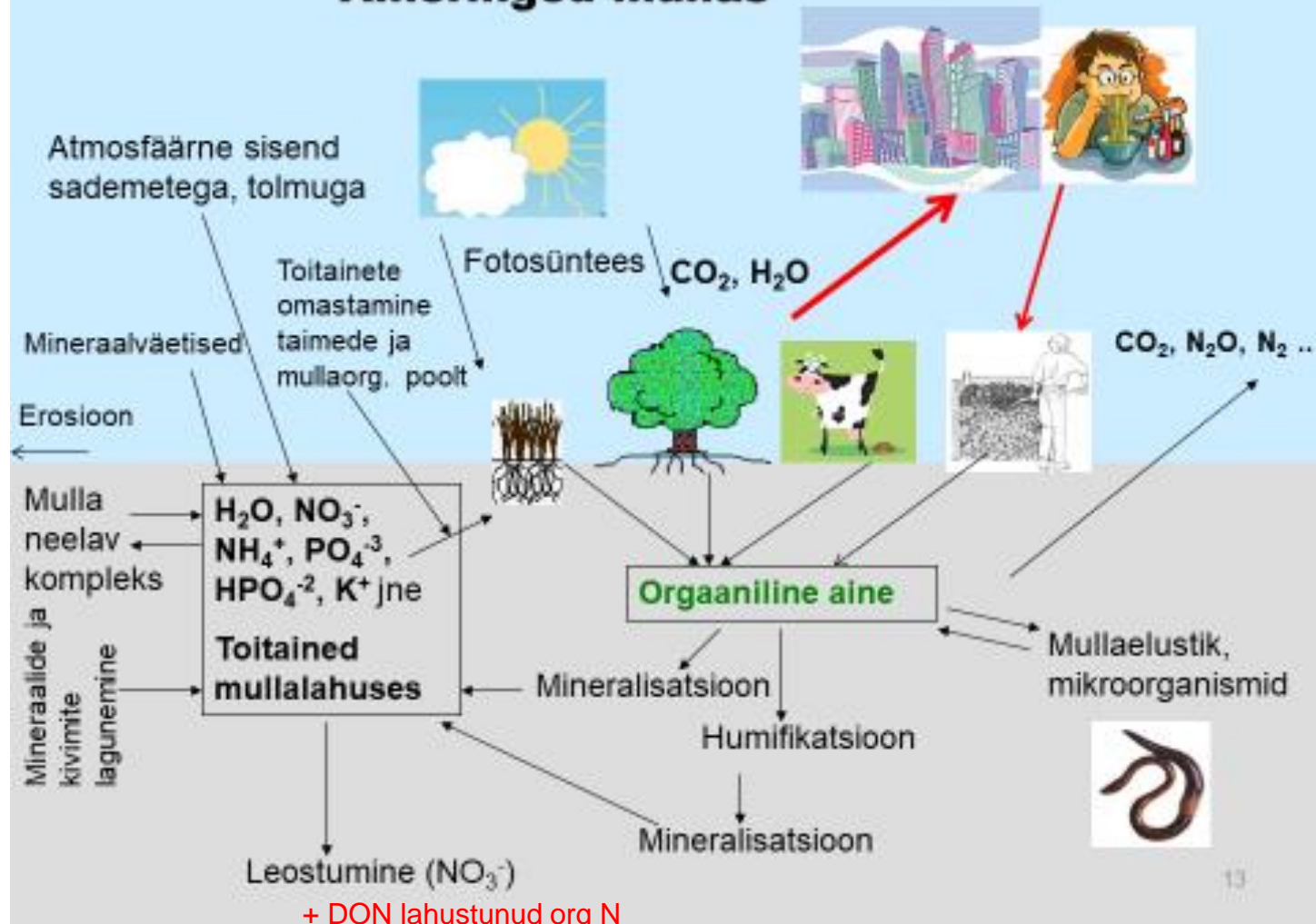
Väheliikuvad

P, Cu, Fe, Mn, Zn



<https://soil5813.okstate.edu/BOOK.htm>

Aineringed mullas



Orgaanilise aine mineralisatsioon (viimase etapi viivad läbi spetsiifilised bakterid):

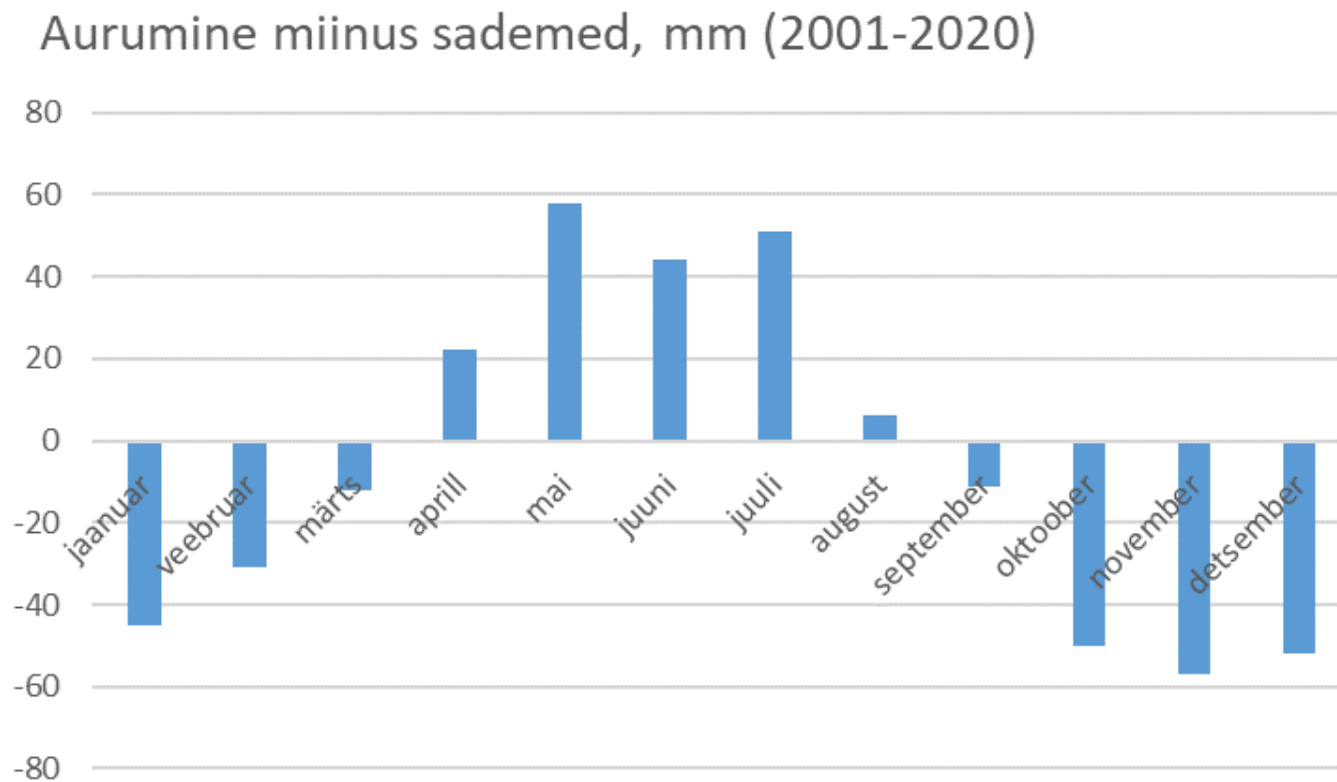
- 1) Ammonifaktsioon – NH_4^+ vabanemine
- 2) Nitrifikatsioon – ammoniumioonist tehakse NO_3^-

NP liikuvus ja kaod mullast sõltuvad

- Kliima, ilmastik
 - Sademed (temperatuur)
- Mulla/põllu omadused, geoloogia
 - Lõimimis, koresus, mulla/pinnakatte tüsedus, drenaaž, reljeef...
- Väetise liik, omadused, kasutusnorm
 - Mineraalväetis, orgaaniline väetis (tahe, läga, haljasväetis)
- Tarbijate olemasolu ja tegusus (taim, mullaelustik – sünkroonsus nende vajadustega)

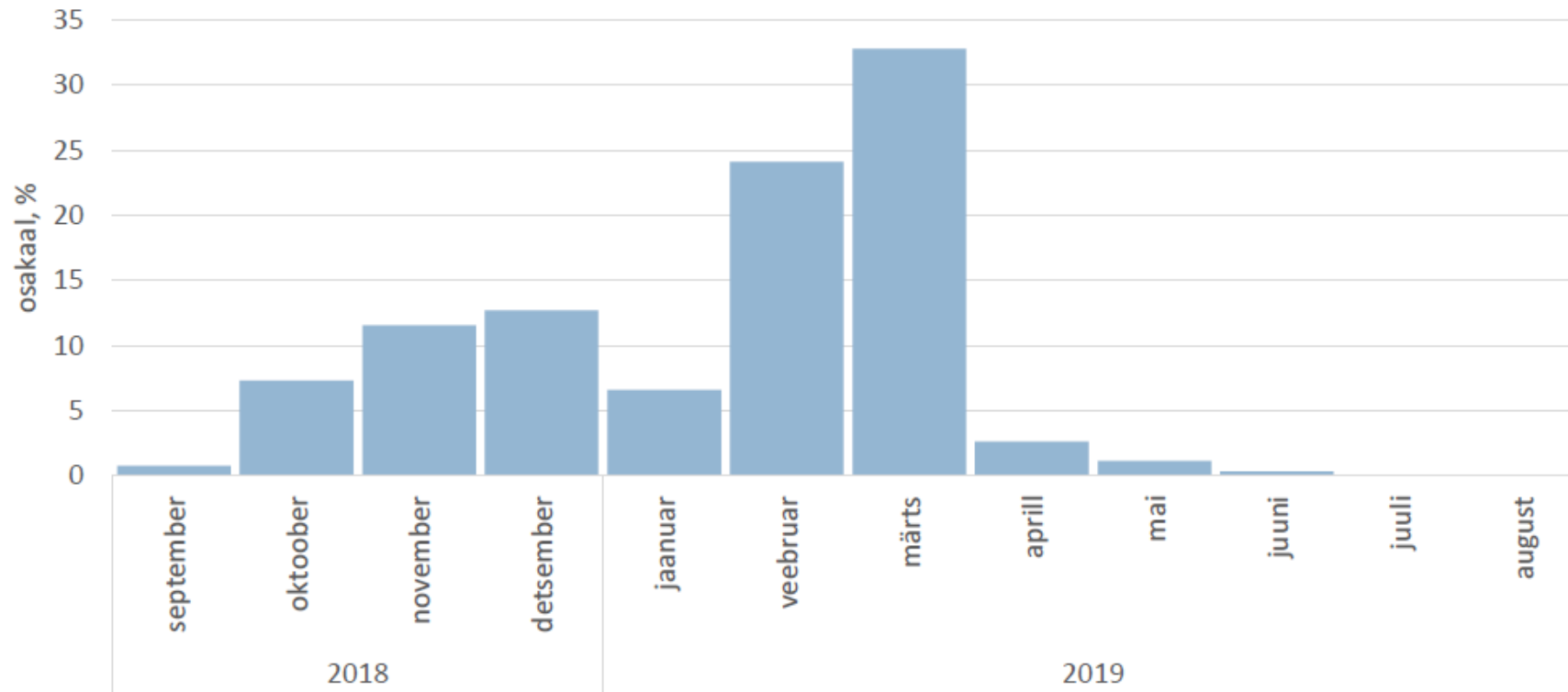
Eesti kliima, ilmastik

- Kui palju ja kunas muld läbi “sajab”?



Lähteandmed: EMHI

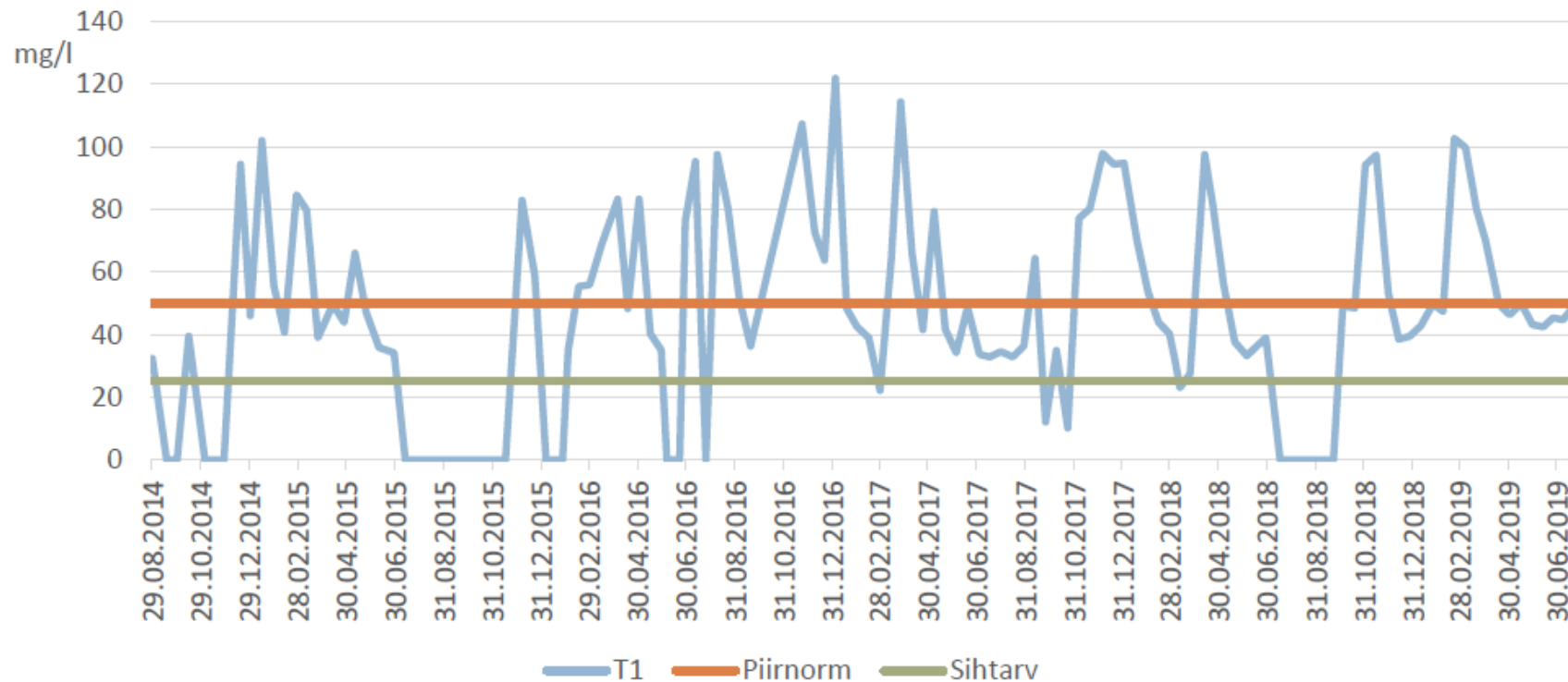
Põllumajandusuuringute Keskuse drenivee seire



Joonis 17. Lämmastiku leostumise jagunemine kuude lõikes seireperioodil september 2018 - september 2019

<https://pmk.agri.ee/et/pollumajanduskeskkonna-uuringud/uurimisvaldkonnad/vesi>

Põllumajandusuuringute Keskuse drenivee seire



Joonis 1. Nitraatiooni sisaldus Tartumaa KSM seirepõllu (T1) drenivees perioodil 2014-2019

<https://pmk.agri.ee/et/pollumajanduskeskkonna-uuringud/uurimisvaldkonnad/vesi>

Mulla lõimis

(jaotus mehhaanilise koostise alusel)

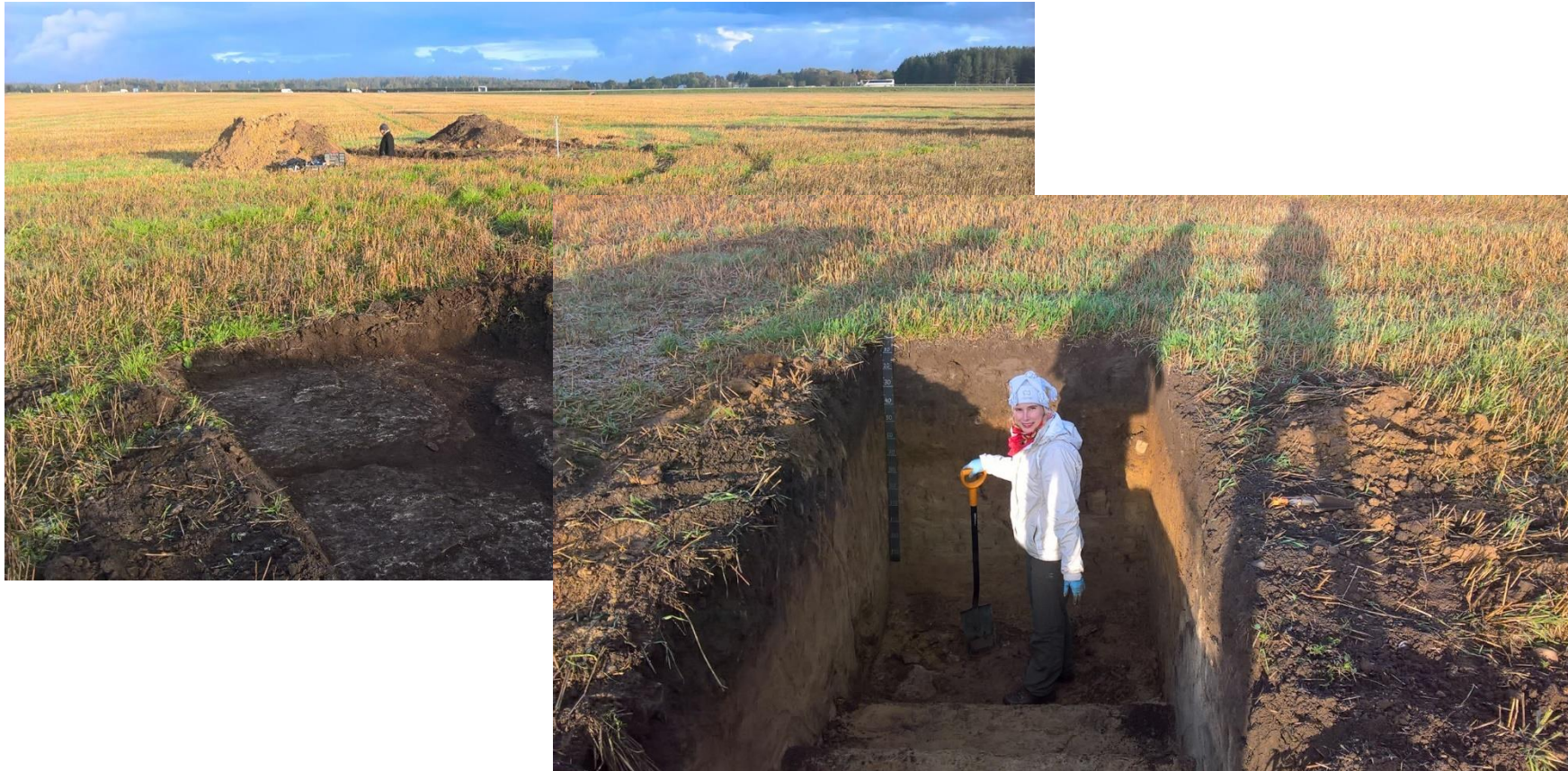


Sobilik enamikele kultuurtaimedele

Kerged lõimised

Rasked lõimised

Kostivere



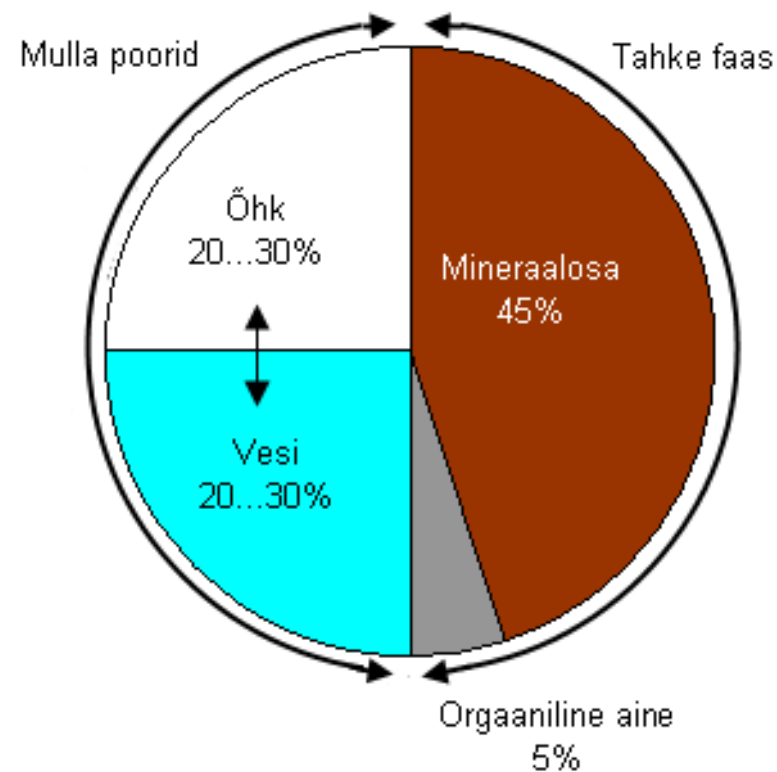
16.03.2022

Kui palju on „tavalises“ mullas orgaanilist ainet?

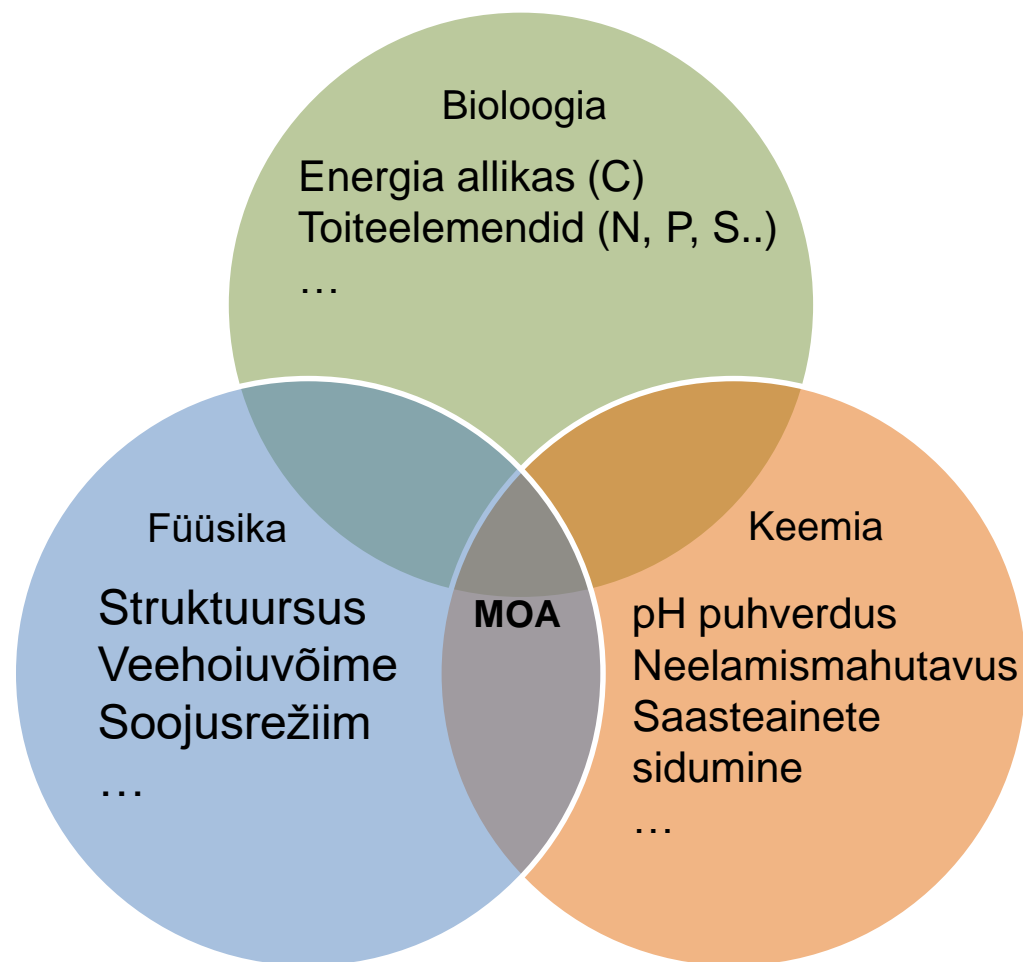
- ?
 - A – 1%
 - B – 4%
 - C – 10%
 - D – 40%



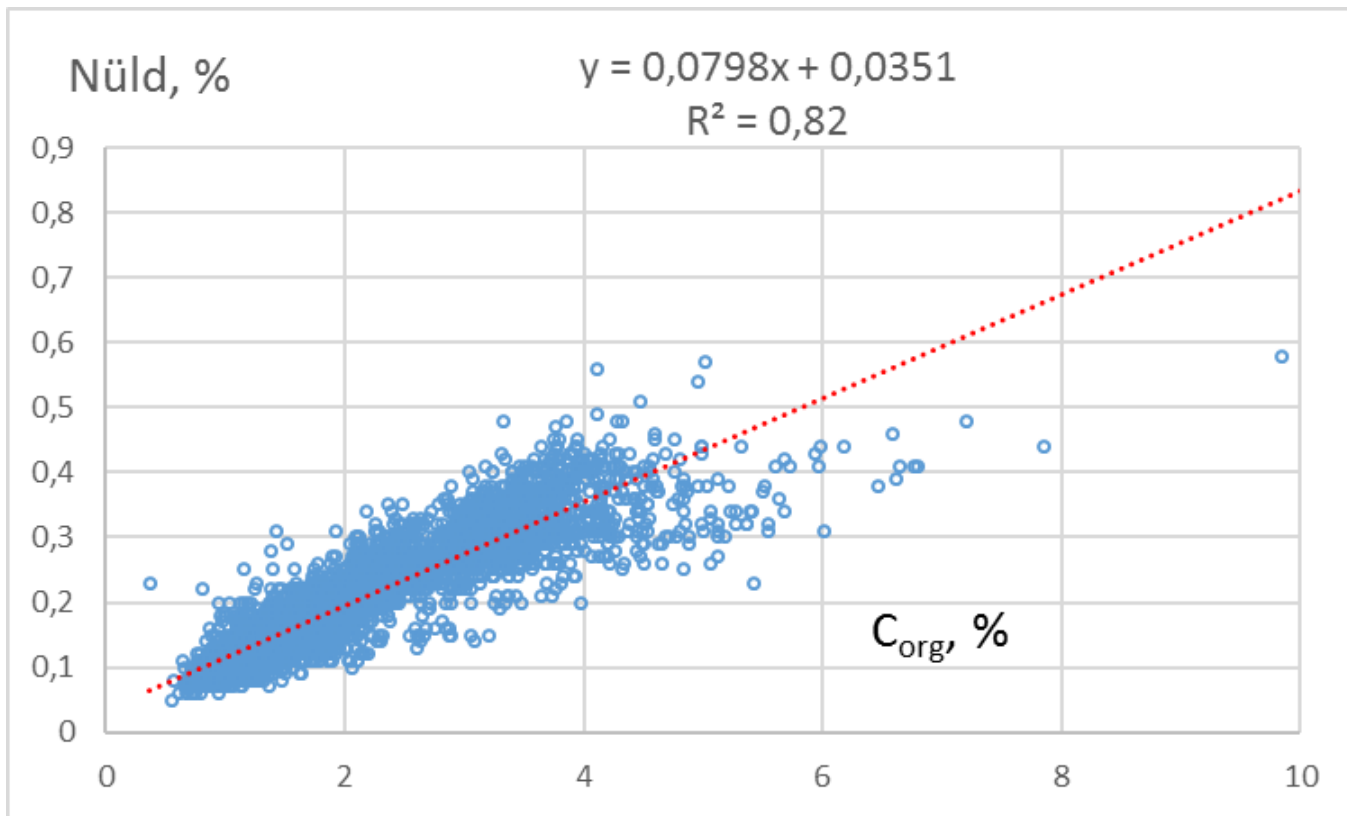
„tüüpilise“ mineraalmulla huumuskihi koostis



Mulla orgaanilise aine (MOA) pakutavad „hüved“ lokaalsel tasandil mulla ja ökosüsteemi toimimiseks



Seos mulla orgaanilise süsiniku ja üldlämmastiku sisalduse vahel (põllumuldade seirealade andmebaas n=6521)



Väetamise ABC (2014)

Tabel 18. Kultuuride väetamine lämmastikuga

Kultuur	Planeeritav saak, t/ha	Lämmastiku tarve		
		Mulla orgaanilise C sisaldus, %		
		<1	1...2	>2
		vaja anda taimetootelementi, kg/ha		
Suviteravili				
Suviniisu	3,0	90	80	70
	4,0	115	105	95
	5,0	140	130	120
	6,0	-*	155	145
	7,0	-*	200	190
Oder				
	3,0	70	65	60
	4,0	90	85	75
	5,0	110	100	90
	6,0	130	120	110
	7,0	160	150	140
Kaer				
	3,0	75	65	55
	4,0	90	80	70
	5,0	110	100	90
	6,0	130	120	110
	7,0	155	145	135

- See võimaldab väeiste kasutamist mulla orgaanilise süsiniku alusel eristada ja hinnata N kadude riski ja optimeerida väetisnorme

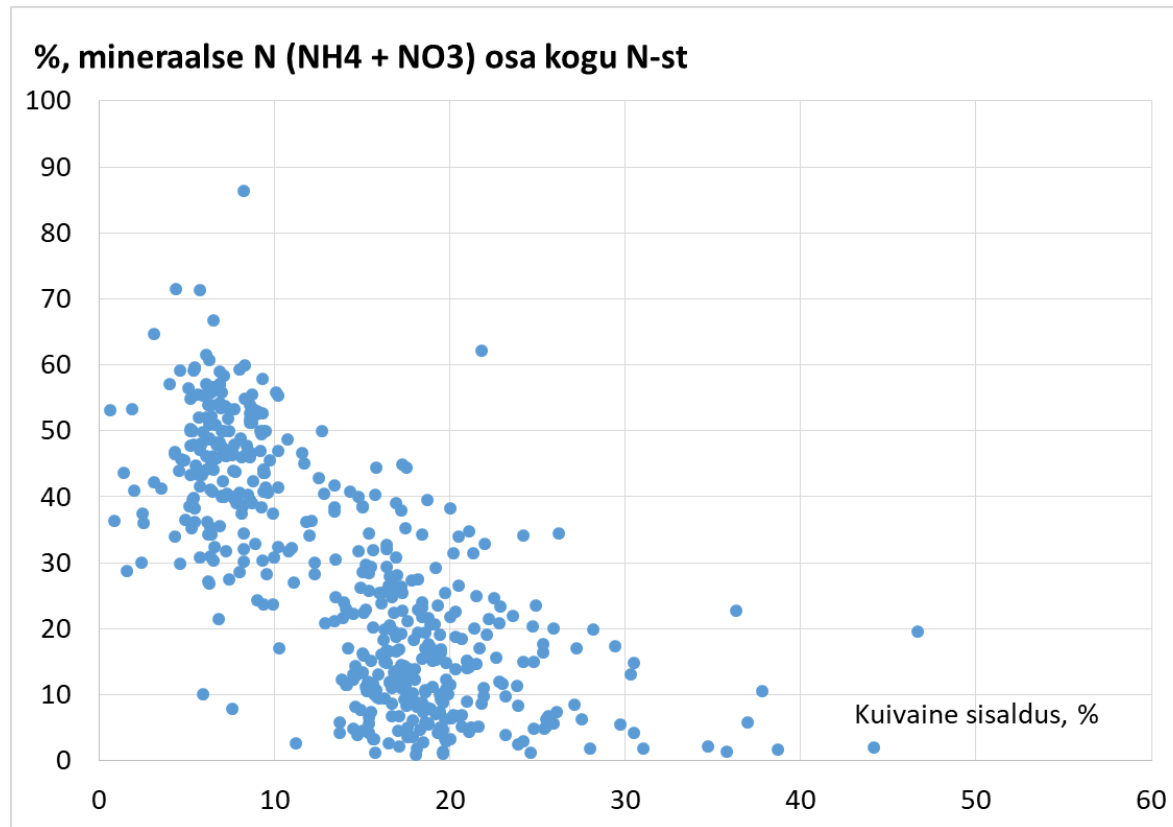
Orgaanilise aine/väetise muundumise ja lagunemise kiirus mullas sõltub:

- Lisandunud org aine keemiline koostis (nt C/N suhe, jms), füüsikaline struktuur
- Õhustatus, niiskus
- Temperatuur
- Mulla reaktsioon
- Mulla füüsikalised ja keemilised omadused
- Mulla elustiku kooslusest ja aktiivsusest
- ...

Orgaanilised väetised

- Kohapealne aineringlus – haljasväetised, vahekultuurid, taimejäänused.
- Sisend “väljast”:
 - Sõnnik (vedel-, poolvedel-, tahe- jne, loomaliigi eripärad)
 - Digestaat
 - Kompostid ...
 - Järvesetted
 - Biosüsi
 - ...

Lahustunud N osa orgaanilistes väetistes (sõnnikuanalüüside tulemused, PMK 2009-12) Valdav osa (>95%) mineraalsest N-st ammooniumina



• Kui kiiresti ammoonium nitraadiks läheb?

Inkubatsioonikatse: muld + digestaat (parempoolne joonis)

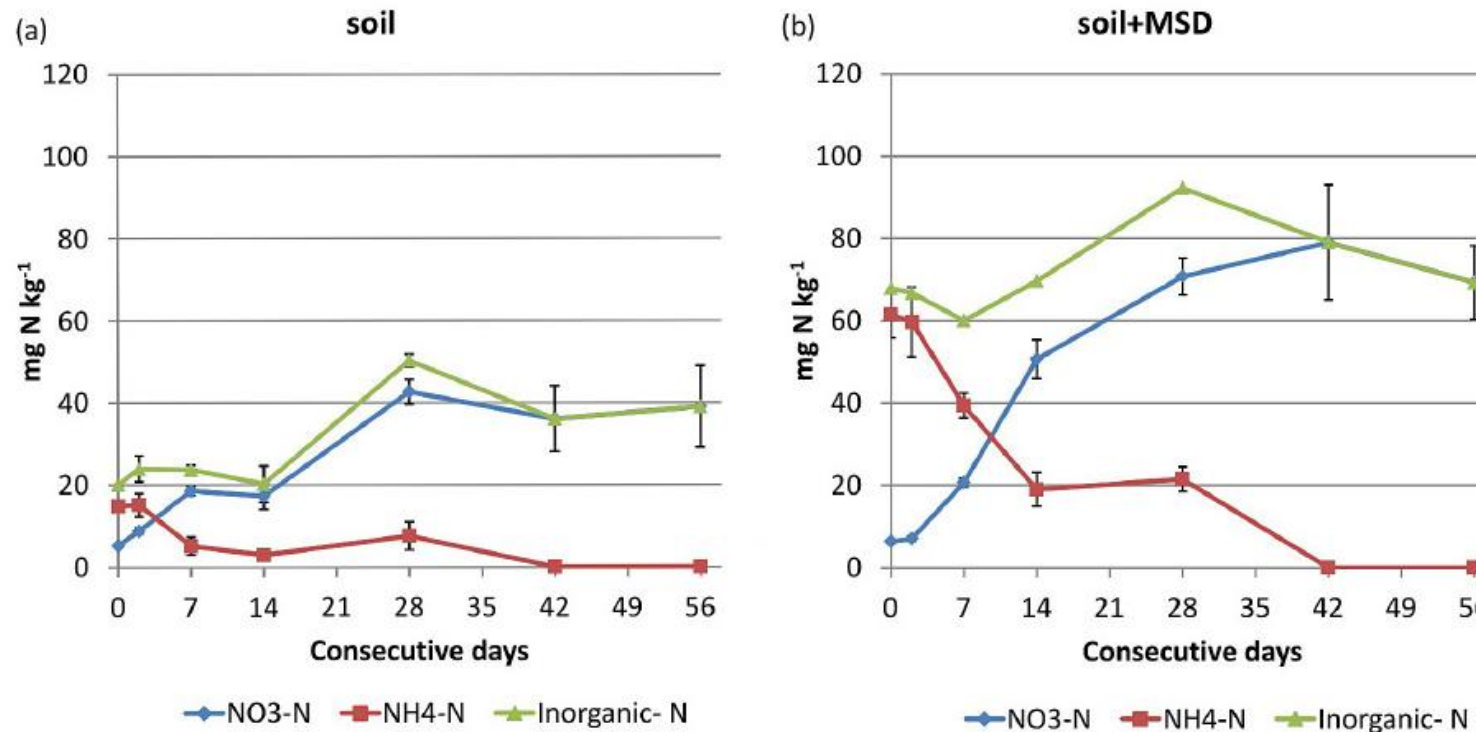
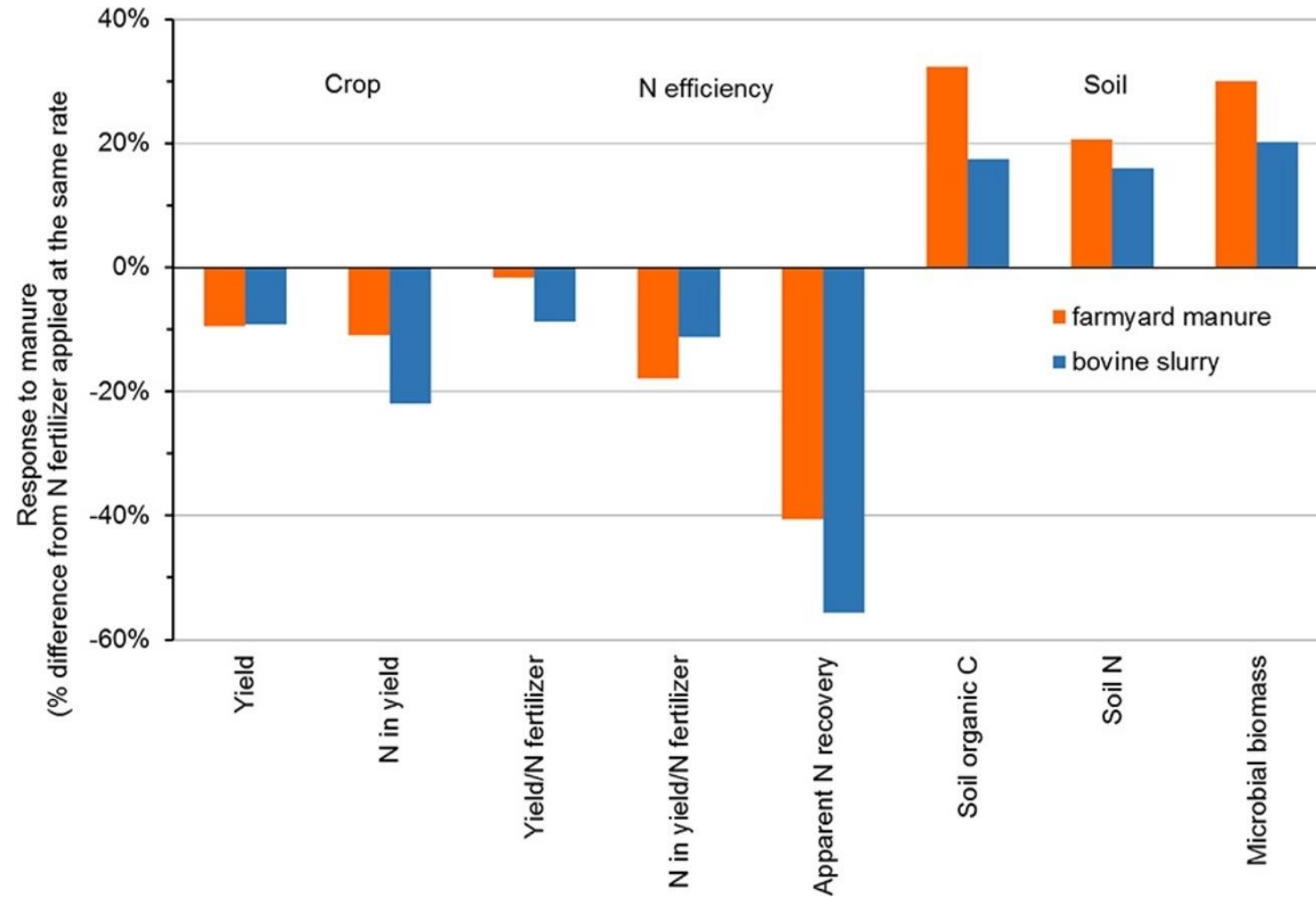


Figure 1. Changes in NO₃-N, NH₄-N and inorganic-N content in control soil (a) and in soil treated with digestate (b) in the incubation experiment

Agnieszka Wysocka-Czubaszek. Journal of Ecological Engineering Vol. 20(1), 2019

Euroopa pikaajalistet põldkatse ülevaade: sõnniku N tõhusus võrreldes mineraalse väetisega



Taimetoiteelementide kasutamine väetistest, %

Väetis	Element	1. aastal	Kokku külvikorras
Mineraalväetised	N	40...50	50...60
	P	10...30	25...45
	K	50...70	60...80
Sõnnik	N	20...30	40...60
	P	20...40	40...60
	K	50...70	70...80

H. Roostalu

USA uuringu näide, et mis ajaga kui suur osa sõnniku seotud lämmastikust mineraliseerub

Estimated availability of organic N in manures (Pettygrove et al., 2009).

Manure type	% applied organic N mineralized		
	Initial 4-8 weeks	Year 1	Year 2
Dairy lagoon water	15-35	40-50	15
Dairy lagoon sludge and slurry; corral manure	10-20	20-30	15
Dairy mechanical screen solids	5-15	10-20	5
Aerobically composted cattle or horse manure (finished or mature)	0-7	0-10	5
Solid poultry manure	20-35	50	15

Ajastus ja orgaanilise väetise liik on suure mõjuga

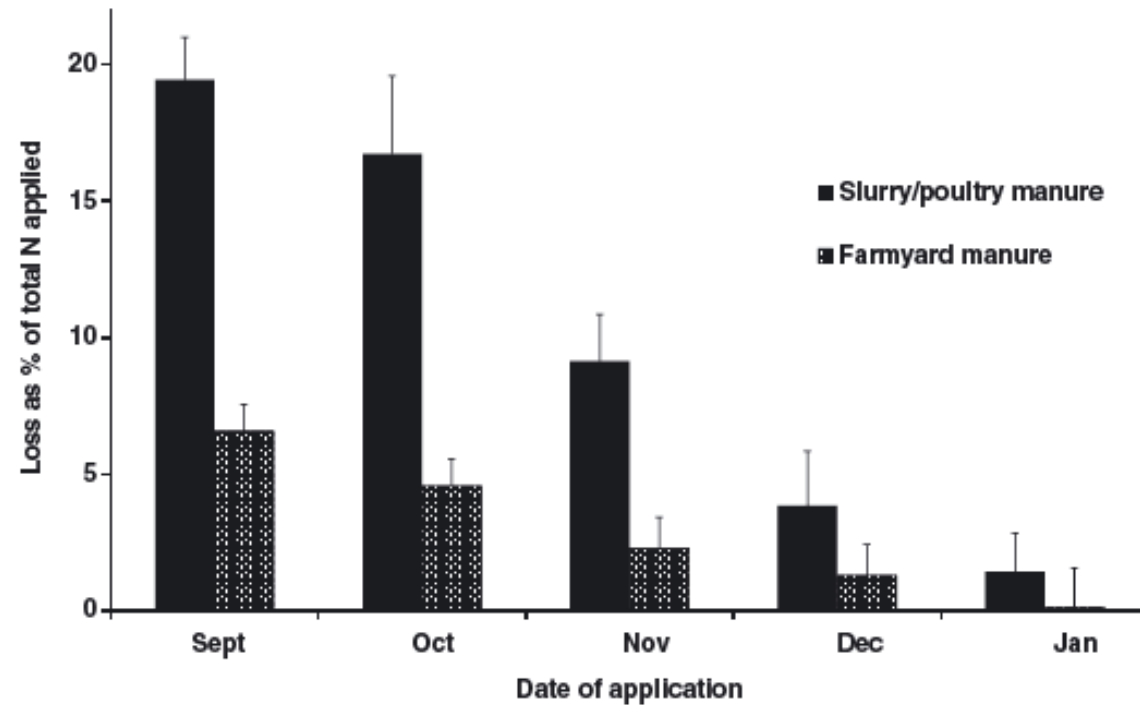


Figure 7 Nitrate leaching losses following manure applications to arable free draining sandy and shallow soils over chalk (1990/91–1993/94, about 250 kg total N ha⁻¹ applied) [adapted from Chambers *et al.* (2000)].

Annals of Applied Biology ISSN 0003-4746

REVIEW ARTICLE

Nitrogen losses from the soil/plant system: a review

K.C. Cameron, H.J. Di & J.L. Moir

16.03.2022

- Küsimused, arutelu...

Aasta muld 2021

Rähkmuld – kivine viljakus



AASTA MULD 2021

Rähkmuld

Tähistus: K Calcaric Cambisol; Regosol (WRB)

Rähkmuld – kivine viljakus

Rähkmullad on kujunenud lubjakivirikastel lähtekivimittel ja nende tunnuseks on karbonaatide esinemine pindmises 30 cm-s kihis. Põhjarannikul on mullaprofilis tihti paekivi, lõuna pool on sellel lasuva karbonaatse rähkmoreeni tusedus suurem. Rähkmullad on neutraalse reaktsiooniga ja toitainerikkad. Nende viljakus varieerub väga suurtes piirides, sõltudes koresesisaldusest ja huumuskihi tusedusest.

Koreserohkuse ja õhukese muldkatte korral on nad põukartlikud ja raskesti haritavad. Samas leidub põldudel ka tusedaid, vähese rahasaldusega viljakaid rähkmuldi. Looduslikel aladel (puisniitudel) on rohttaimestik väga liigirikas, esineb kadakat ja sarapuud ning mitmeid lehtpuid. Metsakooslus sõltub veehoiuvõimest: kuivematel, õhema huumushorisondiga aladel on männikud, niiskematel aladel kuuse-segametsad.

Rähkmullad ja gleistunud rähkmullad moodustavad 6,3% kogu Eesti mullastikust ja 11,1% põllumaast. Rähkmuldade peamine levikuala on Põhja- ja Looe-Eesti ning saared. Ülekaalus on need Harju, Lääne ja Saare maakonnas. Piiratult esineb rähkmuldi Otepää ja Haanja kõrgustikul üksikute kõrgendike lagedel ja nõlvadel.

Tekst: Enn Leedu, Alar Aszover Foto: Endla Reintam
Kaart: Priit Penu, Tambe Kikas Valjaandja: Eesti Maaülikool, 2020

AASTA MULD 2021

Rähkmuld

Calcaric Cambisol; Regosol (WRB)

0 CM
10
20
30
40
50
60

0 CM
10
20
30
40
50
60

K

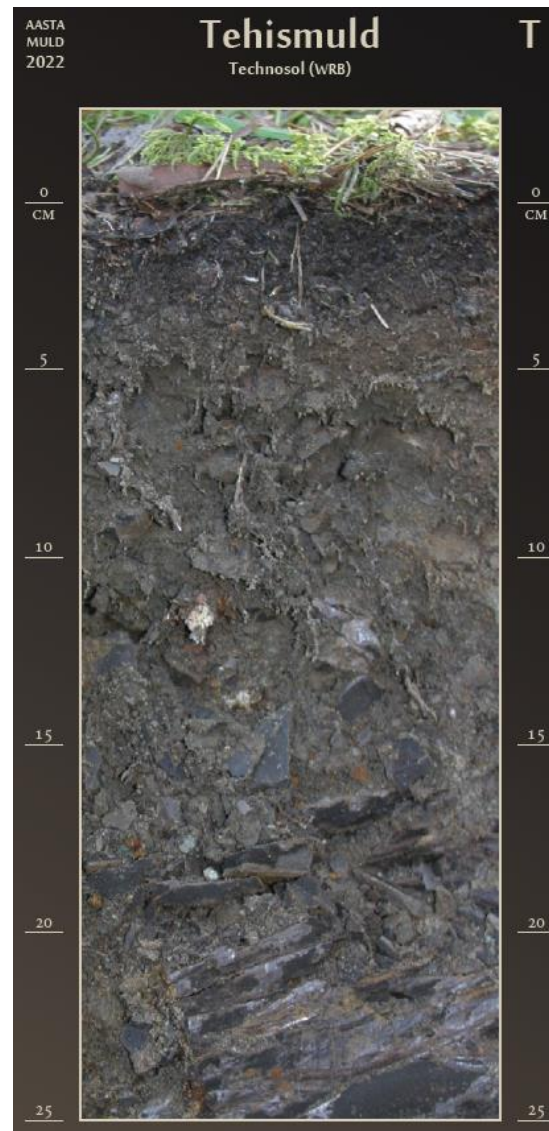
www.emu.ee

Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences
EMU
Institute of Agricultural and Environmental Sciences

16.03.2022

Aasta muld 2022

Tehismuld – masinaga muudetud maa



Alar Astover, professor

E-mail: alar.astover@emu.ee



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapirkondadesse

16.03.2022