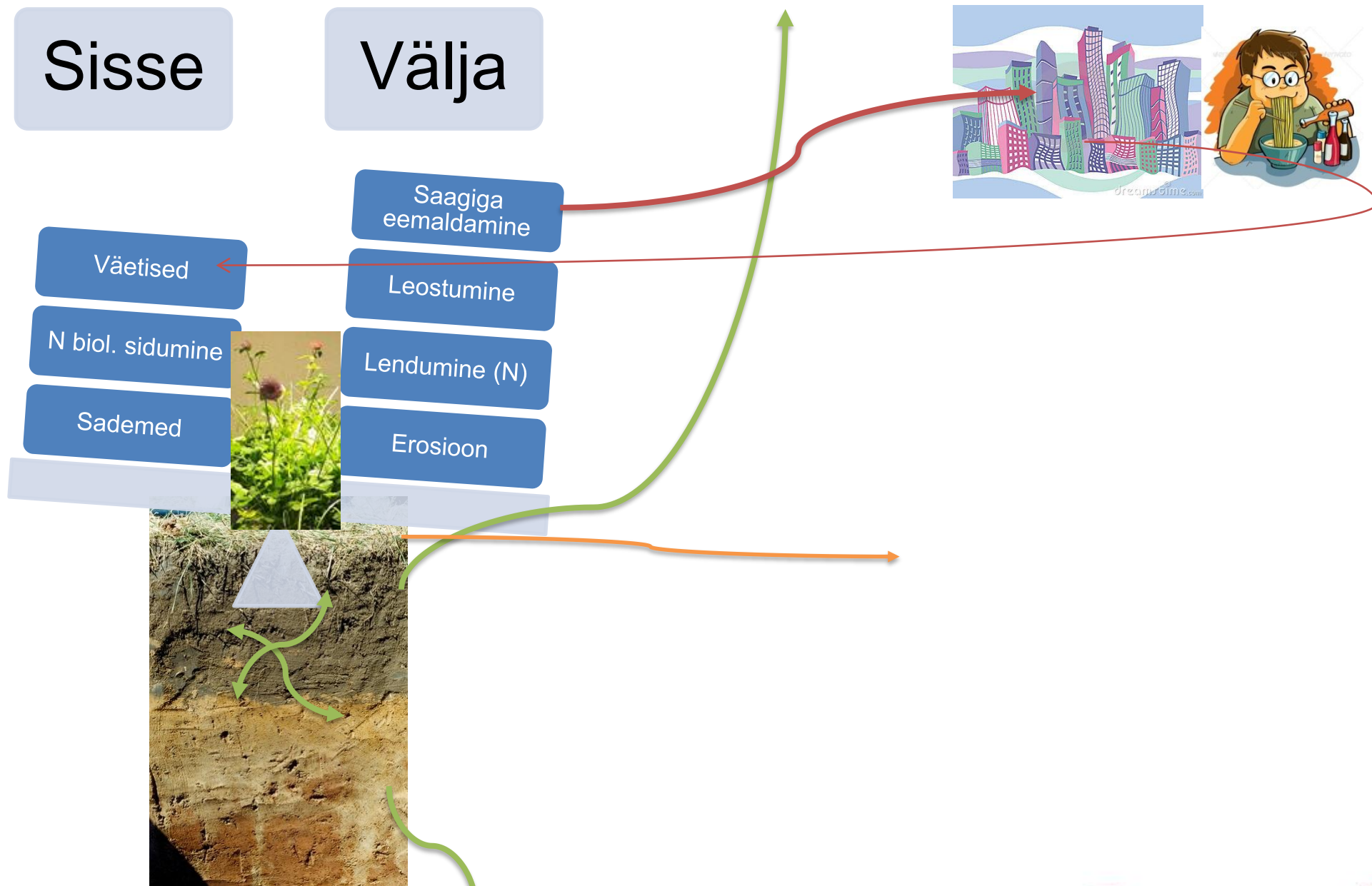


# Toiteelementide bilansid põllumullas

**Alar Astover, Karin Kauer**  
Maaülikool, mullateaduse õppetool

CleanEst seminar 01.12.2021

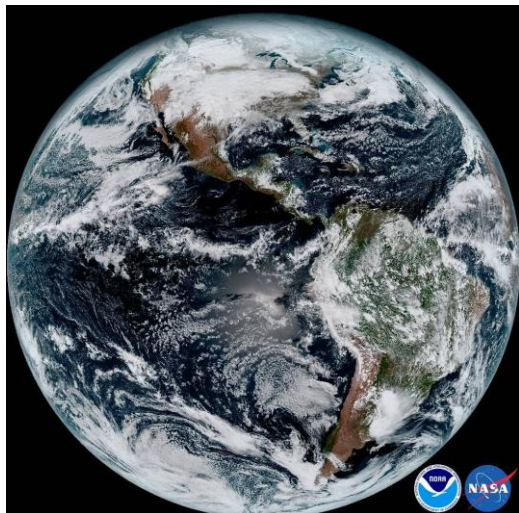
# Bilanss on "lihtne" – tasakaal sisendite ja väljundite vahel



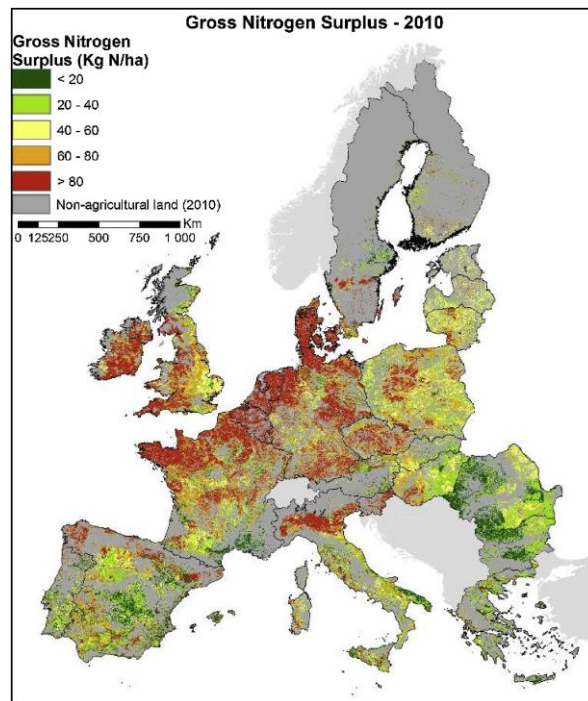
# Taimetoiteelemendid ja nende arvepidamine N, P, K ...

- Miks (taimekasvatuse vaade)?
  - Saak ja selle kvaliteet
  - Mulla toimekus
  - Keskkonnaseisund (vesi, atmosfäär)
  - Tasuvus
- Kuidas arvutada?
  - Mis tasandil (põld-talu-valgala-maakond-riik-globaalne)?
  - Mis sisendid ja väljundid arvesse võtta?
  - Mis abivahendiga?
- Kuidas tulemusi tõlgendada ja mis otsusteks neid rakendada?
  - Üleküllus  $\neq$  100% kadu; defitsiit  $\neq$  100% mullaviljakuse langus
  - Piirangud, avalikud hüved
  - Tõhusam resursside kasutus, tasuvus ettevõtte tasemel

# Mõtle globaalselt, tegutse lokaalselt kooskõlas mulla ja taimega!



<https://www.nasa.gov/image-feature/>



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



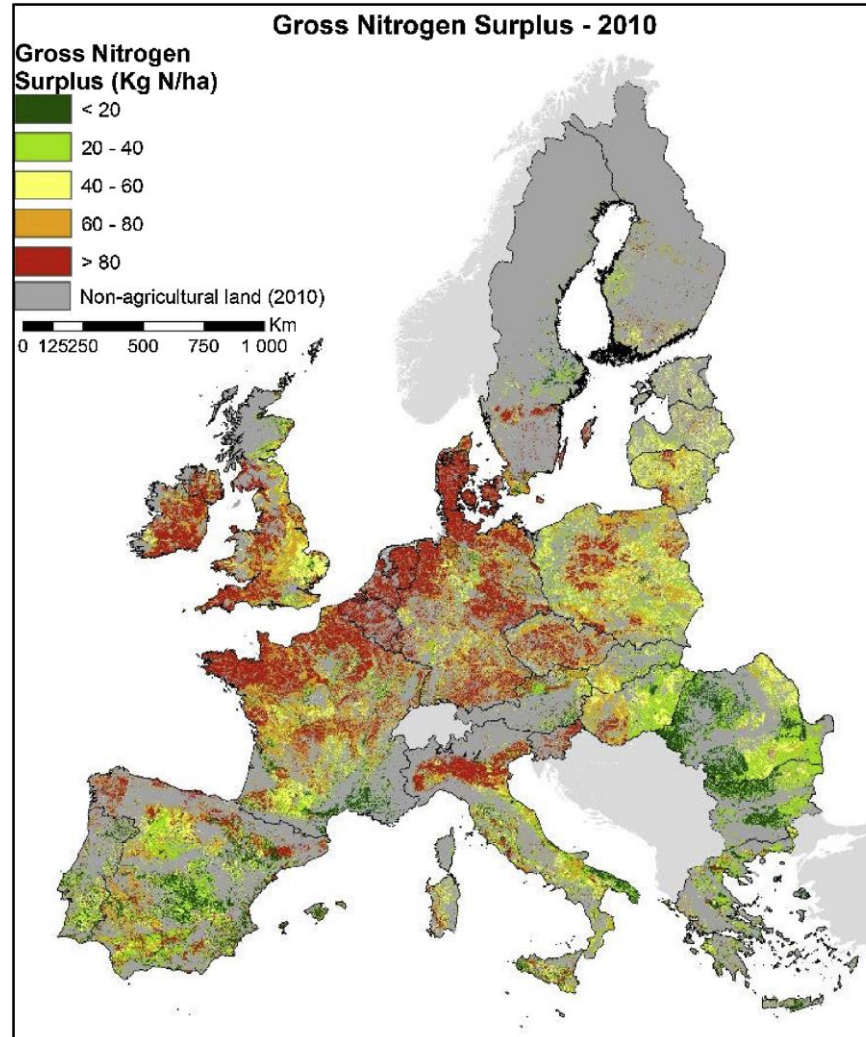
<http://xgis.maaamet.ee>

1:10 000 mullastikukaardi väljavõte



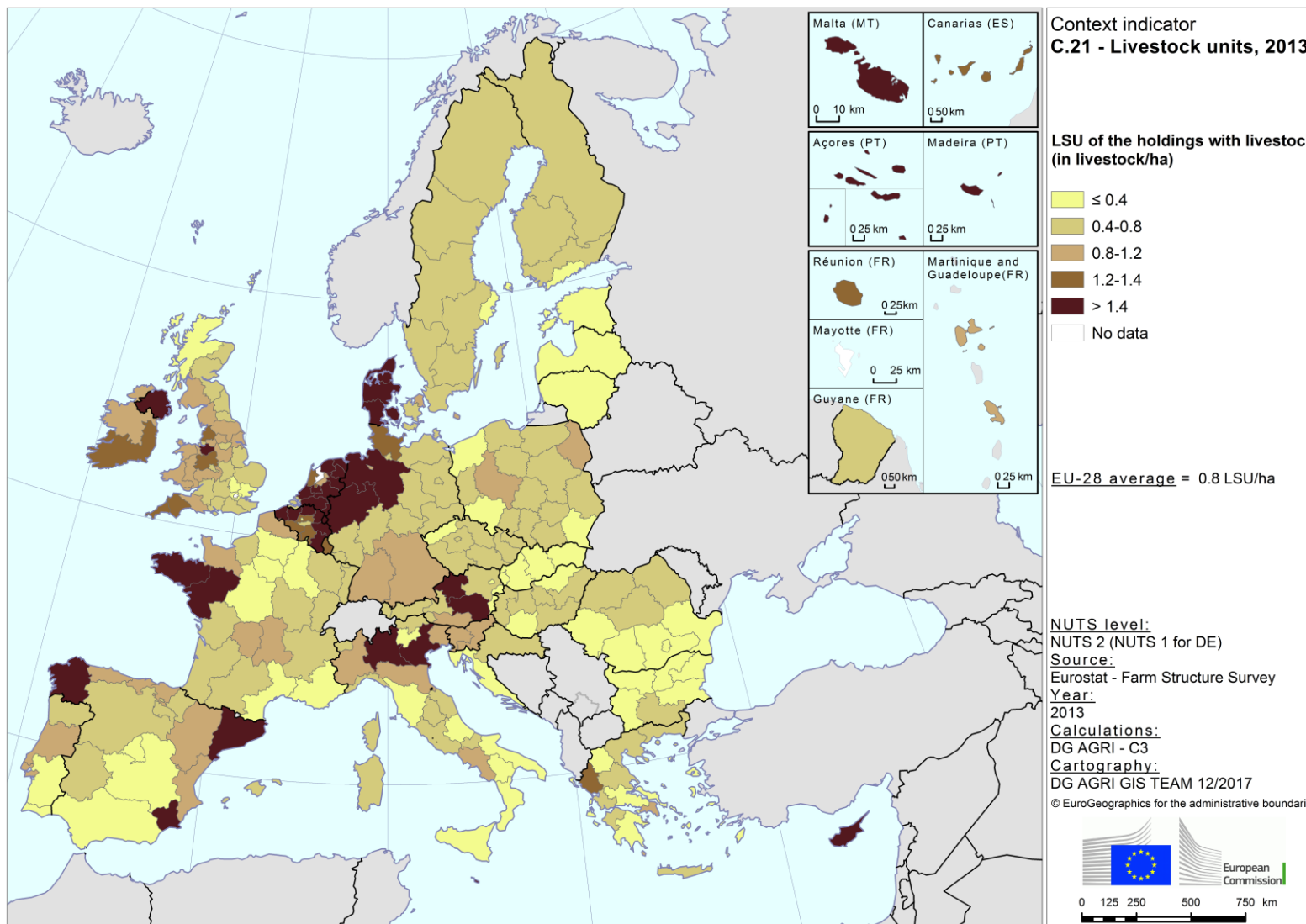
# Intensiivsem tootmine on tavaliselt seotud suurema keskkonnasurvega

Lämmastiku bilanss põllumajandusmaal, kg/ha

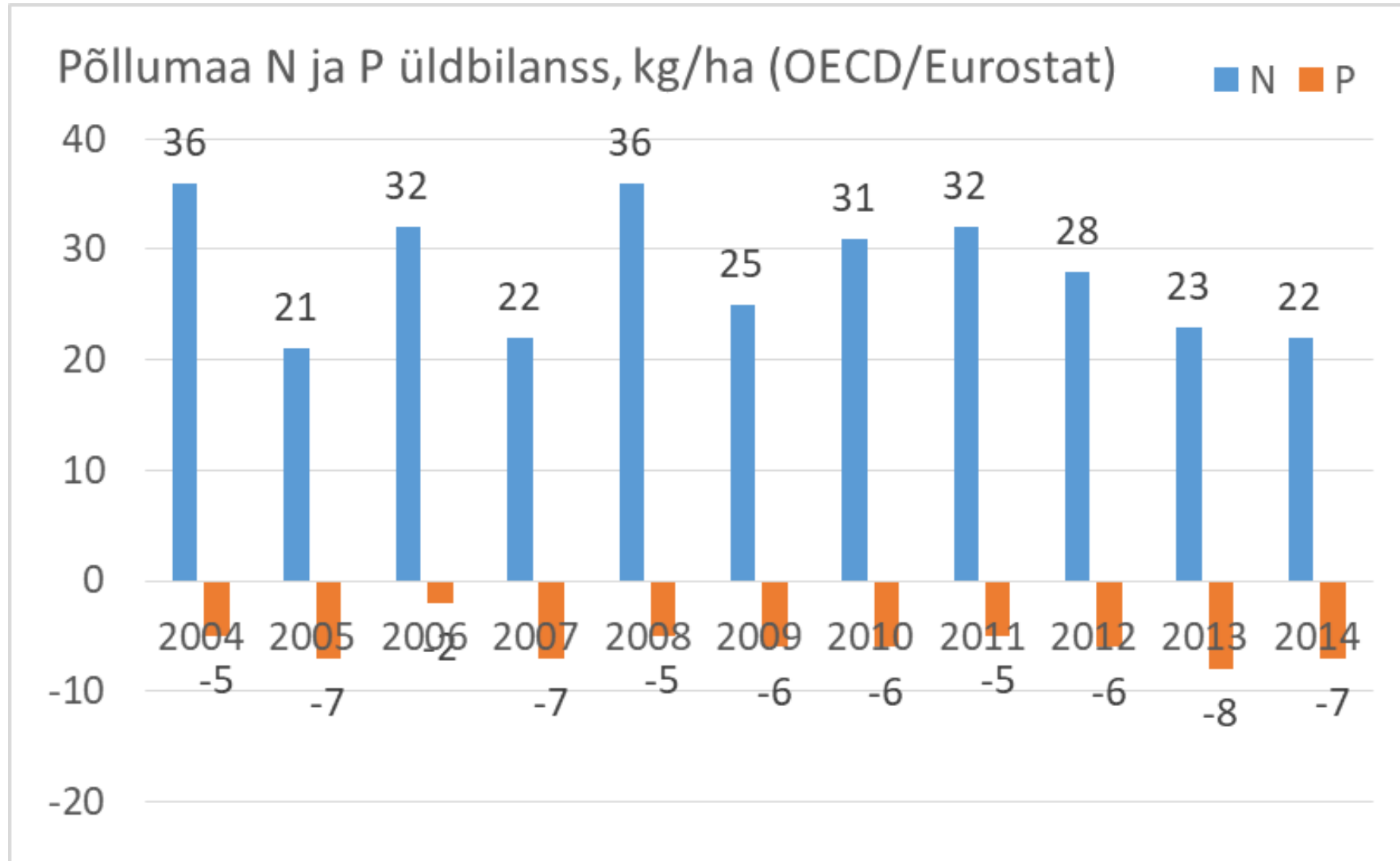


Rega et al 20198; <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.005>  
1.12.2021 CleanEst seminar

# Loomkoormus (lü/ha)



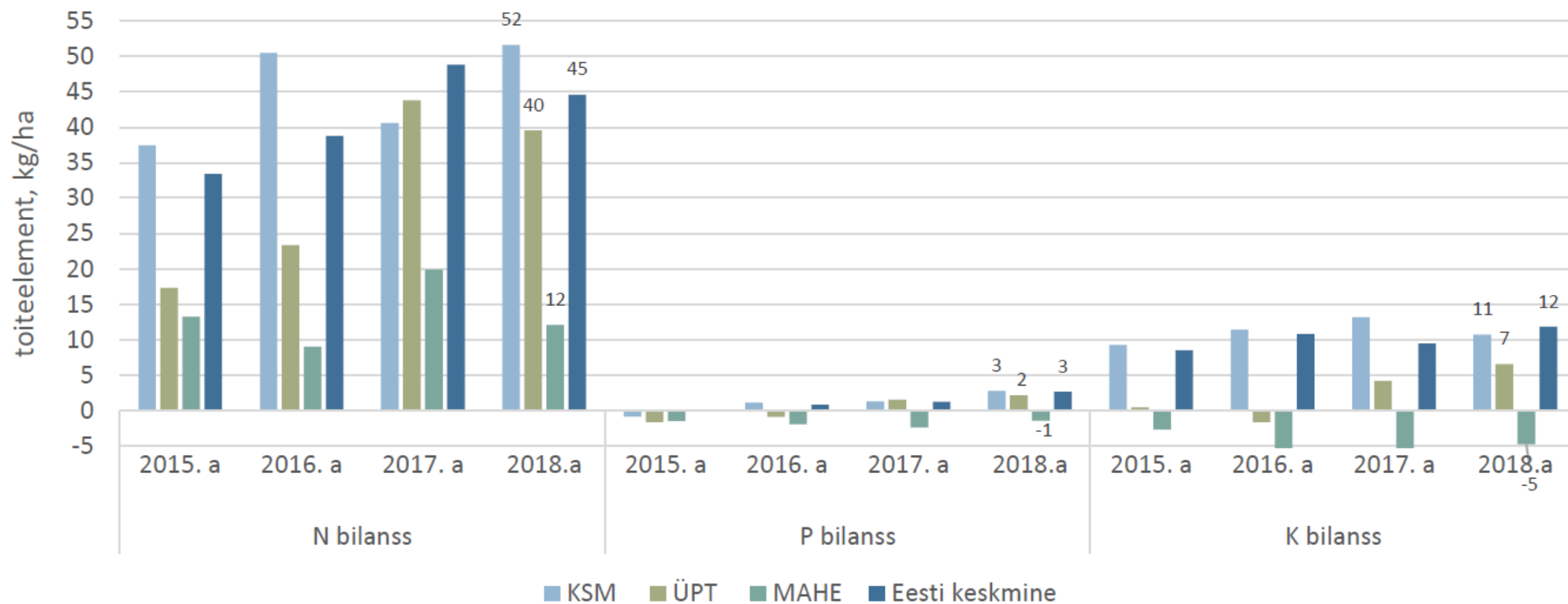
# Eesti riik



Allikas: <https://stats.oecd.org/>

1.12.2021 CleanEst seminar

# Taluvärava bilanss (tootja tasand), PMK



Joonis 1. Lämmastiku, fosfori, kaaliumi taluvärava bilanss toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018

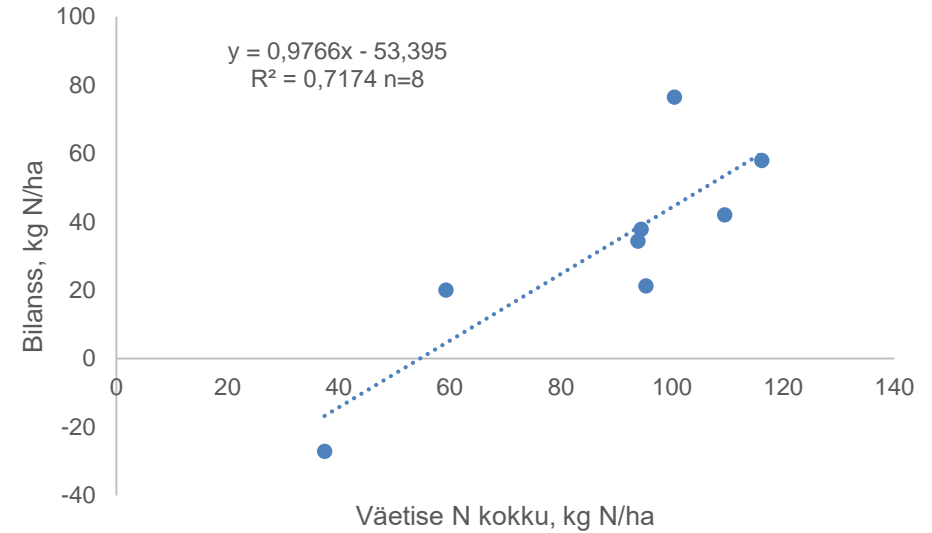
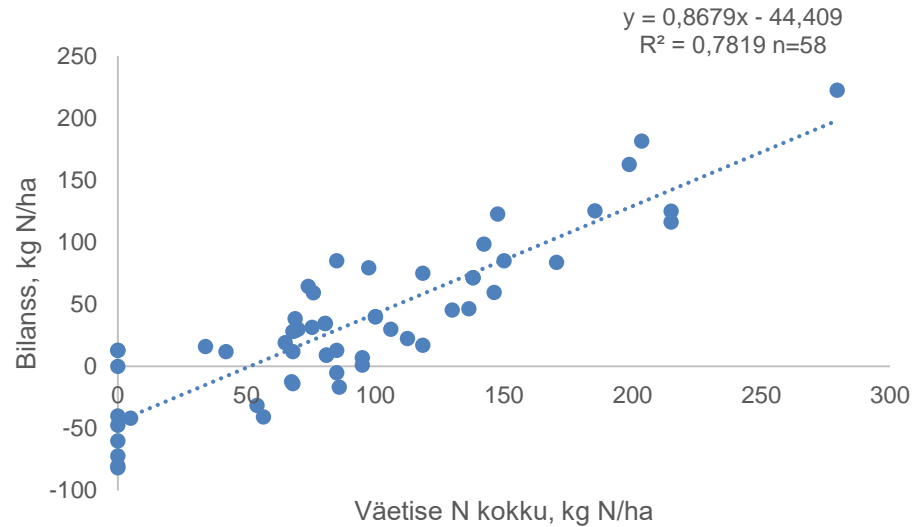
PMK, 2019:

[https://pmk.agri.ee/sites/default/files/2020-04/taluv%C3%A4rav\\_2019.pdf](https://pmk.agri.ee/sites/default/files/2020-04/taluv%C3%A4rav_2019.pdf)



# Väetise N kokku ja bilansi vaheline seos

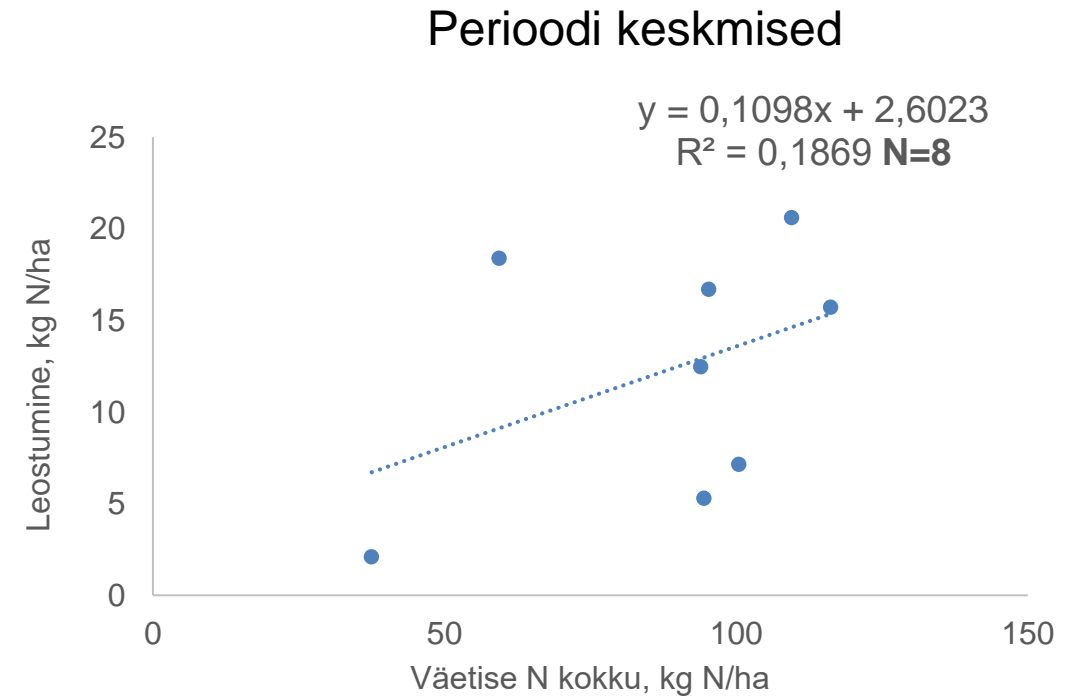
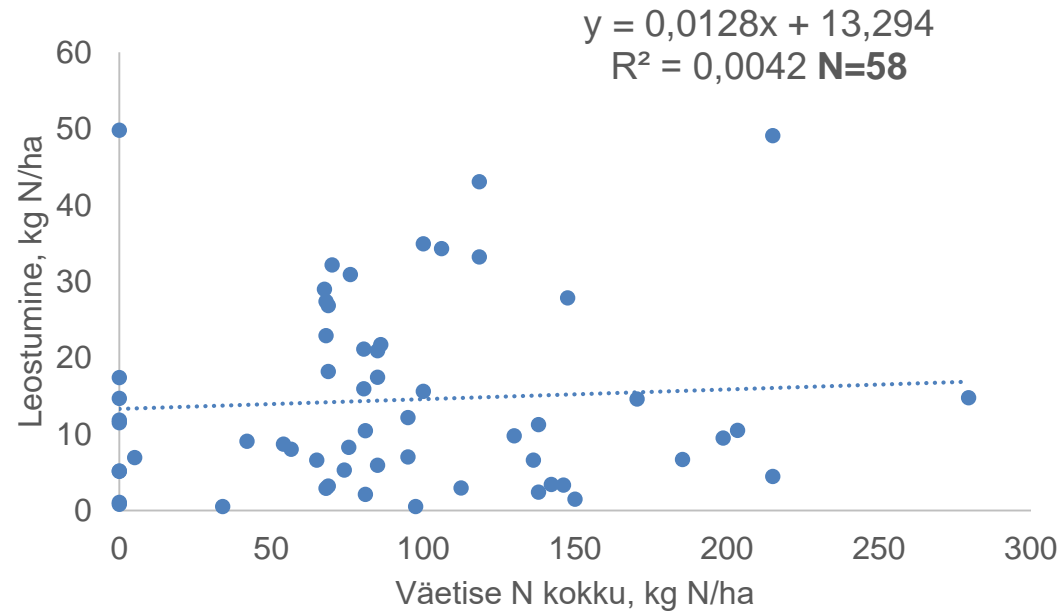
8 seirepõldu (PMK drenivee seire)



Lähteandmed: PMK drenivee seire

# Väetise sisend versus N leostumine

PMK drenivee seire

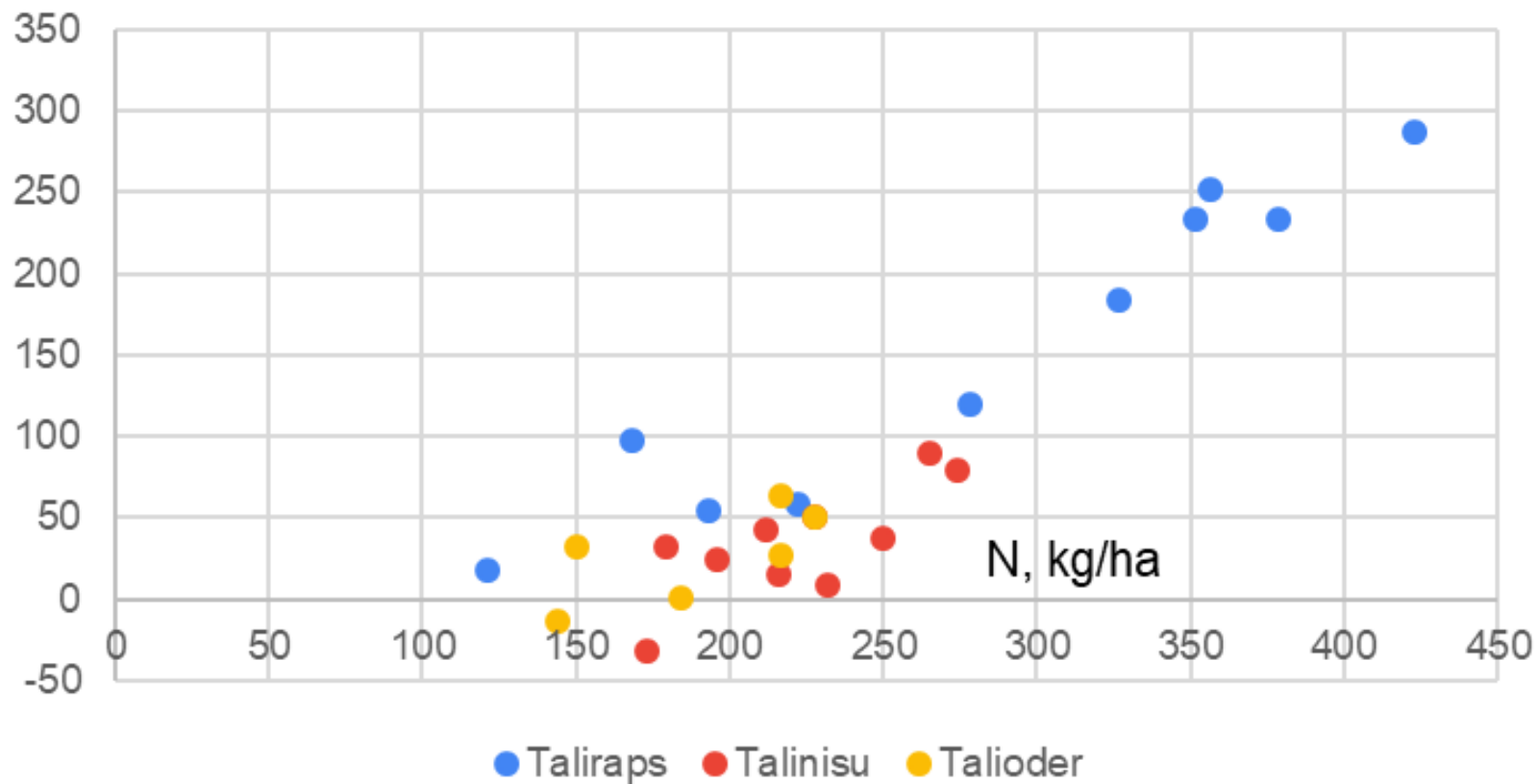


Lähteandmed: PMK drenivee seire

# Lihtsustatud N bilanss (viljelusvõistlus 2021)

- Sisend väetistega – teradeqa eemaldamine

N bilanss, kg/ha



# Enamkasutatavad põllu bilansi osad ja nendega seonduv määramatus (väike, keskmine, suur)

Eemaldamine:

- Põhisaak (tera/kaunvili/raps, söödakultuurid, heintaimed)
- Kõrvalsaadused (põhk, selle suhe terasaaki)
- Toiteelementide kontsentratsioon saagis (N, P, K)

Sisendid:

- (Atmosfäärne sademetega (5-7 kg N/ha))
- N bioloogiline fiksatsioon
- Mineraalväetised
- Orgaanilised väetised
- Seemnetega

# Põllu tasandi NPK kalkulaator • Hetkel Exceli tööriistana

Eesti Maaülikool www.emu.ee Estonian University of Life Sciences										Kaalutud keskmine			AM
Arvuta rida										Bilanss (kg/ha)			Hinnangud bilansi tulemusele
Põllu number	Põllu nimi	Põllu-massiiv	Kultuur	Pind (ha)	Aasta	Külvise-norm (kg/ha)	Saagikus (kg/ha)	Koristatav saagiosa	Proteiini % kuiv-aines	N	P	K	N
<b>Teraviljad</b>													
			suvinisu	1		200	5000	terad	14,7	23	-2	2	Suure N-tarbega mullal tasakaalus bilanss. Oled jätkusuutlik.
			suvinisu	1		200	5000	terad ja põhk	14,7	9	-6	-37	Suure N-tarbega mullal tasakaalus bilanss. Oled jätkusuutlik.
<b>Muud</b>													
			taliraps	1		8	3200			30	14	98	
<b>Kaunviljad</b>													
										0	0	0	
<b>Heintaimed</b>													
			liblikõieliste ja kõrreliste segu	1			10000	märgsilo kuni loomiseni		-63	-33	-284	Suure N-tarbega mullal tugevasti negatiivne bilanss. Saagi moodustumine mulla orgaanilise aine N arvelt.

<https://pk.emu.ee/struktuur/mullateadus/teadustoo/mullakalkulaatorid/>

STRUKTUUR - MULLATEADUSE ÕPETOOL - TEADUSTOOL - C JA NPK KALKULAATORID -

Juhtimine

Aianduse õppetool

Elurikkuse ja loodusriikide õppetool

Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool

Keskkonnakaitse ja maastikukorralduse õppetool

Maastikuarhitektuuri õppetool

Mullateaduse õppetool

Üldinfo

Töötajad

Teadustöö

C ja NPK kalkulaatorid

Publikatsioonid

Projektid

Doktorandid

Kaitstud doktoritööd

Mullalabor

Õppetöö

## C ja NPK kalkulaatorid

**Huumusbilansi kalkulaator**

Muldade tasakaalustatud sisukuseisund on nii agronoomilistest, ökoloogilistest kui ka kliima aspektidest lähtuvalt üha suurema tähelepanu keskmes. Sõna huumus on praktikasse juurdunud, ent tegelikult määratakse laboris otseselt mulla orgaanilise sisukuse kontsentratsioon ja huumusesisaldus on selle leitud arvutuslik väärtus. Käesolevas kalkulaatoris on tulemused väljendatud mulla orgaanilise sisukuna (C<sub>org</sub>).

C<sub>org</sub> bilanss sõltub eelkõige tootmistasemest, mullast, kasvatatavast kultuurist ja väetamisest. Varasemate uuringute meta-analüüsiga töötati välja ja täiustati koefitsientide ja arvutusalgortime, mis arvestavad erinevate agrotehnoloogiate (harimisviisid, tahe- ja vedelõnniku kasutamine, hajasväetised, kompostid, vahekuurid, põhumajandus jne) mõju mulla C<sub>org</sub> bilansile.

Kalkulaatori saab kasutada mineraalmuldadel C<sub>org</sub> bilansi ja varu arvutamiseks. Lähtendatuna on vaja sisestada huumuskühi tusedus, orgaanilise sisukuse kontsentratsioon, mulla lõimis, kultuuri väik, põhisaaži suurus ning väetamise andmed. Kalkulaator võimaldab saada vastuse üksiku põllu tasandil kui ka kogu kui ka põldude/kulvkorra keskmisena.

Programm töötab tabelarvutusprogrammi MS Excel baasil ja sisaldab makrosid, mille kasutus on vaja lubada. Kalkulaator on tasuta kasutamiseks ja levitamiseks. Kalkulaatori arendamiseks on olnud kasu andnud prof. Hugo Roostalu, dotsent Enn Lauringson, prof. Alar Astover jpt. Tagasiside ja lähem teave: Alar Astover, alar.astover@emu.ee

• **Huumusbilansi kalkulaator versioon 2.0 alla laadimine siit (pakitud .zip failina)**

**NPK põllupõhise bilansi kalkulaator**

Käesolev põllupõhine NPK bilansi kalkulaator on välja töötatud lihtsustatud üldbilansi põhimõttel. Väljundina võetakse arvesse põhi- ja kõrvalsaagiga eemaldatavad kogused, mis sõltuvad saagi suuruselt ja vastava tootelemendi kontsentratsioonist saagis. Sisenditena võetakse arvesse mineraal- ja orgaanilised väetised ning liblikõieliste kultuuride poolt õhust seotav lämmastik. Ajalise arvestuse aluseks on konkreetse kultuuri kogu kasvutsükli periood. Kalkulaatori lihtsustatud bilansi ja tagastamise osakaalu (sisendi suhe eemaldamiseks) alusel annab kalkulaator tulemustele kvalitatilised sõnalised hinnangud sõltuvalt konkreetse põllu mulla omadustest ja väetistarbest. Kalkulaatori kasutajal on soovi korral võimalik ise muuta vastava kultuuri saagi N/proteiini-, P- ja K-sisalduse väikeväärtusi, orgaaniliste väetiste koostist jms koefitsiente.

Programm töötab tabelarvutusprogrammi MS Excel baasil ja sisaldab makrosid, mille kasutus on vaja lubada. Kalkulaator on tasuta kasutamiseks ja levitamiseks. Tagasiside ja lähem teave: Alar Astover, alar.astover@emu.ee

• **NPK põllupõhise kalkulaatori versiooni 1.0 alla laadimine siit (pakitud .zip failina)**

Testime hetkel rakendamist LIFE CleanEst projekti raames Ida- ja Lääne-Virumaa piirkonnas



<https://pk.emu.ee/struktuur/mullateadus/teadustoo/mullakalkulaatorid/>

1.12.2021 CleanEst seminar

# Mis andmeid vaja sisestada?

- Arvestuse ajaline alus – konkreetse kultuuri/aasta arvestus
- Kultuur, sort
- Külvisenorm (mitte kõigi kultuuride puhul)
- Saagikus (põhisaagi osas), standardniiskuse juures
- Põhu eemaldamine (ei/jah)
- Allakülv (ei/jah)
- Vahekultuurid (ei/jah, kas ka liblikõielised)
- Orgaaniliste väetiste kasutus
- Mineraalväetiste kasutus

Selleks, et tulemused oleks sisuliselt tõlgendatavad on vaja teada mullainfot

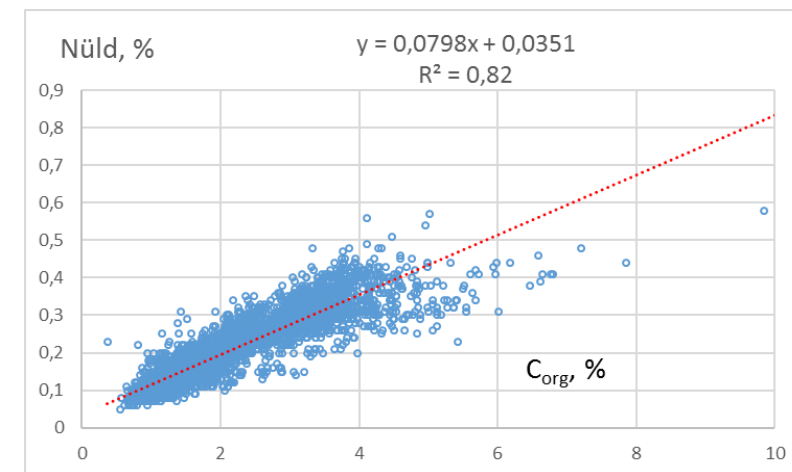
- Mulla andmetest:  $C_{org}$  sisaldus, P- ja K-sisaldus, huumushorisoni tusedus, lõimis

# Lisaks bilansi arvulistele vastustele ka kvalitatiivsed hinnangud (vajalik mullaandmete sisestamine)

- NPK tagastamise % (sisend/eemaldamine\*100) alusel sõltuvalt mulla väetistarbest
- Mulla N-varustus lähtuvalt C<sub>org</sub> (%) sisaldusest

Corg klassid	>=	<
1		1,2
2	1,2	2,2
3	2,2	3,2
4	3,2	5
5	5	100

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



- PK osas olemasolevad väetistarbeklassid Mehlich-3 meetodi alusel

# Tulekul...

- XII Mullapäev – Süsinikupõllunduse ootused ja reaalsus.  
3. detsember 2021, veebis

<https://pk.emu.ee/xiimullapaev>



Üleilmne  
Mullapäev

## XII Mullapäev

Süsinikupõllunduse ootused ja reaalsus

3. detsember 2021

Tartu

Konverents toimub üle veebi: liitu konverentsi ülekandega siit.

Vajalik on osaluse registreerimine siin

Päevakava:

10.00-10.15	Avamine
<i>I sessioon</i>	
10.15-10.45	Euroopa Liidu võimalused ja väljakutsed – Madis Pärtel (Eesti Alaline Esindus ELi juures)
10.45-11.15	Süsinikupõllundus ja muld - globaalne unistus ja kohalikud võimalused – Alar Astover (Eesti Maaülikool)
11.15-11.45	Eesti põllumuldade orgaanilise süsiniku sidumisvõime kaardistamine – Kadri Allik (Põllumajandusuuringute Keskus)
11.45-12.00	Aasta muld 2022 tutvustus – Endla Reintam (Eesti Mullateaduse Selts)
12.00-12.30	Lühiettekanded ja tudengite lühivideod mullast
<i>II sessioon</i>	
13.00-13.30	Põllumulla orgaanilise süsiniku muutused pikaajalistest põldkatsetes – Karin Kauer (Eesti Maaülikool)
13.30-14.00	Põllumajandustootja kogemused ja ootused süsinikupõllundusele – Margus Lepp (Vändra AS)
14.00-14.30	Süsinikupõllunduse algatused ja kogemused Soomes – Priit Tammeorg (Helsinki Ülikool)
14.30-15.15	Paneeldiskussioon

1.12.2021 CleanEst seminar



# Aasta muld 2021

## Rähkmuld – kivine viljakus



Alar Astover, professor

E-mail: [alar.astover@emu.ee](mailto:alar.astover@emu.ee)

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 mullaprofiilis 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 rähasisaldusega 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 Astover 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

- Tutvume lühidalt kalkulaatoriga