



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse



Põllu lämmastikubilanss – miks ja kuidas seda arvepidamist teha?

Alar Astover

Eesti Maaülikool, mullateaduse õppetool

23. mai 2024

Põhimõisted

- **Taimetoiteelement** on keemiline elemente (N, P, K jne), mis on vajalik taime kasvamiseks ja arenemiseks ning millest ühtegi ei ole talle omaste funktsioonide tõttu võimalik asendada mõne teise keemilise elemendiga.
- **Taimetoitaine** on iooni või molekul, millena taime neid elemente omastab. Mittemineraalseid elemente (H, C, O) omastab taime peamiselt veest ja süsihappegaasist. Mineraalseid elemente saab taime põllumullast peamiselt lahustunud ionide kujul:
 - anioonidena (nt NO_3^- , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}) või
 - katioonidena (nt NH_4^+ , K^+).
- **Bilanss** on arvutuslik näitaja, mis leitakse **ajas ja ruumis kokkulepitud süsteemi piires konkreetse elemendi sisendite ja väljundite vahena**. Seda arvestatakse enamasti elemendi üldkoguste alusel.

Miks on põllumajandustootjal vaja lämmastiku (N) bilanssi arvestada?

- Kohustus
 - keskkonnasõbraliku majandamise toetuse (edaspidi KSM); RT I, 29.12.2022, 12 “Perioodi 2023–2027 keskkonnasõbraliku majandamise toetus”:
§ 11. Lämmastikubilansi koostamine (jõustub alates 2025) - Taotleja peab põllumajandusmaa kohta, millel kasvatab põllukultuuri või heintaimet ja millel kasutab lämmastikku sisaldavat väetist või kasvatab lämmastikku siduvat põllumajanduskultuuri, põllupõhist arvestust lämmastiku mulda viimise ja mullast väljaviimise kohta e-põlluraamatus.

Miks on vaja lämmastiku bilanssi arvestada?

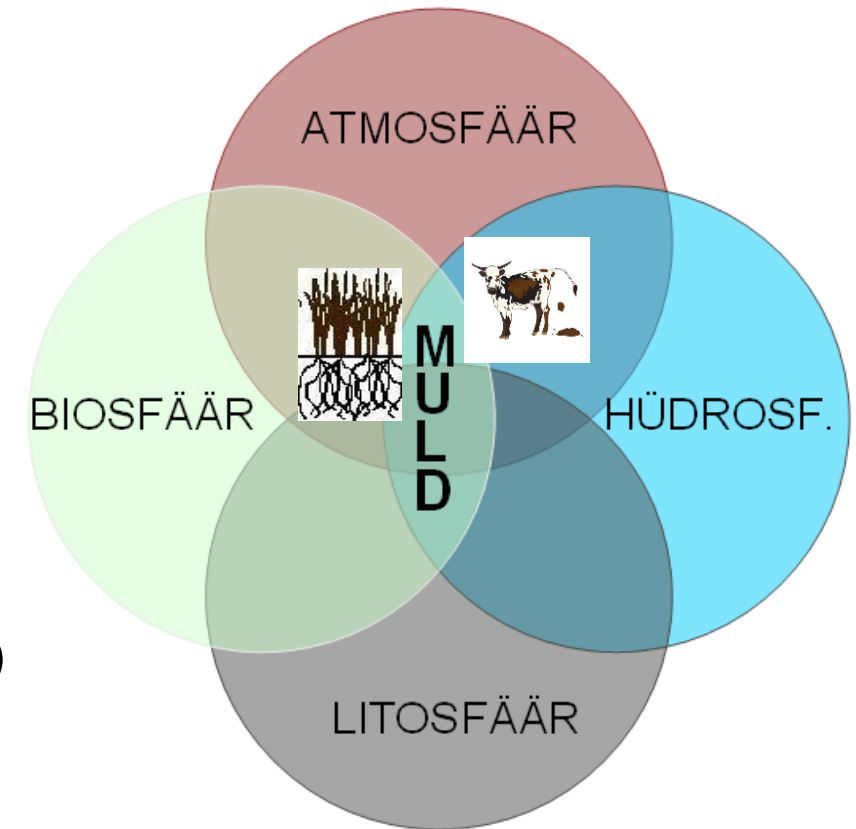
- Kohustus

- keskkonnasõbraliku majandamise toetuse (edaspidi KSM); RT I, 29.12.2022, 12 “Perioodi 2023–2027 keskkonnasõbraliku majandamise toetus”.

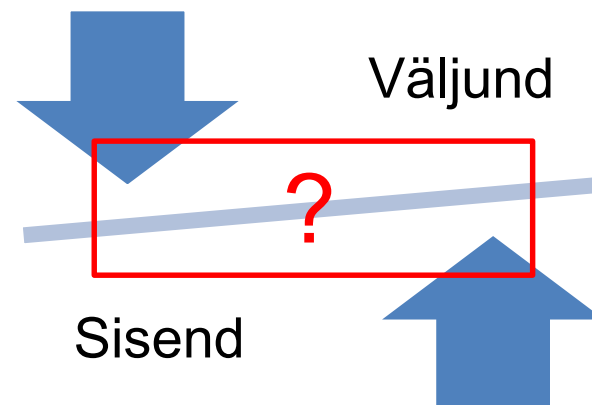
§ 11. Lämmastikubilansi koostamine (jõustub alates 2025)

- Vajadus

- Eluks hädavajalik element
- 4Õ: Õige väetis, aeg, koht, kogus
- **Saagikus, saagi kvaliteet**
- **Väetisel on hind (u alates 1 eur/kg N)**
- Negatiivne mõju keskkonnale (risk suurem kui bilanss tasakaalust väljas)
 - Mulla seisund (sh mullaelustik)
 - **Kaad vette ja õhku** (sh tugev kasvuhoonegaas N_2O)
- ...



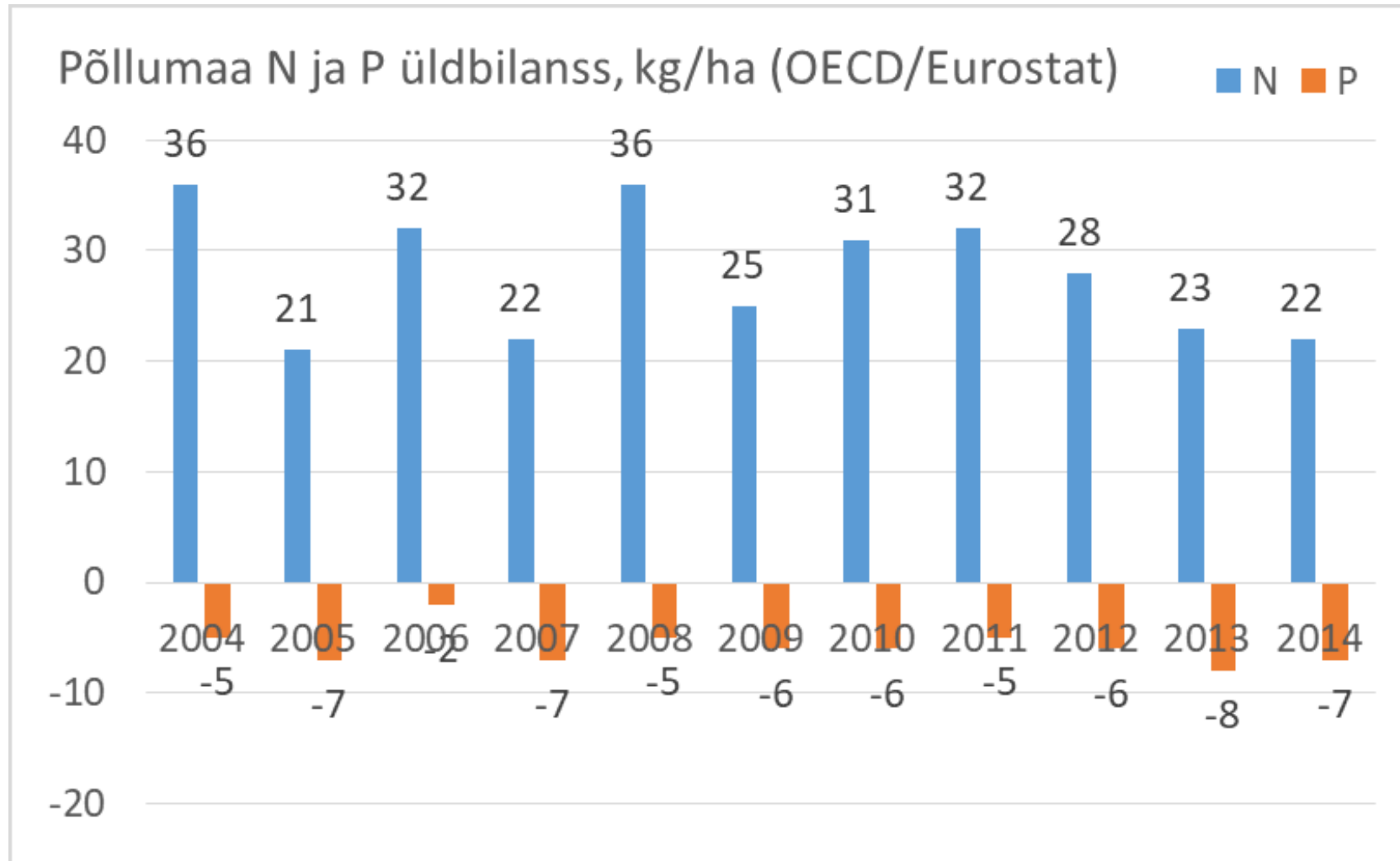
- **Bilanss** on arvutuslik näitaja, mis leitakse **ajas ja ruumis kokkulepitud süsteemi piires konkreetse elemendi sisendite ja väljundite vahena.**
- Seda arvestatakse enamasti elemendi üldkoguste alusel.



Enamlevinud bilansiarvestuse meetodid

- **Taluvärava bilanss** (*farm gate budget*) on arvutus, kus süsteemi piiriks on põllumajandusettevõtte. Sisendid (nt ostetud väetised) ja väljundid (nt müüdüd toodang) võetakse arvesse kalendriaasta vaates peamiselt raamatupidamislikele andmetele tuginedes.
- **Maa bilanss** (*land budget*) ja **mulla bilanss** (*soil surface budget*) on arvutused, kus süsteemi piiriks on tinglikult põllumajandusmaa või mulla pind. Sellist arvepidamist tehakse riigi/regiooni tasandil ([OECD/Eurostat ühine metoodika](#) N ja P bilansi arvestamiseks) ning samu põhimõtteid rakendatakse ka põllu tasemel arvutusteks.
- Väetiste, sh sõnniku kasutamisega kaasnevast võimalikust hajukoormusest annab kõige parema (st tegelikkusele rohkem vastava) hinnangu **põllu tasandi mulla bilanss**.
- Põllu tasandi mulla N bilansi väärtuste tõlgendamine:
 - Vahemikus -30 kuni +30 kg N/ha enamasti hea tasakaaluline seisund
 - Kui suurem defitsiit, siis saagikus ja mullaelustik pärsitud
 - Kui palju suurem üleküllus (>50-60 kg N/ha), siis kadude risk kasvab. Kas ka risk realiseerub? – Selleks vaja täiendavat konteksti arvestada.

Eesti riigi tasand

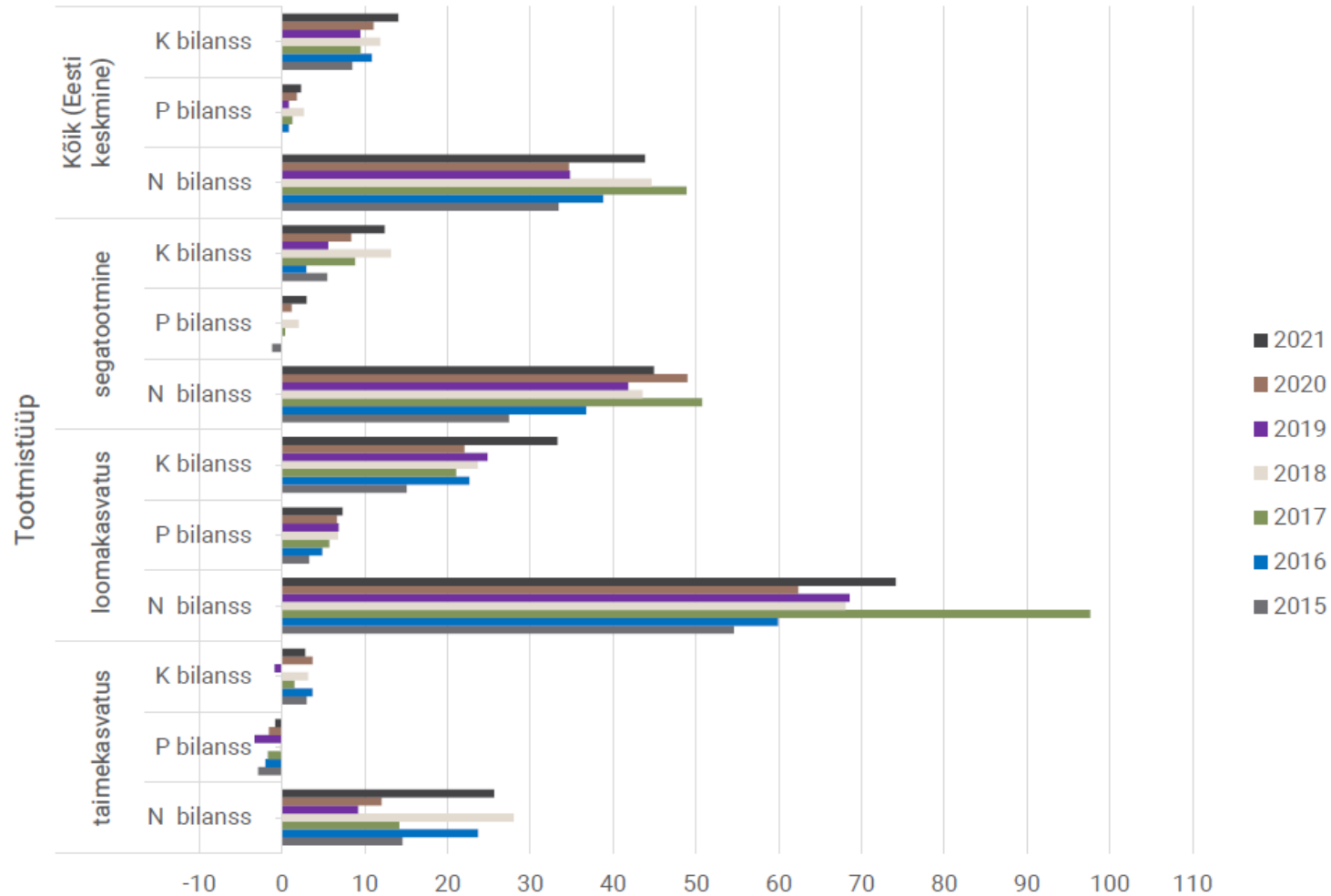


Allikas: <https://stats.oecd.org/>

23. mai 2024

Taluvärava toitelementide bilansi uuring

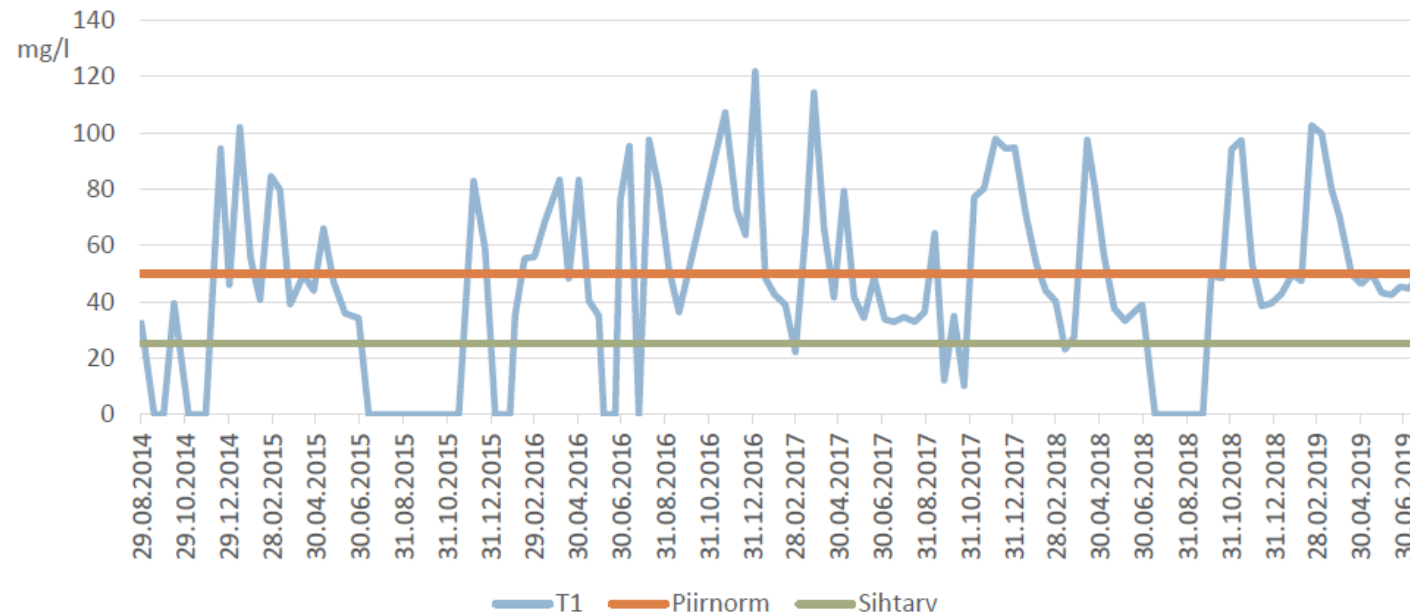
Põllumajandusettevõtete lämmastiku, fosfori ja kaaliumi bilanss tootmistüübi perioodil 2015-2021 (METK, 2023)



https://metk.agri.ee/teadus-uuringud-projektid/agroökoloogia/vesi?view_instance=0¤t_page=1#toitelementide-bila

23. mai 2024

- Põldude drenivee seira-ala näide...
 - Bilanss ülekülluses ja vesi liiga nitraadirohke



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

PMK, 2019



Viljelusvõistluse põllud 2023

Lihtsustatud NPK bilanss (keskmine)

2023	Lihtsustatud bilanss, kg/ha		
	N	P	K
Teraviljad	11	-13	-16
Taliraps	57	-14	20

NPK bilanss (suurim, väikseim)

2023	N	P	K
Suurim	116	18	112
Väikseim	-76	-53	-109

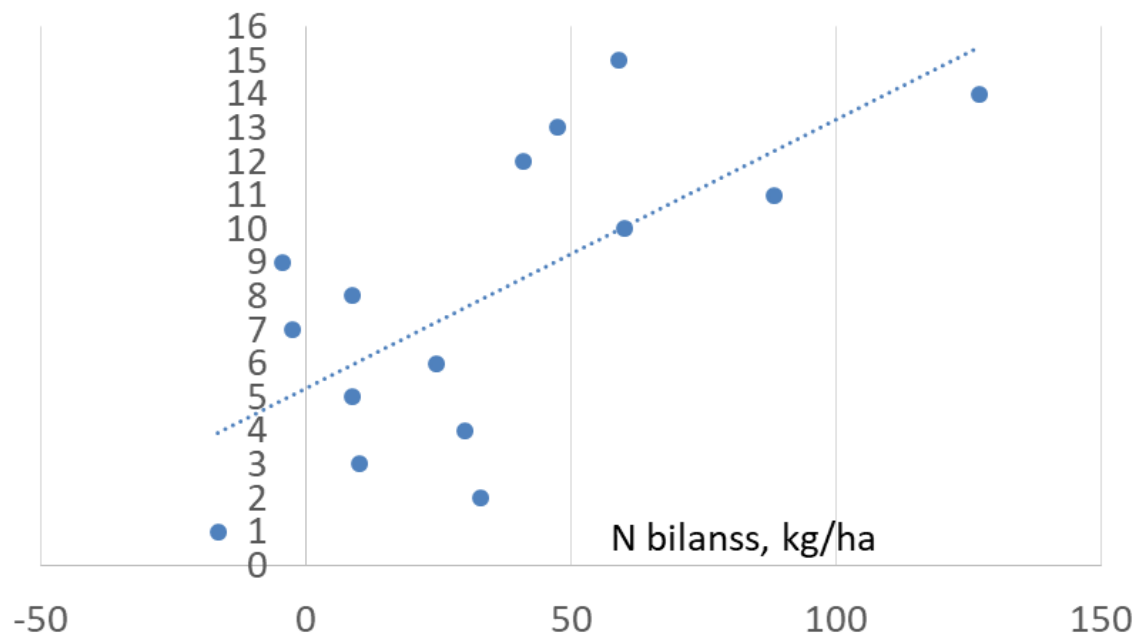
- N bilansi üleküllus – võimalik keskkonnakoormus, ent tegelikult veel tugevam seos...

– majandusliku edukusega

Viljelusvõistlus 2020

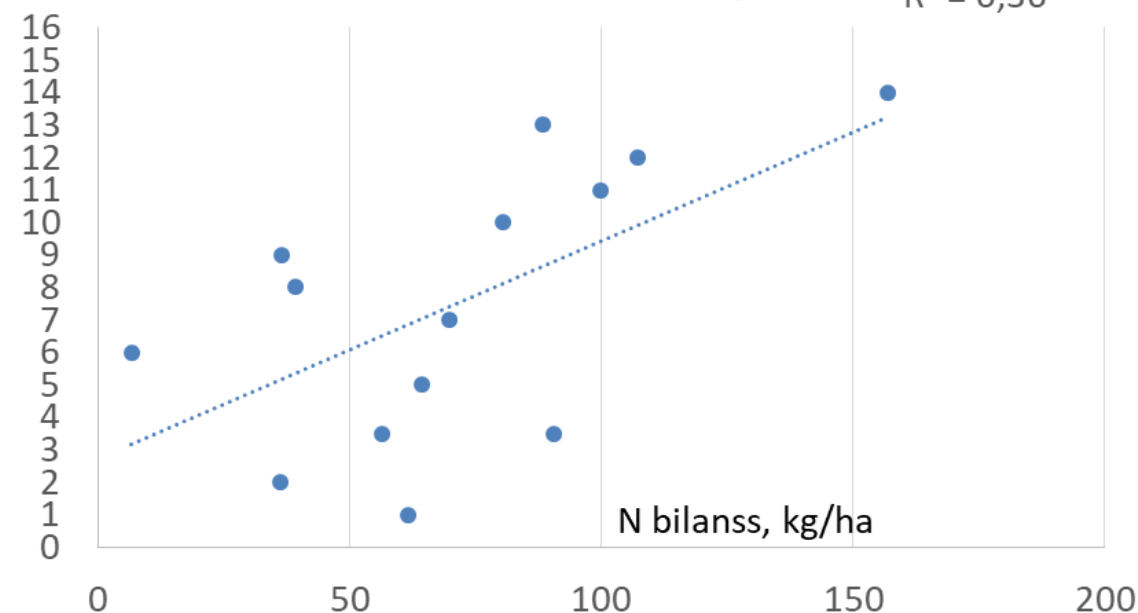
Koht tulukuse edetabelis (talinisu)

$R^2 = 0,47$



Koht tulukuse edetabelis (taliraps)

$R^2 = 0,36$



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



www.emu.ee										Kaalutud keskmine			AM
Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences										0	-7	-55	
Arvuta rida	Lisa	Kustuta	Puhasta rida	Saak						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
Teraviljad													
			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.
Muud													
			taliraps	1		8	3200			30	14	98	
Kaunviljad													
										0	0	0	
Heintaimed													
			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 -

C ja NPK kalkulaatorid

Juhtimine
Aianduse õppetool
Elukikkuse ja loodusrisi õppetool
Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool
Keskonnakaitse ja maastikuhalduse õppetool
Maastikuarhitektuuri õppetool
Mullateaduse õppetool
Üldinfo
Töötajad
Teadustöö
C ja NPK kalkulaatorid
Publikatsioonid
Projektid
Doktorandid
Kaitstud doktoritööd
Mullalabor
Õppetöö

Huumusbilansi kalkulaator

Muldade tasakaalustatud süsinikuseisund on nii agronoomilistest, ökoloogilistest kui ka kliima aspektidest lähtuvalt üha suurema tähelepanu keskmis. Sõna huumus on praktikasse juurdunud, ent tegelikult määratakse laboris otseselt mulla orgaanilise süsiniku kontsentratsioon ja huumuseisaldus on selle leitud arvutuslik väärtus. Käesolevas kalkulaatoris on tulemused väljendatud mulla orgaanilise süsinikuna (C_{org}).

C_{org} bilanss sõltub eelkõige tootmisest, mullast, kasvatatavast kultuurist ja väetamisest. Varasemate uuringute meta-analüüsiga töötati välja ja täiustati koefitsientide ja arvutusalgortime, mis arvestavad erinevate agroteholoogiate (harimisviisid, tahe- ja vedelsõnniku kasutamine, hajasväetised, kompostid, vahekultuurid, põhumajandus jne) mõju mulla C_{org} bilansile.

Kalkulaatori saab kasutada mineraalmuldadel C_{org} bilansi ja varu arutamiseks. Lähtandmetena on vaja sisestada huumuskhi tusedus, orgaanilise süsiniku kontsentratsioon, mulla lõimis, kultuuri väik, põhisaagi suurus ning väetamise andmed. Kalkulaator võimaldab saada vastuse üksiku põllu tasandil kui ka kogu kui ka põldude/külvikorra keskmisena.

Programm töötab tabelarvutusprogrammi MS Excel baasil ja sisaldab makrosid, mille kasutus on vaja lubada. Kalkulaator on tasuta kasutamiseks ja levitamiseks. Kalkulaatori arendamisse on olulise panuse andnud prof. Hugo Roostal, dotsent Ern 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 üdibilansi 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 eemaldamisse) alusel annab kalkulaatori 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 vaikeväärtusi, orgaaniliste väetiste koostist jms koefitsientide.

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)**

- Hetkel Exceli tööriistana
- Arendused e-põlluraamatu süsteemidega seostamiseks töös

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

23. mai 2024

Mis andmeid vaja sisestada?

- Arvestuse ajaline alus – konkreetse põllukultuuri kasvatustsükli (aasta) arvestus
- Kultuur
- Külvisenorm (mitte kõikide 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 vaja teada mullainfot

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



Juhendmaterjal põllumajandustootjale (C10.2)

Näide 1. Segatootja, vedelsõnniku kasutus.

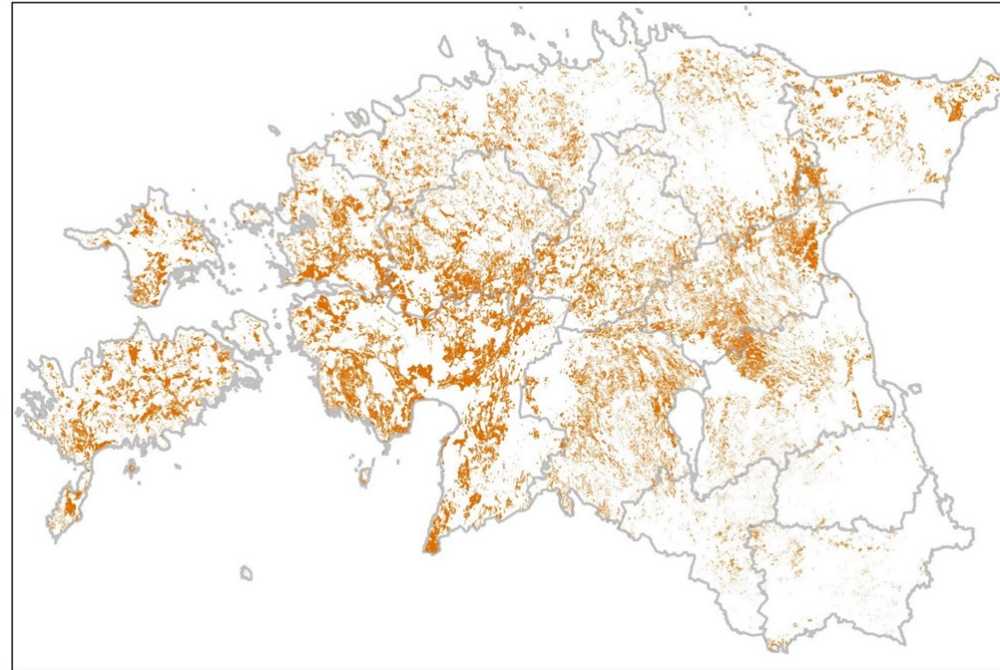
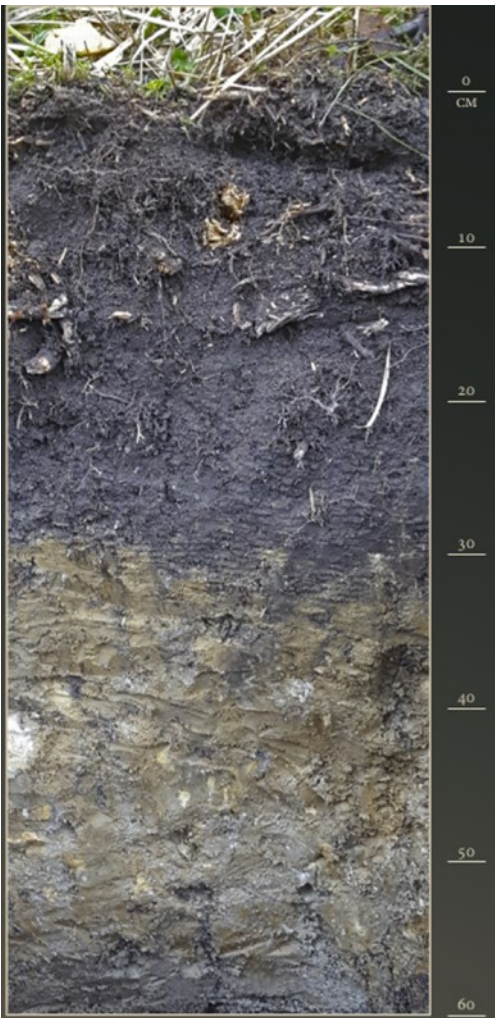
Aastad: 2015–2019. Külvikord: taliraps – talinisu – mais – suvioder – suvinisu. Teraviljapõhk jäeti mulda. Talirapsi, talinisu ja maisi põllul kasutati vedelsõnnikut 30 m³/ha. Mulla andmed: C_{org} 2,9 %; P 227 mg/kg; K 534 mg/kg; keskmine liivsavi lõimis.

Tulemused. Keskmisena olid kõigi elementide bilansid positiivsed. Talirapsi ja talinisu põllul anti lisaks vedelsõnnikule oluline kogus N ka mineraalväetistega. Neil aastatel jäi N bilanss oluliselt üleküllusse, mis võis suurendada kadude riski. Kuna tegu on toitelementidega hästi või isegi väga hästi varustatud mullaga, siis nii tasuvuse kui ka keskkonnanohiu vaates võiks kaaluda vedelsõnniku kasutuse aastatel vähendada mineraalväetiste kasutust.

Arvuta rida		Lisa		Kustuta		Puhasta rida		Saak			Mineraalväetiste NPK sisend			Sisendid kokku (kg/ha)			Eemaldamine kokku (kg/ha)			Bilanss (kg/ha)			Hinnangud bilansi tulemusele		
põllu number	põllu nimi	põllu-massiiv	Kultuur	Pind (ha)	Aasta	Saagikus (kg/ha)	Koristatav saagiosa	Proteiini % kuivaines	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P
Teraviljad																									
			talinisu	20,5	2016	5800	terad	14,7	144	0	0	291,3	37,5	123,9	117,2	20,9	27,3	174	17	97	Keskmise N-tarbega mullal suur N üleküllus. Vedelsõnniku ja/või mineraalse N kasutamisel võib suurenda leostumine.			Väga suure P-sisaldusega mullal positiivne bilanss. Ligne P-väetiste kasutus nii keskkonna kui ka tasuvuse vaates.	Vi ka
			suvioder	20,5	2018	3800	terad	13,2	50	3	0	54,5	3,9	1,3	68,8	13,3	19,0	-14	-9	-18	Lämmastikuga hästi varustatud mullal negatiivne bilanss. Saagi moodustumine mulla orgaanilise aine N arvelt.			Väga suure P-sisaldusega mullal tugevasti negatiivne bilanss. Lühiajaliselt aktsepteeritav, pikemas perspektiivis mulla P-varu vähenemine.	Oj jät
			suvinisu	20,5	2019	3500	terad	14,7	39	0	0	44,1	0,9	1,2	70,7	12,6	16,5	-27	-12	-15	Keskmise N-tarbega mullal tugevasti negatiivne bilanss. Saagi moodustumine mulla orgaanilise aine N arvelt.			Väga suure P-sisaldusega mullal tugevasti negatiivne bilanss. Lühiajaliselt aktsepteeritav, pikemas perspektiivis mulla P-varu vähenemine.	Vi ak
Muud																									
			taliraps	20,5	2015	4400	terad	24,1	157	23	0	299,3	59,6	122,7	154,4	31,7	34,3	145	28	88	Keskmise N-tarbega mullal suur N üleküllus. Vedelsõnniku ja/või mineraalse N kasutamisel võib suurenda leostumine.			Väga suure P-sisaldusega mullal positiivne bilanss. Ligne P-väetiste kasutus nii keskkonna kui ka tasuvuse vaates.	Vi ka
			mais	20,5	2017	50000	haljasmass		46	27	0	188,2	63,8	122,9	195,0	35,0	190,0	-7	29	-67	Keskmise N-tarbega mullal tasakaalus bilanss. Oled jätkusuutlik.			Väga suure P-sisaldusega mullal positiivne bilanss. Ligne P-väetiste kasutus nii keskkonna kui ka tasuvuse vaates.	Vi pe

Aasta muld 2024

Leostunud gleimuld – märg rikkus



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Alar Astover, professor

E-mail: alar.astover@emu.ee

23. mai 2024