

## Erodeeritud- ja turvasmuldade omaduste muutumine

### Sisukord

Uuringu eesmärk .....	2
Tulemused ja arutelu .....	2
Kokkuvõte .....	19

### Jooniste loetelu

Joonis 1. Huuushorisoni tusedus ja standardhälve erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	3
Joonis 2. Mulla orgaanilise süsiniku sisaldus (Corg, %) erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	4
Joonis 3. Mulla orgaanilise süsiniku varu (Corg varu, t/ha) erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	4
Joonis 4. Mulla reaktsioon (pH) erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	5
Joonis 5. Liikuva fosfori (P, mg/kg) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	6
Joonis 6. Liikuva kaaliumi (K, mg/kg) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	6
Joonis 7. Liikuva kaltsiumi (Ca) ja magneesiumi (Mg) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	8
Joonis 8. Mangaani (Mn, mg/kg) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	9
Joonis 9. Vase (Cu) ja boori (B) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus). ....	9
Joonis 10. Lasuvustihedus (Dm) erodeeritud muldade uurimiseladel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus) ülemises (a) ja alumises (b) mullakihis. ....	10
Joonis 11. Üldpoorsused (Püld) erodeeritud muldade uurimiseladel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus) ülemises (a) kui alumises (b) mullakihis. ....	11
Joonis 12. Turbahorisoni tusedus ja standardhälve turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). Joonega on tähistatud minimaalne turbahorisoni tusedus 30 cm. ....	12
Joonis 13. Mulla Corg sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). Joonega on tähistatud minimaalne Corg sisaldus 20%. ....	13
Joonis 14. Mulla orgaanilise süsiniku (Corg) varu turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). ....	14
Joonis 15. Mulla reaktsioon (pH) turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	14
Joonis 16. Liikuva fosfori (P) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	15
Joonis 17. Liikuva kaaliumi (K) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	16
Joonis 18. Kaltsiumi (Ca) ja magneesiumi (Mg) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	17
Joonis 19. Mangaani (Mn) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). .....	18
Joonis 20. Vase (Cu) ja boori (B) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus). ....	18
Joonis 21. Lasuvustihedused (Dm) turvasmuldade uurimiseladel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus) ülemises (a) ja alumises (b) mullakihis. ....	19

### Lisade loetelu

[Lisa 1. Erodeeritud- ja turvasmuldadega uurimiselade maakasutus, mullaliigi ja kuivenduse andmed](#)

[Lisa 2. Erodeeritud- ja turvasmuldadega uurimiselade agrokeemia tulemused](#)

[Lisa 3. Erodeeritud- ja turvasmuldadega uurimiselade füüsikalised mullaparametrid](#)



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maapiirkondadesse

Eesti maaelu arengukava 2014–2020 4. ja 5. prioriteedi hindamine

## Uuringu eesmärk

Erodeeritud- ja turvasmullad on tundulikumat maaharimisele. Kui turvasmuldi ohustab harimisel peamiselt orgaanilise aine vähenemine mullas ja suurem kasvuhooegaasi heidete emiteerimine, siis erodeeritud muldadel on peamiseks ohuks tuule- ja vee-erosioon, mille tõttu kantakse minema taimede toiteelemendid. Eestis maaelu arengukava raames on välja töötatud piirkondlik mullakaitse meede, hoidmaks erodeeritud- ja turvasmuldi püsiva taimkatte all. Samuti on mullastiku valdkonnaga seotud poliitilised dokumendid rõhutanud vajadust akumuloida eelkõige turvasmuldadesse mulla orgaanilist süsinikku. Käesoleva uuringu eesmärgiks on selgitada erinevate mullaparametrite muutused erodeeritud- ja turvasmuldadel nii jätkuval kasutamisel püsirohumaana kui ka maakasutuse muutumisel põllumaast püsirohumaaks. Uuringu tulemusi kasutatakse põllumajanduslike keskkonnatoetuste hindamiseks ja mullaseire taustaandmetena.

Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse mullaseire ja uuringute büroo, kontaktisik Kadri Allik, [kadri.allik@pmk.agri.ee](mailto:kadri.allik@pmk.agri.ee)

## Tulemused ja arutelu

### Erodeeritud muldade omaduste muutmine

Erodeeritud muldade maakasutusele tuleb pöörata tähelepanu, sest neid muldi ohustab viljakuse vähenemine. Erodeeritud muldade pindmine kiht kantakse tuule või vee mõjul põldudelt minema ning mullad vaesuvad seeläbi väiksematest mullaosakestest, taimetoitainetest ja kaotavad mulla orgaanilist süsinikku. Pidevalt talitleval rohelisel taimkattel on mullale positiivne mõju. Eestis on erosiooni probleem lokaalne, tuuleerosioonist on enim mõjutatud Lääne- Eesti saared ja rannikualad ning vee-erosioonist kallakulised piirkonnad Lõuna-Eestis. Uurimisalade erodeeritud mullad paiknevad Lõuna-Eesti kallakulistel aladel ning on mõjutatud eelkõige vee-erosioonist.

Aastatel 2015 ja 2016 teostati välitoid 30-l erodeeritud mullaga uurimisalal. Aastal 2021 sobisid endiselt maakasutuse ja mullaliigi poolest analüüsimiseks 18 uurimisala tulemused, mida võrreldakse 2015 ja 2016 a kogutud samade uurimisala tulemustega (Lisa 1, Lisa 2, Lisa 3). Täpsemalt on uurimisalade 2021. a valimist väljajäämise põhjuseid kirjeldatud metoodikas. Alasid võrreldakse paaridena, kus erodeeritud mullaga aladele rajati põllumaa asemele püsirohumaad (EP - enne põllumaa) nendega, kus maakasutus jätkus põllumaana ehk referentsalad (EP ref - referentsalad). Kolmanda maakasutuse grupi moodustavad alad, mille maakasutus on jätkuvalt püsirohumaad (ER - enne rohumaad). Analüüsitakse mullaparametrite muutumist erinevate maakasutuste korral. Joonistel tähistatakse „0a“ esialgsete mullaproovide kogumist (2015 ja 2016 a) ja „6a“ kordusproovide kogumist (2021 a). Väetamise ABC-l (tabel 4) põhinevad aruandes läbivalt joonistel ja tekstides kasutatud määratlused (keskmine, väike, väga väike sisaldus) taimetoitelementide sisalduste kohta.

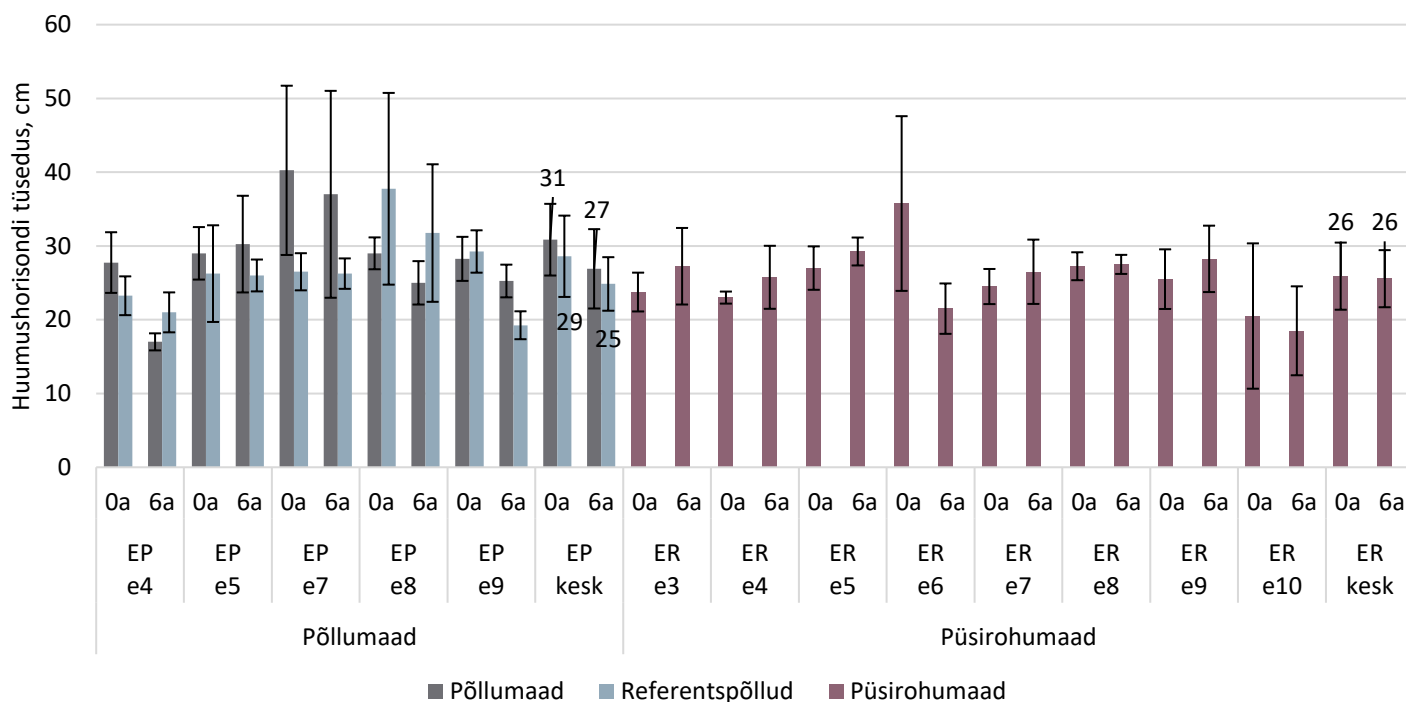
**Huumushorisoni tüsedus erodeeritud mullaga endistel ja praegustel põllumaadadel vähenes 2021. a keskmiselt 13%. Jätkuvatel püsirohumaadega alade keskmine huumushorisoni tüsedus vaadeldud perioodi jooksul ei muutunud jäädes 26 cm juurde.**

Huumushorisoni tüsedus jäi erodeeritud mullaga uurimisaladel 2021. a ala vahemikku 17-37 cm. Uurimisaladel oli 2021. a keskmine huumushorisoni tüsedus kõige suurem EP aladel 27 cm, järgnesid EP ref 25 cm ning ER aladel 26 cm (Joonis 1). Huumushorisoni tüsedus oli seega kõigil erineva maakasutusega aladel suhteliselt sarnane. Kui EP aladel ja nende referentsaladel huumushorisoni tüsedus kahanes keskmiselt 13% (4 cm) võrra, siis ER aladel on keskmine näitaja püsinud samal tasemel (26 cm). Huumushorisoni vähenemine võib olla



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maapiirkondadesse

pikalt kuiva ja kuuma suve tulem, kus mulla pealne kiht kuivades ahtamaks jäi. EP aladel oli algsest huumushorisoni tusedus suurem ka ilmselt seetõttu, et rohumaa oli äsja rajatud ning mullaharimise mõjul oli muld kobedam ja seega ka tusedam.



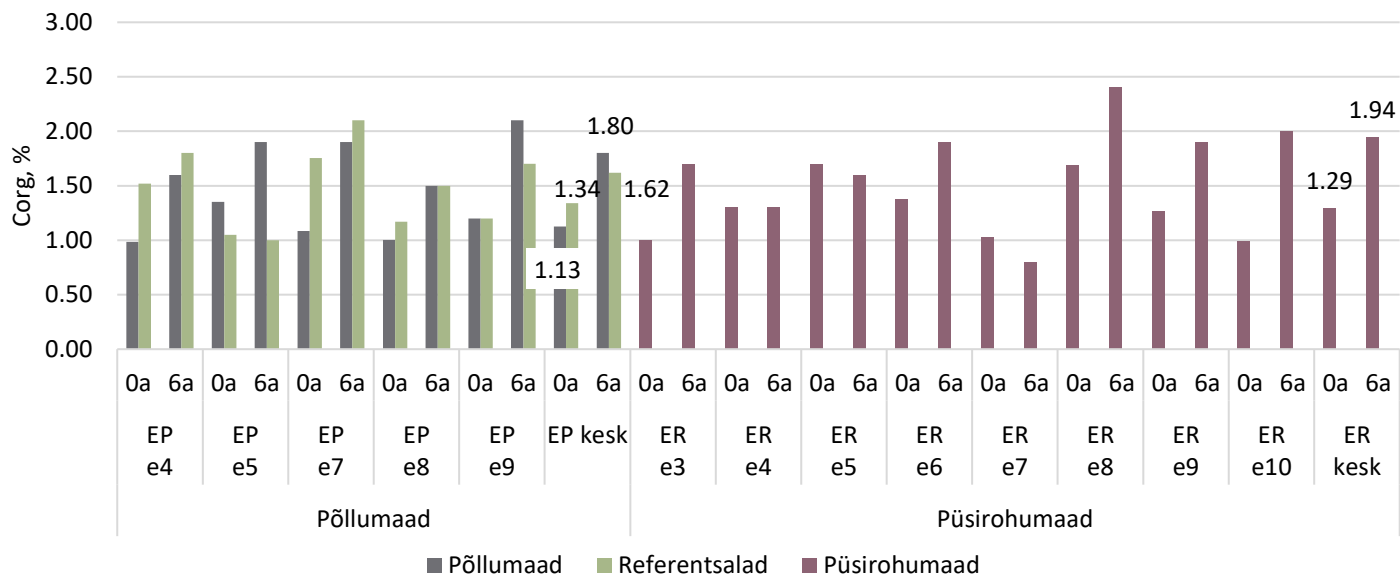
Joonis 1. Huumushorisoni tusedus ja standardhälve erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

Kui orgaanilise süsiniku (Corg) sisaldus näitab süsiniku kontsentratsiooni huumushorisonis, siis orgaanilise süsiniku varu (Corg varu) on oluline muldade huumusseisundit iseloomustav näitaja, mis peegeldab mulla orgaanilise süsiniku seisundit baseerudes turba- või huumushorisoni tusedusel, lasuvustihedusel ja Corg sisaldusel. Nõrgalt erodeeritud mulla Corg sisaldus ja varu on vastavate erodeerumata mullaliikidega võrreldes väiksem kuni neljandiku võrra (Astover, A., Kõlli, R., Roostalu, H., Reintam, E., Leedu, E., 2012). Sealjuures on erisusi ka Corg sisalduses ja varus erodeeritud muldadel omavahel, näitajad on suuremad nt erodeeritud rähksetes muldades kui erodeeritud leetunud muldades ning nõrgalt erodeeritud muldades suuremad kui tugevalt erodeeritud muldades (Lisa 1).

Mulla Corg sisaldus jäi 2021. a vahemikku 0,80-2,40%. Uurimisaladel oli kõrgeim Corg sisaldus ER aladel keskmiselt 1,94%, järgnesid EP alad 1,80% ja EP ref 1,62% (Joonis 2). Jätkuvatel püsirohumaadel on seega suurem Corg sisaldus, kui võrrelda neid endiste või praeguste põllumaadega, järelikult on pikaajaline püsiv taimkate erodeeritud muldadel end õigustanud. Kõigi kolme maakasutuse puhul Corg sisaldus alade keskmisena kuue aasta jooksul tõusis. Corg sisaldus suurenes kõige enam EP aladel keskmiselt 60% (0,67%) võrra, ER aladel 50% (0,65%) võrra ja EP referentsaladel 21% (0,28%) võrra. Corg sisalduse suurenemine huumushorisonis on selgelt positiivne näitaja mullaviljakuse seisukohast.



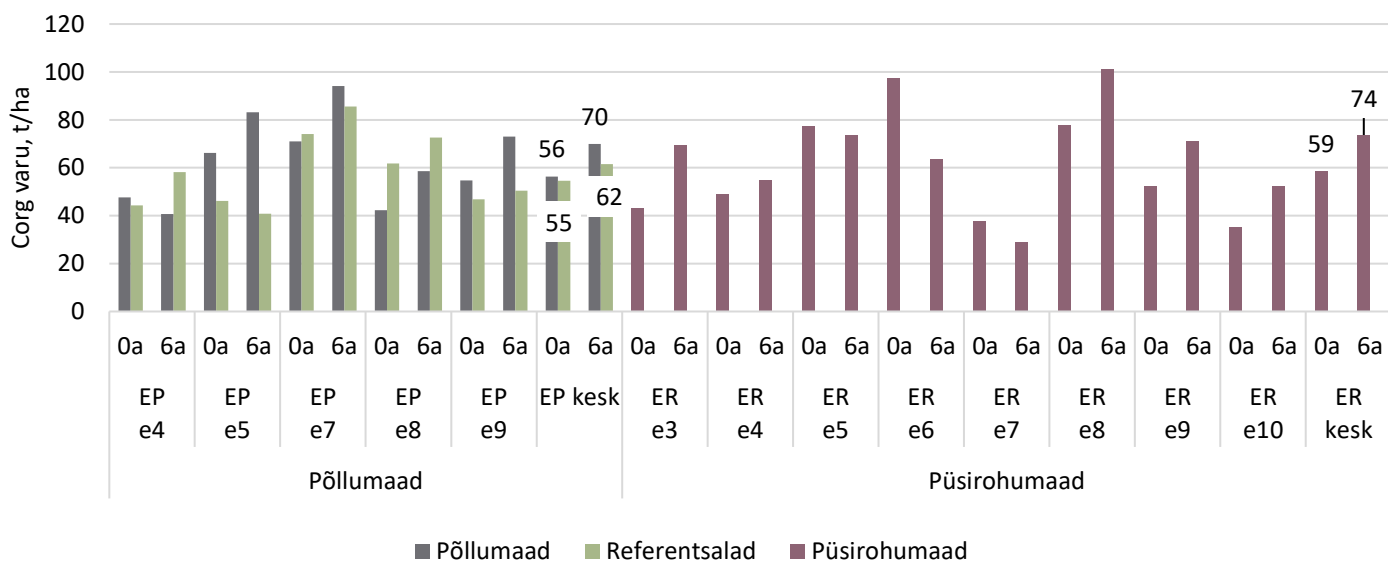
Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse



Joonis 2. Mulla orgaanilise süsiniku sisaldus (Corg, %) erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

**Erodeeritud mulla Corg sisaldus on tõusnud kõige enam ehk 60% võrra endistel põllumaadel ja Corg varu jätkuvaltel püsirohumaadel 25% võrra. Samuti on näitajad tõusnud nii jätkuvaltel püsirohumaadel kui põllumaadel.**

Mulla Corg varud jäid 2021. a aladel vahemikku 29-101 t/ha. Keskmiselt oli 2021. a ER aladel Corg varu suurim 74 t/ha, järgmisena EP aladel 70 t/ha ja EP ref aladel väikseim 62 t/ha (Joonis 3). Sealjuures kasvas Corg varu kuue aasta jooksul kõigi erinevate maakasutuste korral ning ER aladel suurenes Corg varu enim 25% (15 t/ha) võrra ja veidi vähem EP aladel 24% (14 t/ha) võrra ja EP referentsaladel 13% (7 t/ha) võrra. Seega sarnaselt mulla Corg sisaldusega samuti Corg varu uurimisaladel keskmiselt oluliselt kasvanud.



Joonis 3. Mulla orgaanilise süsiniku varu (Corg varu, t/ha) erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

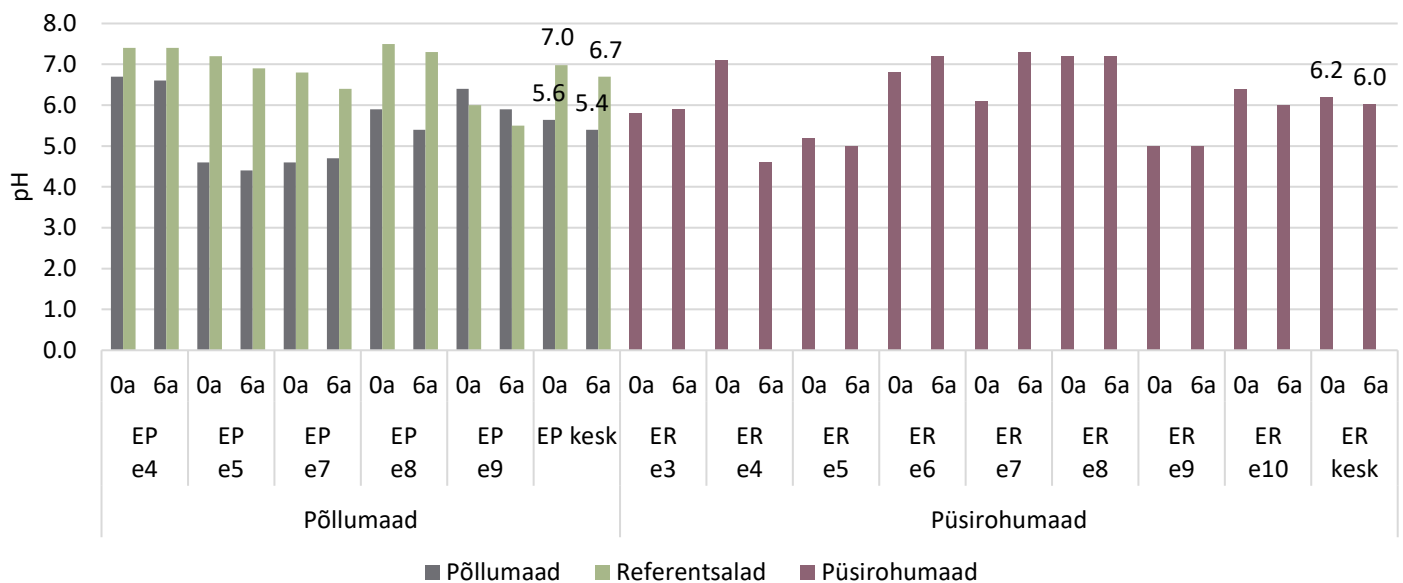


Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse

**Erodeeritud muldadel jäi endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel 2021. a mulla happesus mõõdukalt happeline (4,6-5,5) klassi, nende referentsaladel oli mulla reaktsioon neutraalne (6,7) ja jätkuvatel püsirohumaadel nõrgalt happeline (5,6-6,5).**

Mulla reaktsioon (pH) on tähtis taimede toitumise seisukohalt. Mulla reaktsioon jäi 2021. a uurimisaladel vahemikku 4,4-7,4. Suurem osa uurimisalade muldadest 61% (11-l alal 18-st) olid happelise reaktsiooniga (pH <6,5). Valdav osa taimetoiteelemente omastatakse taimede poolt hästi mulla pH 5,6-7,0 juures. Neutraalsed olid erodeeritud mullad keskmiselt EP referentsaladel, kus pH oli 6,7 (Joonis 4). Kultuuristatud põldude kõrgem pH annab tunnistust sellest, et need alad sobivad paremini põllukultuuride kasvatamiseks ning

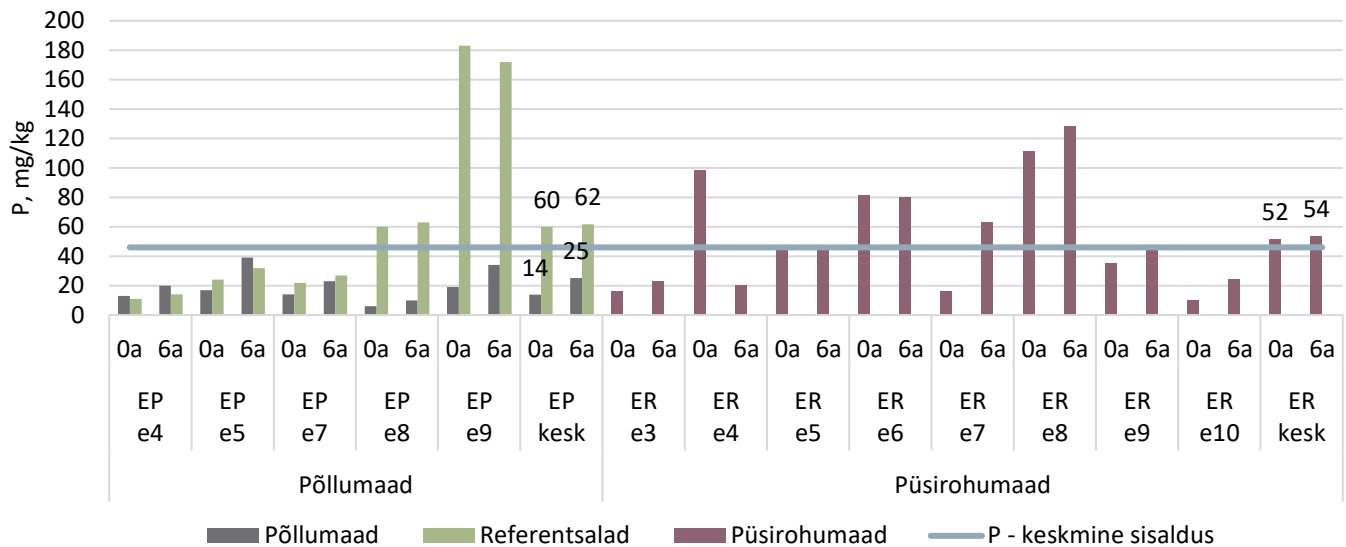
neil aladel on teostatud lupjamist muldade neutraliseerimiseks. Mulla reaktsioon oli 2021. a madalaim EP aladel (pH 5,4) jäädes vastavalt muldade happesuse määramise skaala järgi (Mulla ABC III osa) mõõdukalt happelisse (4,6-5,5) klassi. Keskmiselt ER aladel, kus pH oli 6,0 ehk vastav nõrgalt happelisele (5,6-6,5) klassile, pole sisulisi muutusi kuue aasta jooksul toimunud. Endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel kahanes mulla pH 5,6-lt 5,4-ni ehk jääb allapoole taimekasvatuseks optimaalset piiri. Siinkohal annavad EP aladel tooni (Lisa 1) leetunud erodeeritud mullad (viiest alast kahel), mille huumushorizont on happelisem (pH 5,5), kui teistel erodeeritud muldadel (rähksetel ja leostunud erodeeritud muldadel). Teiste maakasutuste puhul (EP ref, ER) oleks põllumajanduskultuuride kasvatamine mulla pH-st lähtudes mõeldav.



Joonis 4. Mulla reaktsioon (pH) erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

Makroelementide fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus huumushorisondis võimaldab selgitada erodeeritud muldade sobivust põllumajanduskultuuride kasvatamiseks. Fosfori sisaldus jäi 2021. a uurimisaladel vahemikku 10-172 mg/kg. Liikva fosfori sisaldust alla 20 mg/kg loetakse (esines 2021. a kahel alal) Eesti tingimustele seatud gradatsioonide kohaselt väga väikeseks ning P-sisaldust 46-90 mg/kg keskmiseks. Sealjuures P-sisaldus vähemalt 46 mg/kg oli peaaegu kolmveerandil 72% aladest (13-l alal 18-st alast) ning väiksemal osal ehk 28% aladest (viiel alal 18-st) alla optimaalse. Märkimisväärselt madal oli P-sisaldus keskmiselt EP aladel 25 mg/kg, kõige suurem EP ref aladel keskmiselt 62 mg/kg, järgnesid ER alad 54 mg/kg (Joonis 5). Referentsaladel on EP aladega võrreldes keskmine P-sisaldus 2,4 korda kõrgem. Liikva P-sisaldus tõusis kuue aasta jooksul enim EP aladel, 83% (11 mg/kg) võrra ning jäi sisuliselt samale tasemele ER aladel (+2 mg/kg) ja EP ref aladel (+1,6 mg/kg). Uurimisalade keskmiselt võib madal P-sisaldus olla saagikust piirav tegur.



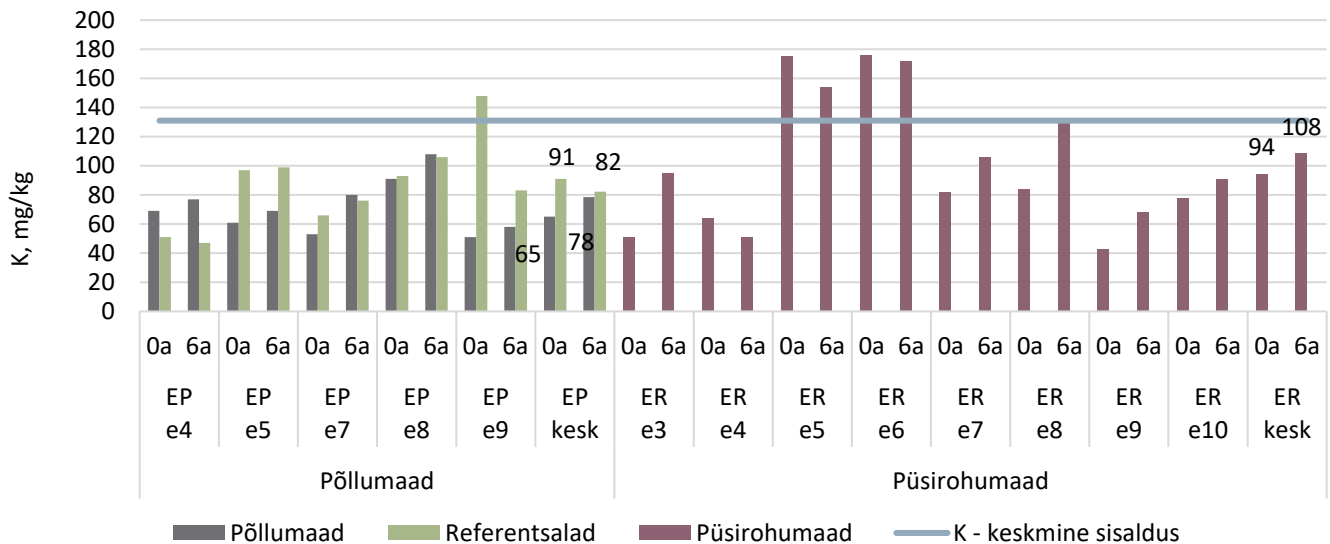


Joonis 5. Liikuva fosfori (P, mg/kg) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

**Erodeeritud mullaga uurimisaladel on P-sisaldus alla optimaalse 28% aladest. Fosforiga varustatus oli põllumaadel keskmiselt 2,4 korda kõrgem kui läheduses asuvatel püsirohumaadel.**

**Kaaliumisisaldus oli 89% aladest defitsiidis. Kaaliumiga varustatus oli põllumaadel kõrgem keskmiselt 4,8% võrreldes läheduses asuvatel püsirohumaadega.**

Liikuva kaaliumi (K) sisaldus jäi 2021. a vahemikku 47-172 mg/kg. K-sisaldust 131-240 mg/kg loetakse Eesti tingimustele seatud gradatsioonide kohaselt keskmiseks. Lausa 89% aladest (16-l alal 18-st) jäi 2021. a K-sisaldus alla 131 mg/kg ehk on madal. Kaaliumisisaldus kindlasti saagikust limiteerivaks teguriks. Kõige kõrgem oli 2021. a K-sisaldus ER aladel keskmiselt 108 mg/kg (Joonis 6). Kõigi maakasutuse gruppide puhul K-sisaldus kuue aasta jooksul kasvas. ER ja EP aladel suurenes K-sisaldus vastavalt keskmisele 15% (14 mg/kg) võrra ja 20% (13 mg/kg) võrra, EP ref aladel vähenes 10% (9 mg/kg) võrra. EP referentsaladel oli 2021. a K-sisaldus keskmiselt 4,8% (4 mg/kg) suurem kui EP aladel.



Joonis 6. Liikuva kaaliumi (K, mg/kg) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).



Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse

Makroelementide liikuva kaltsiumi (Ca) ja magneesiumi (Mg) sisaldused on kujutatud Joonis 7, joontega on märgitud Ca lupjamisvajaduse piir mineraalmuldades 1500 mg/kg (Mulla ABC III osa) ja keskmise Mg-sisalduse alumine piir 101 mg/kg (keskmise sisaldus mineraalmuldades 101-150 mg/kg). Alla 1500 mg/kg oli 2021. a Ca-sisaldus 56% (10-l alal 18-st) uurimisaladest, seega veidi üle pooltel aladel pole Ca-sisaldus piisav ning vajavad lupjamist. Kõige madalamate Ca- sisaldusega aladel: EP e5, EP e7, ER e5 ja ER e9 (Joonis 7) on ka erodeeritud muld happelisem (Joonis 4) ning lupjamisvajadus kõige aktuaalsem. Mg-sisaldus alla keskmise ehk 101 mg/kg oli 2021. a 22% (neljal alal 18-st alast) aladest ja piisav 78% aladest. Seega liikuva Mg-sisaldus enamusel aladest ei ole limiteerivaks teguriks. Liikuva Ca-sisaldus jäi uurimisaladel 2021. a vahemikku 411-5299 mg/kg ja liikuva Mg sisaldus 80-285 mg/kg.

**Erodeeritud mullaga uurimisaladest üle poolte (56%) polnud Ca-sisaldus piisav. Seevastu Mg-sisaldus oli enamasti piisav - 78% aladest.**

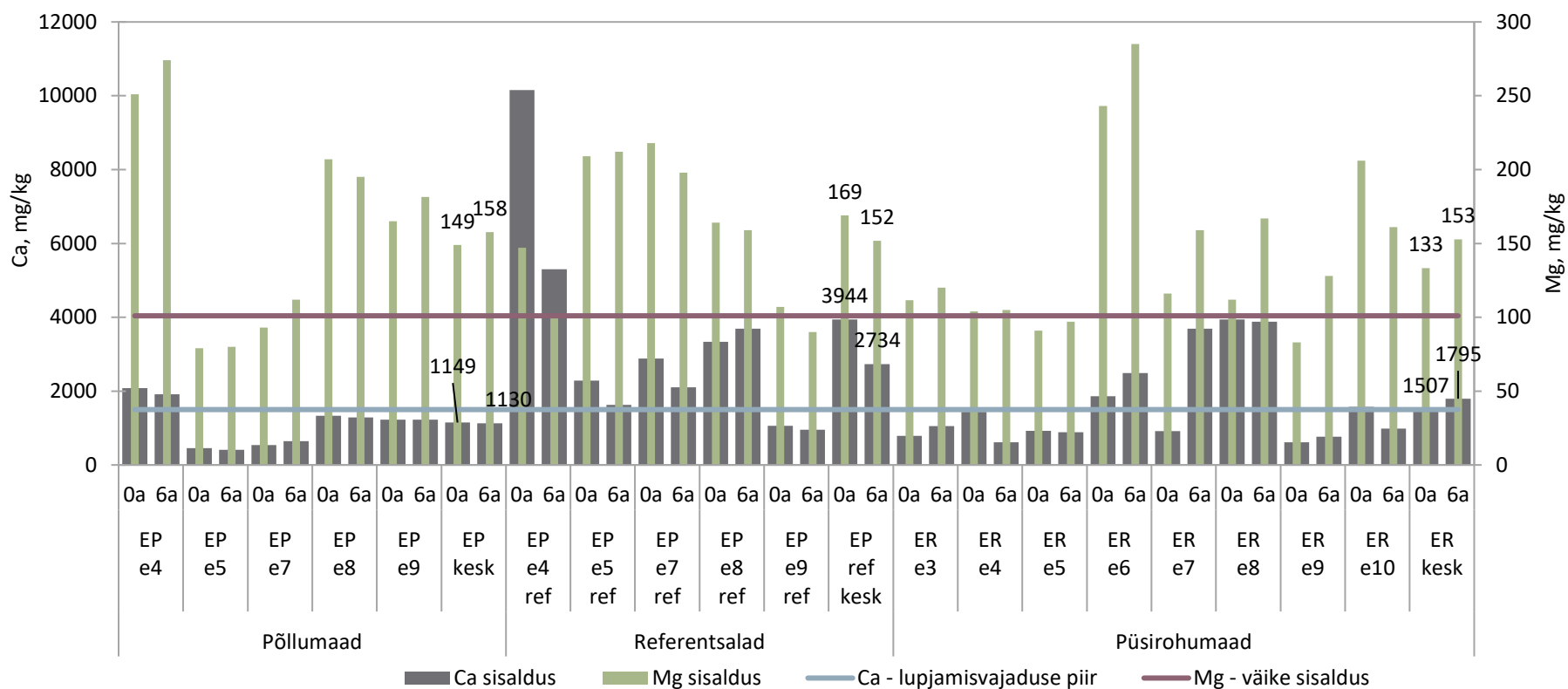
Ca puhul mullas on tegemist üldiselt suhteliselt stabiilse näitajaga. Märkimisväärsem muutus on toimunud vaid alal EP e4 ref (Joonis 7), kus Ca-sisaldus langes kuue aasta jooksul 48%. See muutus võib olla tingitud leostumisest, mille käigus Ca liikus mullaprofiilis allapoole. Liikuva Ca sisaldus (2734 mg/kg) oli 2021. a referentsaladel keskmiselt kõrgem võrreldes EP alade keskmisega 1130 mg/kg ning

ER aladel 1795 mg/kg. Referentsaladel oli 2021. a võrreldes EP aladega Ca-sisaldus 2,4 korda suurem, kuigi alad asuvad üksteisest maksimaalselt 800 m raadiuses. Põlluraamatu andmeid uuringu tarbeks tootjatelt ei kogutud, kuid kindlasti oli põldudena kasutatud referentsaladid lubjatud Ca sisaldavate lubiväetistega. Samas tuleb arvestada ka asjaoluga, et mida suurem on erosioon, seda rohkem tuleb altpoolt huumuskihti karbonaatset materjali. Kuueaastase perioodi jooksul muutus Ca- sisaldus enim EP ref aladel vähenedes keskmiselt 31% (1210 mg/kg võrra), ER rohumaadel tõusis 19% (288 mg/kg) võrra ja EP aladel vähenes näitaja 1,7% (19 mg/kg) võrra. Liikuva Mg sisaldus oli uurimisaladel samuti üsna stabiilne. Aastal 2021 oli Mg-sisaldus kõige suurem EP aladel keskmiselt 158 mg/kg ning üsna võrdselt ER aladel 153 mg/kg ja EP ref aladel 152 mg/kg. Kui ER ja EP aladel Mg-sisaldus kuue aasta jooksul tõusis, vastavalt 15% (19 mg/kg) võrra ja 6% (9 mg/kg) võrra, siis referentsaladel langes 10% (17 mg/kg).



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maapiirkondadesse

Eesti maaelu arengukava 2014–2020 4. ja 5. prioriteedi hindamine



Joonis 7. Liikuva kaltsiumi (Ca) ja magneesiumi (Mg) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

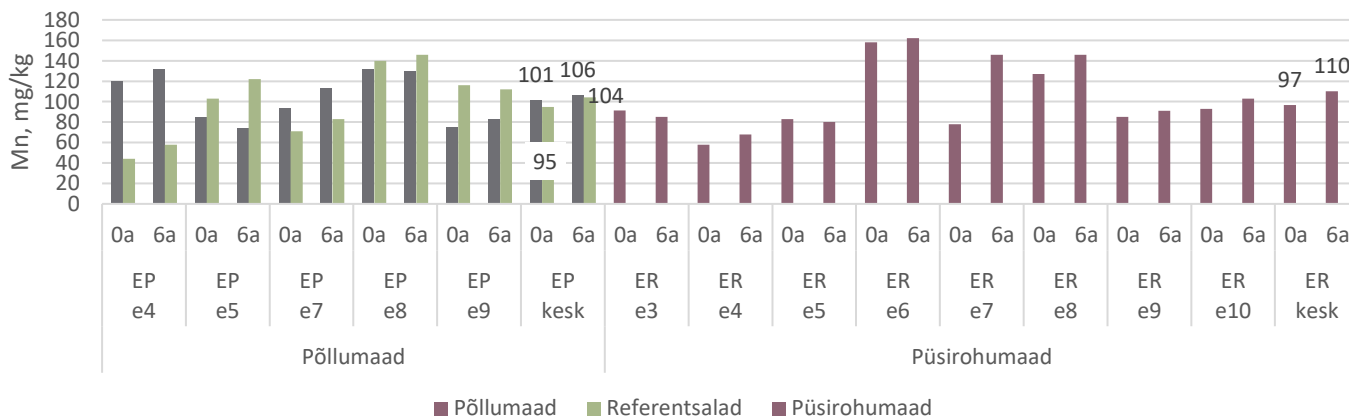




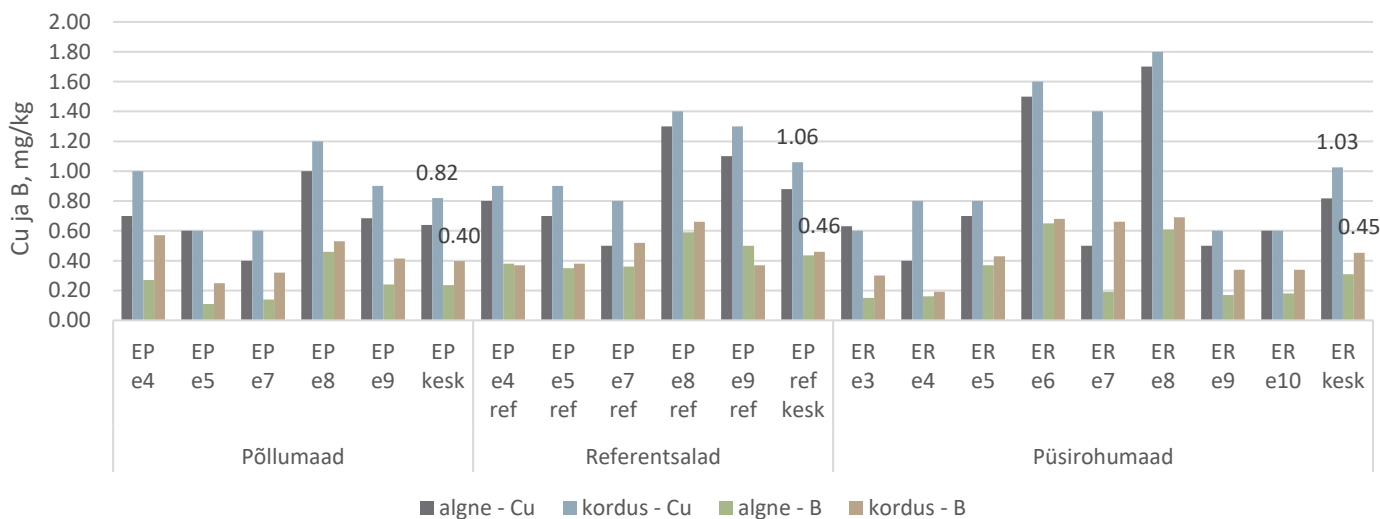
Erodeeritud mullaga aladest oli 89%-l Cu ja 100%-l B puudus, 83% aladest oli Mn sisaldus piisav.

Erodeeritud mulla mangaani (Mn) sisaldus jäi 2021. a vahemikku 58- 162 mg/kg. Mn-sisaldus (75 mg/kg) jäi üle keskmise 83% (15-l alal 18- st alast) uurimisaladest. Aladel on tulemused üsna erinevad, kuid suuri kõikumisi erinevate aastate vahel ei esine. EP aladel ja nende referentsaladel on Mn- sisaldused üsna sarnased, vastavalt 106 mg/kg ja

104 mg/kg ning jätkuvatel rohumaadel ehk ER aladel oli Mn-sisaldus 2021. a kõige suurem 110 mg/kg (Joonis 8). Vase (Cu) sisaldus jäi 2021. a vahemikku 0,6-1,8 mg/kg ja boori (B) sisaldus vahemikku 0,25-0,69 mg/kg (Joonis 9). Vase sisaldus oli alla optimaalse (1,5 mg/kg) 89% uurimisaladest (16-l alal 18-st alast) ja B-sisaldus jäi alla optimaalse (1,6 mg/kg) 2021. a kõigil uurimisaladel. EP aladel, nende referentsaladel ja ER aladel tõusid 2021. a kõigi kolme elemendi sisaldused. Kokkuvõttes on suurel osal uurimisaladel tegemist mikroelementide Cu ja B puudusega, samas Mn sisaldus on enamikel aladel piisav.



Joonis 8. Mangaani (Mn, mg/kg) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).



Joonis 9. Vase (Cu) ja boori (B) sisaldus erodeeritud muldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus).



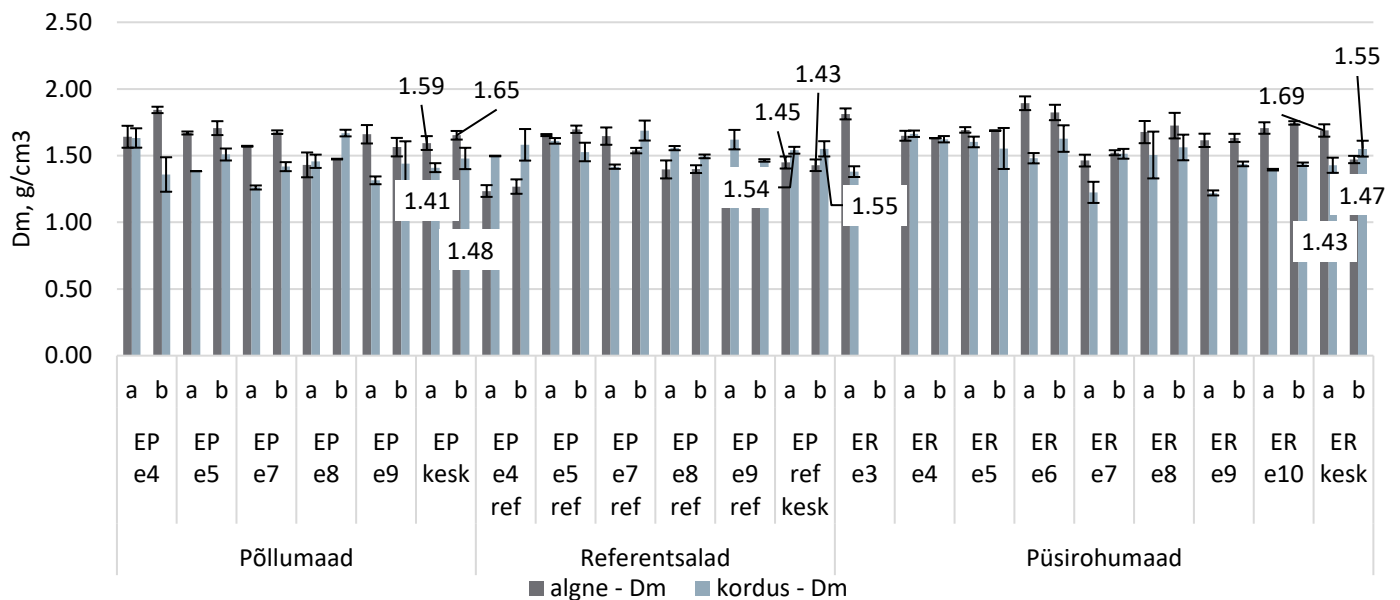
Mulla lasuvustihedus erodeeritud mullaga uurimisaladest EP mõlemas kihis ja ER ülemises kihis kuue aasta jooksul vähenes ning EP referentsaladel mõlemas kihis ja ER alumises kihis suurenes.

Üldpoorsused uurimisalade ülemistes ja alumistes mullakihtides EP ja ER aladel suurenesid ning EP referentsaladel vähenesid.

Mulla füüsikalisi omadusi kirjeldavad uuringus lasuvustihedus ja üldpoorsus. Mulla lasuvustihedus on üks põhilisi näitajaid, mille abil selgitada mulla seisundit tallamise seisukohast ja selle abil saab arvutada poorsused. Mulla lasuvustihedust uuriti kahes eri sügavuses, ülemine mullakiht (5-10 cm) on tähistatud „a“ ja alumine „b“ (20- 25 cm).

Mulla lasuvustihedus jäi 2021. a mõlemas kihis vahemikku 1,22- 1,89 g/cm<sup>3</sup>. Referentsaladel nii ülemises kui alumises mullakihis lasuvustihedus suurenes, ülemises kihis 6% (0,09 g/cm<sup>3</sup>) ja alumises kihis 9% (0,12 g/cm<sup>3</sup>) ning ER alade alumises kihis 6%

(0,08 g/cm<sup>3</sup>) (Joonis 10). Referentsalade mulla suurem tihenemine on tõenäoliselt seotud mullaharimisega läbi tallamise ühelt poolt ja teisalt on üldteada rohumaade positiivne mõju mulla lasuvustiheduse vähenemisele. Lisaks on referentsaladel enam levinud leetunud erodeeritud mullad, mille lasuvustihedus võib olla suurem võrreldes teiste erodeeritud muldadega oma väiksema Corg ja Ca-sisalduse tõttu. EP alade ülemises kihis langes lasuvustihedus 12% (0,18 g/cm<sup>3</sup>) ja alumises 11% (0,17 g/cm<sup>3</sup>) ning ER alade ülemises kihis 15% (0,26 g/cm<sup>3</sup>). Sealjuures on lasuvustiheduste erinevus alade ülemiste ja alumiste kihtide vahel väga väike, mis võib tuleneda muldade läbikuivamisest 2021. aastal. Samuti ei esinenud märkimisväärsed erinevusi maakasutuste vahel.

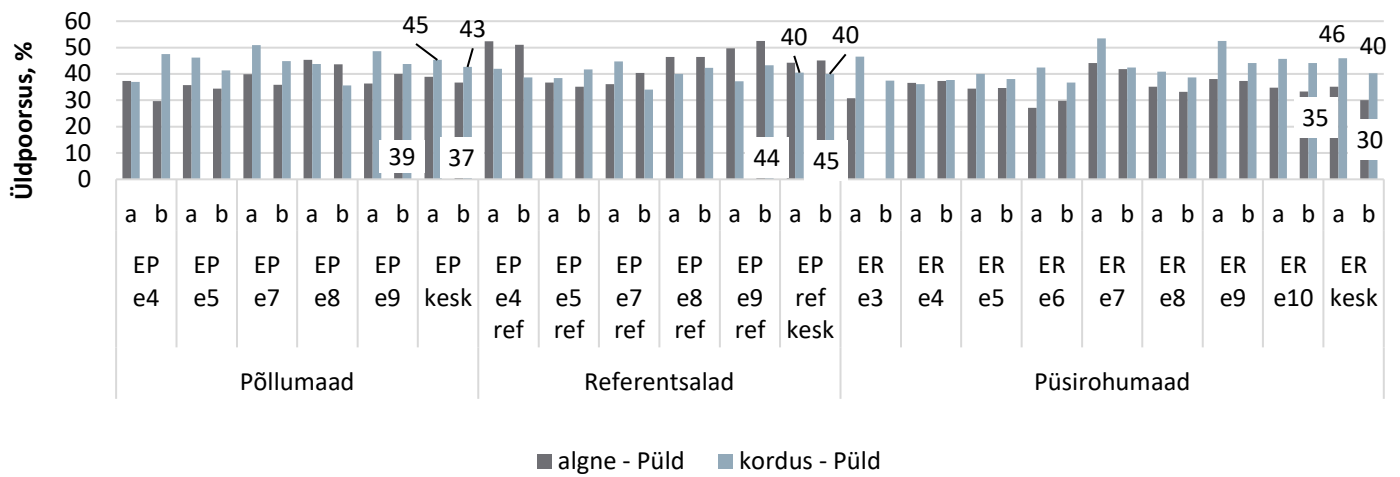


Joonis 10. Lasuvustihedus (Dm) erodeeritud muldade uurimisaladel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus) ülemises (a) ja alumises (b) mullakihis.

Poorsustest analüüsitakse 2021. a ainult üldpoorsust, sest kuigi 2015. a olid aeratsioonipoorsused arvutatud, puuduvad tulemused 2016. a kohta. Lasuvustihedused määrati 2015 ja 2016 a erinevates laborites ning 2016. a ei näinud laboris kasutatud meetodika ette proovide absoluutset märgamist, mistõttu ei olnud võimalik ka aeratsioonipoorsusi arvutada. Aastast 2021 on välja arvutatud kõigi alade aeratsioonipoorsused, mis jäävad kasutamiseks võimaliku jätku-uuringu tarbeks. Erodeeritud mulla üldpoorsused EP uurimisaladel suurenesid mõlemas kihis 16%, EP ülemises kihis 6,4% võrra ja alumises kihis 5,9% võrra (Joonis 11). Sama trend oli iseloomulik ER uurimisaladele, kus üldpoorsused suurenesid alade keskmiselt ülemises kihis 31% (11%) võrra ja alumises 34% (10%) võrra. Ainult EP ref aladel üldpoorsus ülemises ja alumises kihis vähenes vastavalt 8,7% (3,8%) võrra ja 17% (5,1%) võrra. Kuna ka lasuvustihedus enamikel EP referentsaladel suurenes, siis on samadel aladel üldpoorsuse vähenemine loogiline.



Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse



Joonis 11. Üldpoorsused (Püld) erodeeritud muldade uurimisel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus) ülemises (a) kui alumises (b) mullakihis.

### Turvasmuldade omaduste muutumine

Keskkonna seisukohalt on turvasmuldade puhul oluline, et maaharimisel orgaanilise aine rikas turvas laguneb ja mineraliseerub ning õhku eraldub märkimisväärselt CO<sub>2</sub>. Eelkõige tuleks vältida aega, mil muld on ilma taimkatteta, sest orgaanilise aine lagunemise kiirus mullas on sel ajal intensiivsem kui taimkattega kaetud mullal. Taimekasvatustes seisnevad nende muldade puudused nt sügiseses ja kevadises liigvees ja kesksuvises põuakartlikkuses, väheses fosfori sidumisvõimes ja ebasoodsas soojusrežiimis – turvasmullad soojenevad aeglaselt.

Turvasmuldasid eristatakse turbahorisoni esinemise ja selle tuseduse alusel. Laboris tehtavatest analüüsides annab sellekohast infot Corg sisaldus mullas. Aastatel 2015 ja 2016 teostati välitööd 29-I turvasmullaga uurimisel. Aastal 2021 sobisid endiselt maakasutuse ja mullaliigi poolest analüüsimiseks 21 uurimisala tulemused, mida võrreldakse 2015 ja 2016 a kogutud samade 21-ne uurimisala tulemustega. Täpsemalt saab 2021. uurimisala valikust alade väljajäämise kohta lugeda meetodika peatükist. Alasid, kus turvasmullaga aladele rajatakse põllumaa asemele püsirohumaad (EP - enne põllumaad) ja neid, kus maakasutus jätkus põllumaana ehk referentsalad (EP ref - referentsalad), võrreldakse paari kaupa. Kolmanda maakasutuse grupi moodustavad turvasmullaga alad, kus maakasutus jätkub püsirohumaana (ER – enne rohumaad). Esialgset mõõtmised ja analüüsid tehti uurimisel 2015 ja 2016 a kogutud mullaproovidest fikseerimaks algseisu. Kordusproovid koguti kõigilt aladelt 2021. a (Lisa 1, Lisa 2, Lisa 3). Uurimisel levisid erineva tusedusega madalsoomullad (Lisa 1). Eesti muldade klassifikatsiooni järgi loetakse turvasmuldadeks muldi, mille turbahorisoni tusedus on >30 cm. Rahvusvahelise muldade klassifitseerimise WRB<sup>1</sup> järgi peab turvasmulla (*Histosols*) Corg sisaldus olema vähemalt 20% (World reference base for soil resources 2014).

Uurimisalade muldasid loeti turvasmuldadeks, kui turbahorisoni tusedus >30 cm ja Corg sisaldus mullas >20% ning leiti mullastikukaardi abil. Kuigi alal EP t9 ref oli 2021. a Corg sisaldus mullas (12%), selgelt alla 20%, siis turbahorisoni tusedus (29 cm) jäi napilt vaid 1 cm võrra alla 30 cm (Joonis 12), siis loeti ala mõõndustega turvasmuldade hulka kuuluvaks ning tulemused kaasatakse analüüsidesse. Uurimisala EP t9 ref on referentsiks nii EP t8-le kui EP t9-le, sest asus mõlemast endisest põllumaast sobivas kauguses. Lisaks oli jätkuvatel püsirohumaadel ER t3 (25 cm) ja ER t8 (28 cm) turbahorisoni tusedus alla 30 cm, kuid mulla Corg sisaldus oli vastavalt 39% ja 20% (Joonis 13), mis vastab turvasmullaks klassifitseerimise kriteeriumile.

<sup>1</sup> WRB - World Reference Base for Soil Resources

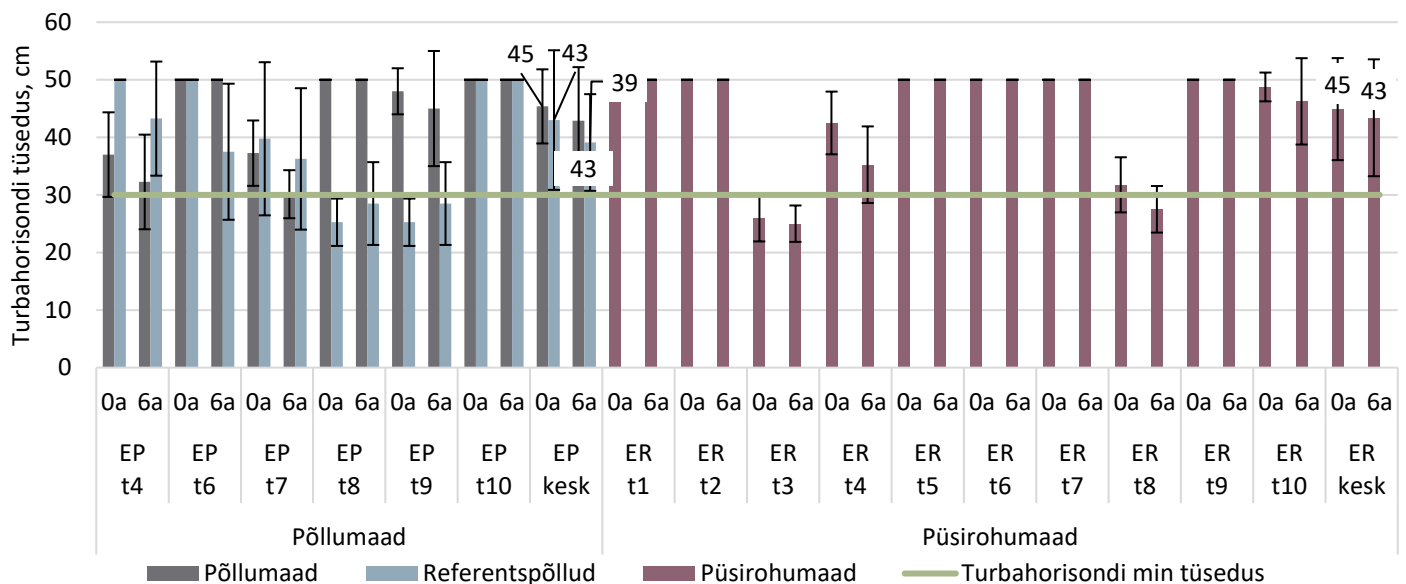


Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse

**Turbahorisoni tusedus vähenes kõigi maakasutuste puhul. Endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel oli turbahorisoni tusedus alade keskmisena 9,3% suurem kui nende referentsaladel. Lisaks vähenes referentsaladel turbahorisoni tusedus enam (8%) võrreldes endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadega (5%).**

Turbahorisoni tusedus oli 2021. a. EP alade keskmisena vähenenud 5% võrra (2 cm võrra) ning nende referentsaladel vähenenud 8% (4 cm võrra) (Joonis 12), mis on mõlemad tagasihoidlikud muutused, kuid referentsalade suurem muutus näitab siiski põllumuldade suuremat turba „kulumise“ astet. Uurimisalade võrdlusena saab 2021. a välja tuua, et turvasmuldade pideval majandamisel põllumaana oli turbahorisoni tusedus keskmiselt 9,3% (erinevus 4 cm) madalam võrreldes aladega, kus endisi põllumaid hakati majandama püsirohumaadena. Jätkuvatel püsirohumaadel (ER) on turbahorisoni tusedus kahanenud 3%

(1,5 cm) võrra. Turvasmuldadele on omane kesksuvine veepuudus ülemises mullakihis, mis 2021. a pikalt kuival ja kuumal suvel (juuni-juuli) oli kindlasti aktuaalne. Turbahorisoni kahanemine püsirohumaadel võib olla mõjutatud pindmise turbakihi kuivamisest ja seeläbi väiksemast tusedusest just 2021. a suvel võrreldes tavapärase sademetehulga ja temperatuuridega suvega. See asjaolu mõjutab eeskätt ka turba lagunemist – kui veetase langeb väga madalale, siis on ka mineraliseerumine suurem ning turbakiht muutub õhemaks. Kolmel endisele põllumaale rajatud püsirohumaal EP t6, EP t8 ja EP t10 ning kuuel jätkuval püsirohumaal ER t1, ER t2, ER t5, ER t6, ER t7, ER t9 (kokku üheksal alal – 43% aladest) mõõdeti turbahorisoni tuseduseks vähemalt 50 cm (kaeve maksimaalne sügavus) mõlemal proovivõtmise aastal.



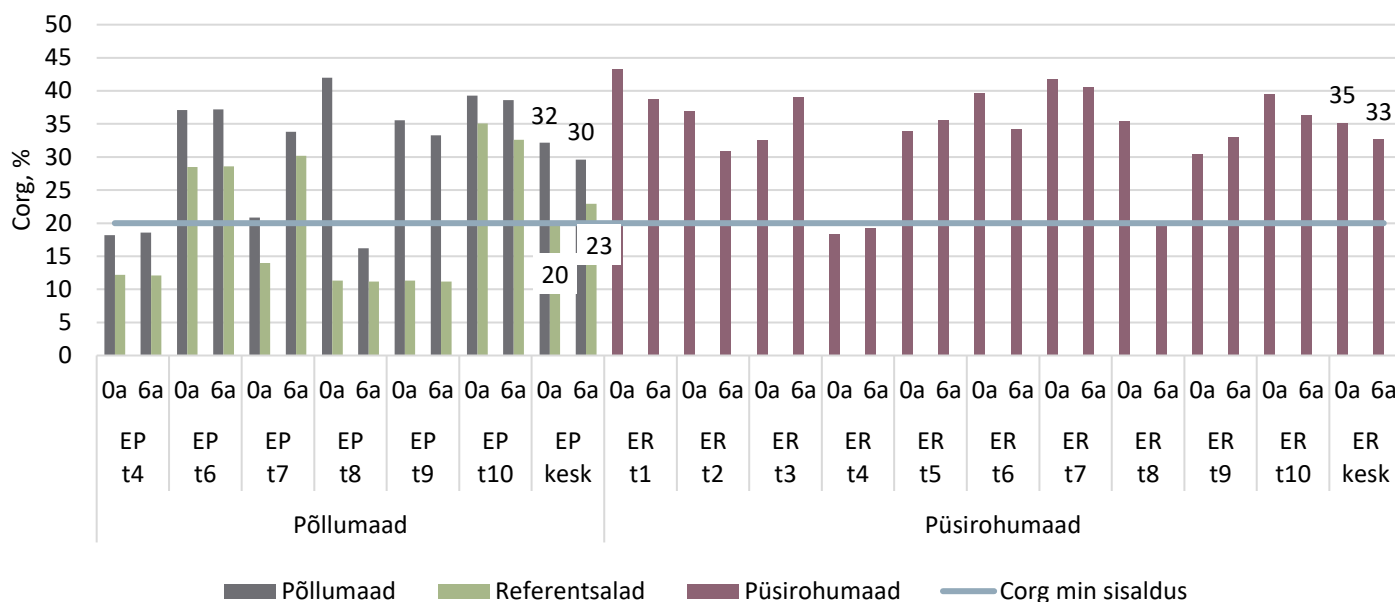
Joonis 12. Turbahorisoni tusedus ja standardhälve turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). Joonega on tähistatud minimaalne turbahorisoni tusedus 30 cm.

Mulla Corg sisaldus oli 2021. a kõige suurem ER aladel keskmiselt 33%, EP aladel 30% ja EP ref aladel 23%. Mulla Corg sisaldus EP alade keskmisena langes 8% (2,5% võrra) ja nende referentsaladel tõusis 13% (2,7% võrra) (Joonis 13). Uurimisalade võrdlusena oli jätkuvatel põllumaadel ehk referentsaladel Corg sisaldus (23%) märgatavalt madalam võrreldes läheduses asuvate uurimisaladega, mida viimased kuus kuni seitse aastat on majandatud püsirohumaana, kuid enne seda olid kasutusel põllumaana. Jätkuvatel püsirohumaadel on samuti toimunud Corg sisalduse vähenemine 7% (2,5%) võrra. Kui vaatame uurimisalasid eraldi, siis anormaalset muutust on Corg sisalduses toimunud alal EP t7 ja selle referentsalal, kus mõlemal juhul on Corg sisaldus kasvanud märkimisväärselt, vastavalt 1,6 korda (12% võrra) ja 2,2 korda (16% võrra). Märkimisväärselt on langenud Corg sisaldus EP t8 alal, lausa 2,6 korda (42%-lt 16%-ni). Alal EP t8 puhul on märgata taimetootelemendi K tõusu (Joonis 17), mis võib viidata turba mineraliseerumisele sellel alal. Nendel kolmel alal on märgatav mõju EP aladel keskmiselt Corg sisalduse vähenemisele ja EP referentsaladel Corg sisalduse tõusule.



Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse

Seitsmel uurimisalal EP t4, EP t4 ref, EP t7 ref, EP t8, EP t8 ref/EP t9 ref (sama ala), ER t4, ER t8 oli Corg sisaldus alla 20%, aga turbahorisoni түsedus oli neil kõigil (va EP t8 ref/EP t9 ref mõõndustega) üle 30 cm (Joonis 12) ehk loeti turvasmuldadeks. Valdavalt oli uurimisaladel Corg sisaldus >20%, küündides maksimaalselt kuni 43%-ni alal ER t1 (2015. a).



Joonis 13. Mulla Corg sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a). Joonega on tähistatud minimaalne Corg sisaldus 20%.

Corg varu arvutati 30 cm түseduse turbahorisoni kohta. Mulla süsinikunäitaja põhineb turbahorisoni түsedusel, lasuvustihedusel ja Corg sisaldusel. Keskmine turbakihi Corg varu (Joonis 14) oli 2021. a kõige suurem EP referentsaladel 492 t/ha, võrdluseks EP aladega, kus Corg keskmine varu oli 328 t/ha ja ER aladel 378 t/ha. Corg varu puhul jäävad silma alad EP t4, EP t7, EP t7 ref ja EP t8, kus on toimunud märkimisväärsemad muutused kuue aasta jooksul. EP t7 Corg varu suurenemine 1,6 korda (296 t/ha võrra) ja samas EP t4 ja EP t8 alade märgatav Corg varu vähenemine, vastavalt 1,7 korda (189 t/ha võrra) ja 1,8 korda (114 t/ha võrra) tasandab ära suurema Corg varu muutuse EP aladel keskmiselt.

**Turbahorisoni Corg sisaldus oli 2021. a märgatavalt kõrgem püsirohumaadel ehk EP aladel 30% ja ER aladel 33% võrreldes referentsaladega 23%, samas püsirohumaadel Corg sisaldus pisut vähenes ja referentsaladel tõusis.**

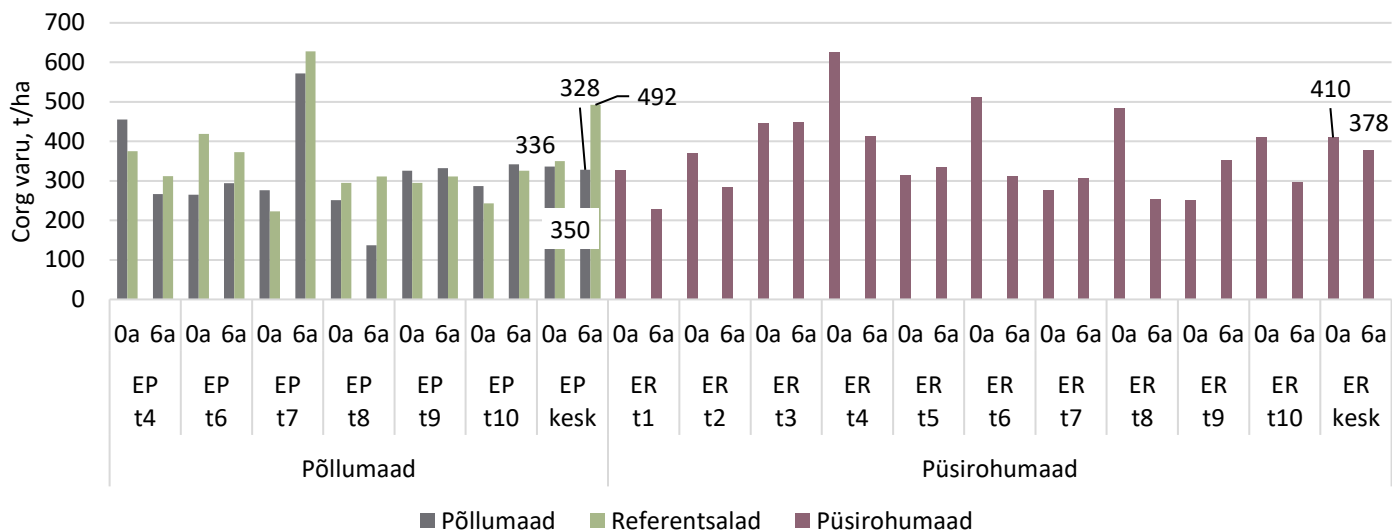
**Corg varu tõusis nii EP kui referentsaladel ja vähenes ER aladel. Sealjuures Corg varu suurenes referentsaladel 50% ning langes EP aladel kõigest 2,5% ja ER aladel langes 7,8% võrra.**

EP t7 ref alal kasvas Corg varu 2,8 korda (405 t/ha võrra) kuue aastaga, tõstes märkimisväärselt keskmist EP referentsalade tulemust. Lisaks oli alal EP t7 ref lasuvustihedus üks suurematest EP referentsaladel (0,75- 0,96 g/cm<sup>3</sup>) (Joonis 21). Seetõttu oli Corg varu tõus EP referentsaladel keskmiselt 50% (142 t/ha) võrra suurem, aga EP aladel hoopiski langus 2,5% (8 t/ha) võrra (Joonis 14). Veelgi enam vähenes Corg varu ER aladel 7,8% (31 t/ha) võrra. Vaadeldes ER uurimisalasid eraldi, vähenes Corg varu neist enamusel (kuuel alal 10- st).

Samas oli ER alade turvasmuldadel Corg varu algeis 410 t/ha suurem võrreldes EP alade (336 t/ha) ja referentsaladega (350 t/ha). Kõige rohkem mõjutas Corg varu arvutusi 2021. a lasuvustihedus, mis referentsaladel oli märkimisväärselt kõrgem võrreldes EP aladega (samuti ER aladega), ülemises kihis 1,2 korda (0,09 g/cm<sup>3</sup>) ja alumises kihis 2 korda (0,39 g/cm<sup>3</sup>) kõrgem.



Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse

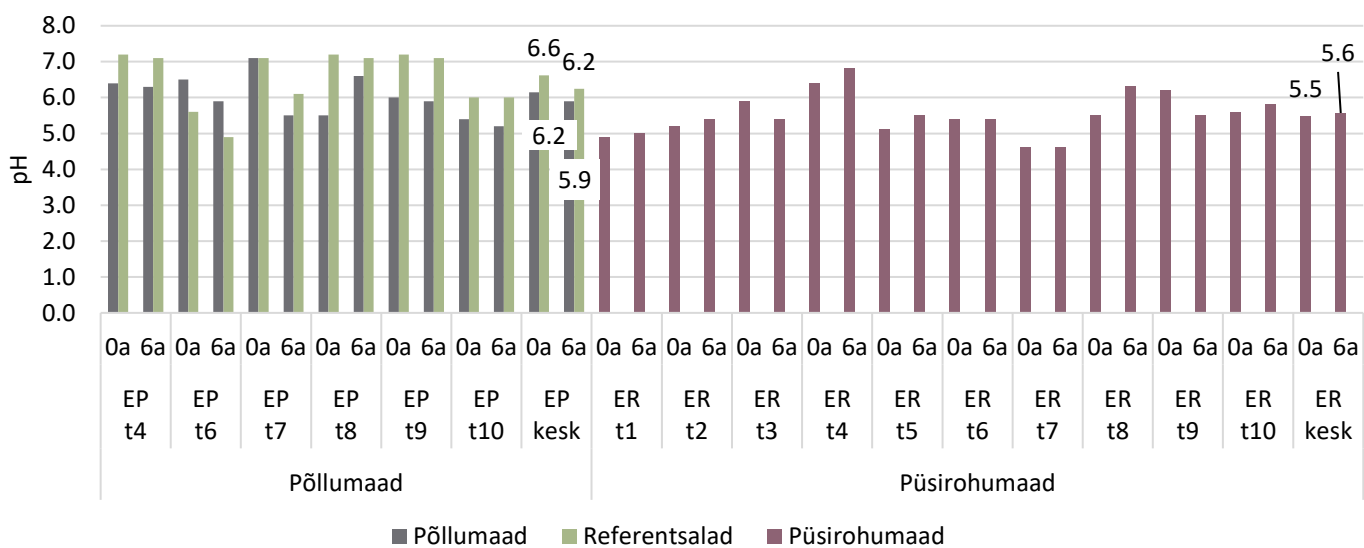


Joonis 14. Mulla orgaanilise süsiniku (Corg) varu turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

Mulla reaktsioon (pH) on tähtis taimede toitumise seisukohalt. Taimetoiteelementide liikuvus ja omastatavus on seotud mulla reaktsiooniga, mis tugevasti happelises mullas väheneb. Turvasmuldasid iseloomustab üldiselt just turba happeline reaktsioon. Uurimislade turbahorisondi mullareaktsiooni analüüsidest lähtutakse üldisest muldade happesuse määramise skaalast (Mulla ABC III osa). Uurimislade pH varieerus suhteliselt suures ulatuses 4,6- 7,1 (Joonis 15). Kõige suuremal hulgal aladest (seitsmel alal) jäi 2021. a pH vahemikku 5,6-6,5 ehk turbahorisont oli nõrgalt happeline. Erineva maakasutuse korral jäid pH väärtused muldade happesuse määramise skaala erinevasse klassi. Endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel oli pH 5,9 ja nende referentsaladel alade keskmisena 6,2 ehk nõrgalt happeline (5,6-6,5). Kui

**Turbahorisondi mullareaktsioon jäi 2021. a kõigil maakasutusel nõrgalt happelisse (5,6-6,5) klassi. Kui EP aladel muutus muld 4,1% võrra ja referentsaladel 5,7% võrra happelisemaks kuue aasta jooksul, siis ER rohumaadel oli pH sisuliselt stabiilne.**

vaadata toimunud muutusi mullareaktsioonis kuue aasta jooksul, siis EP aladel (6,2-lt 5,9-ni) ja nende referentsaladel (6,6-lt 6,2-ni) muutus mullareaktsioon vastavalt 4,1% (0,3 ühikut) ja 5,7% (0,4 ühikut) võrra happelisemaks. EP referentsaladel oli 2021. a pH 0,3 ühikut kõrgem EP aladega võrreldes. ER aladel oli mullareaktsioon alade keskmisena mõõdukalt happelise (4,6-5,5) ja nõrgalt happelise (5,6-6,5) piiril, vastavalt algseisu fikseerimisel 5,5 ja kordusmõõtmistel 5,6 ehk muutus oli minimaalne.



Joonis 15. Mulla reaktsioon (pH) turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

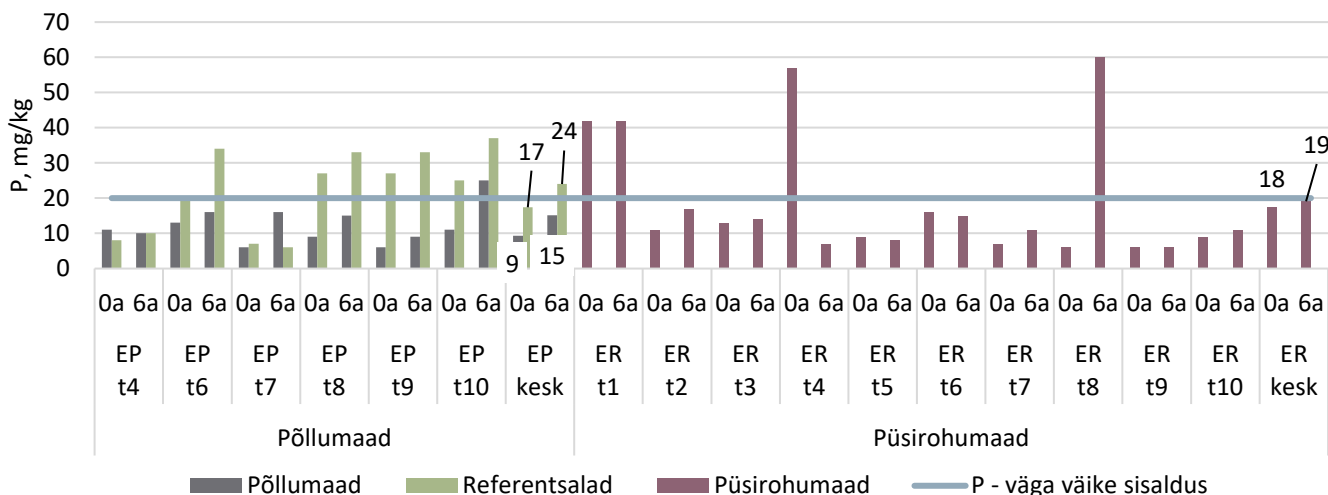


Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse

**Turbahorisoni P- ja K-sisaldused kuue aasta jooksul EP aladel tõusid, vastavalt 63% ja 12%. EP referentsaladel P- sisaldus tõusis 38% ja K-sisaldus langes 2% ning ER aladel oli P- sisaldus stabiilne ja K-sisaldus langes 38%.**

Makroelementide fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus turbahorisonis aitab samuti selgitada turvasmuldade sobivust põllumajanduskultuuride kasutamiseks. Lisaks annavad nende taimekasvatuseks oluliste elementide sisaldused väärtuslikku informatsiooni muldade seisundi kohta. Fosforisisaldus jäi uurimisaladel vahemikku 6-60 mg/kg. Liikuva fosfori sisaldust alla 20 mg/kg loetakse Eesti tingimustele seatud gradatsioonide kohaselt väga väikeseks. Selliseid alasid oli 2021. a 71% (15-alal 21-

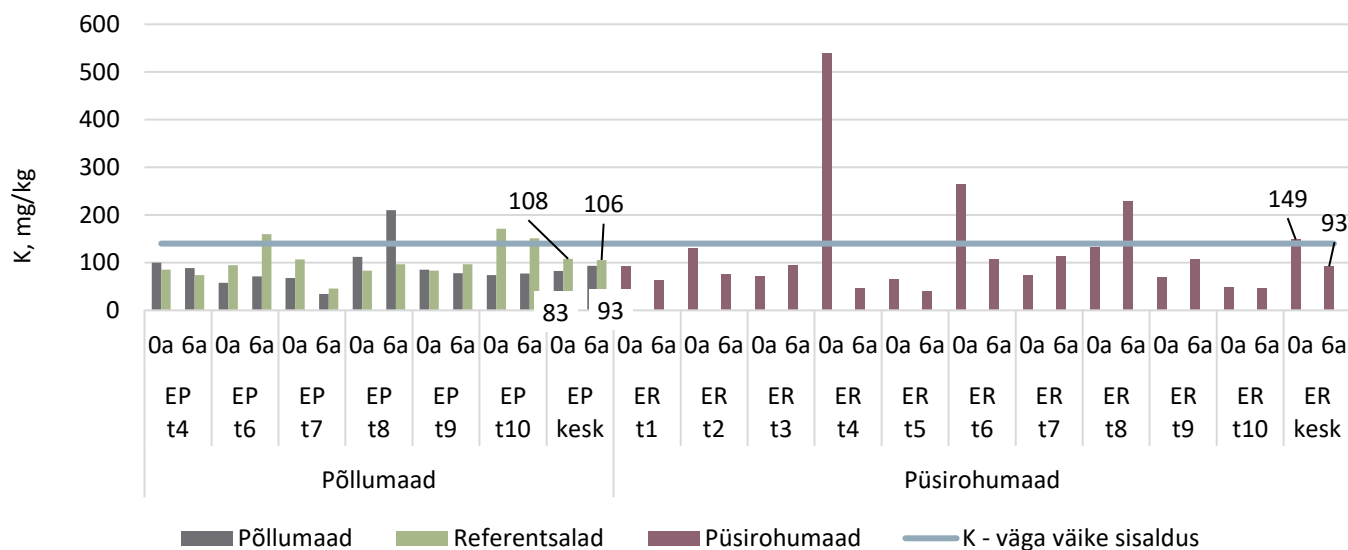
st). Alade keskmine P-sisaldus oli 2021. a põllumaadele rajatud püsirohumaadel 15 mg/kg ja referentsaladel 24 mg/kg ning jätkuvatel rohumaadel 19 mg/kg (Joonis 16). EP püsirohumaadel oli seega P-sisaldus väga väike. Ainult 4,7%-l (ühel alal 21-st) uurimisaladest oli P-sisaldus turbahorisonis 20 mg/kg. Siiski leidub ER aladel kaks ala ER t4 ja ER t8, kus ühel proovivõtuaastastest on P-sisaldus üle 46 mg/kg, mida saab lugeda keskmiseks P-sisalduseks (46-95 mg/kg). Taimetoiteelementide ilmumine turbahorisoni võib tähendada ka mineraliseerumise intensiivistumist (ER t8), kus toitaineid turba lagunemisel lisandub. Fosforiga varustus on uurimisalade turbahorisonis reeglina limiteerivaks teguriks. EP referentsalade (24 mg/kg) 1,6 korda suurem P-sisaldus võrreldes EP aladega (15 mg/kg) tuleneb tõenäoliselt asjaolust, et P antakse põllumaadele väetistega juurde. Kordusmõõtmiste tulemused näitavad kõigil aladel liikuva P sisalduse tõusu. EP aladel ja nende referentsaladel on muutused märkimisväärsamad. Liikuva P sisaldus on tõusnud 2021. a EP aladel keskmiselt 63% (6 mg/kg) võrra ja referentsaladel 38% (7 mg/kg) võrra võrreldes algseisuga.



Joonis 16. Liikuva fosfori (P) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

Kaaliumisisaldus jäi uurimisaladel vahemikku 34-230 mg/kg (Joonis 17). Valdavas osas 86% uurimisaladest, jäävad tulemused kordades alla 141 mg/kg, mis on väga väike sisaldus. Seetõttu on K-sisaldus turbahorisonis kindlasti limiteeriv tegur põllumajanduskultuuride kasvatamiseks. Kaaliumipuudus tuleneb turbahorisonis sellest, et mineraalosa sisaldus on väike ning kaaliumit mullas seetõttu ei seota. Taimede poolt omastamata jäänud kaalium leostub aga mullaprofiilis allapoole. EP keskmisena oli 2021. a K-sisaldus 93 mg/kg ja nende referentsaladel 106 mg/kg ning sealjuures näitasid kordusmõõtmiste tulemused K-sisalduse tõusu EP aladel keskmisena 12% (10 mg/kg) võrra ja referentsaladel väikest langust 2% (2 mg/kg) võrra. Jätkuvatel püsirohumaadel oli seevastu toimunud K-sisalduse märkimisväärne langus 38% (56 mg/kg) võrra, mis viitab asjaolule, et pikaajalistel püsirohumaadel kasutatakse biomassi kasvatamiseks rohkem kaaliumit kui seda mulda juurde tuleb.





Joonis 17. Liikuva kaaliumi (K) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).

**Turbahorisoni Ca-sisaldus oli kõigil uurimisaladel üle 5500 mg/kg, ehk ei vaja lupjamist. Samas on Ca-sisaldus langustrendis.**

**Mg-sisaldused oli 2021. a vähemalt optimaalsed 86% uurimisaladest. Keskmiselt EP aladel Mg-sisaldus tõusis 30% ja referentsaladel 38%, langes elemendi sisaldus ER aladel 35%.**

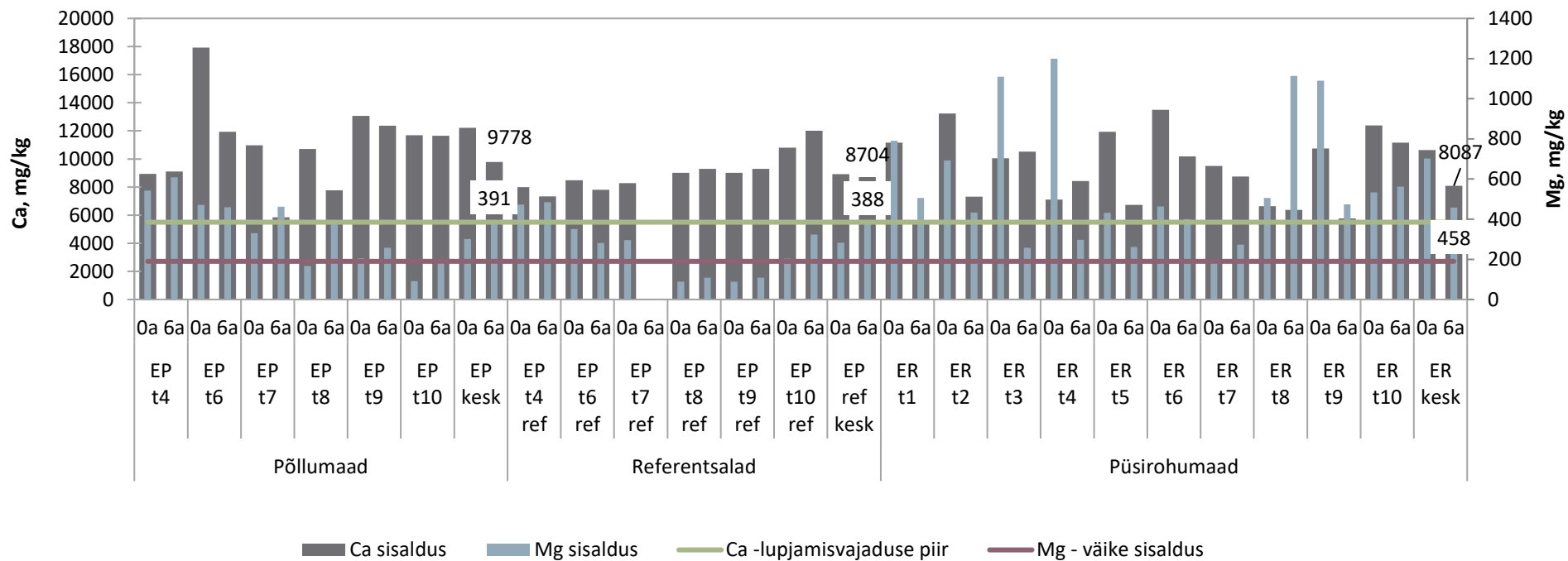
Turbahorisoni kaltsiumisisaldus (Ca) jäi 2021. a vahemikku 5611-12 370 mg/kg. Endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel on Ca-sisaldus langenud aastate võrdluses aladel keskmiselt 20% (2437 mg/kg võrra), nende referentsaladel 2,4% (213 mg/kg võrra) ja püsirohumaadel 24% (2538 mg/kg võrra) (Joonis 18). Turvasmullad, mille Ca-sisaldus on üle 5500 mg/kg (Mulla ABC III osa) ei vaja mulla happesuse 5,0-5,5 juures lupjamist. Kõigil uurimisaladel oli Ca-sisaldus üle 5500 mg/kg. Magneesiumi (Mg) sisaldus turbahorisonis jäi 2021. a vahemikku 184-1 200 mg/kg. Mg-sisaldust alla

190 mg/kg loetakse turvasmuldades väikeseks ning 191-300 mg/kg keskmiseks sisalduseks. Vähemalt keskmise Mg-sisaldusega olid 2021. a 86% (18-l alal 21-st) uurimisalade turbahorisonid. Endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel tõusis Mg-sisaldus kuue aasta jooksul keskmiselt 30% (90 mg/kg) võrra ja referentsaladel keskmiselt 38% (106 mg/kg) võrra. Mg-sisalduse langus turbahorisonis oli jätkuvatel rohumaadel 35% (244 mg/kg võrra). Ca- ja Mg-sisaldused uurimisalade turbahorisonides on jätkuvalt korralikud. Sealjuures nende toiteelementide valdav langustrendid näitavad, et pikas perspektiivis võib sarnaste trendide jätkudes tekkida probleem.



Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeringud maapiirkondadesse

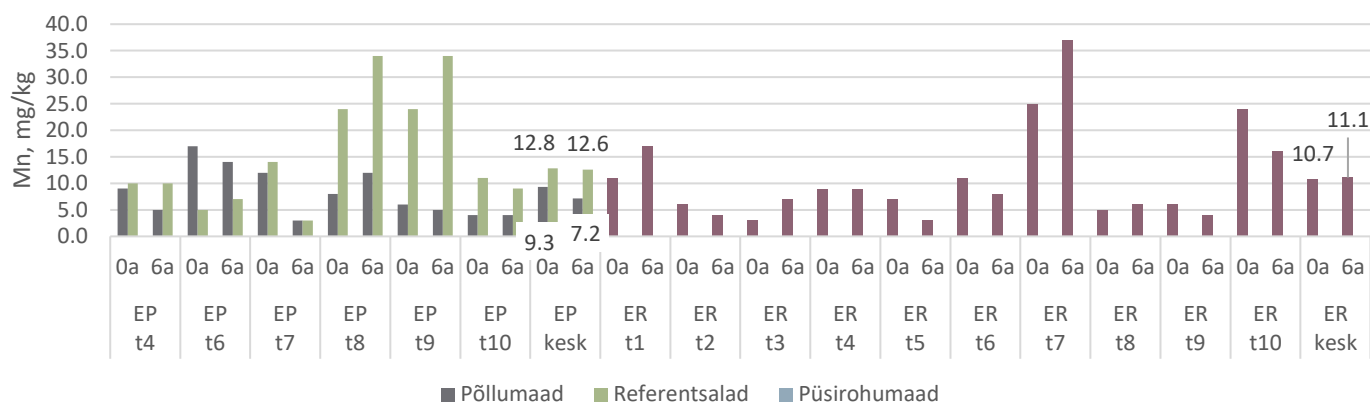




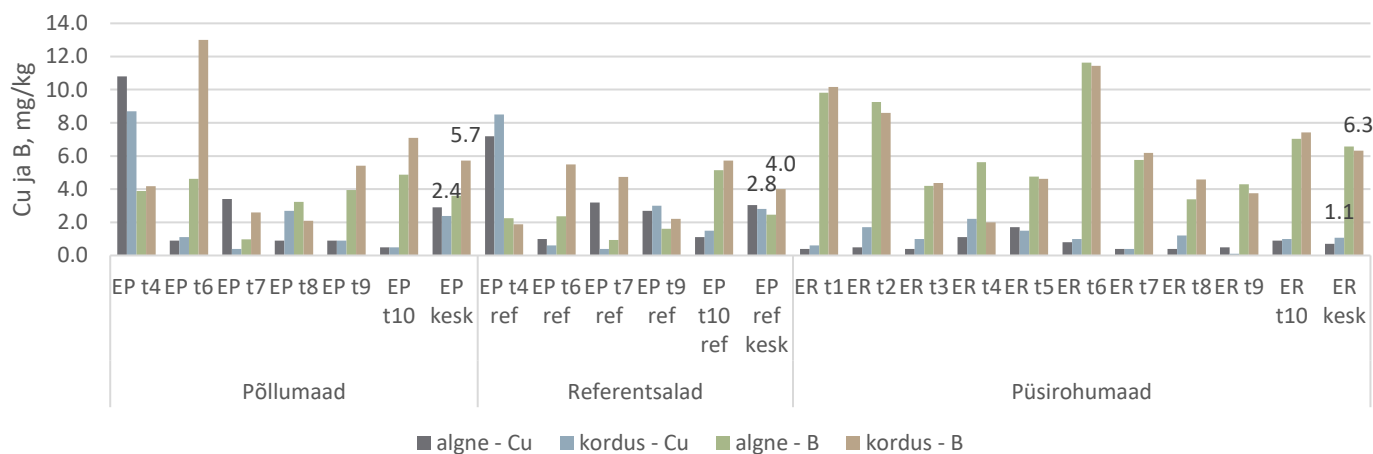
Joonis 18. Kaltsiumi (Ca) ja magneesiumi (Mg) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).



Turbahorisontide taimetoiteelementide mangaani (Mn), vase (Cu) ja boori (B) sisaldust näitlikustavad joonised 20 ja 21. Uurimisalade Mn-sisaldus jäi 2021. a vahemikku 3-37 mg/kg, Cu-sisaldus vahemikku 0,1-8,7 mg/kg ja B-sisaldus vahemikku 1,8-13 mg/kg (Lisa 3). Mn-sisaldus oli uurimisalade turbahorisontides ootuspäraselt väga madal kõigil uurimisaladel (<75 mg/kg) (Joonis 19). Cu-sisaldus oli väike (≤1,5 mg/kg) 67% (14-l alal 21-st) aladest ning B-sisaldus oli uurimisalade turbahorisontides vähemalt keskmine (1,3-2,7 mg/kg) (Joonis 20), aga enamasti kordades kõrgem. B sisaldus turvasmuldades on kõrgem, sest B leidub piisavalt orgaanilises aines, mille mineraliseerumisel täienevad mulla B varud. Seega on analüüsitud taimetoiteelementidest Mn ja Cu taimede kasvu limiteerivad faktorid ning turbahorisontide booriga varustatust saab lugeda heaks.



Joonis 19. Mangaani (Mn) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (0a) ja kordusaastal (6a).



Joonis 20. Vase (Cu) ja boori (B) sisaldus turvasmuldadel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus).

**Turbahorisondi Mn-sisaldus langes viie aasta jooksul EP aladel 23%, EP referentsaladel 1,6% ja suurenes ER aladel 3,7%.**

**Cu-sisaldus EP aladel langes 17% ja referentsaladel 6,7% ning tõusis ER aladel 57%.**

**B-sisaldus EP aladel tõusis 58% ja referentsaladel 60% ning langes ER aladel 4%.**

Endistele põllumaadele rajatud rohumaadel langes Mn- sisaldus perioodi jooksul keskmiselt 23% (2 mg/kg) võrra, referentsaladel vähenes Mn-sisaldus keskmiselt 1,6% (0,2 mg/kg) võrra. Jätkuvaid püsirohumaasid iseloomustas Mn-sisalduse tõus 3,7% (0,4 mg/kg) võrra (Joonis 19). Cu- sisaldus endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel oli 2021. a keskmiselt langenud 17% võrra (0,5 mg/kg) ja nende referentsaladel 6,7% võrra (0,2 mg/kg) ning jätkuvatel püsirohumaadel tõusnud – lausa 57% (0,40 mg/kg) võrra. B- sisaldus oli 2021. a keskmiselt tõusnud nii endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel

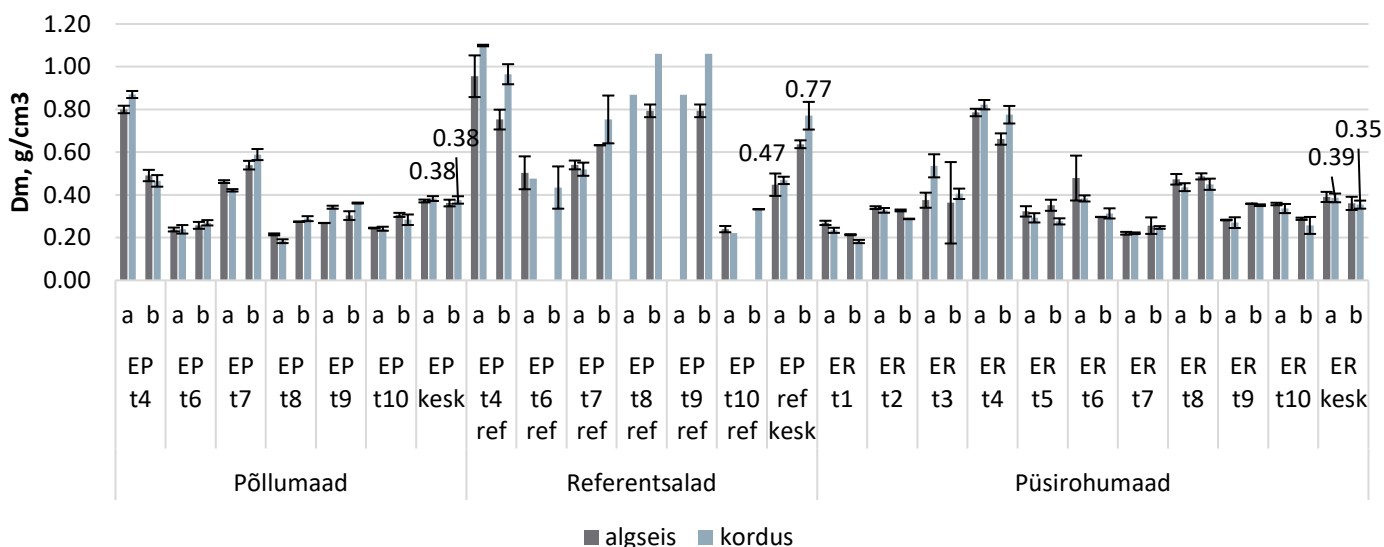


58% (2,1 mg/kg) võrra kui nende referentsaladel 60% (1,5 mg/kg) võrra ning langenud jätkuvatel püsirohumaadel 5% (0,3 mg/kg) võrra (Joonis 19).

**Turbahorisoni lasuvustihedused olid kõigil uurimisaladel suhteliselt stabiilsed. EP aladel veidi näitaja tõusis ja ER aladel langes. Suuremad muutused toimusid EP referentsalade alumises kihis, kus lasuvustihedus suurenes 21% võrra, sealjuures ülemises kihis oli lasuvustiheduse suurenemine tagasihoidlik 4,5%.**

Lasuvustihedus pole turvasmuldadega endistele põllumaadele rajatud püsirohumaadel ja jätkuvatel püsirohumaadel kuue aasta jooksul eriti muutunud. EP referentsaladel on samuti lasuvustihedus ülemises kihis olnud stabiilne, kuid suurenenud alumises kihis märkimisväärselt. Kui EP aladel oli keskmine lasuvustiheduse tõus ülemises kihis 3,1% (0,01 g/cm<sup>3</sup> võrra) ja alumises 4% (0,01 g/cm<sup>3</sup> võrra), siis nende referentsaladel on muutused olnud tunduvalt märkimisväärsed –

ülemises kihis on lasuvustihedus kasvanud keskmiselt 4,5% (0,02 g/cm<sup>3</sup> võrra) (Joonis 21) ja alumises kihis 21% (0,02 g/cm<sup>3</sup> võrra). See trend toob selgelt esile, et püsirohumaadel on võrreldes samades tingimustes olevate põllumaadega suurem oht turba tihenemiseks. Keskmiselt on ER alade turbahorisoni ülemises (5-10 cm) ja alumises kihis (20-25 cm) toimunud lasuvustiheduse vähenemine, vastavalt 1,2% (0,005 g/cm<sup>3</sup> võrra) ja 1,6% (0,005 g/cm<sup>3</sup> võrra).



Joonis 21. Lasuvustihedused (Dm) turvasmuldade uurimisaladel erinevate maakasutuste korral algaastal (algne) ja kordusaastal (kordus) ülemises (a) ja alumises (b) mullakihis.

### Kokkuvõte

- Erodeeritud muldade huumushorisoni tusedus vähenes kuue aasta jooksul keskmiselt EP ja nende referentsaladel 13% (4 cm võrra), sealjuures kõrgem oli huumushorisoni tusedus EP aladel (27 cm 2021. a). ER aladel jäi huumushorisoni tusedus alade keskmiselt mõlema alg- kui kordusaastal 26 cm juurde.
- Erodeeritud muldade Corg sisaldus ja Corg varu suurenesid kuue aasta jooksul märkimisväärselt uurimisalade keskmiselt kõigi maakasutuste juures. Corg sisaldus oli 2021. a uurimisalade keskmiselt kõigeim ER aladel 1,94%, järgnesid EP alad 1,80% ja EP referentsalad 1,62%. Sealjuures Corg sisaldus suurenes keskmiselt EP aladel kõige enam - 67% (0,67% võrra), ER aladel 50% (0,65% võrra) ja EP referentsaladel 25% (0,28% võrra). Corg varu oli kuue aasta jooksul keskmiselt kõrgeim ER aladel 74 t/ha, järgmisena EP aladel 70 t/ha ja EP referentsaladel vähem 62 t/ha. Sealjuures Corg varu suurenes keskmiselt ER aladel enim 25%



(15 t/ha võrra), EP aladel 24% (14 t/ha võrra) ja vähem EP referentsaladel 12% (7 t/ha võrra).

- Erodeeritud muldadega uurimisalade mulla reaktsioon oli valdalt happeline 61% (11-l alal 18-st) ning trend oli kõigil maakasutustel pH vähenemisele. EP aladel kahanes mulla pH keskmiselt 5,6-lt 5,4-ni jäädes nõrgalt happelise (5,6-6,5) ja mõõdukalt happelise (4,6-5,5) klassi piirile. ER aladel kahanes mulla pH keskmiselt 6,2-lt 6,0-ni ehk tulemused vastasid nõrgalt happelisele (5,6-6,5) klassile. Neutraalsed olid erodeeritud mullad keskmiselt EP referentsaladel, kus pH kahanes 7,0-lt 6,7-ni.
- Erodeeritud muldadega uurimisaladest oli P-sisaldus 28% (viiel alal 18-st) alla 46 mg/kg ja K-sisaldus 89% (16-l alal 18-st) alla 131 mg/kg ehk alla optimaalse ning seab piiranguid saagikusele. Referentsaladel on EP aladega võrreldes keskmine P-sisaldus 2,4 korda kõrgem. Liikuva P sisaldus tõusis kuue aasta jooksul enim EP aladel 83% (11 mg/kg võrra) ning jäi sisuliselt samale tasemele ER aladel 4,1% (2 mg/kg võrra) ja EP referentsaladel 2,6% (2 mg/kg võrra). Liikuva K sisaldus suurenes kuue aasta jooksul ER aladel 15% (14 mg/kg võrra) ja EP aladel 20% (13 mg/kg võrra), siis EP referentsaladel vähenes 10% (9 mg/kg võrra). EP referentsaladel oli võrreldes EP aladega K-sisaldus 4,8% (4 mg/kg võrra) suurem.
- Erodeeritud muldadel oli Ca-sisaldus 56% uurimisaladest (10-l alal 18-st) allpool lupjamisvajaduse piiri (1500 mg/kg) ja Mg-sisaldus 22% (neljal alal 18-st) uurimisaladest oli alla keskmise 101 mg/kg. Seega veidi üle pooltel aladel pole Ca-sisaldus piisav ning vajavad lupjast. Samas Mg sisaldus ei ole enamusel (78%) aladest limiteerivaks teguriks. Ca- ja Mg-sisaldus erodeeritud mullas olid suhteliselt stabiilsed näitajad. Samas tuleb arvestada ka asjaoluga, et mida suurem on erosioon, seda rohkem tuleb altpoolt huumuskihti ka karbonaatset materjali. Kuueaastase perioodi jooksul muutus Ca-sisaldus enim EP referentsaladel vähenedes keskmiselt 31% (1210 mg/kg võrra), ER rohumaadel tõusis 16% (288 mg/kg võrra) ja EP aladel tõusis näitaja vaid 1,7% (19 mg/kg võrra). Kui ER ja EP aladel Mg-sisaldus kuue aasta jooksul tõusis, vastavalt 15% (19 mg/kg) ja 6% (9 mg/kg), siis referentsaladel langes 10% (17 mg/kg). Sealjuures kõrgem oli Ca-sisaldus 2021. a EP referentsaladel keskmiselt 2734 mg/kg ja Mg-sisaldus EP aladel keskmiselt 158 mg/kg.
- Erodeeritud muldadel oli 2021. a Mn-sisaldus 83% (15-l alal 18-st) uurimisaladest piisav (üle keskmise sisalduse 75 mg/kg). Cu-sisaldus oli 89% uurimisaladest (16-l alal 18-st) alla optimaalse (1,5 mg/kg) ja B-sisaldus jäi kõigil 100% uurimisaladel (18 ala) alla optimaalse (1,6 mg/kg). Kõigi kolme maakasutuse juures EP alad, referentsalad ja ER alad tõusis kuueaastase perioodi jooksul Mn-, Cu- ja B-sisaldus. Kokkuvõttes on suurel osal uurimisaladest mikroelementide Cu ja B puudus, samas Mn-sisaldus on enamusel aladest piisav.
- Erodeeritud muldade lasuvustihedus erines vähe erinevate maakasutuste juures. Sealjuures on lasuvustiheduste erinevus alade ülemiste ja alumiste kihtide vahel väga väike, mis võib tuleneda muldade läbikuivamisest 2021. aastal. Referentsaladel nii ülemises kui alumises mullakihis on toimunud lasuvustiheduse tõus, vastavalt 6% (0,09 g/cm<sup>3</sup>) ja 9% (0,12 g/cm<sup>3</sup>). Samuti on lasuvustihedus suurenenud kuueaastase perioodi jooksul ER alade alumises kihis 6% (0,08 g/cm<sup>3</sup>). Lasuvustihedus vaadeldud perioodi jooksul langenud EP alade mõlemas kihis 11-12% ja ER alade ülemises kihis 15%.
- Erodeeritud muldade üldpoorsus 2021. a suurenes EP ja ER alade nii ülemises (vastavalt 16% ja 31%) kui alumises kihis (vastavalt 14% ja 33%) võrreldes proovivõtmise algaastaga. Üldpoorsus EP referentsalade mõlemas kihis vähenes (vastavalt 9% ja 11%), mis on ka loogiline tulemus, sest lasuvustihedus enamikel EP referentsaladel suurenes.



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maapiirkondadesse

Eesti maaelu arengukava 2014–2020 4. ja 5. prioriteedi hindamine

- Turvasmuldades turbahorisoni tusedus kõigil maakasutustel keskmiselt vähenes. Turbahorisoni tusedus EP alade keskmisena vähenes 5% võrra (muutus 4 cm), kui samas referentsaladel oli vähenemine 9% (4 cm võrra). Mõlemad on tagasihoidlikud muutused, kuid referentsalade suurem muutus näitab siiski põllumuldade suuremat turba „kulumise“ astet. ER aladel oli turbahorisoni tusedus kahanenud 3% (2 cm) võrra, mis on tagasihoidlik muutus. Turbahorisoni kahanemine püsirohumaadel võib olla mõjutatud pindmise turbakihi kuivamisest ja seeläbi väiksemast tusedusest just 2021. a suvel võrreldes tavapärase sademehulga ja temperatuuridega suvega. See asjaolu mõjutab eeskätt ka turba lagunemist-kui veetase langeb väga madalale, siis on ka mineraliseerumine suurem ning turbakiht muutub õhemaks.
- Turvasmuldade Corg sisaldus vähenes EP ja ER aladel ning pisut suurenes EP referentsaladel. Nii EP aladel kui nende referentsaladel on üksikuid uurimisalasid, kus on aset leidnud anormaalset muutused Corg sisalduses. Kõige suurem oli Corg sisaldus siiski 2021. a sarnaselt algaastale püsirohumaadel ER aladel keskmiselt 33% ja EP aladel 30% ning väiksem EP referentsaladel keskmiselt 23%. Sealjuures mulla Corg sisaldus EP alade keskmisena langes 8% (2,5%) võrra ja nende referentsaladel tõusis 13% (2,7%) võrra.
- Turvasmuldade keskmine Corg varu turbahorisoni kohta oli 2021. a kõige suurem EP referentsaladel 492 t/ha ning märgatavalt väiksem EP aladel keskmiselt 328 t/ha ja ER aladel 378 t/ha. Seejuures kasvas Corg varu keskmiselt EP referentsaladel 50% (164 t/ha võrra), aga EP aladel palju tagasihoidlikumalt 2,5% (8 t/ha võrra). ER aladel Corg varu hoopis vähenes 7,8% (32 t/ha võrra). ER uurimisalasid eraldi vaadeldes on enam neid alasid, kus Corg varu on kuue aasta jooksul vähenenud (kuuel alal 10-st), mis mõjutas maakasutuse Corg varu keskmist tulemust. Kõige rohkem mõjutas erinevate maakasutuste puhul Corg varu arvutusi lasuvustihedus, mis referentsaladel oli märkimisväärselt kõrgem võrreldes EP aladega (samuti ER aladega), ülemises kihis 1,2 korda ja alumises kihis 2 korda kõrgem.
- Turvasmuldade mulla reaktsioon oli turvasmuldadele iseloomulikult valdavalt happeline. EP aladel oli 2021. a pH 5,9 ja nende referentsaladel keskmiselt 6,2 ehk nõrgalt happeline (5,6-6,5). Kui vaadata toimunud muutusi mullareaktsioonis kuue aasta jooksul, siis EP aladel (6,2-lt 5,9-ni) ja nende referentsaladel (6,7-lt 6,4-ni) muutus mullareaktsioon 4% võrra happelisemaks. EP referentsaladel oli 2021. a pH 8% kõrgem EP aladega võrreldes. ER aladel oli pH keskmiselt mõõdukalt happelise (4,6-5,5) ja nõrgalt happelise (5,6-6,5) piiril, vastavalt algaastal 5,5 ja kordusaastal 5,6 ehk muutus oli minimaalne.
- Turvasmuldade P-sisaldus ja K-sisaldus olid 2021. a uurimisaladest 95% alla optimaalse (P 46- 95 mg/kg ja K 291-580 mg/kg) ja väga sageli isegi alla väga väikese sisalduse, mis turvasmuldadel P-sisalduse puhul on 20 mg/kg (71% uurimisaladest) ja K-sisalduse puhul 141 mg/kg (86% uurimisaladest). Seega on nii P- kui K-sisaldus turvasmuldadega uurimisaladel limiteerivaks teguriks. Turbahorisoni P- ja K-sisaldused kuue aasta jooksul EP aladel tõusid, vastavalt 62% ja 12%. EP referentsaladel P- sisaldus tõusis 38% ja K-sisaldus langes 2% ning ER aladel oli P-sisaldus stabiilne ja K-sisaldus langes 38%. Sealjuures kõige suurem oli P-sisaldus 2021. a EP referentsaladel 24 mg/kg, ER aladel 19 mg/kg ja EP aladel 15 mg/kg ning K-sisaldus samuti suurim EP referentsaladel 106 mg/kg ja võrdne ER ja EP aladel 93 mg/kg.
- Turvasmuldade Ca-sisaldus oli 2021. a kõigil uurimisaladel üle 5500 mg/kg, ehk ei vaja lupjamist ja Mg-sisaldus olid vähemalt optimaalsed 86% uurimisaladest. Samas on Ca-sisaldus alg- ja kordusaasta võrdluses langustrendis. EP aladel langes Ca-sisaldus keskmiselt 20%, nende referentsaladel 2,4% ja ER aladel 24%. Mg-sisaldus tõusis 2021. a EP aladel keskmiselt 23% ja referentsaladel 37%, langes elemendi sisaldus ER aladel 35%.



- Turvasmuldadega alade turbahorisondis oli 2021. a Mn-sisaldus väga madal kõigil uurimisaladel (<75 mg/kg), Cu-sisaldus oli 67% uurimisaladest väike ( $\leq 1,5$  mg/kg) ning B-sisaldus oli kõigi uurimisalade turbahorisontides vähemalt keskmine (1,3-2,7 mg/kg). Turbahorisondi Mn-sisaldused langes kuue aasta jooksul EP aladel 23% ning tõusis EP referentsaladel 53% ja ER aladel 3,6%. Cu-sisaldus EP aladel langes 17% ja referentsaladel 6,6% ning tõusis ER aladel 50%. B-sisaldus EP aladel tõusis 59% ja referentsaladel 14% ning langes ER aladel 4%.
- Turvasmuldade lasuvustihedus pole kõigi kolme maakasutuse juures märkimisväärselt kuue aastal jooksul muutunud. EP aladel lasuvustihedus tõusis (ülemises kihis 3% ja alumises kihis 4%) ja ER aladel langes (ülemises kihis 1,2% ja alumises kihis 1,6%). Suuremad muutused toimusid EP referentsalade alumises kihis, kus lasuvustihedus suurenes 21% võrra, sealjuures ülemises kihis oli lasuvustiheduse suurenemine tagasihoidlik 4,5%.

