

# Lubjatarbe määramise täpsustamine ja erinevate lubiväetiste mõju selgitamine erinevatele mullaomadustele ja taimede toitumistingimustele

## Sisukord

Uuringu eesmärk .....	2
Tulemused ja arutelu.....	2
Kokkuvõte.....	13

## Jooniste loetelu

Joonis 1. Lupjamise uuringu alade paiknemine.....	3
Joonis 2. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) happesuse (pH <sub>KCl</sub> ) muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul.....	6
Joonis 3. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) liikuva Ca sisalduse muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul.....	7
Joonis 4. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) väävlisisalduse muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul .....	8
Joonis 5. Mulla happesuse (pH <sub>KCl</sub> ) muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral .....	9
Joonis 6. Mulla liikuva Ca algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral....	9
Joonis 7. Mulla väävlis (S) algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral...	10
Joonis 8. Mulla liikuva fosfori (P) algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral .....	11
Joonis 9. Mulla liikuva kaaliumi (K) algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral .....	11
Joonis 10. Mulla liikuva magneesiumi (Mg) algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral .....	12
Joonis 11. Haritava mullakihi all oleva mullakihi (30-40 cm) liikuva Ca sisalduse muutus pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste kasutamisel.....	12
Joonis 12. Haritava mullakihi all oleva mullakihi (30-40 cm) väävlisisalduse muutus pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste kasutamisel.....	13

## Tabelite loetelu

Tabel 1. Lupjamise uuringu alade algsed mullakarakteristikud ja agrokeemilised omadused .....	4
Tabel 2. Uurimisalade maakasutus ja kasutatud lubiväetised ning kogused .....	5



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maapiirkondadesse

## Uuringu eesmärk

---

Uuringu peamiseks eesmärgiks on täpsustada erineva mullaliigi, lõimise, happesuse ja veereziimiga muldade lubjatarbe määramist, erinevate lubiväetiste mõju mullaomaduste parendamisel ning taimede toitumistingimustele ning lubiainete võimaliku leostumise uurimine erinevate lubiväetiste ja annuste korral.

Uuringu tulemusena saame kirjeldada enimkasutatavate lubiväetiste mõju mullaomadustele erinevatel muldadel, mis võimaldab parendada lubjatarbe määramise algoritmi ning hinnata erinevate lubiväetiste kasutamise lühi- ja pikaajalist mõju.

Uuring on otseselt seotud MAK 2014-2020 prioriteetide 4 ja 5 ettenähtud eesmärkide täitmisega ning nende prioriteetidega seotud meetmete arendamisega. Eeskätt on uuring suunatud küsimuste lahendamiseks, mis puudutavad veekeskkonna kaitset toiteelementide võimaliku leostumise suhtes seoses lupjamise tagajärjel toimuva toiteelementide vabanemisega mulda. Laiemas plaanis aitab uuring lubiväetiste kasutamise optimeerimisega kaasa mulla- ja veekaitsele.

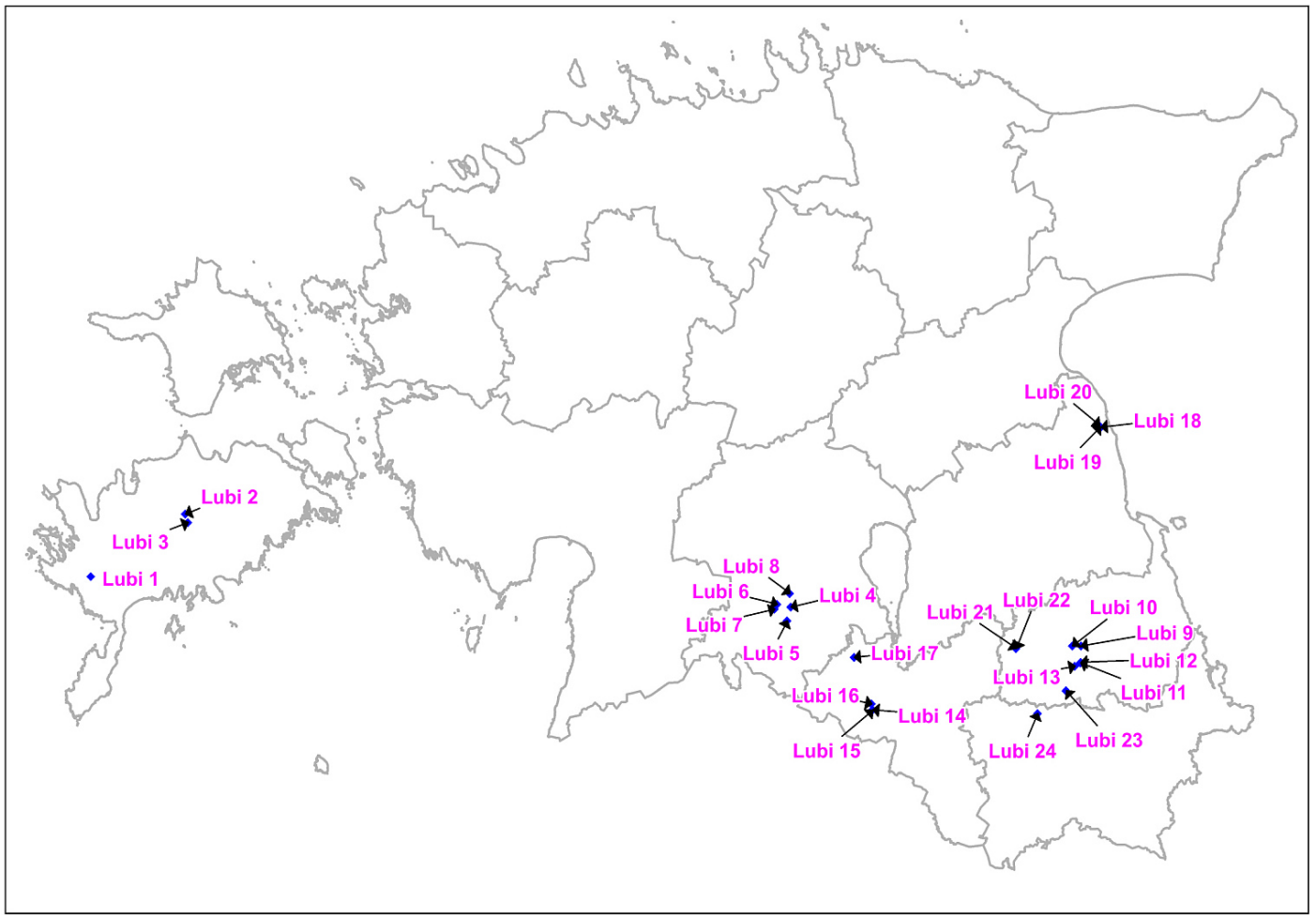
Uuringu pikaajaliseks eesmärgiks on ette valmistada võimaliku lupjamise meetmega seotud probleemide lahendamist ja aidata kaasa meetme väljatöötamisele. Esiolgu viidi uuring läbi aastatel 2020-2021 ning korratakse 2023 aastal pikaajalise mõju hindamiseks.

## Tulemused ja arutelu

---

Uuringu jaoks rajati seirealad tootmispõldudele selliselt, et oleks esindatud peamised lupjamist vajavad mullaliigid ja erinevad lubiväetised. Kuna eraldi eksperimenti selleks ei olnud võimalik luua, siis kasutati uurimiseks vaatlusi tootmispõldudel ning kogu vajalik taustainfo saadi põllumajandustootjatelt. Peamine happeliste muldade levikuala asub karbonaadiaase Lõuna-Eesti punakaspruuni moreeni levikualal, sellest lähtuvalt paikneb valdav enamus seirealadest Lõuna-Eesti erinevatel muldadel (Joonis 1). Kolm ala asuvad Saaremaal, kus saame jälgida lupjamise mõju peamiselt turvasmuldadel, mille lupjamine annab sageli olulist efekti, kuid mis keskkonnakaitseks ei pruugi sageli olla põhjendatud, sest võib suurenedada orgaanilise süsiniku (Corg) kadu mullast ning põhjustada erinevate toiteelementide leostumist.





Joonis 1. Lupjamise uuringu alade paiknemine

Uurimisalade mullatüüpidest ja muldadest määratud agrokeemilistest omadustest (Tabel 1) selgub, et kolmel uurimisalal on levinud turvasmullad (M), viiel alal leetjad mullad (KI, GI), 11 alal Lõuna-Eesti põldudele tüüpilised kahkjad ehk näivleeturunud mullad (LP), neljal alal erodeeritud mullad (E, LPe, Ke) ning ühel alal deluviaalmuld (Dg). Veerežiimilt on väga märgi ehk soomuldi 3, parasniiskeid muldi 12, gleistunud muldi 7 ning kaks gleimulda. Uurimisalade muldade lõimistest oli 12,5% turbad, 58% saviliivad, 16% kerged liivsavid, 4% keskmine liivsavi ja 8% liivsavid. Seega on mullaomaduste poolest uurimisaladel esindatud enamus enamlevinud põllumuldadest erinevate lõimiste, veerežiimide ja geneetiliste mullatüüpidega.

Tabel 1. Lupjamise uuringu alade algsed mullakarakteristikud ja agrokeemilised omadused

Proovi nr	Siffer	Lõimis	pH	P	K	Ca	Mg	Corg
				mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
Lubi 1	M'	hästi lagunened turvas	6,2	9	53	12620	489	33
Lubi 2	M'''	hästi lagunened turvas	4,7	25	126	8715	698	37
Lubi 3	M'	hästi lagunened turvas	4,5	17	72	5956	345	22,9
Lubi 4	Klg	saviliiv	4,1	149	97	298	60	1,3
Lubi 5	LPg	saviliiv	4,2	74	104	332	60	1,8
Lubi 6	Kl(g)	kerge liivsavi	4,1	132	83	134	22	2,1
Lubi 7	Kl	saviliiv	4,9	43	130	885	81	1,7
Lubi 8	Gl	keskmise liivsavi	4,4	119	131	373	52	1,9
Lubi 9	LP(g)	saviliiv	5,3	169	133	1014	63	1,2
Lubi 10	LP	saviliiv	5,8	163	200	1374	75	1,5
Lubi 11	E2l	kerge liivsavi	5,3	82	101	982	156	1,2
Lubi 12	LPg	saviliiv	4,3	71	123	541	86	1,5
Lubi 13	LPg	saviliiv	4,9	106	123	815	68	1,6
Lubi 14	LP	saviliiv	6,8	51	170	2054	152	1,5
Lubi 15	Ke	kerge liivsavi	6,2	110	201	1368	107	1,4
Lubi 16	LP(g)	saviliiv	5,9	87	220	1393	109	1,3
Lubi 17	LP	saviliiv	5,7	196	195	1257	111	1,3
Lubi 18	LPg	saviliiv	5,2	65	130	1018	88	1,4
Lubi 19	LPe	saviliiv	4,9	32	140	864	97	1,1
Lubi 20	Gl	kerge liivsavi	4	58	114	98	28	2
Lubi 21	LPe(2)	liivsavi	4,8	34	107	706	115	1,3
Lubi 22	Dg	liivsavi	6,9	115	107	2073	149	2
Lubi 23	LPg	saviliiv	5,8	70	101	838	71	1,1
Lubi 24	LP	saviliiv	5,9	109	232	1343	112	1,4



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maapiirkondadesse

Uurimisalade maakasutusest ja kasutatud lubiväetistest ning lubiväetise kogustest annab ülevaate Tabel 2.

Tabel 2. Uurimisalade maakasutus ja kasutatud lubiväetised ning kogused

Ala	Kultuur 2020	Kultuur 2021	Lubiväetis	kogus t/ha
Lubi 1	kanep	kanep	sõelmed+puutuhk	4.5
Lubi 2	kanep	kaer liblikõieliste allakülviga	sõelmed+puutuhk	5
Lubi 3	kanep	suvinisu allakülvita	sõelmed+puutuhk	5
Lubi 4	suvioder liblikõieliste allakülviga	põlduba	sõelmed	5
Lubi 5	suvioder allakülvita	suvioder allakülvita	sõelmed	5
Lubi 6	suvioder liblikõieliste allakülviga	taliraps allakülvita	segu	4
Lubi 7	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	segu	4
Lubi 8	põlduba	talinisu allakülvita	sõelmed	4
Lubi 9	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 10	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 11	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 12	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 13	talinisu allakülvita	talinisu allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 14	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 15	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 16	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 17	talinisu allakülvita	taliraps allakülvita	enefix tuhk	3
Lubi 18	talinisu allakülvita	rukis	enefix tuhk	3
Lubi 19	talinisu allakülvita	rukis	enefix tuhk	3
Lubi 20	suvioder allakülvita	rukis	enefix tuhk	3
Lubi 21	punane ristik	punane ristik	sõelmed	5
Lubi 22	punane ristik	punane ristik	sõelmed	5
Lubi 23	mais	suvioder liblikõieliste allakülviga	sõelmed	5
Lubi 24	talinisu allakülvita	kaer liblikõieliste allakülviga	puutuhk	6

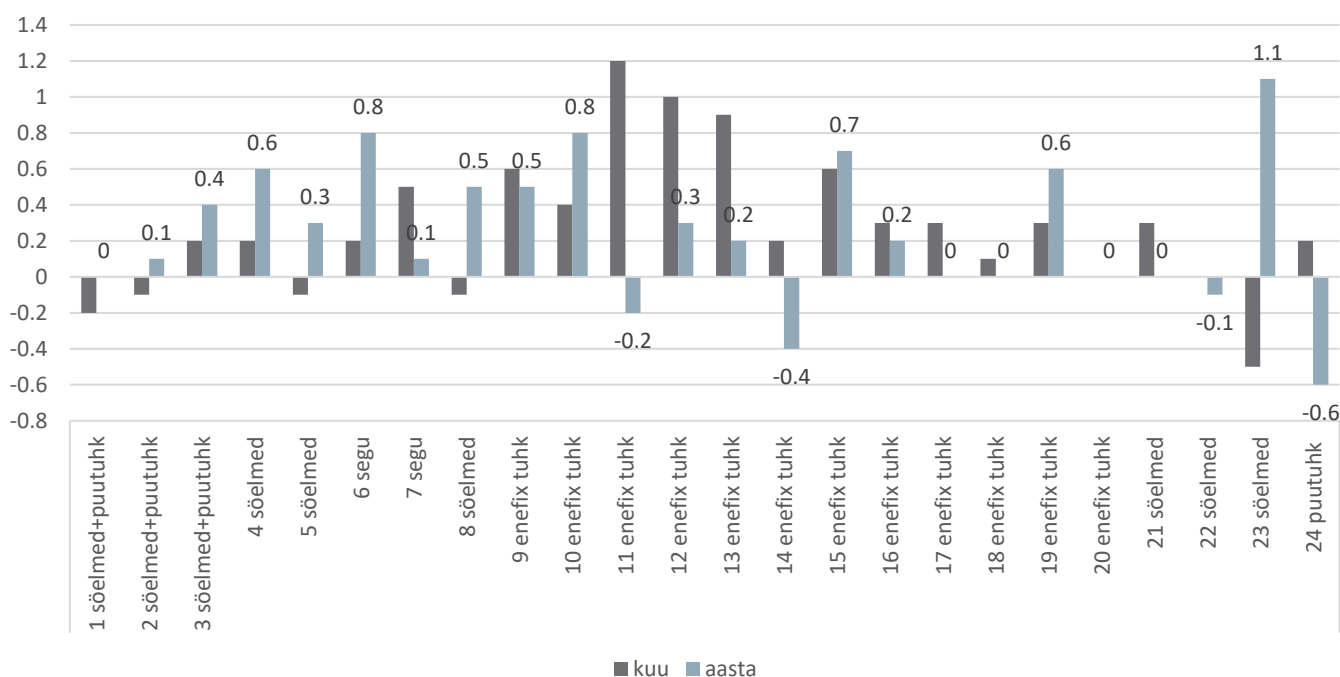
2020. aasta aruandes esitasime detailse ülevaate uurimisalade happesusest, liikuva Ca sisaldusest ning lubjatarbest (PMK, 2021u). Käesoleva uuringu raames kirjeldame peamiste mullakarakteristikute muutusi lühema perioodi jooksul (ca kuu peale lupjamist) ning pikema perioodi jooksul (ca 1 aasta peale lupjamist). Aladel Lubi 21 ja Lubi 22 ei saanud lupjamist teostada 2020 aasta sügisel ilmastikuolude tõttu ning seal toimus lupjamine varakevadel ning pikemaajase mõju hindamiseks võeti mullaproovid 7 kuu möödudes. Parema jälgitavuse huvides siin ja edaspidi uurimisala nimetuse asemel on graafikul ala number ja kasutatud lubiväetis.

**Enefixi tuha kasutamisel on oluline lühiajaline mõju ehk mullareaktsiooni muutus on kiire ja pigem lühiajaline.**

Hindamaks lupjamisega seoses toimunud muutusi mullareaktsioonis on joonisel 2 näidatud iga ala kohta pH muutus ühe kuu ja ca aasta möödumisel võrreldes lupjamiseelse tasemega. Muutused on olnud suhteliselt erinevad ja mõnedel juhtudel on mullareaktsioon muutunud ka happelisemaks. Kahjuks ei ole meil kasutada täpseid andmeid alade mullaharimistöde ja tehnoloogiate



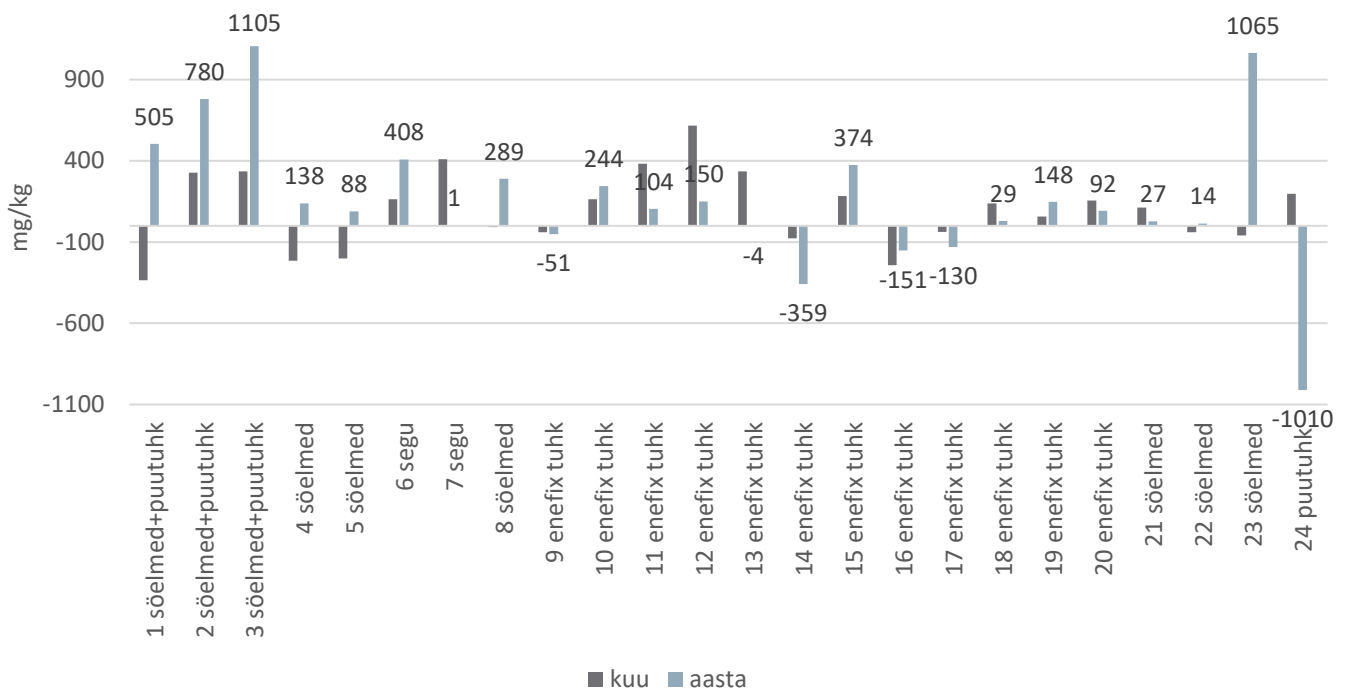
kohta, kuid ilmselt on paljud muutused otseselt seotud ka agrotehnoloogiaga ning kasvatatavate kultuuridega. Üldise trendina on Enefixi tuha kasutamisel oluline lühiajaline mõju, mis enamikel aladel on tunduvalt suurem pikaajalisest mõjust ehk mullarektsiooni muutus on kiire ja pigem lühiajaline. Kuigi puutuhhal oli väike lühiajaline mõju, siis pikaajalsem mõju oli hoopis tugevalt negatiivne, ehk aasta möödudes oli muld oluliselt happelisem kui enne lupjamist. Selle üheks põhjuseks võib olla ka asjaolu, et põld künti vahetult enne proovi kogumist. Alad 21 ja 22 asusid samal põllumassiivil, kuid oluliselt erinevas reljeefi osas - ala 21 asus künkjal ja ala 22 küngaste vahel orus. Nagu tabelist 1 selgus, erinesid need alad oluliselt pH väärtuse poolest - ala 21 pH oli 2,1 ühikut happelisem kui alal 22. Andmetest selgus, et künkjal oleval happelisemal mullal oli minimaalne lühiajaline mõju mulla happesuse parandamisele, kuid pikemaajaline mõju puudus. Orus olevale neutraalsele mullale oli pikemaajaline mõju isegi kergelt negatiivne. Arvestada tuleb siinjuures, et lubjati ristikupõldu, mis künti üles enne pikemaajalise mõju proovide kogumist ja künni käigus viidi lubiväetis mullaprofiilis allapoole ning ilmselt avaldub pikema perioodi jooksul. Turavasmuldadel (alad 1, 2 ja 3) oli lupjamise mõju suhteliselt vähene, vaid 3-dal alal suurenes aastaga mulla pH 0,4 ühikut.



Joonis 2. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) happesuse (pH<sub>KCl</sub>) muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul

Teine oluline parameeter muldade lupjamise hindamisel on mulla liikuva Ca sisaldus (Joonis 3). Liikuva Ca sisalduse muutused mullas korreleeruvad sageli pH muutustega ja seda ka meie uuringus, kuid on ka olulisi erinevusi. Näiteks kui turvasmuldadel aladel 1-3 muutus pH suhteliselt vähe, siis Ca sisaldus suurenes aasta möödudes oluliselt. Samal ajal Enefixi tuha mõjul oli aastase perioodi jooksul liikuva Ca sisalduse suurenemine vähene ja 5-dal alal lausa langes võrreldes algasemega. Seega ei ole mulla Ca seisundi parendamiseks Enefixi tuhk pikaajalise mõjuga lubiväetis. Sama kehtib ka puutuha kohta. Ka sõelmete mõju oli aasta möödumisel suhteliselt vähene, va uurimisalal 23, kus Ca sisaldus on tõusnud oluliselt.



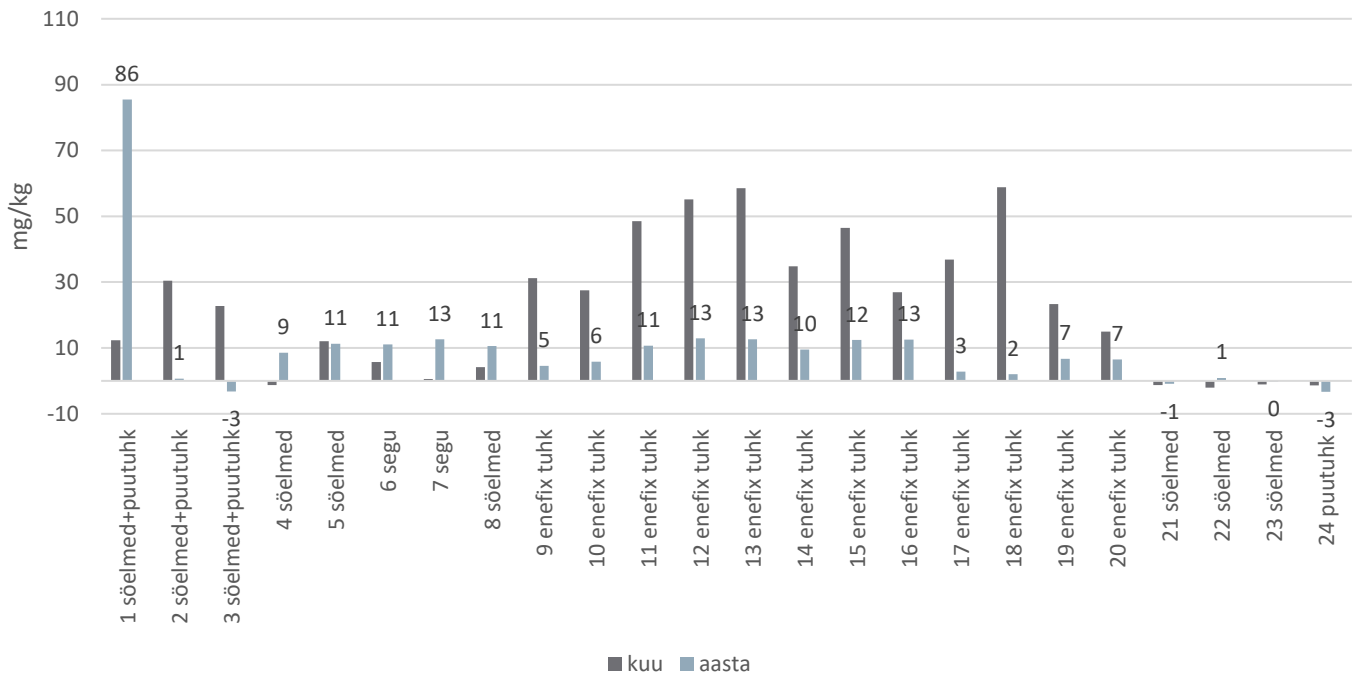


Joonis 3. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) liikuva Ca sisalduse muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul

Arvestades osade lubiväetiste iseärasusi, siis oluline näitaja lupjamise mõju hindamisel on mulla väävlisisaldus ja selle muutus lupjamise mõjul (Joonis 4). Ainult kolmel alal toimus aasta jooksul minimaalne S sisalduse vähenemine mullas, kuid mõnedel aladel suurenes eriti lühiajaliselt näitaja oluliselt. Valdavalt tõusis mulla väävli sisaldus kõige rohkem kuu möödudes Enefixi tuhaga lupjamise tagajärjel. Erandina suurenes pikaajaliselt S sisaldus uurimisalal 1 ning söelmetega väetamisel üldiselt väävli sisaldus ei muutunud nii lühikese kui ka pika perioodi jooksul.

**Kõige rohkem tõusis Enefixi tuhaga lupjamise tagajärjel mulla väävli sisaldus.**





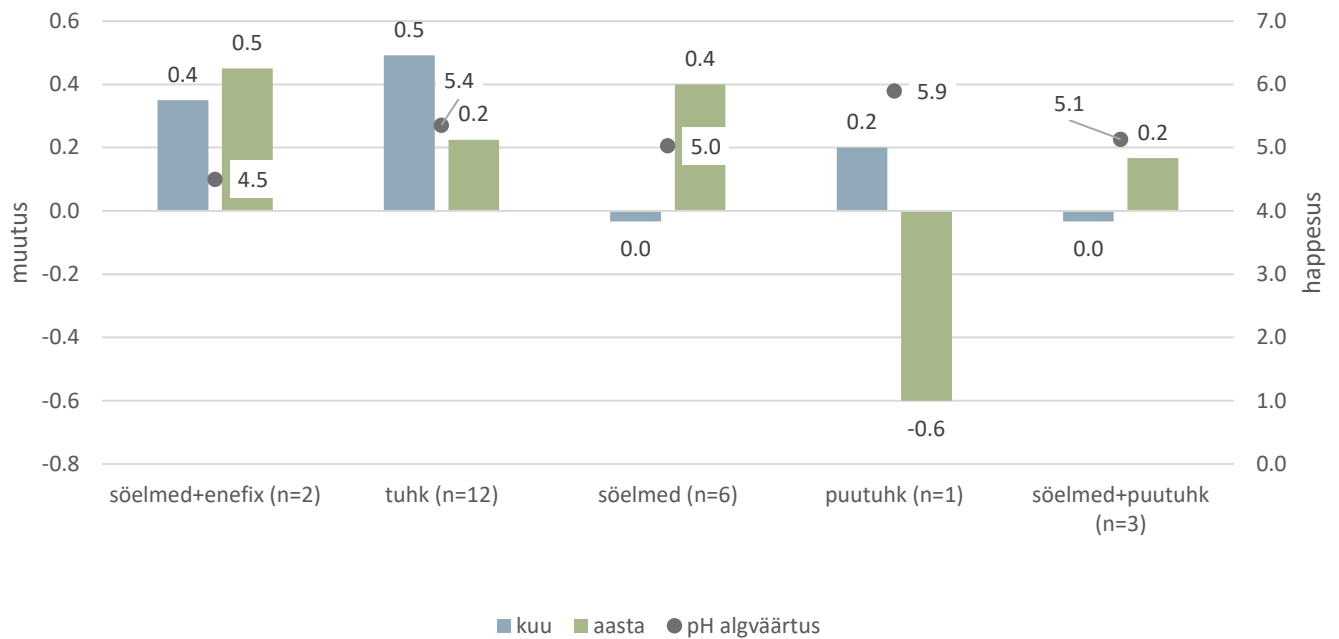
Joonis 4. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) väävlisisalduse muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul

Järgnevalt vaatleme lupjamise mõju erinevate lubiväetiste kasutamisel ja selleks grupeerisime lubiväetised ja leidsime grupi keskmised muutused. Kahjuks on gruppides erinev uurimisalade (korduste) arv, kuid üldise võrdluspildi saame siiski esitada. Jooniselt 5 selgub, et lubiväetiste segu (söelmed+enefix tuhk) suurendab mulla pH suhteliselt sarnaselt nii lühikese kui pikema aja jooksul ehk on suhteliselt hea mõju nii pikema kui lühema aja jooksul. Enefixi tuha kasutamisel oli oluline lühiajaline mõju, kuid pikemaajaline mõju oli juba tunduvalt väiksem ning sama kehtib ka puutuha korral, kuid siin toimus pikaajaliselt juba oluline mulla hapestumine - seega mõju oluliselt lühemaajaline kui Enefixi tuha puhul. Söelmetel vastupidi lühiajaline mõju praktiliselt puudus, kuid aastane mõju oli arvestatav. Söelmete ja puutuha segul lühiajaline mõju puudus ja ka pikaajaline mõju oli suhteliselt väike. Siinjuures tuleb arvestada, et kõigil kolmel juhul oli tegemist spetsiifilise turvasmullaga. Lubiväetistest avaldab mullareaktsioonile nii lühiajaliselt kui pikema aja jooksul positiivsemat mõju tuha ja söelmete segu, suurim lühiajaline mõju on Enefixi tuhal monoväetisena. Ainult söelmetel on lühiajaline mõju minimaalne, kuid ajas mõju kasvab oluliselt.

**Lubiväetistest avaldab mullareaktsioonile nii lühiajaliselt kui pikema aja jooksul positiivsemat mõju tuha ja söelmete segu, suurim lühiajaline mõju on Enefixi tuhal monoväetisena.**

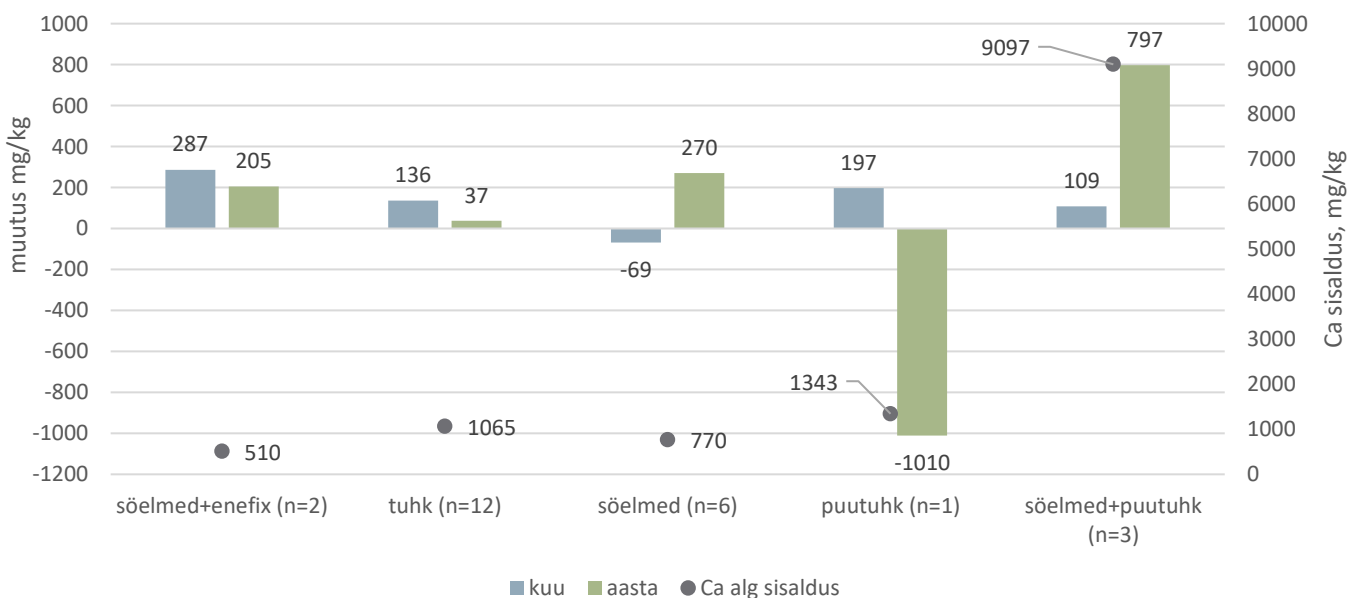






Joonis 5. Mulla happesuse (pH<sub>KCl</sub>) muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral

Erinevate lubiväetiste kasutamise mõju mulla liikuva Ca sisaldusele näitab (Joonis 6), et kuigi Ca sisaldus mullas suureneb praktiliselt kõikide lubiväetiste kasutamisel (va puutuhk), siis positiivne mõju on vähemalt antud uuringule tuginedes pigem madal ja tegelikult ainult vähestel aladel saavutati lupjamisega optimaalne Ca sisaldus mullas (1500 mg/kg). Pikaajaline mõju oli olulisem söelmete kasutamisel, kuid juba söelmete segamisel tuhaga pikaajaline mõju pigem vähenes. Samas oli ka Ca sisalduse muutus söelmete+tuhk kasutamisel väike ning ühekordse lupjamisega pole võimalik mulla Ca seisundit oluliselt parandada. Lupjamise positiivne efekt mulla Ca sisaldusele ilmnes turvasmuldade lupjamisel söelmete ja puutuha seguga aastase perioodi jooksul. Ühelgi seirealal ei saavutatud lupjamisega aasta jooksul olukorda, kus mulla liikuva Ca sisaldus oleks saavutanud optimumi lähedase taseme, va ühel turvasmullal. Kahjuks viitab see olukorrale, kus enamuse põldude lupjamine on juba hilineanud, ning ühekordne lupjamine ei anna soovitud efekti ning soovivat mullaomaduste muutumist ei toimu vajalikul määral.



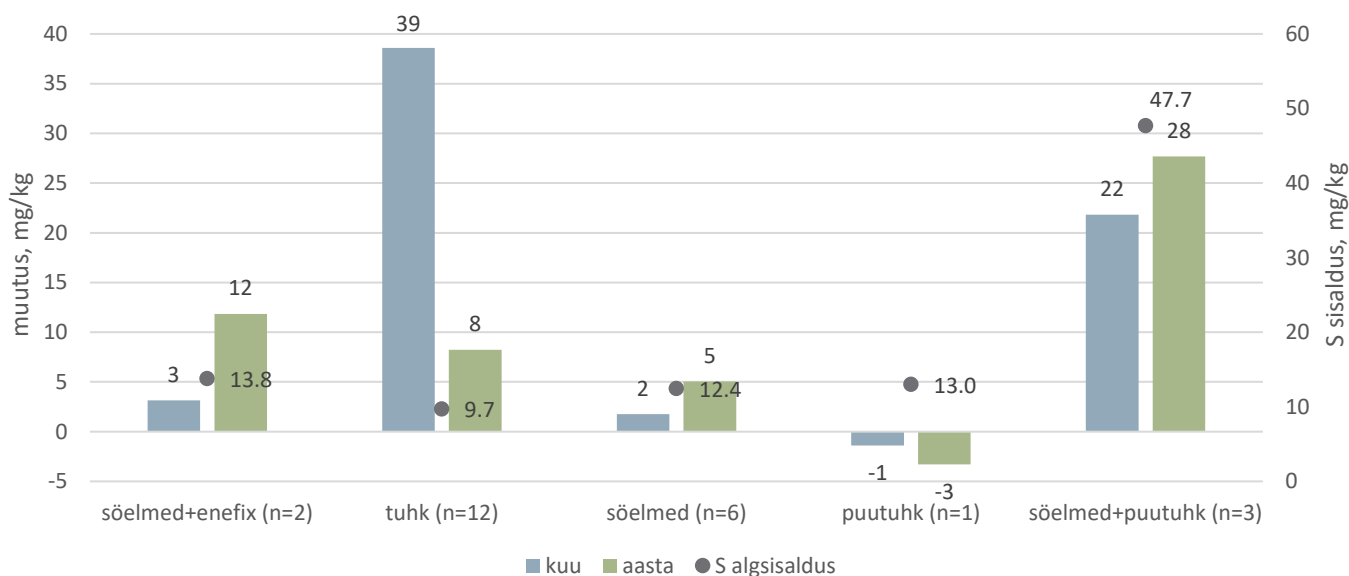
Joonis 6. Mulla liikuva Ca algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral



Kuu aega peale Enefixi tuha kasutamist oli suurenenud S sisaldus mullas keskmisena 5 korda, kuid aasta möödudes langes väävlisisaldus märkimisväärselt nii taimede poolt omastamise kui leostumise tagajärjel.

Mulla väävlisisalduse muutused on olulised, sest mõnedes lubiväetistes (n. Enefixi tuhk) on S sisaldus väga kõrge ja võib põhjustada mulla väävlisisalduse järsu tõusu ja osutada seeläbi isegi taimedele toksiliseks. Andmetest selgus (Joonis 7), et kuu aega peale Enefixi tuha kasutamist oli suurenenud S sisaldus mullas keskmisena 5 korda, kuid aasta möödudes langes väävlisisaldus märkimisväärselt nii taimede poolt omastamise kui

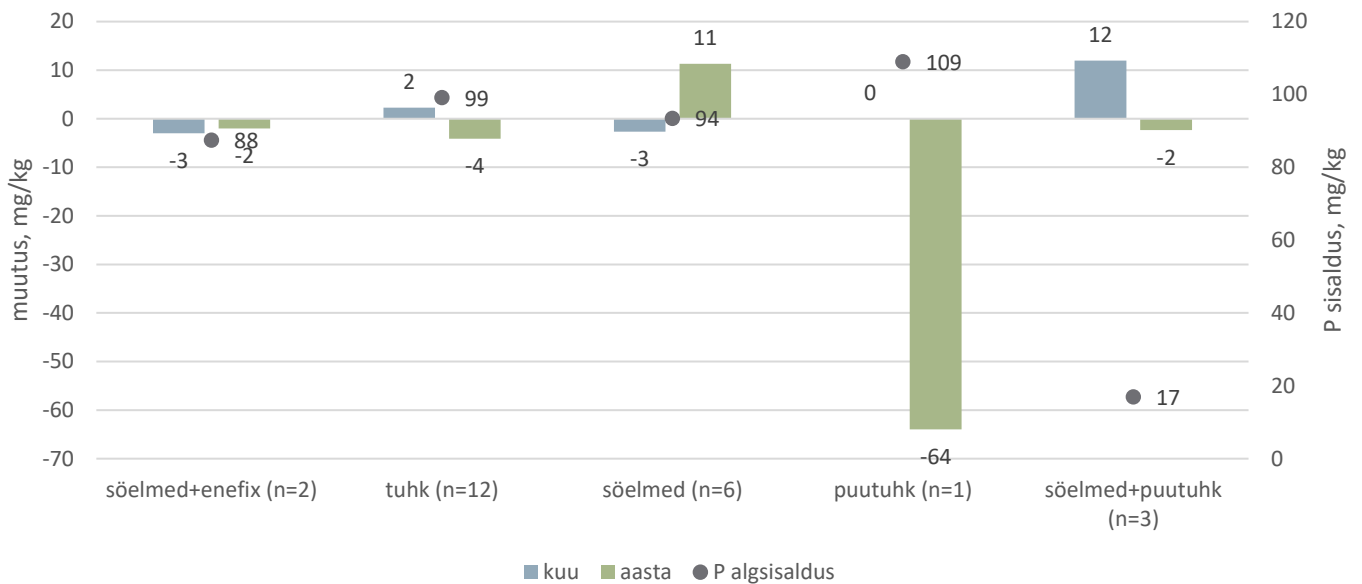
leostumise tagajärjel. Suhteliselt suur oli väävlisisalduse suurenemine sõelmete ja puutuhaga segu kasutamisel, kuid neil turvasmudadel oli ka looduslik väävlisisaldus kõrge ja ilmselt harimisega kaasnev mineralisatsioon suurendas seda ka loomulikult teel lagunemise kaudu. Puutuhaga väetamisel langes S sisaldus mullas nii lühema kui ka pikema perioodi jooksul. Sõelmetega variantides suurenes S sisaldus enam pikema perioodi jooksul, kuid muutused olid suhteliset väikesed.



Joonis 7. Mulla väävli (S) algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral

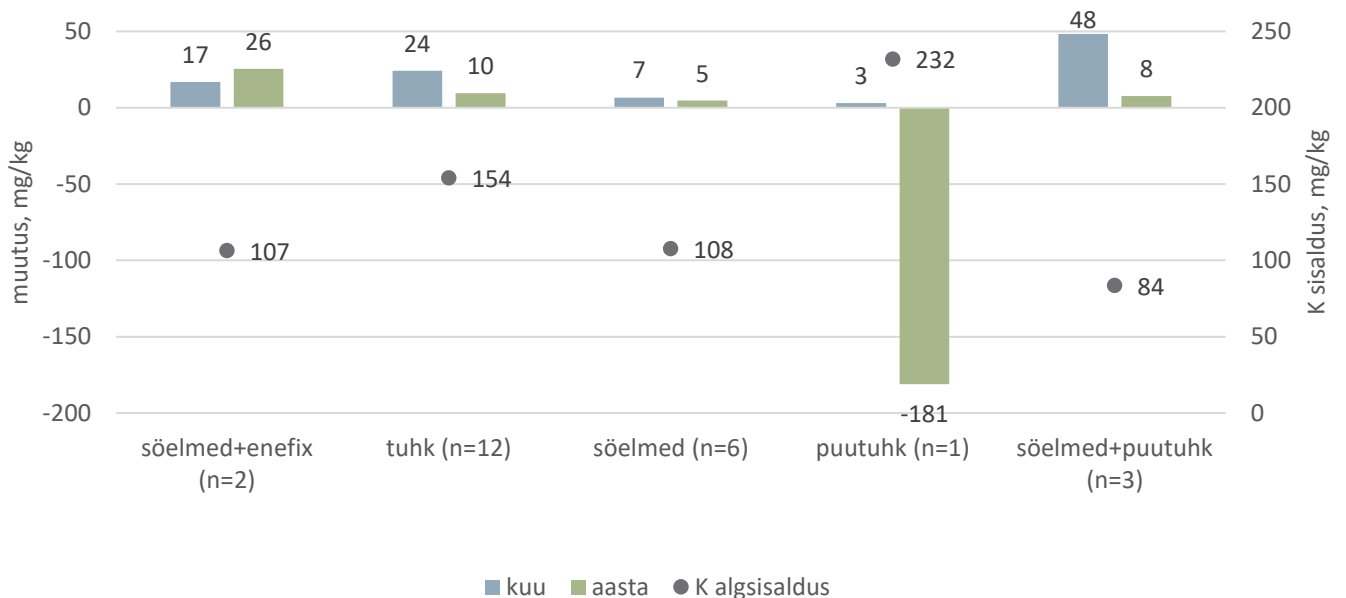
Teatud muutused toimusid lupjamisega ka mulla toiteelementide sisalduses, kuid pikaajalise muutuse hindamisel tuleks kindlasti arvestada ka väetamisega. Üldiselt oli P sisalduse lühiajalised muutused väikesed (Joonis 8), ja sõelmete+ puutuhk variandis turvasmudadel, kus algne P sisaldus oli turvasmullale omaselt väga madal ja seetõttu ka suurenemine loogiline. Pikaajaliselt toimus aga ulatuslik P sisalduse langus puutuhaga kasutamisel mida siiski tuleb lugeda pigem juhuslikuks. Samas oli antud põllul P sisaldus mullas suhteliselt kõrge ja tegelikult mullaviljakus sellest oluliselt ei muutunud.





Joonis 8. Mulla liikuva fosfori (P) algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral

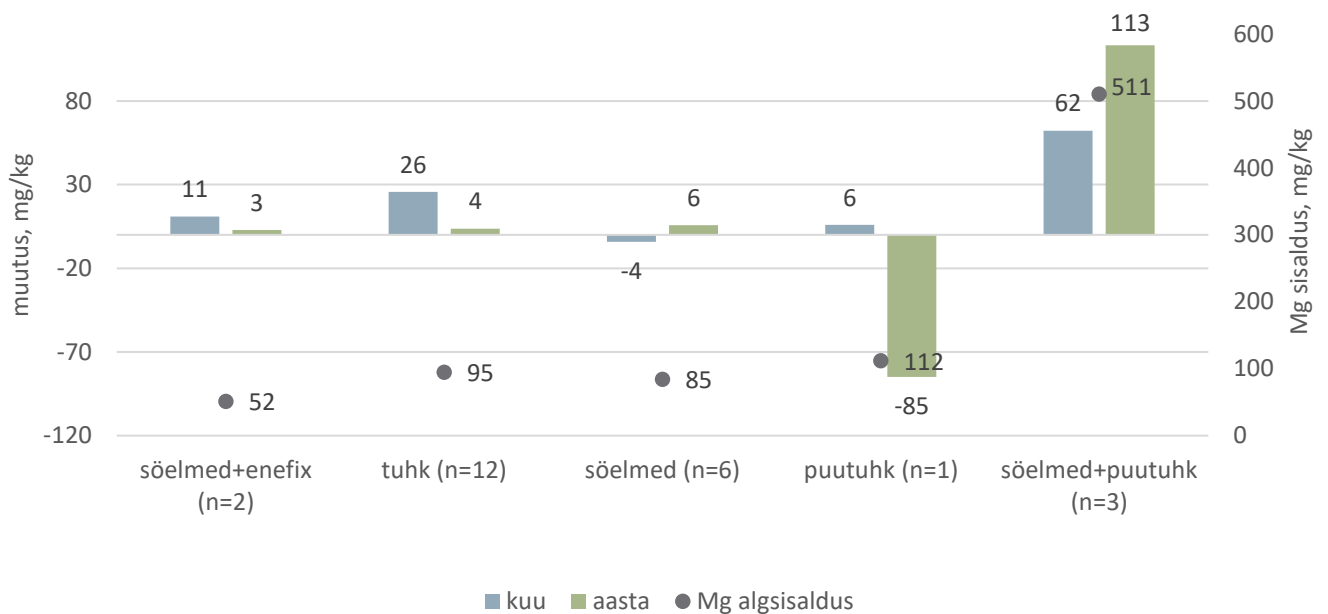
Mulla kaaliumisisalduse muutused olid peale lupjamist samuti pigem vähesed ja valdavalt K sisaldus mullas veidi suurenes (Joonis 9), kuid puutuha kasutamisel, sarnaselt P sisaldusele, vähenes märgatavalt aasta lõikes. Sarnased olid muutused ka turvastel, kus madala K sisalduse foonil lühiajaliselt K sisaldus suurenes, kuid aastase perioodi jooksul oli suurenemine marginaalne.



Joonis 9. Mulla liikuva kaaliumi (K) algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral

Lupjamise oluline roll on ka mulla Mg sisalduse parendamine, kuid antud uuringu põldudel jäid muutused väikeseteks ja sarnanevad PK muutustele (Joonis 10). Oluliselt suurenes mõlema perioodi lõikes Mg sisaldus turvastel, mida neutraliseeriti söelmete ja puutuha seguga ning Mg sisaldus vähenes oluliselt aasta möödudes puutuhaga lubjates.



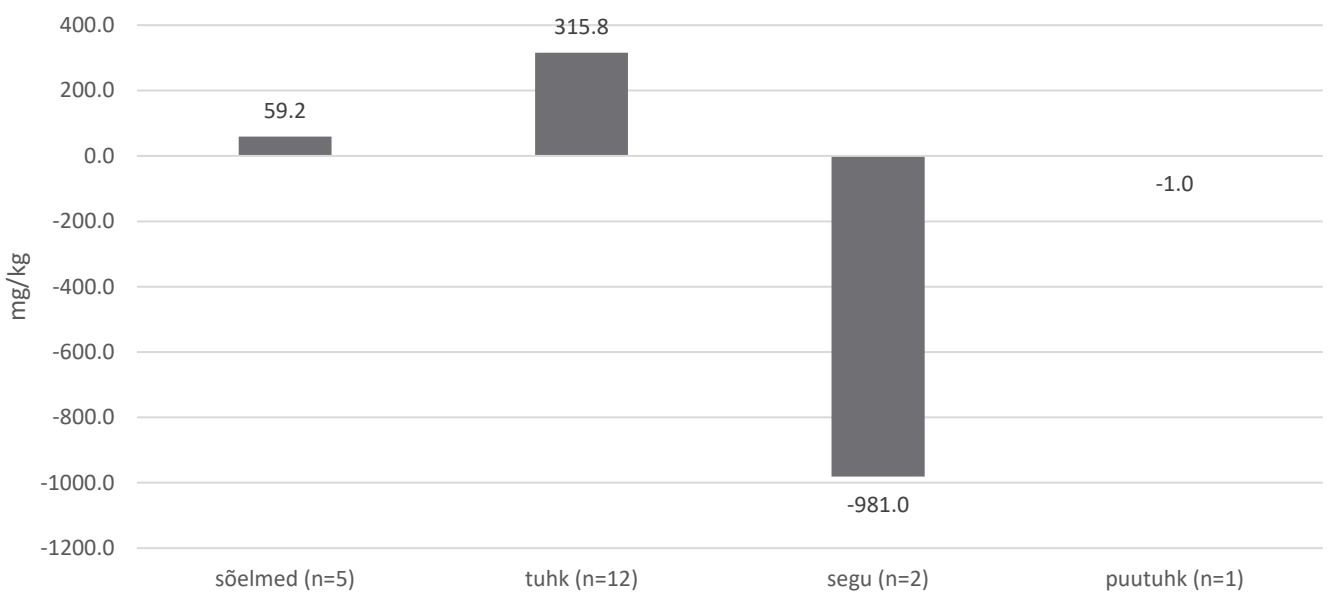


Joonis 10. Mulla liikuva magneesiumi (Mg) algsisaldus ja muutus lühema (kuu) ja pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste korral

Oluline on jälgida ka lubiväetises olevate toiteelementide liikumist mullaprofiilis allapoole ning selleks võtsime mullaproovid sügavamast mullakihist (30-40 cm) enne lupjamist ja aasta möödudes (Joonis 11). Selgub, et sügavamal mullas suureneb oluliselt Ca sisaldus Enefixi tuhka kasutades ja see on kordades suurem kui ülemises, nõ aktiivses mullakihis.

**Enefixi tuhka kasutades suureneb oluliselt Ca sisaldus sügavamal mullas.**

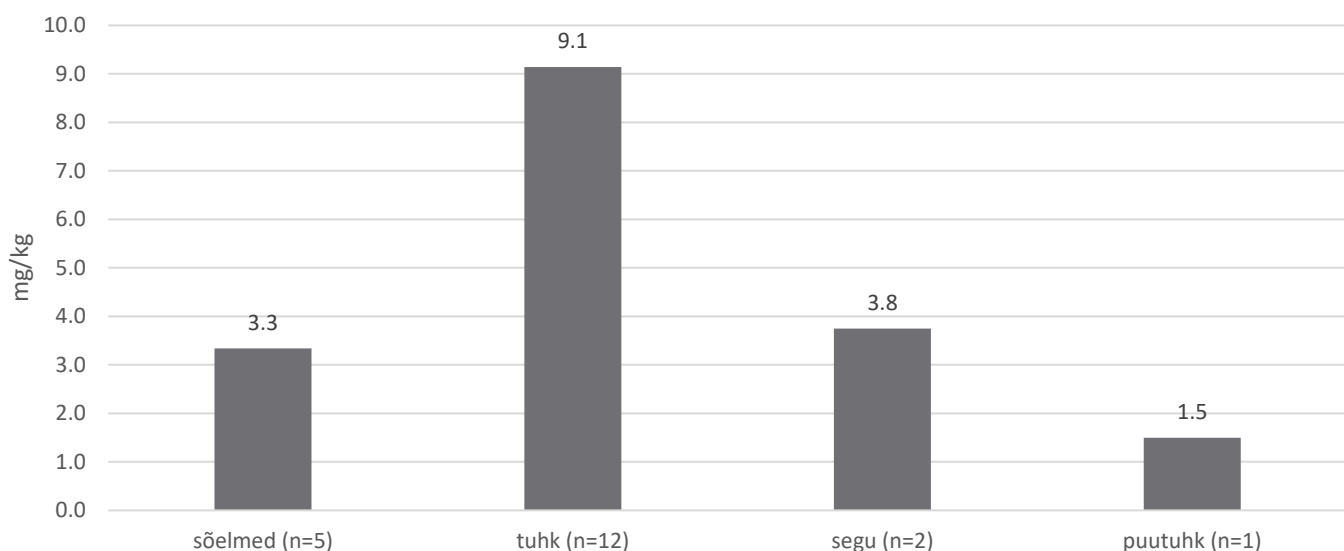
Seega liigub antud lubiväetises olev Ca suhteliselt kiiresti ja suurtes kogustes mullaprofiilis allapoole ja sellega seonduvalt tema neutraliseerimisvõime ülemises, taimede kasvu aktiivkihis väheneb oluliselt. Sõelmete kasutamisel suurenes samuti sügavama kihi Ca sisaldus, kuid oluliselt vähem, puutuha kasutamisel jäi näitaja samaks ja sõelmete ja Enefixi segu kasutamisel hoopis vähenes oluliselt.



Joonis 11. Haritava mullakihi all oleva mullakihi (30-40 cm) liikuva Ca sisalduse muutus pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste kasutamisel



Mulla alumise kihi väävlisisaldused suurenevad kõikide erinevate lubiväetiste gruppide kasutamisel (Joonis 12). Suurim on tõus Enefixi tuha kasutamisel ja seega on selles lubiväetises piisavalt palju väävlit, mida ei suudeta tarbida ja liigub seetõttu mullaprofiilis allapoole. Suhteliselt sarnane muutus toimub sõelmete ja segu kasutamisel ning kõige väiksem on see muutus puutuhhal.



Joonis 12. Haritava mullakihi all oleva mullakihi (30-40 cm) väävlisisalduse muutus pikema (aasta) perioodi jooksul erinevate lubiväetiste kasutamisel

### Kokkuvõte

- Lubiväetistest avaldab mullareaktsioonile nii lühiajaliselt kui pikema aja jooksul positiivsemat mõju tuha ja sõelmete segu, suurim lühiajaline mõju on Enefixi tuhal monoväetisena.
- Ühelgi seirealal ei saavutatud lupjamisega aasta jooksul olukorda, kus mulla liikuva Ca sisaldus oleks saavutanud optimumi lähedase taseme, va ühel turvasmullal.
- Enefixi tuha kasutamisel suurenenud S sisaldus mullas keskmisena 5 korda.
- Mulla liikuva P ja K sisalduse muutused lupjamise järgselt olid pigem väikesed.
- Sügavamal mullas suureneb oluliselt Ca sisaldus Enefixi tuhka kasutades ja see on kordades suurem kui ülemises, nõ aktiivses mullakihis.
- Mulla alumise kihi väävlisisaldused suurenevad kõikide erinevate lubiväetiste gruppide kasutamisel.
- Enamusel põldudel olid mullad liiga happelised ning ühekordne väetamine ei suutnud neid viia pH osas heasse seisundisse.
- Parimaks lubiväetiseks tuleb pidada põlevkivituhha ja sõelmete segu, mis omab nii lühiajalist kui ka pikaajalist mõju mullale.
- Lubiväetistest avaldab mullareaktsioonile nii lühiajaliselt kui pikema aja jooksul positiivsemat mõju tuha ja sõelmete segu, suurim lühiajaline mõju on Enefixi tuhal monoväetisena.

