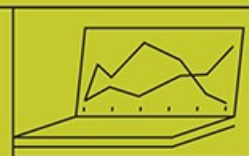
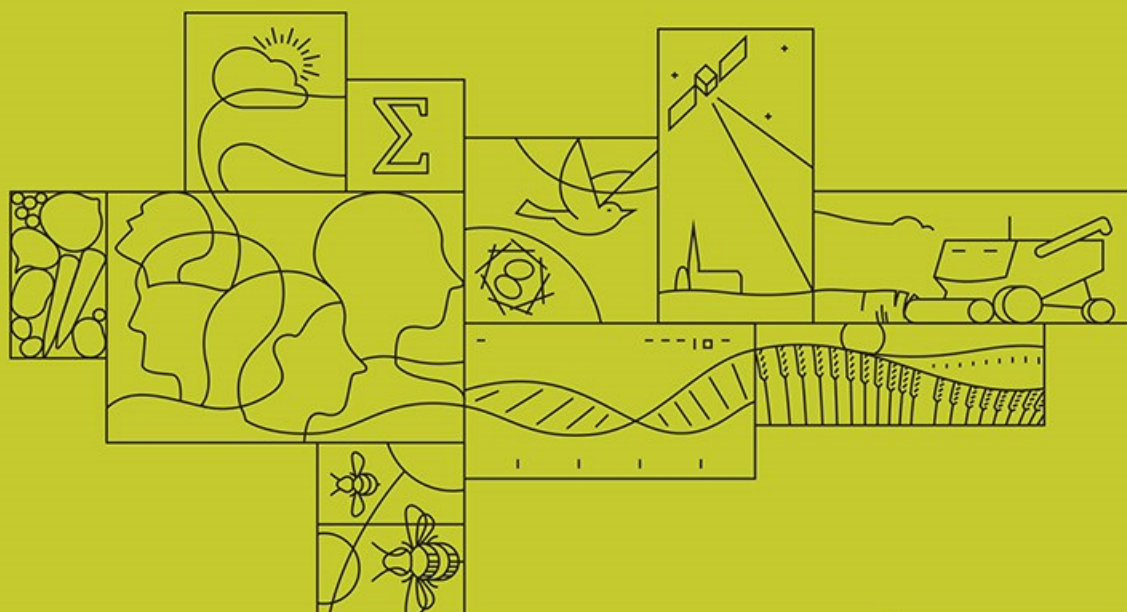


Lubjatarbe määramise täpsustamine ja erinevate lubiväetiste mõju selgitamine erinevatele mullaomadustele ja taimede toitumistingimustele



Tellijä: Regionaal- ja Põllumajandusministeerium

Uuringu teostaja: Maaelu Teadmuskeskus

Vastutav läbiviija: Priit Penu

Antud töö andmete kasutamisel või tsiteerimisel tuleb viidata allikale.

LISAINFO JA KONTAKT

Maaelu Teadmuskeskus

Põllumajandusuuringute osakond

Mullastiku valdkond

Kohtu tn 10, Kuressaare linn, Saaremaa vald, 93812 Saare

E-post: priit.penu@metk.agri.ee



Sisukord

Lubjatarbe määramise täpsustamine ja erinevate lubiväetiste mõju selgitamine erinevatele mullaomadustele ja taimede toitumistingimustele.....	1
Uuringu eesmärk.....	4
Tulemused ja arutelu	4
Kokkuvõte	14

Jooniste loetelu

Joonis 1. Lupjamise uuringu alade paiknemine.....	5
Joonis 2. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) happesus (pHKCL, ülemine joonis) ja selle muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes	8
Joonis 3. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) liikuva Ca sisaldus (ülemine joonis) ja selle muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes.....	10
Joonis 4. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) liikuva Mg sisaldus (ülemine joonis) ja selle muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes.....	11
Joonis 5. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) liikuva fosfori ja kaaliumi sisaldus (ülemine joonis) ja nende muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes	12
Joonis 6. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) väävlisisaldus (ülemine joonis) ja nende muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes.....	13

Tabelite loetelu

Tabel 1. Lupjamise uuringu alade algsed mullakarakteristikud ja agrokeemilised omadused.....	6
Tabel 2. Uurimisalade maakasutus perioodil 2020-23	7

Uuringu eesmärk

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

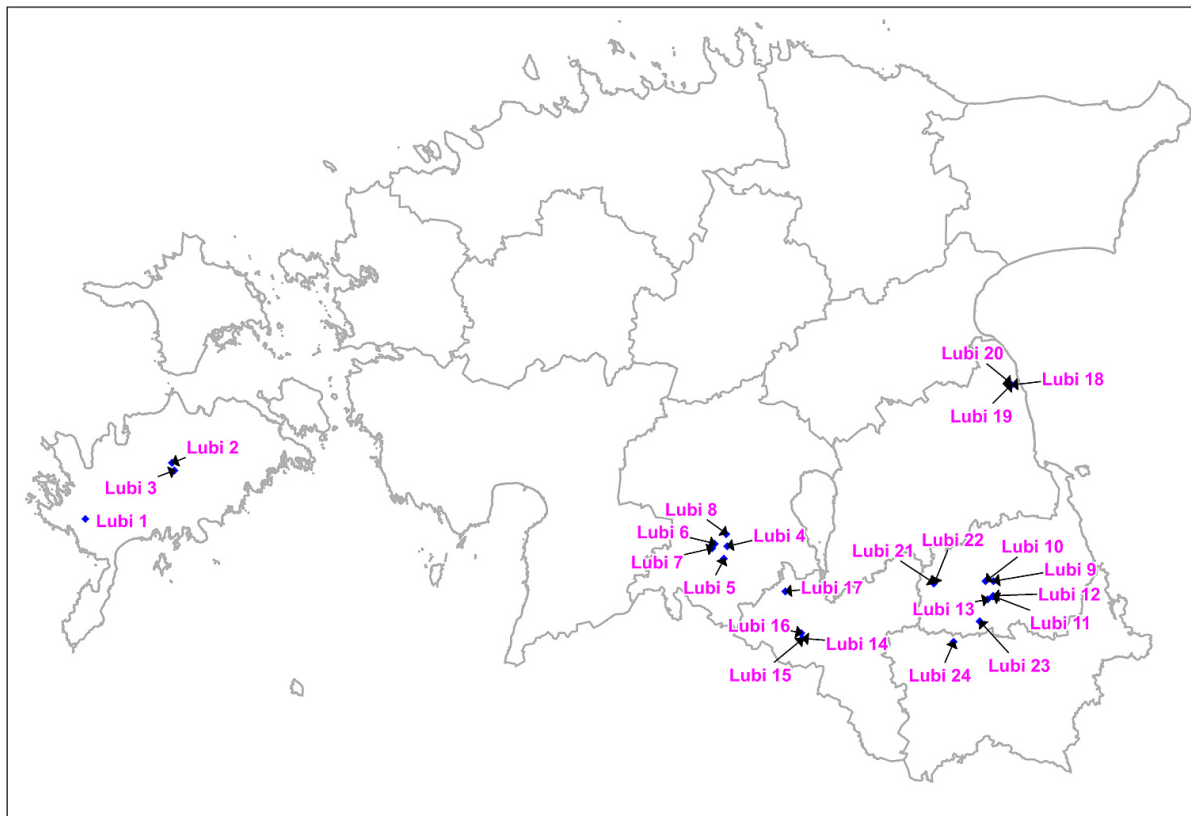
Uuringu tulemusena saame kirjeldada enimkasutatavate lubiväetiste mõju mullaomadustele erinevatel muldadel, mis võimaldab parendada lubjatarbe määramise algoritmi ning hinnata erinevate lubiväetiste kasutamise lühi- ja pikaajalist mõju.

Uuring oli otseselt seotud MAK 2014-2020 prioriteetide 4 ja 5 ettenähtud ja ÜPP eesmärkide ning 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 oli ette valmistada võimaliku lupjamise meetmega seotud probleemide lahendamist ja aidata kaasa meetme väljatöötamisele. Esialgu viidi uuring läbi aastatel 2020-2021 ning korrati 2023 aastal lubiväetiste 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 karbonaadivaese 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 keskkonnakaitseliselt ei pruugi sageli olla põhjendatud, sest võib suurenda orgaanilise süsiniku (Corg) kadu mullast ning põhjustada erinevate toiteelementide leostumist



Joonis 1. Lubjamise uuringu alade paiknemine

Uurimisalade mullatüüpidest ja muldadest määratud agrookeemilistest 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 näivleetunud 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 mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Corg %
Lubi 1	M'	hästi lagunenud turvas	6,2	9	53	12620	489	33
Lubi 2	M''	hästi lagunenud turvas	4,7	25	126	8715	698	37
Lubi 3	M'	hästi lagunenud 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	keskmine 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

Uurimisalade maakasutusest perioodil 2020-23 annab ülevaate Tabel 2. Valdavalt oli aladel talivil, turvasmuldadel suhteliselt palju kanepit, kolmel põllul ristik ja viiel põllul kaunvili ning enamlevinud kultuuriks oli talinis. Lupjamiseks kasutatud lubiväetiste ja koguste ülevaade on toodud meie eelnevates aruannetes (<https://metk.agri.ee/media/2360/download>).

Tabel 2. Uurimisalade maakasutus perioodil 2020-23

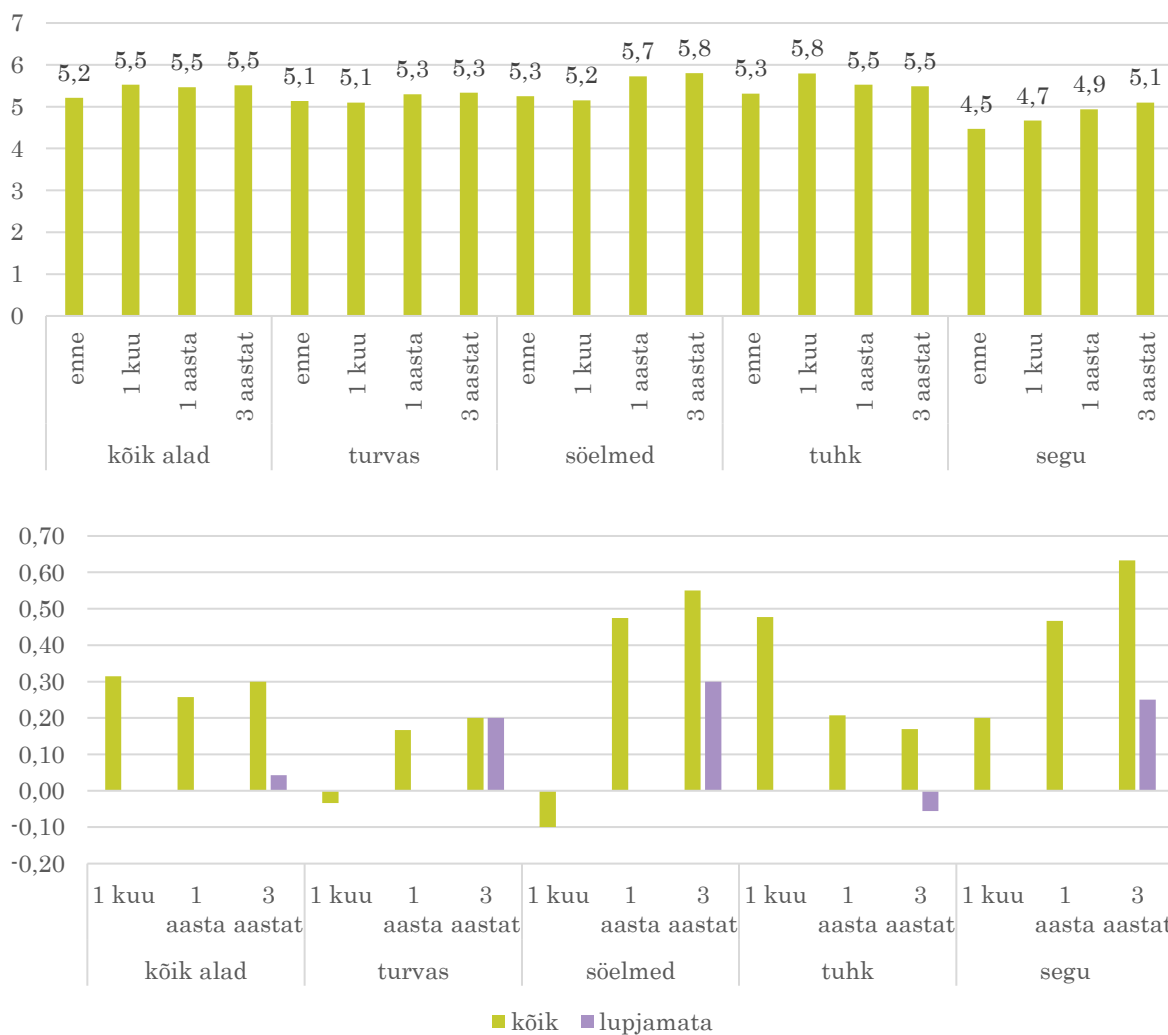
	kultuur 2020	kultuur 2021	kultuur 2022	kultuur 2023
Lubi 1	kanep, Finola	kanep, Henola	pun. Ristik	pun. Ristik
Lubi 2	kanep, Finola	kaer liblik ak	kanep, Finola	kanep, Finola
Lubi 3	kanep, Finola	suvinisu allakülvita	kanep, Finola	-
Lubi 4	suvioder liblik ak	põlduba	talioder allakülvita	taliniisu allakülvita
Lubi 5	suvioder allakülvita	suvioder allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita
Lubi 6	suvioder liblik ak	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	põldhernes
Lubi 7	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	põlduba
Lubi 8	põlduba	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	talioder allakülvita
Lubi 9	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	põldhernes
Lubi 10	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	suvioder allakülvita	mais
Lubi 11	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	suvioder allakülvita
Lubi 12	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	suvioder allakülvita
Lubi 13	taliniisu allakülvita	taliniisu allakülvita	talitritikale allakülvita	kõrreliste rohumaa
Lubi 14	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	suvioder allakülvita
Lubi 15	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	suvioder allakülvita
Lubi 16	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	suvioder allakülvita
Lubi 17	taliniisu allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita	suvioder allakülvita
Lubi 18	taliniisu allakülvita	rukis, allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita
Lubi 19	taliniisu allakülvita	rukis, allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita
Lubi 20	suvioder allakülvita	rukis, allakülvita	taliraps allakülvita	taliniisu allakülvita
Lubi 21	punane ristik	punane ristik	taliniisu allakülvita	suvioder allakülvita
Lubi 22	punane ristik	punane ristik	taliniisu allakülvita	suvioder allakülvita
Lubi 23	mais	suvioder liblik ak	taliraps allakülvita	suvinisu allakülvita
Lubi 24	taliniisu allakülvita	kaer liblik ak	punane ristik	punane ristik

2020 ja 2021. aasta aruannetes esitasime detailse ülevaate uurimisalade happesuse, liikuva Ca sisalduse ning lubjatarbe muutustest lühema perioodi jooksul (<https://metk.agri.ee/media/2360/download>, <https://metk.agri.ee/media/3637/download>). Käesoleva uuringu raames kirjeldame peamiste mullakarakteristikute muutusi pikema perioodi jooksul (ca 3 aasta peale lupjamist).

Hindamiseks lupjamisega toimunud muutusi mullareaktsioonis on Joonis 2 näidatud ülemisel joonisel algne pH sisaldus ja muutus gruppide keskmiste lõikes ning alumisel joonisel pH muutus ühe kuu, ca 1 aasta ja 3 aasta möödumisel võrreldes lupjamiseelse tasemega. Lisaks kajastame joonisel kollase värviga muutusi 3 aasta möödumisel neil aladel, mida vahepeal pole lubjatud ehk ei arvestata statistikas nende aladega, kus on vahepealsel perioodil toimunud uus lupjamine. Nimelt on mitmel alal toimunud ka vahepeal juba täiendav lupjamine ja seega ei saa sellisel juhul kirjeldada adekvaatset lupjamise mõju 3 aastat hiljem ja seetõttu esitasime vastavad muutused joonistel eraldi. Perioodi jooksul lubjati kokku täiendavalt 8 ala, millest neli ala oli algsest lubjatud põlevkivituhaga, kaks sõelmetega, üks seguga ja üks puutuhaga. Seega tehti 3 aasta jooksul 30% aladest korduslupjamine. Kahjuks ei ole täpsemaid andmeid korduslupjamisel kasutatud lubiväetiste ja koguste kohta, kuid selle selgitamine ei olnud ka eraldi eesmärk.

Mullaomadustes toimunud muutused olid suhteliselt erinevad ja mõnedel juhtudel muutus mullareaktsioon isegi happelisemaks. Kahjuks ei ole meil kasutada täpseid andmeid alade mullaharimistööde kohta, kuid ilmselt on paljud muutused otseselt või kaudselt seotud ka agrotehnoloogiaga ning kasvatatavate kultuuridega. Kõige happelisemad mullad olid lubiväetiste seguga töödeldud põldudel, ülejäänud gruppides oli algne pH tase suhteliselt samane.

Kõikide alade koondarvestuses oli huvitav asjaolu, et juba kuu möödudes oli pH ca 0,3 ühikut suurenenud ja püsis samal tasemel ka kolme aasta möödumisel väikeste kõikumistega. Kui vaatleme ainult neid alasid, kus vahepeal lubjamist ei tehtud, siis on siiski pH tase jäänud algtasemega praktiliselt võrdseks ja muutus on olnud vaid 0,04 ühikut. Sisuliselt kolme aasta möödumisel lubjamise mõju puudub ja näiline mõju on suudetud tagada ainult vahepeal toimunud täiendavatele lubjamistele.



Joonis 2. Lubjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) happesus (pHKCL, ülemine joonis) ja selle muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes

Kuna ainukesel puutuhaga lubjatud põllul tehti samuti vahepealne lubjamine, siis käesoleva aasta aruandes seda eraldi joonisel ei kajasta. Üldise hinnanguna tuleb öelda, et kuigi puutuhhal oli väike lühiajaline mõju, siis pikaajalisem mõju oli hoopis tugevalt negatiivne, ehk aasta möödudes oli muld oluliselt happelisem kui enne lubjamist. Vahepealse lubjamisega suudeti pH tase viia tagasi

lupjamiseelsesse seisundisse ehk tõsta 0,6 ühikut võrreldes ühe aasta mõjuga. Samavõrd paranesid täiendava lupjamisega ka teised mullaomadused, esialgse lupjamise mõju oli väga lühiajaline.

Turvasmuldadel oli lupjamise pikaajaline mõju suhteliselt sarnane esimese aasta mõjuga ja neil aladel täiendavat lupjamist ei tehtud. Selle grupi eripära seisnes selles, et 3 aastat peale lupjamist oli üks ala põllumajanduslikust kasutusest sootuks välja jäänud ning neil aladel oli ühiseks valdavaks kultuuriks kanep.

Kõige märkimisväärssem pikaajaline mõju oli sõelmete kasutamisel, kus aastaga suurenes pH 0,5 ühiku võrra ning kolme aastaga 0,6 ühikut. Siinjuures tuleb siiski arvestada kahel alal toimunud vahepealset lupjamist, kuid ka ilma neid põlde arvestamata kolme aasta järelmõjuna pH suurenes 0,3 ühikut võrreldes lupjamiseelse seisundiga.

Üldise trendina oli Enefixi tuha kasutamisel oluline lühiajaline mõju, mis enamikel aladel on tunduvalt suurem pikaajalisest mõjust ehk mullarektsiooni muutus oli kiire ja 1 aastaga saavutatud tase püsib ka ilma vahepealset lupjamist arvestamata 3 aasta möödumisel. Kui jätta mõju arvestamisel kõrvale vahepeal lubjatud alad selgub, et tegelikult muutus ainult tuha kasutamisel kolmandal aastal muld hoopis happelisemaks 0,05 ühiku võrra. Seega kestab nii tuha kui lubiväetise mõju uuringus kasutatud normidega keskmisena vähem kui 3 aastat.

Põlevkivituha ja sõelmete segu kasutamisel suurenes mulla pH näitaja kolme aasta möödudes 0,6 ühikut, vahepeal lupjamata aladel 0,25 ühikut, kuid siiski oli ka kolme aasta möödudes mõju seega olemas.

Kolm aastat peale lupjamist oli ca 30% aladest toimunud juba korduslupjamine, kuid arvestades ainult täiendavalt lupjamata alasid selgus, et tuhaga väetades muutusid mullad 3 aastaga happelisemaks, teiste lubiväetiste korral oli säilinud neutraliseerimise positiivne efekt. Kõikide alade keskmisena oli pH näitaja siiski praktiliselt sama kui enne lupjamist, suurenedes vaid 0,04 ühikut. Samas oli vahepealne lupjamine oodatult mõjutanud muldi neutraliseerimise suhtes positiivses suunas.

Teine oluline parameeter muldade lupjamise hindamisel on mulla liikuva Ca sisaldus (Joonis 3). Liikuva Ca sisalduse muutused mullas korreleeruvad sageli pH muutustega ja üldises plaanis ka meie uuringus, kuid on ka olulisi erinevusi. Näiteks kui turvasmuldadel muutus pH suhteliselt vähe, siis Ca sisaldus suurenes aasta möödudes oluliselt. Kolm aastat peale lupjamist oli pH turvasmuldade grupis sama mis ühe aasta möödumisel, kuid Ca sisaldus vähenes oluliselt. Selle põhjuseks on turvasmuldade põhjaveelises toitumises, kus Ca sisaldus mullas sõltub oluliselt põhjavee tasemest proovide võtmisel hetkel.

Kokkuvõttes oli oluline järelendus, et lupjamisega ei suudetud mitte ühelgi alal ega grupis tervikuna mineraalmuldadel saavutada optimaalset Ca taset 1500 mg/kg isegi mitte täiendava lupjamisega. Teatud üllatusena oli küll sõelmete kasutamisel 1 aasta mõju väga selge, kuid kolme aasta möödudes oli mõju praktiliselt kadunud. Kui jätta arvestamata vahepeal lubjatud põld, siis Ca sisaldus lausa vähenes 3 aasta möödudes 242 mg/kg võrra. Siinjuures tuleb selgituseks lisada, et neljast sõelmetega lubjatud põllust lubjati 2 põldu täiendavalt ning selles grupis oli ka ainuke põld, mille Ca sisaldus oli aasta möödudes optimaalne ehk üle 1500 mg/kg, kuid 3 aasta möödumisel see vähenes oluliselt. Ilmselt oli selle põhjuseks 2 aastal teostatud punase ristiku kamara sissekünd, mille käigus pealmisest kihist liikus Ca allapoole ehk tulemusi mõjutasid oluliselt nii kultuur kui ka mullaharimine. Teisel sõelmetega lubjatud

alal oli kogu valimi kõige madalam Ca sisaldus, mis suurenes küll kolme aastaga ca 1,7 korda, kuid oli ka peale suurenemist ikkagi äärmiselt madal - 556 mg/kg.

Enefixi tuha mõjul aastase perioodi jooksul liikuva Ca sisalduse suurenes veidi, kuid kolmandal aastal peale lupjamist vähenes oluliselt ka siis, kui arvestame ka vahepeal lubjatud põlde. Lupjamata põldude puhul oli Ca sisalduse vähenemine veel kaks korda suurem. Seega ei ole mulla Ca seisundi parendamiseks Enefixi tuhki normiga 2-3 t/ha pikaajalise mõjuga lubiväetis. Sama kehtib ka puutuha kohta.

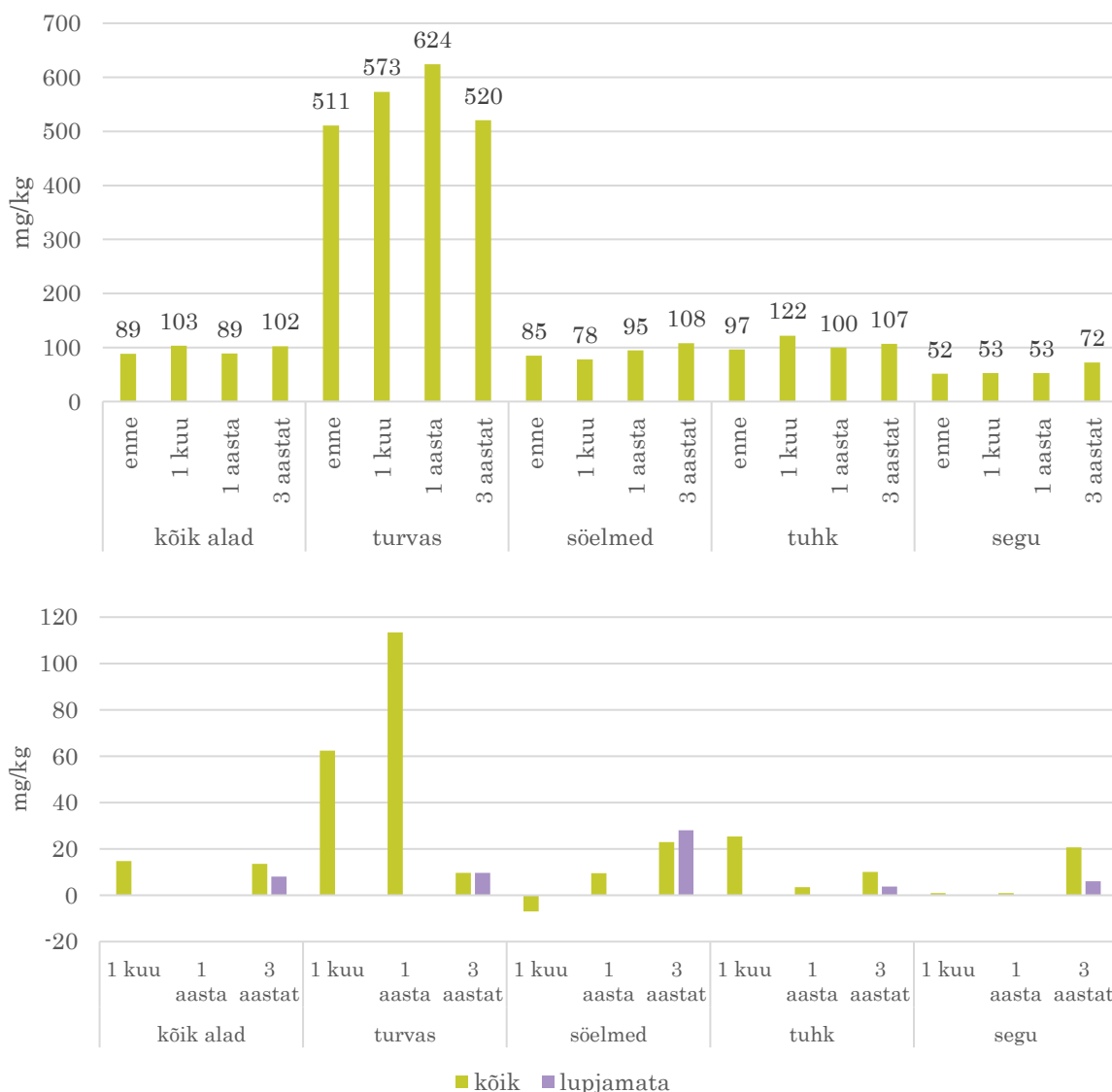
Lubiväetiste segu mõjul tõusis Ca sisaldus ühtlaselt kogu perioodi jooksul ja kolme aasta möödudes suurenes alade keskmisena ca 1,5 korda. Vahepealse lupjamiseta aladel oli siiski ka minimaalne langus Ca sisalduses kolme aasta möödudes, kuid oluliselt väiksem kui teistel gruppidel.



Joonis 3. Lubjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) liikuva Ca sisaldus (ülemine joonis) ja selle muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes

Lisaks kahele eelnevalt käsitletud parameetrile jälgisime ka mulla Mg sisalduse muutust lupjamise tulemusena (Joonis 4). Kõikide alade keskmisena suurenes Mg sisaldus kõige rohkem 1 kuu peale lupjamist ning 3 aasta möödudes oli mõju praktiliselt sama ka juhul kui vahepeal lubjatud põlde mitte arvestada. Turvastel oli kõige kõrgem Mg sisaldus 1 aasta peale lupjamist ja 3 aasta möödudes kergelt tõusis ehk mõju oli praktiliselt kadunud. Sõelmetega lupjamisel Mg sisaldus 1 kuu möödudes küll langes

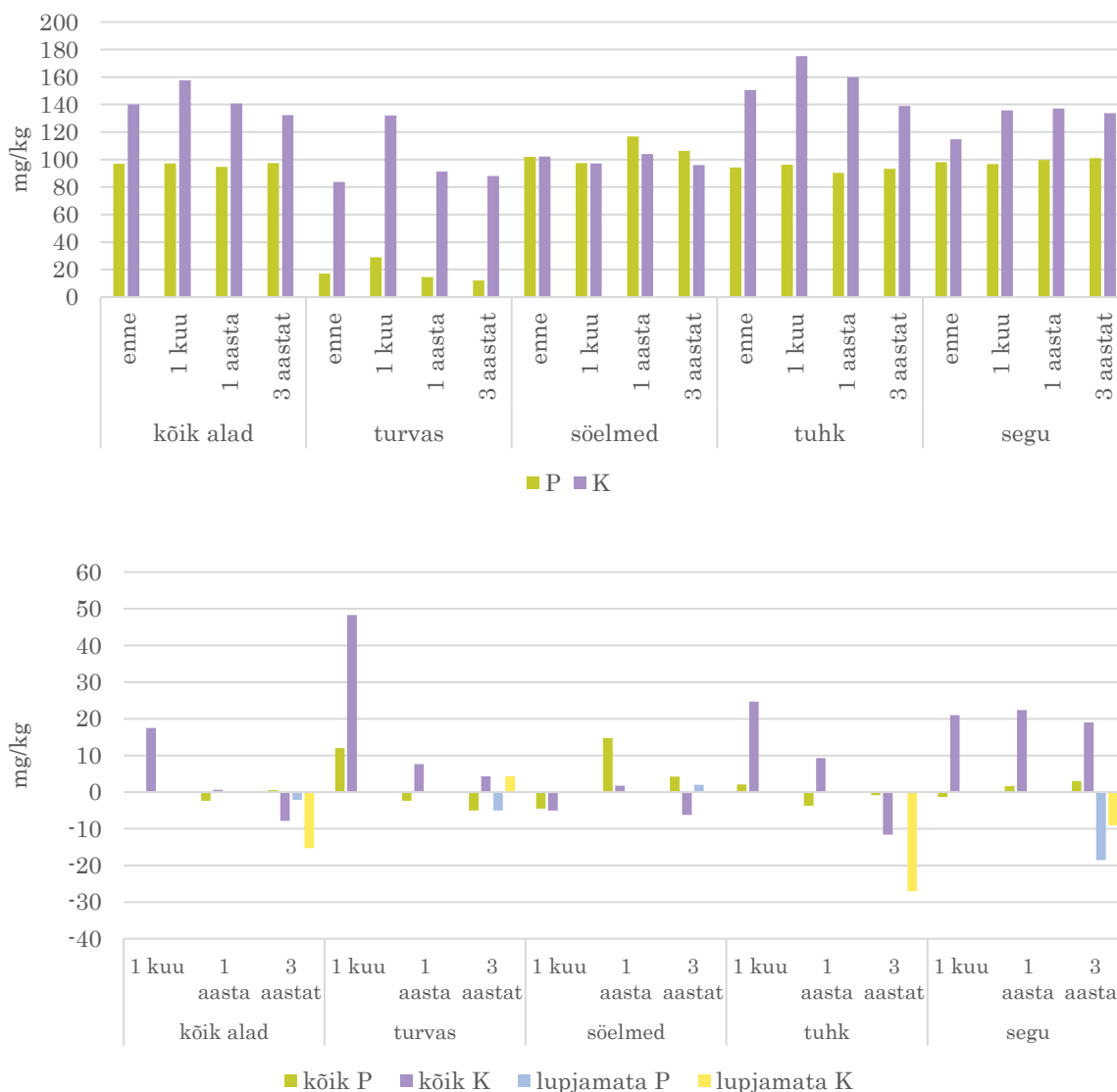
veidi, kuid peale seda suurenes ühtlaselt ja kõige suurem mõju oli 3 aastat peale lupjamist. Teatud üllatusena suurenes Mg sisaldus rohkem neil aladel kus vahepealset lupjamist ei tehtud ja järelkult kasutati täiendavaks lupjamiseks Mg vaest lubiväetist. Põlevkivituha kasutamisel oli lühiajaline mõju kõige suurem, kuid pikaajalisem mõju suhteliselt väike. Seguga väetamisel vastupidi lühiajaline mõju puudus, kuid pikaajaline mõju peamiselt täiendava lupjamise arvelt oli märkimisväärne. Optimaalsest tasemest jäi Mg sisaldus siiski tunduvalt allapoole.



Joonis 4. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) liikuva Mg sisaldus (ülemine joonis) ja selle muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes

Lupjamisel puudub küll otsene mõju mulla liikuva PK sisaldusele, kuid sõltuvalt lubiväetise liigist võib see osutuda ka oluliseks. Loomulikult sõltub mulla PK sisaldus rohkem tavalisest väetamisest, kuid näiteks põlevkivituhal on märkimisväärselt kõrge kaaliumi sisaldus. Kõikide alade koondina on P sisaldus mullas suhteliselt kõrge ja stabiilsel tasemel kogu perioodi jooksul ja seda ka täiendavat lupjamist arvestades (Joonis 5). Liikuva K sisaldus suurenes oluliselt vahetult peale lupjamist ja hakkas seejärel ühtlaselt langema ning 3 aasta möödudes oli K sisaldus mullas väiksem kui enne lupjamist. Minimaalselt muutus K sisaldus mullas sõelmete kasutamisel, kuid ülejäänud gruppides oli lühiajaline tõus märkimisväärne eeskätt põlevkivituhas leiduva kaaliumi mõju arvel. Kaaliumi sisalduse langus pikemaajaliselt võib viidata

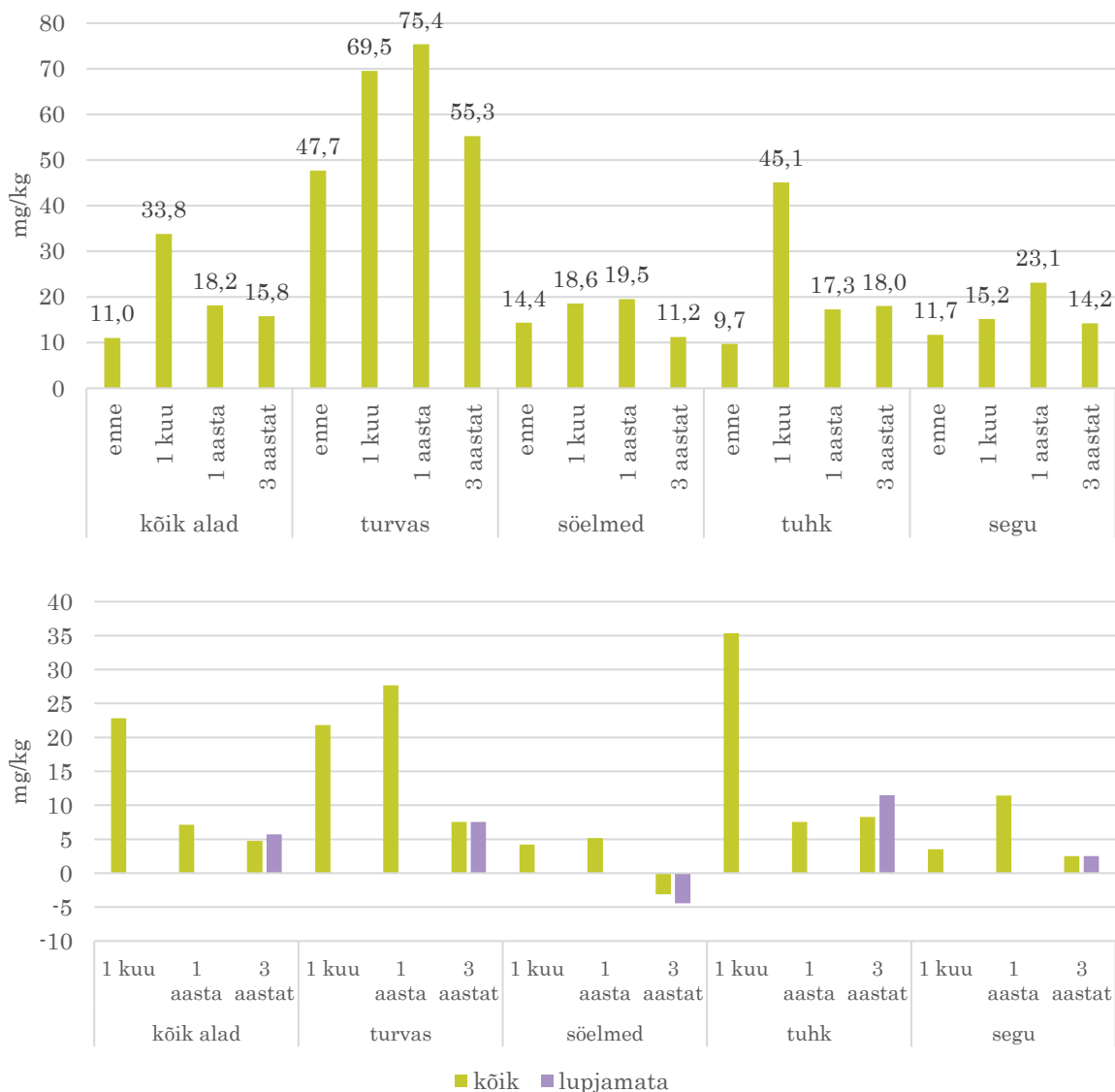
ka paranenud mullatingimustes tõhustunud K omastamisele taimede poolt. Suurim langus võrreldes algsisaldusega oli tuha grupis ja eriti nende põldude osas, mida vahepeal ei lubjatud. Seega sisaldavad tuhad küll märkimisväärselt kaaliumi, kuid selle mõju mulla kaaliumivarudele on pigem lühiajaline kas siis taimede hea omastamise või kerge liikuvuse tõttu mullas.



Joonis 5. Lupjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) liikuva fosfori ja kaaliumi sisaldus (ülemine joonis) ja nende muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes

Arvestades osade lubiväetiste iseärasusi, siis oluline näitaja lupjamise mõju hindamisel on mulla väävlisisaldus ja selle muutus lupjamise mõjul (Joonis 6). Valdavalt tõusis mulla väävlisisaldus kõige rohkem kuu möödudes Enefixi tuhaga lupjamise tagajärjel ja kuna nende osatähtsus kogu valimis oli suur, siis kajastub see ka kõikide alade koondarvestuses. Pikaajaliselt oli samuti säilinud väikene positiivne mõju võrreldes algse tasemega. Turvastel on väga kõrge S sisaldus ka ilma lupjamiseta, kuid viimase toimel see suureneb oluliselt veelgi lühema aja jooksul, kuid 3 aasta möödudes läheneb algtasemele. Sõelmete kasutamisel olid muutused kõige väiksemad, kuid tuhaga lupjamine suurendab S sisaldust väga oluliselt ja isegi 3 aasta möödudes on S sisaldus ca 2 korda kõrgem kui algsest. Seguga väetamisel oli kõrgeim sisaldus 1 aasta möödumisel, kuid veel 3 aastat peale lupjamist oli S sisaldus

kõrgem kui enne lubjamist. Seega tuha ja segu kasutamisel suureneb mulla S sisaldus oluliselt lühiajaliselt, kuid mõju ulatub ka pikemale perioodile.



Joonis 6. Lubjamise uuringu alade muldade aktiivkihi (0...20 cm) väävlisisaldus (ülemine joonis) ja nende muutus lühema (kuu) ja pikema (3 aastat) perioodi jooksul erinevate gruppide lõikes

Kokkuvõte

- ✚ Lubiväetistest avaldab mullareaktsioonile nii lühiajaliselt kui pikema aja jooksul positiivsemat mõju tuha ja sõelmete segu, suurim lühiajaline mõju on Enefixi tuhal monoväetisena.
- ✚ Enamikel seirealadel ei saavutatud lupjamisega 3 aasta jooksul olukorda, kus mulla liikuva Ca sisaldus oleks saavutanud optimumi lähedase taseme, va kahel põllul.
- ✚ Pikaajaline positiivne mõju mulla happesusele oli eelkõige sõelmetel, vähem lubiväetiste segul.
- ✚ Mulla liikuva Ca sisaldus langes 3 aastat peale lupjamist kõikides gruppides võrreldes lupjamiseelse tasemega.
- ✚ Mulla liikuva Mg sisaldus üldiselt suurenes kõikides gruppides 3 aastase perioodi jooksul, suurim tõus oli sõelmete kasutamisel
- ✚ Mulla liikuva P sisalduse muutused lupjamise järgselt olid pigem väikesed.
- ✚ Mulla liikuva K pikaajalised muutused olid erinevad – tuha ja segu kasutamisel K sisaldus mullas langes võrreldes lupjamise eelse seisuga ja suurim langus oli tuha kasutamisel.
- ✚ Mulla väävlisisaldus üldiselt tõusis pikema perioodi jooksul, kuid sõelmete kasutamisel vähenes.
- ✚ Parimaks lubiväetiseks tuleb pidada põlevkivituha ja sõelmete segu, mis omab nii lühiajalist kui ka pikaajalist mõju mullale.