PÕLLUMAJANDUSUURINGUTE KESKUS
AGRICULTURAL RESEARCH CENTRE

# Eesti maaelu arengukava 2014-2020

# 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks

# 2019. aastal läbiviidud uuringute aruanne

Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeeringud maapiirkondadesse

**Eesti maaelu arengukava (MAK) keskkonnaalaste tegevuste hindamise koduleht**

# Sisukord

Kasutatud lühendid ..... 4
Sissejuhatus ..... 5
Lühikokkuvõtted hindamisega seotud uuringutest ..... 6
1. Valdkond mullastik ..... 16
1.1. Mulla NO3 (nitraatlämmastiku) ja SO4 sisalduse muutus ja dünaamika nitraaditundliku ala põllumuldades aastatel 2012-2017 erineva maakasutuse (põllukultuurid, rohumaa) korral ning mullas leiduvate taimetoiteelementide (P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, B, Nmin) happesuse ja orgaanilise aine fooni ja pikaajalisemate muutuste selgitamine ..... 18
1.1.1. Uuringu eesmärk ..... 18
1.1.2. Tulemused ja arutelu ..... 18
1.1.3. Kokkuvõte ..... 38
1.2. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride (põlduba, silomais, hernes, õlikanep) väetustarbe ja toitainete omastamise seaduspärasuste, toitainete vertikaalse liikumise ning toitainete bilansi arvutamine väetamissoovituste väljatöötamiseks ..... 39
1.2.1. Uuringu eesmärk ..... 39
1.2.2. Tulemused ja arutelu ..... 39
1.2.3. Kokkuvõte ..... 51
1.3. Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus mullas ..... 52
1.3.1. Uuringu eesmärk ..... 52
1.3.2. Tulemused ja arutelu ..... 52
1.3.3. Kokkuvõte ..... 56
2. Valdkond vesi ..... 57
2.1. Põllumajandusliku keskkonnatoetuse veeseire hidamise raames veekvaliteediga seotud uurimustööd (taimetoiteelementide konsentratsioon dreenivees) 2019. aastal ..... 60
2.1.1. Seirealad ..... 60
2.1.2. Taimetoiteelementide sisaldus dreenivees ja nende leostumine seirepõldudelt ..... 60
2.1.3. Taimetoiteelementide üldbilanss veeseirepõldudel ..... 73
2.1.4. Kokkuvõte ..... 74
2.2. Taluvärava toiteelementide bilansi ja kasutuse uuring ..... 75
2.2.1. Sissejuhatus ja uuringu eesmärk ..... 75
2.2.2. Taluvärava toiteelementide bilanss KSM, MAHE, ÜPT toetustüübi ettevõtetes ja Eesti keskmisena . 75
2.2.3. Taluvärava toiteelementide bilanss nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates ettevõtetes ..... 82
2.2.4. Taluvärava toiteelementide bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes ..... 85
2.2.5. Kokkuvõte ..... 88
2.3. Pestitsiidide kasutuskoormuse uuring ..... 90
2.3.1. Sissejuhatus ja uuringu eesmärk ..... 90
2.3.2. Pestitsiidide kasutuskoormus seireettevõtete keskmisena ja keskkonnasõbraliku majandamise toetust ja ühtset pindalatoetust saavates ettevõtetes ..... 90
2.3.3. Pestitsiidide kasutuskoormus nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates ettevõtetes ..... 97
2.3.4. Kokkuvõte ..... 100
3. Valdkond elurikkus ..... 102
3.1. Kimalaste mitmekesisuse ja arvukuse uuring ..... 106
3.1.1. Uuringu eesmärk ..... 106
3.1.2. Tulemused ..... 106

3.1.3. Arutelu ..... 117
3.1.4. Kokkuvõte ..... 124
3.2. Põllulindude arvukuse ja liigirikkuse uuring ..... 127
3.2.1. Uuringu eesmärk ..... 127
3.2.2. Tulemused ..... 127
3.2.3. Arutelu ..... 139
3.2.4. Kokkuvõte ..... 145
3.3. Rohumaaribade taimestiku uuring ..... 148
3.3.1. Uuringu eesmärk ..... 148
3.3.2. Tulemused ..... 148
3.3.3. Arutelu ..... 162
3.3.4. Kokkuvõte ..... 166
4. Valdkond majanduslikud näitajad ja muu ..... 169
4.1. Indikaatori "ettevõtjatulu" uuring ..... 172
4.1.1. Indikaatori „ettevõtjatulu" uuringu eesmärk ..... 172
4.1.2. Kogutoodangu struktuur ..... 172
4.1.3. Sissetulekute struktuur ..... 173
4.1.4. Netolisandväärtuse struktuur ..... 174
4.1.5. Ettevõtjatulu struktuur ..... 175
4.1.6. Arvestuslik netokasum ..... 175
4.1.7. Investeeringute tase ..... 176
4.1.8. Kokkuvõte ..... 177
4.2. MAK 2007-2013 ja MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus ..... 178
4.2.1. Keskkonnatoetuste saajate majandusliku jätkusuutlikkuse uuringu eesmärk ..... 178
4.2.2. Keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus meetmete lõikes ..... 178
4.2.3. Keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus suurusgruppide lõikes ..... 179
4.2.4. Kokkuvõte ..... 181
4.3. ÜPP toetuste jaotumine ..... 182
4.3.1. ÜPP I ja II samba otsetoetuste jaotumine maakonniti ..... 182
4.3.2. ÜPP toetuste jaotumine põllumajandustootjate suurusgrupiti ..... 183
4.3.3. ÜPP toetuste jaotumine põllumajandustootjate tootmistüübiti ..... 184
4.3.4. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine maakonniti ..... 184
4.3.5. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine suurusgrupiti ..... 185
4.3.6. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine tootmistüübiti ..... 186
4.3.7. Kokkuvõte ..... 187
5. Kompleksuuring mahe- ja tavaviljelusest ..... 188
5.1. Kompleksuuring ja selle eesmärgid ..... 190
5.1.1. Umbrohtumus, saaginäitajad, kattetulu ja NPK-üldbilanss põldheinarohke külvikorra viljavahelduse rotatsioonis 2015.-2019. aastal ning pH, omastatava P ja K sisaldus künnikihis katse alguses ja lõpus .... 190
5.1.2. Erineva väetamise mõju saagile, saagikvaliteedile ja kattetulule põldheinarohkes külvikorras 2016.-2019. aastal ..... 199
5.1.3. Kokkuvõte kompleksuuringust ..... 205

## KASUTATUD LÜHENDID

| | |
|---|---|
| ANK | Arvestuslik netokasum |
| BLV | Brutolisandväärtus |
| Corg | Orgaaniline süsinik |
| Corg varu | Orgaanilise süsiniku varu |
| D | desikandid |
| Dm | Mulla lasuvustihedus |
| EELIS | Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister |
| ETAK | Eesti Topograafia Andmekogu |
| F | Fungitsiidid |
| FADN | Põllumajanduslik raamatupidamise andmebaas (Farm Accountancy Data Network) |
| H | Herbitsiidid |
| I | Insektitsiidid |
| K | Kaalium |
| KSA | Keskkonnasõbraliku puuvilja- ja marjakasvatuse toetus |
| KSK | Keskkonnasõbraliku köögivilja-, ravimtaime- ja maitsetaimekasvatuse ning maasikakasvatuse toetus |
| KR | Kasvuregulaatorid |
| KSM | Keskkonnasõbraliku majandamise toetus |
| LIDAR | Laserskaneerimisseade |
| LÜ | Loomühik |
| MAHE | Mahepõllumajanduse toetused |
| MAK | Maaelu arengukava |
| N | Lämmastik |
| NAM | Natura 2000 toetus erametsamaale |
| NAT | Natura 2000 toetus põllumajandusmaale |
| NLV | Netolisandväärtus |
| NTA | Nitraaditundlik ala |
| OECD | Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon (The Organisation for Economic Co-operation and Development) |
| OTL | Ohustatud tõugu looma pidamise toetus |
| P | Fosfor |
| PKT | Põllumajanduse keskkonna- ja kliimameede (artikkel 28, M10) |
| PLK | Poollooduslik kooslus, Poollooduslikku koosluse hooldamise toetus |
| PMK | Põllumajandusuuringute Keskus |
| PRIA | Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet |
| S | Segatootmise tootmistüüp, väävel |
| SKT | Standardkogutoodang |
| SRT | Kohalikku sorti taimede kasvatamise toetus (rukkisordi „Sangaste“ kasvatamise eest) |
| ST | Standardkogutoodangu koefitsient |
| T | Taimekasvatuse tootmistüüp |
| TJÜ | Tööjõu aastaühik |
| TKV | Taimekaitsevahend |
| vp NTA | väljaspool NTA ala |
| ÜPP | Ühtne põllumajanduspoliitika |
| ÜPT | Ühtne pindalatoetus |

## SISSEJUHATUS

Käesolev aruanne annab ülevaate Eesti maaelu arengukava 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi hindamisega seotud uuringutest, mis on Põllumajandusuuringute Keskuse poolt korraldatud ja läbi viidud 2019. aastal.

Hindamisega seotud uuringute eesmärgiks on eelkõige keskkonnaalaste näitajate kogumine ja analüüsimine ning seeläbi arengukava tulemuste ja mõjude jälgimine ning väljaselgitamine. Uuringud on läbi viidud meetmete hindamiseks vajaliku info kogumiseks, meetmete kvaliteetseks analüüsiks ja samuti taustaandmete kogumiseks meetmete kujundamisel tulevikus.

Seire ja hindamine programmperioodi jooksul toimub pidevalt ja püsivalt, et tagada andmete aegrea olemasolu. Samuti lähtuvad iga-aastased hindamistegevused konkreetsetest vajadustest ning on kokkulepitud Maaeluministeeriumi ja Põllumajandusuuringute Keskuse vahel eelneval aastal järgnevaks aastaks.

Uuringute eesmärgid ja tulemused on esitatud valdkondade kaupa konkreetsete uuringute juures ning analüüsist tulenevaid järeldusi on kasutatud sünteesivalt Eesti maaelu arengukava 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi meetmete hindamisel, samuti ühistele hindamisküsimustele vastamisel 2017. ja 2019. aasta püsihindamisaruannetes. Uuringuid on tehtud järgmistes valdkondades: mullastik, vesi, elurikkus ja majandus.

Lisaks on esitletud kompleksuuringu tulemused, millega selgitatakse mitmete maaviljeluslike võtete ja viljelusviiside mõju põllumajanduslike keskkonnatoetuste seisukohast. Uuringu tulemusi kasutatakse põllumajanduslike keskkonnatoetuste hindamise ja seire taustinformatsioonina ning seireindikaatorite valiku täpsustamiseks.

Aruanne koosneb 5 peatükist ja 73 lisast.

Täiendavat informatsiooni Põllumajandusuuringute Keskuse poolt teostatud maaelu arengukava hindamistegevuste kohta, lühikokkuvõtted ning kõikide uuringute detailsed metoodikad on võimalik leida PMK kodulehelt.

## LÜHIKOKKUVÕTTED HINDAMISEGA SEOTUD UURINGUTEST

### Mulla NO3 (nitraatlämmastiku) ja SO4 sisalduse muutus ja dünaamika nitraaditundliku ala põllumuldades aastatel 2012-2019 erineva maakasutuse (põllukultuurid, rohumaa) korral ning mullas leiduvate taimetoiteelementide (P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, B, Nmin) happesuse ja orgaanilise aine fooni ja pikaajalisemate muutuste selgitamine

2019. aasta saagile kasutati NTA alal paiknevate seirepõldude väetamiseks keskmiselt 127 kg/ha, Tartu ala põldudele 245 kg/ha lämmastikku. Olulise eripärana kasutati Adavere 2 ja 5 aladel augustis vedelsõnnikut ja Tartu 1 põllul digestaati oktoobri keskel. 2019. aasta sügisperioodil toimus viimaste aastate intensiivseim leostumine seoses väga soojade ilmastikutingimustega perioodil september-detsember. Aastate keskmisena suurenes mineraalse lämmastiku (Nmin) sisaldus sügisperioodil keskmises kihis ca 1,9 korda ja alumises kihis 2 korda ülemisest kihist allapoole liikumise tõttu. Sügisperioodil vähenes Adavere aladel mineraalse lämmastiku kogus ülemises mullakihis peamiselt leostumise tulemusena 20 kg/ha, mille tagajärjel suurenes vastavalt järgmise kihi Nmin kogus 12 kg/ha võrra ja alumises mullakihis 9 kg/ha võrra. Kolme aasta keskmisena oli detsembriks Tartu aladel kogunenud keskmisesse ja alumisse mullakihti (vahemikku 30-90 cm) kokku 101 kg/ha mineraalset lämmastikku, millest suuremat osa taimed enam kasutada ei saa. Adavere aladel suurenes sügisperioodil keskmise kihi fosforisisaldus 23% ja alumise kihi sisaldus 40%. Osa vedelsõnnikust pärit mineraalset lämmastikku oli Adavere aladel juba 5-6 päevaga liikunud mulla alumistesse kihtidesse ehk mullas toimub soodsatel tingimustel väga kiire vertikaalne Nmin liikumine allapoole. Oluline osa oktoobris digestaadiga lisatud mineraalsest lämmastikust on soodsatel tingimustel detsembri lõpuks liikunud sügavamale kui 90 cm. Liikuva fosfori ja kaaliumi leostumine toimub oluliselt aeglasemalt. Madala kaaliumi sisaldusega muldades ei toimu märkimisväärset muutust sügavamates mullakihtides ning peamiselt toimub kaaliumi leostumine kõrge K-sisaldusega muldades suhteliselt kõrgel väetusfoonil. Leostumine toimub peamiselt talveperioodil, vähemal määral ka sügisperioodil. Väävli sisaldus on oluliselt kõrgem orgaanikarikkas mullas ning seal toimub ka selle leostumine suuremal määral.

### Vähemlevinud põllumajanduskultuuride (põlduba, talioder, sojauba, hernes, kanep) väetustarbe ja toitainete omastamise seaduspärasuste, toitainete vertikaalse liikumise ning toitainete bilansi arvutamine väetamissoovituste väljatöötamiseks

Herne kasvatamisel madala lämmastikunormiga alal leostumist sügavamatesse kihtidesse sügisperioodil praktiliselt ei toimunud, kuid N40 normiga alal suurenes sügavates mullakihtides mineraalse lämmastiku sisaldus mõõduka leostumise tagajärjel. Maisi puhul oli samuti selgelt märgata kõrgema väetamisega alal mineraalse lämmastiku kõrgemat sisaldust alumistes kihtides. Oa kasvatamisel on vähemalt antud andmetele tuginedes eriline asjaolu, et kõrgemalt väetatud alal on sügiseks väävli sisaldus ülemises kihis madalam kui vähem väetatud alal, kuid leostumise tulemusena alumistes mullakihtides veidi kõrgem. Suhteliselt enam sisaldavad väävlit õlikanepi seemned, kusjuures väävli kontsentratsioon oli seda kõrgem mida rohkem kasutati lämmastikväetisi. Kõige vähem sisaldab väävlit silomais. Fosforit eemaldati käesoleval aastal antud kultuuridest enim kõrgema väetusfoonil kasvanud hernega. Kaaliumi eemaldamine oli konkurentsitult suurim madalama väetusfooni, kuid suhteliselt hea saagikusega silomaisil. Väävlit eemaldati kõige rohkem herne saagiga ning kõige vähem kanepiseemnetega.

### Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus mullas

2019. aastal analüüsiti kokku 25 mullaproovi ja taimekaitsevahendite jääke leiti kõikidelt aladelt. Vähim jääke oli õunapuuaias ja kõige rohkem talinisu põllul, suurim taimekaitsevahendite jääkide kogusisaldus oli kapsapõllul.

Kokku leiti taimekaitsevahendite toimeaineid 181 juhul, millest 56% oli tegemist sisaldusega alla määramispiiri ehk nn jälgedega. Erinevate gruppide omavahelisel võrdluses selgus, et enim oli erinevaid taimekaitsevahendite jääke proovi kohta keskmiselt NTA alalt kogutud proovides. Kõikide proovide keskmisena oli proovides 7,2 erinevat jääki kogusisaldusega 0,25 mg/kg. Taimekaitsevahenditest leiti 2019. aastal enim fungitsiidide jääke (54% kõikidest toimeainetest), järgnesid herbitsiidide (39%) ja insektitsiidide jäägid (8%). Esmaskordselt määratud glüfosaadi derivaadi AMPA jälgi või jääke leidsime 88% proovidest. Antud uuringu suhteliselt väikese valikuga proovide võrdlus näitab, et

selles valimis on viimastel aastatel pigem vähenenud insektitsiidide ja suurenenud nii fungitsiidide kui herbitsiidide kasutamine.

### Põllumajandusliku keskkonnatoetuse veeseire hindamise raames veekvaliteediga seotud uurimistööd (taimetoiteelementide kontsentratsioon dreenivees) 2019. a

Dreenivee seiret viidi läbi viiel KSM, ühel MAHE ja ühel ÜPT toetust saanud põllul. Nitraatiooni aasta keskmine kontsentratsioon dreenivees ulatus 2,7 mg/l mahepõllul, kuni 44,5 mg/l ÜPT ja 40,4 mg/l KSM põldudel. Võrreldes referentsperioodiga (2007-2013) suurenes keskmine kontsentratsioon nii KSM kui ÜPT toetustüübiga põldudel. Kui hinnata dreenivee kvaliteeti nitraatide sisalduse järgi kuulus kõigist perioodil 2017 septembrist kuni 2018.a. septembrini KSM põldudelt kogutud dreeniveeproovidest heasse kvaliteediklassi (<25 mg/l) 40%, keskmisesse (25-50 mg/l) 22% ja halba (>50 mg/l) 38% proovidest. Mahepõllu dreenivee kvaliteet oli hea, kõik kogutud veeproovid kuulusid kvaliteedilt heasse klassi. ÜPT põllu dreenivee kvaliteet oli halb, 93% kogutud veeproovidest jäi kvaliteedilt halba klassi.

Kui võrrelda pinnavee kvaliteeti nitraatlämmastiku sisalduse alusel, pole aruandeaastal dreenivee kvaliteet halvenenud.

Seirepõldude dreenivee keskmine fosforisisaldus oli aruandeperioodil (2018-2019) 0,06-0,13 mg/l, mis referentsperioodiga (2007-2013) jäi mõnevõrra madalamaks.

Aruandeaastal 2018-2019 oli lämmastiku leostumisel kaks maksimumi. Sügistalvisel perioodil (oktoober-detsember) leostus põldudelt sama palju kui varakevadisel perioodil (veebruar-märts), mis sel seireperioodil algas seoses ilmastikuga väga vara. Võrreldes lämmastiku leostumist toetustüüpide kaupa näeme, et kõige vähem leostus lämmastikku mahepõllult (0,9 kg/ha) ja enim ÜPT põllult (19,7 kg/ha). KSM põldudel on lämmastiku leostumine stabiliseerunud, ulatudes 17,7 kg/ha. Kui vaadelda selle näitaja suurenemist kasutatud lämmastikväetiste koguste ja lämmastikubilansi taustal, siis korrelatsioon nende näitajate vahel puudub.

Fosfori leostumine ületas loodusliku piiri vaid ühel seirepõllul (T1 0,33 kg/ha), mis võis olla tingitud digestaadi kasutamisest.

Kuigi 2019. aasta vegetatsiooniperiood oli taimekasvuks soodne, jäid suviteraviljade saagid seirepõldude keskmisele tasemele (3,9-4,9 t/ha). Põldudel, kus kasutati orgaanilisi väetisi oli lämmastiku ja ka fosfori üldbilanss suure ülejäägiga.

### Taluvärava toiteelementide bilanss ja kasutus

2019. aastal arvutati PMK „Taluvärava toiteelementide bilansi ja kasutuse uuringu“ tulemused neljandat aastat FADN-i andmetel. Kõik lämmastiku (N), fosfori (P), kaaliumi (K) bilansinäitajad (sisend, väljund, bilanss, efektiivsus) arvutati 2018. aasta andmete põhjal kaalutud keskmistena põllumajandustootja kohta, mis võimaldab üldistada saadud tulemusi gruppi kuuluvate tootjate üldkogumile. Eesti keskmisena arvutatud bilansinäitajaid saab üldistada põllumajandussektorile tervikuna.

2018. aasta uuringu tulemustel võib keskkonnasäästlikkuse ja vee kvaliteedi paranemise seisukohalt olukorda hinnata keskpäraseks. Suurimateks probleemideks tasakaalustatud tootmise tagamisel on praeguse majandamise taseme puhul see, et lämmastiku bilanss suureneb, sisendina antavad fosfori ja kaaliumi kogused ei kata alati tegelikku toiteelementide vajadust ja toiteelementide kasutamise efektiivsus on keskkonna seisukohalt madal.

Taluvärava bilansi tulemustel oli Eesti keskmine lämmastiku bilanss 2018. aastal 45 kg/ha, fosfori bilanss 3 kg/ha ja kaaliumi bilanss 12 kg/ha. Võrreldes referentsaastaga (2015) suurenes 2018. aastal lämmastiku bilanss 12 kg/ha, fosfori bilanss 3 kg/ha ja kaaliumi bilanss 4 kg/ha. Keskkonnale on kõrge lämmastiku ülejäägiga majandamine ohuks, kuna lämmastik on mullast kergesti väljauhutav. Fosfori ja kaaliumi vajadus taime- ja loomakasvatussaaduste tootmiseks on väiksem, väiksem on ka nende elementide bilanss ja leostumine pinna- ja põhjavette.

Peamise osa ettevõtte NPK sisendist moodustasid mineraalväetised (54-61%). Võrreldes 2015. aastaga mineraalväetiste kasutamine 2018. aastal vähenes. Liblikõieliste poolt seotud lämmastiku osakaal lämmastiku sisendist moodustas 2018.

aastal 14%. Olulisema osakaalu taimekasvatustoodangu müügist moodustasid teraviljad, õlikultuurid ja kaunviljad, loomakasvatustoodangust piim ja piimasaadused.

Kuna sisse ostetud tootmisvahendite toiteelementide kogus Eesti keskmisena suurenes 2018. aastal võrreldes 2015. aastaga, toodangu müük aga vähenes, suurenes bilanss ja langes toiteelementide kasutamise efektiivsus. Toiteelementide kasutamise efektiivsus iseloomustab otseselt ettevõtete majandamise tõhusust ja mõju keskkonnale.

Lämmastiku, fosfori ja kaaliumi kasutamise efektiivsus jäi 2018. aastal madalaks (52%, 75% ja 61%). Võrreldes 2015. aastaga halvenes 2018. aastal lämmastiku ja kaaliumi kasutamise efektiivsus Eesti keskmisena, vastavalt 10% ja 8%, fosfori kasutamise efektiivsus paranes 26%, Keskkonnaseisukohalt võivad madala efektiivsusega majandamisel suureneda toiteelementide kaod vette, mulda ja õhku.

2018. aastal analüüsiti ka nitraaditundlikul alal (NTA) ja väljaspool nitraaditundlikku ala (vp NTA) paiknevate ettevõtete NPK bilansinäitajaid.

Intensiivsemalt majandati NTA-l paiknevates ettevõtetes. 2018. aastal oli NTA seireettevõtte keskmine N bilanss 58 kg/ha, väljaspool NTAd 50 kg/ha. P ja K bilanss oli 2018. aastal NTA-l ja väljaspool NTA-d asuvates ettevõtetes positiivne. Võrreldes 2015. aastaga suurenes N bilanss 2018. aastal NTA alal 23 kg/ha (kasv 66%) ja väljaspool NTA-d 17 kg/ha kohta (kasv 52 %), fosfori ja kaaliumi bilanss muutus vähe.

NPK sisend ja väljund oli kõikide toiteelementide arvestuses 2018 aastal kõrgem NTA-l kui väljaspool NTA-d. Mõlemal juhul suurenes sisse ostetud saaduste toiteelementide kogus 2018. aastal võrreldes 2015. aastaga, väljamüüdud toodangu toiteelementide kogus aga vähenes NTA-l ja suurenes vp NTA-d. Sellest tulenevalt suurenes ka NTA-l paiknevate ettevõtete NPK bilanss suuremas mahus kui vp NTA-d.

Mineraalväetised moodustasid 2018. aastal NTA-l paiknevates ettevõtetes ostetud tootmisvahenditest (NPK sisendist) 66-81%, väljaspool NTA-d 67-83%. Võrreldes 2015. aastaga suurenes mineraalväetiste kasutamine 2018. aastal enam väljaspool NTA-d kui NTA-l. Väljaspool NTA-d suurenes lämmastik mineraalväetiste kasutamine 11%, fosfor- ja kaaliumväetiste kasutamine 12% ja 17%, NTA-l suurenemine vastavalt 5%; 5% ja 10%.

Liblikõieliste poolt seotud lämmastik moodustas NTA lämmastiku sisendist 2018. aastal 12% ja väljaspool NTA-d 14%. Suuremal pinnal liblikõieliste kasvatamine võimaldab osaliselt vähendada mineraalväetiste kasutamist.

2018. aastal oli NPK kasutamise efektiivsus madal (<70%) NTA ettevõtetes, väljaspool NTA-d oli madal lämmastiku ja kaaliumi efektiivsus, fosfori kasutamine oli säästva tootmise tasemel (>80%). Võrreldes 2015. aastaga halvenes 2018. aastal NTA lämmastiku kasutamise efektiivsus 16%, P efektiivsus 26% ja K efektiivsus 7%. Väljaspool NTA-d langes N efektiivsus 6% ja kaaliumi efektiivsus 3%, P efektiivsus paranes 26%

### Pestitsiidide kasutuskoormus

„Pestitsiidide kasutuskoormuse uuringu“ tulemuste analüüs annab ülevaate seireettevõtete pestitsiidide kasutamisest, võimaldab hinnata survet vee- ja mullakeskkonnale ning kaudselt erinevate toetusnõuete täitmise mõju.

Pestitsiidide kasutamisega võib kaasneda loodusliku mitmekesisuse vähenemine, välja võivad kujuneda taimekaitsevahendite suhtes resistentsed kahjurid, pestitsiidide jäägid võivad kahjustada keskkonda mullas ja vees mõjutada erinevate organismide elutegevust, liikuda taimedesse ja talletuda saagis.

Andmeid pestitsiidide kasutamise kohta kogutakse alates 2007. aastast igal aastal, aasta varasema perioodi kohta, seirevalimis on ~120 ettevõtet, seireala pindala ~13 500 ha. Iga ettevõtte kohta arvutatakse nn pestitsiidide kasutuskoormus: pestitsiididega pritsitud pinna osatähtsus põllumajandusmaast (%); kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus põllumajandusmaa kohta (kg/ha); kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus pritsitud pinna kohta (kg/ha).

Uuringu andmetel suurenes 2018. aastal pestitsiidide kasutamine seireettevõtete keskmisena, võrreldes referentsperioodiga (2010-2013). Aastal 2018 pritsiti seireettevõtetes 67% seirealusest põllumajandusmaast, referentsperioodi keskmisega võrreldes suurenes pritsitud pind 4%. Kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus pritsitud

pinna kohta oli referentsperioodil 0,686 kg/ha ja 2018. aastal 0,764 kg/ha (suurenemine 11%). Põllumajandusmaa kohta kasutati referentsperioodil pestitsiidide toimeainet 0,430 kg/ha ja 2018. aastal 0,515 kg/ha (suurenemine 20%). Pestitsiidide kasutamise suurenemine oli osaliselt tingitud põllukultuuride kasvupinna suurenemisest, erinevate aastate ilmastikust, erinevast taimekahjustajate survest, kasutatud preparaatidest, viljelusviisist jne.

Seireettevõtete pestitsiidide kasutuskoormus sõltus paljude teiste mõjutajate kõrval suvi- ja taliteraviljade kasvupinna muutumisest, vähemal määral rapsi ja viimastel aastatel ka põldherne kasvupinna muutumisest. Nende kultuuride kasvatamisel kasutatakse pestitsiide pindalaliselt, koguseliselt ja liigiti kõige rohkem.

Kõige suurema kulunormiga preparaadid, mida ettevõtetes kasutati, olid glüfosaadi toimeainet sisaldavad herbitsiidid (umbrohutõrjevahendid). Seireettevõtete keskmisena kasutati 2015. aastal glüfosaati pritsitud pinnale 1,087 l/ha, 2018. aastal 1,135 l/ha (kasv 4%).

Uuringuperioodi 2007-2018 tulemustel on pestitsiidide kasutamise trend seireettevõtetes tõusev. Pestitsiidide kasutamise suurenemisega seoses säilib oht, et pinna- ja põhjavee saastumine võib suureneda.

### Kimalaste mitmekesisuse ja arvukuse uuring

„Kimalaste mitmekesisuse ja arvukuse uuringu“ raames loendati seireaastate 2009-2019 jooksul kokku 35 468 kimalast 21 liigist, sh Kesk-Eestis 10 688 ehk 30% ja Lõuna-Eestis 24 780 ehk 70% (vastavalt 19 ja 21 liigist). Mõlema piirkonna peale kokku olid levinumateks liikideks kivi-, maa-, põld-, aed-, tume-, soro- ja metsakimalane.

Viimasel viiel aastal (2015-2019) oli kimalaste koguarv kõrgem kui varasematel seireaastatel, eriti Lõuna-Eestis. Toetustüüpe eristamata võib kõik Kesk-Eesti keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta perioodil 2011-2019 stabiilseks lugeda, Lõuna-Eestis olid need aga 2015.-2019. a märgatavalt kõrgemad kui 2009.-2014. a. Toetustüüpe eristades võib Kesk-Eestis keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta stabiilseks lugeda, v.a kimalaste arvukus KSM ettevõtetes, mis oli pigem positiivse trendiga. Lõuna-Eesti keskmistes kimalasenäitajates loendusraja kohta toimus MAHE ja KSM aladel ning arvukuse puhul ka ÜPT aladel 2015.-2016. aastast järsk tõus. Viimaste aastate Lõuna-Eesti kõrgemate väärtuste põhjusena välistati 2015. a seirevalimi osaline muutumine, samas avaldas mõningast mõju seiraja muutus osadel loendusradadel.

Kõik kimalasenäitajad olid enamasti Lõuna-Eestis kõrgemad kui Kesk-Eestis, mis tuleneb kõrgemast maastiku mitmekesisusest ja kompensatsioonialade olemasolust Lõuna-Eestis ning piirkondlikest eripäradest, mistõttu seal leidub kimalastele rohkem sobivaid elupaiku ja toitu (keskmine loendusradade õite tihedus oli läbi aastate Lõuna-Eestis kõrgem kui Kesk-Eestis). Samuti olid 2014. ning 2017.-2019. a nii kimalaste külastatud taimeliikide koguarv kui ka keskmine taimeliikide arv loendusraja kohta kõrgemad Lõuna-Eestis.

Läbiva trendina olid seireaastate 2009-2019 jooksul kimalaste keskmised näitajad loendusraja kohta ÜPT ettevõtetes madalamad kui MAHE ja KSM ettevõtetes. Üheks põhjuseks võivad olla KSM ja MAHE toetuse nõuded. Osa neist võivad kimalastele kaudselt kasulikud olla, vähendades taimekaitsevahendite kasutust, suurendades kimalaste toiduressurssi ja pesitsuspaikade olemasolu (sh läbi maastiku mitmekesisuse säilimise/suurenemise). ÜPT ettevõtete loendusradadel oli õite tihedus sageli oluliselt madalam ning kimalaste külastatud taimeliikide arv väiksem kui MAHE ja KSM loendusradadel ning paljud maastiku mitmekesisuse näitajad oluliselt madalamad kui KSM seirealade ümbruses.

MAHE ja KSM ettevõtete keskmistes kimalasenäitajates loendusraja kohta leiti ligi kolmandikul juhtudel statistiliselt oluline erinevus ning sel juhul oli enamus kordadel kimalasenäitaja KSM ettevõtetes oluliselt kõrgem kui MAHE ettevõtetes. Seega oli kimalaste olukord KSM ettevõtete loendusradadel isegi soodsam kui MAHE ettevõtetes. Võimalik, et KSM ettevõtetes ongi kimalastele soodsad tingimused – eriti põlluservades. Kuigi keskmine õite tihedus loendusraja kohta oli MAHE ettevõtetes enamasti kõrgem kui KSM ettevõtetes, siis 2014. ning 2017.-2019. a kimalaste külastatud taimeliikide koguarv oli suurim hoopis KSM ettevõtetes. Samuti oli keskmine külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta peaaegu kõigil juhtudel kõrgeim KSM ettevõtetes. Järelikult pakkusid need isegi mitmekesisemat toiduvalikut kui MAHE alad.

Samas leiti 2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsil, et kimalaste arvukus oli piirkondade peale kokku kimalaseseire alade ümber moodustatud 1 km ja 2 km raadiusega puhvrites seda madalam, mida suurem oli KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast. 500 m raadiusega puhvrite kohta sellist seost ei leitud. Tulemused viitavad, et kuigi lokaalselt võivad KSM aladel olla kõrged kimalasenäitajad, siis suuremas skaalas ei ole samas hea kui KSM toetusega alasid on väga palju – põhjuseks see, et KSM toetust ei saa taotleda püsirohumaadele, mis oli kimalaste arvukusega aga positiivses seoses. Oluline on maakasutuse mitmekesisus.

Kuna kimalased külastavad õisi, et nektarit ja õietolmu koguda, sõltuvad kimalasenäitajad ka õite tihedusest. Seetõttu on oluline tagada põllumajandusmaastikul õitsemiskonveieri olemasolu. Keskmine õite tihedus loendusraja kohta oli mõlemas piirkonnas väga varieeruv ning peaaegu kõigil aastatel madalaim ÜPT ettevõtetes, kõrgeim enamasti MAHE, vahel ka KSM ettevõtetes.

2014. ning 2017.-2019. a pandi kirja ka taimeliigid, millel kimalasi kohati – aastate jooksul kokku 122 erineval taimeliigil. Olenevalt aastast loendati kimalasi piirkondade peale kokku 75-88 taimeliigil, sh Kesk-Eestis 50-52 ja Lõuna-Eestis 59-69 taimeliigil. Kimalaste külastatud taimeliikide koguarv ja keskmine taimeliikide arv loendusraja kohta olid peaaegu alati kõrgeimad KSM ettevõtetes, madalaimad kord ÜPT, kord MAHE ettevõtetes. Ülekaalukalt kõige rohkem kimalasi loendati aas-/punasel ristikul, millele järgnesid harilik hiirehernes, valge ristik, keskmine ristik, põldohakas, harilik ussikeel, arujumikas, põldjumikas, aas-seahernes, villtakjas ja ahtalehine põdrakanep, mis on Eesti põllumajandusmaastikul järelikult kimalastele olulised toidupakkujad.

2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsil leiti, et MAHE kimalaseseire alade puhvrites (500 m, 1 km, 2 km) moodustasid liblikõielised sageli oluliselt suurema pinna kui ÜPT ja/või KSM seirealade puhvrites. Kimalasenäitajad seostusid kõige tugevamini ja positiivselt loendusraja õite tihedusega. Teraviljade pind ja põllumajandusmaa osakaal puhvris seostusid kimalasenäitajatega sageli negatiivselt. Liblikõielistega aga kimalasenäitajatel olulist seost ei leitud, mis tuleneb ilmselt sellest, et enamus loendusrajast asub haritavate põldude servades rohumaaribadel, mitte põldudel endil. Mõnel juhul leiti MAHE toetusega pinna osakaalul puhvris asuvast põllumajandusmaast kimalaste liigirikkusele oluline positiivne mõju. MAHE seirealade puhvrites oli MAHE ja KSM seirealade puhvrites KSM pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast enamasti oluliselt kõrgem kui teise kahe toetustüübiga seirealade puhvrites. See viitab, et 2019. a andmete põhjal sobivad seirealad esindama vastavalt MAHE, KSM ja ÜPT toetusega gruppe.

Maa-ameti aerolaserskaneerimise (ALS) mõõdistuslendude LIDAR andmetel kimalaseseire puhvrite kohta arvutatud maastikuelementide kõrgusvahede erinevust kirjeldav kareduse indeks seostus piirkondade koosanalüüsil 500 m raadiusega puhvrites kimalaste arvukuse, liikide arvu ja Shannoni mitmekesisuse indeksiga positiivselt. Piirkondade peale kokku ja Kesk-Eestis eraldi oli kareduse indeks kolmandal LIDAR mõõdistusringil 500 m kimalaseseire puhvrites oluliselt kasvanud, mis võiks 500 m raadiuses kimalasenäitajatega leitud positiivsete seoste põhjal kimalastele soodus olla. Kimalasenäitajad on aja jooksul ka tõesti kasvanud, kuid ilmselt on sellel ka palju muid põhjusi. Lähtuvalt toetustüübist ei tuvastatud kareduse indeksis ühtegi olulist erinevust – seega ei aita see näitaja seletada kimalasenäitajate erinevusi toetustüübiti.

### Põllulindude arvukuse ja liigirikkuse uuring

„Põllulindude arvukuse ja liigirikkuse uuringu“ raames loendati seireaastate 2010-2019 jooksul kokku 5230 pesitsevat põllulinnupaari 49 liigist, sh Kesk-Eestis 2238 ehk 43% ja Lõuna-Eestis 2992 paari ehk 57% (vastavalt 18 ja 47 liigist). Pesitsevate paaride koguarv oli Kesk-Eestis pigem stabiilne, Lõuna-Eestis langev. Pesitsevate liikide arv oli vastupidi Kesk-Eestis langev, Lõuna-Eestis stabiilne.

Dominantseimaks linnuliigiks Eesti põllumajandusmaastikul oli ülekaalukalt avamaastikku eelistav põldlõoke, kellele järgnesid kadakatäks, kiivitaja ja sookiur. Põldlõokese dominants oli Kesk-Eestis kõrgem kui Lõuna-Eestis. Eri toetustüübiga ettevõtetes oli põldlõokese dominants Lõuna-Eestis kõigil seireaastatel ning Kesk-Eestis aastatel 2010-2014 MAHE ettevõtetes madalam kui KSM ja ÜPT ettevõtetes – MAHE ettevõtetes kohati rohkem ja arvukamalt ka teisi

liike. 2015.-2019. a oli aga Kesk-Eestis põldlõokeste dominants MAHE aladel väga kõrge ning kohati vähem liike kui varasematel aastatel.

Kõige väiksema pesitsevate lindude mitmekesisusega olid Kesk-Eesti KSM ettevõtted, kus kohati seireperioodil 2010-2019 vaid kolme pesitsevat linnuliiki (põldlõoke, kiivitaja ja kadakatäks) – madala linnustiku mitmekesisuse põhjuseks on ilmselt vähene maastiku mitmekesisus seirealustel põldudel (suured põllumassiivid ja vähe maastikuelemente).

2010.-2019. a keskmised pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta olid enamasti Lõuna-Eestis oluliselt kõrgemad kui Kesk-Eestis. See tuleneb piirkondlikest eripäradest, mistõttu leidub Lõuna-Eestis lindudele rohkem sobivaid elupaiku. Nt on Lõuna-Eestis keskmine põllumajandusettevõtte ja põllumassiivide pindala väiksem ning püsirohumaade osakaal kõrgem kui Kesk-Eestis.

Esimesel neljal-viiel aastal olid linnunäitajad MAHE aladel märgatavalt kõrgemad kui KSM ja ÜPT aladel, misjärel toimus aga mõlemas piirkonnas kõigi toetustüüpidega aladel linnunäitajates langus. Erandiks olid Kesk-Eesti KSM alad, kus näitajad on perioodi algusest saadik väga madalad olnud. Erandlikult ei olnud langeva trendiga ühegi toetustüübiga ettevõttes ka Kesk-Eesti keskmine pesitsevate paaride arv. Madalaimad olid keskmised pesitsevate lindude näitajad Kesk-Eestis enamasti KSM, Lõuna-Eestis aga kord KSM, kord ÜPT ettevõtetes.

Tulemused viitasid (eriti ilmekalt perioodil 2010-2014), et MAHE ettevõtted on põllulindudele sobivam elupaik. MAHE ettevõtetes on keelatud kasutada enamust mineraalväetisi ja sünteetilisi pestitsiide, mistõttu neile leidub seal ilmselt rohkem toitu. Lisaks oli MAHE ettevõtete kõrgemate linnunäitajate põhjuseks ilmselt väiksem põllumaa ja suurem lühiajaliste rohumaade (sh liblikõieliste) osakaal loenduspuhvris (1 km x 100 m) ning liblikõieliste suurem osakaal ka kuni 500 m raadiuses loendusrajast. Rohumaad on aga lindudele sobivam elupaik. Viimaste aastate madalad (Kesk-Eestis alates 2014. a ja Lõuna-Eestis alates 2015. a) linnunäitajad MAHE ettevõtetes on aga eelpooltooduga vastuolus ning sellise muutuse põhjused ei ole teada. Leiti, et linnuseire näitajate üldise languse põhjuseks ei ole muutused seirevalimis. Põllulindude arvu vähenemisele Eestis viitab ka riikliku keskkonnaseire programmi raames läbiviidav haudelinnustiku punktloendus.

Toetustüübi olulise mõju testimisel kaasati lisanäitajatena analüüsi ka põllukultuuride (haritaval maal kasvatatavad kultuurid, v.a lühiajalised rohumaad) ja maastikuelementide pindala. Leiti, et mida rohkem oli linnuseire loendusraja puhvrites teravilja-, õlikultuuri- jm haritavaid põlde peale rohumaa, seda madalam oli seal lindude arvukus ja liikide arv. Samas ei tähenda see, et kogu ala peaks vaid rohumaa olema – oluline on kultuuride mitmekesisus, sest linnud kasutavad pesitsustsükli jooksul erinevate kultuuridega põlde. Mitmetel juhtudel leiti ka oluline positiivne maastikuelementide mõju linnunäitajatele, kuid sagedamini mitte. Põhjuseks võis olla see, et maastikuelementide pindala loendusradade puhvrites oli tihti väga väike, et tuvastada olulisi seoseid.

2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsil leiti, et MAHE seirealade puhvrites (100, 200, 300, 400 ja 500 m) esines liblikõielisi rohkem kui KSM ja/või ÜPT seirealade puhvrites. Allakülvita teravilju esines MAHE seirealade puhvrites Kesk-Eestis oluliselt vähem kui ÜPT ja Lõuna-Eestis oluliselt vähem kui KSM seirealade puhvrites. Lõuna-Eestis esines MAHE seirealade puhvrites aga oluliselt rohkem liblikõieliste allakülviga teravilju. MAHE ja KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oli vastavalt MAHE ja KSM seirealade puhvrites oluliselt kõrgem kui kahe teise toetustüübiga seirealade puhvrites, mis viitab, et seirealad sobivad eri toetustüübiga gruppe esindama.

Maakasutuse andmete analüüsil leiti, et linnunäitajad langesid sageli oluliselt kui allakülvita teravilja ja kogu teraviljade ning piirkondade koosanalüüsil ka õli- ja kiukultuuride pind puhvris suurenes. Liblikõieliste ja püsirohumaade pinna suurenedes puhvris kasvasid sageli oluliselt ka seirealade linnunäitajad. Põllumajandusmaa osakaal puhvris seostus positiivselt suuremaid lagedaid põllumassiive eelistava põldlõokestega, kuid negatiivselt teiste linnunäitajatega. MAHE toetusega pinna osakaalu suurenedes puhvris asuvast põllumajandusmaast Lõuna-Eestis linnunäitajad sageli kasvasid.

Maa-ameti aerolaserskaneerimise (ALS) mõõdistuslendude LIDAR andmetel linnuseire puhvrite kohta arvutatud maastikuelementide kõrgusvahede erinevust kirjeldav kareduse indeks seostub positiivselt pesitsevate linnuliikide arvu, Shannoni indeksi ja pesitsevate paaride põldlõokeseta arvuga ning negatiivselt põldlõokeste paaride arvuga. Piirkondade

peale kokku ja Kesk-Eestis eraldi oli kareduse indeks kolmandal LIDAR mõõdistusringil suuremates linnuseire puhvrites (raadiusega 300-500 m) oluliselt kasvanud, kuid see ei kajastunud positiivsete muutustena linnunäitajates. Seega, kuigi linnunäitajatel on kareduse indeksiga oluline seos, ei ole see nii oluline tegur, mis suudaks üksi mõjutada linnunäitajaid. Lähtuvalt toetustüübist ei tuvastatud kareduse indeksis ühtegi olulist erinevust – seega ei aita see näitaja seletada linnunäitajate erinevusi toetustüübiti.

### Rohumaaribade taimestiku uuring

"Rohumaaribade taimestiku uuring" on toimunud perioodil 2011-2019 neljal aastal: 2011, 2013, 2016 ja 2019. Viimasel seireaastal (2019) jäid 2016. a seiratud 88 rohumaaribast valimist välja 34, millest enamus olid hävinud või seireks sobimatud põldude külvipinna laiendamise tõttu (2019. a seati seireks sobivuse kriteeriumiks vähemalt 1 m laiuse rohumaariba olemasolu põlluks sobival maal). Mitmetel juhtudel oli seirevalimi rohumaariba hävinud või häiritud tee-ehituse ning kraavide rajamise tõttu. Enamus 2013. a seirevalimi rohumaaribasid, millele MAK 2014-2020 raames enam riba kohustust ei kehtinud, muudeti uuesti põllumaaks. 2019. a seiratud 88 servast võis 13 servas (15%) aimata kemikaalide sattumist rohumaariba põllupoolsesse serva – KSM toetusega kaasneb soovitus vältida rohumaaribal väetiste ja taimekatisevahendite kasutamist.

Nelja seireaasta jooksul registreeritud 212 soontaimeliigist kuulus enim sugukondadesse kõrrelised ja korvõielised, millele järgnesid vähemate liikide arvuga liblikõielised, mailaselased, sarikalased ja ristõielised. Sagedasemad liigid (vähemalt 50%) rohumaaribades olid aastate jooksul võilill (kollektiivliigina), harilik orashein, harilik raudrohi, harilik puju, harilik kerahein, harilik hiirehernes ja põldohakas.

2019. a vastas 97% seiratud rohumaaribadest ökoloogilise vastavuse miinimumnõudele, et see koosneks vähemalt kolmest ohtrast (ohtrusklass vähemalt 2 – mõni taim, kuni 5% katvusest) püsikuliigist, millest vähemalt üks oleks lehtrohundiliik. Tegemist on siiski miinimumnõudega, kus arvesse mineva liigi katvus on peaaegu 5% või liiki on mõned suuremad taimed.

Analüüsi tarvis moodustati lisaks üldisele soontaimeliikide arvule erinevaid liigigruppe. Kõigi liikide ning rohundite (v.a graminoidid) liikide arv olid mõlemad aastati varieeruvad, olles kõrgeimad 2016. a, kuid langesid 2019. a sama madalale tasemel nagu 2013. a. Kõigi ohtrate liikide ning ohtrate püsikute liikide arv olid viimasel kahel seireaastal oluliselt kõrgemad kui kahel esimesel seireaastal. Püsikute liikide ja graminoidide (heintaimed ja tarnad) liikide arv olid mõlemad 2016. a oluliselt kõrgemad kui kahel esimesel seireaastal, kuid 2019. a langesid jälle 2011. ja 2013. a tasemele. Ühe- ja kaheaastaste liikide arvus toimus pärast 2011. a järsk langus, misjärel seis stabiliseerus ning oli püsivalt madalam. Ohtrate umbrohuliikide arv oli kõrgeim 2016. a ning 2019. a langes oluliselt, kuid jäi siiski oluliselt kõrgemaks kui 2011. ja 2013. a, mil see oli väga madal.

Eraldi analüüsiti ohtraid taimeliike lähtuvalt nende erinevatest funktsionaalsetest tunnustest. Taimkatte funktsionaalse kvaliteedi paranemisele ja inimtegevuse lembuse vähenemisele viitavad hemerofiilsus- ja ruderaalsusindeksi (näitavad vastavalt sõltuvust inimtegevusest ja umbrohustiilis kasvustrateegiat) ning ka võõrliikide osakaalu oluline vähenemine. Püstise lehistunud varrega taimede osakaalus ei leitud mingit kindlat suundumust, kuigi see aastati oluliselt erines. Õitsemise kestvus langes pärast 2011. a oluliselt ning jäi seejärel püsivalt madalamaks. Umbrohuliikide osakaalus, liikide potentsiaalses kõrguses, liikide õitsemise alguskuus, liblikõieliste liikide osakaalus, liikide keskmises seemnekaalus, putuktolmlevate liikide ja ergasõitega liikide osakaalus aastati olulisi muutusi ei tuvastatud, kuigi kahe viimase näitaja puhul võis täheldada väikest kasvutrendi pärast 2013. a.

Rohumaaribade liigiline koosseis on olnud ootamatult madala umbrohustiilis kasvustrateegiaga ja inimtegevusest otseselt sõltuvate liikide osakaaluga – näitaja oli juba seire algusest peale keskmiselt 0,4-0,5 palli üldises skaalavahemikus 0-st 1-ni. Ohtratest liikidest umbes pooled on olnud putuktolmeldatavad ja erksavärviliste õitega ning nende potentsiaalne õitsemise kestus on olnud keskmiselt üle kolme kuu, mis viitab tolmeldajaid üldiselt toetavale teenusele. Ökoloogiliselt ohtlikke võõrliike esineb rohumaaribades vähe, kuid loodushoidlikkuse aspektist on ka see vähene

probleemiks. Ökoloogiliseks ohuks on lisaks võõrliikidele kultuurheina ja/või murusegude seemned, mis on pärit väljastpoolt Eestit ja seega võõrgenotüübid.

Loodusliku taimekoosluse muutuste uurimisel on üheksa aastat periood, mille jooksul võiks ilmneda juba positiivseid muutusi. Võib aga järeldada, et taimestiku liigilise ja funktsionaalsete tunnuste koosseisu areng ei ole toimunud loodetud kiirusega. Lisaks põllult tulevatele häiringutele on üheks põhjuseks rohumaaribade isoleeritus looduslike liikide allikakooslustest või looduskoosluste puudumine suurepinnaliste põllumaadega maastikus. Seega mõjutab rohumaaribade koosluste arengut peamiselt külvatud liikide püsimine ja sihilik lisakülv. Külvisegudes peaks kasutama erineva kasvuvormiga liike ning suurema konkurentsivõimega liikide seemnete osakaal peaks olema väiksem. Lisaks peab rohumaaribadel külv olema hõredam kui põllunorm ette näeb. Külvisegudesse on vaja suuremat arvu liike ning sellest tuleneval on vaja toetada Eesti looduslike liikide seemnesegude tootmist. Alternatiivina võiks lubada rajamisel kasutada mesilaste korjealadeks soovitatud liikide üksikkultuure või nende segusid.

Üheks rohumaariba arengu soovitud suunaks oli koosluse areng madalakasvulisemate liikide osakaalu suurenemiseks, et väheneks taimede omavaheline konkurents, millega kaasneks koosluse loomulik uuenemine ning uute liikide lisandumine – seda ei ole juhtunud. Kaasa võiks aidata kesksuvise niitmise asemel varasuvise ja hilissuvine niitmise kombinatsioon, mis võiks pidurdada kõrgekasvuliste liikide edenemist ning anda võimaluse madalamatele liikidele õitseda ja seemneid toota.

Arendada võiks koostööd erinevate ametkondadega, nt Maanteeametiga, mitmeliigiliste rohumaaribade segude propageerimisel teedeehitusel jmt maastikus kujundavatel planeerimistel. Lisaks peaks üha enam parandama rohumaaribade naabruses olevate püsitaimestikuga maastikuelementide seisundit (püsitaimestikuga kraavikaldad, väikesed rohumaafragmendid, metsaservad), nii hoides kooslused avatuna kui ka vältima põllukemikaalide sattumist neisse.

#### Ettevõtjatulu ja majanduslik jätkusuutlikkus

Sotsiaalmajanduse hindamisvaldkonnas jätkati pikaajalist uuringut „Ettevõtjatulu“, mille eesmärgiks on välja tuua, mil määral on MAK keskkonnatoetused mõjutanud maaelanikkonna tulutaset. Analüüsiks on kasutatud FADN andmeid 2018. aasta kohta, mil FADNi valimisse kuulus 663 põllumajandusettevõtet. Andmed koguti ja analüüsiti 2019. aastal ning kajastavad 2018. aasta majandusseisu (2018. aastal maksti välja 2017. aastal taotletud MAK toetused). FADN andmetel oli Eesti põllumajandustootja kasutuses 2018. aastal keskmiselt 128 ha põllumajanduslikku maad. Keskmiselt 35% kasutatavast põllumajanduslikust maast oli omandis ja 65% renditud või muudel tingimustel kasutusele võetud.

Kogutoodangu väärtus ulatus 2018. aastal 139 652 euroni keskmiselt ettevõtte kohta. Võrreldes 2017. aastaga on kogutoodangu väärtus vähenenud 4%, sealhulgas taimekasvatustoodangu väärtus vähenes 11%, loomakasvatustoodangu väärtus ja toetused jäid samale tasemele. Põllumajandusmaa hektari kohta arvestatuna oli kogutoodangu väärtus (k.a toetused v.a investeeringutoetused) 2017. aastal keskmiselt 1088 eurot. Kõige suurem oli kogutoodangu väärtus KSA+KSK (2868 €/ha), LHT (1631€/ha) ja ÜPT tootjatel (1982 €/ha), kõige väiksem MAHE ja PLK tootjatel (vastavalt 656 €/ha ja 768 €/ha).

2018. aastal olid ilmastikutingimused taimekasvatuseks ebasoodsad – suvi oli põuane ja taimede normaalseks kasvuks jäi mullas vett väheseks. Loomakasvatuses 2018. aastal suuri muutusi ei toimunud. Eesti keskmine põllumajandustootja sai 2017. aastal sissetulekuid (k.a toetused) 1002 eurot põllumajandusmaa hektari kohta (2017. a 1011 eurot; 2016. a 783 eurot). MAK keskkonnatoetusi (MAK kkt) taotlenud tootja sissetulek põllumajandusmaa hektari kohta oli 996 eurot, Eesti keskmisel tootjal 1002 eurot. Samas oli MAK kkt tootjatel kasutatud põllumajanduslikku maad keskmiselt 174 ha, tavatootjatel aga 79 ha, mis avaldas ka mõju sissetulekute arvestamisel põllumajandusmaa hektari kohta. Toetuste osatähtsus sissetulekutes varieerus vahemikus 12-46%. Toetuste (v.a investeeringutoetused) osatähtsus sissetulekutes oli kõige suurem MAHE 2014+ ja PLK tootjatel, moodustades 2018. aastal 46% kuni 40% sissetulekutest, KSM tootjatel moodustasid toetused 19% sissetulekutest.

Netolisandväärtust (NLV) tööjõu aastaühiku kohta tootsid 2018. aastal kõige rohkem MULD, NAM ja KSM tootjad (vastavalt 27 564 euro/tjü, 24 984 euro/tjü ja 22 627 euro/tjü) ja kõige vähem KSA+KSK ja OTL tootjad (vastavalt 15 813 euro/tjü ja 15 487 euro/tjü). Eesti keskmisel põllumajandustootjal oli ettevõtjatulu 2018. aastal keskmiselt 69 eurot, MAK keskkonnatoetusi taotlenud tootjatel 59 eurot põllumajandusmaa hektari kohta. Mida väiksem tasustatud tööjõu osatähtsus kogu tööjõukulus, seda suurem on ettevõtjatulu.

Arvestuslik netokasum (ANK) jäi Eesti keskmisel põllumajandustootjal 2018. aastal negatiivseks, keskmiselt -5102 eurot ettevõtte ja -40 eurot põllumajandusmaa hektari kohta. Miinusesse jäi ANK koos vastava meetme toetusega ka M10, KSM, SORT, OTL, MAHE 2014+ ja LHT tootjatel. Tavatootjatel on see üsna madal võrreldes keskkonnatoetusi taotlenud tootjatega, sest on võetud arvesse palgata töötavate omanike ja pereliikmete tööaega ning selliseid oli tavatootjate grupis 65%.

Eesti keskmine põllumajandustootja kulutas 2018. aastal investeeringuteks keskmiselt 37 623 eurot ettevõtte kohta. 53% Eesti põllumajandustootjatest ei teinud investeeringuid, MAK keskkonnatoetusi taotlenud tootjatest aga investeerisid 54%. Üle 10 000 €/tjü kohta investeeringuid teinud ettevõtteid oli kõige rohkem (51%) KSM ja MULD tootjate hulgas.

2018. aastal oli jätkusuutlike tootjate osakaal kõige suurem MULD tootjate seas - 83% põllumajandustootjate koguarvust. Põllumajandusliku keskkonnatoetusega (PKT(M10)) liitunud tootjatest olid jätkusuutlikud 55%. Tavatootjate (keskkonnatoetusi mittetaotlenud tootjad) hulgas oli jätkusuutlike tootjate osakaal 33%. Meetme toetus avaldas jätkusuutlike tootjate osakaalule suuremat mõju MAHE 2014+ (15%), PLK (14%) ja KSM, SORT, PKT(M10) (kõigil 13%) tootjatel. Madalaimad jätkusuutlike tootjate osakaalud olid loomapidajate seas – OTL tootjatel 28% ja LHT tootjatel 30% tootjate koguarvust. Jätkusuutlike tootjate osatähtsus kasvab koos ettevõtete suurenemisega - väiketootjatest olid jätkusuutlikud kuni 51%, suurtootjatest 77-89%.

### Toetuste jaotumine

2019. aastal väljamakstud toetussumma oli 301,4 mln eurot: I samba toetusi 161 mln, II samba toetusi 134 mln ja siseriiklikke toetusi 6 mln. I samba toetusi läks kõige enam Lääne-Viru, Pärnu ja Tartu maakonda (10-11% I samba kogusummast ja 16-18 mln eurot maakonna kohta). II samba toetussummast said suurema osa Viljandi, Tartu, Pärnu ja Harju maakonna tootjad (10-14%). Siseriiklike toetuste kogusumma (6 mln) jagunes 87% ulatuses kolmele maakonnale - Tartu, Harju, Rapla. 2019. aastal makstud toetuste kogusummast 53% läks suurtootjatele, keskmise suurusega tootjad said toetuste kogusummast 14%, väiketootjad 10% ja FADN tüpoloogia järgi määratlemata tootjad 19%. Tootmistüübiti jagunes 2019. aastal makstud toetuste kogusumma järgnevalt: 38% taimekasvatajad, 19% FADN-i järgi määramata tootmistüüp, 18% loomakasvatajad, 14% piimatootjad, 11% ülejäänud tootmistüüpide tootjad.

MAK keskkonnatoetuste kogusumma moodustas II samba toetustest 42%. MAK kkt oli maakonniti II samba toetuste summast üsna suur osakaal - Ida-Viru maakonnas 61%, Hiiu, Järva, Lääne-Viru, Rapla, Valga ja Võru maakonnas üle 50%. MAK kkt-st oli 40% KSM toetus, järgnesid MAHE 32%, NAM ja PLK 8% ning LHT 7%. Põlva, Jõgeva, Järva, Lääne-Viru, Viljandi ja Rapla maakonnas oli ülekaalukas KSM toetus (40-60%). Hiiu, Ida-Viru, Tartu ja Võru maakonnas MAHE toetus (50% ringis). LHT (16%), OTL (5%) ja PLK (33%) toetuse osakaal oli kõige suurem Saaremaal.

2019. aastal väljamakstud MAK kkt-st 63% läks suurtootjatele, keskmise suurusega tootjatele 18% ja väiketootjatele 9%. Erinevatest keskkonnatoetustest suurim osa maksti taimekasvatustüübi tootjatele – 50% KSM, 53% MAHE, 52% NAT, 42% SORT, 39% MULD ja PLK toetusest.

### Kompleksuuring mahe- ja tavaviljeluses

Kompleksuuringuga alustati PMK Kuusiku katsekeskuses 2003. aastal ja see on jätkuv pikaajaline uuring erinevates külvikordades. 2019. a lõpetati uuringud vanimas, 2003. a alustatud, põldheinarohkes külvikorrakatses. Uuringu eesmärgiks oli seal mitmete maaviljeluslike võtete (mahe- ja tavaviljelus, mullaharimine, sõnniku ja mahepõllumajanduses lubatud väetiste kasutamine jm) mõju selgitamine erinevatest aspektidest (mullaviljakus, NPK-bilanss, kultuuride saaginäitajad, umbrohtumus, kattetulu jt) lähtuvalt.

Põldheinarohkes mahe- ja tavaviljeluse söödakülvikorras oli järgnev viljavaheldus: põldhein 1. a – põldhein 2. a – suvinisu – segavili (hernes + kaer) – suvioder allakülviga. Käesolevas kokkuvõttes ja pikemas aruandes käsitletakse põhiliselt 2015.-2019 a külvikorrarotatsiooni ja 2016.-2019. erineva väetamise tulemusi mahe- ja tavaviljeluses.

Kui külvikorra terakultuuri põldudel hariti mulda pindmiselt või ainult künti ega tehtud enne kündi tüükoorimist, suurenes vegetatiivselt levivate umbrohtude (peamiselt orashein ja ohakad) toormass terakultuuride järgnevuse teisel (segavili) ja kolmandal (suvioder) aastal oluliselt. Tüükoorimisel koos künniga suudeti nii mahe- kui ka tavaviljeluses vegetatiivselt levivad umbrohud kontrolli all hoida ja kultuuride terasaak oli siin suurim. Segaviljas ja teraviljas vähendas suur umbrohtumus ainult künni ja pindmise mullaharimise korral ka terasaake.

Mahepõllumajanduses kasutada lubatud maheväetistega Kalisop (K-60 ja S-26 kg/ha) või Patentkali (K-60, S-41, Mg-14) väetamisel suurenes kahe niite haljasmassisaak (2016.-2019. a) 1. a põldheinal 2,1 korda (18,4 t/ha) ja kuivmass 1,7 korda (2,1 t/ha) ning 2. a põldheinal vastavalt 4,6 korda (27,6 t/ha) ja 4,3 korda (5,0 t/ha). Maheväetistega väetatud mahepõldheina saak oli samas praktiliselt võrdne tavaviljeluse põldheina saagiga või isegi natuke ületas seda. Põldheinale järgneva suvinisu terasaak suurenes Kalisopiga (K-30, S-13 kg/ha) või Patentkaliga (K-31, S-17, Mg-7 kg/ha) väetamisel 2,1 korda (1924 kg/ha). Maheväetisega väetatud suvinisu terasaagid ei olnud perioodi jooksul oluliselt väiksemad kui tavaviljeluses, kus toiteelemente anti NPK väetisega rohkem (N-90, P-14, K-42 kg/ha). Võimalik, et selline suur terasaagi tõus saadi põhiliselt maheväetises sisalduva kaaliumi ja väävli ning sisseküntud ristikurohke põldheina lagunemisel vabanevate toiteelementide (iseäranis lämmastiku) soodsa koostoime tõttu. Segavilja ja suviodra terasaagi tõus oli maheväetiste mõjul oluliselt tagasihoidlikum. Maheväetistega väetamisel oli suvinisu terade toorproteiini ja kleepvalgusisaldus väiksem ja gluteeniindeks suurem kui ülejäänud mahe- ja tavaviljeluse variantides.

Toetuste mittearvestamisel jäi enamuse terakultuuride (suvinisu, segavilja, suvioder) variantide kattetulu negatiivseks ehk kahjumisse. Toetuste juurdearvestamisel oli kattetulu üldiselt positiivne e kasumis. Sõnnikuga väetamisel oli terakultuuride kattetulu sarnaselt varasematele aastatele oluliselt väiksem, kui sõnniku mitteandmisel, nii tava- kui maheviljeluses. Tahesõnniku lagunemine ja toiteelementide vabanemine mullas on aeglane ja saadav saagitõus otsemõjuaastal ei kompenseeri sõnniku andmise kulutusi. Nii oli sõnnikut saanud suvinisu ja –odra kattetulu tavaviljeluses mineraalväetisega väetamisel toetusi arvestamata vastavalt 22 ja -11 euro/ha, mineraalväetise + sõnniku variandis aga -225 ja -203 euro/ha. Väetamata maheviljeluses oli suvinisu ja suviodra kattetulu toetusteta mõlemal -55 euro/ha ning sõnnikuga väetamisel -239 ja -223 euro/ha. Kalisopi või Patentkaliga väetamisel oli mahesuvinisu ja –odra kattetulu toetusteta vastavalt 85 ja -136 euro/ha, kuid maheväetise + sõnniku variandis -127 ja -261 euro/ha.

Külvikorrarotatsioonis (2015.-2019. a) viie külvikorravälja keskmine NPK-üldbilanss mahe- ja tavaviljeluses oluliselt ei erinenud. Sõnniku mitteandmisel jäi NPK bilanss selgelt negatiivseks nii mahe- kui tavaviljeluses. Sõnniku andmisel oli N bilanss mõõdukalt positiivne (mahe 33, tava 40 kg/ha/a), P-bilanss oli tasakaalu ligidal (mahe -1, tava 4 kg/ha/a) ja K-bilanss maheviljeluses tasakaalus (0 kg/ha/a) ning tavaviljeluses negatiivne (-7 kg/ha/a). Külvikorraväljade võrdluses oli NPK bilansis siiski suuremaid erinevusi, kuna saagikuse muutuste tõttu eemaldati erinevatel aastatel külvikorraväljadelt erinev hulk toiteelemente. Põldheina niidete arvu vähendamine kolmelt kahele koos sõnnikuga väetamisega tasakaalustas külvikorrarotatsiooni keskmise K-bilansi eelmise rotatsiooniga võrreldes.

Maheviljeluses mitteväetamisel, ainult maheväetisega väetamisel, maheväetise + sõnnikuga väetamisel ja tavaviljeluses sõnniku mitteandmisel vähenes künnikihi omastatava P sisaldus katseperioodi lõpuks (2019. a) keskmiselt fosforväetise tarbevajaduselt suure fosforväetise tarbevajaduseni. Sõnniku andmisel suurenes aga omastatava K sisaldus nii mahe- kui tavaviljeluses oluliselt ja maheväetistega lisaväetamisel ning tavaviljeluses sel juhul koguni väikese kaaliumväetise tarbevajaduseni.

# 1. Valdkond mullastik

## Sisukord


1.1. Mulla NO3 (nitraatlämmastiku) ja SO4 sisalduse muutus ja dünaamika nitraaditundliku ala põllumuldades aastatel 2012-2017 erineva maakasutuse (põllukultuurid, rohumaa) korral ning mullas leiduvate taimetoiteelementide (P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, B, Nmin) happesuse ja orgaanilise aine fooni ja pikaajalisemate muutuste selgitamine ..... 18

1.1.1. Uuringu eesmärk ..... 18
1.1.2. Tulemused ja arutelu ..... 18
1.1.3. Kokkuvõte ..... 38

1.2. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride (põlduba, silomais, hernes, õlikanep) väetustarbe ja toitainete omastamise seaduspärasuste, toitainete vertikaalse liikumise ning toitainete bilansi arvutamine väetamissoovituste väljatöötamiseks ..... 39

1.2.1. Uuringu eesmärk ..... 39
1.2.2. Tulemused ja arutelu ..... 39
1.2.3. Kokkuvõte ..... 51

1.3. Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus mullas ..... 52

1.3.1. Uuringu eesmärk ..... 52
1.3.2. Tulemused ja arutelu ..... 52
1.3.3. Kokkuvõte ..... 56


## Jooniste loetelu


Joonis 1. Adavere uurimisalade mineraalse lämmastiku (Nmin, ülemine joonis), liikuva fosfori (keskmine joonis) ja liikuva kaaliumi (alumine joonis) sisaldus ja dünaamika mulla erinevates kihtides NTA viie ala keskmisena perioodil 2011-2019 ..... 20
Joonis 2. Tartu uurimisalade mineraalse lämmastiku (Nmin, ülemine joonis), liikuva fosfori (keskmine joonis) ja liikuva kaaliumi (alumine joonis) sisaldus ja dünaamika mulla erinevates kihtides NTA viie ala keskmisena perioodil 2017-2019 ..... 22
Joonis 3. Mineraalse lämmastiku (ülemine joonis), fosfori ja kaaliumi kogus kg/ha ja muutus erinevates mullakihtides Adavere viie põllu keskmisena perioodil 2011-2019 ja Tartu kahe põllu kekmisena 2017-2019 ..... 24
Joonis 4. Lämmastikuga väetamine (kg/ha) ja mineraalse lämmastiku keskmine sisaldus ja dünaamika mulla erinevates kihtides NTA (ülemine joonis) ja Tartu proovialadel (alumine joonis) perioodil 2018-2019 ..... 26
Joonis 5. Fosforiga väetamine ja liikuva fosfori keskmine sisaldus ning dünaamika mulla erinevates kihtides NTA (ülemine joonis) ja Tartu proovialadel (alumine joonis) perioodil 2018-2019 ..... 27
Joonis 6. Kaaliumiga väetamine ja liikuva kaaliumi keskmine sisaldus ning dünaamika mulla erinevates kihtides NTA (ülemine joonis) ja Tartu proovialadel (alumine joonis) perioodil 2018-2019 ..... 28

Joonis 7. Väävli sisaldus ja dünaamika kolmel NTA seirealal (ülemine joonis), alade keskmisena (keskmine joonis) ja Tartu proovialade (alumine joonis) mullas 2018-2019 ..... 30
Joonis 8. Aktiivse mullakihi pH ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal ..... 32
Joonis 9. Aktiivse mullakihi mineraalse lämmastiku sisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal ..... 33
Joonis 10. Aktiivse mullakihi väävli sisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal ..... 34
Joonis 11. Aktiivse mullakihi liikuva fosfori sisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal ..... 35
Joonis 12. Aktiivse mullakihi liikuva kaaliumi sisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal ..... 36
Joonis 13. Aktiivse mullakihi kaltsiumisisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal ..... 37
Joonis 14. Viljandi ja Kuusiku KK sademete hulk (mm) 2019. aastal kuude lõikes ..... 40
Joonis 15. Mineraalse lämmastiku (Nmin) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes ..... 41
Joonis 16. Väävli (S) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes ..... 43
Joonis 17. Fosfori (P) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes ..... 45
Joonis 18. Mulla kaaliumi, sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes ..... 47
Joonis 19. Liikuva kaltsiumi sisaldus, ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride, väetustasemete lõikes ..... 48
Joonis 20. Mulla liikuva vase sisaldus, ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes ..... 49
Joonis 21. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride väävli (S), fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus põllult eemaldatavas saagis (absoluutkuiva materjali kohta) ..... 50
Joonis 22. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride väävli, fosfori ja kaaliumi eemaldamine saagiga (kg/ha) 2019. aastal ..... 51
Joonis 23. Kogutud proovide paiknemine gruppide lõikes ning erinevate TKV jääkide arv ühes proovis ..... 52
Joonis 24. Erinevate TVK toimeainete jääkide arv proovides ning summaarne sisaldus erinevate gruppide lõikes ..... 53
Joonis 25. TVK jääkide keskmine kogusisaldus proovis, erinevate TKV jääkide arv proovis erinevate gruppide lõikes ..... 54
Joonis 26. Taimekaitsevahendite liikide osatähtsus erinevate gruppide lõikes ..... 55
Joonis 27. Erinevate uuringute TKV toimeainete jääkide keskmine arv proovis ja jäägita proovide arv 2007-2019 ..... 55
Joonis 28. Erinevate taimekaitsevahendite jääkide osatähtsus perioodil 2007-2019. Sulgudes kogutud proovide arv ..... 56

## Lisade loetelu

Lisa 1. Adavere ja Tartu uurimisalade põldude kultuurid 2018. - 2019. aastal ja nende väetamine vastavalt põlluraamatute andmetele
Lisa 2. Taimekaitsevahendite jääkide toimeainete sisaldused
Lisa 73. MAK 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks läbi viidud uuringute metoodikad

# 1.1. Mulla NO3 (nitraatlämmastiku) ja SO4 sisalduse muutus ja dünaamika nitraaditundliku ala põllumuldades aastatel 2011-2019 erineva maakasutuse (põllukultuurid, rohumaa) korral ning mullas leiduvate taimetoiteelementide (P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, B, Nmin) happesuse ja orgaanilise aine fooni ja pikaajalisemate muutuste selgitamine

## 1.1.1. Uuringu eesmärk

Uuringu eesmärgiks on jälgida kergestiliikuvate lämmastikuvormide (nitraatlämmastik ja ammooniumlämmastik) ehk mineraalse lämmastiku (Nmin) sisalduse muutust nitraaditundlikul ala ja võrdlusena Tartumaa põllumuldades, selgitamaks võimalikku nitraatide leostumise ohtu erineva maakasutuse, mullastiku ja ilmastikutingimuste korral. Teise olulise eesmärgina selgitatakse väävli kui suhteliselt liikuva toiteelemendi sisalduse muutust mullas. Kolmandaks eesmärgiks on jälgida ka ülejäänud olulisemate taimetoiteelementide sisalduse dünaamikat mulla vertikaalprofiilis ning selgitada seaduspärasused, mille alusel saab parandada väetamise planeerimist.

Uuring on otseselt seotud MAK 2014-2020 prioriteetide 4 ja 5 ettenähtud eesmärkide täitmisega ja nende prioriteetidega seotud meetmete arendamisega. Eeskätt on uuring suunatud küsimuste lahendamiseks, mis puudutavad veekeskkonna kaitset mineraalse lämmastiku võimaliku leostumise suhtes ning teiste olulisemate toiteelementide liikuvust mulla vertikaalprofiilis ja laiemas plaanis aitab väetamise optimeerimisega kaasa mulla- ja veekaitsele.

Prognoosimaks võimalikku leostumise ohtu on oluline teada, kuidas muutuvad sellega seotud erinevad mullaparameetrid. Sellest lähtudes on võimalik hinnata potentsiaalset mineraalse lämmastiku, taimedele omastatava väävli ja teiste toiteelementide võimalikku liikumist mulla vertikaalprofiilis ning potentsiaalset leostumist sõltuvalt maakasutusest, agrotehnoloogiast, ilmastikust ja mullastikust. Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse mullaseire ja uuringute büroo, kontaktisik Priit Penu, priit.penu@pmk.agri.ee

## 1.1.2. Tulemused ja arutelu

2011. aastal alustati ning 2019. aastal jätkati Nmin sisalduse muutuste uuringutega sügavamates mullakihtides erinevatel tootmispõldudel selgitamaks toitainete liikuvust ja potentsiaalse leostumise võimalikkust, koguseid ja seaduspärasid. Uurimiseks rajati NTA piirkonna viiele põllumassiivile vaatlusväljakud, kus teostati proovide kogumist kolm korda aastas (enne külvi märtsis-aprillis, peale koristust augustis-septembris ja enne mulla külmumist detsembris-jaanuaris) kolmes mullakihis (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm sügavuses). 2016. a lisandus ka proovide võtmine juuni-juulikuus ehk vegetatsiooniperioodi keskel ning alates 2017. aastast kaasati uuringusse võrdlusandmete saamiseks täiendavalt kaks põldu Tartumaalt ning alates 2019. aastast üks põld Harjumaalt. Põldude maakasutuse ning väetamise andmed on esitatud tabelis (Lisa 1). 2019. aasta uuring hõlmas Adavere alalt 3 põldu. Saagile kasutati NTA alal paiknevate seirepõldude väetamiseks keskmiselt 127 kg/ha lämmastikku (70 kg 2017. aastal ja 121 kg/ha 2018. aastal), 4,7 kg/ha väävlit ( 1,4 kg/ha ja 0 kg/ha) ning fosforit 7 kg/ha (4 ja 3,4 kg/ha) ja kaaliumi 96 kg/ha (32 ja 13,6 kg/ha). Seega kasutati 2019. aastal lämmastiku puhul lähedast normi kui eelmisel aastal, kuid fosfori, kaaliumi ja väävli puhul oli väetamise tase kõrgem kui eelnevatel aastatel. Tartu põlde väetati oluliselt kõrgemate normidega, NPKS vastavalt 245 kg/ha, 27 kg/ha, 106 kg/ha ja 13,5 kg/ha (eelmisel aastal 280 kg/ha, 45 kg/ha, 156 kg/ha ja 28 kg/ha). Seega oli põldudel väetiste kasutamine veidi vähenenud ning eripärana kasutati Tartu ühel põllul oktoobri keskel orgaanilise väetisena digestaati.

Toiteelementide liikumine mullaprofiilis sõltub eeskätt sademete hulgast ja jaotumisest ning vastavatest andmetest selgub, et uurimisaastate suurim sademete hulk oli 2012. aastal ja kõige kuivem oli 2018. aasta. Leostumise suhtes kõige

kriitilisemal ajal ehk sügisperioodil oli kõige sademetevaesem 2014. aasta sügis ja enim oli sademeid 2017. aasta sügisel. Muld sulas 2019. aastal märtsi keskel ning aasta eripäraks tuleb kahtlemata pidada seda, et kõrgete õhutemperatuuride tõttu sügisperioodil muld praktiliselt ära ei külmunud ning seega toimus pidev mulla läbiuhtumine. Adavere ja Tartu sademete näitajate võrdluses oli Tartumaal sademeid aastas ca 90 mm ning sügisperioodil ca 9 mm enam kui Adaveres.

Aastate ja kihtide lõikes oli Nmin sisaldus põldudel erineva tasemega, kuid alade keskmiste tulemuste võrdlus perioodil 2011-2019 näitab, et ülemises kihis on Nmin sisaldus aprillis ja septembris suhteliselt sarnane ja oluliselt madalam detsembris (Joonis 1). Eriti madal oli Nmin sisaldus ülemises kihis 2016. aasta septembris ja detsembris, mis näitab suhteliselt madalat väetustaset ja sellega seotud vähest leostumise ohtu. 2019. aastal suurenes septembriks Nmin sisaldus oluliselt võrreldes aprilliga ning selle põhjuseks on augusti lõpus kahel alal mulda lisatud vedelsõnnik. Detsembriks oli sisaldus vähenenud nii leostumise kui ka taliodra poolt mineraalse lämmastiku tarbimise tõttu. Keskmises mullakihis on madalaim sisaldus aastate keskmisena septembris, kuid käesolval aastal oli sisaldus kõrgem, mis näitab, et mingi osa mineraalsest lämmastikust on jäänud kasutamata ja liikunud keskmisesse mullakihti. Kuna 5 päeva enne proovide kogumist lisati mulda ka vedelsõnnikut, ei saa välistada selle mingi osa liikumist mullas sügavamale kui 30 cm.

Taliviljale lisatud vedelsõnnik ei tekitanud olulist leostumist alumistes mullakihtides.

Ootuspäraselt oli kõrgeim sisaldus selles kihis detsembris, kui sügisperioodil toimub Nmin liikumine mullaprofiili alumistesse kihtidesse, kuid 2019. aastal oli see suhteliselt vähene. See võib olla tingitud taliodra heast mineraalse lämmastiku tarbimisest. Alumises kihis on aastate keskmisena madalaim tase septembris ja kõrgeim aprillis. Käesoleva aasta eripärana oli septembris alumise kihi Nmin sisaldus suhteliselt sarnaselt keskmise kihiga kõrge ning detsembriks sisaldus vähenes vastupidiselt üldisele trendile. Selle põhjuseks võib olla mullast läbiuhtumisele väga soodsad tingimused 2019. aasta sügisel ning peamine leostumine oli toimunud juba enne proovide kogumist.

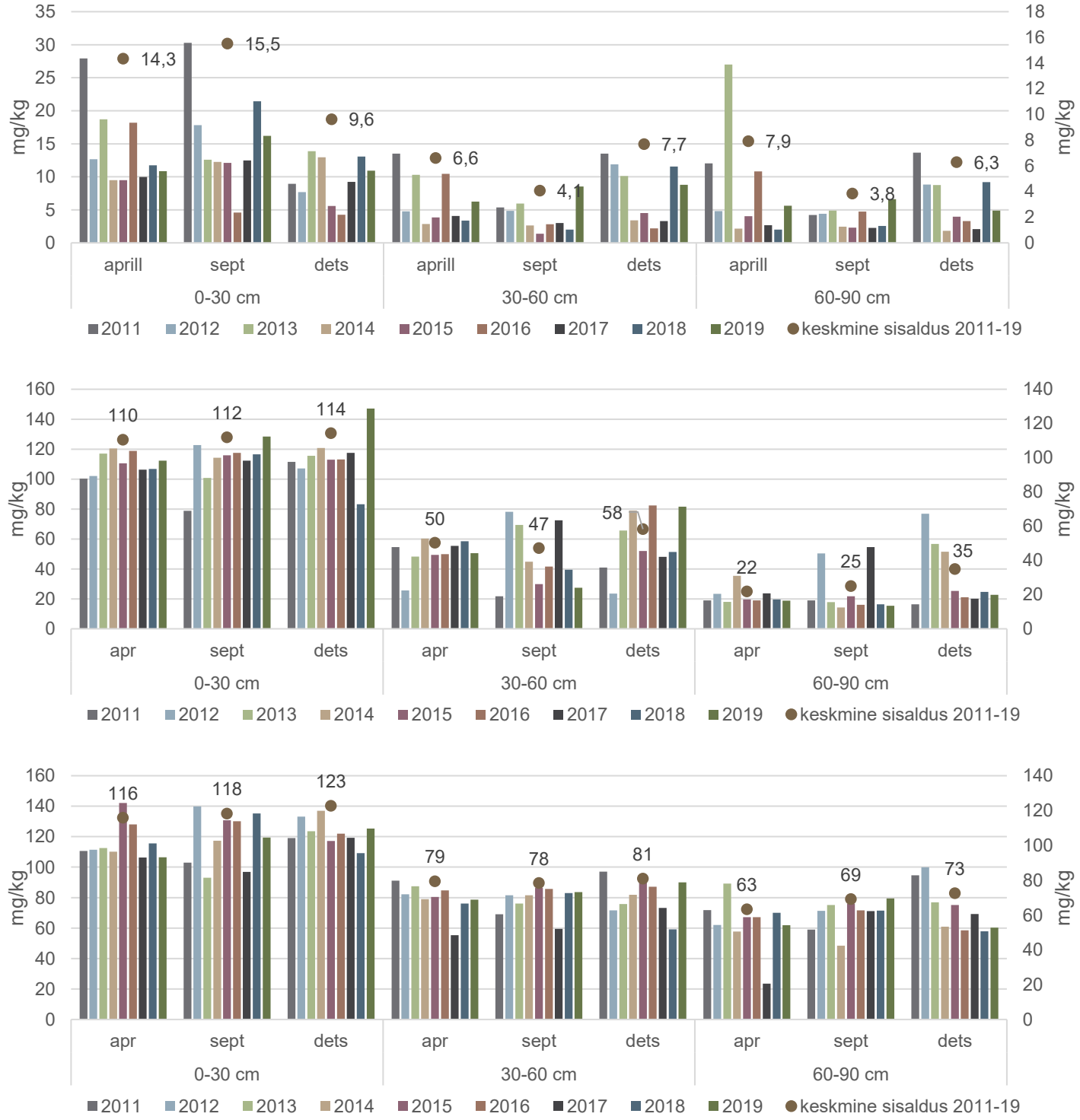
Sügisperioodil väheneb ülemises mullakihis Nmin sisaldus keskmiselt 38% ja peamiselt on see seotud leostumisega mullaprofiilis allapoole ning vähemal määral ka denitrfikatsiooniga (eriti anaeroobsetes tingimustes) ja sellega seonduva mineraalse lämmastiku lendumisega ning mingi osa seotakse mulla mikroorganismide poolt. Keskmises kihis suureneb Nmin seoses vertikaalse ümberpaigutumisega sügisperioodil ca 1,9 korda, kuid varakevadeni sisaldus väheneb ning alumises kihis suureneb septembrist kuni aprillini Nmin sisaldus ca 2 korda. Kuigi 2019. aastal lisati sügisel mulda vedelsõnnikut, siis alumistes kihtides ei olnud täheldada olulist leostumist, kuid seda käsitleme täpsemalt hiljem konkreetsete põldude andmete analüüsil.

Liikuva P sisaldus ülemises uuritavas kihis oli aastate keskmisena erinevatel aegadel praktiliselt sama, kuid aastate vahel on väikesed erinevused. Suurim erinevus oli 2019. aastal, kui septembris ja detsembris oli P sisaldus kõrgeim. See oli

Alumises mullakihis suurenes liikuva P sisaldus sügisperioodil aastate keskmisena 10 mg/kg ehk 40%.

tingitud kahele põllule sügisel vahetult enne proovivõtmist lisatud vedelsõnnikust pärit fosforist, mida mikroorganismide poolt töödeldi orgaanilisest ainest taimedele toiteelemendiks. Kuigi viimaste aastate P väetamise tase on suhteliselt madal, on mulla aktiivses taimejuurte leviku tsoonis põldude keskmine P sisaldus piisav ka suurte saakide saamiseks ja seetõttu on igati õigustatud ka väiksemate P normide kasutamine. Keskmises kihis moodustab P sisaldus sõltuvalt proovikogumise ajast ülemise kihi omast 45-50% ja sügisperioodil suureneb 11 mg/kg ehk 23% võrra ning siinjuures suurenemine oli kõige intensiivsem 2019. aastal. See on igati loogiline vedelsõnniku kasutamise foonil ja järelikult sooja ja niiske sügisperioodi jooksul võib ka fosforit liikuda allapoole suhteliselt suures koguses. Alumises kihis suureneb liikuva P sisaldus aastate keskmisena sügisperioodil 10 mg/kg ehk 40%, mis on küllaltki oluline liikumine mulla vertikaalprofiilis ja seda olukorras, kus mulla ülemises kihis on näitaja stabiilne ning P väetamine pigem tagasihoidlik.

2019. aastal oli see suurenemine tagasihoidlikum ehk vedelsõnnikust pärit P liigub sügisperioodil ülemisest mullakihist keskmisesse, kuid mitte allapoole.

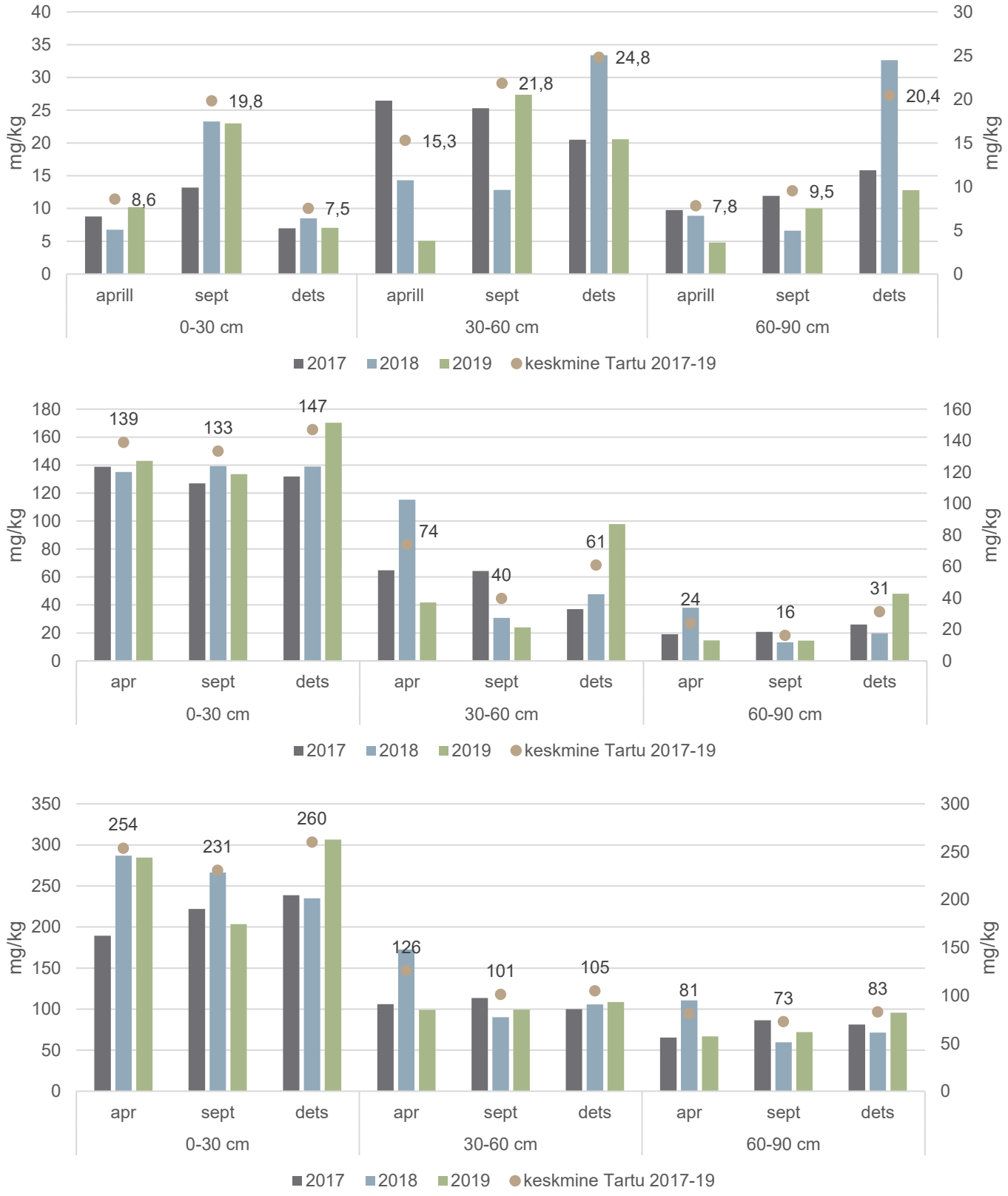



Joonis 1. Adavere uurimisalade mineraalse lämmastiku (Nmin, ülemine joonis), liikuva fosfori (keskmine joonis) ja liikuva kaaliumi (alumine joonis) sisaldus ja dünaamika mulla erinevates kihtides NTA viie ala keskmisena perioodil 2011-2019

Liikuva K sisaldus mulla ülemises kihis muutub enam kui fosfori puhul. Kõrgeim sisaldus on aastate keskmisena detsembris ja aprillis ning septembris on sisaldus nende vahepealne. Seega toimub sügisperioodil väikene K suurenemine mulla ülemises kihis - ca 4% võrra. Keskmisena on liikuva K sisaldus neis muldades optimaalsest madalam. 2019. aastal suurenes liikuva K sisaldus suveperioodil näiliselt oluliselt, kuid septembrikuu tõus oli seotud suhteliselt kaaliumirikka vedelsõnniku kasutamisega enne septembrikuist proovide kogumist. Pigem on üllatav suhteliselt väike suurenemine sügisperidoodil, arvestades soodsaid mineraliseerumise tingimusi. Küllap suutis talivili suhteliselt pika sügise jooksul tarbida kaaliumi sügisperioodil intensiivselt. Keskmises kihis on aastate lõikes K sisaldus mullas suhteliselt stabiilne, moodustades 65-70% ülemise kihi vastava perioodi näitajast ja muutused keskmise näitaja osas on väheolulised. K kuhjumine paljude aastate keskmisena siin kihis ei ole tuvastatav, kuid aastate lõikes on olnud erisuunalised muutused. Käesoleval aastal on toimunud sügisperioodil keskmisest kõrgem K sisalduse suurenemine antud mullakihis. Alumises kihis on aastate keskmisena toimunud pidev sisalduse suurenemine kevadest talveni ja oluline on märkida, et suveperioodil on see olnud isegi suurem kui sügisperioodil. 2019. aastal toimus sügisperioodil vastupidiselt üldisele trendile oluline K sisalduse vähenemine, sest sooja sügisega toimus kaaliumi liikumine valdavalt juba enne proovide kogumist detsembris.

Tartu aladel on kasutada ainult kolme aasta tulemused, kuid teatud suundumusi on võimalik juba praegu kirjeldada. Tartu alad erinevad Adavere aladest eeskätt seetõttu, et neil põldudel on tegemist lõimiselt raskemate ning reaktsioonilt happelisemate muldadega, kus kasvatatakse peamiselt põllukultuure suhteliselt kõrgel väetustasemel. Lisaks kasutatakse neil aladel suhteliselt palju orgaanilisi väetisi digestaadi ja vedelsõnnikuna.

Kõrgeim Nmin tase on neil aladel ülemises kihis septembris, kuid väheneb detsembriks oluliselt - 12,3 mg/kg ehk 2,6 korda (Joonis 2). Keskmises kihis suureneb sügisperioodil sisaldus keskmiselt 3 mg/kg ja kevadeks väheneb taas oluliselt. 2019. aastal sisaldus keskmises kihis vähenes ja alumises kihis on aastate keskmisena väga oluline tõus sügisperioodil - 10,9 mg/kg ehk 2,1 korda. 2019. aastal on suurenemine suhteliselt väike. Võrreldes Adavere alade keskmisega on Tartu aladel oluliselt kõrgemad Nmin absoluutsisaldused ning ka muutused kihtide vahel ja selle põhjuseks on kindlasti oluliselt suurem N väetamise norm. Eelmisel aastal oli Nmin liikuvus allapoole suhteliselt suur, sest põua tõttu jäi osa lämmastikku kasutamata. Käesoleval aastal analüüsitulemused ei näita suurt leostumist, kuid vaadates PK liikumisi neil aladel siis võib öelda, et suure tõenäosusega toimus soojal sügisel Nmin valdav liikumine proovivõtmise vahelisel perioodil ja seetõttu ei kajastu tulemustes.




Joonis 2. Tartu uurimisalade mineraalse lämmastiku (Nmin, ülemine joonis), liikuva fosfori (keskmine joonis) ja liikuva kaaliumi (alumine joonis) sisaldus ja dünaamika mulla erinevates kihtides NTA viie ala keskmisena perioodil 2017-2019

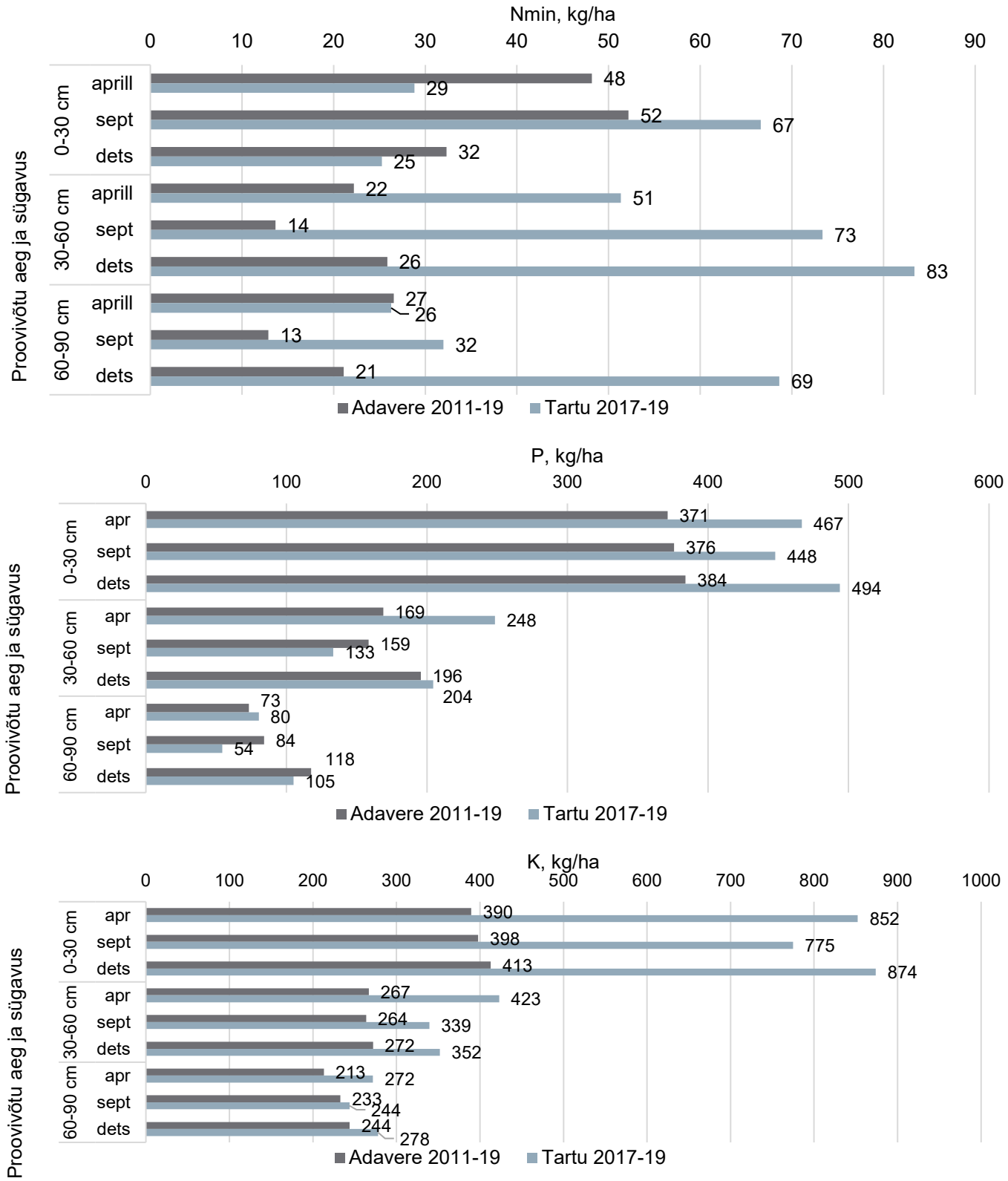
Liikuva fosfori sisaldus ülemises kihis on optimaalsest oluliselt kõrgemal ning kõikidel proovivõtu aegadel suhteliselt stabiilne, välja arvatud oluline tõus käesoleva uurimisaasta detsembriks. Keskmises kihis toimub kõige suurem muutus sügisperioodil ja seda eriti 2019. aastal, kui P sisaldus tõusis 4 korda - järelikult toimus sel perioodil oluline P liikumine allapoole. Kuna ühte põldu väetati oktoobris digestaadiga, siis on leostumine pärit sellest materjalist. Alumises kihis toimub samuti suurenemine sügisperioodil ja eriti 2019. aastal juba eelmainitud põhjustel.

Liikuva kaaliumi sisaldus ülemises kihis alade keskmisena on optimaalne või üle selle ning seetõttu ka sisaldus muutub aasta jooksul suhteliselt vähe, kuid aastad erinevad oluliselt sõltuvalt ilmastikust ja väetamisest. 2019. aastal suurenes detsembriks sisaldus mineraliseerunud digestaadi mõjul. Keskmises kihis toimub suurim muutus talveperioodil, sügisperioodil püsib sisaldus praktiliselt muutumatuna. Alumises kihis on kaaliumi liikumine suurim sügisperioodil, kui sisaldus tõuseb ca 13%.

Suhteliselt kõrgel väetusfoonil ei suuda taimed NPK koguseid tarbida ja tekib potentsiaalne leostumise oht.

Tartu aladel on toimunud kõrgemal väetusfoonil oluliselt suurem toiteelementide liikumine mullaprofiilis allapoole, kusjuures Nmin liikumine toimub kiiremini ning sooja ja niiske sügise tingimustes peamiselt juba sügisperioodi lõpuks on enamus Nmin leostunud sügavamale meie uurimissügavusest. Tartu alade väetusfoonil ei suuda taimed antud toiteelementide koguseid tarbida ja tekib potentsiaalne leostumise oht. Mulda lisatud digestaadist pärit PK leostub märkimisväärses koguses juba sügisperioodil.

Mineraalse lämmastiku kogustest ja muutustest erinevates mullakihtides selgub (Joonis 3), et mullas on igal ajahetkel märkimisväärne kogus mineraalset lämmastikku. Sügisperioodil vähenes Adavere aladel mineraalse lämmastiku kogus ülemises mullakihis peamiselt leostumise tulemusena 20 kg/ha, mille tagajärjel suureneb vastavalt järgmise kihi Nmin kogus 12 kg/ha võrra ja alumises mullakihis 8 kg/ha võrra. 2019. aastal kasutati väetamiseks lämmastikku keskmiselt põllu kohta 127 kg/ha (eelmisel aastal 120 kg/ha) ja jooniselt selgub, et ligikaudu 1/3 sellest mineraalse lämmastiku kogusest leidub detsembris alumistes mullakihtides. Tartu aladel on ülemises mullakihis üldiselt Nmin kogus väiksem, kuid alumistes kihtides kordades suurem kui Adavere alade aastate keskmine, mis viitab oluliselt suuremale toitainete liikumisele mulla vertikaalprofiilis. Viimane omakorda tähendab N väetamist ebaõigel ajal (digestaat sügisel) ja tarbimisest suuremates kogustes. Tähelepanuväärne on olukord, kus detsembris on alumises mullakihis mineraalset lämmastikku rohkem kui ülemises mullakihis proovivõtmise aegadel. Detsembriks on kogunenud keskmisesse ja alumisse mullakihti kokku 152 kg/ha mineraalset lämmastikku, millest muld suudab siduda ainult ca 30%.




Joonis 3. Mineraalse lämmastiku (ülemine joonis), fosfori ja kaaliumi kogus kg/ha ja muutus erinevates mullakihtides Adavere viie põllu keskmisena perioodil 2011-2019 ja Tartu kahe põllu kekmisena 2017-2019

Liikuva PK kogused mullas on oluliselt suuremad kui Nmin ja mõlema elemendi puhul on alade võrdluses ülemises kihis koguseliselt rohkem Tartu aladel. Alumistes kihtides on erinevused väiksemad või puuduvad. Fosfori puhul toimub suurem liikumine aladel sügisperioodil, kus P sisaldus suureneb kõikides kihtides nii Adaveres kui ka Tartus. Sama tendents kehtib ka kaaliumi puhul, kuid siinjuures peame silmas pidama, et Adavere aladel on meil aegrida oluliselt suurem ja Tartus alade keskmine tulemus uurimisaastate lisandudes kindlasti muutub. Huvitav on see, et kui kaaliumi sisaldus ülemises kihis on ca 2 korda suurem Tartu aladel, siis alumistes kihtides on Tartu ja Adavere kogused suhteliselt sarnased. Ilmselt viitab see Tartu alade kõrgemale väetamise tasemele ja nende elementide vähemale liikuvusele mullas võrreldes mineraalse lämmastikuga.

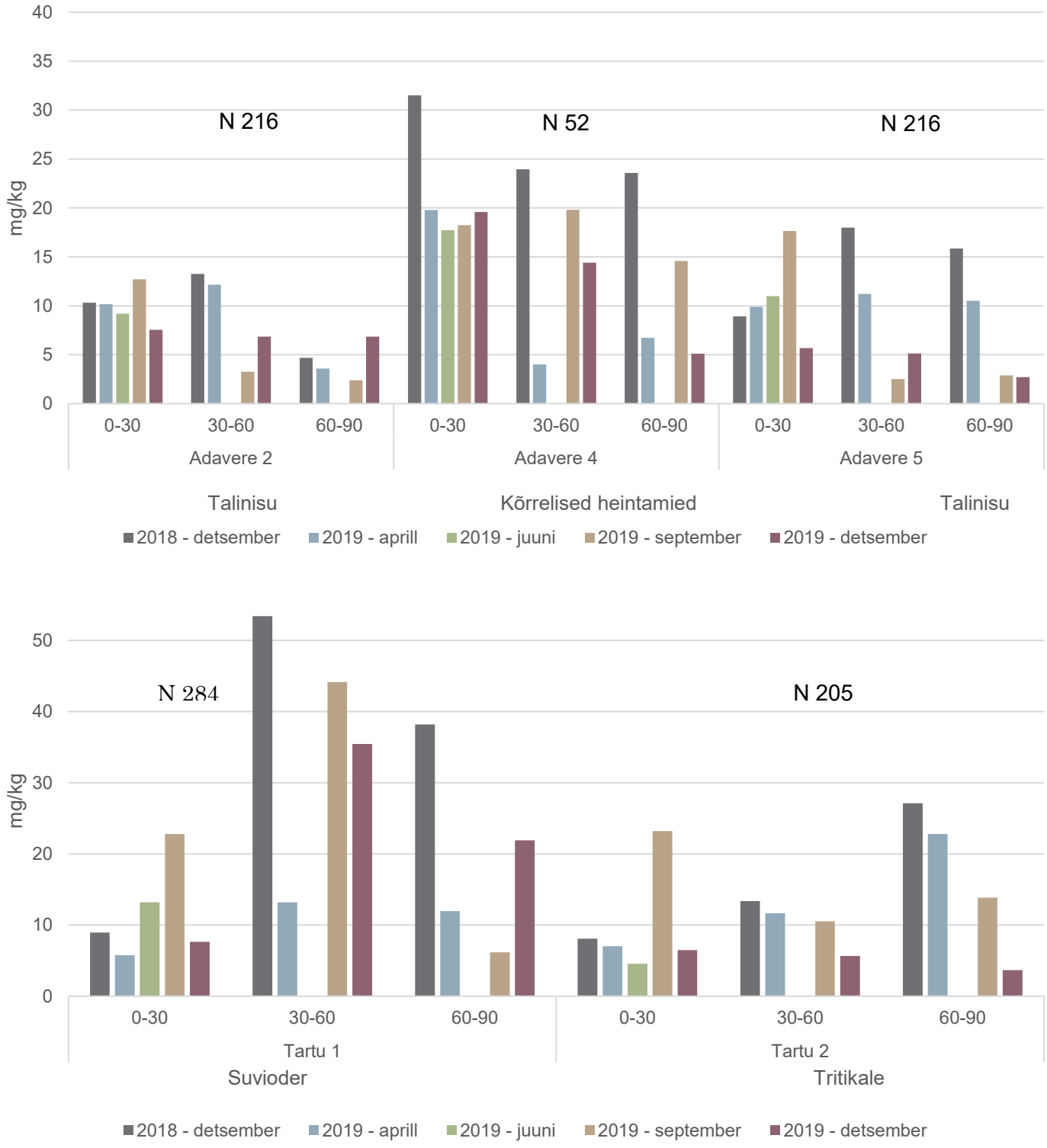
Oluline on jälgida ka võimalikke erinevusi Nmin liikuvuses sõltuvalt konkreetse põllu maakasutusest ja väetamisest. Joonis 4 on esitatud kõikide põldude erinevate mullakihtide Nmin sisaldused perioodil detsember 2018 kuni detsember/jaanuar 2019 ja lämmastikuga väetamine 2018 sügise ja 2019 aasta summana (väetamise aeg vt Lisa 1).

Perioodi jooksul on Adavere aladest kõige enam mineraalset lämmastikku nii mineraal- kui ka orgaanilise väetistega mulda lisatud Adavere 2 ja Adavere 5 aladel, millest 90 kg/ha lisati märtsis ja mais mineraalväetistega ning digestaati kasutati mõlemal sügisel ja kokku lisati digestaadiga mulda 136 kg/ha mineraalset lämmastikku. Adavere 4 põllul kasutati vaid mineraalväetisi.

Väetamisel normiga 100 kg/ha lämmastikku ei toimunud sügisperioodil leostumist alumistesse mullakihtidesse.

Jooniselt selgub, et kõrreliste heintaimede põllul Nmin kogusega 52 kg/ha väetamisel ei toimu sügisperioodil leostumist alumistesse kihtidesse. Üldine kõrgem Nimi tase Adavere 4 alal on seletatav turbamulla esinemisega sellel põllul. Võrreldes 2018. aasta detsembriga on Nmin sisaldus Adavere 4 alal langenud kõikides kihtides. Teistel aladel kasutati väetamiseks oluliselt suuremas koguses mineraalset lämmastikku ja selle tulemusena on toimunud teatud liikumine alumistesse mullakihtidesse. Huvitav on siinjuures, et peale digestaadi lisamist 2018. aasta sügisel vähenes alumistes kihtides Nmin sisaldus talveperioodil nii Adavere 2 kui Adavere 4 alal. 2019. aasta sügisel lisati taas talivilja alla vedelsõnnikut, selle mõju mullaanalüüsi tulemustes kajastub küll septembri kõrge sisaldusega, kuid tavaliselt suurendab väetamine sisaldust veelgi rohkem. Loogiliselt väheneb detsembriks sisaldus mõlemal põllul, kuid Nmin sisalduse tõus samas suurusjärgus toimub vaid Adavere 2 põllul. Adavere 5 põllul seevastu ülemises kihis on langus märkimisväärne, kuid alumistes kihtides sisaldus väga madal ja suureneb minimaalselt. Kindlasti suutis talivili sooja sügisega tarbida märkimisväärse koguse, kuid arvestades mineraalse lämmastiku mobliisust liikus enamus Nmin meie uurimissügavusest välja juba enne, kui me kogusime uued proovid.

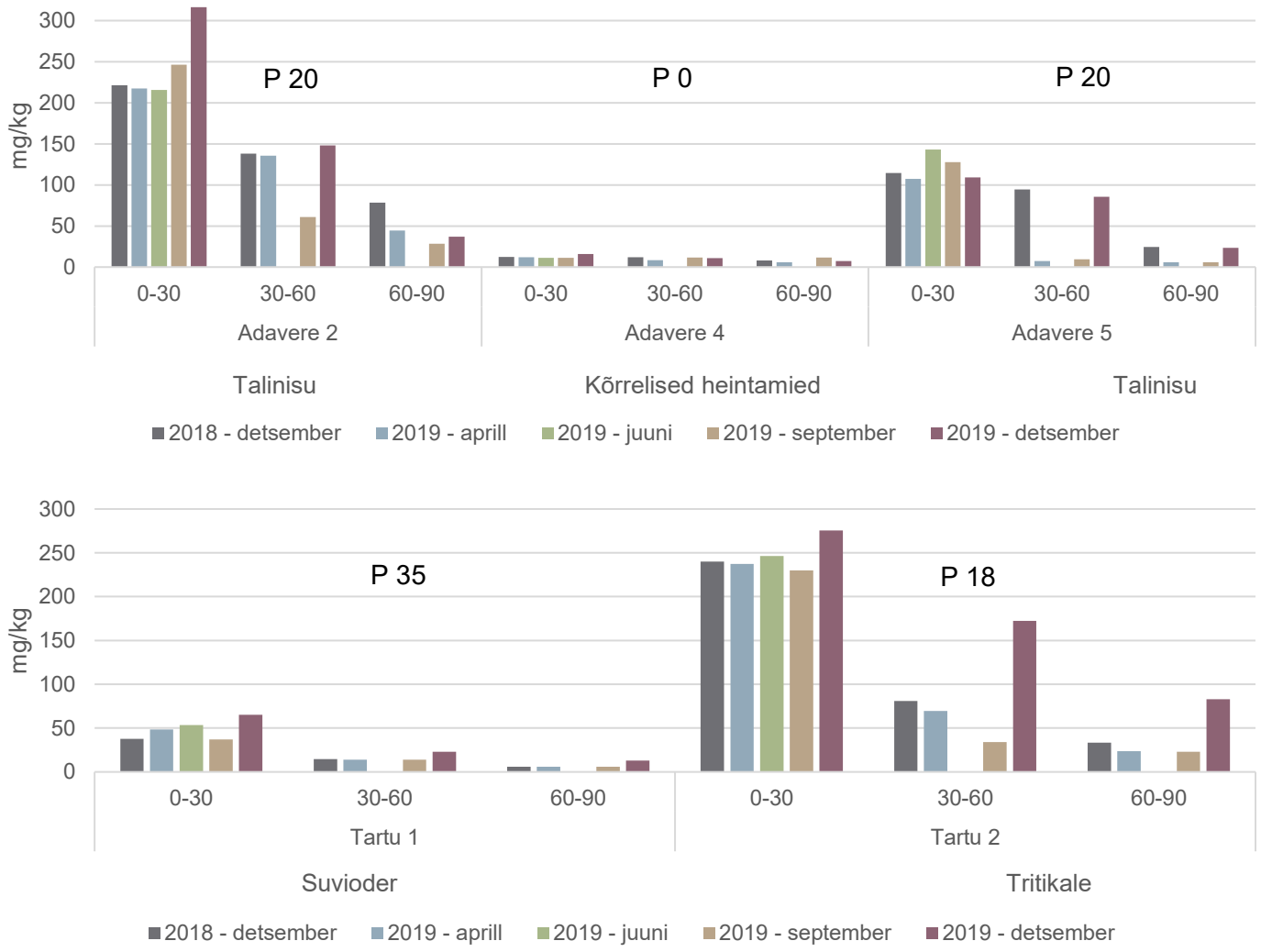
Tartu 2 alal on Nmin väetamise tase samas suurujärgus Adavere kahe alaga, Tartu 1 alal on väetamise norm oluliselt kõrgem. Mõlemal Tartu alal lisati digestaadiga märkimisväärne kogus Nmin. Tartu 1 alal kasutati digestaati 2019. aastal 2 korda ja kokku lisati sellega mulda ca 190 kg/ha mineraalset lämmastikku. Septembriks suurenes oluliselt mõlemal põllul Nmin sisaldus ülemises ja keskmises kihis ehk kultuurid ei olnud lisatud Nmin kogust suutnud ära tarbida ning osaliselt oli juba Nmin liikunud keskmisesse mullakihti. Oktoobris lisatud digestaadi mõjul langes oodatult Nmin sisaldus oluliselt nii ülemises kui ka keskmises kihis ning suurenes leostumise tagajärjel alumises kihis sügisperioodil oluliselt. Jooniselt selgub ka, et oktoobri keskel mulda lisatud digestaadist pärit kogu Nmin liikus 2,5 kuu jooksul mullaprofiili ülemisest kihist praktiliselt alla. Tartu 2 alal oli samuti ülemises kihis septembriks sisaldus väga kõrge, kuid keskmises kihis oluliselt madalam ning sügisperioodil langes kõikides kihtides sisaldus märkimisväärselt.




Joonis 4. Lämmastikuga väetamine (kg/ha) ja mineraalse lämmastiku keskmine sisaldus ja dünaamika mulla erinevates kihtides NTA (ülemine joonis) ja Tartu proovialadel (alumine joonis) perioodil 2018-2019

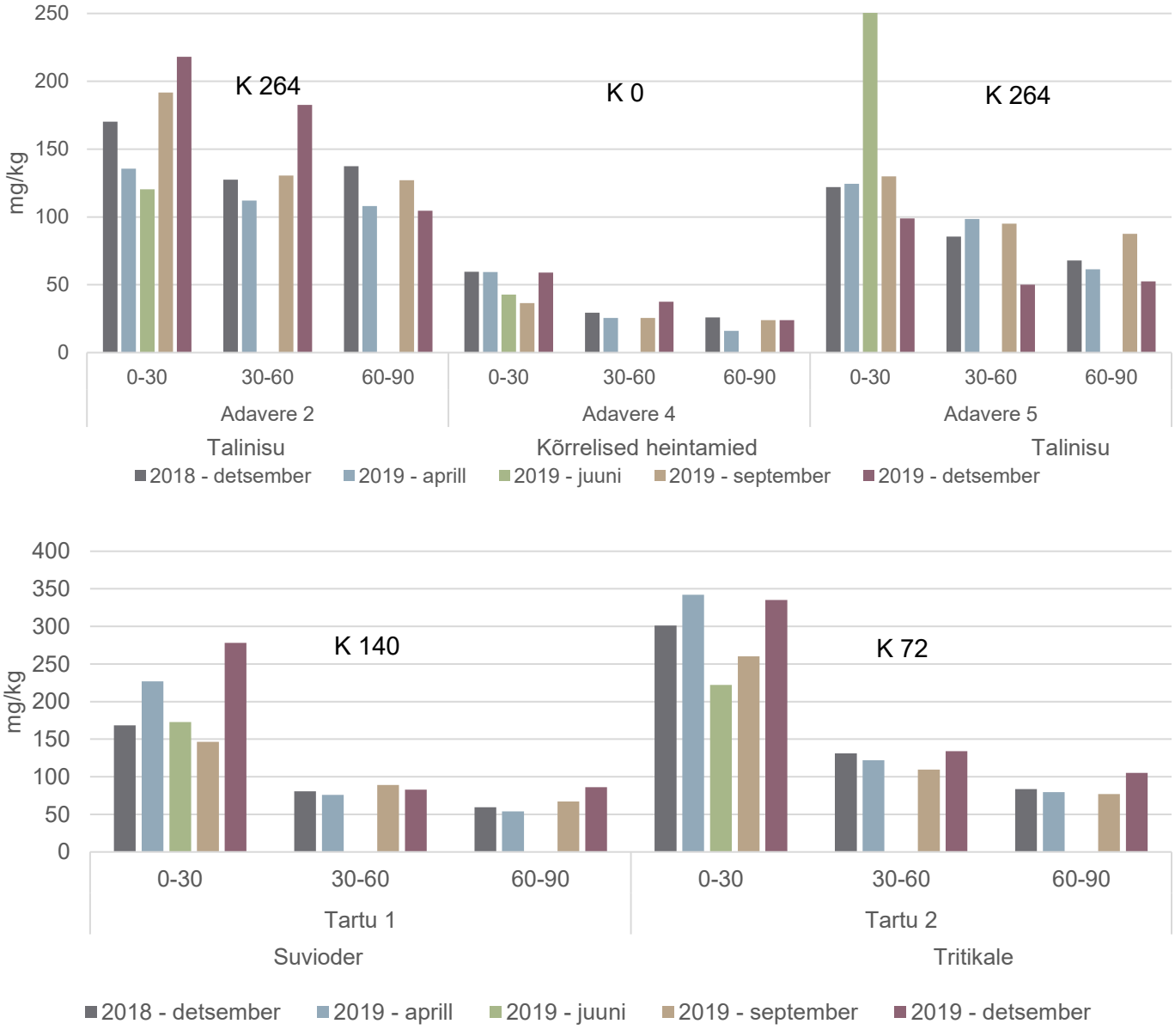
Lisaks mineraalsele lämmastikule analüüsiti ka teiste toiteelementide sisalduse muutust mulla erinevates kihtides ning selgus, et sõltuvalt põllust võib teatud kogus liikuvat fosforit leostumise tulemusena jõuda mulla alumistesse kihtidesse (Joonis 5). Samas erinesid liikuva P ja Nmin sisalduse dünaamikad oluliselt. Adavere 4 alal P väetisi ei kasutatud, elemendi üldine sisaldus oli väga madal ning seetõttu praktiliselt ei toimu ka P liikumist mullaprofiilis. Teistel Adavere aladel on oluliselt kõrgem P sisaldus mullas ning aastase perioodi jooksul on lisatud mulda fosforit vedelsõnnikuga. Adavere 2 alal kajastub vedelsõnnikuga lisatud P nii septembri kui eriti detsembri ülemise kihi sisalduses, suurendades P sisaldust märgatavalt. Sügisperioodil suurenes oluliselt ka keskmise kihi P sisaldus ehk sel ajal on toimunud samuti teatud määral leostumine, aga alumises kihis see praktiliselt puudus. Kuigi Adavere 5 alal lisati samuti vedelsõnnikut, siis ülemises kihis mullaanalüüsiga seda ei tuvastanud, kuid selgelt on näha alumistes kihtides oluline P suurenemine sügisperioodil - järelikult pidi mullaprofiilis liikuma märkimisväärne kogus P allapoole. Üheks põhjuseks võib olla ka väetise jaotamise ebaühtlikkus ning proovikohtade väike nihe proovialal. Olulisel määral tarbis fosforit ka sügisel külvatud talioder.

Varasügisese vedelsõnniku kasutamisega liigub sooja ilmastikuga sügisperioodil märkimisväärne osa fosforist alumistesse mullakihtidesse




Joonis 5. Fosforiga väetamine ja liikuva fosfori keskmine sisaldus ning dünaamika mulla erinevates kihtides NTA (ülemine joonis) ja Tartu proovialadel (alumine joonis) perioodil 2018-2019

Tartu alad erinevad nii liikuva P sisalduse kui ka selle muutustega erinevates mullakihtides. Tartu 1 ala mulda lisati fosforit ainult digestaadiga ja Tartu 2 alal lisaks veel mineraalväetistega. Ülemises kihis tõusis mõlemal alal P sisaldus detsembriks veidi, kuid alumistes kihtides Tartu 1 alal oluline liikumine puudub - mõlemas kihis tõusis sisaldus minimaalselt, mis viitab väiksele fosfori liikumisele mullas. Tartu 1 alal ülemise kihi P sisalduse suurenes oktoobris digestaadiga mulda lisatud fosfori arvelt. Madalaim sisaldus septembris viitab asjaolule, et suvioder suutis tarbida rohkem P kui mulda mineraalväetisega kasvuaegselt juurde lisati (5 kg/ha). Tartu 2 alal suurenes samuti detsembriks oluliselt P sisaldus kõikides kihtides, kuigi P juurde ei lisatud. Üllatav on seejuures alumiste kihtide P sisalduse järsk tõus sügisperioodil, kuid väga kõrge P sisaldusega mullas ongi selline leostumine soodsatel tingimustel võimalik isegi tagasihoidlikuma väetamise korral.




Joonis 6. Kaaliumiga väetamine ja liikuva kaaliumi keskmine sisaldus ning dünaamika mulla erinevates kihtides NTA (ülemine joonis) ja Tartu proovialadel (alumine joonis) perioodil 2018-2019

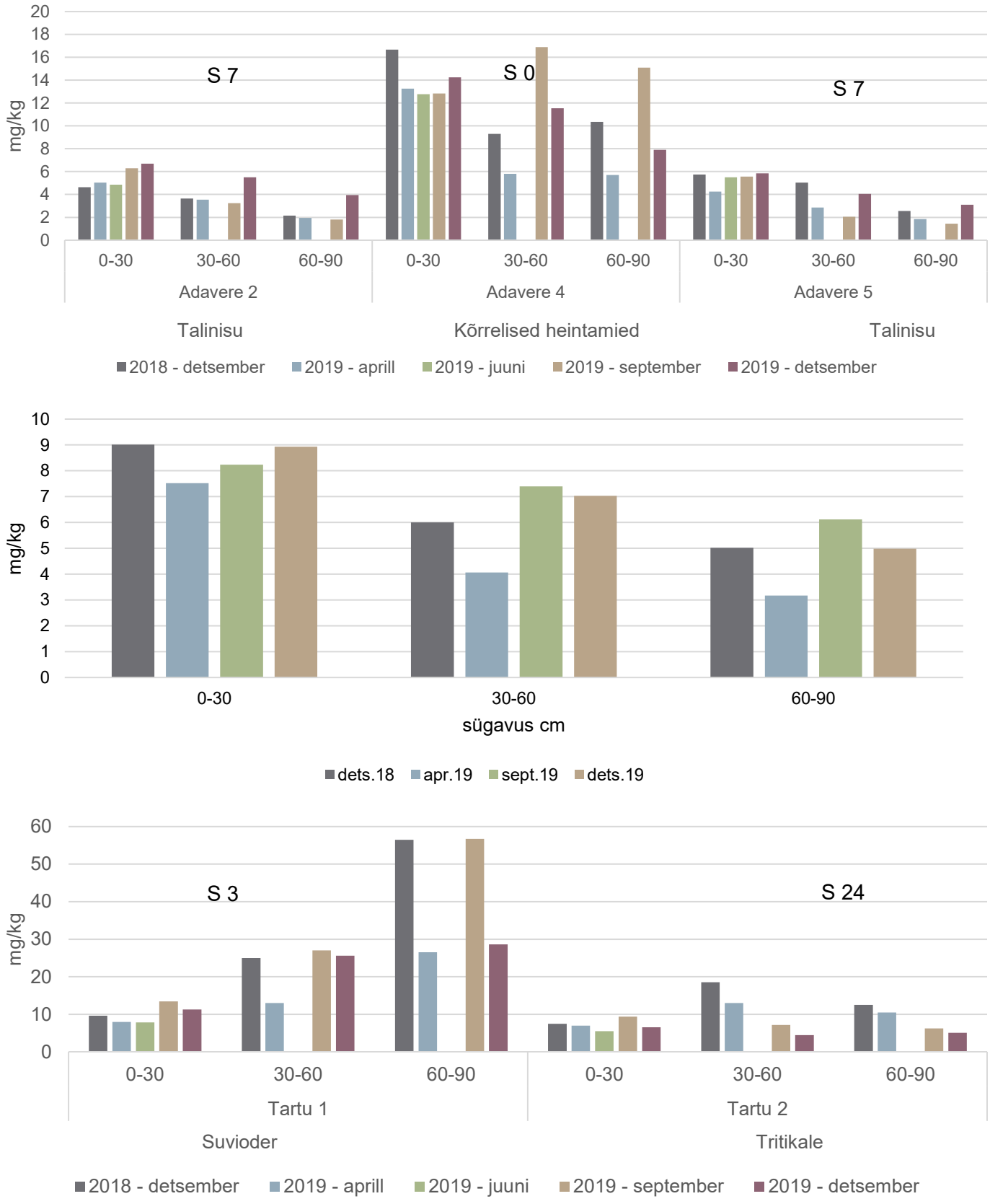
Liikuva K sisaldus (Joonis 6) ja liikuvus oli kõikides kihtides madalaim väetamata rohumaal Adavere 4 alal. Suure normiga väetatud teistel Adavere aladel oli hoolimata sarnasest väetamisest tulemused erinevad. Adavere 2 alal kajastus vedelsõnnikust pärinev K juba septembrikuu tulemustes ja detsembriks tõusis sisaldus veelgi keskmises ja alumises kihis. Adavere 5 alal oli kõrgeim sisaldus ootamatult juunis, kuid siin on tegemist ilmselt tehnilise probleemiga. Samas ei ole märgata K sisalduse tõusu septembris ega detsembris, kuigi mulda lisati olulises koguses kaaliumi. Osaliselt on see seletatav ka sellega, et sügisel külvatud talioder tarbis mullas olevat kaaliumit.

Tartu aladel oli 2019. aastal K väetamise tase madalam kui Adavere kahel alal, kuid K sisaldus mullas on optimaalne või üle selle. Tartu 1 alal lisati oktoobris kaaliumi mulda digestaadiga ning see kajastub otseselt ka ülemise mullakihi mullaproovi tulemuses - sügisperioodil on K sisaldus mullas oluliselt tõusnud, kuid alumistesse kihtidesse K juurde pole lisandunud. Järelikult oli leostumine K osas vähene. Kuigi Tartu 2 alale K juurde ei lisatud, siis sügisperioodil suurenes veidi nii keskmise kui alumise kihi vastav näitaja. Järelikult kõrge K sisaldusega muldades, kus vegetatsiooniperioodil ega selle eelselt K juurde ei anta, toimub vähene K leostumine alumistesse mullakihtidesse.

Madala kaaliumi sisaldusega muldades ei toimu märkimisväärset leostumist sügavamatesse mullakihtidesse.

Liikuva kaaliumi sisaldus mulla erinevates sügavuskihtides näitas, et madala K sisaldusega muldades ei toimu märkimisväärset muutust sügavamates mullakihtides ning peamiselt toimub K leostumine kõrge K sisaldusega muldades sügisperioodil.

Mullas kergesti liikuvatest toiteelementidest on mineraalse lämmastiku kõrval kindlasti üks olulisemaid väävel. Kuna põllumajanduskultuuride väävli tarbimine ja väetamine on erinev, siis käsitletakse mulla väävlisisalduse dünaamikat nii põldude lõikes kui Adavere alade keskmisena (Joonis 7). Adavere aladest ei väetatud väävliga Adavere 2 ala, teistel aladel kasutati varakevadel väävlit normiga 7 kg/ha. Kõrgeima S sisaldusega oli turvasmullal paiknev Adavere 4 ala, kuid olulised liikumised toimusid ka teistel aladel. Huvitav on märkida, et kuigi väävliga väetamist Adavaere 4 alal ei toimunud, siis suurenes S sisaldus sügisperioodil ülemises kihis ja see oli ilmselt seotud väga soodsate orgaanilise aine lagunemistingimustega sügisel. Septembris oli alumistes kihtides kõrgeim sisaldus, mis sügisperioodil vähenes oluliselt. Septembri kõrge sisaldus oli tingitud suveperioodil toimunud S vabanemisest turba mineraliseerumisel ja uhtumisega vihmadega mullaprofiilis allapoole. Järelikult ei ole kõrrelised heintaimed ka head väävli tarbijad ja ei suuda sedakuigi palju omastada. Teistel aladel suurenes ülemises kihis S sisaldus aeglaselt, kuid alumistes kihtides toimus sügisperioodil märkimisväärne tõus ehk väävel liikus profiilis allapoole ka suhteliselt madala väetustaseme juures. Alade keskmisena S sisaldus mulla ülemises kihis suurenes aeglaselt perioodil apillist-detsembrini, kuid alumistest kihtides on see praktiliselt võrdne. Siiski olid aladevahelised erinevused suhteliselt suured.

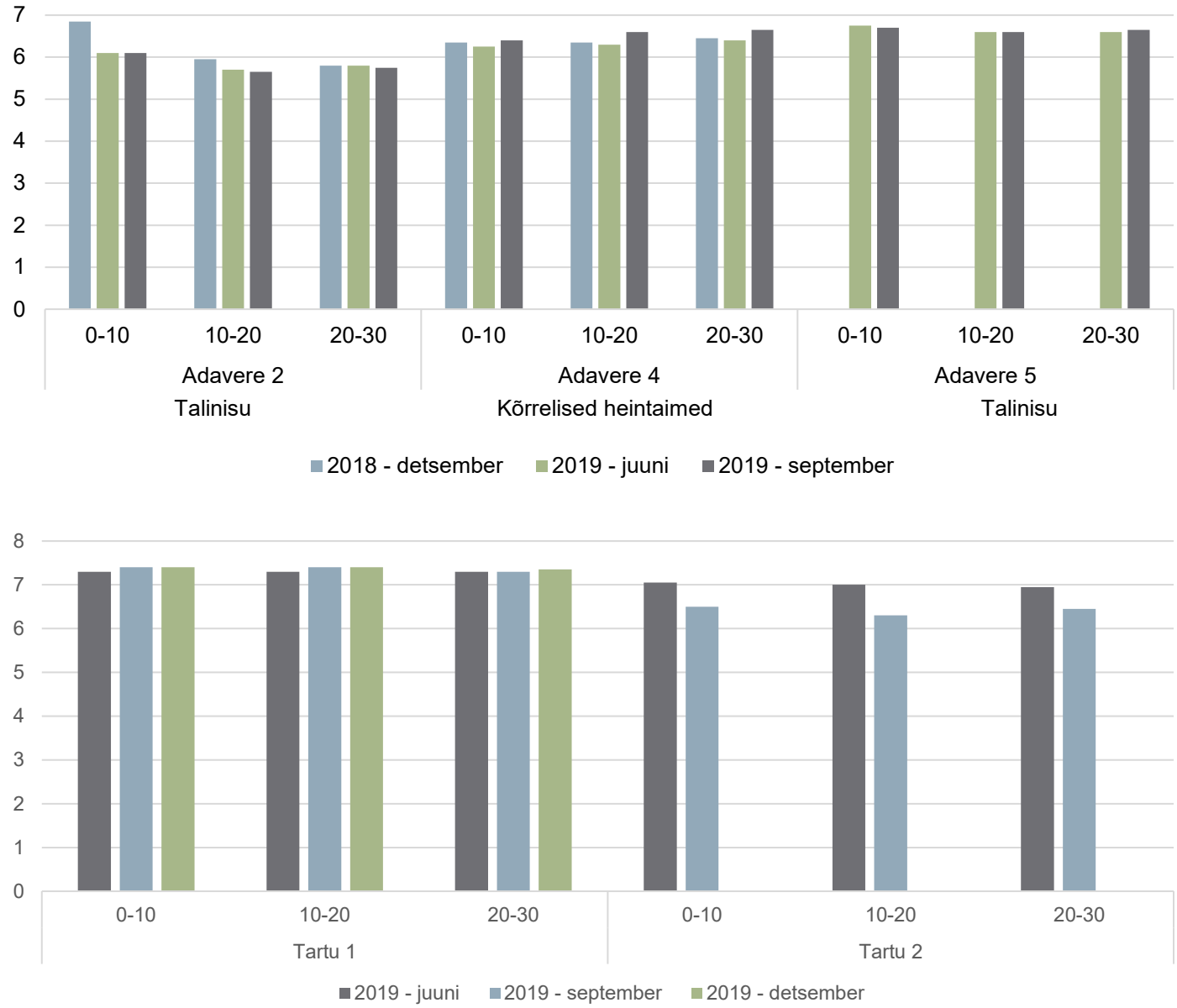



Joonis 7. Väävli sisaldus ja dünaamika kolmel NTA seirealal (ülemine joonis), alade keskmisena (keskmine joonis) ja Tartu proovialade (alumine joonis) mullas 2018-2019

Tartu alasid väetati väävliga erinevalt ja sellest lähtuvalt oli elemendi liikumine mullas veidi teistsugune. Tartu 1 alale lisati väävlit suhteliselt väikeses koguses, kuid septembriks tõusis ülemises kihis sisaldus veidi ja langes taas sügisperioodil. Üllatuslikult oli ülemises kihis detsembriks S sisaldus kõrgem, keskmises kihis stabiilne ja alumises kihis langes oluliselt. Tartu 2 alal lisati mulda oluliselt rohkem väävlit, kuid üldine sisaldus jäi ometi madalamaks kui Tartu 1 alal. Kõikides kihtides toimus sügisperioodil S sisalduse vähenemine ja olulist liikumist alumistesse kihtidesse ei toimunud või toimus see soodsates kliimatingimustes enne mullaproovide kogumist. Ilmselt suutis Tritikale tarbida vegetatsiooniperioodi jooksul märkimisväärse koguse väävlit ja S väetamise norm 24 kg/ha ei tekitanud leostumist mullaprofiilis.

2018. aastal alustasime mullaomaduste muutuste detailsemat hindamist ka mulla ülemises kihis 10 cm tüseduste lõikes, et selgitada taimede jaoks aktiivses mullakihis toimuvaid muutusi ja toiteelementide dünaamikat. Adavere uurimisaladelt valisime välja kolm ala (Adavere 2, Adavere 4 ja Adavere 5) ning mõlemad Tartu uurimisalad. Detailsema uuringu eesmärgiks on jälgida, kuidas toimub erinevate kultuuride toitainete omastamine ja liikumine taimekasvatuse seisukohast kõige aktiivsemas mullakihis vegetatsiooniperioodil.

Aktiivse mullakihi happesuse muutustest selgub, et Adavere aladest toimusid suuremad muutused Adavere 4 turvasmullal ja üldise trendina on muld juunis veidi happelisem kui septembris ja seda kõikides kihtides (Joonis 8). Ülejäänud Adavere aladel muutus aktiivses kihis mulla happesus minimaalselt. Tartu 1 alal suurenes perioodil juuni-detsember happesuse näitaja aeglaselt, kuid kõikides kihtides oli tase praktiliselt sama. Tartu 2 alal on muld veidi happelisem ning kõikides kihtides juunis veidi neutraalsem kui septembris. Kuna sellel põllul on mulla lõimses piisavalt saviosakesi, siis võib tegemist olla kapillaarvee tõusust tingitud karbonaatse materjali liikumisega ülemistesse mullakihtidesse ja selle mõjust mulla happesusele. Taimede toitumise seisukohalt on selline trend igati positiivne, sest parandab toitainete omastamist aktiivse kasvu perioodil.

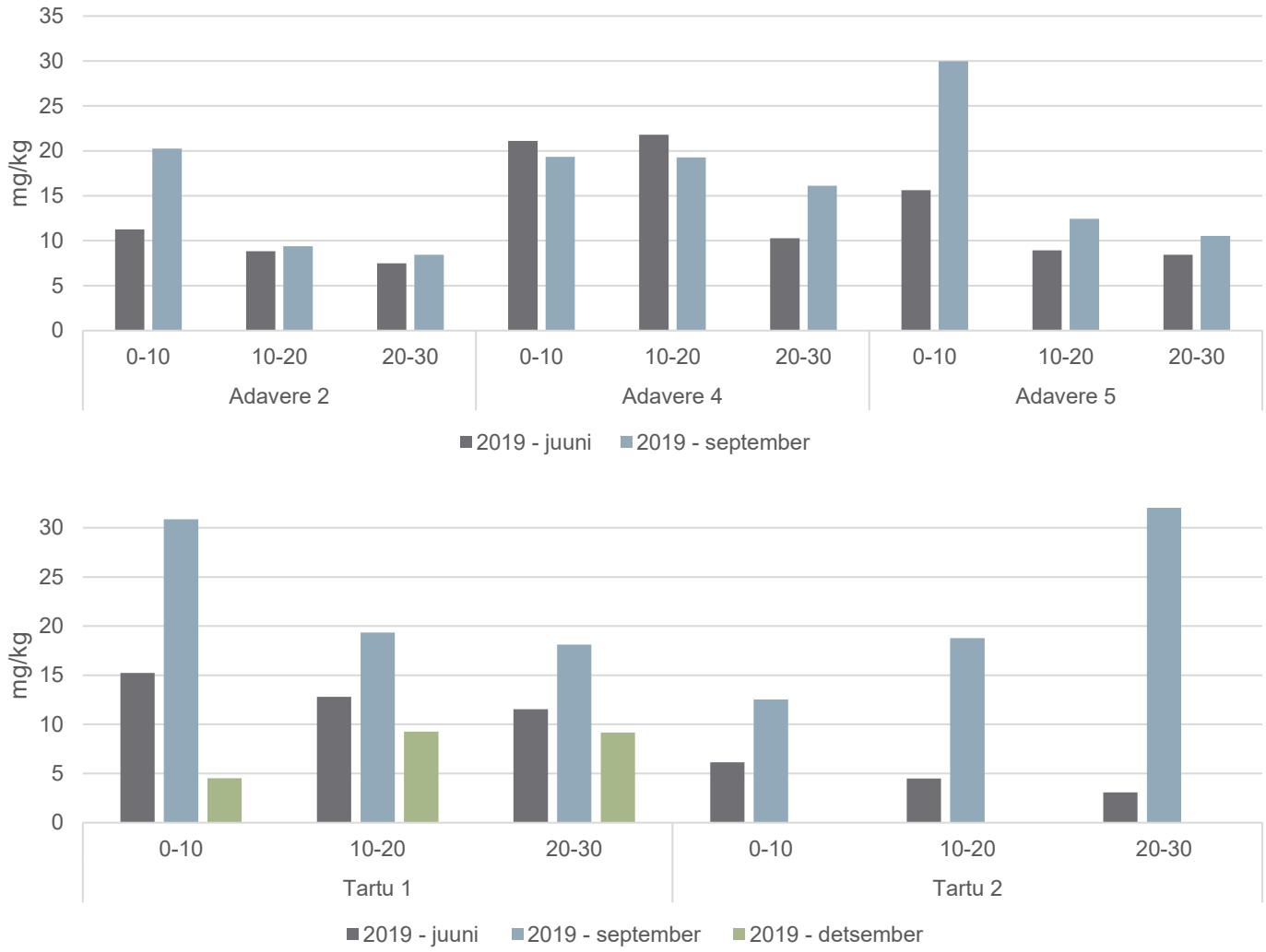



Joonis 8. Aktiivse mullakihi pH ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal

Adavere 2 ja 5 aladel kajastub kõige ülemises kihis vedelsõnnikuga augusti lõpus mulda lisatud Nmin ning Adavere 5 alal toimus väike suurenemine ka alumistes kihtides (Joonis 9). Adavere 5 alal sügiseks ülemises kihis sisaldus langes, kuid alumises kihis tõusis, mis viitab kergele leostumisele juba 5 päeva peale vedelväetise kasutamist. Tartu aladel oli samuti kõrgeim sisaldus kõikides kihtides septembris. Tartu 1 alal oli see tingitud digestaadi kasutamisest enne proovide kogumist, siis Tartu 2 alal oli kõrgeim sisaldus alumises kihis ja ilmselt oli see seotud kasutamata Nmin liikumisega allapoole. Tartu 1 alal kogusime digestaadist pärit toitainete jälgimiseks proovid ka detsembris ja selgus, et aktiivsest mullakihist liigub Nmin suhteliselt kiiresti aktiivsest kihist allapoole.

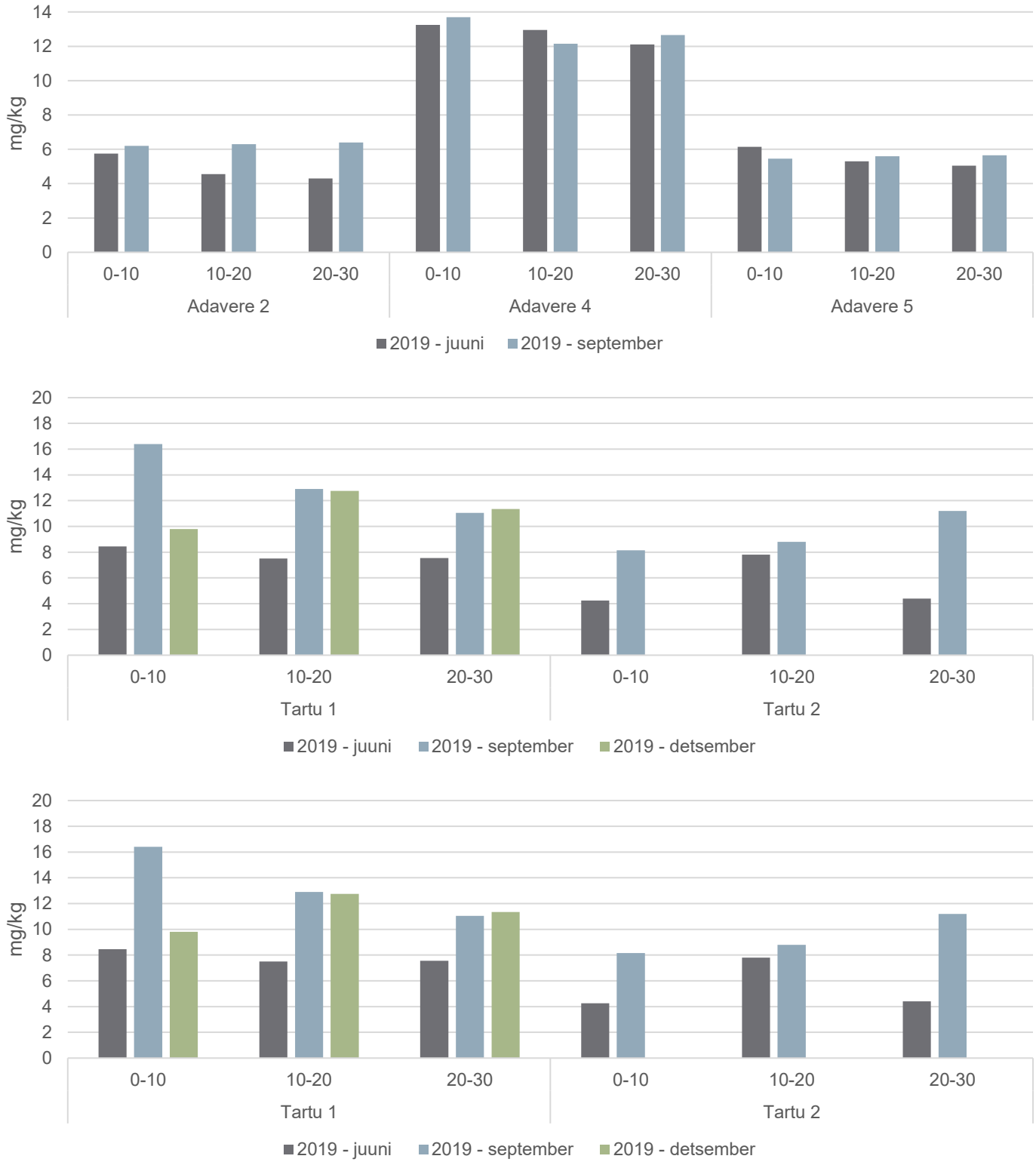
Nmin sisaldus ja dünaamika aktiivses mullakihis sõltub eeskätt väetamisest ja sügisperioodi sademetest tingitud leostumisest.

Praktiliselt kogu Nmin on kadunud mulla kõige ülemisest 10 cm kihist, kas keemiliste protsesside (denitrifikatsioon) või leostumise tõttu.




Joonis 9. Aktiivse mullakihi mineraalse lämmastiku sisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal

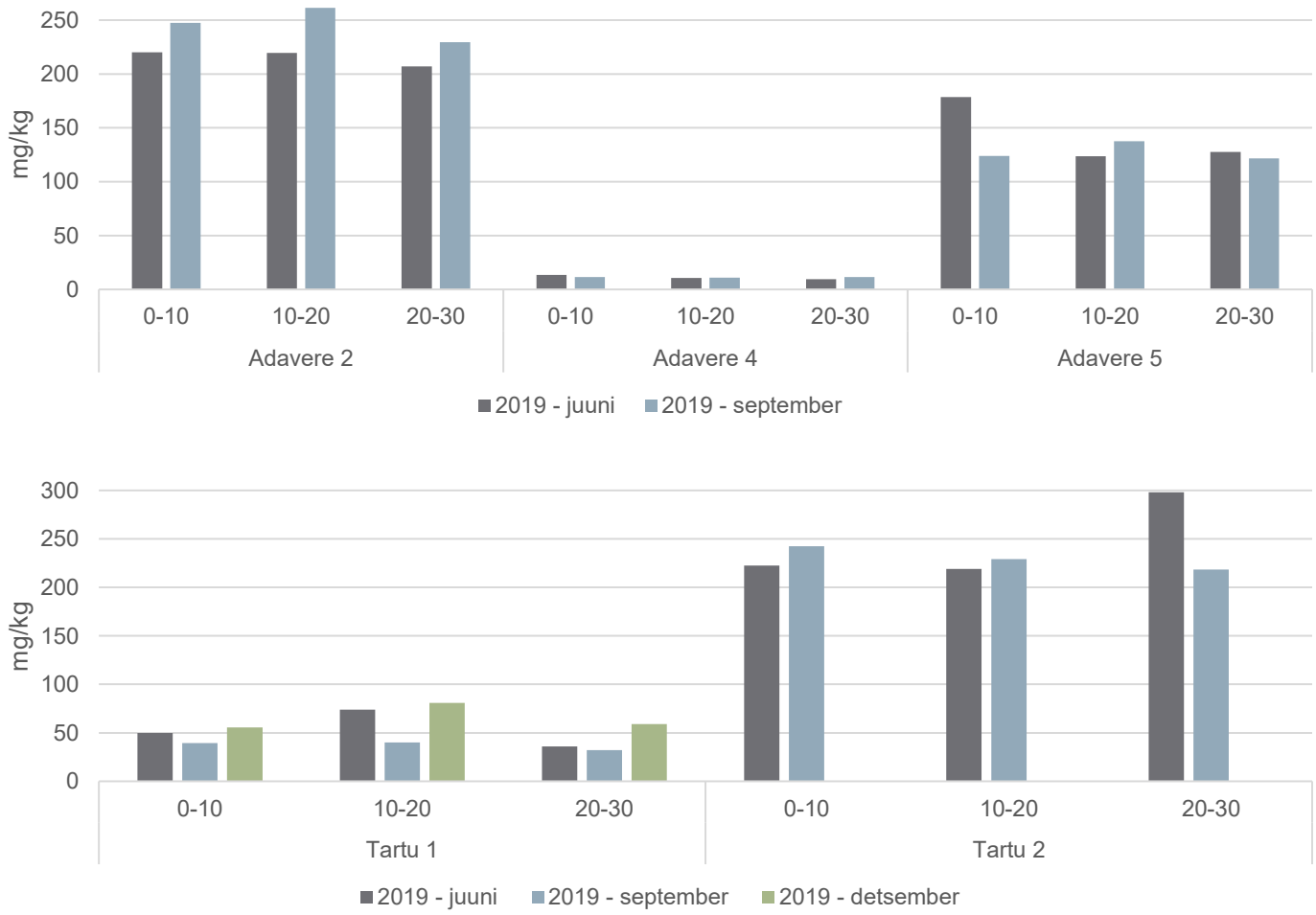
Adavere 4 alal ei lisatud väävlit mulda väetistega, seega jälgime olemasoleva väävli sisaldust ja dünaamikat (Joonis 10). Nagu eelnevalt tuvastasime, on turvasmullas väävli sisaldus suhteliselt kõrge kogu aktiivkihi ulatuses. Erinevate kihtide sisaldused erinesid juunis ja septembris suhteliselt vähe, kusjuures keskmises kihis oli sisaldus septembrsi madalam kui juunis. Kuigi teistel aladel väetati vähesel määral varakevadel ka väävliga, siis üldine sisaldus oli neil põldudel tunduvalt madalam. Adavere 2 alal oli septembris sisaldus kõrgem kõikides kihtides, kuid Adavere 5 alal keskmises ja alumises kihis. Nagu nägime sügavamate kihtide analüüsil, siis toimub sügiseks väävli liikumine alumistesse mullakihtidesse nii Adavere 2 kui Adavere 5 alal ja see liikumine on näha ka mulla aktiivkihis. Tartu 2 alal lisati väävlit mulda kõige enam, kuid üldine sisaldus on madalam kui Tartu 1 alal. Madalaim tase oli loogilisena kõikides kihtides juunis, kuna sel ajal tarbivad taimed toitaineid kõige rohkem. Mõlemal alal oli ülemises kihis toimunud septembriks järsk suurenemine, kuigi väävlit mulda ei lisatud. Ilmselt oli see seotud orgaanilise aine mineraliseerumisel vabaneva väävliga, mis Tartu 1 alal liikus ülemisest kihist leostumise teel ka allapoole, kuid alumistes kihtides jäi sügisperioodil sisaldus praktiliselt samaks.




Joonis 10. Aktiivse mullakihi väävli sisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal

Liikuva fosfori sisaldus ja dünaamika aktiivses mullakihis näitab, et Adavere 2 alal suurenes liikuva P sisaldus septembris võrreldes juuniga, kuid Adavere 5 alal vähenes ülemises kihis sügiseks oluliselt. Teistest kihtides on sisaldus stabiilne

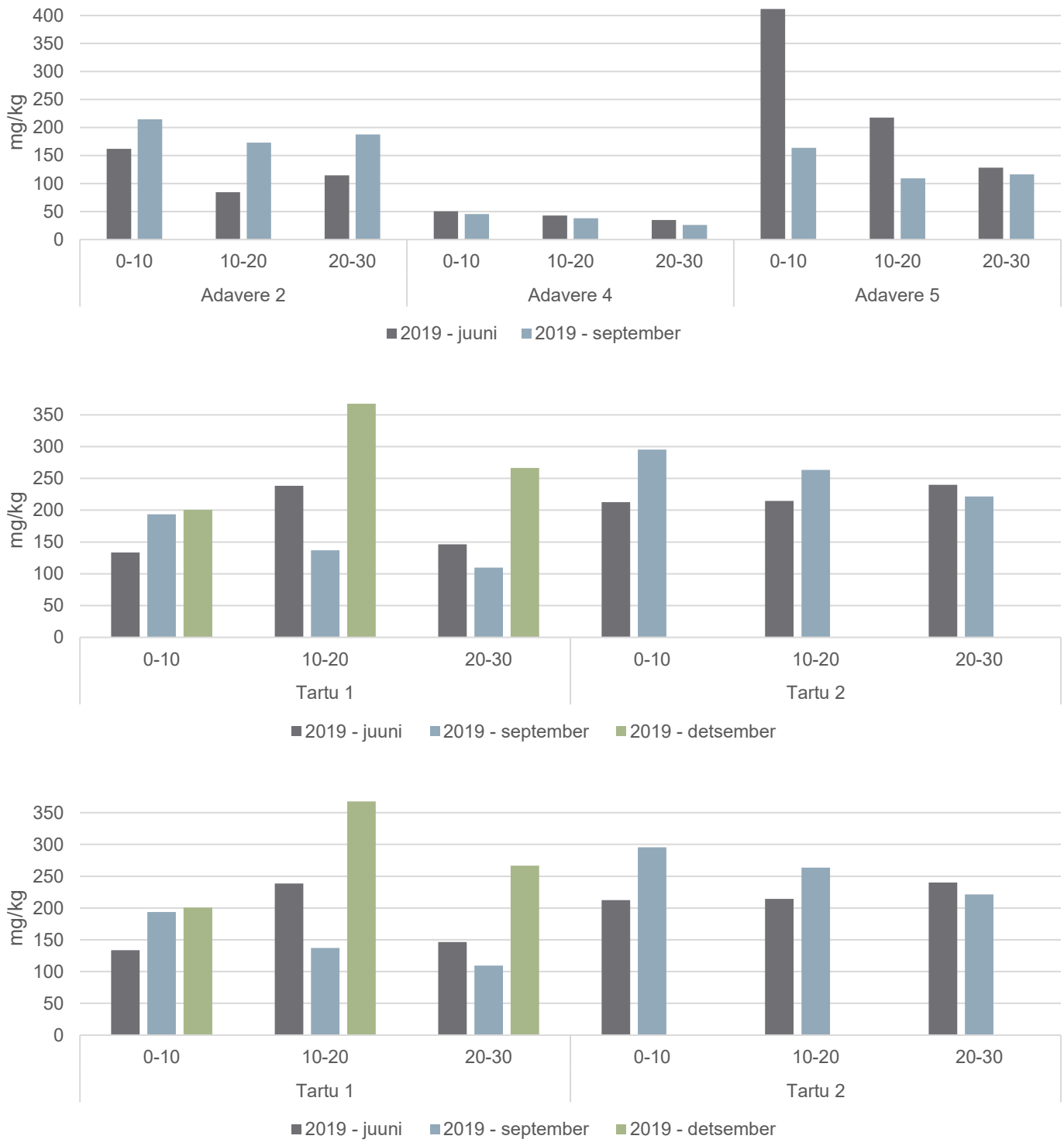
(Joonis 11). Kuigi neile aladele lisati vahetult enne proovide kogumist septembris vedelsõnnikut samas koguses, siis Adavere 2 alal kajastub see ka mullaproovides, kuid Adavere 5 alal ei ole see selgelt kirjeldatav, mis kinnitab eelnevalt uuringus mainitud versiooni väetamise ebaühtlikkusest. Adavere 4 alal oli P sisaldus väga väike kõikides kihtides. Tartu aladel oli väga suur erinevus liikuva P sisaldusel erinevates kihtides. Tartu 1 väetati põldu digestaadiga, kuid Tartu 2 alal 2019. aastal fosforit ei lisatud. Tartu 1 alal langes septembriks P sisaldus võrreldes juuniga ja eriti keskmises kihis, kuid oktoobris lisatud digestaadi mõjul detsembriks suurenes kõikides kihtides ja eriti alumises kahes kihis. Järelikult oli ülemisest kihist toimunud juba leostumine alumistesse kihtidesse. Tartu 2 ala ülemises ja keskmises kihis oli toimunud sügiseks vähene tõus, kuid alumises kihis oluline vähenemine.



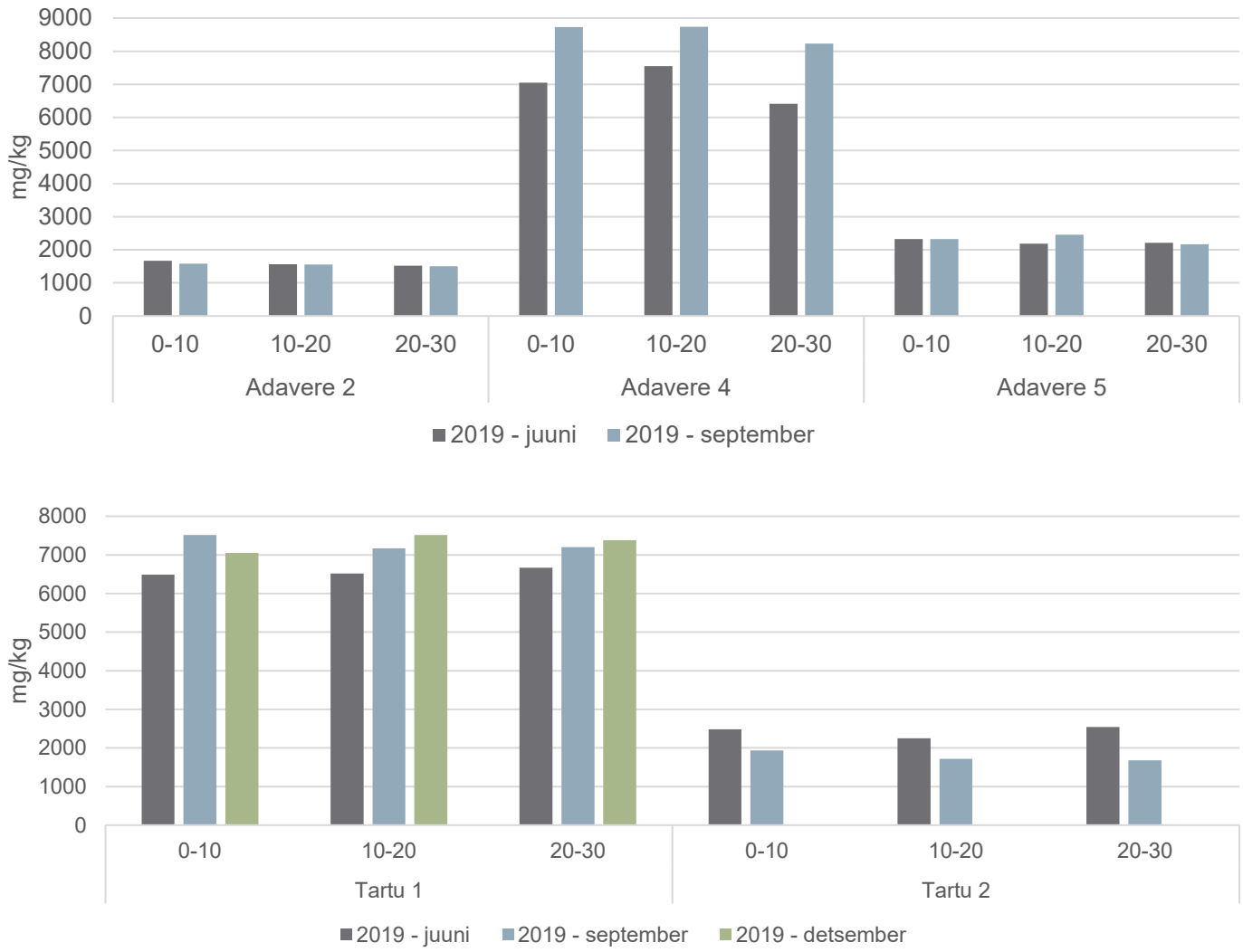

Joonis 11. Aktiivse mullakihi liikuva fosfori sisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal

Mulla liikuva K sisaldus ja selle muutumine aktiivkihis (0-30 cm) oli Adavere aladel sarnane fosfori vastavate tendentsidega (Joonis 12). Kuigi vedelsõnnikuga lisati mulda augusti lõpus kaaliumi märkimisväärselt, siis kajastus see vaid Adavere 2 alal, kus K sisaldus kõikides kihtides tõusis selle mõjul märgatavalt. Adavere 5 alal toimus aga sügiseks oluline vähenemine kõikides kihtides. Adavere 4 alal oli kaaliumi sisaldus väga madal ja vähenes suveperioodil veelgi taimede elutegevuse tulemusel. Tartu aladel ei ole samuti ühtsed ja selged loogikad kaaliumi sisalduses ja dünaamikas. Tartu 1 alal suurenes digestaadi kasutamise tõttu detsembriks K sisaldus oluliselt keskmises ja alumises kihis, mis viitab otseselt sellele, et digestaat viidi mulda künniga ning seetõttu sattus teda väga vähe ülemisse mullakihti. Juunis oli madalaim sisaldus ülemises kihis, sest just selles kihis toimub kõige aktiivsem toitainete omastamine. Tartu 2 alal

septembriks K sisaldus suurenes eeskätt ülemistes kihtides ja alumises kihtides veidi vähenes. Üldine K sisaldus oli väga kõrge ja nagu näitasid sügavamate kihtide tulemused, siis teatud osa ülemiste kihtide kaaliumit liikus sügavamatesse mullakihtidesse sügisperioodil.




Joonis 12. Aktiivse mullakihi liikuva kaaliumi sisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal




Joonis 13. Aktiivse mullakihi kaltsiumisisaldus ja dünaamika kolme NTA seireala (ülemine joonis) keskmisena ja Tartu proovialadel (alumine joonis) 2019. aastal

Adavere 2 ja 5 alade mulla aktiivkihi kaltsiumisisaldus oli mulla aktiivkihi erinevates sügavustes suhteliselt sarnane ja muutub suveperioodil minimaalselt (Joonis 13). Adavere 4 alal on Ca sisaldus septembris oluliselt kõrgem kui juunis. Tartu 1 ala ülemises kihis on kõrgeim sisaldus septembris ja langeb detsembriks veidi ilmselt vähese leostumise tulemusena, mille tagajärjel alumistes kihtides on kõrgeim sisaldus detsembris. Madalaim oli sisaldus aktiivse taimekasvu perioodil juunis. Tartu 2 alal on Ca sisaldus oluliselt madalam ning langeb kõikides kihtides sügiseks.

### 1.1.3. Kokkuvõte

- 2019. aasta saagile kasutati NTA alal paiknevate seirepõldude väetamiseks keskmiselt 127 kg/ha, Tartu ala põldudele 245 kg/ha lämmastikku. Olulise eripärana kasutati Adavere 2 ja 5 aladel augustis vedelsõnnikut ja Tartu 1 põllul digestaati oktoobri keskel.
- 2019. aasta sügisel toimus viimaste aastate kiireim leostumine seoses väga soojade ilmastikutingimustega sügisperioodil. Aastate keskmisena suurenes Nmin sisaldus sügisperioodil keskmises kihis ca 1,9 korda ja alumises kihis 2 korda.
- Sügisperioodil vähenes Adavere aladel mineraalse lämmastiku kogus ülemises mullakihis peamiselt leostumise tulemusena 20 kg/ha, mille tagajärjel suurenes vastavalt järgmise kihi Nmin kogus 12 kg/ha võrra ja alumises mullakihis 9 kg/ha võrra.
- Kolme aasta keskmisena oli detsembriks Tartu aladel kogunenud keskmisesse ja alumisse mullakihti kokku 101 kg/ha mineraalset lämmastikku.
- Adavere aladel suurenes sügisperioodil keskmise kihi fosforisisaldus 23% ja alumise kihi sisaldus 40%.
- Osa vedelsõnnikust pärit Nmin oli Adavere aladel juba 5-6 päevaga liikunud mulla alumistesse kihtidesse ehk mullas toimub soodsatel tingimustel väga kiire vertikaalne Nmin liikumine.
- Oluline osa oktoobris digestaadiga lisatud mineraalsest lämmastikust on soodsatel tingimustel detsembri lõpuks liikunud 90 cm sügavamale. Liikuva PK leostumine toimub oluliselt aeglasemalt.
- Madala K sisaldusega muldades ei toimu märkimisväärset muutust sügavamates mullakihtides ning peamiselt toimub K leostumine kõrge K sisaldusega muldadega suhteliselt kõrgel väetusfoonil. Leostumine toimub peamiselt talveperioodil, vähemal määral ka sügisperioodil.
- Väävli sisaldus on oluliselt kõrgem orgaanikarikkas mullas ning seal toimub ka selle leostumine suuremal määral.

## 1.2. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride (põlduba, silomais, hernes, õlikanep) väetustarbe ja toitainete omastamise seaduspärasuste, toitainete vertikaalse liikumise ning toitainete bilansi arvutamine väetamissoovituste väljatöötamiseks

### 1.2.1. Uuringu eesmärk

Tegevuse peamiseks eesmärgiks on selgitada viimastel aastatel levima hakanud põllumajanduskultuuride (n. põlduba, hernes, õlikanep, silomais jt) toitumise ja väetamisega seotud probleeme, tagamaks nende optimaalne väetamine. Enamlevinud põllumajanduskultuuride väetamissoovitused on välja töötatud eelnevalt, kuid viimasel ajal on hakanud üha populaarsust võitma kultuurid, millede väetamist ja toitainete bilanssi Eesti tingimustes on vähe uuritud, kuid vajadus selle järgi on ilmselgelt olemas. Samuti on vaja täiendavalt uurida nende kultuuride toitainete tarbimist, omastatavate toiteelementide liikumist mulla vertikaalprofiilis ja põllult eemaldatavate ning sinna tagastatavate taimeosade biokeemilist koostist, mille alusel on võimalik koostada nende kultuuride toitainete bilanssi erinevates tingimustes.

Käesolev uuring on otseselt seotud MAK 2014-2020 prioriteetide 4 ja 5 ettenähtud eesmärkide täitmisega ja nende prioriteetidega seotud meetmete arendamisega. Eeskätt on uuring suunatud küsimuste lahendamiseks, mis puudutavad veekeskkonna kaitset mineraalse lämmastiku, väävli ja teiste toiteelementide võimaliku leostumise suhtes ning laiemas plaanis aitab väetamise optimeerimisega kaasa mulla- ja veekaitsele.

Prognoosimaks võimalikku leostumise ohtu on oluline teada, kuidas muutuvad sellega seotud erinevad mullaparameetrid. Sellest lähtudes on võimalik hinnata potentsiaalset mineraalse lämmastiku, taimedele omastatava väävli ja teiste toiteelementide võimalikku liikumist mulla vertikaalprofiilis ning potentsiaalset leostumist sõltuvalt maakasutusest, ilmastikust ja mullastikust.

Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse mullaseire ja uuringute büroo, kontaktisik Priit Penu, priit.penu@pmk.agri.ee.

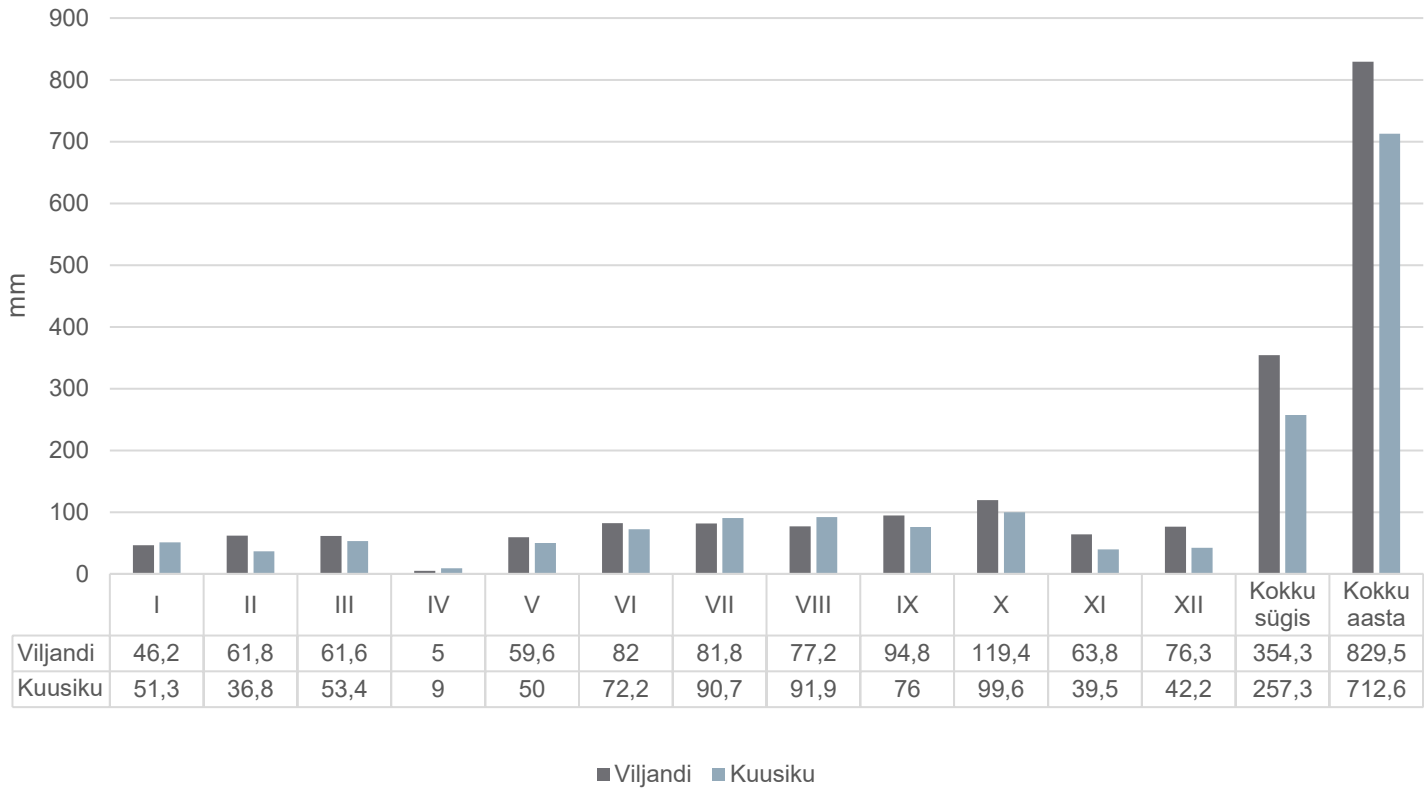
### 1.2.2. Tulemused ja arutelu

2018. aastal alustati ning 2019. aastal jätkati vähemlevinud põllukultuuride uuringut, mis on plaanitud korduvuuringuna jätkata veel vähemalt 1 aasta. Kahe aasta tulemustest pole võimalik teha üldistavaid järeldusi ja seetõttu piirdume antud aruande puhul tulemuste lühikirjeldusega koos olulisemate suundade näitamisega. Põhjalikum analüüs on võimalik teostada vähemalt kolme aasta tulemustele tuginedes. 2019. aastal keskendusime kultuuride ja sama agrotehnoloogia võrdlemisele erinevates katsekeskustes, siis sel aastal võrdleme erinevaid kultuure erinevatel väetustasemetel.

Katsekeskustest (KK) koguti mullaproovid spetsiaalselt selle uuringu raames rajatud katselappidelt erinevatest sügavustest neli korda aasta jooksul. Kultuuride väetamisest annab ülevaate Tabel 1 ning sademetest aasta jooksul kuude lõikes (Joonis 14). Kultuuride väetamise andmetest selgub, et üldise väetamise foon oli katselappidel sarnane, erinesid vaid metoodikas ette nähtud Nmin kogused ja kasutatud lämmastikväetise eripärast tulenevalt ka väävli kogused. Sademete kogus nii aastas kui ka sügisperioodil oli suurem Viljandi katsekeskuse proovialadel.

Tabel 1. Kultuuride väetamine 2019. aastal

| Kultuur/Väetamise tase | N | P | K | S |
|---|---|---|---|---|
| | kg/ha | kg/ha | kg/ha | kg/ha |
| Hernes N15 | 15 | 12 | 50 | 27 |
| Hernes N42 | 42 | 12 | 50 | 31 |
| Uba N15 | 15 | 12 | 50 | 27 |
| Uba N42 | 42 | 12 | 50 | 31 |
| Silomais N140 | 140 | 12 | 50 | 67 |
| Silomais N226 | 226 | 12 | 50 | 110 |
| Õlikanep N70 | 70 | 12 | 50 | 33 |
| Õlikanep N150 | 150 | 12 | 50 | 70 |



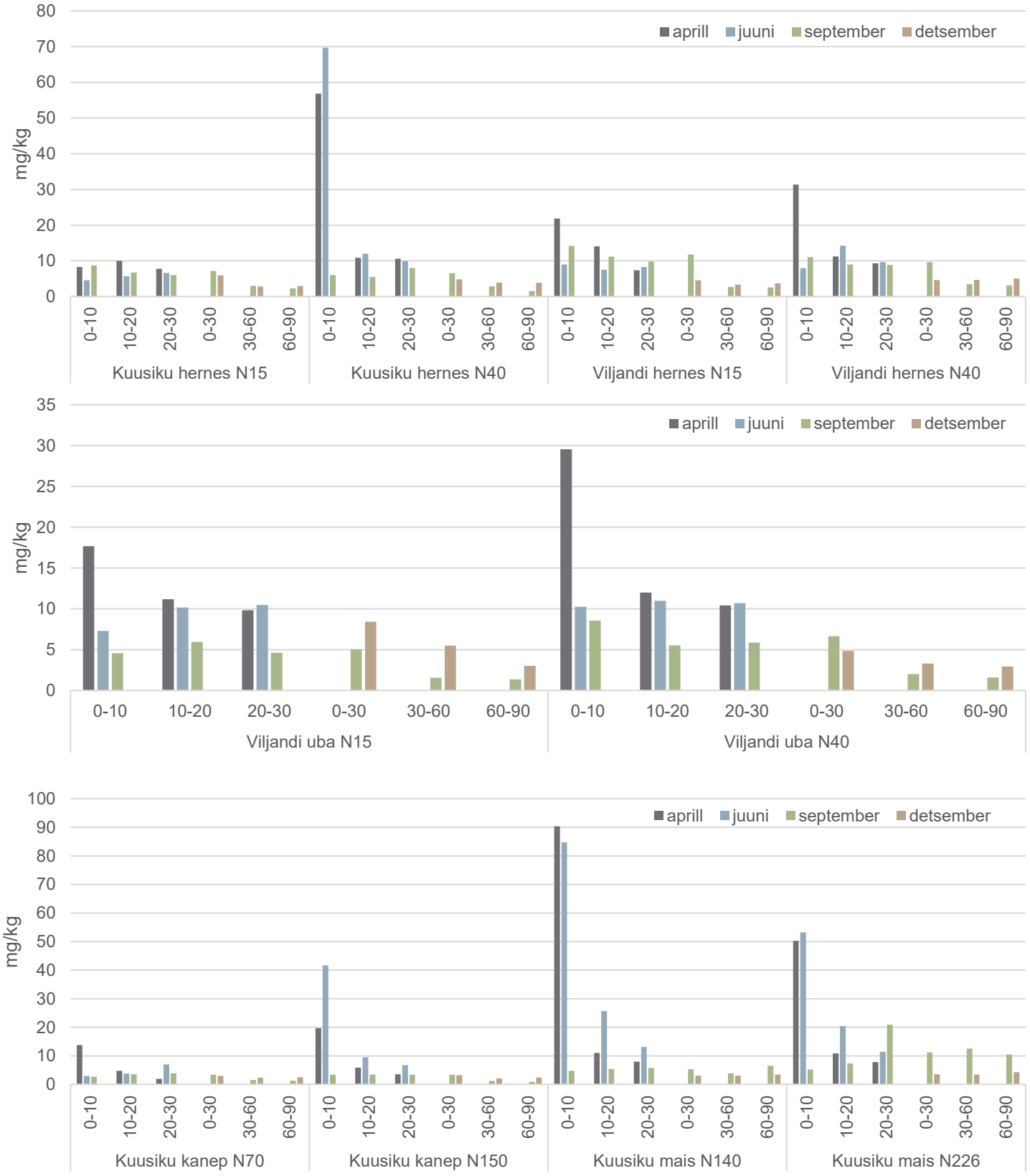

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Kokku sügis | Kokku aasta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viljandi | 46,2 | 61,8 | 61,6 | 5 | 59,6 | 82 | 81,8 | 77,2 | 94,8 | 119,4 | 63,8 | 76,3 | 354,3 | 829,5 |
| Kuusiku | 51,3 | 36,8 | 53,4 | 9 | 50 | 72,2 | 90,7 | 91,9 | 76 | 99,6 | 39,5 | 42,2 | 257,3 | 712,6 |

Joonis 14. Viljandi ja Kuusiku KK sademete hulk (mm) 2019. aastal kuude lõikes

Toiteelementide sisaldust mullas erinevate kultuuride kasvatamisel jälgisime erinevatel sügavustel nii mulla aktiivkihis (ülemine 30 cm mullakiht) toitainete omastamise erinevuste jälgimiseks kui ka sügavamates mullakihtides toiteelementide vertikaalse liikumise ja leostumise potentsiaali hindamiseks.

Hernel jälgisime toiteelementide sisaldust kahel erineval N väetamise foonil Kuusikul ja Viljandis (Joonis 15). Katsekeskuste omavaheline võrdlemine pole antud juhul eesmärgiks, sest mullaproovide kogumise ajad olid erinevad. Esimesed mullaproovid võeti 2 nädalat peale esimest väetamist. Kuusiku hernel kajastus N normide erinevus ka mulla Nmin sisalduses ja eriti kõige ülemises mullakihis. Madalama N normiga alalt on osa Nmin liikunud alumisse mullakihti ja ilmselt liikus sealt edasi allapoole. Kõrgema normiga alal liikus Nmin sügavusse kuni 30 cm ehk paratamatult jääb teatud kogus

Nmin taimede poolt kasutamata ja liigub mullaprofiilis allapoole. Septembriks vähenes ülemises kihis Nmin sisaldus sedavõrd, et sisaldus oli väiksem ka madalama normiga väetatud alast. Sügisperioodil madala normiga alal praktiliselt



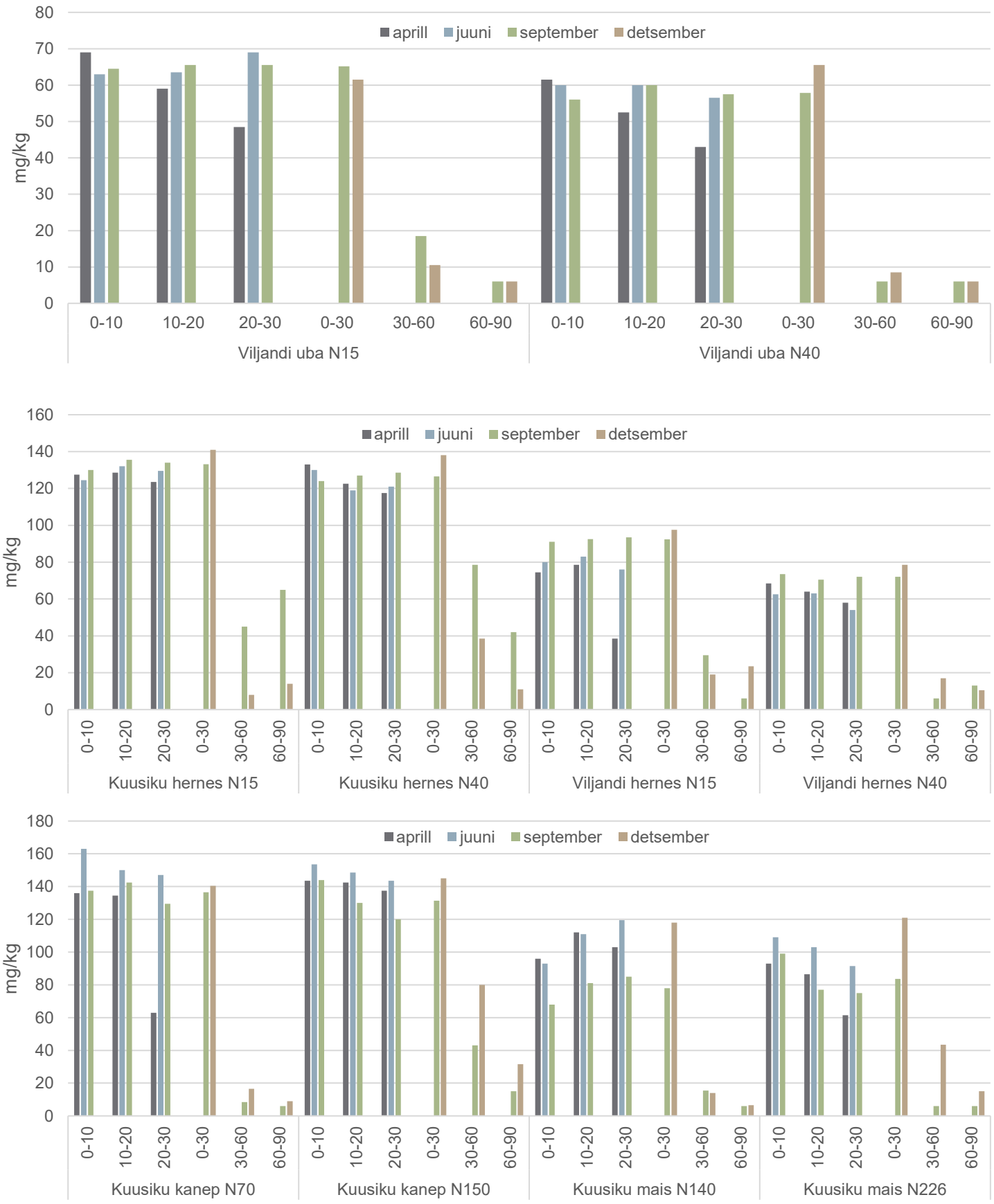

Joonis 15. Mineraalse lämmastiku (Nmin) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes

leostumist sügavamatesse kihtidesse ei toimunud, kuid N40 alal suurenes sügavates mullakihtides Nmin sisaldus. Seega mingi osa Nmin jäi kasutamata ja liikus taimede toitumise piirkonnast allapoole. Samas olid kogused suhteliselt väikesed. Samasugused seaduspärasused avalduvad ka Viljandi aladel, kusjuures septembris oli ka siin kõrgem Nmin sisaldus madalama väetusfooniga alal. Oapõldude väetamine kajastub aprillis ülemises kihis Nmin kõrge sisaldusena ja järgmises kahes kihis oli sisaldus praktiliselt võrdne-väetamise mõju ei olnud sinna veel ulatunud. Juunis ja septembris oli samuti enam väetatud ala ülemises kihis kõrgem Nmin sisaldus kui väiksem anormiga väetatud alal. Alumistes kihtides oli Nmin tase sarnane. Huvitavad olid sügisperioodil toimunud muutused, mille käigus madalama väetsutasemega alal suurenes alumistes mullakihtides Nmin sisaldus oluliselt rohkem võrreldes enam väetatud alaga. Õlikanepi aladel on oluline erinevus selles, et juunis oli enamväetatud alal ülemises kihis Nmin sisaldus kõrgem. See oli seotud täiendava väetise andmisega enne proovide kogumist. Üldiselt oli Nmin sisaldus septembriks mõlema väetamise variandi korral väga madal ja seega suudab õlikanep tegelikult tarbida ka suurema koguse Nmin. Seda näitab üliväike Nmin liikumine mullaprofiilis allapoole sügisperioodil. Osaliselt võib see siiski olla tingitud ka uurimsiaasta erandlikult soojast sügisperioodist ja sellele viitab maisipõldude Nmin sisalduse vähenemine sügavates mullakihtides perioodil september-detsember. Maisi puhul oli selgelt märgata ka kõrgema väetamisega alal Nmin kõrgemat sisaldust alumistes kihtides.

Väävli sisaldus ja dünaamika mullas näitab, et kõrgem väetamise norm kajastub eriti hästi Kuusiku mulla erinevate kihtide S sisalduses (Joonis 16). Vaatamata ülemise kihi S kõrgele sisaldusele tänu väetamisele, ühtlustub väävli sisaldus sügiseks kõikides mullakihtides. Sügisperioodil toimus kõrgema väetustasemega aladel veidi suurem leostumine alumistesse mullakihtidesse, mis viitab teatud osa väävli ülejäägile mullas. Kanepi kasvatamisel olid enamvähem samad seaduspärasused, kus väetamise tulemusel oli aprillis ja juunis aktiivkihi ülemises 10 cm kihis kõrged sisaldused, kuid septembriks sisaldused kolmes kihis praktiliselt ühtlustuvad ning veidi suurem leostumine oli sügisperioodil kõrgema väetustasemega alal. Maisi kasvatamisel kasutati eriti suuri S väetise norme ja see kajastus ka mullas, kuid sisaldus erinevates kihtides erineb ülejäänud kultuuridest septembriks. Kõige ülemises kihis oli S sisaldus oluliselt madalam kui kahes järgmises kihis - S kui kiiresti liikuv element liikus laskuvate vetega allapoole ja samas toimus veel maisi poolt toitainete omastamine. Detsembriks vähenes S sisaldus oluliselt ülemises 30 cm kihis ja suurenes alumistes kihtides ehk sellises koguses väävlit ei suuda mais tarbida ja see liikus mullaprofiilist välja. Oa kasvatamisel on vähemalt antud andmetele tuginedes eriline asjaolu, et kõrgemalt väetatud alal on sügiseks S sisaldus ülemises madalam kui vähem väetatud alal, kuid leostumise tulemusena alumistes mullakihtides siiski veidi kõrgem.

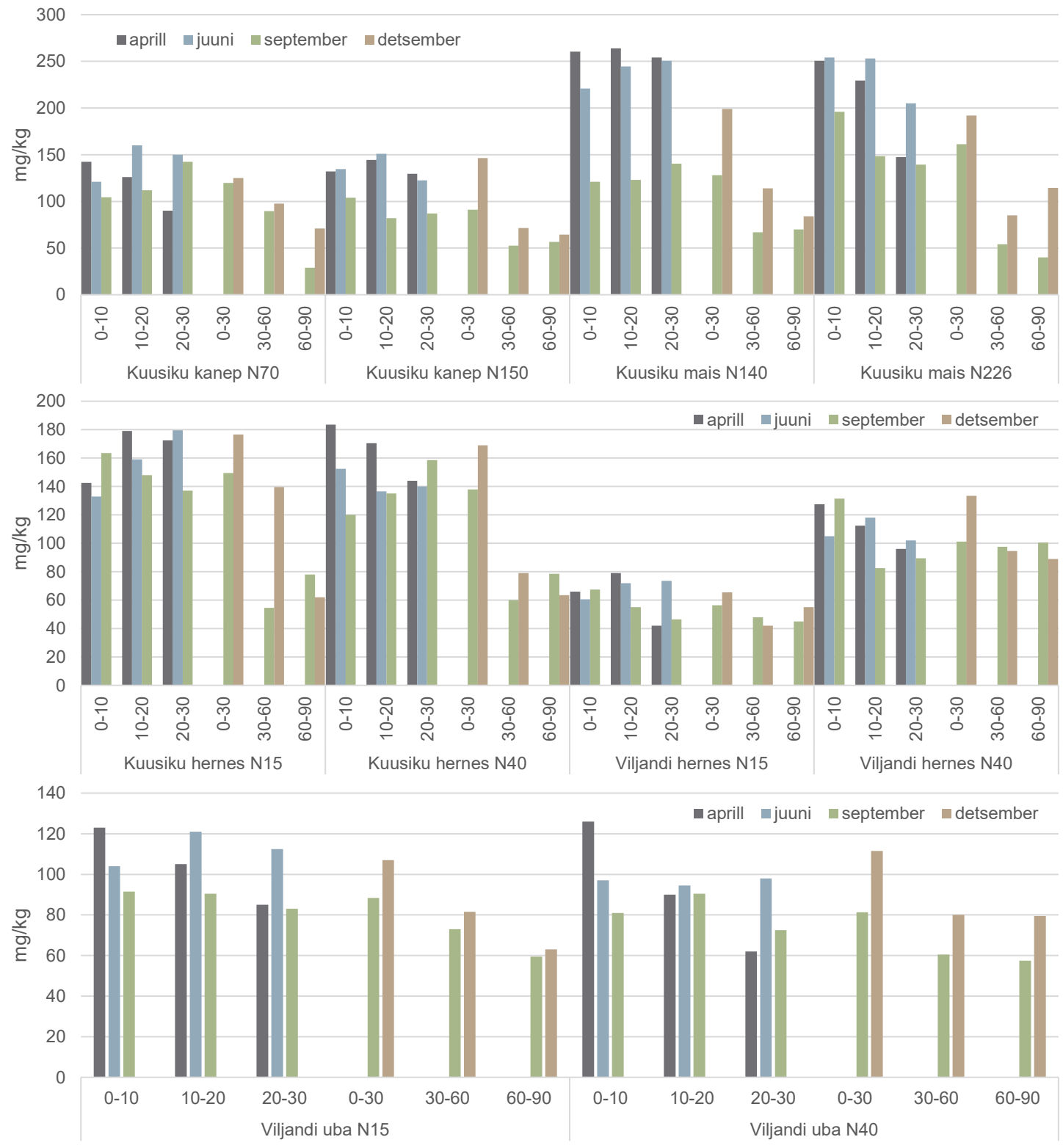
Joonis 16. Väävli (S) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes

Kultuuride väetamine fosforiga oli sarnane kõikidel aladel ning liikuva fosfori sisaldus üldiselt oli mulla aktiivkihis kõrge. Mulla ülemises kihis sõltuvalt N väetamisest perioodil aprill-september liikuva P sisaldus langeb 4-5 mg/kg (Joonis 17) , kuid alumistes kihtides tõusis samal perioodil ning sügiseks P sisaldus kõikides kihtides võrdsustus. Sügisperioodil toimub madala väetustasemega alal P sisalduse kerge vähenemine, kuid kõrgema väetustasemega alal aeglane suurenemine. Leostumist alumistesse kihtidesse praktiliselt ei toimu. Herne kasvatamisel ülemises kihis P sisaldus vähenes eeskätt omastamise tulemusena kõrgema N normiga väetatud aladel. Sügisperioodil suurenes veidi P sisaldus ülemises kihis kõikidel aladel ja Kuusikul toimus alumistes kihtides oluline vähenemine. Kanepi kasvatamisel oli kõrgeim P sisaldus juunis ja põhjuseks ilmselt asjaolu, et kanep külvati teistest kultuuridest hiljem ja tarbis arengu algfaasis suhteliselt vähe fosforit. Arvestada tuleb ka eelkultuuri, milleks oli antud juhul fosforit hästi omastav tatar, mille taimejäänuste lagunemisest kevadperioodil vabanes samuti mulda fosforit. Sügiseks ühtlustus väiksema N normiga alal P sisaldus, kuid suurema normiga alal vähenes alumistes kihtides oluliselt. Sügisperioodil ülemises kihis P sisaldus veidi suurenes, alumistes kihtides suurenes leostumise teel ja seda eriti suurema Nmin normiga alal. Maisil väheneb madala N väetustasemega alal P sisaldus vegetatsiooni ajal kõikides kihtides oluliselt ja kõrgema normiga alal vähesel määral. Järelikult lisatud P kogus ei ole maisile piisav ja tuleb lisa võtta mullavarudest. Samal ajal toimus sügisperioodil ülemises kihis suurenemine praktiliselt kõikides kihtides, mis viitab P liikumisele mullaprofiilis allpoole ja ilmselt oli tegemist sooja sügise tingimustes orgaanilise aine lagunemisel tekkinud fosforiga.




Joonis 17. Fosfori (P) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes

Mulla väetamine kaaliumiga oli aladel sarnane ja liikuva K sisaldus mullas erinev. Kanepi aladel vähenes vegetatsiooniperioodil K sisaldus kõrgemal väetusfoonil kõikides kihtides, madalamal foonil kahes ülemises kihis (Joonis 18). Seega tarbiti kõrgemal foonil rohkem kaaliumi. Sügisperioodil suurenes kõikides kihtides K sisaldus ja eriti palju kõrgema fooniga alal, kus mulda jäi rohkem taimejäänuseid ja nende lagunemisel lisandus mulda kaaliumit juurde. Maisi kasvatamisel vähenes aktiivkihis K sisaldus oluliselt kõikides kihtides ja kasutatud K väetamise norm oli selgelt liiga madal maisi vajaduste rahuldamiseks. Tarbimine suurenes oluliselt perioodil juuni-september. Sügisperioodil suurenes orgaanilise aine lagunemise tagajärjel K kõikides kihtides, mis näitab, et osa vabanenud kaaliumist liikus ka mullaprofiilis allapoole. Hernel oli liikuva K dünaamika erinev, sõltudes Nmin väetamisest ja kasvukohast, kuid enamasti vähenes aktiivkihis septembriks. Sügisperioodil ei toimunud olulist leostumist alumistesse mullakihtidesse. Oapõllul vähenes liikuva K sisalduse vegetatsiooniperioodil mulla aktiivkihis ning kõikides kihtides suurenes K sisaldus sügisperioodil. Nagu eelnevalt selgus, oli see tendents seotud sooja sügisperioodiga, mis oli uurimisaasta eripäraks.



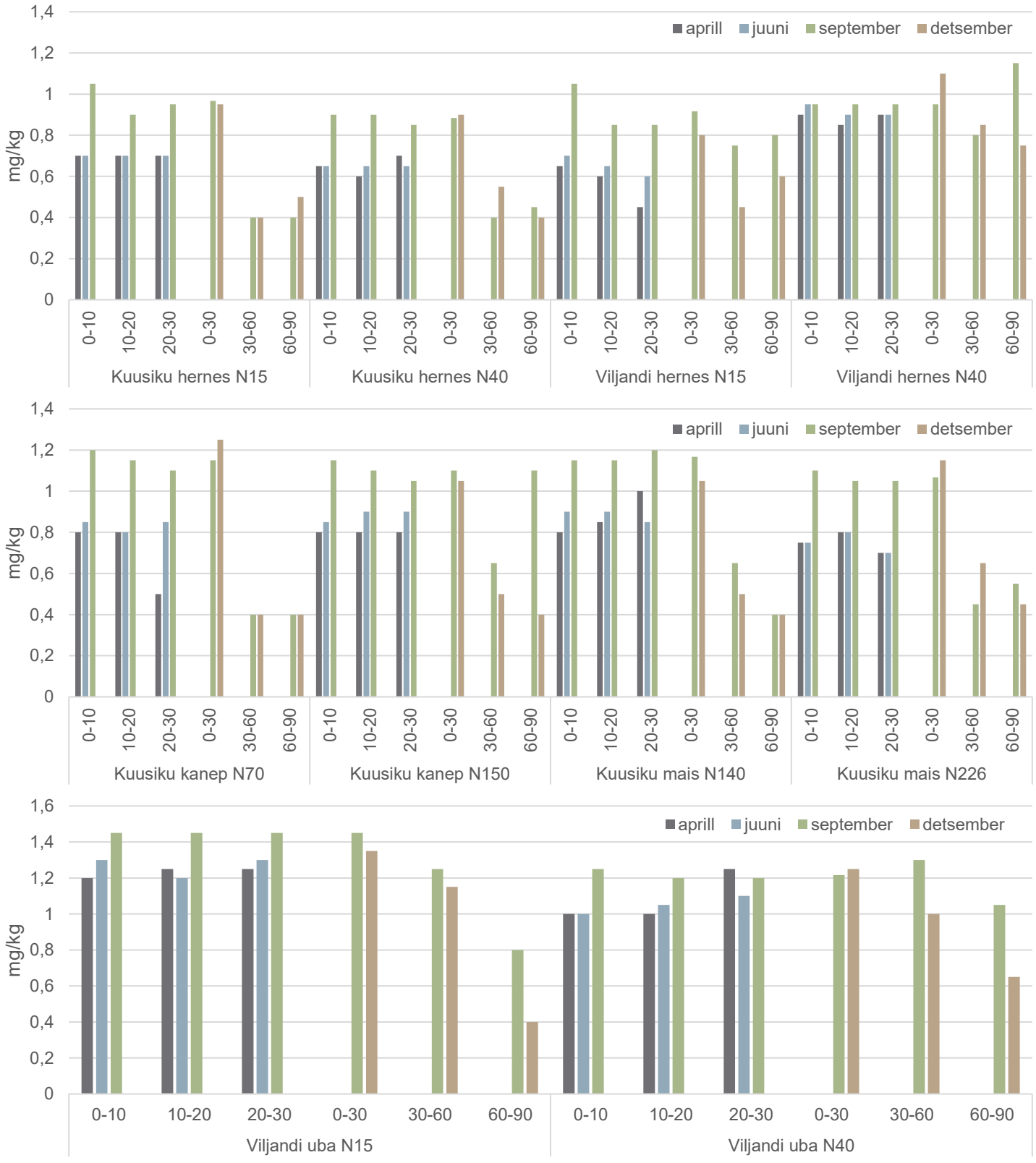

Joonis 18. Mulla kaaliumi (K) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes

Mulla liikuva Ca sisaldus ja dünaamika näitas, et oapõldudel suurenes nii suve- kui ka sügisperioodil Ca sisaldus veidi kõikides kihtides ilmselt tänu kapillaarvee tõusule (Joonis 19). Kuusiku hernepõllu aktiivkihis oli sisaldus stabiilne, kuid alumistes kihtides suurenes sügisperioodil oluliselt. Viljandi alal vähenes sügisel Ca sisaldus alumises kihis, kuid see oli pigem seotud proovikogumise asukoha varieerumisest tingitud tehnilise muutusega. Samad trendid valitsesid ka kanepi ning maisi kasvatamisel.

Väheste sademete tõttu toodi kapillaarveega mulla ülemistesse kihtidesse Ca juurde.

Joonis 19. Mulla liikuva kaltsiumi (Ca) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes

Mikroelementidest vaatlesime Cu sisaldust ning dünaamikat (Joonis 20) ja olulise eripärana võrreldes teiste elementidega suurenes suveperioodil sisaldus aktiivkihis kõikidel kultuuridel oluliselt. Sügisperioodil on muutused erinevad, sõltudes kultuurist ja mullakihist. Valdavalt siiski sisaldus vähenes alumistes kihtides.

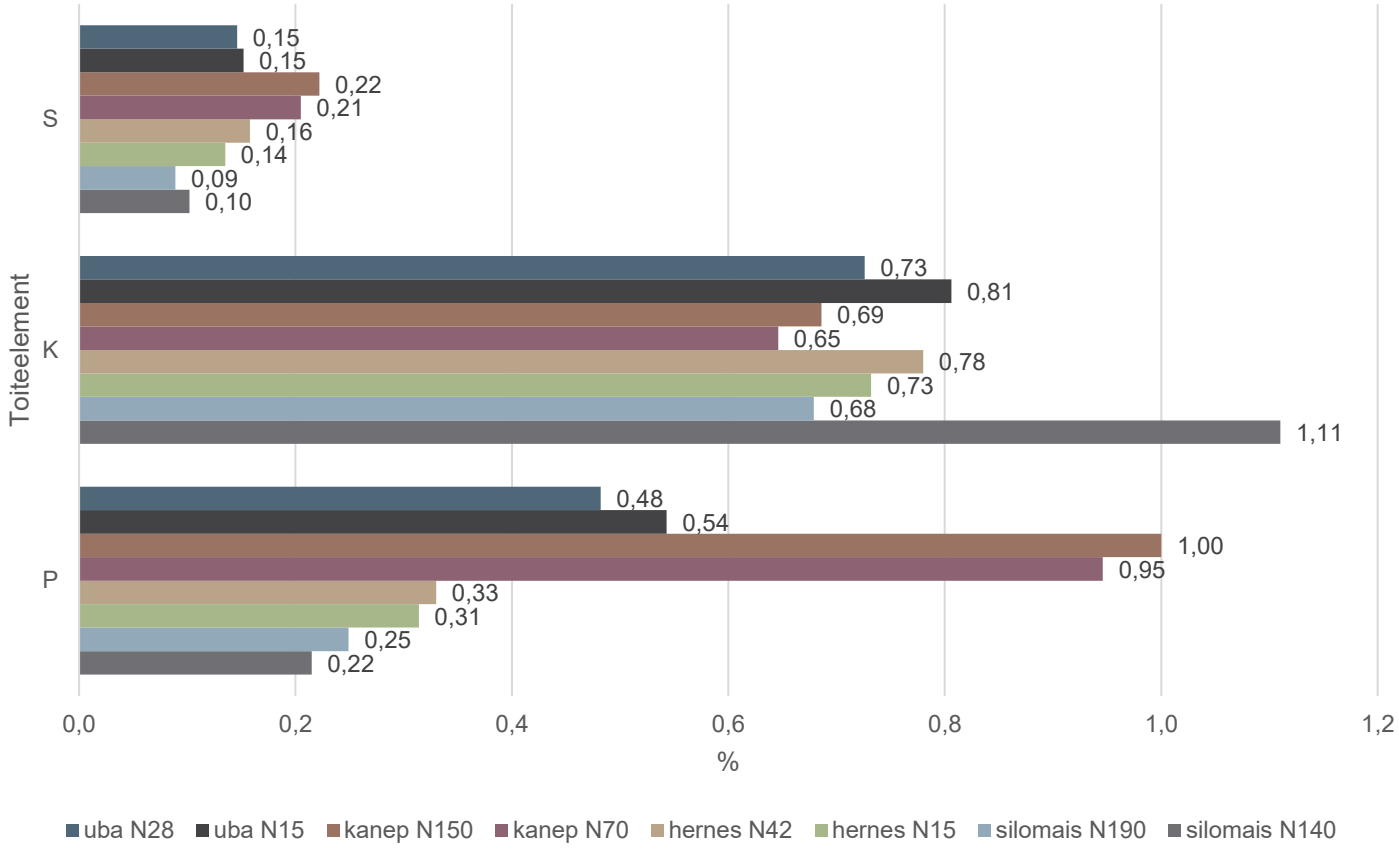



Joonis 20. Mulla liikuva vase (Cu) sisaldus ja ajaline dünaamika erinevates mullakihtides erinevate kultuuride ja väetustasemete lõikes

Lisaks mulla toiteelementide sisaldusele ja dünaamikale uurisime käesoleva töö raames ka vähemlevinud põllumajanduskultuuridega põllult eemaldatava saagi biokeemilist koostist, et luua kaasaegsed lähteandmed toiteelementide bilansi arvutamiseks ning selle baasil väetamissoovituste väljatöötamiseks. Erinevate kultuuride väävli-, kaaliumi- ja fosforisisalduse väljaselgitamiseks kasutasime uurimisaladelt pärit taimset materjali.

Teiste kultuuridega võrreldes on fosfori sisaldus väga kõrge õlikanepil.

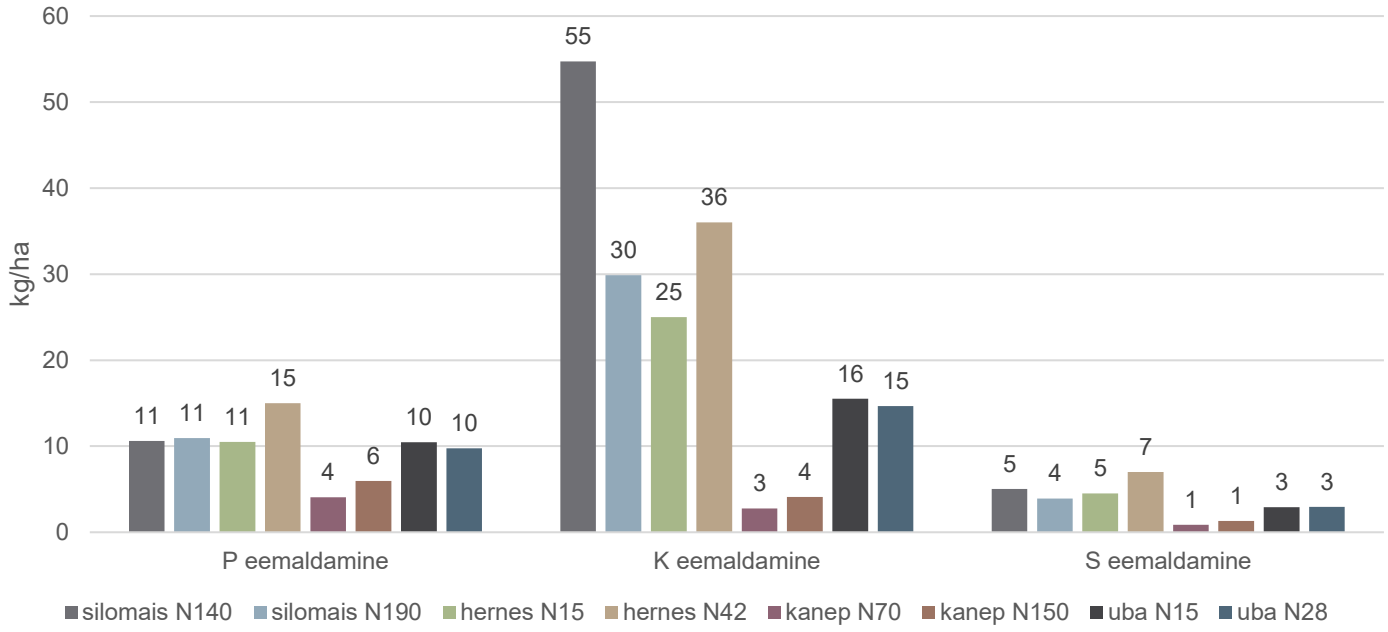
Suhteliselt enam sisaldavad väävlit õlikanepi seemned (Joonis 21), kusjuures S kontsentratsioon oli seda kõrgem mida rohkem kasutati N väetisi. Kõige vähem sisaldab väävlit silomais. Kaaliumisisaldus oli teistega võrreldes väga kõrge madalama N väetusfooniga silomaisil ning oal. Fosforit sisaldas teistest oluliselt enam õlikanep. Seega on antud kultuuridest kõige kõrgema S ja P sisaldusega õlikanep ja K sisaldusega madalama väetustasemega silomais ja uba.




Joonis 21. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride väävli (S), fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus põllult eemaldatavas saagis (absoluutkuiva materjali kohta)

Kaaliumi eemaldamine oli konkurentsitult suurim silomaisil, ületades teisi kultuure ca 2 korda.

Arvestades 2019. aasta erinevate kultuuride saagikust ja toiteelementide kontsentratsioone arvutasime neile andmetele tuginedes reaalse S, P ja K eemaldamise mullast (Joonis 22). Fosforit eemaldati käesoleval aastal antud kultuuridest enam kõrgemal väetusfoonil kasvanud hernega, oluliselt vähem kanepiseemnetega. Kaaliumi eemaldamine oli konkurentsitult suurim madalamal väetusfooni, kuid suhteliselt hea saagikusega silomaisil, ületades teisi kultuure enam kui 2 korda. Väävlit eemaldati kõige rohkem herne saagiga ning kõige vähem kanepiseemntega.




Joonis 22. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride väävli (S), fosfori (P) ja kaaliumi (K) eemaldamine saagiga (kg/ha) 2019. Aastal

### 1.2.3. Kokkuvõte

- Herne kasvatamisel sügisperioodil madala lämmastikunormiga alal leostumist sügavamatesse kihtidesse praktiliselt ei toimunud, kuid N40 alal suurenes sügavates mullakihtides mineraalse lämmastiku sisaldus.
- Maisi puhul oli samuti selgelt märgata kõrgema väetamisega alal mineraalse lämmastiku kõrgemat sisaldust alumistes kihtides.
- Oa kasvatamisel on vähemalt antud andmetele tuginedes eriline asjaolu, et kõrgemalt väetatud alal on sügiseks väävli sisaldus ülemises kihis madalam kui vähem väetatud alal, kuid leostumise tulemusena alumistes mullakihtides veidi kõrgem.
- Suhteliselt enam sisaldavad väävlit õlikanepi seemned, kusjuures väävli kontsentratsioon oli seda kõrgem, mida rohkem kasutati lämmastikväetisi. Kõige vähem sisaldab väävlit silomais.
- Fosforit eemaldati käesoleval aastal antud kultuuridest enim kõrgema väetusfoonil kasvanud hernega. Kaaliumi eemaldamine oli konkurentsitult suurim madalama väetusfooni, kuid suhteliselt hea saagikusega silomaisil. Väävlit eemaldati kõige rohkem herne saagiga ning kõige vähem kanepiseemnetega.

# 1.3. Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus mullas

## 1.3.1. Uuringu eesmärk

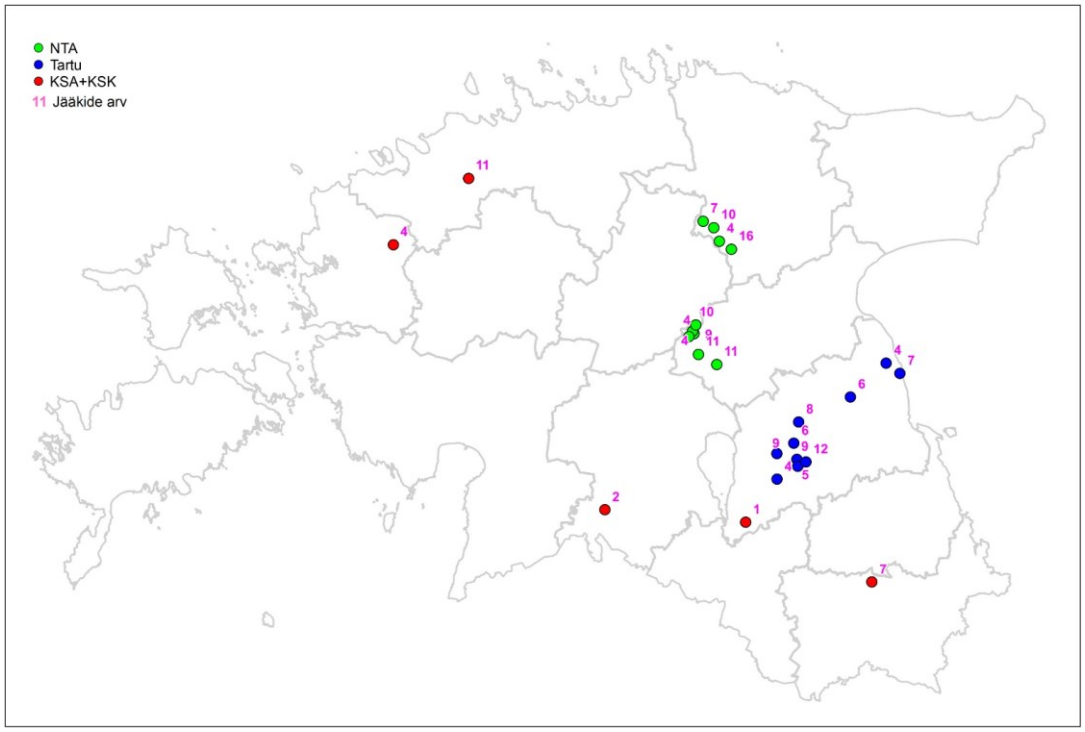
Mullatervise seisukohalt on oluline mullaelustiku piisav toimimine mullas ja selle eelduseks on mikroorganismide vajadustele vastavad mullatingimused. Mullaelustiku elutegevusele avaldavad teatud negatiivset mõju taimekaitsevahendite (TKV) jäägid ja seetõttu on nende kasutamisele seatud piirangud erinevate toetusmeetmetega liitunud tootjatele. Käesolev uuring käsitleb erineva agrotehnoloogia ja toetustüüpide rakendamisel võimalikku pestitsiidijääkide sisaldust mullas.

Tegevuse peamiseks eesmärgiks on selgitada erinevate taimekaitsevahendite jääkide toimeainete sisaldust erinevate piirkondade põllumuldades ning aianduskultuuride ja puuviljaaedade all olevates muldades. Alates 2019. aastast oleme koondanud kogu taimekaitsevahendite jääkide temaatika ühise uuringu alla ning käsitleme ka ühiselt käesolevas uuringus. Lisaks olemasoleva uuringu andmetele kasutame võrdlusena ka ajalooliselt kogutud andmeid TKV jääkide sisalduse kohta eelnevatel aastatel et selgitada võimalikke muutusi ajas. Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse mullaseire ja uuringute büroo, kontaktisik Priit Penu, priit.penu@pmk.agri.ee.

## 1.3.2. Tulemused ja arutelu

2019. aastal analüüsiti TKV jääke kokku 25 mullaproovist.

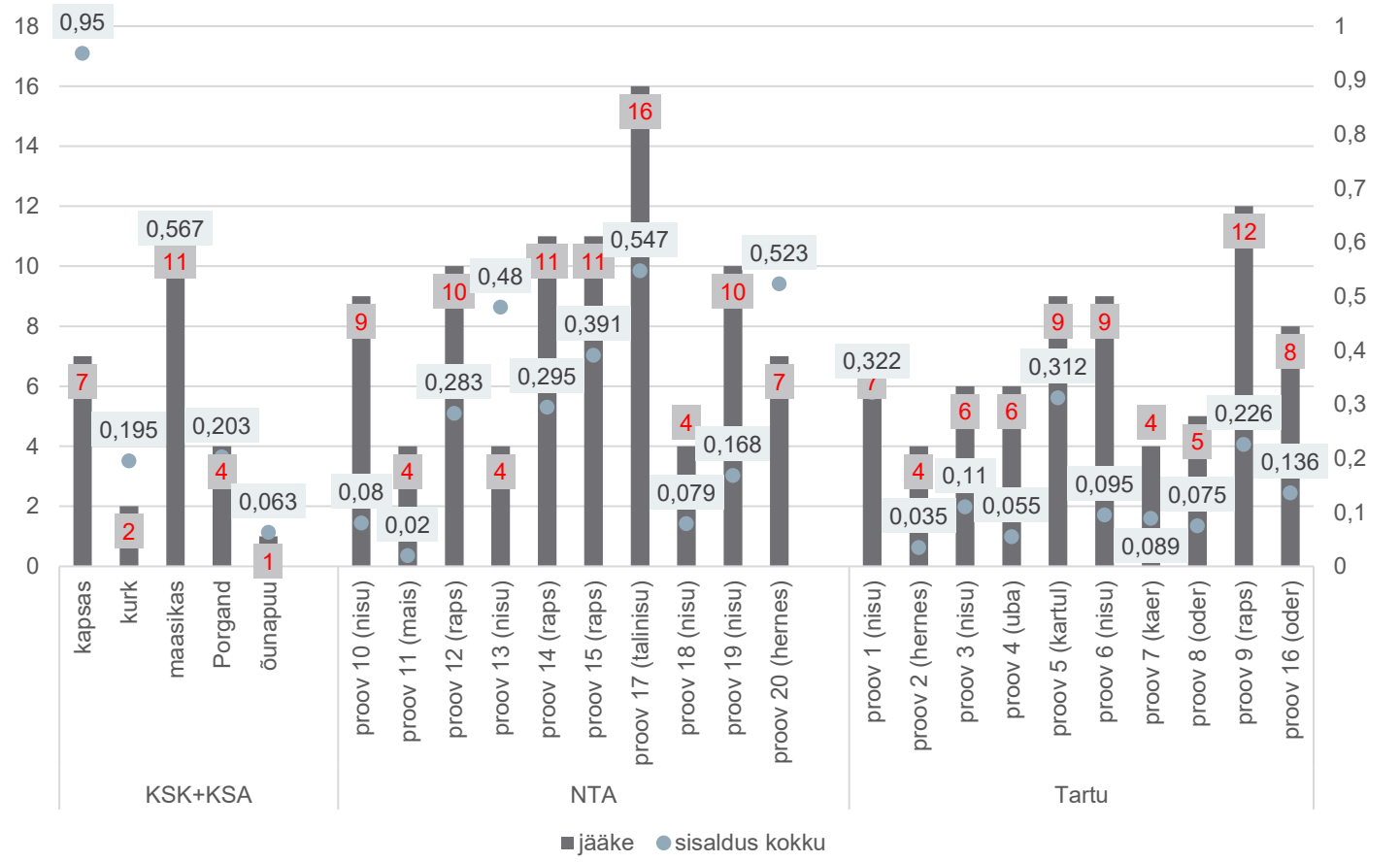
Sisuliselt võiks TKV määramise jagada vähemalt 3 erinevaks teemaks lähtuvalt maakasutusest või uurimise eesmärgist: Keskkonnasõbraliku aianduse (KSA) ja -köögiviljanduse (KSK) mullad (KSA+KSK, kokku 5 proovi), NTA alalt peamiselt KSM tootjate põldudelt kogutud proovid (NTA, 10 proovi) ja võrdluseks Tartumaalt peamiselt KSM tootjate proovid (Tartu, 10 proovi). Kokku analüüsiti seega 25 proovi (Joonis 23).Tulemused on detailselt esitatud Lisas 2. Võrreldes eelmiste aastatega on olulisim muutus seotud glüfosaadi laguprodukti AMPA esmakordse määramisega seoses PMK jääkide ja saasteainete laboris juurutatud uue metoodikaga. Seda tuleb arvestada eeskätt andmete võrdlemisel eelnevate aastatega.




Joonis 23. Kogutud proovide paiknemine gruppide lõikes ning erinevate TKV jääkide arv ühes proovis

**TKV jääke või jälgi leiti kõikest proovidest.**

Andmetest selgub, et TKV jääke või jälgi (sisaldus alla määramispiiri) leiti kõikidelt aladelt (Joonis 24). Ainult üks TKV jääk leiti õunapuuaiast ning kaks erinevat jääki esines kurgipõllul, enim oli jääke (ehk 16) talinisu põllul olevas mullas. Üle kümne jäägi oli veel neljal põllul, sh maasikapõllult kogutud mullaproovis. Põllukultuuridest olid põldudel esindatud kaer, kartul, mais, hernes, uba, suvinisu, talinisu, suvioder ja taliraps.




Joonis 24. Erinevate TVK toimeainete jääkide arv proovides ning summaarne sisaldus erinevate gruppide lõikes

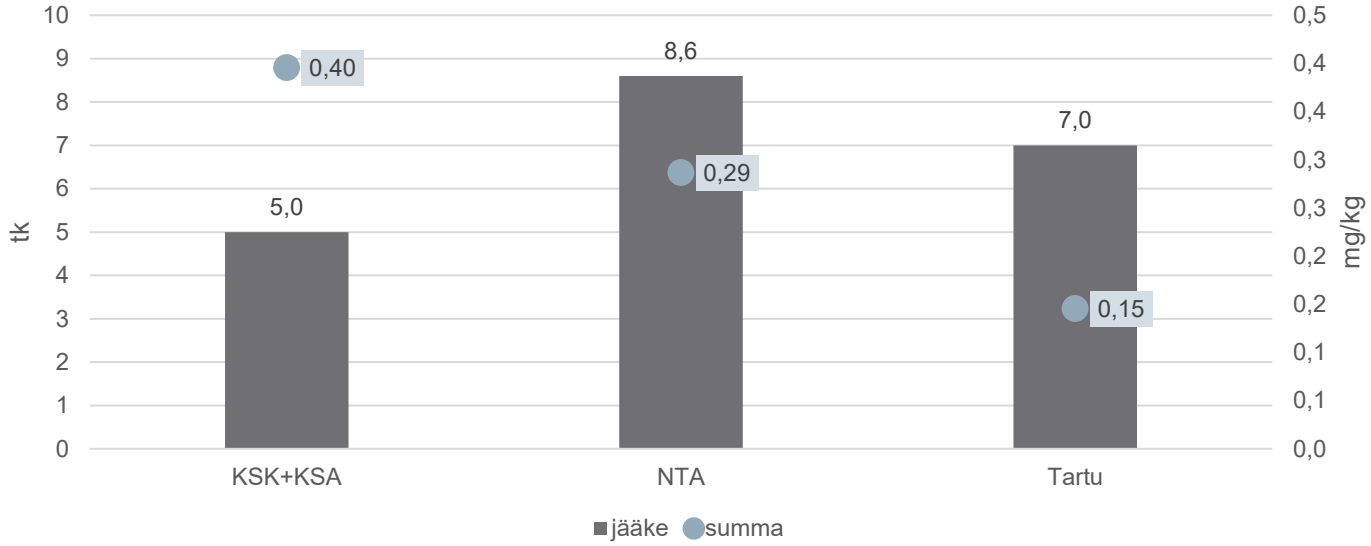
Kokku leiti TKV toimeaineid 181 juhul, millest 56% oli tegemist sisaldusega alla määramispiiri ehk nn jälgedega.

Suurim summaarne TKV jääkide kogus leiti kapsapõllult ning lisaks oli veel kolmel alal summaarne TKV toimeainete jääkide sisaldus suurem kui 0,5 mg/kg (Joonis 25). 25 proovist leidsime erinevaid TKV jääke kokku 181 korral, millest oli jälgedena ehk alla määramispiiri 56% (eelmisel aastal oli vastav näitaja 45,6%). 14 juhul oli tegemist keelatud toimeaine või derivaadiga (2,4-DDT, 4,4-DDE, 4,4-DDD, trifluraliin) ning kõikidel neil juhtudel oli tegemist jälgedega ehk TKV toimeaine sisaldusega alla määramispiiri. KSK+KSA toetuse põldudel oli suurima TKV jääkide sisaldusega eelnevalt mainitud kapsapõlld (0,95 mg/kg), millest 88% moodustasid kahe erineva fungitsiidi jäägid. Glüfosaati leiti jäägi või jälgedena 44% proovidest, kuid tema laguprodukti AMPA jääki leidus 88% proovides, millest 20% oli tegemist sisaldusega alla määramispiiri. Seega olid AMPA jäägid võrreldes teiste toimeainetega suhteliselt kõrgema sisaldusega ja neid leide oli ka kõige rohkem.

Erinevate gruppide omavahelisel võrdluses selgus, et enim oli erinevaid TKV jääke proovi kohta keskmiselt NTA ja Tartu aladel ja vähim oli neid KSA+KSK seirealadel (Joonis 26).

Enim oli jääke NTA seireladel (8,6 erinevat toimeainet), kuid summaarne sisaldus oli suurim KSK+KSA aladel (0,4 mg/kg).

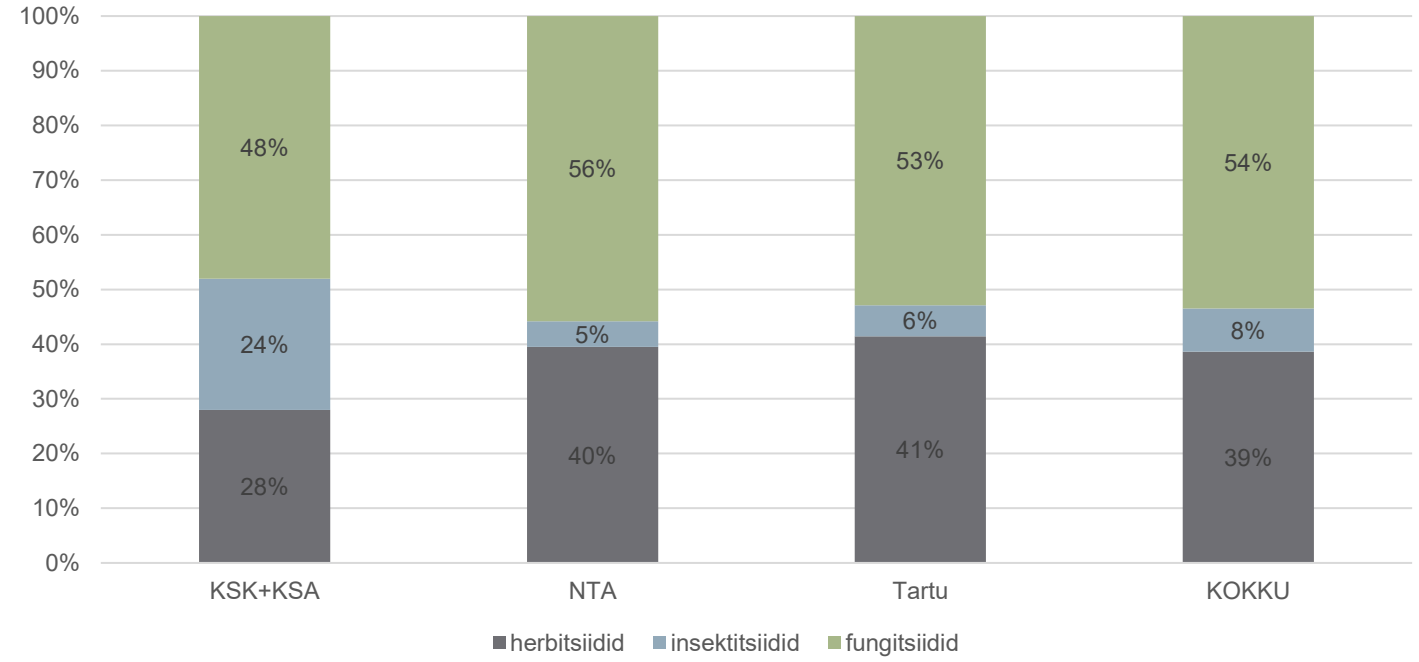
Summaarne TKV sisaldus keskmiselt ühes proovis oli kõrgeim KSK+KSA ala proovides, kuid peamiseks põhjuseks on siinjuures kapsapõllul olnud väga kõrge TKV jääkide summaarne sisaldus, mis oli peamiselt tingitud sügisesest fungitsiidide kasutamisest. Kõikide proovide keskmisena oli proovides TKV jääke kogusisaldusega 0,25 mg/kg. NTA alade tootmispõldudel oli tulemus ca 2 korda kõrgem kui Tartumaa põldudel, kus järelikult kasutatakse pestitsiide vähem.




Joonis 25. Taimekaitsevahendite jääkide keskmine kogusisaldus proovis ja erinevate TKV jääkide arv proovis erinevate gruppide lõikes

Enamlevinud TKV jääkide liik olid fungitsiidid, mis moodustasid keskmisena 54% TKV jääkidest.

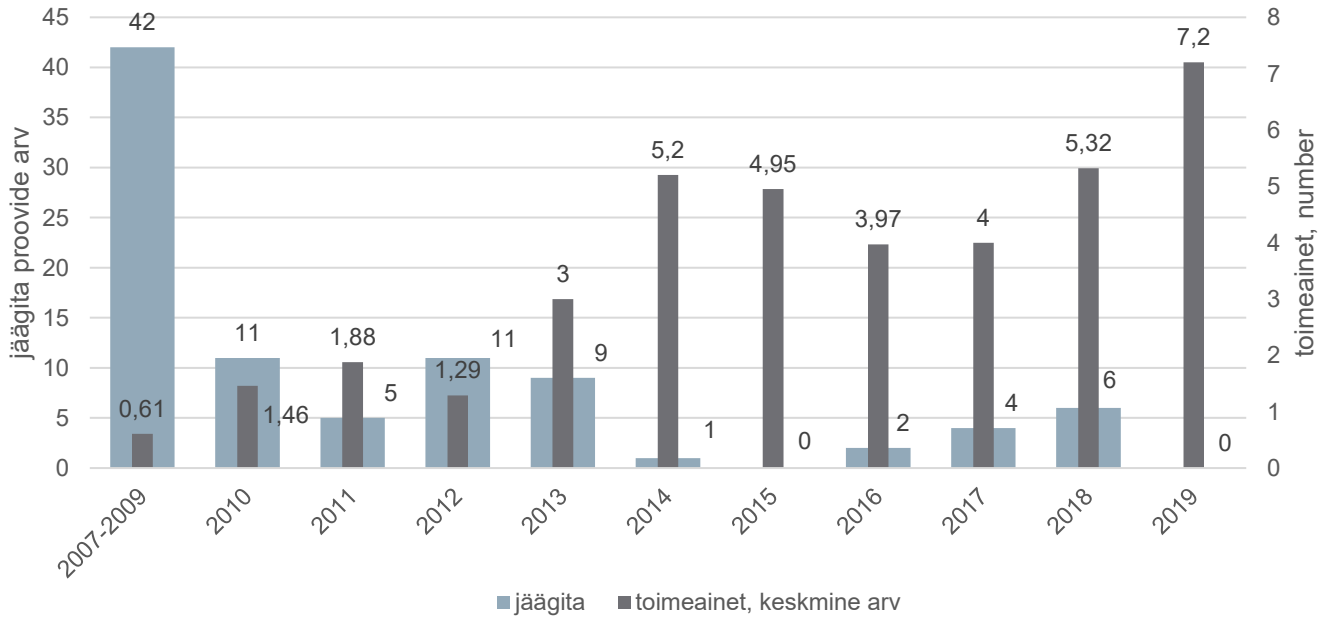
Enamlevinud TKV jääkide liik olid 2019. aastal  aastal fungitsiidid, mis moodustasid kõikidest TKV jääkide leidudest kokku 54%, järgnesid herbitsiidid (39%) ja kõige vähem oli insektitsiidide jääke - 8% (Joonis 26). Ülejäänud tootjatest veidi erinev oli TKV jaotus KSK+KSA tootjatel, kus suurem osatähtsus oli insektitsiididel ning veidi vähem oli mullas fungitsiide ja herbitsiide. NTA ja Tartu põldude muldades  oli pestitsiidide liikide jaotus suhteliselt sarnane.




Joonis 26. Taimekaitsevahendite liikide osatähtsus erinevate gruppide lõikes

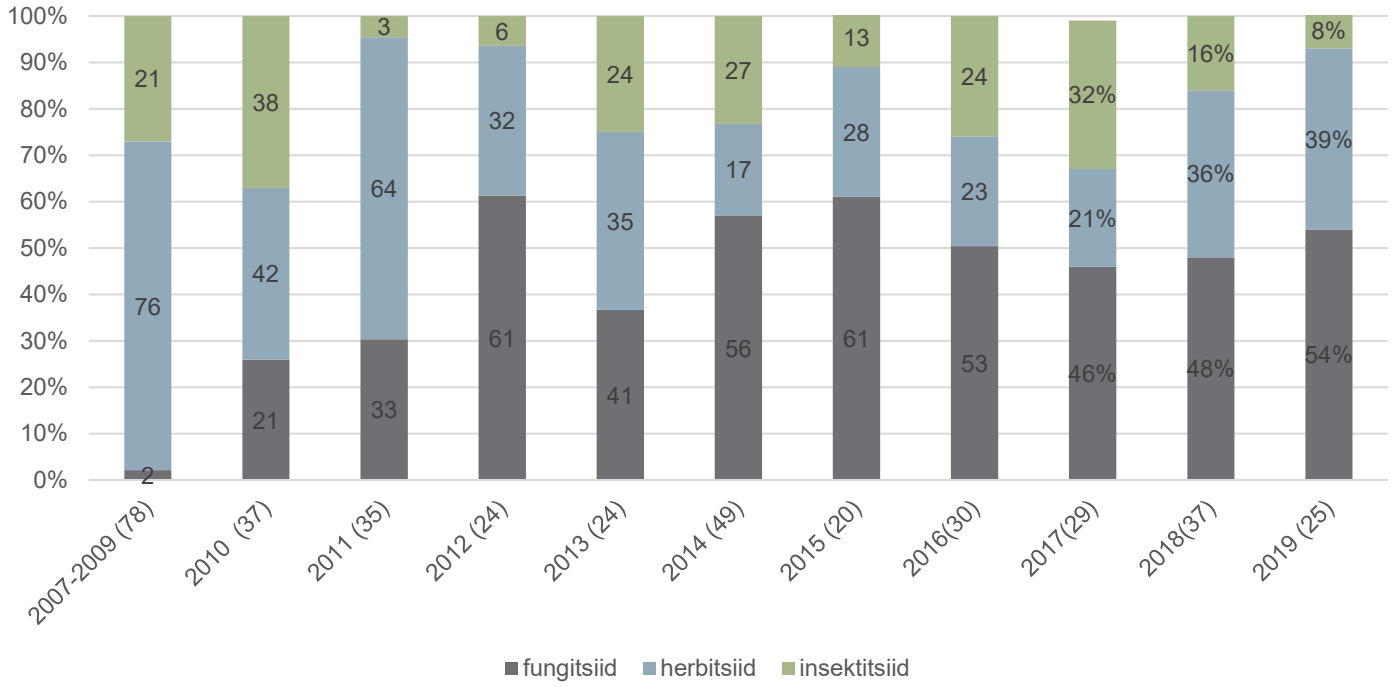
Keskmiselt leiti 7,2 erinevat TKV jääki proovi kohta.

Võrreldes erinevate uuringute raames kogutud taimekaitsevahendite jääkide sisaldust 2019. aastal ja eelmistel aastatel selgub, et proovi keskmine erinevate toimeainete jääkide arv on käesoleval aastal tõusnud kolmandat aastat järjest ja saavutas kõikide võrdlusaastate kõrgeima taseme - keskmiselt 7,2 erinevat TKV jääki proovi kohta (Joonis 27). Samas ei olnud sel aastal ka ühtegi jääkideta proovi. Kindlasti on selle põhjuseks asjaolu, et käesoleval aastal ei olnud valimis riiklike seireproove rohumaadelt ning esmakordselt määratud AMPA, mida leidus ca 88% proovidest. Saamaks adekvaatsemat võrdlust eelnevate aastatega, siis ilma AMPA leidudeta oleks tulemus keskmiselt 6,3 erinevat jääki, mis on samuti aastate võrdluses kõrgeim tulemus.




Joonis 27. Erinevate uuringute taimekaitsevahendite toimeainete jääkide keskmine arv proovis ja jäägita proovide arv perioodil 2007-2019

Andmete võrdlusest selgub (Joonis 28), et kuigi insektitsiidide osatähtsus perioodil 2016-17 suurenes, siis kahel viimasel aastal on see vähenenud ja ilmselt on selle põhjuseks suhteliselt kuiv vegetatsiooniperiood ja sellest tulenev taimekahjurite vähene levik. Oluliselt on suurenenud herbitsiidide osatähtsus ja vähenenud insektitisiidide kasutamine, kuna fungitsiidide osatähtsus on jäänud samale tasemele. Herbitsiidide osatähtsuse suurenemises mängis käesoleval aastal kindlasti rolli AMPA määramisega alustamine.




Joonis 28. Erinevate taimekaitsevahendite jääkide osatähtsus perioodil 2007-2019. Sulgudes kogutud proovide arv

### 1.3.3. Kokkuvõte

- TKV jääke leiti kõikidelt aladelt ning vähim jääke oli õunapuuaias ja kõige rohkem talinisu põllul. Suurim TKV kogusisaldus oli kapsapõllul.
- Kokku leiti TKV toimeaineid 181 juhul, millest 56% oli tegemist sisaldusega alla määramispiiri ehk nn jälgedega.
- Erinevate gruppide omavahelisel võrdluses selgus, et enim oli erinevaid TKV jääke proovi kohta keskmiselt NTA alalt kogutud proovides. Kõikide proovide keskmisena oli proovides 7,2 erinevat jääki kogusisaldusega 0,25 mg/kg.
- Taimekaitsevahenditest leiti 2019. aastal enim fungitsiidide jääke (54% kõikidest toimeainetest), järgnesid herbitsiidide (39%) ja insektitsiidide jäägid (8%).
- Esmaskordselt määratud glüfosaadi derivaadi AMPA jälgi või jääke leidsime 88% proovidest.
- Antud uuringu suhteliselt väikese valikuga proovide võrdlus näitab, et selles valikus on viimastel aastatel suhteliselt vähenenud insektitsiidide ja suurenenud nii fungitsiidide kui herbitsiidide kasutamine.
- 2019. aastal analüüsiti TKV jääke kokku 25 mullaproovist.

# 2. Valdkond vesi

Fotod: Jaan Kanger

## Sisukord


2.1. Põllumajandusliku keskkonnatoetuse veeseire hidamise raames veekvaliteediga seotud uurimustööd (taimetoiteelementide konsentratsioon dreenivees) 2019. aastal ..... 60

2.1.1. Seirealad ..... 60
2.1.2. Taimetoiteelementide sisaldus dreenivees ja nende leostumine seirepõldudelt ..... 60
2.1.3. Taimetoiteelementide üldbilanss veeseirepõldudel ..... 73
2.1.4. Kokkuvõte ..... 74

2.2. Taluvärava toiteelementide bilansi ja kasutuse uuring ..... 75

2.2.1. Sissejuhatus ja uuringu eesmärk ..... 75
2.2.2. Taluvärava toiteelementide bilanss KSM, MAHE, ÜPT toetustüübi ettevõtetes ja Eesti keskmisena ..... 75
2.2.3. Taluvärava toiteelementide bilanss nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates ettevõtetes ..... 82
2.2.4. Taluvärava toiteelementide bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes ..... 85
2.2.5. Kokkuvõte ..... 88

2.3. Uuringu „pestitsiidide kasutuskoormus“ andmete analüüs 2018. aastal kogutud 2017. aasta andmete kohta ..... 90

2.3.1. Sissejuhatus ja uuringu eesmärk ..... 90
2.3.2. Pestitsiidide kasutuskoormus seireettevõtete keskmisena ja keskkonnasõbraliku majandamise toetust ja ühtset pindalatoetust saavates ettevõtetes ..... 90
2.3.3. Pestitsiidide kasutuskoormus nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates ettevõtetes ..... 97
2.3.4. Kokkuvõte ..... 100


## Jooniste loetelu


Joonis 29. Nitraatiooni sisaldus Tartumaa KSM seirepõllu (T1) dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 60
Joonis 30. Nitraatiooni sisaldus Läänemaa KSM seirepõllludude (J28, Plin1) dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 61
Joonis 31. Nitraatiooni sisaldus Raplamaa ÜPT ja KSM seirepõllludude (K1, KH) dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 61
Joonis 32. Nitraatiooni sisaldus Läänemaa MAHE seirepõllu (LA) dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 62
Joonis 33. Nitraatiooni sisaldus NTA seirepõllu (AD) dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 62
Joonis 34. Perioodil 09.2015-09.2019 kogutud dreeniveeproovide jagunemine seisundiklassidesse nitraatlämmastiku ($N\text{-}NO_3$) sisalduse alusel ..... 64
Joonis 35. Fosfori sisaldus Tartumaa KSM seirepõllu (T1) dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 65
Joonis 36. Fosfori sisaldus Läänemaa KSM seirepõldude (Plin1, J28) dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 65
Joonis 37. Fosfori sisaldus Raplamaa ÜPT seirepõllu K1 ja KSM seirepõllu KH dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 66
Joonis 38. Fosfori sisaldus Läänemaa MAHE seirepõllu (LA) dreenivees perioodil 2014-2019 ..... 66

Joonis 39. Fosfori sisaldus NTA KSM seirepõllu (AD) dreenivees perioodil 2014-2019 ....67
Joonis 40. Dreenivee proovide protsentuaalne jaotus pinnavee seisundiklassidesse fosforisisalduse järgi ....68
Joonis 41. Lämmastiku leostumine Tartumaa KSM seirepõllult (T1) perioodil 2018-2019 ....69
Joonis 42. Lämmastiku leostumine Läänemaa KSM seirepõldudelt (Plin1, J28) perioodil 2018-2019 ....69
Joonis 43. Lämmastiku leostumine Raplamaa ÜPT seirepõllult K1ja KSM seirepõllult KH perioodil 2018-2019 ....70
Joonis 44. Lämmastiku leostumine Läänemaa MAHE seirepõllult (LA) perioodil 2018-2019 ....70
Joonis 45. Lämmastiku leostumise jagunemine kuude lõikes seireperioodil september 2018 - september 2019 ....71
Joonis 46. Lämmastiku aastane leostumine seirepõldudelt (T1, Plin, J28, K1,KH, LA, AD) referentsperioodil 2006-2013 ja aastatel 2014-2019 ....71
Joonis 47. Fosfori aastane leostumine seirepõldudelt (Plin1, J28, T1, K1, KH, AD, LA) referentsperioodil 2006-2013 ja aastatel 2014-2019 ....72
Joonis 48. Taimetoiteelementide üldbilanss seirepõldudel (T1, J28, Plin1, K1, KH, LA, AD) 2019. aastal ....73
Joonis 49. Taimetoiteelementide üldbilanss seirepõldudel (T1, J28, Plin1, K1, KH, LA, AD) perioodide 2007-2014 ja 2015-2019 keskmisena ....74
Joonis 50. Lämmastiku, fosfori, kaaliumi taluvärava bilanss toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018 ....76
Joonis 51. Lämmastiku, fosfori, kaaliumi sisend ja väljund toetustüübiti ning Eesti keskmisena aastatel 2015-2018 ....77
Joonis 52. Lämmastiku sisendi ja väljundi jagunemine toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018 ....79
Joonis 53. Fosfori sisendi ja väljundi jagunemine toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018 ....80
Joonis 54. Kaaliumi sisendi ja väljundi jagunemine toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018 ....81
Joonis 55. Lämmastiku, fosfori, kaaliumi kasutamise efektiivsus toetustüübiti ning Eesti keskmisena aastatel 2015-2018 ....82
Joonis 56. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevate ettevõtete lämmastiku, fosfori, kaaliumi sisend, väljund ja bilanss aastatel 2015-2018 ....84
Joonis 57. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevate ettevõtete lämmastiku, fosfori, kaaliumi kasutamise efektiivsus aastatel 2015-2018 ....85
Joonis 58. Lämmastiku sisend, väljund ja bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes 2015-2018 ....86
Joonis 59. Fosfori sisend, väljund ja bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes 2015-2018 ....86
Joonis 60. Kaaliumi sisend, väljund ja bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes 2015-2018 ....87
Joonis 61. Taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtete lämmastiku, fosfori, kaaliumi kasutamise efektiivsus aastatel 2015-2018 ....88
Joonis 62. Seireettevõtete (KSM+ÜPT) pritsitud pinna osakaal põllumajandusmaast, toimeainet pritsitud pinnale ja põllumajandusmaale ning trend aastatel 2007-2018 ....91
Joonis 63. KSM ja ÜPT seireettevõtete pritsitud pind seirealusest põllumajandusmaast, kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus ja trend kasutatud toimeainet pritsitud pinnale aastatel 2007-2018 ....92
Joonis 64. KSM ja ÜPT seireettevõtetes kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus ja trend kasutatud toimeainet põllumajandusmaale, aastatel 2007-2018 ....92
Joonis 65. KSM+ÜPT; KSM ja ÜPT seireettevõtetes suvi-, taliteravilja, rapsi, herne ja põldoa pinna osakaal põllumajandusmaast ja pritsitud pinnast aastatel 2015-2018 ....93
Joonis 66. KSM+ÜPT; KSM ja ÜPT seireettevõtetes kultuuride keskmisena, suvi-, taliteraviljadel, rapsil, põldhernel ja põldoal kasutatud toimeaine kogus pritsitud pinnale, aastatel 2015-2018 ....94
Joonis 67. Eestis turustatud taimekaitsevahendite ja herbitsiidide toimeaine kogus aastatel 2011-2018 (Statistikaameti andmed) ..95
Joonis 68. KSM+ÜPT; KSM ja ÜPT seireettevõtetes kultuuride keskmisena, suvi- ja taliteraviljadel, rapsil, põldhernel ja põldoal kasutatud glüfosaadi kogus pritsitud pinnale aastatel 2015-2018 ....96
Joonis 69. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool NTA-d paiknevate seireettevõtete pritsitud pinna osakaal põllumajandusmaast ja toimeainet pritsitud pinnale, aastatel 2015-2018 ....97
Joonis 70. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool NTA-d paiknevates seireettevõtetes kasutatud pestitsiidide toimeaine kogused põllumajandusmaale, aastatel 2015-2018 ....98
Joonis 71. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates seireettevõtetes kultuuride keskmisena, suvi- ja taliteraviljadel, rapsil, põldhernel ja põldoal kasutatud toimeainet pritsitud pinnale, aastatel 2015-2018 ....99
Joonis 72. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates seireettevõtetes kultuuride keskmisena, suvi-, taliteraviljadel, rapsil, põldhernel ja põldoal kasutatud glüfosaadi kogus pritsitud pinnale, aastatel 2015-2018 ....100

## Tabelite loetelu

Tabel 2. Nitraatiooni keskmised kontsentratsioonid seirepõldudel referentperioodil 2007-2013 ja aastatel 2014-2019 ..... 63
Tabel 3. Nitraatiooni keskmised kontsentratsioonid toetustüübiti referentsperioodil 2007-2013 ja aastatel 2014-2019 ..... 63
Tabel 4. Fosfori keskmised kontsentratsioonid seirepõldudel referentsperioodil 2007-2013 ja aastatel 2014-2019 ..... 67
Tabel 5. Lämmastiku leostumine toetustüübiti referentsperioodil 2006-2013 ja aastatel 2014-2019 ..... 72
Tabel 6. Fosfori leostumine toetustüübiti aastatel referentsperioodil 2006-2013 ja aastatel 2014-2019 ..... 72

## Lisade loetelu

Lisa 3. Toiteelementideks ümberarvestamise koefitsiendid
Lisa 4. Taluvärava toiteelementide bilansi uuringu koondtulemused toetustüübiti, aastatel 2004-2018
Lisa 5. Taluvärava toiteelementide bilanss toetustüübiti, aastatel 2015-2018
Lisa 6. Taluvärava toiteelementide bilanss nitraaditundlikul alal paiknevates ettevõtetes, aastatel 2015-2018
Lisa 7. Taluvärava toiteelementide bilanss väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates ettevõtetes, aastatel 2015-2018
Lisa 8. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevate ettevõtete taluvärava toiteelementide bilansi lämmastiku, fosfori, kaaliumi sisendi ja väljundi jagunemine protsentides, aastatel 2015-2018
Lisa 9. Taluvärava toiteelementide bilansi uuringu koondtulemused tootmistüübiti, aastatel 2004-2018
Lisa 10. Taluvärava toiteelementide bilanss tootmistüübiti, aastatel 2015-2018
Lisa 11. Taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes taluvärava toiteelementide bilansi lämmastiku, fosfori, kaaliumi sisendi ja väljundi jagunemine protsentides, aastatel 2015-2018
Lisa 12. Uuringu "Pestitsiidide kasutuskoormus" andmete analüüsimisel kasutatud näitajad; referentsväärtused ja muutus referentsväärtustest PMK seireettevõtetes 2018. aastal
Lisa 13. Seireettevõtete keskmine pestitsiidide kasutuskoormus toetustüübiti aastatel 2007-2018
Lisa 14. Seireettevõtete keskmine pestitsiidide kasutuskoormus tootmistüübiti aastatel 2007-2018
Lisa 15. Seireettevõtete keskmine pestitsiidide kasutuskoormus suurusgrupiti aastatel 2007-2018
Lisa 16. Seireettevõtete pestitsiidide kasutuskoormus piirkonniti aastatel 2007-2018
Lisa 17. Pestitsiidide kasutamine seireettevõtete keskmisena kultuurigruppide lõikes aastatel 2015-2018
Lisa 18. Pestitsiidide kasutamine seireettevõtete keskmisena kultuurigruppide ja pestitsiidi liikide lõikes aastatel 2015-2018
Lisa 19. Pestitsiidide kasutamine KSM ja ÜPT seireettevõtete keskmisena kultuurigruppide ja pestitsiidi liikide lõikes 2015-2018
Lisa 20. Kasutatud pestitsiidide osakaal liigiti pritsitud pinnast ja kasutatud toimeainest aastatel 2015-2018
Lisa 73. MAK 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks läbi viidud uuringute metoodikad

## Kasutatud kirjanduse loetelu

Astover, A. (2015). Projekti "Huumusbilansikalkulaatori edasiarendus ja põllu- ning taluvärava (ettevõtte) põhisena" aruanne. Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut. 12 lk.

Statistikaamet, 2020. Statistikatöö KK2085 "Toimeaine kogus turustatud taimekaitsevahendites". Allikas: http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK2085&ti=TURUSTATUD+TAIMEKAITSEVAHENDID+TOIMEAINE+J%C4RGI&path=../Database/Keskkond/07Pollumajanduskeskkond/&lang=2

# 2.1. Põllumajandusliku keskkonnatoetuse veeseire hidamise raames veekvaliteediga seotud uurimustööd (taimetoiteelementide konsentratsioon dreenivees) 2019. aastal

## 2.1.1. Seirealad

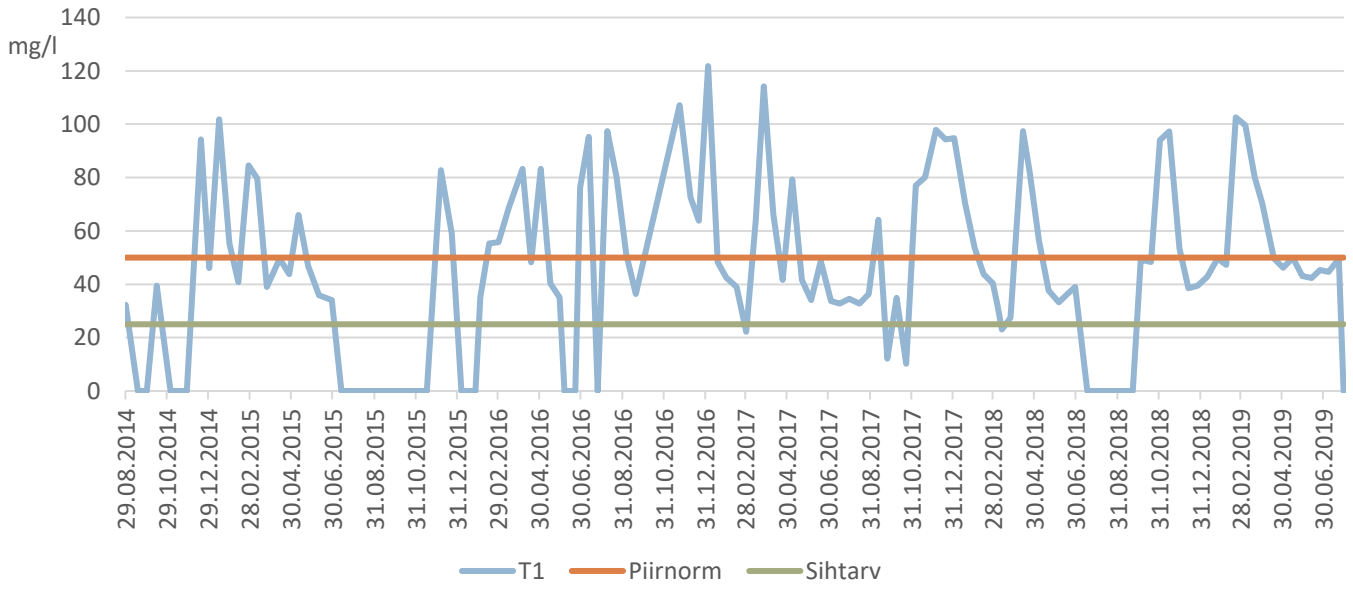
Uuringu eesmärgiks on hinnata MAK PKT keskkonnasõbraliku majandamise (KSM) ja mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) meetme rakendumist ja mõju veekeskkonnale. Töö teostaja on PMK põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroo, kontaktisik Jaan Kanger, jaan.kanger@pmk.agri.ee.

2019. aastal kasvatati seirepõldudel järgmisi põllumajanduskultuure:

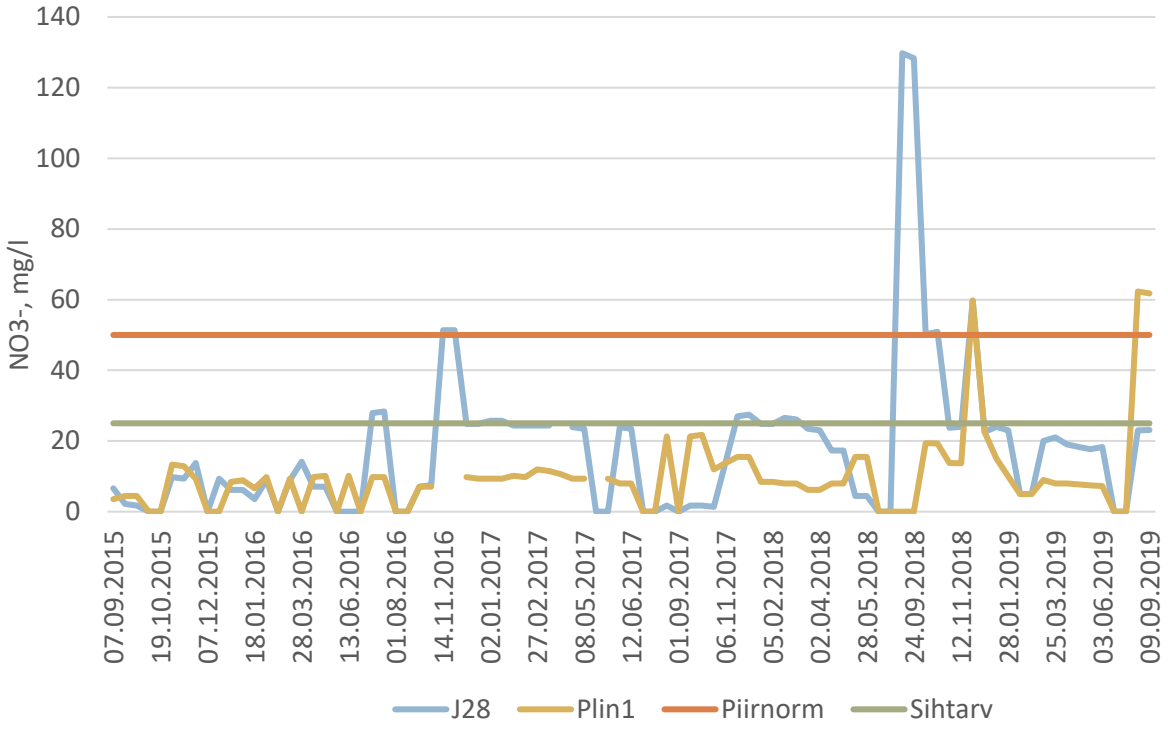
- T1 (Tartumaa), toetustüüp – KSM, suvioder Evergreen;
- J28 (Läänemaa), toetustüüp – KSM, suvinisu Granny;
- Plin1 (Läänemaa), toetustüüp – KSM, suvioder Katniss;
- K1 (Raplamaa), toetustüüp – ÜPT (nn tavatootmine, ei ole liitunud PKT kohustusega), kaer Eugen;
- KH (Raplamaa), toetustüüp – KSM, põldhernes Casablanca;
- LA (Läänemaa), toetustüüp – MAHE, põldhein (liblikõielisi 50%, kõrrelisi 50%);
- AD (Jõgevamaa, NTA), toetustüüp – KSM, mais.

## 2.1.2. Taimetoiteelementide sisaldus dreenivees ja nende leostumine seirepõldudelt

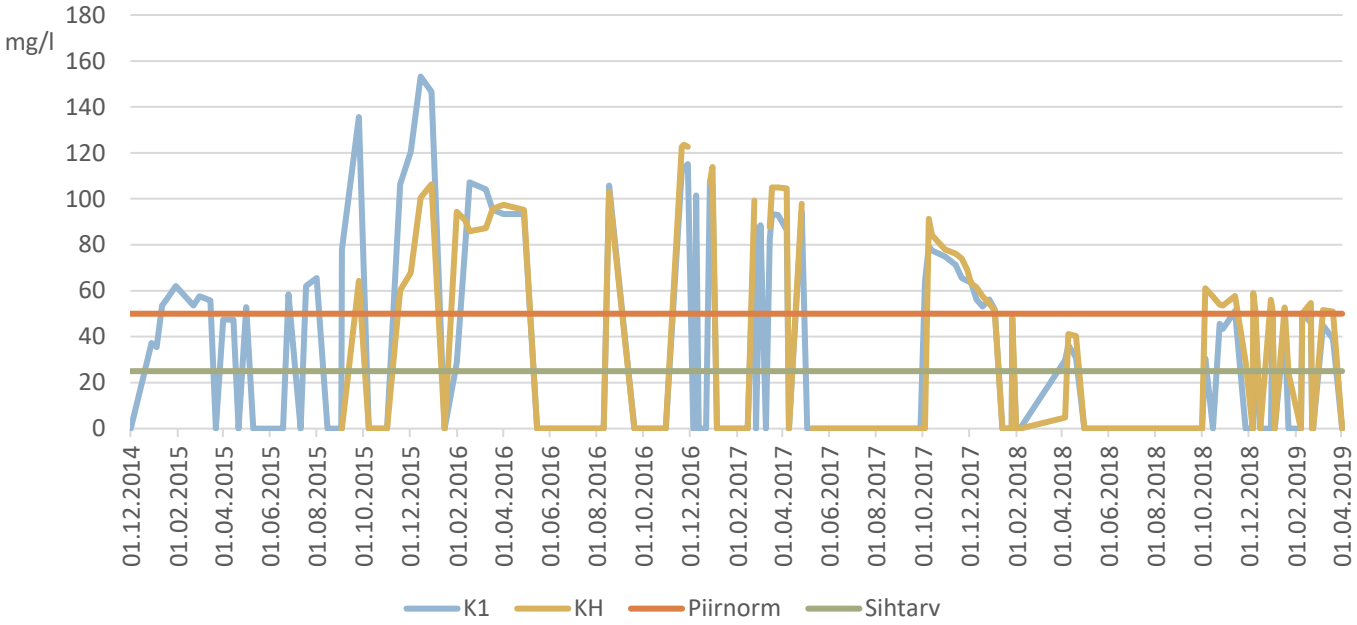
Nitraatiooni kontsentratsioon dreenivees kõigub suurtes piirides. Alljärgnevatel joonistel on toodud nitraatiooni dünaamika seirepõldudel aruandeperioodi (september 2014-september 2019) kohta (Joonis 29, Joonis 30, Joonis 31, Joonis 32, Joonis 33). Läänemaa ja Tartumaa seirepõldudele anti sügisel mullaharimise alla orgaanilisi väetisi, vastavalt sea vedelsõnnikut ja digestaati. Ilmselt seetõttu suurenes sügisperioodil lühiajaliselt ka nitraatiooni kontsentratsioon nende põldude dreenivees. Raplamaa seirepõldudel oli nitraatiooni kontsentratsioon kogu seireperioodi vältel ühtlaselt kõrge, ulatudes piirnormini. Mahepõllul LA, kus kasvas kõrrelisterohke põldhein oli nitraatiooni kontsentratsioon dreenivees väga madal.



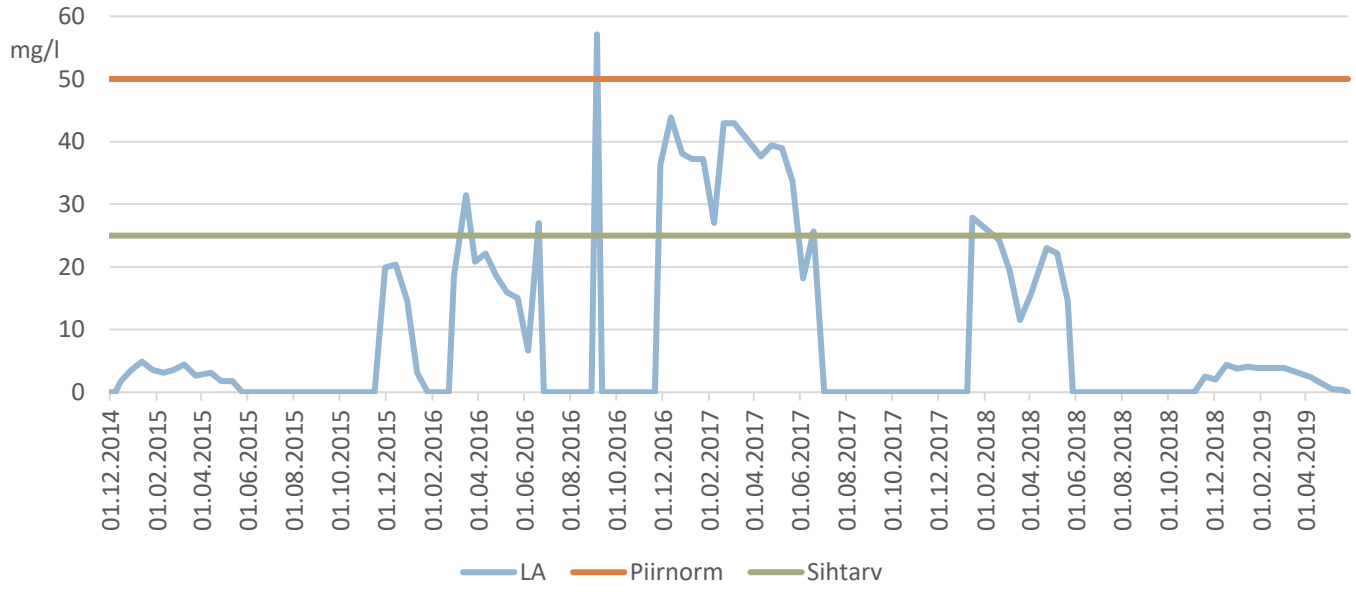

Joonis 29. Nitraatiooni sisaldus Tartumaa KSM seirepõllu (T1) dreenivees perioodil 2014-2019



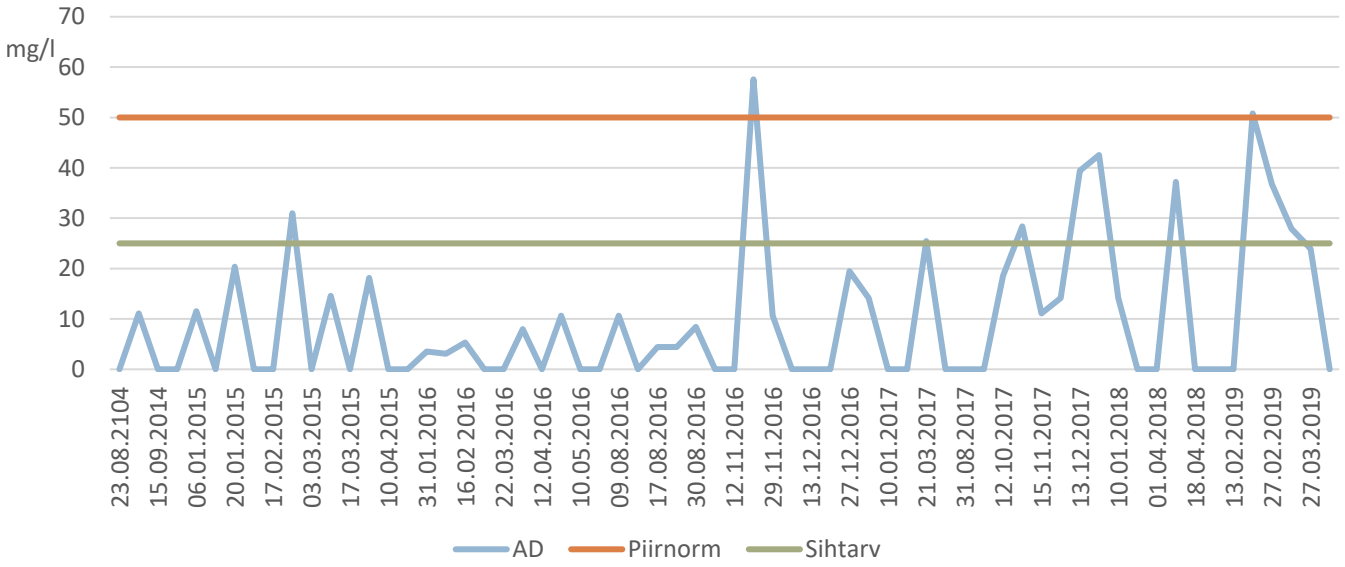

Joonis 30. Nitraatiooni sisaldus Läänemaa KSM seirepõllludude (J28, Plin1) dreenivees perioodil 2014-2019




Joonis 31. Nitraatiooni sisaldus Raplamaa ÜPT ja KSM seirepõllludude (K1, KH) dreenivees perioodil 2014-2019




Joonis 32. Nitraatiooni sisaldus Läänemaa MAHE seirepõllu (LA) dreenivees perioodil 2014-2019




Joonis 33. Nitraatiooni sisaldus NTA seirepõllu (AD) dreenivees perioodil 2014-2019

Nitraatiooni keskmiste kontsentratsioonide võrdlemisel selgub, et kahe seirepunkti dreenivee nitraatiooni sisaldus ületas seireperioodil 2018/2019 piirnormi. Kahe KSM põllu vee nitraatidesisaldus ulatus 50,9 – 58,3 mg/l (Tabel 2). ÜPT põllul jäi nitraatiooni kontsentratsioon napilt alla piirnormi (44,5 mg/l), kuid ületas sihttaset. Mahepõllul, mida pole väetatud juba 4 aastat, oli dreenivees ka nitraate väga vähe – 2,7 mg/l.

Tabel 2. Nitraatiooni keskmised kontsentratsioonid seirepõldudel referentperioodil 2007-2013 ja aastatel 2014-2019

| Seirepunkt | $NO_3$ keskmine sisaldus, mg/l | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2007-2013 | 2014-2015 | 2015-2016 | 2016-2017 | 2017-2018 | 2018-2019 |
| T1 (KSM) | 42,3 | 55,6 | 61,6 | 52,8 | 53,8 | 58,3 |
| Plin1 (KSM) | 38,0 | 26,5 | 8,8 | 10,1 | 15,0 | 17,2 |
| J28 (KSM) | 20,1 | 12,4 | 10,1 | 24,3 | 13,0 | 36,0 |
| K1 (ÜPT) | 20,1 | 51,1 | 103,3 | 98,6 | 57,3 | 44,5 |
| KH (KSM) | | | 88,4 | 107,3 | 56,0 | 50,9 |
| LA (MAHE) | 18,7 | 3,1 | 20,8 | 37,1 | 20,5 | 2,7 |
| AD (KSM) | | 17,8 | 6,5 | 25,5 | 25,7 | 34,9 |
| Piirnorm | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 |
| Sihtarv | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 |

Toetustüüpide võrdluses oli nitraatiooni sisalduselt halvima kvaliteediga ÜPT põllult pärinev dreenivesi.

Kui võrrelda nitraatiooni seireperioodi (sept 2018 - sept 2019) keskmisi kontsentratsioone toetustüübiti, siis on näha, et kõikide toetustüüpide puhul jäi nitraatiooni keskmine kontsentratsioon piirnormist madalamaks. Võrreldes kontsentratsiooni muutusi aastati, on näha, et KSM toetustüübiga põldudel on selle näitaja varieeruvus väiksem kui ÜPT ja MAHE toetustüübiga põldudel. Referentsperioodiga (2007-2013) võrreldes suurenes keskmine kontsentratsioon ÜPT toetustüübiga põldudel (Tabel 3).

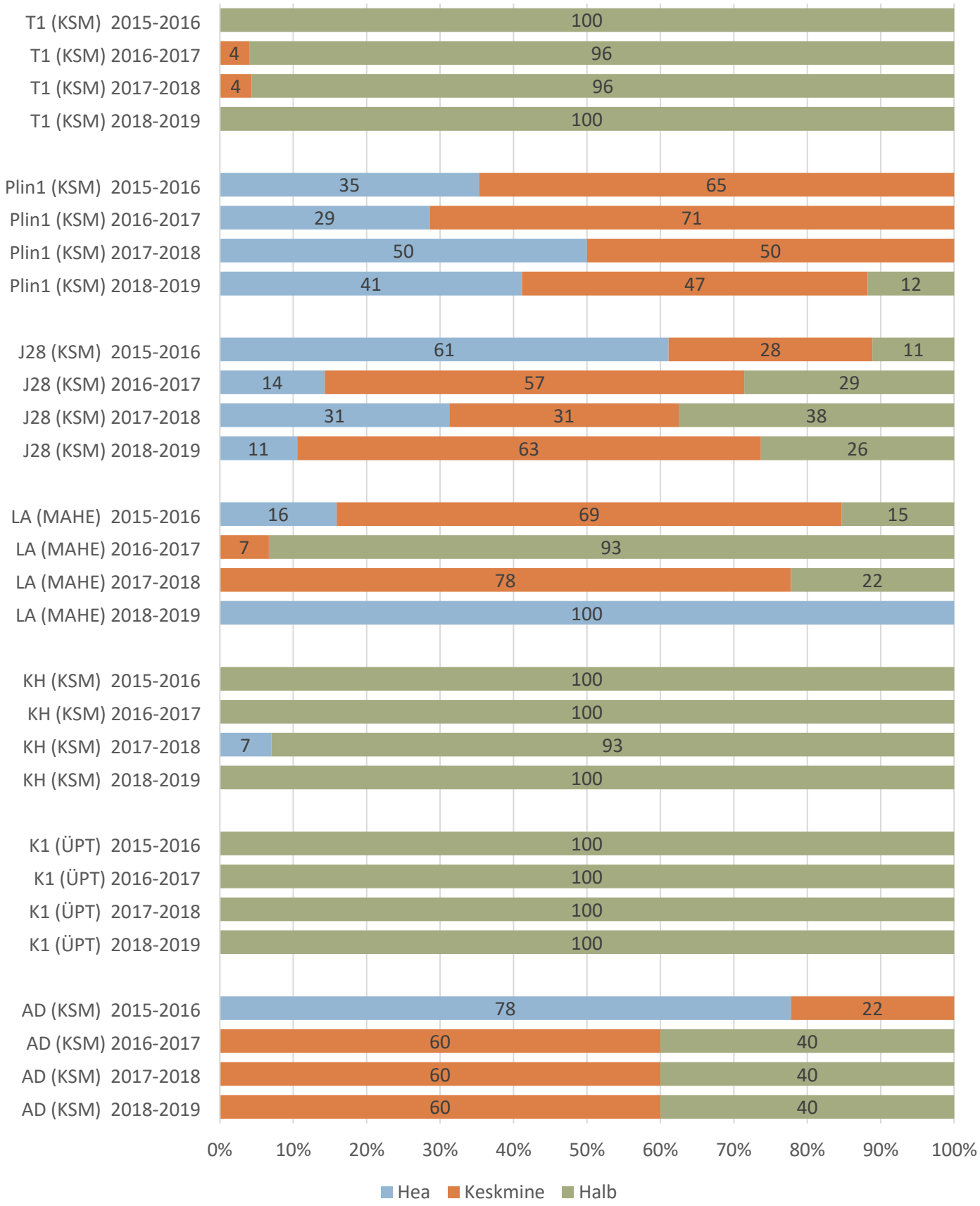
Tabel 3. Nitraatiooni keskmised kontsentratsioonid toetustüübiti referentsperioodil 2007-2013 ja aastatel 2014-2019

| Toetustüüp | $NO_3$ keskmine sisaldus, mg/l | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2007-2013 | 2014-2015 | 2015-2016 | 2016-2017 | 2017-2018 | 2018-2019 |
| KSM | 33,5 | 28,1 | 35,1 | 44,0 | 32,7 | 39,5 |
| MAHE | 18,7 | 3,1 | 20,8 | 37,1 | 20,5 | 2,7 |
| ÜPT | 20,1 | 51,1 | 103,3 | 98,6 | 57,3 | 44,5 |

Järgnevalt hinnatakse dreenivee kvaliteeti kahe erineva klassifikatsiooni järgi, mille aluseks on erinevad lämmastikuvormid: nitraatiooni ja nitraatlämmastiku sisaldus.

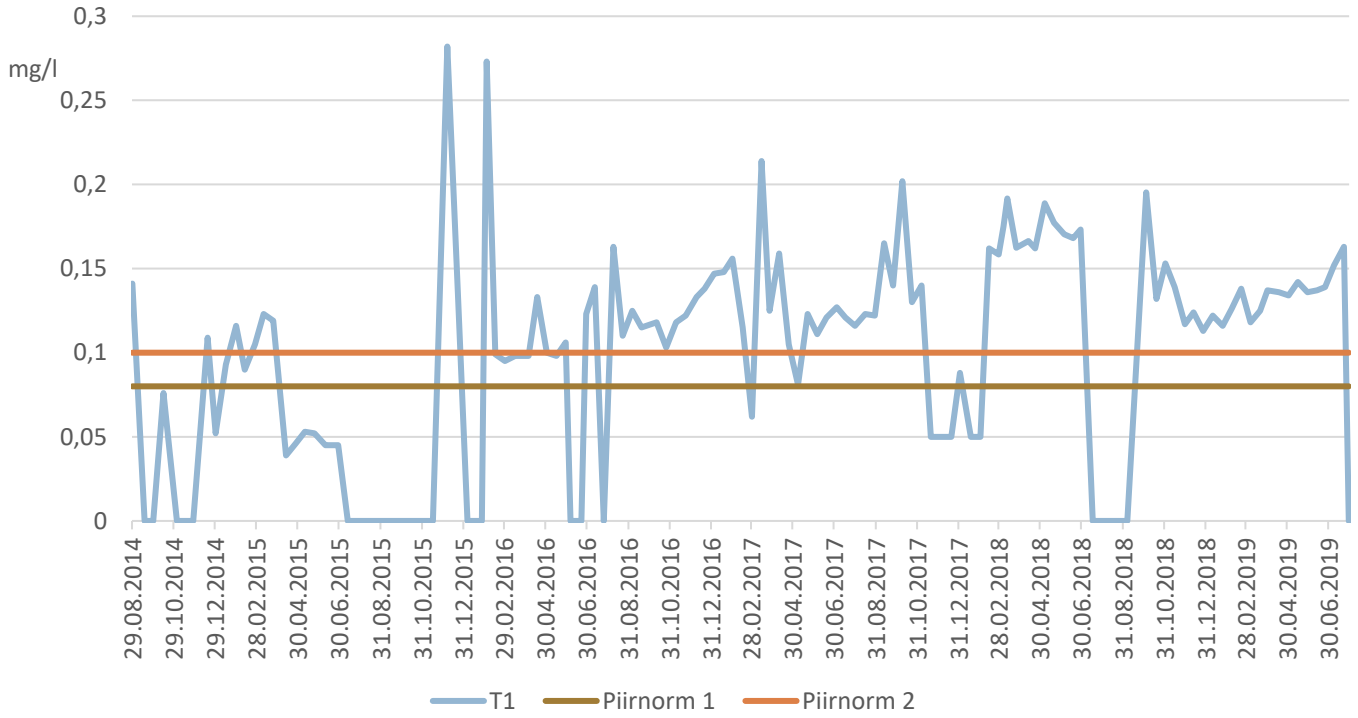
Nitraatide sisalduse järgi kuulus kõigist perioodil 09.2018-09.2019 KSM põldudelt kogutud dreeniveeproovidest heasse kvaliteediklassi (<25 mg/l) 40%, keskmisesse (25-50 mg/l) 22% ja halba (>50 mg/l) 38% proovidest. Mahepõllu dreenivee kvaliteet oli hea. ÜPT põllul jäi 20% kogutud veeproovidest kvaliteedilt halba klassi ja 80% keskmisesse klassi.

MAK 2014-2020 pinnavee nitraatlämmastiku kvaliteediklasse kasutades jääb põldudelt T1, K1 ja KH kogutud dreenivesi halba seisundiklassi. Vegetatsiooniperioodide võrdluses pole aruandeaastal 2018/2019 dreenivee kvaliteet oluliselt halvenenud (Joonis 34).

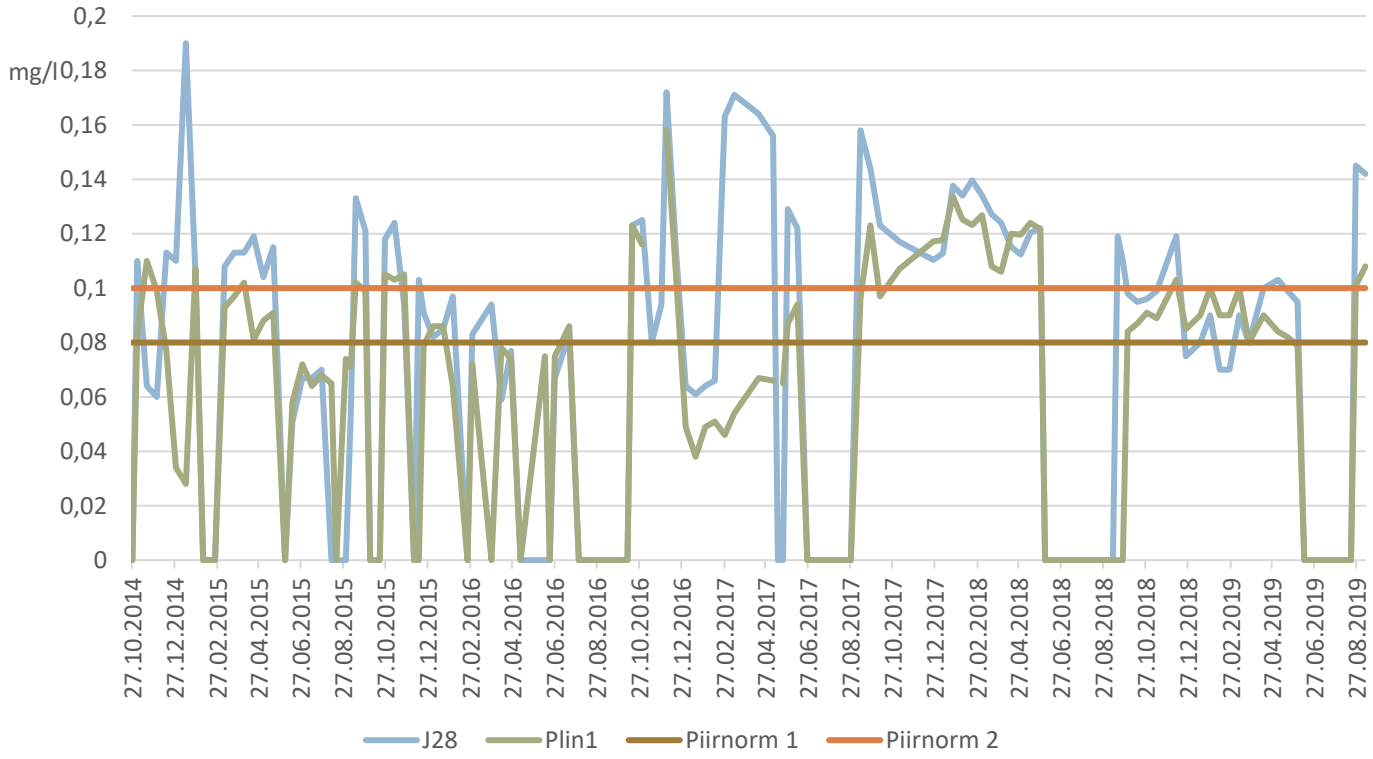



Joonis 34. Perioodil 09.2015-09.2019 kogutud dreeniveeproovide jagunemine seisundiklassidesse nitraatlämmastiku ($N\text{-}NO_3$) sisalduse alusel

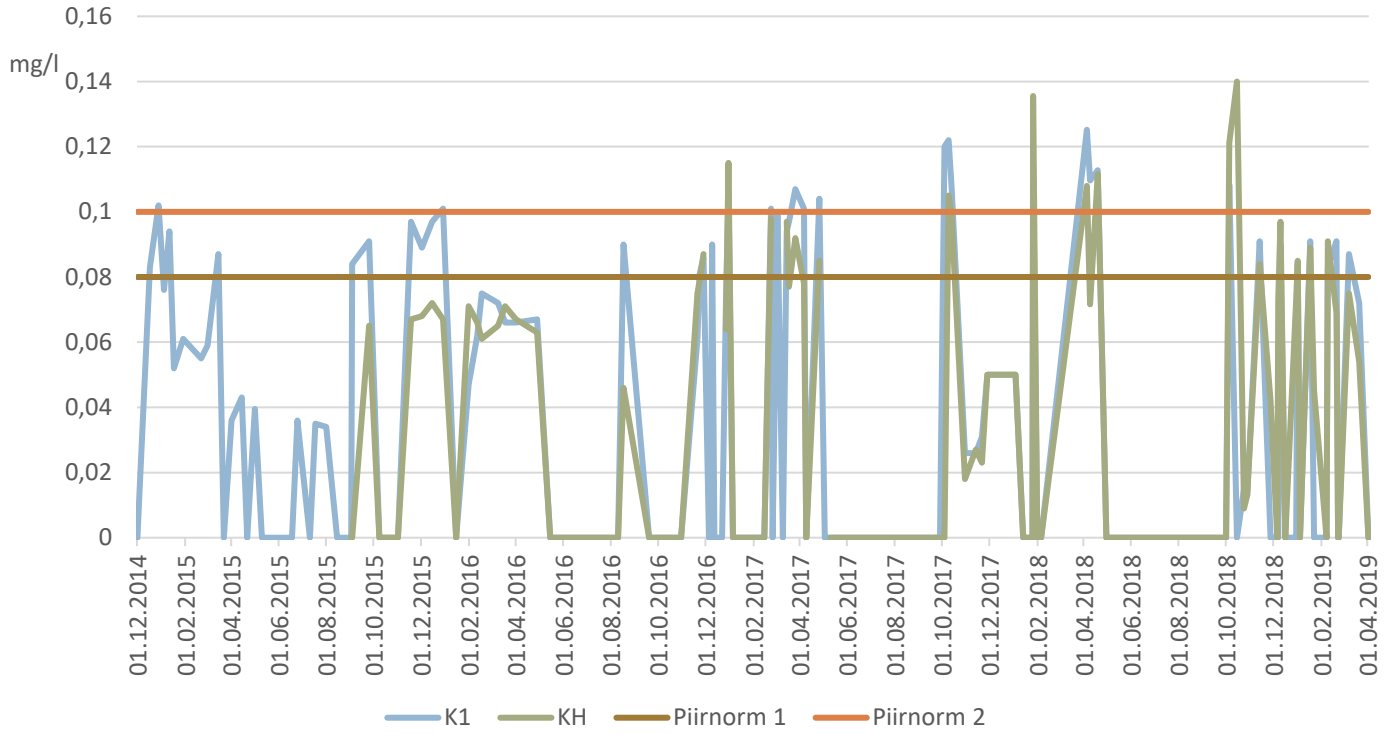
Dreenivee fosfori sisalduse muutus perioodil 2014-2017 on toodud järgnevatel joonistel (Joonis 35, Joonis 36, Joonis 37, Joonis 38, Joonis 39). Joonistel on toodud kaks piirnormi, mis eristavad pinnaveekogumite seisundiklasside piire: piirnorm 1 (0,08 mg/l) on piiriks hea ja kesise klassi ning piirnorm 2 (0,10 mg/l) kesise ja halva klassi vahel. Joonistelt on näha, et Tartumaa, Läänemaa ja Raplamaa seirepõldudel jäi dreenivee kvaliteet valdavalt kesiseks või halvaks. Vaid NTA seirepõllu dreenivee kvaliteet fosforisisalduse järgi oli hea (Joonis 39).



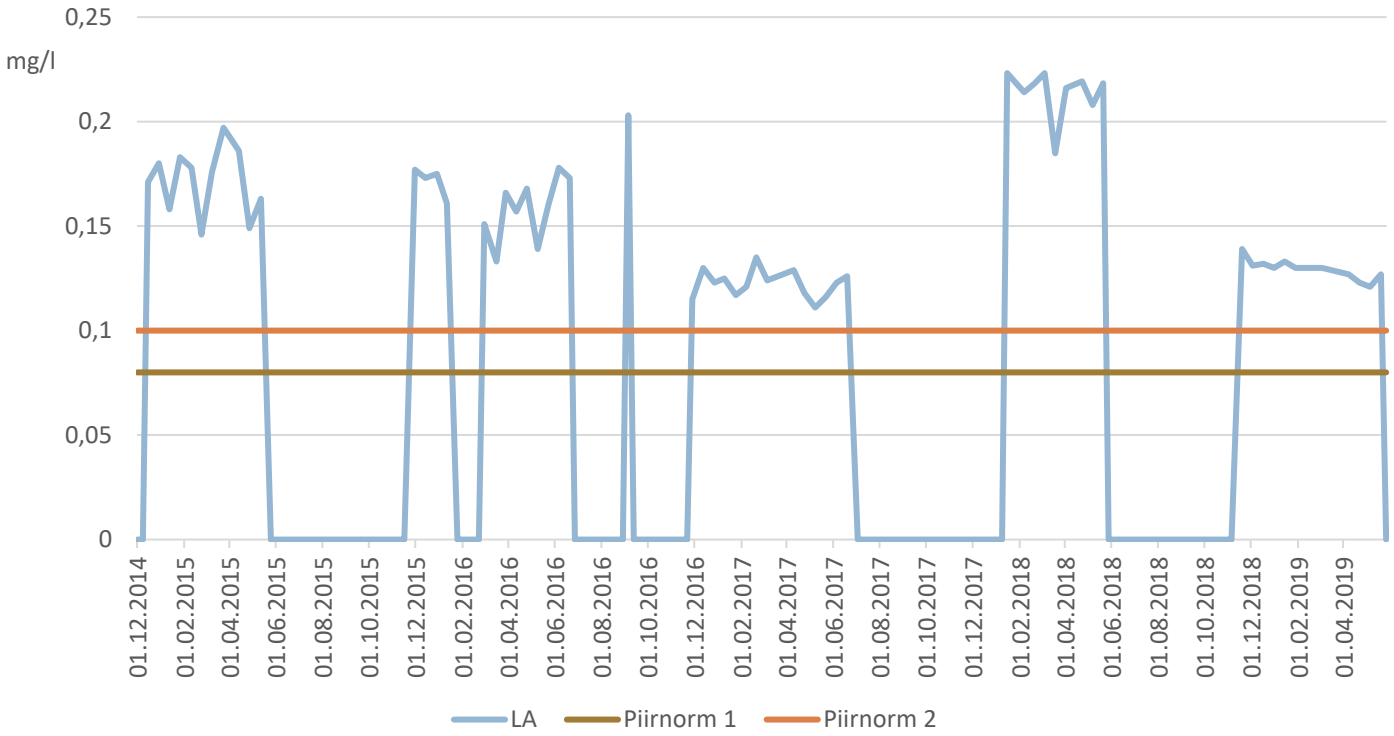

Joonis 35. Fosfori sisaldus Tartumaa KSM seirepõllu (T1) dreenivees perioodil 2014-2019



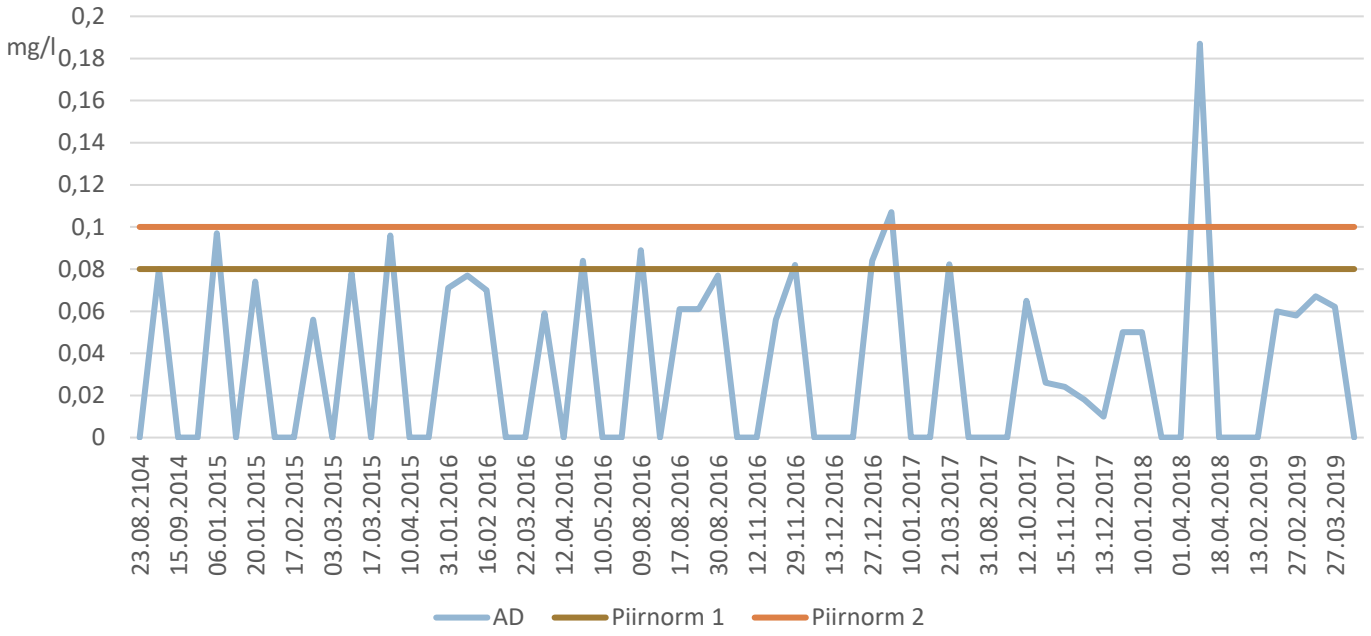

Joonis 36. Fosfori sisaldus Läänemaa KSM seirepõldude (Plin1, J28) dreenivees perioodil 2014-2019




Joonis 37. Fosfori sisaldus Raplamaa ÜPT seirepõllu K1 ja KSM seirepõllu KH dreenivees perioodil 2014-2019




Joonis 38. Fosfori sisaldus Läänemaa MAHE seirepõllu (LA) dreenivees perioodil 2014-2019




Joonis 39. Fosfori sisaldus NTA KSM seirepõllu (AD) dreenivees perioodil 2014-2019

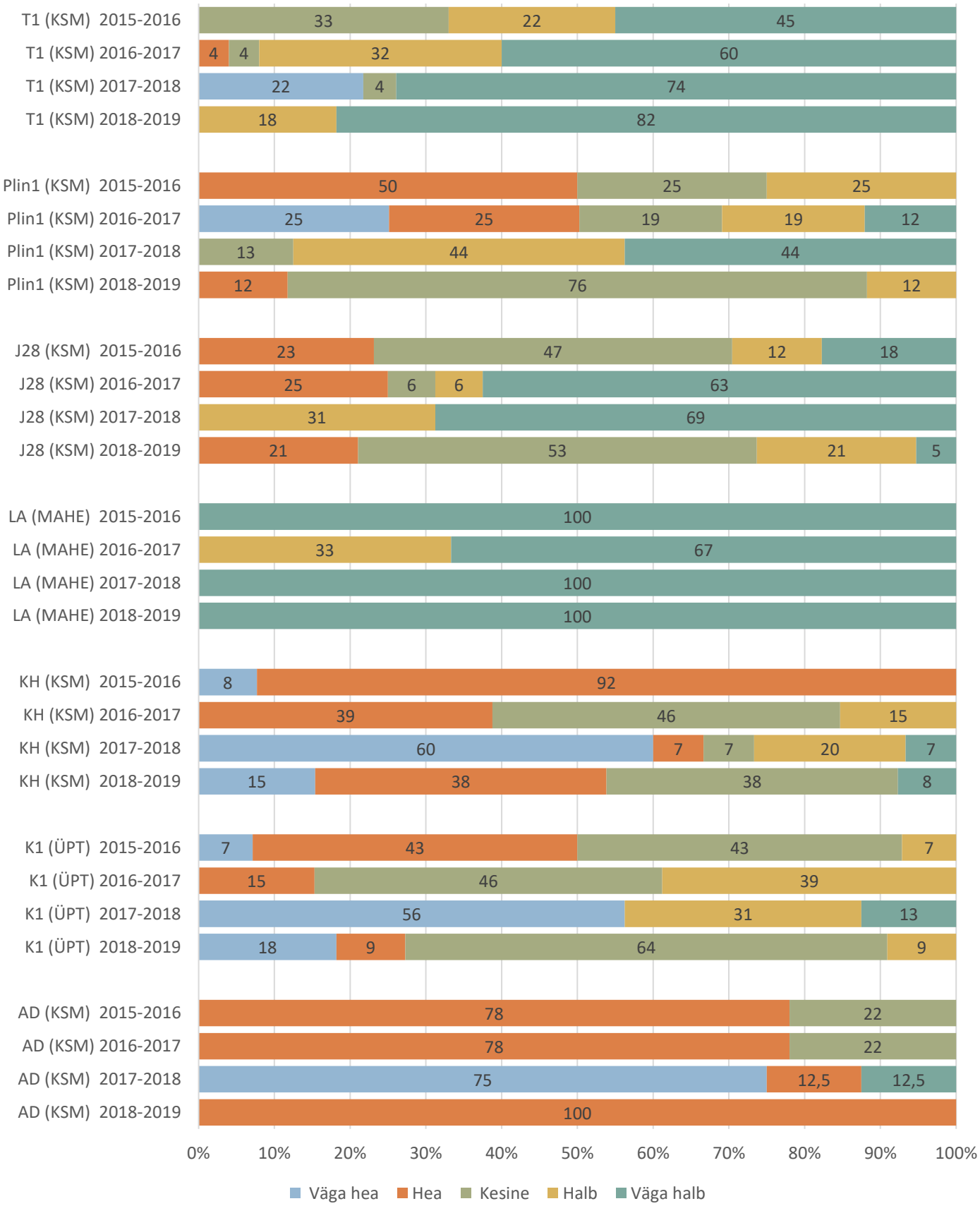
Seirepõldude dreenivee keskmine fosforisisaldus oli aruandeperioodil (2018-2019) 0,06-0,13 mg/l, mis referents-perioodiga (2007-2013) võrreldes jäi mõnevõrra madalamaks (Tabel 4).

Tabel 4. Fosfori keskmised kontsentratsioonid seirepõldudel referentsperioodil 2007-2013 ja aastatel 2014-2019

| Seirepunkt | P keskmine sisaldus, mg/l | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2007-2013 | 2014-2015 | 2015-2016 | 2016-2017 | 2017-2018 | 2018-2019 |
| T1 (KSM) | 0,13 | 0,07 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,13 |
| Plin1 (KSM) | 0,13 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,13 | 0,08 |
| J28 (KSM) | 0,13 | 0,08 | 0,09 | 0,12 | 0,12 | 0,10 |
| K1 (ÜPT) | 0,08 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,07 | 0,08 |
| KH (KSM) | | | 0,07 | 0,09 | 0,06 | 0,07 |
| LA (MAHE) | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,13 | 0,21 | 0,13 |
| AD (KSM) | | 0,03 | 0,07 | 0,08 | 0,05 | 0,06 |

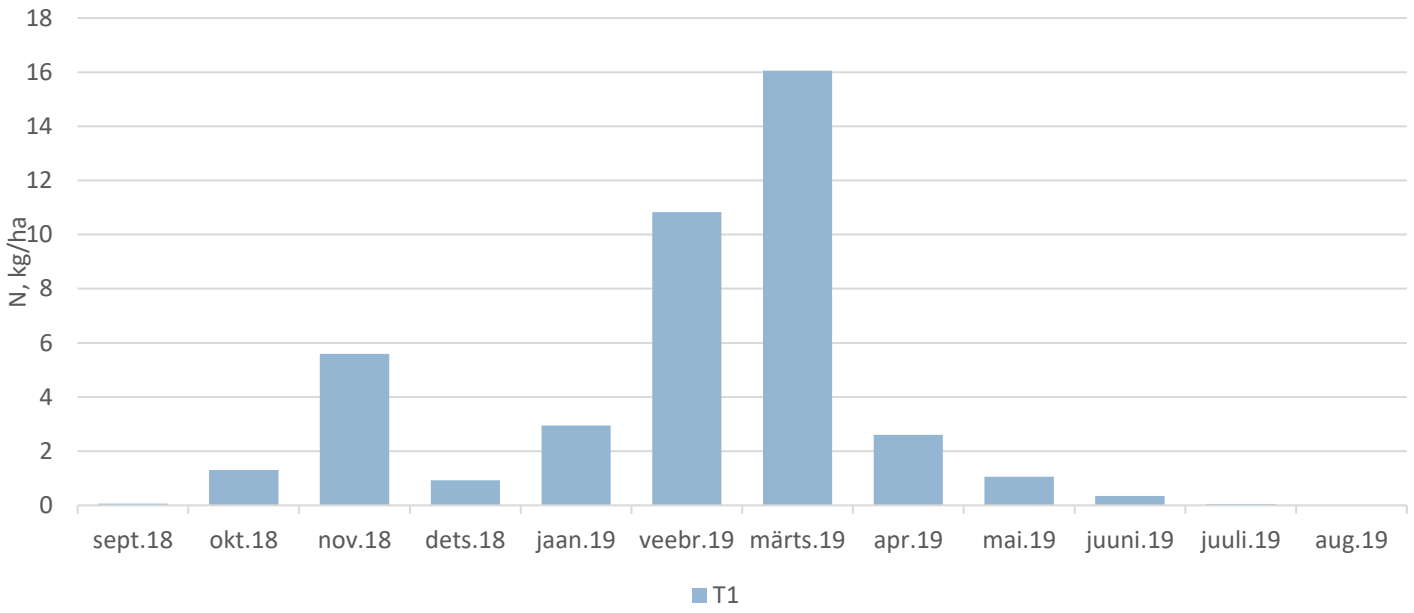
Vooluveekogude pinnaveekogumite seisundiklasside piirid fosfori sisalduse järgi on järgmised: väga hea kvaliteediklass <0,05; hea 0,05-0,08; kesine >0,08-0,1; halb >0,1-0,12 ja väga halb >0,12 mg/l.

Seireperioodil 2018-2019 paranes dreenivee kvaliteet fosforisisalduse põhjal seirepõldudel Plin, J28 ja AD. Põllul T1 suurenes väga halba ja halba kvaliteediklassi jäävate proovide osakaal ning vastavalt vähenes proovide hulk heas ja väga heas klassis. Mahepõllult kogutud dreenivee kvaliteet jäi väga halba kvaliteediklassi, mis on tingitud eelkõige mulla lõimisest ja liigist (kerge savilõimisega leostunud ja leetjas gleimuld) ning kasvatatavast kultuurist. Ristiku sügavale ulatuvate juurte lagunemisel tekkivate makropooride kaudu liigub koos saviosakestega dreenivette ka sinna kinnitunud fosfor (Joonis 40).



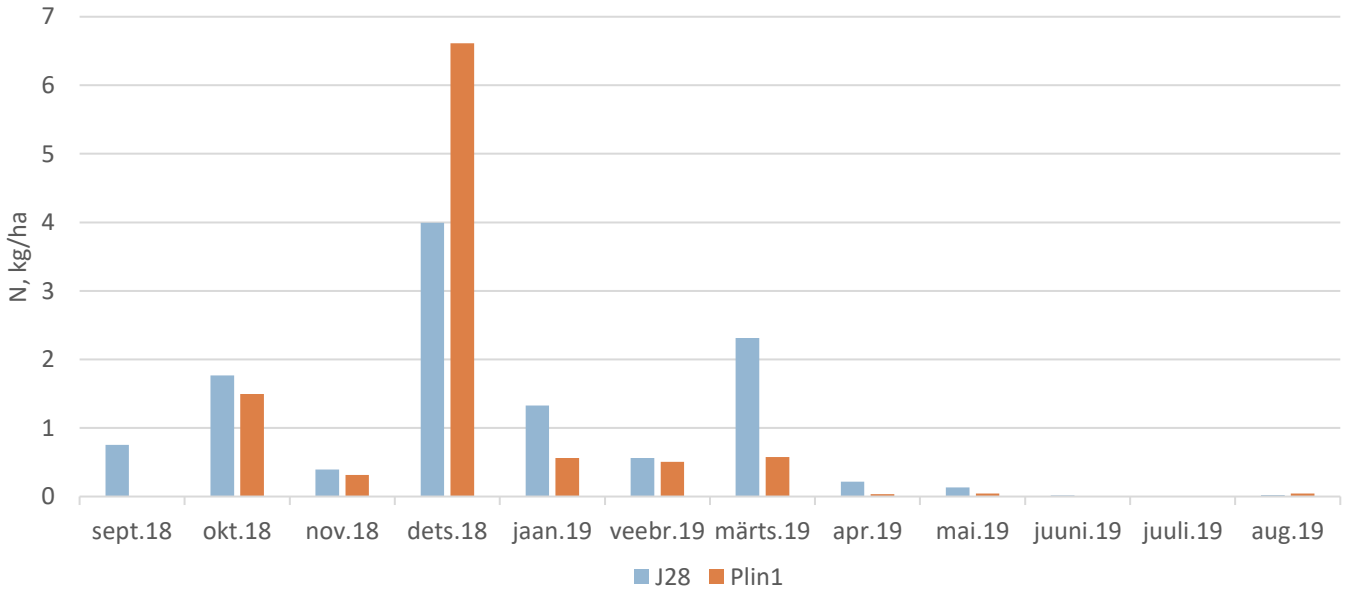

Joonis 40. Dreenivee proovide protsentuaalne jaotus pinnavee seisundiklassidesse fosforisisalduse järgi

Toiteelementide leostumine arvutatakse vastava toiteelemendi sisalduse ja vooluhulga põhjal. Proovivõtu vahelised tulemused saadakse interpoleerimise teel ning vastavalt dreenide pindalale arvutatakse toiteelemendi leostumine hektari kohta. Lämmastiku leostumine kuude lõikes KSM, ÜPT ja MAHE seirepõldudel on toodud järgnevatel joonistel (Joonis 41, Joonis 42, Joonis 43, Joonis 44).



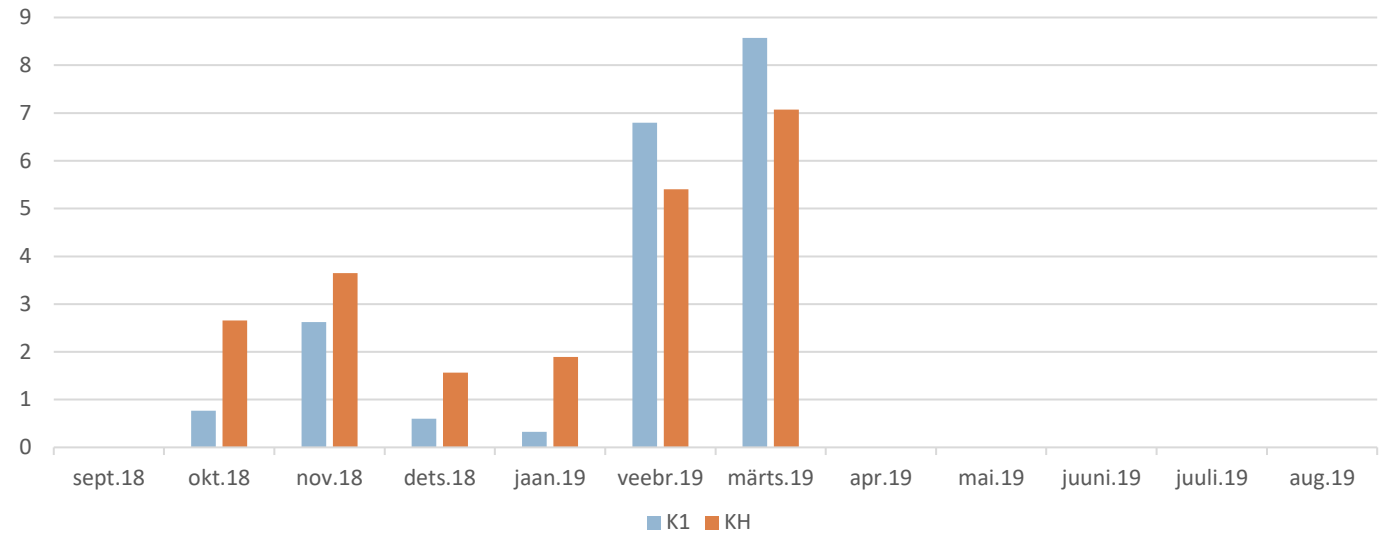

Joonis 41. Lämmastiku leostumine Tartumaa KSM seirepõllult (T1) perioodil 2018-2019

2019. aasta kevadel anti kolmandat aastat järjest seirepõllule T1 digestaati (N 90 kg/ha) ja lisaks veel kahes osas mineraalväetist N normiga 41 ja 51 kg/ha. Nii suurt annust omastatavat lämmastikku ei suudetud saagiks formeerida ning seetõttu ulatus lämmastiku leostumine sellelt seirepõllult kokku 41,8 kg/ha (Joonis 41).



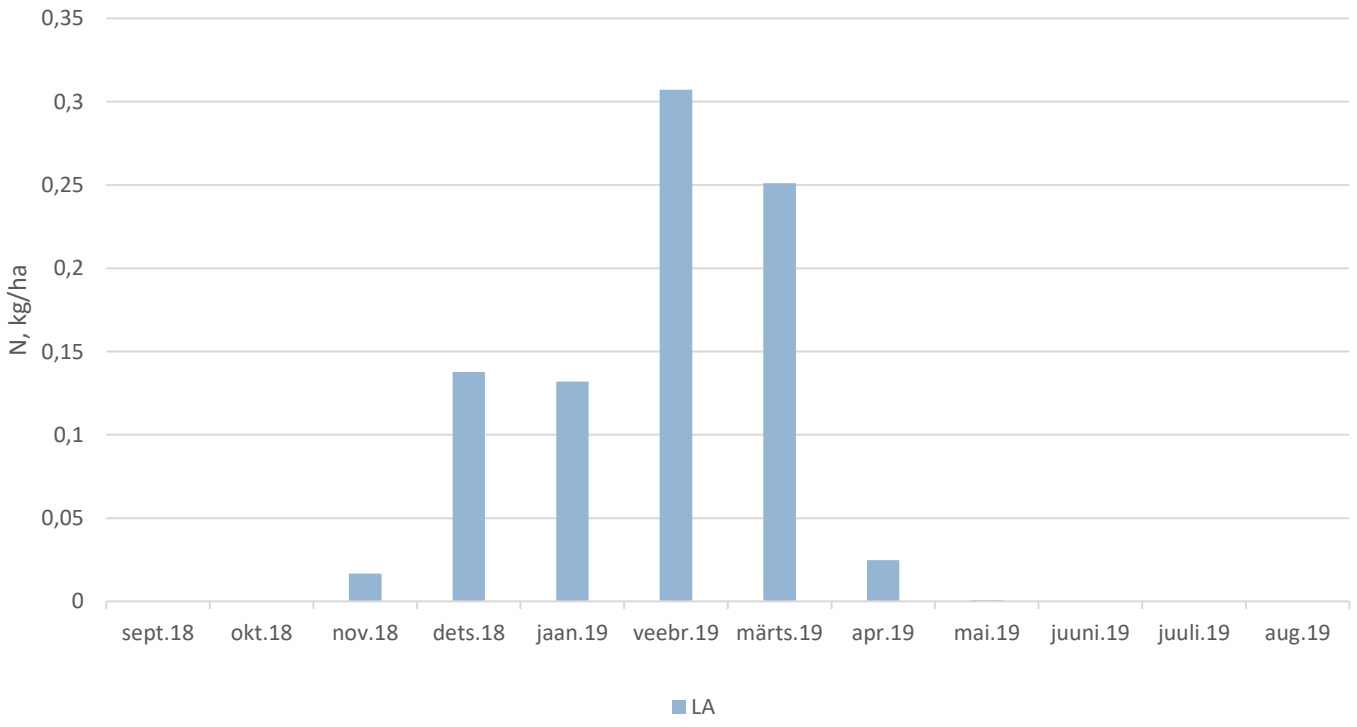

Joonis 42. Lämmastiku leostumine Läänemaa KSM seirepõldudelt (Plin1, J28) perioodil 2018-2019

Läänemaa seirepõldudel Plin1 ja J28 kasvatati suviteravilja. Mõlemale põllule anti 2018. aasta sügisel orgaanilise väetisena sea vedelsõnnikut 30 t/ha. Ilmselt seetõttu oli lämmastiku leostumise maksimum neil põldudel sügisperioodil (Joonis 42).




Joonis 43. Lämmastiku leostumine Raplamaa ÜPT seirepõllult K1ja KSM seirepõllult KH perioodil 2018-2019

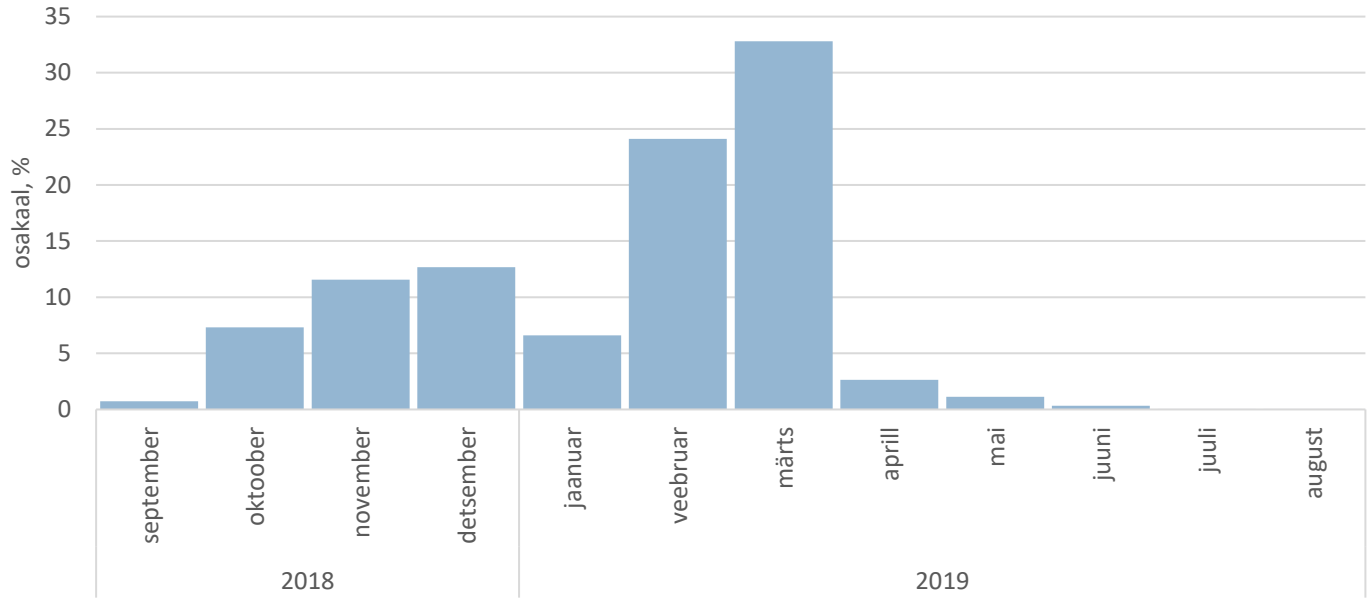
Raplamaa seirepõllul K1 kasvatati kaera, mida väetati lämmastikväetise annusega 51 kg/ha. KSM seirepõllul KH kasvatati põldhernest, mida mineraalväetistega ei väetatud. Mõlemalt põllult leostus lämmastikku peaaegu ühepalju, vastavalt 19,7 ja 22,2 kg/ha, mis näitab veelkord madala väetisannuse ja leostumise vahelise seose puudumist (Joonis 43).




Joonis 44. Lämmastiku leostumine Läänemaa MAHE seirepõllult (LA) perioodil 2018-2019

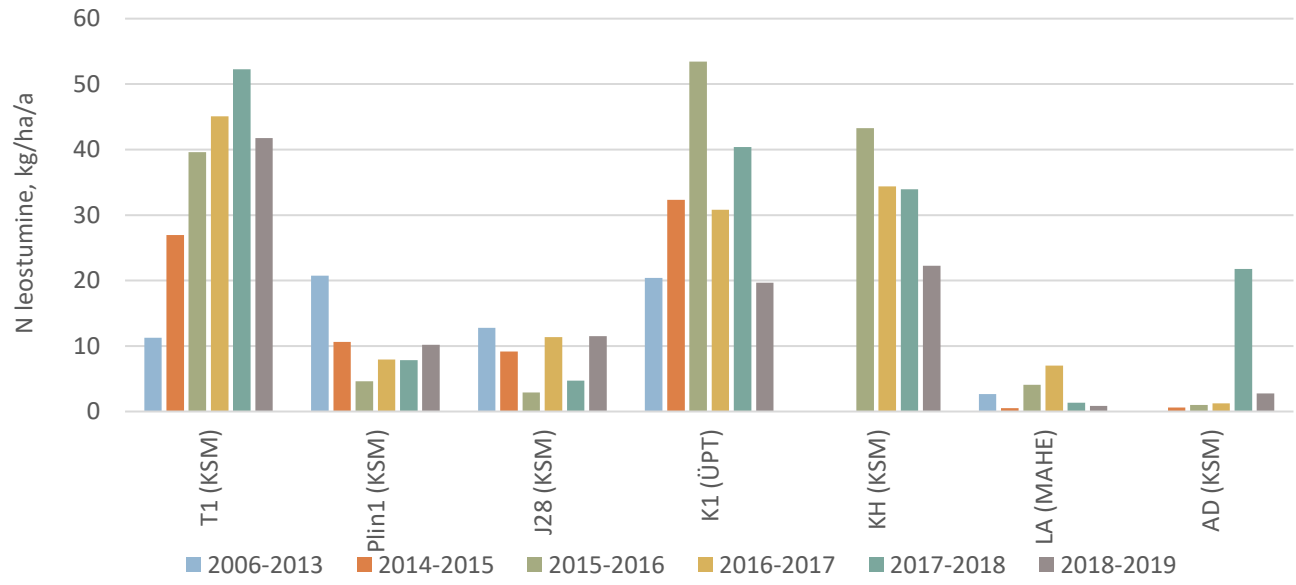
Mahepõllult LA jäi lämmastiku leostumine väga madalaks, kuigi filtratsioon oli keskmisel tasemel. Madala leostumise põhjuseks on maakasutus. Põllul on neljandat aastat järjest kasvatatud kõrrelisterohket põldheina, mis on moodustanud tugeva kamara. Samuti pole sel perioodil kasutatud lämmastikväetisi.

Aruandeaastal, mis hõlmas perioodi septembrist 2018 kuni septembrini 2019, oli lämmastiku leostumisel kaks maksimumi. Sügistalvisel perioodil (oktoober-detsember) leostus põldudelt sama palju kui varakevadisel perioodil (veebruar-märts), mis sel seireperioodil algas seoses ilmastikuga väga vara (Joonis 45). Riigi Ilmateenistuse andmeil oli antud seireperioodi külmim kuu jaanuar (kuu keskmine -4,3°C), mistõttu langes ka filtratsioon. Veebruar ja märts olid erakordselt soojad. Kuu keskmised temperatuurid ületasid pikaajalist keskmist vastavalt 4,7 ja 2,2°C võrra ulatudes plusspoolele. Seetõttu suurenes filtratsioon hüppeliselt juba veebruaris, jätkus märtsis ning väheste sademete tõttu aprillis hääbus.




Joonis 45. Lämmastiku leostumise jagunemine kuude lõikes seireperioodil september 2018 - september 2019

Võrreldes lämmastiku leostumist eelmise vegetatsiooniperioodi ja perioodi 2006-2013 keskmisega näeme, et aruandeaastal leostus enim lämmastikku seirepõllult T1 (Joonis 46). Sellele põllule anti nii sügisel kui kevadel orgaanilise väetisena digestaati, milles kergestiomastatava lämmastiku osakaal ja seega ka oht leostumisele on suur.



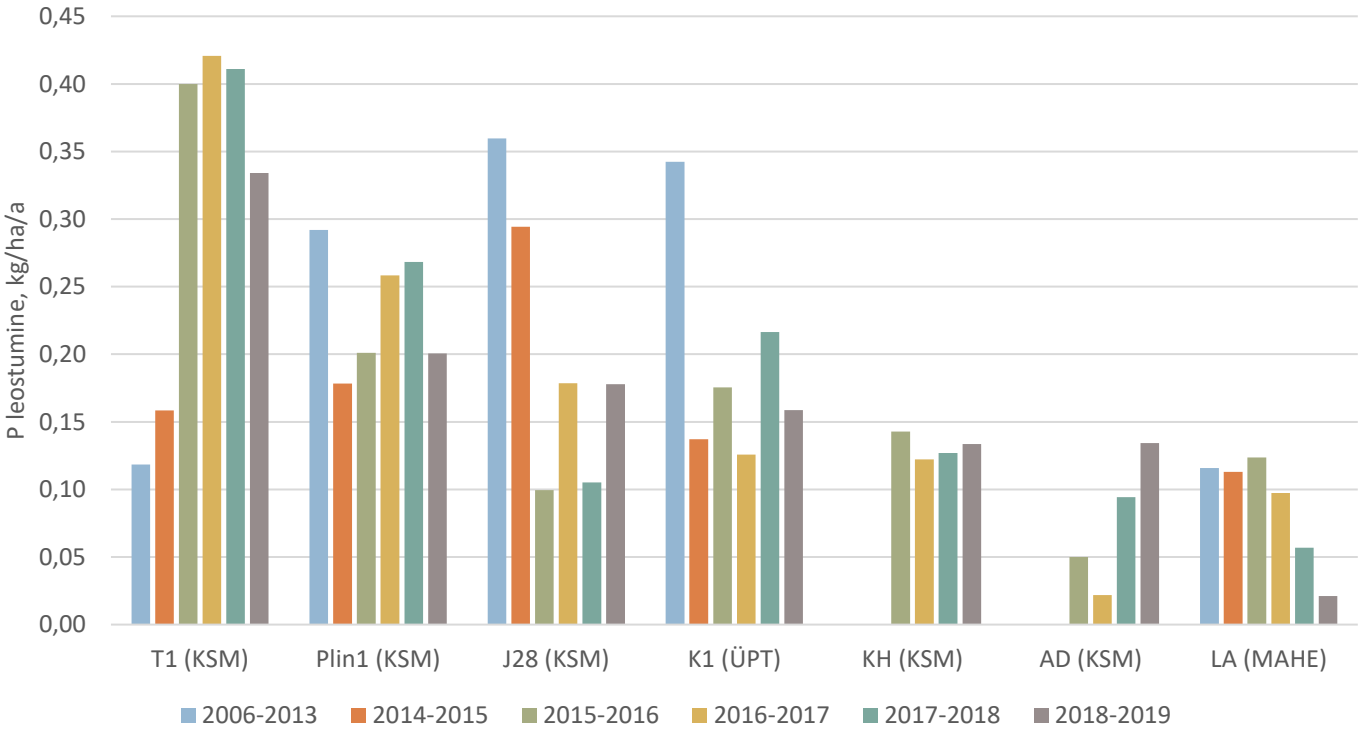

Joonis 46. Lämmastiku aastane leostumine seirepõldudelt (T1, Plin, J28, K1,KH, LA, AD) referentsperioodil 2006-2013 ja aastatel 2014-2019

Võrreldes lämmastiku leostumist toetustüüpide kaupa näeme, et kõige vähem leostus seda toiteelementi mahepõllult (Tabel 5). KSM põldudel on lämmastiku leostumine stabiliseerunud. Kui vaadelda selle näitaja suurenemist kasutatud lämmastikväetiste koguste ja lämmastikubilansi taustal, siis otsest korrelatsiooni ei ole võimalik välja lugeda. Seega on leostumise kasv tingitud ikkagi suurel määral filtratsioonitingimustest (sademete hulgast, temperatuurist, maapinna külmumisest).

Tabel 5. Lämmastiku leostumine toetustüübiti referentsperioodil 2006-2013 ja aastatel 2014-2019

| Toetustüüp | N leostumine, kg/ha/a | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2006-2013 | 2014-2015 | 2015-2016 | 2016-2017 | 2017-2018 | 2018-2019 |
| KSM | 14,9 | 15,6 | 18,3 | 20,0 | 24,1 | 17,7 |
| ÜPT | 20,4 | 32,3 | 53,4 | 30,8 | 40,4 | 19,7 |
| MAHE | 2,7 | 0,5 | 4,1 | 7,0 | 1,3 | 0,9 |

Võrreldes perioodiga 2006-2013 jäi aruandeaastal fosfori leostumine madalamaks toetustüüpide lõikes, jäädes loodusliku fooni (0,1-0,3 kg/ha/a) piiresse (Joonis 47, Tabel 6). Kõige rohkem leostus fosforit seirepõllult T1 (0,33 kg/ha), mis võis olla tingitud digestaadi kasutamisest sügisel.




Joonis 47. Fosfori aastane leostumine seirepõldudelt (Plin1, J28, T1, K1, KH, AD, LA) referentsperioodil 2006-2013 ja aastatel 2014-2019

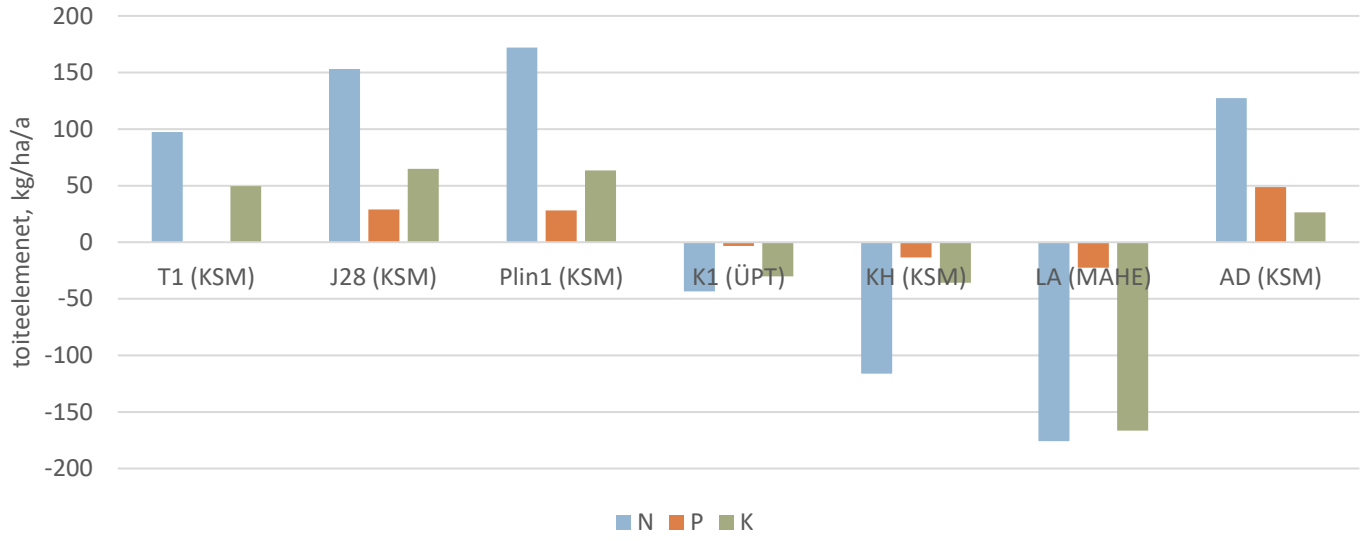
Tabel 6. Fosfori leostumine toetustüübiti aastatel referentsperioodil 2006-2013 ja aastatel 2014-2019

| Toetustüüp | P leostumine, kg/ha/a | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2006-2013 | 2014-2015 | 2015-2016 | 2016-2017 | 2017-2018 | 2018-2019 |
| KSM | 0,26 | 0,21 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| ÜPT | 0,34 | 0,14 | 0,18 | 0,13 | 0,22 | 0,16 |
| MAHE | 0,31 | 0,11 | 0,12 | 0,10 | 0,06 | 0,02 |

### 2.1.3. Taimetoiteelementide üldbilanss veeseirepõldudel

Tootjad lähtusid seirepõldude saakide planeerimisel nende põldude pikaajalisest keskmisest saagitasemest. 2019. aasta vegetatsiooniperiood oli taimekasvuks soodne, kuid suviteraviljade saagid jäid keskmisele seirepõldude tasemele (3,9-4,9 t/ha). Orgaanilisi väetisi kasutati seirepõldudel T1, J28, Plin1 ja AD. Põllupõhise taimetotiteelementide üldbilansi arvutamisel arvestatakse nende üldsisaldusega. Kuna orgaaniliste väetiste annus on suur, viiakse nendega mulda suur kogus taimetoitaineid. See kajastus taimetoiteelementide bilansis – lämmastiku ülejääk neil põldudel ulatus 97-172 ja fosfori ülejääk 28-49 kg/ha (Joonis 48). Seevastu seirepõllult K1, kus kasutati vaid mineraalväetisi, saadi vaatamata tagasihoidlikule väetamisele suhteliselt kõrge saak, mistõttu lämmastiku bilanss jäi negatiivseks (-43 kg/ha). Kuna mahepõllul LA ja KSM toetusega põllul KH väetisi ei kasutatud (kasvatati liblikõielisi), jäi seal kõikide toiteelelementide bilanss negatiivseks. Põldude üldbilansi üheaastased tulemused võimaldavad hinnata riski toiteelementide leostumisele. 2019. aasta üldbilansi ja toiteelementide leostumise tulemused näitavad, et seda riski ei saa ka üle hinnata, sest kuigi seirepõldude J28, Plin1 ja AD lämmastiku ja fosfori üldbilanss oli tugevalt positiivne jäi nende toiteelementide leostumine väikeseks.

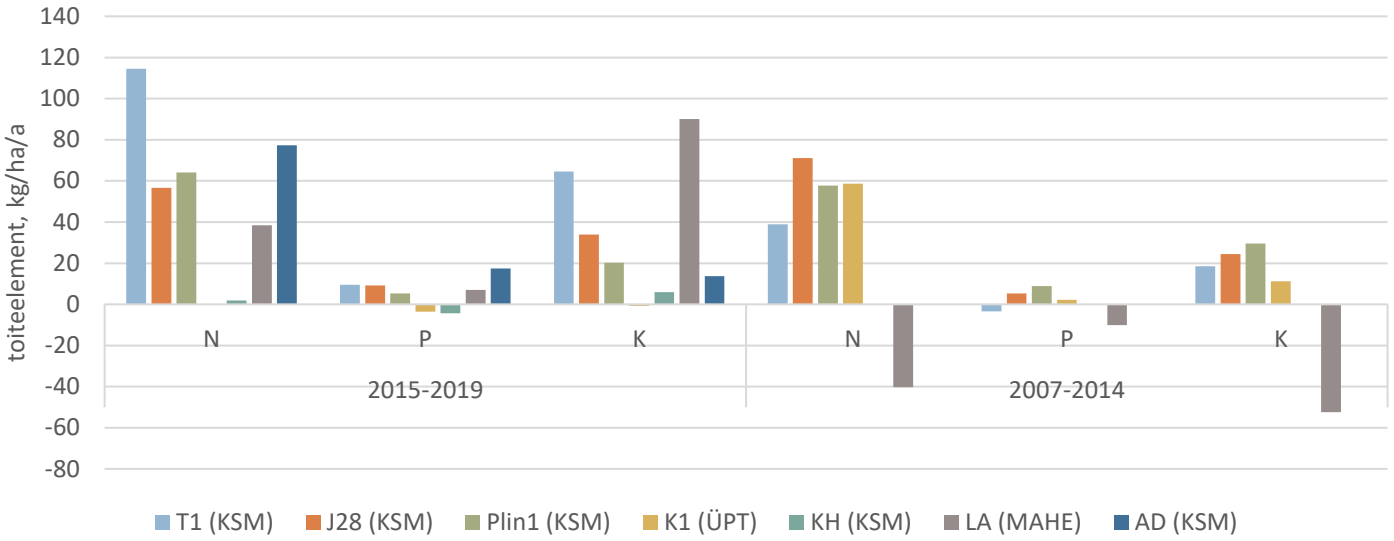
**Üldbilansis oli lämmastiku ülejääk väga suur neil põldudel, kus kasutati orgaanilisi väetisi.**




Joonis 48. Taimetoiteelementide üldbilanss seirepõldudel (T1, J28, Plin1, K1, KH, LA, AD) 2019. aastal

Kui toiteelementide üldbilansi konkreetse aasta tulemused võimaldavad hinnata riski toiteelementide leostumisele, siis pikemaajaline keskmine hindab olukorda mullaviljakuse seisukohalt. Positiivne bilanss säilitab või suurendab mulla viljakust, negatiivse bilansi puhul muldade toiteelementide sisaldus pikemas perspektiivis väheneb. Kui kasutada orgaanilisi väetisi, saab ka maheviljeluses muldade viljakust säilitada. Kui perioodil 2007-2014 MAHE toetustüübiga seirepõllul orgaanilisi väetisi ei kasutatud, siis jäi ka kõikide toiteelementide bilanss negatiivseks. Perioodil 2015-2019 kasutatud orgaaniliste väetiste toel saavutati kõikide toiteelementide bilanss ülejäägiga, mis tagab mullaviljakuse säilimise (Joonis 49).

Kui orgaanilisi väetisi kasutatakse tihedamini kui kord perioodi jooksul, siis on ka toiteelementide üldbilanss suurema ülejäägiga, ulatudes seirepõldudel T1, J28, Plin1 ja AD perioodi 2015-2019 keskmisena lämmastiku puhul 57-115 kg/ha (Joonis 49). See tagab mullaviljakuse – nii taimetoiteelementide kui orgaanilise süsiniku sisalduse suurenemise, kuid viitab ka riskile taimetoiteelementide leostumiseks.




Joonis 49. Taimetoiteelementide üldbilanss seirepõldudel (T1, J28, Plin1, K1, KH, LA, AD) perioodide 2007-2014 ja 2015-2019 keskmisena

### 2.1.4. Kokkuvõte

- Nitraatiooni aasta keskmine kontsentratsioon dreenivees oli väetamata mahepõllul 2,7 mg/l, KSM põldudel 40,4mg/l ja ÜPT põllul 44,5 mg/l.
- Kõikide toetustüüpide puhul jäi nitraatiooni kesmine kontsentratsioon piirnormist madalamaks, kuid võrreldes referentsperioodiga (2007-2013) suurenes keskmine kontsentratsioon nii KSM kui ÜPT toetustüübiga põldudel.
- Nitraatide sisalduse järgi kuulus kõigist perioodil 09.2018-09.2019 KSM põldudelt kogutud dreeniveeproovidest heasse kvaliteediklassi (<25 mg/l) 40%, keskmisesse (25-50 mg/l) 22% ja halba (>50 mg/l) 38% proovidest. Pinnavee nitraatlämmastiku kvaliteediklasse kasutades pole vegetatsiooniperioodide võrdluses aruandeaastal 2018-2019 dreenivee kvaliteet halvenenud.
- Seireperioodil 2018-2019 oli lämmastiku leostumisel kaks maksimumi. Sügistalvisel perioodil (oktoober-detsember) leostus põldudelt sama palju kui varakevadisel perioodil (veebruar-märts), mis sel seireperioodil algas seoses ilmastikuga väga vara.
- Kõige vähem leostus lämmastikku mahepõllult (0,9 kg/ha). KSM põldudel on lämmastiku leostumine stabiliseerunud ulatudes 17,7 ja ÜPT põllul 19,7 kg/ha. Kui vaadelda selle näitaja suurenemist kasutatud lämmastikväetiste koguste ja lämmastikubilansi taustal, siis otsest korrelatsiooni ei ole võimalik välja lugeda.
- Kõige rohkem leostus fosforit seirepõllult (T1 0,33 kg/ha), kus kasutati sügisel digestaati ja põld jäi talvise taimkatteta.
- Kuigi 2019. aasta vegetatsiooniperiood oli taimekasvuks soodne, jäid suviteraviljade saagid keskmisele tasemele (3,9-4,9 t/ha). Põldudel, kus kasutati orgaanilisi väetisi oli lämmastiku ja ka fosfori üldbilanss suure ülejäägiga.

## 2.2. Taluvärava toiteelementide bilansi ja kasutuse uuring

### 2.2.1. Sissejuhatus ja uuringu eesmärk

Uuringu eesmärgiks on hinnata maaeluarengukava keskkonnasõbraliku majandamise (KSM) ja mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) meetme rakendumise mõju veekeskkonnale.

Andmete koguja on Põllumajandusuuringute Keskuse maamajanduse analüüsi osakond, aruande koostaja Põllumajandusuuringute Keskuse põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroo, kontaktisik Marje Särekanno, marje.sarekanno@pmk.agri.ee.

Taluvärava toiteelementide bilansi tulemused annavad üldist informatsiooni põllumajandusettevõtte majandamise kohta. Bilansi põhjal saab hinnata, mil määral võib erinevate nõuete täitmine vähendada leostumise riski pinna- ja põhjavette, kuivõrd efektiivselt ettevõtte tasandil toiteelemente kasutatakse, kui suure üle- või puudujäägiga majandatakse. Bilansi tulemused kajastavad kaudselt ka võimalikke muutusi (positiivseid või negatiivseid) mullaviljakuses.

Bilansi tulemused annavad üldist informatsiooni põllumajandusettevõtte majandamise kohta, kaudselt on selle põhjal võimalik hinnata survet vee- ja mullakeskkonnale.

2015. aastast arvutatakse lämmastiku (N), fosfori (P) ja kaaliumi (K) bilanssi FADNi andmete põhjal (NPK kg/ha aastas).

Kõik bilansinäitajad arvutatakse kaalutud keskmistena põllumajandustootja kohta, mis annab võimaluse üldistada saadud tulemusi gruppi kuuluvate tootjate üldkogumile ja Eesti keskmisena arvutatud bilansinäitajaid põllumajandussektorile tervikuna. Uuringu tulemused esitatakse aruandes laiendatud andmetena.

Põhjalikumalt analüüsitakse aruande erinevates osades põllumajandusettevõtete NPK bilansinäitajaid (sisend, väljund, bilanss, efektiivsus) toetustüübiti (KSM, ÜPT, MAHE) ja Eesti keskmisena, nitraaditundlikul alal (NTA) ning väljaspool nitraaditundlikku ala (vp NTA) tegutsevates ettevõtetes ja tootmistüübiti (taimekasvatus, loomakasvatus, segatootmine).

FADN põllumajandustootjate üldkogumi jagunemine toetustüübiti, NTA-l ja väljaspool NTA-d ning tootmistüübiti 2018. aasta kohta esitatakse metoodika osas (Lisa 73).

### 2.2.2. Taluvärava toiteelementide bilanss KSM, MAHE, ÜPT toetustüübi ettevõtetes ja Eesti keskmisena

Keskmiselt oli KSM ettevõtte kasutuses 2018. aastal 356 ha, MAHE ettevõttel 125 ha, ÜPT kasutuses 87 ha põllumajandusmaad. Eesti keskmine ettevõte kasutas 128 ha põllumajandusmaad. KSM ettevõte kasvatas keskmiselt 82 loomühikut (lü), MAHE ettevõte 25 lü, ÜPT 30 lü ja Eesti keskmine ettevõte 35 lü põllumajandusloomi.

Seireettevõtete NPK bilansi tulemused varieerusid toetustüüpide lõikes. Erinevus tulenes valimi seireettevõtete erinevast tootmistasemest ja spetsiifikast, põllumajandusmaa kasutusest, tootmistüübist, mullastikust, suurusklassist, piirkondlikust eripärast, aastast, üldisest majandusolukorrast, toetuse saamiseks seatud nõuete täitmisest jne.

Lämmastiku bilanss varieerus 2018. aastal toetustüübiti ja Eesti keskmisena vahemikus 12-52 kg/ha, fosfori bilanss 3-(-1) kg/ha, kaaliumi bilanss vahemikus 12-(-5) kg/ha.

Lämmastiku bilanss varieerus 2018. aastal toetustüübiti ja Eesti keskmisena vahemikus 12-52 kg/ha, fosfori bilanss 3-(-1) kg/ha, kaaliumi bilanss vahemikus 12-(-5) kg/ha (Joonis 50).

N bilanss oli 2018. aastal üsna kõrge KSM-s, Eesti keskmisena ja ÜPT-s (52 kg/ha, 45 kg/ha, 40 kg/ha). Keskkonna seisukohalt võib kõrge N ülejäägiga majandamine suurendada lämmastiku võimalikku leostumist taimede

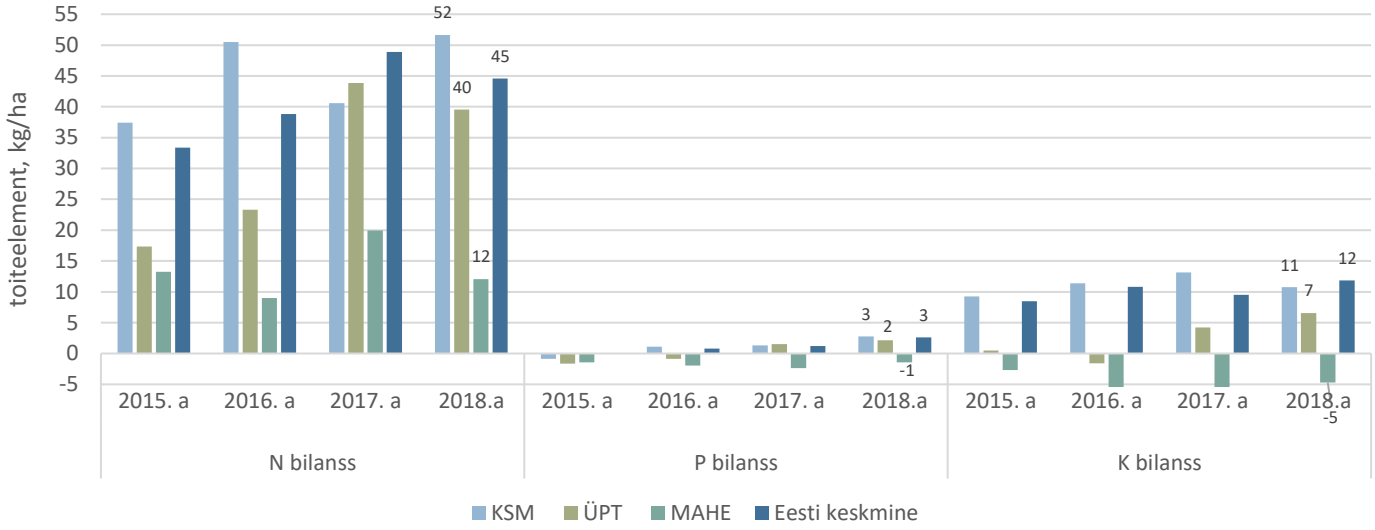
toitumispiirkonnast sügavamale mulda, vette ning lendumist õhku. MAHE ettevõtete N bilanss oli 12 kg/ha, mis on keskkonnale ohutu.

Mulla normaalseks toimimiseks peetakse igati kohaseks, et lämmastiku bilanss on mõõdukalt positiivne, kuna lisaks kultuurtaimedele vajab ka mulla väga mitmekesine makro- ja mikrofauna oma elutegevuseks lämmastikku ning elusloodus on võimatu saavutada olukorda, kus lämmastiku leostumine või lendumine täielikult puuduks (Astover, 2015).

Kõrge N ülejäägiga majandamine võib suurendada lämmastiku võimalikku leostumist taimede toitumispiirkonnast sügavamale mulda, vette ning lendumist õhku.

Fosfori ja kaaliumi vajadus taime- ja loomakasvatussaaduste tootmiseks on lämmastikust väiksem, madalam on ka toiteelementide bilanss. 2018.aastal oli P ja K bilanss positiivne KSM-s, ÜPT-s ja Eesti keskmisena, MAHE-s aga negatiivne mõlemal juhul.

Võrreldes referentsaasta (2015) tulemustega suurenes N bilanss 2018. aastal KSM-s 14 kg/ha (38%), ÜPT-s 22 kg/ha (128%) ja Eesti keskmisena 12 kg/ha (34%) ning vähenes MAHE-s 1 kg/ha (9%). Fosfori ja kaaiumi bilanss paranes KSM-s, ÜPT-s ja Eesti keskmisena. MAHE-s püsis P puudujääk 2015. aastaga samal tasemel, K defitsiit süvenes.



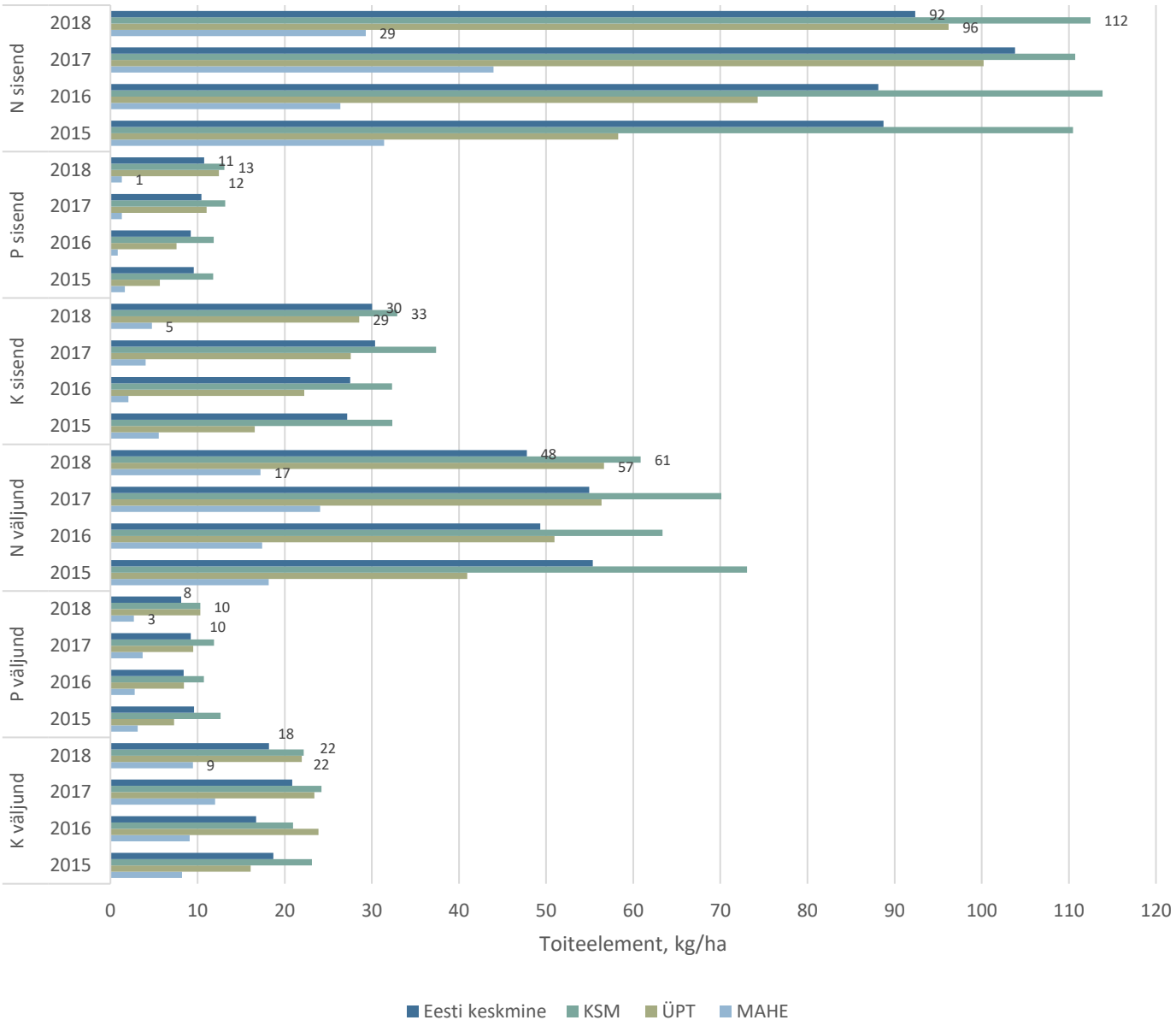

Joonis 50. Lämmastiku, fosfori, kaaliumi taluvärava bilanss toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018

Aastatel 2015-2018 osteti taime- ja loomakasvatussaaduste tootmiseks mineraalväetiseid, sööta, seemet jt vajalikke vahendeid ning müüdi erinevat toodangut suuremas koguses KSM ettevõttes kui ÜPT-s, MAHE-s ja Eesti keskmisena. Vähem vahendeid osteti ja toodangut müüdi MAHE ettevõtetes.

Lämmastiku sisend varieerus 2018. aastal toetustüübiti ja Eesti keskmisena vahemikus 29-112 kg/ha, P sisend 1-13 kg/ha ja K sisend 5-33 kg/ha. N väljund jäi vahemikku 17-61 kg/ha, P väljund 3-10 kg/ha ja K väljund 9-22 kg/ha (Joonis 51)

Võrreldes referentsaastaga (2015) suurenes 2018. aastal NPK sisend ja väljund ÜPT-s, püsis üsna 2015. aastaga samal tasemel KSM-s ja Eesti keskmisena ning vähenes MAHE-s.

Statistikaameti andmetel saadi taimekasvatuses rekordsaagid 2015. aastal, taimedele jagus siis kasvuperioodil piisavalt soojust ja niiskust. 2016. aasta oli vilets kasvu- ja saagiaasta enamikele põllukultuuridele. 2017. aasta oli jahe ja vihmane, aga teraviljade, rapsi, kartuli ja söödajuurviljade saagid ja saagikus olid suuremad kui 2016. aastal. 2018. aasta oli erakordselt soe ja osades kohtades sademetevaene. Teravilja ja õlikultuuride saagikus oli keskmiselt ligi kolmandiku võrra madalam kui 2017. aastal, kartuli saagikus oli 11% madalam. Enamike põllukultuuride saagid ja saagikus olid võrreldavad 2016. aastaga (Põllukultuuride saagikus, aasta – Eesti Statistika; Põllukultuuride saak, aasta – Eesti Statistika).




Joonis 51. Lämmastiku, fosfori, kaaliumi sisend ja väljund toetustüübiti ning Eesti keskmisena aastatel 2015-2018

Taluvärava toiteelementide bilansi toiteelementideks ümberarvutamise koefitsiendid ja koondtulemused toetustüübiti aastatel 2004-2018 ning detailsemalt aastatel 2015-2018, esitatakse aruande lisades (Lisa 3; Lisa 4; Lisa 5).

Ettevõtetesse sisseostetud tootmisvahendite ja väljamüüdud toodangu toiteelementideks ümberarvutatud koguste osakaal protsentides NPK toiteelementide sisendist ja väljundist aastate 2015-2018 kohta esitatakse kolmel joonisel (Joonis 52, Joonis 53, Joonis 54). NPK väljundi jagunemist analüüsiti detailsemalt esimest korda 2016. aastal, sellepärast erinevad 2015. aasta väljundi jagunemise andmed aastate 2016-2018 andmetest.

KSM ettevõttesse osteti 2018. aastal tootmisvahendeid koguses, mis toiteelementideks ümberarvutamisel ja summeerimisel andsid KSM-i lämmastiku sisendiks kokku 113 kg/ha, fosfori sisendiks 13 kg/ha ja kaaliumi sisendiks 33 kg/ha.

Suurima osakaalu sisseostetud vahenditest moodustasid mineraalväetised (N 75 kg/ha, P 10 kg/a ja K 27 kg/ha), mis moodustasid KSM lämmastiku sisendist 67%, fosfori sisendist 74% ja kaaliumi sisendist 82% (2015. a 68-83%). Arvestatava

osa KSM toojate NPK sisendist moodustas veel sisseostetud loomasööt (N 15kg/ha, P 3 kg/ha, K 5 kg/ha), vastavalt 14% lämmastiku; 23% fosfori ja 16% kaaliumi sisendist (2015. a 12-22%).

Liblikõieliste poolt seotud lämmastik (N 15 kg/ha) moodustas KSM N sisendist 13% (2015. a 14%).

Orgaanilise väetise, seemne ja loomade ost kokku moodustas KSM NPK sisendist sel aastal 2-3% (2015. a 2-3%).

Toiteelementideks ümberarvutatatuna ja summeerituna müüdi või viidi KSM ettevõttest 2018. aastal toodanguga välja kokku 61 kg/ha lämmastikku, 10 kg/ha fosforit ja 22 kg/ha kaaliumit.

Müüdud toodangust moodustasid suurema osakaalu teraviljad (N 31 kg/ha,P 5 kg/ha ja K 7 kg/ha), KSM-i N väljundist 51%, P väljundist 51% ja K väljundist 32% (2016. a 36-53%).

Teraviljade kõrval müüdi suuremas koguses veel muid taimekasvatussaaduseid (koresöödad, kartul, köögivili kokku), NPK sisendist 11-45% (2015. a 8-35%). Kuna heintaimed sisaldavad rikkalikult kaaliumi, on K väljundis nende osakaal ka kõige suurem.

Kaunviljade, põllumajandusloomade, orgaanilise väetise müük jäi KSM-s toiteelementide arvestuses <10%.

KSM-ga sarnaselt jagunes NPK toiteelementide sisend ja väljund ka ÜPT-s ja Eesti keskmisena.

2018. aastal vähenes 2015. a tulemustega võrreldes mineraalväetiste osakaal NPK sisendis ÜPT-s ja Eesti keskmisena, KSM-s püsis 2015. aastaga samal tasemel. MAHE-s kasutati väetiseid minimaalselt.

Referentsaasta (2015) tulemustega võrreldes vähenes 2018. aastal mineraalväetiste osakaal NPK sisendis ÜPT-s ja Eesti keskmisena, KSM-s püsis 2015. aastaga samal tasemel. Väetiste kasutamine mõjutab otseselt mulla- ja veekeskkonna seisundit, väetiste vales koguses planeerimise ja kasutamisega võib suureneda toiteelementide leostumine ja mullaviljakuse langus. Loomasööda sisseost suurenes ÜPT-s ja Eesti keskmises ettevõttes.

MAHE ettevõtetes, ostetakse tootmisvahendeid ja müüakse toodangut vähem kui tavatootmises. 2018. aastal oli MAHE ettevõtte N sisend 29 kg/ha, P sisend ainult 1 kg/ha ja K sisend ainult 5 kg/ha. Kuna MAHE-s on mineraalväetiste kasutamine praktiliselt olematu jagunes NPK sisend KSM-st, ÜPT-st ja Eesti keskmisest erinevalt.

Peamise osa MAHE lämmastiku sisendist moodustas liblikõieliste poolt sümbiootiliselt seotud õhulämmastik (17 kg/ha), kogu N sisendist 58% (2015. a 56%). Suuremal pinnal liblikõieliste kasvatamine võimaldab osaliselt kompenseerida mineraalväetiste kasutamist.

Loomasööt moodustas olenemata väiksest ostukogusest (N 5 kg/ha, P 0,7 kg/ha ja K 3 kg/ha) MAHE NPK sisendist märkimisväärse 17-68% (2015. a 18-62%).

Orgaanilise väetise, seemnete ning põllumajandusloomade sisseost kokku (N 3 kg/ha,P 0,5 kg/ha, K 2 kg/ha) 9-42% (2015. a 10-42%).

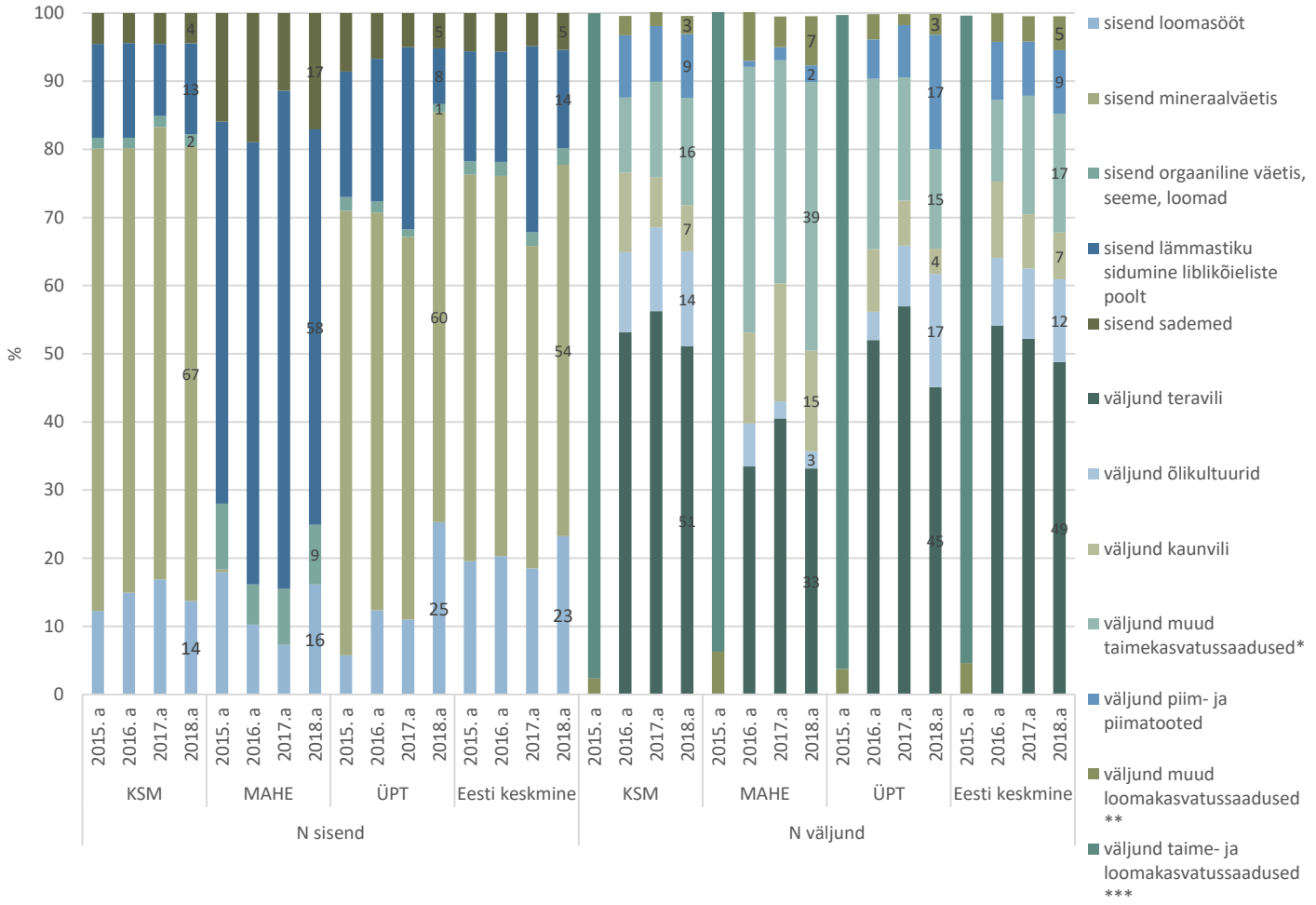
Toiteelementideks ümberarvutatuna müüdi või viidi MAHE ettevõttest 2018. aastal toodanguga välja 17 kg/ha lämmastikku, 3 kg/ha fosforit ja 10 kg/ha kaaliumit.

Kuna teravilja müüdi MAHE-s tunduvalt väiksemas koguses kui KSM-s, ÜPT-s ja Eesti keskmises ettevõttes, oli ka teraviljade osakaal MAHE NPK väljundist väiksem, 15-38% (2016. a 16-37%).

MAHE müüdud toodangust moodustasid suurema osakaalu muud taimekasvatussaadused (koresöödad, kartul, köögivili kokku), NPK väljundist 30-74% (2016. a 27-70%).

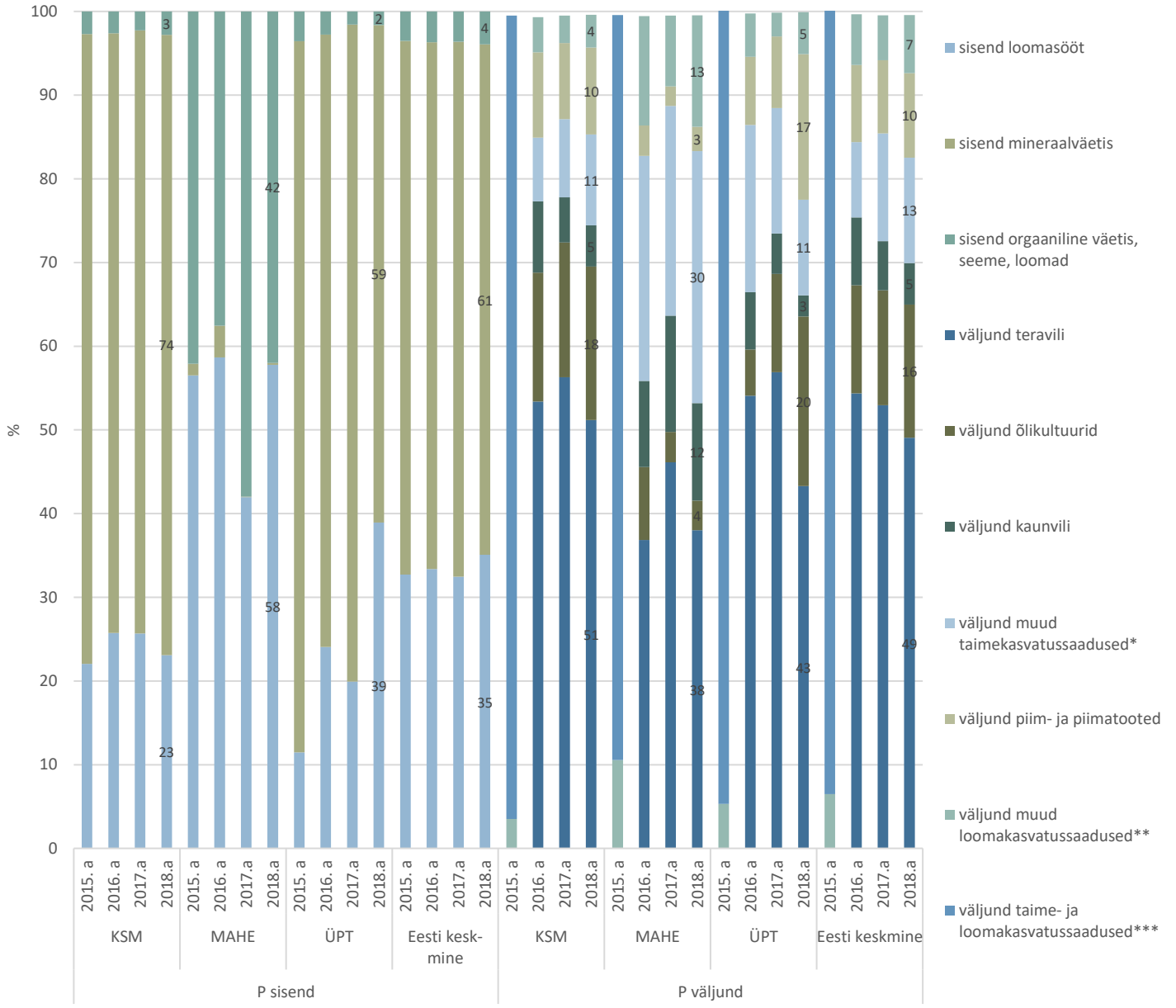
Väiksem oli müügi osakaal õlikultuuridel ja loomakasvatustoodangul.

2015. aasta tulemustega võrreldes 2018. aastal MAHE NPK sisendi jagunemises suuri muudatusi ei toimunud.



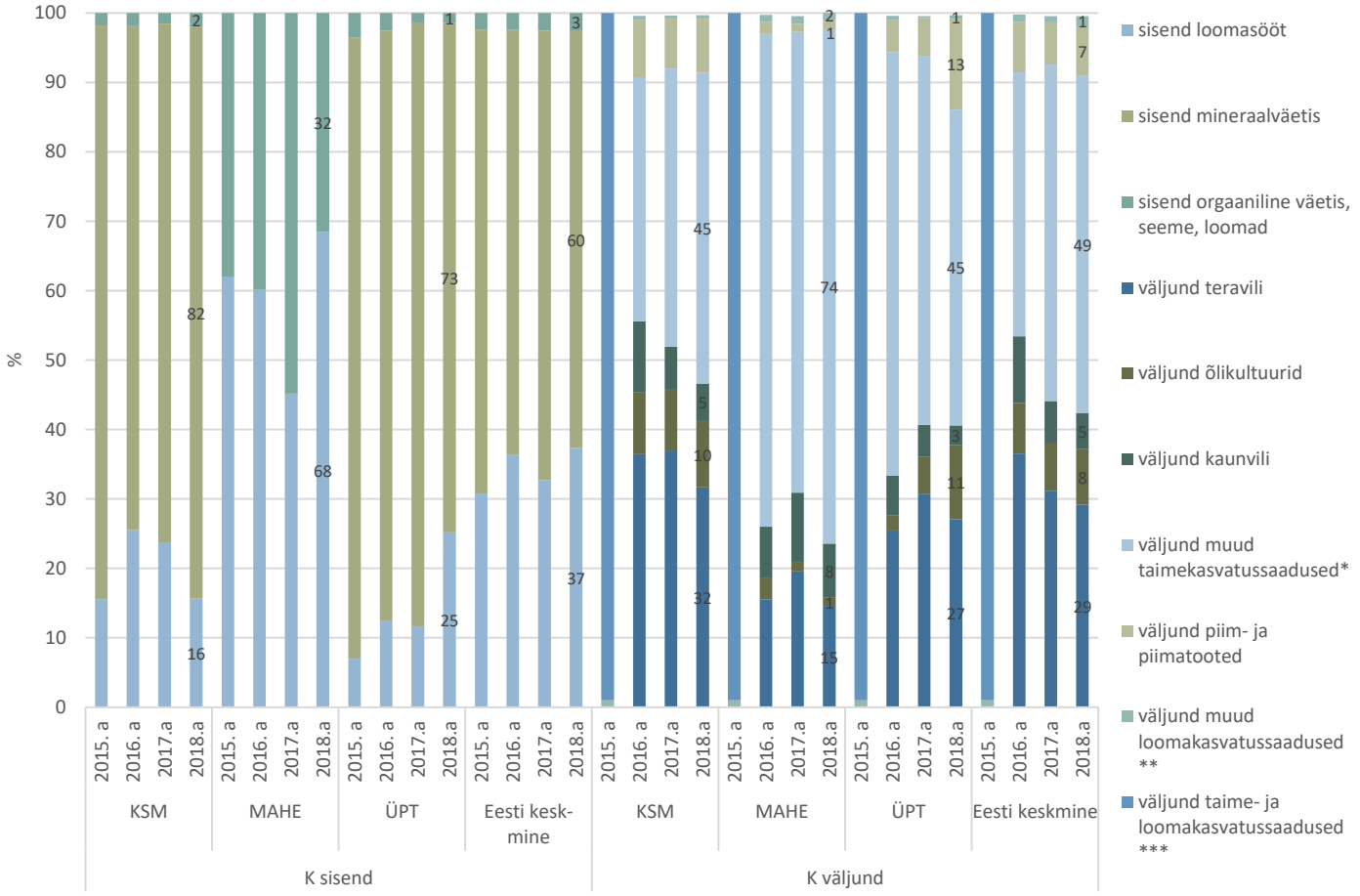

* - kartul koresööt, köögivili, põhk; ** - põllumajandusloomad, orgaaniline väetis; *** - 2015. aastal eraldi taime- ja loomakasvatussaaduste jagunemist ei analüüsitud

Joonis 52. Lämmastiku sisendi ja väljundi jagunemine toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018




* - kartul koresööt, köögivili, põhk; ** - põllumajandusloomad, orgaaniline väetis; *** - 2015. aastal eraldi taime- ja loomakasvatussaaduste jagunemist ei analüüsitud

Joonis 53. Fosfori sisendi ja väljundi jagunemine toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018

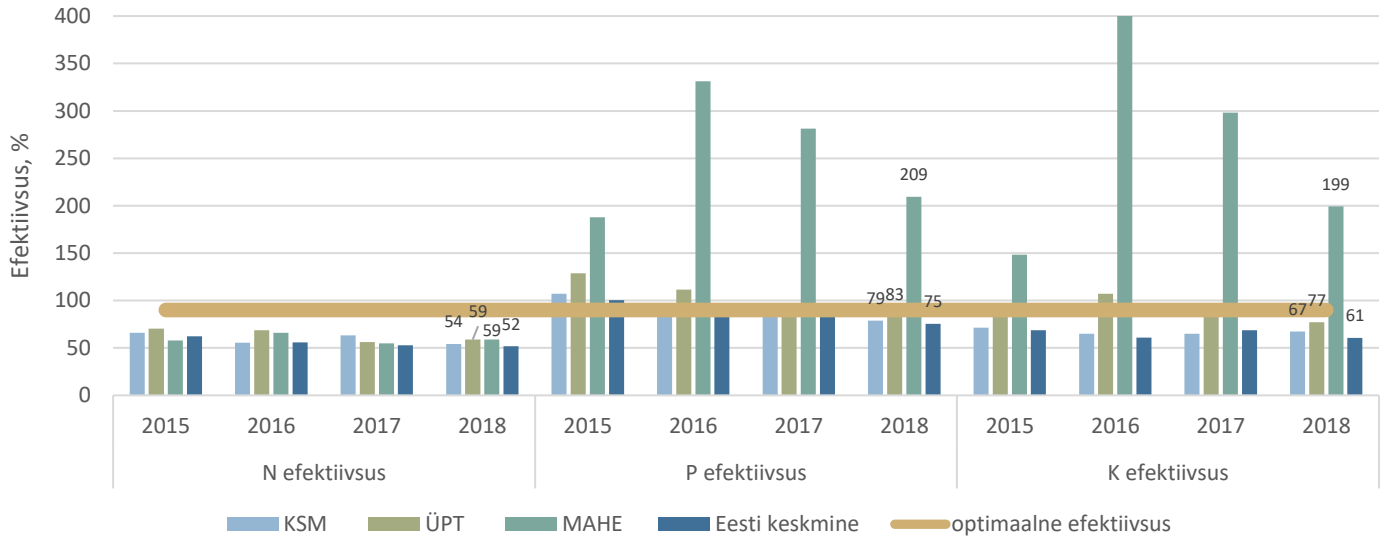



* - kartul koresööt, köögivili, põhk; ** - põllumajandusloomad, orgaaniline väetis; *** - 2015. aastal eraldi taime- ja loomakasvatussaaduste jagunemist ei analüüsitud

Joonis 54. Kaaliumi sisendi ja väljundi jagunemine toetustüübiti ja Eesti keskmisena aastatel 2015-2018

2015. aasta põllumajandussaaduste tootmise vahendite hindade võrdlemisel 2018. aasta hindadega selgus, et tootjate kulutused suurenesid enam energiale, tööjõule, söödale ning taimekaitsevahenditele, kulutused vähenesid väetistele.

Tootmise vahendite hinnatõusuga kaasneb majanduslikult keerulisematel aegadel bilansi sisendi vähenemine, püütakse toota rohkem sisemiste reservide arvelt. Tootja- ja realiseerimishindade muutumisest sõltub toodangu müük – kõrgemate kokkuostuhindadega aastatel toodangu müük kasvab, madalamatel väheneb. Kokkuvõtvana öeldes sõltuvad toiteelementide bilansinäitajad erinevate mõjutajate koostoimest.




Joonis 55. Lämmastiku, fosfori, kaaliumi kasutamise efektiivsus toetustüübiti ning Eesti keskmisena aastatel 2015-2018

Toiteelementide kasutamise efektiivsuse kõrvutamine NPK bilansiga annab ülevaate ettevõtete majandamise tõhususest ja selle mõjust keskkonnale.

Toiteelementide kasutamise efektiivsuse kõrvutamine NPK bilansiga annab ülevaate ettevõtete majandamise tõhususest ja selle mõjust keskkonnale.

Lämmastiku kasutamise efektiivsus varieerus 2018. aastal toetustüübiti ja Eesti keskmisena vahemikus 52-59% (2015. a 58-70%), P efektiivsus 75-209% (2015.a 101-188%) ja K efektiivsus 61-199% (2015.a 69-148%) (Joonis 55).

Lämmastiku ja kaaliumi kasutamise efektiivsus oli 2018. aastal madal kõigis toetustüüpides ja Eesti keskmisena. Fosfori kasutamine oli tasakaalus tootmise tasemel ÜPT-s ja sellele küllalt lähedal KSM-s ning Eesti keskmisena. MAHE-s kasutati fosforit ja kaaliumit üle kahe korra suuremas koguses kui seda tootmisesse anti.

Võrreldes referentsaasta (2015) tulemustega halvenes lämmastiku ja kaaliumi kasutamise efektiivsus 2018. aastal KSM-s, ÜPT-s ja Eesti keskmisena, fosfori kasutamine paranes. MAHE-s püsis lämmastiku kasutamine enamvähem 2015. aasta tasemel, fosfori ja kaaliumi osas majandati jätkuvalt puudujäägiga. Keskkonna seisukohalt tähendab alla 70% efektiivsusega majandamine, et võivad suureneda lämmastiku kaod vette, mulda ja õhku, fosfori ja kaaliumi leostumise oht on väike.

Lämmastiku kasutamise efektiivsus varieerus 2018. aastal toetustüübiti ja Eesti keskmisena vahemikus 52-59%, P efektiivsus 75-209% ja K efektiivsus 61-199%.

MAK 2014-2020 perioodil kehtivad tootjatele toetuse nõuded, mille täitmine peaks suunama tootjaid loodushoidlikumale majandamisele. Väetiste kasutamise kvaliteedi parandamisele aitavad kaasa viljavahelduse, väetusplaani koostamise, mullaproovide tulemuste arvesse võtmise ja koolitustel osalemise nõuete täitmine. KSM tootjatel 15% ja MAHE tootjatel 20% pinnal liblikõieliste kasvatamine võimaldab mõnevõrra vähendada mineraalväeiste kasutamist. Sertifitseeritud 15% teraviljaseemne kasutamine võimaldab tänu seemnete kõrgele elujõule, puhtusele ja idanevusele tagada taimede kiirema tärkamise ja mullast parema toitainete omastamise.

### 2.2.3. Taluvärava toiteelementide bilanss nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates ettevõtetes

Põhja- ja pinnavee kaitseks on Eestis moodustatud intensiivse põllumajandustootmisega piirkondades nitraaditundlikud alad (NTA). Sellistele aladele on veeseaduse alusel kehtestatud rangemad keskkonnakaitsenõuded.

Taluvärava toiteelementide bilansi detailsed tulemused NTA-l (valimis ettevõtted, kellel vähemalt 70% kasutatavast põllumajandusmaast asub NTA alal) ning väljaspool NTA-d (kõik ülejäänud ettevõtted) aastate 2015-2018 kohta esitatakse aruande lisades (Lisa 6; Lisa 7).

NPK sisend, väljund ja bilanss oli 2018. aastal kõikide toiteelementide arvestuses positiivne ja kõrgem NTA-l kui väljaspool NTA-d.

NTA[1]-l tegutseva ettevõtte kasutuses oli 2018. aastal keskmiselt 486 ha ja väljaspool NTA-d 333 ha põllumajandusmaad. NTA ettevõte kasvatas keskmiselt 150 loomühikut ja väljaspool NTA-d tegutsev ettevõte 70 lü põllumajandusloomi.

Aastatel 2015-2018 oli NPK bilanss positiivne nii NTA-l kui väljaspool NTA-d tegutsevates ettevõtetes ja kõikide toiteelementide arvestuses kõrgem NTA-l.

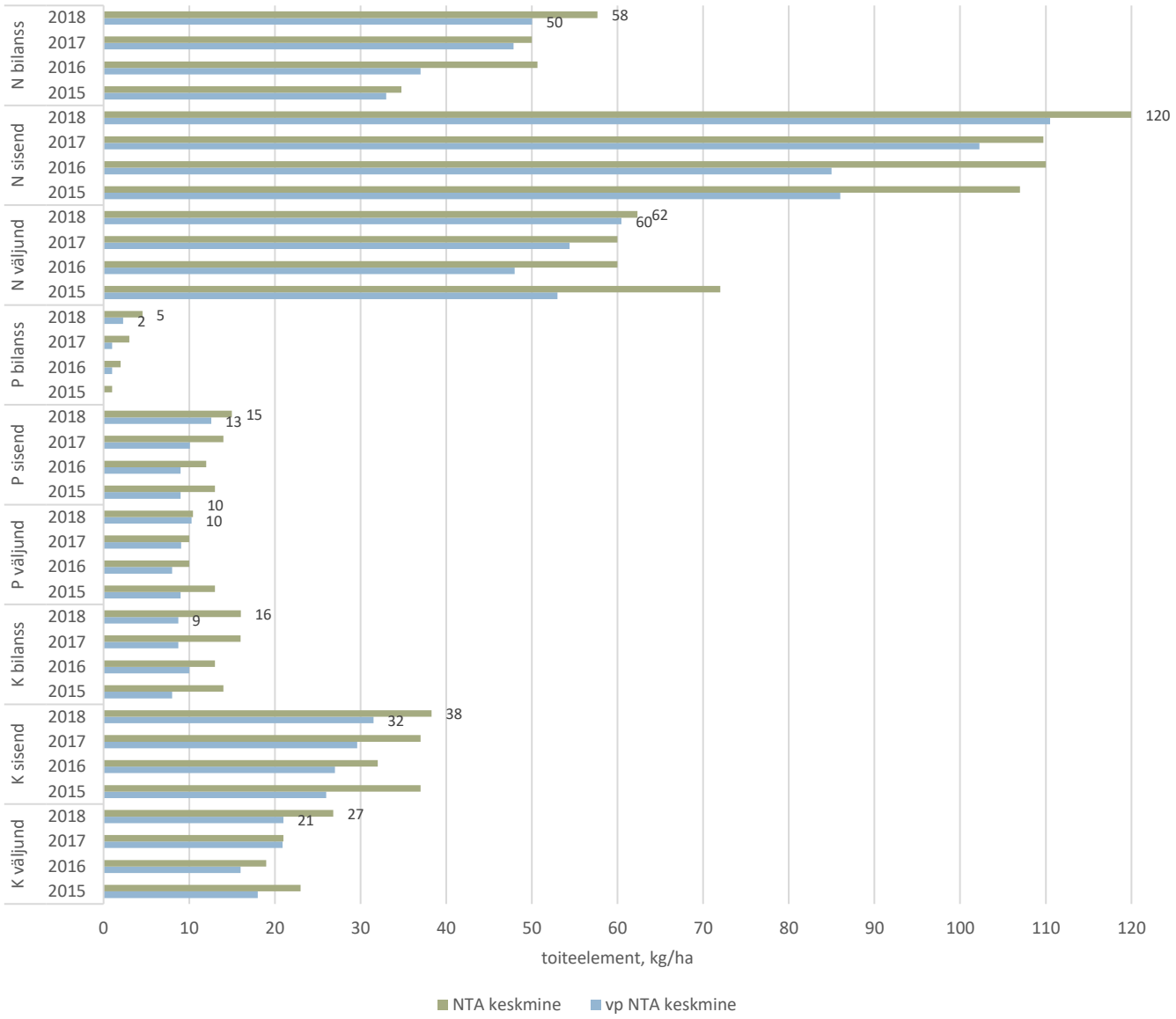
2018. aastal oli NTA lämmastiku bilanss 58 kg/ha ja väljaspool NTA-d 50 kg/ha, mis on üsna kõrge (Joonis 56). Keskkonna seisukohalt võib see suurendada lämmastiku võimaliku leostumise ohtu mulda, vette ja lendumist õhku.

Võrreldes referentsaastaga (2015) suurenes N bilanss 2018. aastal NTA-l 23 kg/ha (60%) ja väljaspool NTA-d 17 kg/ha (52%), mõlemal juhul suurenes ka fosfori ja kaaliumi bilanss.

Sisseostetud tootmisvahendite ja müüdud toodangu kogused (NPK sisend ja väljund kg/ha) olid samuti kõikide toiteelementide arvestuses 2018. aastal kõrgemad NTA-l kui ka väljaspool NTA-d.

Võrreldes 2015. aastaga suurenes tootmiseks vajalike vahendite sisseost ja põllumajandustoodangu väljamüük 2018. aastal enam väljaspool NTA-d paiknevates ettevõtetes.

[1] Nitraaditundlikuks loetakse ala, kus põllumajanduslik tegevus on põhjustanud või võib põhjustada nitraatioonisisalduse põhjavees üle 50 mg/l või mille pinnaveekogud on põllumajanduslikust tegevusest tingituna eutrofeerunud või eutrofeerumisohus.




Joonis 56. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevate ettevõtete lämmastiku, fosfori, kaaliumi sisend, väljund ja bilanss aastatel 2015-2018

NTA ja vp NTA ettevõtetesse sisseostetud tootmisvahendite ja väljamüüdud toodangu toiteelementideks ümberarvutatud koguste osakaal protsentides NPK sisendist ja väljundist aastate 2015-2018 kohta esitatakse detailselt aruande lisas (Lisa 8).

Peamise osa NTA ja vp NTA ettevõtete NPK sisendist moodustasid mineraalväetised ja väljundist teraviljade müük.

Peamise osa ettevõtete NPK sisendist moodustasid mineraalväetised, mis 2018. aastal moodustasid NTA-l 66-81% ja vp NTA-d 67-83% (2015.a NTA-l 61-72%, vp NTA-d 56-66%).

Võrreldes 2015. aastaga suurenes mineraalväetiste kasutamine 2018. aastal enam vp NTA ettevõtetes kui NTA-l.

Liblikõieliste poolt seotud lämmastik moodustas NTA lämmastiku sisendist 2018. aastal 12% (2015. a 13%) ja väljaspool NTA-d 14% (2015. a 17%).

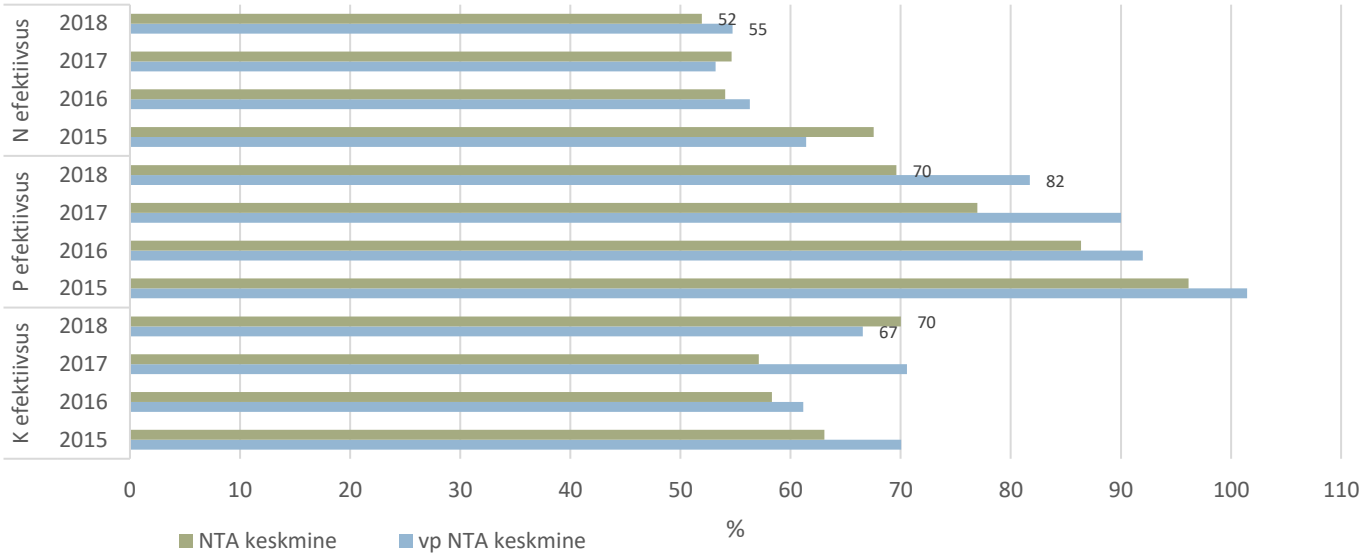
NPK väljundist ehk toodangu müügist moodustasid 2018. aastal peamise osa teraviljad NTA-l 23-44% (2016. a 39-55%), vp NTA-d 35-53% (2016. a 37-56%). Loomakasvatustoodangu müügi osakaal oli väike nii NTA-l kui ka vp NTA-d.

Lämmastiku, fosfori, kaaliumi kasutamise efektiivsus oli 2018. aastal madal NTA-ls Väljaspool NTA-d oli madal N ja K efektiivsus, fosfori kasutamine oli säästva tootmise tasemel.

Toiteelementide kasutamise efektiivsus annab ülevaate ettevõtete majandamise tõhususest ja selle mõjust keskkonnale.

Lämmastiku, fosfori,kaaliumi kasutamise efektiivsus oli 2018. aastal NTA-l madal kõikide toeiteelementide arvestuses (NPK efektiivsus 52%, 70%, 70%). Väljaspool NTA-d oli madal N ja K efektiivsus (55%; 67%), fosfori kasutamine oli säästva tootmise tasemel (82%) (Joonis 57). Madala (<70%) efektiivsusega majandamisel võivad suureneda kaod keskkonda.

Võrreldes 2015. aastaga halvenes 2018. aastal NTA-l lämmastiku ja fosfori kasutamise efektiivsus ning paranes K kasutamine. Väljaspool NTA-d halvenes N ja K efektiivsus ja paranes P kasutamine.




Joonis 57. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevate ettevõtete lämmastiku, fosfori, kaaliumi kasutamise efektiivsus aastatel 2015-2018

Kuigi NTA-l suurenes 2018. aastal võrreldes 2015. aastaga tootmiseks vajalike vahendite sisseost, vähenes samal ajal toodangu väljamüük, mistõttu suurenes ka NPK bilanss ja langes toiteelementide kasutamise efektiivsus (Joonis 56; Joonis 57). Väljaspool NTA-d suurenes 2018. aastal nii tootmisvahendite sisseost kui toodangu väljamüük, aga kuna müügi osa kasvas väiksemas mahus, jäi ka siin toiteelementide kasutamise efektiivsus valdavalt madalamaks võrreldes 2015. aastaga.

Kokkuvõttes majandati 2018. aastal tõhusamalt vp NTA-d paiknevates ettevõtetes kui NTA-l (see võis olla põhjustatud nii ilmast kui muust).

### 2.2.4. Taluvärava toiteelementide bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes

Taimekasvatusega tegeleva ettevõtte kasutuses oli 2018. aastal keskmiselt 146 ha, loomakasvatuses 119 ha ja segatootmises 93 ha põllumajandusmaad. Taimekasvatusettevõte kasvatas keskmiselt 0,9 loomühikut, loomakasvatus- 74 lü ja segatootmisettevõte 33 lü põllumajandusloomi.

Aastatel 2015-2018 oli taimekasvatusega ja segatootmisega tegelevates ettevõtetes N ja K bilanss positiivne, P bilanss taimekasvatuses aastatel 2015-2017 ja segatootmises 2015. aastal negatiivne. Loomakasvatuse NPK bilanss oli positiivne ja teiste tootmistüüpidega võrreldes kõrgeim kõikidel aastatel (Joonis 58, Joonis 59, Joonis 60).

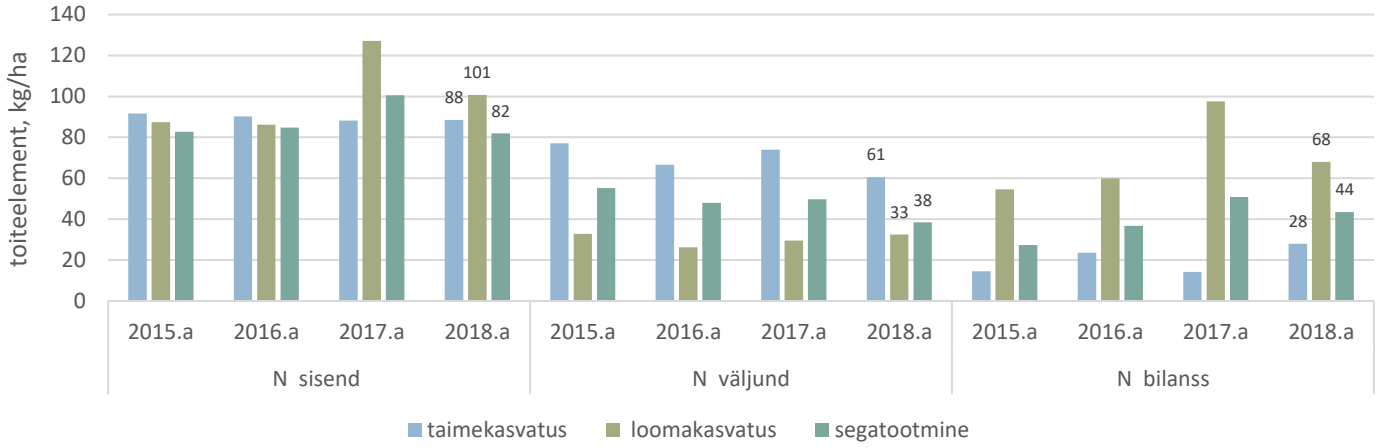
2018. aastal oli lämmastiku bilanss loomakasvatuses 68 kg/ha, segatootmises 44 kg/ha ja taimekasvatuses 28 kg/ha. P ja K bilanss oli kõigis tootmistüüpides positiivne ja kõrgeim loomakasvatuses.

2018. aastal oli lämmastiku bilanss loomakasvatuses 68 kg/ha ja segatootmises 44 kg/ha, mis on üsna kõrge ja võib keskkonna seisukohalt suurendada tootmisega kaasneda võivaid kadusid. Taimekasvatuse N bilanss oli 28 kg/ha. P ja K bilanss oli kõigis tootmistüüpides positiivne.

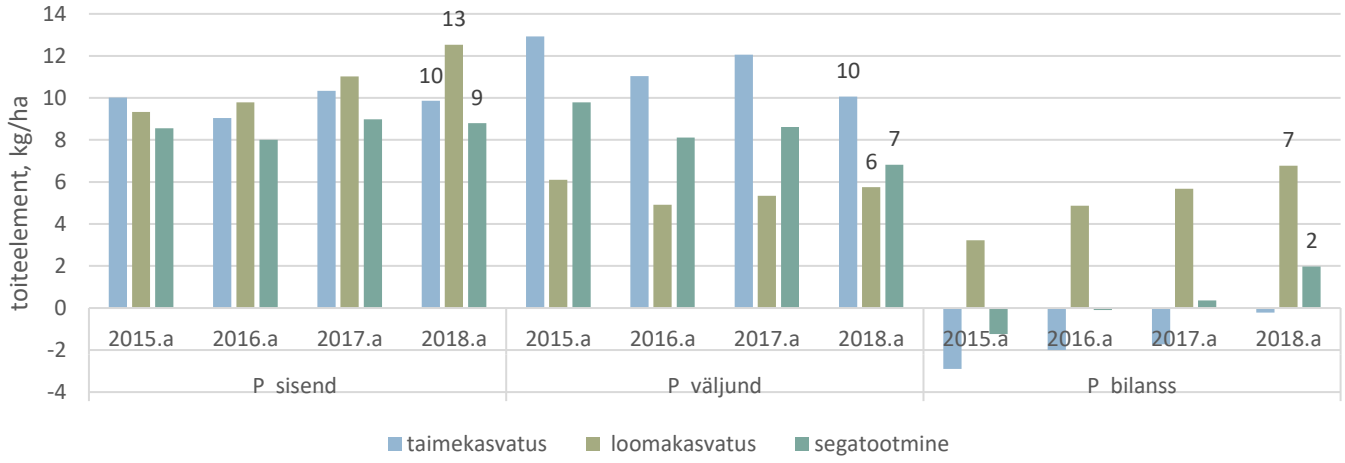
Võrreldes referentsaastaga (2015) suurenes N bilanss 2018. aastal taimekasvatuses 13 kg/ha (91%), loomakasvatuses 13 kg/ha(25%) ja segatootmises 17 kg/ha (59%), P ja K bilanss paranes kõikides toetustüüpides.

Sisseostetud tootmisvahendite kogus (NPK sisend kg/ha) oli 2018. aastal suurim loomakasvatuses, rohkem toodangut aga müüdi taimekasvatusega tegelevatest ettevõtetest. Kuna loomakasvatuses osteti suuremas koguses tootmisvahendeid, müügipool jäi aga madalaks, oli suurem ka NPK bilanss. Segatootmise bilansinäitajad jäid kahe eelnimetatud tootmistüübi tulemuste vahele.

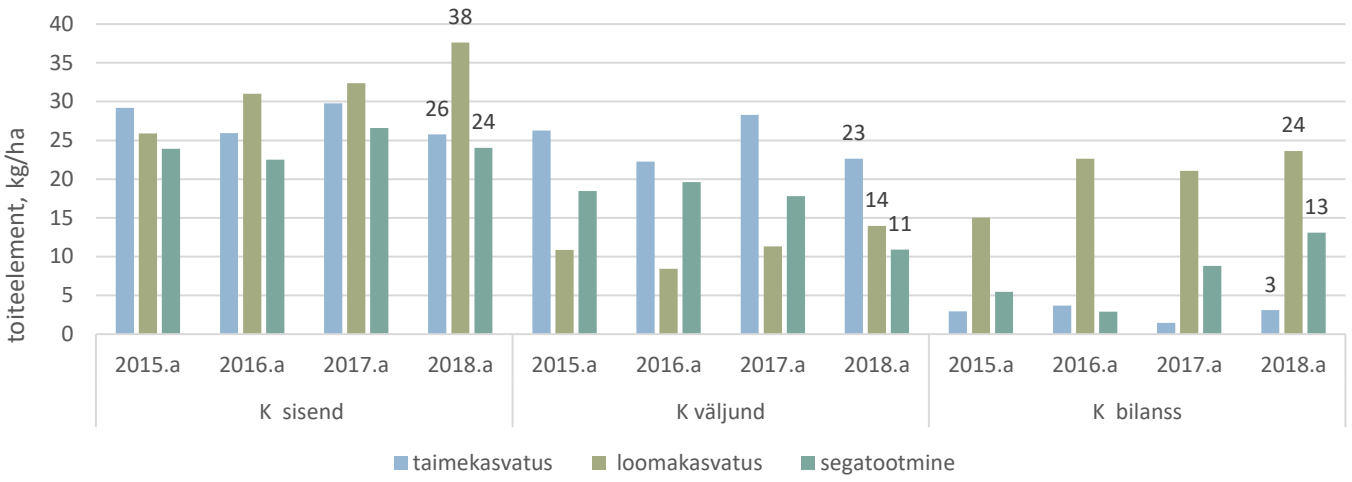
Võrreldes 2015. aastaga suurenes NPK sisend 2018. aastal loomakasvatuses, püsis üsna samal tasemel segatootmises ja vähenes taimekasvatuses. Toodangu müük vähenes taimekasvatuses ja segatootmises ning püsis üsna 2015. aasta tasemel loomaksvatuses.




Joonis 58. Lämmastiku sisend, väljund ja bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes aastatel 2015-2018




Joonis 59. Fosfori sisend, väljund ja bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes aastatel 2015-2018




Joonis 60. Kaaliumi sisend, väljund ja bilanss taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtetes aastatel 2015-2018

Taluvärava toiteelementide bilansi koondtulemused tootmistüübiti aastatel 2004-2018 ja detailsemalt aastatel 2015-2018, esitatakse aruande lisades (Lisa 9; Lisa 10).

Taimekasvatuse, loomakasvatuse ja segatootmise ettevõtetesse sisseostetud tootmisvahendite ja väljamüüdud toodangu jagunemine protsentides NPK sisendist ja väljundist, aastate 2015-2018 kohta, esitatakse joonistena aruande lisas (Lisa 11).

Toiteelementide sisendi ja väljundi jagunemine oli sarnane taimekasvatuse ja segatootmise ettevõtetes ja erinev loomakasvatuses.

2018.aastal moodustasid peamise osa NPK sisendist taimekasvatuses ja segatootmises mineraalväetised, vastavalt 76-95% (2015. a 77-96%) ja 57-76% (2015.a 62-80%).

Lämmastiku sidumine liblikõieliste poolt moodustas N sisendist taimekasvatuses 15% (2015. a 15%) ja segatootmises 18% (2015. a 19%).

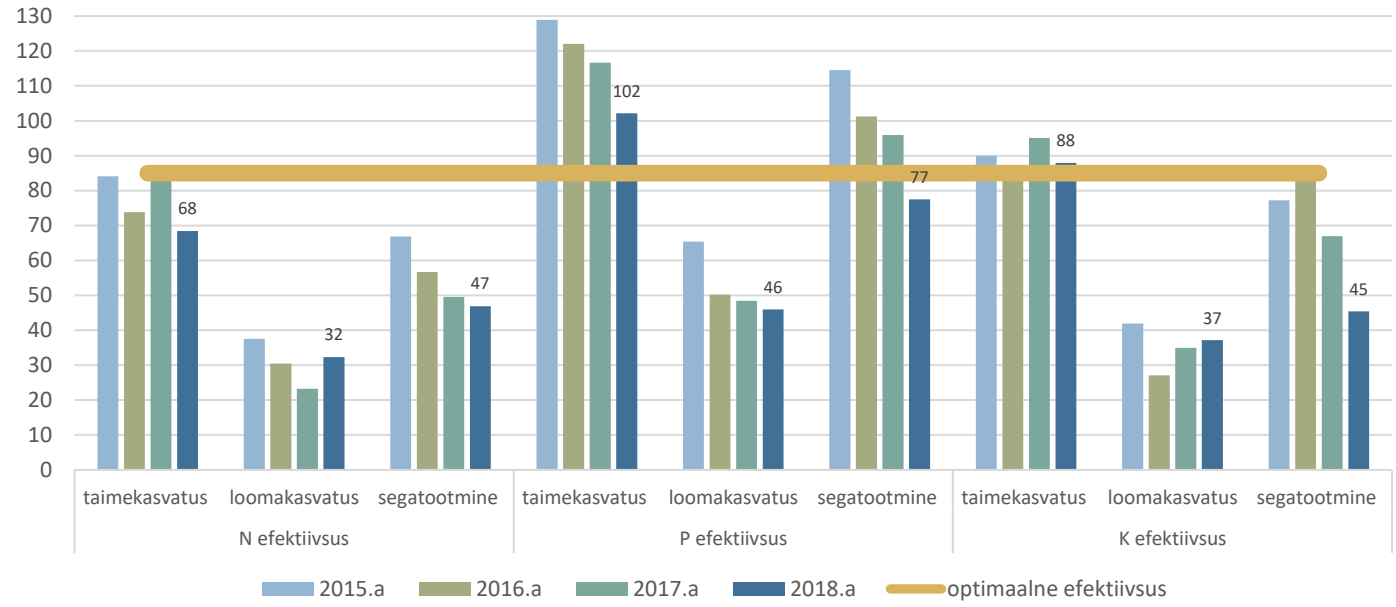
Taimekasvatuses ja segatootmises moodustasid 2018. aastal NPK väljundist ehk müügist peamise osa teraviljad. Taimekasvatuses 37-62% (2016.a 44-67%), segatootmises 44-55% (2016. a 26-47%).

Võrreldes 2015. aastaga vähenes mineraalväetiste kasutamine 2018. aastal segatootmises ja püsis 2015. aastaga samal tasemel taimekasvatuses. Liblikõieliste kasvatamises suuri muutuseid ei olnud.

Loomaksvatuses osteti 2018. aastal peamiselt loomasööta, NPK sisendist 53-76% (2015.a 43-72%). Lämmastiku sidumine liblikõieliste poolt moodustas N sisendist 12% (2015. a 17%).

Loomakasvatuse müügist ehk NPK väljundist moodustasid 2018. aastal suurema osakaalu muud taimekasvutussaadused (koresööt, kartul, köögivili, põhk kokku), osakaaluga 17-63% (2016. a 8-37%), järgnesid piim ja piimatooted 23-35% (2016. a 35-38%).

Võrreldes 2015. aastaga suurenes loomakasvatuses 2018. aastal NPK sisendi arvestuses loomasööda ost ja vähenes liblikõieliste osatähtsus N sisendist.




Joonis 61. Taimekasvatus-, loomakasvatus- ja segatootmistüübi ettevõtete lämmastiku, fosfori, kaaliumi kasutamise efektiivsus aastatel 2015-2018

NPK kasutamise efektiivsus varieerus tootmistüübiti. Taimekasvatusettevõtte lämmastiku kasutamise efektiivsus oli 2018. aastal madal (68%), fosforit kasutati suuremas koguses kui tootmisesse anti (>100%), kaaliumi kasutamise efektiivsus oli tasakaalus tootmise tasemel (88%) (Joonis 61).

Loomakasvatus- ja segatootmisettevõtte NPK kasutamise efektiivsus oli 2018. aastal kõigi toiteelementide arvestuses väga madal, vahemikus vastavalt 32-46% ja 45-47%, millega võivad kaasneda kaod keskkonda. Taimekasvatuses ja segatootmises majandati tõhusamalt kui loomaskasvusega tegelevates ettevõtetes.

Lihatootmise keskkonnamõjud on üldiselt suuremad võrreldes taimse toidu tootmisega. Loomade jaoks tuleb toota sööt, sellele lisanduvad loomakasvatusettevõttes toimuvaga kaasnevad mõjud, millest eriti suure panuse annavad sõnnikukäitluse emissioonid.

Võrreldes 2015. aastaga vähenes 2018. aastal taimekasvatuses ja segatootmises N ja K efektiivsus, P osas vähenes puudujäägiga majandamine. Loomakasvatuses vähenes efektiivsus kõikide toiteelementide arvestuses.

### 2.2.5. Kokkuvõte

- 2018. aastal varieerus lämmastiku bilanss toetustüübiti ja Eesti keskmisena vahemikus 12-52 kg/ha, fosfori bilanss 3-(-1) kg/ha ja kaaliumi bilanss vahemikus 12-(-5) kg/ha.
- N bilanss oli 2018. aastal üsna kõrge ÜPT-s, KSM-s ja Eesti keskmisena (52 kg/ha, 45 kg/ha, 40 kg/ha). Keskkonna seisukohalt võib kõrge N ülejäägiga majandamine suurendada lämmastiku võimaliku leostumise ohtu mulda ja vette ning lendumist õhku. MAHE ettevõtete N bilanss oli 12 kg/ha, mis on keskkonnale ohutu. Fosfori ja kaaliumi bilanss oli positiivne KSM-i ja ÜPT ettevõtetes ning Eesti keskmisena, MAHE puhul negatiivne.
- Peamise osa lämmastiku, fosfori, kaaliumi sisendist KSM-s, ÜPT-s ja Eesti keskmisena moodustasid 2018. aastal mineraalväetised (54-82%). Mineraalväetiste osakaal NPK sisendist oli suurim KSM ettevõtetes.
- MAHE ettevõtetes reeglina mineraalväetiseid ei kasutata ja peamise osa MAHE lämmastiku sisendist moodustas liblikõieliste poolt sümbiootiliselt seotud õhulämmastik, 2018 aastal 58%, KSM-s 13% ÜPT-s 8% ja Eesti keskmisena 14%.

- NPK toiteelementide väljundist ehk toodangu müügist moodustasid 2018. aastal peamise osa KSM-s, ÜPT-s ja Eesti keskmises ettevõttes teraviljad (45-51%), MAHE-s muud taimekasvatussaadused (koresööt, kartul, köögivili, põhk kokku) (30-74%). Loomakasvatussaaduste müügi osakaal oli väike.
- Lämmastiku kasutamise efektiivsus varieerus 2018. aastal toetustüübiti ja Eesti keskmisena vahemikus 52-59%, P efektiivsus 75-209% ja K efektiivsus 61-199%. MAHE-s kasutati P ja K ligi kaks korda suuremas koguses kui seda tootmisesse anti.
- Nitraaditundliku ala lämmastiku bilanss oli 2018. aastal 58 kg/ha ja väljaspool NTA-d 50 kg/ha, mis on üsna kõrge. Fosfori ja kaaliumi bilanss oli mõlemal juhul positiivne ja kõrgem NTA-l.
- Aastatel 2015-2018. majandati intensiivsemalt NTA-l kui väljaspool NTA-d. NTA-l tegutsevate ettevõtete kasutuses on viljakamad mullad, rohkem põllumajandusmaad, kasvatati rohkem põllukultuure ja loomi, osteti suuremas koguses tootmisvahendeid ja müüdi rohkem toodangut kui väljaspool NTA-d.
- Lämmastiku, fosfori,kaaliumi kasutamise efektiivsus oli 2018. aastal NTA-s madal kõikide toeiteelementide arvestuses (NPK efektiivsus 52%, 70%, 70%). Väljaspool NTA-d oli madal N ja K efektiivsus (55%; 67%), fosfori kasutamine oli säästva tootmise tasemel (82%). Madala (<70%) efektiivsusega majandamisel võivad suureneda kaod keskkonda.
- Loomakasvatuse tootmistüübi lämmastiku bilanss oli 2018. aastal 68 kg/ha ja segatootmises 44 kg/ha, mis on üsna kõrge ja võib keskkonna seisukohalt suurendada tootmisega kaasneda võivaid kadusid. Taimekasvatuse N bilanss oli 28 kg/ha. Fosfori ja kaaliumi bilanss oli kõigis tootmitüüpides positiivne.
- 2018.aastal moodustasid taimekasvatuses ja segatootmises NPK sisendist peamise osa mineraalväetised (76-95% ja 57-76%), loomaksvatuses loomasööt 53-76%.
- Taimekasvatuse ja segatootmise ettevõtete müügist ehk NPK väljundist moodustasid 2018. aastal peamise osa teraviljad (37-62% ja 44-55%), loomakasvatuses muud taimekasvutussaadused (koresööt, kartul, köögivili, põhk kokku), 17-63% ja piim ja piimasaadused (23-35%).
- Taimekasvatuses ja segatootmises majandati 2018. aastal tõhusamalt kui loomaskasvatusega tegelevates ettevõtetes.
- Kokkuvõttes võib 2018. aasta uuringu tulemustel keskkonnasäästlikkuse ja vee kvaliteedi paranemise seisukohalt olukorda hinnata keskpäraseks. Lämmastiku bilansi suurenemisega kasvab lämmastiku leostumise oht, kuna lämmastik on mullast kergesti väljauhutav. Mullaviljakuse säilitamise ja paranemise seisukohalt tuleb suuremat tähelepanu pöörata fosfori ja kaaliumi tasakaalustatud kasutamisele ja kõikide toiteelemenide osas tootmise tõhusamaks muutmisele.

## 2.3. Pestitsiidide kasutuskoormuse uuring

### 2.3.1. Sissejuhatus ja uuringu eesmärk

Uuringu eesmärgiks on hinnata, kas erinevate nõuete täitmine sellel maal, millel rakendatakse MAK 2014-2020 keskkonnasõbraliku majandamise toetust ja ühtset pindalatoetust, võimaldab vähendada pestitsiidide kasutamisest tulenevat koormust veele, mullale, elurikkusele.

Uuringu teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse Põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroo, kontaktisik Marje Särekanno, marje.sarekanno@pmk.agri.ee.

Käesolevas uuringus analüüsitakse 2019. aastal seireettevõtetest 2018. aasta kohta kogutud andmeid, mille põhjal arvutati iga seireettevõtte kohta nn pestitsiidide kasutuskoormus:

- pestitsiididega pritsitud pinna osakaal põllumajandusmaast (%);
- kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus põllumajandusmaa kohta (kg/ha);
- kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus pritsitud pinna kohta (kg/ha).

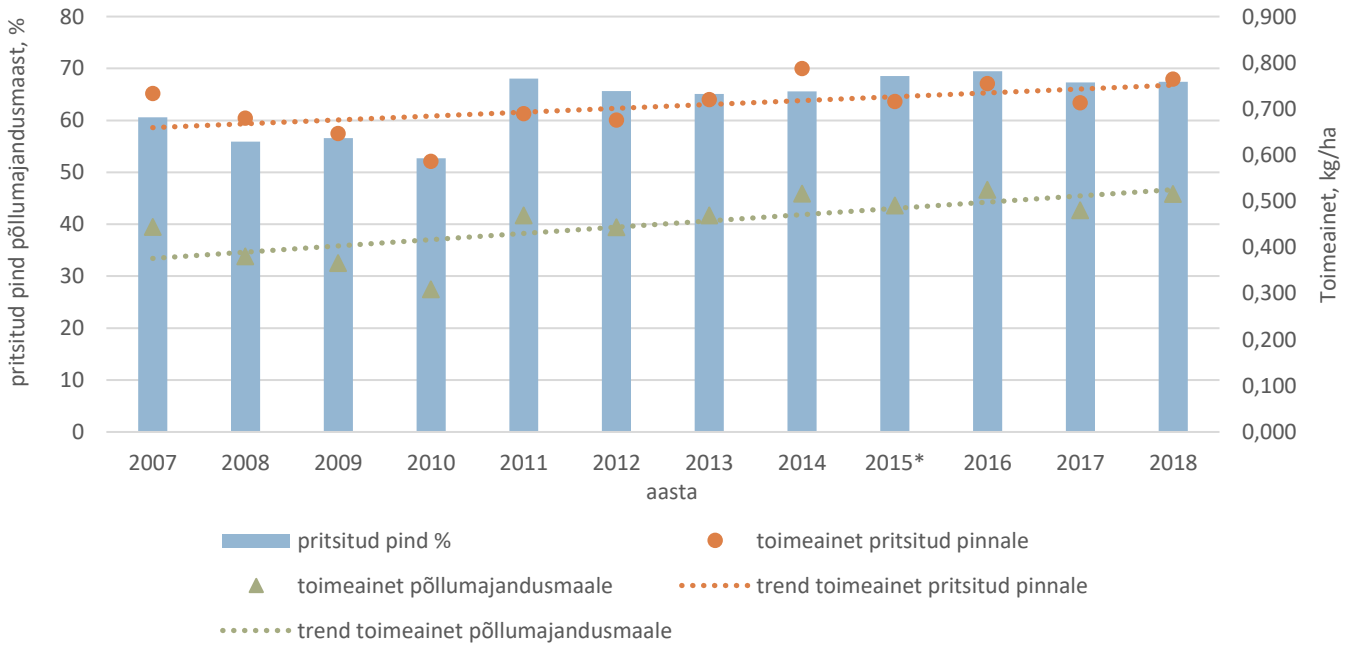
Eesmärgiks hinnata pestitsiidide kasutamisega kaasneda võivat mõju veele, mullale, elurikkusele.

Taustainfoks pestitsiidide kasutamise kohta Eestis kasutatakse Statistikaameti avaliku andmebaasi andmeid.

Põhjalikumalt analüüsitakse aruandes pestitsiidide kasutamist seireettevõtete keskmisena (KSM+ÜPT), toetustüübiti (KSM; ÜPT), nitraaditundlikul alal (NTA) ja väljaspool NTA-d paiknevates ettevõtetes. Andmete analüüs sisaldab 2018. a pestitsiidide kasutamise võrdlust sama uuringu referentsperioodi (2010-2013, osade näitajate referentsaasta 2015) tulemustega.

### 2.3.2. Pestitsiidide kasutuskoormus seireettevõtete keskmisena ja keskkonnasõbraliku majandamise toetust ja ühtset pindalatoetust saavates ettevõtetes

Aastal 2018 pritsiti seireettevõtete keskmisena (121 ettevõtet, seireala 13 980 ha) 67% põllumajandusmaast. Referentsperioodiga (aastate 2010-2013 keskmine) võrreldes suurenes pestitsiididega pritsitud pind 2018. aastal 4% (Joonis 62, Lisa 12).




*2015. aastal muudeti seirevalimit (2007.-2014. aastal ~80 ettevõtet, seireala ~8700 ha; alates 2015. aastast ~120 ettevõtet, seireala ~13 500 ha)

Joonis 62. Seireettevõtete (KSM+ÜPT) pritsitud pinna osakaal põllumajandusmaast, toimeainet pritsitud pinnale ja põllumajandusmaale ning trend aastatel 2007-2018

Perioodi 2010-2013 keskmisega võrreldes pestitsiidide kasutamine seireettevõtetes 2018.aastal suurenes.

Pestitsiidide toimeainet pritsitud pinna kohta kasutati 2018. aastal seireettevõtete keskmisena 0,764 kg/ha ja põllumajandusmaa kohta 0,515 kg/ha, mis oli pritsitud pinna kohta 0,078 kg/ha (11%) ja põllumajandusmaa kohta 0,085 kg/ha (20%) referentsperioodist (2010-2013 keskmine) rohkem (Joonis 62, Lisa 12).

Kuigi seireperioodil 2007-2018 kasutati taimekahjustajate tõrjeks erinevatel aastatel suuremaid ja väiksemaid pestitsiidide koguseid pritsitud pinna ja põllumajandusmaa kohta, näitavad trendid mõlemal juhul pestitsiidide kasutamise mõningast kasvu.

Pestitsiididega pritsitud pind, kasutatud pestitsiidide toimeaine kogused pritsitud pinna ja põllumajandusmaa kohta ei erinenud seireettevõtete keskmisena statistiliselt oluliselt referentsaastate (2010-2013) keskmise ja 2018. aasta tulemuste vahel ($p>0,05$).

Ilmastikuolud olid 2018. aasta vegetatsiooniperioodil tavapärasest soojemad. Kevad oli varajane. Suve esimesel poolel oli ülekaalus aastate keskmisest jahedam, teisel poolel aga aastate keskmisest soojem ilm. Sademeid oli paikkonniti väga erinevalt – mõnel pool vähe, mõnel pool tuli tugevate paduvihmadega lühikese ajaga enam kui normi jagu vihmavett.

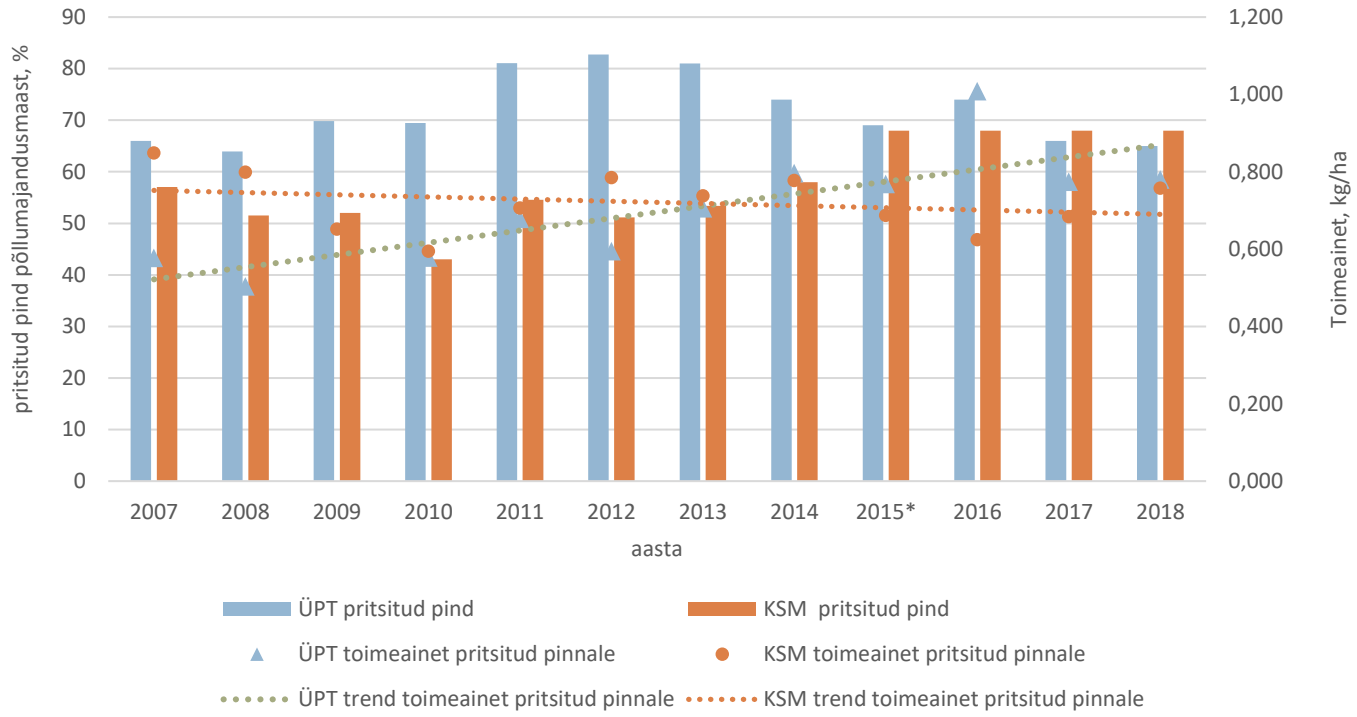
2018. aastal kuulus seirevalimisse 62 KSM (seireala 9285 ha) ja 59 ÜPT (seireala 4694 ha) toetust taotlenud ettevõtet. KSM tootjate võrdlusgrupiks võeti ÜPT tootjad, kuna ÜPT tootjatele kehtivate pestitsiidide kasutamise põhinõuete täitmisele lisaks peavad KSM toetuse saajad täitma ka täiendavaid keskkonda kaitsvaid lisanõudeid.

MAK 2014-2020 perioodil ei tohi KSM toetust taotlenud tootjad kasutada üldhävitava toimega glüfosaati põllukultuuridel ja köögiviljadel, taimede tärkamisest kuni saagi koristuseni. Sama kehtib ka haljaskesal ja haljasväetiseks kasvatatavate taimede kohta ning põldudel, millele taotletakse toetust mesilaste korjealade rajamise lisategevuse eest. ÜPT tootjatele need piirangud ei laiene. Alates 2015. aastast tuleb KSM tootjatel enne pestitsiidide kasutamist korraldada oma põllumajandusmaal taimekahjustajate seiret ja kanda andmed seire kohta põlluraamatusse. Taimekahjustajate seiret peavad oma põldudel tegema ka ÜPT tootjad, kuid põlluraamatusse kandmise kohustus ÜPT nõuetes eraldi fikseeritud ei ole.

Taimekaitsevahendite kasutamise vajadust peaksid aitama vähendada ja seeläbi taimekaitsevahendite jääkide sattumist veekogudesse piirata veel viljavahelduse nõude täitmine (piirab taimekahjustajate levikut), umbrohuseemnete ja taimehaiguste osas kontrollitud teravilja seemne kasutamine ning põllu ja tee vahele rajatavad rohumaaribad, mis pakuvad alternatiivseid elu-, toidu- ja varjepaiku kahjurite looduslikele vaenlastele.

Pestitsiidide kasutamine toetustüübiti varieerus 2018. aastal suurtes piirides. Osades ettevõtetes ei kasutatud pestitsiide üldse, osades kasutati mõnel põllul, osades kõikidel põldudel. Üldse ei kasutatud 2018. aastal pestitsiide neljas KSM ja kuues ÜPT ettevõttes.

Aastal 2018 pritsiti KSM seireettevõtetes 68% ja ÜPT-s 65% seirealusest põllumajandusmaast. Referentsperioodi (2010-2013) keskmisega võrreldes suurenes pestitsiididega pritsitud pind 2018. aastal KSM-s 18% ja vähenes ÜPT-s 14% (Lisa 12, Joonis 63).



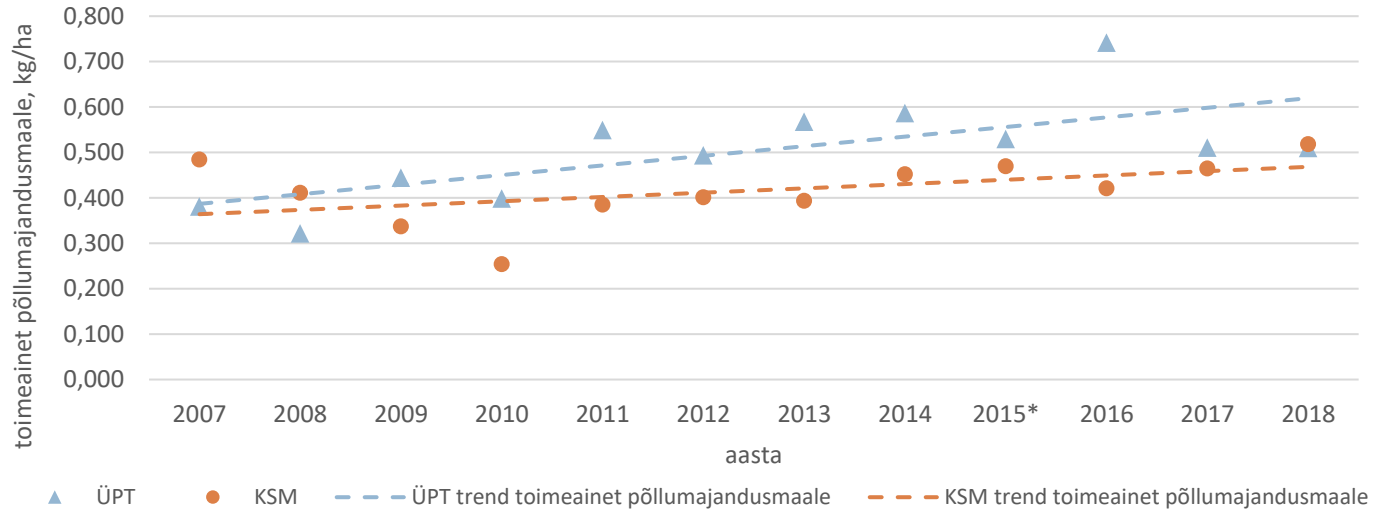

*2015. aastal muudeti seirevalimit (2007.-2014. aastal ~80 ettevõtet, seireala ~8700 ha; alates 2015*. aastast ~120 ettevõtet, seireala ~13 500 ha)

Joonis 63. KSM ja ÜPT seireettevõtete pritsitud pind seirealusest põllumajandusmaast, kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus ja trend kasutatud toimeainet pritsitud pinnale aastatel 2007-2018

Aastate 2010-2013 keskmisega võrreldes suurenes KSM ja ÜPT põldudel 2018. aastal pestitsiidide toimeaine kasutus pritsitud pinna kohta 1% ja 22%, põllumajandusmaa kohta KSM-s 40% ja ÜPT-s 1%.

Pestitsiidide toimeainet kasutati KSM ja ÜPT toetustüübi ettevõtetes 2018. aastal pritsitud pinnale vastavalt 0,757 ja 0,779 kg/ha ning põllumajandusmaale KSM-s 0,518 jaÜPT-s 0,510 kg/ha. (Joonis 63, Joonis 64).

Aastate 2010-2013 keskmisega võrreldes kasutati 2018. aastal pestitsiidide toimeainet pritsitud pinnale KSM-s 1% ja ÜPT-s 22% ning põllumajandusmaale vastavalt 40% ja 1% rohkem (Lisa 12).



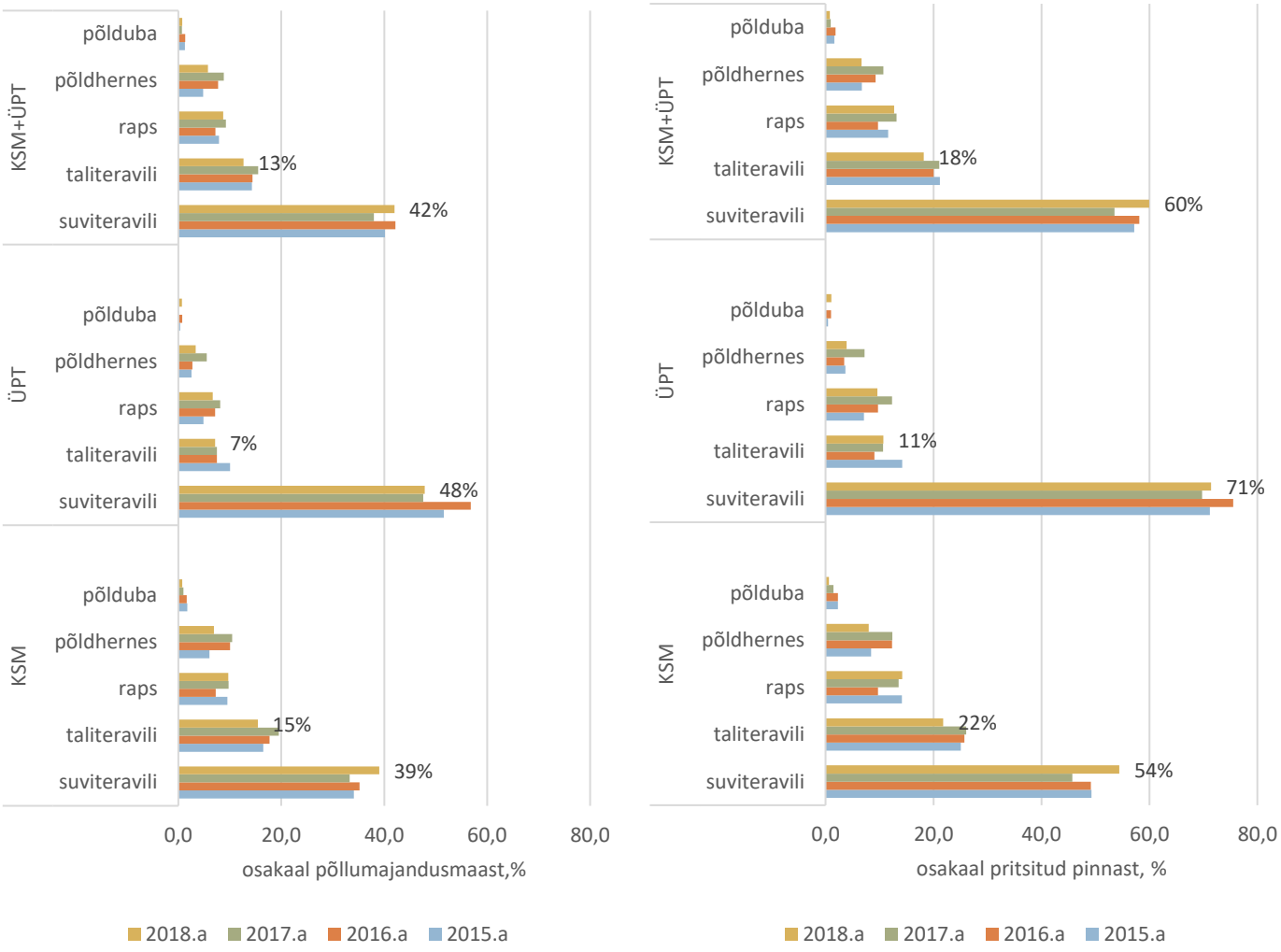

*2015. aastal muudeti seirevalimit (2007.-2014. aastal ~80 ettevõtet, seireala ~8700 ha; alates 2015*. aastast ~120 ettevõtet, seireala ~13 500 ha)

Joonis 64. KSM ja ÜPT seireettevõtetes kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus ja trend kasutatud toimeainet põllumajandusmaale, aastatel 2007-2018

Valdavalt kasutati suuremas koguses pestitsiide ÜPT-s kui KSM-s. Perioodil 2007-2018 oli pestitsiidide kasutamise trend ÜPT seireettevõtetes nii pritsitud pinna kui põllumajandusmaa kohta tõusev, KSM ettevõtetes viimastel aastatel langev pritsitud pinna kohta ja ÜPT-ga võrreldes vähemal määral tõusev põllumajandusmaa kohta.

Samas ei erinenud pestitsiididega pritsitud pind ja kasutatud pestitsiidide toimeaine kogused pritsitud pinna ja põllumajandusmaa kohta KSM ja ÜPT toetustüüpide vahel statistiliselt oluliselt referentsaastate (2010-2013) keskmise ja 2018. aasta tulemuste võrdluses (p>0,05).

Pestitsiidide kasutust analüüsiti ka kultuuride lõikes (Lisa 17). Nagu varasematel aastatel nii ka 2018. aastal kasvatati kõige suuremal pinnal ja kasutati kõige rohkem pestitsiide kokku suvi- ja taliteraviljadel. Arvestatavas koguses pestitsiide kasutati ka rapsil, põldhernel ja põldoal. Eelnimetatud kultuurid kokku moodustasid seireettevõtete keskmisena (KSM+ÜPT) 2018. aastal seirealusest põllumajandusmaast 70%, KSM-s 72%; ÜPT-s 66% ja pestitsiididega pritsitud pinnast KSM+ÜPT 98%, KSM-s 99% ja ÜPT-s 97% (Joonis 65).



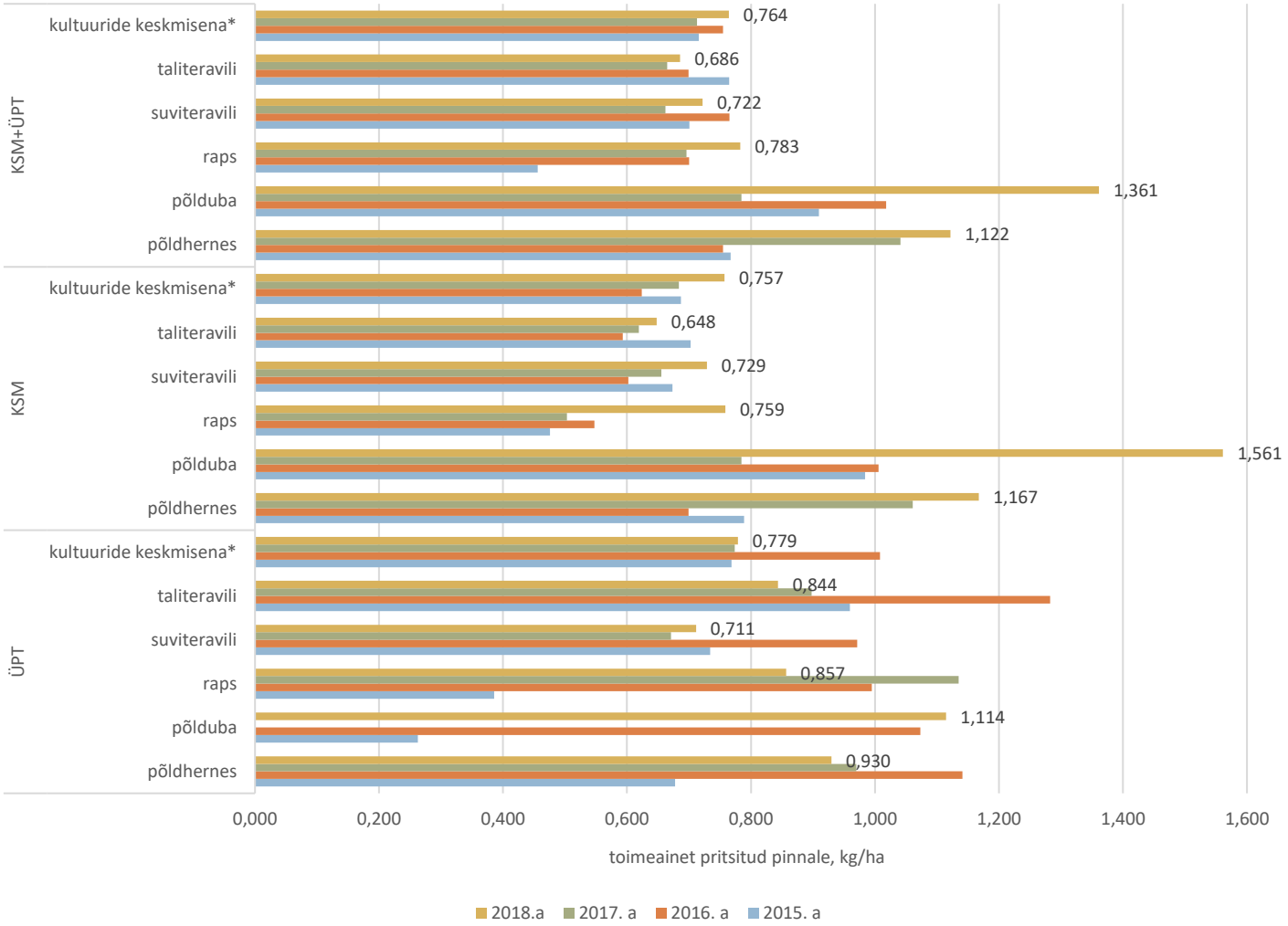

Joonis 65. KSM+ÜPT; KSM ja ÜPT seireettevõtetes suvi-, taliteravilja, rapsi, herne ja põldoa pinna osakaal põllumajandusmaast ja pritsitud pinnast aastatel 2015-2018

Kuna teraviljade osakaal põllumajandusmaast ja pritsitud pinnast, samuti teraviljadel kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus kokku oli 2018. aastal suurem ÜPT-s, oli kokkuvõttes suurem ka ÜPT-s kultuuride keskmisena kasutatud toimeaine kogus pritsitud pinnale, võrreldes KSM-ga (Joonis 66).

Põldoal ja põldhernel kasutati toimeainet küll kultuuride lõikes teraviljadest rohkem, aga kuna nende kasvu- ja pritsitud pind oli teraviljade pinnast tunduvalt väiksem, sõltus kogu ettevõtte pestitsiidide kasutuskoormus sellest vähem.

Ülejäänud kasvatatud kultuuride pritsitud pind oli 2018. aastal seireettevõtetes veel väiksem, samas oli nii mõnelgi kultuuril kasutatud toimeaine kogus suurem (Lisa 17).

Võrreldes 2015. aastaga suurenes 2018. aastal enamikel kultuuridel kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus, seda nii ettevõtete keskmisena, KSM-s kui ka ÜPT-s.




* - siia hulka kuuluvad lisaks välja toodud kultuuridele veel aiakultuurid, kõrreliste rohumaa, liblikõielised, mustkesa, sööti jäetud maa

Joonis 66. KSM+ÜPT; KSM ja ÜPT seireettevõtetes kultuuride keskmisena, suvi-, taliteraviljadel, rapsil, põldhernel ja põldoal kasutatud toimeaine kogus pritsitud pinnale, aastatel 2015-2018

Pestitsiidide liigiti kasutamine sõltub aasta ilmastikust, kasvatatavast kultuurist, külvi tihedusest, põllu umbrohtumusest, erinevate taimekahjustajate survest, viljelustehnoloogiast jne.

Kuna vegetatsiooniperiood on Eestis lühike ja ilmastikuolud soojema kliimaga piirkondadega võrreldes taimekahjustajate arenguks ebasoodsamad, kasutatakse siin vähem fungitsiide (seen- ja viirushaiguste tõrjevahendid) ja insektitsiide (putukatõrjevahendid), rohkem aga herbitsiide (umbrohutõrjevahendeid).

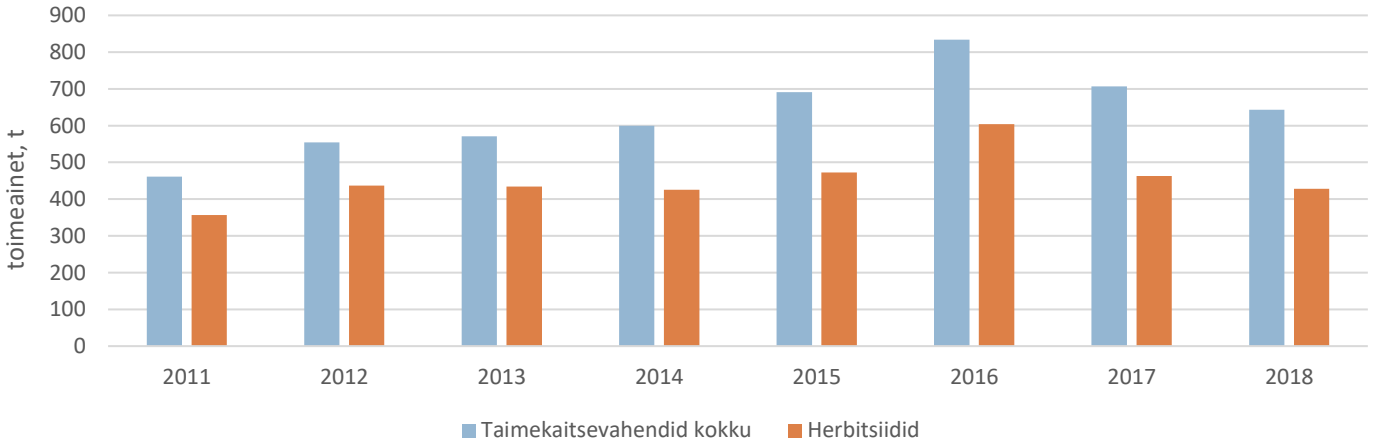
2018. aastal moodustas herbitsiididega pritsitud pind seireettevõtete kogu pritsitud pinnast 62%, kõikide kasutatud pestitsiidide toimeainest moodustasid herbitsiidid 64%. Fungitsiide, insektitsiide ja kasvuregulaatoreid kasutati tunduvalt vähem.

2018. aastal moodustas herbitsiididega pritsitud pind KSM+ÜPT seireettevõtete kogu pritsitud pinnast 62%, kasutati 62 erinevat preparaati ning kõikide kasutatud pestitsiidide toimeainest moodustasid herbitsiidid 64%. Fungitsiide, insektitsiide ja kasvuregulaatoreid kasutati tunduvalt vähem (Lisa 20).

Toetustüübiti kasutati ÜPT ettevõtetes 2018. aastal KSM ettevõtetega võrreldes rohkem fungitsiide ja herbitsiide (Lisa 20).

Statistikaameti andmetel turustati Eestis 2018. aastal taimekaitsevahendite toimeainet kokku 643 tonni, mida oli 118 tonni (23%) rohkem kui referentsaastate (2010-2013) keskmisena (525 t) ja 63 tonni (9%) vähem kui 2017. aastal Statistikaamet 2020 (Joonis 67).

2018. aastal moodustasid herbitsiidid Eestis turustatud toimeainest 67%, fungitsiidid 17%, insektitsiidid 4% ja kasvuregulaatorid 11%. Paraku ei ole andmebaasis esitatud osade turustatud toimeaine koguste andmed täielikud, andmete avaldamist ei võimalda Statistikaameti andmekaitse põhimõte.




Joonis 67. Eestis turustatud taimekaitsevahendite ja herbitsiidide toimeaine kogus aastatel 2011-2018 (Statistikaameti andmed)

Kuigi Statistikaameti andmetel pestitsiidide müük 2017. ja 2018. aastal Eestis vähenes, näitavad antud uuringu tulemused pestitsiidide kasutamise suurenemist seireettevõtetes.

Iga pestitsiid sisaldab erinevas koguses toimeainet (nn pestitsiidi koostisainet), mis on mõeldud üldise või eriomase mõju avaldamiseks taimekahjustajale, taimele või taimsele saadusele. Toimeainest tuleneb otsene koormus keskkonnale ja tervisele. Taimekaitsevahendites sisalduvad toimeained erinevad nii keemilise koostise kui toksilisuse poolest. Lisaks toimeainele sisaldavad kõik taimekaitsevahendid veel ka nn lisaaineid, mida kasutatakse piltlikult öeldes konkreetse toimeaine paremaks mõjule pääsemiseks (näit. kleepuvuse parandamiseks). Erinevad on ka kasutatavad taimekaitsevahendite kogused, mida olenevalt preparaadist kasutatakse kas grammides või suuremates kogustes.

2018. aastal kasutati seireettevõtetes herbitsiidide toimeainetest rohkem - glüfosaati ja MCPAd, fungitsiididest – tebukonasooli ja protiokonasooli, insektitsiididest – dimetoaati ja tiaklopriidi, kasvuregulaatoritest – kloormekvaatkloriidi.

Taimekaitsevahendite ühekülgse kasutamise tulemusena võivad välja kujuneda taimekaitsevahendite suhtes resistentsed kahjurid. Kahjulik mõju inimesele avaldub otsesel preparaatidega kokkupuutel ja taimekaitsevahendite jääkide kogunemisel vette, mulda, saaki.

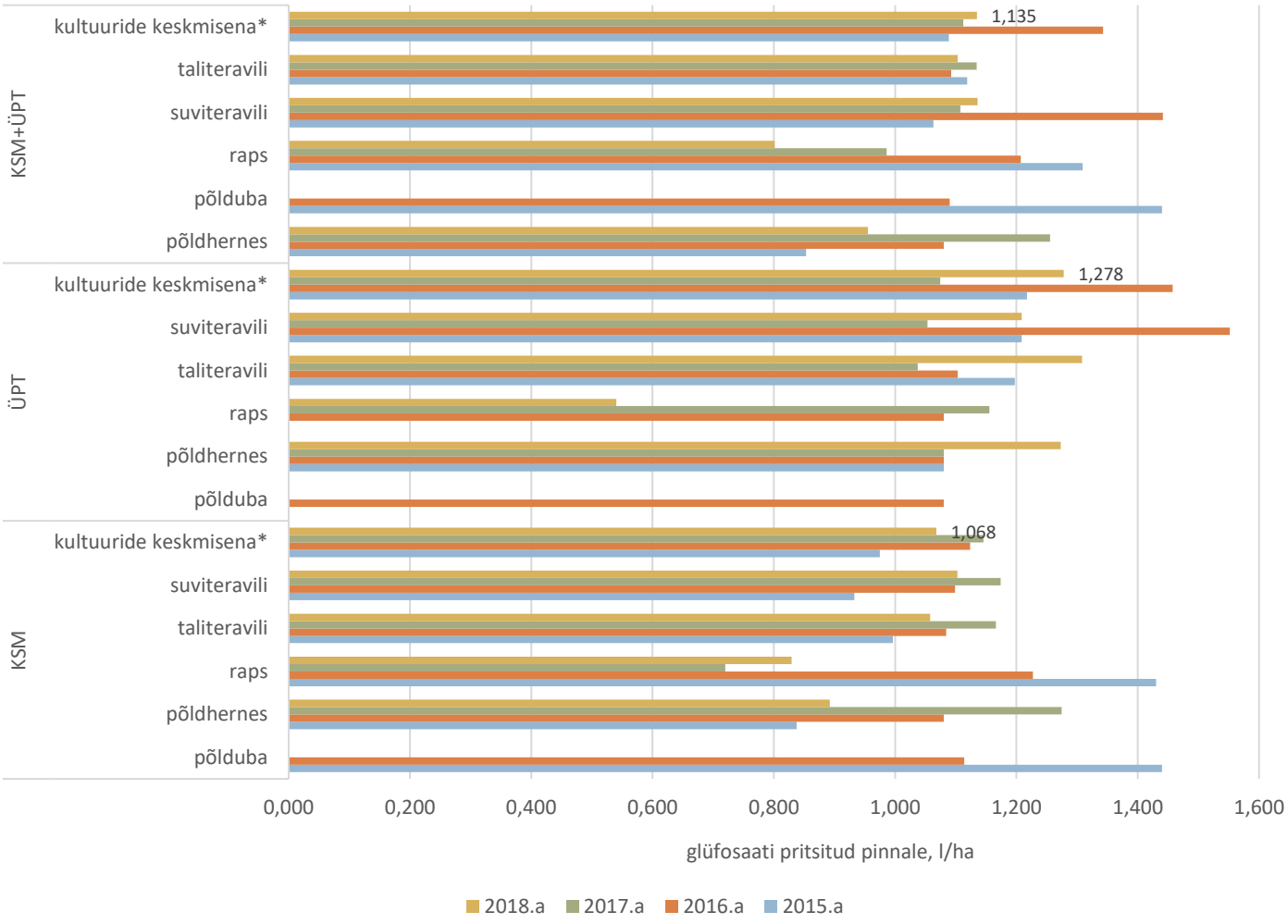
Kultuuride keskmisena kasutati 2018. aastal glüfosaati pritsitud pinnale seireettevõtete keskmisena 1,135 l/ha, KSM-s 1,068 l/ha ja ÜPT-s 1,278 l/ha

Kõige suurema kulunormiga preparaadid, mida seireettevõtetes kasutati, olid glüfosaadi toimeainet sisaldavad herbitsiidid (füüsiline kasutuskogus olenevalt preparaadist, kasutusotstarbest ja kultuurist 0,8-8 l/ha).

Kultuuride keskmisena kasutati 2018. aastal glüfosaati pritsitud pinnale KSM+ÜPT 1,135 l/ha, KSM-s 1,068 l/ha ja ÜPT-s 1,278 l/ha (Lisa 12, Joonis 68).

Võrreldes 2015. aastaga suurenes glüfosaadi kasutatud kogus kultuuride keskmisena 2018. aastal 4%, KSM-s 10% ja ÜPT-s 5%.

Kokku kasutati 2018. aastal üheksat erinevat glüfosaadi preparaati, mida kasutati peamiselt koristusjärgselt, mõnel juhul ka enne külvi tülikatest umbrohtudest vabanemiseks. Aastast 2018 on keelatud glüfosaadi kasutamine saagi närvutmise või kuivatamise eesmärgil.




* - siia hulka kuuluvad lisaks välja toodud kultuuridele veel aiakultuurid, kõrreliste rohumaa, liblikõielised, mustkesa, sööti jäetud maa

Joonis 68. KSM+ÜPT; KSM ja ÜPT seireettevõtetes kultuuride keskmisena, suvi- ja taliteraviljadel, rapsil, põldhernel ja põldoal kasutatud glüfosaadi kogus pritsitud pinnale aastatel 2015-2018

Statistikaameti andmetel turustati Eestis glüfosaati 2018. aastal 255 tonni, 2017. aastal 253 t. Võrreldes 2017. aastaga suurenes müüdud glüfosaadi kogus 2018. aastal 0,4%.

### 2.3.3. Pestitsiidide kasutuskoormus nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates ettevõtetes

Eestis on kaitsmata põhjaveega pae- ja karstialadele moodustatud põhja- ja pinnavee kaitseks nitraaditundlikud alad (NTA). Sellistele aladele on veeseaduse alusel kehtestatud rangemad keskkonnakaitsenõuded.

Taimekaitsevahendi kasutamine on keelatud oluliste allikate ja karstilehtrite ümbruses kuni 50 meetri ulatuses veepiirist või karstilehtri servast, kuna on oht, et pestitsiidide jäägid võivad mõjutada veekogude veekvaliteeti.

2018. aastal kuulus seirevalimisse 38 NTA (seireala 4982 ha) ja 83 väljaspool NTA-d (seireala 8997ha) paiknevat ettevõtet.

Pritsitud pind moodustas 2018. aastal NTA ettevõtetes 71% ja vp NTA-d 65% põllumajandusmaast. Pestitsiidide toimeainet pritsitud pinna kohta kasutati NTA-l 0,708 kg/ha, vp NTA-d 0,798 kg/ha ning põllumajandusmaa kohta vastavalt NTA-l 0,506 kg/ha ja vp NTA-d 0,521 kga/ha (Joonis 69; Joonis 70).

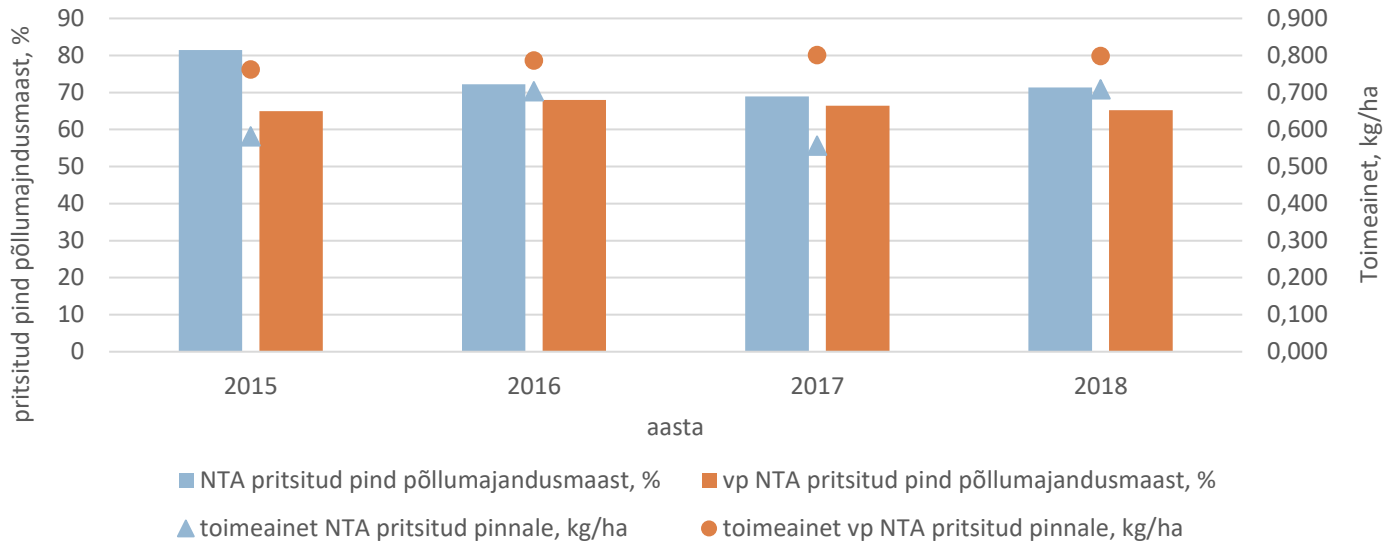
Kuigi NTA-l pritsiti pestitsiididega suuremat pinda kui vp NTA-d, kasutati NTA-l väiksemaid pestitsiidide koguseid nii pritsitud pinna kui põllumajandusmaa kohta.

Pestitsiididega pritsitud pind moodustas 2018. aastal NTA ettevõtetes 71% ja vp NTA-d 65% põllumajandusmaast, samas kasutati NTA-l väiksemas koguses toimeainet nii pritsitud pinna kui põllumajandusmaa kohta.

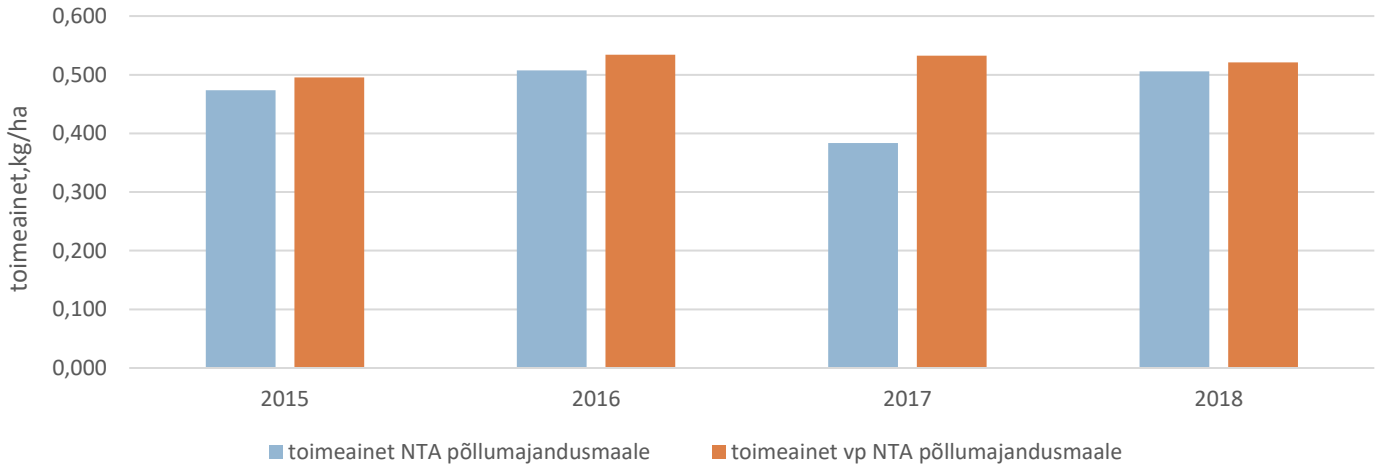
Võrreldes referentsaastaga (2015) vähenes 2018. aastal NTA-l pestitsiididega pritsitud pind 10%, samas suurenes pritsitud pinna kohta kasutatud toimeaine kogus 22%. Väljaspool NTA-d oli pritsitud pind 2018. aastal sama mis 2015. aastal (65%), toimeaine kogus suurenes 5% (Lisa 12, Joonis 69).

Põllumajandusmaa kohta suurenes samade aastate võrdluses kasutatud toimeaine kogus NTA-l 7% ja vp NTA-d 5% (Joonis 70).

Pestitsiididega pritsitud pind, kasutatud pestitsiidide toimeaine kogused pritsitud pinna ja põllumajandusmaa kohta ei erinenud NTA-l ja vp NTA-d paiknevate ettevõtete vahel statistiliselt oluliselt referentsaasta (2015) ja 2018. aasta tulemuste võrdluses (p>0,05).




Joonis 69. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool NTA-d paiknevate seireettevõtete pritsitud pinna osakaal põllumajandusmaast ja toimeainet pritsitud pinnale, aastatel 2015-2018



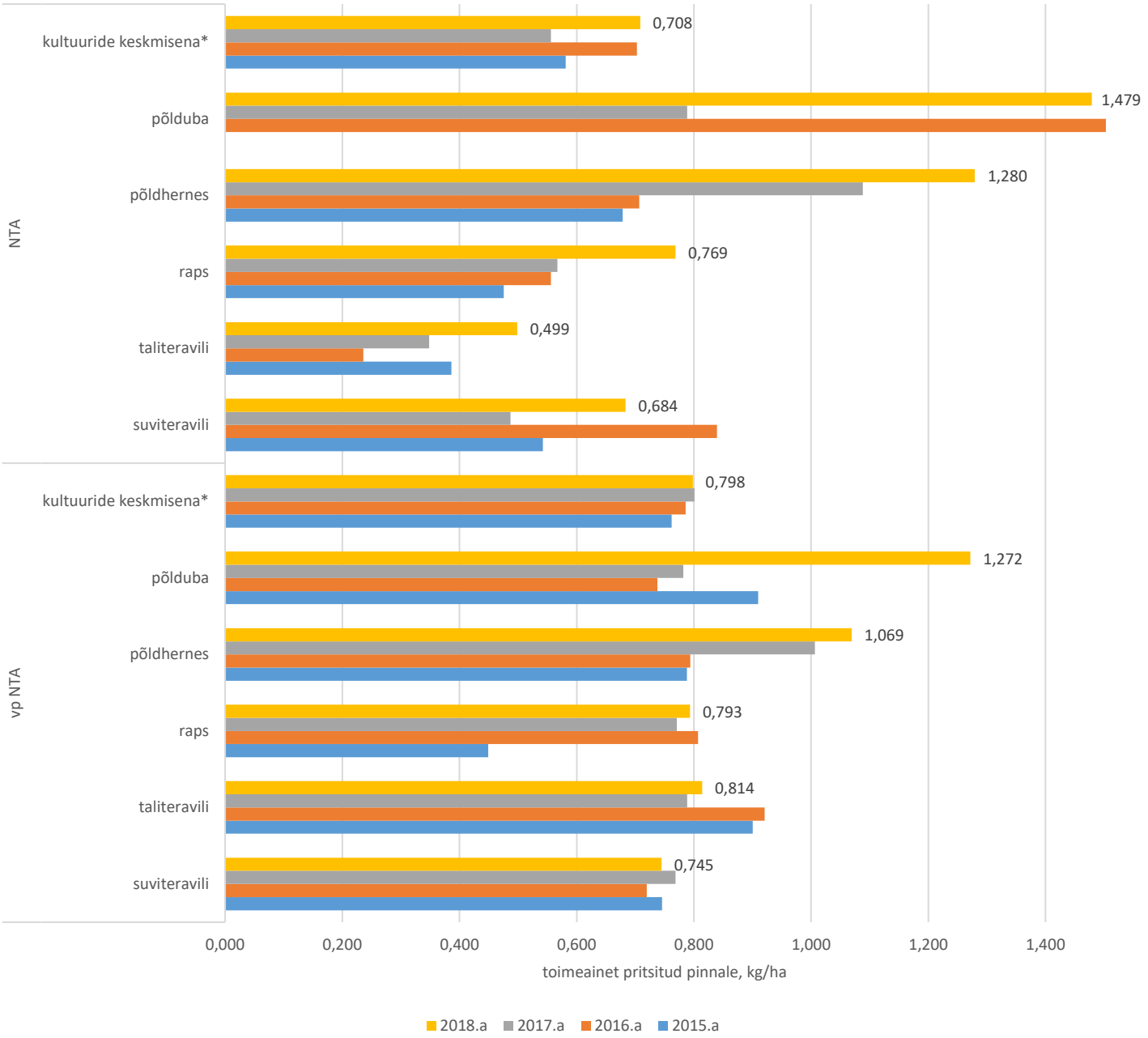

Joonis 70. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool NTA-d paiknevates seireettevõtetes kasutatud pestitsiidide toimeaine kogused põllumajandusmaale, aastatel 2015-2018

Pestitsiidide kasutust analüüsiti ka kultuuride lõikes. Kultuuride keskmisena kasutati 2018. aastal pritsitud pinna kohta suuremas koguses pestitsiide vp NTA-d paiknevates ettevõtetes kui NTA-l (Joonis 71).

Võrreldes 2015. aastaga suurenes 2018. aastal pestitsiidide kasutamine NTA-l kõikidel kultuuridel, vp NTA-d vähenes suvi- ja taliteraviljadel.

Nagu eespool aruandes välja toodi, määrab pestitsiidide lõpliku kasutuskoormuse suures osas konkreetse aasta suvi- ja taliteraviljde pinna osakaal põllumajandusmaast, pritsitud pinnast ning teraviljadel kasutatud pestitsiidide kogus.

2018. aastal moodustasid teraviljad seireettevõtete põllumajandusmaast NTA-l 58% ja vp NTA-d 53%, pritsitud pinnast mõlemal juhul 78%. Kuna teraviljadel kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus oli suurem vp NTA-d, kujunes kokkuvõttes suuremaks ka vp NTA-d paiknevate ettevõtete pestitsiidide kasutuskoormus.

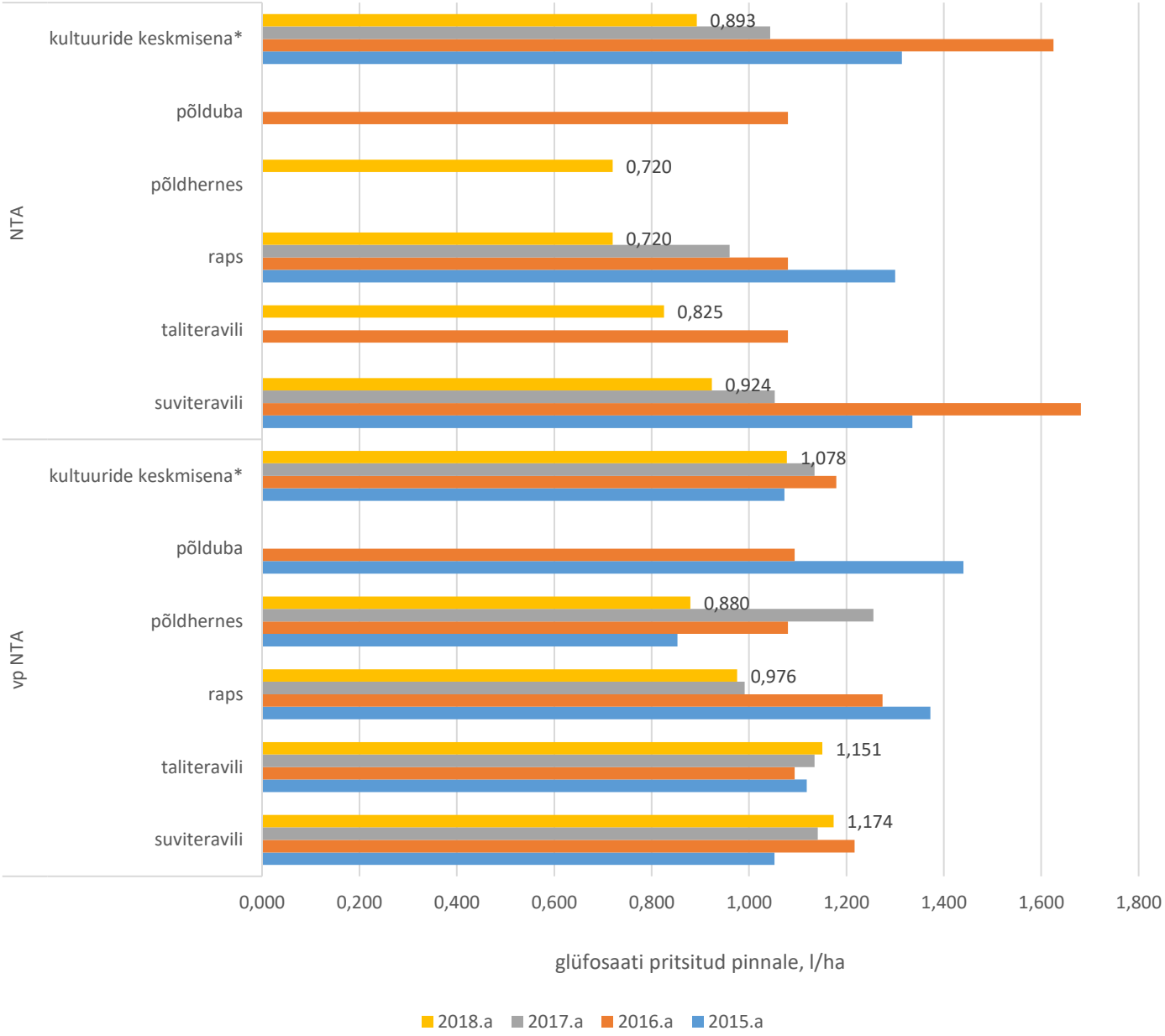



* - siia hulka kuuluvad lisaks välja toodud kultuuridele veel aiakultuurid, kõrreliste rohumaa, liblikõielised, mustkesa, sööti jäetud maa

Joonis 71. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates seireettevõtetes kultuuride keskmisena, suvi- ja taliteraviljadel, rapsil, põldhernel ja põldoal kasutatud toimeainet pritsitud pinnale, aastatel 2015-2018

Glüfosaati kasutati NTA-l kultuuride keskmisena pritsitud pinnale 0,893 l/ha ja vp NTA-d 1,078 l/ha (Lisa 12, Joonis 72).

Võrreldes 2015. aastaga vähenes kultuuride keskmisena kasutatud glüfosaadi kogus 2018. aastal NTA-l 32% ja jäi praktiliselt samaks vp NTA-d. NTA-l vähenes glüfosaadi kasutamine kõikidel kultuuridel, vp NTA-d rapsil.




* - siia hulka kuuluvad lisaks välja toodud kultuuridele ka aiakultuurid, kõrreliste rohumaa, liblikõielised, mustkesa, sööti jäetud maa

Joonis 72. Nitraaditundlikul alal ja väljaspool nitraaditundlikku ala paiknevates seireettevõtetes kultuuride keskmisena, suvi-, taliteraviljadel, rapsil, põldhernel ja põldoal kasutatud glüfosaadi kogus pritsitud pinnale, aastatel 2015-2018

### 2.3.4. Kokkuvõte

- Aastal 2018 pritsiti KSM+ÜPT seireettevõtete keskmisena 67% seirealusest põllumajandusmaast. Referentsperioodi (2010-2013) keskmisega võrreldes suurenes pritsitud pind 4%. Kasutatud pestitsiidide toimeaine kogus pritsitud pinna kohta oli referentsperioodil 0,686 kg/ha ja 2018. aastal 0,764 kg/ha (suurenemine 0,078 kg/ha, 11%). Põllumajandusmaa kohta kasutati referentsperioodi keskmisena pestitsiidide toimeainet 0,430 kg/ha ja 2018. aastal 0,515 kg/ha (suurenemine 0,085 kg/ha, 20%).
- KSM ettevõtete keskmisena pritsiti 2018. aastal 68% ja ÜPT keskmisena 65% seirealusest põllumajandusmaast. Võrreldes referentsperioodi keskmisega suurenes KSM ettevõtete pritsitud pind 2018. aastal 18% ja vähenes ÜPT puhul 14% (kuues ettevõttes 2018. aastal ei kasutatud pestitsiide üldse).

- KSM ja ÜPT ettevõtetes kasutati 2018. aastal pestitsiidide toimeainet pritsitud pinnale vastavalt 0,757 ja 0,779 kg/ha ning põllumajandusmaale 0,518 ja 0,510 kg/ha. Aastate 2010-2013 keskmisega võrreldes kasutati 2018. aastal pestitsiidide toimeainet pritsitud pinnale KSM-s 1% ja ÜPT-s 22% ning põllumajandusmaale vastavalt 40% ja 1% rohkem.
- Pestitsiidide kasutamist analüüsiti ka nitraaditundlikul alal (NTA) ja väljaspool nitraaditundlikku ala (vp NTA) paiknevates seireettevõtetes. Pritsitud pind moodustas 2018. aastal NTA ettevõtetes 71% ja vp NTA-d 65% põllumajandusmaast. Pestitsiidide toimeainet pritsitud pinna kohta kasutati NTA-l 0,708 kg/ha, vp NTA-d 0,798 kg/ha ning põllumajandusmaa kohta vastavalt NTA-l 0,506 kg/ha ja vp NTA-d 0,521 kga/ha. Kuigi NTA-l pritsiti pestitsiididega suuremat pinda kui vp NTA-d, kasutati NTA-l väiksemaid toimeaine koguseid nii pritsitud pinna kui ka põllumajandusmaa kohta.
- 2015. aastal oli NTA pestitsiididega pritsitud pind 81%. Võrreldes referentsaastaga (2015) vähenes 2018. aastal NTA-l pritsitud pind 10%, samas suurenes pritsitud pinna kohta kasutatud toimeaine kogus 22%. Väljaspool NTA-d oli pritsitud pind 2018. aastal sama mis 2015. aastal (65%), kasutatud toimeaine kogus suurenes 5%. Põllumajandusmaa kohta suurenes kasutatud toimeaine kogus NTA-s 7% ja vp NTA-d 5%.
- Kokkuvõttes kasutati 2018. aastal KSM ettevõtetes pestitsiide suuremal pinnal aga väiksemas koguses kui ÜPT-s. Võrreldes referentsperioodi (2010-2013) keskmisega suurenes pestitsiide kasutuskoormus 2018. aastal nii KSM-s kui ÜPT-s. Samas ei erinenud tulemused statistiliselt oluliselt toetustüüpide vahel. Perioodil 2007-2018 oli pestitsiidide kasutamise trend ÜPT seireettevõtetes nii pritsitud pinna kui ka põllumajandusmaa kohta tõusev, KSM ettevõtetes viimastel aastatel langev pritsitud pinna kohta ja ÜPT-ga võrreldes vähemal määral tõusev põllumajandusmaa kohta.
- Nitraaditundlikul alal kasutati 2018. aastal pestitsiide suuremal pinnal aga väiksemas koguses kui vp NTA-d. Võrreldes referentsaasta (2015) keskmisega suurenes pestitsiide kasutuskoormus 2018. aastal nii NTA-l kui ka vp NTA-d. Samas ei erinenud tulemused statistiliselt oluliselt NTA ja vp NTA paiknevate ettevõtete vahel.
- Pestitsiidide kasutamise suurenemisega seoses säilib oht, et pinna- ja põhjavee saastumine võib suureneda, mullakeskkond halveneda ja elurikkus väheneda.

# 3. Valdkond elurikkus

Foto: Margit Mõttus

## Sisukord


3.1. Kimalaste mitmekesisuse ja arvukuse uuring ..... 106
3.1.1. Uuringu eesmärk ..... 106
3.1.2. Tulemused ..... 106
3.1.3. Arutelu ..... 117
3.1.4. Kokkuvõte ..... 124

3.2. Põllulindude arvukuse ja liigirikkuse uuring ..... 127
3.2.1. Uuringu eesmärk ..... 127
3.2.2. Tulemused ..... 127
3.2.3. Arutelu ..... 139
3.2.4. Kokkuvõte ..... 145

3.3. Rohumaaribade taimestiku uuring ..... 148
3.3.1. Uuringu eesmärk ..... 148
3.3.2. Tulemused ..... 148
3.3.3. Arutelu ..... 162
3.3.4. Kokkuvõte ..... 166


## Jooniste loetelu


Joonis 73. Kimalaste arvukus ja kimalaseliikide arv piirkondade koosanalüüsil 2009.-2019. a ..... 107
Joonis 74. Kimalaste arvukus ja kimalaseliikide arv eraldi Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkonnas 2009.-2019. a ..... 107
Joonis 75. Keskmised (± standardviga) kimalasenäitajad ja õite tiheduse hinnang loendusraja kohta piirkonniti koos ja eraldi 2010.-2019. a ..... 109
Joonis 76. Keskmised (± standardviga) kimalasenäitajad ja õite tiheduse hinnang loendusraja kohta piirkondade koosanalüüsil ettevõtete toetustüüpide lõikes 2009.-2019. a ..... 110
Joonis 77. Keskmised (± standardviga) kimalasenäitajad ja õite tiheduse hinnang loendusraja kohta eraldi Kesk-Eesti (vasakaul) ja Lõuna-Eesti piirkonnas (paremal) ettevõtete toetustüüpide lõikes 2009.-2019. a ..... 111
Joonis 78. Taimeliikide koguarv toetustüübiti ja piirkonniti, millel 2014. ning 2017.-2019. a seirel kimalasi kohati ..... 113
Joonis 79. Keskmine kimalaste külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta toetustüübiti ja piirkonniti 2014. ning 2017.-2019. a 114
Joonis 80. Põllulindude pesitsevate paaride ja liikide arv piirkondade koosanalüüsil 2010.-2019. a ..... 128
Joonis 81. Põllulindude pesitsevate paaride ja liikide arv eraldi Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkonnas 2010.-2019. a ..... 129
Joonis 82. Keskmised (± standardviga) pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta piirkonniti koos ja eraldi 2010.-2019. a ..... 131

Joonis 83. Keskmised (± standardviga) pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta piirkondade koosanalüüsil ettevõtete toetustüüpide lõikes 2010.-2019. a.....132
Joonis 84. Keskmised (± standardviga) pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta eraldi Kesk-Eesti (vasakul) ja Lõuna-Eesti piirkonnas (paremal) ettevõtete toetustüüpide lõikes 2010.-2019. a .....134
Joonis 85. Üldine liigirikkus aastati ja piirkonniti .....151
Joonis 86. Ohtrate liikide liigirikkus aastati ja piirkonniti.....152
Joonis 87. Ühe- ja kaheaastaste liikide liigirikkus aastati ja piirkonniti.....152
Joonis 88. Püsikute liigirikkus aastati ja piirkonniti .....153
Joonis 89. Graminoidide (kõrreliste ja lõikheinaliste) liigirikkus aastati ja piirkonniti .....153
Joonis 90. Rohundite liigirikkus aastati ja piirkonniti .....154
Joonis 91. Ohtrate püsikute liigirikkus aastati ja piirkonniti.....154
Joonis 92. Ohtrate umbrohtude liigirikkus aastati ja piirkonniti .....155
Joonis 93. Ohtrate taimede tunnuste koosseisu järgi ordineeritud rohumaaribad .....157
Joonis 94. Ohtrate taimede tunnuste tsentroidide paigutumine 1-2- ja 1-3-teljestiku ruumis, kus rohumaaribad on klassifitseeritud taimestiku koosseisu nõude täitmise järgi .....158
Joonis 95. Taimede funktsionaalsete tunnuste väärtuste keskmised aastati koos 95%-usalduspiiridega.....161

## Tabelite loetelu

Tabel 7. Statistiliselt oluliste erinevuste esinemine* toetustüübiti Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti MAHE, KSM ja ÜPT kimalaseseire alade ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites maakasutuse näitajate põhjal 2019. aastal (PRIA, 22.01.2020 andmetel) .....115
Tabel 8. Kesk- ja Lõuna-Eesti 2017. a kimalaseseire näitajate ja LIDAR kolmanda mõõdistusringi ((2016.) 2017.-2018. a) andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) leitud kareduse indeksi vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad* 2019. a kimalaseseire loendustransektide ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites.....116
Tabel 9. LIDAR andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) leitud kareduse indeksi statistiliselt oluliste erinevuste esinemine I, II ja III mõõdistusringil* Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti 2019. a kimalaseseire loendustransektide ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites .....117
Tabel 10. Statistiliselt oluliste erinevuste esinemine* toetustüübiti Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti MAHE, KSM ja ÜPT linnuseire alade ümber moodustatud 100-500 m puhvrites maakasutuse näitajate põhjal 2019. aastal (PRIA, 22.01.2020 andmetel) .....137
Tabel 11. Kesk- ja Lõuna-Eesti 2017. a linnuseire näitajate ja LIDAR kolmanda mõõdistusringi ((2016.) 2017.-2018. a) andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) leitud kareduse indeksi vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad* 2019. a linnuseire loendustransektide ümber moodustatud 100-500 m puhvrites.....138
Tabel 12. LIDAR andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) leitud kareduse indeksi statistiliselt oluliste erinevuste esinemine I, II ja III mõõdistusringil* Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti 2019. a linnuseire loendustransektide ümber moodustatud 100-500 m puhvrites ....139
Tabel 13. Eri sugukonda kuuluvate taimeliikide arv, mida 2019. a või 2011.-2019. a peale kokku seiratud servades registreeriti ning 2019. a kohta ka servade arv, kus vastava sugukonna liike esines .....150
Tabel 14. Ökoloogilisele definitsioonile vastavate rohumaaribade arv ja osakaal aastas .....155

## Lisade loetelu

Lisa 21. Kesk- ja Lõuna-Eestis seireaastate 2009-2019 jooksul loendatud kimalased
Lisa 22. Kesk-Eestis seireaastate 2009-2019 jooksul loendatud kimalased
Lisa 23. Lõuna-Eestis seireaastate 2009-2019 jooksul loendatud kimalased
Lisa 24. Kimalasenäitajate seosed ettevõtte toetustüübi, piirkonna ja õite tihedusega* piirkondade koosanalüüsil 2009.-2019. a
Lisa 25. Kimalasenäitajate seosed ettevõtte toetustüübi ja õite tihedusega* Kesk-Eesti piirkonnas 2009.-2019. a
Lisa 26. Kimalasenäitajate seosed ettevõtte toetustüübi ja õite tihedusega* Lõuna-Eesti piirkonnas 2009.-2019. a
Lisa 27. Kimalaste poolt 2014. ning 2017.-2019. a külastatud taimeliigid Kesk- ja Lõuna-Eesti seirepiirkondades ning neil kohatud kimalaste arv

Lisa 28. Kesk-Eesti kimalaseseire ja maakasutuse näitajate vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad kimalaseseire alade ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites 2019. aastal
Lisa 29. Lõuna-Eesti kimalaseseire ja maakasutuse näitajate vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad kimalaseseire alade ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites 2019. aastal
Lisa 30. Kesk- ja Lõuna-Eesti kimalaseseire ja maakasutuse näitajate vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad kimalaseseire alade ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites 2019. aastal
Lisa 31. Kesk- ja Lõuna-Eestis seireaastate 2010-2019 jooksul loendatud pesitsevad linnud (paaride ja liikide arv ning osakaal)
Lisa 32. Kesk-Eestis seireaastate 2010-2019 jooksul loendatud pesitsevad linnud (paaride ja liikide arv ning osakaal)
Lisa 33. Lõuna-Eestis seireaastate 2010-2019 jooksul loendatud pesitsevad linnud (paaride ja liikide arv ning osakaal)
Lisa 34. Kesk- ja Lõuna-Eesti seirepiirkonna toitekülaliste lindude isendite ja liikide arv 2010.-2019. a
Lisa 35. Kesk-Eesti seirepiirkonna toitekülaliste lindude isendite ja liikide arv 2010.-2019. a
Lisa 36. Lõuna-Eesti seirepiirkonna toitekülaliste lindude isendite ja liikide arv 2010.-2019. a
Lisa 37. Keskmine (± standardviga) kohatud liikide arv (nii pesitsejad kui ka toitekülalised) ettevõtete toetustüüpide lõikes 2010.-2019. a
Lisa 38. Pesitsevate paaride arv ettevõtete toetustüüpide ja toitumisgruppide lõikes Kesk- ja Lõuna-Eesti seirepiirkonnas 2010.-2019. a
Lisa 39. Pesitsevate paaride arv ettevõtete toetustüüpide ja toitumisgruppide lõikes Kesk-Eesti seirepiirkonnas 2010.-2019. a
Lisa 40. Pesitsevate paaride arv ettevõtete toetustüüpide ja toitumisgruppide lõikes Lõuna-Eesti seirepiirkonnas 2010.-2019. a
Lisa 41. Linnunäitajate seosed maastikuelementide ja põllukultuuride pindalaga, piirkonnaga ja ettevõtete toetustüübiga* piirkondade koosanalüüsil 2010.-2019. a
Lisa 42. Linnunäitajate seosed maastikuelementide ja põllukultuuride pindalaga ning ettevõtte toetustüübiga* Kesk-Eesti piirkonnas 2010.-2019. a
Lisa 43. Linnunäitajate seosed maastikuelementide ja põllukultuuride pindalaga ning ettevõtte toetustüübiga* Lõuna-Eesti piirkonnas 2010.-2019. a
Lisa 44. Kesk-Eesti linnuseire ja maakasutuse näitajate vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad linnuseire alade ümber moodustatud 100-500 m puhvrites 2019. aastal
Lisa 45. Lõuna-Eesti linnuseire ja maakasutuse näitajate vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad linnuseire alade ümber moodustatud 100-500 m puhvrites 2019. aastal
Lisa 46. Kesk- ja Lõuna-Eesti linnuseire ja maakasutuse näitajate vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad linnuseire alade ümber moodustatud 100-500 m puhvrites 2019. aastal
Lisa 47. Keskmised (± standardviga) pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta eraldi Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkonnas ettevõtete toetustüüpide lõikes 2010.-2019. a nii kõigi alade kohta kui ka eraldi alade kohta, mis olid 2010.-2019. a igal aastal valimis
Lisa 48. Sagedasemad liigid 2019. aastal ja nende sagedus nelja seireringi peale kokku esitatuna servade koguarvuna ja osakaaluna
Lisa 49. Taimekoosluse erinevate liigirikkuse näitajate dispersioonanalüüsi testide tulemused
Lisa 50. Üldise liigirikkuse analüüsitulemused aastati ja piirkonniti
Lisa 51. Ohtrate liikide liigirikkuse analüüsitulemused aastati ja piirkonniti
Lisa 52. Ühe- ja kaheaastaste liikide liigirikkuse analüüsitulemused aastati ja piirkonniti
Lisa 53. Püsikute liigirikkuse analüüsitulemused aastati ja piirkonniti
Lisa 54. Graminoidide (kõrreliste ja lõikheinaliste) liigirikkuse analüüsitulemused aastati ja piirkonniti
Lisa 55. Rohundite liigirikkuse analüüsitulemused aastati ja piirkonniti
Lisa 56. Ohtrate püsikute liigirikkuse analüüsitulemused aastati ja piirkonniti
Lisa 57. Ohtrate umbrohtude liigirikkuse analüüsitulemused aastati ja piirkonniti
Lisa 58. Ohtrate taimeliikide funktsionaalsete tunnuste muutused aastati
Lisa 59. Ohtrate taimeliikide funktsionaalsete tunnuste detailsed muutused aastati
Lisa 73. MAK 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks läbi viidud uuringute metoodikad

## Kasutatud kirjanduse loetelu

Maa-amet, 09.01.2020 andmetel. LIDAR andmed seireringide 2008-2011, 2012-2015 ja (2016) 2017-2018 kohta.

Marja, R., Viik, E., Mänd, M., Phillips, J., Klein, A.-M., Batáry, P. (2018). Crop rotation and agri-environment schemes determine bumblebee communities via flower resources. Journal of Applied Ecology, 1-11. doi:doi:https://doi.org/10.1111/1365-2664.13119

PMK, 2015a. Eesti maaelu arengukava 2007-2013 2. telje püsihindamisaruanne 2014. aasta kohta. Saku. 620 lk. Allikas: http://pmk.agri.ee/mak/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/Aruanne_2014_aasta-kohta_2_juuni_2015.pdf

PMK, 2016u. Eesti maaelu arengukava 2007-2013 2. telje ning Eesti maaelu arengukava 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi püsihindamiseks 2015. aastal läbiviidud uuringute aruanne. Saku. 264 lk. Allikas: http://pmk-agri-ee.vserver.zonevs.eu/mak/wp-content/uploads/sites/2/2016/09/aruanne_uuringud_2015.pdf

PRIA, 01.02.2020 andmetel. Taotletud põllumassiivide kiht.

PRIA, 20.03.2019 andmetel. 2018. aasta kohta määratud pinnad, istikute ja loomade arvud ning nendega seotud toetuse saajate arvud.

PRIA, 22.01.2020 andmetel. Maakasutus 2019. aastal.

Maa-amet, 09.01.2020 andmetel. LIDAR andmed seireringide 2008-2011, 2012-2015 ja (2016) 2017-2018 kohta.

Nellis,R. (2019). Riikliku keskkonnaseire Elusloodeuse mitmekesisuse ja maastike seire alaprogrammi Haudelinnustiku punktloendused 2019. aastal. Läänemaa: Eesti Ornitoloogiaühing.

PMK, 2019a. MAK 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi meetmete; 3. prioriteedi loomade heaolu meetme ja 2. prioriteedi tegevuse "kiviaia taastamine" hindamisaruanne 2018. aasta kohta. 178 lk. Allikas: https://pmk.agri.ee/sites/default/files/2019-10/MAK-2014-2020-keskkonnameetmete-hindamise-aruanne-2018-kohta-27-05-2019.pdf

PRIA, 01.02.2020 andmetel. Taotletud põllumassiivide kiht.

PRIA, 20.03.2019 andmetel. 2018. aasta kohta määratud pinnad, istikute ja loomade arvud ning nendega seotud toetuse saajate arvud.

PRIA, 22.01.2020 andmetel. Maakasutus 2019. aastal.

Kütt, L., Lõhmus, K., Rammi, I.-J., Paal, T., Paal, J., Liira, J. (2016). The quality of flower-based ecosystem services in field margins and road verges from human and insect pollinator perspectives. Ecological Indicators, 70, 409–419.

Peterson, G., Allen, C.R., Holling, C.S. (1998). Ecological resilience, biodiversity, and scale. Ecosystems, 1, 6–18.

Tilman, D., Downing, J.A. (1994). Biodiversity and stability in grasslands . Nature, 367, 363–365.

## 3.1. Kimalaste mitmekesisuse ja arvukuse uuring

### 3.1.1. Uuringu eesmärk

Uuringu eesmärk on elurikkuse seisukohast hinnata MAK keskkonnasõbraliku majandamise (KSM) ja mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) toetusele seatud eesmärkide täitmist. Pikaajalise uuringuga selgitatakse, kas nende meetmete rakendamise tulemusena on kaitstud või parendatud selle maa, millel toetust rakendati, elupaigalist funktsiooni.

Uuringu tellija on Põllumajandusuuringute Keskus, kontaktisik Eneli Viik, eneli.viik@pmk.agri.ee. Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse Põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroo ning Eesti Maaülikool.

### 3.1.2. Tulemused

Kimalaste mitmekesisuse ja arvukuse uuring käsitleb 66 elurikkuse seireala 2009.-2019. a tulemusi nii piirkondades kokku kui ka eraldi.

Kimalasenäitajate ja õite tiheduse hinnangu muutuste jälgimisel aastate jooksul tuleb meeles pidada, et tulenevalt MAK 2014-2020 toetusperioodi avanemisest 2015. a vahetati sel aastal osad seirealad välja. Kesk- ja Lõuna-Eesti seirevalim koosnes igal seireaastal kokku 66 seireettevõttest[2], millest 22 MAHE, 22 KSM ja 22 ÜPT ettevõtet. 2015. a vahetati välja 3 ÜPT, 1 KSM ja 13 MAHE ettevõtet. Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti seirevalimid koosnesid igal seireaastal 33 seireettevõttest[3], millest 11 MAHE, 11 KSM ja 11 ÜPT ettevõtet. 2015. a vahetati Kesk-Eestis välja 1 ÜPT ja 8 MAHE ettevõtet – seega jäi valimisse endistest MAHE seirealadest alles vaid 3. Lõuna-Eestis vahetati 2015. a välja 2 ÜPT, 1 KSM ja 5 MAHE ettevõtet.

#### Üldiseloomustus ja liigiline koosseis

Seireaastate 2009-2019 jooksul loendati kokku 35 468 kimalast[4], sh MAHE aladel 12 948 (36%), KSM aladel 13 747 (39%) ja ÜPT aladel 8773 isendit (25%). Kesk- ja Lõuna-Eesti kõigi toetustüüpidega loendusradadel kohati perioodil 2009-2019 olenevalt aastast 2242-4381 kimalast (Joonis 73; Lisa 21). Kesk-Eestis loendati seireperioodil 2009-2019 kokku 10 688 ehk 30% ning Lõuna-Eestis 24 780 ehk 70% kõigist loendatud isenditest (35 468). Olenevalt aastast kohati Kesk-Eestis 596-1334 ning Lõuna-Eestis 1073-3425 kimalast (Joonis 74; Lisa 22, Lisa 23).

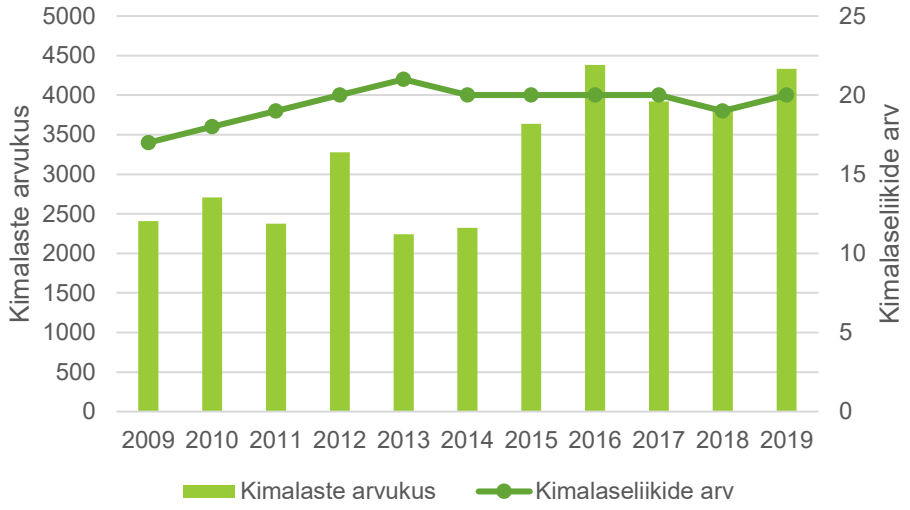
Seireperioodil 2009-2019 kohatud 35 468 kimalasest loendati 30% Kesk-Eestis ja 70% Lõuna-Eestis.

Kimalaste arvukus oli piirkondade peale kokku ja Lõuna-Eestis eraldi viimasel viiel aastal eranditult kõrgem kui varasematel aastatel. Ka Kesk-Eestis oli kimalaste arvukus viimasel viiel aastal püsivamalt kõrgem kui varem, kuid 2009. ja 2012. a oli see veel kõrgem. Piirkondi koos analüüsides kohatud kimalaseliikide arv suurenes perioodil 2009-2013 igal aastal ühe liigi võrra (17-21 liiki) – 2013. a kohati kõiki Eestis esinevat 21 päriskimalase liiki. 2014.-2017. ja 2019. a kohati kokku 20 liiki ning 2018. a 19 liiki kimalasi. MAHE ettevõtetes kohati piirkondade peale kokku olenevalt aastast 17-20, KSM ettevõtetes 14-21 ja ÜPT ettevõtetes 13-18 liiki kimalasi. Kesk-Eestis kohati olenevalt aastast 14-19 ja Lõuna-Eestis 17-20 liiki kimalasi.

[2] Erandiks oli 2014. a, mil seirevalim koosnes 64-st seireettevõttest

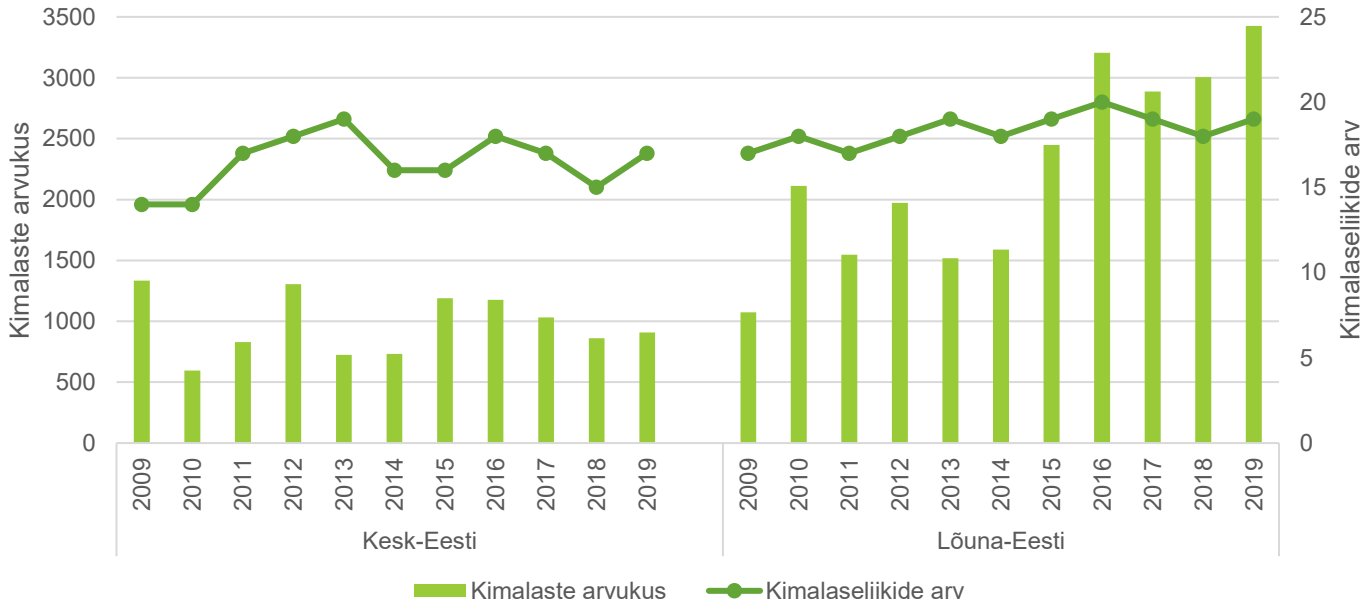
[3] Erandiks oli 2014. a, mil seirevalim koosnes mõlemas piirkonnas 32-st seireettevõttest

[4] Siin ja edaspidi mõeldakse kimalaste all päriskimalasi ehk siis nende hulka ei ole arvatud kägukimalasi




Viimasel viiel aastal oli kimalaste arvukus kõrgem kui varasematel aastatel, eriti Lõuna-Eestis.

Joonis 73. Kimalaste arvukus ja kimalaseliikide arv piirkondade koosanalüüsil 2009.-2019. a




Joonis 74. Kimalaste arvukus ja kimalaseliikide arv eraldi Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkonnas 2009.-2019. a

Kõige arvukamalt kohati perioodil 2009-2019 kivi-, maa-, põld-, aed-, tume-, soro-, metsa-, hall-, talu-, karu- ja niidukimalasi.

Kõige arvukamalt kohati perioodil 2009-2019 kokku kivi-, maa-, põld-, aed-, tume-, soro-, metsa-, hall-, talu-, karu- ja niidukimalasi – igast liigist kohati piirkondades kokku rohkem kui 1000 isendit. Kõige vähem kohati stepi- ja triipkimalasi (kokku vastavalt 1 ja 63 isendit), teisi liike kõiki üle 100 isendi. Lõuna-Eestis kohati seireaastate jooksul kõiki 21 Eestis esinevat päriskimalase liiki. Kesk-Eestis ei kohatud 2009.-2019. a seire käigus kordagi sambla- ja stepikimalasi ning jaanikimalasi kohati vaid paaril korral.

Eestis esinevast kolmest pikasuiselisest kimalaseliigist (aed-, ristiku- ja urukimalane) kohati 2009.-2019. a seirel enim aedkimalasi (kokku 3253 isendit), vähem ristiku- ja urukimalasi (595 ja 447 isendit). Aedkimalasi kohati kõige arvukamalt Kesk-Eestis KSM ja Lõuna-Eestis ÜPT aladel, kõige vähem vastavalt ÜPT ja MAHE aladel. Uru- ja ristikukimalasi kohati mõlemas piirkonnas kõige vähem ÜPT seirealadel ning kõige rohkem Lõuna-Eestis MAHE aladel (Lisa 23), Kesk-Eestis aga MAHE ja KSM aladel küllaltki samas suurusjärgus (Lisa 22). Kesk-Eestis kohati ristikukimalasi 2011.-2013. ning 2019. a, aed- ja urukimalasi aga igal seireaastal. Lõuna-Eestis olid kõik kolm pikasuiseliste kimalaste liiki igal aastal esindatud.

Pikasuiselistest kimalaseliikidest on Eestis arvukaim aedkimalane. Pikasuiselisi liike ristiku- ja urukimalast kohati perioodil 2009-2019 vastavalt üle viie ja seitsme korra vähem kui aedkimalasi.

Niidu- ja nõmmekimalased eelistavad metsataimede nektarit ja õietolmu ning on seega head põllumajandusmaastiku mitmekesisuse indikaatorid. Mõlemat liiki kohati kõigi toetustüüpidega ettevõtetes – niidukimalasi palju arvukamalt kui nõmmekimalasi (kõigi seireaastate jooksul piirkondades kokku vastavalt 1221 ja 159 isendit). Kesk-Eestis kohati mõlema liigi isendeid enim KSM aladel, Lõuna-Eestis kohati niidukimalasi samuti enim KSM, nõmmekimalasi aga MAHE aladel.

2009.-2019. a loendati piirkondades kokku 1828 kägukimalast, sh MAHE aladel 833, KSM aladel 721 ja ÜPT aladel 274 isendit. Aastate jooksul kohati kõiki Eestis esinevat 8 kägukimalase liiki, kellest arvukaimad olid kivi-, maa-, põld- ja aed-kägukimalased.

**Näitajate keskmised väärtused loendusraja kohta ning muutused aastate jooksul piirkonniti ja toetustüübiti**

Kõik Kesk-Eesti keskmised kimalasenäitajad võib perioodil 2011-2019 stabiilseks lugeda.

Esmalt jälgiti näitajate keskmiste väärtuste muutusi loendusraja kohta lähtuvalt piirkondadest toetustüüpe eristamata. Kesk-Eesti keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta võib kimalaste arvukuse osas perioodil 2009-2019 ning kimalaseliikide arv ja Shannoni mitmekesisuse indeksi osas perioodil 2011-2019 väikeste kõikumistega stabiilseks lugeda (Joonis 75). 2009. ja 2010. a olid kaks viimast näitajat madalamad kui järgnevatel aastatel[5].

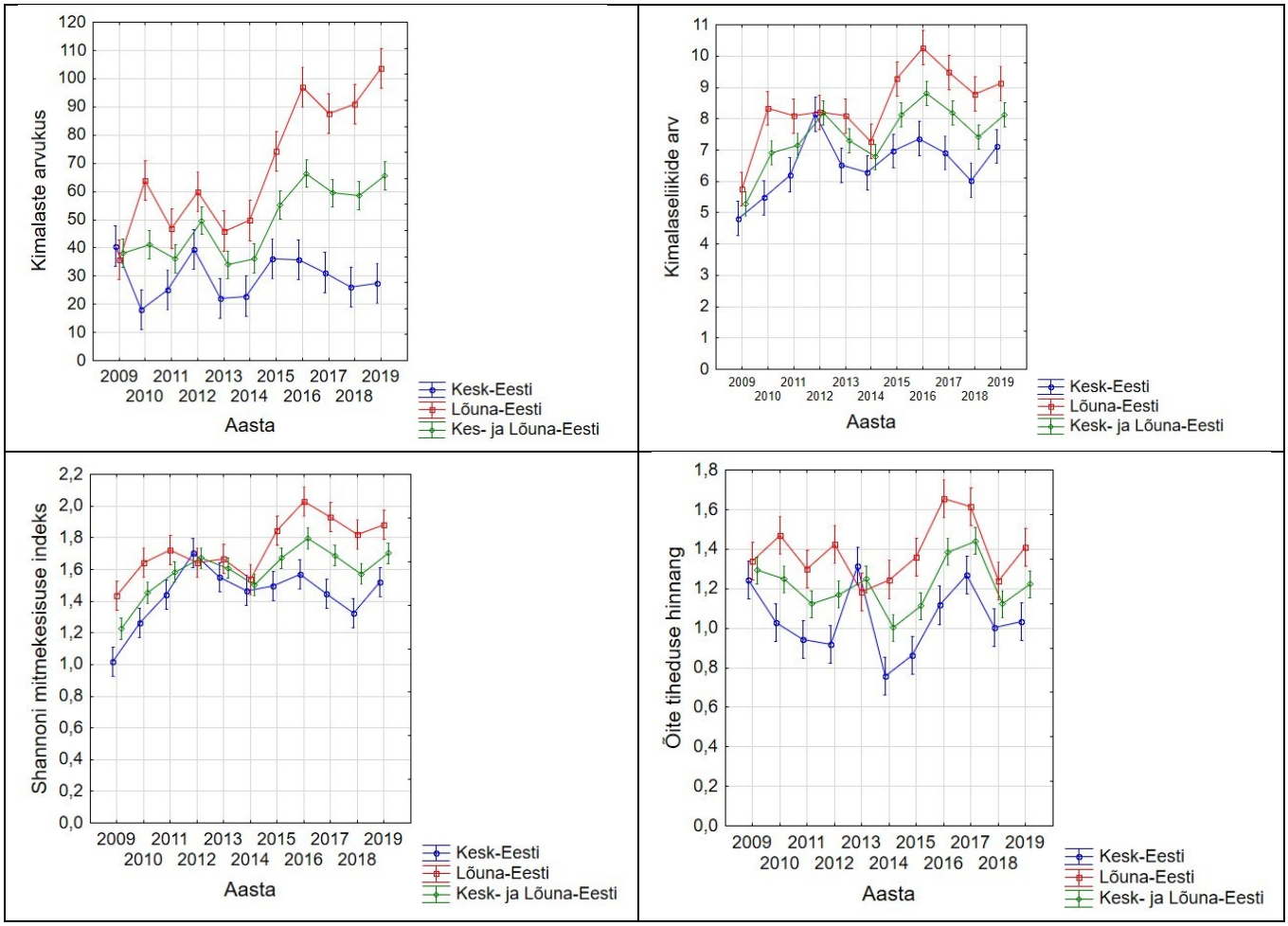
Lõuna-Eesti keskmised kimalasenäitajad olid 2015.-2019. a märgatavalt kõrgemad kui 2009.-2014. a.

Lõuna-Eesti keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta olid perioodil 2015-2019 märgatavalt kõrgemad kui 2009.-2014. a. Kesk- ja Lõuna-Eesti koondnäitajad jäävad kahe eelneva vahepeale[6]. Lisaks ilmneb piirkondade keskmiste võrdlemisel selgelt, et kõik keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta olid enamasti Lõuna-Eestis kõrgemad kui Kesk-Eestis.

Keskmine õite tiheduse hinnang oli mõlemas piirkonnas toetustüüpe eristamata aastati väga varieeruv ning kui 2013. a välja arvata, siis Lõuna-Eestis alati kõrgem kui Kesk-Eestis. Suurim oli keskmine õite tihedus 2016. ja 2017. a Lõuna-Eestis.

[5] 2009. a loendati kimalasi kolme korra asemel vaid kahel korral – põhjuseks maaelu arengukava 2007-2014 rakendumine ja väljavahetamist vajavate seirealade asemele uute alade valimine. Sellest tulenevalt jäi ära esimene loenduskord juuni lõpus

[6] Kesk- ja Lõuna-Eesti piirkondade Shannoni mitmekesisuse indeksi keskmised väärtused alates aastast 2010 on aluseks Põllumajanduse ja kalanduse valdkonna arengukava aastani 2030 mõõdiku „Kimalaste Shannoni mitmekesisuse indeks (SHDI)“ arvutamisel. Indeksi väärtus oli 2019. a 1,70

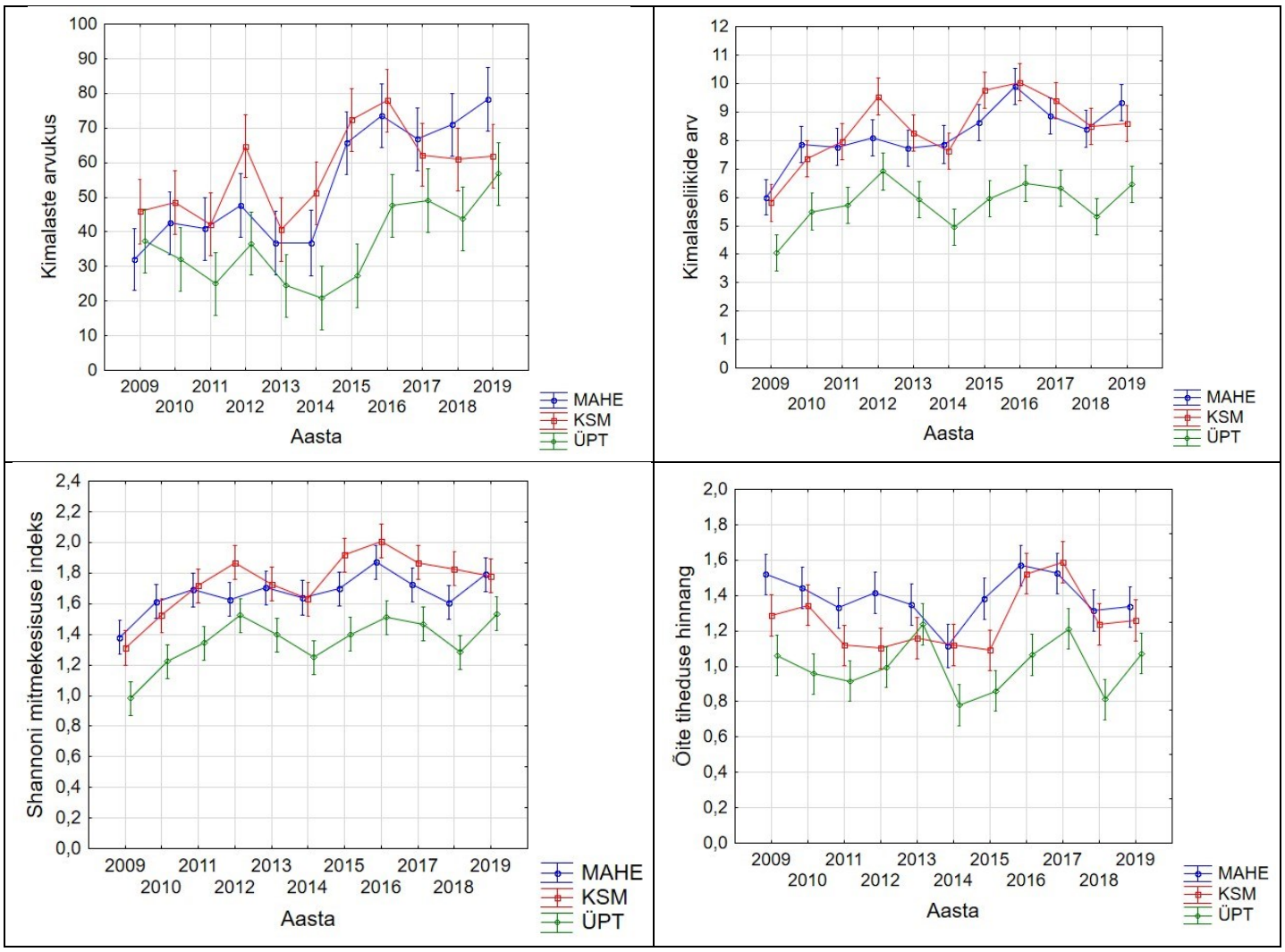



Joonis 75. Keskmised (± standardviga) kimalasenäitajad ja õite tiheduse hinnang loendusraja kohta piirkonniti koos ja eraldi 2010.-2019. a

Toetustüübiti keskmisi näitajaid eraldi analüüsides selgus, et piirkondade koosanalüüsil tõusis kimalaste keskmine arvukus loendusraja kohta MAHE ja KSM ettevõtetes 2015. a ning ÜPT ettevõtetes 2016. a hüppeliselt ning jäi ka edaspidi väga kõrgeks (Joonis 76. Keskmised (± standardviga) kimalasenäitajad ja õite tiheduse hinnang loendusraja kohta piirkondade koosanalüüsil ettevõtete toetustüüpide lõikes 2009.-2019. a). Kimalaseliikide arvus loendusraja kohta võis MAHE ja KSM aladel täheldada seireaastate 2009-2019 jooksul väikest kasvutrendi, ÜPT ettevõtetes aga mitte. Shannoni mitmekesisuse indeks järgis KSM ja ÜPT ettevõtetes 2009.-2018. a sarnast trendi: 2012. aastani kasvas, siis paar aastat veidi langes, paar aastat jälle tõusis ning lõpuks jällegi veidi langes. 2019. a ÜPT ettevõtetes keskmine Shannoni mitmekesisuse indeks võrreldes 2018. aastaga tõusis, KSM ettevõtetes mitte. MAHE ettevõtetes oli antud näitaja kõige stabiilsem.

Piirkondades kokku tõusis kimalaste keskmine arvukus loendusraja kohta MAHE ja KSM ettevõtetes 2015. a ning ÜPT ettevõtetes 2016. a hüppeliselt ning jäi ka edaspidi väga kõrgeks.

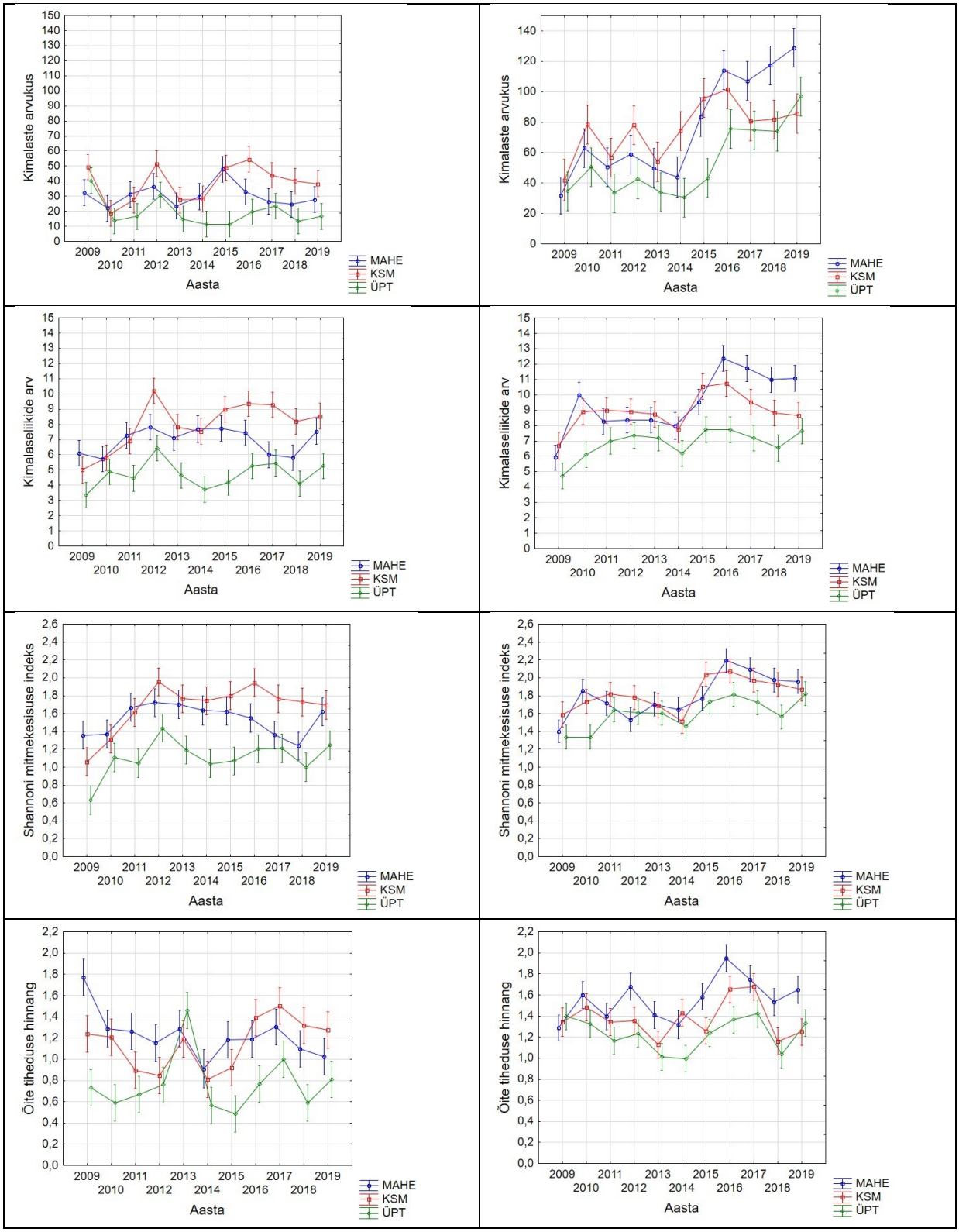
Keskmine õite tiheduse hinnang loendusraja kohta oli piirkondade koosanalüüsil eri toetustüüpidega ettevõtetes muutlik ning mingit selget pikaajalist tõusu või langust ei esinenud. Siiski võib välja tuua, et KSM ettevõtetes oli näitaja 2016. ja 2017. a võrreldes teiste aastatega märgatavalt kõrgem. Lisaks oli keskmine õite tiheduse hinnang MAHE ja ÜPT ettevõtetes 2014. a madalam kui teistel aastatel ning 2013. a kõigi toetustüüpidega ettevõtetes väga sarnane (Joonis 76. Keskmised (± standardviga) kimalasenäitajad ja õite tiheduse hinnang loendusraja kohta piirkondade koosanalüüsil ettevõtete toetustüüpide lõikes 2009.-2019. a).




Joonis 76. Keskmised (± standardviga) kimalasenäitajad ja õite tiheduse hinnang loendusraja kohta piirkondade koosanalüüsil ettevõtete toetustüüpide lõikes 2009.-2019. a

Kesk-Eestis kõikus kimalaste keskmine arvukus loendusraja kohta kõigi toetustüüpidega ettevõtetes seireaastatel 2009-2019 üles-alla, kuid kõikumised ei olnud aastatel 2016-2019 nii järsud kui aastatel 2009-2015 – seejuures jäi KSM ettevõtetes kimalaste arvukus alates 2015. aastast püsivalt kõrgeks (Joonis 77). Keskmine kimalaseliikide arv loendusraja kohta oli KSM ettevõtetes viimasel kaheksal aastal kõrgem kui kolmel varasemal aastal, MAHE ja ÜPT ettevõtetes mõningate kõikumistega pigem stabiilne. Shannoni mitmekesisuse indeks 2011.-2012. aastani kõigi toetustüüpidega ettevõtetes suurenes ning oli seejärel KSM ja ÜPT ettevõtetes väikeste kõikumistega stabiilne. MAHE ettevõtetes oli indeks 2011.-2015. a küllaltki stabiilne, seejärel 2018. aastani langes ning tõusis 2019. a jälle 2011.-2015. a tasemeni.

Kesk-Eestis oli keskmine kimalaste arvukus loendusraja kohta aastati kõikuv, kuid võib MAHE ja ÜPT ettevõtetes stabiilseks lugeda, KSM ettevõtetes on aga positiivse trendiga. Kui paar esimest seireaastat (2009 ja 2010) välja arvata, võib kimalaseliikide arvu ja Shannoni mitmekesisuse indeksi kõigi toetustüüpidega ettevõtetes Kesk-Eesis stabiilseks lugeda.




Joonis 77. Keskmised (± standardviga) kimalasenäitajad ja õite tiheduse hinnang loendusraja kohta eraldi Kesk-Eesti (vasakaul) ja Lõuna-Eesti piirkonnas (paremal) ettevõtete toetustüüpide lõikes 2009.-2019. a

Lõuna-Eesti keskmistes kimalasenäitajates loendusraja kohta toimus MAHE ja KSM aladel ning arvukuse puhul ka ÜPT aladel 2015.-2016. aastast järsk tõus.

Lõuna-Eestis kõikus kimalaste keskmine arvukus loendusraja kohta sarnaselt Kesk-Eestiga esimesel kuuel seireaastal üles-alla, seejärel toimus aga MAHE ja KSM ettevõtetes alates 2015. a ja ÜPT ettevõtetes alates 2016. a järsk tõus, mis MAHE ja ÜPT aladel jäi püsima, KSM aladel aga oli 2017.-2019. a jälle peaaegu endisel tasemel (Joonis 77). Kimalaseliikide arv ja Shannoni mitmekesisuse indeks olid aastatel 2009-2014 väikeste kõikumistega pigem stabiilsed, sarnaselt kimalaste arvukusega ilmnes aga ka nendes näitajates alates aastatest 2015-2016 märgatav tõus, eelkõige MAHE ja KSM ettevõtetes.

Keskmine õite tiheduse hinnang loendusraja kohta oli mõlema piirkonna kõigi toetustüüpidega ettevõtetes väga varieeruv (Joonis 77). Kesk-Eestis võis 2013. a täheldada kõigi toetustüüpidega ettevõtetes väga sarnast õite tiheduse väärtust ning väga kõrget väärtus MAHE ettevõtetes 2009. a. Lisaks oli keskmine õite tihedus Kesk-Eesti KSM aladel 2016.-2019. a püsivamalt kõrgem kui varasematel aastatel. Lõuna-Eestis oli õite tihedus 2016. ja 2017. a MAHE ja KSM aladel võrreldes sama toetustüübi teiste seireaastatega eriti kõrge. Sama võis täheldada ÜPT ettevõtete kohta, kus sama kõrge väärtus leiti siiski ka mõnel muul aastal.

**Olulised erinevused aastate kaupa piirkonniti ja toetustüübiti**

20 juhul 33-st olid kimalasenäitajad Lõuna-Eestis oluliselt kõrgemad kui Kesk-Eestis.

Kõigi seireaastate kohta viidi läbi statistilised analüüsid, et tuvastada võimalikke olulisi erinevusi kimalasenäitajates sõltuvalt loendusala toetustüübist (analüüsides võeti lisanäitajatena arvesse ka õite tihedus ning piirkondade koosanalüüsil ka piirkond). Piirkonna oluline mõju kimalasenäitajatele leiti 21 juhul 33-st, mis seisnes 20 juhul selles, et näitaja oli Lõuna-Eestis oluliselt kõrgem kui Kesk-Eestis (Lisa 24).

Piirkondade koosanalüüsil leiti 27 juhul 33-st kimalasenäitajates eri toetustüübiga ettevõtete vahel oluline erinevus, kusjuures 24 juhul olid kimalasenäitajad KSM ettevõtetes ja 13 juhul MAHE ettevõtetes oluliselt kõrgemad kui ÜPT ettevõtetes (Lisa 24). KSM ettevõtetes olid kimalasenäitajad 10 juhul ka oluliselt kõrgemad kui MAHE ettevõtetes. Ühel juhul oli kimalasenäitaja MAHE ettevõtetes oluliselt kõrgem kui KSM ettevõtetes, ühel juhul aga oluliselt madalam kui ÜPT ettevõtetes. Kimalaste arvukuses ja liikide arvus leiti eri toetustüübiga ettevõtete vahel oluline erinevus kõigil seireaastatel, Shannoni mitmekesisuse indeksi puhul viiel aastal.

Kimalasenäitajad olid sageli KSM ettevõtetes, aga ka MAHE ettevõtetes oluliselt kõrgemad kui ÜPT ettevõtetes.

Kesk-Eestis leiti 21 juhul 33-st kimalasenäitajates eri toetustüübiga ettevõtete vahel oluline erinevus: kimalasenäitajad olid 19 juhul KSM ja 13 juhul MAHE ettevõtetes oluliselt kõrgemad kui ÜPT ettevõtetes (Lisa 25). Seitsmel juhul olid kimalasenäitajad KSM ettevõtetes oluliselt kõrgemad kui MAHE ettevõtetes, vastupidi aga mitte kordagi. Ühel korral oli kimalasenäitaja ÜPT ettevõtetes oluliselt kõrgem kui MAHE ettevõtetes. Toetustüübiti leiti enim olulisi erinevusi kimalaste arvukuses, seejärel liikide arvus ja Shannoni mitmekesisuse indeksis (vastavalt 10, 6 ja 5 juhul 11-st).

Lõuna-Eestis leiti 21 juhul 33-st kimalasenäitajates eri toetustüübiga ettevõtete vahel oluline erinevus: kimalasenäitajad olid 12 juhul KSM ja 13 juhul MAHE ettevõtetes oluliselt kõrgemad kui ÜPT ettevõtetes (Lisa 26). Lisaks olid kimalasenäitajad 8 juhul KSM ettevõtetes oluliselt kõrgemad kui MAHE ettevõtetes ning kolmel juhul vastupidi. Nagu Kesk-Eestigi puhul leiti toetustüübiti enim olulisi erinevusi kimalaste arvukuses, seejärel liikide arvus ja Shannoni mitmekesisuse indeksis (vastavalt 11, 7 ja 3 juhul 11-st).

Õite tiheduse hinnang oli 9 juhul 11-st Lõuna-Eestis oluliselt kõrgem kui Kesk-Eestis. Lisaks leiti piirkondade koosanalüüsil 28 juhul, Kesk-Eestis 19 juhul ning Lõuna-Eestis 22 juhul 33-st kimalasenäitajate ja õite tiheduse vahel oluline positiivne seos. Õite tihedus ise erines toetustüübiti oluliselt piirkondade koosanalüüsil 10 aastal, Kesk-Eestis 8 aastal ja Lõuna-Eestis 7 aastal 11-st: 21 juhul oli õite tihedus MAHE aladel ja 11 juhul KSM aladel oluliselt kõrgem kui ÜPT aladel ning 3 juhul MAHE aladel ka oluliselt kõrgem kui KSM aladel.

### Taimeliigid, millel 2014. ning 2017.-2019. a kimalasi kohati

2014. ning 2017.-2019. a pandi kimalaseseire välitöödel kirja taimeliigid, millel kimalasi kohati. Eesmärk on saada ülevaade kimalastele meie põllumajandusmaastikus enim toitu pakkuvate ja enimkülastatavate taimeliikide kohta ning lisainfot kimalaseseire tulemuste tõlgendamiseks toetustüübiti ja piirkonniti. Hundi- ja koeratubakat kumbagi liigini ei määratud, samuti ei ole eristatud aas- ja punast ristikut (siin tekstis edaspidi aas-/punane ristik).

Olenevalt aastast kohati kimalasi piirkondades kokku 75-88 taimeliigil, sh Kesk-Eestis 50-52 ja Lõuna-Eestis 59-69 taimeliigil (Joonis 78). Suurimal arvul taimeliikidel kohati kimalasi mõlemas piirkonnas KSM ettevõtetes, kõige vähem kord ÜPT, kord MAHE ettevõtetes.

Olenevalt aastast kohati kimalasi piirkondades kokku 75-88 taimeliigil, sh Kesk-Eestis 50-52 ja Lõuna-Eestis 59-69 liigil ning mõlemas piirkonnas suurimal arvul taimeliikidel KSM aladel.

Joonis 78. Taimeliikide koguarv toetustüübiti ja piirkonniti, millel 2014. ning 2017.-2019. a seirel kimalasi kohati

Kesk- ja Lõuna-Eestis kokku loendati 2019. a enim kimalasi järgmisel kümnel taimeliigil: aas-/punasel ristikul 835, harilikul hiirehernel 354, keskmisel ristikul 232, valgel ristikul 232, põldohakal 213, ussikeelel 194, rukkilillel 139, aas-seahernel 134, põldjumikal 127 ja hunditubakal 123 isendit (Lisa 27). Piirkonniti olid taimeliigid, millel enim kimalasi loendati, mõnevõrra erinevad. Nt olid Kesk-Eestis sagedasemad toidutaimed 2019. a lisaks eelmainitutele arujumikas, villtakjas, ahtalehine põdrakanep, harilik äiatar ja harilik kuldvits, Lõuna-Eestis aga harilik piimohakas ja valge iminõges.

Ülekaalukalt kõige rohkem kimalasi loendati aas-/punasel ristikul, millele järgnesid harilik hiirehernes, valge ristik, keskmine ristik, põldohakas, ussikeel, arujumikas, põldjumikas, aas-seahernes, villtakjas ja ahtalehine põdrakanep.

Kõigi nelja aasta (2014, 2017-2019) seirel kokku loendati kimalasi 122 erinevalt taimeliigilt. Ülekaalukalt kõige rohkem kimalasi loendati aas-/punasel ristikul (2496 kimalast), millele järgnesid harilik hiirehernes, valge ristik, keskmine ristik, põldohakas, ussikeel, arujumikas, põldjumikas, aas-seahernes, villtakjas ja ahtalehine põdrakanep (olenevalt taimeliigist 402-1122 kimalast) (Lisa 27). 122 taimeliigist 18-nel kohati nelja aasta jooksul kokku vaid ühte kimalast. Võõrliik ida-kitsehernes oli aastate jooksul loendatud kimalaste arvult 17-ndal, põllukultuur raps aga 25-ndal kohal.

Lisaks analüüsiti keskmist taimeliikide arvu loendusraja kohta, millel kimalasi kohati. Kesk-Eestis ja piirkondades kokku oli antud näitaja ühe erandiga madalaim ÜPT ettevõtetes, Lõuna-Eestis aga alati MAHE ettevõtetes. Kõrgeim oli antud näitaja peaaegu kõigil juhtudel KSM ettevõtetes (Joonis 79).

Keskmine kimalaste külatatud taimeliikide arv loendusraja kohta oli peaaegu kõigil juhtudel kõrgeim KSM loendusradadel.

Välja arvatud kahel juhul tuvastati külastatud taimeliikide arvu (loendusraja kohta) ja kõigi kimalasenäitajate vahel (arvukus, liikide arv ja Shannoni indeks) nii aastaid eraldi kui ka koos analüüsides positiivne seos: mida suurem külastatud taimeliikide arv, seda kõrgem kimalasenäitaja.

Joonis 79. Keskmine kimalaste külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta toetustüübiti ja piirkonniti 2014. ning 2017.-2019. a

**Lisaanalüüsid maakasutuse andmetega**

2019. a kimalaseseire alade ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km raadiusega puhvrite kohta analüüsiti järgmisi PRIA maakasutuse andmeid (PRIA, 22.01.2020 andmetel): PMK moodustatud kultuurigrupid („liblikõieline, v.a kaunvili“, „püsirohumaa“, „teravili (allakülvita)“, „teravili liblikõieliste allakülviga“ ning „õli- ja kiukultuurid“, lisaks ka „teravili kokku (allakülviga ja allakülvita)“ ja „liblikõieline kokku (sh allakülvina)“), taotlusel deklareeritud põllumajandusmaa osakaal puhvris, MAHE ja KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast.

Kimalaseseire MAHE alade ümbruses oli liblikõieliste pind sageli oluliselt suurem kui KSM ja/või ÜPT seirealade ümbruses.

Kultuurigruppide analüüsil lähtuvalt kimalaseseire ala toetustüübist leiti, et Kesk-Eestis oli kõigil juhtudel ja Lõuna-Eestis samuti mõnedel juhtudel gruppide „liblikõieline, v.a kaunvili“ ja „liblikõieline kokku (sh allakülvina)“ pind MAHE seirealade puhvrites oluliselt suurem kui ÜPT ja/või KSM seirealade puhvrites (Tabel 7). Teraviljade osas leiti Kesk-Eestis toetustüübiti olulised erinevused vaid 500 m raadiusega puhvrites: allakülvita teraviljade ja kõigi teraviljade pind kokku oli MAHE seirealade ümbruses oluliselt väiksem kui ÜPT ja/või KSM seirealade ümbruses. Lõuna-Eestis leiti teravilju sisaldavatest kultuurigruppidest toetustüübiti oluline erinevus vaid liblikõieliste allakülviga teraviljade pinnas 1 km raadiuses, kus see oli MAHE alade puhvrites oluliselt suurem kui ÜPT alade puhvrites. Püsirohumaade ning õli- ja kiukultuuride pindades ei tuvastatud eri toetustüüpidega seirealade puhvrite vahel ühtegi olulist erinevust.

MAHE seirealade puhvrites oli MAHE ning KSM seirealade puhvrites KSM pinna osakaal põllumajandusmaast oluliselt kõrgem kui teise kahe toetustüübiga seirealade puhvrites.

Puhvris asuva põllumajandusmaa osakaal erines toetustüübiti vaid ühel juhul: 2 km raadiusega Kesk-Eesti MAHE seirealade puhvrites oli see näitaja oluliselt kõrgem kui KSM seirealade puhvrites. MAHE toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oli mõlemas piirkonnas MAHE seirealade ümber moodustatud kõigi kolme raadiusega puhvrites oluliselt kõrgem kui KSM ja ÜPT seirealade puhvrites. Sarnaselt oli KSM seirealade ümber moodustatud kõigi kolme raadiusega puhvrites KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oluliselt kõrgem kui MAHE ja ÜPT puhvrites (v.a üks erand, kus puudus erinevus MAHE aladest).

Tabel 7. Statistiliselt oluliste erinevuste esinemine* toetustüübiti Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti MAHE, KSM ja ÜPT kimalaseseire alade ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites maakasutuse näitajate põhjal 2019. aastal (PRIA, 22.01.2020 andmetel)

| Näitaja | Kesk-Eesti | | | Lõuna-Eesti | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 500 m | 1 km | 2 km | 500 m | 1 km | 2 km |
| Liblikõieline, v.a. kaunvili, ha | M-Ü | M-Ü | M-Ü | - | M-K | - |
| Püsirohumaa, ha | - | - | - | - | - | - |
| Teravili (allakülvita), ha | K,Ü-M | - | - | - | - | - |
| Teravili liblikõieliste allakülviga, ha | - | - | - | - | M-Ü | - |
| Õli- ja kiukultuurid, ha | - | - | - | - | - | - |
| TERAVILI KOKKU (allakülviga ja allakülvita), ha | Ü-M | - | - | - | - | - |
| LIBLIKÕIELINE KOKKU (sh allakülvina), ha | M-K,Ü | M-Ü | M-Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | - |
| Taotlusel deklareeritud põllumajandusmaa % puhvrist | - | - | M-K | - | - | - |
| KSM toetusega pinna % taotlusel deklareeritud põllumajandusmaast | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-Ü |
| MAHE toetusega pinna % taotlusel deklareeritud põllumajandusmaast | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü |

*Statistilise olulise erinevuse esinemisel ($p<0,05$) on ära toodud, milliste toetustüüpidega alade vahel oluline erinevus esines: vasakul pool sidekriipsu oleva toetustüübiga seirealade puhvrites oli näitaja oluliselt kõrgem kui paremal pool sidekriipsu oleva toetustüübiga seirealade puhvrites. M – MAHE, K – KSM, Ü – ÜPT

Kimalaseseire näitajate ja maakasutuse näitajate Spearmani korrelatsioonanalüüsil[7] piirkonniti eraldi leiti Kesk-Eestis rohkem olulisi seoseid kui Lõuna-Eestis. Enim korreleeruvaks tunnuseks on loendusrajal hinnatud õite tihedus, mis on lisaks maakasutuse näitajatele välja toodud, et illustreerida õite tiheduse olulisust. Seosed õite tihedusega olid ka kõige tugevamad. Enamus teisi olulisi seoseid jäi siiski keskmise tugevusega seose alumisse ossa[8] (Lisa 28) (Lisa 29) (Lisa 30).

Kimalasenäitajad seostuvad kõige tugevamini loendusradadel hinnatud õite tihedusega ning Kesk-Eestis leiti maakasutuse näitajatega rohkem olulisi erinevusi kui Lõuna-Eestis.

[7] Spearmani korrelatsioonanalüüs võimaldab testida kahe pideva tunnuse omavahelist seost (ei eelda tunnuste normaaljaotust)

[8] Korrelatsioonide jälgimisel tasub meeles pidada, et mida suurem korrelatsioonikordaja (r), seda tugevam seos: r väärtus kuni ±0,3 tähendab nõrka seost, ±0,3 kuni ±0,6 keskmise tugevusega seost ning ±0,6 kuni ±1 tugevat seos

Mitmetel juhtudel olid kimalasenäitajad seda madalamad mida suurem oli puhvris teraviljade pind ja põllumajandusmaa osakaal.

Kesk-Eestis leitud muud (kui õite tiheduse) olulised seosed on kõik negatiivsed. Teatud juhtudel leiti, et kimalasenäitajad olid seda madalamad mida suurem oli teravilja pind. Selliseid negatiivseid seoseid leiti kõigi kolme raadiusega puhvrites ja kõigi kimalasenäitajate puhul. Lisaks leiti paljudel juhtudel, et kimalasenäitajad olid Kesk-Eestis seda madalamad, mida suurem oli põllumajandusmaa osakaal puhvris. Lõuna-Eestis leiti kultuurigruppidega vaid üks oluline seos: kimalaste arvukus langes oluliselt kui teravilja pindala 1 km raadiusega puhvrites kasvas. Lisaks leiti Lõuna-Eestis kahel juhul, et MAHE toetusega pinna osakaalu suurenedes puhvris asuvast põllumajandusmaast kimalaseliikide arv kasvas.

Kesk- ja Lõuna-Eesti andmete koosanalüüsil leiti rohkem olulisi seoseid kui piirkondi eraldi analüüsides ning seosed olid enamasti negatiivsed. Kimalasenäitajad langesid sageli oluliselt kui allakülvita teraviljade ja kõigi teraviljade pind ning puhvris asuva põllumajandusmaa osakaal suurenes. Püsirohumaade pind seostus kõigi kolme raadiusega puhvrites kimalaste arvukusega positiivselt: mida suurem püsirohumaa pind, seda rohkem kimalasi. Mõnel juhul leiti MAHE toetusega alade osakaalul puhvris asuvast põllumajandusmaast kimalaste liigirikkusega positiivne seos, samas kui 1 ja 2 km raadiuses KSM toetusega alade osakaalul põllumajandusmaast kimalaste arvukusega negatiivne seos.

Teatud juhtudel seostus kimalaseliikide arv MAHE toetusega pinna osakaaluga puhvrist positiivselt, kimalaste arvukus aga 1 ja 2 km raadiuses KSM toetusega pinna osakaaluga puhvrist negatiivselt.

### Lisaanalüüsid LIDAR andmetega

Piirkondade koosanalüüsil leiti, et mida rohkem 500 m raadiusega puhvrites maastikuelementide kõrgusvahed erinesid, seda kõrgemad olid kimalasenäitajajad.

Tuvastamaks kimalaseseire näitajate ja LIDAR andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) arvutatud maastikuelementide kõrgusvahede erinevust kirjeldava kareduse indeksi[9] omavahelisi seoseid, viidi kimalaseseire 2017. a ja LIDAR III mõõdistusringi andmetega läbi Spearmani korrelatsioonanalüüsid[10]. Piirkondade koosanalüüsil leiti, et kõik kolm kimalasenäitajat (arvukus, liikide arv ja Shannoni indeks) olid kareduse indeksiga statistiliselt olulises positiivses seoses, kuid vaid 500 m raadiusega puhvrites (Tabel 8). Piirkonniti eraldi leiti oluline seos vaid Lõuna-Eestis kimalaseliikide arvu puhul ja samamoodi vaid 500 m raadiusega puhvrites.

Tabel 8. Kesk- ja Lõuna-Eesti 2017. a kimalaseseire näitajate ja LIDAR kolmanda mõõdistusringi ((2016.) 2017.-2018. a) andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) leitud kareduse indeksi vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad* 2019. a kimalaseseire loendustransektide ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites

| Näitaja | Kesk- ja Lõuna-Eesti | | | Kesk-Eesti | | | Lõuna-Eesti | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 500 m | 1 km | 2 km | 500 m | 1 km | 2 km | 500 m | 1 km | 2 km |
| Kimalaste arvukus | **0,35** | 0,22 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | -0,02 | -0,01 | -0,08 | -0,31 |
| Kimalaseliikide arv | **0,38** | 0,23 | 0,22 | 0,16 | 0,01 | -0,01 | **0,37** | 0,29 | 0,33 |
| Shannoni mitmekesisuse indeks | **0,37** | 0,17 | 0,21 | 0,24 | -0,03 | 0,08 | 0,22 | 0,09 | 0,09 |

* Korrelatsioonikordaja (r), mis võib jääda vahemikku -1 kuni 1 (0-st väiksem või suurem on vastavalt negatiivne või positiivne korrelatsioon). Korrelatsioonikordaja kuni ±0,3 tähendab nõrka seost, ±0,3 kuni ±0,6 keskmise tugevusega seost ning ±0,6 kuni ±1 tugevat seost

Statistiliselt olulised ($p<0,05$) seosed on märgitud paksus kirjas ning rohelise tekstiga, kuna seosed on positiivsed

[9] Kareduse indeks näitab reljeefi keerukust (vertikaalsete maastikuelementide kõrgusvahede erinevust). Kareduse indeksi väärtus ei ole kunagi alla nulli: tasasemad alad on nullilähedasema väärtusega ning kõrgusvahede suurenedes kasvab ka kareduse indeksi väärtus

[10] Spearmani korrelatsioonanalüüs võimaldab testida kahe pideva tunnuse omavahelist seost (ei eelda tunnuste normaaljaotust)

Piirkondade peale kokku ja Kesk-Eestis eraldi oli kareduse indeks kolmandal LIDAR mõõdistusringil 500 m kimalaseseire puhvrites oluliselt kasvanud.

Järgnevalt analüüsiti, kas 2019. a kimalaseseire transektide ümber moodustatud puhvrites on kareduse indeks kolme mõõdistusringi jooksul oluliselt muutunud – kuna kareduse indeksi ja kimalasenäitajate vahel leiti mõned olulised seosed, siis võivad olulised muutused kareduse indeksis I, II ja III mõõdistusringil mõjutada ka kimalasenäitajaid. Lõuna-Eestis ei leitud kareduse indeksis kolme mõõdistusringi vahel ühtegi olulist muutust. Kesk-Eestis oli aga kareduse indeks 500 m raadiuses III mõõdistusringil oluliselt kõrgem kui II mõõdistusringil ning piirkondades kokku III mõõdistusringil oluliselt kõrgem kui I mõõdistusringil (Tabel 9).

Tabel 9. LIDAR andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) leitud kareduse indeksi statistiliselt oluliste erinevuste esinemine I, II ja III mõõdistusringil* Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti 2019. a kimalaseseire loendustransektide ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites

| Puhvri raadius | Kesk- ja Lõuna-Eesti | Kesk-Eesti | Lõuna-Eesti |
|---|---|---|---|
| 500 m | III ring - I ring | III ring - II ring | - |
| 1 km | - | - | - |
| 2 km | - | - | - |

*Statistilise olulise erinevuse esinemisel ($p<0,05$) on ära toodud, milliste mõõdistusringide vahel oluline erinevus esines: vasakul pool sidekriipsu oleval mõõdistusringil oli kareduse indeks oluliselt kõrgem kui paremal pool sidekriipsu oleval mõõdistusringil. I ring – 2008.-2011. a mõõdistusring, II ring – 2012.-2015. a mõõdistusring, III ring – (2016.) 2017.-2018. a mõõdistusring

Lisaks analüüsiti kareduse indeksi võimalikke olulisi erinevusi lähtuvalt kimalaseseire ala toetutüübist: ei piirkonniti eraldi ega ka koos ning ühelgi mõõdistusringil ega ühegi raadiusega puhvri puhul ei tuvastatud kareduse indeksis toetustüübiti olulist erinevust. Samuti ei tuvastatud kareduse indeksis ühtegi olulist erinevust I, II ja III mõõdistusringi vahel kui neid analüüsiti seirealade toetustüüpide kaupa eraldi.

Lähtuvalt toetustüübist ei tuvastatud kareduse indeksis ühtegi olulist erinevust.

### 3.1.3. Arutelu

#### Üldiseloomustus ja liigiline koosseis

Seireaastate 2009-2019 jooksul loendati kokku 35 468 kimalast, sh Kesk-Eestis 10 688 ja Lõuna-Eestis 24 780. Seega loendati 70% kimalastest Lõuna-Eestis ja vaid 30% Kesk-Eestis. Perioodil 2009-2014 kõikus kimalaste koguarv aastate jooksul üles-alla, mis on seletatav arvukuse loomuliku muutumisega populatsioonides aastate vahel (põhjuseks ilmastik jm tegurid), kuid viimasel viiel aastal (2015-2019) oli see püsivalt kõrge, eriti Lõuna-Eestis. Kuna 2015. a seirevalim osaliselt muutus, võiks arvata, et uutel aladel esines rohkem kimalasi ning seetõttu on ka kimalaste koguarv tõusnud. Selle kontrollimiseks leiti kimalaste arv aastati vaid selliste seirealade kohta, mis olid valimis perioodil 2009-2019 kõigil aastatel – Kesk-Eestis oli selliseid alasid 18, Lõuna-Eestis 21. Tulemus ei erinenud kõigi 66 seireala tulemustest – endiselt oli alates 2015. aastast kimalaste koguarv püsivalt kõrge. Seega on loendatud kimalaste koguarvu kasvul muu põhjus kui osade seirealade väljavahetamine. Kimalaste koguarv aastati ei läinud kokku ka keskmise õite tiheduse muutusega loendusradadel: nt oli keskmine õite tihedus loendusraja kohta Lõuna-Eestis 2018. a väga madal, kimalaste koguarv aga endiselt väga kõrge.

2015. aastast oli kimalaste koguarv püsivalt kõrgem kui varem, eriti Lõuna-Eestis.

Järgmise võimaliku põhjusena uuriti osade loendusradade seiraja vahetuse mõju: Lõuna-Eesti algsest neljast seirajast lahkus üks alates 2014. ja teine alates 2016. aastast ning teised kaks seirajat võtsid ka nende alad üle. Leiti, et seiraja vahetuse järel toimus kimalaste koguarvus päris suur tõus. Samas alade puhul, kus seiraja oli igal aastal sama, kimalaste koguarv samuti natuke tõusis, kuid mitte nii suurel määral. Kesk-Eestis ei ole loendusalade seirajad vahetunud ning ka

seal oli kimalaste koguarv perioodil 2015-2018 püsivamalt veidi kõrgem kui varem (sh ka juhul kui arvestada vaid 18 ala, mis kõigil aastatel valimis olid), kuigi 2009. ja 2012. a oli see veel kõrgem.

Kesk-Eestis kohati seireaastate jooksul kokku 19 ja Lõuna-Eestis 21 liiki kimalasi – viimases seega kõiki 21 Eestis kindlalt esinevat päriskimalase liiki. Mõlema piirkonna peale kokku olid levinumateks liikideks kivi-, maa-, põld-, aed-, tume-, soro- ja metsakimalane. Kõige vähem arvukateks liikideks olid seirealadel stepi- ja triipkimalane. Stepikimalast on registreeritud vaid ühe korra (2013. a Lõuna-Eestis). 2018. a liikide ohustatuse hindamisel Eestis paigutati stepikimalane riikliku punase nimestiku kategooriasse „1. Piirkonnas välja surnud“, mis tähendab, et liiki ei ole enama kui 50 aasta jooksul Eestis leitud. Kuna stepikimalane on väga sarnane samblakimalasele, võib olla stepikimalaseks määratud isend ka samblakimalane.

Eestis esinevast kolmest pikasuiselisest kimalaseliigist (aed-, ristiku- ja urukimalane) oli mõlemas piirkonnas seireaastate 2009-2019 peale kokku arvukaim aedkimalane. Ristikukimalane oli Lõuna-Eestis arvukam kui urukimalane, Kesk-Eestis aga vastupidi. Põllumajandusmaastiku mitmekesisust iseloomustavaid liike, nõmme- ja niidukimalasi, kohati aastatel 2009-2019 Kesk-Eestis vastavalt 85 ja 130 isendit, Lõuna-Eestis kohati niidukimalasi aga ligi 15 korda rohkem kui nõmmekimalasi (vastavalt 1091 ja 74 isendit).

Kägukimalasi kohati perioodil 2009-2019 kõige vähem ÜPT ettevõtetes, MAHE ja KSM ettevõtetes aga mitu korda rohkem. Alates 2013. a määrati ka kohatud kägukimalaste liigid. Kesk- ja Lõuna-Eestis kohati perioodil 2013-2019 kokku kõiki kaheksat Eestis esinevat kägukimalase liiki, kellest arvukamalt esines kivi-, põld-, maa- ja aed-kägukimalasi.

### Piirkondade erinevused

2009.-2019. a keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta olid kõigil 11 aastal Lõuna-Eesti seirepiirkonnas kõrgemad kui Kesk-Eesti seirepiirkonnas, v.a kimalaste arvukus 2009. a ning kimalaseliikide arv ja Shannoni indeks 2012. a. Kimalaste arvukuse puhul olid erinevused (Lõuna-Eestis oluliselt kõrgemad kimalasenäitajad kui Kesk-Eestis) 10 juhul 11-st, liikide arvu puhul ning Shannoni indeksi puhul mõlemal 5 juhul 11-st ka statistiliselt olulised.

Kimalasenäitajate erinevused piirkonniti tulenevad piirkondlikest eripäradest, sh rohkemate kompensatsioonialade olemasolust Lõuna-Eestis. 2009.-2014. a kimalaseseire alade ümber moodustatud 2 km raadiusega puhvrite ETAK (Eesti Topograafia Andmekogu) näitajate põhjal leitud maastiku mitmekesisust iseloomustavad näitajad olid olulise erinevuse esinemisel kõrgemad just Lõuna-Eestis (PMK, 2015a). 2015. a vahetati Kesk-Eestis 33 seirealast 9 ja Lõuna-Eestis 33 seirealast 8 välja, seega analüüsiti ka uuesti kõigi 2015. a seirealade ETAK näitajaid. Leiti, et rohkem kui pooled uuritud näitajatest olid Lõuna-Eestis oluliselt kõrgemad kui Kesk-Eestis (PMK, 2016u). Nii varasemas kui ka 2015. a analüüsis olid nt Lõuna-Eestis oluliselt kõrgemad servaindeks, maastiku mitmekesisuse näitajad (nii Shannoni mitmekesisuse kui ka Simpsoni indeks), pindobjektide arv kokku, erinevate pindobjektiklasside arv puhvris 100 ha kohta ning rohumaade osakaal.

2014. ning 2017.-2019. a märgiti kimalaseseirel üles ka taimeliigid, millel kimalasi kohati. Kesk-Eestis loendati kimalasi olenevalt aastast 50-52, Lõuna-Eestis 59-69 taimeliigil. Keskmine kimalaste külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta oli Kesk-Eestis olenevalt aastast 5,1-6,5 liiki, Lõuna-Eestis 6,5-11,7 liiki. Seega olid mõlemad külastatavate taimeliikide näitajad Lõuna-Eestis kõrgemad kui Kesk-Eestis.

Lõuna-Eestis on mitmekesisem maastik, väiksemad põllumajandusettevõtted ja põllumassiivid, suurem püsirohumaade osakaal ja kimalaste külastatud taimeliikide arv loendusradadel – seetõttu pakub see piirkond kimalastele rohkem sobivaid elupaiku ja toitu ning kimalasenäitajad olid seal kõrgemad kui Kesk-Eestis.

Lisaks oli näiteks 2018. a seirealustes maakondades keskmine ÜPT taotletud pind taotleja kohta[11] Kesk-Eestis olenevalt maakonnast 94-114 ha, Lõuna-Eestis aga 34-61 ha (PRIA, 20.03.2019 andmetel). Põllumassiivi keskmine pindala jäi 2019. a olenevalt seiremaakonnast Kesk-Eestis vahemikku 9-11 ha, Lõuna-Eestis aga 4-6 ha (PRIA, 22.01.2020 andmetel); (PRIA, 01.02.2020 andmetel). Püsirohumaade osakaal oli 2019. a Kesk-Eesti seiremaakondades 17%, Lõuna-Eestis aga 26% (PRIA, 22.01.2020 andmetel). Seega pakub Lõuna-Eesti oma väiksemate ettevõtete, mitmekesisema maastiku ja suurema rohumaade osakaaluga kimalastele rohkem sobivaid elupaiku ja toiduressurssi, sh ka nõudlikumatele liikidele.

### Kimalasenäitajate muutused aastate jooksul

Kesk-Eesti keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta (toetustüüpe eristamata) võib väikeste kõikumistega stabiilseks lugeda. Lõuna-Eesti keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta olid 2015.-2019. a märgatavalt kõrgemad kui 2009.-2014. a.

Kesk-Eestis oli keskmine kimalaste arvukus loendusraja kohta KSM aladel 2015.-2019. a püsivalt kõrgem kui varem.

Toetustüüpe eraldi analüüsides oli Kesk-Eestis suurimaks muutuseks püsivamalt kõrgem keskmine kimalaste arvukus loendusraja kohta KSM ettevõtetes viimasel viiel aastal. Muus osas olid Kesk-Eesti näitajad pigem stabiilsed, kui liikide arvu ja Shannoni indeksi puhul paar esimest seireaastat välja arvata, mil väärtused olid madalamad.

Lõuna-Eestis toimus keskmises kimalaste arvukuses loendusraja kohta kõigi toetustüüpidega ettevõtetes ning keskmises kimalaseliikide arvus ja Shannoni indeksis ka MAHE ja KSM ettevõtetes alates 2015.-2016. a järsk tõus. KSM aladel kimalaste arvukus ja liikide arv seejärel natuke jälle langesid, MAHE aladel jäid aga püsivalt kõrgeks. Kuna suuremad muutused hakkasid toimuma alates 2015. a, tekib kahtlus, kas põhjuseks oli seirevalimi muutus. Nagu eespool juba öeldud kontrolliti selle väite testimiseks kimalaste koguarvu seirealadel, mida seirati perioodil 2009-2019 kõigil aastatel (Lõuna-Eestis oli selliseid alasid 21) ning leiti, et kimalaste koguarv oli endiselt alates 2015. aastast palju kõrgem. Nüüd kontrolliti sama kõigi loendusraja keskmiste näitajate kohta eri toetustüübiga ettevõtetes, mis 2009.-2019. a igal aastal Lõuna-Eestis valimis olid (4 MAHE, 10 KSM ja 7 ÜPT ala) ning leiti, et ka sel juhul toimus alates 2015.-2016. a järsk tõus – seega ei ole järsu tõusu põhjuseks osade seirealade vahetumine. Eespool toodi välja ka kahe seiraja väljalangemine Lõuna-Eesti aladel. Selliste alade keskmisi näitajaid loendusraja kohta analüüsides ja võrreldes aladega, kus seiraja ei vahetunud, saab järeldada, et keskmiste väärtuste kasv on mõningal määral põhjustatud seiraja vahetusest. Seda eriti liikide arvu ja Shannoni indeksi puhul, kimalaste keskmine arvukus loendusraja kohta tõusis endiselt hüppeliselt, kuid mitte nii palju kui kõiki 33 ala arvestades.

Lõuna-Eestis toimus kõigi toetustüüpidega ettevõtetes keskmises kimalaste arvukuses loendusraja kohta ning MAHE ja KSM aladel ka kimalaseliikide arvus ja Shannoni indeksis alates 2015.-2016. a hüppeline kasv.

### Kimalasenäitajad toetustüübiti

Läbiva trendina olid seireaastate 2009-2019 jooksul kimalaste keskmised näitajad loendusraja kohta ÜPT ettevõtetes madalamad kui MAHE ja KSM ettevõtetes – suurimad olid need vahed Kesk-Eestis kimalaseliikide arvu ja Shannoni mitmekesisuse indeksi puhul. MAHE ja KSM ettevõtetes olid keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta olenevalt näitajast ja aastast kõrgemad kord MAHE, kord KSM ettevõtetes. Läbi aastate leiti kõige madalamad kimalasenäitajad Kesk-Eesti ÜPT aladel ehk seal olid järelikult kimalastele kõige ebasoodsamad tingimused, sh kõige madalam õite tihedus.

[11] Siin on arvestatud ÜPT toetust taotlevaid tootjaid, kelle tegevusmaakonnaks on märgitud üks seiremaakondadest ehk reaalselt võivad osad põllud asuda ka väljaspool seiremaakonda – viimane on lihtsalt tootja poolt märgitud põhitegevusmaakonnaks

Keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta olid 2009.-2019. a läbiva trendina ÜPT aladel madalamad kui MAHE ja KSM aladel. Üheks põhjuseks on ilmselt MAHE ja KSM toetuste kimalasi kaudselt soodustavad nõuded. ÜPT loendusradadel oli ka õite tihedus ning kimalaste külastatud taimeliikide arv sageli madalam kui MAHE ja KSM ettevõtetes – seega pakkusid need vähem ja ühekülgsemat toitu.

Kimalasenäitajate olulisi erinevusi toetustüübiti testiti ka statistiliste analüüsidega, kus lisanäitajana kaasati loendusradadel hinnatud õite tihedus, kuna see mõjutab otseselt loendustulemusi. Olulise erinevuse ilmnemisel oli kahe erandiga alati iseloomulik see, et ÜPT ettevõtetes oli keskmine kimalasenäitaja loendusraja kohta oluliselt madalam kui MAHE ja/või KSM ettevõtetes. MAHE ja KSM ettevõtete kimalasenäitajate vahel leiti 29 olulist erinevust (99 võimalikust) ning neist 25 juhul olid kimalasenäitajad KSM ettevõtetes oluliselt kõrgemad kui MAHE ettevõtetes – vastupidiseid olulisi seoseid leiti vaid 4 juhul. Seega oli kimalaste olukord KSM ettevõtete loendusradadel isegi soodsam kui MAHE ettevõtetes.

Üheks põhjuseks, miks kimalasenäitajad olid sageli keskkonnatoetustega liitunud ehk MAHE ja KSM ettevõtetes kõrgemad kui ÜPT ettevõtetes, võivad olla KSM ja MAHE toetuse nõuded. MAHE ettevõtetes on keelatud kasutada sünteetilisi taimekaitsevahendeid ja enamust mineraalväetisi, mis peaks kimalastele soodsalt mõjuma. KSM sisaldab endas samuti mitmeid elurikkusele kaudselt positiivselt mõjuvaid nõudeid: 2-5 m laiused mitmeaastase taimestikuga rohumaaribad, viljavahelduse/külvikorra rakendamine, nõue kasvatada kogu ettevõtte toetusõiguslikul maal vähemalt 15% puhaskülvina liblikõielisi põllumajanduskultuure või liblikõieliste-kõrreliste heintaimede segu, keeld kasutada enamusel juhtudel glüfosaate ning KSM tootja peab osalema koolitustel. Varem oli nõudeks ka pärandkultuuriobjektide ja muude väärtuslike maastikuelementide säilitamine, nüüd tuleneb see nõue headest põllumajandus- ja keskkonnatingimustest. Kõik need nõuded võivad kaudselt kimalastele kasulikud olla, vähendades taimekaitsevahendite kasutust, suurendades kimalaste toiduressurssi ja pesitsuspaikade olemasolu (sh läbi maastiku mitmekesisuse säilimise/suurenemise).

ÜPT ettevõtete loendusradadel oli ka õite tihedus sageli oluliselt madalam kui MAHE ja/või KSM ettevõtetes – samas võeti õite tihedus statistilistes analüüsides arvesse ning ikkagi leiti sageli, et kimalasenäitajad olid ÜPT ettevõtetes oluliselt madalamad. 2014. ning 2017.-2019. a pandi kirja ka taimeliigid, millel kimalasi kohati. Umbes pooltel juhtudel oli külastatud taimeliikide koguarv ning keskmine kimalaste külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta madalaim ÜPT aladel.

KSM ettevõtete kõrgete tulemuste ja ÜPT ettevõtete madalate tulemuste üheks põhjuseks võis olla asjaolu, et seirealade ümber moodustatud 2 km raadiusega puhvrites olid paljud ETAK maastiku ja maakasutuse näitajad KSM seirealade ümbruses oluliselt kõrgemad kui ÜPT ja mõne näitaja osas ka oluliselt kõrgemad kui MAHE seirealade ümbruses (PMK, 2015a); (PMK, 2016u).

Arvestades KSM ja MAHE toetuse nõudeid ning kõrgemat õite tihedust MAHE ettevõtete loendusradadel, võiks eeldada, et MAHE ettevõtetes on kimalasenäitajad kõrgemad kui KSM ettevõtetes (sageli leiti aga MAHE ja KSM ettevõtete kimalasenäitajate olulise erinevuse esinemisel, et näitaja oli KSM ettevõtetes oluliselt kõrgem kui MAHE ettevõtetes). Eri toetustüübiga alad paiknevad maastikus läbisegi (sh MAHE alad intensiivsemalt majandatavate alade vahel) ja saavad vastavalt intensiivsema või ekstensiivsema põllumajandustegevuse mõjutusi. Sellest tulenevalt ei pruugi ka MAHE toetuse mõju olla nii suur kui suuremate MAHE piirkondade puhul võiks eeldada. Samas leiti mõlemas seirepiirkonnas 2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsil, et MAHE seirealade ümber moodustatud 500 m, 1 km ja 2 km puhvrites oli MAHE toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oluliselt kõrgem kui KSM ja ÜPT seirealade ümber moodustatud puhvrites ehk siis MAHE seirealasid võiks pidada sobilikuks MAHE võrdlusgruppi esindama. MAHE alade hoidmiseks kõrvalasuvate intensiivsemalt majandatavate alade negatiivsetest mõjudest oleks siiski vaja MAHE alade eraldamiseks jätta piisavalt laiad puhverribad.

Samas võib põhjuseks, miks olid KSM ja MAHE ettevõtetes kimalasenäitajad küllaltki samal tasemel ja vahel KSM ettevõtetes isegi kõrgemad, olla kõrgem liblikõieliste osakaal MAHE ettevõtetes. Kimalased võivad hajuda liblikõieliste põldudele ja neid kohtab seetõttu servades asuvatel loendusradadel vähem. 2019. a olid nt seiremaakondades põllukultuuridega põldudest liblikõieliste (sh allakülvid ja kaunviljad) all MAHE toetusega põldudest 58%, KSM toetusega põldudest 27% ja ÜPT toetusega põldudest (millele MAHE ega ka KSM toetust ei taotletud) 19% (PRIA, 22.01.2020 andmetel). Lisaks näitas 2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüs, et MAHE kimalaseseire alade ümber moodustatud puhvrites oli liblikõieliste pind sageli oluliselt suurem kui KSM ja/või ÜPT seirealade ümber moodustatud puhvrites.

Kimalaste seire 2010.-2014. a andmete täiendaval analüüsil (Marja, *et al*. 2018) leiti, et teatud gruppidesse kuuluvate kimalaste[12] arvukus põlluservades sõltus kõrval oleval põllul kasvavast kultuurigrupist ja ka sellest, mis kultuurigrupp sellel põllul eelmisel aastal kasvas. Leiti, et teatud gruppidesse kuuluvate kimalaste arvukused olid kõrgeimad selliste teraviljapõldude servades, kus ka eelmisel aastal kasvas teravili. Sel juhul põldudelt eriti toitu ei leia ja kimalased koonduvad servadesse, mitte ei haju põllule nagu massiliselt õitsevate kultuuridega põldude (nt liblikõielised) puhul. Täiendava analüüsi tulemused näitasid kui oluline on rohumaaribade olemasolu teraviljapõldude servades – nii tagatakse kimalastele ka sellistel aladel toitu, sh ajal, mil massiliselt õitsevad põllukultuurid ei õitse.

Samas ei leitud 2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsil kimalasenäitajate ja kultuurigruppide „liblikõieline, v.a kaunvili“ ning „liblikõieline kokku (sh allakülvina)“ vahel ei piirkondi eraldi ega ka koos analüüsides ühegi puhvri raadiuse ega kimalasenäitaja puhul statistiliselt olulist seost (v.a üks väga nõrk seos). Sellest võib järeldada, et kimalaste hajumine liblikõieliste põldudele ei ole põhjuseks miks MAHE alade kimalasenäitajad KSM aladega küllaltki samal tasemel ja vahel isegi madalamad on. Vastasel juhul oleks võinud 2019. a maakasutuse lisaanalüüsil tuvastada kimalasenäitajate ja liblikõieliste pinna vahel olulisi negatiivseid seoseid: kimalaseseire loendusradadel oleks sel juhul madalamad kimalasenäitajad kui puhvrites on rohkem liblikõielisi.

Põhjused, miks MAHE aladel olid kimalasenäitajad samal tasemel ja vahel madalamadki kui KSM aladel, ei ole teada. Võimalik, et KSM aladel ongi kimalastele MAHE aladega võrreldaval tasemel soodsad tingimused – eriti põlluservades. Nt oli keskmine taimeliikide arv loendusraja kohta peaaegu kõigil juhtudel ning kimalaste külastatud taimeliikide koguarv kõigil juhtudel kõrgeim hoopis KSM loendusradadel.

Samas võib olla, et KSM ettevõtetes ongi kimalastele MAHE ettevõtetega võrreldaval tasemel soodsad tingimused – eriti põlluservades. Kuigi keskmine õite tihedus loendusraja kohta oli MAHE ettevõtetes enamasti kõrgem kui KSM ettevõtetes, siis 2014. ning 2017.-2019. a kimalaste külastatud taimeliikide koguarv oli suurim hoopis KSM ettevõtetes. Samuti oli keskmine külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta peaaegu kõigil juhtudel kõrgeim KSM ettevõtetes. Järelikult pakkusid need isegi mitmekesisemat toiduvalikut kui MAHE alad.

1 km ja 2 km raadiuses loendusaladest oli piirkondade koosanalüüsil KSM toetusega põldude osakaalul põllumajandusmaast kimalaste arvukusele negatiivne mõju. Põhjuseks on, et KSM toetust ei saa taotleda püsirohumaadele, mis aga olid kimalaste arvukusega positiivses seoses. Seega on oluline maakasutuse mitmekesisus.

Huvitav on aga 2019. a maakasutuse tabeli lisaanalüüsi tulemus, et kimalaste arvukus oli piirkondade koosanalüüsil 1 km ja 2 km raadiusega puhvrites seda madalam, mida suurem oli KSM toetusega pinna osakaal taotlusel deklareeritud põllumajandusmaa pinnast. 500 m raadiusega puhvrite kohta sellist seost ei leitud. Tulemused viitavad, et kuigi lokaalselt võivad KSM aladel olla kõrged kimalasenäitajad, siis suuremas skaala ei ole samas hea kui

[12] Pikasuiselised, keskmise pere suurusega ja ohustatud kimalaseliigid ning liigid, kes on elupaigavalikult generalistid või eelistavad metsa lähedust

KSM toetusega alasid on väga palju. Põhjus on ilmselt selles, et KSM toetust ei saa taotleda püsirohumaadele, mistõttu neid selle näitaja pinna arvestuses ka ei esinenud – analüüsides ilmnes piirkondade koosanalüüsil aga, et just kimalaste arvukus korreleerus kõigi raadiustega puhvrites positiivselt püsirohumaade pindalaga (seos ei olnud väga tugev, kuid siiski statistiliselt oluline). Aruandes ei ole küll neid statistilise testi tulemusi välja toodud, kuid just 1 km ja 2 km raadiusega puhvrites leiti püsirohumaade pinna ning KSM toetusega pinna osakaalu (puhvris asuvast põllumajandusmaast) vahel oluline negatiivne seos, 500 m raadiusega puhvrite puhul aga mitte. Seega, kuigi KSM seirealadel on kõrged kimalasenäitajad, ei tähenda see, et mida rohkem KSM toetusega alasid, seda parem kimalastele – oluline on maakasutuse mitmekesisus, sh püsirohumaade olemasolu.

### Õite tihedus piirkonniti, toetustüübiti ja muutused aastate jooksul

Kuna kimalased külastavad õisi, et nektarit ja õietolmu koguda, sõltuvad kimalasenäitajad ka õite tihedusest – mida rohkem õisi, seda kõrgemad kimalasenäitajad. Seetõttu on väga oluline säilitada põllu äärtes liigirikkaid õitsvaid taimeribasid, mis varustavad kimalasi nektari ja õietolmuga terve korjesesooni ajal ning pakuvad lisaks ka vajalikke pesitsus- ja talvitumispaiku. Samas on väga oluliseks toiduressursiks ka mitmed massiliselt õitsevad kultuurtaimed, eelkõige liblikõielised, aga ka raps. Oluline on tagada õitsemiskonveieri olemasolu.

Enamasti oli õite tihedus Lõuna-Eestis kõrgem kui Kesk-Eestis ning ÜPT aladel madalam kui MAHE ja KSM aladel. Kõrgeim oli see näitaja enamasti MAHE, aga vahel ka KSM aladel.

Keskmine õite tiheduse hinnang oli mõlemas piirkonnas aastati väga varieeruv ning kui 2013. a välja arvata, siis Lõuna-Eestis alati kõrgem kui Kesk-Eestis. See viitab, et Lõuna-Eestis leidub kimalastele rikkalikumalt toitu. Lisaks oli keskmine õite tihedus mõlemas piirkonnas peaaegu kõigil aastatel madalaim ÜPT ettevõtetes (Kesk-Eestis ühe ja Lõuna-Eestis kahe erandiga), kõrgeim enamasti MAHE, vahel ka KSM ettevõtetes. Suuremat õite tihedust MAHE ettevõtetes võib seletada keeluga kasutada sünteetilisi taimekaitsevahendeid ja enamust mineraalväetisi – see soodustab kimalastele sobivate taimede olemasolu ja rohkust. Ka 2009.-2012. a kimalaseseirega seotud põldudel kasutatud taimekaitsevahendite analüüsi järgi oli õite tihedus seda madalam, mida suurem oli taimekaitsevahendite kasutuskoormus (PMK, 2015a). Samas on huvitav, et 2016.-2019. a oli keskmine õite tihedus loendusraja kohta Kesk-Eestis KSM ettevõtetes püsivalt kõrgem kui varasematel aastatel – isegi kõrgem kui MAHE ettevõtetes.

Kesk-Eestis võis 2013. a täheldada kõigi toetustüüpidega ettevõtetes väga sarnast keskmist õite tiheduse hinnangut. Lõuna-Eestis oli õite tihedus 2016. ja 2017. a MAHE ja KSM aladel võrreldes sama toetustüübi teiste seireaastatega eriti kõrge. Sama võis täheldada ÜPT ettevõtete kohta, kus sama kõrge väärtus leiti siiski ka mõnel muul aastal.

### Taimeliigid, millel 2014. ning 2017.-2019. a kimalasi kohati

Olenevalt aastast kohati kimalasi piirkondade peale kokku 75-88 taimeliigil, sh Kesk-Eestis 50-52 ja Lõuna-Eestis 59-69 taimeliigil. Mõlemas piirkonnas loendati kõigil neljal aastal kimalasi suurimal arvul taimeliikidel KSM ettevõtetes, kõige vähem kord ÜPT, kord MAHE ettevõtetes. Lisaks leiti keskmine külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta, mis oli ühe erandiga (2014. a Kesk-Eestis) alati kõrgeim KSM ettevõtetes. Madalaim oli antud näitaja kõigil neljal aastal Kesk-Eestis ja piirkondades kokku kolmel aastal neljast ÜPT ettevõtetes, Lõuna-Eestis aga kõigil aastatel MAHE ettevõtetes. Tulemused viitavad, et KSM alad pakuvad kimalastele mitmekesisemat toiduvalikut kui ÜPT ja MAHE alad. Võimalik, et oma panus on siin KSM rohumaaribade nõudel.

Keskmine kimalaste külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta ning taimeliikide koguarv olid enamasti kõrgeimad KSM aladel. Tulemused viitavad, et KSM alad pakuvad kimalastele mitmekesisemat toiduvalikut kui ÜPT ja MAHE alad.

Kõigi nelja aasta (2014, 2017-2019) jooksul kokku loendati kimalasi 122 erinevalt taimeliigilt. Ülekaalukalt kõige rohkem kimalasi loendati aas-/punasel ristikul (2496 kimalast), millele järgnesid harilik hiirehernes, valge ristik, keskmine ristik, põldohakas, harilik ussikeel, arujumikas, põldjumikas, aas-seahernes, villtakjas ja ahtalehine põdrakanep (olenevalt taimeliigist 402-1122 kimalast). 122 taimeliigist 18-nel kohati nelja aasta peale kokku vaid ühte kimalast. Võõrliik ida-kitsehernes oli aastate jooksul loendatud kimalaste arvult 17-ndal, põllukultuur raps aga 25-ndal kohal. Kõik loetletud liigid on Eesti põllumajandusmaastikul kimalastele väga olulised toidupakkujad.

### Lisaanalüüsid maakasutuse andmetega

2019. a maakasutuse tabeli lisaanalüüsidel leiti, et MAHE kimalaseseire alade puhvrites oli sageli oluliselt suurem pind liblikõieliste all kui ÜPT ja/või KSM seirealade puhvrites, mis on oodatav tulemus, arvestades, et MAHE ettevõtetes kasvatataksegi rohkem liblikõielisi. Kultuurigruppidel "püsirohumaa" ning „õli- ja kiukultuurid" ei leitud ühelgi juhul eri toetustüübiga seirealade puhvrite vahel olulisi erinevusi ning kultuurigruppide „teravili (allakülvita)", „teravili liblikõieliste allakülviga" ning „teravili kokku (allakülviga ja allakülvita)" leiti mõni üksik erinevus. Seega erinesidki eri toetustüübiga seirealad peamiselt suurema pinnaga kultuurigruppide osas liblikõieliste poolest.

MAHE kimalaseseire alade puhvrites moodustasid liblikõielised sageli oluliselt suurema pinna kui ÜPT ja/või KSM seirealade puhvrites.

MAHE seirealade puhvrites oli MAHE ja KSM seirealade puhvrites KSM pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast enamasti oluliselt kõrgem kui teise kahe toetustüübiga seirealade puhvrites. See viitab, et seirealad sobivad esindama vastavalt MAHE, KSM ja ÜPT toetusega gruppe.

Analüüsid MAHE ning KSM toetusega pinna osakaaluga puhvris asuvast põllumajandusmaast viitasid, et MAHE seirealade puhvrites oli MAHE ning KSM seirealade puhvrites KSM toetusega alade osakaal põllumajandusmaast tõesti enamasti oluliselt kõrgem kui teise kahe toetustüübiga ettevõtetes. Seega 2019. a info viitab, et seirealad sobivad esindama vastavalt siis MAHE või KSM toetusega gruppe. Sama võib öelda ÜPT seirealade kohta, kuna nende vastavad näitajad puhvrite kohta olid enamasti oluliselt madalamad kui MAHE ja KSM seirealade puhvrites. Puhvris asuva põllumajandusmaa osakaal toetustüübiti oluliselt ei erinenud, v.a 2 km raadiuses Kesk-Eestis, kus see oli MAHE seirealade puhvrites oluliselt kõrgem kui KSM puhvrites.

Kõige tugevamad seosed esinesid kimalasenäitajatel õite tiheduse hinnanguga loendusradadel, mis on ootuspärane. Maakasutuse näitajatest tuvastati Kesk-Eesti seirepiirkonnas kimalastega rohkem olulisi seoseid kui Lõuna-Eestis. Kultuurigruppidest ilmnes peamiselt kimalasenäitajate negatiivne seos eri tüüpi teravilja pinnaga (sh teravilja pind kokku) ning ka põllumajandusmaa osakaaluga puhvris. Seega: teraviljade pinna ja põllumajandusmaa osakaalu suurenedes puhvris kimalasenäitajad langesid. Selliseid seoseid leiti kõigi raadiusega puhvrite ja kimalasenäitajate puhul. Teraviljapõllud pakuvad kimalastele vähe toitu, seega on negatiivne seos mõistetav. Põllumajandusmaa osakaalu suurenedes puhvris väheneb muude maakasutustüüpide pindala, mistõttu väheneb ilmselt ka maastiku mitmekesisus ja seetõttu on seos kimalastega negatiivne. Samas ei tähenda see, et põllumajandusmaa pindala peaks olema puhvris pea olematu – põllumajandusmaastik pakub kimalastele nii toitu kui ka elupaiku, selle osakaal peab lihtsalt muu maakasutusega tasakaalus olema.

Kimalasenäitajad seostusid kõige tugevamini ja positiivselt loendusraja õite tihedusega. Teraviljade pind ja põllumajandusmaa osakaal puhvris seostusid kimalasenäitajatega sageli negatiivselt.

Kuigi liblikõielised on kimalastele head toiduallikad, siis erinevate liblikõieliste gruppide ja kimalasenäitajate vahel leiti vaid üks statistiliselt oluline nõrk seos. Seega võib öelda, et olulised seosed puudusid. Põhjuseks võib olla, et kimalasi loendati enamasti haritavate põldude servades rohumaaribadel, seega ei saanud sellised loenduse tulemused ka liblikõieliste pindadega oluliselt korreleeruda – selleks oleks pidanud neid ilmselt lugema kogu loendustransekti ulatuses

põldudel. Samas on hea, et ei leitud ka olulist negatiivset seost, sest see näitab, et liblikõieliste osakaal ümbruskonnas ei vähenda kimalaseseire loendusradadel kimalasenäitajaid hajutades neid ümbritsevatele liblikõieliste põldudele. Positiivse mõjuga leiti kultuurigruppidest olevat püsirohumaade pind, mis oli piirkondade koosanalüüsil kõigi raadiusega puhvrites kimalaste arvukusega positiivses seoses.

MAHE ja KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast seostus samuti mõnel juhul statistiliselt oluliselt kimalasenäitajatega. Lõuna-Eestis ja piirkondade koosanalüüsil leiti, et kimalaseliikide arv korreleerub teatud juhtudel positiivselt MAHE toetusega pinna osakaaluga puhvris asuvast põllumajandusmaast ehk siis MAHE toetusega aladel on liigirikkusele positiivne mõju. KSM toetusega pinna osakaalul puhvris asuvast põllumajandusmaast leiti Kesk- ja Lõuna-Eesti andmete koosanalüüsil aga 1 km ja 2 km raadiusega puhvrites olevat kimalaste arvukusele negatiivne mõju. Nagu eelpool välja toodud, on põhjuseks see, et KSM toetust ei saa taotleda püsirohumaadele, mis oli kimalaste arvukusega aga positiivses seoses.

Mõnel juhul leiti MAHE toetusega pinna osakaalul puhvris asuvast põllumajandusmaast kimalaste liigirikkusele positiivne mõju.

Maakasutuse andmete ja kimalasenäitajate vahel leiti enim olulisi seoseid piirkonniti eraldi ja piirkondade koosanalüüsil 1 km raadiusega puhvrites, 500 m ja 2 km raadiusega puhvrites mõlemas mõnevõrra vähem. Kimalasenäitajatest korreleerusid maakasutuse tabeli näitajatega rohkem kimalaste arvukus ja kimalaseliikide arv. Kimalaste Shannoni mitmekesisuse indeksil tuvastati maakasutuse tabeli näitajatega poole vähem statistiliselt olulisi seoseid.

#### Lisaanalüüsid LIDAR andmetega

Kolmanda mõõdistusringi põhjal leitud kareduse indeksil leiti 500 m raadiusega puhvrites olevat kimalaste arvukuse, liikide arvu ja Shannoni mitmekesisuse indeksiga 2017. a andmetel positiivne seos – eelkõige piirkondade koosanalüüsil. Seosed ei olnud küll eriti tugevad, kuid siiski statistiliselt olulised. Seega, mida rohkem kimalaseseire transektide puhvrites maastikuelementide kõrgusvahed erinesid, seda kõrgemad olid kimalasenäitajad. 1 km ja 2 km raadiusega kimalaseseire alade puhvrites selliseid olulisi seoseid ei leitud. Lisaks oli kareduse indeks just 500 m raadiusega puhvrites III mõõdistusringil piirkondade koosanalüüsil oluliselt kõrgem kui I mõõdistusringil ning Kesk-Eestis oluliselt kõrgem kui II mõõdistusringil. Seega oli kareduse indeks III mõõdistusringil suurenenud, mis võiks 500 m raadiuses kimalasenäitajatega leitud positiivsete seoste põhjal kimalastele soodus olla. Kimalasenäitajad on aja jooksul ka tõesti kasvanud, kuid ilmselt on sellel ka palju muid põhjusi. Siiski võiks edaspidi komplekssemas analüüsis arvestada korraga mitmeid võimalikke kimalaste mõjutajaid, sh 500 m raadiusega puhvri kareduse indeksit (lisaks õite tihedusele, maastikunäitajatele ja maakasutuse lisaanalüüsis oluliseks osutunud näitajatele), et toetustüüpide mõju tuvastamisel võimalikult palju kõrvalisi mõjutajaid arvesse võtta.

### 3.1.4. Kokkuvõte

- Seireaastate 2009-2019 jooksul loendati kokku 35 468 kimalast 21 liigist, sh Kesk-Eestis 10 688 ehk 30% ja Lõuna-Eestis 24 780 ehk 70% (vastavalt 19 ja 21 liigist). Mõlema piirkonna peale kokku olid levinumateks liikideks kivi-, maa-, põld-, aed-, tume-, soro- ja metsakimalane. Kõige vähem kohati stepi- ja triipkimalasi.
- Viimasel viiel aastal (2015-2019) oli kimalaste koguarv kõrgem kui varasematel seireaastatel, eriti Lõuna-Eestis. Ka Kesk-Eestis oli selline suundumus, kuid seal oli loendatud kimalaste koguarv 2009. ja 2012. a isegi kõrgem. Leiti, et arvukuse tõusu põhjuseks ei ole osade seirealade väljavahetamine 2015. aastal. Lõuna-Eestis avaldas mõningast mõju seiraja muutus osadel loendusradadel.
- Toetustüüpe eristamata võib kõik Kesk-Eesti keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta perioodil 2011-2019 stabiilseks lugeda, Lõuna-Eestis olid need aga 2015.-2019. a märgatavalt kõrgemad kui 2009.-2014. a. Toetustüüpe eristades oli Kesk-Eestis keskmine kimalaste arvukus loendusraja kohta aastati küll kõikuv, kuid võib

MAHE ja ÜPT ettevõtetes stabiilseks lugeda, KSM ettevõtetes on aga positiivse trendiga. Kui paar esimest seireaastat (2009 ja 2010) välja arvata, võib kimalaseliikide arvu ja Shannoni mitmekesisuse indeksi kõigi toetustüüpidega ettevõtetes Kesk-Eestis stabiilseks lugeda.

Lõuna-Eesti keskmistes kimalasenäitajates loendusraja kohta toimus MAHE ja KSM aladel ning arvukuse puhul ka ÜPT aladel 2015.-2016. aastast järsk tõus. Viimaste aastate Lõuna-Eesti kõrgemate väärtuste põhjusena välistati 2015. a seirevalimi osaline muutumine, samas avaldas mõningast mõju seiraja muutus osadel loendusradadel (eriti liikide arvu ja Shannoni mitmekesisuse indeksi puhul).

- Kõik kimalasenäitajad olid enamasti Lõuna-Eestis kõrgemad kui Kesk-Eestis ning 20 juhul 33-st oli erinevus statistiliselt oluline. Kimalasenäitajate erinevused piirkonniti tulenevad suuremast maastiku mitmekesisusest ja kompensatsioonialade olemasolust Lõuna-Eestis ning piirkondlikest eripäradest, mistõttu seal leidub kimalastele rohkem sobivaid elupaiku ja toitu (keskmine loendusradade õite tihedus oli läbi aastate Lõuna-Eestis kõrgem kui Kesk-Eestis). Samuti olid 2014. ning 2017.-2019. a nii kimalaste külastatud taimeliikide koguarv kui ka keskmine taimeliikide arv loendusraja kohta kõrgemad Lõuna-Eestis.
- Läbiva trendina olid seireaastate 2009-2019 jooksul kimalaste keskmised näitajad loendusraja kohta ÜPT ettevõtetes madalamad kui MAHE ja KSM ettevõtetes – suurimad olid need vahed Kesk-Eestis kimalaseliikide arvu ja Shannoni mitmekesisuse indeksi puhul. Läbi aastate leiti kõige madalamad kimalasenäitajad Kesk-Eesti ÜPT aladel ehk seal olid järelikult kimalastele kõige ebasoodsamad tingimused.

  Üheks põhjuseks, miks kimalasenäitajad olid sageli keskkonnatoetustega liitunud ehk MAHE ja KSM ettevõtetes kõrgemad kui ÜPT ettevõtetes, võivad olla KSM ja MAHE toetuse nõuded. Osa neist võivad kimalastele kaudselt kasulikud olla, vähendades taimekaitsevahendite kasutust, suurendades kimalaste toiduressurssi ja pesitsuspaikade olemasolu (sh läbi maastiku mitmekesisuse säilimise/suurenemise). ÜPT ettevõtete loendusradadel oli õite tihedus sageli oluliselt madalam ning kimalaste külastatud taimeliikide arv väiksem kui MAHE ja KSM loendusradadel ning paljud maastiku mitmekesisuse näitajad oluliselt madalamad kui KSM seirealade ümbruses.
- MAHE ja KSM ettevõtetes olid keskmised kimalasenäitajad loendusraja kohta olenevalt näitajast ja aastast kõrgemad kord MAHE, kord KSM ettevõtetes. Siiski leiti MAHE ja KSM ettevõtete kimalasenäitajate vahel ka 29 olulist erinevust (99 võimalikust) ning neist 25 juhul olid kimalasenäitajad KSM ettevõtetes oluliselt kõrgemad kui MAHE ettevõtetes – vastupidiseid olulisi seoseid leiti vaid 4 juhul. Seega oli kimalaste olukord KSM ettevõtete loendusradadel isegi soodsam kui MAHE ettevõtetes. Arvestades KSM ja MAHE toetuse nõudeid (nt ei tohi MAHE ettevõtetes sünteetilisi taimekaitsevahendeid kasutada) ning kõrgemat õite tihedust MAHE ettevõtetes, võiks eeldada, et MAHE ettevõtetes on kimalasenäitajad kõrgemad kui KSM ettevõtetes – miks see nii ei ole, pole teada.

  Samas võib olla, et KSM ettevõtetes ongi kimalastele MAHE ettevõtetega võrreldaval tasemel soodsad tingimused – eriti põlluservades. Kuigi keskmine õite tihedus loendusraja kohta oli MAHE ettevõtetes enamasti kõrgem kui KSM ettevõtetes, siis 2014. ning 2017.-2019. a kimalaste külastatud taimeliikide koguarv oli suurim hoopis KSM ettevõtetes. Samuti oli keskmine külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta peaaegu kõigil juhtudel kõrgeim KSM ettevõtetes. Järelikult pakkusid need isegi mitmekesisemat toiduvalikut kui MAHE alad.

  Samas leiti 2019. a maakasutuse lisaanalüüsil, et kimalaste arvukus oli piirkondade peale kokku 1 km ja 2 km raadiusega puhvrites seda madalam, mida suurem oli KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast. 500 m raadiusega puhvrite kohta sellist seost ei leitud. Tulemused viitavad, et kuigi lokaalselt võivad KSM aladel olla kõrged kimalasenäitajad, siis suuremas skaala ei ole samas hea kui KSM toetusega alasid on väga palju – põhjuseks see, et KSM toetust ei saa taotleda püsirohumaadele, mis oli kimalaste arvukusega aga positiivses seoses. Oluline on maakasutuse mitmekesisus.

- Kuna kimalased külastavad õisi, et nektarit ja õietolmu koguda, sõltuvad kimalasenäitajad ka õite tihedusest – mida rohkem õisi, seda kõrgemad kimalasenäitajad. Seetõttu on oluline tagada õitsemiskonveieri olemasolu. Keskmine õite tihedus loendusraja kohta oli mõlemas piirkonnas väga varieeruv ning peaaegu kõigil aastatel madalaim ÜPT ettevõtetes, kõrgeim enamasti MAHE, vahel ka KSM ettevõtetes. 2016.-2019. a oli õite tihedus aga Kesk-Eesti KSM ettevõtetes püsivalt kõrgem kui varasematel aastatel, isegi kõrgem kui MAHE ettevõtetes.

- 2014. ning 2017.-2019. a pandi kirja ka taimeliigid, millel kimalasi kohati. Olenevalt aastast kohati kimalasi piirkondade peale kokku 75-88 taimeliigil, sh Kesk-Eestis 50-52 ja Lõuna-Eestis 59-69 taimeliigil. Mõlemas piirkonnas loendati kõigil neljal aastal kimalasi suurimal arvul taimeliikidel KSM ettevõtetes, kõige vähem kord ÜPT, kord MAHE ettevõtetes. Lisaks leiti keskmine külastatud taimeliikide arv loendusraja kohta, mis oli ühe erandiga alati kõrgeim KSM ettevõtetes, madalaim Kesk-Eestis ÜPT, Lõuna-Eestis aga MAHE ettevõtetes. Tulemused viitavad, et KSM alad pakuvad kimalastele mitmekesisemat toiduvalikut kui ÜPT ja MAHE alad.

  Kõigi nelja aasta (2014, 2017- 2019) jooksul kokku loendati kimalasi 122 erinevalt taimeliigilt. Ülekaalukalt kõige rohkem kimalasi loendati aas-/punasel ristikul, millele järgnesid harilik hiirehernes, valge ristik, keskmine ristik, põldohakas, harilik ussikeel, arujumikas, põldjumikas, aas-seahernes, villtakjas ja ahtalehine põdrakanep. Kõik loetletud liigid on Eesti põllumajandusmaastikul kimalastele olulised toidupakkujad.

- 2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsil leiti, et MAHE kimalaseseire alade puhvrites moodustasid liblikõielised sageli oluliselt suurema pinna kui ÜPT ja/või KSM seirealade puhvrites. Kimalasenäitajad seostusid kõige tugevamini ja positiivselt loendusraja õite tihedusega. Teraviljade pind ja põllumajandusmaa osakaal puhvris seostusid kimalasenäitajatega sageli negatiivselt, liblikõielistega aga olulist seost ei leitud. Mõnel juhul leiti MAHE toetusega pinna osakaalul puhvris asuvast põllumajandusmaast kimalaste liigirikkusele positiivne mõju.

  MAHE seirealade puhvrites oli MAHE ja KSM seirealade puhvrites KSM pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast enamasti oluliselt kõrgem kui teise kahe toetustüübiga seirealade puhvrites. See viitab, et 2019. a andmete põhjal sobivad seirealad esindama vastavalt MAHE, KSM ja ÜPT toetusega gruppe.

- Maa-ameti aerolaserskaneerimise (ALS) mõõdistuslendude LIDAR andmetel kimalaseseire puhvrite kohta arvutatud kareduse indeks (iseloomustab maastikuelementide kõrgusvahede erinevust) seostus piirkondade koosanalüüsil 500 m raadiusega puhvrites kimalaste arvukuse, liikide arvu ja Shannoni mitmekesisuse indeksiga positiivselt. Seega, mida rohkem kimalaseseire transektide puhvrites maastikuelementide kõrgusvahed erinesid, seda kõrgemad olid kimalasenäitajad. Piirkondades kokku ja Kesk-Eestis eraldi oli kareduse indeks kolmandal LIDAR mõõdistusringil 500 m kimalaseseire puhvrites oluliselt kasvanud, mis võiks 500 m raadiuses kimalasenäitajatega leitud positiivsete seoste põhjal kimalastele soodus olla. Kimalasenäitajad on aja jooksul ka tõesti kasvanud, kuid ilmselt on sellel ka palju muid põhjusi. Lähtuvalt toetustüübist ei tuvastatud kareduse indeksis ühtegi olulist erinevust – seega ei aita see näitaja seletada kimalasenäitajate erinevusi toetustüübiti.

## 3.2. Põllulindude arvukuse ja liigirikkuse uuring

### 3.2.1. Uuringu eesmärk

Uuringu eesmärk on elurikkuse seisukohast hinnata MAK keskkonnasõbraliku majandamise (KSM) ja mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) toetusele seatud eesmärkide täitmist. Pikaajalise uuringu eesmärk on indikaatorite seirega näidata, kas põllumajanduslik tootmine on kaitsnud või parendanud selle maa elupaigalist funktsiooni, samuti hinnata, kas mahepõllundus suurendab elurikkust ning kas keskkonnasõbaliku majandamise tulemuseks on pesitsevate lindude mitmekesisuse ja arvukuse suurenemine.

Uuringu tellija on Põllumajandusuuringute Keskus. Kontaktisik Eneli Viik, eneli.viik@pmk.agri.ee.

Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse Põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroo ning Eesti Ornitoloogiaühing.

### 3.2.2. Tulemused

Põllulindude arvukuse ja liigirikkuse uuring käsitleb 66 elurikkuse seireala 2010.-2019. a tulemusi nii piirkodade kohta kokku kui ka eraldi.

Linnunäitajate muutuste jälgimisel aastate jooksul tuleb meeles pidada, et tulenevalt MAK 2014-2020 toetusperioodi avanemisest 2015. a oli sel aastal valim väiksem ning 2016. a vahetati osad seirealad välja. Kesk- ja Lõuna-Eesti seirevalim koosnes igal seireaastal, v.a 2015. a, 66 seireettevõttest, millest 22 MAHE, 22 KSM ja 22 ÜPT ettevõtet. 2016. a vahetati välja 3 ÜPT, 1 KSM ja 13 MAHE ettevõtet – seega vahetati rohkem kui pooled MAHE seirealad välja. 2015. a analüüsitav seirevalim koosnes aga 53 seirealast: 13 MAHE, 21 KSM ja 19 ÜPT ala (teiste seireettevõtete toetustüüp oli muutunud ja need jäid seega analüüsist välja).

Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti seirevalim koosnesid kumbki igal seireaastal, v.a 2015. a, 33 seireettevõttest, millest 11 MAHE, 11 KSM ja 11 ÜPT ettevõtet. 2016. a vahetati Kesk-Eestis välja 1 ÜPT ja 8 MAHE ettevõtet (seega jäi valimisse endistest MAHE seirealadest alles vaid 3) ning Lõuna-Eestis 2 ÜPT, 1 KSM ja 5 MAHE ettevõtet. 2015. a analüüsitav seirevalim koosnes Kesk-Eestis aga 26 seirealast (5 MAHE, 11 KSM ja 10 ÜPT ala) ning Lõuna-Eestis 27 seirealast (8 MAHE, 10 KSM ja 9 ÜPT ala), kuna teiste seireettevõtete toetustüüp oli muutunud ja need jäid seega analüüsist välja.

#### Üldiseloomustus ja liigiline koosseis

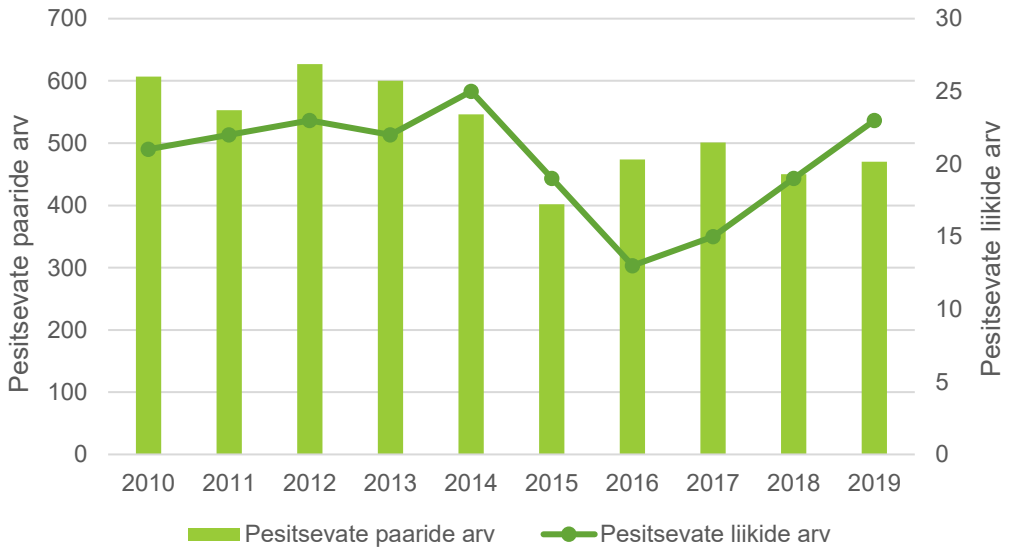
Kesk- ja Lõuna-Eesti piirkonna transektidel loendati aastatel 2010-2019 kokku 5230 pesitsevat põllulinnupaari 49 liigist. Sõltuvalt aastast kohati 402-627 pesitsevat paari ja 13-25 pesitsevat liiki (Joonis 80; Lisa 31). 2019. a registreeriti potentsiaalsete pesitsejatena kokku 23 liiki ning 470 paari linde. Viimasel viiel seireaastal loendati vähem pesitsevate lindude paare kui varasematel seireaastatel. 2015. a oli see ka oodatav, kuna siis kaasati analüüsi vaid need seirealad, kus toetustüüp võrreldes eelnevate seireaastatega ei muutunud (kokku 66 seireala asemel 53), samas 2016.-2019. a toimus seire jälle 66 alal. Ka pesitsevate liikide arv oli 2015.-2018. a madalam kui varasematel aastatel, 2019. a kohati aga jälle rohkem liike.

Kesk-Eesti piirkonna transektidel loendati aastatel 2010-2019 kokku 2238 pesitsevat põllulinnupaari (43% mõlema piirkonna paaridest) 18 liigist. Sõltuvalt aastast kohati 148-260 pesitsevat paari ja 3-14 pesitsevat liiki (Joonis 81; Lisa 32). 2019. a registreeriti potentsiaalsete pesitsejatena kokku 6 liiki ja 245 paari linde. Loendatud pesitsevate linnupaaride koguarv oli aastatel 2010-2013 küllaltki stabiilne (236-260 paari). Seejärel loendatud paaride arv langes, olles madalaim 2015. a (148 paari), mil analüüsi kaasati 33 seireala asemel vaid 26. Seejärel pesitsevate paaride arv jälle kasvas jõudes 2019. aastaks 2010.-2013. a tasemele. Pesitsevate liikide arv oli aastatel 2015-2019 madalam kui 2010.-2014. a.

Seireperioodil 2010-2019 oli pesitsevate linnupaaride koguarv Kesk-Eestis madalaim aastatel 2014-2016, misjärel tõusis 2019. aastaks 2010.-2013. a tasemele. Lõuna-Eestis on pesitsevate paaride koguarv alates 2015. a langenud.

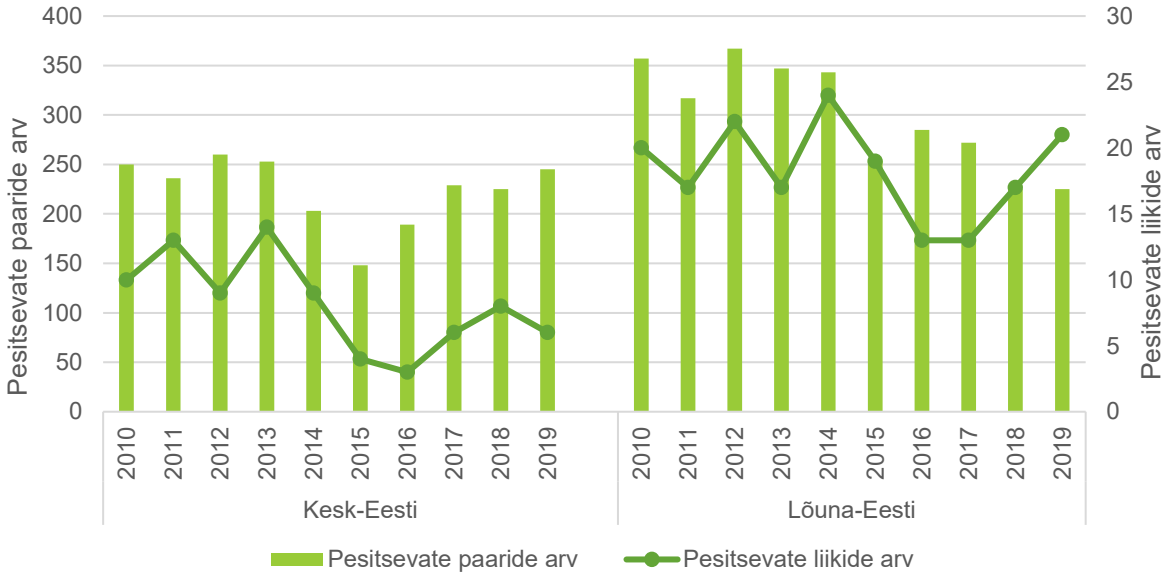
Pesitsevate liikide koguarv oli Kesk-Eestis 2015.-2019. a madalam kui 2010.-2014. a, Lõuna-Eestis aga madalaim 2016.-2017. a, misjärel tõusis 2010.-2015. a. tasemele.

Lõuna-Eesti piirkonna transektidel loendati aastatel 2010-2019 kokku 2992 pesitsevat põllulinnupaari (57% mõlema piirkonna paaridest) 47 liigist. Sõltuvalt aastast kohati 225-367 pesitsevat paari ja 13-24 pesitsevat liiki (Joonis 81; Lisa 33). Aastal 2019 registreeriti potentsiaalsete pesitsejatena kokku 21 liiki ja 225 paari linde. 2015.-2019. a kohati vähem pesitsevaid paare kui varasematel aastatel, madalaimad olid need väärtused 2018. ja 2019. a. 2015. a oli see ka oodatav, kuna siis kaasati analüüsi 33 seireala asemel 27, samas 2016.-2019. a toimus seire jälle 33 alal. Pesitsevate liikide arv oli 2016. ja 2017. a madalam kui teistel seireaastatel ning vaatamata minimaalsele loendatud pesitsevate paaride arvule 2018. ja 2019. a, oli liikide arv võrreldav 2010.-2015. a tasemega.




Seireperioodil 2010-2019 kohatud 5230 pesitsevast linnupaarist loendati 43% Kesk-Eestis ja 57% Lõuna-Eestis.

Joonis 80. Põllulindude pesitsevate paaride ja liikide arv piirkondade koosanalüüsil 2010.-2019. a




Joonis 81. Põllulindude pesitsevate paaride ja liikide arv eraldi Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkonnas 2010.-2019. a

Toitekülaliste isendite koguarv kõikus piirkondade peale kokku vahemikus 702-1374, liikide arv aga 33-45 (Lisa 34). Toitekülalistena registreeriti piirkonnas 2019. a kokku 1282 toitekülalisest lindu ning nagu 2018. aastalgi 45 liiki. Varasematel aastatel kohati maksimaalselt 40 liiki. Kesk-Eestis kõikus toitekülaliste isendite koguarv vahemikus 373-1080, liikide arv aga 17-36 (Lisa 35). Toitekülalistena registreeriti Kesk-Eestis 2019. a 36 linnuliiki ja kokku aastate 2010-2019 suurim arv toitekülalisi linde – 1080. Lõuna-Eestis kõikus toitekülaliste isendite koguarv vahemikus 233-843 ning liikide arv 27-37 (Lisa 36). Toitekülalistena registreeriti Lõuna-Eestis 2019. a 26 linnuliiki ja kokku 202 toitekülalisest lindu.

Pesitsevatest liikidest domineeris Kesk- ja Lõuna-Eesti seirepiirkondades kokku kõigil seireaastatel kõigi toetustüüpidega ettevõtetes põldlõoke (Lisa 31). Dominantsid olid siiski mõnevõrra erinevad: KSM ja ÜPT ettevõtetes olenevalt aastast 62-85%, MAHE ettevõtetes aga 46-74%. Seejuures jäi põldlõokeste dominants perioodil 2010-2015 MAHE aladel vahemikku 46-59%, 2016.-2019. a oli aga kõrgem jäädes vahemikku 66-74%. Järgnevateks arvukamateks liikideks olid kadakatäks ja kiivitaja ning väiksema arvukuse ja osakaaluga järgnesid sookiur, pruunselg-põõsalind, talvike, soo-roolind ja metskiur. Lisaks kohati mõlemas piirkonnas kokku eri toetustüübiga ettevõtetes veel 41 pesitsevat linnuliiki, kuid vähearvukalt. Aastate 2010-2019 jooksul kohati mõlemas piirkonnas kokku MAHE aladel 42, KSM aladel 24 ja ÜPT aladel 25 pesitsevat linnuliiki. MAHE aladel kohati 2019. a nelja uut potentsiaalselt pesitsevat linnuliiki, keda perioodil 2010.-2018. a ei registreeritud: hallõgija, kuldnokk, sinitihane ja pasknäär – kõiki üks paar.

Lisaks Eesti arvukaimale põllulinnuliigile, põldlõokesele, kohati arvukamalt veel järgmisi liike: kadakatäks, kiivitaja, sookiur, pruunselg-põõsalind, talvike, soo-roolind ja metskiur.

MAHE aladele oli omane madalam põldlõokeste dominants kui KSM ja ÜPT aladele. Alates 2015. a oli Kesk-Eestis aga ka MAHE aladel põldlõokeste dominants palju kõrgem kui varem.

Kesk-Eesti seirealadel oli põldlõokese dominants kõrgeim KSM (olenevalt aastast 85-99%), seejärel ÜPT (78-95%) ning madalaim MAHE ettevõtetes (67-97%) (Lisa 32). Seejuures oli põldlõokeste dominants MAHE seirealadel 2015.-2019. a võrreldes aastatega 2010-2014 erakordselt kõrge (vastavalt 90-97% ja 67-81%). 2015. a kohati Kesk-Eesti MAHE seirealadel vaid kahte pesitsevat liiki: põldlõokest ja kadakatäksi. Selliste tulemuste ühe põhjusena võib välja tuua asjaolu, et 2015. a analüüs sisaldas vaid 5 MAHE seireala tulemusi varasema 11 asemel. 2016.-2019. a oli MAHE seirealade arv jälle 11, kuid pesitsevate liikide arv oli siiski madalam kui varem – olenevalt aastast 3-6 liiki. 2010.-2013. a kohati olenevalt aastast kokku 9-12 liiki, 2014. a 7 liiki.

Järgnevateks levinumateks liikideks olid aastate 2010-2019 jooksul Kesk-Eesti seirealadel kiivitaja ja kadakatäks, keda leidus samuti kõigi toetustüüpidega ettevõtetes. Ülejäänud liikidest oli arvukaim sookiur, keda viimasel viiel aastal ei ole enam kohatud. Veel loendati 14 pesitsevat linnuliiki, kuid väga harva ja nende paaride osakaal oli väga madal: peamiselt kohati neid MAHE ning vahel ka ÜPT ettevõtetes, kuid mitte kordagi KSM ettevõtetes. Kesk-Eesti KSM ettevõtetes kohati seireaastatel 2010-2019 vaid kolme pesitsevat linnuliiki (põldlõoke, kiivitaja ja kadakatäks), ÜPT ettevõtetes 10 ja MAHE ettevõtetes 16 liiki.

Lõuna-Eesti seirealadel oli põldlõokese dominants ÜPT ja KSM ettevõtetes (olenevalt aastast 46-72%) kõrgem kui MAHE ettevõtetes (30-54%) (Lisa 33). Arvukamalt olid esindatud veel kadakatäks, kiivitaja, sookiur, pruunselg-põõsalind, talvike ja soo-roolind – kõik need liigid olid mõne erandiga kõigil aastatel esindatud kõigi toetustüüpidega ettevõtetes. Lisaks oli kõigi seirealade ja -aastate peale Lõuna-Eestis esindatud veel 40 linnuliiki, keda kohati harvem. Aastate 2010-2019 jooksul kohati Lõuna-Eesti MAHE aladel kokku 40, KSM aladel 24 ja ÜPT aladel 22 pesitsevat linnuliiki.

### Näitajate keskmised väärtused loendusraja kohta ja muutused aastate jooksul piirkonniti ja toetustüübiti

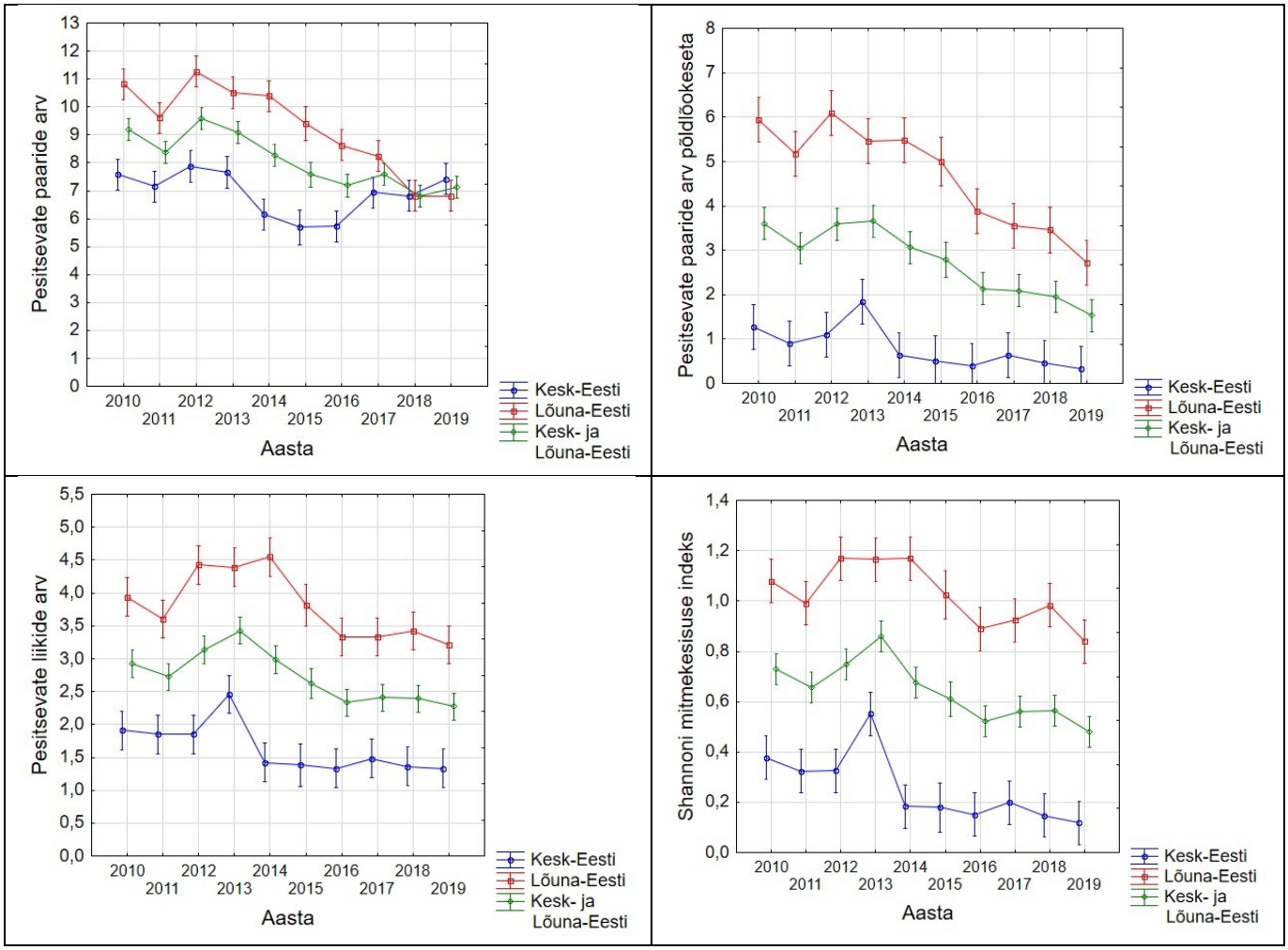
Esmalt jälgiti näitajate keskmiste väärtuste muutusi loendusraja kohta lähtuvalt piirkonnast toetustüüpe eristamata. Kesk-Eesti keskmine pesitsevate paaride arv loendusraja kohta oli madalaim aastatel 2014-2016, kuid perioodil 2017-2019 peaaegu samal tasemel kui 2010-2013. a (Joonis 82). Keskmine pesitsevate paaride arv põldlõokeseta, pesitsevate liikide arv ja Shannoni mitmekesisuse indeks loendusraja kohta olid Kesk-Eestis 2014.-2019. a ühtlasemalt madalamad kui varasematel aastatel.

Kõik keskmised pesitsevate lindude näitajad peale pesitsevate paaride arvu olid Kesk-Eestis 2014.-2019. a ühtlaselt madalamad kui 2010.-2013. a.

Kõik keskmised pesitsevate lindude näitajad olid Lõuna-Eestis langeva trendiga.

Lõuna-Eesti seirealadel olid kõik keskmised pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta langeva trendiga. Pesitsevate paaride arvus (sh põldlõokesta) toimus alates 2014. aastast sujuv langus, pesitsevate liikide arvus ja Shannoni mitmekesisuse indeksis toimus aga pärast 2014. a paari aasta jooksul järsk langus, misjärel jäid keskmised näitajad loendusraja kohta stabiilselt madalaks.

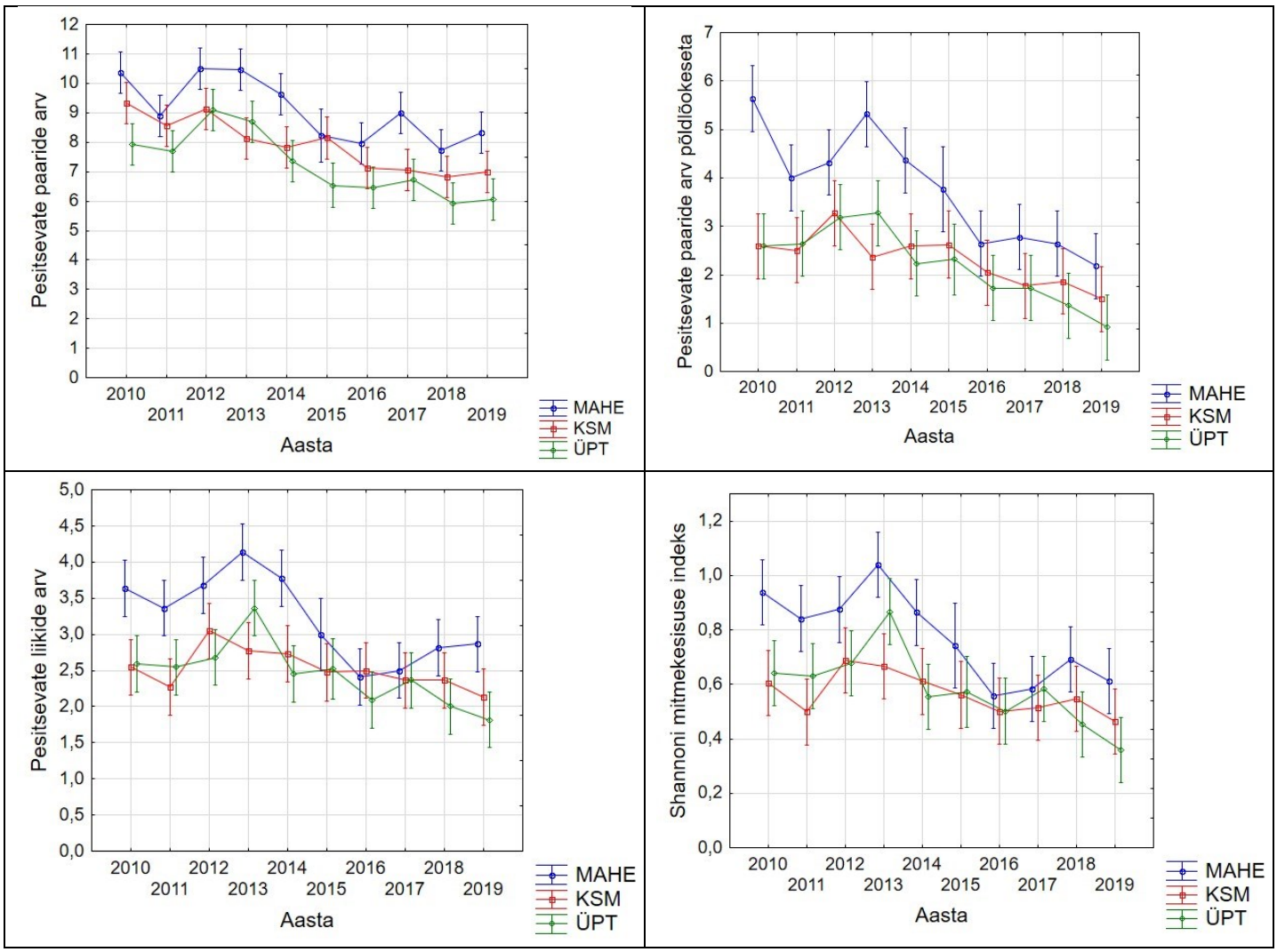
Kesk- ja Lõuna-Eesti koondnäitajad jäävad kahe eelneva vahepeale. Lisaks ilmneb piirkondade keskmiste võrdlemisel selgelt, et kõik keskmised linnunäitajad loendusraja kohta olid Lõuna-Eestis kõrgemad kui Kesk-Eestis – erandiks vaid pesitsevate paaride arv 2018. ja 2019. a.




Joonis 82. Keskmised (± standardviga) pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta piirkonniti koos ja eraldi 2010.-2019. a

Toetustüübiti analüüsides esines mõlema piirkonna peale kokku kõigi toetustüüpidega ettevõtetes keskmises pesitsevate paaride arvus, sh põldlõokeseta, langustrend, mis oli suurim pesitsevate paaride põldlõokeseta arvu puhul MAHE ettevõtetes (Joonis 83). Keskmine pesitsevate liikide arv ja Shannoni mitmekesisuse indeks olid MAHE ettevõtetes aastatel 2010-2014 palju kõrgemad kui KSM ja ÜPT ettevõtetes, 2015. aastast hakkasid aga langema ja olid 2016. ja 2017. a samal tasemel kui KSM ja ÜPT ettevõtetes. 2018. ja 2019. a need kaks keskmist linnunäitajat MAHE aladel tõusid natuke ja olid kõrgemad kui KSM ja ÜPT aladel, kuid jäid endiselt väga madalaks. ÜPT ettevõtetes olid pesitsevate liikide arv ja Shannoni mitmekesisuse indeks alates 2014. aastast langustrendiga ning ka KSM ettevõtetes võib perioodil 2013-2019 pidevat väikest langust täheldada.

Keskmiste pesitsevate lindude näitajate trend oli piirkondades kokku kõigi toetustüüpidega aladel langev, näides järsem MAHE aladel, kuna KSM ja ÜPT aladel olid näitajad juba varem madalamad.




Joonis 83. Keskmised (± standardviga) pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta piirkondade koosanalüüsil ettevõtete toetustüüpide lõikes 2010.-2019. a

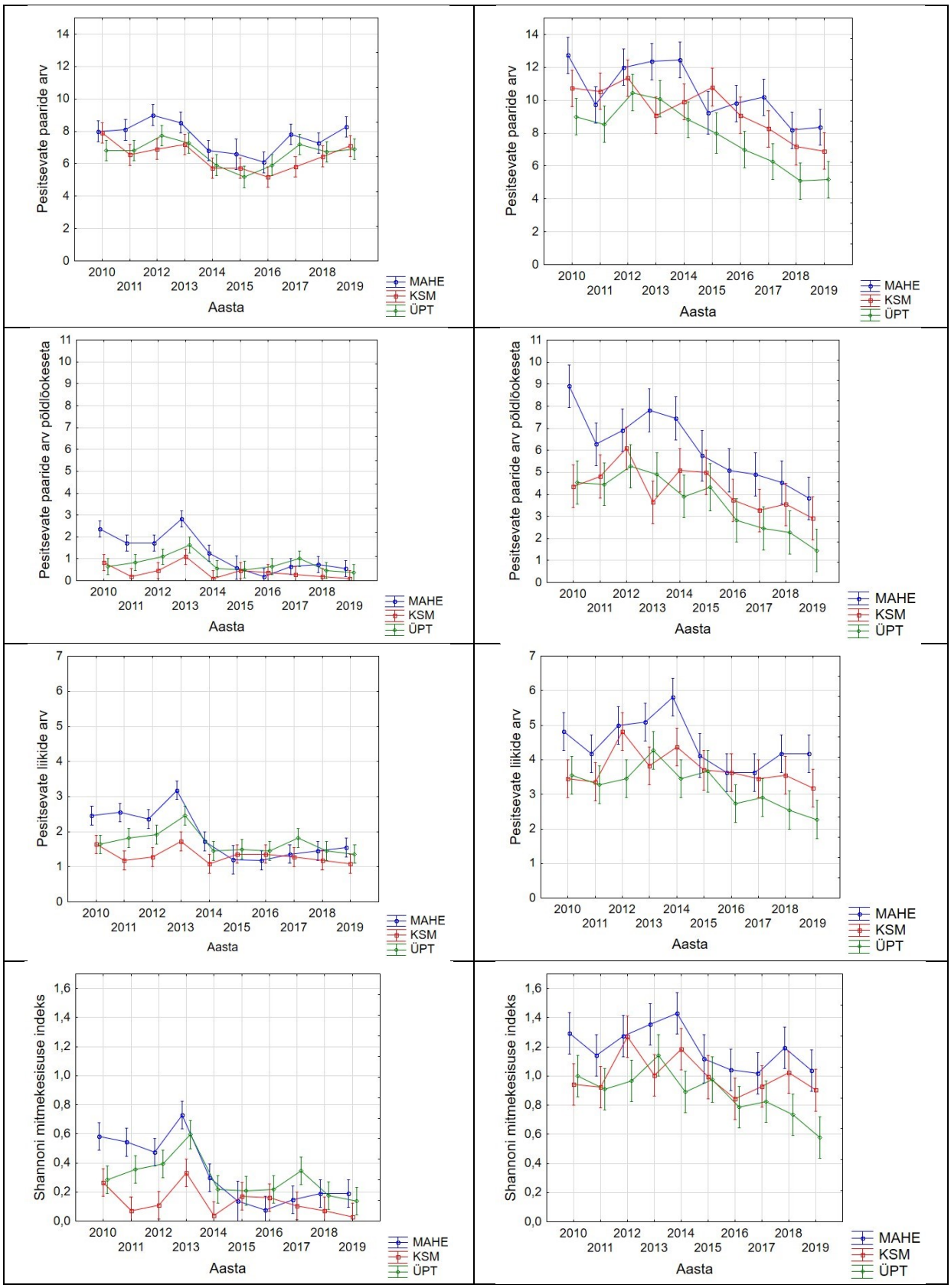
Kesk-Eesti MAHE ja ÜPT alade keskmises pesitsevate linnupaaride arvus põldlõokeseta, liikide arvus ja Shannon indeksis toimus 2014. a järsk langus. KSM aladel olid need näitajad alates perioodi algusest väga madalad.

Kesk-Eestis oli keskmine pesitsevate paaride arv kõigi toetustüüpidega ettevõtetes perioodi kõrgeim aastatel 2010-2013, seejärel perioodil 2014-2016 madalaim ning viimasel kolmel aastal (2017-2019) jälle kasvas, jõudes 2019. aastal 2010.-2013. a tasemele (Joonis 84). Ülejäänud kolm pesitsejate näitajat (paaride arv põldlõokeseta, liikide arv, Shannoni mitmekesisuse indeks) olid MAHE ja ÜPT ettevõtetes sarnaselt pesitsevate paaride arvuga kõrgeimad perioodil 2010-2013, 2014. a toimus aga järsk langus, misjärel on näitajad olnud väga madalad. Eriti järsk oli see langus MAHE ettevõtetes. KSM ettevõtetes olid need kolm pesitsejate näitajat perioodi algusest peale väga madalad.

Lõuna-Eesti pesitsejate näitajad kõikusid palju suuremates piirides kui Kesk-Eestis (Joonis 84). Keskmine pesitsevate paaride arv, sh põldlõokeseta, olid kõigi toetustüüpidega ettevõtetes langeva trendiga. Pesitsevate liikide arv ja Shannoni mitmekesisuse indeks olid stabiilseimad KSM ettevõtetes, ÜPT ettevõtetes aga langustrendiga. MAHE ettevõtetes toimus neis kahes näitajas 2015. a järsk langus ning madalad keskmised näitajad püsisid ka paaril järgmisel aastal kuni 2018. aastast veidi tõusid, kuid jäid endiselt väga madalaks.

Alates 2015. a toimus Lõuna-Eesti MAHE loendusradade keskmistes pesitsevate lindude näitajates järsk langus. Langeva trendiga olid kõik näitajad ka ÜPT aladel ning pesitsevate paaride arv (sh põldlõokeseta) KSM aladel.

Kõikide liikide keskmine arv loendusraja kohta oli piirkondade koosanalüüsil kõigil aastatel kõrgeim MAHE aladel, samas oli see aastate jooksul ka kõige muutlikum (Lisa 37). KSM ja ÜPT aladel oli näitaja stabiilsem, kuigi väikesed tõusud ja langused olid ka seal. Kesk-Eestis oli kõikide liikide keskmine arv loendusraja kohta kõigi toetustüüpidega ettevõtetes kõrgeim 2013. a, kuid kõrgeid väärtusi esines ka 2010., 2018. ja 2019. aastal. Lõuna-Eestis oli kõikide liikide keskmine arv loendusraja kohta kõikide toetustüüpidega seirealadel küllaltki stabiilne, v.a väga kõrge väärtus MAHE aladel 2014. a ning langus KSM ja ÜPT aladel 2019. a.




Joonis 84. Keskmised (± standardviga) pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta eraldi Kesk-Eesti (vasakul) ja Lõuna-Eesti piirkonnas (paremal) ettevõtete toetustüüpide lõikes 2010.-2019. a

### Pesitsevate paaride arv toetustüübiti toitumisgruppide järgi

Pesitsevate paaride arv põldlõokeseta oli piirkondades kokku perioodil 2010-2019 MAHE aladel üle pooleteise korra suurem kui KSM ja ÜPT aladel.

Pesitsusajal peamiselt loomtoiduliste lindude paare kohati piirkondades kokku perioodil 2010-2019 MAHE ettevõtetes kõige rohkem (kokku 1861 paari) ja ÜPT ettevõtetes kõige vähem (1540 paari) (Lisa 38). Jättes analüüsist välja põldlõokese kui kõige arvukama loomtoidulise linnuliigi, kohati MAHE ettevõtetes seireaastatel kokku pesitsevaid paare üle pooleteise korra rohkem kui KSM ja ÜPT ettevõtetes. 2015. a oli MAHE seirealade arv väiksem kui KSM ja ÜPT seirealade arv (MAHE 13, KSM 21 ja ÜPT 19 seireala) – seega oleks 2015. a võrdse valimi korral MAHE näitajad ilmselt veel kõrgemad olnud.

Piirkonniti eraldi analüüsides oli Kesk-Eestis pesitsevate paaride arv põldlõokeseta MAHE ettevõtetes aastatel 2010-2019 kokku peaaegu kolm korda suurem kui KSM ja üle pooleteise korra suurem kui ÜPT ettevõtetes ning Lõuna-Eestis ligi poolteist korda suurem kui KSM ettevõtetes ja üle pooleteise korra suurem kui ÜPT ettevõtetes (Lisa 39, Lisa 40).

Pesitsusajal peamiselt seemnetoiduliste ja segatoiduliste linnuliikide nimekiri on oluliselt lühem kui loomtoiduliste liikide oma ja seega kohati neid ka palju harvem. Seemnetoidulist karmiinleevikest kohati seireaastate jooksul Kesk-Eestis 4 ja Lõuna-Eestis 6 paari ehk siis kokku 10 paari, millest 7 MAHE ettevõtetes. Segatoidulisi linnuliike kohati seireaastate 2010-2019 jooksul kokku 135 paari (13 paari Kesk-Eestis ja 122 paari Lõuna-Eestis), sh Lõuna-Eestis ja piirkondades kokku kõige rohkem MAHE ettevõtetes (Lisa 38, Lisa 39, Lisa 40).

### Olulised erinevused aastate kaupa piirkonniti ja toetustüübiti

43 juhul 50-st olid linnunäitajad Lõuna-Eestis oluliselt kõrgemad kui Kesk-Eestis.

Kõigi seireaastate kohta viidi läbi statistilised analüüsid, et tuvastada võimalikke olulisi erinevusi linnunäitajates sõltuvalt toetustüübist ja piirkonnast (analüüsides võeti lisanäitajatena arvesse ka maastikuelementide ja põllukultuuride [13] pindala ning piirkondade koosanalüüsil ka piirkond). Piirkondade koosanalüüsil leiti 43 juhul 50-st piirkonna oluline mõju linnunäitajatele, mis seisnes alati selles, et näitaja oli Lõuna-Eestis oluliselt kõrgem kui Kesk-Eestis (Lisa 41). Eri toetustüübiga ettevõtete vahel leiti linnunäitajates statistiliselt oluline erinevus 11 juhul 50st: seejuures oli linnunäitaja MAHE ettevõtetes üheksal juhul oluliselt kõrgem kui ÜPT ja kolmel juhul oluliselt kõrgem kui KSM ettevõtetes. Ühel juhul oli linnunäitaja KSM ettevõtetes oluliselt kõrgem kui MAHE ettevõtetes ning ühel juhul oluliselt kõrgem kui ÜPT ettevõtetes.

Kesk-Eestis leiti vaid 5 juhul 50-st linnunäitajates eri toetustüübiga ettevõtete vahel oluline erinevus: kolmel juhul pesitsevate paaride arvus põldlõokeseta ning kahel juhul pesitsejate Shannoni mitmekesisuse indeksis – kõigil juhtudel oli näitaja KSM ettevõtetes oluliselt madalam kui MAHE või ÜPT ettevõtetes (Lisa 42). Lõuna-Eestis leiti 14 juhul 50-st linnunäitajates eri toetustüübiga ettevõtete vahel oluline erinevus: seejuures oli linnunäitaja MAHE ettevõtetes 12 juhul oluliselt kõrgem kui ÜPT ja kolmel juhul oluliselt kõrgem kui KSM ettevõtetes. Kahel juhul oli aga linnunäitaja Lõuna-Eesti KSM ettevõtetes oluliselt kõrgem kui MAHE ja kahel juhul KSM ettevõtetes oluliselt kõrgem kui ÜPT ettevõtetes (Lisa 43).

[13] Linnuseire analüüsil mõeldakse põllukultuuride all haritaval maal kasvatatavaid kultuure, v.a lühiajalised rohumaad

Maastikuelementide pindala mõju linnunäitajatele leiti piirkondade koosanalüüsil 18 juhul, Kesk-Eestis 7 juhul ja Lõuna-Eestis 17 juhul 50-st ning mõju oli sel juhul alati positiivne (v.a üks erand): mida rohkem maastikuelemente, seda kõrgem linnunäitaja.

Põllukultuuride pindala mõju linnunäitajatele leiti piirkondade koosanalüüsil 25 juhul 50-st, Kesk-Eestis 9 juhul 50-st ja Lõuna-Eestis 21 juhul 50-st ning mõju oli alati negatiivne: mida suurem põllukultuuride pindala loendusraja puhvris (1 km x 100 m), seda madalam linnunäitaja.

Piirkondade koosanalüüsil ja Lõuna-Eestis eraldi leiti ligi pooltel juhtudel, et mida suurem oli loendusraja puhvris põllukultuuride pindala, seda madalamad olid linnunäitajad.

### Lisaanalüüsid maakasutuse andmetega

2019. a linnuseire transektide ümber moodustatud 100, 200, 300, 400 ja 500 m raadiusega puhvrite kohta analüüsiti järgmisi PRIA maakasutuse andmeid (PRIA, 22.01.2020 andmetel): PMK moodustatud kultuurigrupid („liblikõieline, v.a kaunvili“, „püsirohumaa“, „teravili (allakülvita)“, „teravili liblikõieliste allakülviga“ ning „õli- ja kiukultuurid“, lisaks ka „teravili kokku (allakülviga ja allakülvita)“ ja „liblikõieline kokku (sh allakülvina)“), taotlusel deklareeritud põllumajandusmaa osakaal puhvris, MAHE ja KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast.

MAHE seirealade puhvrites esines liblikõielisi enamasti oluliselt rohkem ning allakülvita teravilju oluliselt vähem kui KSM ja/või ÜPT seirealade puhvrites.

Kultuurigruppide analüüsil lähtuvalt linnuseire ala toetustüübist leiti, et MAHE seirealade puhvrites esines liblikõielisi (nii gruppidest „liblikõieline, v.a kaunvili“ kui ka „liblikõieline kokku (sh allakülvina)“) Kesk-Eestis kõigil juhtudel oluliselt rohkem kui ÜPT ning Lõuna-Eestis enamasti oluliselt rohkem kui KSM ja/või ÜPT seirealade puhvrites (Tabel 10). Teraviljade osas iseloomustas Kesk-Eestit enamasti oluliselt väiksem allakülvita teraviljade ja kogu teraviljade pind MAHE seirealade puhvrites võrreldes ÜPT alade puhvritega. Lõuna-Eesti seirealadel oli allakülvita teraviljade pind MAHE seirealade puhvrites oluliselt väiksem kui KSM seirealade puhvrites, liblikõieliste allakülviga teraviljade pind aga MAHE alade puhvrites hoopis oluliselt suurem kui KSM ja/või ÜPT alade puhvrites.

Põllumajandusmaa osakaal ühelgi juhul eri toetustüübiga seirealade puhvrites oluliselt ei erinenud. Mõlemas piirkonnas oli kõigi raadiuste puhul KSM seirealade puhvrites KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oluliselt kõrgem kui MAHE ja ÜPT seirealade puhvrites. Samuti oli erandlikult mõlema piirkonna kõigi raadiustega MAHE seirealade puhvrites MAHE toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oluliselt kõrgem kui KSM ja ÜPT seirealade puhvrites.

Maakasutuse ja linnuseire näitajate vahel leiti Spearmani korrelatsioonanalüüsil[14] palju olulisi seoseid, kuid ükski neist ei olnud tugev, vaid keskmise tugevusega[15]. Statistiliselt olulisi seoseid tuvastati Lõuna-Eestis rohkem kui Kesk-Eestis, kõige enam aga piirkondade koosanalüüsil (Lisa 44) (Lisa 45) (Lisa 46).

Linnunäitajatel leiti allakülvita teravilja ja kogu teravilja pinnaga sageli oluline negatiivne seos – pinna kasvades linnunäitajad langesid. Lisaks leiti piirkondade andmete koosanalüüsil umbes pooltel juhtudel, et pesitsevate liikide arv, Shannoni mitmekesisuse indeks ja pesitsevate paaride arv põldlõokeseta langesid oluliselt kui õli- ja kiukultuuride pind kasvas.

Linnunäitajad langesid sageli oluliselt kui kasvas allakülvita teravilja ja kogu teraviljade ning piirkondade koosanalüüsil ka õli- ja kiukultuuride pind.

[14] Spearmani korrelatsioonanalüüs võimaldab testida kahe pideva tunnuse omavahelist seost (ei eelda tunnuste normaaljaotust)

[15] Korrelatsioonide jälgimisel tasub meeles pidada, et mida suurem korrelatsioonikordaja (r), seda tugevam seos: r väärtus kuni ±0,3 tähendab nõrka seost, ±0,3 kuni ±0,6 keskmise tugevusega seost ning ±0,6 kuni ±1 tugevat seos

Kõigi pesitsevate paaride ja põldlõokeste paaride arv kasvas sageli oluliselt kui gruppide „liblikõieline, v.a kaunvili“ ja „liblikõieline kokku (sh allakülvina)“ pind kasvas. Püsirohumaade pinna suurenedes kasvasid sageli oluliselt pesitsevate liikide arv, Shannoni mitmekesisuse indeks ning pesitsevate paaride arv põldlõokeseta. Piirkondade koosanalüüsil leiti, et need kolm linnunäitajat kasvasid oluliselt ka grupi „teravili liblikõieliste allakülviga“ pinna suurenedes.

Liblikõielised ja püsirohumaad seostusid linnunäitajatega sageli positiivselt.

Põllumajandusmaa osakaal puhvris seostus positiivselt põldlõokestega, kuid negatiivselt teiste linnunäitajatega.

Pesitsevate liikide arv, Shannoni mitmekesisuse indeks ja pesitsevate paaride arv põldlõokeseta olid kõigi raadiusega puhvrites seda kõrgemad, mida väiksem oli puhvris põllumajandusmaa osakaal. Pesitsevate põldlõokeste paaride arv aga puhvris asuva põllumajandusmaa osakaalu suurenedes sageli hoopis kasvas oluliselt.

Lisaks leiti, et MAHE toetusega pinna osakaalu suurenedes puhvris asuvast põllumajandusmaast Lõuna-Eestis teatud juhtudel kõik linnunäitajad, peale põldlõokese paaride arvu, kasvasid oluliselt.

MAHE toetusega pinna osakaalu suurenedes puhvris asuvast põllumajandusmaast Lõuna-Eestis linnunäitajad sageli kasvasid.

Tabel 10. Statistiliselt oluliste erinevuste esinemine* toetustüübiti Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti MAHE, KSM ja ÜPT linnuseire alade ümber moodustatud 100-500 m puhvrites maakasutuse näitajate põhjal 2019. aastal (PRIA, 22.01.2020 andmetel)

| Näitaja | Kesk-Eesti | | | | | Lõuna-Eesti | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 m | 200 m | 300 m | 400 m | 500 m | 100 m | 200 m | 300 m | 400 m | 500 m |
| Liblikõieline, v.a. kaunvili, ha | M-Ü | M-Ü | M-Ü | M-Ü | M-Ü | - | M-K | M-K,Ü | M-K | M-K |
| Püsirohumaa, ha | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Teravili (allakülvita), ha | Ü-M | Ü-M | Ü-M | Ü-M | Ü-M | K-M | K-M | K-M | K-M | K-M |
| Teravili liblikõieliste allakülviga, ha | - | - | - | - | - | M-K | M-K,Ü | M-K,Ü | M-Ü | M-Ü |
| Õli- ja kiukultuurid, ha | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TERAVILI KOKKU (allakülviga ja allakülvita), ha | Ü-M | Ü-M | Ü-M | - | - | - | - | - | - | - |
| LIBLIKÕIELINE KOKKU (sh allakülvina), ha | M-Ü | M-Ü | M-Ü | M-Ü | M-Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü |
| Taotlusel deklareeritud põllumajandusmaa % puhvrist | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| KSM toetusega pinna % taotlusel deklareeritud põllumajandusmaast | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü | K-M,Ü |
| MAHE toetusega pinna % taotlusel deklareeritud põllumajandusmaast | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü | M-K,Ü |

*Statistilise olulise erinevuse esinemisel ($p<0,05$) on ära toodud, milliste toetustüüpidega alade vahel oluline erinevus esines: vasakul pool sidekriipsu oleva toetustüübiga seirealade puhvrites oli näitaja oluliselt kõrgem kui paremal pool sidekriipsu oleva toetustüübiga seirealade puhvrites. M – MAHE, K – KSM, Ü – ÜPT

### Lisaanalüüsid LIDAR andmetega

Tuvastamaks põllulindude seire näitajate ja LIDAR andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) arvutatud maastikuelementide kõrgusvahede erinevust kirjeldava kareduse indeksi[16] omavahelisi seoseid, viidi linnuseire 2017. a ja LIDAR III mõõdistusringi andmetega läbi Spearmani korrelatsioonanalüüsid[17]. Piirkondade koosanalüüsil leiti kõigi raadiustega puhvrite puhul kareduse indeksil oluline positiivne seos pesitsevate liikide arvu, Shannoni mitmekesisuse indeksi ja pesitsevate paaride põldlõokeseta arvu vahel. Pesitsevate põldlõokeste paaride arvul leiti seevastu kareduse indeksiga hoopis oluline nõrk negatiivne seos (Tabel 11). Piirkonniti eraldi leiti kareduse indeksil Kesk-Eestis oluline positiivne seos kolme linnunäitajaga 100 m raadiuses, Lõuna-Eestis aga hoopis 400 m ja 500 m raadiuses. Lõuna-Eestis tuvastati 100 m, 200 m ja 400 m raadiuses kareduse indeksi oluline negatiivne seos ka põldlõokeste paaride arvuga – seejuures ulatus r väärtus 100 m puhvri puhul juba keskmise tugevusega seose klassi (vahemik ±0,3 kuni ±0,6) ülemisse otsa (-0,54). Pesitsevate paaride arvu ja kareduse indeksi vahel ei tuvastatud ühelgi juhul olulist seost.

Mida suurem oli puhvrites maastikuelementide kõrgusvahede erinevus, seda kõrgemad olid pesitsevate linnuliikide arv, Shannoni indeks ja pesitsevate paaride arv põldlõokeseta, kuid seda madalam põldlõokeste paaride arv.

Tabel 11. Kesk- ja Lõuna-Eesti 2017. a linnuseire näitajate ja LIDAR kolmanda mõõdistusringi ((2016.) 2017.-2018. a) andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) leitud kareduse indeksi vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad* 2019. a linnuseire loendustransektide ümber moodustatud 100-500 m puhvrites

| Näitaja | Kesk- ja Lõuna-Eesti | | | | | Kesk-Eesti | | | | | Lõuna-Eesti | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 m | 200 m | 300 m | 400 m | 500 m | 100 m | 200 m | 300 m | 400 m | 500 m | 100 m | 200 m | 300 m | 400 m | 500 m |
| Pesitsevate põldlõokeste paaride arv | **-0,26** | **-0,28** | **-0,25** | **-0,28** | **-0,26** | 0,28 | 0,10 | 0,12 | 0,16 | 0,14 | **-0,54** | **-0,38** | -0,24 | **-0,38** | -0,31 |
| Pesitsevate liikide arv | **0,42** | **0,37** | **0,50** | **0,46** | **0,52** | **0,40** | 0,21 | 0,21 | 0,12 | 0,10 | 0,14 | 0,06 | 0,32 | **0,39** | **0,51** |
| Pesitsejate Shannoni mitmekesisuse indeks | **0,46** | **0,40** | **0,51** | **0,49** | **0,54** | **0,39** | 0,20 | 0,20 | 0,11 | 0,10 | 0,25 | 0,11 | 0,33 | **0,41** | **0,54** |
| Pesitsevate paaride arv | 0,11 | 0,02 | 0,15 | 0,12 | 0,16 | 0,35 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | -0,30 | -0,30 | -0,02 | -0,06 | 0,05 |
| Pesitsevate paaride arv ilma põldlõokeseta | **0,41** | **0,35** | **0,46** | **0,46** | **0,49** | **0,43** | 0,22 | 0,20 | 0,13 | 0,11 | -0,02 | -0,08 | 0,17 | 0,26 | **0,36** |

* Korrelatsioonikordaja (r), mis võib jääda vahemikku -1 kuni 1 (0-st väiksem või suurem on vastavalt negatiivne või positiivne korrelatsioon). Korrelatsioonikordaja kuni ±0,3 tähendab nõrka seost, ±0,3 kuni ±0,6 keskmise tugevusega seost ning ±0,6 kuni ±1 tugevat seost. Statistiliselt olulised ($p<0,05$) seosed on märgitud paksus kirjas, seejuures positiivsed seosed rohelise, negatiivsed seosed punase värviga

[16] Kareduse indeks näitab reljeefi keerukust (vertikaalsete maastikuelementide kõrgusvahede erinevust). Kareduse indeksi väärtus ei ole kunagi alla nulli: tasasemad alad on nullilähedasema väärtusega ning kõrgusvahede suurenedes kasvab ka kareduse indeksi väärtus

[17] Spearmani korrelatsioonanalüüs võimaldab testida kahe pideva tunnuse omavahelist seost (ei eelda tunnuste normaaljaotust)

Piirkondade peale kokku ja Kesk-Eestis eraldi oli kareduse indeks kolmandal LIDAR mõõdistusringil suuremates linnuseire puhvrites oluliselt kasvanud.

Järgnevalt analüüsiti, kas PMK 2019. a linnuseire transektide ümber moodustatud 100-500 m puhvrites on kareduse indeks kolme mõõdistusringi jooksul oluliselt muutunud – kuna kareduse indeksi ja linnunäitajate vahel leiti palju olulisi seoseid, siis võivad olulised muutused kareduse indeksis I, II ja III mõõdistusringil mõjutada ka linnunäitajaid. Lõuna-Eestis ei leitud kareduse indeksis kolme mõõdistusringi vahel ühtegi olulist muutust. Kesk-Eestis oli aga kareduse indeks 400 m ja 500 m raadiuses III mõõdistusringil oluliselt kõrgem kui varasema kahe mõõdistusringi ajal (Tabel 12). Piirkondade koosanalüüsil oli kareduse indeks aga 300-500 m raadiusega puhvrites III mõõdistusringil oluliselt kõrgem kui I mõõdistusringil. Seega on suurema raadiusega puhvrites piirkondade peale kokku ja Kesk-Eestis eraldi kareduse indeks kasvanud.

Tabel 12. LIDAR andmetel (Maa-amet, 09.01.2020 andmetel) leitud kareduse indeksi statistiliselt oluliste erinevuste esinemine I, II ja III mõõdistusringil* Kesk-Eesti ja Lõuna-Eesti 2019. a linnuseire loendustransektide ümber moodustatud 100-500 m puhvrites

| Puhvri raadius | Kesk- ja Lõuna-Eesti | Kesk-Eesti | Lõuna-Eesti |
|---|---|---|---|
| 100 m | - | - | - |
| 200 m | - | - | - |
| 300 m | III ring - I ring | - | - |
| 400 m | III ring - I ring | III ring - I, II ring | - |
| 500 m | III ring - I ring | III ring - I, II ring | - |

*Statistilise olulise erinevuse esinemisel ($p<0,05$) on ära toodud, milliste mõõdistusringide vahel oluline erinevus esines: vasakul pool sidekriipsu oleval mõõdistusringil oli kareduse indeks oluliselt kõrgem kui paremal pool sidekriipsu oleval mõõdistusringil. I ring – 2008.-2011. a mõõdistusring, II ring – 2012.-2015. a mõõdistusring, III ring – (2016.) 2017.-2018. a mõõdistusring

Lisaks analüüsiti kareduse indeksi võimalikke olulisi erinevusi lähtuvalt linnuseire ala toetutüübist: ei piirkonniti eraldi ega ka koos ning ühelgi mõõdistusringil ega ühegi raadiusega puhvri puhul ei tuvastatud kareduse indeksis eri toetustüübiga seirealade puhvrite vahel olulist erinevust. Samuti ei tuvastatud kareduse indeksis ühtegi olulist erinevust I, II ja III mõõdistusringi vahel kui neid analüüsiti seirealade toetustüüpide kaupa eraldi.

Lähtuvalt toetustüübist ei tuvastatud kareduse indeksis ühtegi olulist erinevust.

### 3.2.3. Arutelu

#### Üldiseloomustus ja liigiline koosseis

Aastatel 2010-2019 kohati seirealadel kokku 49 pesitsevat linnuliiki ning loendati 5230 pesitsevat linnupaari. Paaridest 43% loendati Kesk-Eestis ja 57% Lõuna-Eestis. Viimasel viiel seireaastal loendati piirkondade peale kokku vähem pesitsevate lindude paare kui varasematel seireaastatel. Ka pesitsevate liikide arv oli 2015.-2018. a madalam kui varasematel aastatel, 2019. a kohati aga jälle rohkem liike. 2015. a madalamad väärtused on mõistetavad, kuna siis kaasati analüüsi 66 seireala asemel vaid 53 ala tulemused (MAK perioodi vahetumisest tuleneva toetustüüpide muutuse tõttu). Piirkonniti eraldi oli pesitsevate paaride arv Kesk-Eestis viimastel aastatel jälle seire algaastate tasemel, Lõuna-Eestis aga selgelt langenud. Pesitsevate liikide arv seevastu oli Kesk-Eestis perioodi lõpus vähenenud, Lõuna-Eestis oli 2016. ja 2017. a küll madalam, kuid viimastel aastatel jälle varasemal tasemel.

Pesitsevate paaride koguarv oli Kesk-Eestis pigem stabiilne, Lõuna-Eestis langev. Pesitsevate liikide arv oli vastupidi Kesk-Eestis langev, Lõuna-Eestis stabiilne.

Perioodil 2010-2019 kohati Lõuna-Eestis 47 ja Kesk-Eestis vaid 18 pesitsevat linnuliiki. Ülekaalukalt arvukaima põllulinnuliigi, põldlõokese, dominants oli Kesk-Eestis palju kõrgem kui Lõuna-Eestis.

Dominantseimaks linnuliigiks Eesti põllumajandusmaastikul oli ülekaalukalt avamaastikku eelistav põldlõoke, kellele järgnesid kadakatäks, kiivitaja ja sookiur (perioodil 2010-2019 loendatud vastavalt 3454, 605, 451 ja 187 paari). Põldlõokeste dominants oli Kesk-Eestis kõrgem kui Lõuna-Eestis: olenevalt aastast kõigi ettevõtete peale kokku (toetustüüpe eristamata) vastavalt 76-96% ja 45-60% pesitsevatest paaridest. Lõuna-Eestis kohati rohkem ja arvukamalt ka teisi liike, perioodi 2010-2019 peale kokku 47 pesitsevat linnuliiki, Kesk-Eestis vaid 18.

Enamasti oli põldlõokese dominants madalaim MAHE aladel – seal kohati rohkem ka teisi liike. Alates 2015. a oli Kesk-Eesti MAHE aladel aga põldlõokese dominants väga kõrge ning kohati vähem liike kui varasematel aastatel – põhjused ei ole teada.

Eri toetustüübiga ettevõtetest oli põldlõokese dominants Lõuna-Eestis kõigil seireaastatel ning Kesk-Eestis aastatel 2010-2014 MAHE ettevõtetes madalam kui KSM ja ÜPT ettevõtetes – MAHE ettevõtetes kohati rohkem ja arvukamalt ka teisi liike. 2015.-2019. a oli aga Kesk-Eestis põldlõokeste dominants MAHE aladel väga kõrge – olenevalt aastast 91-97% (varasematel aastatel 67-81%). 2015. a kohati Kesk-Eesti MAHE aladel vaid kahte pesitsevat linnuliiki, aastatel 2016-2019 olenevalt aastast 3-6 liiki, varasemalt olenevalt aastast 7-12 liiki. Kui 2015. a madalamate näitajate üheks põhjuseks võib olla asjaolu, et sel aastal sisaldas analüüs vaid 5 MAHE seireala tulemusi varasema 11 asemel, siis alates 2016. a toimus seire jälle 11 Kesk-Eesti MAHE alal. Madalate pesitsevate lindude näitajate ja kõrge põldlõokeste dominantsi põhjused ei ole teada. Mõlemas piirkonnas oli kolme arvukaima liigi (põldlõoke, kadakatäks, kiivitaja) järel arvukuselt neljandal kohal sookiur, keda Kesk-Eestis viimasel viiel aastal enam ei kohatud. Peapõhjuseks on siin seirealade vahetus: kuuest Kesk-Eesti alast, kus sookiuru oli kohatud, jäi 2016. aastast valimisse vaid üks ala, kus nii 2010. kui ka 2013. a loendati üks paar.

Kõige väiksema pesitsevate lindude mitmekesisusega olid Kesk-Eesti KSM ettevõtted, kus kohati 2010.-2019. a vaid kolme pesitsevat linnuliiki – põhjuseks on ilmselt vähene maastiku mitmekesisus.

Kõige väiksema pesitsevate lindude mitmekesisusega olid Kesk-Eesti KSM ettevõtted, kus kohati perioodi 2010-2019 jooksul kokku vaid kolme pesitsevat linnuliiki: põldlõokest, kiivitajat ja kadakatäksi. Kesk-Eesti KSM loendusradade puhvrites esines ka kõige vähem maastikuelemente. Laiemas plaanis vaadatuna oli Kesk-Eesti seiremaakondade põllumassiivide keskmine pindala, millel esines KSM toetusega põlde (aga ei esinenud MAHE toetusega põlde) palju kõrgem kui selliste põllumassiivide keskmine pindala, millel leidus vaid ÜPT toetusega põlde (KSM ja MAHE toetusega põlde ei olnud) või leidus MAHE toetusega põlde (aga ei olnud KSM toetusega põlde) – keskmised vastavalt 16 ha, 6 ha ja 8 ha (PRIA, 22.01.2020 andmetel); (PRIA, 01.02.2020 andmetel). Lõuna-Eesti vastavad keskmised pinnad olid 8 ha, 3 ha ja 4 ha. Seega on Kesk-Eesti KSM seirealade madalama linnustiku mitmekesisuse põhjuseks ilmselt vähene maastiku mitmekesisus.

### Piirkondade erinevused

Lõuna-Eesti on mosaiiksem ja seal leidub lindudele rohkem sobivaid elupaiku kui Kesk-Eestis. Nt on Lõuna-Eestis väiksemad põllumajandusettevõtted ja põllumassiivid ning suurem püsirohumaade osakaal.

2010.-2019. a keskmised pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta olid kõigil kümnel aastal Lõuna-Eesti seirepiirkonnas statistiliselt oluliselt kõrgemad kui Kesk-Eesti seirepiirkonnas, v.a pesitsevate paaride arv kolmel viimasel aastal (2017-2019). Pesitsevate paaride arv põldlõokeseta oli aga ka viimasel kolmel aastal Lõuna-Eestis oluliselt kõrgem kui Kesk-Eestis. Sellise erinevuse põhjuseks on piirkondlikud eripärad, sh rohkemate kompensatsioonialade olemasolu Lõuna-Eestis. 2018. a oli näiteks

seirealustes maakondades keskmine ÜPT taotletud pind taotleja kohta[18] Kesk-Eestis olenevalt maakonnast 94-114 ha, Lõuna-Eestis aga 34-61 ha (PRIA, 20.03.2019 andmetel). Põllumassiivi keskmine pindala jäi 2019. a olenevalt seiremaakonnast Kesk-Eestis vahemikku 9-11 ha, Lõuna-Eestis aga 4-6 ha (PRIA, 22.01.2020 andmetel); (PRIA, 01.02.2020 andmetel). Püsirohumaade osakaal oli 2019. a Kesk-Eesti seiremaakondades 17%, Lõuna-Eestis aga 26% (PRIA, 22.01.2020 andmetel). Sellest kõigest ilmneb jätkuvalt, et Lõuna-Eesti on mosaiiksem ja seal leidub lindudele rohkem sobivaid elupaiku. Vaatamata sellele on kõik keskmised pesitsevate lindude näitajad Lõuna-Eestis langenud. Kuigi Kesk-Eestis olid keskmised linnunäitajad vaid mõne erandiga alati madalamad kui Lõuna-Eestis, olid ka seal keskmine pesitsevate paaride arv põldlõokeseta, liikide arv ja Shannoni mitmekesisuse indeks 2014.-2019. a madalamad kui varasematel seireaastatel.

### Linnunäitajad toetustüübiti ja muutused aastate jooksul

Kõige stabiilsem näitaja oli pesitsevate paaride arv loendusraja kohta Kesk-Eestis, kus 2014.-2015. a olid keskmised küll madalamad, kuid seejärel jälle tõusid ning võib kõigi toetustüüpidega ettevõtetes stabiilseks lugeda. Ülejäänud pesitsevate lindude keskmised näitajad olid Kesk-Eestis perioodil 2010-2013 ja kõik neli pesitsevate lindude näitajat Lõuna-Eestis perioodil 2010-2014 märgatavalt kõrgemad kui KSM ja ÜPT ettevõtetes. Seejärel mõlema piirkonna MAHE aladel keskmised linnunäitajad langesid, kuid jäid Lõuna-Eestis enamasti endiselt veidi kõrgemaks kui KSM ja ÜPT ettevõtetes, Kesk-Eestis aga langesid sama madalale tasemele kui KSM ja ÜPT ettevõtetes. Näitajad ei langenud viimastel aastatel aga vaid MAHE ettevõtetes, vaid ka mõlema piirkonna ÜPT ettevõtetes ning Lõuna-Eesti KSM aladel langes selgelt ka pesitsevate paaride arv (sh põldlõokeseta) ning väikest langust võib täheldada ka Lõuna-Eesti pesitsevate liikide arvus ja Shannoni mitmekesisuse indeksis. Kesk-Eesti KSM aladel ei olnud pesitsevate paaride arvus põldlõokeseta, liikide arvus ja Shannoni mitmekesisuse indeksis ilmset langust, kuna näitajad on seal läbi aastate algusest peale väga madalad olnud. Madalaimad olidki keskmised pesitsevate lindude näitajad Kesk-Eestis enamasti KSM, Lõuna-Eestis aga kord KSM, kord ÜPT ettevõtetes.

Esimesel neljal-viiel aastal olid linnunäitajad MAHE aladel märgatavalt kõrgemad kui KSM ja ÜPT aladel, misjärel toimus aga mõlemas piirkonnas kõigi toetustüüpide aladel linnunäitajates langus (v.a Kesk-Eesti pesitsevate paaride arvus). Erandiks olid Kesk-Eesti KSM alad, kus näitajad on perioodi algusest saadik väga madalad olnud.

Lisaks loendusraja kohta keskmiste linnunäitajate võrdlemisele viidi põllulinnuseire andmetega läbi ka statistilised analüüsid, et tuvastada statistiliselt olulisi erinevusi linnunäitajates lähtuvalt ettevõtte toetustüübist. Analüüsi kaasati ka maastikuelementide ja põllukultuuride (haritaval maal kasvatatavad kultuurid, v.a lühiajalised rohumaad) pindala loendusraja puhvris (1 km x 100 m). Seireaastate 2010-2019 andmeid aastate kaupa eraldi analüüsides leiti statistiliselt olulisi erinevusi linnunäitajates eri toetustüübiga ettevõtete vahel siiski vaid üksikutel juhtudel (30 juhul 150-st). Seejuures leiti 24 juhul 30-st, et näitaja oli MAHE seirealadel oluliselt kõrgem kui KSM ja/või ÜPT aladel.

[18] Siin on arvestatud ÜPT toetust taotlevaid tootjaid, kelle tegevusmaakonnaks on märgitud üks seiremaakondadest ehk reaalselt võivad osad põllud asuda ka väljaspool seiremaakonda – viimane on lihtsalt tootja poolt märgitud põhitegevusmaakonnaks

Tulemused viitasid (eriti ilmekalt perioodil 2010-2014), et MAHE ettevõtted on põllulindudele sobivam elupaik. Ühelt poolt olid MAHE alade mõnevõrra kõrgemad linnunäitajad ilmselt seotud meetme nõuetega: MAHE ettevõtetes on keelatud kasutada enamust mineraalväetisi ja sünteetilisi pestitsiide. Pesitsevate paaride arvu uurimisel lähtuvalt pesitsusaegsest toitumistüübist selgus, et seireaastate peale kokku kohati MAHE aladel lisaks loomtoidulistele lindudele rohkem ka segatoidulisi ja seemnetoidulisi linde kui KSM ja ÜPT aladel – ilmselt leidub neile MAHE aladel rohkem toitu. Lisaks oli MAHE seirealade kõrgemate linnunäitajate põhjuseks ilmselt asjaolu, et seireaastate 2010-2019 jooksul oli loendusraja puhvri pinnast (1 km x 100 m; seega sirgjoonelise loendusraja puhul 10 ha) Kesk-Eestis ÜPT ettevõtetes põllukultuuride all keskmiselt 9,0 ha, KSM ettevõtetes 8,2 ha ning MAHE ettevõtetes vaid 3,6 ha; Lõuna-Eestis olid vastavad näitajad 6,9 ha, 7,2 ha ja 3,5 ha. Seega oli põllukultuuride alune pind, mis on enamasti intensiivsemalt majandatud kui rohumaad, suurem KSM ja ÜPT ettevõtetes. MAHE ettevõtetes oli aga loendusraja puhvrist keskmiselt ligi 7 ha ehk ~70% rohumaade all, mis on lindudele sobivam elupaik – ilmselt seetõttu olid seal ka linnunäitajad kõrgemad. 2019. a maakasutuse tabeli andmete lisaanalüüsides leiti, et ka 100-500 m raadiusega MAHE seirealade puhvrites oli alati oluliselt rohkem liblikõielisi kui ÜPT ja/või KSM seirealade puhvrites.

Tulemused viitasid (eriti ilmekalt perioodil 2010-2014), et MAHE ettevõtted on põllulindudele sobivam elupaik. Põhjuseks ilmselt meetme nõuded ning suurem lühiajaliste rohumaade osakaal loendusraja puhvris kui KSM ja ÜPT aladel.

Viimastel aastatel (Kesk-Eestis alates 2014. a ja Lõuna-Eestis alates 2015. a) pesitsevate lindude näitajad aga MAHE aladel langesid märgatavalt, mis läheb vastuollu eelmises lõigus toodud seletustega. Miks toimus MAHE alade linnunäitajates selline langus? Esimese põhjendusena saab tuua seirevalimi osalist muutust, millega seoses hõlmavad 2015. a analüüsitud andmed Kesk-Eestis vaid 5 ja Lõuna-Eestis 8 MAHE seireala andmeid (teistel aastatel alati mõlemas piirkonnas 11 ala) ning alates 2016. aastast Kesk-Eestis 3 vana ning 8 uue MAHE ala ja Lõuna-Eestis 6 vana ja 5 uue MAHE ala andmeid. Samas toimus Kesk-Eesti MAHE aladel langus juba 2014. a, mil valim ei olnud veel muutunud ning langust täheldati ka ÜPT aladel, millest vahetati välja vaid üks ala. Lõuna-Eestis toimus MAHE aladel linnunäitajate langus eelkõige viimasel viiel aastal, mil valim oli muutunud (5 uut MAHE ala), samas täheldati langust jällegi ka ÜPT aladel (vaid 2 uut ala) ning viimasel neljal aastal ka KSM alade näitajates, eriti pesitsevate paaride arvus, sh põldlõokeseta (vaid 1 uus ala). Lisaks analüüsiti näitajaid vaid alade kohta, mis olid 2010.-2019. a igal aastal valimis (Kesk-Eestis oli selliseid alasid 19, Lõuna-Eestis 21). Leiti, et ka vaid neid alasid arvesse võttes jäid KSM ja ÜPT üldised trendid samaks. Sama kehtib ka Lõuna-Eesti MAHE alade kohta, v.a pesitsevate paaride arv põldlõokeseta, mis oli 2016. ja 2017. a 4 MAHE ala keskmisena (mis perioodil 2010-2019 igal aastal valimis olid) palju kõrgem kui kõigi 11 Kesk-Eesti MAHE ala keskmine. Viimasel kahel aastal langes aga ka nende 4 MAHE ala keskmine perioodi 2010-2019 madalaimale tasemele nagu kõigi 11 MAHE ala keskminegi (Lisa 47). Järelikult ei ole languse põhjus neil aladel seirevalimi muutus. Kesk-Eesti MAHE alade kohta ei saanud siiski taolist analüüsi teha, kuna selliseid alasid, mis olid valimis 2010.-2019. a, on vaid üks. MAHE alade esinduslikkust kinnitab siiski 2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüs, kus leiti, et MAHE toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oli mõlemas seirepiirkonnas MAHE seirealade kõigi raadiustega puhvrites oluliselt kõrgem kui KSM ja ÜPT seirealade puhvrites, mis viitab, et seirealad sobivad eri toetustüübiga gruppe esindama. Samuti ei erinenud eri toetustüübiga seirealade puhvrites kummaski piirkonnas põllumajandusmaa osakaal, mis on samuti eri toetustüübiga gruppide võrdlemise seisukohast positiivne.

Põllulindude arvu vähenemisele Eestis viitab ka riikliku keskkonnaseire programmi raames läbiviidav haudelinnustiku punktloendus (Nellis, R., 2019). Selle tulemusel leiti aastate 1983-2019 populatsiooniindeksite alusel stabiilse, kasvava ja kahaneva arvukusega liigid (liiga väheste andmetega liikide kohta ei saanud trendi leida). Seireaastate 2010-2019 jooksul MAK meetmete põllulinnuseires kohatud 49-st pesitsevast liigist oli haudelinnustiku

Põllulindude arvu vähenemisele Eestis viitab ka riikliku keskkonnaseire programmi raames läbiviidav haudelinnustiku punktloendus.

punktloenduse järgi 7 liiki mõõdukalt kasvava, 17 liiki stabiilse ja 16 liiki mõõdukalt langeva trendiga[19] (9 liigi kohta ei olnud võimalik trendi määrata). Seejuures on seitse Eesti haudelinnustiku punktloenduse järgi mõõdukalt langeva trendiga põllulinnuliiki (põldlõoke, kadakatäks, sookiur, pruunselg-põõsalind, talvike, metskiur ja metsvint) olnud MAK meetmete põllulinnuseires aastate jooksul kümne kõige arvukama liigi hulgas – seega, kui Eestis üldiselt on need liigid mõõdukalt langeva trendiga, on arusaadav, et see kajastub ka põllulindude seires. See võib seletada langust keskmistes linnunäitajates loendusraja kohta viimastel aastatel. Kesk-Eestis kuulus 2010.-2019. a jooksul MAK meetmete põllulinnuseires kohatud 18 põllulinnuliigist haudelinnustiku punktloenduse järgi koguni 10 mõõdukalt langeva trendiga liikide hulka, sh kümnest arvukaimast liigist 9 liiki. Lõuna-Eestis 47 kohatud liigist oli aga haudelinnustiku punktloenduse järgi mõõdukalt langeva trendiga 16 liiki, millest 6 kuulusid Lõuna-Eesti seireettevõtetes 10 arvukaima hulka. See viitab, et viimastel aastatel on põllulindude olukord olnud ebasoodne ja MAK meetmed ei ole olnud piisavad nende negatiivsete muutuste ärahoidmiseks.

#### Põllukultuuride ja maastikuelementide pindala mõju

Toetustüübi olulise mõju testimisel kaasati lisanäitajatena analüüsi ka põllukultuuride (haritaval maal kasvatatavad kultuurid, v.a lühiajalised rohumaad) pindala. Põllukultuuride pindala kaasati analüüsi, kuna MAHE ettevõtetes oli sageli väiksem pind loendusraja puhvrist põllukultuuride all ja seega suurem pind rohumaade all kui KSM ja ÜPT ettevõtetes. Samas leiti analüüsides (nii aastate kaupa eraldi kui ka koos) põllukultuuride pindalal tihti linnunäitajatele oluline mõju, mis oli alati negatiivne. See viitab, et mida rohkem oli linnuseire loendusraja puhvrites teravilja-, õlikultuuri- jm haritavaid põlde peale rohumaa, seda madalam oli seal lindude arvukus ja liikide arv. Samas ei tähenda see, et kogu ala peaks vaid rohumaa olema – oluline on kultuuride mitmekesisus, sest linnud kasutavad pesitsustsükli jooksul erinevate kultuuridega põlde.

Mida rohkem oli linnuseire loendusraja puhvrites teravilja-, õlikultuuri- jm haritavaid põlde peale rohumaa, seda madalam oli seal lindude arvukus ja liikide arv. Oluline on siiski ka kultuuride mitmekesisus, sest linnud kasutavad pesitsustsükli jooksul erinevate kultuuridega põlde.

Põllukultuuride oluline mõju linnunäitajatele leiti sagedamini Lõuna-Eesti seirepiirkonnas. Põhjuseks võis olla asjaolu, et Kesk-Eestis olid linnustiku näitajad väga madalad ning põllukultuuride pindala valitsevam kui Lõuna-Eestis, mistõttu oli olulist seost raske tuvastada (näitajate varieeruvus oli selleks liiga väike).

Toetustüübi olulise mõju testimisel kaasati lisanäitajana analüüsi maastikuelementide pindala. Seirealade valikul üritati linnuseire transekt paigutada põldude keskele ning vältida maastikuelementide sattumist loendusraja ümber paiknevasse loenduspuhvrisse (1 km x 100 m), kuid alati ei olnud see võimalik – eriti Lõuna-Eestis. 2010.-2019. a analüüside tulemusel leiti küll mitmetel juhtudel oluline positiivne maastikuelementide mõju linnunäitajatele, kuid sagedamini mitte. Põhjuseks võis olla see, et maastikuelementide pindala loenduraja puhvrites oli tihti väga väike, et tuvastada olulisi seoseid – analüüsis võtsid nad aga osa toetustüüpide vahelisest erinevusest enda peale, kuna piirkonniti ja toetustüübiti nende pindala loendusradade puhvrites siiski mõnevõrra erines.

[19] Mõõdukas kasv – oluline kasv, kuid mitte rohkem kui 5% aastas; stabiilne – olulist tõusu või langust ei esinenud; mõõdukalt langev – oluline langus, aga mitte rohkem kui 5% aastas

### Lisaanalüüsid maakasutuse andmetega

Kultuurigruppide analüüsil leiti, et MAHE seirealade puhvrites oli sageli rohkem liblikõielisi ja vähem teravilju kui teise kahe toetustüübiga seirealade puhvrites. See oli igati ootuspärane, sest maakasutuse andmete analüüs on samuti näidanud, et MAHE ettevõtetes oli liblikõieliste osakaal 2010.-2018. a palju kõrgem kui ÜPT ja KSM ettevõtetes (PMK, 2019a). Huvitav oli 2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsi tulemus, et Lõuna-Eesti MAHE seirealade puhvrites oli ka liblikõieliste allakülviga teraviljade pind oluliselt suurem kui KSM ja/või ÜPT seirealade puhvrites. MAHE ja KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oli vastavalt MAHE ja KSM seirealade kõigi raadiustega puhvrites oluliselt kõrgem kui kahe teise toetustüübiga seirealade puhvrites, mis viitab, et seirealad sobivad eri toetustüübiga gruppe esindama. Samal eesmärgil on positiivne ka see, et eri toetustüübiga seirealade puhvrites taotlusel deklareeritud põllumajandusmaa pindala ühelgi juhul oluliselt ei erinenud.

2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsid sobivad kokku varem analüüsidesse kaasatud näitaja „põllukultuuride pindala“ (haritaval maal kasvatatavad kultuurid, v.a lühiajalised rohumaad) tulemustega – mõlemal juhul on leitud linnunäitajatele sageli oluline negatiivne mõju. Nüüd tuvastati lisaks liblikõieliste ja püsirohumaade pinna ja linnunäitajate positiivne seos.

Kultuurigruppidest leiti linnunäitajatel enim seoseid allakülvita teravilja ja kogu teraviljade pinnaga ning need olid alati negatiivsed. Piirkondade koosanalüüsil leiti negatiivsed seosed ka õli- ja kiukultuuride pinnaga, samas allakülviga teraviljade pinna kasvul oli mitmetele linnunäitajatele hoopis positiivne mõju. Maakasutuse andmete 2019. a lisaanalüüside tulemused sobivad kokku senini põllulindude analüüsidesse kaasatud näitajaga „põllukultuuride pindala“ (1 km x 100 m linnuloendusrajal), mis hõlmab haritaval maal kasvatatavaid kultuure, v.a lühiajalised rohumaad. Sellel näitajal leiti samuti sageli linnunäitajatega oluline seos, mis oli alati negatiivne.

Maakasutuse lisaanalüüsides leiti veel, et linnunäitajad kasvasid oluliselt ka liblikõieliste ja püsirohumaa pinna suurenedes. Seejuures oli huvitav, et liblikõieliste puhul leiti olulised seosed pesitsevate paaride arvu ja põldlõokeste paaride arvu puhul, püsirohumaade puhul aga teise kolme uuritud linnunäitajaga. Sellised tulemused viitavad liblikõieliste põldlõokesi soodustavale ning püsirohumaade lindude mitmekesisust soodustavale mõjule.

Suuremaid lagedaid põllumassiive eelistava põldlõokese paaride arv seostus põllumajandusmaa osakaaluga positiivselt, teised linnunäitajad negatiivselt – enamus teiste liikide jaoks on oluline maastiku mitmekesisus.

Põllumajandusmaa osakaal puhvris seostus positiivselt põldlõokestega, kuid negatiivselt teiste linnunäitajatega. Põldlõokeste positiivne seos põllumajandusmaa osakaaluga tuleneb sellest, et see liik eelistabki suuremaid avatud põllumassiive. Enamus teistele seirealadel kohatud liikidele on oluline aga maastiku mitmekesisus – et esineks rohkem ka muid alasid kui põllumajandusmaa.

MAHE toetusega pinna osakaalu suurenedes puhvris asuvast põllumajandusmaast Lõuna-Eestis linnunäitajad sageli kasvasid, mis viitab MAHE toetuse positiivsele mõjule. See on ilmselt seotud ka sellega, et MAHE seirealade puhvrites kasvatati rohkem liblikõielisi, millel leiti sageli linnunäitajatega oluline positiivne seos.

Kesk-Eestis tuvastati linnustiku ja maakasutuse näitajate vahelisi seoseid kõige enam puhvrites raadiusega 100-300 m, Lõuna-Eestis ühtmoodi palju kõigi raadiusega puhvrites, v.a 200 m puhul, mil olulisi seoseid leiti kõige vähem. Kesk- ja Lõuna-Eesti piirkondade koosanalüüsil leiti olenevalt puhvri raadiusest linnunäitajatega 21-26 olulist seost, seejuures kõige rohkem 500 m raadiusega puhvrite puhul. Seega on esialgu raske soovitada, mis raadiusega puhvri kohta leitud maakasutuse näitajaid linnuanalüüsides arvestada. Linnunäitajatest leiti maakasutuse näitajatega enim olulisi seoseid pesitsevate paaride arvuga ja kõige vähem pesitsevate põldlõokeste paaride arvuga.

### Lisaanalüüsid LIDAR andmetega

Kolmanda mõõdistusringi põhjal leitud kareduse indeksil leiti olevat pesitsevate liikide arvu, Shannoni mitmekesisuse indeksi ja pesitsevate paaride põldlõokeseta arvuga 2017. a andmetel positiivne seos. Seega, mida rohkem linnuseire transektide puhvrites vertikaalsete elementide kõrgusvahed erinesid, seda kõrgemad olid need linnunäitajad. Lagedamaid suuremaid põllumassiive eelistava põldlõokeste paaride arv aga kareduse indeksi kasvades hoopis langes. See seletab asjaolu, et pesitsevate paaride arvul ühelgi juhul kareduse indeksiga olulist seost ei leitud – see sisaldas põldlõokeste paare, keda soosib pigem madalam kareduse indeks ehk tasasemad alad. Eriti selgelt leiti kareduse indeksi ja põldlõokeste negatiivne seos Lõuna-Eestis – kuna seal piirkonnas on maastik mitmekesisem ja rohkem ka väiksemaid põlde, siis oli seal ilmselt varieeruvus suurem ja seega ka suurem võimalus olulisi seoseid tuvastada kui lagedamate aladega ja ühetaolisemas Kesk-Eestis.

Erinevalt teistest linnunäitajatest suuremaid lagedaid põllumassiive eelistava põldlõokeste paaride arv maastikuelementide kõrgusvahede erinevuse suurenedes hoopis langes.

Kuigi kareduse indeksil leiti linnuseire näitajatega olulisi seoseid, siis see ei aita seletada linnunäitajate erinevusi toetustüübiti, kuna kareduse indeks eri toetustüübiga seirealade vahel ühelgi juhul oluliselt ei erinenud. Samas leiti suuremate linnuseire transektide ümber moodustatud puhvrites (300-500 m) piirkondade koosanalüüsil ja piirkonniti eraldi Kesk-Eestis (400 ja 500 m), et kolmandal mõõdistusringil oli kareduse indeks oluliselt suurenenud. Kuna kareduse indeks seostus mitme linnunäitajaga positiivselt ning aja jooksul suurenes, võiks see linnuseire näitajatele soodsalt mõjuda. Linnunäitajad on aga hoopis langenud, sh Kesk-Eestis, kus kolmandal mõõdistusringil oli kareduse indeks 400 m ja 500 m raadiusega puhvrites oluliselt kõrgem kui varasemal kahel aastal. Seega, kuigi linnunäitajatel on kareduse indeksiga oluline seos, ei ole see nii oluline tegur, mis suudaks üksi mõjutada linnunäitajaid. Nagu eespoolt selgub seostuvad linnunäitajatega oluliselt veel maastiku ja maakasutuse mitmekesisus ning põllumajandusmaa toetustüüp. Lisaks mõjutab põllulinde põllumajanduskemikaalide kasutamine, maaharimis- ja niitmisviisid ning -ajad ja põllumajandustegevuse välised mõjutajad (ohud rändeteedel, röövloomad jne). Teades siiski milliste näitajatega põllulinnud oluliselt seostuvad, saab läbi viia komplekssema analüüsi, kuhu on kaasatud korraga mitmed olulised näitajad – kareduse indeks võiks olla üks neist näitajatest.

Maastikuelementide kõrgusvahede erinevuse suurenemine kolmandal seireringil ei avaldunud linnunäitajates positiivsete arengutena. Samuti ei aita kareduse indeks seletada erinevusi linnunäitajates toetustüübiti.

### 3.2.4. Kokkuvõte

- Seireaastate 2010-2019 jooksul loendati kokku 5230 pesitsevat põllulinnupaari 49 liigist, sh Kesk-Eestis 2238 ja Lõuna-Eestis 2992 paari (vastavalt 18 ja 47 liigist). Pesitsevate paaride koguarv oli Kesk-Eestis pigem stabiilne, Lõuna-Eestis langev. Pesitsevate liikide arv oli vastupidi Kesk-Eestis langev, Lõuna-Eestis stabiilne.
- Dominantseimaks linnuliigiks Eesti põllumajandusmaastikul oli ülekaalukalt avamaastikku eelistav põldlõoke, kellele järgnesid kadakatäks, kiivitaja ja sookiur. Põldlõokese dominants oli Kesk-Eestis kõrgem kui Lõuna-Eestis.

  Eri toetustüübiga ettevõtetes oli põldlõokese dominants Lõuna-Eestis kõigil seireaastatel ning Kesk-Eestis aastatel 2010-2014 MAHE ettevõtetes madalam kui KSM ja ÜPT ettevõtetes – MAHE ettevõtetes kohati rohkem ja arvukamalt ka teisi liike. 2015.-2019. a oli aga Kesk-Eestis põldlõokeste dominants MAHE aladel väga kõrge ning kohati vähem liike kui varasematel aastatel. Madalate pesitsevate lindude näitajate ja kõrge põldlõokeste dominantsi põhjused ei ole teada.

- Kõige väiksema pesitsevate lindude mitmekesisusega olid Kesk-Eesti KSM ettevõtted, kus kohati seireperioodil 2010-2019 vaid kolme pesitsevat linnuliiki (põldlõoke, kiivitaja ja kadakatäks) – madala linnustiku mitmekesisuse põhjuseks on ilmselt vähene maastiku mitmekesisus seirealustel põldudel (suured põllumassiivid ja vähe maastikuelemente).
- 2010.-2019. a keskmised pesitsevate lindude näitajad loendusraja kohta olid kõigil kümnel aastal Lõuna-Eesti seirepiirkonnas statistiliselt oluliselt kõrgemad kui Kesk-Eesti seirepiirkonnas, v.a pesitsevate paaride arv kolmel viimasel aastal (2017-2019). See tuleneb piirkondlikest eripäradest, mistõttu leidub Lõuna-Eestis lindudele rohkem sobivaid elupaiku. Nt on Lõuna-Eestis keskmine põllumajandusettevõtte ja põllumassiivide pindala väiksem ning püsirohumaade osakaal kõrgem kui Kesk-Eestis.
- Esimesel neljal-viiel aastal olid linnunäitajad MAHE aladel märgatavalt kõrgemad kui KSM ja ÜPT aladel, misjärel toimus aga mõlemas piirkonnas kõigi toetustüüpidega aladel linnunäitajates langus. Erandiks olid Kesk-Eesti KSM alad, kus näitajad on perioodi algusest saadik väga madalad olnud. Erandlikult ei olnud langeva trendiga ühegi toetustüübiga ettevõttes ka Kesk-Eesti keskmine pesitsevate paaride arv. Madalaimad olid keskmised pesitsevate lindude näitajad Kesk-Eestis enamasti KSM, Lõuna-Eestis aga kord KSM, kord ÜPT ettevõtetes.
- Tulemused viitasid (eriti ilmekalt perioodil 2010-2014), et MAHE ettevõtted on põllulindudele sobivam elupaik. Ühelt poolt olid MAHE alade mõnevõrra kõrgemad linnunäitajad ilmselt seotud meetme nõuetega: MAHE ettevõtetes on keelatud kasutada enamust mineraalväetisi ja sünteetilisi pestitsiide. MAHE aladel kohati lisaks pesitsusajal loomtoidulistele lindudele rohkem ka segatoidulisi ja seemnetoidulisi linde kui KSM ja ÜPT aladel – ilmselt leidub neile MAHE aladel rohkem toitu. Lisaks oli MAHE ettevõtete kõrgemate linnunäitajate põhjuseks ilmselt väiksem põllumaa ja suurem lühiajaliste rohumaade (sh liblikõieliste) osakaal loenduspuhvris (1 km x 100 m) ning liblikõieliste suurem osakaal ka kuni 500 m raadiuses loendusrajast. Rohumaad on aga lindudele sobivam elupaik.

  MAHE alade esinduslikkust kinnitab 2019. a maakasutuse tabeli andmete lisaanalüüs, kus leiti, et MAHE toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oli mõlemas piirkonnas MAHE seirealade kõigi raadiustega puhvrites oluliselt kõrgem kui KSM ja ÜPT seirealade puhvrites.
- Põllulindude arvu vähenemisele Eestis viitab ka riikliku keskkonnaseire programmi raames läbiviidav haudelinnustiku punktloendus. Seireaastate 2010-2019 jooksul MAK meetmete põllulinnuseires kohatud 49-st pesitsevast liigist kuulusid arvukamad enamasti haudelinnustiku punktloenduse järgi mõõdukalt langeva arvukusega liikide hulka – seega, kui Eestis üldiselt on need liigid mõõdukalt langeva trendiga, on arusaadav, et see kajastub ka põllulindude seires. See viitab, et viimastel aastatel on põllulindude olukord olnud ebasoodne ja MAK meetmed ei ole olnud piisavad nende negatiivsete muutuste ärahoidmiseks.
- Toetustüübi olulise mõju testimisel kaasati lisanäitajatena analüüsi ka põllukultuuride (haritaval maal kasvatatavad kultuurid, v.a lühiajalised rohumaad) ja maastikuelementide pindala. Põllukultuuride pindala kaasati analüüsi, kuna MAHE ettevõtetes oli sageli väiksem pind loendusraja puhvrist põllukultuuride all ja seega suurem pind rohumaade all kui KSM ja ÜPT ettevõtetes. Leiti, et mida rohkem oli linnuseire loendusraja puhvrites teravilja-, õlikultuuri- jm haritavaid põlde peale rohumaa, seda madalam oli seal lindude arvukus ja liikide arv. Samas ei tähenda see, et kogu ala peaks vaid rohumaa olema – oluline on kultuuride mitmekesisus, sest linnud kasutavad pesitsustsükli jooksul erinevate kultuuridega põlde.
- 2010.-2019. a analüüside tulemusel leiti ka mitmetel juhtudel oluline positiivne maastikuelementide mõju linnunäitajatele, kuid sagedamini mitte. Põhjuseks võis olla see, et maastikuelementide pindala loendusradade puhvrites oli tihti väga väike, et tuvastada olulisi seoseid – analüüsis võtsid nad aga osa toetustüüpide vahelisest erinevusest enda peale, kuna piirkonniti ja toetustüübiti nende pindala loendusradade puhvrites siiski mõnevõrra erines.

- 2019. a maakasutuse andmete lisaanalüüsil leiti, et MAHE seirealade puhvrites esines liblikõielisi rohkem kui KSM ja/või ÜPT seirealade puhvrites. Allakülvita teravilju esines MAHE seirealade puhvrites Kesk-Eestis oluliselt vähem kui ÜPT ja Lõuna-Eestis oluliselt vähem kui KSM seirealade puhvrites. Lõuna-Eestis esines MAHE seirealade puhvrites aga oluliselt rohkem liblikõieliste allakülviga teravilju. MAHE ja KSM toetusega pinna osakaal puhvris asuvast põllumajandusmaast oli vastavalt MAHE ja KSM seirealade puhvrites oluliselt kõrgem kui kahe teise toetustüübiga seirealade puhvrites, mis viitab, et seirealad sobivad eri toetustüübiga gruppe esindama.

  Linnunäitajad langesid sageli oluliselt kui allakülvita teravilja ja kogu teraviljade ning piirkondade koosanalüüsil ka õli- ja kiukultuuride pind puhvris suurenes. Liblikõieliste ja püsirohumaade pinna suurenedes kasvasid sageli oluliselt ka seirealade linnunäitajad. Põllumajandusmaa osakaal puhvris seostus positiivselt suuremaid lagedaid põllumassiive eelistava põldlõokestega, kuid negatiivselt teiste linnunäitajatega. MAHE toetusega pinna osakaalu suurenedes puhvris asuvast põllumajandusmaast Lõuna-Eestis linnunäitajad sageli kasvasid.

- Maa-ameti aerolaserskaneerimise (ALS) mõõdistuslendude LIDAR andmetel linnuseire puhvrite kohta arvutatud kareduse indeks (iseloomustab maastikuelementide kõrgusvahede erinevust) seostub positiivselt pesitsevate linnuliikide arvu, Shannoni indeksi ja pesitsevate paaride põldlõokeseta arvuga ning negatiivselt põldlõokeste paaride arvuga. Piirkondades kokku ja Kesk-Eestis eraldi oli kareduse indeks kolmandal LIDAR mõõdistusringil suuremates linnuseire puhvrites (raadiusega 300-500 m) oluliselt kasvanud, kuid see ei kajastunud positiivsete muutustena linnunäitajates. Seega, kuigi linnunäitajatel on kareduse indeksiga oluline seos, ei ole see nii oluline tegur, mis suudaks üksi mõjutada linnunäitajaid. Lähtuvalt toetustüübist ei tuvastatud kareduse indeksis ühtegi olulist erinevust – seega ei aita see näitaja seletada linnunäitajate erinevusi toetustüübiti.

## 3.3. Rohumaaribade taimestiku uuring

### 3.3.1. Uuringu eesmärk

Uuringu eesmärk on hinnata üheksa aasta jooksul (2011-2019) toimunud muutusi külvi või sööti jätmise teel rajatud keskkonnasõbraliku majandamisega (KSM) ettevõtete põldude servadesse rajatud rohumaaribade taimkattes. Rohumaaribade rajamise meede oli loodud eeldusega, et püsikliikidega rohurinde taimekooslus on avamaastikes peamiseks ökoloogilist elupaika pakkuvaks maastikuelemendiks. Sellepärast hinnati ka rajatud rohumaaribade potentsiaalset ökoloogilist funktsionaalsust ökoloogiliste hüvede pakkumisel.

Uuringu tellija on Põllumajandusuuringute Keskus. Kontaktisik Eneli Viik, eneli.viik@pmk.agri.ee.

Töö teostaja on Tartu Ülikool, kelle aruandest koostas MEM aastaaruandesse kohandatud versiooni Põllumajandusuuringute Keskuse Põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroo.

### 3.3.2. Tulemused

Rohumaaribade taimestiku uuring käsitleb 2011., 2013., 2016. ja 2019. a tulemusi – taimestiku andmeid koguti vastavalt 87, 83, 88 ja 88 rohumaaribal, mis asusid KSM tootjate põldude servades.

Seirevõrgustiku 2016. a 88 rohumaaribast jäi 2019. a valimist välja 34, mille asemele valiti sama palju uusi – seega koguti taimestiku andmeid 2019. a endiselt 88 rohumaaribalt. Väljajäänud 34 ribast enamus olid hävinud või sobimatud põldude künnipinna laiendamise tõttu – sellele vaatamata oli enamus juhtudel rohumaariba KSM toetuse raames nõutud laius 2-5 m tagatud teetammil paikneva rohumaaribaga. 2019. a otsustati aga seiresse kaasata vaid rohumaaribad, mis asusid vähemalt 1 m laiuses põlluks sobival maal, mitte ainult teetammil. Lisaks olid 2019. a valimist väljajäänud ribadest kaks hävinud tee-ehituse ja kaks kraavi rajamise tõttu ning kaks tuli välja jätta teisele poole teed kasvanud metsa tõttu.

2019. a valimist välja jäänud 34 rohumaaribast enamus olid hävinud või seireks sobimatud põldude külvipinna laiendamise tõttu.

Enamus rohumaaribadest, millele ei kehtinud MAK 2014-2020 raames enam rohumaariba kohustust, olid 2019. aastaks taas põlluks muudetud.

2016. a seirevalimi rohumaaribad, mis asusid selliste põldude servades, millele ei võetud MAK 2014-2020 raames enam KSM kohustust ning ei kehtinud seega 2-5 m laiuse rohumaariba või muu maastikuelemendi jätmise/rajamise kohustust, olid enamus 2019. aastaks taas põlluks muudetud. Võimalik, et seda oli tehtud juba 2016. a rohumaaribade taimestiku seire ajaks, kuid kuna põllu taastamisel olid servadesse jäänud domineerima endised rohumaaribade liigid, võis seda vaid oletada.

88 rohumaaribast, millelt 2019. a taimestiku andmeid koguti (54 vana ja 34 uut riba), võis 13 servas (15%) aimata põllukemikaalide sattumist rohumaariba põllupoolsesse serva, kuigi KSM toetusega kaasneb soovitus vältida rohumaaribal väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamist. Ühes servas, kus 2019. a taimestiku andmeid koguti, oli rajatud kraav, kuid oli siiski säilinud piisavalt lai rohumaariba põlluks sobival maal. Lisaks oli kahes seiratud servas toimunud tee-ehitus ja ühes rajatud kraav, kuid samuti jäetud vähemalt 1 m laiune riba ka põlluks sobivale maale, mistõttu sai neil seiret jätkata.

15% 2019. a seiratud servades võis aimata kemikaalide sattumist rohumaariba põllupoolsesse serva.

2019. a olid sagedaseks juhud, kus rohumaariba oli niidetud juba kevadel (võimalik võilille seemnetootmise tõrje) ja osaliselt niidetud suvel teeserva hoolduse tõttu.

Nelja seireaasta jooksul registreeritud 212 soontaimeliigist kuulus enim sugukondadesse kõrrelised ja korvõielised.

Kõigi seireaastate peale kokku (2011-2019) on registreeritud 148 seirekohas 212 soontaimeliiki. 2019. a registreeriti 139 liiki ja nende seas oli 71 ohtrat liiki (ohtrusklass vähemalt 2)[20]. Seireaastate peale kokku on kirjeldatud kõige rohkem liike sugukondadest kõrrelised (37 liiki) ja korvõielised (31 liiki, sh mitu kollektiivliiki[21]), järgnesid liblikõielised (18 liiki), mailaselised (14 liiki), sarikalised ja ristõielised (mõlemat 11 liiki) (Tabel 13). 2019. a kasvas rohumaaribas keskmiselt 19 liiki, kõige vähem leiti ribast kasvamas 5 ja kõige liigirikkamas ribas 31 liiki. 2019. a kasvas ribades nagu ka nelja seire peale kokkugi enim kõrreliste ja korvõieliste liike, teiste sugukondade liike esines oluliselt vähem.

[20] Igas prooviruudus (4x1 m) registreeriti kõik seal kasvavad soontaimeliigid ja hinnati iga liigi proportsionaalne osakaal koosluses, kasutades 5-pallilist ohtrusskaalat: 1 – üksikisend, väike osakaal; 2 – mõni taim, kuni 5% katvusest; 3 – hajali, kuni 25% katvusest; 4 – sage (sh liigi isendid võisid olla väikesed, aga suure arvukusega); kuni 50% katvusest, kodominant (ohter koos mõne teise liigiga); 5 – domineeriv, üle 50% katvusest

[21] Kollektiivliik – hõlmab palju pisiliike, liigi süstemaatika vajab veel uurimist

Tabel 13. Eri sugukonda kuuluvate taimeliikide arv, mida 2019. a või 2011.-2019. a peale kokku seiratud servades registreeriti ning 2019. a kohta ka servade arv, kus vastava sugukonna liike esines

| Sugukond ladina keeles | Sugukond eesti keeles | Liikide arv kokku 2019. a | Servade arv, kus liigid 2019. a esinesid | Liikide arv kokku 2011.-2019. a |
|---|---|---|---|---|
| *Poaceae* | kõrrelised | 28 | 87 | 37 |
| *Asteraceae* | korvõielised | 21 | 87 | 31 |
| *Fabaceae* | liblikõielised | 12 | 66 | 18 |
| *Scrophulariaceae* | mailaselised | 5 | 55 | 14 |
| *Apiaceae* | sarikalised | 9 | 67 | 11 |
| *Brassicaceae* | ristõielised | 7 | 30 | 11 |
| *Caryophyllaceae* | nelgilised | 6 | 65 | 9 |
| *Lamiaceae* | huulõielised | 7 | 29 | 9 |
| *Polygonaceae* | tatralised | 4 | 30 | 9 |
| *Rosaceae* | roosõielised | 6 | 17 | 8 |
| *Boraginaceae* | karelehelised | 4 | 47 | 7 |
| *Campanulaceae* | kellukalised | 3 | 17 | 6 |
| *Rubiaceae* | madaralised | 3 | 50 | 6 |
| *Geraniaceae* | kurerehalised | 3 | 9 | 5 |
| *Onagraceae* | pajulillelised | 2 | 3 | 5 |
| *Ranunculaceae* | tulikalised | 2 | 26 | 4 |
| *Equisetaceae* | osjalised | 3 | 49 | 3 |
| *Papaveraceae* | magunalised | 2 | 11 | 3 |
| *Euphorbiaceae* | piimalillelised | 1 | 9 | 2 |
| *Hypericaceae* | naistepunalised | 2 | 18 | 2 |
| *Plantaginaceae* | teelehelised | 2 | 16 | 2 |
| *Chenopodiaceae* | maltsalised | 1 | 13 | 1 |
| *Convolvulaceae* | kassitapulised | 1 | 3 | 1 |
| *Cyperaceae* | lõikheinalised | 1 | 1 | 1 |
| *Dipsacaceae* | uniohakalised | 1 | 3 | 1 |
| *Juncaceae* | loalised | 0 | 0 | 1 |
| *Linaceae* | linalised | 0 | 0 | 1 |
| *Polygalaceae* | vahulillelised | 0 | 0 | 1 |
| *Primulaceae* | nurmenukulised | 1 | 1 | 1 |
| *Urticaceae* | nõgeselised | 1 | 19 | 1 |
| *Violaceae* | kannikeselised | 1 | 36 | 1 |

Sagedasemad liigid (vähemalt 50%) rohumaaribades 2019. a olid võilill (kollektiivliigina), harilik raudrohi, harilik orashein, harilik kerahein, harilik puju, ahtalehine nurmikas, mets-harakputk, harilik hiirehernes, põldohakas, punane aruhein, harilik nurmikas ja põld-lõosilm (Lisa 48). Ida-kitsehernest kasvas ühes servas, lupiini ja tuulekaera seirealalt ei leitud. Teisi ökoloogiliselt ohtlikke võõrliike („Looduslikku tasakaalu ohustavate võõrliikide nimekiri“ (7.okt 2004, KeM määrus nr 126)) ei leitud.

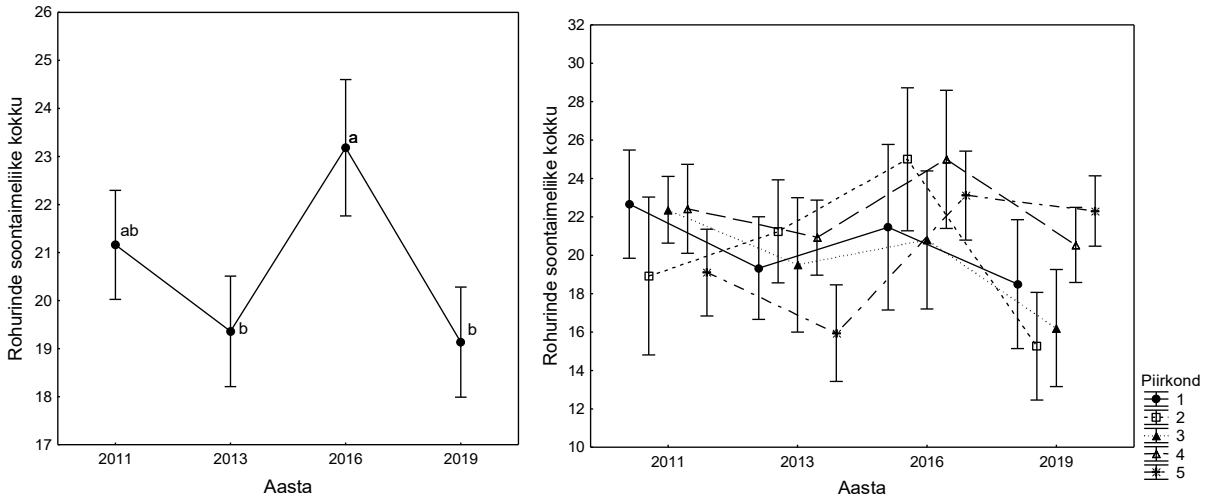
Kõigis kaheksas taimestikunäitajas toimus oluline aastate vaheline muutus.

Erinevate liigirikkust iseloomustavate mõõdikute dispersioonanalüüsi tulemustes on ühiselt oluline aastate vaheline muutus (st faktor *Aasta* peamõju mudelis) (Lisa 49). Peaaegu pooltel juhtudel on oluline ka *Piirkond* ja/või *Piirkond*Aasta* ehk nende omavaheline koosmõju (mis tähendab, et ühe faktori mõju sõltub teise faktori tasemest). Kuna ühtset mustrit on raske eristada, siis on detailsem info erinevuste kohta esitatud iga liigirikkuse alamtüübi kohta eraldi.

### Tulemused liigirikkuse indikaatorite kaupa

Üldine liigirikkus (kõik soontaimeliigid) oli 2019. a väiksem (keskmiselt registreeriti 19 liiki) kui 2016. a, ja see vähenemine oli statistilisel oluline 2013. a tasemele (Lisa 49, Joonis 85). Samas oli 2019. a liigirikkus sarnane ka 2011. a keskmisega. Seda mustrit hägustasid piiripealselt mitteolulised erinevused piirkondade vahel. Piirkonliku dünaamika erinevust põhjustab eelkõige liigirikkuse langus Põltsamaa piirkonnas 2016. aastast 2019. aastaks ja liigrikkuse tõus Elva piirkonnas 2013. ja 2016. a vahel (Lisa 50). Statistiliselt ei ole siiski piirkondliku eristumise suurenemine 2019. a toetatud, kuigi see on aimatav.

Kõigi soontaimeliikide arv varieerus aastati ning oli 2016. a oluliselt kõrgem kui 2013. ja 2019. a.

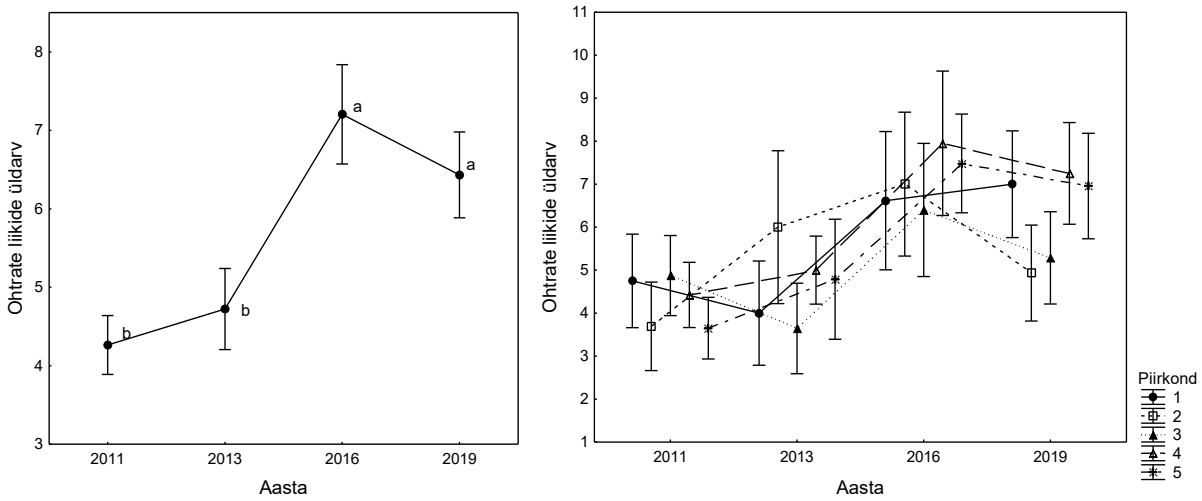



Joonis 85. Üldine liigirikkus aastati ja piirkonniti

Piirkonnad: 1) Koeru, 2) Põltsamaa, 3) Palamuse, 4) Vara ja 5) Elva. Joonisel on esitatud keskmine 95%-usalduspiiridega. Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi. Paarikaupa võrdlustestis ei kajastunud piirkonna peamõju omavaheliste erinevustena. Aasta sees piirkonniti olulised erinevused puuduvad, kuid esinevad olulised erinevused piirkondade sees aastati (Lisa 50).

Kõigi ohtrate liikide liigirikkus säilis 2016. a tasemel ja kõrgemana kui 2011. ja 2013. a (Joonis 86, Lisa 51). Piirkondlikud eripärad ei ole statistiliselt olulised, kuigi erinevuste olulisustõenäosused olid suhteliselt piiripealsed (Lisa 49).

Ohtrate liikide arv oli viimasel kahel seireaastal oluliselt kõrgem kui kahel esimesel seireaastal.

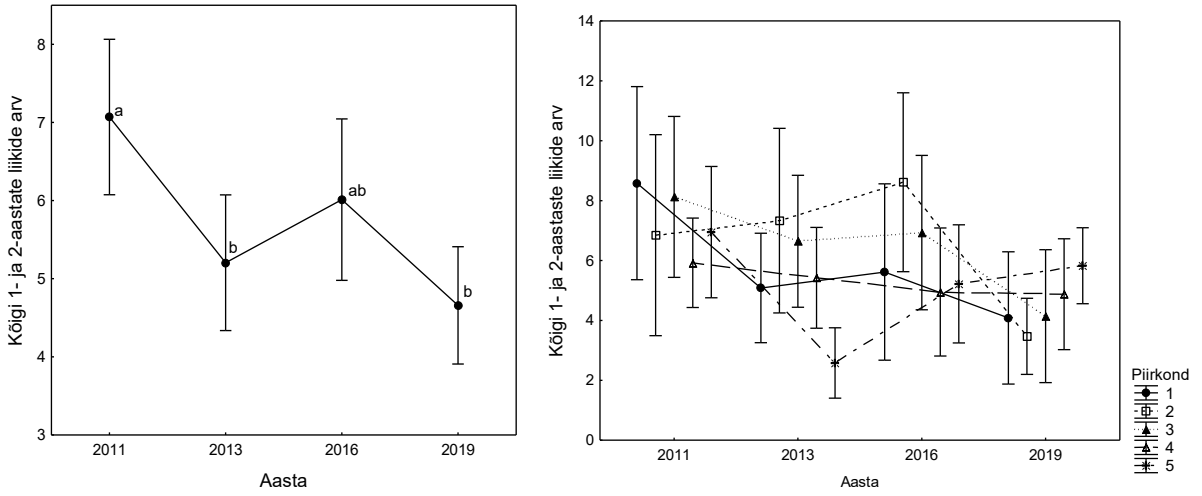



Joonis 86. Ohtrate liikide liigirikkus aastati ja piirkonniti

Piirkonnad: 1) Koeru, 2) Põltsamaa, 3) Palamuse, 4) Vara ja 5) Elva. Joonisel on esitatud keskmine 95%-usalduspiiridega. Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi. Aastate sees piirkonniti olulised erinevused puuduvad, kuid esinevad olulised erinevused piirkondade sees aastati (Lisa 51).

Ühe- ja kaheaastaste liikide arvus toimus pärast 2011. a järsk langus, misjärel seis stabiliseerus ning oli püsivalt madalam.

Ühe-ja kaheaastaste liikide liigirikkus jätkas 2019. a lühiealiste liikide liigirikkuse vähenemist (Lisa 49, Joonis 87), kuigi oluline erinevus on vaid võrreldes 2011. a tasemega. Seega võiks tulemust defineerida kui seisundi stabiliseerumine peale 2013. a liigirikkuse langust võrreldes 2011. aastaga. Seda üldist muutust toetab piirkondade sarnasus (Lisa 52).

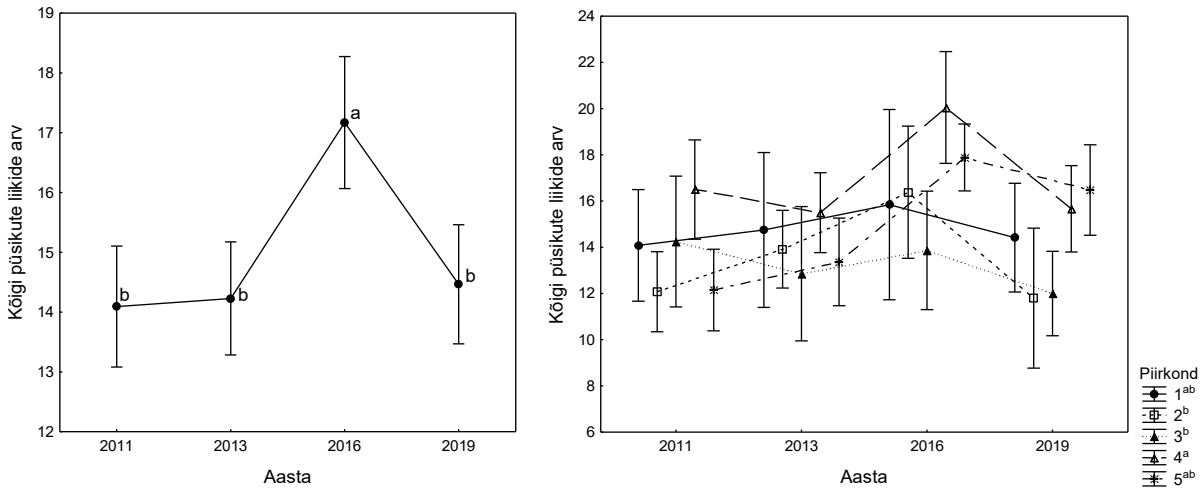



Joonis 87. Ühe- ja kaheaastaste liikide liigirikkus aastati ja piirkonniti

Piirkonnad: 1) Koeru, 2) Põltsamaa, 3) Palamuse, 4) Vara ja 5) Elva. Joonisel on esitatud keskmine 95%-usalduspiiridega. Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi. Aastate sees piirkonniti ning piirkondade sees aastati olulised erinevused puuduvad (Lisa 52).

Püsikute ehk mitmeaastaste rohttaimede liigirikkus langes vahepealsest kõrgemast seisust 2016. a tagasi 2011. ja 2013. a tasemele (Joonis 88, Lisa 49, Lisa 53). Erinevusi oli ka piirkondade vahel üldiselt, peamiselt küll sellepärast, et 2016. a oli püsikute liigirikkus veidi suurem Vara ja Elva piirkonnas.

Püsikute liikide arv oli 2016. a oluliselt kõrgem kui esimesel kahel seireaastal, kuid 2019. a langes jälle 2011. ja 2013. a tasemele.

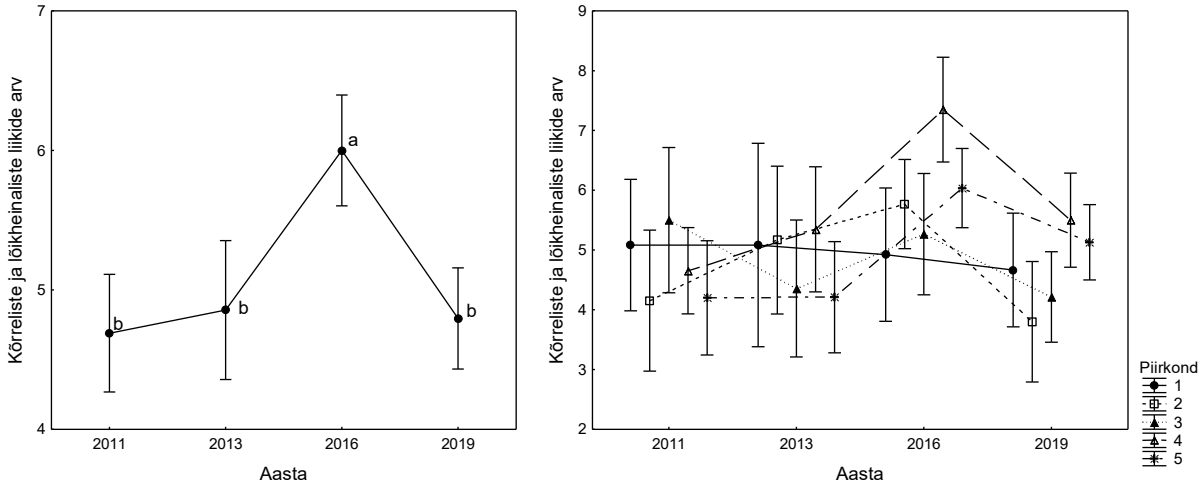



Joonis 88. Püsikute liigirikkus aastati ja piirkonniti

Piirkonnad: 1) Koeru, 2) Põltsamaa, 3) Palamuse, 4) Vara ja 5) Elva. Joonisel on esitatud keskmine 95%-usalduspiiridega. Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi. Tähised legendis märgistavad piirkonna peamõju. Aastate sees leidub piirkonniti oluline erinevus, kuid piirkonna sees olulisi erinevusi aastati mitte (Lisa 53).

Graminoidide liikide arv oli 2016. a oluliselt kõrgem kui esimesel kahel seireaastal, kuid 2019. a langes jälle 2011. ja 2013. a tasemele.

Kõrreliste ja lõikeheinaliste ehk ühendatult graminoidide liigirikkus erines peamiselt 2016. a ja teiste aastate vahel: 2019. a oli toimunud liigirikkuse tagasilangus varasemale tasemele (Joonis 89, Lisa 49, Lisa 54). See vahepealne hüpe on rõhutatud 2016. a Vara piirkonnast leitud suurema graminoidide liikide arvuna.

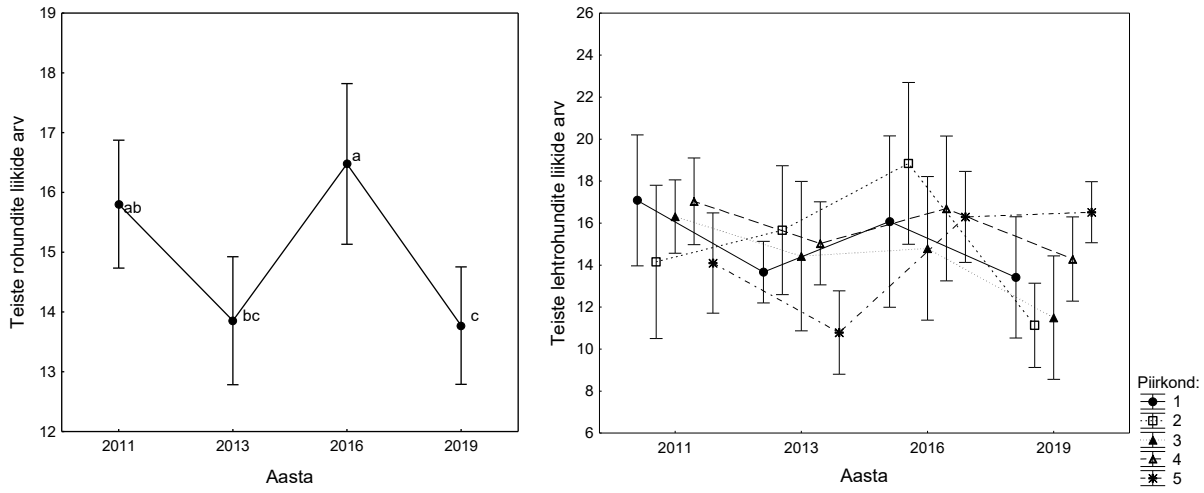



Joonis 89. Graminoidide (kõrreliste ja lõikheinaliste) liigirikkus aastati ja piirkonniti

Piirkonnad: 1) Koeru, 2) Põltsamaa, 3) Palamuse, 4) Vara ja 5) Elva. Joonisel on esitatud keskmine 95%-usalduspiiridega. Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi. Paarikaupa võrdlustestis ei kajastunud piirkonna peamõju omavaheliste erinevustena. Aastate sees piirkonniti olulised erinevused puuduvad, kuid esineb üks oluline erinevus piirkonna sees aastati (Lisa 54).

Rohundite liigirikkus on aastate vahel kõikunud, olles 2019. a jälle sama madala väärtusega nagu aastal 2013 (Lisa 49, Joonis 90). Mudel leidis statistiliselt olulise mõju ka aasta koosmõjul piirkonnaga, kuid mitmene võrdlus viitas vaid liigirikkuse langusele 2016. ja 2019. a vahel Põltsamaa piirkonnas (Lisa 55).

Rohundite liikide arv varieerus aastati ning oli 2019. a jälle sama madal nagu 2013. a ning oluliselt madalam kui 2011. ja 2016. a.

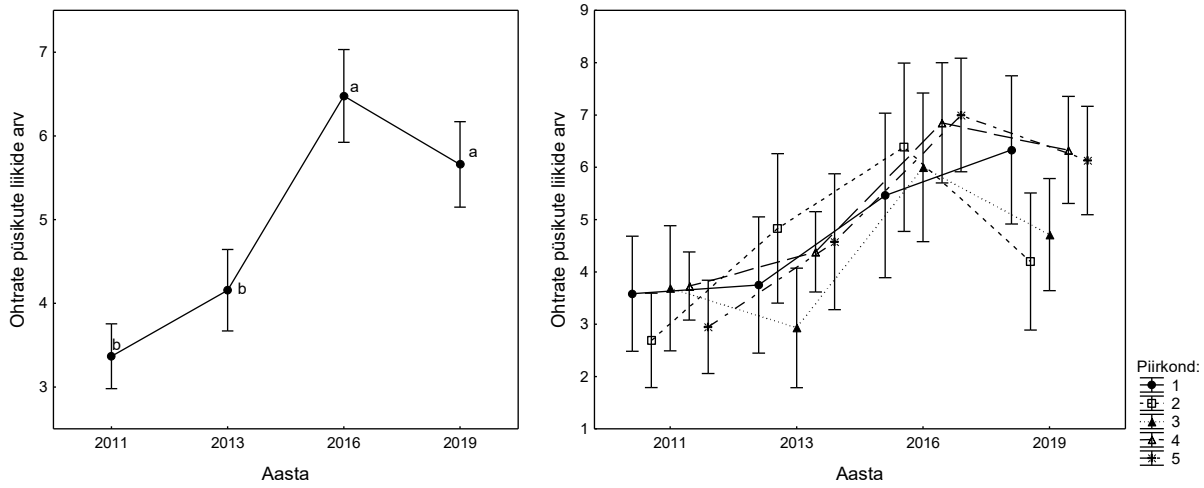



Joonis 90. Rohundite liigirikkus aastati ja piirkonniti

Piirkonnad: 1) Koeru, 2) Põltsamaa, 3) Palamuse, 4) Vara ja 5) Elva. Joonisel on esitatud keskmine 95%-usalduspiiridega. Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi. Aastate sees piirkonniti olulised erinevused puuduvad, kuid esineb üks oluline erinevus piirkonna sees aastati (Lisa 55).

Rohumaaribade toetuse tähtsaim liigirikkuse indikaator, ohtrate püsikute liigirikkus (ohtrushinne ≥ 2), on jäänud 2016. a tasemele (Lisa 49, Joonis 91). Piirkondade sees toimus analoogne muutus üldise trendiga (Lisa 56).

Ohtrate püsikute liikide arv oli viimasel kahel seireaastal oluliselt kõrgem kui kahel esimesel seireaastal.

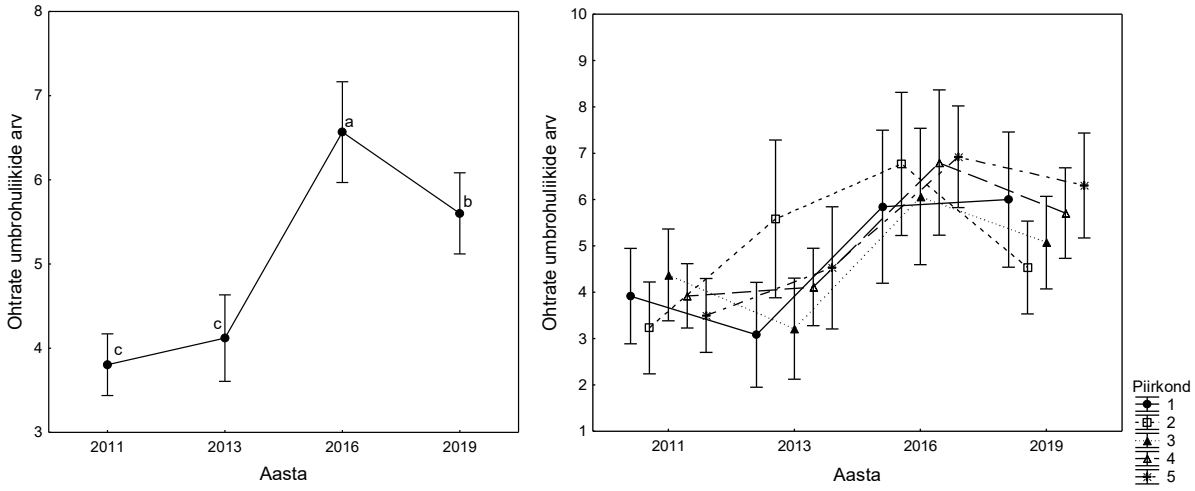



Joonis 91. Ohtrate püsikute liigirikkus aastati ja piirkonniti

Piirkonnad: 1) Koeru, 2) Põltsamaa, 3) Palamuse, 4) Vara ja 5) Elva. Joonisel on esitatud keskmine 95%-usalduspiiridega. Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi. Aastate sees piirkonniti olulised erinevused puuduvad, kuid esinevad olulised erinevused piirkondade sees aastati (Lisa 56).

Ohtrate umbrohuliikide arv oli kõrgeim 2016. a ning 2019. a langes oluliselt, kuid jäi siiski oluliselt kõrgemaks kui 2011. ja 2013. a, mil see oli väga madal.

Ohtrate umbrohtude liigirikkus (ohtrushinne ≥ 2) on langenud 2016. a tasemest varasemate aastate suunas, kuid üldpildis on 2019. a seis kõrgem kui algusaastatel (Lisa 49, Joonis 92). Piirkondade sees toimus analoogne muutus üldise trendiga, v.a. väikese eristumisega Põltsamaal (Lisa 57).




Joonis 92. Ohtrate umbrohtude liigirikkus aastati ja piirkonniti

Piirkonnad: 1) Koeru, 2) Põltsamaa, 3) Palamuse, 4) Vara ja 5) Elva. Joonisel on esitatud keskmine 95%-usalduspiiridega. Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi. Aastate sees piirkonniti olulised erinevused puuduvad, kuid esinevad olulised erinevused piirkondade sees aastati (Lisa 57).

Ökoloogiline vastavus, et rohumaariba koosneks vähemalt kolmest ökoloogiliselt märkimisväärse ohtrusega püsiku (mitmeaastasest) liigist, mille seas oleks vähemalt üks õitsev lehtrohundiliik, on alates 2011. a olenemata toetustüübist jätkuvalt suurenenud ning saavutanud 2019. a 96,6% seiratud rohumaaribadest (aasta peamõju $p<0,001$) (Tabel 14). Olgu siinkohal rõhutatud, et see protsent kajastab taimekoosluse koosseisu vastavust rohumaariba miinimumnõuetele, lugedes ohtraks liiki, mille katvus on peaaegu 5% või liiki esindavad mõned suuremad taimed. Statistiliselt olulise trendina ei ole ökoloogilise vastavuse suurenemine piirkondade vahel erinev (piirkonna peamõju ning piirkonna ja aasta koosmõju p väärtused on suuremad kui 0,86).

2019. a vastas 97% seiratud rohumaaribadest nõudele, et see koosneks vähemalt kolmest ohtrast püsikuliigist, millest vähemalt üks oleks lehtrohundiliik.

Tabel 14. Ökoloogilisele definitsioonile vastavate rohumaaribade arv ja osakaal aastas

| Vastavus | 2011 | 2013 | 2016 | 2019 | Kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| ei | 34 | 28 | 8 | 3 | **73** |
| jah | 53 | 55 | 80 | 85 | **273** |
| **Kokku** | **87** | **83** | **88** | **88** | **346** |
| **Vastavus%** | **60,9** | **66,3** | **90,9** | **96,6** | **78,9** |

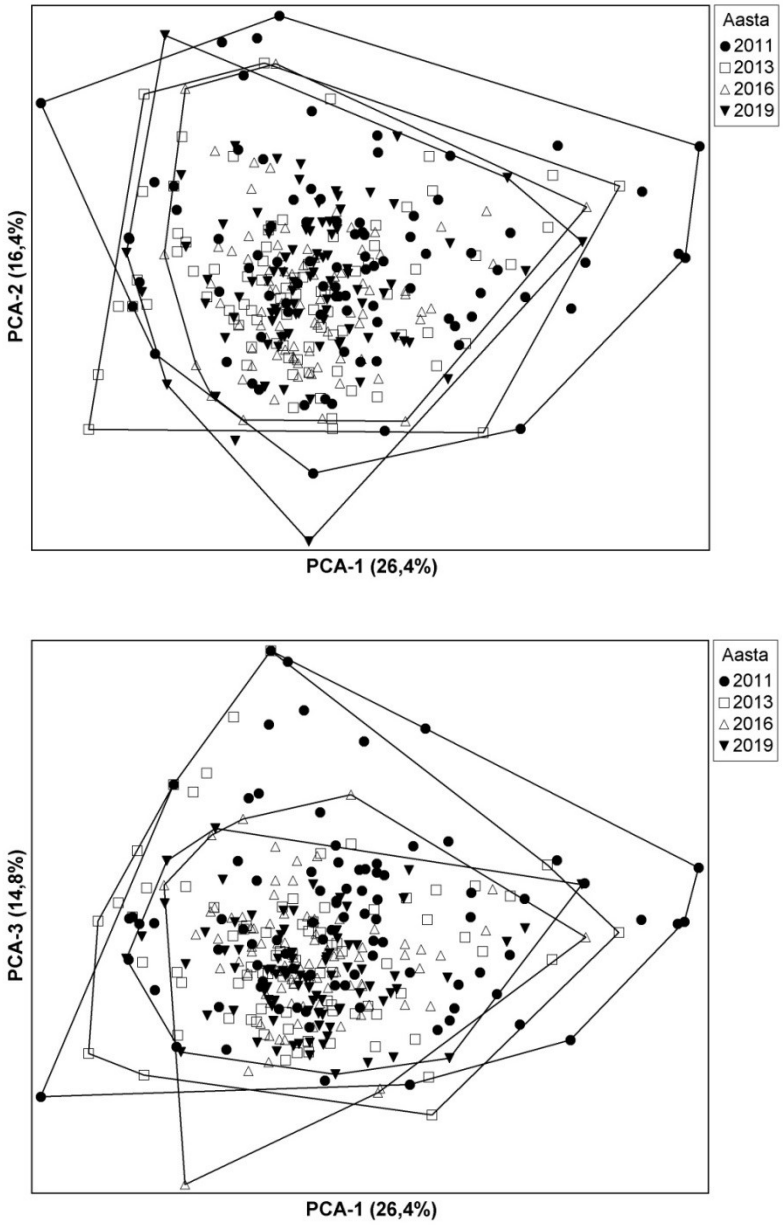
### Taimede funktsionaalsete tunnuste jaotus

Rohumaaribade ohtrate liikide tunnusmustri koosseis oli üle aastate ühetaoline. Samas võib siiski täheldada mõningast saransuse suurenemist seirekohtade vahel.

Rohumaaribade ohtrate liikide tunnusmustri koosseis on säilinud ühetaoline üle aastate, millele viitab alade punktiparvede kattumine ordinatsioonipildil (Joonis 93). Samas võib just esimese ja kolmanda telje vaates näha, et proovipunktide parve ulatus on aasta aastalt veidi kompaktsem. Punktiparve koondumine viitab teatavale sarnasuse suurenemisele seirekohtade vahel. Sama ordinatsioonigraafik, kus seirekohad on klassifitseeritud miinimumnõuetele vastavuse järgi (Joonis 94), osundab, et just nõuetele mittevastavad rohumaaribad paiknevad ordinatsioonipilve servaaladel ehk on teistest rohkem eristuva tunnuskoosseisuga. Seega just nõuetele mittevastavate servade funktsionaalne seisund on aasta-aastalt paranenud.

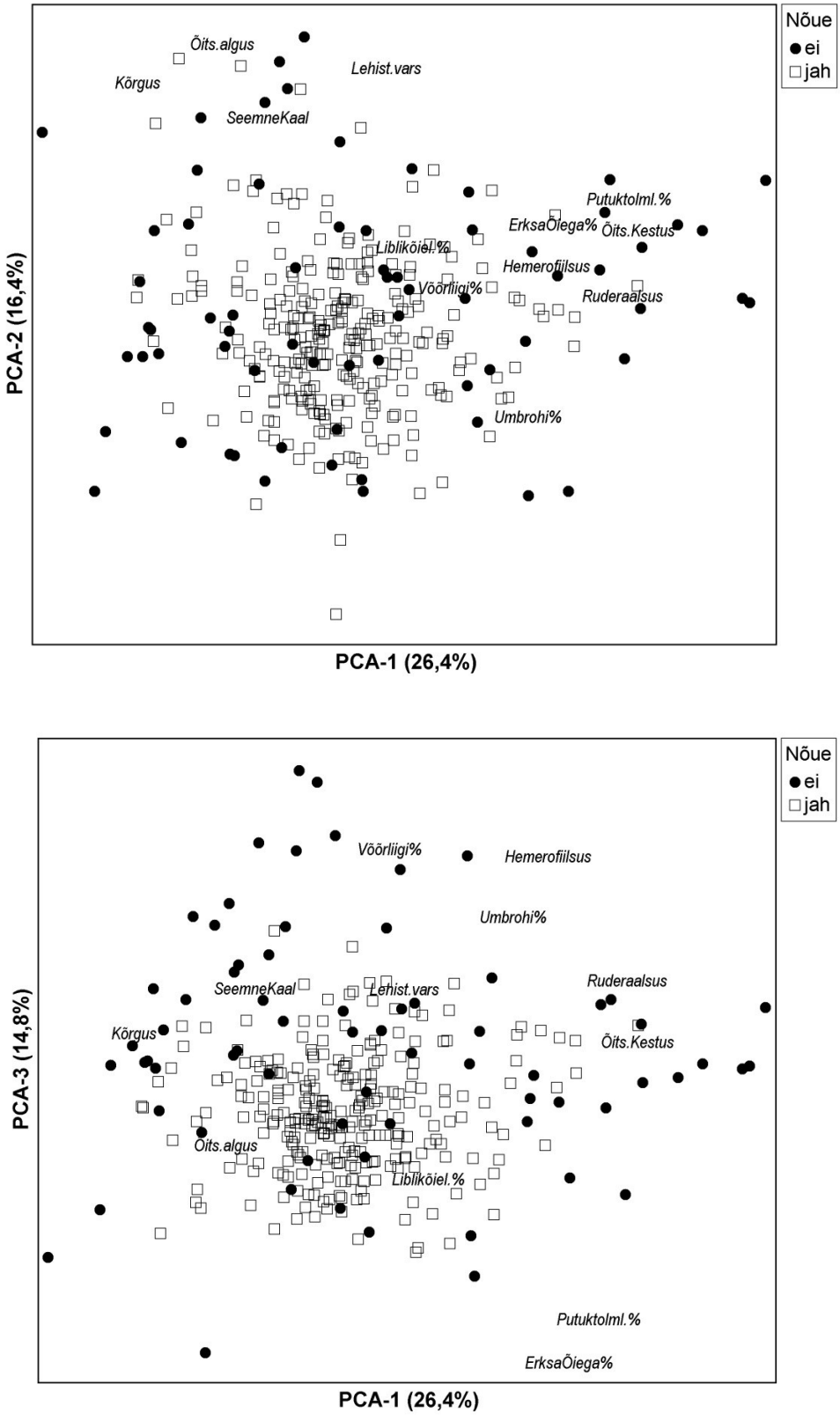
Tunnused jaotuvad kahte rohkem seotud rühma (Joonis 94). Esimene tunnuste rühm paigutub ordinatsiooni esimese teljega paremasse otsa. See tunnuste gradient piki esimest telge iseloomustab osakaalu muutust putuktolmeldavatest, erksavärviliste õitega ja kaua õitsevatest liikidest, mis on samaaegselt ka inimkaaslejad (hemerofiilsed) ruderaalid[22]. Teise telje ülemises otsas paiknevad taimede tunnused nagu hiline õitsemine, lehistunud varrega kõrgekasvulisus ja suured seemned ehk teise teljega seostub taimede kõrguskasv ja sellega seotud tunnused. Kolmas telg aga lööb lahku esimese telje järgi kooskäituvad erksa õiega putuktolmlejad ning inimkaaslejad ja võõrliigid (nende tsentroidid paiknevad telgede eri otstes) – see viitab, et kuigi üldpildis on õiteteenus ja inimkaaslevus rohumaaribade kooslustes sarnaselt käituvad omadused, on neil ka omapärad, kuid seda vaid üldisemaid trende eelnevalt arvesse võttes.

[22] Ruderaaltaimed on kiirekasvulised ja tõhusa seemnelise uuenemisega taimed, mis kiiresti asustavad taimkattest vabanenud kasvukohti




Joonis 93. Ohtrate taimede tunnuste koosseisu järgi ordineeritud rohumaaribad

Välja on jäetud erindina käituv 2016. aasta seirepunkt S099, milles oli registreeritud vaid üks ohter liik.



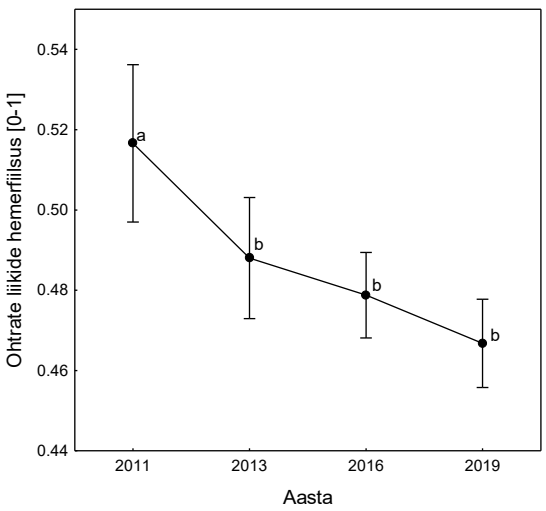

Joonis 94. Ohtrate taimede tunnuste tsentroidide paigutumine 1-2- ja 1-3-teljestiku ruumis, kus rohumaaribad on klassifitseeritud taimestiku koosseisu nõude täitmise järgi

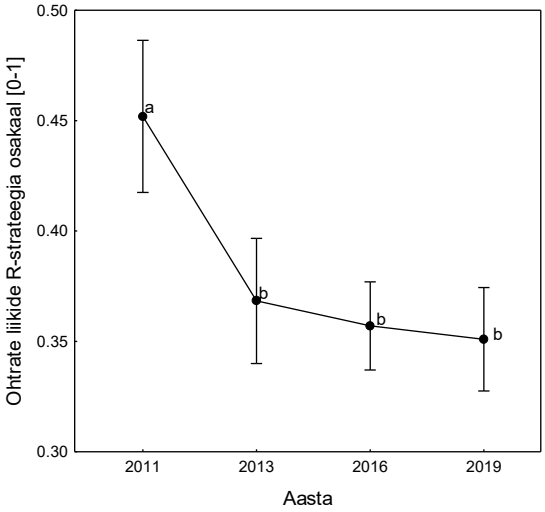
Taimkatte funktsionaalse kvaliteedi paranemisele ja inimtegevuse lembuse vähenemisele viitavad hemerofiilsus- ja ruderaalsusindeksi vähenemine ning ka võõrliikide osakaalu vähenemine.

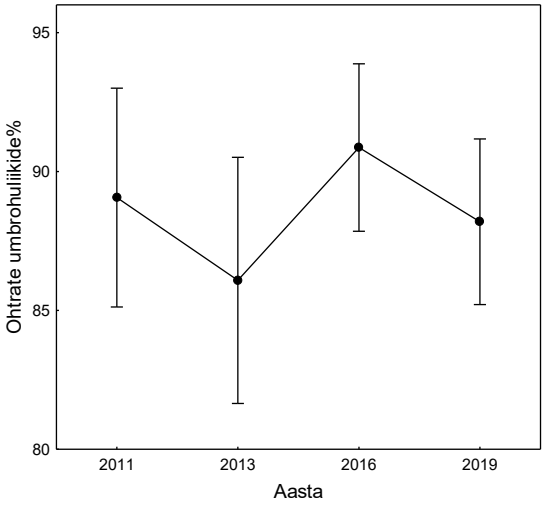
Koosluste funktsionaalseid tunnuseid ühekaupa analüüsides on näha, et muutused on aastati toimunud viiel tunnusel (Joonis 95, Lisa 58, Lisa 59). Taimkatte funktsionaalse kvaliteedi paranemisele ja inimtegevuse lembuse vähenemisele viitavad hemerofiilsusindeksi ja ruderaalsusindeksi väärtuste vähenemine ning ka võõrliikide osakaalu langus. Nende kolme tunnuse väärtused olid suhteliselt madalad juba 2011. a (see viitab ribade koosluse umbrohuvaesusele), misjärel langesid veelgi ja toimus olukorra kiire stabiliseerumine. Siiski, ohtrate liikide seas valdavad umbrohud (läbi aastate 85-90%). Eelneva kolme indeksi järgi on aga näha, et tegu on valdavalt looduskoosluste või poollooduslike kooslustega seotud laia ökoloogilise niššiga liikidega ehk generalistitega – seega ei ole tegu klassikaliste inimtegevust vajavate umbrohtudega vaid inimtegevust taluvate liikidega. Ohtrate ja ökoloogiliselt ohtlike võõrliikide sagedus on väike, reaalselt kirjeldatud vaid ühe-kahe rohumaariba seirealas.

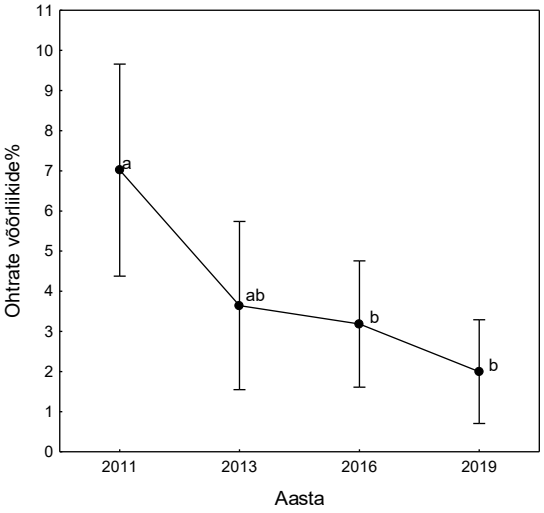
Ohtrate liikide õtisemise kestvus oli 2013., 2016. ja 2019. a oluliselt madalam kui 2011. a.

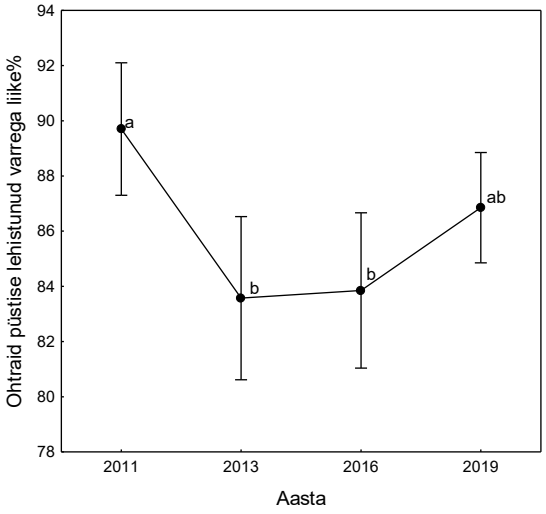
Taimeliikide potentsiaalne kasvukõrgus ei ole aastate jooksul oluliselt muutunud, samas püstise lehistunud varrega liikide osakaal kõigub üle aastate. Liikide õitsemise algusaeg ei ole aja jooksul muutnud, küll aga on stabiliseerunud õitsemise kestvus 2011. aastast madalamal tasemel. Olulisi muutusi ei ole toimunud putkuktolmeldatavate ja eredavärviliste õitega taimeliikide osakaalus, kuigi võib aimata väikest kasvutrendi alates 2013. a. Muutuseid ei ole toimunud ka liikide keskmises seemnete kaalus ega liblikõieliste osakaalus (Joonis 95).

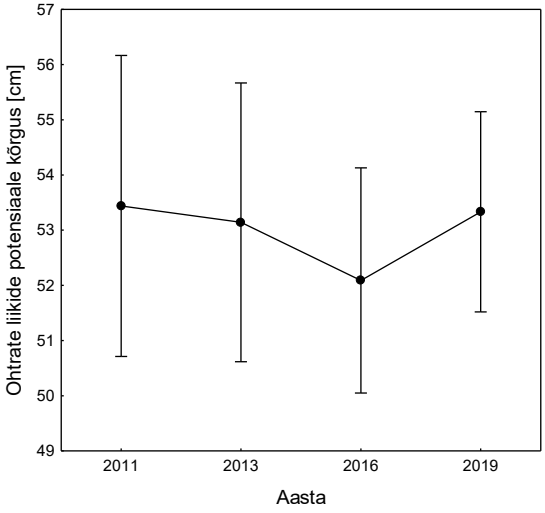

Ohtrate liikide hemerfiilsus [0-1]
0.54
0.52
0.50
0.48
0.46
0.44
a
b
b
b
2011
2013
2016
2019
Aasta

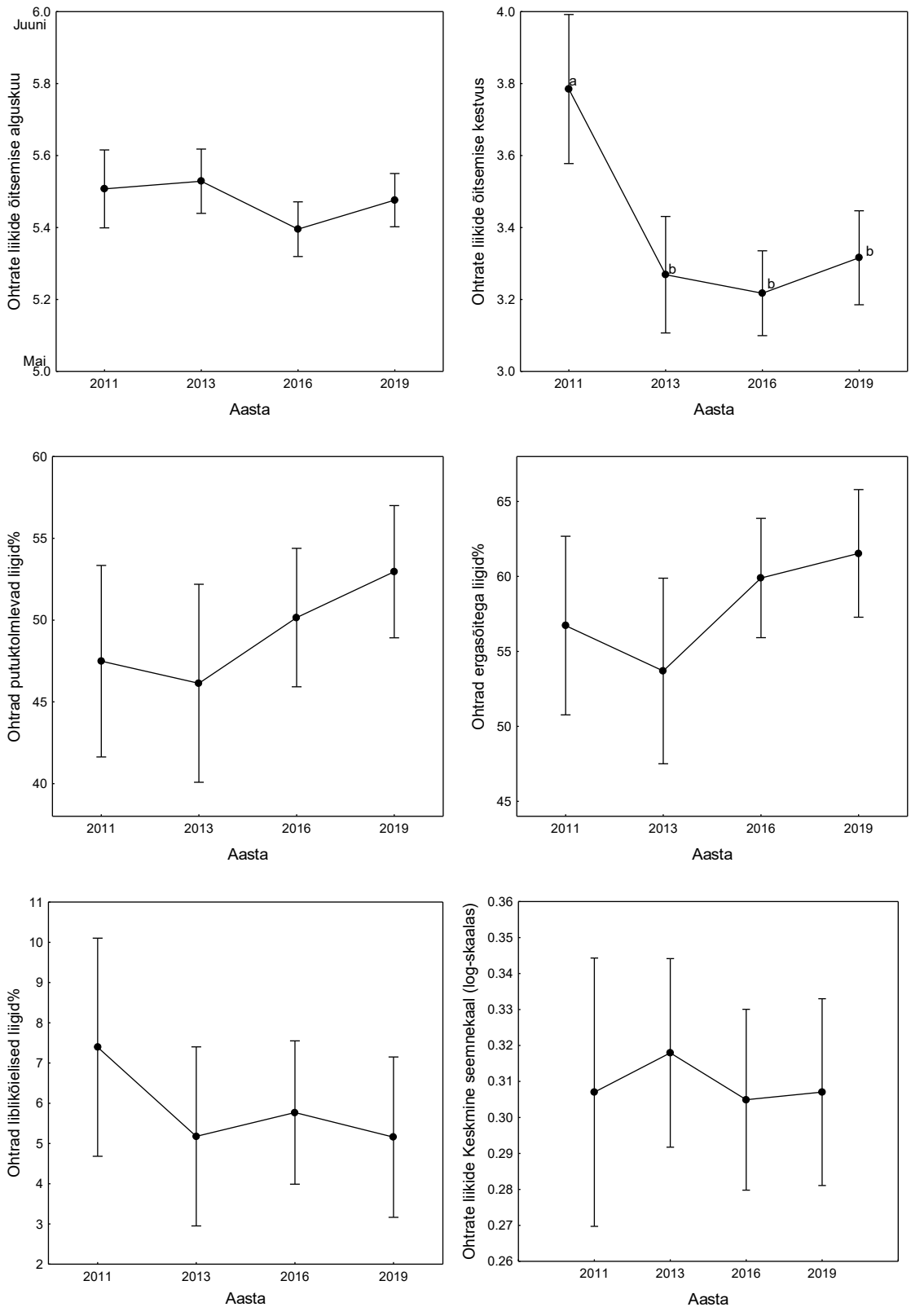

Ohtrate liikide R-strateegia osakaal [0-1]
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
a
b
b
b
2011
2013
2016
2019
Aasta


Ohtrate umbrohuliikide%
95
90
85
80
2011
2013
2016
2019
Aasta


Ohtrate võõriliikide%
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
a
ab
b
b
2011
2013
2016
2019
Aasta


Ohtraid püstise lehistunud varrega liike%
94
92
90
88
86
84
82
80
78
a
b
b
ab
2011
2013
2016
2019
Aasta


Ohtrate liikide potensiaale kõrgus [cm]
57
56
55
54
53
52
51
50
49
2011
2013
2016
2019
Aasta




Joonis 95. Taimede funktsionaalsete tunnuste väärtuste keskmised aastati koos 95%-usalduspiiridega

Sarnased tähed tähistavad sarnase keskväärtusega rühmi.

### 3.3.3. Arutelu

#### Rohumaaribade taimestiku uuringu seirevalim

Rohumaaribasid on seiratud nüüdseks üheksa-aastase perioodi jooksul neli korda (2011., 2013., 2016. ja 2019. a). Selle aja jooksul on muutunud rohumaaribasid nõudvad toetusskeemid ning on toimunud paljude algses valimis olnud ribade väljalangemine. MAK 2014-2020 raames taotlesid jätkuvalt KSM toetust 37 seni seirevalimis olnud rohumaariba põllu kasutajat. Seire mahu säilitamiseks on igal aastal juurde võetud uusi seirekohti. 2016. a oli eesmärk vähemalt 50 KSM kohustusega põllu rohumaariba kuulumine seiresse, kuid ebaselge kasutusega servade puhverdamiseks sai igaks juhuks kirjeldatud rohkem kohti – kokku 64 KSM riba. Neile jäi veel lisaks 24 rohumaariba, mille põldudel enam ribakohustust ei olnud, kuid tundus, et rohumaariba on vähemalt osaliselt säilinud. Kui 2016. a oli veel lootus osade varem loodud ribade säilimisele lootuses, et tootjad on mõistnud nende olulisust, siis 2019. aastaks oli selge, et seda ei olnud juhtunud ning enamus mitte-KSM põldude servadest olid muudetud uuesti põllumaaks. Võib arvata, et enamus neist 24-st ebaselge staatusega rohumaaribadest olid juba 2016. a kultuuri külviga, kuid rohumaariba taimed olid neist üle kasvanud ja jätsid sellepärast mulje rohuriba säilimisest. Mitte-KSM rohumaaribadest oli 2019. aastaks säilinud vaid kaheksa rohumaariba mahepõldude servades, kuid ka nende puhul võis põhjuseks olla pigem põlluserva struktuursus, näiteks elektriliinide või kuivendussüsteemide paiknemine serva lähedal. 2019. a tuli seirevalimis välja vahetada ka need KSM rohumaaribad, mis olid saanud vahepeal kahjustada või oli põllumaal olev osa tehtud kitsamaks kui proovivõtuks vajalik 1 m. Viimaste puhul vastas rohumaariba üldine laius nõuetele, aga see koosnes peamiselt kas püsiva taimestikuga teetammi/-nõlva osast või kraavist. Sellepärast tuleb seire edasisel planeerimisel arvestada ribade paratamatu väljalangemisega maakasutuse või maakasutaja arusaamade muutuste tõttu või põlluserva struktuuri muutuse tõttu (teede või kraavide rajamine või laiendamine). Üldiselt oleks soovitav edasise seirevalimi moodustamisel keskenduda juhusliku valimi kasutamise põhimõttele.

Enamus rohumaaribasid, millele MAK 2014-2020 raames enam riba kohustust ei kehtinud (24 riba), muudeti uuesti põllumaaks.

Juba 2016. aastal sai järeldatud, et edasine rohumaaribade meetme toimimise seire saab keskenduda paratamatult vaid üldistele ajalistele muutustele, arvestamata rajamismetoodikat (külvatud või sööti jäetud) või põllu toetusskeemi ajalugu. Nii ka 2019. a toimiti, st ei hinnatud enam rohumaariba rajamistüüpi ja keskenduti vaid KSM põldude rohumaaribadele. Need vähesed kaheksa mahepõllumajanduse toetusega põllu serva, mis on veel jäänud seirevalimisse algse valimi loomise põhimõtete säilitamise tõttu, võiks järgmistel aastatel välja vahetada vaid rohumaariba kohustusega põldude vastu, sest need säilinud ei esinda enam meetme toimimist vaid pigem iseloomustavad kohalikke olusid.

#### Rohumaaribade taimestiku liigilised ja funktsionaalsed omadused

Kuigi juba 2016. a vastasid enamus seiratud rohumaaribasid ökoloogilise funktsionaalsuse miinimumnõuetele, ei ole funktsionaalsete tunnuste kooseisu areng toimunud loodetud kiirusega.

Toetusskeemide eesmärk oli toetada põlluservade ökoloogilise funktsionaalsuse paranemist ja tugibiotoobi kujunemist. Juba 2016. aastaks olid enamus ribade koosluseid arenenud miinimumnõuetele vastavaks, st et seal kasvas mitu ohtrat püsiku liiki ja vähemalt üks neist oli lehtrohundist õistaim. Liigiliste ja funktsionaalsete tunnuste koosseisu areng ei ole aga toimunud loodetud kiirusega, sest enamus tunnuseid on olnud stabiilsed kogu seireperioodi vältel või vähemalt 2013. aastast. Isegi kui trende võiks märgata, siis varieeruvus ribade vahel on jätkuvalt suurem kui üldised muutused. Põhjuseks võib olla ka rohumaariba põllupoolse osa suurem häiritus. Juba 2016. a ning ka 2019. a võis täheldada, et mõnede rohumaaribade taimekooslus oli osaliselt häiritud. Kui isegi enamus maakasutajaid on käitunud rohumaaribade hooldamisel suhteliselt korrektselt ning nendega külgneval põllul järginud toetusmäärusega ettenähtud majandamise eeskirju (soovitus rohumaaribadel taimekaitsevahendeid mitte kasutada ja nõutud viljavaheldus), siis aeg-ajalt võis täheldada kaudseid märke eeskirjadest kõrvalekaldumisest (tahtlikkust siiski väita

ei saa). Mõnel juhul olid häiringu tunnused selgemad kevadel alade eelvaliku ajal ja teistel juhtudel suvel põhiseire ajal. Lisaks võiks arvata, et uuritud tunnuste suur varieeruvus on tingitud ka lokaalsetest iseärasustest nagu mullatingimused või põllul kasvav või varem kasvatatud kultuur. Samamoodi aeglustab rohuribades kõrgekvaliteedilise taimekoosluse arengut rohumaaribade isoleeritus looduslike liikide allikakooslustest või looduskoosluste puudumine suurepinnaliste põllumaadega maastikus. Sellele viitasid ka 2013. ja 2016. a seire tulemused, kus mahepõldude servades olid algusest peale liigirikkamad kooslused ning kontrast teiste toetustüüpide põldudega ajas ei suurenenud. Kevadise eelvaatluse ajal võis märgata ka varakevadist rohumaaribade niitmist (võimalik et võililledе seemnetootmise vähendamiseks), mis omakorda võib maha suruda ka mõnede teiste rohumaariba asustavate liikide arengut. Kõik mainitud tegurid kokku põhjustatavad suhteliselt inimkaasleva ja heinamaailmelise liigikomplekti püsimist rohumaaribas.

Rohumaaribade kõrgekvaliteedilise taimekoosluse arengut aeglustab rohumaaribade isoleeritus looduslike liikide allikaskooslustest või looduskoosluste puudumine suurepinnaliste põllumaadega maastikus.

Regionaalsetest eripäradest tingitud rohumaaribade koosluste liikide arvu erinevus ning erinev käitumine oli samamoodi statistilises vaates säilinud ning oli ka märke piirkondade eripärade võimendumisest, kuid selgeid trende siiski ei ilmnenud. Piirkondlike erisuste täpsemaid põhjuseid ei ole võimalik üheselt defineerida, kuid põhjusteks võiksid olla nii maakasutuse ajaloolised eripärad, reljeefi ja mullaomaduste eripärad, kui ka tootjate maakasutuse metoodikate piirkondlikud erinevused jpm. Kuid just sellepärast saigi võrgustik loodud alampiirkondadena, et paremini tagada Eestisisest varieerumist rohumaaribade seisundi seirel.

Üheksa-aastase perioodi jooksul võiks oodata taimekoosluses juba positiivseid muutusi, kuid seda ei ole juhtunud. Paljud funktsionaalsed tunnused on olnud aastaid samal tasemel või stabiliseerunud alates 2013. a.

Loodusliku taimekoosluse muutuste uurimisel on üheksa aastat periood, mille jooksul võiks juba oodata mõningaid sisukaid (ja positiivseid) muutusi. Kui juba 2016. a hakkasid ilmnema muutused erinevates taimekoosluste näitajates, siis järgmised kolm aastat ei ole seda täiel määral toetanud. 2019. a võis pigem näha kas stabilisatsiooni või tagasimineku märke. Näiteks ohtrate liikide arv on jäänud samaks või veidi vähenenud võrreldes 2016. aastaga, samas kui üldine liigirikkus on langenud tagasi algusaegade tasemele. Paljud funktsionaalsed tunnused on olnud aastaid samal tasemel või stabiliseerunud alates 2013. aastast. Üldine liikide arvu vähenemine saab seega olla toimunud peamiselt harvade liikide kadumise tõttu, olgu nad lühiealised või püsikud, kõrrelised või leht-rohundid.

Vaatamata sellele, et ohtrate umbrohtude liigirikkus on kahe viimase seiretsükli jooksul kasvanud ja umbrohtude osakaal ohtrate liikide seas püsinud üllatavalt kõrge, on rohumaaribade valdav liigiline koosseis ootamatult madala ruderaalsusastmega juba algusest peale, keskmiselt 0,4-0,5 palli üldises skaalavahemikus 0-st 1-ni. Ka inimkaaslevuse indeks (hemerofiilsus) viitab pigem inimtegevuse taluvusele (väärtus ca 0,5 skaalavahemikus 0-st 1-ni) kui inimtegevusest otsesele sõltuvusele (klassikalised üheaastased umbrohud). Lühiealiste liikide liigirikkus on samaaegselt püsinud samal tasemel eelnevate seireaastatega või veidi langenud – järelikult peab olema tegu püsikutest põlluumbrohtude osakaalu kasvuga. Seega on umbrohtudeks peetavad liigid pigem generalist-ökoloogiaga rohundid nagu on seda harilik raudrohi ja harilik hiirehernes ning heintaimedest kerahein, nurmikad ja aruheinad. Oluline olgu märkida, et inimpelgliku koosluse kujunemist ei saa loota, sest ka poollooduslikku rohumaa liigid on inimtegevusest ehk niitmisest/karjatamisest sõltuvuses.

Rohumaaribade liigiline koosseis on olnud ootamatult madala umbrohustiilis kasvustrateegiaga ja inimtegevusest otseselt sõltuvate liikide osakaaluga.

Umbes pooled ohtrad liigid on putuktolmeldatavad ja erksavärviliste õitega ning nende potentsiaalse õitsemise kestus on päris pikk (keskmiselt üle kolme kuu), mis viitab tolmeldajaid üldiselt toetavale teenusele.

Umbes pooled ohtrad liigid on putuktolmeldatavad ja erksavärviliste õitega ning nende potentsiaalse õitsemise kestus on päris pikk (keskmiselt üle kolme kuu), mis viitab tolmeldajaid üldiselt toetavale teenusele. Rohumaaribade ökoloogiliseks ülesandeks ei ole olnudki niivõrd kasvukohanõudlike rohttaimede liigirikkuse toetamine, kui pigem põlluservade ökoloogilise funktsionaalsuse parendamine, eelkõige pidades silmas biotõrjes osalevaid lülijalgseid ja tolmeldajaid. Selles mõttes ei ole olukord soovitavas suunas oluliselt muutunud. Siiski, statistiliselt mitteolulise trendina suureneb tasapisi putuktolmeldatavate taimede ja erksate õitega liikide osakaal. Kahjuks on algsest seisust 2011. a kadunud pika õitsemiskestusega liigid, kuid nende seas on tavaliselt palju umbrohtusid. Võrastiku-mikrostruktuuri loovate lehistunud varrega taimeliikide osakaal (parasitoidide ja teiste lendavate putukate varjepaiga pakkumiseks) varieerub aastate vahel – seega selget muutust ei esine. Samas ei ole toimunud liikide valikut madalama kasvuga taimeliikide suunas. Teatud mõttes võib kõrgekasvuliste rohundite domineerimine rohuriba kooslustes olla isegi kasulik, sest nende õied on suuremad (Kütt, *et al*, 2016) ja nad paistavad rohkem välja üle põllukultuuri, meelitades ligi tolmeldajaid. Ei ole toimunud ka taimeliikide valikut suuremate seemnetega liikide suunas, et paremini toita omnivoorseid lülijalgseid.

Üheks rohumaariba arengu soovitud lisasuunaks oli koosluse areng madalakasvulisemate liikide osakaalu suurenemiseks, et väheneks taimede omavaheline konkurents, millega kaasneks koosluse loomulik uuenemine ning uute liikide lisandumine. Selle suunamiseks soovitati kasutada nii niitmist kui ka külvi. Tulemust ei ole jätkuvalt märgata vaatamata liigirikkuse kasvule. Võib-olla pärsib uute liikide idanemist jätkuvalt taimkatte kõrgekasvulisus ribas. Kahjuks võis mitme rohumaariba puhul arvata, et sinna oli juurde külvatud kõrgekasvulisi heintaimi. Jätkuvalt on sagedased suurekasvulised püsikutest kõrrelised ja rohundid nagu pujud ja ohakad. Põhjuseks võib olla ka põlluserva mulla kõrge toitelisus, mis toetab kõrgekasvuliste liikide niitmisjärgset kiiret taastumist. Võiks pakkuda, et kesksuvise niitmise asemel peakski soovitama varasuvist ja hilissuvise niitmise kombinatsiooni, mis võiks pidurada kõrgekasvuliste liikide edenemist ning anda võimaluse madalamatele liikidele õitseda ja seemneid toota.

Rohumaaribadel võiks aja jooksul suureneda madalakasvulisemate liikide osakaal, kuid seda ei ole juhtunud.

Rohumaaribades oli vähe ökoloogiliselt ohtlikke võõrliike. Loodushoidlikkuse jaoks on siiski ka see vähene probleemiks. Neid on küll vaid mõni protsent kõigist liikidest ja osakaal aastatega ka langeb, kuid tundub, et niitmine ei tõrju neid põlluservadest välja. Ametlikum kontroll keskendub eelkõige üksikutele eriti ohtlikele võõrliikidele nagu tuulekaer, lupiin ja ida-kitsehernes, samas võõrliikide üldine nimekiri on märkimisväärselt pikem. Loodushoiu jaoks on pikas perspektiivis ohtlik iga naturaliseerinud võõrliik ning rohumaaribas kasvades on nad seemnete levikuallikaks ümbruskonna poollooduslikele kooslustele (näiteks võis märgata ida-kitseherne laialdast metsistumist kasutusest välja jäänud rohumaadel). Võõrliikide kohta peeti Keskkonnaministeeriumis ka andmebaasi, kuid nimekirja pikkus ei võimalda kõigi liikide jooksvat kontrollimist välioludes. Positiivseks arenguks näiteks on külvatud murusegudes kasutatud raiheina arvukuse vähenemine: 2011. a kasvas see 24, 2016. a 12 ja 2019. aastal vaid 8 rohumaaribas – põhjuseks võib olla raiheina külmatundlikkus või siis madala kasvu tõttu väike konkurentsivõimekus. Samas, ökoloogiliseks ohuks ei ole ainult võõrliigid. Paljud kultuurheina ja/või murusegude tüüpilised liigid (nt valge ristik, aasristik, erinevad kõrrelised) on esindatud kultuursortidega ja sageli on nende seemned pärit väljastpoolt Eestit – seega ökoloogilises mõistes on need võõrgenotüübid. Nende ühene tuvastamine on aga veelgi raskem.

Ökoloogiliselt ohtlikke võõrliike esineb vähe, kuid loodushoiu aspektist on ka see vähene probleemiks. Ökoloogiliseks ohuks on lisaks võõrliikidele kultuurheina ja/või murusegude seemned, mis on pärit väljaspoolt Eestit ja seega võõrgenotüübid.

Rohumaaribade taimekoosluste funktsionaalse stabiilsuse põhjuseks võib pidada tunnuste kattumist liikide vahel, viidates nende sarnasele kohanemisele keskkonnatingimustega rohumaadel ja põlluservades. Seda nimetatakse funktsionaalseks redundantsuseks (Tilman *et al*., 1994); (Peterson *et al*., 1998). Liikide funktsionaalne redundantsus põhjustab funktsionaalse koosseisu stabiilsust isegi koosluste muutumisel – st üks liik on oma omadustelt asendatav teise liigiga nii, et koosluses midagi funktsionaalselt ei muutu. Seetõttu, isegi kui rohumaaribade kooslustes on liikide arvus toimunud olulised muutused, siis redundantsuse tõttu on rohumaaribade funktsionaalne seisund olnud valdavalt muutumatu. Olukorra paranemine saab toimuda vaid funktsionaalselt väga erinevate liikide sissekülviga rohumaaribadesse.

**Soovitused seirevõrgustiku rajamise ja järgnenud kordusseirete ja täiendvalimi loomiste kogemuste põhjal**

- Rohumaariba koosluse arengut mõjutab peamiselt külvatud liikide püsimine ja täiendavate liikide lisandumine või lisamine. Liikide looduslik kättesaadavus on piiratud ümbruskonna suurte põldude tõttu ning seega on ainsaks liikide märkimisväärse lisandumise võimaluseks vaid sihilik lisakülv.
- Rohumaaribade taimkatte püsimist mõjutavad erinevad häiringud, mis tulenevad naabrusala maakasutusest, rohumaariba hooldusest, teeservahooldus jmt. Vahel toimub erinevate agrokeemiliste võtete levik põllult rohumaaribale, mis on äratuntav nii taimede kasvus kui ka koosluse koosseisus. Samas, uute liikide lisandumine vajab ka häiringuid. Seega ei saa lugeda rohumaariba kahjustusi alati negatiivseks protsessiks, kuid nende ulatus ja intensiivsus peaksid olema tagasihoidlikud.
- Vahel oli näha, et toimub ka sihilik rohumaariba kujundamine, nagu taimeliikide uuesti külv või lisakülv. Probleemseks ei saa pidada olukorda, kui rohumaariba põllupoolsesse serva külvatakse mingit öko-funktsionaalselt kasulikku liiki (näiteks ühel või kahel juhul oli külvatud rukkilille), kuid mõnel juhul tundus, et külvatud oli vaid kõrgekasvuliste kõrreliste segu nagu kultuurheinamaal (võimalik, et riba laiuse taastamiseks või riba loomiseks). Konkreetsete taustainfo ja tegevuse tõendite puudumisel ja juhtumiste harukordsuse tõttu ei saa seda täpsemalt kirjeldada ja analüüsida. Tootjatele tuleks rõhutada, et lisaks külvata tohib ja taastada tuleb, kuid külv peaks olema hõredam kui põllunorm ette näeb, et ka teised taimeliigid saaksid võimaluse rohumaariba asustamiseks.
- Külvisegudes peaks olema väiksem osakaal suurema konkurentsivõimega liikide seemneid.
- On vaja suuremat liikide arvu külvisegudesse ning kasutama peaks erineva kasvuvormiga liike.
- Alternatiivina võiks lubada rohumaaribade rajamisel kasutada mesilaste korjealadeks soovitatud liikide üksikkultuure või nende segusid. See tekitaks maakasutajates suuremat huvi ka teiste keskkonda toetavate meetmete osas ning samas suurendaks rohumaaribade ökoloogilist funktsionaalsust.
- Arusaamade arenedes tuleks Maaeluministeeriumi tasemel hakata pöörama suuremat tähelepanu meetmetele, mis toetaks Eesti looduslike liikide seemnesegude tootmist. Vaja oleks just viljakamale mullatüübile kohandatud seemnesegusid. Kodumaiste seemnete tootmise meede võiks sobida eelkõige väike-maaharijatele, kes suudaksid kohanduda suuremahulise käsitöö rakendamisele väikesepinnalistel põldudel ja liigispetsiifiliste vajaduste katmisele, kuigi, samas võivad suurmaaomanikud omada paremaid vahendeid ja ressursse uute tootmistüüpide juurutamiseks.
- Arendada koostööd erinevate ametkondadega, näiteks Maanteeametiga, mitmeliigiliste rohumaaribade segude propageerimisel teedeehitusel jmt maastikus kujundavatel planeerimistel – eelkõnelustel on olnud positiivset tagasisidet.
- 2019. a toimus aktiivne teeservade niitmine ning see toimus varakult. Selline niitmine vähendab madalakasvuliste liikide levimise võimalusi põllumaal olevasse rohumaaribasse. Kuna teehooldusel on omad eeskirjad, siis peab

otsima alternatiivseid lahendusi liikide levikuallikaks. Näiteks peaks üha enam parandama naabruses olevate püsitaimestikuga maastikuelementide seisundit (püsitaimestikuga kraavikaldad, väikesed rohumaafragmendid, metsaservad), nii hoides kooslused avatuna kui ka vältima põllukemikaalide sattumist neisse. Arvatavasti oleks vaja laiendada poollooduslike koosluste toetusmeetmeid ka inimtekkeliste (pool)avatud joonelementide hooldamiseks.

- Üha sagedamini võis märgata rohumaaribade varasuvist niidet, mida rakendati ilmselt umbrohtude seemnetoodangu ja kiirekasvuliste püsikute kasvu pidurdamiseks. Kuna on näha, et maakasutajad oskavad ise hinnata ja suunata rohumaaribade seisundit, siis võiks määrusest eemaldada niitmise kohustuse ja kuupäevad – maakasutaja rakendab niikuinii ise piirkonnale, taimekooslusele ja endale kõige sobivamat viisi.
- Arendada koostööd Keskkonnaministeeriumiga ohtlike võõrliikide tutvustamisel maakasutajatele, et nad oskaks ära tunda võõrast oma põldudel ja kiiremini reageerida ohtude eemaldamiseks.
- Toetusskeemi võiks diferentseerida, pidades silmas ökoloogiliste protsesside pikaajalisust ja toetuste finantsbaasi. Arvestades vähenevat finantsbaasi, siis kokkuhoid võiks eelkõige toimuda uute, toetusskeemiga liituvate põlluharijate arvelt, sest palju tähtsam on juba olemasolevate rohumaaribade säilitamine edasise arengu lootuses, kui uute ribade lisamine. Näiteks võiks rajamise toetus põllumassiivil olla 25% väiksem, kui teist toetustsüklit jätkavatel. Samamoodi peaks toetuste arvutamisel arvestama iga KSM põllumassiivi naabruskasutust – analoogse või mahedama kasutusega naabruse olemasolul võiks toetused olla kõrgemad kui üksikul KSM põllul vaid üldtoetust saavate naaberpõldude keskel. Selline naabruspõhine lisaväärtustamine annaks põhjust naabrite koostöö arendamiseks ning suurendaks meetmete ökoloogilist toimet.

### 3.3.4. Kokkuvõte

2016. a seiratud 88 rohumaaribast jäid 2019. a valimist välja 34, millest enamus olid hävinud või seireks sobimatud põldude külvipinna laiendamise tõttu (2019. a seati seireks sobivuse kriteeriumiks vähemalt 1 m laiuse rohumaariba olemasolu põlluks sobival maal). Mitmetel juhtudel oli seirevalimi rohumaariba hävinud või häiritud tee-ehituse ning kraavide rajamise tõttu. Enamus 2013. a seirevalimi rohumaaribasid, millele MAK 2014-2020 raames enam riba kohustust ei kehtinud, muudeti uuesti põllumaaks.

2019. a seiratud 88 servast võis 13 servas (15%) aimata kemikaalide sattumist rohumaariba põllupoolsesse serva – KSM toetusega kaasneb aga soovitus vältida rohumaaribal väetiste ja taimekatisevahendite kasutamist.

Nelja seireaasta (2011, 2013, 2016, 2019) jooksul registreeritud 212 soontaimeliigist kuulus enim sugukondadesse kõrrelised ja korvõielised (vastavalt 37 ja 31 liiki). Järgnesid vähemate liikide arvuga liblikõielised, mailaselased, sarikalased ja ristõielised (vastavalt 18, 14, 11 ja 11 liiki).

Sagedasemad liigid (vähemalt 50%) rohumaaribades 2019. a olid võilill (kollektiivliigina), harilik raudrohi, harilik orashein, harilik kerahein, harilik puju, ahtalehine nurmikas, mets-harakputk, harilik hiirehernes, põldohakas, punane aruhein, harilik nurmikas ja põld-lõosilm. Ida-kitsehernest kasvas ühes servas, lupiini ja tuulekaera ning teisi ökoloogiliselt ohtlikke võõrliike („Looduslikku tasakaalu ohustavate võõrliikide nimekiri“ (7.okt 2004, KeM määrus nr 126)) ei leitud.

2019. a vastas 97% seiratud rohumaaribadest ökoloogilise vastavuse miinimumnõudele, et see koosneks vähemalt kolmest ohtrast (ohtrusklass vähemalt 2 – mõni taim, kuni 5% katvusest) püsikuliigist, millest vähemalt üks oleks lehtrohundiliik. Tegemist on siiski miinimumnõudega, kus arvesse mineva liigi katvus on peaaegu 5% või liigist on mõned suuremad taimed.

- Analüüsi tarvis moodustati lisaks üldisele soontaimeliikide arvule erinevaid liigigruppe. Kõigi liikide ning rohundite liikide arv olid mõlemad aastati varieeruvad, olles kõrgeimad 2016. a, kuid langesid 2019. a sama madalale tasemel nagu 2013. a. Kõigi ohtrate liikide ning ohtrate püsikute liikide arv olid viimasel kahel seireaastal oluliselt kõrgemad kui kahel esimesel seireaastal. Püsikute liikide ja graminoidide liikide arv olid mõlemad 2016. a oluliselt kõrgemad kui kahel esimesel seireaastal, kuid 2019. a langesid jälle 2011. ja 2013. a tasemele. Ühe- ja kaheaastaste liikide arvus toimus pärast 2011. a järsk langus, misjärel seis stabiliseerus ning oli püsivalt madal. Ohtrate umbrohuliikide arv oli kõrgeim 2016. a ning 2019. a langes oluliselt, kuid jäi siiski oluliselt kõrgemaks kui 2011. ja 2013. a, mil see oli väga madal.

- Eraldi analüüsiti ohtraid taimeliike lähtuvalt nende erinevatest funktsionaalsetest tunnustest. Rohumaaribade ohtrate liikide tunnusmustri koosseis oli üle aastate ühetaoline, kuid võis siiski täheldada ka mõningast sarnasuse suurenemist seirekohtade vahel. Taimkatte funktsionaalse kvaliteedi paranemisele ja inimtegevuse lembuse vähenemisele viitavad hemerofiilsus- ja ruderaalsusindeksi (näitavad vastavalt sõltuvust inimtegevusest ja umbrohustiilis kasvustrateegiat) ning ka võõrliikide osakaalu oluline vähenemine. Püstise lehistunud varrega taimede osakaalus pole mingit kindlat suundumust, kuigi see aastati oluliselt erines. Õitsemise kestvus langes pärast 2011. a oluliselt ning jäi seejärel püsivalt madalamaks. Umbrohuliikide osakaalus, liikide potentsiaalses kõrguses, liikide õitsemise alguskuus, liblikõieliste liikide osakaalus, liikide keskmises seemnekaalus, putuktolmlevate liikide ja ergasõitega liikide osakaalus aastati olulisi muutusi ei tuvastatud, kuigi kahe viimase näitaja puhul võis täheldada väikest kasvutrendi pärast 2013. a.

  Rohumaaribade liigiline koosseis on olnud ootamatult madala umbrohustiilis kasvustrateegiaga ja inimtegevusest otseselt sõltuvate liikide osakaaluga – näitaja oli juba seire algusest peale keskmiselt 0,4-0,5 palli üldises skaalavahemikus 0-st 1-ni. Ohtratest liikidest umbes pooled on putuktolmeldatavad ja erksavärviliste õitega ning nende potentsiaalne õitsemise kestus on keskmiselt üle kolme kuu, mis viitab tolmeldajaid üldiselt toetavale teenusele.

  Ökoloogiliselt ohtlikke võõrliike esineb rohumaaribades vähe, kuid loodushoiu aspektist on ka see vähene probleemiks. Ökoloogiliseks ohuks on lisaks võõrliikidele kultuurheina ja/või murusegude seemned, mis on pärit väljastpoolt Eestit ja seega võõrgenotüübid.

- Loodusliku taimekoosluse muutuste uurimisel on üheksa aastat periood, mille jooksul võiks ilmneda juba positiivseid muutusi. Võib aga järeldada, et taimestiku liigilise ja funktsionaalsete tunnuste koosseisu areng ei ole toimunud loodetud kiirusega. Lisaks põllult tulevatele häiringutele on üheks põhjuseks rohumaaribade isoleeritus looduslike liikide allikakooslustest või looduskoosluste puudumine suurepinnaliste põllumaadega maastikus. Seega mõjutab rohumaaribade koosluste arengut peamiselt külvatud liikide püsimine ja sihilik lisakülv.

  Külvisegudes peaks kasutama erineva kasvuvormiga liike ning suurema konkurentsivõimega liikide seemnete osakaal peaks olema väiksem. Lisaks peab rohumaaribadel külv olema hõredam kui põllunorm ette näeb. Külvisegudesse on vaja suuremat arvu liike ning sellest tulenevalt on vaja toetada Eesti looduslike liikide seemnesegude tootmist. Alternatiivina võiks lubada rajamisel kasutada mesilaste korjealadeks soovitatud liikide üksikkultuure või nende segusid.

  Üheks soovitud rohumaariba arenguks oli koosluse areng madalakasvulisemate liikide osakaalu suurenemise suunas, et väheneks taimede omavaheline konkurents, millega kaasneks koosluse loomulik uuenemine ning uute liikide lisandumine – seda ei ole juhtunud. Kaasa võiks aidata kesksuvise niitmise asemel vara- ja hilissuvise niitmise kombinatsioon, mis võiks pidurdada kõrgekasvuliste liikide edenemist ning anda võimaluse madalamatele liikidele õitseda ja seemneid toota.

- Arendada võiks koostööd erinevate ametkondadega, nt Maanteeametiga, mitmeliigiliste rohumaaribade segude propageerimisel teedeehitusel jmt maastikus kujundavatel planeerimistel. Lisaks peaks üha enam parandama

rohumaaribade naabruses olevate püsitaimestikuga maastikuelementide seisundit (püsitaimestikuga kraavikaldad, väikesed rohumaafragmendid, metsaservad), nii hoides kooslused avatuna kui ka vältima põllukemikaalide sattumist neisse.

# 4. Valdkond majanduslikud näitajad ja muu

Fotod : Ere Ploomipuu

## Sisukord


4.1. Indikaatori “ettevõtjatulu” uuring ..... 172

4.1.1. Indikaatori „ettevõtjatulu“ uuringu eesmärk ..... 172
4.1.2. Kogutoodangu struktuur ..... 172
4.1.3. Sissetulekute struktuur ..... 173
4.1.4. Netolisandväärtuse struktuur ..... 174
4.1.5. Ettevõtjatulu struktuur ..... 175
4.1.6. Arvestuslik netokasum ..... 175
4.1.7. Investeeringute tase ..... 176
4.1.8. Kokkuvõte ..... 177

4.2. MAK 2007-2013 ja MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus ..... 178

4.2.1. Keskkonnatoetuste saajate majandusliku jätkusuutlikkuse uuringu eesmärk ..... 178
4.2.2. Keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus meetmete lõikes ..... 178
4.2.3. Keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus suurusgruppide lõikes ..... 179
4.2.4. Kokkuvõte ..... 181

4.3. ÜPP toetuste jaotumine ..... 182

4.3.1. ÜPP I ja II samba otsetoetuste jaotumine maakonniti ..... 182
4.3.2. ÜPP toetuste jaotumine põllumajandustootjate suurusgrupiti ..... 183
4.3.3. ÜPP toetuste jaotumine põllumajandustootjate tootmistüübiti ..... 184
4.3.4. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine maakonniti ..... 184
4.3.5. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine suurusgrupiti ..... 185
4.3.6. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine tootmistüübiti ..... 186
4.3.7. Kokkuvõte ..... 187


## Jooniste loetelu


Joonis 96. Sissetulekud (k.a toetused, v.a investeeringutoetused) põllumajandusmaa hektari kohta 2018. aastal (PMK, 2019c) ..... 173
Joonis 97. Netolisandväärtus eurodes tööjõu aastaühiku kohta 2018. aastal (PMK, 2019c) ..... 174
Joonis 98. Ettevõtjatulu eurodes põllumajandusmaa hektari kohta 2018. aastal (PMK, 2019c) ..... 175
Joonis 99. Arvestuslik netokasum eurodes põllumajandusmaa hektari kohta 2018. aastal (PMK, 2019c) ..... 176
Joonis 100. Tootjate jagunemine investeeringu suuruse järgi TJÜ kohta 2018. aastal (PMK, 2019c) ..... 177

Joonis 101. Jätkusuutlike põllumajandustootjate osakaal tootjate koguarvust keskkonnameetmete, tavatootjate ja FADNi põllumajandustootjate üldkogumisse kuuluvate tootjate (Eesti keskmine) lõikes 2017. - 2018. aastal (PMK, 2019u); (PMK, 2019c) .....179
Joonis 102. Jätkusuutlike põllumajandustootjate osakaal suurusgrupiti tootjate koguarvust keskkonnameetmete (koos meetme toetusega), tavatootjate ja FADNi põllumajandustootjate üldkogumisse kuuluvate tootjate (Eesti keskmine) lõikes 2018. aastal (PMK, 2019c).....180
Joonis 103. ÜPP I samba ja siseriiklike toetuste ning II samba väljamakstud toetuste jagunemine maakonniti 2019. aastal (PRIA, 31.01.2020 andmetel).....183
Joonis 104. Väljamakstud MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste (sh. MAHE 2007+) jagunemise osatähtsus (%) maakonniti 2019. aastal (PRIA, 31.01.2020 andmetel).....185
Joonis 105. MAK 2014 - 2020 keskkonnatoetuste (sh. MAHE 2007+) jaotumine tootjate suurusklassi alusel 2019. aastal (PRIA, 31.01.2020 andmetel); (FADN, 2019).....186
Joonis 106. MAK 2014 - 2020 keskkonnatoetuste (sh. MAHE 2007+) jaotumine ettevõtete tootmistüübi alusel 2019. aastal (PRIA, 31.01.2020 andmetel); (FADN, 2019).....187

## Tabelite loetelu

Tabel 15. Meetme toetuse mõju jätkusuutlikke tootjate osatähtsusele (%) suurusgruppide lõikes 2018. aastal (PMK, 2019c) .....181
Tabel 16. NPK-eemaldamine kultuuride saakidega külvikorra rotatsioonis 2015.-2019. a.....197

## Lisade loetelu

Lisa 60. Üldkogumi esindatus meetmete lõikes, 2018
Lisa 61. Kogutoodangu väärtus (k.a toetused, v.a investeeringutoetused) põllumajandusmaa hektari kohta, perioodil 2013-2018
Lisa 62. MAK 2014-2020 keskkonnatoetusi saanud tootjate toetuste struktuur meetmete lõikes, 2018
Lisa 63. MAK 2007 - 2013 ja 2014-2020 raames makstud keskkonnatoetuste osatähtsus majandusnäitajate struktuuris aastatel 2007-2018
Lisa 64. Ettevõtjatulu eurodes tööjõu aastaühiku kohta 2018. aastal
Lisa 65. Koondtulemused tootjate lõikes (MAK 2014-2020 keskkonnatoetusi saanud, mittetaotlenud (nn. tavatootjad), Eesti keskmine tootja), 2018
Lisa 66. Tööjõu kasutuse struktuur 2018. aastal
Lisa 67. Jätkusuutlike põllumajandustootjate osakaal tootjate koguarvust MAK 2007-2013 ja 2014-2020 keskkonnameetmete lõikes aastatel 2007-2018
Lisa 68. ÜPP I ja II samba ning riiklike toetuste jaotumine maakonniti 2019. aastal
Lisa 69. ÜPP I ja II samba ning riiklike toetuste jaotumine majanduslike suurusgruppide alusel 2019. aastal
Lisa 70. ÜPP I ja II samba ning riiklike toetuste jaotumine tootmistüübiti 2019. aastal
Lisa 73. MAK 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks läbi viidud uuringute metoodikad

## Kasutatud kirjanduse loetelu

FADN, 2019. Põllumajandusliku raamatupidamise andmebaas. Allikas: https://pmk.agri.ee/et/FADN
PMK, 2019c. MAK 2014–2020 põllumajanduse keskkonna- ja kliimameetmete hindamine sotsiaalmajanduse aspektist lähtudes 2018. aasta kohta. Saku.
PMK, 2019u. Eesti maaelu arengukava 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi püsihindamiseks 2018. aastal läbiviidud uuringute aruanne. 191 lk. Allikas: https://pmk.agri.ee/sites/default/files/2019-10/MAK-2014-2020-uuringute-aruanne-2018-kohta-05-09-2019.pdf
FADN, 2019. Põllumajandusliku raamatupidamise andmebaas. Allikas: https://pmk.agri.ee/et/FADN
PMK, 2019c. MAK 2014–2020 põllumajanduse keskkonna- ja kliimameetmete hindamine sotsiaalmajanduse aspektist lähtudes 2018. aasta kohta. Saku.

PMK, 2019u. Eesti maaelu arengukava 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi püsihindamiseks 2018. aastal läbiviidud uuringute aruanne. 191 lk. Allikas: https://pmk.agri.ee/sites/default/files/2019-10/MAK-2014-2020-uuringute-aruanne-2018-kohta-05-09-2019.pdf
FADN, 2019. Põllumajandusliku raamatupidamise andmebaas. Allikas: https://www.pmk.agri.ee/et/FADN
PRIA, 31.01.2020 andmetel. 2019. aasta maksete koond kliendi kaupa.

# 4.1. Indikaatori “ettevõtjatulu” uuring

## 4.1.1. Indikaatori „ettevõtjatulu“ uuringu eesmärk

Indikaatori "ettevõtjatulu" analüüsi peamiseks eesmärgiks oli välja selgitada, mil määral on MAK 2014–2020 keskkonnatoetused kokku ning iga toetus eraldi mõjutanud põllumajandustootjate tulutaset.

Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse maamajanduse analüüsi osakond, kontaktisik Ere Ploomipuu, ere.ploomipuu@pmk.agri.ee, põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroost.

## 4.1.2. Kogutoodangu struktuur

Analüüsi metoodika ja üldkogumi esindatus on esitatud lisades (Lisa 60, Lisa 73). Analüüsiks on kasutatud FADNi andmeid 2018. aasta kohta (FADN, 2019). Eesti põllumajandustootja kasutuses oli 2018. aastal keskmiselt 128 ha põllumajanduslikku maad. Keskmiselt 35% kasutatavast põllumajanduslikust maast oli omandis ja 65% renditud või muudel tingimustel kasutusele võetud. Keskmiselt 38% põllumajandusmaast oli teravilja, 44% söödakultuuride ning 15% õli- ja muude põllukultuuride all. Tootmisest kõrvale jäetud maad oli keskmiselt 3% kogu maakasutusest, enamus sellest oli toetusõiguslik püsirohumaa, mida hoitakse heades põllumajandus- ja keskkonnatingimustes, kuid põllumajanduslikuks tootmiseks ei kasutata.

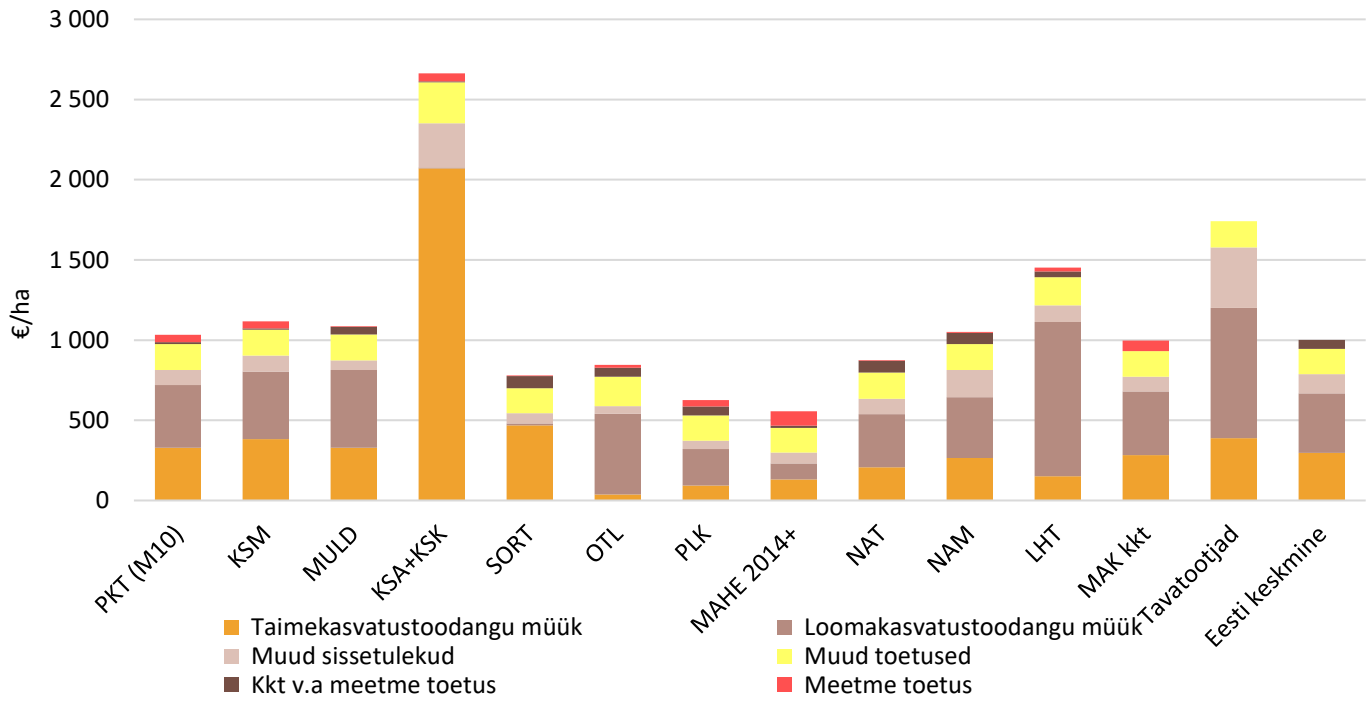
Kogutoodangu väärtus[23] ulatus 2018. aastal 139 652 euroni (2017. aastal 145 298 euroni) keskmiselt ettevõtte kohta. Võrreldes 2017. aastaga on kogutoodangu väärtus vähenenud 4%, sealhulgas taimekasvatustoodangu väärtus vähenes 11%, loomakasvatustoodangu väärtus ja toetused jäid samale tasemele. Sissetulekud põllumajandusega seotud kõrvaltegevustest suurenesid 1%. Põllumajandusmaa hektari kohta arvestatuna oli kogutoodangu väärtus (k.a toetused v.a investeeringutoetused) 2018. aastal keskmiselt 1088 eurot, mis on võrreldes eelmise aastaga 5% võrra madalam (2017. a. 1151 €/ha). Toetuste (v.a investeeringutoetused) kogusumma kasutatava põllumajandusmaa hektari kohta oli 2018. aastal 215 eurot, mis on 1% vähem kui 2017. aastal. Kogutoodangu väärtus koos toetustega (v. a investeeringutoetused) oli 2018. aastal põllumajandusmaa hektari kohta arvestatuna kõige suurem KSA+KSK (2868 €/ha), LHT (1631€/ha) ja ÜPT tootjatel (1982 €/ha), kõige väiksem MAHE ja PLK tootjatel (vastavalt 656 €/ha ja 768 €/ha). Kogutoodang põllumajandusmaa hektari kohta perioodil 2013-2018 on esitatud lisas (Lisa 61).

2018. aastal olid ilmastikutingimused taimekasvatuseks ebasoodsad – suvi oli põuane ja taimede normaalseks kasvuks jäi mullas vett väheseks. Taimekasvatustoodangu väärtuse vähenemine oli peamiselt tingitud sellest, et 2018. aastal oli teravilja ja õlikultuuride saagikus keskmiselt ligi kolmandiku võrra madalam kui 2017. aastal, kartuli saagikus oli 11% madalam. Teravilja kokkuostuhinnad olid keskmiselt viiendiku võrra kõrgemad kui 2017. aastal, kuid köögivilja, maasikate, väikeviljade ja marjade kokkuostuhinnad olid madalamad ning kokkuvõttes kujunes taimekasvatuse kogutoodangu väärtus väiksemaks kui 2017. aastal. Loomakasvatuses 2018. aastal suuri muutusi ei toimunud. Kodusigadel enam sigade Aafrika katku ei diagnoositud, kodusigade arvu langus on peatunud. Sealiha ning lamba- ja kitseliha kokkuostuhinnad olid mõnevõrra madalamad kui 2017. aastal, veiseliha hind oli aga veidi kõrgem. Piima kokkuostuhinnaks kujunes 2018. aastal keskmiselt 309 euro/tonn, mis on 6% madalam kui 2017. aastal.

[23] Kogutoodangu moodustavad ettevõttes toodetud taime- ja loomakasvatustoodang ning sissetulekud kõrvaltegevusest. Kogutoodangu väärtuse ja struktuuri analüüsimisel on kogutoodangule lisatud ka toetused (v.a investeeringutoetused), mis on antud analüüsis jagatud tinglikult kolmeks: antud meetme toetus, keskkonnatoetused (v.a meetme toetuse all kajastatu) ja muud toetused.

### 4.1.3. Sissetulekute struktuur

Eesti keskmine põllumajandustootja[24] sai 2018. aastal sissetulekuid (k.a toetused) 1002 eurot põllumajandusmaa hektari kohta (Joonis 96) (2017.a 1011 eurot; 2016. a 783 eurot; 2015. a 833 eurot).




Joonis 96. Sissetulekud (k.a toetused, v.a investeeringutoetused) põllumajandusmaa hektari kohta 2018. aastal (PMK, 2019c)

2018. aastal moodustas põllumajanduslik müügitulu sissetulekust[25] keskmiselt 85 825 eurot ettevõtte kohta, sh 44% saadi taimekasvatustoodangu ja 56% loomakasvatustoodangu müügist. Võrreldes 2017. aastaga (86 219 eurot) on põllumajanduslik müügitulu jäänud praktiliselt samale tasemele. Sissetulekuna kõrvaltegevusest laekus 2018. aastal keskmiselt 15 188 eurot ettevõtte kohta (12% kogu sissetulekust, sama suurusjärk, mis 2017. aastal).

MAK keskkonnatoetusi taotlenud tootja sissetulek põllumajandusmaa hektari kohta oli 996 eurot, Eesti keskmisel tootjal 1002 eurot.

MAK keskkonnatoetusi (kkt) taotlenud tootja sissetulek põllumajandusmaa hektari kohta oli 996 eurot, PKT tootjal 1034 eurot ja tavatootjal (keskkonnatoetusi mitte taotlenud) 1742 eurot. Kui MAK kkt tootjatel oli keskmiselt 174 ha põllumajanduslikku maad, PKT tootjatel 272 ha, siis tavatootjal oli kasutatud põllumajanduslikku maad ainult 79 ha, mis avaldas ka mõju sissetulekute arvutamisel põllumajandusmaa hektari kohta. Madalaim sissetulek hektari kohta oli mahetootjatel (556 €/ha) ja kõrgeim (2663 €/ha) keskkonnasõbraliku aianduse toetuse taotlejatel. MAK keskkonnatoetusi taotlenud tootjate struktuur 2018. aastal on esitatud lisas (Lisa 62).

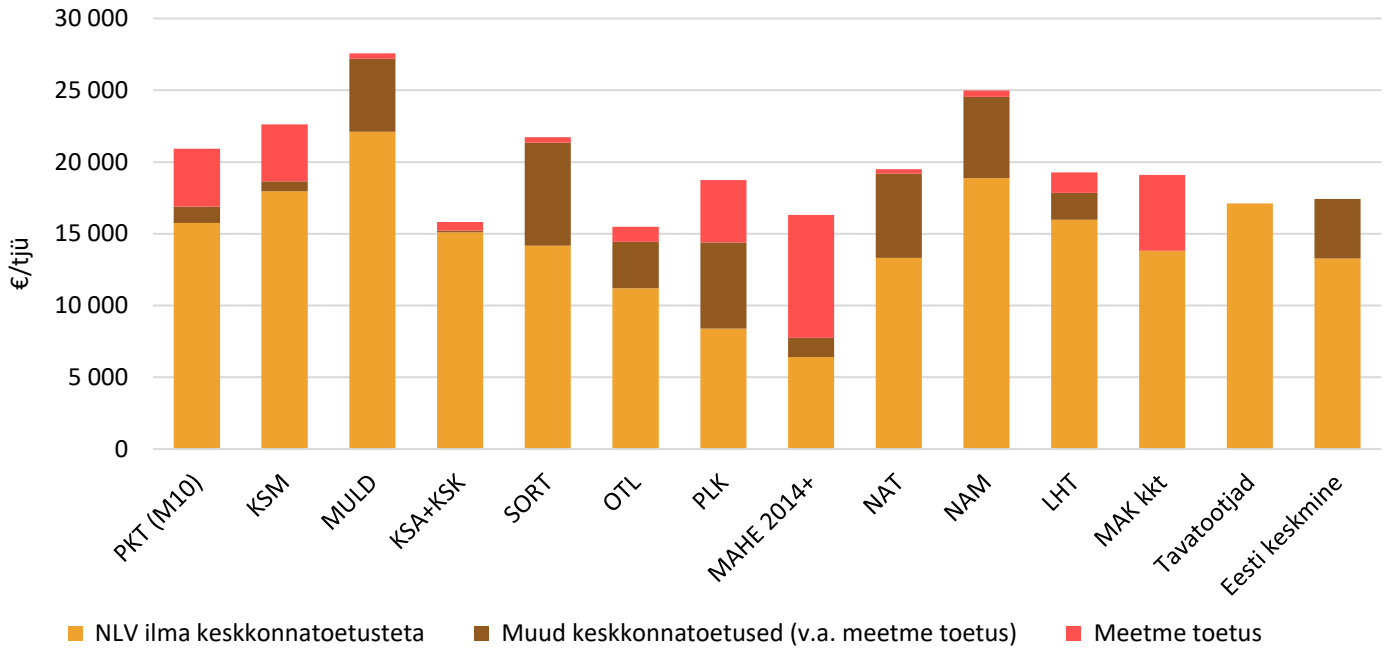
[24] Eesti keskmine põllumajandustootja – kaalutud keskmine näitaja, mis on saadud FADN valimis olnud ettevõtete tulemuste üldistamisel põllumajandustootjate üldkogumile. Andmete laiendamiseks on kasutatud Statistikaameti poolt läbiviidud struktuuriuuringu andmeid põllumajanduslike majapidamiste arvu ja nende liigituse kohta majandusliku suuruse ja tootmistüüpide lõikes. FADN metoodika järgi peetakse professionaalseteks põllumajandustootjateks neid tootjaid kelle standardkogutoodangu väärtus ületab 4000 eurot

[25] Sissetuleku moodustavad taime- ja loomakasvatustoodangu realiseerimine, sissetulek muudest põllumajandusega otseselt seotud kõrvaltegevustest (näiteks tulu lepingulistest töödest, taluturismist, metsandusest, taime- ja loomakasvatustoodangu töötlemisest, vahendustegevusest, taastuvenergia tootmisest jne) ning toetused (v.a investeeringutoetused).

Sõltuvus toetustest (v.a investeeringutoetused) oli ettevõtetel erinev, toetuste osatähtsus varieerus vahemikus 12 – 46%. Toetuste osatähtsus sissetulekutes oli kõige suurem MAHE 2014+ ja PLK tootjatel, moodustades 2018. aastal vastavalt 46% ja 40% sissetulekutest. KSM tootjatel moodustasid toetused 2018. aastal 19% sissetulekutest. Erinev oli ka meetme osatähtsus sissetulekutes MAK keskkonnatoetusi taotlenud tootjate grupis - kui SORT tootjatel moodustas kohalikku sorti taimede kasvatamise toetus (meede 10.1.5) vaid 0,4 %, siis MAHE tootjatel moodustas mahepõllumajandusliku tootmise toetus (meede 11) 16,2% sissetulekutest.

### 4.1.4. Netolisandväärtuse struktuur

Eesti keskmisel põllumajandustootjal oli netolisandväärtus[26] (NLV) 2018. aastal keskmiselt 30 133 eurot ettevõtte ja 17 434 eurot tööjõu aastaühiku kohta (2017. aastal olid vastavad näitajad 40 871 eurot ja 23 137 eurot). Võrreldes 2017. aastaga on netolisandväärtus tööjõu aastaühiku kohta vähenenud 25%. NLV tööjõu aastaühiku kohta tootsid 2018. aastal kõige rohkem MULD, NAM ja KSM tootjad (vastavalt 27 564 euro/tjü, 24 984 euro/tjü ja 22 627 euro/tjü) ja kõige vähem KSA+KSK ja OTL tootjad (vastavalt 15 813 euro/tjü ja 15 487 euro/tjü) (Joonis 97). MAK 2007-2013 ja 2014–2020 põllumajanduse keskkonnameetmete raames makstud toetuste osatähtsus majandusnäitajate (NLV, EVT, ANK) struktuuris aastatel 2007 - 2018 on esitatud lisas (Lisa 63).




Joonis 97. Netolisandväärtus eurodes tööjõu aastaühiku kohta 2018. aastal (PMK, 2019c)

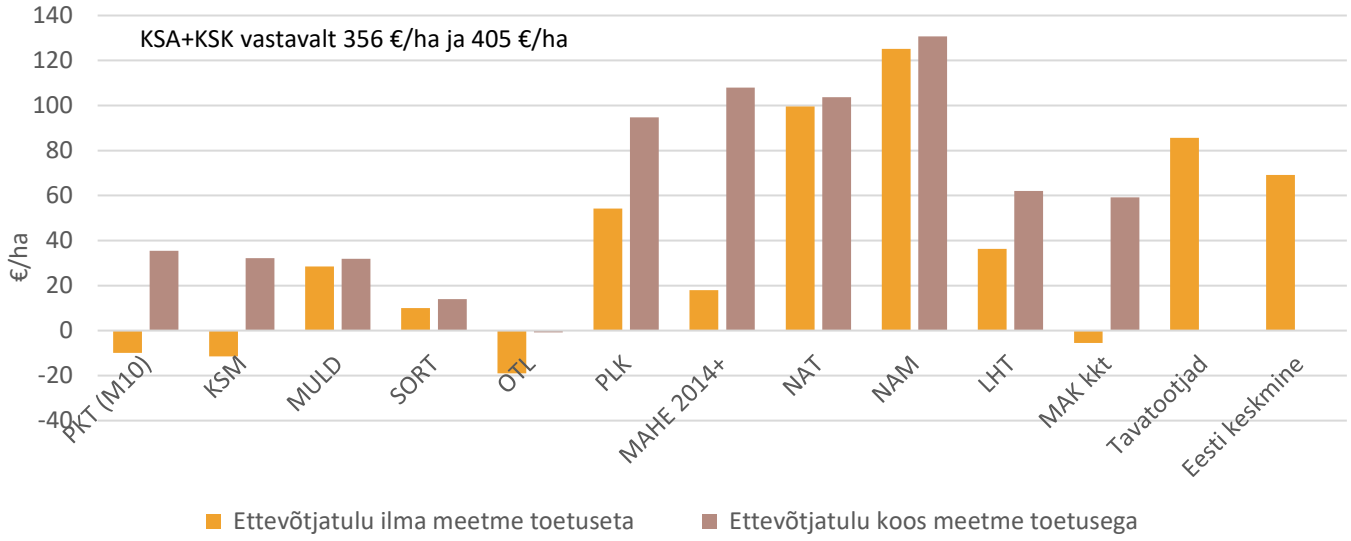
[26] Netolisandväärtuse (NLV) leidmiseks lisatakse kogutoodangu väärtusele toetused (v.a investeeringutoetused) ja lahutatakse eri- ja üldkulud ning põhivara kulum (Lisa 73)

MAK keskkonnatoetusi taotlenud tootjate ettevõtjatulu põllumajandusmaa hektari kohta oli 59 eurot.

### 4.1.5. Ettevõtjatulu struktuur

Eesti keskmisel põllumajandustootjal oli ettevõtjatulu[27] 2018. aastal keskmiselt 8875 eurot ettevõtte ja 69 eurot põllumajandusmaa hektari kohta. Tavatootjate (k.a toetused v.a investeeringutoetused) ettevõtjatulu põllumajandusmaa hektari kohta oli 86 eurot, MAK kkt tootjatel aga 59 eurot.

Põllumajandusmaa hektari kohta arvestatuna tootsid 2018. aastal kõige rohkem ettevõtjatulu (k.a toetused v.a investeeringutoetused) KSA+KSK tootjad ning kõige vähem OTL tootjad (Joonis 98).




Joonis 98. Ettevõtjatulu eurodes põllumajandusmaa hektari kohta 2018. aastal (PMK, 2019c)

Tööjõu aastaühiku[28] kohta teeniti ettevõtjatulu 2018. aastal keskmiselt 5135 eurot, mis on kaks korda väiksem kui 2017. aastal (11 277 eurot). Tööjõu aastaühiku kohta arvestatuna tootsid 2018. aastal kõige rohkem (10 248 €/tjü, koos meetme toetusega) ettevõtjatulu MAHE tootjad ning kõige vähem OTL tootjad (-45 €/tjü). KSM tootjad tootsid ettevõtjatulu tööjõu aastaühiku kohta arvestatuna keskmiselt 2931 eurot ja tavatootjad (ilma meetme toetuseta) 3688 eurot (Lisa 64). Oluline on siin just tööjõukulud ehk siis tasustatud tööjõule makstud tööjõukulud. Teisisõnu, mida väiksem tasustatud tööjõu osatähtsus kogu tööjõukulus, seda suurem on ettevõtjatulu. Tavatootjate grupis oli 35% kogu tööjõukulust tasustamata, samas KSM tootjatel ainult 17%, mis võib mõjutada ka ettevõtjatulu arvutamise tulemust.

### 4.1.6. Arvestuslik netokasum

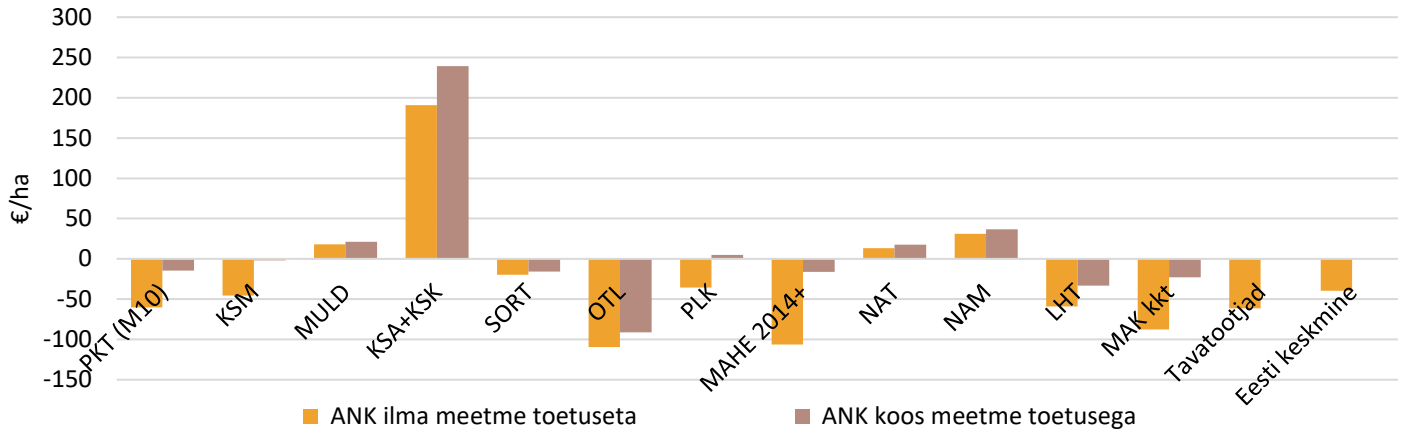
Arvestuslik netokasum[29] (ANK) on eriti oluline just väiketootjate majandustulemuste hindamisel, et väärtustada ka palgata töötavate omanike ja pereliikmete tööaega, mille eest tasu ei makstud. Eesti keskmisel põllumajandustootjal jäi ANK 2018. aastal negatiivseks, keskmiselt -5102 eurot ettevõtte ja -40 eurot põllumajandusmaa hektari kohta. Tavatootjatel on see üsna madal võrreldes keskkonnatoetusi taotlenud tootjatega, sest on võetud arvesse palgata

[27] Ettevõtjatulu näitab ettevõtte kasumlikkust ja jätkusuutlikkust, saadakse lahutades netolisandväärtusest tööjõu-, rendi- ja intressikulu ning lisades investeeringutoetuste ja maksude bilanss (Lisa 73). Ettevõtjatulu on raamatupidamisarvestuses võrreldav majandustegevuse kasumiga.

[28] Tööjõu aastaühik (TJÜ) võrdub arvestuslikult 2200 töötunniga aastas.

[29] Arvestusliku netokasumi (ANK) leidmiseks lahutatakse ettevõtjatulust (EVT) tööjõukulu tasustamata tööjõule (nt.omanike ja pereliikmete tasustamata tööjõukulu), mis on arvestatud tasustatud tööjõu palgatasemel.

töötavate omanike ja pereliikmete tööaega ning selliseid oli tavatootjate grupis 65%. Võrdlusena, 2017. aastal oli ANK keskmiselt 7678 eurot ettevõtte kohta ja 61 eurot põllumajandusmaa hektari kohta. Põllumajandusmaa hektari kohta arvestatuna oli ANK koos vastava meetme toetusega 2018. aastal kõige kõrgem KSA+KSK tootjatel 239 €/ha (Joonis 99). 2018. aastal jäi ANK koos vastava meetme toetusega miinusesse M10, KSM, SORT, OTL, MAHE 2014+ ja LHT tootjatel.




Joonis 99. Arvestuslik netokasum eurodes põllumajandusmaa hektari kohta 2018. aastal (PMK, 2019c)

Keskmisel Eesti põllumajandustootjal oli 2018. aastal arvestuslik netokasum -2952 eurot tööjõu aastaühiku kohta (Lisa 65). Tööjõu aastaühiku kohta arvestatuna oli ANK koos vastava meetme toetusega 2018. aastal kõrgem KSA+KSK (2993 €/tjü), NAM (2958 €/tjü) ja MULD tootjatel (2287 €/tjü). Tööjõuühiku kohta arvestatuna oli ANK koos vastava meetme toetusega kõige väiksem OTL tootjatel (-5258 €/tjü).

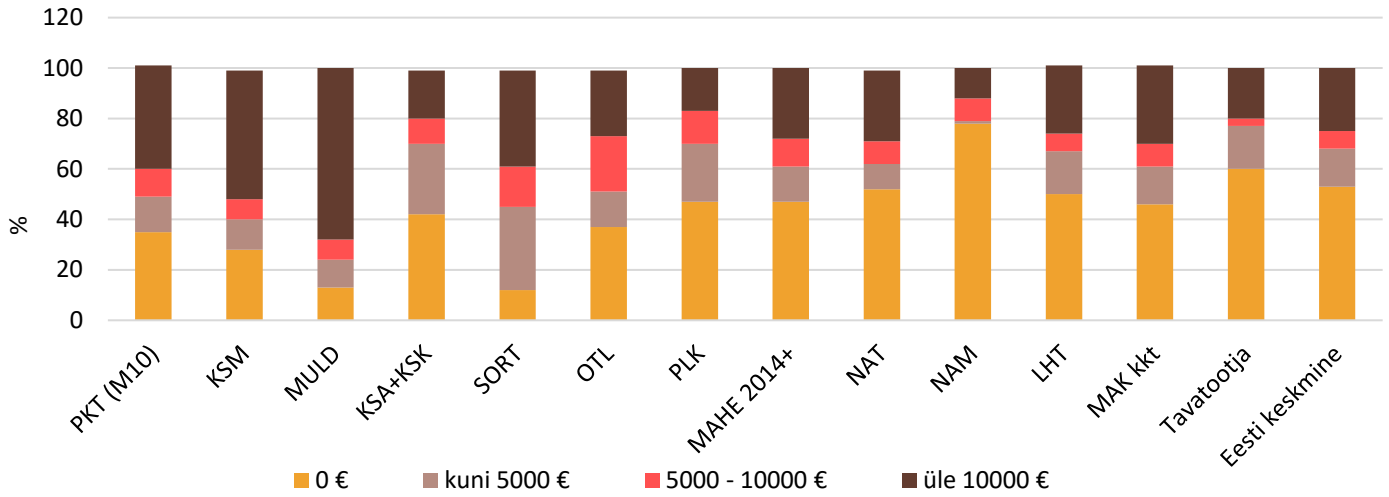
Eesti keskmine põllumajandustootja kasutas keskmiselt 1,7 tööjõu aastaühikut ettevõtte kohta, millest 44% moodustas tasustamata tööjõud. Tasustatud tööjõu osatähtsus kogu tööjõukulus erines oluliselt MAK keskkonnatoetusi taotlenud tootjate gruppide lõikes. Näiteks MAHE 2014+ grupis oli 65% kogu tööjõukulust tasustamata, samas LHT ja KSM tootjate grupis vastavalt 29% ja 17% (Lisa 66).

### 4.1.7. Investeeringute tase

2018. aastal oli kõige rohkem investeeringute tegijaid MULD ja SORT tootjate hulgas (üle 80%)

Tootmise jätkusuutlikkuse säilitamise ja arendamise seisukohalt on investeeringud üheks määravamaks teguriks. Eesti keskmine põllumajandustootja kulutas 2018. aastal investeeringuteks keskmiselt 37 623 eurot ettevõtte kohta (2017. aastal 35 208 eurot, 2016. aastal 27 481 eurot).

Üle poole (53%) Eesti põllumajandustootjatest ei ole 2018. aastal investeeringuid teinud. MAK kkt taotlenud tootjatest tegid 54% investeeringuid. Kõige rohkem mitteinvesteerinud ettevõtteid oli 2018. aastal NAM ja tavatootjate hulgas (vastavalt 78% ja 60%) ning kõige vähem MULD ja SORT tootjate hulgas (vastavalt 13% ja 12%). Üle 10 000 euro tööjõu aastaühiku kohta investeeringuid teinud ettevõtteid oli kõige rohkem (51%) KSM ja MULD tootjate hulgas. Vahemikus 5000 – 10 000 €/tjü investeeringuid teinud ettevõtteid oli kõige enam (22%) OTL ja kuni 5000 €/tjü SORT (33%) tootjate seas (Joonis 100).




Joonis 100. Tootjate jagunemine investeeringu suuruse järgi TJÜ kohta 2018. aastal (PMK, 2019c)

### 4.1.8. Kokkuvõte

- FADN andmetel oli Eesti keskmise põllumajandustootja kasutuses 2018. aastal keskmiselt 128 ha põllumajanduslikku maad.
- Kogutoodangu väärtus ulatus keskmiselt 139 652 euroni ettevõtte kohta. Võrreldes 2017. aastaga on kogutoodangu väärtus vähenenud 4%. Põllumajandusmaa hektari kohta arvestatuna oli kogutoodangu väärtus (k.a toetused v.a investeeringutoetused) 2018. aastal keskmiselt 1088 eurot, mis on võrreldes eelmise aastaga 5% võrra madalam (2017. a. 1151 €/ha).
- Eesti keskmine põllumajandustootja sai sissetulekuid (k.a toetused) 1002 eurot põllumajandusmaa hektari kohta (2017.a 1011 eurot; 2016. a 783 eurot). MAK keskkonnatoetusi (kkt) taotlenud tootja sissetulek põllumajandusmaa hektari kohta oli 746 eurot madalam kui tavatootjal (1742 €).
- 2018. aastal moodustas põllumajanduslik müügitulu sissetulekust keskmiselt 85 825 eurot ettevõtte kohta, sh 44% saadi taimekasvatustoodangu ja 56% loomakasvatustoodangu müügist.
- Eesti keskmisel põllumajandustootjal oli netolisandväärtus (NLV) 2018. aastal keskmiselt 30 133 eurot ettevõtte ja 17 434 eurot tööjõu aastaühiku kohta. Võrreldes 2017. aastaga on netolisandväärtus tööjõu aastaühiku kohta vähenenud 25%.
- Ettevõtjatulu oli Eesti keskmisel põllumajandustootjal 2018. aastal keskmiselt 8875 eurot ettevõtte ja 69 eurot põllumajandusmaa hektari kohta. Tavatootjate (k.a toetused v.a investeeringutoetused) ettevõtjatulu põllumajandusmaa hektari kohta oli 86 eurot, MAK kkt tootjatel aga 59 eurot.
- Eesti keskmisel põllumajandustootjal jäi arvestuslik netokasum (ANK) 2018. aastal negatiivseks, keskmiselt -5102 eurot ettevõtte ja -40 eurot põllumajandusmaa hektari kohta.
- Eesti keskmine põllumajandustootja kulutas 2018. aastal investeeringuteks 37 623 eurot keskmiselt ettevõtte kohta. Eesti põllumajandustootjatest üle poole (53%) ei teinud 2018. aastal investeeringuid, MAK kkt taotlenud tootjatest tegid investeeringuid 54%.

## 4.2. MAK 2007-2013 ja MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus

### 4.2.1. Keskkonnatoetuste saajate majandusliku jätkusuutlikkuse uuringu eesmärk

Analüüsi peamiseks eesmärgiks on hinnata toetuste mõju ulatust põllumajandustootjate jätkusuutlikkusele, hinnates jätkusuutlike tootjate osakaalu vastavat toetust saanud ettevõtete koguarvust. Põllumajandustootjate jätkusuutlikkust on hinnatud eraldi iga keskkonnameetme kohta, keskkonnatoetusi taotlenud tootjate kohta kokku ja lisaks ka keskkonnatoetusi mittetaotlenud tootjate ning põllumajandussektori kohta keskmiselt (FADN põllumajandustootjate üldkogumisse kuuluvad tootjad) aastal 2018.

Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse maamajanduse analüüsi osakond. Kontaktisik Ere Ploomipuu, ere.ploomipuu@pmk.agri.ee, põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroost.

### 4.2.2. Keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus meetmete lõikes

Põllumajandustootja jätkusuutlikkuse hindamise aluseks on antud analüüsis võetud jätkusuutlikku arengut tagav brutolisandväärtuse[30] (BLV) tase tööjõu aastaühiku[31] (TJÜ) kohta. Jätkusuutlikku arengut tagava BLV arvestamisel on eeldatud, et põllumajandusettevõtte BLV peab katma konkurentsivõimelise palgataseme töötajatele (k.a omaniku ja tema pereliikmete tasustamata tööjõule) ja 5% ettevõtte põhivarade keskmisest väärtusest (v.a maa), mis on vajalik normaalseks taastootmiseks. Palgataseme baasiks on võetud 80% maakonna kõigi tegevusalade keskmisest tööjõukulust töötaja kohta aastas.

Jätkusuutlikkuse hindamiseks võrreldi iga ettevõtte tegelikku BLV taset TJÜ kohta arvestusliku jätkusuutlikkuse tasemega. Kui BLV tööjõu aastaühiku kohta on üle 80% jätkusuutlikkuse tasemest, siis on põllumajandusettevõte jätkusuutlik. Kui aga BLV jääb alla 80% jätkusuutlikkuse tasemest, siis antud ettevõtte BLV tootmise tase TJÜ kohta ei taga jätkusuutlikku arengut. Analüüsi tulemuste kasutamisel tuleb kindlasti silmas pidada, et analüüsi on kaasatud ainult need põllumajandustootjad, kelle majanduslik suurus ehk standardkogutoodangu väärtus[32] (SKT) oli üle 4000 euro. Seega väga väiksed majapidamised on analüüsist välja jäetud, kuid samas on hõlmatud valdav osa põllumajanduslikust tootmisest ja makstud keskkonnatoetustest.

Jätkusuutlike tootjate osatähtsuse hindamisel on eeldatud, et põllumajandusettevõtte BLV peab katma konkurentsivõimelise palgataseme kõikidele töötajatele (k.a omanikule endale ja tema pereliikmetele), kuid tavaliselt omanik iseendale ega teistele pereliikmetele ametlikult palka ei maksa. Eesti keskmine põllumajandustootja kasutas 2018. aastal keskmiselt 1,73 tööjõu aastaühikut ettevõtte kohta, millest 44% moodustas tasustamata tööjõud.

2018. aastal oli jätkusuutlike tootjate osakaal võrreldes 2017. aastaga peaaegu kõigis meetmegruppides vähenenud (Joonis 101). 2017. aastal oli jätkusuutlike tootjate osakaal kõige suurem (100% tootjate koguarvust) MULD tootjate hulgas ning kõige väiksem (12% tootjate koguarvust) KSA+KSK tootjate hulgas, siis ka 2018. aastal oli jätkusuutlike tootjate osakaal suurim MULD tootjate seas (83%). Põllumajandusliku keskkonnatoetuse

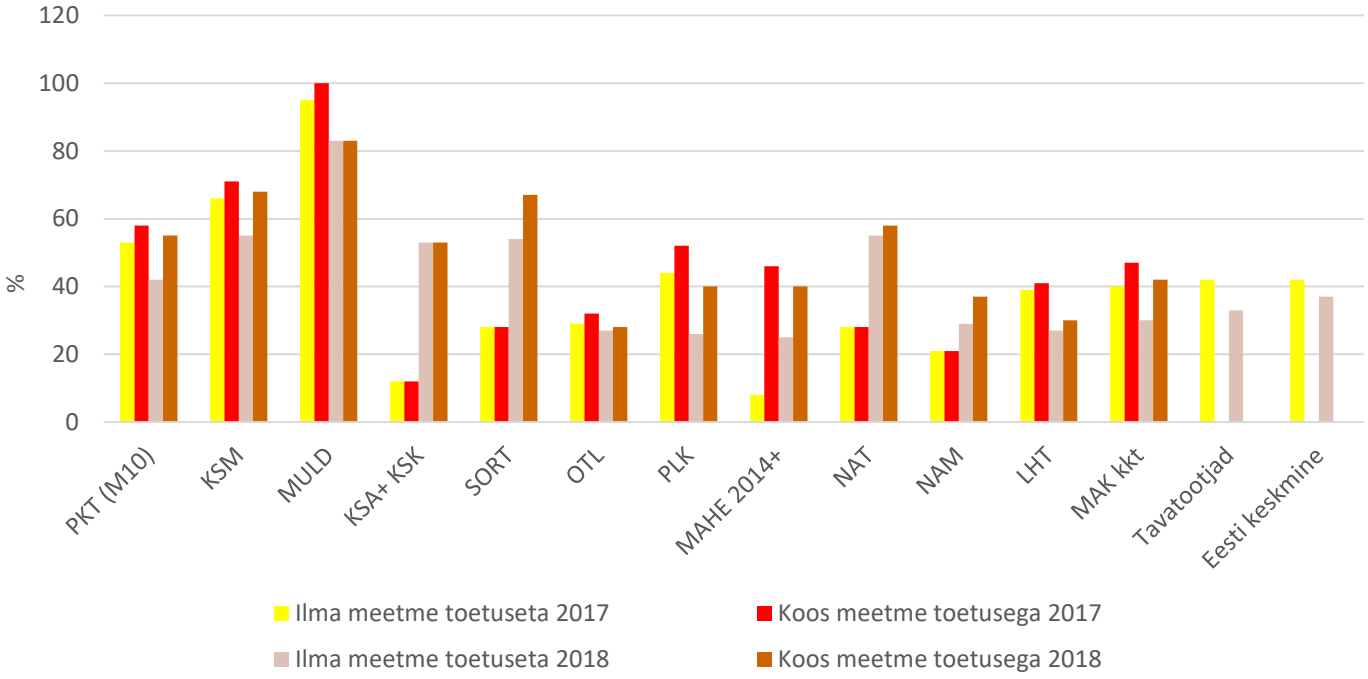
PKT tootjatest veidi üle poole (55%) ja tavatootjatest 33% olid jätkusuutlikud.

[30] Brutolisandväärtuse (BLV) arvutamiseks lisatakse kogutoodangu väärtusele toetuste (v.a investeeringutoetused) ja ettevõtlusega seotud maksude bilanss ning lahutatakse eri- ja üldkulud.

[31] Tööjõu aastaühik (TJÜ) on ühe töötaja täistööaeg, mis võrdub arvestuslikult 2 200 töötunniga aastas.

[32] Ettevõtte standardkogutoodang arvutatakse standardtoodangu koefitsientide alusel lähtudes kasvatatavate põllumajanduskultuuride kasvupinnast ja loomade keskmisest arvust aruandeaastal.

(PKT(M10)) tootjate seas oli jätkusuutlike tootjate osakaal võrreldes 2017. aastaga küll 3% vähenenud (55% 2018. a.; 58% 2017. a.), aga veidi üle poole PKTga liitunud tootjatest olid siiski jätkusuutlikud.




Joonis 101. Jätkusuutlike põllumajandustootjate osakaal tootjate koguarvust keskkonnameetmete, tavatootjate ja FADNi põllumajandustootjate üldkogumisse kuuluvate tootjate (Eesti keskmine) lõikes 2017. - 2018. aastal (PMK, 2019u); (PMK, 2019c)

Võrreldes jätkusuutlike tootjate osakaalu tootjate koguarvust koos meetme toetusega ja ilma meetme toetuseta, siis MULD ja KSA+KSK tootjatel meetme toetus mõju ei avaldanud. MAK keskkonnatoetusi (MAK kkt) saanud jätkusuutlike tootjate osakaal tootjate koguarvust oli meetmete toetustega 12% suurem kui ilma meetmete toetusteta (vastavalt 42% ja 30%). Tavatootjate (keskkonnatoetusi mittetaotlenud tootjad) hulgas oli jätkusuutlike tootjate osakaal 33% (2017. a. 42%). Jätkusuutlike tootjate osakaal tootjate koguarvust meetmeti on aastate lõikes olnud varieeruv (Lisa 67). 2018. aastal avaldas meetme toetus jätkusuutlike tootjate osakaalule suuremat mõju MAHE 2014+ (15%), PLK (14%) ja KSM, SORT, PKT(M10) (kõigil 13%) tootjatel. Madalaimad jätkusuutlike tootjate osakaalud 2018. aastal olid loomapidajate seas – OTL tootjatel 28% ja LHT tootjatel 30% tootjate koguarvust.

Madalaimad jätkusuutlike tootjate osakaalud olid loomapidajate hulgas – OTL tootjatel 28% ja LHT tootjatel 30% tootjate koguarvust.

### 4.2.3. Keskkonnatoetuste saajate majanduslik jätkusuutlikkus suurusgruppide lõikes

Põllumajandustootjad on nii tootmisstruktuuri kui ka suuruse poolest erinevad, seega võib eeldada, et nii jätkusuutlike tootjate osakaal kui ka meetme toetuse mõju ulatus tootjate jätkusuutlikkusele on suurusgrupiti erinev. Jätkusuutlike tootjate osakaalu hindamisel on MAK 2014–2020 keskkonnatoetusi taotlenud tootjad jagatud majandusliku suuruse alusel kolme gruppi (Lisa 73):

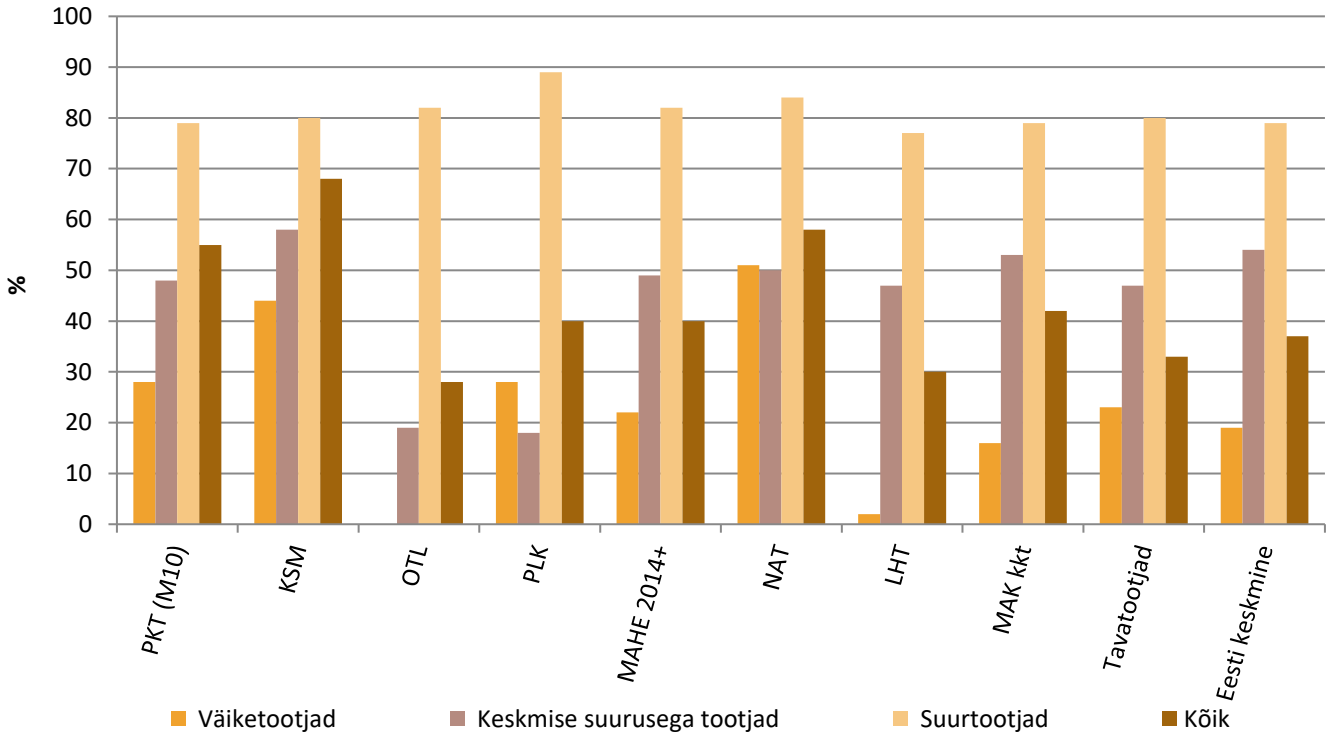
Väiketootjatest olid jätkusuutlikud kuni 51%, suurtootjatest 77-89%.

- väiketootjad – SKT 4 000€ - 25 000€ (klassid 3-5);
- keskmise suurusega tootjad – SKT 25 000€-100 000€ (klassid 6-7);
- suurtootjad – SKT üle 100 000€ (8-14);

Kui grupis oli alla 5 ettevõtte, siis andmeid ei avalikustata (MULD, KSA+KSK, SORT, NAM). Sarnaselt varasemate aastatega oli ka 2018. aastal jätkusuutlike tootjate osakaal kõige suurem (77-89%) suurtootjate hulgas (Joonis 102), väiketootjate hulgas oli neid sõltuvalt meetmest 0-51%. Väiketootjate hulgas oli jätkusuutlikke tootjaid kõige rohkem KSM ja NAT tootjate hulgas. Keskmise suurusega tootjate hulgas oli jätkusuutlikke tootjaid kõige rohkem KSM, NAT ja MAHE 2014+ tootjate hulgas. Kokkuvõtvalt võib järeldada, et jätkusuutlike tootjate osatähtsus kasvab koos ettevõtete suurenemisega.

Jätkusuutlike tootjate osatähtsus kasvab koos ettevõtete suurenemisega.

Andmete analüüsimisel, lisaks keskmiste tulemuste väljatoomisele, tuleb vaadata ka meetmega liitunute tulemusi suurusgruppide lõikes, mis olid oluliselt erinevad. Näiteks oli 2018. aastal KSM toetust taotlenud tootjate hulgas jätkusuutlikke tootjaid 68%, samas kui vaadata neid eraldi suurusgruppide lõikes, siis selgub, et suurtootjate hulgas oli neid 80%, keskmise suurusega tootjate hulgas – 58% ja väiketootjate hulgas – 44%.




Joonis 102. Jätkusuutlike põllumajandustootjate osakaal suurusgrupiti tootjate koguarvust keskkonnameetmete (koos meetme toetusega), tavatootjate ja FADNi põllumajandustootjate üldkogumisse kuuluvate tootjate (Eesti keskmine) lõikes 2018. aastal (PMK, 2019c)

Kui võrrelda jätkusuutlikke tootjate osakaalu tootjate koguarvust koos meetme toetusega ja ilma meetme toetuseta, selgus et meetme toetuse mõju erines oluliselt erinevate meetmete kui ka suurusgruppide lõikes. Meetme toetuse mõju jätkusuutlikke tootjate osatähtsusele oli kõige suurem MAHE 2014+, PLK, KSM ja ka M10 tootjate puhul (Tabel 15).

Tabel 15. Meetme toetuse mõju jätkusuutlikke tootjate osatähtsusele (%) suurusgruppide lõikes 2018. aastal (PMK, 2019c)

| Meede | Väiketootjad | Keskmise suurusega tootjad | Suurtootjad | Kõik |
|---|---|---|---|---|
| PKT (M10) | 14,2 | 13,8 | 11,0 | 12,8 |
| KSM | 6,2 | 18,0 | 10,8 | 12,8 |
| MULD | * | * | 0,0 | 0,0 |
| KSA+KSK | * | * | * | 0,0 |
| SORT | * | * | * | 12,2 |
| OTL | 0,0 | 0,0 | 2,6 | 0,6 |
| PLK | 28,4 | 4,7 | 4,7 | 13,4 |
| MAHE 2014+ | 13,9 | 16,6 | 14,4 | 14,9 |
| NAT | 0,0 | 6,6 | 0,0 | 2,2 |
| NAM | 6,4 | * | 0,0 | 7,1 |
| LHT | 2,1 | 6,2 | 2,6 | 3,2 |
| MAK kkt | 8,0 | 17,2 | 13,3 | 12,0 |

* - grupis on alla 5 ettevõtte, mistõttu andmeid ei avalikustata

### 4.2.4. Kokkuvõte

- Põllumajandusliku keskkonnatoetuse (PKT(M10)) tootjate seas oli jätkusuutlike tootjate osakaal 55% tootjate koguarvust.
- 2018. aastal avaldas meetme toetus jätkusuutlike tootjate osakaalule suuremat mõju MAHE 2014+ (15%), PLK (14%) ja KSM, SORT, PKT(M10) (kõigil 13%) tootjatel. Madalaimad jätkusuutlike tootjate osakaalud 2018. aastal olid loomapidajate seas – OTL tootjatel 28% ja LHT tootjatel 30% tootjate koguarvust.
- Sarnaselt varasemate aastatega oli ka 2018. aastal jätkusuutlike tootjate osakaal kõige suurem (77-89%) suurtootjate hulgas.

## 4.3. ÜPP toetuste jaotumine

### 4.3.1. ÜPP I ja II samba otsetoetuste jaotumine maakonniti

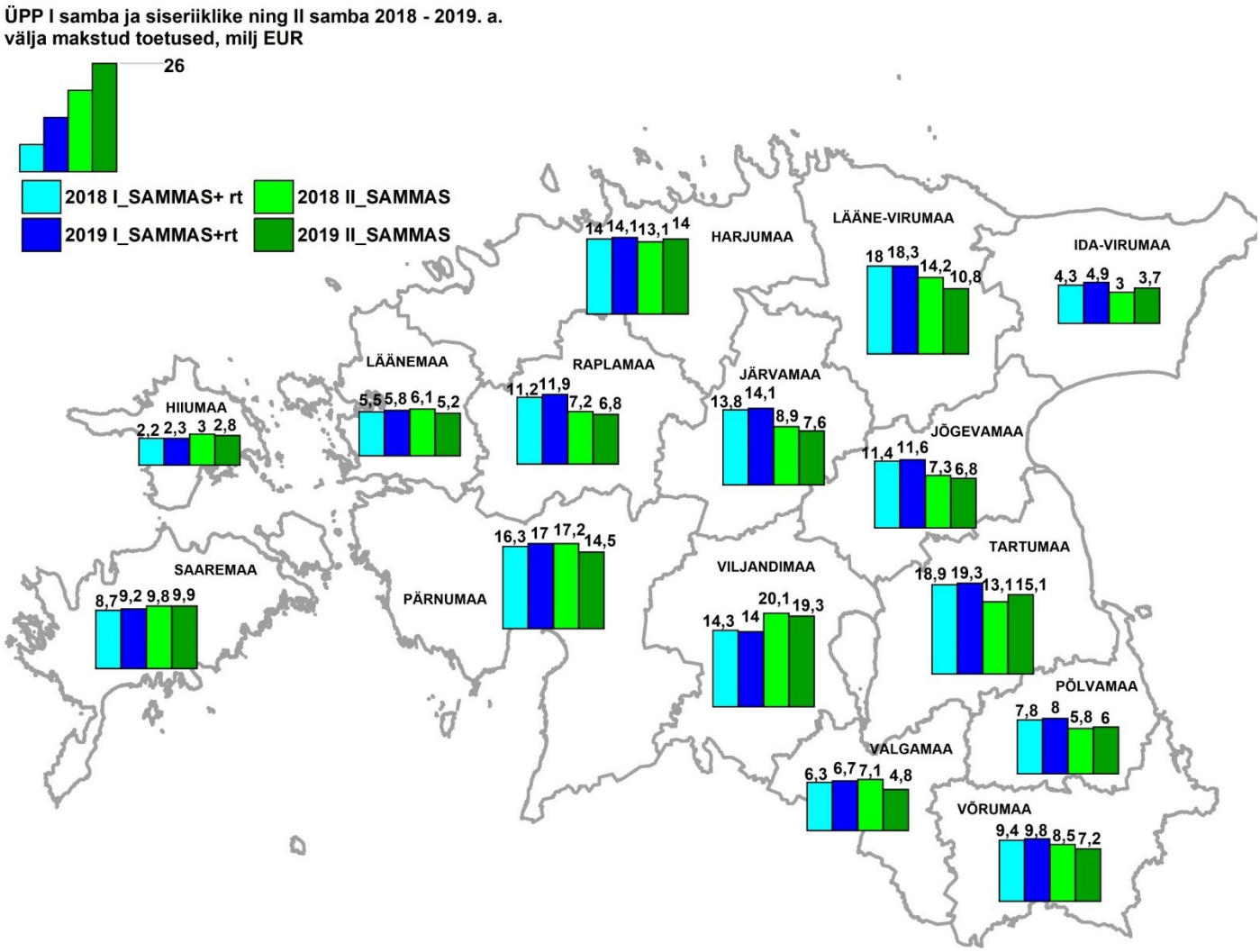
Põllumajanduse ja maaelu arengu toetamiseks on Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika (ÜPP) raames ette nähtud erinevad toetusskeemid. Põllumajandustoetuste rakendamist Eestis reguleerib EL ühise põllumajanduspoliitika (ÜPP) rakendamise seadus, mis on jõus alates 1. jaanuarist 2015. Toetuste analüüsimisel võeti arvesse kõik PRIA poolt 2019. aastal väljamakstud otsetoetused, koolikava toetus, erakorralised ja põllumajanduse turukorralduse toetused ning riiklikud toetused (joonistel esitatud koos I samba toetustega). II samba maaelu arengukava meetmetoetustest võeti analüüsimisel arvesse kõik väljamakstud MAK 2007-2013 ning MAK 2014-2020 toetused (v.a. tehnilise abi toetus). 2019. aastal maksti välja MAK 2018. a. taotlusvooru toetused. Toetuste jaotamisel maakonniti (Lisa 68) on aluseks võetud PRIA kliendiregistris olev toetuse saaja tegevuskoha maakond (maakond, kus asub suurem osa põllumajandusettevõtja põldudest/tootmisest ja/või on ettevõte registreeritud). Põllumajandustootjate maad võivad paikneda mitmes maakonnas ja seetõttu tuleb arvestada, et antud maakondlik jaotus ei pruugi näidata tegelikke toetuste kasutamise piirkondi.

Analüüsi teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse maamajanduse analüüsi osakond. Kontaktisik on põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroost Ere Ploomipuu, ere.ploomipuu@pmk.agri.ee.

2019. aastal maksti I samba toetusi 161 mln, II samba toetusi 134 mln ja siseriiklikke toetusi 6 mln. Kokku (I, II sammas (tehnilise abi toetuseta) ja riiklikud toetused) maksti 2019. aastal välja 301,4 mln eurot, mis on 4,1 mln võrra vähem kui 2018. aastal (305,5 mln). Maakonnad, kuhu maksti 2019. aastal kõige enam I samba toetusi (10-11% I samba kogusummast ja 16-18 mln eurot maakonna kohta), olid varasemate aastatega samad – Lääne-Viru, Pärnu ja Tartu (Joonis 103). Vähem kui 5% maakonna kohta kogu I samba summast said Hiiu (2,3 mln), Ida-Viru (4,8 mln), Lääne (5,8 mln), Valga (6,6 mln) ja Põlva (7,9 mln) maakonna tootjad.

II samba väljamakstud toetuste kogusumma oli 2019. aastal 134 mln eurot (2018. aastal 144 mln), sellest Viljandi maakonna tootjatele läks 14%, Tartu ja Pärnu 11% ning Harju maakonna tootjatele 10%. Teiste maakondade tootjatele makstud summa jäi vahemikku 2 - 8% kogusummast.

Siseriiklike toetuste kogusumma (6 mln) oli võrreldes 2018. aastaga, mil neid toetusi maksti välja 5,5 mln eurot, suurenenud 8%. Tartu maakonnas oli siseriiklike toetuste summa 2,8 mln, Harju 1,3 mln ja Rapla maakonnas 1,1 mln eurot, teistes maakondades alla miljoni euro.




Joonis 103. ÜPP I samba ja siseriiklike toetuste ning II samba väljamakstud toetuste jagunemine maakonniti 2019. aastal (PRIA, 31.01.2020 andmetel)

### 4.3.2. ÜPP toetuste jaotumine põllumajandustootjate suurusgrupiti

ÜPP toetuste analüüsil määrati igale PRIA põllumajandusloomade ja põllumassiivide registris olevale tootjale (kellel oli maid ja/või loomi) tootmistüüp ja majanduslik suurus vastavalt Euroopa Liidu FADN tüpoloogiale. Majandusliku suuruse alusel jaotatakse tootjad kolme gruppi: väiketootjad (sisemajanduse kogutoodang (SKT) 4000-25 000 €), keskmise suurusega tootjad (25 000-100 000 €) ja suurtootjad (üle 100 000 €). Tootjaid, kelle SKT on kuni 4000 €, võib tinglikult nimetada hobitaludeks. Majanduslikul suurusklassil põhinev toetuste täpsem jagunemine 2019. aastal on ära toodud lisas (Lisa 69).

2019. aastal välja makstud toetuste kogusummast läks 53% suurtootjatele.

Suurtootjatele läks toetuste kogusummast 2019. aastal 53% (2018. a. 56%) - I samba toetustest 66%, II samba toetustest 38% (2018. aastal 44%). Keskmise suurusega tootjad said toetuste kogusummast 14%, I samba toetustest 17% ja II samba omadest 12%. Väiketootjad said 10% (2018. aastal 8%) toetustest: peaaegu poole (47%) riiklikest toetustest, I samba toetustest 10% ja II samba toetustest 7%. 19%

toetuste kogusummast said FADN tüpoloogia järgi määratlemata tootjad[33], sh. 39% (2018. aastal 35%) II samba, 2% I samba ja 29% riiklikest toetustest.

### 4.3.3. ÜPP toetuste jaotumine põllumajandustootjate tootmistüübiti

ÜPP I ja II samba väljamakstud toetuste jagunemist analüüsiti ka põllumajandustootjate tootmistüübi järgi. Eestis on kasutusel üldisel tasandil seitse tootmistüüpi: taimekasvatus [34], aiandus [35], püsikultuurid [36], piimatootmine, loomakasvatus[37], sea- ja linnukasvatus[38] ja segatootmine[39]. Detailsemad andmed toetuste jagunemise kohta erinevate tootmistüüpidega ettevõtete vahel on ära toodud lisas (Lisa 70). Suurem osa (38%) toetuste kogusummast läks 2019. aastal taimekasvatajatele (2018. aastal 35%). FADN-i järgi määramata tootmistüübi tootjad said 19%, loomakasvatajad 18% (2018. aastal 12%), piimatootjad 14% ja teiste tootmistüüpide tootjatele kokku läks 11% toetuste kogusummast. I samba väljamakstud toetuste kogusummast moodustas taimekasvatajate osa 48%, loomakasvatajate osa 23% ja piimatootjate osa 16% (võrdlusena, et 2018. aastal 25%). II samba toetustest läks 39% FADN-i järgi määramata tootmistüübile, 29% taimekasvatusele, 12% loomakasvatusele ja 10% piimatootmisele. Riiklikest toetustest 42% läks sea- ja linnukasvatusele, FADN-i järgi määramata tootmistüübile 29% ja piimatootjatele 19%.

### 4.3.4. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine maakonniti

II samba toetustest moodustasid MAK keskkonnatoetused 42% (2018. aastal 39%). MAK keskkonnatoetustest oli 40% KSM toetus, järgnesid mahetoetused kokku 32% (lisaks MAHE 2014+ oli väike osa oli veel ka MAHE 2007+ kohustuste makseid), NAM ja PLK 8% ning LHT 7%. Teiste MAK kkt hulka arvestatavate toetuste summa osakaal jäi vahemikku 0,05 - 1,5%.

2019. aastal välja makstud II samba toetuste kogusummast moodustasid 42% MAK kkt. Sellest suurim osa (40%) oli KSM toetus.

MAK keskkonnatoetustel oli maakonniti II samba toetuste summast üsna suur osakaal - Ida-Viru maakonnas 61%, üle 50% Hiiu, Järva, Lääne-Viru, Rapla, Valga ja Võru maakonnas. Kõige madalam osakaal oli Viljandi maakonnas 24%.

MAK keskkonnatoetuste summast erinevate meetmete osakaal oli maakonniti üsna erinev (Joonis 104). Põlva, Jõgeva, Järva ja Lääne-Viru maakonnas oli üle 60%, Viljandi ja Rapla maakonnas üle 40% keskkonnatoetuste summast KSM toetus. Hiiu, Ida-Viru, Tartu ja Võru maakonnas moodustas MAK kkt summast poole või veidi üle selle mahetoetus. LHT (16%), OTL (5%) ja PLK (33%) toetuse osakaal oli kõige suurem Saaremaal.

[33] Tootjad, kellele on 2018. aastal PRIA poolt välja makstud toetusi, kuid kelle kohta puuduvad majandusliku suuruse määramiseks vajalikud algandmed (SKT väärtus eurodes, mis määratakse lähtudes hektarite ja loomade arvust selles majapidamises ning vastavatest standardtoodangu koefitsientidest)

[34] Taimekasvatus – teravilja, õli- ja valgukultuuride kasvatamine, üldine taimekasvatus

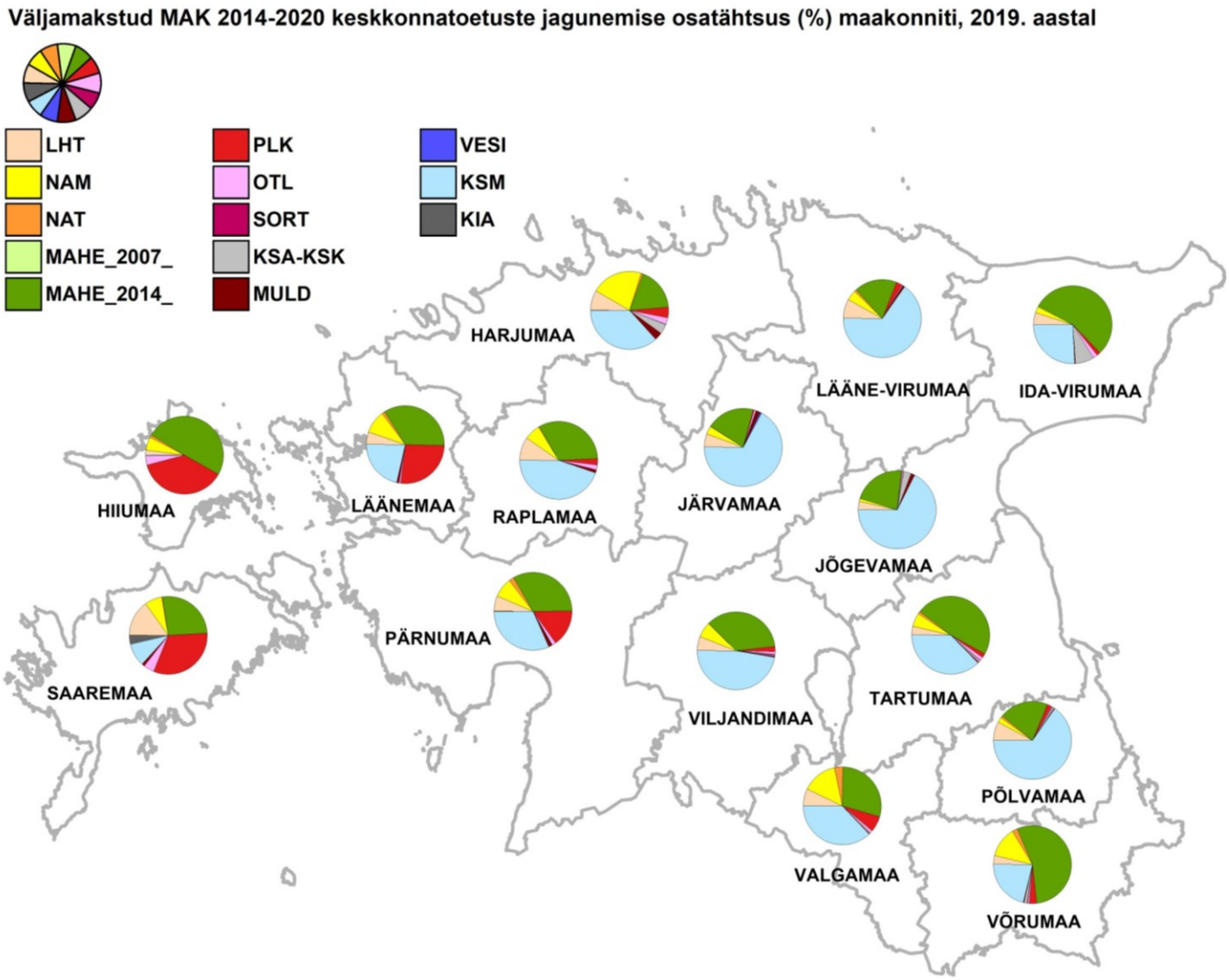
[35] Aiandus - aiandus katmikalal, avamaal, muu aiandus (k.a puukoolid)

[36] Püsikultuurid – puuviljakasvatus, erinevate püsikultuuride kasvatamine

[37] Loomakasvatus – lihaveise-, piima- ja lihaveisekasvatus, lamba- ja kitsekasvatus, muud karjatatavad loomad

[38] Sea- ja linnukasvatus ja erinevate teratoiduliste kasvatamine

[39] Segatootmine - segataimekasvatus (põllukultuurid, aiandus, püsikultuurid), segaloomakasvatus - peamiselt karjatatavad loomad või peamiselt karjatatavad loomad või peamiselt teratoidulised, segataimekasvatus, lisaks karjatatavad loomad, muud taime- ja loomakasvatuse kombinatsioonid

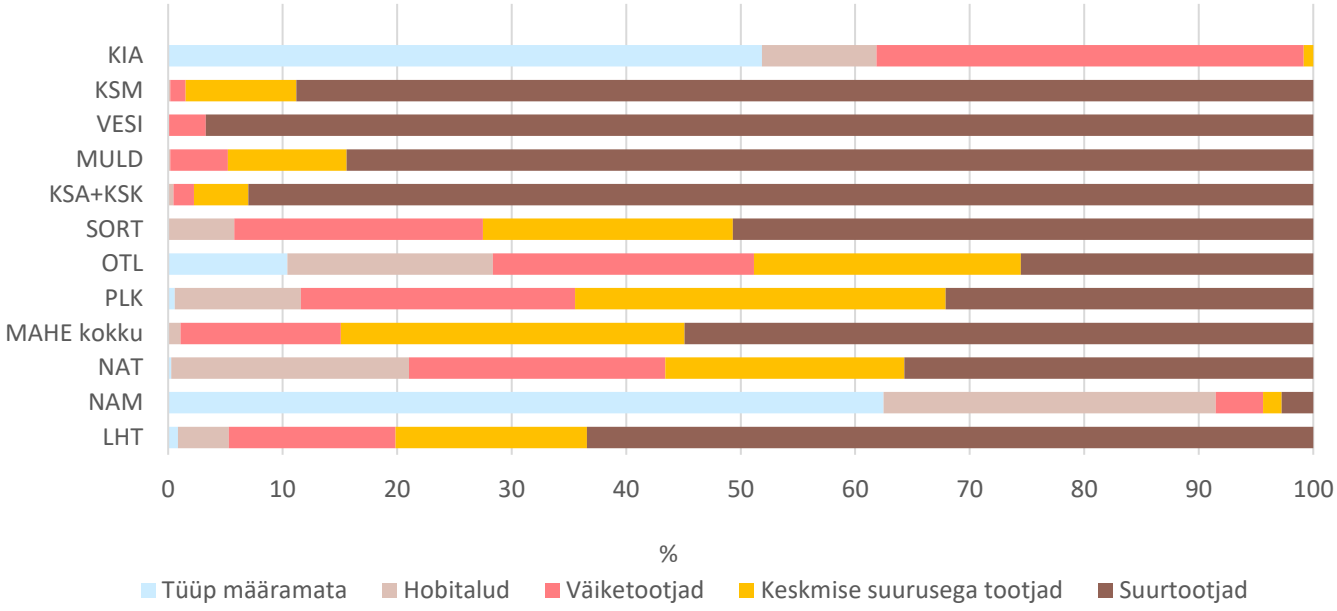



Joonis 104. Väljamakstud MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste (sh. MAHE 2007+) jagunemise osatähtsus (%) maakonniti 2019. aastal (PRIA, 31.01.2020 andmetel)

### 4.3.5. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine suurusgrupiti

2019. aastal väljamakstud MAK kkt-st 63% läks suurtootjatele, keskmise suurusega toojatele 18% ja väiketootjatele 9%. KSM, MULD, LHT ja KSA+KSK toetussummadest läks suurtootjatele 84-97% (Joonis 105). MAHE toetuse väljamakstud summast läks suurtootjatele 55%, keskmise suurusega tootjatele 30% ja väiketootjatele 14%. NAM toetus, sarnaselt varasematele aastatele, jagunes enamasti FADN tüpoloogia järgi määratlemata tootjate (62%) ja hobitalunike (29%) vahel. PLK toetus jagunes suurtootjatele ja keskmise suurusega tootjatele (mõlemad 32%), väiketootjatele 24%, hobitalunikele 11%. Kiviaia taastamise toetussummadest kõige suurema osa said FADN tüpoloogia järgi määratlemata tootjad (52%). LHT toetusest läks samuti suurim osa (63%) suurtootjatele.

KSM toetuse summadest 89% ja MAHE toetuse summadest 55% maksti 2019. aastal suurtootjatele.

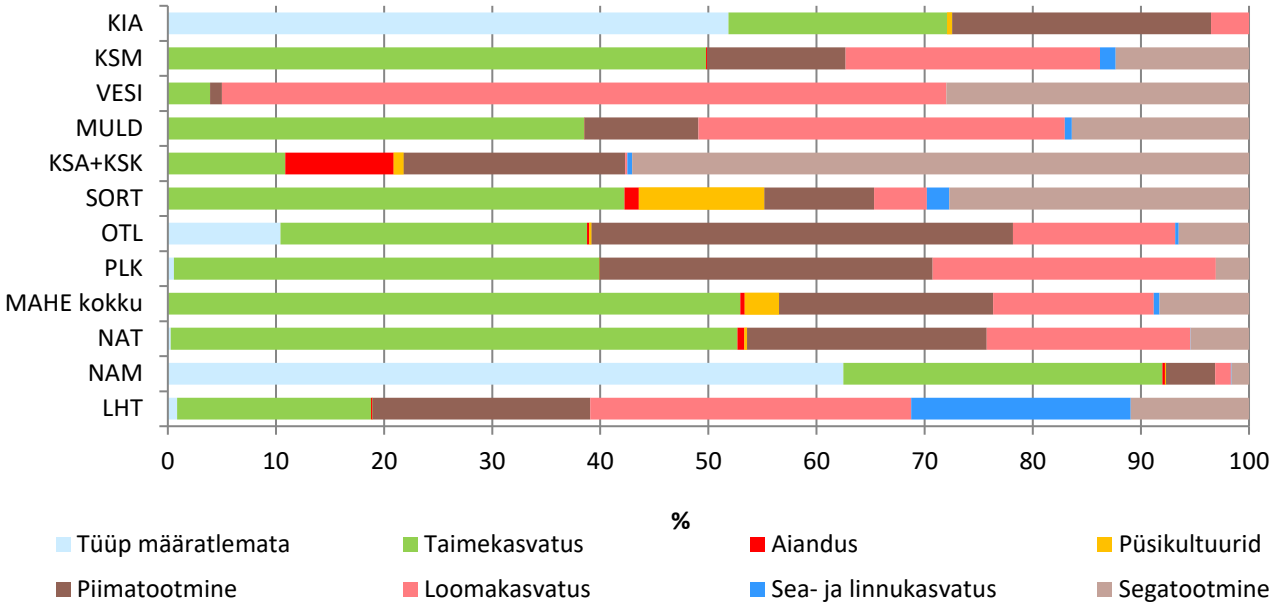



Joonis 105. MAK 2014 - 2020 keskkonnatoetuste (sh. MAHE 2007+) jaotumine tootjate suurusklassi alusel 2019. aastal (PRIA, 31.01.2020 andmetel); (FADN, 2019)

### 4.3.6. MAK 2014-2020 keskkonnatoetuste jaotumine tootmistüübiti

Erinevatest MAK keskkonnatoetustest suurima osa said 2019. aastal taimekasvatuse tootmistüübi tootjad.

Analüüsides 2019. aastal väljamakstud MAK kkt summasid, võttes aluseks tootmistüüpi, selgus, et 45% said taimekasvatajad, 19% loomakasvatajad, 17% piimatootjad ja 10% segatootmisega tegelevad tootjad. Teiste tootmistüüpide tootjate osa oli alla 5%. Erinevatest keskkonnatoetustest samuti suurim osa maksti taimekasvatustüübi tootjatele – 50% KSM, 53% MAHE, 52% NAT, 42% SORT, 39% MULD ja PLK toetusest. Loomakasvatajatele maksti suurim osa LHT (30%) ja VESI (67%) toetusest (Joonis 106). KSA+KSK toetussummast läks 10% aianduse, 11% taimekasvatuse ja 57% segatootmistüübi tootjatele. OTL toetusest suurim osa (39%) maksti piimatootmistüübi tootjatele.




Joonis 106. MAK 2014 - 2020 keskkonnatoetuste (sh. MAHE 2007+) jaotumine ettevõtete tootmistüübi alusel 2019. aastal (PRIA, 31.01.2020 andmetel); (FADN, 2019)

### 4.3.7. Kokkuvõte

- 2019. aastal väljamakstud toetussumma oli 301,4 mln eurot: I samba toetusi 161 mln, II samba toetusi 134 mln ja siseriiklikke toetusi 6 mln. I samba toetusi läks kõige enam Lääne-Viru, Pärnu ja Tartu maakonda (10-11% I samba kogusummast ja 16-18 mln eurot maakonna kohta). II samba toetussummast said suurema osa Viljandi, Tartu, Pärnu ja Harju maakonna tootjad (10-14%). Siseriiklike toetuste kogusumma (6 mln) jagunes 87% ulatuses kolmele maakonnale - Tartu, Harju, Rapla.
- 2019. aastal makstud toetuste kogusummast 53% läks suurtootjatele - I samba toetustest 66%, II samba toetustest 38%. Keskmise suurusega tootjad said toetuste kogusummast 14%, väiketootjad 10% ja FADN tüpoloogia järgi määratlemata tootjad 19%.
- Tootmistüübiti jagunes 2019. aastal makstud toetuste kogusumma järgnevalt: 38% taimekasvatajad, 19% FADN-i järgi määramata tootmistüüp, 18% loomakasvatajad, 14% piimatootjad, 11% ülejäänud tootmistüüpide tootjad.
- MAK keskkonnatoetuste kogusumma moodustas II samba toetustest 42%. MAK keskkonnatoetustest oli 40% KSM toetus, järgnesid MAHE 32%, NAM ja PLK 8% ning LHT 7%. Teiste MAK kkt hulka arvestatavate toetuste summa osakaal jäi vahemikku 0,05 - 1,5%.
- MAK keskkonnatoetustel oli maakonniti II samba toetuste summast üsna suur osakaal - Ida-Viru maakonnas 61%, üle 50% Hiiu, Järva, Lääne-Viru, Rapla, Valga ja Võru maakonnas.
- Põlva, Jõgeva, Järva, Lääne-Viru, Viljandi ja Rapla maakonnas oli ülekaalukas KSM toetus (40-60%). Hiiu, Ida-Viru, Tartu ja Võru maakonnas MAHE toetus (50% ringis). LHT (16%), OTL (5%) ja PLK (33%) toetuse osakaal oli kõige suurem Saaremaal.
- Erinevatest keskkonnatoetustest suurim osa maksti taimekasvatustüübi tootjatele – 50% KSM, 53% MAHE, 52% NAT, 42% SORT, 39% MULD ja PLK toetusest.

# 5. Kompleksuuring mahe- ja tavaviljelusest

Teravilja koristamine katsepõllul 2019. a. Foto. K. Sepp

## Sisukord


5.1. Kompleksuuring ja selle eesmärgid ..... 190

5.1.1. Umbrohtumus, saaginäitajad, kattetulu ja NPK-üldbilanss põldheinarohke külvikorra viljavahelduse rotatsioonis 2015.-2019. aastal ning pH, omastatava P ja K sisaldus künnikihis katse alguses ja lõpus ..... 190

5.1.2. Erineva väetamise mõju saagile, saagikvaliteedile ja kattetulule põldheinarohkes külvikorras 2016.-2019. aastal ..... 199

5.1.3. Kokkuvõte kompleksuuringust ..... 205


## Jooniste loetelu


Joonis 107. Põldheina haljas- ja kuivmassi kahe niite kogusaagid mahe- ja tavaviljeluses 2015.-2019. a keskmisena ..... 191

Joonis 108. Terakultuuride umbrohtumus ja terasaak maheviljeluses 2015.-2019. aasta keskmisena ..... 193

Joonis 109. Terakultuuride umbrohtumus ja terasaak tavaviljeluses 2015.-2019. aasta keskmisena ..... 193

Joonis 110. Külvikorra rotatsiooni keskmine NPK-üldbilanss mahe- ja tavaviljeluses 2015.-2019. a ..... 196

Joonis 111. Põldheina haljas- ja kuivmassi kahe niite kogusaagid erineval väetamisel 2016.-2019. a keskmisena ..... 200

Joonis 112. Terakultuuride terasaagid erineval väetamisel 2016.-2019. a keskmisena ..... 202


## Tabelite loetelu


Tabel 16. NPK-eemaldamine kultuuride saakidega külvikorra rotatsioonis 2015.-2019. a ..... 197

Tabel 17. Külvikorra künnikihi pH ning omastatava P ja K sisaldus katseperioodi alguses ja lõpus ..... 198

Tabel 18. Terakultuuride väetamine 2016.-2019. a keskmisena ..... 201

Tabel 19. Suvinisu 'Mooni' terasaagi kvaliteedinäitajad erineval väetamisel 2016., 2018. ja 2019. a keskmisena ..... 203


## Lisade loetelu


Lisa 71. Põldheinarohke külvikorra katseskeem

Lisa 72. Kattetulu põldheinarohkes külvikorras 2016.-2019. aastal

Lisa 73. MAK 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi hindamiseks läbi viidud uuringute metoodikad


## Kasutatud kirjanduse loetelu


EKI, 2020. Teravilja, rapsi, söödakultuuride kokkuostuhinnad. Allikas: http://www.ki.ee/

Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A. 2009. Väävliga väetamise mõju talinisu saagikusele, proteiini kvaliteedile ja küpsetusomadustele. Agraarteadus * XX*2. Tartu, lk 8-15.

Kanger, J., jt, 2014. Väetamise ABC. Saku: Põllumajandusuuringute Keskus.

Kärblane, H., 1996. Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat. Tallinn,: Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium, lk 29, 188.

Ron, M. M., Loewy, T. 2007. Content and N:S ratio of small grains in the Soutwest of Buenos Aires province (Argentina). Allikas: www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autorestomas/.

Tamm, K., 2014. Masintööde kalkulatsioonid loomakasvatusettevõttes 2014. aastal. Saku.

Vesik, R.,Tamm, K., 2017. Masintööde kalkulatsioonid kompleksuuringus. Saku.

# 5. Kompleksuuring mahe-ja tavaviljelusest

## 5.1. Kompleksuuring ja selle eesmärgid

Kompleksuuringuga alustati PMK Kuusiku katsekeskuses 2003. aastal 5-väljalises põldheinarohkes külvikorras. Aastate jooksul laiendati kompleksuuringut lühemaajaliste lisakatsetega. 2019. aastaga uuringud 5-väljalises põldheinarohkes külvikorrakatses lõpetati. Selle uuringu eesmärgiks oli selgitada mahe- ja tavaviljeluse külvikorras mullaviljakuse ja kultuuride saaginäitajate muutusi pikema aja jooksul, kasutades erinevaid agrotehnoloogilisi lahendusi. Nende mõju hinnati järgmiste indikaatorite abil: mulla toiteelementide ja orgaanilise aine sisaldus, mulla NPK-üldbilanss, mulla füüsikalised näitajad, mullaorganismide tegevus, umbrohtumus, kultuuride saak ja saagikvaliteet ning kultuuride kattetulu jm. Eeltoodud näitajate kohta koguti andmeid vastavalt metoodikale (Lisa 73).

Kompleksuuringu 5-väljalise põldheinarohke külvikorrakatse eesmärgiks oli selgitada mahe- ja tavaviljeluses mullaviljakuse, ja kultuuride saaginäitajate muutusi pikema aja jooksul.

Uuritav põldheina rohke söödakülvikord (Lisa 71) ja seal rakendatud mullaharimis tehnoloogiad (pindmine mullaharimine, kündmine, tüükoorimine koos künniga), erinevad viljelusviisid (mahe- ja tavaviljelus) ning väetamine (mitteväetamine, sõnniku ja mineraalväetistega väetamine) olid valitud selliselt, et need oleks kasutatavad ka Eesti põllumajandusettevõtetes. Külvikordade viljavaheldus ja nende majandamine vastasid MAHE toetuse ja KSM toetuse saamise tingimustele.

Uuringu tulemusi kasutatakse põllumajanduslike keskkonnatoetuste hindamise ja seire taustinformatsioonina ning seireindikaatorite valiku täpsustamiseks. Samuti sai täpsustada põllumajandustoetuste abil toetatavate tegevuste valikut ja põhjendatust, selgitada erinevate agrotehnoloogiate toimimist ning koolitada põllumajandustootjaid. Töö teostaja on PMK põllumajanduskeskkonna seire ja uuringute büroo, kontaktisik Karli Sepp, karli.sepp@pmk.agri.ee.

### 5.1.1. Umbrohtumus, saaginäitajad, kattetulu ja NPK-üldbilanss põldheinarohke külvikorra viljavahelduse rotatsioonis 2015.-2019. aastal ning pH, omastatava P ja K sisaldus künnikihis katse alguses ja lõpus

Külvikorras lõppes 2019. aastaga uurimisperioodi viimane viieaastane külvikorra rotatsioon. Alljärgnevalt käsitletakse siin uuringuperioodi tulemusi 2015.-2019. a viljavahelduse rotatsiooni keskmisena ja osaliselt ka pikema katseperioodi kohta.

Külvikord oli katses planeeritud söödakülvikorrana, milles oli järgnev viljavaheldus: põldhein 1. a – põldhein 2. a – suvinisu – segavili (hernes + kaer) – suvioder allakülviga.

2. a põldheina katsepõld künti ümber terves ulatuses suvinisu külvi eel kusjuures poolele osale põllust anti künnieelselt ka tahesõnnikut. Suvinisu ja segavilja põld künti (osale küntud alale eelnes tüükoorimine) või hariti pindmiselt peale kultuuri koristamist sügisel. Poolele koristatud segavilja põllule anti sügisel järgneva aasta suviodra tarbeks künni või pindmise harimise eelselt tahesõnnikut. Seetõttu käsitletakse edaspidi sõnnikuga väetamist suvinisule ja suviodrale otsemõjuna, põldheina ja segavilja puhul järelmõjuna.

#### Põldheina saagikus 2015.-2019. aastal

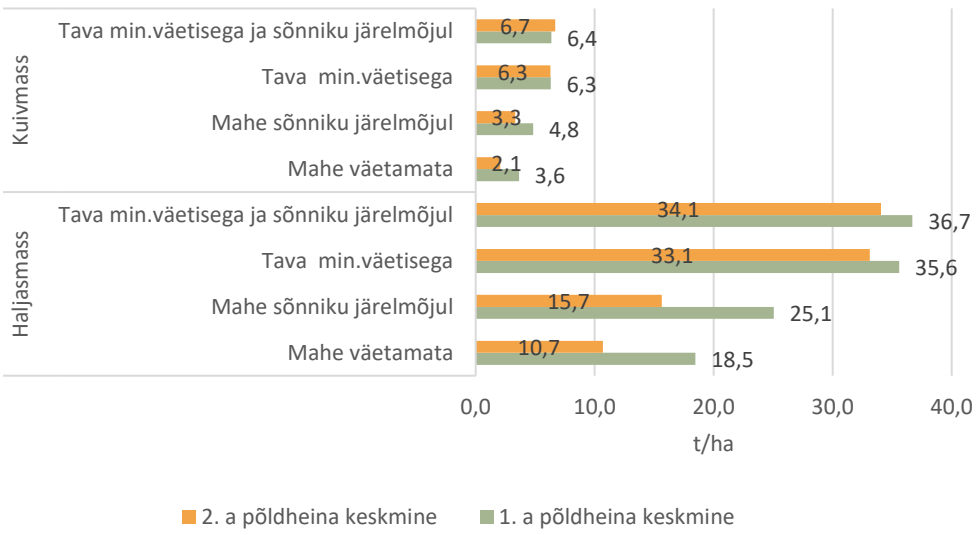
Põldheina segu külvati punase ristiku ülekaaluga, millele lisati kõrrelise heintaimena harilik aruhein või põldtimut. Käesolevas külvikorra rotatsioonis otsustati koristada igal aastal põldheinalt kaks niidet, kuna eelmises rotatsioonis ilmnes, et kui koristada kolm niidet, jääb maheviljeluse põllu P ja K üldbilanss viie aasta keskmisena negatiivseks ka

sõnnikuga (2 korda 30 t/ha) väetamise korral. Niidete vähendamisel kolmelt kahele oli aga võimalus osa toiteelemente sügisel koristamata massiga põllule jätta ja nii bilanssi tasakaalustada. Kolmanda niite mass oli tavaliselt ka suhteliselt väike ega mõjutanud oluliselt põllult saadavat aastast söödakogust.

Põldheina saagikus sõltub tugevalt kasvuaasta ilmastikust. Suure saagikuse saamiseks ei tohiks kasvuperioodi jooksul esineda pikemaid põuaperioode ja sademeid peab olema suhteliselt rohkesti. Kuna kasvuperioodi sademete hulk oli rotatsioonis aastate lõikes küllalt erinev, esines ka suuremaid saagi erinevusi. Nii oli 2018. a eriti põuase kevad-suve tõttu põldheina 2-niite haljasmassi saak maheviljeluses 2,0-3,1 korda ja kuivmass saak 1,3-2,0 korda väiksem kui rotatsiooni ülejäänud aastatel. Tavaviljeluses saadi haljasmassi tollel aastal 3,5-4,4 korda ja kuivmassi 1,8-2,0 korda väiksem kui teistel aastatel.

Tahesõnniku järelmõjul (Joonis 107) suurenes perioodi keskmisena esimese aasta a põldheina kahe niite haljasmassisaak maheviljeluses 1,4 korda (6,6 t/ha) ja kuivmassisaak 1,3 korda (1,2 t/ha). Teise aasta mahepõldheinal suurenes haljasmassisaak sõnniku järelmõjul 1,5 korda (5,0 t/ha) ja kuivmassisaak 1,6 korda (1,2 t/ha). Lisaks oli mahevariandis esimese aasta a põldheina saagikus üle 1,5 korra suurem kui teise aasta põldheinal. Tavaliselt oli teise aasta põldheinas punast ristikut hõredamalt, seega võis see olla ka üheks saagilanguse põhjuseks. Mitteväetamisel jäi teise aasta põldheina kasvukõrgus üldiselt madalaks ja mass väikeseks, mis osutas kättesaadavate toiteelementide suurele puudusele mullas ja näitas, et põldhein vajab maheviljeluses väetamist.

Mitteväetamisel jäi teise aasta põldheina kasvukõrgus madalaks ja mass väikeseks, mis osutas kättesaadavate toiteelementide suurele puudusele mullas ja näitas, et põldhein vajab maheviljeluses väetamist.




Joonis 107. Põldheina haljas- ja kuivmassi kahe niite kogusaagid mahe- ja tavaviljeluses 2015.-2019. a keskmisena

Tavaviljeluses anti põldheinale mineraalväetist perioodi keskmisena 291 kg/ha (N-19, P-14 ja K-60 kg/ha). Sõnniku järelmõju foonil mineraalväetisi saanud variandi põldheina saagikus ei erinenud oluliselt üksnes mineraalväetisi saanud variandi saagikusest. Märkimisväärseid erinevusi polnud ka esimese ja teise aasta põldheina saagikuse vahel. Samas ületas tavaviljeluse põldheina saagikus oluliselt mahepõldheina saagikust. Nii oli esimese aasta põldheina haljasmass tavaviljeluses keskmiselt 1,7 ja kuivmass 1,5 korda suurem kui maheviljeluses ja teise aasta põldheinal vastavalt 2,5 ning 2,4 korda suurem.

Käeoleva rotatsiooni tulemused variantide vahel on enamusel juhtudest suhteliselt sarnased eelmise rotatsiooni (2010.-2014. a) tulemustega. Koristatud kogusaak oli eelmises rotatsioonis siiski mõnevõrra suurem, kuna sageli koristati 3-

niidet. Eelmises rotatsioonis oli teise aasta põldhein tavaviljeluses esimese aasta põldheinast siiski märgatavalt väiksema saagikusega kui käesolevas rotatsioonis.
Esimese aasta põldheina toorproteiinisisaldus kuivaines oli keskmiselt 13,2% ja teise aasta põldheinal 11,3%, tavaviljeluses aga vastavalt 17,0% ja 14,8%. Seega oli maheviljeluses põldheina toorproteiinisisaldus märkimisväärselt väiksem kui tavaviljeluses. Teise aasta põldheinas kõrrelise heintaime osakaal punase ristiku suhtes suurenes. Samas langes kõrrelise toorproteiinisisaldus koristamise ajaks kiiremini kui punasel ristikul. See oli ilmselt ka põhjuseks, miks teise aasta põldheina toorproteiinisisaldus oli esimese aasta põldheinast väiksem. Sõnniku järelmõju põldheina toorproteiinisisaldusele jäi tagasihoidlikuks.

#### Terakultuuride umbrohtumus ja selle mõju terasaagile erineval mullaharimisel 2015.-2019. aastal

Selles alajaotuses käsitletakse mullaharimisviiside ja viljavahelduse mõju umbrohtumusele ja terasaagile mahe- ja tavaviljeluses 2015.-2019. a viljavahelduse rotatsioonis.

Umbrohtumus ja terasaak olid rotatsioonis aastate lõikes küllaltki erinevad, sõltudes tugevasti kasvuperioodi sademetest. Nii terakultuuride kui umbrohtude arengut pärssis 2018. a kasvuperioodi erakordselt tugev põud ja suhteliselt kõrge temperatuur. Maheviljeluses oli sellel aastal terakultuuride keskmine saagikus rotatsiooni ülejäänud aastate saagikusest 1,5-2,0 korda väiksem ja tavaviljeluses 1,4-1,8 korda väiksem.

Väljaarvatud üksikud erandid, oli umbrohtude toormass katses 2015.-2019. a keskmisena märgatavalt suurem kui eelmises rotatsioonis. Samas polnud terasaak oluliselt muutunud.

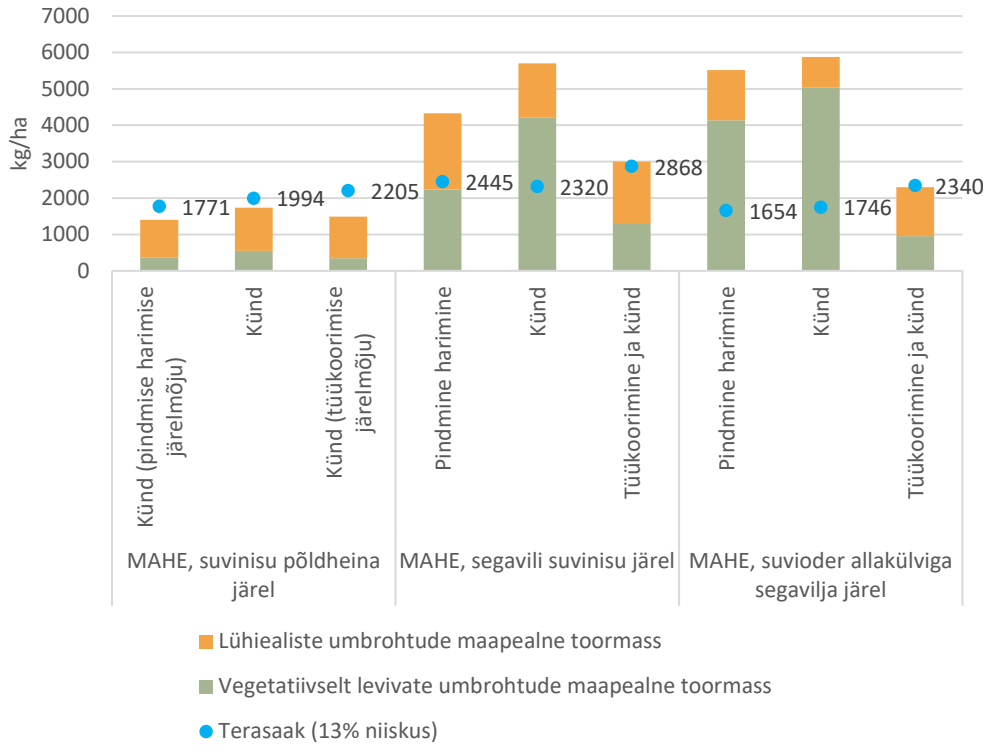
2-aastane niidetav põldhein surus vegetatiivselt levivaid umbrohte edukalt alla, mistõttu nende toormass oli järgnevas suvinisus kogu rotatsiooni jooksul väike nii mahe- kui tavaviljeluses.

Kaheaastane põldhein surus sarnaselt varasematele rotatsioonidele ka 2015.-2019. a vegetatiivselt levivatest umbrohtudest (VLU) põldohakat, põld-piimohakat, orasheina jt suhteliselt edukalt alla, nii et nende maapealne toormass jäi järgneva aasta suvinisus suhteliselt väikeseks kõigis mahe- ja tavaviljeluse variantides (Joonis 108; Joonis 109). Lühiealiste umbrohtude (LEU) toormass oli pritsitud tavaviljeluse variantides koguni 4-5 korda väiksem kui maheviljeluses. VLU toormass mahe- ja tavaviljeluses oluliselt ei erinenud. Suvinisu VLU toormass oli maheviljeluses 2015.-2019. a keskmiselt 1,3 korda ja LEU toormass 1,5 korda suurem kui 2010.-2014. a. rotatsioonis. Tavaviljeluses oli VLU toormass 2,3 korda suurem, kui eelmises rotatsioonis, kuid LEU toormassid oluliselt ei erinenud.

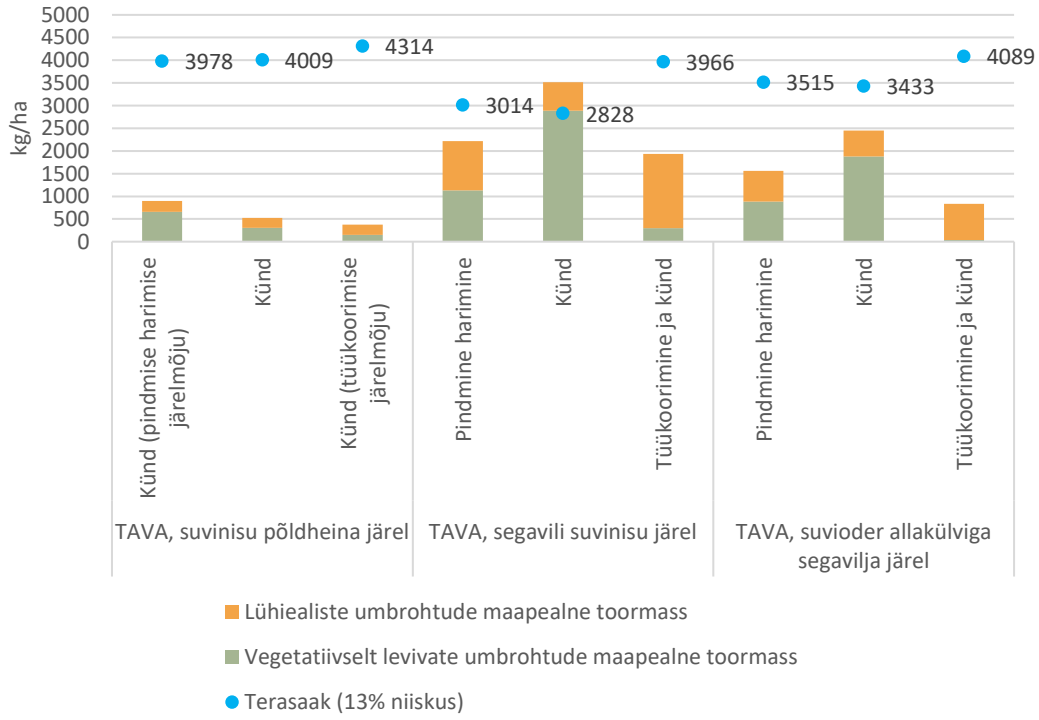
Suvinisu vähene umbrohtumus maheviljeluses ei avaldanud usutavat mõju suvinisu terasaagile. Kuid tavaviljeluses põhjustas VLU (eriti orasheina) toormassi suurenemine siiski usutava terasaagi languse. Väikseim terasaak saadi nii mahe- kui tavaviljeluse variandis, kus pindmise mullaharimise järelmõju foonil oli küntud, suurim terasaak aga variandis, kus tüükoorimise järelmõju foonil oli samuti küntud. Maheviljeluses oli see 25% (434 kg/ha) ja tavaviljeluses 8,4% (336 kg/ha) suurem kui pindmise harimise järelmõjul koos künniga saadud terasaak. Samas oli tavaviljeluses terasaak 2 korda suurem kui maheviljeluses. Vaadates ka varasemat katseperioodi, ilmneb, et kaheaastase põldheina kasvatamine viljavahelduses ja sellele järgnev ühesugune künd kogu katsealal ei tasanda täielikult eelneva erineva mullaharimise mõjusid suvinisu terasaagile.

Teravilja järgnemisel teraviljale suurenes umbrohtumus oluliselt.

Suvinisule järgneva kultuurina kasvatati segavilja (põldhernes + kaer). Segaviljas oli umbrohtude toormass juba oluliselt suurem kui suvinisus põldheina järel (Joonis 108; Joonis 109). Uuringud on näidanud, et teravilja üksteisele järgnemine soodustabki umbrohtumuse suurenemist ja seda sõltumata teravilja liigist.




Joonis 108. Terakultuuride umbrohtumus ja terasaak maheviljeluses 2015.-2019. aasta keskmisena




Joonis 109. Terakultuuride umbrohtumus ja terasaak tavaviljeluses 2015.-2019. aasta keskmisena

Maheviljeluses oli VLU maapealne toormass segaviljas 2015.-2019. a keskmisena 2,8 ja LEU 1,7 korda suurem kui 2010.-2014. a ning tavaviljeluses VLU 3,5 korda. Sarnaselt suvinisule, polnud tavaviljeluses olulisi erinevusi rotatsioonide LEU toormasside vahel. Võimalik, et kasutatud herbitsiidide seguga MCPB + Basagran pritsimine oli LEU mõlemas rotatsioonis suhteliselt võrdse toimega.. Tavaviljeluse pritsitud variantides oli VLU toormass 2,6 ja LEU 1,8 korda väiksem kui maheviljeluses. Põhilise osa VLU toormassist maheviljeluses moodustasid orashein, põld-piimohakas, põldohakas ja paiseleht. Paiselehte leidus siiski vaid küntud variantides. Tavaviljeluses domineeris suurima toormassiga orashein, mida

kasutatud herbitsiidide segu MCPB + Basagran ei hävita. Selgelt suurim VLU toormass oli nii mahe- kui tavaviljeluses variantides, kus ainult künti. Maheviljeluses ületas seal VLU toormass pindmise mullaharimise VLU toormassi 1,9 ja tavaviljeluses 2,6 korda. Tüükoorimise ja künni koosmõju variandiga võrreldes oli ainult kündmisel VLU toormass maheviljeluses koguni 3,3 ja tavaviljeluses 9,7 korda suurem. Tüükoorimise ja künni koosmõju variandis oli VLU toormass nii mahe- kui tavaviljeluses väike. See tulemus on sarnane ka eelmisele rotatsioonile ja näitab, et tüükoorimise ja künni kooskasutamisel on võimalik siiski VLU alla suruda. Nii mahe- kui tavaviljeluses avaldus usutav seos – VLU toormassi vähenemisel suurenes LEU toormass. Põhilise osa LEU toormassist moodustasid mailane, konnatatar ja harilik punand. Maheviljeluses põhjustas VLU toormassi suurenemine ka statistiliselt usutava segavilja terasaagi languse.

Suure umbrohtumuse tõttu saadi ainult kündmisel nii mahe- kui tavaviljeluses ka väikseim segavilja terasaak. Suurim terasaak saadi perioodi keskmisena aga tüükoorimise ja künni koosmõjul, kus oli väike umbrohtumus. See ületas ainult küntud variandi terasaaki maheviljeluses 24% (548 kg/ha) ja tavaviljeluses 40% (1138 kg/ha) ning pindmise mullaharimise variandi terasaaki maheviljeluses 17% (423 kg/ha) ja tavaviljeluses 32% (952 kg/ha). Tavaviljeluse terasaak ületas maheviljeluse terasaaki keskmiselt aga 1,3 korda.

Rotatsiooni eripäraseks aastaks oli 2018, kus tugeva põua tõttu jäi põldherne kasvukõrgus nii madalaks (5-10 cm), et hernest polnudki võimalik kombainiga koristada.

Tüükoorimisel koos künniga oli vegetatiivselt levivate umbrohtude toormass suhteliselt väike nii segaviljas kui suviodras, terasaak aga suurim. Ainult kündmisel ja pindmisel mullaharimisel oli vegetatiivselt levivate umbrohtude toormass mitu korda suurem ja terasaak langes.

Külvikorra kolmandas järjestikuses terakultuuris suviodras oli VLU toormass maheviljeluses pindmise mullaharimise ja ainult kündmise variantides veelgi suurem kui segaviljas, tavaviljeluses aga väiksem (Joonis 108; Joonis 109). Tugev umbrohtumine alandas neis variantides ka terasaaki. Tüükoorimise ja künni variandis oli aga VLU toormass nii mahe- kui tavaviljeluses suhteliselt väike nagu segaviljaski. Ka suviodras omasid põhilist osakaalu VLU-dest orashein, põld-piimohakas, põldohakas. Maheviljeluse ainult künni variandis esines märkimisväärselt ka paiselehte.

Põhilise osa LEU toormassist moodustasid mahe- ja tavaviljeluses mailane, harilik punand ja konnatatar.

Umbrohtude maapealne toormass oli suviodras maheviljeluses mitu korda suurem kui tavaviljeluses. 2015.-2019. a rotatsiooni keskmisena oli suviodra VLU toormass 2,8 korda ja LEU toormass 1,8 korda suurem kui 2010.-2014. a rotatsioonis.

Suurim suviodra terasaak nagu suvinisult ja segaviljaltki saadi tüükoorimise ja künni koosmõju variandis, mis ületas pindmise mullaharimise variandi terasaaki maheviljeluses 41% (686 kg/ha) ja ainult küntud variandi saaki 34% (594 kg/ha), tavaviljeluses vastavalt 16% (574 kg/ha) ja 19% (655 kg/ha). Tavaviljeluses avaldus ka statistiliselt usutav seos VLU toormassi (peamiselt orasheina) vähenemise ja terasaagi suurenemise vahel. Seega tüükoorimise ja künni variandi suurem terasaak tulenes osaliselt ka sellest, et VLU toormass oli siin väga väike võrreldes ülejäänud harimisviisidega. Tavaviljeluses ületas suviodra terasaak maheviljeluse terasaaki keskmiselt 1,9 korda.

Kündmine soodustas orasheina ja põld-piimohaka levikut terakultuurides ühtlasemalt kogu põllu ulatuses, pindmine mullaharimine ebaühtlasemalt.

Suvinisu, segavilja ja suviodra keskmisena oli 2015.-2019. a selgelt suurim VLU umbrohtude toormass nii mahe- kui tavaviljeluses ainult kündmisel. Samas LEU toormass oli siin väikseim. Vaadeldes ka varasemat uuringuperioodi, võib õelda, et kündmine soodustab VLU-dest orasheina ja põld-piimohaka levikut terakultuurides ühtlasemalt kogu põllu ulatuses. Pindmisel mullaharimisel, eriti maheviljeluses, levivad VLU umbrohud katselapil ebaühtlasemalt (eriti põldohakas). Ebaühtlase leviku tõttu võib osal katselapist olla väga tugev umbrohtumus, mis surub terakultuuri saagikust alla, kuid teisel osal katselapist on VLU levik oluliselt väiksem ja terakultuurid kasvavad paremini.

### NPK-üldbilanss külvikorra rotatsioonis 2015.-2019. aastal

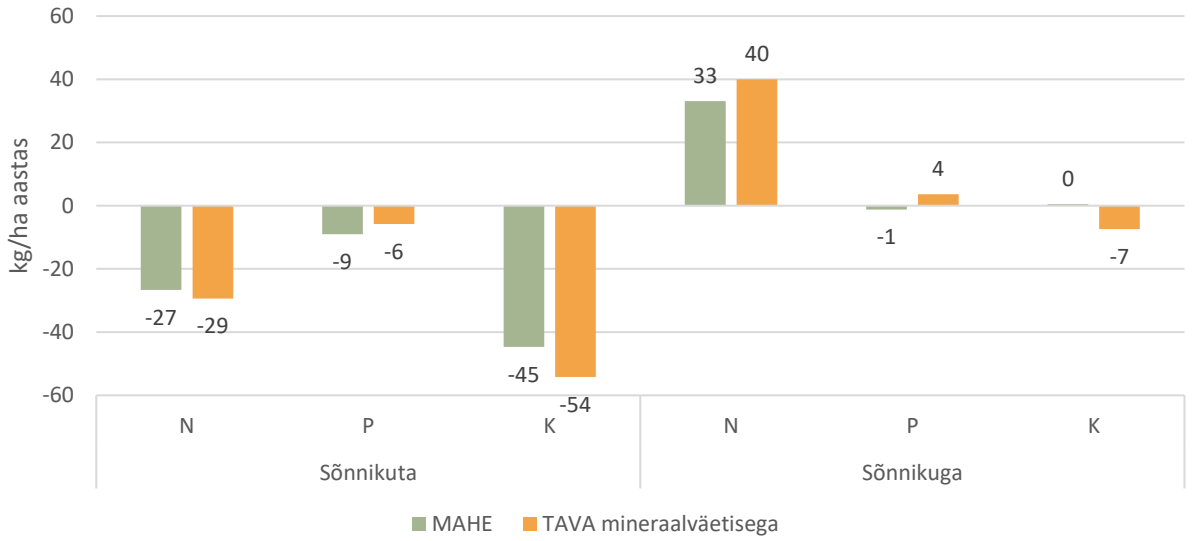
Külvikorra rotatsiooni NPK-üldbilansis on väljundina arvesse võetud kultuuride saagiga (põldheina haljasmass, terad, põhk, puhastusjäägid) ja leostumisega põllult eemaldatav NPK ning sisendina sõnniku, mineraalväetiste ja külviseemnega juurdetoodav NPK ning liblikõieliste maapealse osa ja juurtega, õhulämmastiku, sademete ning azototobakteritega juudetoodava N kogused. N-üldbilanssi pole üldiselt võimalik väga täpselt arvutada. Keeruline on arvestada näiteks punase ristiku ja kõrrelise juurte erinevat osakaalu põldheinasegus ja sealt tulenevat punase ristiku juurtega seotud õhulämmastiku kogust. Arvesse võeti, et punase ristiku maapealne mass ja juured saavad 80% lämmastikku õhust ja 20% mullast. Heintaimede juured moodustavad aga keskmiselt 40% maapealsest massist. Ristiku maapealse massi ja juurte osakaaluks esimese aasta põldheinas arvestati 80% ja teise aasta põldheinas 70%.

Külvikorra rotatsiooni (keskmise põllu) NPK-üldbilanss peaks olema vähemalt tasakaalu lähedal või mõõdukalt positiivne. Kui see on märgatavalt negatiivne, eemaldatakse NPK mullast saagiga liialt mullavarude arvelt ja see viib pikema aja jooksul mulla NPK sisalduse vähenemisele ja võimalikule saagilangusele. Negatiivse, tasakaalustatud või mõõdukalt positiivse NPK bilansi korral on ka toiteelementide leostumine põllul sageli väike. Tugevalt positiivse NPK bilansi juures võib NPK juba märkimisväärselt leostuda.

Bilansiarvestused tehti külvikorra rotatsiooni kohta vahemikus 2015-2019 tüükoorimise ja künni koostoime variantides nii mahe- kui tavaviljeluses. Nii mahe- kui tavaviljeluses anti suvinisule külvieelselt poolele katsealast tahesõnniku 30 t/ha keskmisena N-184, P-21 ja K-171 kg/ha. Segavilja koristusjärgselt anti poolele katsealast tahesõnniku 30 t/ha N-163, P-33 ja K-152 kg/ha. Tavaviljeluses anti perioodi keskmisena mineraalväetistega 1. ja 2. a põldheinale N-19, P-14 ja K-60 kg/ha, suvinisule N-90, P-13 ja K-37 kg/ha, segaviljale ja suviodrale allakülviga N-54, P-8 ja K-22.

Sõnniku mitteandmisel oli NPK-üldbilanss 2015.-2016. a külvikorrarotatsioonis märkimisväärselt negatiivne nii mahe- kui tavaviljeluses. Sõnniku 30 t/ha andmisel oli N-üldbilanss mõõdukalt positiivne, P ja K bilanss tasakaalu lähedal.

Rotatsioonis koristati põldheinalt 2-niidet aastas. 2. niite järgne ädal jäeti põllule NPK-bilansi paremaks tasakaalustamiseks. Kuigi tavaviljeluses eemaldati suuremate saakidega mullast oluliselt rohkem NPK-d, ei erinenud külvikorra keskmine NPK-bilanss oluliselt NPK-bilansist maheviljeluses (Joonis 110). Tavaviljeluses kompenseerisid suurema eemaldatud toiteelementide koguse võrreldes maheviljelusega osaliselt põldudele antud mineraalväetised. Siiski oli tavaviljeluses K puudujääk bilansis mõnevõrra suurem kui maheviljeluses. NPK bilanss jäi sõnniku mitteandmisel märkimisväärselt negatiivseks nii mahe- kui tavaviljeluses. Seega ei piisanud ka tavaviljeluses NPK bilansi tasakaalustamiseks üksnes kasutatud mineraalväetiste kogustest. Maheviljeluses võeti aga kogu P ja K mullavarude arvelt. Samuti ei suutnud punane ristik kahe niite eemaldamisel põllule jäänud ädala ja juurte abil juurde toota piisavalt õhulämmastikku, et ilma sõnnikuta N-bilanssi külvikorras tasakaalustada. Sõnniku andmisel jäi aga N-bilanss positiivseks nii mahe- kui tavaviljeluses (vastavalt 33 ja 40 kg/ha/a). P-bilanss oli sõnniku andmisel tasakaalu lähedal (maheviljeluses -1 ja tavaviljeluses 4 kg/ha/a). K-bilanss oli maheviljeluses külvikorra keskmisena tasakaalus ja tavaviljeluses negatiivne (vastavalt 0 ja -7 kg/ha/a).




Joonis 110. Külvikorra rotatsiooni keskmine NPK-üldbilanss mahe- ja tavaviljeluses 2015.-2019. a

Kuna kultuuride saakidega eemaldatavad toiteteelementide kogused külvikorra väljadelt erinesid sõltuvalt aastast sageli märkimisväärselt, olid ka NPK-bilansid külvikorra väljade vahel siiski erinevad. Nii jäi näiteks K-bilanss sõnnikuga väetatud variandis 1. väljal maheviljeluses küllalt tugevalt negatiivseks (-23 kg/ha/a). 3. väljal oli K ülejääk aga märkimisväärne (34 kg/ha/a). Tavaviljeluses oli tugevam K puudujääk sõnnikuga väetamisel koguni kolmel väljal (1., 2., 4.), kuid 3. väljal olulise ülejäägiga (32 kg/ha/a).

N ja K eemaldamine põldheina kaheniite massiga oli üldiselt oluliselt suurem võrreldes terakultuuride terasaagi ja põhuga. Kusjuures K eemaldati põldheina niidetega kokku maheviljeluses ligikaudu 4 korda ja tavaviljeluses 2 korda rohkem, kui suvinisu, segavilja ja suviodra tera- ja põhusaagi ning puhastusjääkidega kokku (Tabel 16). Tähelepanu tasub pöörata ka sellele, et terakultuuride põhus on K sisaldus märkimisväärselt suurem kui terades ja puhastusjääkides kokku. Samas oli põhu kuivmass oli üldiselt väiksem kui terasaagil Seetõttu omab põhu tagastamine põllule kas otse või läbi sõnniku olulist osa põllu K bilansi tasakaalustamisel.

Niidete arvu vähendamisel kolmelt kahele ja sõnnikuga väetamisel tasakaalustus maheviljeluses külvikorra keskmine K-bilanss.

Eelmises külvikorrarotatsioonis (2010-2014) koristati enamusel aastatel põldheinalt 3 niidet. Väetistega tagastatud PK kogus eelmise ja käesoleva rotatsiooni vahel aga oluliselt ei erinenud. Siiski tagastati käesolevas rotatsioonis sõnniku suurema N sisalduse tõttu põldudele mõnevõrra suurem kogus N. Eelmises rotatsioonis oli NPK bilanss sõnniku mitteandmisel mõnevõrra suuremas miinuses kui käesolevas rotatsioonis, kus koristati 2 niidet. Sõnniku andmisel jäi N bilanss eelmises rotatsioonis vaid kergelt positiivseks. Samas K-bilanss oli maheviljeluses selgelt negatiivne (-9 kg/ha). P bilanss käesoleva rotatsiooniga märkimisväärselt ei erinenud. Põldheina teise niite järel kasvanud ädala (3. niite) NPK sisaldus moodustas kõigi vegetatsiooniperioodi niidete NPK-st maheviljeluses esimese aasta a põldheinal keskmiselt 16% ja teise aasta põldheinal 23 ning , tavaviljeluses vastavalt 22% ja 20%. Seega panustas selle ädala põllule jätmine märgatavalt NPK bilansi parandamisse. Võib öelda, et kolmanda niite põllule jätmiselja sõnnikuga väetamisel tasakaalustus külvikorra keskmine K-bilanss maheviljeluses ja positiivne N-bilanss suurenes nii mahe- kui tavaviljeluses eelmise rotatsiooniga võrreldes, kus põllult eemaldati enamasti kolm niidet.

Tabel 16. NPK-eemaldamine kultuuride saakidega külvikorra rotatsioonis 2015.-2019. a

| Kultuuri saagi liik | N kg/ha aastas | | P kg/ha aastas | | K kg/ha aastas | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sõnnikuta | Sõnnikuga | Sõnnikuta | Sõnnikuga | Sõnnikuta | Sõnnikuga |
| MAHEVILJELUS | | | | | | |
| Esimese aasta põldheina kahe niite saagiga | 76 | 105 | 9 | 12 | 83 | 130 |
| Teise aasta põldheina kahe niite saagiga | 36 | 58 | 5 | 9 | 45 | 74 |
| Suvinisu, segavilja, suviodra terasaagi + puhastusjääkidega keskmiselt | 42 | 52 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| Suvinisu, segavilja, suviodra põhuga keskmiselt | 9 | 10 | 3 | 3 | 17 | 22 |
| TAVAVILJELUS mineraalväetisega | | | | | | |
| Esimese aasta põldheina kahe niite saagiga | 180 | 176 | 17 | 17 | 147 | 189 |
| Teise aasta põldheina kahe niite saagiga | 151 | 155 | 16 | 18 | 149 | 167 |
| Suvinisu, segavilja, suviodra terasaagi + puhastusjääkidega keskmiselt | 81 | 83 | 15 | 16 | 21 | 22 |
| Suvinisu, segavilja, suviodra põhuga keskmiselt | 16 | 19 | 3 | 4 | 33 | 43 |

Kuna mõlemas külvikorra rotatsioonis oli NPK-bilanss olenevalt katsevariandist ja elemendist kas mõõdukalt positiivne, tasakaalu lähedal või negatiivne, oli risk NPK oluliseks leostumiseks külvikorra põldudel väike.

### Künnikihi omastatava P ja K ning happesuse (pH) sisalduse muutused katseperioodil

Künnikihi taimedele omastatava P ja K sisalduse (määratud Mehlich-3 meetodiga) ning $pH_{KCl}$ muutusi analüüsitakse alljärgnevalt katseperioodi alguses (2003.-2004. a) ja lõpus (2019. a) võetud mullaanalüüsi tulemuste alusel (Tabel 17). Algsete mullaproovide võtmise ajal polnud erinevaid katsefaktoreid veel sisse viidud, seega saab sel ajal võetud mullaanalüüside tulemused võtta aluseks kontrollfoonina. Järgneva katseperioodi jooksul viidi aga sisse erinevad väetamisvariandid - väetamata maheviljelus, sõnnikuga väetatud maheviljelus, mineraalväetisega ja mineraalväetise + sõnnikuga väetatud tavaviljelus, mineraalse maheväetisega (Kalisop või Patentkali) ja maheväetise + sõnnikuga väetatud maheviljelus. Järgnev analüüs on teostatud viiest külvikorra väljast neljalt väljalt võetud künnikihi mullaanalüüside tulemuste alusel, kuna ühe välja tulemused on metoodiliste muudatuste tõttu analüüsiks sobimatud.

Tabel 17. Külvikorra künnikihi pH ning omastatava P ja K sisaldus katseperioodi alguses ja lõpus

| Mullaanalüüsi võtmise aeg | $pH_{KCl}$ | | P mg/kg | | K mg/kg | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sõnnikuta | Sõnnikuga | Sõnnikuta | Sõnnikuga | Sõnnikuta | Sõnnikuga |
| MAHEVILJELUS 2003. a alates | | | | | | |
| 2003.-2004. a kevadel | 6,7 | 6,7 | 53 | 52 | 146 | 151 |
| 2019. a kevadel | 6,7 | 6,7 | 39 | 48 | 140 | 188 |
| TAVAVILJELUS mineraalväetisega 2010. a alates | | | | | | |
| 2003.-2004. a kevadel | 6,6 | 6,7 | 51 | 51 | 143 | 147 |
| 2019. a kevadel | 6,6 | 6,7 | 39 | 50 | 142 | 197 |
| MAHEVILJELUS Kalisopi või Patentkaliga 2016. a alates | | | | | | |
| 2003.-2004. a kevadel | 6,7 | 6,7 | 53 | 52 | 146 | 151 |
| 2019. a kevadel | 6,7 | 6,7 | 36 | 45 | 147 | 202 |

Mitteväetamisel ja ainult maheväetistega väetamisel maheviljeluses ja sõnniku mittekasutamisel tavaviljeluses langes künnikihi omastatava P sisaldus oluliselt. Sõnnikuga väetamisel suurenes nii mahe- kui tavaviljeluses oluliselt omastatava K-sisaldus.

Mullaanalüüsi tulemused näitavad et, katseperioodi jooksul on sõnniku mittekasutamisel künnikihi omastatava P sisaldus märkimisväärselt langenud nii mahe- kui tavaviljeluses (statistiliselt usutav). Kusjuures omastatava P sisaldus langes keskmisest väetistarbevajadusest suure väetistarbevajaduseni (Kanger *et al*., 2014). Samas tuleb arvesse võtta, et tavaviljelus koos NPK-mineraalväetise andmisega viidi katses sisse alles 2010. a alates ja maheviljelus kaaliumi-väävli rikka Kalisopi või Patentkaliga väetamine alates 2016. a. Katse algusest sinnamaani sellel katseosal aga väetisi ei antud ja omastatava P sisaldus oli seal ka juba langenud.

Sõnniku andmisel tavaviljeluses katseperioodi alguse ja lõpu künnikihi omastatava P sisaldused praktiliselt ei erine. Ilmselt on sõnniku ja P sisaldava mineraalväetiste andmine olnud piisav, et omastatava P sisalduse langust künnikihis vältida. Seda näitas ka P-üldbilansi arvestus. Maheviljeluses sõnniku andmisel oli katseperioodi lõpus omastatava P sisaldus märgatavalt väiksem (statistiliselt usutav). Maheväetiste + sõnnikuga väetamisel vähenes P-sisaldus isegi rohkem kui ainult sõnnikuga väetamisel ja sellega langes omastatava P-sisaldus ka selles variandis suure väetistarbevajaduseni. Kuna maheväetistega väetamisel eemaldati suurenenud saagi tõttu mullast rohkem P, kuid P need väetised ei sisaldanud võib see olla ka sellise P sisalduse vähenemise põhjuseks.

Maheviljeluses vähenes natuke omastatava K-sisaldus katseperioodi jooksul sõnniku mitteandmisel, tava- ja maheviljeluses K sisaldavate mineraalväetistega väetamisel aga K sisaldus praktiliselt ei muutunud. See on mõnevõrra üllatav, sest K-üldbilanss oli sõnniku mitteandmisel katseperioodi jooksul märkimisväärselt negatiivne nii väetamata mahe- kui mineraalväetistega väetatud tavaviljeluses. Katseperioodi esimeses pooles oli omastatava K sisalduse vähenemine mitteväetamisel siiski märgatav. Kuid katseperioodi lõpu poole ilmnes tendents omastatava K-sisalduse suurenemisele ka mitteväetamisel. Võimalik, et siin on oma osa ka katse mulla lõimisel. Teada on, et raskema lõimisega keskmine liivsavimuld suudab muidu kergesti leostuvat kaaliumi suhteliselt hästi siduda. Samas oli künnikihi K-varu

suhteliselt kõrge (sisaldus keskmine) ja võimalik, et piisav, säilitamaks viljavahelduses omastatav sisaldus pikemaks ajaks sama taseme lähedal.

Sõnniku andmisel suurenes aga omastatava K-sisaldus nii mahe- kui tavaviljeluses katseperioodi lõpuks oluliselt (statistiliselt usutav). Tavaviljeluses ja maheväetistega väetatud maheviljeluses suurenes omastatava K sisaldus koos sõnniku andmisega isegi nii palju, et K keskmine väetistarbevajadus langes perioodi lõpuks väikese väetistarbevajaduseni. Künnikihi $pH_{KCl}$ katseperioodi jooksul ei muutunud ja see on katses neutraalse reaktsiooniga. Neutraalse reaktsiooni puhul muutubki pH tase üldiselt palju pikema aja jooksul.

### 5.1.2. Erineva väetamise mõju saagile, saagikvaliteedile ja kattetulule põldheinarohkes külvikorras 2016.-2019. aastal

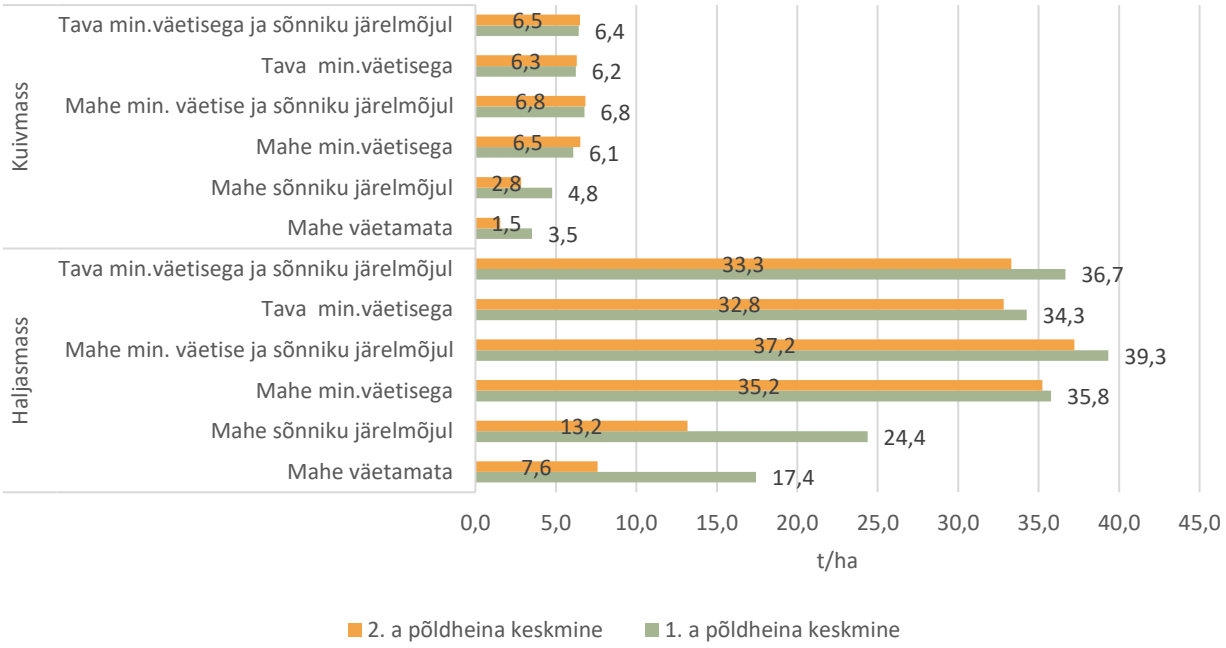
Kuna 2016. a viidi külvikorda uue katsefaktorina sisse põldheina, suvinisu, segavilja ja allakülviga suviodra väetamine maheviljeluses kaaliumi- ja väävlirikka mineraalse maheväetisega (Kalisop või Patentkali), käsitletakse selles alaosas erineva väetamise tõhusust mahe- ja tavaviljeluses kultuuride saaginäitajatele ja kattetulule 2016.-2019. a keskmisena.

#### Põldheina saagid erineval väetamisel

Ühele osale mahepõldheinast anti aprillis kevadise kasvu alguses 2016. ja 2018. a mahepõllumajanduses kasutada lubatud mineraalväetist Kalisop 145 kg/ha (K-60, S-26) ja 2017. ning 2019. a Patentkali 240 kg/ha (K-60, S-41, Mg 14 kg/ha). Tavaviljeluses anti NPK väetist 289 kg/ha (N-20, P-14, K-60 kg/ha).

Kalisopi või Patentkaliga (edaspidi maheväetis) väetamine suurendas maheviljeluse variantides kahe niite põldheina haljas- ja kuivmassisaaki oluliselt ja oli tavaviljeluses väetatud põldheina saagikusega sisuliselt võrdne või isegi natuke suurem (Joonis 111). Maheväetised tõid segus selgelt rohkem esile punase ristiku. Tavaviljeluses oli punase ristiku kõrval märkimisväärne osakaal ka kõrrelisel heintaimel (harilik aruhein või põldtimut). Mineraalväetistega väetatud maheviljeluse ja tavaviljeluse esimese aasta põldheina saagikus teise aasta põldheina saagikusest oluliselt ei erinenud. Märgatavaid erinevusi polnud ka sõnniku järelmõju foonil kasvanud ja mineraalväetisi saanud variantide põldheina ning ainult mineraalväetiste foonil kasvanud põldheina saagikuses.

Maheväetisega väetatud põldheina 2-niite haljasmassisaak suurenes väetamata variandiga võrreldes esimese aasta põldheinal 2,1 korda (18,4 t/ha) ja kuivmass 1,7 korda (2,1 t/ha). Teise aasta põldheinal oli saagi suurenemine maheväetise mõjul veelgi suurem - vastavalt 4,6 korda (27,6 t/ha) ja 4,3 korda (5,0 t/ha).




Joonis 111. Põldheina haljas- ja kuivmassi kahe niite kogusaagid erineval väetamisel 2016.-2019. a keskmisena

Maheväetisega väetatud põldheina kahe niite haljasmassisaak suurenes väetamata variandiga võrreldes esimese aasta põldheinal 2,1 korda (18,4 t/ha) ja kuivmass 1,7 korda (2,1 t/ha). Teise aasta põldheinal oli saagi suurenemine maheväetise mõjul veelgi suurem - vastavalt 4,6 korda (27,6 t/ha) ja 4,3 korda (5,0 t/ha). See võib tuleneda põldheina kasvu eripärast. Nimelt oli esimese aasta põldheina saagikus tänu punase ristiku võimsamale arengule esimesel kasvuaastal ka ilma väetamata märkimisväärne. Vanemas, teise aasta põldheinas, aga ristiku osakaal mitteväetamisel vähenes ja põldheina kasv jäi kiduraks. Maheväetise mõjul ristiku võimas areng taastus ja seetõttu oli väetis ka oluliselt tõhusam. Uuringutest on teada, et kaaliumväetisega väetamisel suureneb heintaimede saagikus oluliselt. Väävlit sisaldavad väetised aga soodustavad liblikõieliste mügarbakterite arengut mullas ja eriti hästi reageerib väävelväetistest vabanevale väävlile saagi suurenemisega ristikurohke põldhein (Kärblane, H., 1996). Kalisopis ja Patentkalis ongi nii kaaliumi kui väävli sisaldus suhteliselt kõrge.

Ka sõnniku järelmõjufoonil maheväetisega väetamisel suurenes põldheina saagikus oluliselt. Esimese aasta põldheinal suurenes haljasmassisaak sel juhul 1,6 korda (14,9 t/ha) ja kuivmass 1,4 korda (2,0 t/ha), Teise aasta põldheinal vastaval 2,8 (24 t/ha) ja 2,4 korda (4,0 t/ha).

Maheviljeluses maheväetistega väetatud põldheina saagikus oli sama suur või natuke suurem kui tavaviljeluses NPK mineraalväetisega väetamisel.

Sõnniku järelmõjul suurenes mahepõldheina saagikus küll vähem kui maheväetise mõjul, kuid siiski märgatavalt. Esimese aasta põldheinal suurenes haljasmassisaak sõnniku järelmõjul 1,4 korda (7,0 t/ha) ja kuivmass 1,4 korda (1,3 t/ha), Teise aasta põldheinal vastavalt – 1,7 korda (5,6 t/ha) ja 1,9 korda (1,3 t/ha).

Mahepõldheina keskmine toorproteiinisisaldus oli maheväetistega väetamisel 17,5%, maheväetiste mitteandmisel 12,7% ja tavaviljeluses 16,3%. Seega oli maheväetistel suur mõju ka põldheina toorproteiinisisalduse suurendamisele.

### Terakultuuride saagid mahe- ja tavaviljeluses erineval väetamisel

Mineraalväetiste ja sõnnikuga erineva väetamise mõju terasaagile mahe- ja tavaviljeluses analüüsitakse käesolevas osas tüükoorimise ja künni harimisviisi juures, kus kõigi kuue väetusfooni kohta terasaagi andmeid koguti. Kasutatud väetised ja nende kogused olid mahe- ja tavaviljeluses erinevad (Tabel 18). 2016. ja 2018. a väetati maheviljeluses Kalisopiga ja

2017. ning 2019. a Patentkaliga. Tavaviljeluses kasutati mõõdukaid NPK mineraalväetiste norme, kuna praktilises tootmises söödaks kasvatatavatel terakultuuride põldudel sageli ei väetata kõrgete mineraalväetiste NPK (eriti N) normidega. Teiselt poolt ei soovitata liblikõielist terakultuuri sisaldavat segavilja ja allakülviga teravilja väetada kõrge lämmastiku normiga (üle 50-60 kg/ha).

Tabel 18. Terakultuuride väetamine 2016.-2019. a keskmisena

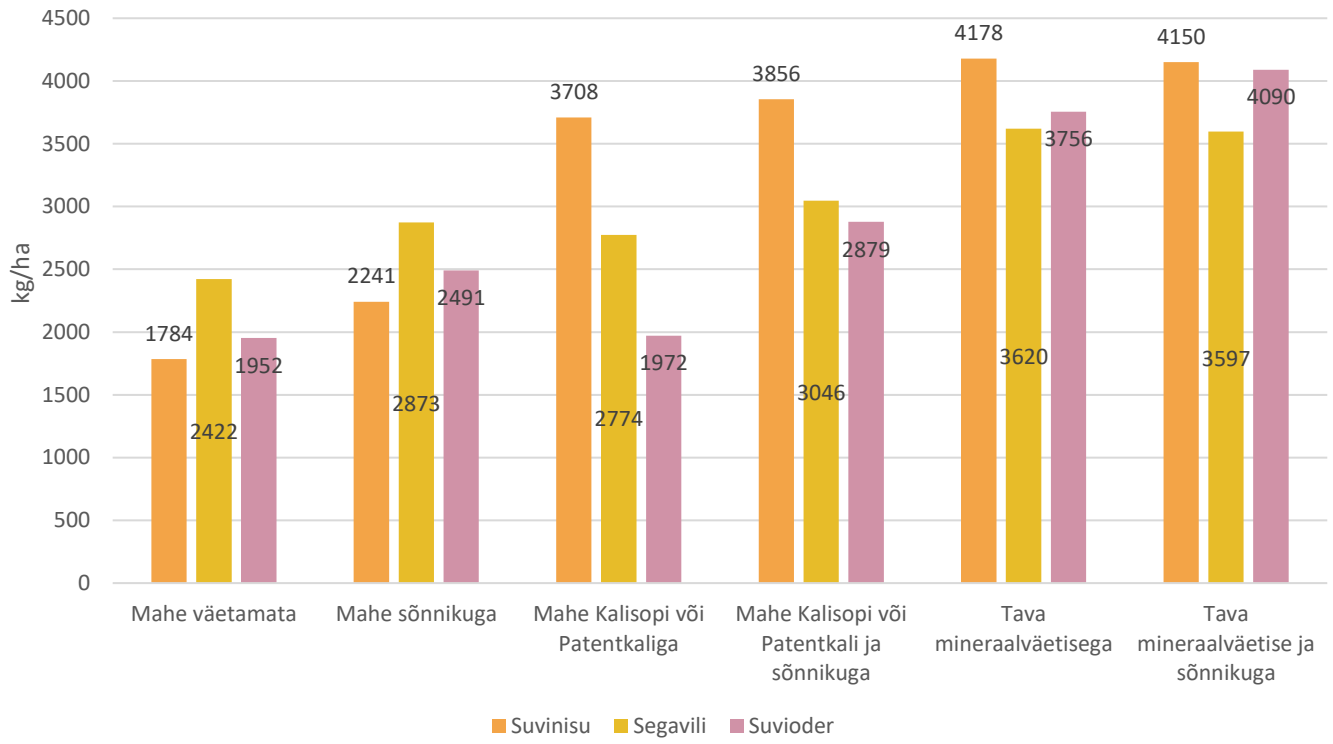
| Viljelusviis | Kultuurid | Väetise nimetus | Väetamise aeg | Füüsiline kogus | Toiteelementide kogus |
|---|---|---|---|---|---|
| Mahe | Suvinisu, segavili, suvioder allakülviga | Väetamata | - | - | - |
| | Suvinisu | Tahesõnnik | Külviaasta kevadel | 30 t/ha | N-186, P-21, K-169 kg/ha |
| | Suvioder allakülviga | Tahesõnnik | Eelneva aasta sügisel | 30 t/ha | N-163, P-33, K-152 kg/ha |
| | Suvinisu, segavili, suvioder allakülviga | Kalisop või Patentkali | Külviaasta kevadel | Kalisop 72 kg/ha või Patentkali 123 kg/ha | Kalisop: K-30, S-13 kg/ha või Patentkali: K-31, S-17, Mg-7 kg/ha |
| | Suvinisu | Kalisop või Patentkali + tahesõnnik | Külviaasta kevadel | Kalisop 72 kg/ha või Patentkali 123 kg/ha + sõnnik 30 t/ha | Kalisop: K-30, S-13 kg/ha või Patentkali: K-31, S-17, Mg-7 kg/ha + sõnnik: N-186, P-21, K-169 kg/ha |
| | Suvioder allakülviga | Kalisop või Patentkali + tahesõnnik | Min. väetis külviaasta kevadel ja sõnnik eelneva aasta sügisel | Kalisop 72 kg/ha või Patentkali 123 kg/ha + sõnnik 30 t/ha | Kalisop: K-30, S-13 kg/ha või Patentkali: K-31, S-17, Mg-7 kg/ha + sõnnik: N-163, P-33, K-152 kg/ha |
| Tava | Suvinisu | NPK min. väetis | Külviaasta kevadel | 432 kg/ha | N-90, P-14, K-42 kg/ha |
| | Suvinisu | NPK min. väetis + tahesõnnik | Külviaasta kevadel | NPK 452 kg/ha + 30 t/ha | NPK: N-90, P-14, K-42 kg/ha + sõnnik: N-186, P-21, K-169 kg/ha |
| | Segavili, suvioder allakülviga | NPK min. väetis | Külviaasta kevadel | 250 kg/ha | N-55, P-8, K-25 kg/ha |
| | Suvioder allakülviga | NPK min. väetis + tahesõnnik | Min. väetis külviaasta kevadel ja sõnnik eelneva aasta sügisel | NPK 250 kg/ha + 30 t/ha | NPK: N-55, P-8, K-25 kg/ha + sõnnik: N-163, P-33, K-152 kg/ha |

Uuringus selgus, et Kalisopi või Patentkaliga (edaspidi maheväetis) väetamine oli tõhus põldheinale järgneva mahesuvinisu väetamisel.

Maheväetise (Kalisop või Patentkali) ja maheväetise + sõnniku mõjul suurenesid põldheinale järgneva suvinisu terasaagid maheviljeluses oluliselt - vastavalt 2,1 (1924 kg/ha) ja 1,7 korda (1615 kg/ha).

Maheväetisega väetatud katsevariantides oli suvinisu terasaak perioodi keskmisena 3708 kg/ha ja maheväetise + sõnnikuga väetamisel 3856 kg/ha (Joonis 112). Maheväetise mõjul suurenes suvinisu terasaak keskmiselt 2,1 korda (1924 kg/ha). Sõnnikuga (30 t/ha) väetatud mahesuvinisu terasaagiga võrreldes oli maheväetise + sõnnikuga väetatud suvinisu terasaak 1,7 korda (1615 kg/ha) suurem. Maheväetise tõhusust näitab seegi, et 2017.-2019. a ei erinenud maheväetisega väetatud suvinisu terasaagid oluliselt isegi tavaviljeluse terasaakidest, kus toiteelemente anti mineraalväetistega rohkem. Samas 2016. a, kui katses esimest korda maheväetisega suvinisu väetati, suurenes terasaak vähem – 1,5 korda ja see oli tavaviljeluse terasaagist märgatavalt väiksem. See võis tuleneda sellest,

et 2017.-2019. a vabanes eelnevalt maheväetisega väetatud põldheina massist selle sissekündmise järgsel lagunemisel rohkem toiteelemente, mida suvinisu sai täiendavalt kasutada. 2016. a suvinisu eelset põldheina aga maheväetisega veel ei olnud väetatud ja selle mass oli väiksem. Nii suur saagitõus kasutatud maheväetise mõjul on isegi mõnevõrra üllatav, võttes arvesse, et Kalisop ja Patentkali ei sisalda lämmastikku. Suurt terasaagitõusu võis põhjustada ka nendes väetistes (lisaks K) sisalduv märkimisväärne hulk kergesti omastatavat S, mille kogus vastab üldiselt teravilja kasvuvajadusele. Uuringud on näidanud, et sellistes väetistes sisalduv S on suurendanud terasaaki kuni 400 kg/ha (Kärblane, H., 1996) ja teatud juhtudel ehk isegi rohkem. Pealegi reageerib nisu väävlile paremini kui teised teraviljad. Võimalik, et S efektiivsust parandas ka suvinisu külvieelselt mulda küntud ristikurohkes põldheinas sisalduv ja lagunemisel vabanev N.




Joonis 112. Terakultuuride terasaagid erineval väetamisel 2016.-2019. a keskmisena

Maheväetise mõju suvinisule järgneva segavilja ja segaviljale järgneva suviodra terasaagile jäi katseperioodil oluliselt tagasihoidlikumaks. Segavilja terasaak suurenes maheväetisega väetatud variandis väetamata mahevariandiga võrreldes 15% (352 kg/ha). Maheväetise + sõnniku järelmõju variandis ületas segavilja terasaak sõnniku järelmõju variandi terasaaki vaid 6,0% (173 kg/ha). Suviodra terasaak maheväetisega väetamisel praktiliselt ei muutunud, kuid sõnnikut saanud mahevariantides maheväetise lisamisel suurenes terasaak siiski 16% (388 kg/ha).

Suvinisule järgneva segavilja ja segaviljale järgneva suviodra terasaak suurenes maheväetise mõjul oluliselt tagasihoidlikumalt kui põldheinale järgneva suvinisu väetamisel.

Tahesõnnikuga väetamisel suurenesid maheterakultuuride terasaagid märgatavalt – suvinisul 26% (457 kg/ha), segaviljal (sõnniku järelmõju) 19% (451 kg/ha) ja suviodral 28% (539 kg/ha).

Ainult maheväetise ja maheväetise + sõnnikuga suvinisu ja segavilja variantide terasaagid maheviljeluses oluliselt ei erinenud. Suviodral suurenes ainult maheväetise variandiga võrreldes maheväetise + sõnnikuga väetamisel terasaak siiski märkimisväärselt – 46% (907 kg/ha).

Väljaarvatud maheväetisega väetatud suvinisu, olid tavaviljeluses suvinisu, segavilja ja suviodra terasaagid üldiselt oluliselt suuremad kui maheviljeluses. Ainult NPK mineraalväetise ja NPK mineraalväetise + sõnnikuga väetatud variantide terasaagid aga tavaviljeluses üksteisest oluliselt ei erinenud.

### Terakultuuride kvaliteedinäitajad erineval väetamisel

Suvinisu `Maali´ terade kvaliteedinäitajad määrati kolmel aastal (2016, 2018 ja 2019). Perioodi keskmisena ületas terade toorproteiinisisaldus kuivaines nii tava- kui maheviljeluses suvinisu toidunisu toorproteiini üldist minimaalsisaldust e 12% (Tabel 19). Siiski jäi 2016. a ainult Kalisopiga väetamisel toorproteiinisisaldus alla 12% (11,8%), ülejäänud variantides oli aga kõrgem kui 12%. 2019. a jäi Patentkaliga ja Patentkali + sõnnikuga väetamisel proteiinisisaldus veelgi madalamaks – 11,1%. Kleepvalgu sisaldusena loetakse toidunisule üldiselt sobivaimaks vahemikku 23-32%. Sellest kõrgema näitaja puhul on taigna kerkimine takistatud. Kleepvalgu sisaldus oli võrdlusaastate keskmisena optimaalne maheväetisega väetatud variantide terades. Siiski, 2018. a erakordselt põuase kasvuperioodiga aastal oli ka siin kleepvalgu sisaldus liiga kõrge (üle 35%). 2019. a aga oli kleepvalgusisaldus sarnaselt proteiinisisaldusele maheväetiste variantides aga liiga madal (22%). Ülejäänud mahe- ja tavaviljeluse variantides oli aga kleepvalgu sisaldus kõigil võrdlusaastatel kas kõrge või liiga kõrge. Tavaviljeluses oli toorproteiini ja kleepvalgusisaldus siiski suurem kui maheviljeluses. Maheväetisega väetatud variantides jäid terade toorproteiini- ja kleepvalgusisaldus igal aastal madalamaks kui ülejäänud mahe- ja tavaviljeluse variantides. Samas gluteeniindeks, millest oleneb ka kleepvalgu kvaliteet, maheväetisega väetamisel suurenes. See võis osaliselt tuleneda maheväetiste kõrge S sisalduse mõjust. Eesti Maaviljeluse Instituudi katsetes paranes väävlit sisaldava lämmastikväetise mõjul talinisu tera valkude bioloogiline väärtus, mille üheks näitajaks oli gluteeniindeksi suurenemine, kuid proteiini ja kleepvalgusisaldus terades vähenes (Järvan *et al*., 2009). Proteiinisisalduse vähenemine võib tuleneda ka niinimetatud proteiinisisalduse lahjenemisest terades saagi suurenemisel (Ron, M. M., Loewy, T. 2007). Gluteeniindeks oli kõigis variantides toidunisu jaoks rahuldaval tasemel kogu võrdlusperioodi jookusul.

Suvinisu terade toorproteiini ja kleepvalgu sisaldus oli maheväetise (Kalisopi või Patentkaliga) väetamisel mõnevõrra madalam, gluteenisisaldus aga kõrgem.

Tabel 19. Suvinisu 'Mooni' terasaagi kvaliteedinäitajad erineval väetamisel 2016., 2018. ja 2019. a keskmisena

| Viljelusviis | Toorproteiin kuivaines, % | Kleepvalk, % | Gluteeniindeks, % | Langemisarv, sek | Mahumass, g/l |
|---|---|---|---|---|---|
| Mahe väetamata | 14,7 | 35,0 | 46,9 | 365 | 780 |
| Mahe sõnnikuga | 14,8 | 34,7 | 50,6 | 371 | 777 |
| Mahe Kalisopi või Patentkaliga | 12,7 | 27,6 | 57,8 | 386 | 768 |
| Mahe Kalisopi või Patentkali + sõnnikuga | 13,0 | 29,0 | 58,4 | 380 | 772 |
| Tava mineraalväetisega | 15,4 | 39,0 | 49,3 | 374 | 767 |
| Tava mineraalväetise + sõnnikuga | 15,8 | 40,3 | 48,2 | 367 | 769 |

Terade langemisarv oli kõigis variantides kõrge ehk saak koristati õigeaegselt nende valmides. Maheväetisega väetatud variantides oli langemisarv siiski mõnevõrra kõrgem kui ülejäänud variantides. Terade mahumass oli mõnevõrra väiksem maheväetiste ja mineraalväetisega väetatud variantides. Samas on teada, et mahumass vähenebki sageli siis, kui terasaak väetamisel oluliselt suureneb. Mahumass ületas kõigil aastatel toidunisu vastavat miinimumnõuet (730 g/l).

Sõnniku mõju nisu terade kvaliteedinäitajatele oli suhteliselt väike. Mõnevõrra suurenes sõnniku andmisel terade toorproteiiniisaldus.

Segavilja ja suviodra terasaagist määrati kvaliteedinäitajaid kõigil neljal võrdlusaastal (2016-2019).

Segavilja teradest määrati vaid toorproteiinisisaldus kuivaines, mis oli tavaviljeluses keskmiselt 15,2%, maheväetistega väetamisel 15,0% ja maheväetisega väetamata maheviljeluse variantides 14,8%. Segavilja keskmist proteiinisisaldust vähendas 2018. a mõju, mil tugeva põua tõttu kasvult madalaks jäänud põldhernest polnud võimalik koristada, koristatud kaera proteiinisisaldus oli aga oluliselt väiksem kui hernel. Sõnniku andmise järelmõjul terade toorproteiinisisaldus praktiliselt ei muutunud.

Suviodra `Maali´ terasaagi toorproteiinisisaldus oli tavaviljeluses keskmiselt 11,6%, maheväetisega väetamisel 10,0% ja maheväetisega väetamata maheviljeluse variantides 9,8%. Sõnnikuga väetamisel oli toorproteiinisisaldus keskmiselt 0,4% võrra suurem. Sõnniku andmine suurendas natuke ka odra terade mahumassi.

#### Kultuuride kattetulu erineval väetamisel

Kultuuride kattetulude arvestamisel korrutati nende saak (väljaarvatud oma tarbeks jäetud seeme) müügihindadega ja liideti võimalikud toetussummad (ÜPT, nn. rohestamise, MAHE ja KSM toetus, põllumajanduskultuuri üleminekutoetus), millest lahutati muutuv– ning masintöökulud. Masintöökulude leidmisel võeti aluseks Eesti Taimekasvatuse Instituudi teadurite K. Tamme ja R. Vesiku tehtud mahe- ja tavaviljeluse kuluarvutused 400 ha suurusele loomakasvatusettevõttele (Tamm, K., 2014), (Vesik *et al*., 2017). Arvutustes lähtuti Lääne-Euroopa päritolu masinatest. Teraviljade kattetulus võeti arvestuse aluseks Eesti Konjunktuuriinstituudi poolt avaldatud keskmised kokkuostuhinnad 2016.-2019. a novembris (EKI, 2020). Suvinisu perioodi keskmiseks müügihinnaks toidunisuna oli mahe- ja tavaviljeluses 147 euro/t, segaviljal 130 euro/t, suviodral 146 euro/t ja närbsilol 28 euro/t. Teraviljapõhk koguti põllult ruloonidesse ning sellele arvestati müügihinnaks 15 euro/t. Kultuuride kattetulu arvestati tava– ja maheviljeluses künnipõhiste variantide kohta, kus tehti tüükoorimist ja põldu väetati mineraalväetise ning sõnnikuga, või ei väetatud üldse.

Toetuste mittearvestamisel oli terakultuuridest tavaviljeluses mineraalväetistega väetatud ja maheviljeluses Kalisopi või Patentkaliga (edaspidi maheväetis) väetatud suvinisu perioodi keskmine kattetulu kergelt positiivne (Lisa 72). Ülejäänud variantide ja terakultuuride kattetulu oli aga negatiivne ehk nende kasvatamine jäi toetusteta kahjumisse. Toetuste juurde arvestamine tõstis aga enamuse kultuuride variantide kattetulu positiivseks ehk nende kasvatamine oli kasumis.

Ilma toetusteta oli enamuse kultuuride kasvatamise kattetulu negatiivne, toetuste juurdearvestamisel aga positiivne.

Tahesõnniku andmisel tehtud kulutused põhjustasid suvinisu ja -odra kattetulu järsu languse nii mahe– kui tavaviljeluses. Kalkulatsioonides maksis suviodrale antud 30 t/ha allapanuga tahesõnniku laadimine, põllule viimine ja laotamine kokku 229-241 eurot/ha. Kuna sellise sõnniku lagunemine ja toitainete vabanemine on liivsavimullas suhteliselt aeglane, pole see taganud kulutustele vastavat saagitõusu. Nii oli suvinisu ja –odra kattetulu tavaviljeluse mineraalväetise variandis toetusi arvestamata vastavalt 22 ja -11 euro/ha, mineraalväetise + sõnniku variandis aga -225 ja -203 euro/ha. Väetamata maheviljeluses oli suvinisu ja –odra kattetulu toetusteta mõlemal -55 euro/ha ning sõnnikuga väetamisel -239 ja -223 euro/ha. Maheväetisega väetamisel oli suvinisu ja –odra kattetulu toetusteta vastavalt 85 ja -136 euro/ha, kuid maheväetise + sõnniku variandis -127 ja -261 euro/ha.

Sarnane olukord on olnud ka varasemal katseperioodil ja näib, just nagu poleks tahesõnniku põldudele laotamine ökonoomne. Tegelikult on uuritav külvikord planeeritud söödakülvikorrana, kus loomakasvatuses toodetav sõnnik tuleb põldudele laotada. Sel juhul moodustavad söödakülvikorras sõnniku laotamise kulud osa piima või liha tootmiskuludest. Söödakultuuride suurema saagikuse korral, tänu sõnnikule, toodetakse hektari kohta ka rohkem liha ja piima. Seega võib sel juhul müüdava piima- või lihakoguse tulukus hektari kohta tervikuna suurem olla, võrreldes sõnnikuga mitteväetamisega, mis teeb sõnniku laotamise ikkagi põhjendatuks ka ökonoomika poolelt. Lisaks sellele, kui ettevõttes

toodetud sõnnikut põldudele ei antaks, tuleks seda käsitleda jäätmena ja selle eest tuleks maksta jäätmemaksu. Suvinisu kattetulu oli ainult maheväetisega väetamisel selgelt kõige suurem. Kaera ja suviodra saagitõus jäi maheväetisega väetamisel tagasihoidlikuks ja siin väetamine ennast ära ei tasunud. Müügiks kasvatatava teravilja puhul peab aga väetise tõhusus kõrge olema, et väetamine ära tasuks. Nagu eespool toodud, suurendas maheväetis mahesuvinisu terasaaki oluliselt. Tänu maheväetise kõrgele tõhususele suvinisu väetamisel ületas selle väetisega väetamisel terakultuuride kattetulu oluliselt mahevariantide kattetulu, kus seda ei kasutatud, samuti ka tavaviljeluse variantide kattetulu. Nii ületas toetuste mittearvestamisel ainult maheväetisega väetatud suvinisu kattetulu mitteväetatud suvinisu kattetulu 140 euro/ha, ainult sõnnikuga väetatud suvinisu kattetulu 324 euro/ha, maheväetise + sõnnikuga väetatud suvinisu kattetulu 212 euro/ha, ainult mineraalväetisega väetatud tavasuvinisu kattetulu 63 euro/ha ja mineraalväetise + sõnnikuga väetatud tavasuvinisu kattetulu 310 euro/ha.

Suurim kattetulu saadi maheviljeluses suvinisu väetamisel Kalisopi või Patentkaliga nii toetusi arvestamata kui ka toetuste juurdearvestamisel.

Külvikorra kultuuride keskmine kattetulu oli ilma toetusteta kergelt positiivne vaid maheväetisega väetamisel maheviljeluses või mineraalväetisega väetamisel tavaviljeluses. Toetuste juurde arvestamisel oli aga keskmine kattetulu kõigis variantides positiivne. Kuna maheväetis tõstis oluliselt ka põldheina saagikust, saadi suurim külvikorra keskmine kattetulu toetuste juurde arvestamisel maheväetisega väetatud variandis (277 euro/ha). Külvikorra keskmine kattetulu oli kõrge ka maheviljeluses mitteväetamisel (234 euro/ha), kuigi kultuuride saagid olid siin oluliselt madalamad. Kuna ülejäänud variantides tehti väetiste andmisega suuri kulutusi, kuid need kulutused osade kultuuride puhul ära ei tasunud, siis on ka arusaadav, miks maheviljeluses mitteväetatud variandis, kus väetamise kulusid ei tehtud, keskmine kattetulu jäi ülejäänud variantidega võrreldes suhteliselt kõrgeks.

**Toetused moodustasid terakultuuride kogutulust mineraalväetise ja mineraalväetise + sõnnikuga väetatud tavaviljeluses keskmiselt 25%, väetamata ja sõnnikuga väetatud maheviljeluses 46% ning maheväetise ja maheväetise + sõnnikuga väetatud maheviljeluses 39%.**

Toetuste osakaal kogutulust oli maheviljeluses tunduvalt suurem kui tavaviljeluses, kuna ühelt poolt oli MAHE toetus tunduvalt suurem KSM toetusest tavaviljeluses. Teiselt poolt olid maheviljeluses enamusel variantidest ka madalamad saagid. Toetused moodustasid terakultuuride kogutulust mineraalväetise ja mineraalväetise + sõnnikuga väetatud tavaviljeluses keskmiselt 25%, väetamata ja sõnnikuga väetatud maheviljeluses 46% ning maheväetise ja maheväetise + sõnnikuga väetatud maheviljeluses 39%.

### 5.1.3. Kokkuvõte kompleksuuringust

- 2015.-2019. a külvikorrarotatsioonis oli esimese aasta põldheina kahe niite haljasmassisaak tavaviljeluses keskmiselt 1,7 ja kuivmass 1,5 korda suurem kui maheviljeluses ja teise aasta põldheinal vastavalt 2,5 ning 2,4 korda suurem. Sõnniku järelmõjul suurenes põldheina saak maheviljeluses märgatavalt. Maheviljeluses kasutada lubatud mineraalväetise Kalisopiga (K-60 ja S-26 kg/ha) või Patentkaliga (K-60, S-41, Mg-14) väetamisel suurenes kahe niite haljasmassisaak (nelja aasta keskmisena) esimese aasta põldheinal 2,1 korda (18,4 t/ha) ja kuivmass 1,7 korda (2,1 t/ha) ning teise aasta põldheinal vastavalt 4,6 korda (27,6 t/ha) ja 4,3 korda (5,0 t/ha). Oluline saagitõus saadi maheväetistega ka sõnniku järelmõjufoonil. Maheväetistega väetamisel oli põldheina saagikus sama suur kui tavaviljeluses või isegi natuke suurem.
- Kaheaastane põldhein suutis rotatsiooniperioodil vegetatiivselt levivad umbrohud suhteliselt edukalt alla suruda, nii et nende maapealne toormass oli järgnevas suvinisus suhteliselt väike nagu eelneval katseperioodilgi. Maheviljeluses suvinisule järgnevas segaviljas ja suviodras (allakülviga), kus tehti pindmist mullaharimist või ainult künti ega tehtud enne kündi tüükoorimist, suurenes vegetatiivselt levivate umbrohtude toormass järsult.

Ainult kündmine soodustas eriti orasheina ja põld-piimohaka levikut. Suure umbrohtumuse mõjul terasaagid vähenesid. Tüükoorimine koos künniga surus aga vegetatiivselt levivad umbrohud suhteliselt hästi alla nii segaviljas kui suviodras ja seda nii mahe- kui tavaviljeluses. Tüükoorimisel koos künniga saadi ka selgelt suurimad terasaagid. Tavaviljeluses oli tänu herbitsiidide kasutamisele umbrohtumus siiski märgatavalt väiksem kui maheviljeluses.

- Maheviljeluses (2016.-2019. a) suvinisu väetamisel Kalisopiga (K-30, S-13 kg/ha) või Patentkaliga (K-31, S-17, Mg-7 kg/ha) suurenes suvinisu terasaak keskmiselt 2,1 korda (1924 kg/ha). Sõnnikuga (30 t/ha) väetatud mahesuvinisu terasaagiga võrreldes oli maheväetise + sõnnikuga väetatud suvinisu terasaak 1,7 korda (1615 kg/ha) suurem. Sealjuures polnud maheväetisega väetatud suvinisu terasaagid oluliselt väiksemad kui tavaviljeluses, kus toiteelemente anti NPK väetisega rohkem (N-90, P-14, K-42 kg/ha). Võimalik, et selline suur terasaagi tõus saadi põhiliselt maheväetises sisalduva kaaliumi ja väävli ning sisseküntud ristikurohke põldheina lagunemisel vabanevate toiteelementide (iseäranis lämmastiku) soodsa koostoime tõttu. Suvinisule järgneva segavilja ja segaviljale järgneva suviodra väetamisel maheväetisega jäi terasaagi tõus oluliselt tagasihoidlikumaks kogu katseperioodi jooksul. Maheviljeluse terasaagid olid siin ka oluliselt väiksemad kui tavaviljeluses mõõdukal väetamisel (N-55, P-8, K-25 kg/ha).
- Kalisopi või Patentkaliga väetamisel jäi terade toorproteiinisisaldus ja sellega seotud kleepvalgusisaldus madalamaks kui maheviljeluses mitteväetamisel või sõnnikuga väetamisel ning tavaviljeluses. Samas gluteenisisaldus, millest oleneb ka kleepvalgu kvaliteet, maheväetisega väetamisel suurenes. Terade langemisarv suvinisu variantidel oluliselt ei erinenud ja oli kõrge. Terade mahumass oli mõnevõrra väiksem maheväetistega ja mineraalväetisega väetatud variantides. Suviodra terade toorproteiinisisaldus oli tavaviljeluses suurem kui maheviljeluses. Segavilja toorproteiinisisalduses variantide vahel erinevused praktiliselt puudusid.
- Toetuste mittearvestamisel jäi enamuse terakultuuride (suvinisu, kaer, suvioder) väetusvariantide kattetulu negatiivseks ehk kahjumisse. Toetuste juurdearvestamisel muutus kattetulu üldiselt positiivseks e jõudis kasumisse. Suurim külvikorra kultuuride keskmine kattetulu saadi 2016-2019. a toetuste juurdearvestamisel maheviljeluses ainult Kalisopi või Patentkaliga väetatud variantides (vastavalt 277 euro/ha). See saadi maheväetiste kõrge tõhususe tõttu põldheina ja suvinisu väetamisel. Kaera ja suviodra saagitõus jäi maheväetistega väetamisel oluliselt tagasihoidlikumaks ja siin väetamine ennast ära ei tasunud.
- Sõnnikuga väetamisel oli terakultuuride kattetulu 2016.-2019. a sarnaselt varasemale katseperioodile oluliselt väiksem kui sõnniku mitteandmisel nii tava- kui maheviljeluses. Tahesõnniku lagunemine mullas on aeglane ja saadav saagitõus otsemõjuaastal ei kompenseerinud sõnniku andmise kulutusi. Nii oli sõnnikut saanud suvinisu ja –odra kattetulu tavaviljeluse mineraalväetistega väetamisel toetusi arvestamata vastavalt 22 ja -11 euro/ha, mineraalväetise + sõnniku variandis aga -225 ja -203 euro/ha. Väetamata maheviljeluses oli suvinisu ja suviodra kattetulu toetusteta mõlemal -55 euro/ha ning sõnnikuga väetamisel -239 ja -223 euro/ha. Kalisopi või Patentkaliga väetatud mahevariandis oli suvinisu ja –odra kattetulu toetusteta vastavalt 85 ja -136 euro/ha, kuid maheväetise + sõnniku variandis -127 ja -261 euro/ha.
- Külvikorrarotatsiooni (2015.-2019. a) keskmine NPK-üldbilanss mahe- ja tavaviljeluses oluliselt ei erinenud. Sõnniku mitteandmisel oli NPK bilanss selgelt negatiivne nii mahe- kui tavaviljeluses. Tavaviljeluses oli natuke suurem K puudujääk. Sõnniku andmisel oli N bilanss mõõdukalt positiivne (mahe 33, tava 40 kg/ha/a), P-bilanss oli tasakaalu ligidal (mahe -1, tava 4 kg/ha/a) ja K-bilanss maheviljeluses tasakaalus (0 kg/ha/a) ning tavaviljeluses negatiivne (-7 kg/ha/a). Põldheina niidete arvu vähendamine kolmelt kahele koos sõnnikuga väetamisega tasakaalustas külvikorra keskmise K-bilansi maheviljeluses eelmise külvikorrarotatsiooniga võrreldes. Külvikorra väljade NPK bilansid eraldi erinesid aga sageli märgatavalt omavahel ja ka keskmise külvikorra NPK bilansiga võrreldes.

- Maheviljeluses mitteväetamisel, ainult maheväetisega väetamisel, maheväetise + sõnnikuga väetamisel ja tavaviljeluses sõnniku mitteandmisel vähenes künnikihi omastatava P sisaldus katseperioodi lõpuks (2019. a) keskmiselt P väetistarbevajaduselt suure P tarbevajaduseni. Sõnniku andmisel suurenes aga omastatava K sisaldus nii mahe- kui tavaviljeluses oluliselt ja maheväetistega väetamisel ning tavaviljeluses sel juhul koguni väikese K väetistarbevajaduseni.