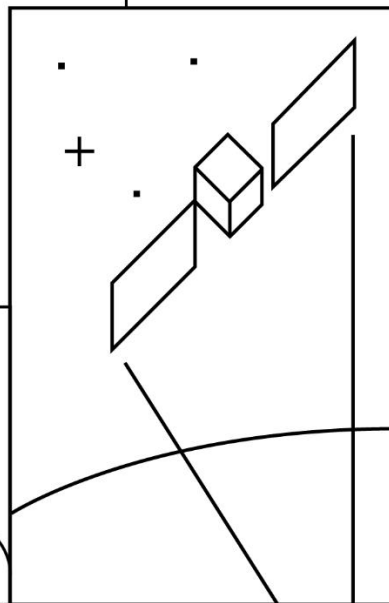
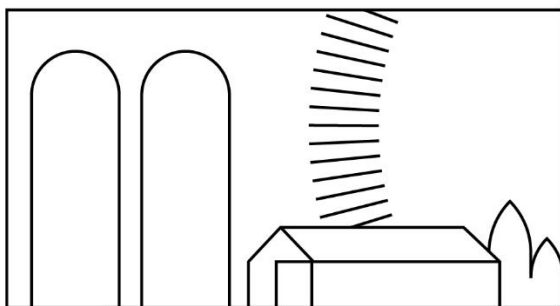
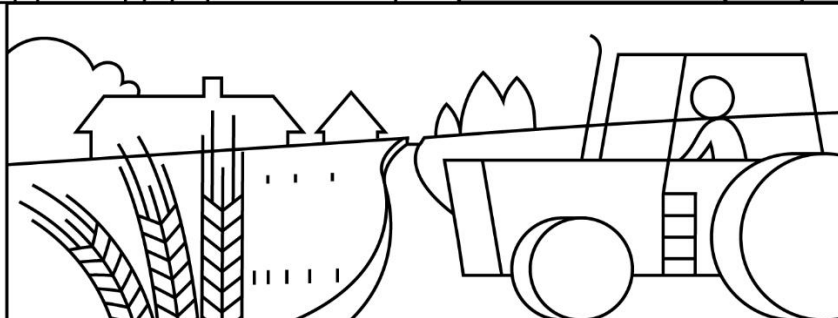


## Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus ja erinevate toimeainete püsimine mullas erineva agrotehnoloogia rakendamisel

Eesti maaelu arengukava 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi  
2022. aasta hindamistegevuste raames läbi viidud uuring



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeeringud  
maapiirkondadesse



## Sisukord

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Jooniste loetelu .....            | 2  |
| Tabelite loetelu.....             | 2  |
| Lisade loetelu .....              | 3  |
| Kasutatud kirjanduse loetelu..... | 3  |
| Uuringu lühikokkuvõte .....       | 3  |
| Uuringu eesmärk.....              | 4  |
| Uuringualade kirjeldus .....      | 4  |
| Uuringu metoodika .....           | 4  |
| Tulemused ja arutelu .....        | 5  |
| Kokkuvõte.....                    | 15 |

## Jooniste loetelu

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Joonis 1. TKV toimeainete jäägid, toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) ja jääkide arv mullaproovides (tk) köögiviljanduse ja aianduse uurimisalade muldades ja Ida-Virumaa põllumuldades 2022. aastal. Toimeained on grupeeritud värvi alusel: sinised toonid- herbitsiidid, rohelised toonid- fungitsiidid, punased ja roosad toonid- keelatud toimeained. Numbritega on esitatud mullaproovides tuvastatud TKV toimeainete jääkide arv (tk) .....                                                    | 7  |
| Joonis 2. TKV toimeainete jäägid, toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) ja jääkide arv Jõgevamaa mullaproovides (tk) 2018, 2020 ja 2022 aastal. Võrdlusena esitatud 2018 ja 2020 aasta proovide numbrid vastavad samadele 2022. aasta proovide numbritele. Toimeained on grupeeritud värvi alusel: sinised toonid- herbitsiidid, rohelised toonid- fungitsiidid, punased ja roosad toonid- keelatud toimeained. Numbritega on esitatud mullaproovides tuvastatud TKV toimeainete jääkide arv (tk) ..... | 8  |
| Joonis 3. TKV toimeainete jäägid, toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) ja jääkide arv Tartumaa mullaproovides (tk) 2018, 2020 ja 2022 aastal. Võrdlusena esitatud 2018 ja 2020 aasta proovide numbrid vastavad samadele 2022 aasta proovide numbritele. Toimeained on grupeeritud värvi alusel: sinised toonid- herbitsiidid, rohelised toonid- fungitsiidid, punased ja roosad toonid- keelatud toimeained. Numbritega on esitatud mullaproovides tuvastatud TKV toimeainete jääkide arv (tk) .....   | 9  |
| Joonis 4. TKV toimeainete jäägid, toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) ja jääkide arv Saaremaa mullaproovides (tk) 2020 ja 2022 aastal. Võrdlusena esitatud 2020 aasta proovide numbrid vastavad samadele 2022 aasta proovide numbritele. Toimeained on grupeeritud värvi alusel: sinised toonid- herbitsiidid, rohelised toonid- fungitsiidid, punased ja roosad toonid- keelatud toimeained. Numbritega on esitatud mullaproovides tuvastatud TKV toimeainete jääkide arv (tk) .....                 | 10 |
| Joonis 5. 2022. aastal tuvastatud TKV toimeainete jääkide esinemise sagedus ehk koguarv (tk). Punase värviga on tähistatud toimeained, mis kuuluvad EL nimekirja alusel keelustatud toimeainete hulka .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 11 |
| Joonis 6. Keskmine TKV toimeainete jääkide arv (tk) ja keskmine TKV toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) 2022. aasta uurimisaladel. Joonisel on vurrudena esitatud keskmise TKV summaarse sisalduse standardhälve .....                                                                                                                                                                                                                                                                                | 12 |
| Joonis 7. TKV toimeainete liikide ja nende metaboliitide osakaal 2022. aasta uurimisaladel.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 13 |
| Joonis 8. Keskmine TKV toimeainete jääkide (2015-2022) ja jälgede (2015-2021) arv proovides ja jäägita proovide arv perioodil 2015-2022. Sulgudes on esitatud erinevate uuringute raames kokku kogutud proovide arv .....                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 14 |
| Joonis 9. TKV toimeainete liikide osakaal perioodil 2015-2022. Sulgudes on esitatud erinevate uuringute raames kokku kogutud proovide arv .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 15 |

## Tabelite loetelu

|                                                                                                                                                                                                                                               |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Tabel 1. 2022. aastal tuvastatud keelustatud TKV toimeained ning nende keelustamise aasta. Taimekaitsevahendi toimeainete kasutamise staatus ja seadusandlus on leitav Euroopa Komisjoni EU taimekaitsevahendi toimeainete andmebaasist ..... | 6 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

## Lisade loetelu

Lisa 1. Taimekaitsevahendi toimeainete jääkide sisaldused põllumuldades 2022. aastal

## Kasutatud kirjanduse loetelu

Kiefer, K., Müller, A., Singer, H., Hollender, J. (2020). *Swiss Pesticides and Metabolites*. Allikas: doi: 10.5281/zenodo.3766352

## Uuringu lühikokkuvõte

2022. aastal analüüsiti kokku 52 mullaproovi ja kokku leiti taimekaitsevahendite (TKV) toimeainete jääke 175 korral, millest 93% oli tegemist lubatud toimeainega ja 7% keelatud toimeainega. Kõige enam leidus toimeainete jääke Saaremaa talinisu põllul, kus tuvastati 10 erinevat toimeainet, mille summaarne sisaldus oli 0,519 mg/kg. Kõige suurem summaarne toimeainete sisaldus leiti ploompõuude (1,116 mg/kg) uurimisalalt kogutud mullaproovist ja Ida-Virumaa talinisu põllult kogutud mullaproovist (1,058 mg/kg). Põllumaadel oli TKV toimeainetest nii sisalduse kui ka esinemise sageduse poolest domineerivamad glüfosaat ja AMPA, mis viitab toimeaine intensiivsele kasutamisele. 2022. aastal ei leitud glüfosaadi toimeainet 12 mullaproovist ja AMPA-t ei leitud kahest mullaproovist. Lisaks glüfosaadile oli herbitsiididest laialdasemalt leitav toimeaine ka Diflufenican, mida 2022. aastal leiti 15 mullaproovist. Fungitsiididest oli teraviljapõldudel rohkem levinud Boscalid, mille nii sisaldused kui ka esinemise sagedused olid fungitsiididest suurimad. Seitsmest mullaproovist tuvastati keelatud toimeained, mille seas olid DDT (sum), Epoxiconazole, Prochloraz, 2,4,6-Trichlorophenol ja Ethamsulfuron-methyl. Uurimisalade 2018-2022 perioodi võrdlusest tuleb esile, et aastatega oli vähenenud nii keelatud toimeainete sisaldused kui ka suurimad summaarsed toimeainete sisaldused (mg/kg), aga samal ajal oli 4 aasta jooksul suurenenud mullaproovide hulk, kust TKV toimeainete jääke oli leitud. Aastate jooksul olid muutunud ka taimekaitsevahendi liikide osakaalud—fungitsiidide domineeriv leidumine mullas oli üle läinud tihedamatele herbitsiidide leidudele. Proovi kohta esines keskmiselt kõige enam erinevaid toimeaineid Tartumaa muldades (4,1 toimeainet proovi kohta), kuid suurim keskmine summaarne toimeainete sisaldus oli köögiviljanduse ja aianduse muldades (keskmine summaarne sisaldus proovi kohta 0,433 mg/kg). Kõige enam levinud taimekaitsevahendid olid köögiviljanduse ja aianduse aladel fungitsiidid, kuid teraviljamaadel leidus kõige enam herbitsiide. Taimekaitsevahenditest leiti 2022. aastal kõige enam herbitsiide ja herbitsiidide metaboliite (63% kõikidest TKV leidudest), mille osakaalu tähtsus oli uurimisaladel aastate jooksul suurenenud.

## Uuringu eesmärk

Mullatervise ja mulla talitluse seisukohalt on oluline mullaelustiku piisav toimimine ja selle eelduseks on mikroorganismide vajadustele vastavad mullatingimused. Mullaelustikule ja mulla ökosüsteemi talitlusele avaldavad mõju põllumajanduses kasutatavate taimekaitsevahendite (TKV) toimeainete jäägid ja seetõttu on nende kasutamisele seatud piirangud erinevate toetusmeetmetega liitunud tootjatele. Käesoleva uuringu peamiseks eesmärgiks on selgitada erinevate TKV toimeainete jääkide sisaldust erinevate piirkondade põllumuldades ning aianduskultuuride all olevates muldades. Lisaks olemasoleva uuringu andmetele kasutame võrdlusena ka varasemate uuringute käigus kogutud TKV jääkide sisalduse andmeid, et selgitada võimalikke muutusi ajas.

Töö teostaja on Maaelu Teadmuskeskuse mullastiku valdkond, kontaktisik Evelin Pihlap, [evelin.pihlap@metk.agri.ee](mailto:evelin.pihlap@metk.agri.ee)

## Uuringualade kirjeldus

2022. aastal võeti kokku 52 mullaproovi taimekaitsevahendite (TKV) toimeainete jääkide määramiseks. Enamik 2022. aasta mullaproovid olid kordusproovid 2018. ja 2020. aasta uurimisaladelt Jõgevamaal, Tartumaal ning Saaremaal, et kirjeldada TKV toimeainete jääkide sisalduse ajalist dünaamikat. Lisaks võeti uuringu raames 4 uut mullaproovi Saaremaalt ja 11 mullaproovi Ida-Virumaalt, et täiendada mulla TKV jääkide andmebaasi ka teistes Eesti piirkondades.

### 2022. aastal analüüsiti TKV toimeainete jääke 52 mullaproovist.

Tänaseks on TKV toimeainete jääke määratud Tartumaalt, Jõgevamaalt, Järvamaalt, Valgamaalt, Lääne-Virumaalt ja Ida-Virumaalt ([varasemad aruanded](#)). 2022. aastal kogutud 52 mullaproovist oli 5 uut köögiviljanduse ja aianduse mulda, kus kultuurina kasvatati vaarikaid (tavapõllumajandus), maasikaid (KSA), küüslauke (KSM), kaalikaid (KSM) ja ploomipuid (KSA). Ülejäänud 48 uuringuala võib regiooni põhjal jagada 4

gruppi: Jõgevamaa (11 proovi), Tartumaa (12 proovi), Saaremaa (13 proovi) ning Ida-Virumaa (11 proovi) mullad. Põllumullad Jõgeva-, Tartu-, Saare- ja Ida-Virumaal kuulusid peamiselt KSM tootjatele (37 uuringuala), 7 uurimisala kuulusid tavatootjatele ja 3 uurimisala mahetootjatele. Proovivõtu ajal oli 10 põllul külvatud talivilvi, teistel uurimisaladel kasvatati põllukultuuridest talirapsi, suvinisu, põldhernest, ristikut, suviotra, tatart, talinisu, maisi, rukist, tutrat, kanepit. Täpsem uuringualade loetelu koos kultuuride ja detailsete tulemustega on leitavad [lisast 1](#).

## Uuringu meetodika

2022. aastal võeti kokku 52 mullaproovi taimekaitsevahendi (TKV) jääkide määramiseks. Enamik 2022. aasta mullaproovid olid kordusproovid 2018. ja 2020. aasta uurimisaladelt Jõgevamaal, Tartumaal ning Saaremaal, et kirjeldada TKV toimeainete jääkide sisalduse ajalist dünaamikat. Uuringualad jagunesid 5 gruppi: köögiviljanduse ja aianduse mullad (kokku 5 proovi), Jõgevamaa (11 proovi), Tartumaa (12 proovi), Saaremaa (13 proovi) ning Ida-Virumaa (11 proovi) mullad. Köögiviljanduse ja aianduse uurimisaladel kasvatati kultuuridena vaarikaid (tavapõllumajandus), maasikaid (KSA), küüslauke (KSM), kaalikaid (KSM) ja ploomipuid (KSA). Põllumullad Jõgeva-, Tartu-, Saare- ja Ida-Virumaal kuulusid peamiselt KSM tootjatele (37 uuringuala), 7 uurimisala kuulusid tavatootjatele ja 3 uurimisala mahetootjatele. 2022. aastal koguti mullaproovid perioodil september-oktoober. Proovid võeti kühlvliga mulla ülemisest 10–15 cm kihist ja iga proov moodustati 8–10 üksikproovist.

Kõik mullaproovid hoiustati -18°C juures, et pidurdada taimekaitsevahendi toimeainete lagunemist mikroorganismide elutegevuse käigus. Taimekaitsevahendi jääkide sisalduse määramiseks kasutati Põllumajandusuuringute Keskuse söötade ja jääkide laboris multimeetodit (QuEChERS-meetod, määratavate toimeainete nimekiri on leitav [siit](#)). Glüfosaadi ja tema metaboliidi AMPA sisaldus määrati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse keskkonna- ja analüütilise keemia osakonnas (meetodika STJnrU93A). Andmeanalüüsil koguti kokku iga mullaproovi kohta tuvastatud taimekaitsevahendi toimeainete jääkide ja jälgede (toimeaine sisaldus alla määramispiiri) kogused ning arvutati taimekaitsevahendi jääkide

summaarsed sisaldused. Lisaks 2022. aasta uuringu andmetele kasutati võrdlusena ka 2015-2021. aastate jooksul kogutud taimekaitsevahendi jääkide sisalduse andmeid, et selgitada võimalikke muutusi ajas.

## Tulemused ja arutelu

2022. aasta TKV toimeainete jääkide tulemustest joonistel (Joonis 1, Joonis 2, Joonis 3, Joonis 4) ja Lisa 1 selgub, et TKV toimeainete jääke leiti kõikidelt aladelt (52 uurimisalalt). Analüüsitud mullaproovidest leiti TKV toimeaineid 175 korral, neist 163 juhul oli tegemist lubatud toimeainega ja 12 juhul keelatud toimeainega. Kui varasemalt oleme esitanud ka TKV toimeainete jälgede arvu ehk alla määramispiiri sisaldusi, siis käesolevast aastast TKV toimeainete alla määramispiiri tulemusi enam ei esitata, kuna need pole analüütiliselt usaldusväärsed ja kinnitatud tulemused. Mahepõldude mullaproovidest (Proov 5, Proov 31 ja Proov 36) tuvastati glüfosaadi ja AMPA toimeaineid, mille sisaldused olid väikesed. Meile teadaolevalt pole nendel põldudel taimekaitsevahendi pritsimist toimunud, mistõttu võib tegemist olla taimekaitsevahendi triiviga lähedal asuvalt põllult, kuid selle kinnitamiseks on vaja teha täiendavaid mullaproovide analüüse ja uuringuid. Kõige suurem TKV toimeainete jääkide arv ehk 10 erinevat toimeainet leiti Saaremaa (Proov 27) talinisu põllult, kus tuvastati ka kolm keelatud toimeainet: DDT (sum) sisaldusega 0,191 mg/kg, Prochloraz sisaldusega 0,053 mg/kg ja 2,4,6-Trichlorophenol sisaldusega 0,028 mg/kg. Prochloraz on hiljuti keelatud taimekaitsevahend (Tabel 1) ning teadaolevalt võib 2,4,6-Trichlorophenol olla üks Prochlorazi metaboliite, mis selgitab mõlema toimeaine esinemist mullas (Kiefer *et al.*, 2020). DDT (sum) väljendab DDT toimeainete ja tema metaboliitide ehk laguühendite summaarset sisaldust (p,p'-DDT, o,p'-DDT, p-p'-DDE ja p,p'-TDE (DDD) ühendid). DDT on mullas aeglaselt lagunev TKV toimeaine, mistõttu on toimeaine tuvastatav ka aastakümneid pärast TKV keelustamist. DDT oli laialdaselt kasutatav insektitsiid aianduses, mistõttu leidsime kõrge DDT sisalduse (0,336 mg/kg) ploomipuude kasvuala mullaproovist. Kõige suurem summaarne toimeainete sisaldus oli ploomipuude (1,116 mg/kg) uurimisalalt kogutud mullaproovis ja Ida-Virumaa talinisu põllult kogutud mullaproovis Proov 39 (1,058 mg/kg). Ploomipuude uurimisala mullas tuvastatud toimeainetest olid kõige kõrgema sisaldusega fungitsiid Boscalid (0,769 mg/kg) ja eelnevalt mainitud DDT (0,336 mg/kg). Ida-Virumaa mullaproovist moodustas suurima osakaalu glüfosaat (0,550 mg/kg) ja tema metaboliit AMPA (0,310 mg/kg). Köögiviljanduse ja aianduse uurimisaladelt (Joonis 1) tuvastati suuremas osas fungitsiidi Boscalidi ja glüfosaadi laguühendi AMPA jääke, kus suurim Boscalidi sisaldus oli ploomipuude mullas (0,769 mg/kg) ja suurim AMPA sisaldus maasikapõllul (0,340 mg/kg). Üleüldise trendina on näha, et ka teistel teraviljapõldudel oli TKV toimeainetest nii sisalduse (Joonis 2) kui ka esinemise sageduse (Joonis 5) poolest domineerivamad glüfosaat ja AMPA, mis viitab toimeaine intensiivsele kasutamisele põllumaadel. 2022. aastal ei leitud glüfosaadi toimeainet 12 mullaproovist ja AMPA-t ei leitud kahest mullaproovist. Lisaks glüfosaadile oli herbitsiididest laialdasemalt leitav toimeaine ka Diflufenican, mida 2022. aastal leiti 15 mullaproovist. Fungitsiididest oli teraviljapõldudel rohkem levinud Boscalid, mille nii sisaldused kui ka esinemise sagedused olid fungitsiididest suurimad. Teiste toimeainete seas tuvastati 2022. aasta uurimisaladel keelatud toimeainetest jäägina DDT (sum), Epoxiconazole, Prochloraz, 2,4,6-Trichlorophenol ja Ethametsulfuron-methyl. Terviklikud ja detailsed 2022. aastal määratud TKV jääkide tulemused koos toimeainete nimistuga on esitatud Lisas 1.

**TKV toimeaineid leiti 175 korral, millest 93% oli tegemist lubatud toimeainega ja 7% keelatud toimeainega.**



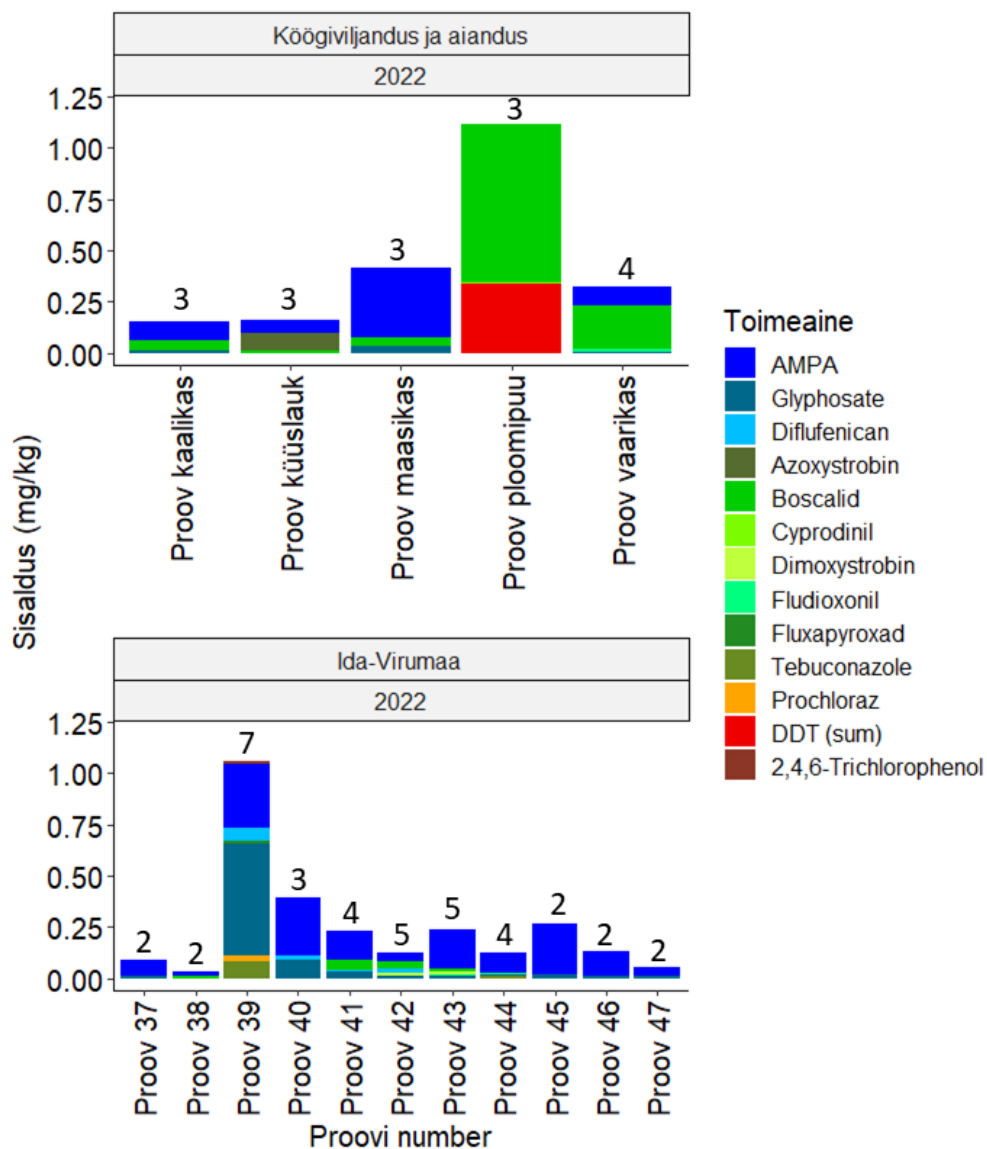
Tabel 1. 2022. aastal tuvastatud keelustatud TKV toimeained ning nende keelustamise aasta. Taimekaitsevahendi toimeainete kasutamise staatus ja seadusandlus on leitav Euroopa Komisjoni EU taimekaitsevahendi toimeainete andmebaasist

| Keelustatud toimeaine  | TKV liik               | Keelustamise aasta |
|------------------------|------------------------|--------------------|
| Prochloraz             | fungitsiid             | 2021               |
| 2,4,6-Trichlorophenol  | fungitsiid, metaboliit |                    |
| Epoxiconazole          | fungitsiid             | 2020               |
| Ethametsulfuron-methyl | herbitsiid             | 2020               |
| DDT (sum)              | insektitsiid           | 1978               |

Käesoleval uuringuaastal võeti enamik mullaproove aladelt, mis olid uurimise all ka 2018. ja 2020. aastatel, mille eesmärk oli saada terviklikum ülevaade TKV toimeainete ajalise dünaamika kohta. Uurimisalade ajalist võrdlust vaadates tuleb esile, et aastatega on vähenenud nii keelatud toimeainete sisaldused kui ka suurimad summaarsed toimeainete sisaldused (mg/kg), nagu näiteks Tartumaal Proov 14 (Joonis 3). Muutuvat TKV sisalduste vähenemise trendi kirjeldab suurepäraselt ka Jõgevamaa 2018-2022 andmestik (Joonis 2), kus 2018. aastal leiti proovi kohta keskmiselt 3,7 erinevat toimeainet ja keskmine summaarne toimeaine sisaldus proovi kohta oli 0,242 mg/kg. 2020. aastal olid need näitajad vastavalt 2,2 toimeainet proovi kohta, kus keskmine summaarne sisaldus oli 0,124 mg/kg ning 2022. aastal oli samadel uurimisaladel 2,9 toimeainet proovi kohta ja keskmine summaarne sisaldus proovi kohta oli 0,175 mg/kg. Kuigi TKV toimeainete ekstreemsed summaarsed sisaldused kui ka suurimad toimeainete arvud proovi kohta on aastate jooksul vähenenud, siis 4 aasta jooksul suurenenud mullaproovide hulk, kust TKV toimeainete jääke on leitud. Selle põhjuseks võib olla mitu aspekti: üha arenev laborimetoodika, mis võimaldab suurema täpsusega TKV toimeaineid määrata ning üha laialdasem TKV kasutamine põllumajanduses. Aastate jooksul on muutunud ka taimekaitsevahendi liikide osakaalud—fungitsiidide (roheline värviga) domineerimine mullas on aastate jooksul üle läinud suuremale herbitsiidide (sinise värviga) leidumisele mullas (Joonis 2). Märgatavalt oli 2022. aastaks suurenenud glüfosaadi ja AMPA esinemise sagedused ja sisaldused.

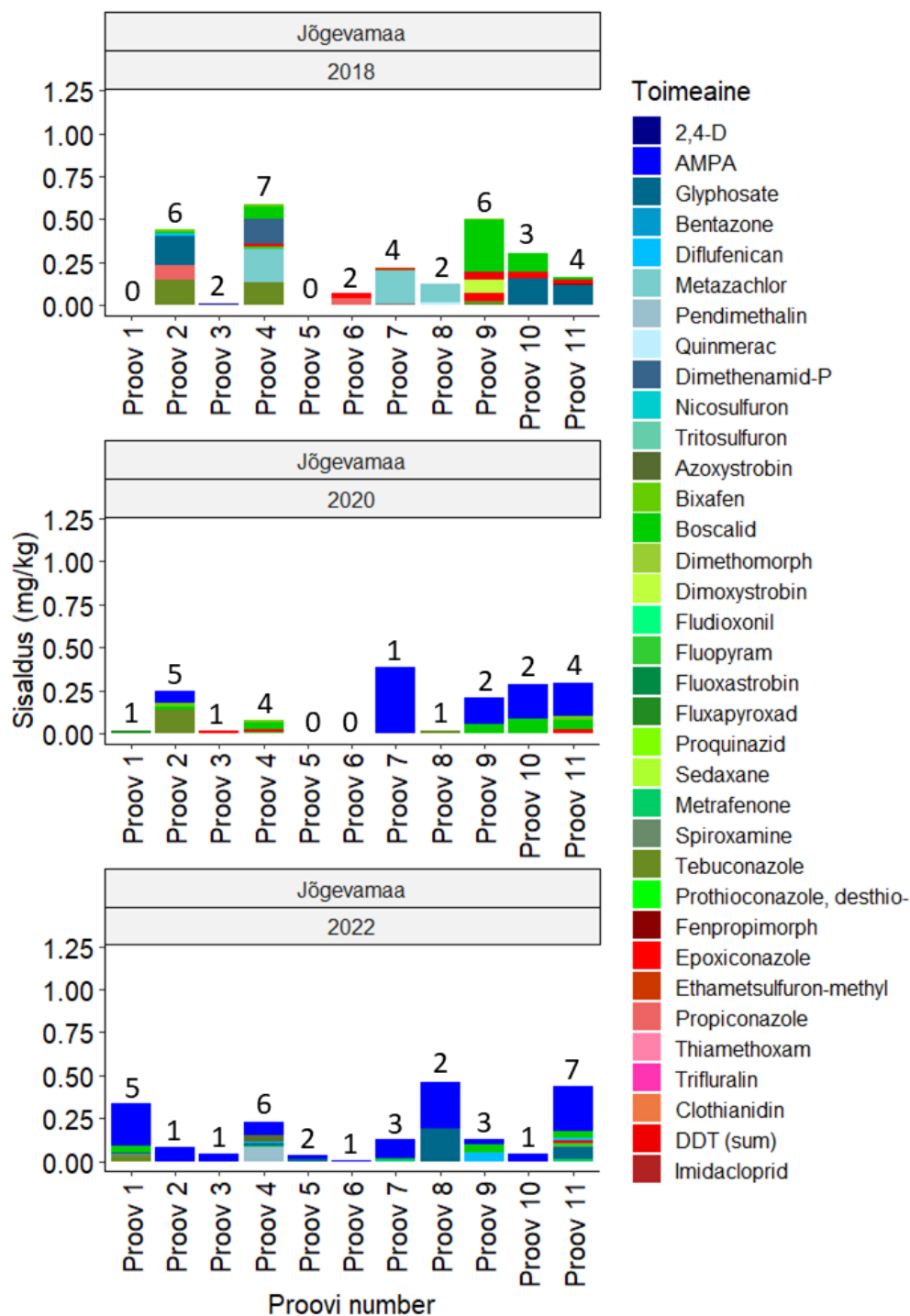
2018-2022 aastate jooksul on proovi kohta vähenenud TKV toimeainete sisaldused ja toimeainete arvud, aga suurenenud on mullaproovide hulk, kust TKV toimeainete jääke on leitud.

Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus ja erinevate toimeainete püsimine mullas erineva agrotehnoloogia rakendamisel



Joonis 1. TKV toimeainete jäägid, toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) ja jääkide arv mullaproovides (tk) köögiviljanduse ja aianduse uurimisalade muldades ja Ida-Virumaa põllumuldades 2022. aastal. Toimeained on grupeeritud värvi alusel: sinised toonid- herbitsiidid, rohelised toonid- fungitsiidid, punased ja roosad toonid- keelatud toimeained. Numbritega on esitatud mullaproovides tuvastatud TKV toimeainete jääkide arv (tk)

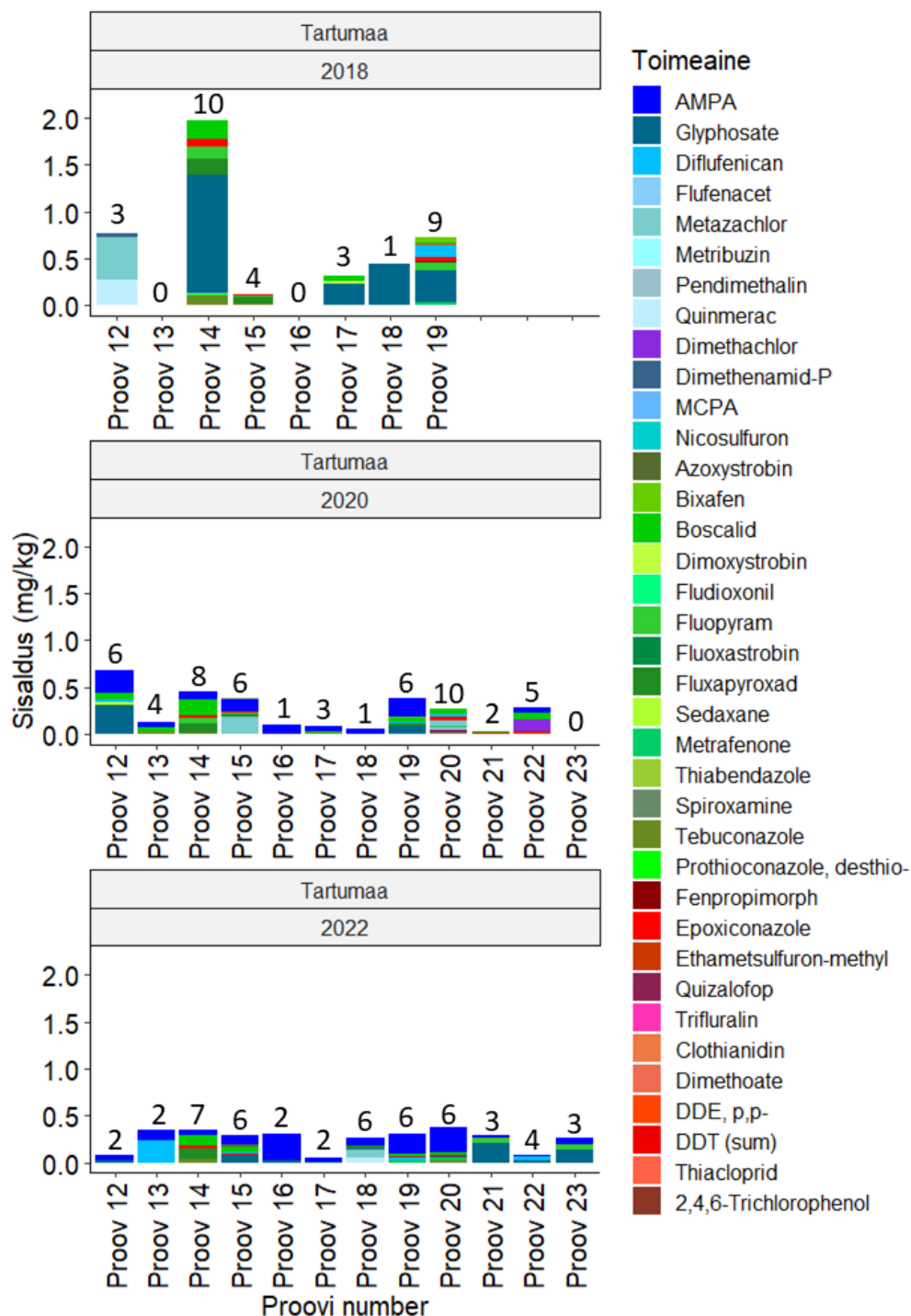
Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus ja erinevate toimeainete püsimine mullas erineva agrotehnoloogia rakendamisel



Joonis 2. TKV toimeainete jäägid, toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) ja jääkide arv Jõgevamaa mullaproovides (tk) 2018, 2020 ja 2022 aastal. Võrdlusena esitatud 2018 ja 2020 aasta proovide numbrid vastavad samadele 2022. aasta proovide numbritele. Toimeained on grupeeritud värvi alusel: sinised toonid- herbitsiidid, rohelised toonid- fungitsiidid, punased ja roosad toonid- keelatud toimeained. Numbritega on esitatud mullaproovides tuvastatud TKV toimeainete jääkide arv (tk)

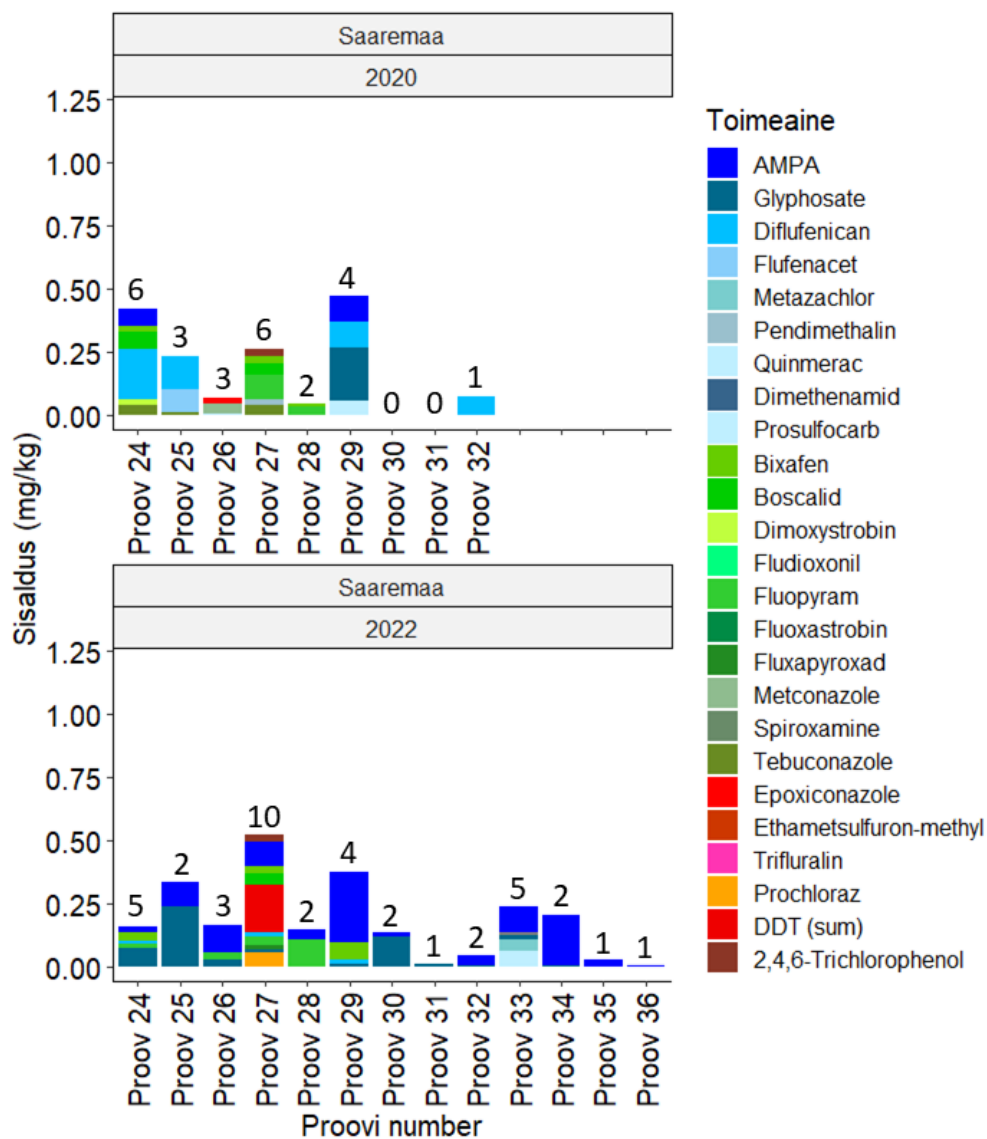


Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus ja erinevate toimeainete püsimine mullas erineva agrotehnoloogia rakendamisel

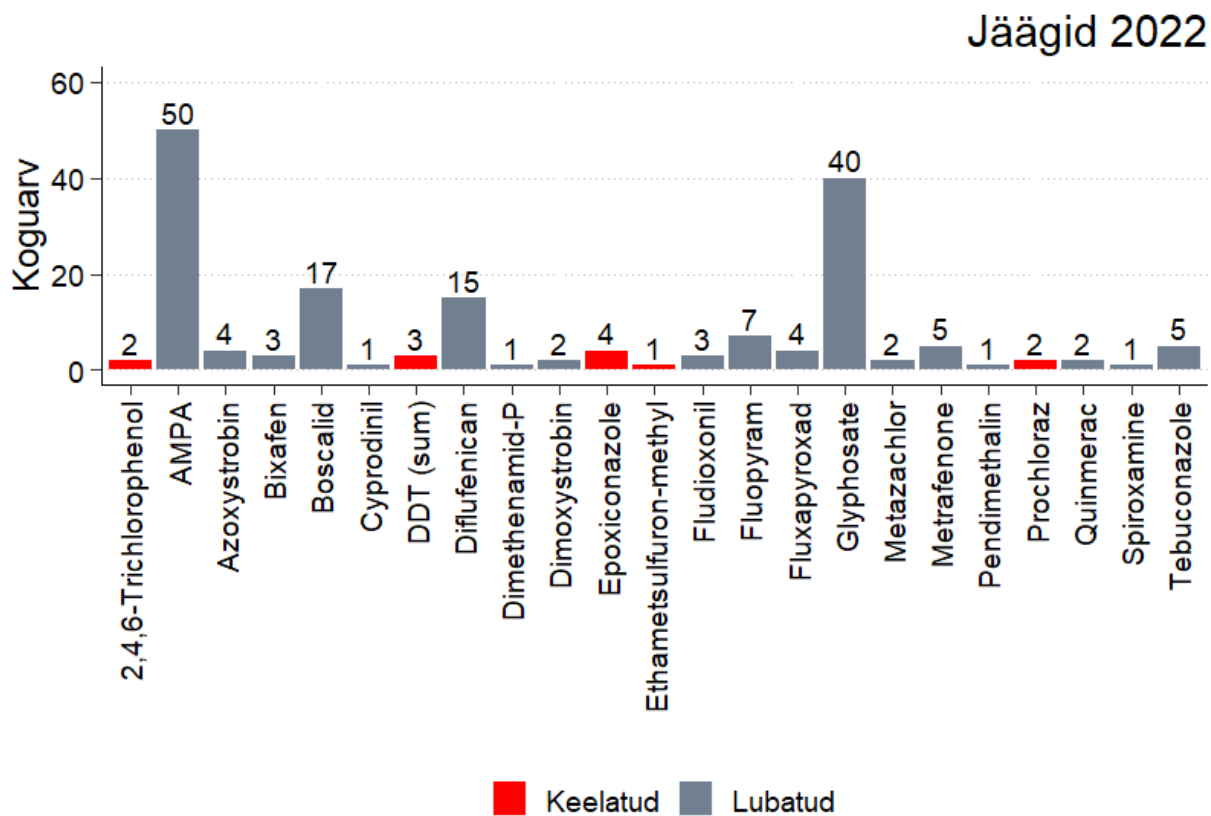


Joonis 3. TKV toimeainete jäägid, toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) ja jääkide arv Tartumaa mullaproovides (tk) 2018, 2020 ja 2022 aastal. Võrdlusena esitatud 2018 ja 2020 aasta proovide numbrid vastavad samadele 2022 aasta proovide numbritele. Toimeained on grupeeritud värvi alusel: sinised toonid- herbitsiidid, rohelised toonid- fungitsiidid, punased ja roosad toonid- keelatud toimeained. Numbritega on esitatud mullaproovides tuvastatud TKV toimeainete jääkide arv (tk)

## Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus ja erinevate toimeainete püsimine mullas erineva agrotehnoloogia rakendamisel

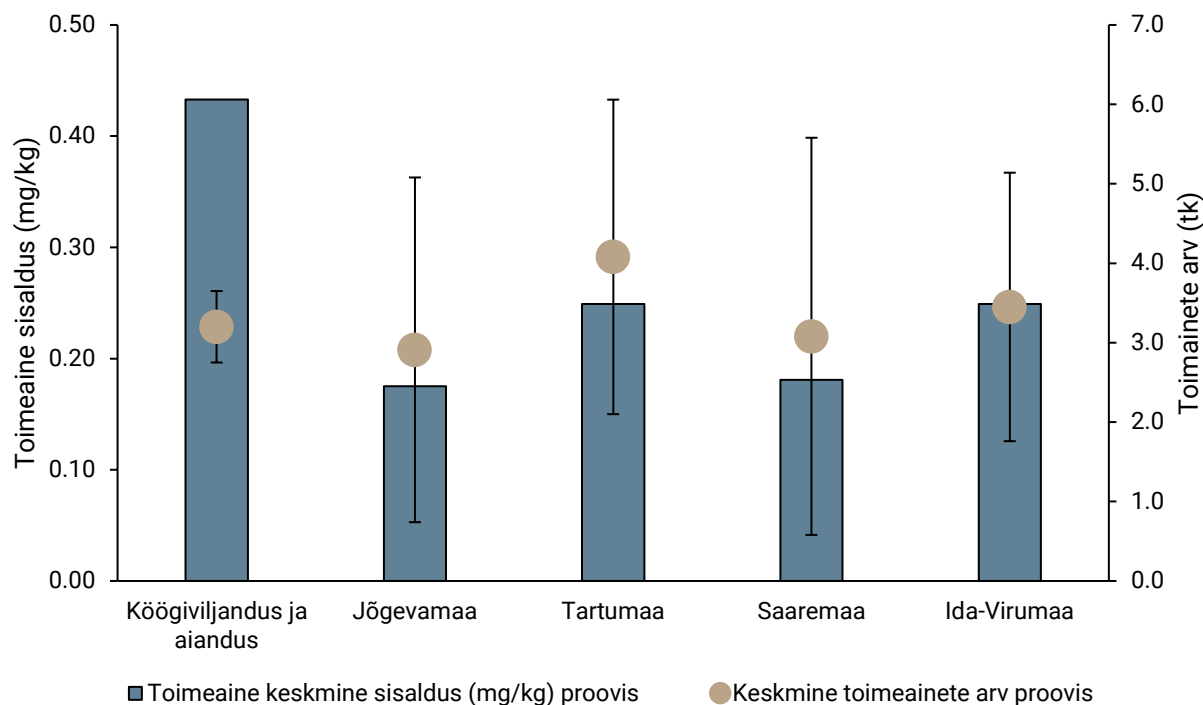


Joonis 4. TKV toimeainete jäägid, toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) ja jääkide arv Saaremaa mullaproovides (tk) 2020 ja 2022 aastal. Võrdlusena esitatud 2020 aasta proovide numbrid vastavad samadele 2022 aasta proovide numbritele. Toimeained on grupeeritud värvi alusel: sinised toonid- herbitsiidid, rohelised toonid- fungitsiidid, punased ja roosad toonid- keelatud toimeained. Numbritega on esitatud mullaproovides tuvastatud TKV toimeainete jääkide arv (tk)



Joonis 5. 2022. aastal tuvastatud TKV toimeainete jääkide esinemise sagedus ehk koguarv (tk). Punase värviga on tähistatud toimeained, mis kuuluvad EL nimekirja alusel keelustatud toimeainete hulka

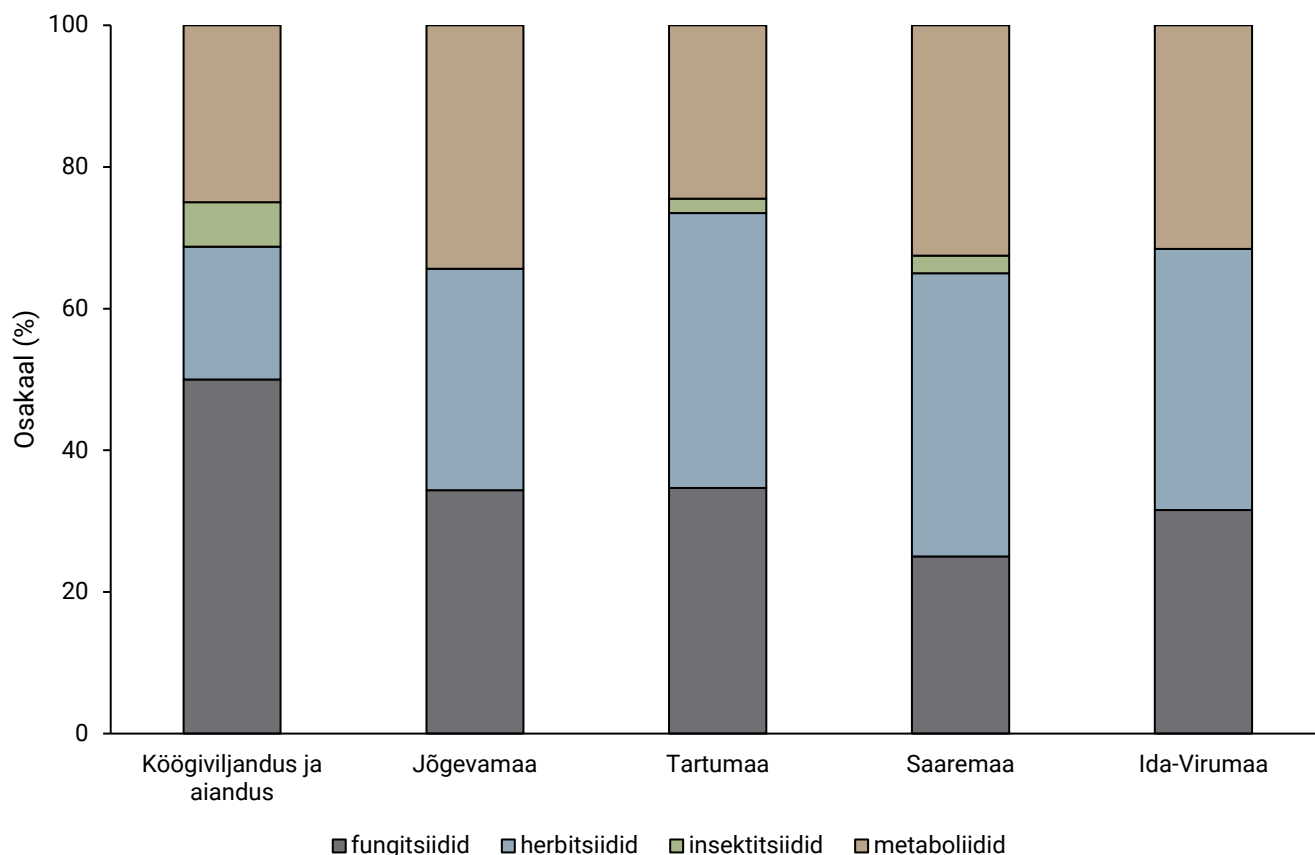
## Taimekaitsevahendite jääkide sisaldus ja erinevate toimeainete püsimine mullas erineva agrotehnoloogia rakendamisel



Joonis 6. Keskmine TKV toimeainete jääkide arv (tk) ja keskmine TKV toimeainete jääkide summaarne sisaldus (mg/kg) 2022. aasta uurimisaladel. Joonisel on vurrudena esitatud keskmise TKV summaarse sisalduse standardhälve

**Keskmiselt esines kõige enam TKV toimeainete jääke Tartumaa muldades (4,1 toimeainet), kuid suurim keskmine TKV toimeainete summaarne sisaldus oli kõõgiviljanduse ja aianduse muldades (0,43 mg/kg).**

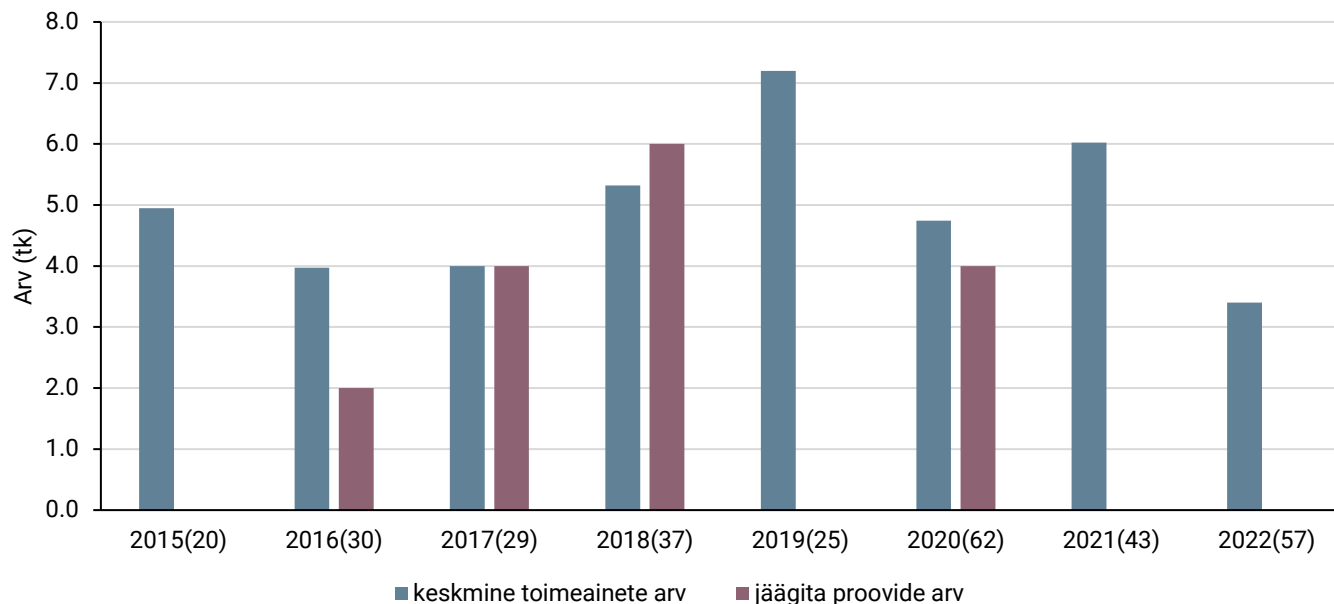
2022. aasta uurimisalade TKV toimeainete jääkide võrdluses (Joonis 6) selgus, et proovi kohta esines keskmiselt kõige enam erinevaid toimeaineid Tartumaa muldades, kus keskmiselt tuvastati proovi kohta 4,1 TKV toimeaine jääki ja kõige vähem Jõgevamaa muldades, kus oli keskmiselt 2,9 TKV toimeaine jääki proovi kohta. Oluline on märkida, et suurima toimeainete arvu tuvastamine ei kajasta alati suurimat summaarset toimeaine sisaldust. Kõige suurem keskmine summaarne toimeaine sisaldus leiti kõõgiviljanduse ja aianduse muldades, kus proovi kohta keskmine summaarne sisaldus oli 0,433 mg/kg. Võrdlusena Tartumaa muldades oli keskmine summaarne TKV toimeaine sisaldus proovi kohta 0,249 mg/kg.



Joonis 7. TKV toimeainete liikide ja nende metaboliitide osakaal 2022. aasta uurimisel

2022. aastal olid kõige enam levinud TKV toimeainetest köögiviljanduse ja aianduse aladel fungitsiidid (Joonis 7), mis moodustasid kõikidest TKV jääkide leidudest 50%, ja teraviljamaadel herbitsiidid, mis moodustasid Saaremaal 40% leidudest. Kõige vähem leiti uurimiseladelt insektitsiide, kus 2022. aastal moodustas nende osakaal 2-6% leidudest. Sarnaselt eelmisele aastale grupeerisime ka käesoleval uuringuaastal TKV jääkide nimistust eraldi metaboliidid ehk laguühendid, kuna metaboliidid annavad hinnangu TKV toimeaine lagukomponentide olemasolu kohta mullas. Andmetes selgus, et metaboliidid moodustasid 25-34% kõikidest leidudest. Kokku leiti metaboliite 52 korral, millest kõige suurema osakaaluga oli glüfosaadi metaboliit AMPA, moodustades 96% kõikidest metaboliitide leidudest.

**Enamlevinud TKV toimeainete jääkide liigiks 2022. aastal olid köögiviljanduse aladel fungitsiidid ja teraviljamaadel herbitsiidid.**



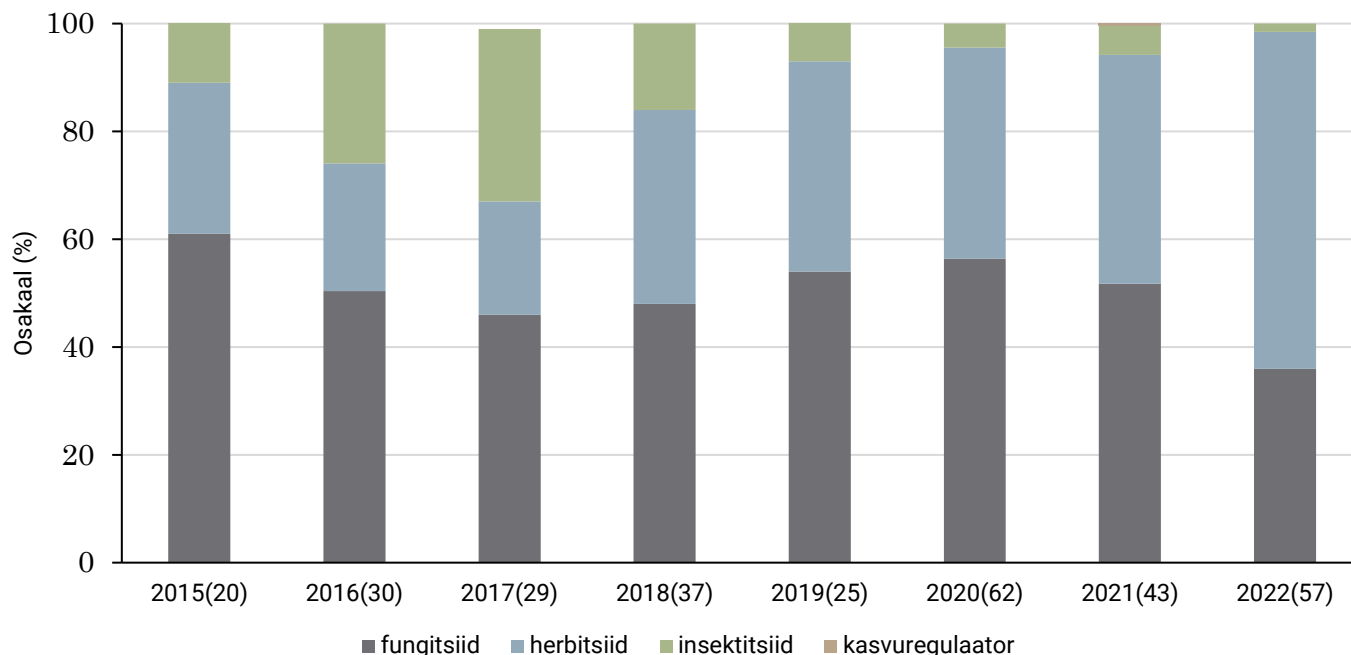
Joonis 8. Keskmine TKV toimeainete jääkide (2015-2022) ja jälgede (2015-2021) arv proovides ja jäägita proovide arv perioodil 2015-2022. Sulgudes on esitatud erinevate uuringute raames kokku kogutud proovide arv

**2022. aastal tuvastati proovi kohta keskmiselt 3,4 erinevat TKV toimeainet.**

Koondasime kokku 2015-2022 aastatel erinevate uuringute käigus analüüsitud mullaproovid ja neist tuvastatud TKV toimeainete jääkide ja jälgede esinemise sageduse (Joonis 8). Oluline on märkida, et 2015-2021 aasta tulemused sisaldavad nii jääkide kui ka jälgede tulemusi, kuid 2022 aasta tulemustes on esitatud ainult leitud TKV jääkide arvud. Eelnevates uuringutes on TKV jäljed moodustanud 33-56% kõikidest TKV toimeainete leidudest, mis on hoidnud

tuvastatud TKV toimeainete keskmise arvu proovi kohta kõrgel. Kuna käesolevas uuringus jälgesid esmakordselt enam ei esitata, oli keskmine toimeainete hulk proovis ka väiksem, mistõttu proovi kohta leiti keskmiselt 3,4 erinevat TKV toimeainet. Sarnaselt aastatele 2021 ja 2019 ei tuvastatud ka 2022. aastal ühtegi proovi, millel polnud TKV toimeaine jääki.





Joonis 9. TKV toimeainete liikide osakaal perioodil 2015-2022. Sulgudes on esitatud erinevate uuringute raames kokku kogutud proovide arv

Kuna ajalises võrdluses pole TKV toimeainete liikidest varasemalt metaboliite eraldatud, siis võrdväärse andmevõrdluse eesmärgil (Joonis 9) on metaboliidid arvatud kindla TKV toimeaine grupi hulka, mis vastab eelnevate aastate grupeeringutele. 2015-2022 aastate andmete võrdlusest selgub, et kui 2017-2020 aastate lõikes oli suurenenud fungitsiidide osakaal, siis viimased kaks aastat on fungitsiidide leide olnud vähem ning märgatavalt on suurenenud herbitsiidide osakaalu tähtsus. Seda peegeldas ka aegrea võrdlus 2018-2022 aastatel (Joonis 2), kus fungitsiidide toimeainete leiud on aastate jooksul vähenenud ning suurenenud on herbitsiidide toimeainete sisaldused mullas. Kui 2020. aastal moodustasid herbitsiidid 39% kõikidest TKV jääkide leidudest, siis 2021. aastal oli see 42% ja 2022. aastal 63%. Aastate lõikes on vähenenud ka insektitsiidide leiud, mis 2022. aastal moodustasid kõigest 1,6% kõikidest TKV jääkide leidudest. Kõik insektitsiidid, mis 2022. aastal tuvastati, kuulusid keelustatud TKV toimeainete nimistusse (DDT).

**2022. aastal oli TKV toimeainete liikidest herbitsiidide suurim osatähtsus, moodustades 63% leidudest.**

## Kokkuvõte

- 2022. aastal määrati TKV toimeainete jääke kokku 52 mullaproovist, millest enamik olid kordusproovid 2018. ja 2020. aasta uurimisaladelt Jõgevamaal, Tartumaal ning Saaremaal. Täna on TKV toimeainete jääke määratud Tartumaalt, Jõgevamaalt, Järvamaalt, Valgamaalt, Lääne-Virumaalt ja Ida-Virumaalt.
- Analüüsitud proovidest leiti TKV jääke kokku 175 korral, millest 93% juhtudest oli tegemist lubatud TKV toimeainega ja 7% keelustatud toimeainega.
- Kõige suurem TKV toimeainete jääkide arv tuvastati Saaremaal, kus ühes mullaproovis leiti kokku 10 erinevat TKV toimeaine jääki.
- Kõige suurem summaarne toimeainete sisaldus oli ploomipuude (1,116 mg/kg) uurimisalalt kogutud mullaproovis.

- 2018-2022 aastate jooksul on vähenenud suurimad summaarsed TKV toimeainete sisaldused, kuid suurenenud on mullaproovide hulk, kust TKV toimeainete jääke on leitud.
- Erinevate uurimisalade võrdluses esines keskmiselt kõige enam TKV toimeaine jääke Tartumaa muldades (keskmiselt 4,1 toimeaine jääki proovi kohta).
- Toimeainete keskmine summaarne sisaldus oli suurim köögiviljanduse ja aianduse muldades (keskmine summaarne sisaldus 0,433 mg/kg proovi kohta).
- Taimekaitsevahenditest leiti 2022. aastal kõige enam herbitsiide (63%), mille osakaalu tähtsus on uurimisaladel aastate jooksul suurenenud.
- Uurimisalade võrdluses kasutati 2022. aastal fungitsiide kõige enam köögiviljanduse ja aianduse aladel, moodustades 50% kasutatavatest TKV-st, kuid teraviljamaadel kasutati kõige enam herbitsiide (40% leidudest).