

1. Vald kond mullastik



Sisukord

1.3. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride (põlduba, talioder, sojauba, hernes, kanep) väetustarbe ja toitainete omastamise seaduspärasuste, toitainete vertikaalse liikumise ning toitainete bilansi arvutamine väetamissoovituste väljatöötamiseks.....	3
1.3.1. Uuringu eesmärk	3
1.3.2. Tulemused ja arutelu.....	3
1.3.3. Kokkuvõte	17



Jooniste loetelu

Joonis 1. Viljandi ja Võru KK sademete hulk 2018 aastal kuude lõikes	4
Joonis 2. SO4 ja Nmin sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides herne kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena	5
Joonis 3. SO4 ja Nmin sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides taliodra kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena	6
Joonis 4. SO4 ja Nmin sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides põldoa kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena	7
Joonis 5. Mulla liikuva K ja P sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides herne kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena	8
Joonis 6. Mulla liikuva K ja P sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides taliodra kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena	9
Joonis 7. Mulla liikuva P ja K sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides põldoa kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena	10
Joonis 8. Mulla liikuva Ca ja Mg sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides herne kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena ...	11
Joonis 9. Mulla liikuva Ca ja Mg sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides taliodra kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena	12
Joonis 10. Mulla liikuva Ca ja Mg sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides põldoa kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena	13
Joonis 11. Nmin ja väävli sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides herne kasvatamisel Viljandi KK (ülemine joonis) ja Võru KK (alumine joonis)	14
Joonis 12. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride väävli (S), fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus põllult eemaldatavas saagis (absoluutkuiva materjali kohta)	16
Joonis 13. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride väävli (S), fosfori (P) ja kaaliumi (K) eemaldamine saagiga (kg/ha) 2018. aastal kolmes katsekeskuses	17



Tabelite loetelu

Tabel 1. Kultuuride väetamine 2018. aastal	4
--	---



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

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

1.3.1. Uuringu eesmärk

Tegevuse peamiseks eesmärgiks on selgitada viimastel aastatel levima hakanud põllumajanduskultuuride (n. põlduba, hernes, talioder, sojauba, kanep 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 bilansi Eesti tingimustes on vähe uuritud, kuid vajadus selle järgi on ilmselgelt olemas. Samuti on vaja täiendavalt uurida nende kultuuride toitainete tarbimist ja omastavate toiteelementide liikumist mulla vertikaalprofiilis ja põllult eemaldatavate ja sinna tagastatavate taimeosade biokeemilist koostist, mille alusel on võimalik koostada nende kultuuride toitainete bilansi 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 veekeskonna kaitset mineraalse lämmastiku, väävl 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 mullaparametrid. Sellest lähtudes on võimalik hinnata potentsiaalset mineraalse lämmastiku, taimedele omastatava väävl ja teiste toiteelementide võimalikku liikumist mulla vertikaalprofiilis ning potentsiaalset leostumist sõltuvalt maakasutusest, ilmastikust ja mullastikust.

Töö teostaja on Põllumajandusuuringute Keskuse mullaseire ja uuringute büroo.

1.3.2. Tulemused ja arutelu

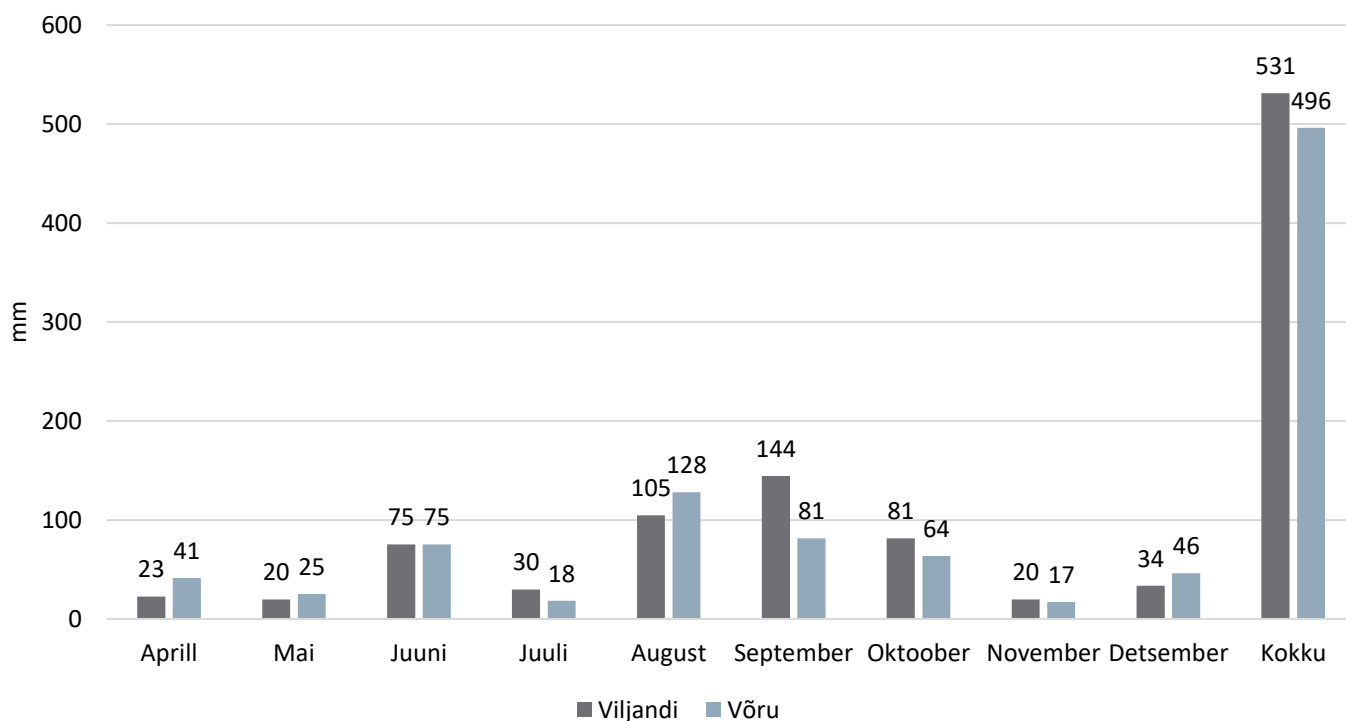
Kuivõrd antud uuring on plaanitud korduvuuringuna, siis ühe aasta tulemusest pole võimalik teha üldistavaid järeldusi ja seetõttu piirdume antud aruande puhul tulemuste lühikirjeldusega koos olulisemate suundade näitamisega. Põhjalikum analüüs on võimalik teostada vähemalt 3 aasta tulemustele tuginedes.

Katsekeskustest (KK) koguti mullaproovid nõ 0 katselappidelt erinevatest sügavustest neli korda aasta jooksul. Kultuuride väetamisest annab ülevaate (Tabel 1) ning sademetest vegetatsiooniperioodil (Joonis 1). Kultuuride väetamise andmetest ilmneb, et üldiselt oli Viljandi Katsekeskuse aladel väetamise foon veidi kõrgem kui Võru katsekeskuses. Kultuuridest oli oluliselt kõrgem foon taliodral ja teatud eripäraks väävl suhteliselt kõrge väetamise tase, eriti Võru KK.



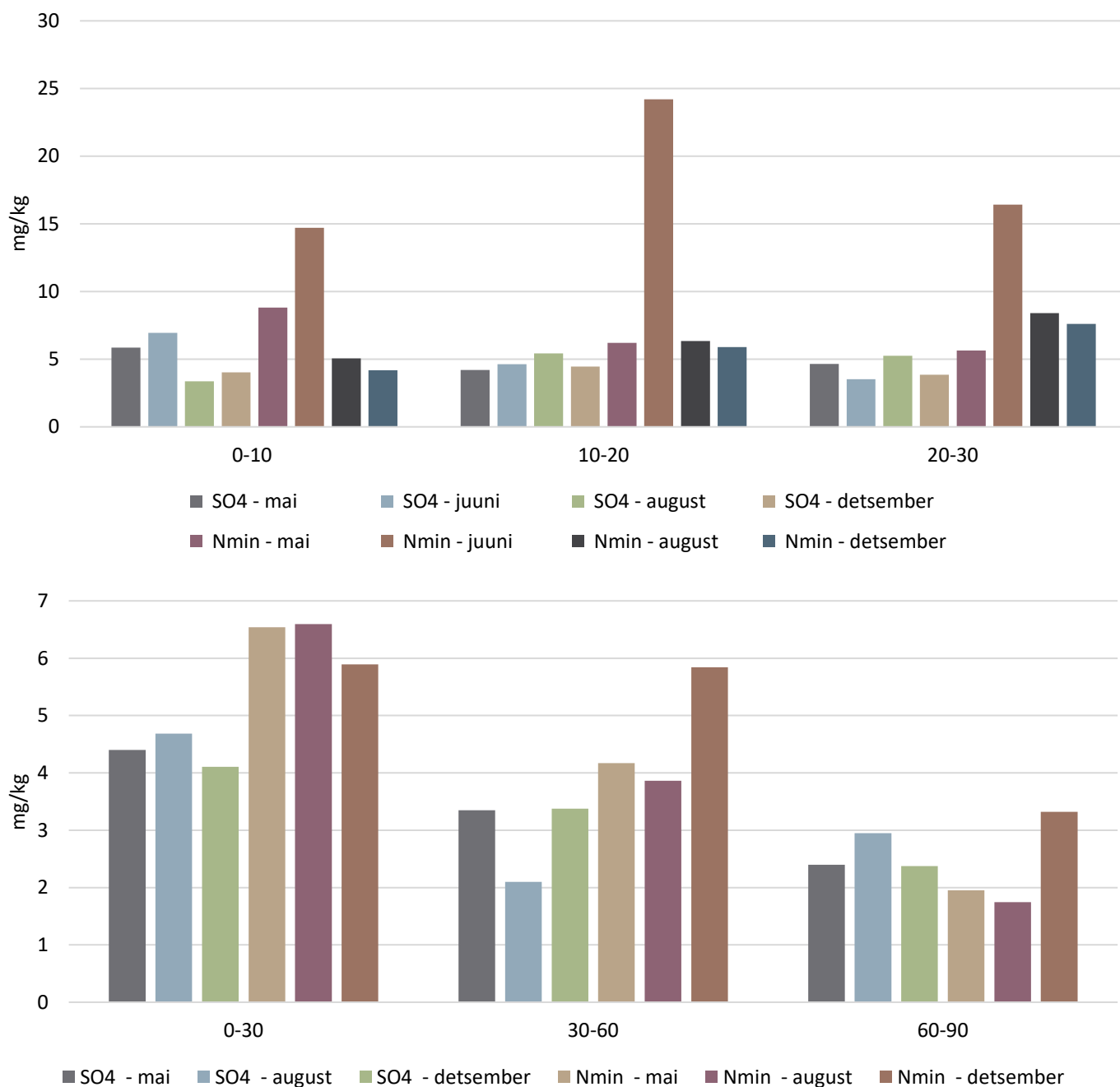
Tabel 1. Kultuuride väetamine 2018. aastal

Kultuur	Viljandi				Võru			
	N	P	K	S	N	P	K	S
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
hernes	27	15,6	62		13,5	8	31	
põlduba	27	15,6	62		13,5	8	31	
talioder	124	23,5	85	36	126	13,2	52	62



Joonis 1. Viljandi ja Võru KK sademete hulk 2018 aastal kuude lõikes

Hernepõldudel väävlit sisaldavaid väetisi ei kasutatud ja selle sisaldus ja dünaamika mullas näitab (Joonis 2), et mulla ülemises 10 cm kihis langes väävlit sisaldus koristuse ajaks oluliselt, ehk sellest kihist tarbiti väävlit kõige enam ning üldine madal väävlitase mullas ei tekitanud ka sügisperioodil elemendi leostumist. Mineraalse lämmastikuga väetati hernerst suhteliselt minimaalselt, seda eriti Võru KK katselapil, kuid sellegipoolest oli aktiivse taimekasvu perioodil juunikuu lõpus märkimisväärne kogus liikunud 10-20 cm mullakihti ja ka sellest allapoole. Kuigi väetamise tase oli madal, siis toimus sügisperioodil mulla sügavamas kihis päris oluline Nmin sisalduse suurenemine, ilmselt peamiselt lämmastikurikaste taimejäänuste lagunemisel vabanenud lämmastiku arvelt. Samas ülemises aktiivses mullakihis toimub Nmin sisalduse mõõdukas langus, järelkult allub lagunemisel tekkinud Nmin kiirele leostumisele mullaprofiilis allapoole.



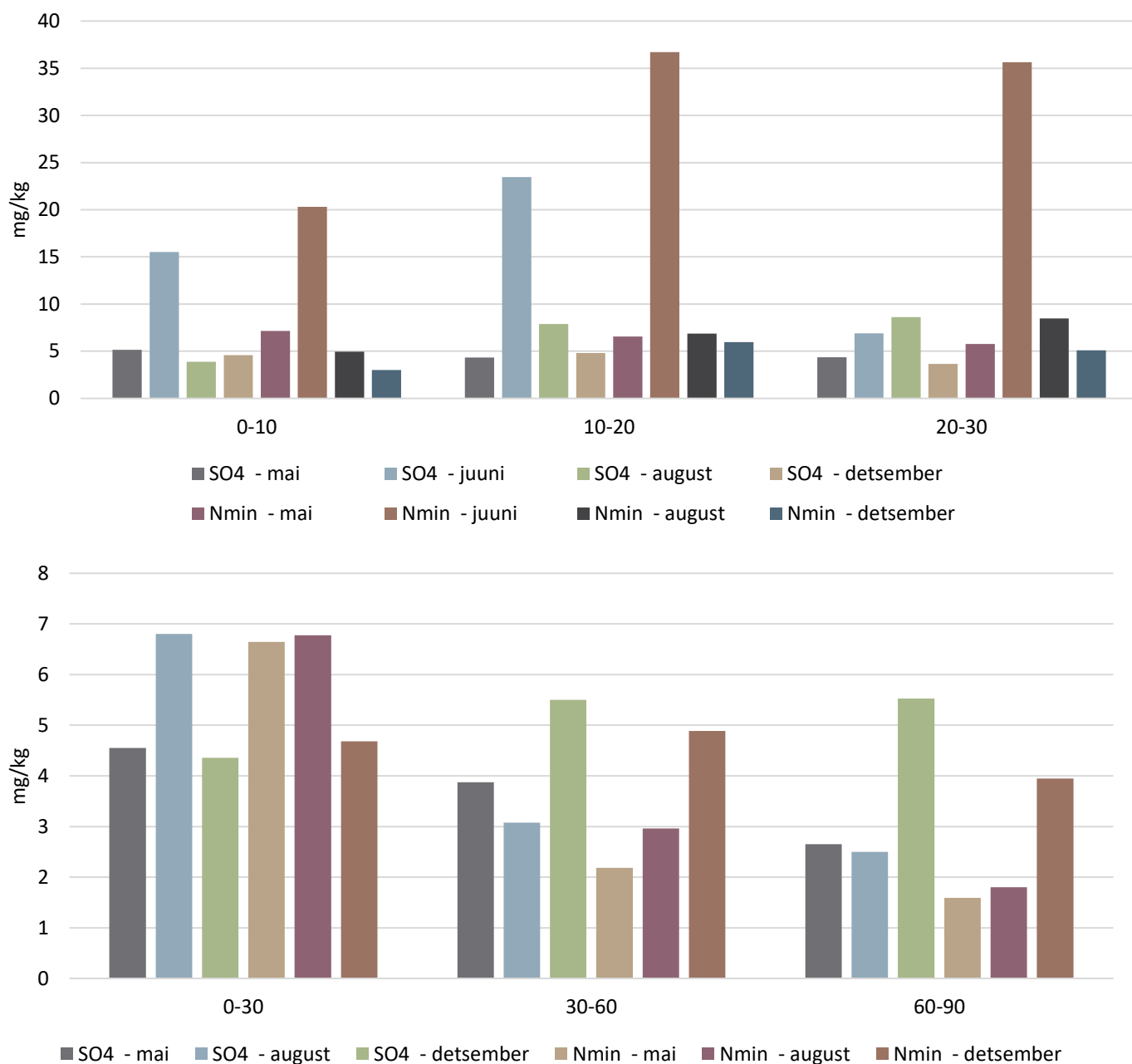
Joonis 2. SO4 ja Nmin sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides herne kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena

Taliodal kasutati väetamiseks külalt olulisel määral väävlit ning kõrgeim sisaldus oli 10-20 cm mullakihis aktiivsel taimekasvuperioodil juuni lõpus (Joonis 3). Kuna väetis lisati aprillis-mais, siis ei suutnud selleks ajaks talioder kogu väävlit tarbida, kuid seda ei olnud liikunud ka sügavamale kui 20 cm. Sügisperioodil toimus aga väävlit aktiivne liikumine alumistesse mullakihtidesse ja seega taimede kasutusulatusest väljapoole. Kuna Võru KK kasutati väävlit suurema normiga, siis toimus seal ka palju suurema määraga leostumine allapoole. Ülemises 30cm kihis oli detsembriks samasugune väävlisisaldus kui kevadel enne väetamist, seega ei suutnud muld seda elementi siduda.

Sügisperioodil toimus väävlit aktiivne liikumine alumistesse mullakihtidesse.



1. Valdkond mullastik

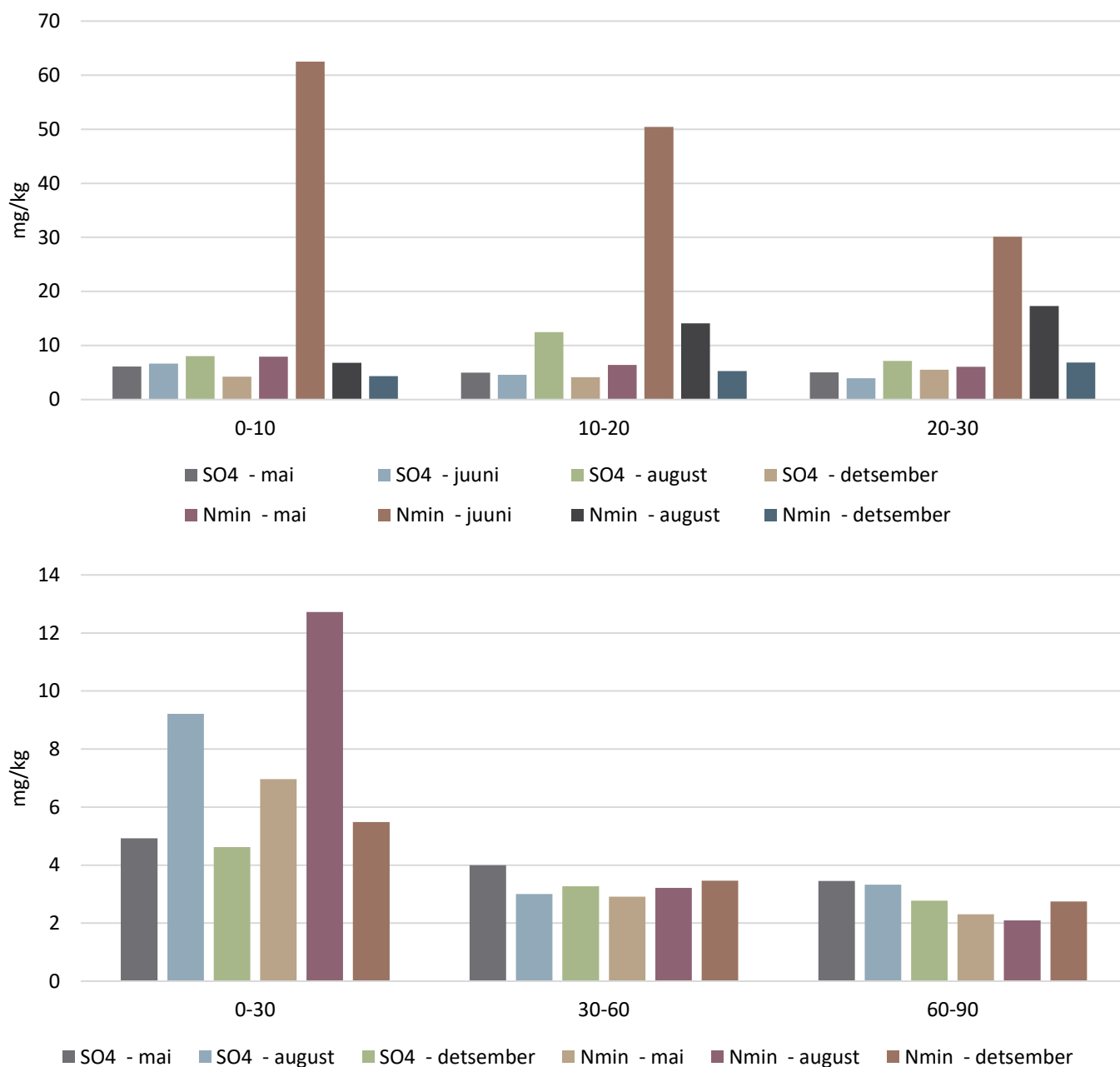


Joonis 3. SO4 ja Nmin sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides taliodra kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeringud
maapiirkondadesse

1. Valdkond mullastik



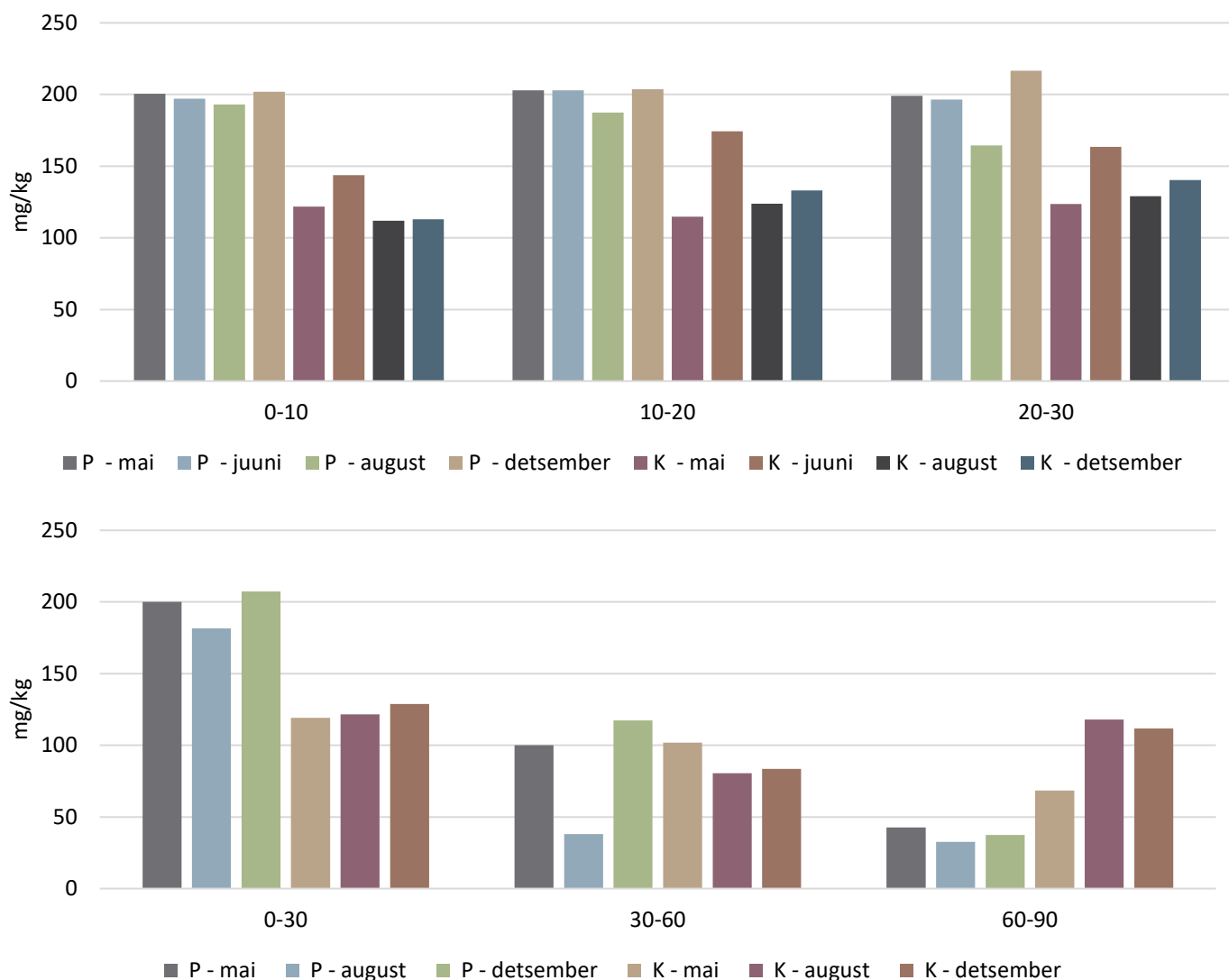
Joonis 4. SO4 ja Nmin sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides põldoa kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena

Põlduba väetati hernega sarnaselt ja seega väetamiseks väävlit ei kasutatud ning nagu näha jooniselt, siis ei toimunud ka mingit väävlit liikumist sügisperioodil alumistesse mullakihtidesse. Ülemises 20cm kihis toimus vegetatsiooniperioodi jooksul vähenenud SO4 sisalduse langus. Kuigi mineraalse lämmastikuga väetamine oli hernega sarnane puudus põldoa aladel Nmin liikumine sügavatesse mullakihtidesse sügisperioodil, kuigi selgelt toimub ülemise 30 cm mullakihi Nmin sisalduse oluline langus. Ilmselt ei saa välistada ka asjaolu, et liikumine alumistesse kihtidesse toimus juba enne viimast proovivõtmist.



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

1. Valdkond mullastik



Joonis 5. Mulla liikuva K ja P sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides herne kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena

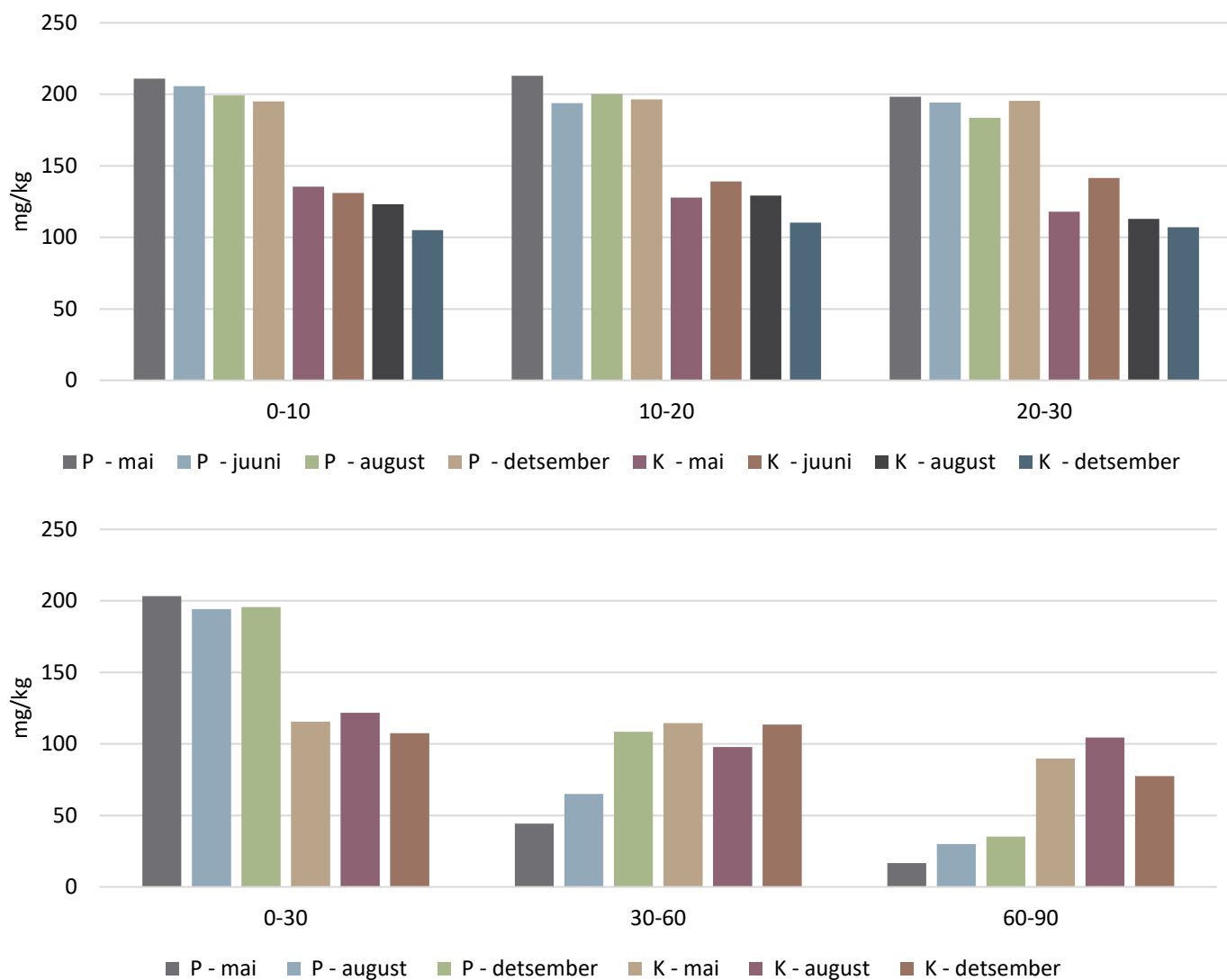
Herne väetamisel kasutati kahe ala keskmisena väetamise normi P12K46 kg/ha ning väetis lisati mulda külveelselt. Ülemiselt joonisel selgub (Joonis 5), et kui juuniks oli enam vähenenud P sisaldus ülemises kihis, siis koristuse ajaks oli enam vähenenud keskmise ja alumise kihi P sisaldus - taimede arenedes võeti järelkult fosforit sügavamatest kihtidest. K puhul on selgelt näha tendents, kus juuniks oli ära kasutatud suhteliselt vähe kaaliumi, kuid selle tarbimine hoogustus hiljem. Suurim sügisperioodil toimunud fosfori leostumine toimus 30-60 cm mullakihis, mille P sisaldus suurenes oluliselt, kuid samal ajal suurenes ka ülemise aktiivkihi P sisaldus ja seda peamiselt 20-30 cm sügavuse kihi arvelt, kus asuvad kõige nooremad ja peenemad taimejuured, mis lagunevad kõige kiiremini. Kaaliumi leostumine on olnud väga vähenenud ja selle põhjuseks on ilmselt ka asjaolu, et K sisaldus mullas on suhteliselt madal ja väetamise kogus 46 kg/ha ei ole seda ka märkimisväärselt suurendanud, kuna hernes on väga hea kaaliumi tarbija.

Suurim sügisperioodil toimunud fosfori leostumine toimus 30-60 cm mullakihis.



Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeeringud maapiirkondadesse

1. Valdkond mullastik



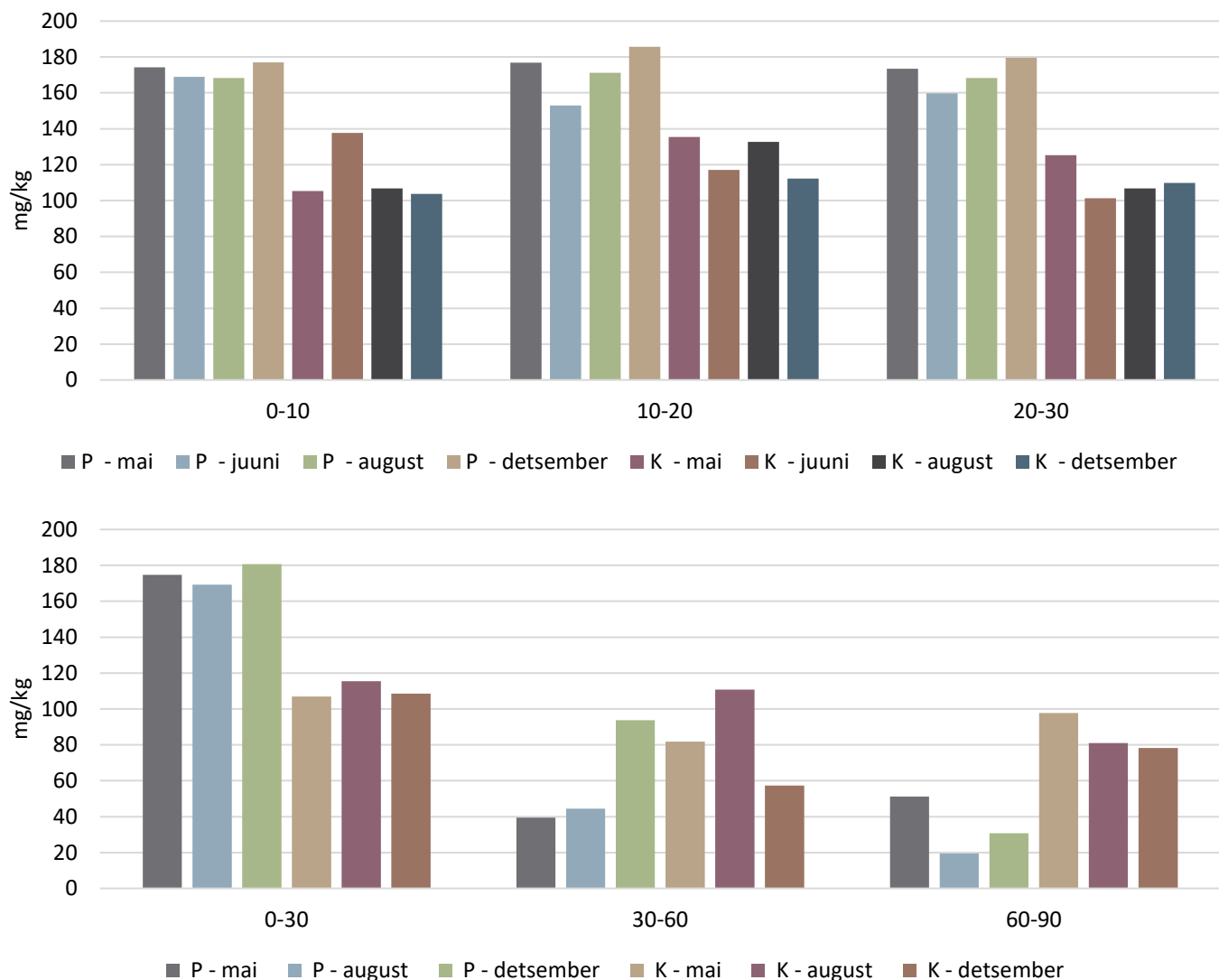
Joonis 6. Mulla liikuva K ja P sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides taliodra kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena

Taliodra väetamisel normiga P48K73 vähenes ülemises 0-20 cm kihis P sisaldus pidevalt ning sügisperioodil hakkas aeglaselt kumuleeruma 0-30 cm kihis (Joonis 6). Sügisperioodil toimus suurem liikumine 30-60cm kihti ja vähemal määral ka 60-90 cm kihti. Samuti vähenes K sisaldus järjepidevalt ülemistes mullakihtides, ja juuniks oli K sisaldus veidi tõusnud. Kuna mullas on K sisaldus optimaalsest madalam, siis ei toimunud ka sügisperioodil liikumist alumistesse mullakihtidesse.



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

1. Valdkond mullastik



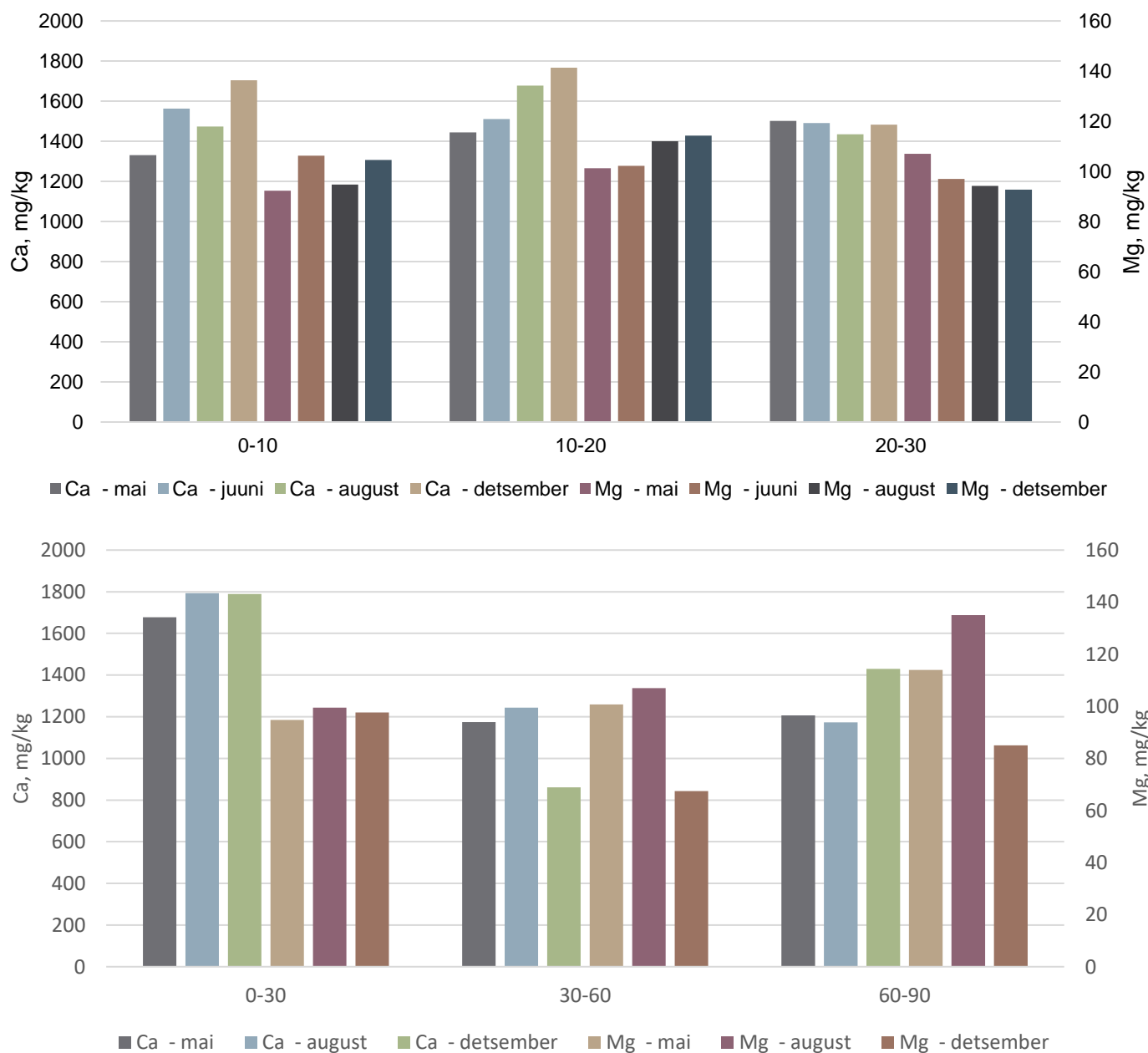
Joonis 7. Mulla liikuva P ja K sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides põldoa kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena

Põlduba väetati sarnaselt hernega ning P sisaldus mulla ülemises 0-30 cm kihis üldiselt suurenes detsembriks (Joonis 7). Kõige ülemises kihis oli P sisaldus suhteliselt stabiilne, kuid sügavusel 10-30 cm ja perioodil juuni-detsember suurenes pidevalt. Ilmselt toimus peamine P omastamine just sellest mullakihist. Kuigi kõige ülemises mullakihis P sisaldus suurenes, toimus sügisperioodil oluline suurenemine keskmises mullakihis ja vähene suurenemine alumises mullakihis. Juunikuus võetud proovides oli veel säilinud väetisega lisatud K mulla kõige ülemises kihis, kuid hiljem oli see kogus tarbitud või liikunud vähemal määral ka allapoole. Põldoa kasvatamisel sarnaselt hernega ei toimunud sügisperioodil K leostumist alumistesse kihtidesse, sest üldine K sisaldus mullas oli alla optimaalse ja kultuur suutis juurde lisatud K ära tarbida ja ilmselt oli kerge K defitsiit.



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

1. Valdkond mullastik



Joonis 8. Mulla liikuva Ca ja Mg sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides herne kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena

Olulisematest makroelementidest lisati mulda väetisena vaid 2018. a kevadel Viljandi KK taliodrale Ca normiga 12,8 kg/ha, kuid alade keskmisena on Ca sisaldus kevadel olnud optimaalsest (1500 mg/kg) madalam, seda eriti Võru alal (Joonis 8). Juuniks oli kahe ala keskmisena suurenenud Ca sisaldus võrreldes kevadega ning ilmselt on siin tegemist eeskätt maikuu väheste sademetega, mille tõttu tõenäoliselt kapillaarveega toodi mulla ülemisse kihti Ca juurde. Ca sisaldus suureneb pidevalt 0-30 cm mullakihis kogu perioodi vältel ja detsembriks on saavutatud lausa optimaalne tase. Sügisperioodil toimub vähene

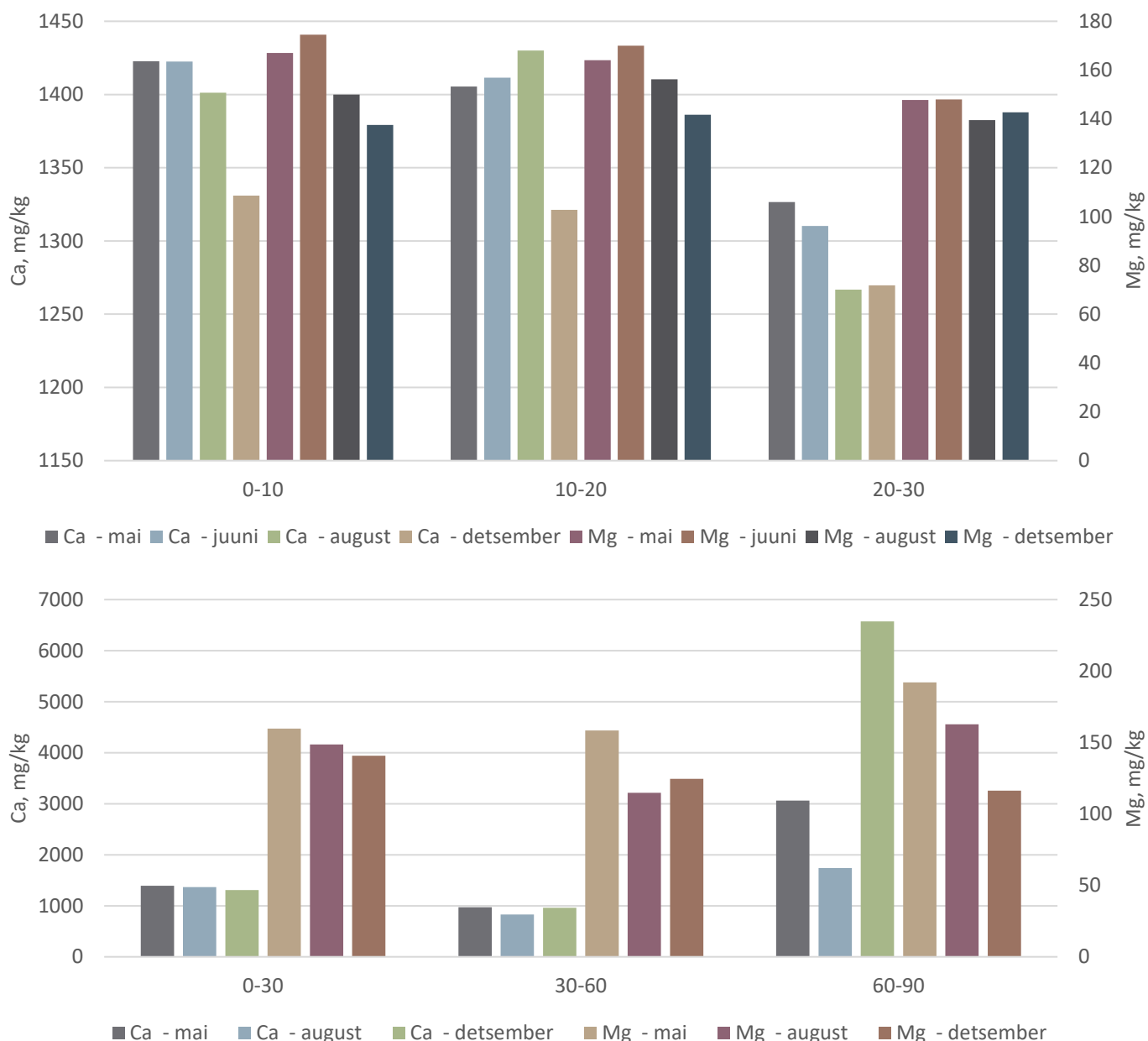
Väheste sademete tõttu toodi kapillaarveega mulla ülemisse kihti Ca juurde.

leostumine 30-60 cm kihti. Mg sisaldus suureneb samuti mõõdukalt 0-30 cm mullakihis, kuid võrreldes Ca on sisaldus sügavamas mullakihis samasugune kui pindmises kihis ning leostumine sügisperioodil puudub.



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

1. Valdkond mullastik



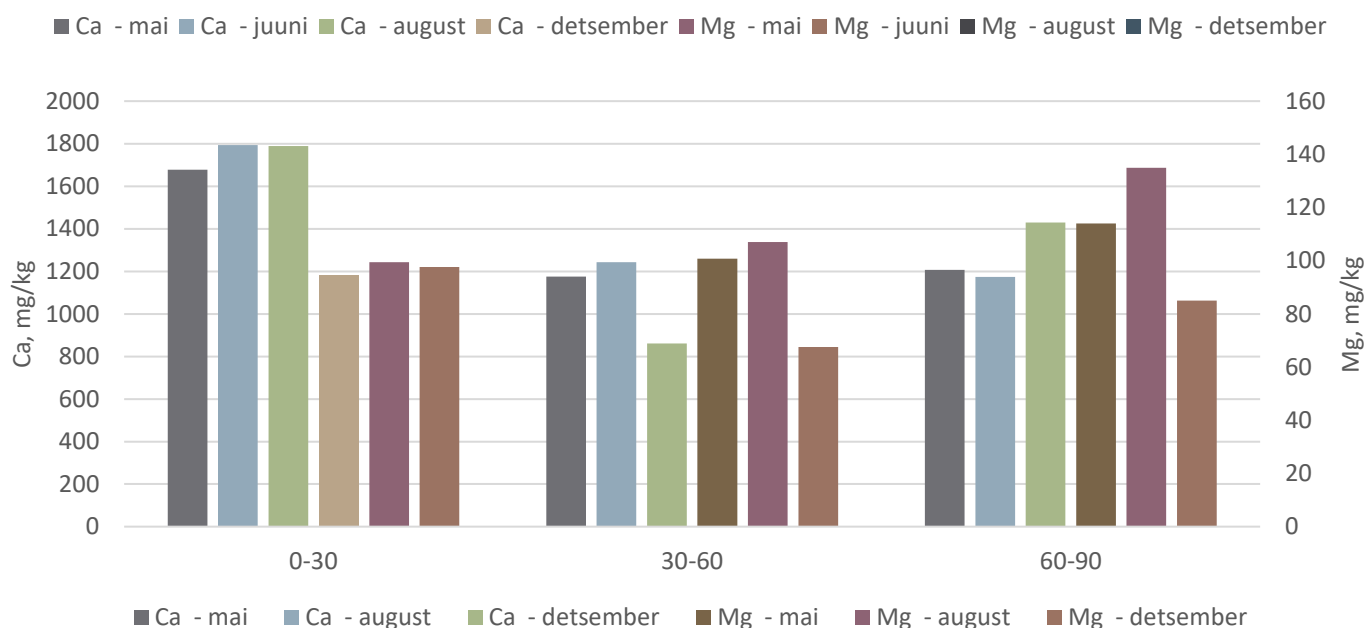
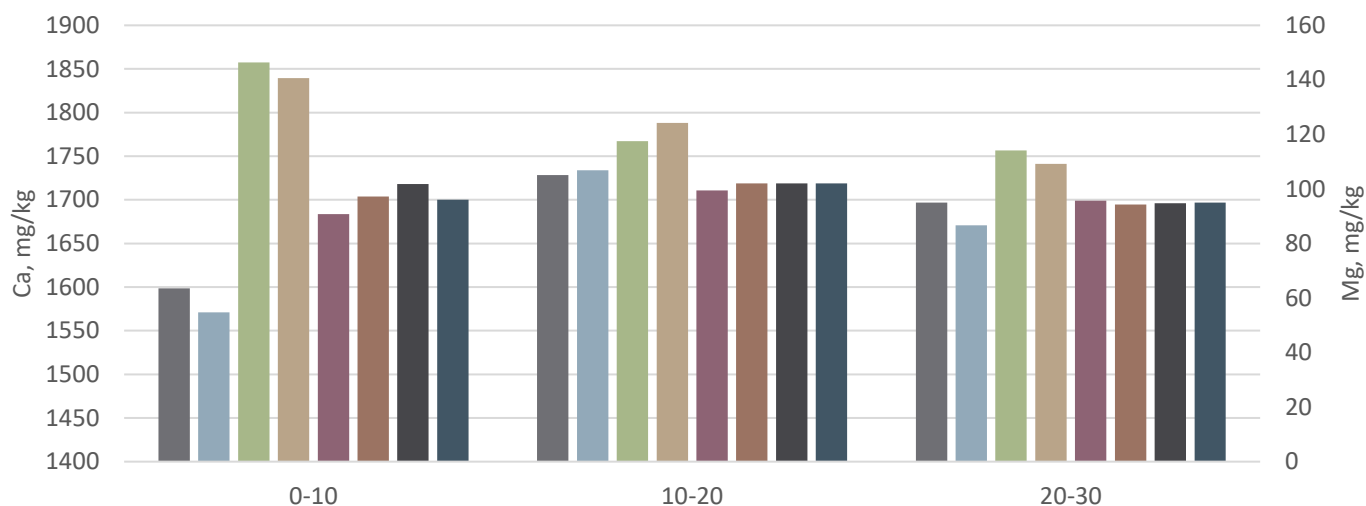
Joonis 9. Mulla liikuva Ca ja Mg sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides taliodra kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena

Taliodra kasvatamisel Ca sisaldus ülemises 0-30 kihis praktiliselt ei muutu, kuigi kihi sees on selge eristumine, kus 20-30 cm sügavusel on sisaldus oluliselt madalam ning see viitab nõrgale väetamise mõjule (Joonis 9). Erisusena paistab silma näiliselt suur vahe sügavaimas kihis, kus Ca sisaldus on oluliselt tõusnud, kuid ilmselt on siin tegemist pigem proovivõtust või töötlemisest tingitud tehnilise veaga. Mg sisaldus väheneb ülemises 0-20 cm kihis perioodil juuni-detsember oluliselt ja kuna alumistes kihtides sisaldus ei tõuse, siis ilmselt tarbitakse taliodra poolt sel perioodil Mg aktiivselt.



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

1. Valdkond mullastik



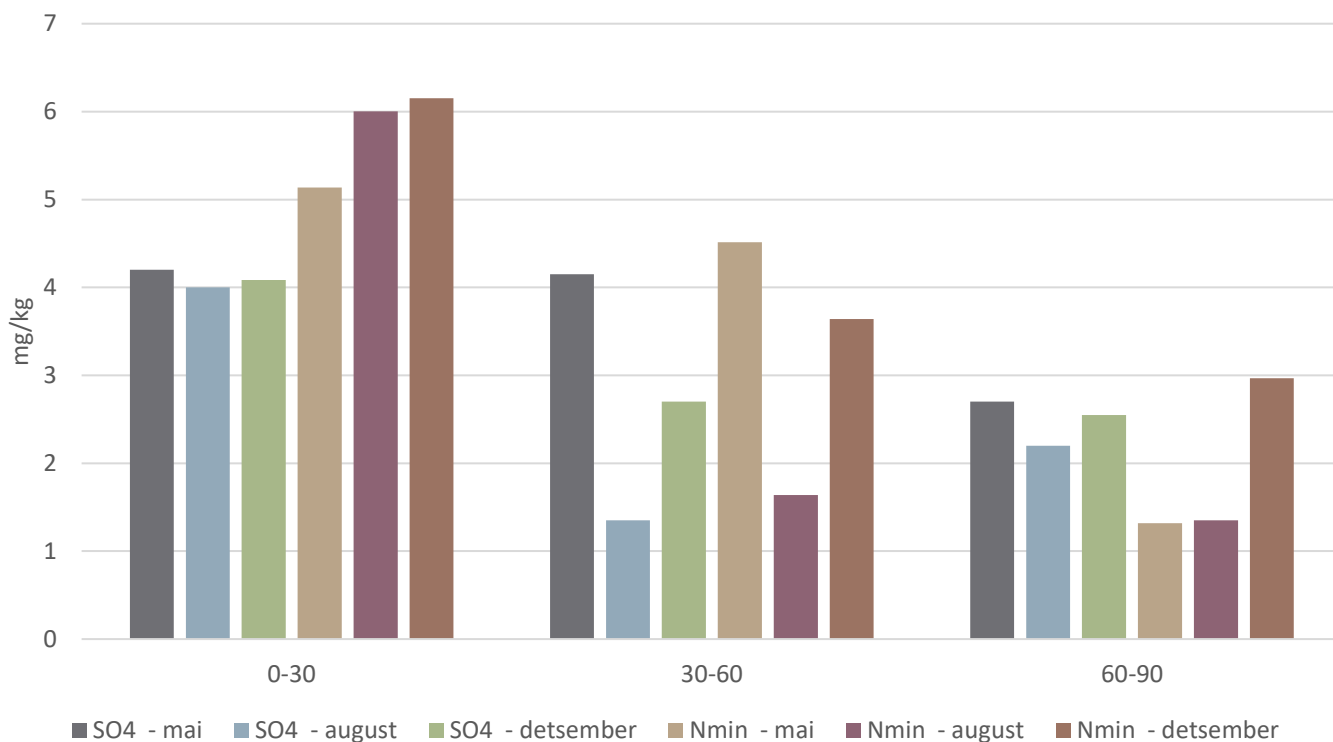
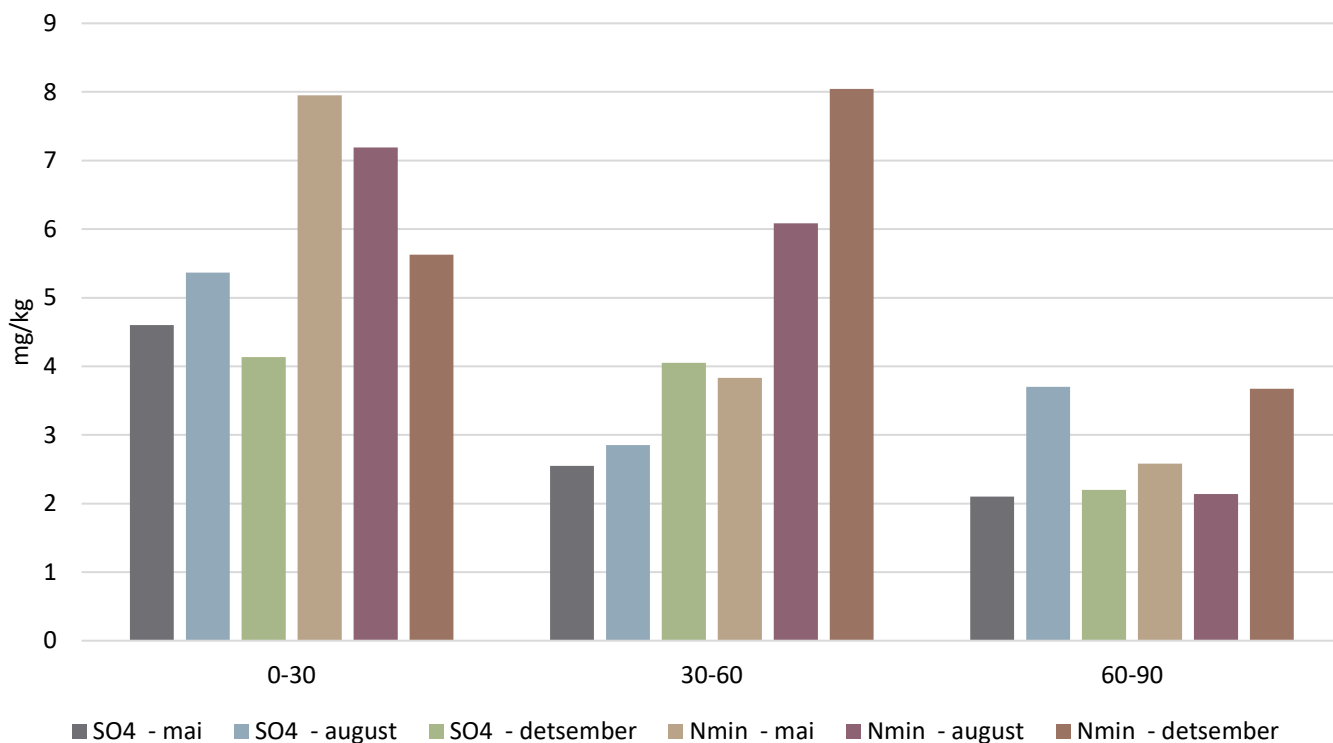
Joonis 10. Mulla liikuva Ca ja Mg sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides põldoa kasvatamisel kahe uurimisala keskmisena

Põldoa kasvatamisel on toimunud oluline tõus mulla Ca sisalduses perioodil juuni-august, mis võib samuti olla tingitud kapillaarvee tõusuga sademetevaasel perioodil (Joonis 10). Ülejäänud kihtides on Ca sisaldus pigem stabiilne. Mg sisaldus langeb sügisperioodil mulla alumistes kihtides, kuid on stabiilne ülemises 0-30 cm kihis.



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

1. Valdkond mullastik



Joonis 11. Nmin ja väävli sisaldus ja dünaamika erinevates mullakihtides herne kasvatamisel Viljandi KK (ülemine joonis) ja Võru KK (alumine joonis)



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Nagu väetamise andmetest selgus, kasutati Viljandi katsekeskuses herne väetamiseks 2 korda rohkem lämmastikku kui Võrus. Kahe ala omavahelisel võrdlusel selgus, et mulla ülemises kihis oli peale väetamist Nmin sisaldus suurem Viljandi mullas ja hakkas seal järjest vähenema, kuid Võru KK toimus vastupidine protsess (Joonis 11). Kuna keskmises kihis vähenes Nmin sisaldus oluliselt perioodil juuni-august ehk kõige sademetevaesemal ajal, siis ilmselt liikus Nmin keskmisest kihist ülespoole kapillaarveega. Viimane protsess toimib, kui mullas on piisavalt saviosakesi. Juulikuus oli ka sademete hulk Võru KK ligi 2 korda väiksem kui Viljandis. Sügisperioodil toimus Viljandi KK herne all olevas mullas suurem Nmin liikumine alumistesse kihtidesse. Ühelt poolt oli tegemist herne taimejäänuste lagunemisel mineraliseerunud mineraalse lämmastikuga ja lisaks osaliselt kasutamata väetisest pärit Nmin.

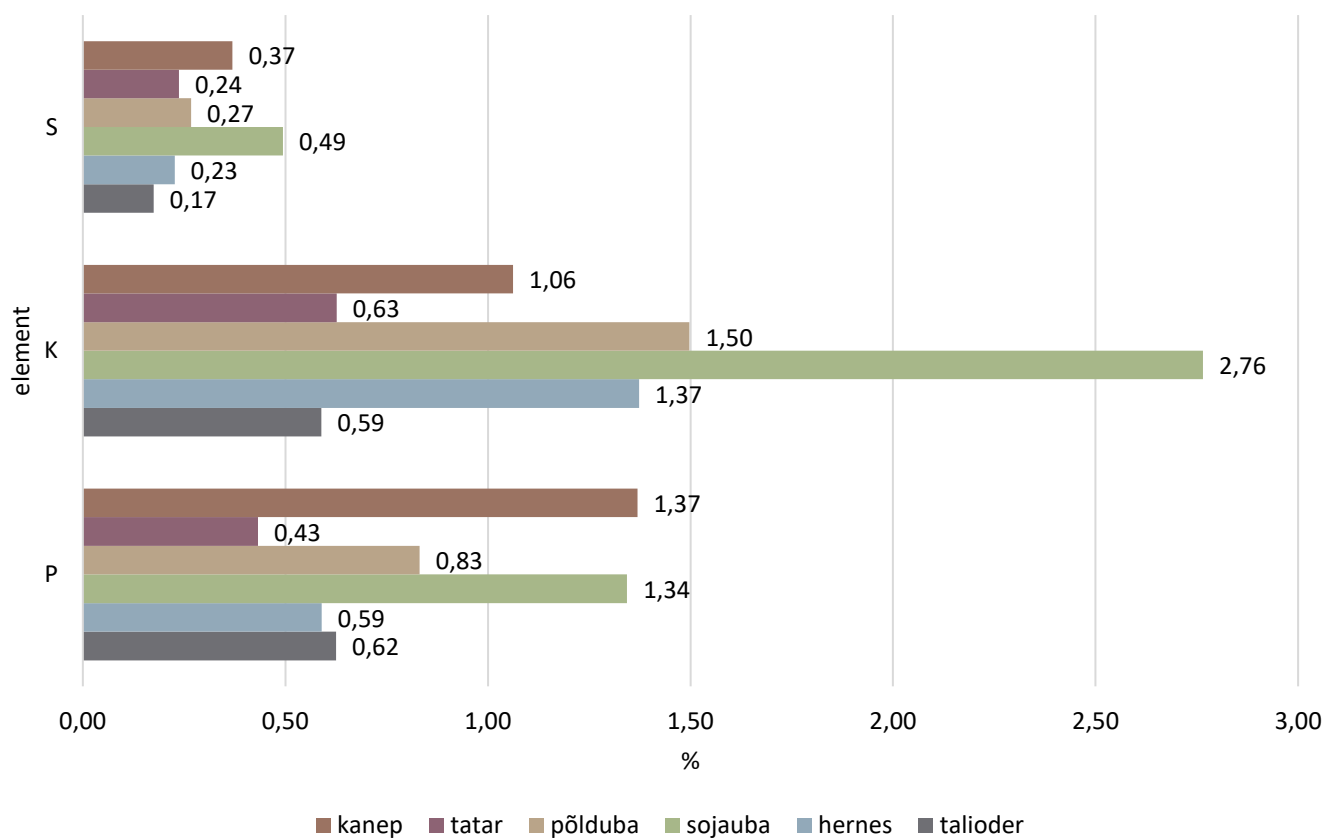
Lisaks mulla toiteelementide sisaldusele ja dünaamikale uurisime käesoleva töö raames ka vähemlevinud põllumajanduskultuuride põllult eemaldatava saagi biokeemilist koostist, et luua kaasaegsed lähteandmed toiteelementide bilansi arvutamiseks ning selle baasil väetamissoovituste väljatöötamiseks. Erinevate kultuuride väävlit, kaaliumi ja fosforisisalduse väljaselgitamiseks kasutasime peamiselt PMK katsekeskuste ja sojaoa puhul OÜ Rannu Seeme taimset materjali.

Teiste kultuuridega võrreldes on kaaliumi sisaldus väga kõrge sojaoal, põldoal ja hernel.

Suhteliselt enam sisaldavad väävlit sojaoa ja kanepi seemned (Joonis 12), kaaliumisisaldus on teistega võrreldes väga kõrge sojaoal, põldoal ja hernel ning fosforit sisaldavad enam kanep ja sojauba. Seega on antud kultuuridest kõige kõrgema S, P ja K sisaldusega sojauba.



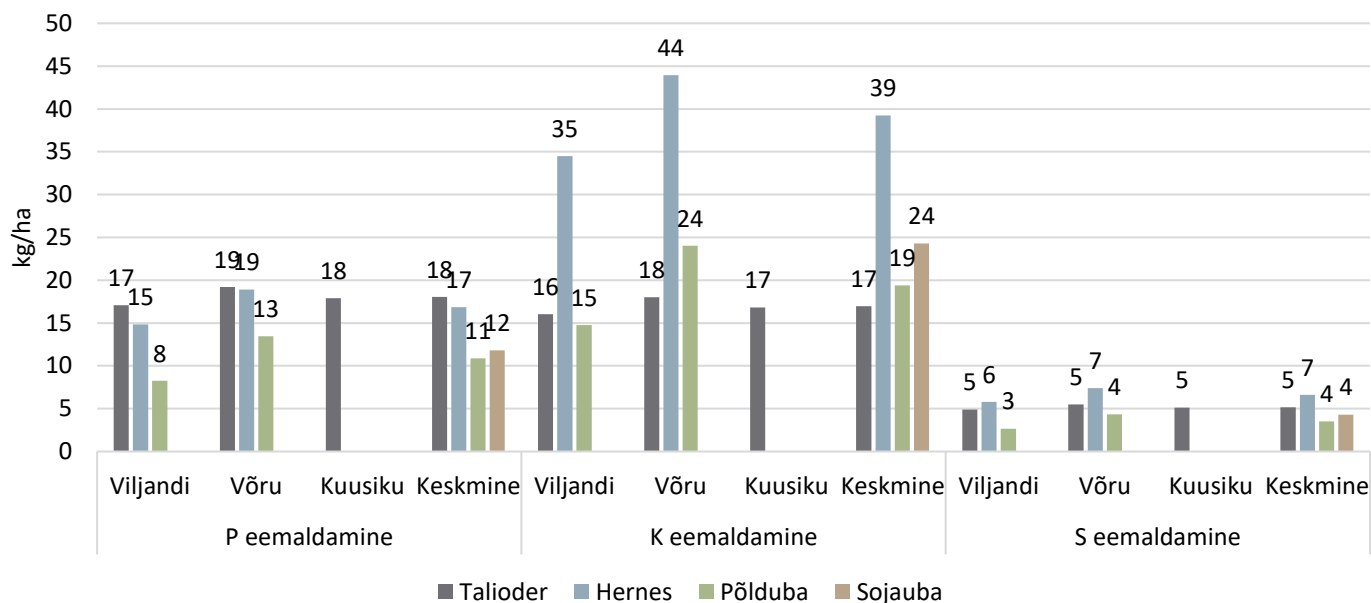
Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeringud
maapiirkondadesse



Joonis 12. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride väevli (S), fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus põllult eemaldatavas saagis (absoluutkuiva materjali kohta)

Arvestades käesoleva aasta erinevate kultuuride saagikust nii PMK katsekeskustes kui ka OÜ Rannu Seemne sojaoal arvasime neile andmetele tuginedes reaalse S, P ja K eemaldamise mullast (Joonis 13). Fosforit eemaldati käesoleval aastal antud kultuuridest enam taliodra ja hernel, oluliselt vähem põldoa ja sojaoaga. Kaaliumi eemaldamine oli konkurentsitult suurim hernel, ületades teisi kultuure ca 2 korda. Väevlit eemaldati saagiga kõige rohkem hernel ja kõige vähem sojaoa ning põldoaga. Kahjuks ei olnud meil kasutada usaldusväärseid saagikuse andmeid tatra kohta.

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



Joonis 13. Vähemlevinud põllumajanduskultuuride väevli (S), fosfori (P) ja kaaliumi (K) eemaldamine saagiga (kg/ha) 2018. aastal kolmes katsekeskuses

1.3.3. Kokkuvõte

- Toitelementide sisaldusele ja dünaamikale mullas avaldas olulist mõju põuaperiood, mille tagajärjel jäi ilmselt osa toitaineid kasutamata ning liikus sügisperioodil alumistesse mullakihtidesse. Suveperioodil vastupidi toimus toitelementide liikumine kapillaarveega altpoolt üles.
- Kuigi liblikõieliste kultuuride kasvatamisel kasutati suhteliselt väikeseid lämmastikunorme väetamiseks, toimus kõrgema väetusfooniga Viljandi aladel kerge leostumine alumistesse kihtidesse.
- Suurima toitelementide sisaldusega on vähemlevinud põllumajanduskultuuridest sojauba, kõige väiksem sisaldus on tatral.
- Saagiga eemaldatakse teistest enam kaaliumi herne kasvatamisega ja kogused on märkimisväärsed.