

**Mulla NO<sub>3</sub> (nitraatlämmastiku) ja SO<sub>4</sub> sisalduse muutus ja dünaamika nitraaditundliku ala põllumuldades perioodi jooksul erineva maakasutuse (põllukultuurid, rohumaad) korral ning mullas leiduvate taime toiteelementide (P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, B, Nüld) happesuse ja orgaanilise aine fooni ja pikaajalisemate muutuste selgitamine. Põllumaade taimekaitsevahendite jääkide sisalduse selgitamine NTA põllumuldades.**

Töö teostaja: Põllumajandusuuringute Keskuse Mullaseire büroo, kontaktisik Priit Penu, e-mail: [priit.penu@pmk.agri.ee](mailto:priit.penu@pmk.agri.ee)  
Kuressaare 2011

Tegevuse peamiseks eesmärgiks on selgitada kergestiliikuvate N vormide (nitraatlämmastik ja ammoniumlämmastik) sisalduse muutust mullas nitraaditundlikul alal, selgitamaks võimalikku nitraatide leostumise ohtu erineva maakasutuse ja ilmastikutingimuste korral. Teise olulise eesmärgina selgitatakse väävlit kui suhteliselt dünaamilise toiteelemendi sisalduse muutust mullas. Prognoosimaks võimalikku leostumise ohtu on oluline teada, kuidas muutuvad ülalmainitud mullakarakteristikud ja sellest lähtudes on võimalik hinnata potentsiaalset nitraatide leostumist erineva maakasutuse korral.

#### Metoodika

Antud uuringu puhul on tegemist jätkuuringuga, millega alustati 2007 aastal 2 uurimisalal NTA piirkonnas: Kukevere ja Aravete. Mõlemad alad oli kuni 2007 a sügiskünnini kasutusel suhteliselt ekstensiivne rohumaana. Mõlema uurimisala majandaja on Aravete Agro OÜ ja mõlemad alad on liigniisked (vt 2008 a aruandest sügavkaevete kirjeldused) ja kuivendatud. 2010 aastal kasvatati kasvatati Kukevere alal

Tabel 1. Uurimisalade põlluraamatu väljavõte 2010 aastal.

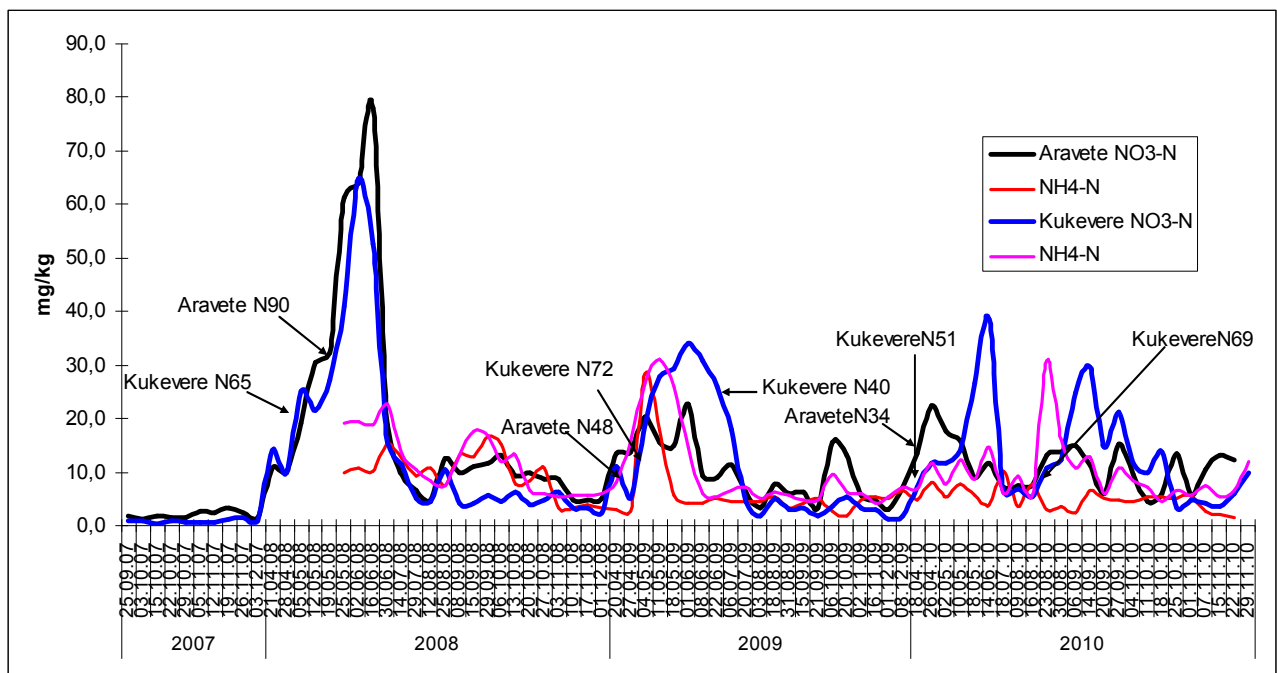
TEHTUD TÖÖD JA KASUTATUD MATERJALID							Kg/ha, toimeaines		
Ala	Kuupäev	Teostatud töö	Materjali liik	Materjali nimi	Kogus	ühik	N	P	K
Aravete	19.apr	väetamine	min.väetis	AN34	100	kg/ha	34	0	0
	5.juuni	niitmine							
	6.juuni	koristamine	põldhein	silu	5	t/ha			
Kukevere	27.apr	randaalimine							
	28.apr	väetamine	min.väetis	AN 34	150	Kg/ha	51	0	0
	28.apr	külvamine	Oder	Yüvä	230	Kg/ha			
	1.juuni	pritsimine	herbitsiid	Sekator OD	0,15	l/ha			
	21.juuli	koristamine	tera		4,5	t/ha			
	august	väetamine	vedelsõnnik		18	t/ha	69	9	56
	august	randaalimine							
	9.sept	külvamine	talnisu	Ramiro	200	kg/ha			

Suviteravilja (oder) ning 2010 a septembris külvati talnisu ja Aravete põllule oli rajatud 2009 a (liblikõelised+kõrrelised) pikaajaline rohumaad (vt tabel 1). Väetamise andmed aitavad paremini selgitada mullas toimunud toiteelementide sisalduse muutusi.

2010 a jooksul kogusime 2 uurimisalalt proove 23 nädalal (18. aprill-29. november) kokku 188 mullaproovi. Laboratoorse analüüsi tulemusena selgus peamiste toiteelementide dünaamika aasta jooksul. Kuivõrd on tegemist jätkuuringuga, siis esitame ka graafikud alates uuringu algusest 2007 aastal.

### Tulemused ja arutelu

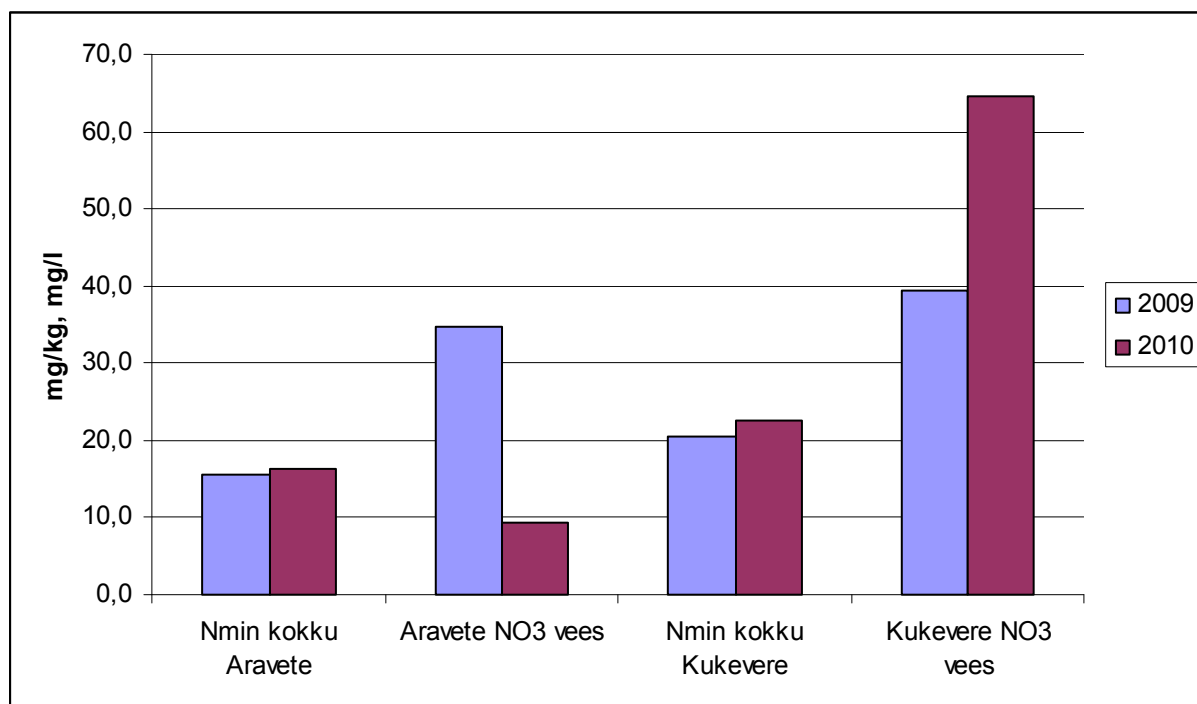
Kuna antud uuringu peamine eesmärk oli selgitada mineraalse lämmastiku liikuvust NTA põllumullas, siis käsitleme seda ka esmalt. Jooniselt 1 selgub, et ekstensiivse rohumaana kasutamisel oli N sisaldus mullas uuringu alguses väga väike. 2007 a hilissügisel künti mõlemad rohumaad üles ja 2008 a kevadel väetati ka N väetistega. Väga selgelt tuleb joonisel esile nii orgaanilise aine lagunemisel vabanenud N sisalduse tõus mullas (graafikul tõus kuni väetamiseni) ja hilisem kumuleeruv (orgaanilise aine lagunemine+väetamine) tõus kuni Nmin sisaldus saavutab maksimumi Kukevere puhul 02.06 ja Aravete puhul 16.06. Kuivõrd väetati erinevate kogustega (vt joonis 1), siis väljendub see ka maksimaalses Nmin sisalduses, mis Aravete alal (N90) on ca 15 mg/kg suurem kui Kukevere alal (N65). Mõlemale alale külvati seejärel oder, Kukevere 7.mail ja Aravete 17 .mail. Dünaamikat analüüsid selgub, et suhteliselt suures koguses mulda tulnud N min püsib seal väga lühikest aega- ligi 1,5 kuud hiljem on Nmin tase sama kui väetamise eelselt ja isegi madalam. See periood on ka aktiivse taimekasvu periood ja seega vajavad just sel ajal taimed palju N oma elutegevuseks.



Joonis 1 Nmin erinevate vormide dünaamika NTA uurimisaladel ning N väetamine

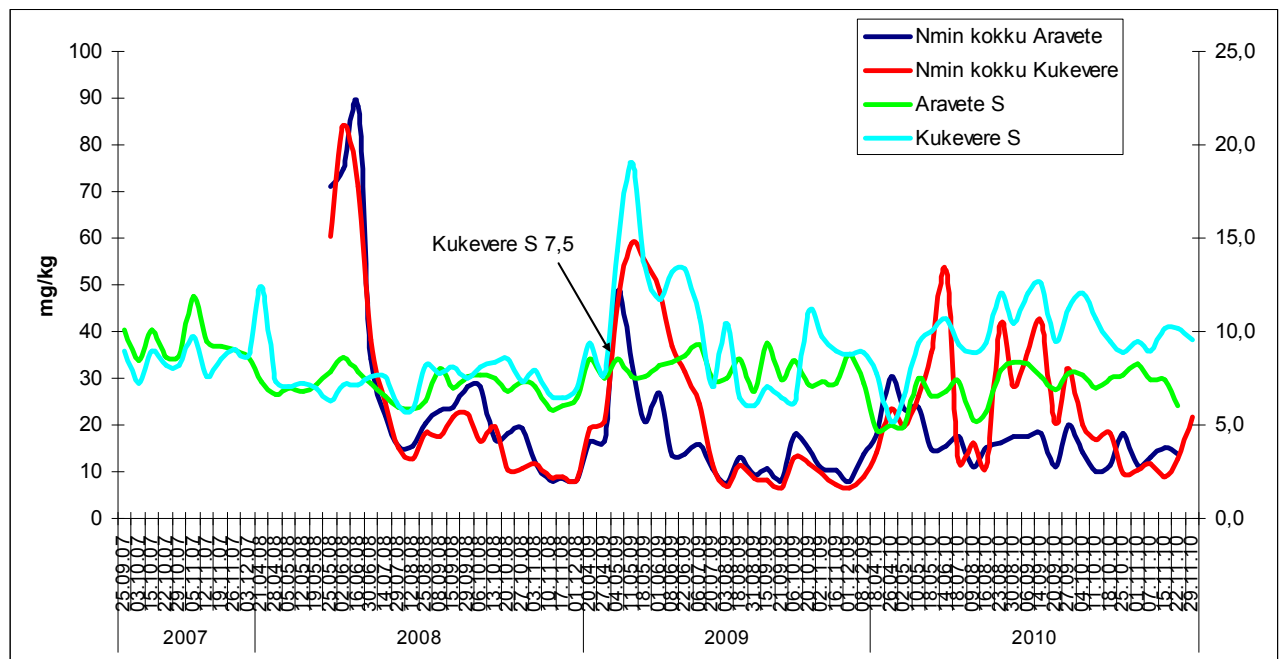
Miimumi saavutab Nmin tase augusti keskpaigas ja peale seda tõuseb veidi ja hakkab ühtlaselt langema kuni mulla külmumiseni. Järelikult ei kogune sügisel orgaanilise aine lagunemisest tingitud Nmin mulda, vaid uhutakse praktiliselt kohe mullast välja väga intensiivset orgaanilise aine lagunemist ja sellest tingitud Nmin kadu. Kuigi muld külmus 2008 aastal 1. detsembril, siis kevadistele tulemustele tuginedes võime väita, et orgaanilise aine lagunemine jätkus ka peale seda, sest varakevadel on Nmin sisaldus kõrgem kui sügisel. Hoolimata sellest, et talve jooksul on ka suhteliselt palju N leostumise teel mullast lahkunud. Kevadel väetati põlde väiksemate normidega kui eelmisel aastal ja Nmin absoluutkogused on ka mullas seega madalamad. Tähelepanuväärne on aga NH4 iooni suhteliselt kõrgem sisaldus- ilmselt on tegemist väetise spetsiifikaga. Samas ei olnud 2009 aastal nii järsku Nmin sisalduse kukkumist mullas, vaid see toimus aeglasemalt. Kukevere alal anti täiendavalt rapsile 1 juulil N40, kuid nagu jooniselt selgub, ei kogunenud seda mulda, vaid ilmselt tarbiti soodsa niiskuse foonil

kohe taimede poolt ära. Väiksema N normiga väetatud Aravete alal oli ka Nmin sisaldus mullas väiksem ja langes kiiremini ka väetamiseelsele tasemele. Alates augusti algusest on Nmin sisaldus suhteliselt stabiilselt madal, välja arvatud sisalduse tõus Aravete ala  $\text{NO}_3^-$  sisalduses oktoobri keskel. Kuna Aravete alal kasvasid heintaimed, siis ilmselt toimus nende intensiivsema juurekava orgaanilise aine lagunemine olukorras, kus tarbimist enam ei olnud. Novembriks oli saavutanud antud näitaja stabiilselt madala taseme. 2010 aasta kevadel lisati mulda veelgi väiksemad väetiskogused (vt joonis) ja üldine dünaamika on sarnane-Nmin sisaldus mullas saavutab mullas maksimumi aprilli lõpus ja mai alguses, kui on juba piisavalt soe mikroorganismide elutegevuseks kuid taimed ei ole veel suutelised toitaineid mullast omastama suurtes kogustes. Seejärel toimub aga järsk langus-taimede areng on saavutanud hoo sisse ja toimub intensiivne toitainete tarbimine. Kuna Aravete alal on tegemist heintaimedega, mille areng on varakevadel kiirem, siis on ka Aravete ala Nmin maksimum varasemal ajal. Kukevere alal on Nmin maksimum mullas juuni algul ja langeb seejärel järsult, sest võrsumise ajal on toitainete tarbimine juba väga suur. Juuli keskpaigaks on Nmin tase langenud isegi allapoole kevadist taset. Uus Nmin sisalduse tõus on indutseeritud vedelsõnniku lisamisest mulda talivilja külvi eelselt, mille tagajärjel tõuseb mullas nii  $\text{NH}_4^+$  iooni kui ka  $\text{NO}_3^-$  sisaldus, kuigi väikese ajalise nihkega. Kõrge Nmin sisaldus mullas on küll väga lühiajaline ja kuna sel ajal taimkate sisuliselt puudub, siis on selge, et enamus sellest Nmin kas lendub või leostub mulla sügavamatesse kihtidesse või mullaprofiilist välja. Seda kinnitab ka asjaolu, et septembri lõpus ja oktoobris on Nmin kindlas langustrendis ja teisalt on see seletatav talivilja kasvu ja arenguga ja Nmin tarbimise sel perioodil. Tänu vedelsõnnikule on siiski perioodi lõpuks Nmin sisaldus kõrgem kui kevadel. Samas võime täheldada vedelsõnnikust pärineva Nmin suhteliselt suur leostumist, mida saame tuvastada dreeneveega. Joonisel 2 näeme, et kuigi mullas leiduva keskmine Nmin väärtused on aastate lõikes suhteliselt sarnased, siis vees esineva  $\text{NO}_3^-$  iooni kontsentratsioon on Kukevere alal 2010 aastal tunduvalt suurem. Seega ei suuda hilissuvel ja sügisel mulda viidud vedelsõnnikut muld kuigi hästi siduda ja toimub suhteliselt suur lämmastiku leostumine. Aravete ala  $\text{NO}_3^-$  iooni suhteliselt kõrge kontsentratsioon dreenevees on seotud peamiselt väga niiske suvega, mil toimus kergesti liikuvate ühendite „läbipesemine“ mullaprofiilis.



Joonis 2 Aasta keskmine Nmin sisaldus mullas ja  $\text{NO}_3^-$  iooni keskmine sisaldus dreenevees.

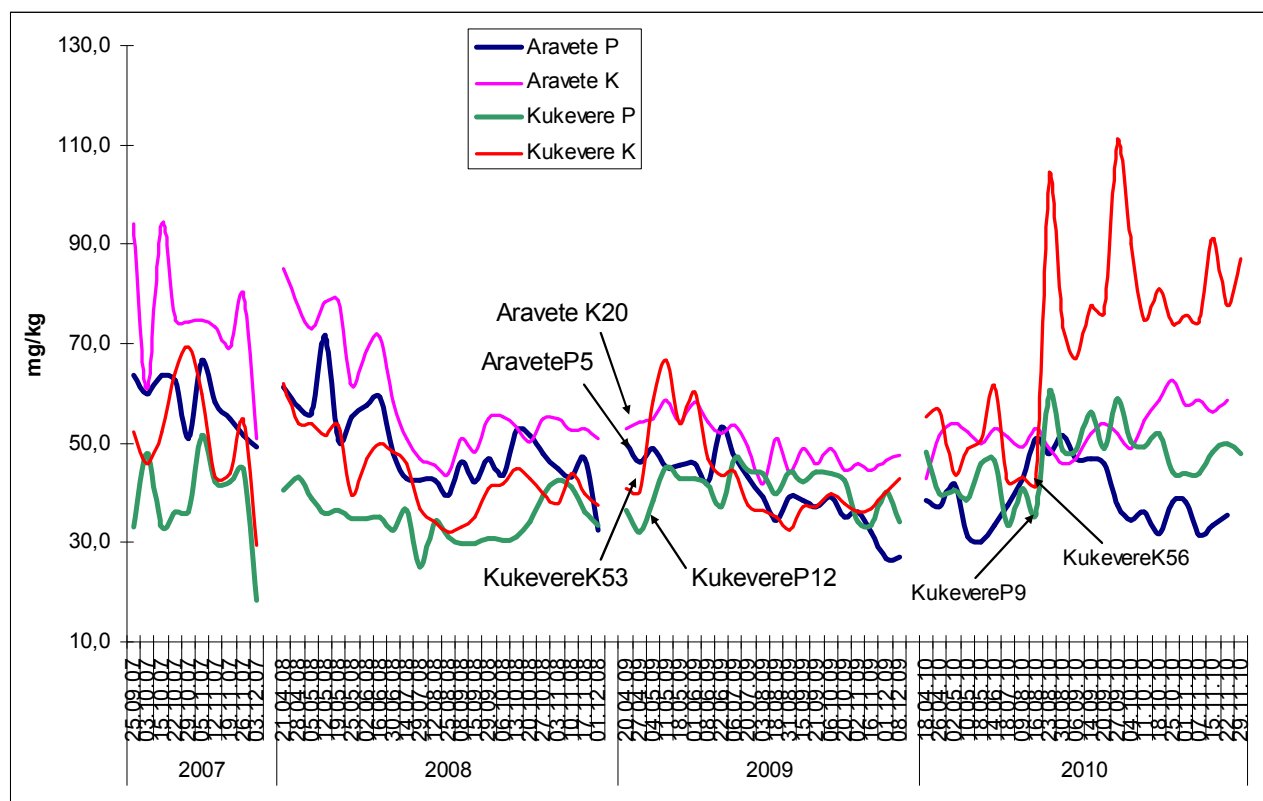
Joonisel 3 näidatakse Nmin kokku (NO<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>) ja väevli sisalduse dünaamikat. Kuna NH<sub>4</sub> ioone hakkasime määrata 2008 aastal, siis kajastub ka Nmin kokku alates 25.05.2008. Üldiselt on Nmin dünaamika loomulikult sünkroonis NO<sub>3</sub> sisaldusega, kuid sellel joonisel rohkem taustandmeteks väevli sisalduse dünaamika iseloomustamiseks. Jooniselt selgub, et rohumaa kasutusel olles oli S sisaldus vahemikus 7-12 mg/kg, seega üldine tase suhteliselt madal. Alade omavahelised sisalduse erinevused olid suhteliselt väikesed. Künrijärgselt suurenes 2008 a kevadeks Kukevere S sisaldus, kuid Aravete langes S sisaldus veelgi. Edaspidi on S sisaldus küllalt stabiilne, kõikides mõlemal alal valdavalt 6-8 mg/kg. Seega on vastupidiselt laialt levinud arvamusele S suurest liikuvusest mullast meie uuringu tulemusel S sisaldus tunduvat stabiilsem kui Nmin ja võib soovitada ka mullast S määramist, et selgitada mullas oleva S sisaldust. Olulised muutused S sisalduses toimuvad Kukevere alal 2009 a kevadel, mil väevli sisaldus tõuseb üle 2 korra ja langeb tõusueelsele tasemele alles augusti teises pooles. Ilmselt peab olema tegu S väetiste kasutamisega, kuigi põlluraamatus selle kohta sissekanne puudub. Põlluraamatu järgi on 1 juulil väetatud S 7,5 normiga, kuid kindlasti on seda tehtud ka kevadel enne rapsi külvi või külviga samal ajal. Küll aga näeme jooniselt, et kõrgem S sisaldus püsib mullas üldiselt kauem kui Nmin sisaldus ja seegi viitab asjaolule, et S ei ole nii liikuv kui Nmin. Huvitav on siinjuures asjaolu, et kuigi 2009 a kultuuriks oli hea S tarbija raps, ei ole selle sisaldus langenud allapoole väetamise eelset taset. Sellest võib järeldada, et ka väevli sisaldusel on kindlal mullal olema nn miinimum- või tasakaaluline sisaldus, mis varieerub suhteliselt väikestes piirides. Hilissügisel toimub veel S sisalduse tõus mullas ja ilmselt on see seotud rapsi taimsete



Joonis 3 Liikuva väevli ja Nmin sisalduse NTA uurimisaladel

osadega lagunemisega ja sealt pärit S läheb esmalt mulda. Aravete alale väetistega S ei lisatud ja seega oli väevli sisaldus ka 2009 aastal suhteliselt stabiilne. 2010 aastal Kukevere alal S sisaldus mõnevõrra tõuseb ja ilmselgelt on see seotud nii eelmise aasta taimejäänuste lagunemisel vabanenud väevliga kui ka vedelsõnnikus leiduva vähese väevliga. Aravete alal on endiselt S sisaldus suhteliselt stabiilne, kuigi trend on aeglase vähenemise suunas. Aastate dünaamikat analüüsidest selgub, et perioodi algul S sisaldus aladel suhteliselt sarnane, kuid 2009 aastal, mil Kukeveres kasvatati rapsi ja anti ka S lisaväetist, muutus ka olukord ja selle muutuse mõju ulatub ka 2010 aastasse. Nimelt on selgelt näha, et Kukevere ala S sisaldus on ka 2010 aastal kõrgem kui Aravete ala mullas. Nmin summamana näitab, et tegelikult saavutab muld sügiseks samuti suhteliselt stabiilse Nmin seisundi,

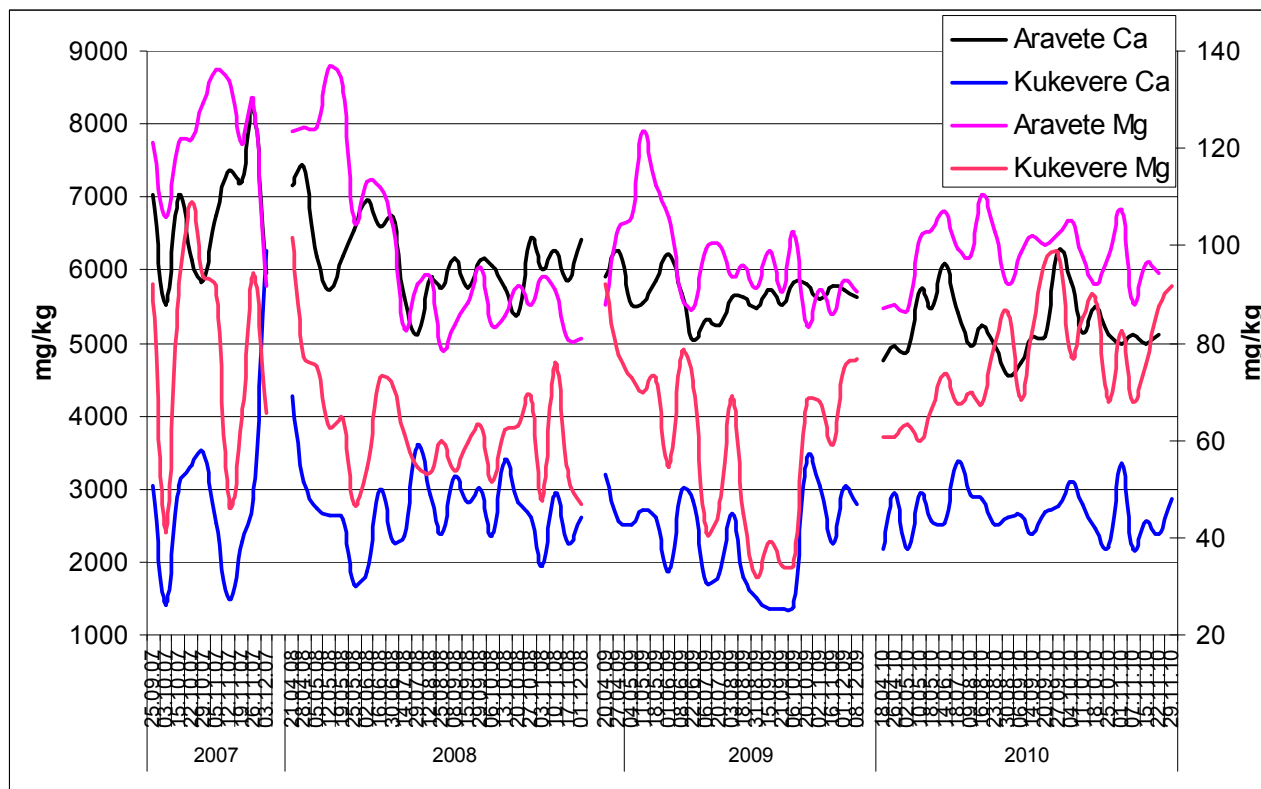
sõltumata väga palju vegetatsiooniperioodi väetamisest. Miinimumis ongi mulla Nmin praktiliselt väetamata alal augusti lõpus ja vegetatsiooniperioodi lõpus.



Joonis 4 Liikuva P ja K dünaamika NTA uurimisaladel

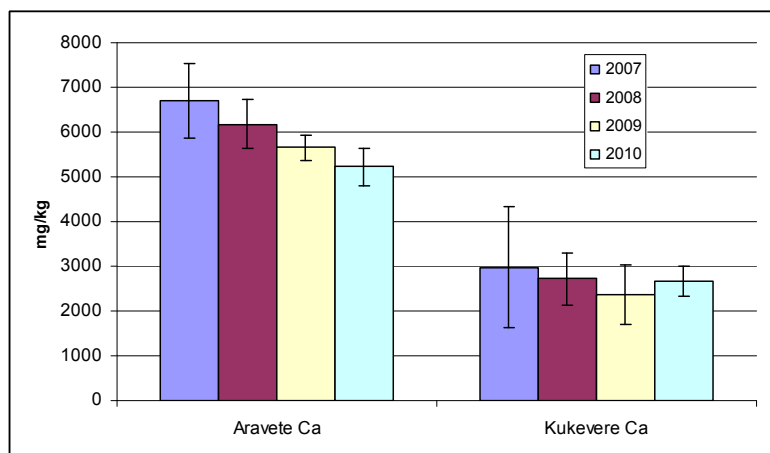
Liikuva P ja K sisalduse dünaamika koos vastava väetamisega on toodud joonisel 4, millelt selgub et üldine liikuva K ja P sisaldus oli uuringu algul kõrgem Aravete alal. Üldine sisaldus oli kuni 2009 lõpuni langustrendis Aravete P ja K ning Kukevere K sisalduses kuna Kukevere P sisaldus on praktiliselt samal tasemel olnud 3 aasta vältel. 2007 a peale kamara ümberküüdi on mõlemal alal PK sisaldus tõusnud, kuid enne maa külmumist oluliselt langenud. Varakevadeks oli aga sisaldus taas oluliselt tõusnud ja mõnel juhul isegi kõrgemale kui sügise maksimumi perioodil. Mis näitab veelkord, et külmunud maapinnas sügavamal toimub veel orgaanilise aine lagunemine ja vabanevad toiteelemendid mulda. 2008 a kevadel väetati põlde kompleksväetistega ja seega ka lisandus mulda P ja K. Väetamise tagajärjel tõusis hetkeks P ja K sisaldus mullas, kuid hakkas siis kiiresti langema-kasvav kultuur (oder) alustas kasvu ja toimus ka PK kasutamine selleks protsessiks. Odra koristamise ajaks oli PK sisaldus jõudnud ka miinimumini ja sealt alates hakkas jälle aeglaselt tõusma. On ilmselge, et K20 ja P5 ei suuda kompenseerida taimede vajadusi ja üldine PK tase langes mõlemal põllul. Vahtetult enne maa külmumist langes PK sisaldus taas. 2009 a kevadel kasutati taas ka PK väetisi ning Kukevere alal väetati normiga K53 ja P12, mille tulemusena tõusis ka vastav sisaldus mullas. Aravete ala lisatud väetiskogused olid väiksemad ja ka sisalduse tõus sellevõrra väiksem. Samas on selge trend, et ka K 53 kogus ei suuda tagasihoidliku üldsisalduse juures tagada K sisalduse säilimist mullas ning sügiseks on kogu lisatud varu kasutatud. Samas on Kukevere P sisaldus natuke tõusnud, kuid Aravete ala tagasihoidlikumate normide juures langeb nii P kui K sisaldus. Ekstensiivse rohumaa tingimustes oli PK tase stabiilselt kõrgem, kuid peale ümberküüdi ja põllukultuuride kasvatamist toimus ebapiisaval PK väetamise foonil nende toiteelementide sisalduse langus. 2010 aastal Aravete rohumaaale PK väetisi ei antud ja seetõttu puuduvad ka suuremad kõikumised antud elementide sisalduses. Üllatav on vaid K sisalduse mõningane tõus võrreldes eelmise aastaga, kuigi lisaväetisi vähemalt põlluraamatu alusel ei antud. Samas P sisaldus tõusis

augustis ja septembris, kuid langes taas hilissügisel madalale tasemele. Kukevere alal seevastu tõusis oluliselt K ja P sisaldus ja seda tänu vedelsõnniku kasutamisele enne talvilja külvi. Suurenenud sisaldus mullas oli ka väga dünaamiline ning perioodi jooksul olid suhteliselt suured kõikumised- jooniselt on väga selgelt näha, miks ei saa näiteks mullaproovi võtta peale väetiste kasutamist- sisaldus muutub sellisel juhul on väga kiiresti ja tulemus ei ole seetõttu adekvaatne. Hilissügiseks nii P kui K sisaldus vähenevad ja toitelementide tase stabiliseerub oluliselt kõrgemal tasemel kui kevadel suvililja kasvamise ajal.



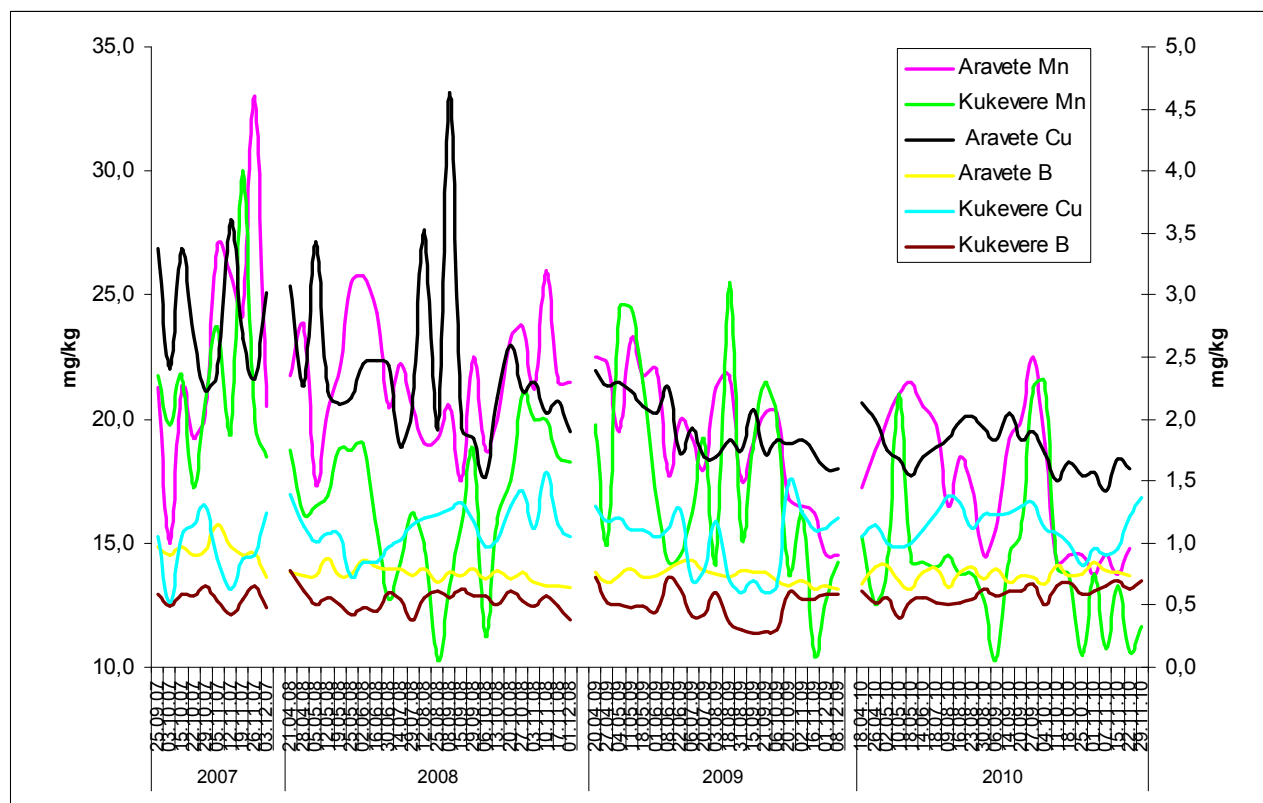
Joonis 5 Liikuva Ca ja Mg sisaldus ja dünaamika NTA uurimisaladel

Liikuva Ca ja Mg sisalduse dünaamikast annab ülevaate joonis 5, millelt selgub, et kõrgema Ca ja Mg sisaldusega on üldiselt Aravete ala. Eriti suur vastavate näitajate kõikumine on Kukevere alal, kus Ca sisaldus varieerub 4 aasta jooksul koguni üle 2 korra ja Mg sisaldus kuni 4 korda. Seda olukorras, kus lubiväetisi ei ole kasutatud! Sellised suhteliselt kiired ja järsud muutused toiteelementide sisalduses on küllalt raskesti seletatavad- ilmselt võib ühelt poolt olla selline muutumine seotud proovivõtmise meetodikaga ja teisalt mullaharimisega altpoolt lisanduva aluselise materjaliga. 2010 aastal on Kukevere ala Ca sisaldus stabiliseerinud ning Mg sisaldus on üldiselt tõusnud võrreldes 2009 aastaga. Aravete Ca sisaldus (joonis 6) on veidi langenud võrreldes eelmiste aastatega ning see langus on ka usutatav võrreldes uuringu algusaastatega. Mg tase on jäänud praktiliselt samale tasemele. Üldiselt on ka nende makroelementide sisalduse dünaamika sarnane eelnevatele- sisaldus väheneb, kuid antud juhul on see täiesti piisav ja taimede kasvuks ja arenguks ning sisaldus on optimaalsest kõrgem.



Joonis 6. Liikuva Ca aasta keskmise sisalduse muutus uurimisaladel aastate lõikes

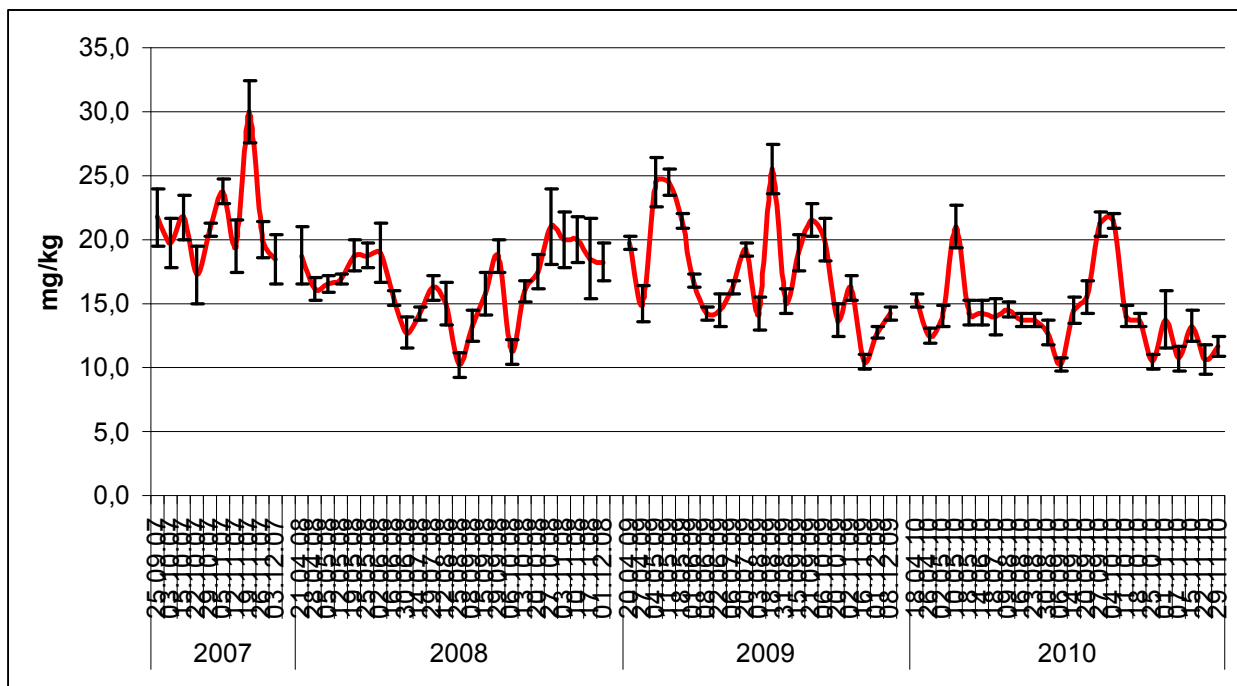
Poolmikro- ja mikroelementide sisaldus ja dünaamika näitab (joonis 7), et Mn ja Cu sisaldus kõigub vaatlusperioodil 2-3 korda ja B sisaldus on suhteliselt stabiilne. Eriti suur on kõikumine Aravete Cu ja Mn ning Kukevere Mn sisalduses. Lisaks on enamus neid muutusi ka väga järsud ja suhteliselt laiaulatuslikud. Kuigi teoreetiliselt peaks mikroelementide sisalduse dünaamika olema suhteliselt stabiilne, siis meie uurimisaladel kõigub antud näitaja üllatavalt suurtes piirides. Mikroelementide allikaks mullas saavad olla ainult mineraal- ja orgaanilised väetised, mujalt lisanuvad kogused on marginaalsed. Vähemalt põlluraamatu andmetele ei ole väetisi aga kasutatud. Üldine trend on sisuliselt kõikidel neil elementidel aga vähenemise suunas ja see on ka eelmises lauses öeldud arvestades loogiline. Samas tuleb meie andmetele tuginedes senisest kriitilisemalt suhtuda Mn, Cu ja B väetistarbe määramisse mullaproovide alusel, ilmselt ei saa seda teha ainult ühekordse proovi järgi.



Joonis 7 Poolmikro- ja mikroelementide sisaldus NTA uurimisaladel



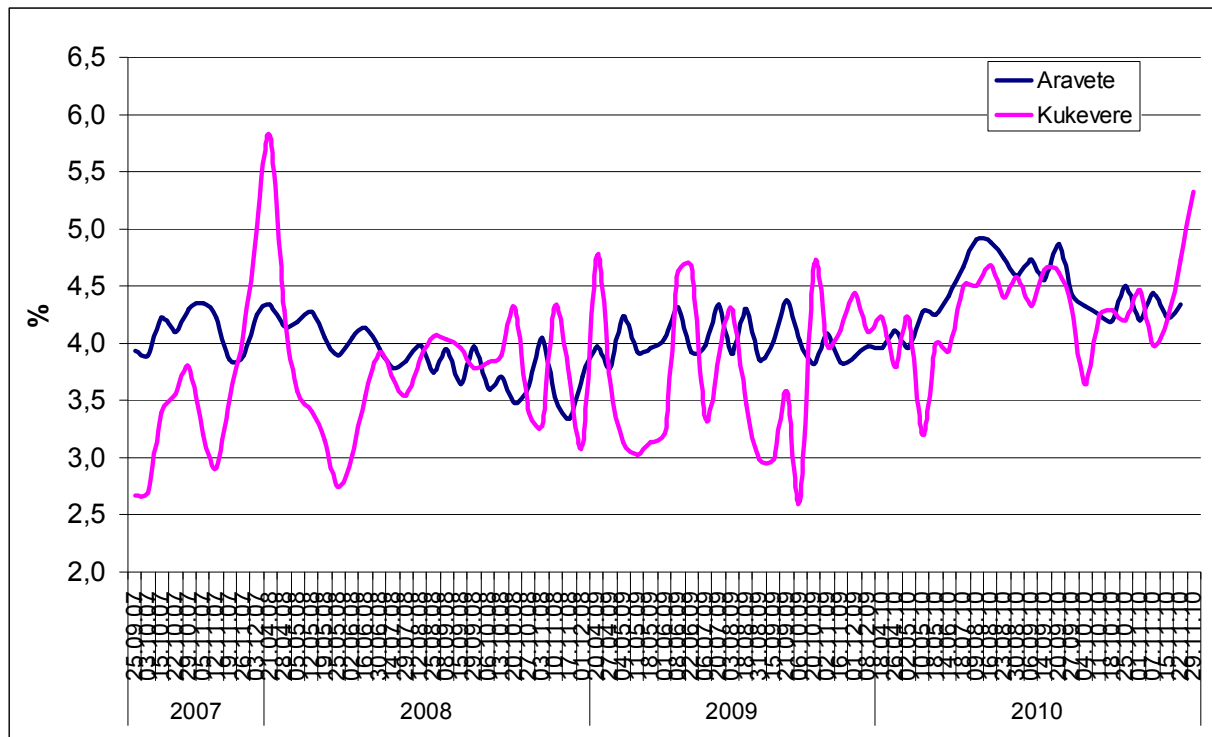
Jooniselt 8 näeme, et näiteks Kukevere ala Mn sisalduse erinevused on väga sageli ka usutavad ja paljudel juhtudel ületab muutus usutavuse piirid oluliselt.



Joonis 8 Kukevere ala liikuva Mn sisalduse sisaldus ja dünaamika ning standardhälbed.

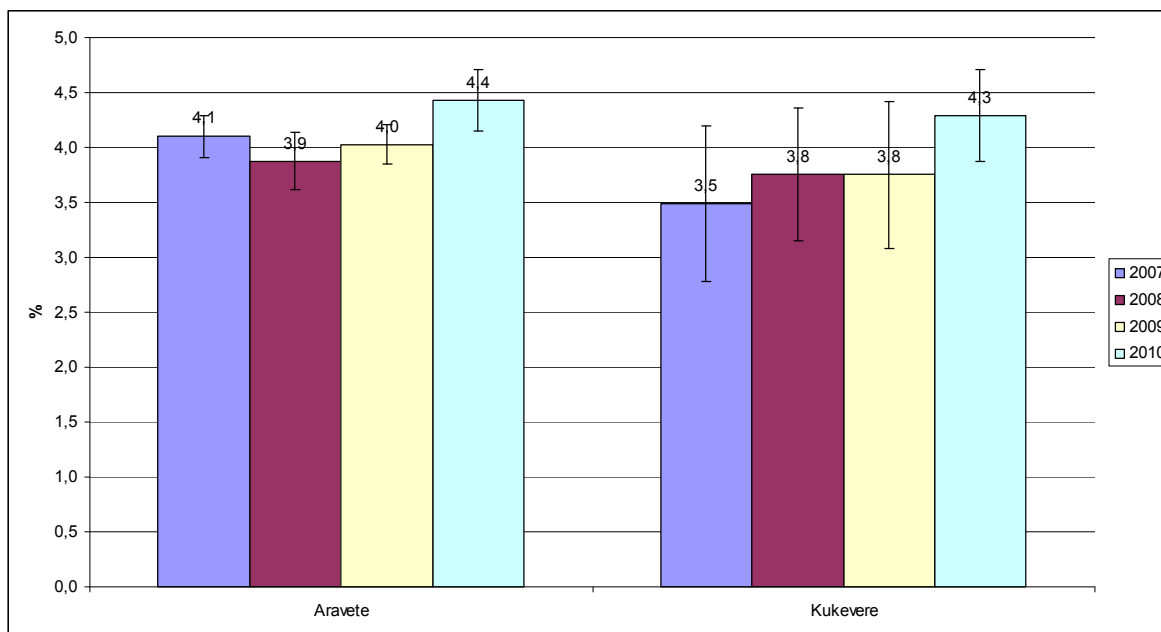
Orgaanilise aine sisalduse dünaamikast annab ülevaate Corg sisaldus (joonis 9), millelt selgub, et orgaanilise aine sisalduse dünaamika on aladel täiesti erinev. Tavaliselt loetakse Corg sisaldust suhteliselt staatiliseks näitajaks ja selle muutusi aasta jooksul tühisteks, siis Kukevere alal on toimunud väga olulised muutused suhteliselt lühikese ajavahemiku jooksul. Ilmselt on siin probleemiks ka Kukevere proovivõtmise trassi väga kirju mullastik, kus trassi algul on turvasmuld, mille orgaanilise aine sisaldus 8-12% ja trassi lõpus on orgaanilist ainet oluliselt vähem-3-4 %. Ilmselt ei ole võimalik igal proovivõtmisel täpselt järgida eelmise proovi torkekohti (eriti peale mullaharimist) ning see põhjustab võimalikud erinevused. Samas on 2007 a hilissügisel märgata Kukeveres olulist ja Aravetes mõõdukat Corg tõusu peale kündi. Kukevere ala Corg sisaldus annab osalise seletuse ka mikroelementide sisalduse suurele kõikumisele, on ju need näitajad omavahel tihedalt seotud. 2010 aastal on Corg sisaldus suurenenud mõlemal alal ja suhteliselt järsu tõusu tegi Corg sisaldus kevadel Aravete alal langedes sügiseks keskmisest veidi kõrgemale tasemele. Kukevere alal oli märkimisväärne Corg sisalduse suur tõus perioodi lõpuks.





Joonis 9. Orgaanilise süsiniku sisaldus NTA uurimisaladel

Dünaamikale lisaks arvutasime ka Corg keskmise sisalduse mõlemal uurimisalal aastate lõikes (joonis 10).

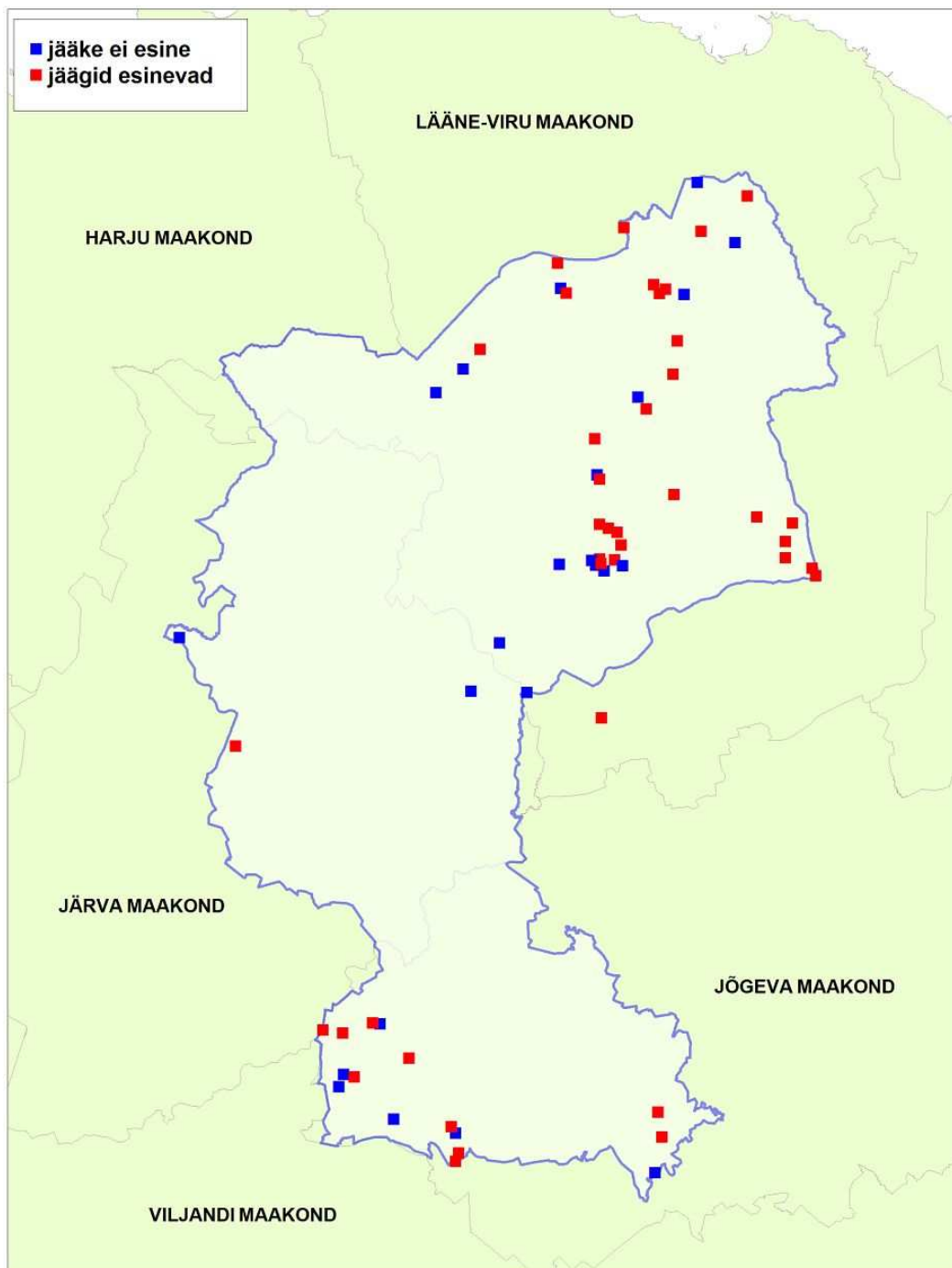


Joonis 10. Corg aasta keskmise sisalduse muutus uurimisaladel

Jooniselt selgub, et kuigi aasta jooksul toimuvad Corg sisalduses suhteliselt suured kõikumised, siis aasta keskmised on usutavalt erinevad Aravete alal 2010 aasta võrdluses 2008 aastaga. Kukevere alal on piirdiferentsid kõrgemad ja muutused ei ole usutavad, samas on mõlemala alal üldine trend Corg suurenemise suunas.



Olulise osa NTA uuringust moodustab ka taimekaitsevahendite jääkide sisalduse määramine NTA tootmispõldudel. Alates 2009 aastast määrame taimekaitsevahendite jääke, sealhulgas esimest korda ka glüfosaati ja tema laguprodukti AMPAt. Taimekaitsevahendite jääkide sisaldust uuriti 2009 aastal 33 juhuslikult valitud tootmispõllult NTA alal ja 2010 aastal 35 põllult, seega kokku oleme 2 aasta jooksul määranud taimekaitsevahendite jääke antud uuringu raames 68 põllult (joonis 11). Neist 25 proovi ei sisaldanud ühtegi jääki, 27 proovis oli 1 jääk ja 16 proovis enam kui 1 taimekaitsevahendi jääk. Toimeainetest oldi esindatud: trifluraliin, glüfosaat, 4,4DDE, Boscalid, DDE ja DDT jne. Kokku oleme 4 aasta jooksul määranud kogu Eestis erinevate uuringute raames 106 tootmispõllult kogutud mullaproovi taimekaitsevahendite jääkide sisaldust (KKM uurimisalad, NTA uuring, minimeeritud harimise uuring) ja tuvastanud jääke 61 proovist ehk ca 57% kogu proovide arvust. Võrreldes eelmise aastaga on jääkidega proovide osatähtsus kasvanud 7% võrra. Leitud toimeainetest domineerib kindlalt trifluraliin (46 juhul), mis tundub olevat ka üks püsivamaid toimeaineid. 2009 aastal leidsime ka 7 põllul glüfosaadi jääke, kuid 2010 aastal teatud üllatusena neid ei esinenud. 2010 aastal kogutud proovide hulgas oli ka põld, mille mullast leidsime 10 (!) erinevat taimekaitsevahendi jääki. Üldiselt on toimeainete kontsentratsioonid siiski suhteliselt väikesed-maksimaalne jääkide summa aastatel 2009-2010 oli 0,25 mg/kg, kuid enamuse summa on alla 0,05 mg/kg. Normiga on lubatud pinnases jääke kuni 0,5 mg/kg.



Joonis 11. Proovide paiknemine ja taimekaitsevahendite jääkide sisaldus NTA alal 2009-2010

### Kokkuvõte

1. Aravete uurimisala Nmin sisaldus oli rohumaa kasutamisel suhteliselt väike
2. Rohumaa ümberkännil vabaneb orgaanilise aine lagunemisel märkimisväärne hulk Nmin ja koos lisatud mineraalväetisega tõuseb Nmin sisaldus suhteliselt kõrgele ning luuakse soodsad tingimused N leostumiseks.
3. Taimede aktiivse taimekasvuperioodil kulutatakse mullas sisaldus Nmin suhteliselt kiiresti uue orgaanilise aine tootmiseks ja juba 1,5 kuu möödudes on Nmin sisaldus võrdne ja isegi väiksem väetamiseelsest tasemest
4. Sügisese sademeterikkal perioodil Nmin sisaldus mullas pidevalt väheneb peamiselt leostumise teel ja muld suudab sellest akumulierida vaid väikese osa.



5. Väetamisnorm oli otseses seoses mulla Nmin sisaldusega.
6. Vastupidiselt seni arvatule võime väita, et suhteliselt madala S sisalduse korral mullas on selle sisalduse muutus väike ehk tegelikult oleks võimalik mulla S sisaldust siiski ka mullaprooviga kindlaks teha seni arvatust kvaliteetsemalt
7. Mulla külmumine pinnalt ei lõpeta orgaanilise aine lagunemist mullas ja seetõttu on tavaliselt varakevadel mullas toitelementide sisaldus suurem kui hilissügisel.
8. Vedelsõnnikuga viiakse mulda märkimisväärne hulk kaaliumi
9. Antud agrotehнологiat kasutades ei tagata mulla piisav varustamine toitainetega-sisaldus langeb.
10. Suhteliselt palju muutub Cu ja Mn sisaldus mullas, seevastu B sisaldus on stabiilsem. Mn sisalduse dünaamika analüüs näitas, et enamasti muutusi vegetatsiooniperioodil on ka usutavad.
11. Väga suur on Corg sisalduse kõikumine Kukevere alal, ilmselt on põhjuseks osaliselt proovivõtutrassi paiknemine orgaanilisel mullal. Corg sisalduse muutus aastate lõikes on suurenemise suunas, kuid valdavalt on muutus statistiliselt mitteusutav
12. Taimekaitsevahendite jääke oleme leidnud enam kui poolel põldudel, kuid üldised kogused on suhteliselt väikesed. Enimleitud jääk oli trifluraliin.
13. Nmin fikserimine mullas on suhteliselt lühiajaline ja suuremate väetiskoguste kasutamisel tuleb kindlasti neid kasutada jaotatult.