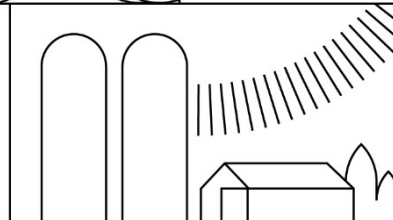
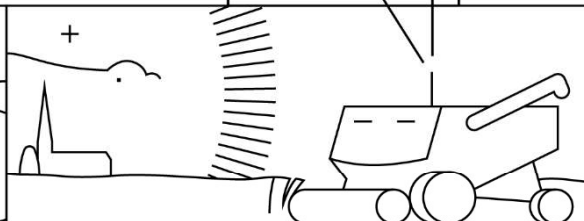
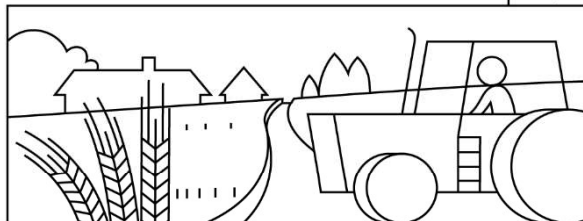
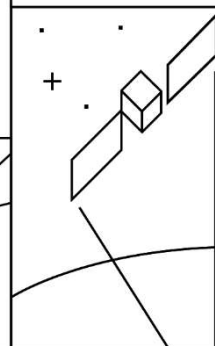
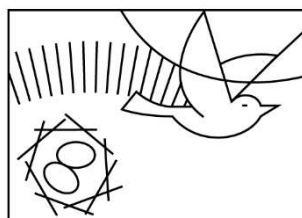


Analüüs märgalaviljeluse potentsiaali hindamiseks Eestis

LÕPPARUANNE



1011001
0101101
1011001



METOODIKA

Uurimisalade valik

Tehtud tööde lühikirjeldus vastavalt etteantud kriteeriumitele

I - Testala on majandatav (alal toimub põllumajanduslik tegevus)

Esimese kriteeriumi kontrollimiseks oli töö teostamise hetkel võimalik kasutada PRIA põldude vektorandmekihti, mis kajastab tootjate poolt taotletud pindalatoetuste asukohti põllu täpsusega ja annab teavet maakasutuse ja majandajate kohta.

Töö käigus leiti ka mitmeid kasutusest välja jäänud endiseid kuivendatud põllumajandusmaid, mis võiksid samas väga hästi sobida antud projekti sisuga.



Joonis 1. Kuusalu vallas, Vanaküla külas asuv kasutusest väljas asuv endine rohumaa, eraldiseisev lihtsalt eraldatav objekt, külgneb majandatava osaga idas.

II - Testala turbakiht peab olema tusedusega ≥ 30 cm

1: 10 000 Mullastikukaardilt võeti päringutega välja kõik madalsoo, siirdesoo, raba ja lammi madalsoo mullad, mille turbakihi tusedus on > 30 cm. Saadud andmekihti lõigati PRIA põldude andmekihiga, et eristada majandatavad ja mittemajandatavad turbaalad. Turvasmuldade alla kokku oli PRIA massiividel 81317 ha, millest põllukultuuride aluseid põlde ehk haritavaid turbaid oli kokku ca 21 000 ha

III - Testala aasta keskmine veetase peab olema maapinna lähedal (maksimaalselt 30 cm maapinnast; eeldatavasti kuivendussüsteem ei toimi või see puudub)

Veerežiimi muudatusi mõjutab kuivenduse olemasolu ja selle seisund, seisundi hinnangud siinjuures on hinnangulised, kuna kuivendusobjekti vanus ei peegelda otseselt süsteemi olukorda. Kuivenduse olemasolu aladel on tuvastatav Põllumajandus-ja toiduameti maaparandusobjektide andmekihi kaudu. Kõikidele eelmise etapis eraldatud turbaaladele lisati vastav märg, kas ala asub kuivenduslal või mitte. Valimis hinnati võimalusel kuivenduse seisundit visuaalselt, selleks kasutati Maa-ameti kaldaerofotode kaardirakendust.



Joonis 2. Näide kus kuivendussüsteem on täielikult amortiseerunud ega toimi

IV - Võimaluse korral võiks testala olla hüdroloogiliselt eraldatud kõrval asuvatest kuivendusladest või kergesti eraldatav (et vältida suuri kulutusi veesüsteemide majandamisele).

Eraldatavust hinnati visuaalselt nendel objektidel mille ülejäänud parameetrid vastasid kriteeriumitele. Kõige esmasel valikus oli üle 120 objekti, mille vastavusi kontrolliti üksikshaaval, objekti põhisealt.

V - Testala omanikring väike (1-3 või hoopis riigimand)

Punktis II eraldatud andmestikku võrreldi Katastrikaardi objektidega ja lisati informatsioon omandi kohta. Edaspidises töös kui vähegi võimalik siis eelistati riigimandis olevaid objekte.

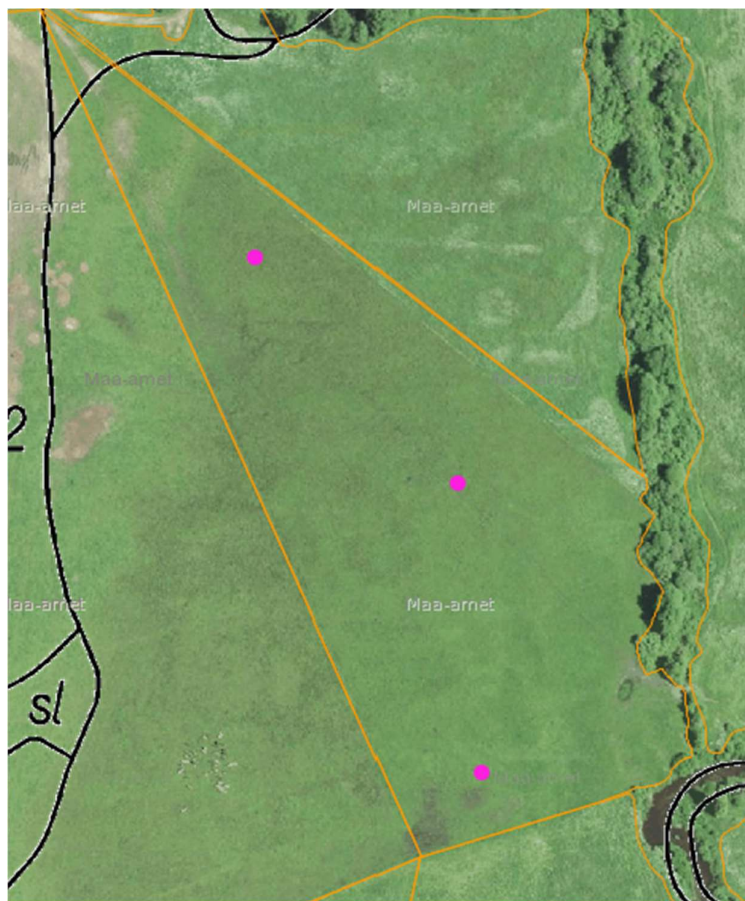
VI – Testalade valik võiks olla Eesti turbaalade kontekstis esinduslik, oleks hea, kui on olemas varasemat infot Corg varu ja sisalduse kohta (näitajad stabiilsed või positiivsed).

Selliseid PRIA põldude andmekihi ruumikujusid, kus on esindatud ainult turvasmullad ja on olemas ka varasemalt määratud OrgC proov oli kokku 4393 ha. Enamasti need objektid aga ei kvalifitseerunud valimisse.

Esmasesse valimisse koondati 120 objekti kogupindalaga 748 ha, mis jagunes 73 erineva põllumajandustootja vahel. Neist riigimaal asus 320 ha ja ülejäänud olid eraomandis, millest omakorda ainult 122 ha majandas omanik ise, ülejäänud pind oli koormatud rendilepingutega. Põllukultuuride kasvatati ca 244 ha, kuid enamik maakasutusest oli püsirohumaad.

Nimetatud 73 tootjaga võeti ühendust valdavalt meili teel, et selgitada nende huvi projektis osalemise suhtes, enamasti oli huvi vähene, sest sooviti eeskätt jätkata olemasolevat maakasutust. Koostöös ELFIGa leiti lõppvalikuna 10 põllumassiivi, mille omanikud olid nõus projektis osalema ning neil põllumassiividel teostasime ka muldade väliuuringud, mille eesmärgiks oli iseloomustada antud massiivide muldi tervikuna, vastavust mullastikukaardile ja sobivust paludikultuuride kasvatamiseks.

Eelnevast lähtudes koostati välitööde metoodika, mille alusel võeti igalt põllumassiivilt mullaproovid ja uuriti muldi kolmes erinevas uurimispunktis (UP), lähtudes selle massiivi mullastikust (näide joonis 3). Väliuuringud viidi läbi 2023 a maikuus ja välitööde käigus mõõdeti igas uurimispunktis orgaanilise aine akumulatsioonihorisondi tusedus, kirjeldati turba lagunemisastme üleminekuid, selgitati pinnavee (kui võimalik) sügavus uurimise hetkel ning koguti igast punktist proovid laboratoorsete analüüside tegemiseks. Lisaks võeti proovid ka mahukaalu ning niiskuse määramiseks. Laboratoorsetest analüüsides määrati mulla pH standardmeetodil, Corg sisaldus Dumase meetodil elementaaranalüsaatoril, mulla liikuva K, P, Ca ja Mg sisaldus Mehlich 3 meetodil, kuivaine, niiskus ja mahukaal standardmeetodil.



Joonis 3 Uurimispunktide paiknemine põllumassiivil.

TULEMUSED

Mullastikunäitajad uurimispunktide lõikes

Esmalt vaatleme uurimisalade muldade omadusi uurimispunktide lõikes ja kui lähtuda turvasmuldade definitsioonist Eesti muldade süstemaatika alusel, siis on peamiseks kriteeriumiks turbakihi tüsedus, mis peab olema vähemalt 30 cm. Selle alusel selgus, et kahes punktis oli turbakihi tüsedus alla 30 cm (ELF4 ja ELF28). Hilisemas analüüsis näeme, et kui ELF 4 on ka madal Corg sisaldus ja sellel UP levinud muld ei ole turvasmuld, siis ELF 28 UP on mulla Corg sisaldus siiski selline, et tegemist on turbagaga, kuid tüseduse järgi saab selle klassifitseerida turvastunud mullaks. Koguni 11 alal ehk enam kui kolmandikul uuritud punktidest oli turbakihi tüsedus üle 100 cm, mis on turvasmulla seisukohast hea näitaja ja näitab degradeerumise suhteliselt väikest astet ka pikaajalise põllumajandusliku kasutuse korral.

Tabel 1. Uurimispunktide mullaomadused ja näitajad (jälgitavuse huvides on samal massiivil olevad punktid eristatud sama värvi taustaga)

Asukoht	Tüsedus	pH	P	K	Ca	Mg	OrgC	Mahukaal	Niiskus	Sif
	cm		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	g/cm3	%	
ELF 1	87	5.9	9	142	8936	1303	31.0	0.22	78.38	M';M"
ELF 2	100+	5.6	<6	108	9614	978	35.5	0.29	73.17	M"
ELF 3	100+	5.5	6	127	9736	830	33.9	0.29	72.85	M"
ELF 4	25	5.5	9	65	4209	389	7.5	0.92	24.74	M'''; M"
ELF 5	77	5.9	<6	90	9353	990	33.0	0.28	62.89	M'''; M"
ELF 6	71	6.6	<6	115	10440	1129	31.3	0.32	69.29	M'''; M"
ELF 7	60	5.9	29	116	5752	549	11.0	0.68	41.68	M"
ELF 8	69	5.7	11	150	10290	784	34.5	0.31	70.66	M"
ELF 9	63	5.8	10	156	10415	755	33.8	0.31	71.41	M"
ELF 10	75	5.7	10	54	9755	377	27.9	0.41	62.52	M"
ELF 11	100+	5.9	<6	50	11020	485	33.3	0.23	78.02	M"
ELF 12	100+	5.3	<6	39	9921	435	36.7	0.29	70.72	M"
ELF 13	48	4.0	56	260	1271	117	12.7	0.80	29.90	AG1
ELF 14	41	5.7	39	86	6305	397	14.2	0.64	44.56	M',M"
ELF 15	100+	5.7	41	105	5300	375	12.4	0.61	52.30	M"
ELF 16	100+	5.7	<6	123	9585	763	34.5	0.27	74.50	M',M"
ELF 17	48	5.7	57	112	5910	571	13.6	0.64	49.03	M"
ELF 18	48	5.7	8	232	9340	888	32.9	0.27	73.83	M"
ELF 19	100+	6.0	7	112	10470	804	32.2	0.31	71.50	M"
ELF 20	39	5.9	12	112	9428	596	26.1	0.38	61.96	M"
ELF 21	30	5.6	14	105	8957	547	29.4	0.38	59.62	M"
ELF 22	80	5.6	18	84	4657	353	9.3	0.81	32.62	AM"
ELF 23	100+	5.7	11	159	10370	638	34.9	0.32	65.48	M"
ELF 24	100+	5.4	10	121	10035	488	39.5	0.24	77.38	M"
ELF 25	100+	5.7	18	129	9600	615	27.1	0.38	66.19	AM"
ELF 26	72	5.7	<6	99	9236	569	28.4	0.35	68.67	M"

ELF 27	75	6.1	<6	72	7265	515	15.2	0.56	49.04	AM'''
ELF 28	25	5.7	<6	124	8378	830	21.0	0.53	56.34	M',M'''
ELF 29	83	5.3	8	318	9564	464	35.1	0.29	72.89	M'''
ELF 30	100+	5.7	<6	135	9829	813	34.8	0.32	71.20	M'''

Teine oluline kriteerium on mulla Corg sisaldus, mis turvasmuldadel peaks olema enam kui 12% ning selle järgi ei ole ülemises kihis turvas 3 juhul - ELF4, ELF 7 ja ELF 22. Uurides nende UP-de mullastiku situatsiooni lähemalt selgusid ka loogilised seletused. ELF 4 punkti vahetus läheduses on mullastikukaardil turvastunud muld Go1, mille turbakihi tusedus on juba algselt alla 30 cm ning võib arvata, et antud kohas ei ole mullastikukaart piisavalt täpne ja tegelikult ulatus turvastunud mulla areaal ka antud UP-le. ELF 7 UP asub jõe lammil ja seepärast on suhteliselt kindel, et seda mulda on mõjutanud lammisetted ning tegelikult peaks tegemist olema lammimullaga, kus turvas ja lammisetted on kihiti ja mõjutavad seega otseselt näiteks mulla Corg sisaldust. Täpselt sama olukord on ka ELF 22 UP juures, kus on juba mullastikukaardile märgitud lammi-madalsoomuld, kus siis mingi osa orgaanilisest ainest on kas harimise vms põhjusel mineraliseerunud ja prevaleerib juba mulla lammisetest pärit mineraalne osa.

Mulla happesus varieerub suhteliselt suurtes piirides ja sõltub peamiselt lähtekivimist ja toitlise vee iseloomust, kuid valdavalt jääb alla 6 ehk happelisse või mõõdukalt happelisse klassi.

Enamike UP liikuva P sisaldus on turvastele omaselt madal ja 30% aladest jäi sisaldus alla määramispiiri, mis on turvaste puhul igati loogiline. Valitseb selge seos P sisalduse ja Corg vahel, sest P sisaldus mullas sõltub eeskätt mulla mineraalosast.

Mulla liikuva K sisaldus on oluliselt kõrgem võrreldes P sisaldusega ja mõnel alal on see taimede kasvuks täiesti piisav (130 mg/kg), kuid näitaja varieerub suurtes piirides ja sõltub ka väetamisest ning saagikusest.

Üllatavalt kõrge on nende muldade Ca ja Mg sisaldus, mis näitab mineraalainete rikka põhjavee toitlist keskkonda, mis on kindlasti omane madalsoomuldadele, millised ka antud mullad valdavalt olid.

Mulla mahukaal on otseses seoses peamiselt mulla Corg sisaldusega ehk mida kõrgem on Corg sisaldus, seda madalam on mahukaal ja enamasti kehtib see printsiip väga hästi ka antud uuringus. Selgelt kõrgema mahukaaluga on need UP mullad, kus Corg sisaldus on madalam ja järelikult sisaldab antud muld rohkem mulla mineraalosa.

Mulla niiskus sõltub paljudest erinevatest teguritest ja kajastab mulla kaalulist niiskust proovivõtmise hetkel ja ka siin kehtib samasugune printsiip-mida madalam on Corg sisaldus seda kõrgem on niiskus, sest turvas on hea niiskuse siduja. Selles osas on samuti antud andmed väga selged ja loogilised ning joonistuvad välja madalamad, orgaanikarikkamad ja niiskemad kohad. Näeme, et ka samal massiivil võib mullaniiskus oluliselt erineda ja seegi on meie muldade üks olulise eripära-mullastiku heterogeensus isegi sama mullaareaali piires. Mullaniiskus sõltub kindlasti ka kuivendusest ja UP asukohast kuivendussüsteemi suhtes.

Viimases veerus on esitatud antud UP mullaliik šifrina suuremõtkavalise 1:10 000 mullastikukaardi järgi. Selgub, et teoreetiliselt oleksid kõik UP (va ELF 13) mullad pidanud olema turvasmullad, kuid tegelikuses päris nii ei olnud. ELF 13 punktis seevastu on põhiparameetrite järgi tegemist turvasmullaga, kuigi mullastikukaardil on märgitud turvastunud muld. Iseenest on selline üksiku punkti mulla klassifitseerimise lahkne mine mullastikukaardil näidatuga loomulik, sest mullastikukaart on

ikkagi teatud astmeni generaliseeritud ning ühe areaali sees võib olla tegelikult mitu erinevat mullaerimit.

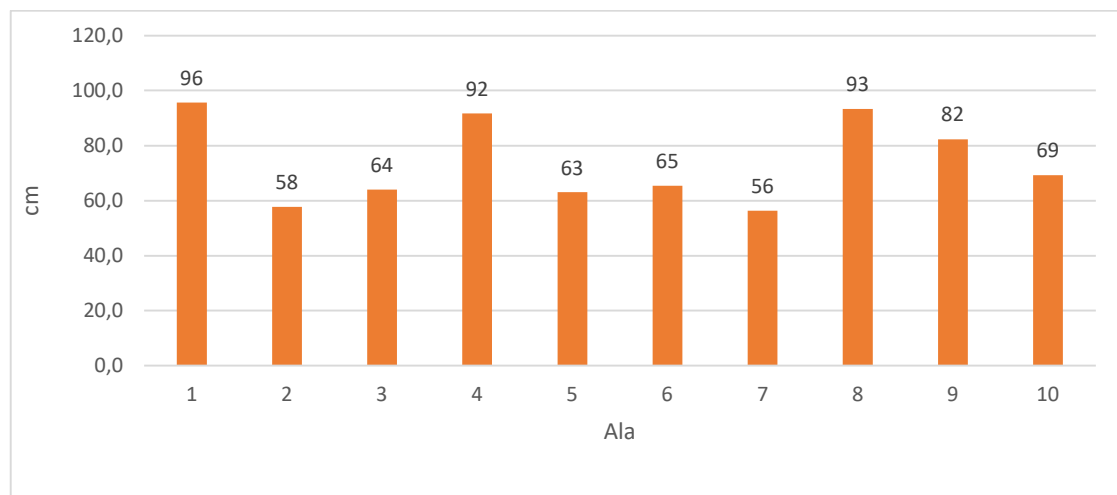
Mullastikunäitajad massiivide lõikes ja hinnang neile

Uurimisaladest ehk põllumassiividest ülevaate saamiseks leidsime igale massiivile UP keskmiste väärtuste abil aritmeetiliste keskmistena üldiseloostavate parameetrid (Tabel 2). Käsitleme neid parameetreid sarnaselt eelmisele peatükile mullaomaduste kaupa ja parema ülevaate saamiseks olulisemaid näitajaid illustreerime graafikutega.

Tabel 2. Uuritud põllumassiivide keskmised mullastikunäitajad

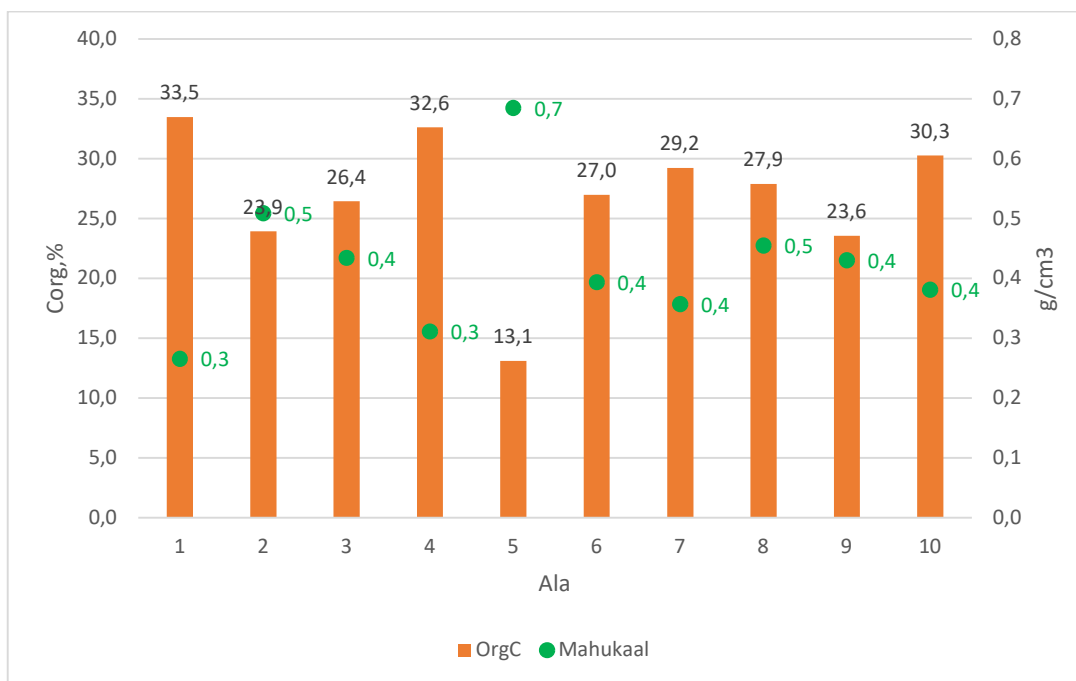
Ala	Massiivi	Tüsedus	pH	P	K	Ca	Mg	OrgC	Mahukaal	Niisk
	number	cm		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	g/cm ³	%
1	57645111458	95.7	5.7	7	126	9429	1037	33.5	0.3	74.8
2	65848447891	57.7	6.0	7	90	8001	836	23.9	0.5	52.3
3	66040079943	64.0	5.8	17	141	8819	696	26.4	0.4	61.3
4	67740714830	91.7	5.6	7	48	10232	432	32.6	0.3	70.4
5	66140117058	63.0	5.1	45	150	4292	296	13.1	0.7	42.2
6	66040193409	65.3	5.7	24	156	8278	741	27.0	0.4	65.8
7	66040053528	56.3	5.8	11	110	9618	649	29.2	0.4	64.4
8	66040084731	93.3	5.6	13	121	8354	493	27.9	0.5	58.5
9	66040096333	82.3	5.8	10	100	8700	566	23.6	0.4	61.3
10	66140018946	69.3	5.6	7	192	9257	702	30.3	0.4	66.8

Turbakihi tüsedus näitab, et keskmiselt ületasid kõikide massiivide turbakihi tüsedused turvasmuldade reeperiks oleva 30 cm ja suhteliselt suure varuga, ehk kõikidel massiividel on turbakiht enamasti piisav, et seda klassifitseerida turvasmullaks. Kõrgeim keskmine tüsedus oli 96 cm ja madalaim 56 cm. Kõikide alade keskmine tüsedus oli 74 cm.



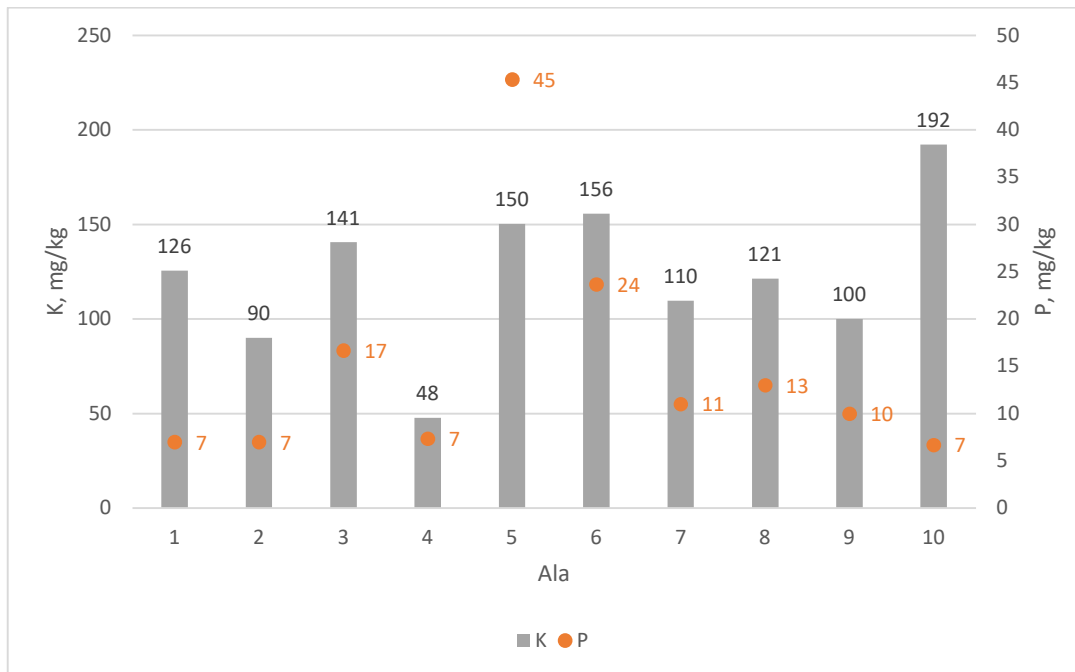
Joonis 4. Massiivide turbakihi keskmine tüsedus

Massiivil olevate muldade keskmise Corg sisalduse ja mahukaalu esitame nende tugeva seose tõttu samal joonisel, kus see seos ka hästi jälgitav on. Kõrgeim keskmine Corg sisaldus oli 1 massiivil ning sellel massiivil oli ka madalaim mahukaalu näitaja. Vastupidi, kõrgeim mahukaal ning madalaim Corg sisaldus oli 5 massiivil. Kuigi Corg sisaldus on siin suhteliselt madal, siis keskmine näitaja on siiski kõrgem kui turvaste alumiseks piiriks loetav 12% ja seetõttu võib väita, et enamasti levivad ka selle parameetri alusel kõikidel massiividel valdavalt turvasmullad. Alade keskmine Corg sisaldus oli 26,8% ja keskmine mahukaal 0,4 g/cm³.



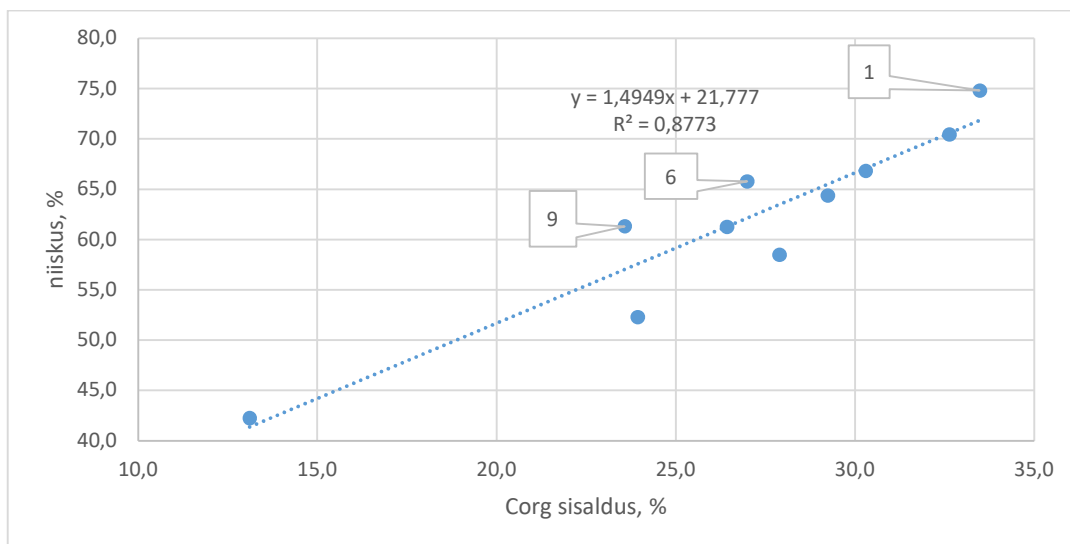
Joonis 5. Massiivide keskmine Corg sisaldus (tulbad) ja mahukaal e lasuvustihedus (punktid).

Peamiste toiteelementide sisaldus oli K osas suhteliselt erinev, olles vahemikus 48-192 mg/kg, kuid P sisaldus väga madal, enamikel aladel alla 20 mg/kg. Vaid 5 alal oli sisaldus väetustarbe seisukohalt vähemalt keskmine sisaldus. Alade keskmine K sisaldus oli 123 mg/kg ja keskmine P sisaldus 15 mg/kg, mis viitab täielikult turvasmuldadele kui madala liikuva P sisaldusega muldadele.



Joonis 6. Massiivide keskmine liikuva K sisaldus (tulbad) ja liikuva P sisaldus (punktid).

Ilma täiendavate kuivendussüsteemi uuringuteta ja pikemaajalise mullaniiskuse aegreata ning täpset sademete hulka teadmata on väga raske anda olemasolevate andmete põhjal hinnangut kuivendusseisundile ja kuivendussüsteemi olukorrale. Küll aga saab anda hinnangu suhtelisele kuivendusseisundile antud alade lõikes eeldusel, et sademeid on välitöödel eelneval perioodil olnud sarnane kogus. Nimelt, nagu eelnevalt mainitud, siis valitseb tugev seos Corg sisalduse ja mullaniiskuse vahel (joonis 7) ning sellelt graafikult saame välja tuua need alad, mille mullaniiskus on suurem kui eeldaks Corg sisaldus ning seega võib arvata, et nende kuivendamine on moel või teisel häiritud. Nagu jooniselt näha on sellised alad 1, 6 ja 9.



Joonis 7. Mullaniiskuse ja Corg sisalduse regressioon.

Lisadena esitame ka kõikidelt massiividelt vähemalt ühe kaeve profiili foto (Lisa 1)

KOKKUVÕTTEKS

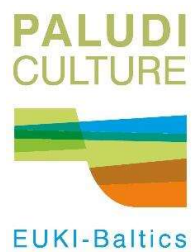
1. Eestis leidub suhteliselt palju turvasmuldi, millest väga suur osa on kuivendatud ja moel või teisel ajalooliselt või käesoleval hetkel majandatavad
2. Päris märkimisväärne kogus ajalooliselt põllumajanduslikus kasutuses olevaid turvasmuldi sel eesmärgil enam ei kasutata ja pole majandatavad peamiselt kuivendussüsteemide halvast seisundist tuleneva ebasoodsa niiskusrežiimi tõttu, kui teisalt ka soomassiivi asukoha tõttu
3. Turvaste kasutamist põllumajanduses pärivad peamiselt järgmised tegurid: aeglane soojenemine kevadel, madal P sisaldus, mis raskendab ka teiste toiteelementide omastamist, sageli kannatavad turvasmullad suvel põua käes jne
4. Käesoleva töö käigus uuriti erinevate meetodikate alusel paljude kuivendatud turvasmulladel paiknevaid põllumassiive ja selekteeriti need alad, mis oleksid sobilikud alternatiivsete nn paludikultuuride viljelemiseks
5. Valitud 10 alal teostasime mullaseire väliuuringud, et kirjeldada võimalikult täpselt valitud massiivide mullastikku. Üldiselt vastasid mullad mullastikukaardil toodule, ehk turvasmullad olid valdavalt säilinud
6. Üldlevinud turvasmulla definitsioonile Corg sisaldus järgi ei vastanud 3 uurimispunkti, kuid kõikide massiivide keskmiste näitajate alusel selgus, et neil massiividel on valdavalt levinud turvas üksikute eranditena.
7. Tuvastasime ka mõned erinevused mullastikukaardi ja olemasoleva situatsiooni vahel
8. Turbakihi keskmine tüsedus massiividel oli 74 cm, uurimispunktides kõikus 25-100 cm (see oli ka uurimissügavus). Märkimisväärselt palju oli kohti kus turbakihi tüsedus oli üle 100 cm
9. Selge seos oli Corg sisalduse ja mahukaalu vahel
10. Üldiselt oli massiividel madal või väga madal liikuva P sisaldus, mis samuti viitab turbakihi olemasolule ja vähesele mineraalainele.

Uuringu läbiviimine toimus projekti “Süsiniku sidumine Baltikumi turbaaladel tegutsevate talunike poolt – märgalaviljelus ja süsinikupõllundus” (*“Carbon capturing by Baltic peatland farmers – Practical exchange for paludiculture & carbon farming”*) raames. Projekti toetab Euroopa Kliimainitsiatiiv (EUKI), mis on Saksamaa Majanduse ja Kliima Ministeeriumi (BMWK) projektide rahastamise vahend.

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



Lisa 1 Mõningate uurimispunktide kaevete fotod

Uurimispunkt ELF 7



Uurimispunkt ELF 13



Uurimispunkt ELF 14



Uurimispunkt ELF 17



