

## Otsekülvi mõju mulla kvaliteedile Eesti tootmispõldudel

Endla Reintam<sup>1</sup>, Merit Sutri<sup>1</sup>, Greete Kahu<sup>1</sup>, Mihkel Are<sup>1</sup>, Gheorge Stagerescu<sup>1</sup>, Are Selge<sup>2</sup>

Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituut

<sup>1</sup> mullateaduse õppetool

<sup>2</sup> taimekasvatuse ja taimebioloogia õppetool

**Abstract.** Reintam, E., Sutri, M., Kahu, G., Are, M., Stagerescu, G., Selge, A. 2018. The effect of no-tillage on soil quality on Estonian farm fields. – Agronomy 2018.

Finding out the best agricultural management practices for certain climatic regions and soils is crucial to maintain soils quality. One of the practices, to stop soil erosion, reduce leaching and increase soil organic carbon content, is no-tillage. No tillage is coming more popular also in Estonia. It helps to reduce fuel and labour costs. However, as there is missing decades long practice of no-tillage in Estonia, its effect on soil quality is not clear. At the same time, easy methods to detect soil quality are needed next to the laboratory analyses. During the project iSQPER the visual assessment tool was developed for easy detection of soil quality. The aim of the current study was to compare visual assessment with laboratory measurements on Estonian no-till fields in the 2016. The study was done on sandy loam *Gleyic Stagnic Luvisol* in Põlva and sandy loam *Stagnic Luvisol* in Tartu County. Visual assessment was made from the soil upper 30 cm layer, laboratory measurements from 5–10 cm and 25–30 cm depth. The parameters studied were: erodibility, water logging, soil structure and slaking, colour, porosity, plough pan, organic carbon content, penetration resistance and amount of earthworms. The study revealed slightly better soil quality under no-tillage by visual assessment. In most cases laboratory analyses confirmed these results. Structural distribution was better by ploughing compared with no tillage. However, fine aggregate (0.25–2 mm) stability was higher under no-tillage compared with ploughing. There were no significant differences in number of earthworms between practices.

**Keywords:** visual assessment, laboratory measurements, no-tillage, ploughing, structure

### Sissejuhatus

Keskkonnasõbralike praktikate kasutamine põllumajanduses pälvib järjest suuremat tähelepanu seoses vajadusega säilitada põllumuldade hea kvaliteet ning tootlikkus. Kvaliteetseks peetakse mulda, mis olemasoleva ökosüsteemi ja maakasutuse piirides suudab toetada bioloogilist produktiivsust ja keskkonna kvaliteeti ning stimuleerida taimede ja loomade tervist. Keskkonnasõbralikeks loetakse praktikaid, mis neid eesmärke komplekselt toetavad ning takistavad või pidurdavad muldade kahjustamist. Sellisteks praktikateks loetakse, näiteks, orgaaniliste väetiste kasutamist, külvikorra rakendamist, vahe- ja katekultuuride kasvatamist ning harimisintensiivsuse vähendamist ja otsekülvi. Otsekülv on maailmas levinud praktika vähendamaks erosiooni ja leostumist ning parandamaks mulla struktuursust ning süsiniku sidumist. Kõige rohkem, kuni 2/3 haritavast maast, kasutatakse otsekülvi Lõuna Ameerika riikides, nagu Brasiilia, Argentiina, Paraguay ja Uruguai, millele järgnevad Ameerika Ühendriigid (Calistru, Jitareanu, 2014). Euroopa Liidus on seevastu otsekülvi kasutamine tagasihoidlik, jäädes alla 3% haritavast maast (Eurostat, 2013). Eestis on otsekülvile üleminek kasvutrendis, moodustades Statistikaameti andmetel 2016. aastal 7% haritavast maast. Selle põhjuseks on nii majanduslikud (tööaja ja kütuse kokkuhoid) kui ka ökoloogilised (parem mulla struktuur, väiksem

erosioon) tegurid ning tehnika parem kättesaadavus (Viil, 2017). Kuna otsekülvi puhu puudub Eestis aastakümnete pikkune praktika (Viil, 2017), on sellega kaasnevate mullaomaduste ning saagi muutuste uurimine olnud nii talunike kui ka ministeeriumi huviorbiidis. On rajatud katseid harimisintensiivsuse muutuste mõju uurimiseks (Viil, 2017) ning teostatud seiret tootjate põldudel (Eesti maaelu arengukava ..., 2017; Erinevate viljelusmeetodite (sh otsekülvi) ..., 2015). Uuritud on nii keemilisi, füüsikalisi kui ka bioloogilisi mulla parameetreid, mis vajavad spetsiifilisi teadmisi, seadmeid ning vahendeid. Et füüsikaliste parameetrite, nagu lasuvustihedus, poorsus, penetromeetiline takistus, struktuuriagregaatide stabiilsus jne, määramine on ajamahukas ning vajab spetsiifilisi seadmeid, on need parameetrid välja jäetud mulla hea seisundi hindamisel Eesti maaelu arengukavast 2014–2020 (2017). Samas, on välja töötatud erinevaid meetodeid, kuidas iga inimene ise, lihtsaid vahendeid kasutades, saaks hinnata mulla kvaliteeti. Laiemalt on visuaalsetest meetoditest tuntud nii nimetatud labidatest, millega on võimalik hinnata muldade tihenemist (Sheperd, 2000; Vetemaa, Mikk, 2009), kuid ka lõimise määramine sõrmeproovil ning huumusesisalduse määramine värvuse järgi (Astover jt., 2013).

Rahvusvahelise projekti „Interaktiivne mulla kvaliteedi hindamine Euroopas ja Hiinas põllumajandusliku tootlikkuse ja keskkonna jätkusuutlikkuse tagamiseks (iSQAPER)“ raames töötati välja mulla kvaliteedi visuaalse hindamise juhend ning selgitati välja põhilised keskkonnasõbralikud praktikad mulla kvaliteedi hoidmiseks, mille hulka kuulus ka otsekülvi. Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli hinnata otsekülvi mõju mulla kvaliteedile visuaalselt ning kontrollida neid tulemusi erinevaid labormõõtmisi kasutades. Põhitähelepanu oli pööratud mulla füüsikaliste omadustele.

## Materjal ja meetodika

Visuaalne hindamine (välja arvatud erosioon ja vesi mulla pinnal) ning mullaproovide kogumine viidi läbi 2016. aasta sügisel kohe pärast saagi koristust ning enne sügiseste põllutööde algust 30. augustil Tartumaal ja 2. septembril Põlvamaal. Katsekohtadena valiti välja kaks otsekülvi all olevat põldu ning nende lähedal asuvat künnipõhist põldu põhimõttel, et vahemaa ei oleks liiga suur, mullastik (tabel 1) ning külvikord oleksid sarnased. 2016. aastal oli kõikidel uuritavatel põldudel talinisu. Põlvamaal koguti proovid gleistunud pruunilt näivleetunud saviliivmullalt (LPg, sl) ning Tartumaalt pruunilt näivleetunud saviliivmullalt (LP, sl). Proovivõtmise ajaks oli Tartumaal rakendatud otsekülvi 5 aastat, Põlvamaal 8 aastat.

Visuaalse hindamise käigus hinnatud parameetrid olid järgmised: erosioon, vesi mulla pinnal, künnitihe, mulla värvus, poorsus, struktuursus, struktuuriagregaatide stabiilsus, elustiku mitmekesisus, mulla happesus, penetromeetiline takistus ja liikuv orgaaniline süsinik. Protokoll nägi ette hinnata 30 cm sügavuse ulatuses ühe ruutmeetri suurust ala põllu kõige iseloomulikumal kohal ühes korduses. Tegelikult hinnati ühel põllul kolme kohta. Kõikide parameetrite puhul anti hinnang 3-punkti süsteemis, põhimõttel: 0 – väga halb, 1 – rahuldav, 2 – hea. Kõikide parameetrite hinnangu tulemused liideti kokku ning leiti keskmine tulemus. Et tulemused erinevate kohtade vahel oleks võrreldavad, viidi hindamine läbi ühe inimese poolt.

Erosioonitundlikkust tuli hinnata läbi aasta harimise ja taimede kasvu ajal ning iseloomustada tolmupilve suurus, ära kantud materjali kogust, huumushorisoni tuseduse erinevust künka tipul ja nõos, kus 2– < 15 cm, 1–15–30 cm ja 0– > 30 cm. Vee imendu-

mist mulda, st vett mulla pinnal hinnati taimede kasvu ajal, kui muld oli veega küllastuse lähedal ning loeti päevi pärast vihma: 2 – vett pole mulla pinnal 1 päev, 1 – vesi kuni 3 päeva ja 0 – vesi kauem kui 3 päeva mulla pinnal. Künnitihese iseloomustamiseks kaevati kuni 50 cm sügavuseni ning hinnang anti kaeve seina kohta: 2 – tihest pole, 1 – kerge tihenemine ja 0 – tugev tihes. Mulla värvuse hindamiseks võrreldi põllu mulla huumushorisoni värvust põlluservas oleva loodusliku mulla värvusega: 2 – muld tume, ei erine oluliselt looduslikust, 1 – muld veidi heledam looduslikust, 0 – muld hele, oluliselt erinev looduslikust. Mulla poorsuse määramiseks kaevati välja 30x30x30 cm kuubik ja iseloomustati: 2 – palju makro- ja mikropoore agregaatide vahel, kaasneb hea struktuursusega, 1 – makro- ja mikropooride hulk vähenenud, väljendades keskmist tihenemist, 0 – makro- ja mikropoore pole näha, üksikud praod. Struktuursuse määramiseks eraldati 20 cm kuubik, millest eemaldati ülemine 5 cm, lasti mullal kukkuda 1 m kõrguselt kõvale alusele (maksimaalselt suuremaid tükke kuni 3 korda), sorteeriti suuremad tükid panni ühte ning väiksemad teise serva ning anti iseloomustus: 2 – valdavalt peened agregaadid, 1 – poole panni jagu suuri agregate, 0 – enamus pannist suured agregaadid. Struktuuriagregaatide stabiilsuse määramiseks valiti kolm 4–6 cm õhukuiva tükki, asetati need 1 cm<sup>2</sup> võrgule 5–10 min 1 l veepurki, mille tulemusena kujunes hinnang: 2 – muutust pole, selge vesi, 1 – osaliselt pudenenud, 0 – enamus pudenenud, vesi hägune. Elustiku mitmekesisuse määramiseks loeti vihmausside arv 20x20x20 cm mullakuubikust käsitsi 5 minuti jooksul: 2 – >8, 1–4–8 ja 0 – < 4. Mulla reaktsioon (pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>) määrati 1:5 vesilahusest pH-meetriga laboris: 2–5,5–7,5, 1– <5,5 või >7,5 ja 0– <4,5 või >8. Penetromeetiline takistus määrati 0,4 m sügavuseni, 1 cm<sup>2</sup> koonusega penetromeetriga, tehes 10 torget 0,5 m raadiuses hindamiskohast ning arvutades korduste ning koha keskmise: 2– < 2 MPa, 1–2–3 MPa ja 0– >3 MPa. Liikuv orgaaniline süsinik määrati laboris kaaliumpermanganaadi lahusest spektromeetriga, kus saviliival (sl) olid järgmised hindamiskriteeriumid: 2– > 1, 1– 0,5–1,0 ja 0– <0,5.

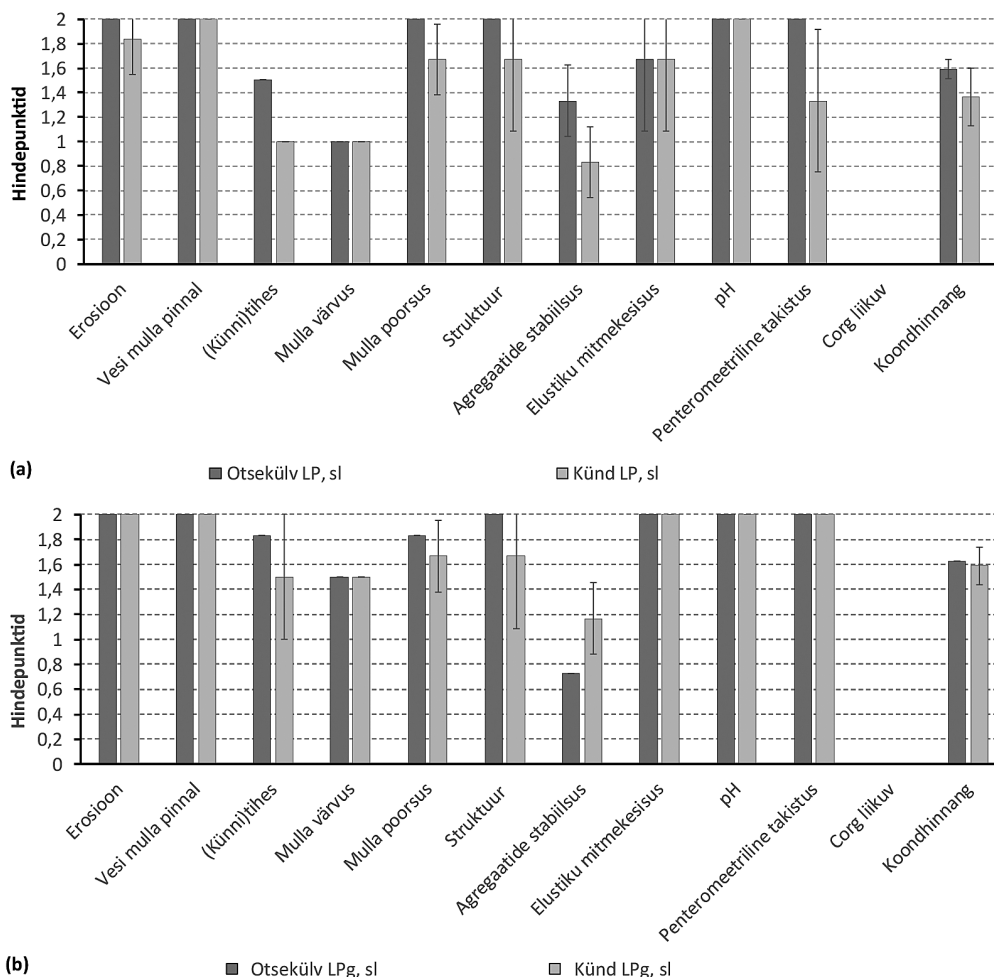
Lisaks visuaalse hindamise protokollil järgimisele võeti põldudelt mullaproovid 5–10 cm ja 25–30 cm sügavuselt mulla põhitoitainete ja mulla füüsikaliste parameetrite määramiseks. Põldudelt kogutud vihmaussid kaaluti elumassi leidmiseks. Lasuvustiheduse ja poorsuse leidmiseks koguti proovid igast määramiskohast ja sügavusest neljas korduses ca 100 cm<sup>3</sup> silindritega. Üldlämmastik määrati Kjeldahli järgi, orgaaniline süsinik Tjuriini meetodil, liikuvad kaalium, fosfor, kaltsium ja magneesium Mehlich-3 meetodil. Veestabiilsete struktuuriagregaatide määramiseks kasutati 0,25–1 mm suurusi agregate Ejjelkamp märgsõelumise seadmel, kus neid loksutati 3 minutit. Lasuvustihedus ja poorsus määrati silindrite meetodil. Aeratsioonipoorsus leiti väliveemahutavuse ehk (pF<sub>1,8</sub>) 60 hPa imamisjõu juures liivatünnidel. Veeläbilaskvus määrati veega küllastatud proovidest Hauben'i meetodil. Kõik kasutatud laboratoorsed meetodid on põhjalikult kirjeldatud Sanchez De Cima doktoritöös (2016).

Mulla veesisaldus proovide võtmisel (tabel 2) oli keskmiselt 10% suurem väliveemahutavusest, sest augustis eelnes saagikoristusele ca 120 mm sademeid (E-ilmajaam, 2016).

Andmed töödeldi ühefaktorilisel dispersioonanalüüsil ning variantide vaheliste erinevuse usutavus leiti LSD testil 95%-lise usutavusnivoo juures.

### Tulemused ja arutelu

Visuaalse hindamise tulemusel sai mõlemas uurimiskohas kõrgema koondhinde otsekülvi kasutamine võrreldes künniga (joonis 1). Kui Tartumaal said kõik määratud parameetrid otsekülvil kõrgema hinnangu või samaväärse kui künnil, siis Põlvamaal oli agregaatide stabiilsus parem künnipõhisel viljelemisel. Otsekülvil ei esinenud küll künnikihi alust tihed, mis oli selgesti eristatav just Tartumaal, kuid ülemises 20 cm oli muld tihedam, mida näitas ka penetromeetrilise takistuse mõõtmine (joonis 2). Täpsem määramine kinnitas visuaalse hindamise tulemust näivleeturud mullal Tartumaal, kus lasuvustihedus oli väiksem otsekülvil ning poorsus ja maksimaalne veehoiuvõime olid suuremad mõlemas uuritud (5–10 cm ja 25–30 cm) sügavuses (tabel 2, joonis 1a). Samas, Põlvamaal, gleitunud näivleeturud mullal, saadi 5–10 cm kihis täpsemate mõõtmiste käigus väiksem lasuvustihedus ja suurem poorsus künnil, kuid 25–30 cm sügavusel olid näitajad paremad otsekülvil (tabel 2, joonis 1b). Visuaalse hindamise käigus sai mulla poorsuse puhul kõrgema hinde otsekülvl.



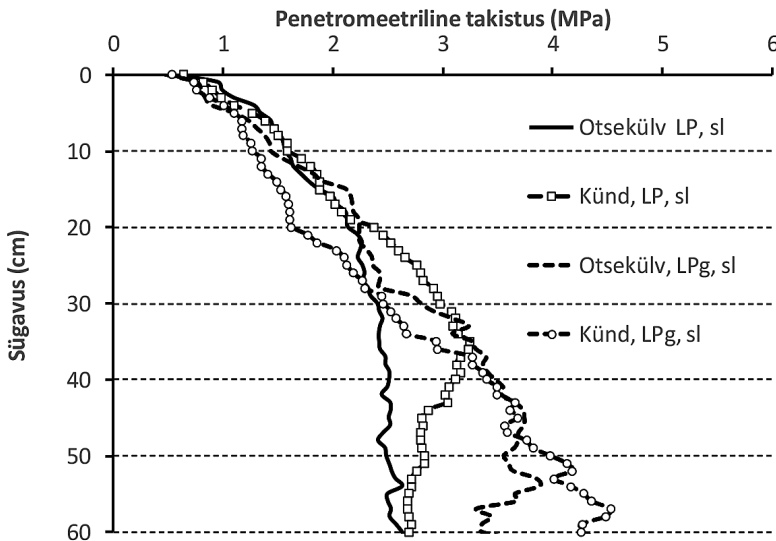
**Joonis 1.** Hinnang (0–halb, 1–rahuldav, 2–hea) mulla erinevatele parameetritele otsekülvi ja künni võrdlusena näivleeturud saviliivmullal (LP, sl) Tartumaal (a) ning gleitunud näivleeturud saviliivmullal (LPg, sl) Põlvamaal. Vertikaaljooned näitavad standardhälvet (n=3)

Mulla struktuursus, st rohkem peenemaid agregate kui suuremaid, oli mõlemas uuritud kohas parem otsekülvil. Struktuuriagregaatide lagunemine vees purgitesil, näitas paremat stabiilsust otsekülvil Tartumaal, kuid künnil Põlvamaal. Laboris tehtud peenagregaatide (0,25–2 mm) stabiilsuse määramine järgis sama tendentsi 5–10 cm mullakihis kui visuaalne hindamine, kuid 25–30 cm sügavusel usutavaid erinevusi ei esinenud (joonis 1, tabel 2).

Elustiku mitmekesisuse hindamisel vihmausside arvukus harimisintensiivsuste vahel ei erinenud (joonis 1), kusjuures Tartumaal oli tegelik vihmausside arvukus suurem künnil, kuid Põlvamaal otsekülvil (tabel 1). Mulla värvuses ja vee mulda imendumisel pärast vihma visuaalsel hindamisel erinevusi ei leitud. Samas, veeläbilaskvuse määramisel laboris leiti, et 5–10 cm kihis oli see suurem künnil, kuid 25–30 cm sügavusel otsekülvil mõlemas uurimiskohas (tabel 2).

Mulla värvus on otseses seoses mulla orgaanilise aine sisaldusega. Kuigi visuaalsel hindamisel erinevust otsekülvil ja künnil ei tuvastatud, näitas orgaanilise süsiniku määramine laboris, suuremat sisaldust otsekülvil Tartumaal näivleeturud mullal ning künnil Põlvamaal gleistunud näivleeturud mullal (tabel 1). Kihistumine, st 5–10 cm ja 25–30 cm kihi orgaanilise süsiniku sisalduse erinevus oli suurim Tartumaal otsekülvil (0,62%). Kuigi liikuva süsiniku hinnang kõikides uurimiskohtades oli „halb“ (0) (joonis 1), esinesid erinevused katsekohtade lõikes ning suurem liikuva süsiniku sisaldus oli otsekülvil Tartumaal (0,68%) võrreldes künniga (0,54%).

Põlvamaal gleistunud näivleeturud mullal liikuva süsiniku sisalduses otsekülvi (0,68%) ja künni (0,69%) vahel ei esinenud (tabel 1).



**Joonis 2.** Mulla penetromeetriline takistus otsekülvi ja künni võrdlusena näivleeturud saviliivmullal (LP, sl) Tartumaal (a) ning gleistunud näivleeturud saviliivmullal (LPg, sl) Põlvamaal (n=30)

**Tabel 1.** Testitud põldude 30 cm mulla kihi keskmised keemilised ja bioloogilised omadused, lõimis ning standardhälve (n=6) Tartumaal näivleeturud saviliivmullal (LP, sl) ja Põlvamaal gleistunud näivleeturud saviliivmullal (LPg, sl).

	Näivleeturud muld (LP, sl)		Gleistunud näivleeturud muld (LPg, sl)	
	Otsekülv	Künd	Otsekülv	Künd
N <sub>uld</sub> (%)	0,13±0,05	0,11±0,03	0,10±0,01	0,12±0,02
C <sub>org</sub> (%)	1,06±0,37	1,01±0,32	0,95±0,16	1,38±0,27
C/N	8,0	9,2	9,1	11,9
C <sub>org</sub> , liikuv (%)	0,68±0,004	0,54±0,211	0,68±0,002	0,69±0,011
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	6,40±0,11	6,72±0,43	6,37±0,46	6,18±0,15
P (mg kg <sup>-1</sup> )	25,5±11,8	28,7±4,9	50,3±11,9	41,9±6,0
K (mg kg <sup>-1</sup> )	122,2±48,6	126,6±52,1	98,1±20,6	87,3±29,9
Ca mg kg <sup>-1</sup> )	1065,6±217,5	1286,9±229,3	1006,8±334,2	924,9±93,5
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	122,6±16,4	251,8±115,4	138,8±19,0	119,3±5,4
Vihmausside arvukus (tk)	8,3±3,8	15,0±6,1	18,3±4,5	8,3±4,3
Vihmausside elumass (g)	6,6±2,8	9,2±3,6	22,0±1,7	8,7±2,6
liiv (%)	46,6±6,9	57,2±3,1	55,6±4,0	48,9±5,8
savi (%)	9,6±0,9	9,8±1,3	7,2±0,4	8,5±0,7
tolm (%)	43,8±6,2	33,1±3,7	37,2±4,3	42,6±5,5

N<sub>uld</sub> – üldine lämmastik; C<sub>org</sub> – orgaaniline süsinik; C/N – süsiniku ja lämmastiku suhe; C<sub>org</sub>, liikuv – liikuv orgaaniline süsinik; pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – mulla happesus määratuna vesilahusest; P – liikuv fosfor; K – liikuv kaalium; Ca – liikuv kaltsium; Mg – liikuv magneesium; liiv – 0,63–2 mm; savi – 0,002–0,63 mm

**Tabel 2.** Testitud põldude füüsikalised omadused (n=12) Tartumaal näivleeturud saviliivmullal (LP, sl) ja Põlvamaal gleistunud näivleeturud saviliivmullal (LPg, sl).

Näitajad	Näivleeturud muld (LP, sl)				Gleistunud näivleeturud muld (LPg, sl)			
	5–10 cm		25–35 cm		5–10 cm		25–35 cm	
	Otse- külv	Künd	Otse- külv	Künd	Otse- külv	Künd	Otse- külv	Künd
Lasuvustihedus (g cm <sup>-3</sup> )	1,34 <sup>a</sup>	1,42 <sup>b</sup>	1,5	1,59	1,48	1,41	1,43	1,46
Veesisaldus (mahu%)	35,5 <sup>a</sup>	29,9 <sup>b</sup>	30,4 <sup>a</sup>	27,3 <sup>b</sup>	30,9 <sup>a</sup>	33,5 <sup>b</sup>	27,2 <sup>a</sup>	30,5 <sup>b</sup>
Maksimaalne veehoiuvõime (%)	52,3 <sup>a</sup>	45,7 <sup>b</sup>	43,8	42,7	44,7 <sup>a</sup>	46,7 <sup>b</sup>	44,0	45
Aeratsioonipoorsus (%)	26,5 <sup>a</sup>	25,0 <sup>b</sup>	22,2	19,0	22,5	22,8	26,5 <sup>a</sup>	22,6 <sup>b</sup>
Veeläbilaskvus (cm d <sup>-1</sup> )	300,1	503,5	561,7	179,3	179,9	570,4	914,1	724,5
Vees stabiilseid struktuuriagregaatide (%)	52,4 <sup>a</sup>	46,1 <sup>b</sup>	38,3	39,7	43,8 <sup>a</sup>	46,8 <sup>b</sup>	42,0	41,5

Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usutavaid erinevusi p < 0,05 (ANOVA, Fisher LSD test) sügavuste kaupa variantide vahel ühe mulla piires. Tähtede puudumisel usutavaid erinevusi ei leidu

Liikva fosfori ja kaaliumi sisaldus ülemises 30 cm mullakihis oli näivleeturunud mullal madal ning gleistunud näivleeturunud mullal oli sisaldus keskmine nii otsekülvil kui ka künnil. Magneesiumisisaldus oli enamuses uurimiskohtades keskmine, kuid Tartumaal künnil kõrge (tabel 1). Kui Tartumaal oli liikuvate toitainete sisaldus kõrgem künnil, siis Põlvamaal otsekülvil.

Künni ja otsekülvi mõju erinevused mulla omadustele katsekohtades ei ole tingitud kindlasti kõik harimisintensiivsuse erinevustest. Kuna kontrollpõld peaks ideaalis erinevama otsekülvipõllust ainult harimisintensiivsuse poolest, siis tootmistingimustes ei ole võimalik seda tagada, eriti kui on tegemist erinevate ettevõtetega. Kuigi valitud põllud olid nii mulla liigilt kui ka lõimiselt (tabel 1) sarnased, siis kerged erinevused liiva sisalduses mõjutasid ka süsiniku kinnihoidmise võimet. Suurem orgaanilise aine sisaldus Põlvamaal gleistunud näivleeturunud mullal künnil oli pigem põhjustatud asukohast tulenevatest erinevustest kui otseselt harimise intensiivsusest. Samas, nii põldkatsed kui varasemad uuringud samadel otsekülvipõldudel on näidanud seda, et otsekülvil hakkab orgaaniline aine kuhjuma pigem mulla ülemisse 0–10 cm kihti, kui, et jaotub võrdset huumushorisoni piires (Viil, 2017, Eesti maaelu arengukava ..., 2017). Mulla tihedus harimise minimeerimisel esimestel aastatel tõuseb, kuid hakkab hiljem korralikku viljavaheldust (libliköielised, sügavajuurelised liigid jms. külvikorras) järgides vähenema. Isegi kui lasuvustihedus ei näita erinevusi, siis paraneb mulla funktsionaalsus läbi parema struktuursuse ning veeläbilaskvuse, nagu käesolevas uurimuses ning ka varasemates (Viil, 2017). Eriti ilmneb see sügavamates mullakihtides, sest kaob künnile iseloomulik tihe. Kuigi enamuse uurimusi on näidanud minimeeritud harimise positiivset mõju mulla elustikule, eeskätt vihmausside arvukusele ja mulla mikrobiaalsele aktiivsusele (Erinevate viljelusmeetodite (sh otsekülvi) ..., 2015, Viil, 2017) tänu väiksemale häirimisele, siis käesolevas uuringus oli Tartumaal vihmausside arvukus otsekülvil väiksem kui künnil. See võib olla põhjustatud taimekaitsevahendite intensiivsemast kasutamisest otsekülvil võrreldes künniga. Taimekaitsevahendite suuremat kasutamist võrreldes tavaviljelusega, peetakse otsekülvi negatiivseks pooleks ka mujal maailmas ning kokkuvõtte erinevatest uuringutest kinnitab suuremat taimekaitsevahendite leostumist otsekülvil võrreldes tavaviljelusega (Elias et al., 2018).

## Kokkuvõte

Uurimistulemused näitasid, et:

- 1) Otsekülvil olid mulla füüsikalised omadused valdavalt paremad kui künnil, eeskätt läbi suurema struktuuriagregaatide stabiilsuse, maksimaalse veehoiuvõime, aeratsioonipoorsuse ning veeläbilaskvuse. Künnipõhistel põldudel oli selgesti eristatav künnitihedus, mis otsekülvipõldudel puudus.
- 2) Mulla elustikus visuaalsel hindamisel erinevusi otsekülvi ning künni vahel ei leitud, kuid näivleeturunud mullal Tartumaal oli vihmausside tegelik arvukus suurem künnil ning gleistunud näivleeturunud mullal Põlvamaal otsekülvil.
- 3) Visuaalne hindamine andis tulemuse, mis oli kooskõlas laborianalüüsidega. Kui välitingimustes hinnati muld tihenenuks, näitas seda ka lasuvustiheduse, poorsuse ja penetromeetrilise takistuse määramine.



Mitte kõikide visuaalse hindamise protokollis toodud parameetrite määramine pole ikkagi igapäevase kättesaadav ning nõuavad spetsiifiliste vahendite olemasolu, nagu penetromeetrilise takistuse määramine, happesuse ja liikuva süsiniku määramine. Teisi parameetreid on aga võimalik mulla füüsikalise seisundi hindamiseks edukalt kasutada. Arvestada tuleb aga sellega, et mulla veesisaldus peab olema lähedal väliveemahutavusele, sest erinevused ei avaldu, kui muld on liiga märg või liiga kuiv.

## Tänuavaldused

Uurimistööd on toetanud Euroopa Liidu Horizont 2020 teaduse ja innovatsiooni grant Nr 635750 iSQAPER.

## Kasutatud kirjandus

- Astover, A., Reintam, E., Leedu, E., Kõlli, R. 2013. *Muldade väliuurimine*. Tartu: Eesti Loodusfoto.
- Calistru, A-E., Jitareanu, G. 2014. No-tillage around the World. – *Lucrări Științifice, Seria Agronomie* **57** (2), 11–15.
- Eesti maaelu arengukava 2007-2013 2. telje ning Eesti maaelu arengukava 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi püsihindamiseks 2016. aastal läbiviidud uuringute aruanne. 2017. Põllumajandusuuringute Keskus. <http://pmk.agri.ee/mak/avaleht/> (30.01.2018)
- Eesti maaelu arengukava 2014–2020. 2017. Versioon 3. Maaeluministeerium. <https://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2014-2020> (30.01.2018)
- E-ilmajaam, 2016. <http://meteo.physic.ut.ee> (30.10.2018).
- Elias, D., Wang, L., Jacinthe, P-A. 2018. A meta-analysis of pesticide loss in runoff under conventional tillage and no-till management. – *Environ Monit Assess* (2018) 190:79 <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6441-1>.
- Erinevate viljelusmeetodite (sh. otsekülv) rakendusteaduslik kompleksuuring. 2015. Riikliku programmi “Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevus aastatel 2009–2014” projekti lõpparuanne. 2015. Eesti Taimekasvatuse Instituut, Eesti Maaülikool, Põllumajandusuuringute keskus. Saku, 2015. [http://www.pikk.ee/upload/files/Erinevad\\_viljelusviisid\\_pikk\\_aruanne.pdf](http://www.pikk.ee/upload/files/Erinevad_viljelusviisid_pikk_aruanne.pdf) (30.01.2018)
- Eurostat 2013. Agri-environmental indicator – tillage practices. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_tillage\\_practices](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_tillage_practices) (30.01.2018)
- Sanchez de Cima, D. 2016. Soil properties affected by cover crops and fertilization in a crop rotation experiment. – *A Thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Agriculture*. Eesti Maaülikool, Tartu. 140 pp.
- Shepherd, G. 2000. Visual soil assessment: field guide for cropping. Organic eprints. Landcare Research. Online at: [http://www.landcareresearch.co.nz/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0011/28676/VSA\\_Volume1\\_smaller.pdf](http://www.landcareresearch.co.nz/__data/assets/pdf_file/0011/28676/VSA_Volume1_smaller.pdf) (30.01.2018)
- Vetemaa, A., Mikk, M. 2009. *Mahepõllumajandus*. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. Põllumajandusministeerium. 20 lk.
- Viil, P. 2017. *Minimeeritud mullaharimine ja otsekülv*. Eesti Taimekasvatuse instituut. 100 lk.