

ORGAANILISE AINE MÕJUST MULLA TIHEDUSELE

R. Kask

Mulla tihedust ja tihenemisega seotud küsimusi on Eestis aastakümneid uuritud (Reppo, 1968; Bergert, 1970; Kitse, 1975; Vipper, Lauringson, 1988; Lehtveer, 1988,1989; Põldoja, 1989; Kanal, Vipper, 1994 jt.). Uurimisobjektideks on olnud põhiliselt haritavad mullad. Kuigi orgaaniline aine mõjutab mulla tihedust komponendina kõikjal ühtmoodi, ei ole vastavad kvantitatiivsed karakteristikud haritaval ja mitteharitaval maal kokkulangevad.

Mulla tihedust iseloomustab kaks näitajat: mulla tahke faasi tihedus ja mulla lasuvustihedus (ehk kihi või horisondi tihedus).

Mulla tahke faasi tihedus ehk vananenud terminoloogia järgi erikaal on funktsioon mulla koostiskomponentide tihedusest. Nendeks on kivimtükkikesed, primaarsed ja sekundaarsed mineraalid ning orgaaniline aine. Eesti muldade tahke faasi tihedust ja selle määramist on mitmekülgsest uuritud (E. Reppo, E. Kitse jt.). E. Reppo (1968) väljendab seost tahke faasi tiheduse ja mulla orgaanilise aine osakaalu vahel (muldades huumusesisaldus alla 9 %) järgmise võrrandiga:

$$y = 2,68 - 0,03x$$

$$r = 0,84; S_y = 0,05;$$

kus y – mulla tahke faasi tihedus g/cm^3 ,
 x – huumusesisaldus %.

Praktiliselt samale tulemusele jõudis aastaid hiljem E. Kitse ($y = 2,67 - 0,03x$; $r = 0,94$; $S_y = 0,04$; Kitse, 1978).

Mulla lasuvustihedus ehk vananenud terminoloogia järgi “mahukaal” (väärastunud nimetus “mahumass”) tähendab teatud kihi või horisondi tihedust. Ka seda näitajat on mitmekülgsest uuritud. Siiski tuleb tõdeda, et mulla lasuvustihedus on näitaja, mis ei kuulu mullastiku-uurimisel laiaulatuslikult määratavate näitajate nomenklatuuri nagu pH, laktaatlahustuvate toitainete, mikroelementide sisaldus jm. Seetõttu on andmestik muldade lasuvustiheduse kohta piiratud, eriti kehtib see mitteharitava maa muldade kohta. Erinimeliste muldade lasuvustiheduse keskmisi näitajaid ei ole välja toodud. Ometi on neid vaja orgaanilise aine, toitainete, vee jt. varude määramisel. Antud olukorras võib väljapääsuks olla mulla lasuvustiheduse kaudne hindamine mulla orgaanilise aine sisalduse järgi. Viimase kohta on olemas ulatuslik andmestik. Käesoleva töö eesmärgiks ongi seose selgitamine mulla orgaanilise aine sisalduse ja lasuvustiheduse vahel.

Metoodika

Mulla lasuvustihedus sõltub mulla niiskusest. Niiske muld on pundunud, väiksema tihedusega kui kuiv. Märja mulla kuivamisel kahaneb mulla maht, mille tulemusena tekivad mulda kuni 5 cm läbimõõduga lõhed. Vastavalt sellele suureneb lõhedevahelise mullamassi tihedus. Liiv- ja saviliivmuldade mahu kahanemine ja mulla tiheduse suurenemine jäävad harilikult määramisvea piiridesse. Liivsavi- ja savimuldades on muutused nendes näitajates aga olulised. A. Põldoja uurimuste (1989) järgi suureneb haritavate liivsavi- ja savimuldade tihedus seoses kuivamisega kuni $0,006 g/cm^3$ ühe protsendi veekao kohta.

Mitteharitavate muldade tihedus muutub mulla kuivamisega (ja niiskumisega) suhteliselt vähe (elavad ja surnud taimejuured moodustavad mullaosakeste ruumilist ümberpaigutumist tõkestava “sõrestiku”). Esitatavas uurimuses oli silindriproovide võtmise ajal mullaniiskus küll erinev, kuid sellest tulenev viga ei oma üldiste seaduspärasuste väljatoomisel olulist tähtsust.

Proovid tiheduse määramiseks võeti $50 cm^3$ või $93 cm^3$ silindriga.

Uurimise tulemused

Mitteharitaval maal on mulla orgaanilise aine sisaldus (väljendatuna C_{org} kaudu) A_{org} -horisondi (A_o - ehk O -, A_1 - e. A -, AT - ja T - horisondid) piires vertikaalselt selgesti diferentseerunud: orgaanilise aine sisaldus väheneb sügavuse suunas. Selle tuntud tõsiasi (Kask, 1996) seostub rida mullaomadusi, sealhulgas mulla lasuvustihedus (tabel 1). Võib konstateerida seaduspärasust: soostumisastme suurenedes suureneb A_{org} -horisondi vertikaalne diferentseeritus nii orgaanilise aine sisalduse kui ka lasuvustiheduse poolest. Mitteharitavate muldade orgaanilise aine ja toitainete ning muude varude määramisel ei kindlusta horisondi keskmiste näitajatega opereerimine seepärast alati vajalikku täpsust (haritavate muldade uurimisel piisab harilikult künnikihi keskmistest näitajatest).

Tabel 1. Näiteid mulla erinevate horisontide ja kihtide C_{org}-sisaldusest ja mulla lasuvustihedusest
Examples of the organic matter (C_{org}) content and bulk density in different horizons and layers

Horisont ja kiht cm	Granul. frakts. <0,01 mm	C _{org} %	Lasuvus-tihedus g/cm ³	Horisont ja kiht cm	Granul. frakts. <0,01 mm	C _{org} %	Lasuvus-tihedus g/cm ³
<i>Horizon and layer cm</i>	<i>Granul. fracts. <0.01 mm</i>	<i>C_{org} %</i>	<i>Bulk density g/cm³</i>	<i>Horizon and layer cm</i>	<i>Granul. fracts. <0.01 mm</i>	<i>C_{org} %</i>	<i>Bulk density g/cm³</i>
Metsas / In the forest				Looduslikul rohumaal / On natural grassland			
Profiil 1430				Profiil 950			
A1 2...10	28,6	2,50	1,09	A1 0...10	40,6	6,30	0,92
10...20	29,1	1,10	1,45	10...20	42,1	3,02	1,05
B 20...30	28,7	0,47	1,54	20...30	38,3	2,56	1,09
30...40	28,7		1,65				
Profiil 1432				Profiil 951			
A1 2...10	24,0	2,10	1,23	AT 0...10	60,2	14,2	0,42
10...20	24,7	1,28	1,37	10...20	57,5	6,98	0,63
A2 25...32	23,6	0,50	1,44	A1 20...30	40,3	3,31	1,09
32...40	25,1	0,50	1,42				
B 45...60	31,4		1,43	Profiil 952			
Profiil 1434				AT 0...10	19,1	24,9	0,27
A1 1...10	16,5	1,92	1,03	10...20	15,0	20,6	0,30
10...20	15,2	1,22	1,17	A1 20...30	14,1	3,43	0,81
A2 25...40	14,6	0,40	1,26	Profiil 550			
40...55	14,8		1,46	T 4...8		41,9	0,25
				A1 15...19		5,20	0,45

Tabel 2. Mulla orgaanilise aine (C_{org}) ja lasuvustiheduse muutumine looduslike kõlvikute ülesharimisega / *The change in the organic matter content (C_{org}) and bulk density of soil during the cultivation of unarable land*

Muld <i>Soil</i>	Enne ülesharimist <i>Before reclamation</i>			Haritava maana kasutamisel <i>Used as arable land</i>		
	Kiht cm <i>Layer cm</i>	C _{org} % <i>C_{org} %</i>	Tihedus g/cm ³ <i>Bulk density g/cm³</i>	Kiht cm <i>Layer cm</i>	C _{org} % <i>C_{org} %</i>	Tihedus g/cm ³ <i>Bulk density g/cm³</i>

Kasemetsa uurimisobjekt, üles haritud 1962. a., kordusuuringud 1985. a.
Research object of Kasemetsa. Reclaimed in 1962, research repeated in 1985

Kamar-gleimuld, liivsavi <i>Loamy soddy gley soil</i>	1...10	4,60	0,87	1...10	3,49	1,16
	10...20	2,79	1,22	10...20		1,34
Turvasjas gleimuld <i>Loamy peaty soddy gley soil</i>	1...10	10,6	0,52	1...10	4,80	1,08
	10...20	9,10	0,82	10...20		1,11
Turvastunud gleimuld <i>Loamy peaty gley soil</i>	1...10	42,4	0,25	1...10	11,80	0,82
	10...20	5,30	0,54	10...20		0,87

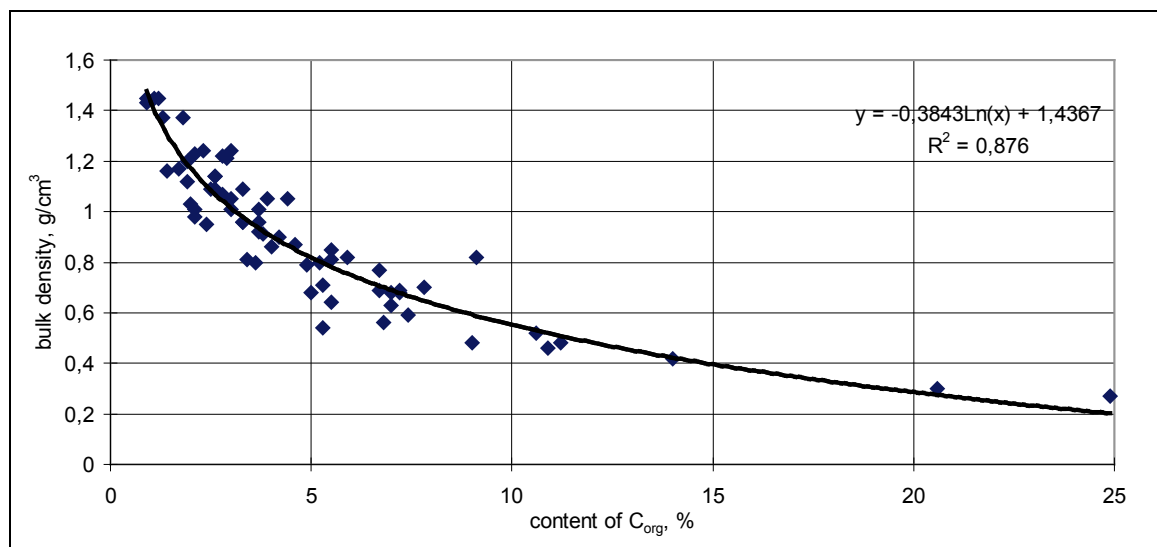
Muusa uurimisobjekt, ülesharitud 1972. a., kordusuuringud 1992. a.
Research object of Muusa. Reclaimed in 1972, research repeated in 1992

Gleistunud kamar-leetmuld, liiv <i>Sandy gleyed sod-podzolic soil</i>	0...10	11,20	0,48	0...8	2,50	0,98
	10...17	7,70	0,70	8...16		0,99
				16...26		0,97
Turvasjas gleimuld, liival <i>Peaty gley-soddy soil on sand</i>	0...8	24,90	0,27	0...10	4,71	0,91
	8...17	20,60	0,30	10...20		0,91
	17...27	3,40	0,81	20...30		0,92

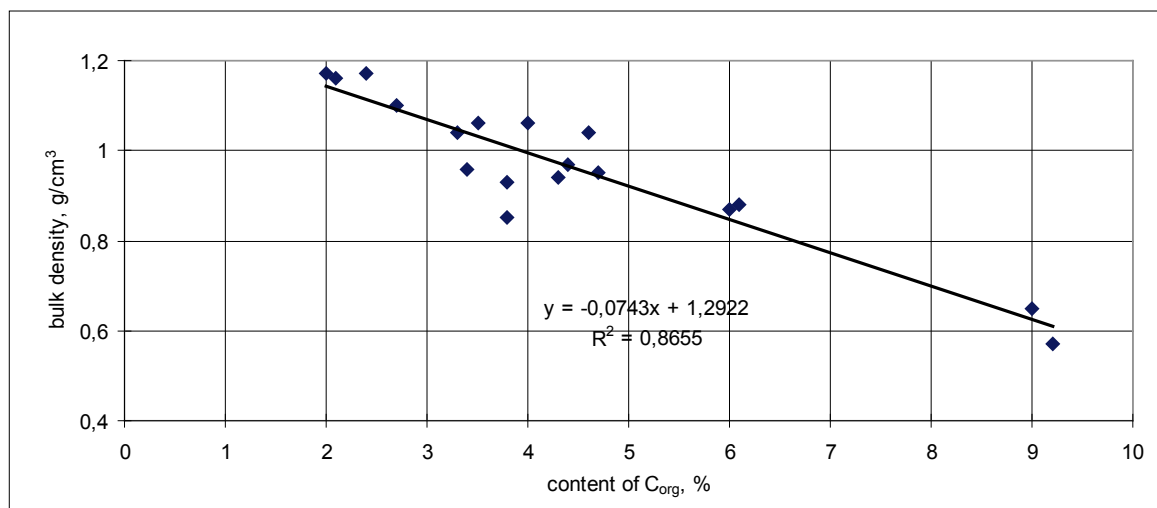
Eeltoodu osutab mulla A_{org} -horisondi lasuvustiheduse diferentseeritud (kihti) määramise vajadusele vastavalt orgaanilise aine jagunemisele horisondi piires.

Tabel 1 illustreerib ühtlasi üldiselt tuntud tõsiasja: mida suurem on orgaanilise aine sisaldus, seda väiksem on mulla (kihi) lasuvustihedus. Suure arvu määramiste alusel on nimetatud seos mineraal- ja soostunud mineraalmuldades väljendatav joonisel 1 toodud võrrandiga.

Haritaval maal mõjutab mulla lasuvustihedust looduslike faktorite kõrval maakasutus. Kui vaatluse all on omadustelt lähedased mullad, siis võib nimetatud faktorite mõju mulla lasuvustihedusele ületada mulla orgaanilise aine oma. Kui võrdlusobjektideks on orgaanilise aine sisalduse poolest oluliselt erinevad mullad (mineraalmullad, soostunud ja soomullad), siis jäävad mistahes maakasutuse puhul määravaks mulla omadused. Suurema muldadegrupi (mineraalmullad, soostunud mineraalmullad) puhul on seos mulla lasuvustiheduse ja orgaanilise aine sisalduse vahel oluline, kuid seni "vormistamata". Käesolevas töös näidatakse mulla lasuvustiheduse sõltuvus mulla orgaanilise aine (C_{org}) sisaldusest ühe ühtselt kasutatava põllutüki piires läbiviidud uurimiste alusel (välistab maakasutuse erinevuste mõju mulla lasuvustihedusele), kus on esindatud erineva soostumisastmega liivmullad. Uurimisobjektiks oli rukkipeo, proovid võeti 5.06.1996. a. (joon.2).



Joonis 1. Mulla A_{org} -horisondi lasuvustiheduse sõltuvus orgaanilise aine (C_{org}) sisaldusest mitteharitaval maal
Figure 1. Regression between the content of C_{org} and bulk density A_{org} horizon in unarable soil



Joonis 2. Mulla A_{org} -horisondi lasuvustiheduse sõltuvus orgaanilise aine (C_{org}) sisaldusest haritaval maal
Figure 2. Regression between the content of C_{org} and bulk density A_{org} horizon in arable soil

Mulla lasuvustihedus on võrreldes rea teiste karakteristikutega (lõimis, mineraalne ja keemiline koostis, agrokeemilised omadused jm.) suhteliselt kiiresti muutuv näitaja. Looduslikus arenguprotsessis mulla lasuvustihedus seoses orgaanilise aine positiivse saldoga (Kask, 1996) väheneb. Haritaval maal on samanimelise mulla tihedus oluliselt suurem kui mitteharitaval maal ning see suureneb üha seoses orgaanilise aine mineraliseerumise ja tehnoloogilise survega maa harimisel. Eriti selgelt avaldub see turvasjatel ja turvastunud muldadel (tabel 2),

kus haritava kihi tiheduse suurenemine on orgaanilise aine mineraliseerumise ja tehnoloogilise surve kõrval olulisel määral tingitud orgaanikavaese (A_{org} -horisondi aluse) mulla kaasamisega haritavasse kihti. Kasemetsa ja Muusa uurimisobjektidel moodustas see kordusuurimise ajal (1985. ja 1988. a.) turvasjate ja turvastunud muldade haritava kihi massis kuni 65 % (Kask jt., 1989, 1992). Sellega kaasneb haritava kihi tiheduse oluline suurenemine.

Kokkuvõte ja järeldused

1. Mitteharitavate muldade organo-akumulatiivse horisondi (A_{org} -horisondi) lasuvustihedus suureneb ülalt alla. Vahe horisondi pindmise ja sügavama kihi lasuvustiheduse vahel on 1,2-3-kordne, olles suurem soostunud mineraalmuldades. Alates mineraalhorisondist mulla lasuvustihedus suureneb järsult.

2. Mitteharitavate muldade A_{org} -horisondi lasuvustiheduse ja orgaanilise aine sisalduse vahel on väga tihe seos. See asjaolu lubab lasuvustihedust (praktiliseks otstarbeks piisava täpsusega) hinnata orgaanilise aine (C_{org}) sisalduse järgi käesolevas töös esitatud regressioonvõrrandi alusel.

3. Mitteharitava maa A_{org} -horisondi mullamassi määramisel on (täpsemate uurimiste puhul) õige mulla mass määrata eri kihtide mullamassi summana (seos orgaanilise aine ja lasuvustiheduse vahel ei ole lineaarne).

4. Mitteharitava mulla lasuvustihedus looduslikus arenguprotsessis väheneb seoses orgaanilise aine sisalduse ja varu suurenemisega. Suhteliselt kiiresti toimub see soostuvates muldades. Haritavate muldade lasuvustihedus suureneb seoses orgaanilise aine mineraliseerumisega, tehnoloogilise survega muldadele ning künnialuse vähehuumusliku mulla haritavasse kihti kaasamisega.

Kirjandus

Bergert L. Eesti NSV turvasmuldade lasuvustihedus ja seda mõjutavad tegurid. – EMMTUI teaduslike tööde kogumik XX, lk. 184...190, 1970.

Kanal A., Vipper H. Näivleetunud põllumulla huumushorisondi lasuvustiheduse muutumisest vegetatsiooniperioodil. – Agraarteadus, nr. 4, lk. 391...404, 1994.

Kask R. Eesti mullad. – Tln., lk. 1996. – 278 lk.

Kask jt.: Каск Р., Бергерт Л., Хейнсалу А., Пыльдоя А. Изменение свойств дерново-карбонатной и дерново-глеевых почв в связи с их освоением. – Научные труды ЭстНИИЗИМ, LXV, с. 154...166, 1989.

Kask R., Hannolainen G., Bergert L., Põldoja A. Soostunud liiv-, liivsave- ja savimuldade omaduste muutumine uudismaal. – EMMTUI teaduslikud tööd. LXX, lk. 17...31, 1992.

Kitse E. Mullavesi. – Tln., 1978 – 141 lk.

Põldoja: Пыльдоя А. Изменение плотности сложения некоторых почв Эстонии при высыхании. – Научные труды ЭстНИИЗИМ, LXVII, с. 12...18, 1989.

Рерро: Рерро Э. Пикнометрический анализ почв и грунтов. – Таллинн, 1968. – 134 с.

An Influence of Organic Matter on the Bulk Density in Soils

R. Kask

Summary

The bulk density of the organogenic (*in situ*) horizon (A_{org}) of an unarable soil increases from top down. The bulk density difference between the upper and lower layers of the horizon A_{org} is 1,2...3 times, being higher in half-hydromorphic soils. Beginning from the mineral horizon soil the bulk density increases abruptly.

There is a close correlation between the organic matter content (C_{org}) and bulk density in the A_{org} horizon of the unarable soil. This allows the bulk density to be estimated (with sufficient precision for practical purposes) on the basis of the organic matter (C_{org}) content by using a regression equation as it has been done in the present study. To determine the total soil mass of A_{org} horizon in the unarable soil (for more detailed research) it is preferable to calculate it as a sum of the mass of different layers (the regression between the organic matter content and bulk density is not linear).

Natural soil development decreases the bulk density in the unarable soils because of an increase in the organic matter content and reserve. In an arable soil the bulk density is increased in connection with its becoming more mineralized, with the technological pressure on the soil and with the inclusion of the soil poor in humus under a ploughing layer in a cultivable layer.