



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 54.

NUMBER 1.

**Mosonmagyaróvár
2012**

UNIVERSITY OF WEST HUNGARY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
Mosonmagyaróvári
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Közleményei

Volume 54. Number 1.

**Mosonmagyaróvár
2012**

Editorial Board/Szerkesztőbizottság:

Benedek Pál DSc
Kovács Attila József PhD
Kovácsné Gaál Katalin CSc
Kuroli Géza DSc
Manninger Sándor CSc
Nagy Frigyes PhD
Neményi Miklós CMHAS
Pinke Gyula PhD
Porpáczy Aladár DSc
Reisinger Péter CSc
Salamon Lajos CSc
Schmidt János MHAS
Schmidt Rezső CSc
Tóth Tamás PhD
Varga László PhD
Varga-Haszonits Zoltán DSc
Varga Zoltán PhD *Editor-in-chief*

Address of editorial office/A szerkesztőség címe:
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Publisher/Kiadja:
University of West Hungary Press/Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.



A fizikai talajféleség befolyása egyes fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságokra a kislélföldi Duna-völgyi talajokban

I. A térfogattömeg

SZŰCS MIHÁLY¹ – SZŰCS MIHÁLYNÉ¹ – VARGA ZOLTÁN²

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

¹ Talajtani és Vízgazdálkodási Intézeti Tanszék

² Matematika–Fizika Tanszék
Meteorológiai Csoport

ÖSSZEFOGLALÁS

A Duna völgyében, a Rajkától Esztergomig terjedő 150 km hosszú és 5–10 km széles sávban található öntés-, réti és csernozjomtalajokban, szántóföldi művelésű táblákon 102, erdészeti területeken pedig 19 talajszelvény 150 cm mélységig történő mintázásával térfogattömeg-vizsgálatokat végeztünk. Mivel a szelvényfeltárások több alkalomra osztva őszi és tavaszi időszakokban több hónapos időtartammal folytak, az eredmények az üzemi területek átlagos állapotát tükrözik.

A térfogattömeg a talaj fizikai féleségével és humusztartalmával, a talajvízhatás alatt álló ártéri erdők talajában a nedvességtartalommal, egyes esetekben még a mésztartalommal mutatott szignifikáns lineáris összefüggést.

A megvizsgált 555 talajrétegben fizikai féleségük szerint csoportokba soroltuk a több mint 1500 térfogattömeg-meghatározást, ezen felül a tábla művelési ága és a mintavétel mélysége alapján is csoportosítottuk azokat.

Megállapítottuk, hogy homok fizikai féleség esetén a feltalajban, a több finom frakciót tartalmazó rétegek esetében pedig a mélység felé haladva lesz nagyobb a térfogattömeg. Ezt azzal magyarázzuk, hogy a több finom frakciót tartalmazó rétegek felszín közeli fekvésben a rendkívüli terhelések szüneteiben a duzzadás-zsugorodási ciklusok hatására könnyebben visszanyerik egyensúlyi állapotukat. Az az általános megfigyelés, amely szerint a homokrétegek térfogattömege nagyobb, mint a vályogé, csak a feltalajra igaz, a 60 cm-nél mélyebb rétegekben nem figyelhető meg ilyen törvényszerűség.

Szántó- és erdőművelésű táblákról származó szelvények azonos fizikai féleségű rétegekben mért térfogattömeg-értékek összehasonlítása azt mutatja, hogy a homok- és homokos vályogrétegek, azok mélyebb fekvésükben a taposás hatására nem tömörödnek a természetnél jobban, míg a több finom frakciót tartalmazó rétegnél a tömörödés 60 cm-nél mélyebben is kimutatható.

A frissen, vagy a mintavétel előtt néhány héttel szántott vályog fizikai féleségű feltalajok térfogatömege átlagosan több mint $0,2 \text{ Mg m}^{-3}$ értékkel kisebb volt, mint az egy vegetációval korábban szántotté. A szántás kismértékben növelte a szántott réteg alatt a térfogatömeget, 60 cm alatt viszont ismét csökkenés volt megfigyelhető. Ez utóbbit a szántás hatására eredményesebben lejutó csapadék nedvesség duzzadást előidéző hatásával magyarázzuk. A talajművelés a feltalajban átmenetileg hasonló nagyságrendű, de fordított előjelű változást okoz a térfogatömegekben, mint a gépek nyomása. Ugyanakkora különbségek a fizikai talajféleség különbözősége miatt is megjelenhetnek.

Kulcsszavak: talaj, térfogatömeg, szelvény, erdő, fizikai talajféleség.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kisméretű és nagy fajlagos felületű részecskék részaránya által meghatározott fizikai talajféleség döntő befolyással bír a legtöbb olyan tulajdonságra, amely a termékenységet szabályozza. Ide tartoznak a fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságok is, amelyek fizikai talajféleség függősége némely esetben annyira egyértelmű, hogy határértékes táblázatokba foglalva hivatkoznak rájuk (Várallyay 1987), mások viszont fontos modellezési kutatások (Fodor és Rajkai 2004) tárgyát képezik.

A térfogatömeg a talaj tömörödöttségének egyik fontos mérőszáma, a porozitás kiszámításának legfontosabb alapadata. Ismeretes, hogy a nem tömörödött talajok egyensúlyi térfogatömege (Rawls 1983), a tömöríthetőség mértéke (Gomez *et al.* 2002), a térfogatömeg lehetséges intervalluma és a növények által elviselt maximális értéke (Canillas és Salokhe 2002) egyaránt nagymértékben függ a talaj fizikai féleségétől.

A térfogatömeg kedvezőtlen mértékű megnövekedése a tartós öntözéses gazdálkodás egyik velejárója (Morozova 1964, Poznyak 1985), azonban száraz gazdálkodási körülmények között is bekövetkezhet a nehéz talajművelő gépek használata miatt (Canillas és Salokhe 2002).

A térfogatömeg csökkentését a szántott talajrétegben műveléssel végezhetjük, a tartós egyensúlyi állapot (Kozin 1989) azonban csak a duzzadási és zsugorodási ciklusok következtében állhat elő (Bondarev *et al.* 1994). A kisebb tömörödések általában egy vegetációs periódus (Szkvorcova és Szapoznikov 1998, Birkás 2006), a szántott réteg alattiak és a nagyobbak pedig több év alatt (Horn 2004) térhetnek vissza az egyensúlyi értékükhöz.

A tömörítő hatás mértéke és mélysége a talaj fizikai féleségén kívül a műveléskori és a mintavételkori talajnedvességtől is függ (Sillon *et al.* 2003). A hatás mélységére vonatkozóan is eltérő adatokkal találkozunk. Egyes szerzők 10 cm (Jorge *et al.* 1992, Chan *et al.* 2006), mások 25 cm (Gysi *et al.* 2000) mélységig mértek tömörödést keréknyomokban. Silva *et al.* (1997) viszont arról számoltak be, hogy keréknyomhatás nélkül a kukorica soraiban a térfogatömeg kisebb volt, mint a természetesen ülepedett, nem művelt kontrollban.

Tartósan művelt üzemi táblák térfogatömegének megfigyelése a sokféle hatás és azok módosulásai miatt szükséges lenne. Nagyobb számban, könnyen elérhető közvetlen mérési adatok azonban nem állnak rendelkezésre a szántott rétegre sem, az alatta lévőkre pedig még kevésbé; a más adatokból történő becslés viszont igen bizonytalan eredményre vezet (Tóth *et al.* 2006). Jelen közleményünkben a Duna völgyében, elsősorban a Szigetközben, kisebb mértékben az Esztergomig terjedő szűk sávban üzemi talajokon végzett méréseinket kívánjuk elemezni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

1984 és 1989 között tavaszi és őszi időszakokban szántó művelésű táblákon 102, erdészeti művelésű területeken pedig 19 talajszelvényt tártunk fel és mintáztunk meg 150 cm mélységig. A feltárt szelvények nagyobb része a Szigetközben, egy kisebb hányada pedig Győr–Esztergom között a Dunától 5–10 km-es sávban került kijelölésre. A vizsgált terület 60–70%-át öntés talajok, 20–25%-át réti talajok, a fennmaradó kb. 5%-ot pedig öntés csernozjomok foglalják el (Szűcs és Szűcs 2004). Az öntés folyamatok által létrehozott osztályozott és rétegzett üledékekben minden fizikai talajféleség kategóriájú réteg előfordul. A különböző talajrétegekben elszórta jelenlévő kavics mennyisége nem ér el olyan mértéket, amelyet figyelembe kellene venni. A termőréteg-vastagságot korlátozó összefüggő kavicsréteg megjelenési mélysége a vizsgált területen viszonylag kevés esetben kisebb a felszíntől számított 150 cm-nél.

A megvizsgált 555 rétegből rétegenként 3 db 100 cm³-es bolygatatlan mintát vettünk, amelyekből a minta szárítószekrényben történt kiszárítása után megmértük a térfogat-tömeget. A bolygatott mintarészekből nátrium-pirofoszfátos előkészítéssel leiszapolható rész vizsgálatot (agyag- és iszapfrakció), Arany-féle kötöttségi szám és ötórás kapilláris vízemelés méréseket is végeztünk. A háromféle vizsgálat eredményének együttes figyelembevételével soroltuk be a vizsgált rétegeket a megfelelő fizikai talajféleség kategóriákba (Stefanovits 1981) (1. táblázat).

A 60 cm alatti rétegek adatait további csoportokra nem bontottuk fel, mert fontosnak tartottuk, hogy a kialakított csoportokban a mérések száma lehetőleg ne legyen 30-nál kevesebb. Az értékelés során, a viszonylag nagyobb ismétlésszámmal jelentkező vályog fizikai félelőségű rétegek esetében még további megosztást végeztünk annak megfelelően, hogy az adott helyszíneken a mintavételt megelőzően mikor szántottak utoljára.

1. táblázat A vizsgált rétegek megoszlása fizikai talajféleség és mintavételi mélység szerint (db)

Table 1. Distribution of investigated soil layers according to their texture classes and sampling depths, items (1) depth, cm, (2) coarse sand, (3) sand, (4) sandy loam, (5) loam, (6) clay loam, (7) clay, (8) agricultural fields, (9) forests

Mélység cm (1)	Durva homok (2)	Homok (3)	Homokos vályog (4)	Vályog (5)	Agyagos vályog (6)	Agyag (7)
Szántó (8)						
0–30	–	27	27	159	96	–
30–60	–	15	51	123	105	15
60–150	95	147	153	216	147	33
Erdő (9)						
0–30	–	6	6	27	18	–
30–60	6	3	9	39	18	–
60–150	24	12	21	45	24	–

Az egy adott helyszínen is meglehetősen vegyes faj és kor összetételű ártéri erdők talajait az értékelés során, tekintettel a viszonylag kicsi szelvénytáblákra is, faállomány szerint nem osztottuk csoportokra.

A középértékek közötti különbség szignifikanciájának megítéléséhez statisztikai szignifikancia hibásávokat (ssb) (Schunn 1999, Kennett *et al.* 2001, 2002) számítottunk és illesztettünk. Bármely két középértéket akkor tekintünk 5% statisztikai hibával különbözőnek, ha a megfelelő szabadságfokokkal számított hibásávok nem fednek át. Nagyon eltérő ismétléssel rendelkező középértékek összehasonlításakor növekszik ugyan az ezzel a módszerrel végzett becslés hibája (Payton *et al.* 2003), de esetünkben a 30-nál nagyobb ismétlésszám miatt ez a hiba a grafikus ábrázolás hibáján belül marad. A standard hiba helyett választottuk ezt az eljárást, ahol a 95%-os konfidenciahatárok feltüntetésére lenne szükség, és a szignifikancia-becsléshez még további mértékekre is (Cumming *et al.* 2006).

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált paraméterek fontosabb statisztikai jellemzőit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a térfogattömeg értéke több év vizsgálati átlagában a szántó területeken volt nagyobb, különösen érvényes ez a feltalajra. A térfogattömeg a legtöbb esetben a talaj fizikai féleségét jellemző értékekkel mutatott szignifikáns lineáris összefüggést. Jellemző volt a lineáris összefüggés a humusztartalommal, ritkábban a mésztartalommal. A talaj nedvességtartalma az állandó talajvízhatás alatt álló ártéri erdők talajában befolyásolta szignifikánsan a térfogattömeget. Figyelembe véve a talajvíz átlagos mélységét és az átlag szórását, belátható, hogy a szántó területek nagy része az időnkénti áradások kivételével, a vegetációs időben nem állt tartósan talajvízhatás alatt, ezért a nedvességgel való lineáris kapcsolat nem mutatható ki.

A szántó művelésű táblákon feltárt talajok rétegeinek többsége vályog fizikai féleségű, néhány kivétellel a többi fizikai talajféleség kategóriára is 30-nál több mérési adat áll rendelkezésre (1. táblázat). Az erdő alatti területekről a kevesebb feltárt szelvény miatt az ismétlésszámok kisebbek. Mindkét művelési ág halmazra jellemző, hogy a durva homok és az agyag fizikai féleség a feltalajban nem fordul elő.

A művelés során történő taposás maradandó talajtömörítő hatását mutatja, hogy valamennyi fizikai talajféleség esetén a szántó földi művelésben lévő táblákon a felső 30 cm-es réteg térfogattömege lényegesen nagyobb, mint az ártéri erdők esetén (1. és 2. ábra). Ez a különbség a mélyebb talajrétegekben is megfigyelhető, de mértéke kisebb.

Mindkét művelési ág és valamennyi fizikai talajféleség kategória tekintetében általános tendencia a térfogattömeg növekedése a szelvény mélységével, ami az adott rétegre nehezedő állandó nyomás mértékének változásával magyarázható. Kivételek ez alól a szántó művelésű táblák homok fizikai féleségű feltalajai, ahol a térfogattömeg nagyobb, mint a mélyebben fekvő homokrétegekben. Ennek a kivételnek a magyarázatát a szántó művelésű táblák fokozott tömörödése adhatja és az, hogy ezt a tömörítő hatást a kevés duzzadó ásványt tartalmazó homoktalajréteg nem tudja a duzzadó-zsugorodó mozgások váltakozásával ellensúlyozni.

Ez nem mond ellent annak a tapasztalatnak, hogy azonos erőhatás esetén a homok kevésbé tömörödik (Gomez *et al.* 2002). A mi méréseink több alkalommal hosszú időszakot átfogó, az adott használatot átlagosan jellemző vizsgálatok eredményeként születtek, ami magába foglalja annak esélyét, hogy a periodikus terhelésre jobban tömörödő vályog, vagy agyagos vályogréteg térfogattömege az időközben lejátszódó duzzadások hatására jobban közelítsen egyensúlyi állapotára felé, mint a homokrétegé.

2. táblázat A vizsgált paraméterek néhány matematikai statisztikai adata

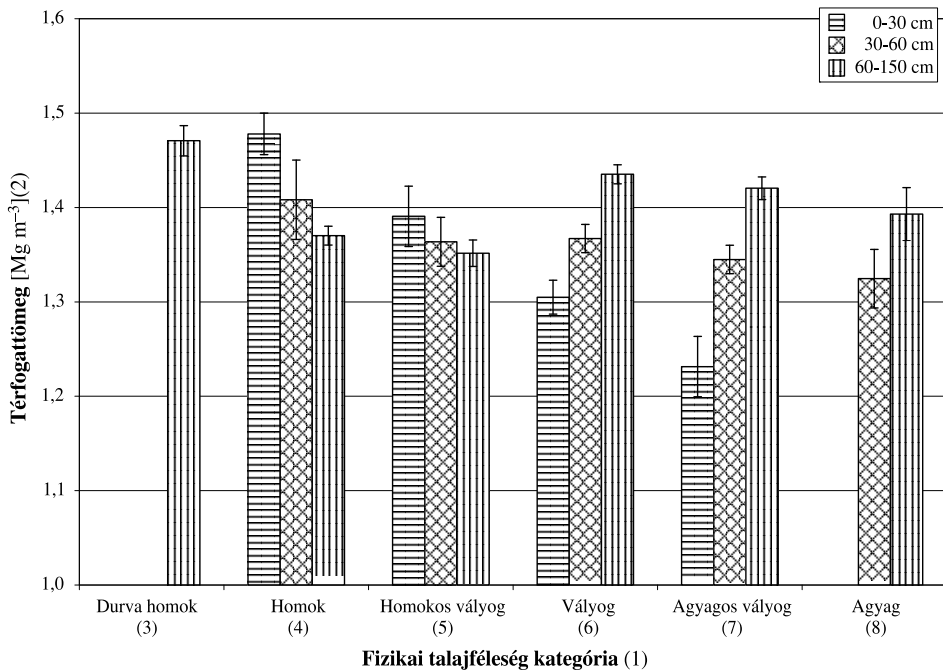
Table 2. Some statistical data of investigated parameters

- (1) parameters, (2) mean, (3) standard deviation, (4) correlation with the bulk density, (5) upper soil, (6) agricultural fields, (7) under forests, (8) bulk density, (9) ground water depth, (10) soil moisture, vol.%, (11) sum of silt and clay, (12) boundness (SP), (13) 5 hour capillary rise, (14) O.M., (15) CaCO₃, (16) subsoil, all layers between 30 and 15 cm depth

Paraméterek (1)	Közéérték (2)	Szórás (3)	Korreláció a térfogattömeffel r (4)	Közéérték (2)	Szórás (3)	Korreláció a térfogattömeffel r (4)
Feltalaj (5)						
	Szántó, n = 120 (6)			Erdő, n = 19 (7)		
Térfogattömeg, Mg m ⁻³ (8)	1,28	0,18	1	1,11	0,16	1
Talajvíz mélysége, cm (9)	315,31	147,78	0,11 n.s.	224,42	94,20	0,40 n. s.
Nedvesség, tf% (10)	23,69	10,43	-0,15 n.s.	40,25	15,56	-0,83 ***
Leiszapolható rész, % (11)	42,23	16,02	-0,32 **	43,34	21,95	-0,37 n.s.
Arany-féle kötöttségi szám (12)	45,76	13,07	-0,59 ***	55,21	13,53	-0,65 **
Ötórás kapilláris vízemelés cm (13)	21,62	8,47	0,37 ***	21,64	7,06	0,44 n. s.
Humusz, % (14)	2,59	2,09	-0,20 *	2,77	1,17	-0,78 ***
CaCO ₃ , % (15)	16,52	7,84	-0,32 **	18,60	5,73	-0,31 n.s.
Altalaj, a 30–150 cm mélység közötti összes vizsgált réteg (16)						
	Szántó, n = 432 (6)			Erdő, n = 67 (7)		
Térfogattömeg, Mg m ⁻³ (8)	1,37	0,10	1	1,33	0,12	1
Talajvíz mélysége, cm (9)	244,78	138,79	-0,30 **	171,91	86,75	0,13 n. s.
Nedvesség, tf% (10)	21,99	11,40	0,05 n.s.	33,46	13,11	-0,61 ***
Leiszapolható rész, % (11)	34,02	22,54	-0,10 n. s.	36,45	22,36	-0,46 ***
Arany-féle kötöttségi szám (12)	41,40	10,36	-0,37 ***	44,90	13,03	-0,72 ***
Ötórás kapilláris vízemelés cm (13)	30,17	13,95	-0,03 n. s.	28,18	12,05	0,52 ***
Humusz, % (14)	0,94	0,73	-0,30 **	1,07	0,72	-0,62 ***
CaCO ₃ , % (15)	20,37	9,24	-0,07 n. s.	21,64	5,96	-0,35 **

Megjegyzések: n.s. – nem szignifikáns; * 5% hibaszinten szignifikáns; ** 1% hibaszinten szignifikáns; *** 0,1% hibaszinten szignifikáns

Notes: n.s. – not significant, * significant at 5% error level, ** significant at 1% error level, *** significant at 0.1% error level



1. ábra A térfogattömeg alakulása a szántóföldi művelésű táblák talajszelvényeinek különböző fizikai féleségű rétegeiben

A hibasávok a statisztikai szignifikancia hibasávokat (ssb) jelentik

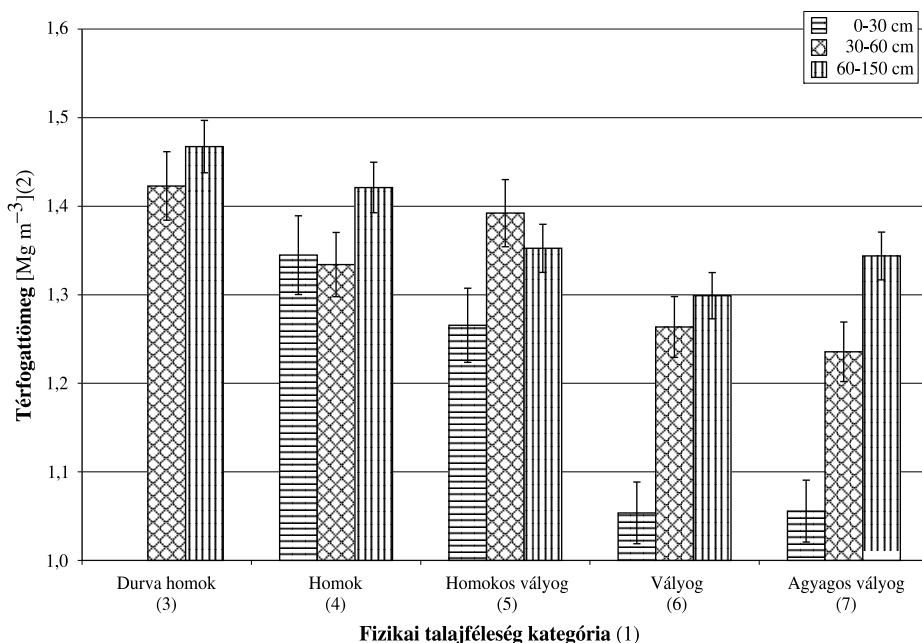
Figure 1. Average bulk density at different depths of agricultural field profiles

(1) texture classes, (2) bulk density, Mg m^{-3} , (3) coarse sand, (4) sand, (5) sandy loam, (6) loam, (7) clay loam, (8) clay

Legend box: sampling depth; error bars: statistical significance bars (ssb)

A szántóföldi művelésű táblákról származó szelvényekben megfelelően nagy számban találtunk vályog fizikai féleségű talajrétegeket (*1. táblázat*) ahhoz, hogy azok további csoportokba osztása ne eredményezzen túlságosan kicsi ismétlésszámot. A talajszelvények feltárásakor megfigyelhető műveltségi állapot szerint a vályog fizikai féleségű rétegek csoportjait két részre osztottuk.

A *szántás* csoportba azokat a szelvényeket soroltuk, amelyek tábláit a feltárás előtt néhány naptól néhány hétig terjedő időszakban szántották. A *régen művelt* jelzésű csoportba a szelvényfeltárás idején éppen díszlő, vagy betakarított növényállomány vetése előtt, tehát egy vegetációval korábban szántott táblák szelvényei tartoztak. A kialakított csoportokban, ahol a minimális mintavételi ismétlésszám mindenütt meghaladta az 50-et, a különböző mintavételi mélységekben mért átlagos térfogattömeg-értékeket a *3. ábra* mutatja.



2. ábra A térfogattömeg alakulása az erdő művelésű táblák talajszelvényeinek különböző fizikai féleségű rétegeiben

Hibasávok: lásd 1. ábra

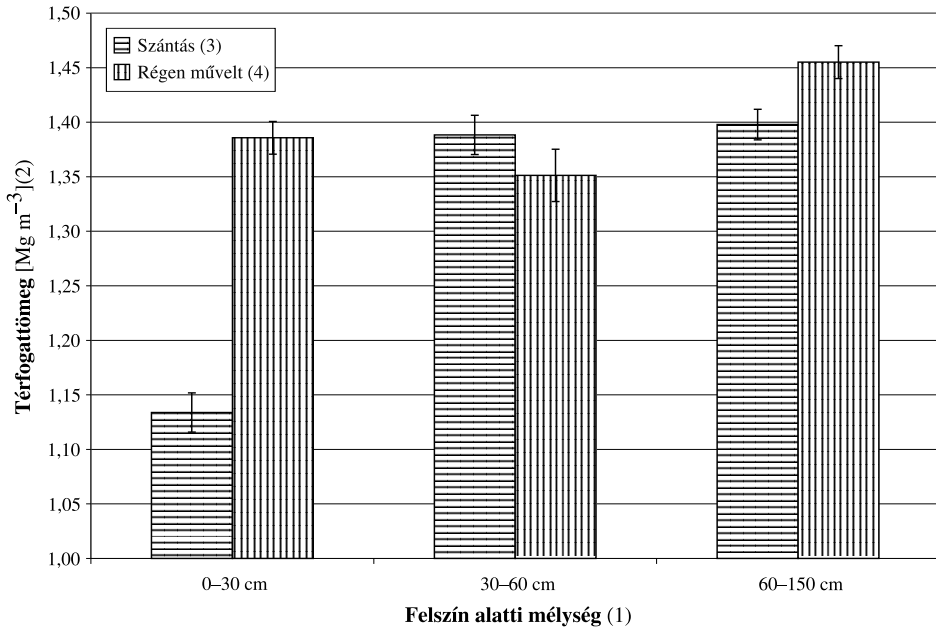
Figure 2. Average bulk density at different depths of forest field profiles

(1) texture classes, (2) bulk density, Mg m^{-3} , (3) coarse sand, (4) sand, (5) sandy loam, (6) loam, (7) clay loam

Legend box: sampling depth; error bars: see Figure 1.

A vizsgálat előtt nem hosszú idővel elvégzett szántás eredményeként a feltalajban jelentkezik a földművelők által jól ismert hatás, a térfogattömeg jelentős csökkenése. A szántott réteg alatt, a szántás hatására megfigyelhető enyhe térfogattömeg-növekedést a gépek tömörítő hatásának tulajdonítjuk. Egyszeri talajművelés érzékelhető tömörítő hatását általában nem tudják 15–25 cm-nél mélyebben kimutatni (Gysi et al. 2000), de találunk olyan közleményt is, ahol a szerzők (Chan et al. 2006) állítása szerint a tömörítés csak 10 cm-ig hatolt, viszont ha megvizsgáljuk az általuk a mélyebb rétegekre megadott, de nem elemzett adatokat, további tömörödési sávot fedezünk fel a lazított réteg alatt.

A 60 cm alatt általunk a szántott csoportban megfigyelt térfogattömeg-csökkenésről azt feltételezzük, hogy odáig már nem hatott az egyszeri tömörítő hatás, viszont a lazított feltalajon keresztül az időközben lehullott csapadék regeneráló duzzadást eredményezhetett.



3. ábra A vályog fizikai féleségű talajrétegek térfogattömege, elhelyezkedésük felszín alatti mélysége és a mintavétel előtti művelés időpontjának függvényében
Hibasávok: lásd 1. ábra

Figure 3. Bulk density of loamy soil layers, depending on their depths and the time of soil ploughing before sampling

- (1) sampling depth, (2) bulk density, Mg m⁻³, (3) time of ploughing – freshly ploughed, (4) time of ploughing – fields ploughed a vegetation season before
Error bars: see Figure 1.

Texture dependence of some physical and water properties of soils in the Danube valley in the Kisalföld region of Hungary I. The bulk density

MIHÁLY SZŰCS¹ – LJUDMILA SZŰCS¹ – ZOLTÁN VARGA²

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

¹ Department of Soil Science and Water Management

² Department of Mathematics and Physics, Meteorological Group

SUMMARY

Bulk density determinations were carried out on samples of 102 soil profiles from ploughed fields and 19 profiles from forest territories until the depth of 150 cm, along a 150 km in

length and 5–10 km wide zone of the Danube valley from village Rajka to Esztergom city. As field samplings lasted several months in Spring and also in Autumn, the results characterise average conditions of farm fields in the region.

Significant linear correlations were proved between the values of bulk density and soil texture, soil organic matter content, and in some cases for calcium carbonate content as well. For bulk density of floodplain forest soils under the constant influence of ground water level changes significant linear correlation with soil moisture content was also proved. Texture classes of the investigated 555 soil layers were determined by the use of several parallel applied texture definition methods and the result data of more than 1500 bulk density determinations were grouped also according to land use and sampling depth.

It was found that the bulk density of sandy soil layers is bigger when they are on the top of the profile, but for the layers with increased quantity of fine particles the bulk density increases with their depth. It is explained by the swelling of fine particles, which balances the effect of pressure for the layers near the surface. The common observation, that the bulk density of a sandy soil layers is bigger than that of a loamy layer can be supported only for the upper layer of the profile, but not for layers below 60 cm depth.

Comparing the bulk density of layers of ploughed and forest soils with identical texture it was found that compaction of sandy and sandy loam layers under the surface do not depend on land use, but for layers with elevated fine particle content the influence of compaction effect of regular wheel pressure can be measured for layers under 60 cm depth.

Bulk density of topsoil ploughed freshly or several weeks before sampling was more than 0.2 cm^3 less than for layers ploughed a season earlier. The ploughing increased slightly the bulk density of the layer below the ploughing and resulted in a decrease for layers below 60 cm. This decrease is attributed to the swelling caused by the wetness from precipitations penetrated more easily after ploughing.

Tillage caused similar value but reverse direction temporary change for the bulk density of the upper soil layer compared with the effect of regular wheel traffic. Similar extent changes can be observed under the influence of differences in texture.

Keywords: soil, bulk density, profile, forest, soil texture.

IRODALOM

- Birkás M. (szerk.) (2006): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Bondarev, A. G. – Kuznecova, I. V. – Szapozhnikov, P. M. (1994): Pereuplotnenie pocsv szel'szkohozjajsztvennoj tehnikoj, prognoz javlenija i proceszszü razuplotnenija. Pocsvovedenie. (4) 58–64.
- Canillas, E. C. – Salokhe, V. M. (2002): A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. Soil & Tillage Research. **65**, 221–230.
- Chan, K. Y. – Oates, A. – Swan, A. D. – Hayes, R. C. – Dear, B. S. – Peoples, M. B. (2006): Agronomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil. Soil & Tillage Research. **89**, 13–21.
- Cumming, G. – Fidler, F. – Vaux, D. L. (2006): Error bars in experimental biology. The Journal of Cell Biology. **177**, (1) 7–11.
- Fodor N. – Rajkai K. (2004): Talajfizikai tulajdonságok becslése és alkalmazásuk modellekben. Agro-kémia és Talajtan. **53**, (3–4) 225–238.

- Gysi, M. – Klubertanz, G. – Vulliet, L.* (2000): Compaction of an Eutric Cambisol under heavy wheel traffic in Switzerland – field data and modelling. *Soil & Tillage Research*. **56**, 117–129.
- Gomez, A. – Powers, R. F. – Singer, M. J. – Horwath, W. R.* (2002): Soil compaction effects on growth of young ponderosa pine following litter removal in California's Sierra Nevada. *Soil Science Society of America Journal*. **66**, (4) 1334–1343.
- Horn, R.* (2004): Time dependence of soil mechanical properties and pore functions for arable soils. *Soil Science Society of America Journal*. **68**, (4) 1131–1137.
- Jorge, J. A. – Mansell, R. S. – Rhoads, F. M. – Bloom, S. A. – Hammond, L. C.* (1992): Compaction of fallow sandy loam soil by tractor tires. *Soil Science*. **153**, (4) 322–330.
- Kennett, S. – Taylor-Clarke, M. – Haggard, P.* (2001): Noninformative vision improves the spatial resolution of touch in humans. *Current Biology*. **11**, 1188–1191.
- Kennett, S. – Spence, C. – Driver, J.* (2002): Visuo-tactile links in covert exogenous spatial attention remap across changes in unseen hand posture. *Perception & Psychophysics*. **64**, (7) 1083–1094.
- Kozin, V. K.* (1989): Raszchet ravnovesznoj plotnoszti pocsv. *Pocsvovedenie*. (1) 153–156.
- Morozova, É. F.* (1964): Vlijanie szlozszenija pahotnogo szloja na szvojsztva orosaemogo tipicsnogo szerozema i urozsaj hlopcsatnika. *Pocsvovedenie*. (3) 71–77.
- Payton, M. E. – Greenstone, M. H. – Schenker N.* (2003): Overlapping confidence intervals or standard error intervals: What do they mean in terms of statistical significance? *Journal of Insect Science*. **34**, (3) 1–6.
- Poznyak, Sz. P.* (1985): Dinamika plotnoszti orosaemüh csernozemov juga Ukrainü. *Pocsvovedenie*. (4) 56–59.
- Rawls, W. J.* (1983): Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content. *Soil Science*. **135**, (2) 123–125.
- Schunn, C. D.* (1999): Statistical significance bars (SSB): A way to make graphs more interpretable. Unpublished manuscript. www.lrdc.pitt.edu/schunn/SSB/
- Sillon, J. F. – Richard, G. – Cousin, I.* (2003): Tillage and traffic effects on soil hydraulic properties and evaporation. *Geoderma*. **116**, 29–46.
- Silva, A. P. – Kay, B. D – Perfect, E.* (1997): Management versus inherent soil properties effects on bulk density and relative compaction. *Soil & Tillage Research*. **44**, 81–93.
- Stefanovits P.* (1981): Talajtan. Második átdolgozott kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szkvorcova, E. B. – Szapoznikov, P. M.* (1998): Dinamika sztroenija porovogo prosztranzsztva pri uplotnenii i razuplotnenii pahotnüh pocsv. *Pocsvovedenie*. (2) 167–175.
- Szűcs M. – Szűcs L.* (2004): Buried humus layers in the Szigetköz region of Hungary. XXIInd Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. 30 August – 2 September 2004 Brno. CD. 1–8 p.
- Tóth B. – Makó A. – Rajkai K. – Kele G. – Hermann T. – Marth P.* (2006): Use of soil water retention capacity and hydraulic conductivity estimation in the preparation of soil water management maps. *Agrokémia és Talajtan*. **55**, (1) 49–58.
- Várallyay Gy.* (1987): A talaj vízgazdálkodása. Doktori értekezés tézisei. Budapest.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SZŰCS Mihály
 Nyugat-magyarországi Egyetem
 Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
 Talajtani és Vízgazdálkodási Intézeti Tanszék
 9200 Mosonmagyaróvár, Pozsonyi út 4.
 E-mail: szucs@mtk.nyme.hu

Az Acta Agronomica Óváriensis 2012/1. számának megjelenését a
TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0006 számú projekt és a
Magyar Hallgatók az Európai Egyetemeken Alapítvány
támogatta.

ISSN 1416-647x

Kiadásért felelős
a Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja

Megjelent
a Competitor-21 Kiadó Kft.
9027 Győr, Külső Árpád út 35.
gondozásában
ügyvezető igazgató:
Andorka Zsolt