

Berendezés bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének meghatározására

VÁRALLYAY GYÖRGY

Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A vízzel telített talaj hidraulikus vezetőképessége a talaj vízgazdálkodási tulajdonságainak egyik alapvető paramétere. Ismerete sok szempontból fontos. Így elsősorban a talajvíz-hidrológiai, hidrogeológiai kutatásoknál [14, 16]: a felszín alatti vizek utánpótlódásának, vertikális és horizontális mozgásának, a talajvízszint kialakulásának, terep alatti mélységének, ingadozásának vizsgálatánál, illetve ezek okainak megállapításánál, az ezekre ható tényezők elemzésénél; a drenázstervezési gyakorlatban [18]: drénrendszerek típusának megválasztásánál, a drének méretezésénél, mélységének, lejtésének és egymástól való távolságának meghatározásánál; a talajmechanikai vizsgálatoknál [8]; a vízepítési gyakorlatban; meliorációs tervezéseknél stb.

A talajban a talajvízszint alatti rétegeken kívül viszonylag csak ritkán tölti ki teljesen a talaj pórusait víz (tartós vízborítás esetén, a talajszelvény pangóvízes rétegeiben stb.), a hidraulikus vezetőképesség tehát közvetlenül csak ilyen viszonyokra nyújt adatokat. A K-értékek azonban — mint erről korábbi közleményünkben [22] beszámoltunk — ennek ellenére jól jellemzik a talaj szerkezeti állapotát, pórusviszonyait, vízgazdálkodási tulajdonságait [11, 17], érzékenyen jelzik az abban természeti okok vagy mesterséges beavatkozások hatására bekövetkező változásokat [4, 20], és kiindulópontot jelentenek további vízgazdálkodási jellemzők, elsősorban a vízzel telítetlen talaj kapilláris vízvezető-képességének meghatározásához. A hidraulikus vezetőképesség jól definiált K-értékeinek meghatározását ezért a korszerű talajvizsgáló gyakorlat sem nélkülözheti.

A talaj hidraulikus vezetőképességének meghatározása helyszíni, illetve bolygatatlan vagy bolygatott szerkezetű mintákon végzett laboratóriumi mérésekkel történhet.

A helyszíni módszerek közül a hidrológiai és hidrogeológiai kutatásoknál elsősorban a piezométeres eljárás [12, 15], a talajvizsgáló és drenázstervezési gyakorlatban inkább az ún. „fűrőlyuk” (auger hole)-módszer terjedt el [12]. A tényleges viszonyokat kétségtelenül e módszerekkel nyert adatok jellemzik legjobban. A módszerek hátránya azonban, hogy vékonyabb talajrétegek hidraulikus vezetőképességének meghatározására, így rétegezett talajokban történő mérésekre vagy egyes rétegekben bekövetkező változások regisztrálására nem alkalmasak. Talajtani alkalmazásukat még jobban korlátozza az, hogy csak a talaj vízzel telített rétegeiben, gyakorlatilag tehát csak a talajvíz szintje alatt tesznek lehetővé méréseket. Újabban EHUD STIBBE, THIEL és

TAYLOR [2] speciális liziméter-monolitok alkalmazásával e módszerek felhasználhatóságát az egész talajszelvényre kiterjesztette, eljárásuk azonban kísérleti jellegű, költséges, körülményes, tömegvizsgálatokra nem alkalmas.

A hidraulikus vezetőképesség *laboratóriumi meghatározása* bolygatott vagy bolygatatlan szerkezetű talajmintákon végezhető. Mivel a folyadékát-eresztés mértéke a pórusok sugarának negyedik hatványával arányos, a talaj hidraulikus vezetőképessége a talaj porozitásviszonyaitól, összporozitásától, a pórusok méret szerinti megoszlásától, elsősorban azonban a durva pórusok mennyiségétől függ. Ebből következik, hogy a laboratóriumban meghatározott K-értékek csak akkor jellemzik reálisan a tényleges viszonyokat, tesznek lehetővé reális következtetéseket, ha meghatározásuk eredeti, vagy azt megközelítő állapotú talajmintán történt. Ez viszont azt jelenti, hogy a K-értékek mérését szerkezetes talajok esetében bolygatatlan szerkezetű talajmintán célszerű elvégezni. Bolygatott szerkezetű minták alkalmazása egyrészt akkor lehet indokolt, ha azokból a laboratóriumban a természetes viszonyokat megközelítő állapotú minta állítható elő, tehát szerkezet nélküli, esetleg erősen leromlott, vagy könnyen leromló szerkezetű talajok esetében. Másrészt bizonyos modellkísérleteknél, pl. a folyadékfázis koncentrációja és kémiai összetétele, kicserélhető kationok, kémhatás talajfizikai hatásának vizsgálatánál, vagy éppen a talaj porozitásviszonyainak, aggregáltságának, szerkezeti állapotának a K-értékekre gyakorolt hatása megállapításánál, stb.

Bolygatatlan szerkezetű talajminták vételére és azok hidraulikus vezetőképességének laboratóriumi meghatározására vonatkozóan igen sok módszer található a szakirodalomban. Legáltalánosabban elterjedt az 5 cm magas, 20 cm² keresztmetszetű (5,12 cm átmérőjű), 100 cm³ térfogatú minták vétele [12, 13, 19, 22]. Ez megfelelő fúróberendezés segítségével egyszerűen, többnyire kézi erővel végrehajtható, akár a talaj felszínéről, akár fúrt lyuk kívánt mélységű rétegeiből, akár ásott szelvénygödör megfelelően kipreparált szintjeiből (vertikális minta), vagy oldalfalából (horizontális minta). Lényegében hasonló módszert ismertetett UHLAND [20], aki 7,5 cm hosszú és 7,5 cm átmérőjű, LUTZ [10], aki 3 cm hosszú és 6 cm átmérőjű, SMITH, BROWNING és POHLMANN [17], akik 10 cm hosszú és 7,5 cm átmérőjű bolygatatlan szerkezetű talajminták vételére szerkesztettek speciális fúróberendezést. Magyarországon KLIMES SZMIK, SZELÉNYI és VÉR szerkesztettek hasonló berendezéseket. A 100 cm³-es, vagy ahhoz hasonló térfogatú minták vizsgálatánál a minta kis mérete miatt ugyan meglehetősen nagy a mintavételi hiba, de ez a mintavétel módszerének egyszerűsége miatt megfelelő számú ismétléssel viszonylag könnyen a kívánt mértékre csökkenthető [11]. Folyamatos mintavétel esetén 5 cm-es minták vizsgálata alapján ugyan igen részletes képet kapunk a talajszelvény egyes rétegeinek hidraulikus vezetőképességéről, azonban ehhez — nem mindig indokoltan — igen nagy számú minta begyűjtése szükséges. Ha viszont csak a morfológiai bélyegek alapján a helyszínen elhatárolt genetikai szintekből, vagy rétegekből gyűjtünk be mintákat, a meg nem mintázott rétegek adatainak hiányában az egész talajszelvényre vonatkozóan esetleges téves következtetésekre jutunk. Más esetekben technikai szempontból jelent megoldhatatlan feladatot 5–10 cm-es bolygatatlan szerkezetű talajminták begyűjtése: frissen művelt, szántott vagy lazított rétegekből, mélyebb talajszintekből, talajvízszint alatti talajrétegekből, stb. Ezért régi törekvés a bolygatatlan szerkezetű minták méreteinek növelése, ami számos nehézséget vet fel. Ilyen pl. a mintavevő berendezés talajba nyomásának, majd kiemelésének problé-

mája, a minta lyukba történő visszacsúszásának megakadályozása, stb. E kérdések technikai megoldására szintén viszonylag sok módszer nyert ismeretést. FIREMAN [3] már 1944-ben 2,5–70 cm hosszú és 2,5–15 cm átmérőjű bolygatatlan szerkezetű talajoszlopokat használt modellkísérleteiben, sajnos azonban azok begyűjtésének technikai részleteit nem közli. KELLEY és HAISE [5] 1947-ben 75 cm hosszú és 5 cm átmérőjű talajoszlopok begyűjtésére alkalmas motorikus berendezést írt le és részletesen áttekintette a témakör szakirodalmát. E módszert és berendezést továbbfejlesztve KELLEY, HARDMAN és JENNINGS [6] a begyűjtendő talajoszlopok méreteit tovább növelte 50–200 cm hosszúságig és 5–10 cm átmérőig. Módszerüket az USA talajfelvételezési módszerkönyve [19] is közli. Svédországban KJELMANN, KALSTENIUS és WAGER [7], Hollandiában WIT [24] szerkesztett készülékeket bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok vételére. WIT berendezése 30–200 cm hosszú, 5–12,5 cm átmérőjű talajoszlopok begyűjtésére alkalmas, mintegy 50 m (!) mélységig. A minta befogadására szolgáló PVC hengert magában foglaló élezett vágóélű acélsövet motorikus vibrátor, nagyobb mélység esetén speciális hidraulikus berendezés nyomja a kívánt mélységre, ezután a cső alját pneumatikus zárószerkezet zárja (megakadályozva ezzel a nem tapadó, túl száraz vagy túl nedves oszlop visszacsúszását kiemelés közben a lyukba), majd a mintavevő fejet a mintával motorikus emelő húzza a felszínre. A berendezést RIDDER és WIT [15, 16] elsősorban hidrogeológiai vizsgálatoknál alkalmazták sikerrel, de természetesen igen jól használható az a talajvizsgálati gyakorlatban is. Módszerünknek is ez az eljárás képezte az alapját [21, 23].

A bolygatatlan szerkezetű talajminták hidraulikus vezetőképességének laboratóriumi meghatározására két módszer áll rendelkezésre: az állandó víznyomás (constant head) és a csökkenő víznyomás (falling head) módszere. E módszerek azontán technikai megoldásukat tekintve igen sokfélék. Legáltalánosabban elterjedt az előbb említett 5 cm hosszú, 20 cm² keresztmetszetű és 100 cm³ térfogatú mintákon történő mérés [1, 12, 13, 14, 22, 25]. Ettől elvében semmiben sem különböznek azok az eljárások, amelyek a mérést nagyobb méretű mintákon végzik — többnyire az állandó víznyomás módszerével [8, 16, 17, 18, 25]. E módszerek közös jellegzetessége, hogy a vizsgálandó minta egészére *egyetlen* K-értéket (illetve annak időbeni változását jelző *egyetlen* görbét) adnak, ami — különösen hosszabb talajoszlopok esetében — elég nehezen értelmezhető, interpretálható és heterogén, rétegzett talajok esetében így nem sokat mond. Az adatból nem derül ki ugyanis, hogy az oszlopon belül, rétegenként hogy alakul a hidraulikus vezetőképesség. Lehet pl., hogy a mért kis K-értéket az 50 cm-es oszlopon előforduló egyetlen 3–4 cm vastag, kis hidraulikus vezetőképességű réteg okozza. Nem derül ki az sem, hogy ez a réteg pl. 10–13 cm-ig vagy 40–43 cm-ig fordul elő, aminek pedig gyakorlati szempontból esetleg döntő jelentősége van.

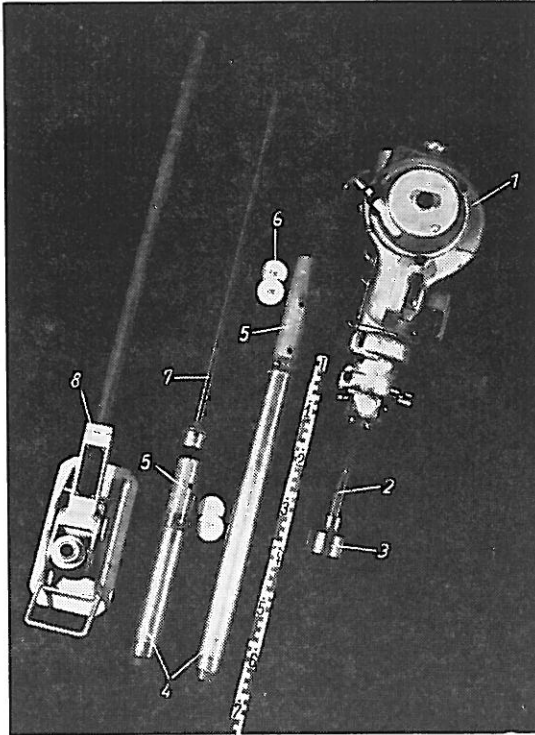
Következik az elmondottakból, hogy a bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének meghatározására szolgáló berendezésekkel szemben kettős igény jelentkezik, egyrészt az, hogy tegyék lehetővé megfelelő hosszúságú bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok begyűjtését a legkülönbözőbb talajadottságok mellett, másrészt tegyék lehetővé a hidraulikus vezetőképesség oszlopon belül, rétegenként történő mérését. Ilyen berendezést először FIREMAN és BODMAN [4] ismertetett, majd WIT fejlesztette azt tovább a Wageningeni Vízgazdálkodási Intézetben (ICW).

Elsősorban hollandiai tapasztalataink [21] alapján fejlesztettük ki jelen

közleményben ismertetett berendezésünket bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok begyűjtésére, illetve a begyűjtött talajoszlop hidraulikus vezetőképességének a talajoszlop bolygatása nélkül, rétegenként történő laboratóriumi meghatározására. Véleményünk szerint a sorozatvizsgálatokra is alkalmazható módszer számos olyan talajtani probléma tanulmányozására felhasználható, amelyek más módszerekkel nem vagy csak nehezen közelíthetők meg. Pl. a különböző talajművelési eljárások, agrotechnikai beavatkozások, az öntözés, kémiai talajjavítás talajfizikai hatásának indikálására stb. Még nagyobb lehetőségeket látunk azonban a módszer alkalmazására a laboratóriumi modellkísérletek területén. A bolygatott vagy bolygatatlan szerkezetű talajoszlopokban, mint kisebb méretű liziméterekben — K-indikációval — jól tanulmányozhatók olyan folyamatok talajfizikai hatásai mint a szikesedés vagy agyagbemosódás, jól modellezhetők az olyan mesterséges beavatkozások, mint az öntözés, kémiai talajjavítás, sőt esetleg a talajművelés. E modellkísérletek pedig — adataik megfelelő interpretálásával — következtetéseket engednek a beavatkozások várható hatásának bizonyos elbírálására, előrejelzésére is.

Bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok begyűjtése

Bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok begyűjtésére kidolgozott módszerünk eszközeit az 1. és 2. ábrán mutatjuk be. A szövegben zárójelben közölt számok az ábrákon levő számokra utalnak.



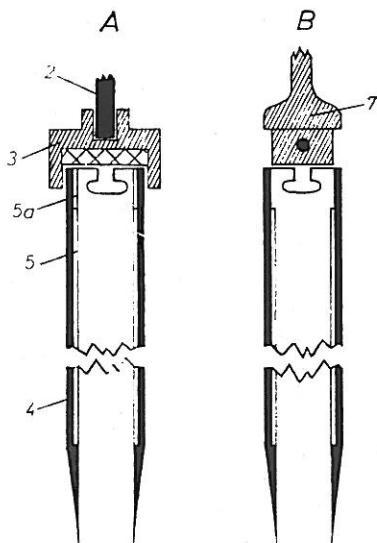
1. ábra

Berendezés bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok begyűjtésére. (1) Motorikus vibrátor, (2) Motor vibrátor-csonkja, (3) Acél beverőfej, (4) Fűrótest, (5) PVC-henger, (6) PVC-hengert lezáró műnyagsapkák, (7) Kiemelő szár és fej, (8) Golyósraecsnis kiemelő berendezés.

A bolygatatlan szerkezetű talajoszlopot *PVC hengerekbe* (5) gyűjtjük. A PVC hengerek átmérője 4–15 cm-ig, hossza 20–100 cm-ig váltakozhat. Lehetőség van nagyobb átmérőjű (15–30 cm), de rövidebb (25–40 cm) minták begyűjtésére is, amelyek tenyészedényként, illetve liziméterként alkalmazhatók. A talaj hidraulikus vezetőképességének meghatározásánál két csőméretet használtunk: *a)* 46 mm belső átmérőjű, 2 mm falvastagságú és 60 cm hosszú csövet, illetve *b)* 75 mm belső átmérőjű, 3 mm falvastagságú és 100 cm hosszú csövet. A csövekre egyik oldalukon 10 cm-ként 10 mm átmérőjű kerek lyukakat fűrtünk (a K-mérés során ezeken keresztül vezetjük be a manométerek csövét a talajoszlopba) és minden hengert számbelítéssel megjelöltünk.

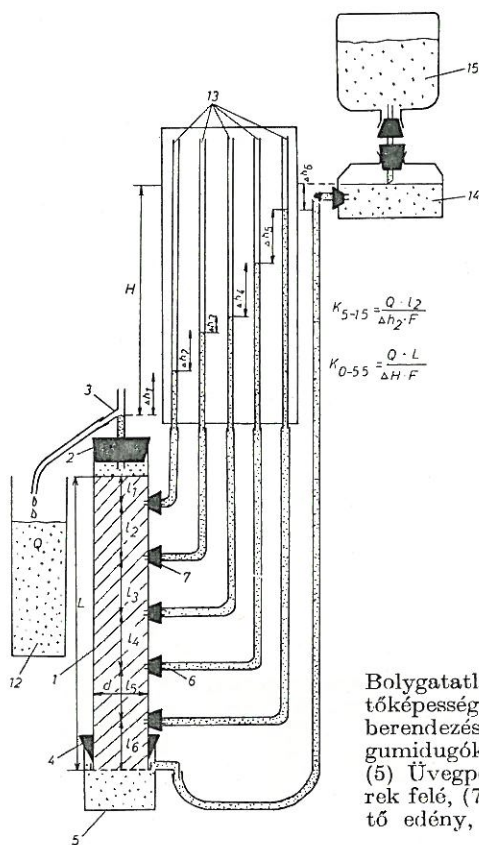
A PVC hengerek befogadására húzott acélból *fúrótestet* készítettünk (4). A fúrótest alsó része különlegesen edzett, krómnikkel acélból készült élezett vágóélben végződik. A fúrótest olyan méretű és belső kiképzésű, hogy a PVC henger hézagmentesen, de könnyen belecúsztatható és a vágóél, valamint a PVC henger belső felülete egyetlen sima felületet képez (2. ábra). A hézagmentes illeszkedésnek itt különös fontossága van, ellenkező esetben ugyanis a talajminta nem, nehezen vagy sérülten csúszik a hengerbe. A fúrótest felső szélé a 60 cm-es oszlopok esetében 2, a 100 cm-es oszlopok esetében 4 bajonettzár-horonnyal van ellátva (kiemeléskor ehhez illeszkedik a kiemelő-szár).

A fúrótestre talajba nyomáskor egy acélból készült *beverőfej* (3) kerül. Ennek alsó része úgy nyert kiképzést, hogy lazán, mintegy sapkaszzerűen helyezhető a fúrótestre. A beverőfej alsó furata — fentieknek megfelelően — 1–2 mm-el nagyobb átmérőjű, mint a fúrófej felső vége. A furat magassága 30 mm, felső részébe — csavarral — bakelit vagy vászonbetétes gumilap tömítés kerül (2. ábra) — a vibráció tompítása céljából. A beverőfej felső



2. ábra

Bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok begyűjtésére szolgáló berendezés elvi vázlata. *A)* Elrendezés talajba nyomáskor, *B)* Elrendezés kiemeléskor. Számok magyarázatát lásd az 1. ábránál (5a) PVC távtartó közgyűrű.



3. ábra

Bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének laboratóriumi meghatározására szolgáló berendezés elvi vázlata. (1) PVC-henger, (2) Egyfuratú gumidugók, (3) Üveg kifolyócső, (4) Tömítő gumigyűrű, (5) Üvegpohár kifolyócsővel, (6) Csövek a manométerek felé, (7) Egyfuratú tömítő gumidugók, (12) Vizgyűjtő edény, (13) Vízmanométer, (14) Állandó vízszintű edény, (15) Nivópalack.

részen ugyanakkor a motor vibrátoresonkjának (2) a részére van egy 25 mm átmérőjű és 30 mm mély furat.

A fúrótest talajba nyomása *motorikus vibrátorral* (1) történik. Vizsgálataink során svéd gyártmányú, Atlas Copco AB, Cobra BBM 47 LA típusú 70 cm³-es kétütemű benzinmotorral egybeépített, légkompressziós vibrátort használtunk, amelynek vibrációs frekvenciája 2100–2600/perc. A motor 615 mm hosszú, 25 kg súlyú, így egy ember is tudja emelni, üzemeltetni.

A *mintavétel* során a PVC hengert a fúrótestbe csúsztatjuk, e fölé egy 30 mm magas és a PVC henger átmérőjével megegyező átmérőjű PVC távtartó közgyűrűt (5a) helyezünk (ez akadályozza meg a betéthenger felcsúszását talajba süllyesztéskor), a fúrótestet függőlegesen a megmintázandó talajréteg lesimított felszínére állítjuk és ráhelyezzük a beverőfejet. Ezután beindítjuk a motort és miközben egy ember a fúrótest függőleges talajba vezetését irányítja, a másik a beverőfej felső furatába helyezi a motor vibrációs csonkját. A motor súlya és a vibráció a fúrótestet a talajba nyomja — annak bolygatása nélkül. Tapasztalataink szerint a talajba nyomás sebessége a talaj mechanikai összetételétől, tömődöttségétől, nedvességállapotától függően általában 1–4 perc/m. A fúrótestet olyan mélységig nyomjuk a talajba,

hogy a talajoszlop felszíne a mintatartó henger felső élétől mintegy 5 cm-re helyezkedjen el. Ezt a szintet egyébként a fúrótest külső oldalán célszerű előzetesen bejelölni. A kívánt mélység elérése után a motort leállítjuk, a beverőfejet leemeljük, kiemeljük az (5a) PVC közgyűrűt, majd a kiemelőszerű (7) fej részét az ezáltal szabaddá váló bajonettzár nyílásához csatlakoztatjuk (2. ábra). Ezután kézi erővel, láncos csőfogóval, célszerűen azonban az 1. ábrán bemutatott golyósraecnis kiemelő berendezéssel (8) kiemeljük a fúrótestet, majd óvatosan (célszerűen vízszintes helyzetben) kicsúsztatjuk belőle a bolygatatlan szerkezetű talajoszloppal telt PVC hengert. A mintatartó henger alsó és felső nyílását számbelátással ellátott műanyag sapkával (6), az oldalsó lyukakat sebtapasszal vagy szigetelőszalaggal zárjuk, s a mintát rázkódásmentesen — lehetőleg függőleges helyzetben — a laboratóriumba szállítjuk.

Térfogatsúly méréseink, valamint a hosszában kettévágott talajoszlop érzékszervi vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a leírt módszer ténylegesen *bolygatatlan* szerkezetű talajoszlopokat biztosít és a mintavétel során — a fúrótest megfelelő vágóele esetén — a talajban sem tömörödés, sem szerkezetleromlás, dezaggregáció nem megy végbe.

Bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének meghatározása

A bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének meghatározására kialakított berendezésünk elvi vázlatát a 3. ábrán, fényképét a 4. ábrán mutatjuk be. A szövegben zárójelben közölt számok itt is az ábrákon lévő számokra utalnak.

Berendezésünk az állandó víznyomás (constant head) módszerének elvi alapján működik. A vízszint-edényben (14) nívópalack (15) segítségével stabilizált állandó vízszint, valamint a kifolyócső (3) állandó vízszintje közötti konstans hidrosztatikus nyomáskülönbség ($\Delta H = \text{cm}$) hatására a víz alulról felfelé szivárog a talajoszlopban a kifolyócső nyílásáig, illetve jut azon keresztül a gyűjtőedénybe (12). A mintatartó hengerek oldalán levő kerek nyílásokon keresztül — vízhatlan tömítéssel — vízzel töltött manométerekhez kapcsolt csövek vezethetők a talajoszlopba, s teszik lehetővé a hidrosztatikus nyomás, illetve hidrosztatikus nyomáskülönbség ($\Delta h = \text{cm}$) meghatározását, az oszlop bolygatása nélkül, 10 cm-es rétegenként. A hidrosztatikus nyomáskülönbségek meghatározása és az oszlopon időegység alatt átszivárgó víz mennyiségének ($Q = \text{cm}^3/\text{nap}$) mérése alapján az egyes rétegek hidraulikus vezetőképessége ($K = \text{cm}/\text{nap}$) a Darcy-egyenlet alapján számítható, az alábbiak szerint:

$$K_{0-55} = \frac{Q \cdot L}{\Delta H \cdot F}$$

$$K_{0-5} = \frac{Q \cdot l_1}{\Delta h_1 \cdot F}; \quad K_{5-15} = \frac{Q \cdot l_2}{\Delta h_2 \cdot F}; \quad \dots \quad K_n = \frac{Q \cdot l_n}{\Delta h_n \cdot F}, \quad \text{ahol:}$$

K = A különböző talajrétegek hidraulikus vezetőképessége — cm/nap .

Q = Az oszlopon időegység alatt átszivárgó víz mennyisége — cm^3/nap

L = A talajoszlop hossza — cm .

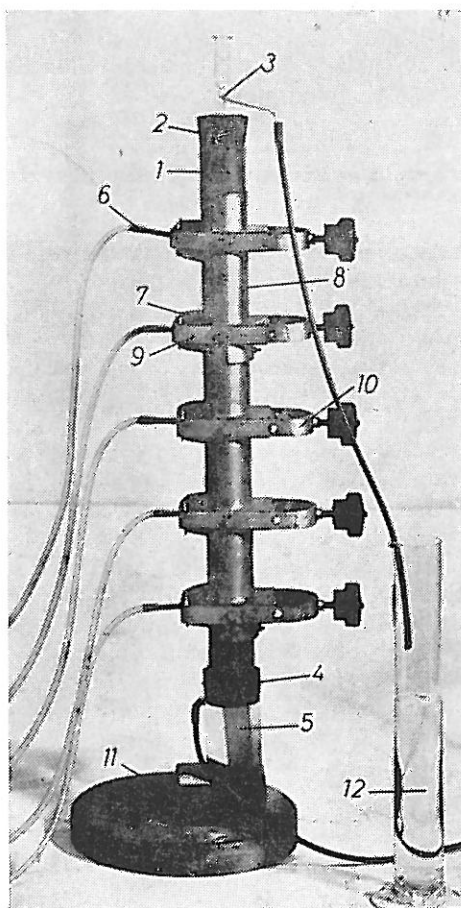
$l_1, l_2 \dots l_n$ = A vizsgált talajrétegek vastagsága — cm.

ΔH = A vízszint-edényben lévő vízszint és a kifolyócső vízszintje közötti hidrosztatikus nyomáskülönbség — vízoszlop cm.

$\Delta h_1, \Delta h_2 \dots \Delta h_n$ = A vizsgált talajrétegek alsó és felső síkján mért hidrosztatikus nyomás különbsége — vízoszlop cm.

F = A talajoszlop (mintatartó PVC henger) keresztmetszete — cm^2 .

A meghatározás során a PVC hengerekbe begyűjtött bolygatatlan szerkezetű vagy esetleg a laboratóriumban előállított bolygatatott szerkezetű talajoszlopokat először teljesen telítjük vízzel. Ebből a célból a hengereket lezáró műanyag sapkákat eltávolítjuk, az alsó nyílást nagyméretű gumidugóból készített, a hengerre hézagmentesen illeszkedő, tömitő gumigyűrűvel (4) szorosan leszorított nylon szitaszövettel zárjuk, majd az oszlopokat



4. ábra

Berendezés bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének laboratóriumi meghatározására (részlet). (1)—(7) lásd 3. ábra., (8) PVC hengereket magában foglaló fém félhenger, (9) és (10) Csavarkerékkel szabályozható csúszó szorító-kengyeles berendezés, (11) Nehéz fémtalpaczat, (12) Vízyűjtő edény.

megfelelő magasságú edénybe állítjuk, amelyben a vízszintet fokozatosan emeljük, kb. a talajoszlop felszínének a magasságáig. A telítés a talaj eredeti nedvességtartalmától függően könnyű mechanikai összetételű talajoknál 3—4 napot, közepes mechanikai összetételű talajoknál 6—8 napot, nehéz mechanikai összetételű és szikes talajoknál 10—20 napot vesz igénybe.

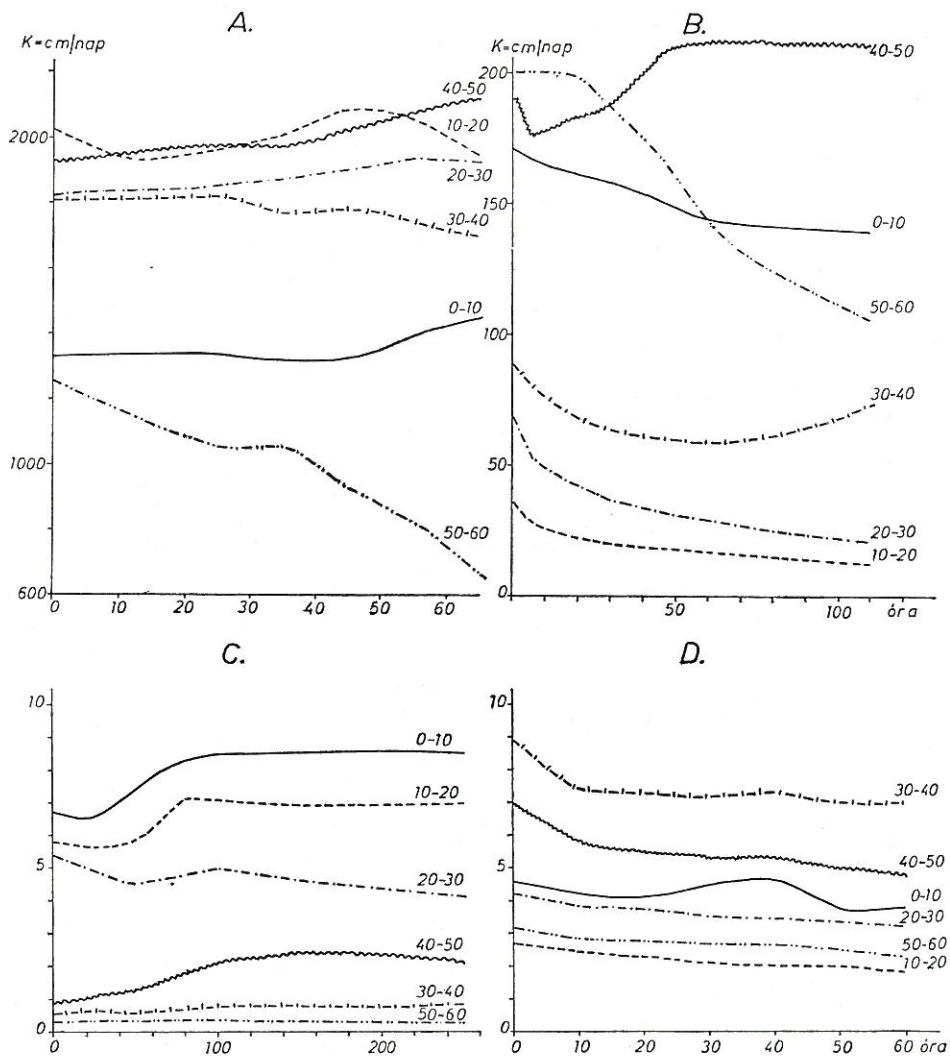
A vízzel történő telítés után a talajoszlopokat tartalmazó PVC hengereket az aljukon lévő tömítő gumigyűrűvel (4) egy kifolyócsővel ellátott vastag falú, peremes üvegpothárhoz (5) csatlakoztatjuk, gondosan ügyelve arra, hogy a pohár—gumi—henger tömítés még nagy víznyomás esetén is tökéletesen zárjon. Ezután a hengert közel vízszintes állapotban fordítjuk és a pohár felfelé álló kifolyócsővéin keresztül, vékony vízszög alkalmazásával, vízzel töltjük fel a poharat. Különös figyelmet kell itt fordítani arra, hogy a pohárban töltés után egyetlen légbuborék se maradjon. Ha a pohárban lévő víz buborékmentes és a tömítések jól zárnak, nyitjuk a vízszint-edény (14) vezetékének csapját, s a felfelé fordított nyílású, teljesen légbuborékmentes csövet — csöpögés közben — a pohár kifolyócsővére húzzuk, ügyelve arra, hogy e művelet közben se jussanak légbuborékok a rendszerbe.

Az így előkészített PVC hengert — benne a talajoszloppal — alulról az ennek befogadására kiképezett, sárgaréz-ből vagy rozsdamentes acélból készített, félhengerbe (8) csúsztatjuk. Ez a félhenger — 2 konzollal — egy stabilitást biztosító, nehéz, fémtalapzatra (11) excentrikusan elhelyezett acél rúdon mozgatható, illetve rögzíthető. A PVC henger becsúsztatásakor a fém félhengert e konzolok meglazításával kissé feljebb emeljük és kifordítjuk, hogy a henger behelyezése a talapzat *mellett* megtörténhessék, majd — most már a talajoszloppal együtt — úgy fordítjuk vissza, hogy az egész berendezés megfelelő stabilan álljon.

A vízszint-edény (14) nívópalackkal (15) szabályozott és stabilizált vízszintjét ezután a PVC-henger felső élénél valamivel magasabbra állítjuk, hogy ezen hidrosztatikus nyomás hatása alatt végbemenő állandó felfelé irányuló vízmozgás megakadályozza levegőbuborékok bejutását a rendszerbe. Ezután először eltávolítjuk a PVC-henger oldalán levő *legalsó* 10 mm átmérőjű kerek lyukat lezáró szigetelőszalagot, majd e nyíláson keresztül az első manométer csövet bevezetjük a talajoszlopba. Az alkalmazott manométerek (13) tulajdonképpen megfelelő — mm beosztással ellátott — panelre felerősített 150—200 cm hosszúságú, 5 mm belső átmérőjű üvegcsövek, amelyekhez a panel alján átlátszó műanyag cső csatlakozik. A megfelelő hosszúságú műanyag csövek végéhez ismét üvegcső (belső átmérő: 5 mm, hosszúság: 50 mm) illeszkedik. Ezeket az üvegcsöveket (6) durva kvarchomokkal töltöttük, végére nylon szitaszövetből készült apró szűrőlapot erősítettünk. Mégpedig úgy, hogy a homokkal töltött és nylon szitaszövettel lezárt csövecskéket egy tömítő gumidugó (7) furatán dugtuk keresztül oly módon, hogy a csövecske szűrőzött vége mintegy 4—5 mm-re áll ki a tömítő gumidugó szélesebbik végének a PVC-henger palástgörbületének megfelelőre csiszolt felszínéből. A tömítőgumi-csővecske „fejet” egyébként csak meghibásodás (eltömődés, homoktöltet kicsúszása stb.) esetén kell szétbontani, egyébként azokat célszerű összeszerelve, állandóan víz alatt tartani.

A készülék üzembeállításakor a manométercsövekbe vizet töltünk és az ezek víznyomásának hatása alatt csöpögő csövecskéket vezetjük be 2—3 mm-nyire a vízzel telített talajoszlopba úgy, hogy a tömítő gumidugó csiszolt felülete jól felfeküdjék a hengerre, és nagy víznyomás esetén is tökéletes

tömítést biztosítson. A gumidugót egyébként csavarkerékkel szabályozható, fém sínben mozgó szorítókegyeles berendezés (9, 10) szorítja a hengerre, biztosítva ezzel a tökéletesen vízzáró, nyomásálló tömítést. Fenti eljárást — sorrendben alulról felfelé — valamennyi manométer-vezetékekkel elvégezzük. Mikor a talajoszlop felszínén szabad víztükör jelenik meg a PVC-hengerben, a hengert vízzel feltöltjük és nyílását olyan gumidugóval zárjuk, amely-



5. ábra

A K-értékek időbeni változása néhány talajszelvényben (bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok vizsgálata alapján). A) Futóhomok 0—60 cm (Duna—Tisza köze—Kiskunlacháza), B) Homokos vályog mechanikai összetételű rozsdabarna erdőtalaj 0—60 cm (Órszentmiklós), C) Vályog mechanikai összetételű mészlepedékes csernozjom 0—60 cm (Mezőföldi löszhát — Érd), D) Agyagos vályog mechanikai összetételű „Alföldi lösz” 180—240 cm (Szolnoki löszhát—Törökszentmiklós).

nek furatába a (3) kifolyó-edényt rögzítjük. A talajoszlopon átszivárgó víz ezen a kifolyó-edényen keresztül jut a gyűjtőedénybe (12) — célszerűen mérőhengerbe.

A készülék üzemi nyomása ($\Delta H = \text{cm}$) az állandó vízszintű edény (14) emelésével, illetve süllyesztésével szabályozható. Az optimális ΔH természetesen talajonként változik, célszerű azonban azt úgy megválasztani, hogy egyrészt az oszlopon átszivárgó víz adagolása ne okozzon technikai nehézségeket, másrészt viszont a manométerek szintje közt minél nagyobb (minél könnyebben és kisebb hibával leolvasható) különbségek legyenek.

A berendezés üzemeltetése során a manométerek leolvasásán, az oszlopon átszivárgó víz mennyiségének ($Q = \text{cm}^3/\text{nap}$) mérésén és pótlásán (a nívópalack [15] időről időre történő feltöltésén) kívül tulajdonképpen csak arra kell ügyelni, hogy ne jussanak légbuborékok a rendszerbe és hogy a tömitések tökéletesen zárjanak.

Berendezésünkkel méréseket végeztünk bolygatatlan szerkezetű talajoszlopokon néhány magyarországi talajszelvény hidraulikus vezetőképességének a meghatározására, illetve a hidraulikus vezetőképesség időbeli változásának a nyomkövetésére. Vizsgálati adataink közül néhányat példaképpen az 5. ábrán mutatunk be.

Összefoglalás

1. Berendezést szerkesztettünk 4—15 cm átmérőjű és 20—100 cm hosszú bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok begyűjtésére. A módszer nagyobb átmérőjű (15—30 cm), de rövidebb (25—40 cm) bolygatatlan szerkezetű liziméter-monolitok begyűjtésére is alkalmas.

2. Berendezést szerkesztettünk bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének laboratóriumi meghatározására. Eljárásunk a talajoszlopok bolygatása nélkül, 10 cm-es rétegenként tesz lehetővé méréseket.

3. A kidolgozott módszer és a kifejlesztett berendezés jól alkalmazható a talaj szerkezeti állapotának, pórusviszonyainak, vízgazdálkodási tulajdonságainak jellemzésére, az azokban természeti okok vagy mesterséges beavatkozások hatására bekövetkező változások indikálására. Kitűnően felhasználható továbbá K-indikációval jellemezhető folyamatok (szikesedés, kilúgozás, agyagbemosódás, stb.), illetve mesterséges beavatkozások (öntözés, kémiai talajjavítás, esetleg talajművelés, stb.) modellezésére, illetve a modellkísérletek eredményei alapján azok várható hatásának bizonyos előrejelzésére is.

E helyen fejezem ki köszönetemet Pusztai Pál intézeti főmérnöknek a mintavevő berendezés tartozékainak, valamint a hidraulikus vezetőképesség meghatározására szolgáló berendezésnek gondos és körültekintő műszaki tervezéséért és pontos kivitelezéséért.

Irodalom

- [1] CHILDS, E. C. & POULOVASSILIS, A.: An oscillating permeameter. *Soil Sci.* **90**. 326—328. 1960.
- [2] EHUD STIBBE-THIEL, T. J. & TAYLOR, G. S.: Soil hydraulic conductivity measurement by field monoliths. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **34**. 952—954. 1970.
- [3] FIREMAN, M.: Permeability measurements on disturbed soil samples. *Soil Sci.* **58**. 337—353. 1944.
- [4] FIREMAN, M. & BODMAN, G. B.: The effect of saline irrigation water upon the permeability and base status of soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **4**. 71—77. 1940.

- [5] KELLEY, O. J. & HAISE, H. R.: A soil-sampling machine for obtaining undisturbed cores. *J. Amer. Soc. Agron.* **39**. 829—830. 1947.
- [6] KELLEY, O. J., HARDMAN, J. A. & JENNINGS, D. S.: A soil sampling machine for obtaining 2, 3 and 4 inch diameter cores of undisturbed soil to a depth of 6 feet. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **12**. 85—87. 1948.
- [7] KJELMANN, W., KALSTENIUS, T. & WAGER, O.: Soil sampler with metal foils. *Proc. Roy. Swed. Geotechn. Inst.* **1**. 1950.
- [8] KÉZDI, A.: Talajmechanikai praktikum. Tankönyvkiadó. Budapest. 1961.
- [9] LUTHIN, J. N.: Drainage of agricultural lands. *Amer. Soc. of Agronomy*. Madison. 1957.
- [10] LUTZ, J. F.: Apparatus for collecting undisturbed soil samples. *Soil Sci.* **64**. 399—401. 1947.
- [11] MASON, D. D., LUTZ, J. F. & PETERSEN, R. G.: Hydraulic conductivity as related to certain soil properties in a number of great soil groups — sampling errors involved. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **21**. 554—561. 1957.
- [12] Methods of soil analysis. I. Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. *Amer. Soc. Agron. Ser. Agronomy*. No. 9. Madison. 1965.
- [13] Metodicseszkie rukovodstvo po izucseniju pocsvennoj sztrukturü. *Izd. Kolosz. Leningrád*. 1969.
- [14] REEVE, R. C.: The measurement of permeability in the laboratory. *Agronomy*. **7**. 414—419. 1957.
- [15] RIDDER, N. A. DE: Hydro-geological investigations in the Netherlands. *Inst. for Land and Water Manag. Res. Techn. Bull. No. 20*. 40—50. 1961.
- [16] RIDDER, N. A. DE & WIT, K. E.: A comparative study on the hydraulic conductivity of unconsolidated sediments. *J. of Hidrology*. **3**. 180—206. 1965.
- [17] SMITH, R. M., BROWNING, D. R. & POHLMAN, G. G.: Laboratory percolation through undisturbed soil samples in relation to pore size distribution. *Soil Sci.* **57**. 197—213. 1944.
- [18] SMITH, R. M. & STALMAN, P. W.: Measurement of permeabilities in ground water investigations. In *Symposium on Permeability of Soils*. *Amer. Soc. Test. Materials, Spec. Techn. Publ.* **143**. 98—114. 1954.
- [19] *Soil Survey Manual*. US. Dep. Agric. Washington. 1951.
- [20] UHLAND, R. E.: Physical properties of soils as modified by crops and management. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* **14**. 361—366. 1950.
- [21] VÁRALLYAY, GY.: A talajok víz- és sóháztartásának kérdései Hollandiában. *Agrokémia és Talajtan*. **18**. 327—338. 1968.
- [22] VÁRALLYAY, GY.: A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. *Agrokémia és Talajtan*. **21**. (1—2). 57—88. 1972.
- [23] VÁRALLYAY GY.: Bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének meghatározása. *Időszerű Öntözési Kutatások — 1971*. 51—53. Budapest 1972.
- [24] WIT, K. E.: An apparatus for coring undisturbed samples in deep bore holes. *Soil Sci.* **94**. 65—70. 1972.
- [25] WIT, K. E.: Apparatus for measuring hydraulic conductivity of undisturbed soil samples. *Inst. for Land and Water Manag. Res. Techn. Bull. No. 52*. 1967.

Érkezett: 1973. február 12.

Apparatus for the Determination of Saturated Hydraulic Conductivity on Undisturbed Soil Columns

G. VÁRALLYAY

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary

Summary

The methods for the determination of saturated hydraulic conductivity are briefly reviewed in the first part of the present paper. The field methods, their advantages and limits, as well as, some methodical problems of collecting undisturbed soil cores are

discussed and methods are mentioned from the literature concerning the collection of large size undisturbed soil columns using different techniques and various machines for this purpose. Methods for the laboratory determination of the saturated hydraulic conductivity on undisturbed soil columns are evaluated, too.

The author's results can be summarized as follows:

1. The author designed an apparatus for collecting undisturbed soil columns with a diameter of 4—15 cm and with a length of 20—100 cm. The same apparatus can be used for collecting wider (15—30 cm in diameter) but shorter (25—40 cm) undisturbed soil monoliths. During the sampling procedure a PVC cylinder (receiving the undisturbed soil column) can be slid with tight fit into a sharp-edged steel bit, which can be driven into the soil — without disturbing its original structure — using an air hammer vibrator and lifted out from the soil (with the soil column) with a special lifting apparatus with ball clamp.

2. The author designed an apparatus for the laboratory determination of saturated hydraulic conductivity on undisturbed soil columns. The procedure — based on constant head method — gives possibility for the determination of the K-values on long soil columns at 10 cm intervals without disturbing the original structure and compaction of soil. The method can be properly used in a wide range of various soils.

3. Using the presented sampling and measuring methods the hydraulic conductivity ($K = \text{cm/day}$) and the „permeability curves” (changes in K-values with time) were determined for various Hungarian soil profiles and some of the results are given in Fig 5.

4. The presented method and the designed apparatus can be successfully applied for the characterization of soil structure, porosity and water economy of soils, for the indication of changes in these properties due to natural factors and human activities, as well as, for laboratory model experiments aiming the study of these phenomena with K-indication.

Fig. 1. Apparatus for collecting undisturbed soil columns. (1) Air hammer vibrator (Atlas Copco AB, Cobra BBM 47 LA). (2) Vibrator-stub of the motor. (3) Steel driving head, with shock damping bakelite or rubber and hamp hose discs in the upper side of its lower hole. (4) Steel bit, with properly formed inner surface for tight fit receiving the PVC cylinder, hardened sharp edge on the lower side and bayonet-clutch groove on the upper side. (5) PVC cylinder for receiving the soil column, with circular holes (10 mm in diameter) on one side at 10 cm intervals. (6) PVC covers, numbered for identification, for closing the lower and upper ends of the PVC cylinder. (7) Steel bore rod and lifting head, with a bayonet-clutch on the lower part of the latter for joining up with the bit. (8) Special lifting apparatus with ball clamp.

Fig. 2. Apparatus for collecting undisturbed soil columns. A). Layout during driving. B). Layout during lifting out. (2)—(5) See in Fig 1. (5a) PVC distance ring of 30 mm height, with the same diameter as the PVC cylinder. (7) See in Fig. 1.

Fig. 3. Apparatus for the laboratory determination of hydraulic conductivity on undisturbed soil columns. (1) PVC cylinder, with circular holes (10 mm in diameter) on one side, at 10 cm intervals. This cylinder contains the soil column. (2) Rubber stopper with one hole. (3) Glass outlet-vessel. (4) Sealing rubber ring, turned from a large rubber stopper. (5) Thick-walled beaker with outlet tube. (6) Tubing to the manometers: the end part of it (driven into the soil column) consists of a glass tube (with a length of 50 mm and 5 mm ID, filled by very coarse quartz sand and its end covered by a small nylon cloth filter) connected with transparent plastic tubing to the manometers. (7) Sealing rubber stoppers with one hole (their larger side — fitted on the surface of the PVC cylinder — was smoothly grounded according to the curvature of the PVC cylinder jacket). (12) Collecting vessel. (13) Water manometers: 150—200 cm long glass tubes with 5 mm ID. (14) Constant-level vessel. (15) Levelling (supply) bottle.

Fig. 4. Apparatus for the laboratory determination of hydraulic conductivity on undisturbed soil columns. (1)—(7) See in Fig 3. (8) Stainless steel or brass „half-cylinder” for receiving the PVC cylinder (the „half-cylinder” can be moved and fixed with a clamp as it slides over a steel guide rod attached eccentrically to a heavy, metal base and can be adjusted at the required direction and height by tightening a wing-screw fixing the clamp on the rod). (9) and (10) Sliding clamp device for the air- and water-tight fitting of the sealing rubber stoppers on the surface of the PVC cylinder. The fitting can be controlled by a spiral gear. (11) Heavy, metal base. (12) Collecting vessel.

Fig. 5. Changes in the hydraulic conductivity with time (permeability curves) within some Hungarian soil profiles, on the basis of K-measurements on undisturbed soil columns. A) Calcareous coarse sand, 0—60 cm (Hungarian Danube Valley —

Kiskunlacháza). *B*) Brown forest soil, sandy loam, calcareous, 0—60 cm (Őrszentmiklós). *C*) Calcareous chernozem, loam, 0—60 cm (Mezőföld loess plateau — Érd). *D*) Loesslike clay loam parent material of a meadow chernozem, calcareous, 180—240 cm (Szolnok loess plateau — Törökszentmiklós).

Appareil pour déterminer la conductivité hydraulique saturée dans les colonnes de sol à structure non dérangée

G. VÁRALLYAY

Institut de Recherches de Pédologie et de Chimie Agricole de l'Académie des Sciences de Hongrie,
Budapest

Résumé

Les méthodes pour la détermination de la conductivité hydraulique saturée sont brièvement exposées dans la première partie de l'étude présente. On s'occupe des essais sur place, de leurs avantages et limites ainsi que de certains problèmes méthodologiques du prélèvement des monolithes de sol non dérangés. On dispose des références de la littérature concernant les méthodes de la prise des colonnes de sol aux grandes dimensions, non dérangées, et plusieurs techniques et machines sont aussi mentionnées. Les méthodes de la détermination au laboratoire de la conductivité hydraulique saturée dans les colonnes de sol non dérangées sont aussi évaluées.

Les résultats de l'auteur peuvent être récapitulés en ce qui suit:

1. L'auteur a construit un appareil pour le prélèvement des colonnes de sol non dérangées au diamètre de 4 à 15 cm et ayant la longueur de 20 à 100 cm. Le même appareil peut être employé pour le prélèvement des monolithes de sol plus larges (au diamètre de 15 à 30 cm) et plus courts (de 25 à 40 cm).

Au cours du procédé du prélèvement des échantillons, un cylindre en PVC (recevant la colonne de sol non dérangée) peut être inséré bien joint dans une foreuse en acier affûtée qui est enfoncée dans le sol, sans déranger sa structure originale, en employant un vibreur au marteau à l'air comprimé; ce cylindre peut ensuite être retiré avec la colonne de sol à l'aide d'un appareil élévatoire au rochet d'entraînement à billes.

2. L'auteur a construit un appareil pour la détermination au laboratoire de la conductivité hydraulique saturée sur les colonnes de sol non dérangées. Ce procédé, basé sur l'emploi de la charge constante, rend possible de déterminer les valeurs *K* sur de hautes colonnes de sol par des intervalles de 10 cm sans déranger la structure et la compaction originale du sol. Cette méthode peut être convenablement employée en cas des sols les plus différents.

3. A l'aide des méthodes présentées pour le prélèvement des échantillons et les mesurages, la conductivité hydraulique ($K = \text{cm/jour}$) et les „courbes de perméabilité” (changement des valeur *K* avec le temps) étaient déterminées pour les différents profils de sol de Hongrie et une partie des résultats est représentée dans Fig. 1.

4. La méthode décrite et l'appareil construit est apte à la caractérisation de la structure, la porosité et le régime de l'eau des sols, à l'indication des changements dans ces propriétés attribués aux facteurs naturels et aux activités humaines, ainsi qu'à l'exécution des expériences modèles au laboratoire pour étudier ces phénomènes par l'indication de *K*.

Fig. 1. Appareil pour le prélèvement des colonnes de sol non dérangées. 1. Vibreur au marteau à l'air comprimé (Atlas Copco AB, Cobra BBM 47 LA). 1. Tubulure de vibreur dans le moteur. 3. Tête tournante en acier avec de disques intercalaires sans chocs en bakélite ou caoutchouc sur son côté supérieur. 4. Foreuse en acier ayant une surface intérieure convenablement formée pour la réception bien serrée du cylindre en PVC; tranchant endurci sur le côté inférieur et cliquet de la fermeture à baïonnette sur le coté supérieur. 5. Cylindre en PVC pour recevoir les colonnes, de sol avec des trous circulaires (au diamètre de 10 mm). Couvercles en PVC, numérotés pour faciliter l'identification, servant à fermer les deux orifices du cylindre en PVC. 7. Tige de sondage et tête élévatoire avec fermeture à baïonnette sur la partie inférieure de cette dernière pour la joindre à la foreuse. 8. Appareil élévatoire spécial avec un rochet d'entraînement à billes.

Fig. 2. Appareil pour le prélèvement des colonnes de sol non dérangées. *A)* Ajustement pendant l'enfoncement dans le sol. *B)* Ajustement pendant le prélèvement de la colonne. Pour les légendes voir Fig. 1. 5a. Entretoise circulaire en PVC (hauteur de 30 cm) ayant le même diamètre que le cylindre en PVC.

Fig. 6. Appareil pour déterminer au laboratoire de la conductivité hydraulique dans des colonnes de sol non dérangées. 1. Cylindre en PVC avec des trous circulaires (au diamètre de 10 cm) sur un côté aux intervalles de 10 cm. Ce cylindre contient les colonnes de sol. 2. Bouchon en caoutchouc avec un alésage. 3. Tube de décharge en verre. 4. Bague de garniture préparée d'un grand bouchon en caoutchouc. 5. Récipient en verre à paroi épaisse fournit d'un tube de décharge. 6. Tubes vers le manomètre: la partie pénétrant dans la colonne de sol est un tube en verre (à longueur de 50 mm et à un diamètre intérieur de 5 mm) rempli du sable très grossier, couvert enfin d'un petit filtre en tissu de nylon; ce tube se rattache au manomètre par un tube transparent en matière plastique. 7. Bague de graniture en caoutchouc avec un trou d'alésage (leur côté adhérent sur la surface du cylindre en PVC était finement poli pour l'ajuster à l'inflexion du cylindre en PVC. 12. Récipient collecteur. 13. Manomètres à l'eau: aux longueurs de 150 à 200 cm, les tubes en verre ont des diamètres intérieurs de 5 mm. 14. Récipient au niveau constant. 15. Bouteille de niveau.

Fig. 4. Appareil pour déterminer au laboratoire la conductivité hydraulique dans des colonnes de sol non dérangées. Pour 1 à 7 voir Fig. 3. 8. Demi-cylindre en acier ou cuivre inoxydable pour recevoir le cylindre en PVC. Le „demicylindre” peut être remué ou fixé avec un bras en le glissant sur une tringle en acier attachée excentriquement à un socle lourd en métal; en outre, ce „demi-cylindre” peut être ajusté à une direction et un hauteur désiré en serrant la vis aillée qui fixe le bras sur la tringle. 9 et 10. Dispositif glissant pour assurer l'ajustement hermétique des bouchons en caoutchouc sur la surface du cylindre en PVC. L'ajustement peut être réglé par une vis spirale. 11. Socle lourd en métal. 12. Récipient collecteur.

Fig. 5. Changements avec le temps de la conductivité hydraulique (courbes de perméabilité) de quelques profils de sol de Hongrie, établis à base des mesurages de K sur les colonnes de sol non dérangées. *A)* Sable grossier calcaire, 0 à 60 cm (Vallée du Danube en Hongrie — Kiskunlacháza). *B)* Sol brun forestier, limon sableux calcaire, 0 à 60 cm (Őrszentmiklós). *C)* Chernozem calcaire, limon, 0 à 60 cm (plateau de loess de Mezőföld—Érd). *D)* Limon loessoïde du chernozem de prairie calcaire, 180 à 240 cm (plateau de loess de Szolnok — Törökszentmiklós).

Аппаратура для определения гидравлической проводимости в почвенных колонках с ненарушенной структурой

ДЬ. ВАРАЛЛЯИ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт (Венгрия)

Резюме

В данной статье автор рассматривает и обобщает методы определения гидравлической проводимости почвы насыщенной водой. Оценивает полевые методы определения, их преимущество и пределы использования. Разбирает некоторые методические проблемы, возникающие при взятии почвенных образцов с ненарушенной структурой и приводит несколько способов взятия почвенных колонок большого объема без нарушения их естественного сложения. Приводит разработанные им методы для лабораторного определения гидравлической проводимости в этих колонках.

Полученные автором результаты коротко можно обобщить в следующем:

1. Автор сконструировал аппаратуру для взятия почвенных колонок с ненарушенной структурой длиной в 20—100 см, диаметром в 4—15 см. Метод пригоден также для взятия монолитов-лизиметров с ненарушенной структурой диаметром в 15—30 см и длиной в 25—40 см. В ходе взятия образцов в стальной каркас бура, оканчивающийся острой режущей частью, плотно без зазоров вкладывается трубка из пластмассы для приема почвенного образца с ненарушенной структурой, который моторным вибратором вводится в почву без нарушения ее естественного сложения, а затем устройством для поднятия поднимается из нее.

2. Автор сконструировал аппаратуру для определения в лабораторных условиях гидравлической проводимости в почвенных колонках с ненарушенной структурой. Этот способ — при использовании метода постоянного напора воды дает возможность проводить измерения по слоям в 10 см в почвенных колонках с ненарушенной структурой на самых различных почвах.

3. Указанными методами автор проводил определение гидравлической проводимости некоторых венгерских почв, или изучал изменение ее во времени (Рис. 5).

4. Разработанный метод и усовершенствованную аппаратуру можно с успехом использовать для характеристики структурного состояния почвы, ее порозности, водно-физических свойств и изменения этих свойств под влиянием естественных или искусственных вмешательств, далее для лабораторного моделирования тех естественных процессов и искусственных вмешательств, которые можно охарактеризовать изменениями K .

Рис. 1. Аппаратура для взятия почвенных образцов с ненарушенной структурой. (1) Моторный вибратор. (Atlas Corco AB, Собга ВВМ 47 LA). (2) Штуцер мотора вибратора. (3) Направитель из стали, с резиновым или бакелитовым амортизационным вкладышем. (4) Стальной корпус бура с внутренней поверхностью, пригодной для плотного помещения пластмассовой трубки принимающей почвенный образец, с закаленным режущим кольцом, с верхней стороны присоединяется к поднимающей рукоятке при помощи штыкового затвора. (5) Пластмассовая трубка служащая для приема почвенного образца, на одной стороне с отверстиями через каждые 10 см, диаметром в 10 мм. (6) Пластмассовые крышки снабженные номерами, для закрытия верхнего и нижнего отверстий пластмассовой трубки. (7) Стальная штанга для поднятия с головкой, которая является частью штыкового затвора. (8) Устройство для поднятия бура из почвы.

Рис. 2. Схема аппаратуры для взятия почвенных образцов с ненарушенной структурой. А) Положение в момент погружения в почву. В) Положение в момент поднятия из почвы. Обозначение цифр смотри на рисунке 1. (5а) Кольцо из пластмассы высотой в 30 мм такого же диаметра как и трубка-вкладыш, помещается для предотвращения скольжения трубки в буре.

Рис. 3. Схема аппаратуры для лабораторного определения гидравлической проводимости в почвенных колонках с ненарушенной структурой. (1) Пластмассовая трубка, в которой помещается почвенный образец с ненарушенной структурой, на одной стороне трубки находятся отверстия диаметром в 10 мм на расстоянии друг от друга в 10 см. (2) Резиновая пробка с одним отверстием. (3) Стеклопластиковая трубка для стока воды. (4) Закрывающее резиновое кольцо изготовленное из резиновой пробки большого размера. (5) Толстостенный стеклянный стакан с трубкой водосливом. (6) Трубки ведущие к манометру: части входящие в почвенную колонку представляют собой стеклянные трубки длиной в 50 мм с внутренним диаметром в 5 мм, наполненные грубым кварцевым песком и закрытые на конце небольшими фильтровальными пластинками из нейлоновой сетчатки, остальная часть — прозрачные пластмассовые трубки (7) Закрывающие резиновые пробки с одним отверстием, сторона их соприкасающаяся с трубкой отшлифована соответственно изгибу стенки трубки. (12) Сосуд для сбора воды. (13) Водные манометры: стеклянные трубки длиной в 150—200 см с внутренним поперечным сечением в 5 мм. (14) Сосуд с постоянным уровнем воды. (15) Сосуд поддерживающий постоянный уровень воды.

Рис. 4. Аппаратура для определения гидравлической проводимости в почвенных колонках в лабораторных условиях (часть). Обозначения от (1) до (7) смотри на рисунке 3. (8) Полуцилиндр из желтой меди или из нержавеющей стали, приспособленный для держания пластмассовой трубки. При помощи двух консолей может передвигаться или плотно закрепляться на стальном штативе. (9) и (10) Приспособление с винтами для плотного прижатия резиновых закрывающих пробок к стенкам пластмассовых трубок. (11) Тяжелый металлический цоколь. (12) Смотри на рисунке 3.

Рис. 5. Изменение величины K во времени в некоторых почвенных разрезах (на основании исследований проведенных в почвенных колонках с ненарушенной структурой). А) Сыпучий песок 0—60 см (Междуречье Дуная и Тиссы — Кишкунлацхаза). В) Ржаво-бурая легкосуглинистая лесная почва 0—60 см (Эрсентмиклош). С) Мицелярный суглинистый чернозем 0—60 см (Лёссовое плато Мезёфёльд—Эрд). Д) Тяжелосуглинистый «Инфузионный лёсс» 180—240 см (Лёссовое плато Солнока—Тёрёксентмиклош).