

## Adatok az alföldi homoktalajaink kapilláris vízemelőképességének értékeléséhez

BOTVAY KÁROLY

*Erdőmérnöki Főiskola, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron*

Talajaink jellemzésére K r e y b i g [7] vizsgálatai óta megszokott az öt-órás kapilláris vízemelés értékének használata. Ez az eljárás a homokot 300 mm-nél nagyobb vízemeléssel határolja el a kötöttebb talajoktól, viszont a homokon belüli megkülönböztetésekre már nem nyújt lehetőséget.

Az Alföld kiterjedt homoki gazdaságaiban azonban azt tapasztaljuk, hogy a homoknak a termelésben mutatott viselkedése a kisebb-nagyobb kolloid tartalomnak megfelelően még igen különböző lehet. Ezért behatóbban meg vizsgáltuk a homoktalajok kapilláris vízemelőképességét. Ez az eljárás mind a szükséges felszerelés, mind a kivitel tekintetében annyira egyszerű, hogy a szélesebbkörű gyakorlat is jó hasznát veheti.

Mihelyt azonban elszigetelten csak homoktalajok vizsgálatáról van szó, felvetődik a kérdés, hogy e szűkebb mezőn belül is az 5 órás kapilláris vízemelés adja-e a leghűbb jellemzést.

Elvileg az idő függvényében ábrázolt teljes vízemelési görbe volna legalkalmasabb a talajok jellemzésére. Ebben a formában azonban a kapilláris vízemelés mint talajvizsgálati eljárás sokat veszítene a gyakorlatiasságából. A Kreybig-féle eljárásnak éppen az adja meg a gyakorlati becst, hogy egyetlen időpont vízemelési adatával tudja a különböző talajokat jellemezni. Ezért az egyetlen időpont elve mellett célszerű minden esetben megmaradni.

### A vizsgálatok ismertetése

A következőkben ismertetett vizsgálatok feladata mindenek előtt a homokok esetében legmegfelelőbb vízemelési időpont megállapítása volt. Mi ennek a kipuholására a kapilláris vízemelési adatok és egy standard, viszonylag szabatosabban meghatározható tulajdonság közötti összehasonlítás módszerét választottuk. Összehasonlítási alap céljára a leiszapolható alkatrésztartalom mellett döntöttünk. Eljárásunk abban állott, hogy egy sor különböző mechanikai összetételű alföldi homoktalajnak meghatároztuk a leiszapolható alkatrésztartalmát s számos, de egységesen megválasztott időpontban a kapilláris vízemelését. A nyert adatokat külön-külön értéksorokba rendeztük s rendre megvizsgáltuk, hogy a leiszapolható alkatrészek értéksora melyik időpont kapilláris vízemelésének értéksorával áll legszorosabb kapcsolatban. Ezen időpont kapilláris vízemelését tartjuk a homoktalajok vizsgálatára leginkább alkalmasnak.

A kérdés vizsgálatának ez a módszere azon a feltevésen alapszik, hogy egyrészt a homoktalajoknak a növénytermesztésben kifejezésre jutó tulajdonságait a leiszapolható alkatrésztartalmuk elég hűen jellemzi, másrészt, hogy ez a feltevés átvihető a leiszapolható alkatrésszel legszorosabb kapcsolatban álló időpont kapilláris vízemelésére is. Feltevéseinknek az a meggondolás az alapja, hogy a homoktalajok vízgazdálkodása a kolloidokat magába foglaló leiszapolható alkatrészekkel

áll a legközvetlenebb s legvilágosabbban áttekinthető kapcsolatban. Márpedig nem kétséges, hogy az Alföld aszályosra hajló éghajlatában a homoktalajok teljesítő-képességét elsősorban a minimumban levő víz szabja meg s így minél közvetlenebb valamely tulajdonságnak a vízgazdálkodással való kapcsolata, annál találhatóbb jellemzést várhatunk tőle a növénytermesztés céljaira. Nyilvánvaló azonban, hogy a kérdésbe a növénytenyésztésnek a leiszapolható alkatrésztartalommal arányosan javuló táplálkozási lehetősége is belejátszik.

Mindezt természetesen csak a homoktalajokra vonatkoztatjuk, amelyeknek általában kicsiny a kolloidtartalmuk. Ismeretes, hogy a nagy kolloidtartalmú vályogos és agyagos szövetű talajok esetében már a szerkezet kérdése is fokozottabban nyomul előtérbe, ez pedig már nagymértékben függ a szorbeált kationok minőségi és mennyiségi viszonyaitól is. Ezen felül nyomatékosan kívánjuk hangsúlyozni, hogy a jelen tanulmányunk a homokok közül is kifejezetten csak az Alföldön túlnyomóan előforduló finomabb homokra vonatkozik. Hogy a durva, vagy kavicsos homok vízelmelése mennyire másként alakul, arra tököli és monori homokokkal kapcsolatban legutóbb Stefanovits és Szücs [8] mutattak rá. A növénytermesztéssel kapcsolatos következtetéseink szempontjából természetesen további kizáró tényezőnek számít minden talajhiba is (szódás rétegek, mészkőpad, glej stb.).

A vizsgálatok céljára az Alföld öt különböző vidékéről (Debrecen, Pusztavacs, Kecskemét, Ásotthalom, Jánoshalma térségei) összesen 28 szelvényből begyűjtött homokmintákat használtunk fel.

1. táblázat  
28 szelvényátlag leiszapolható alkatrésztartalma

(1) Szám	(2) Leiszapolható %	(1) Szám	(2) Leiszapolható %	(1) Szám	(2) Leiszapolható %
124	2,0	142	4,6	13	6,2
149	2,5	57	4,6	96	6,4
134	2,5	52	4,6	137	7,0
151	3,0	55	5,2	48	7,4
155	3,0	123	5,2	156	8,2
17	3,3	18	5,6	108	10,5
56	3,8	10	5,6	44	14,0
59	4,0	93	5,6	51	16,0
63	4,4	94	6,0	92	18,8
		47	6,2		

A 28 homokminta leiszapolható alkatrészeinek (<0,02 mm) meghatározása egyszerű dekantációval történt. Ehhez az előzetes diszpergálást Krauss [6] nyomán kis porcelán csészében kevés vízzel, sűrű pépes állapotban, gumi újjal való eldörzsölés formájában végeztük. A vizsgálatok ide vonatkozó eredményeit az 1. táblázatban adjuk. Innen látható, hogy a vizsgálati anyagban a homok minden kötöttségi fokozata képviselt a leglazábbtól az agyagos homokig.

Egyidejűleg meghatároztuk a 28 homokminta kapilláris vízelmelését is a 0,5., 1., 2., 3., 5. és 25. órában s egyben Vageler [10] ismert hiperbola egyenletével kiszámítottuk a végleges vízelmelés értékeit. Erre a célra Thun [9] nyomán egyetemlegesen az 5. és 25. órai leolvasásokat használtuk fel, tekintve, hogy a végső vízelmelés magassága mind a 28 homokminta esetében meghaladta a 300 mm-t.

A hét időpont vízelmelési adatait a 2. táblázatba foglaltuk.



Különleges feladatot jelentett a 28 homokminta leiszapolható alkatrésztartalmának értéksora és egy-egy időpont kapilláris vízelérése értékcsora közötti kapcsolat szorosságának meghatározása. Itt a két értékcsorban lényegében a kísérleti anyag homokmintáinak két tulajdonsága áll egymással szemben. E két tulajdonság között logikai kapcsolat áll fenn, mert az egyikben beálló változás a másikban is megfelelő változással jár. Erre való tekintettel a kapcsolat szorosságának meghatározására első közelítésben\* meg lehet kísérteni a kétváltozós egyszerű kapcsolatszámítás (korrelációs számítás) alkalmazását [1, 4]. Ezt az eljárást erdőgazdasági szakkérdésben már eddig is alkalmaztuk [2, 3].

Mint ismeretes az egyszerű korrelációs számítás segítségével két változó nagyság (X és Y) közötti összefüggés szorosságának kifejezésére a Bravais-féle korrelációs tényező meghatározása útján számszerű értékhez jutunk. A korrelációs tényezőt (1) a következő kifejezéssel számíthatjuk:

$$r = \frac{\sum x \cdot y}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}}$$

hol x és y két változó nagyság — esetünkben a kapilláris vízelérés értéke (X) és a %-os leiszapolható tartalom (Y) — értékcsorában a középértéktől való eltérést jelentik. A korrelációs tényező értéke mindég a +1 és -1 közé esik. A lehetséges legszorosabb kapcsolatot ez a két szélső érték jelenti. Ezekből a zéró felé közeledve aránylagosan csökken a kapcsolat szorossága, végül a zéró már a kapcsolat teljes hiányára mutat. A korrelációs tényezőt egyaránt nyerhetjük pozitív és negatív előjellel. A pozitív előjel azt jelenti, hogy az egyik tulajdonság növekvő irányú változása a másik tulajdonságban ugyancsak növekvő irányú változással jár. A negatív előjel esetében viszont az egyik tulajdonság növekvő irányzatának a másik tulajdonságban csökkenő irányú változás felel meg.

A kapcsolatot elbírálásakor a korrelációs tényező abszolút értékén kívül figyelembe kell venni a valószínű hibáját (h) is, mely

$$h = \frac{0,6745 \cdot (1 - r^2)}{n}$$

kifejezéssel számítható, hol n az X és Y változó nagyságok értékcsorában a tagok száma (a fennforgó esetben 28). A véletlen közrejátszásának lehetősége miatt ugyanis csak akkor tekinthetjük a kimutatott kapcsolatot reálisnak, ha az r/h értéke megközelítőleg 6, vagy ennél nagyobb.

Példaként a 3. táblázatban közöljük az említett hét időpont közül a 2 órás kapilláris vízelérés és a leiszapolható alkatrésztartalom közötti kapcsolat tényezőjének és valószínű hibájának számítását. Innen kitűnik, hogy a korrelációs tényező értéke ebben az összefüggésben -0,711. A negatív előjellel a fentebb előadottak értelmében következik, hogy a 2 órás kapilláris vízelérés értékei és a leiszapolható alkatrészek %-os mennyiségei között fordított kapcsolat áll fenn, azaz növekvő kapilláris vízelelőképeség csökkenő leiszapolható alkatrésztartalommal jár.

Ugyanígy történt a 0,5., 1., 3., 6. és 25. órában mért, végleges vízelérés és a leiszapolható alkatrészek közötti összefüggés korrelációs tényezőinek és való-

\* A korrelációs számításnak itt felhasznált egyszerű, könnyen áttekinthető s viszonylag kevesebb számolási műveletet igénylő változata szigorúan véve csak lineáris kapcsolatokra alkalmazható.

színű hibáinak a számítása is. Az ide vonatkozó eredményeket a 4. táblázat foglalja össze.

3. táblázat

A 2 órás kapilláris vízemelés és a leiszapolható alkatrésztartalom korrelációjának számítása

Sz.	X	Y	x	y	x · y		x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
					+	-		
17	380	3,3	+90	- 3,0	-	270,0	8100	9,00
47	331	6,2	+41	- 0,1	-	4,1	1681	0,01
55	325	5,2	+35	- 1,1	-	38,5	1225	1,21
149	325	2,5	+35	- 3,8	-	133,0	1225	14,44
63	320	4,4	+30	- 1,9	-	57,0	900	3,61
124	318	2,0	+28	- 4,3	-	120,4	784	18,49
151	318	3,0	+28	- 3,3	-	92,4	784	10,89
13	316	6,2	+26	- 0,1	-	2,6	676	0,01
59	315	5,0	+25	- 2,3	-	57,5	625	5,29
155	310	3,0	+20	- 3,3	-	66,0	400	10,89
18	306	5,6	+16	- 0,7	-	11,2	256	0,49
10	300	5,6	+10	- 0,7	-	7,0	100	0,49
52	300	4,8	+10	- 1,5	-	15,0	100	2,25
112	298	4,6	+ 8	- 1,7	-	13,6	64	2,89
56	295	3,8	+ 5	- 2,5	-	12,5	25	6,25
57	285	4,6	+ 5	- 1,7	8,5	-	25	2,89
123	283	5,2	+ 7	- 1,1	7,7	-	49	1,21
93	280	5,6	+10	- 0,7	7,0	-	100	0,49
156	278	8,2	+12	+ 1,9	-	22,8	144	3,61
134	275	2,5	+15	- 3,8	57,0	-	225	14,44
96	273	6,4	+17	+ 0,1	-	1,7	289	0,01
48	265	7,4	+25	+ 1,1	-	27,5	625	1,21
44	260	14,0	+30	+ 7,7	-	231,0	900	59,29
137	255	7,0	+35	+ 0,7	-	24,5	1225	0,49
51	255	16,0	+35	+ 9,7	-	339,5	1225	94,09
94	252	6,0	+38	- 0,3	11,4	-	1444	0,09
108	210	10,5	+80	+ 4,2	-	336,0	6400	17,64
92	205	18,8	+85	+12,5	-	1062,5	7225	156,25
Σ	8135	176,4			+ 91,6	-2946,3	Σx <sup>2</sup> =36821	Σy <sup>2</sup> =437,92
∞	290	6,3				+ 91,6		

$$\Sigma x \cdot y = -2854,7$$

$$r = \frac{\Sigma x \cdot y}{\sqrt{\Sigma x^2 \Sigma y^2}} = \frac{-2854,7}{4015,5} = -0,7108$$

$$h = \frac{0,6745(1 - r^2)}{n} = \frac{0,4038}{5,2915} = 0,0763$$

$$\frac{r}{h} = -9,314$$

### A vizsgálati eredmények elemzése és értékelése

Az ismertett vizsgálatok feleletet adnak arra a kérdésre, hogy melyik időpont kapilláris vízemelésétől várhatjuk a legtalálhatóbb jellemzést. Ez a fentebb előadottak értelmében csak a leghorribb kapcsolatú rendelkező 2 órás vízemelés időpontja lehet.

Hogy mily megbízhatósággal történhetik ez a jellemzés, illetve, hogy a 2 órás vízelelés adataiból mily valószínűséggel következtethetünk a leiszapolható alkatrészek mennyiségére, arra a korrelációs tényező abszolút értékéből következtethetünk. Ez a fennforgó esetben 0.711 lévén, mintegy három tizeddel megközelíti a legszorosabb kapcsolatot jelentő egységnyi értéket, ami már magában véve is szorosabb kapcsolatra mutat. A helyes értékelés szempontjából azonban még meg kell jegyeznünk, hogy olyan kapcsolatokban, ahol egy tulajdonság nemcsak egy kiválasztott s vele szembeállított másik, hanem egyidejűleg több más ismert, esetleg rejtett tulajdonsággal is kapcsolatban áll, a korrelációs tényező ugyan egészen megközelítheti, de el nem érheti az egységnyi értéket. Az egységnyi tényező ugyanis már csupán két változó közötti szigorúan megszabott függvénynek felel meg, ami a jelenlegi vizsgálatokban nem áll fenn, mert a kapilláris vízelmelőképesség nemcsak a leiszapolható alkatrésztartalomtól, hanem gyaníthatóan számos más tényezőtől is (megnedvesíthetőség, oldható sók, kationok, anionok mennyiségi és minőségi viszonyai stb.) függ.

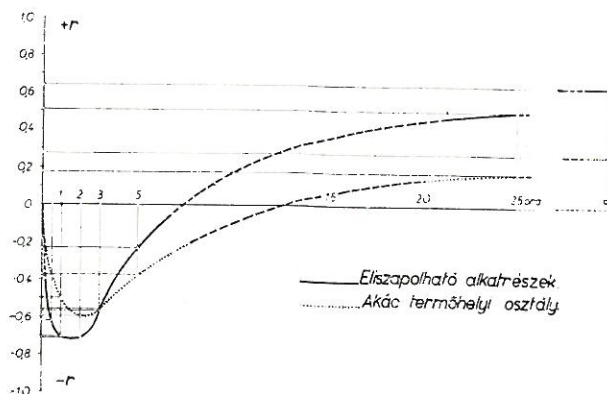
A 2 órás kapilláris vízelelés korrelációs tényezőjének a valószínű hibájával alkotott hányadosa — miként az a 4. táblázatból kitűnik — meghaladja a 6-ot (9,314), ami a fentebb előadottak értelmében azt jelenti, hogy a kimutatott kapcsolat a véletlentől függetlennek minősíthető.

4. táblázat

A különböző időpontokban fennálló kapcsolat  $r$ ,  $h$  és  $r \cdot h$  értékei között

	0,5. órás	1. órás	2. órás	3. órás	5. órás	25. órás	Végleges
$r$	-0,619	-0,708	-0,711	-0,566	-0,230	0,508	0,639
$h$	0,079	0,076	0,076	0,086	0,122	0,095	0,076
$r \cdot h$	-7,876	-8,173	-9,314	-6,549	-1,188	5,371	8,466

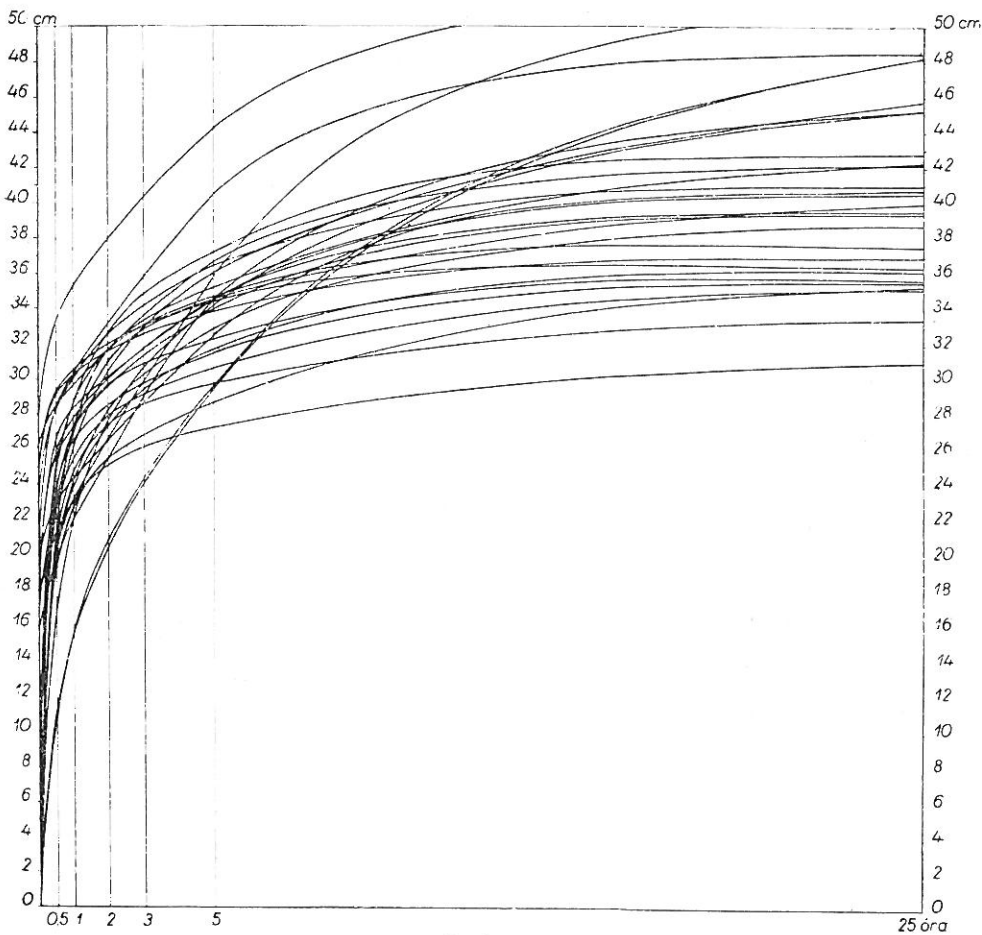
A vizsgálati eredmények reámutatnak arra a változékonyságra is, ami különböző időpontban nyert kapilláris vízelelési adatok és a leiszapolható alkatrészmennyiségek kapcsolata terén fennáll. A 4. táblázat szerint a korrelációs tényezők abszolút értéke széles skálában változik s eközben az előjele is megfor-



1. ábra

Különböző időpontok vízelelésének és a leiszapolható alkatrészeknek kapcsolatszorossági görbéje

dul. Ezt mutatja szemléltetőbb formában az 1. ábra is, melyen jól látható, hogy a kapcsolat folyamatos változásában az időtengely mentén igen kifejezett irányzat nyilvánul meg. A kapcsolat szorosságát kifejező korrelációs tényező görbéje a második órában elért negatív előjelű maximum után élesen, majd lenyhábban csökken s valahol az 5. és 10. órás vízelelés között zéróvá enyészik. Eddig az időig növekvő kapilláris vízelelés csökkenő leiszapolható alkatrésztartalommal kapcsolatos. A zéró átlépése után a kapcsolat pozitívvá válik, vagyis emelkedő vízelelő-képességnek emelkedő leiszapolható alkatrésztartalom felel meg, a kapcsolat szorossága pedig a 25 órás vízelelésen át a végleges felé újból megnövekszik.



2. ábra

A 28 homokminta kapilláris vízelelésének ábrázolása az idő függvényében

A kapcsolat szorosságának ily nagy mérvű változásai arra mutatnak, hogy amennyiben egyetlen időpont vízelése alapján kívánunk következtetni a homok leiszapolható alkatrésztartalmára, illetve ezen keresztül a teljesítőképességére, ezt az időpontot semmi esetre sem választhatjuk meg szabadon, mert az egyedül csak a legszorosabb kapcsolat időpontja lehet.

Arra nézve, hogy a kísérleti anyagban milyen úton-módon alakul ki a kapcsolat szorosságának az időtengely mentén tapasztalt nagy változékonysága s a második órában a legszorosabb kapcsolatot, tájékoztatást kaphatunk, ha a vízemelési görbék rendszerét kissé behatóbban elemezzük. A közös koordinátarendszerben ábrázolt görbék halmazára tekintve (2. ábra) azonnal látjuk, hogy az egyes görbék — különösen a vízemelés első időszakában — sűrűn metszik egymást. Ez a homokok különböző mechanikai összetételének a következménye. Ismeretes, hogy a leiszapolható részekben szegényebb homokok eleinte nagy sebességgel emelik a vizet s így az már a kezdeti időszakban eléri végleges magasságának javarészét. Ezzel szemben a több leiszapolható alkatrészt tartalmazó homokok a kezdeti időszakban lassabban emelnek, viszont később sem hanyatlik erősebben a vízemelésük. A különböző mechanikai összetételű homokok vízemelési görbéinek tehát szükségszerűen metszeniök kell egymást. Ebből azonban a fennforgó problémák szempontjából két fontos dolog következik:

1. Két különböző leiszapolható alkatrésztartalommal rendelkező homoknak a metszés időpontjában leolvasott vízemelése helytelenül azonos leiszapolható alkatrésztartalomra mutat.

2. A metszés időpontja előtt jobb, utána rosszabb — avagy fordítva —, előtte rosszabb, utána jobb lehet a leiszapolható alkatrésztartalomra való indikáció, mint magában a metszés időpontjában.

Mindez — a görbék halmazából álló rendszert tekintve — arra mutat, hogy a különböző időpontokban mért kapilláris vízemelés indikációjának megbízhatósága a metszéspontok időbeli eloszlása és a javuló vagy romló irányzatot megszabó jellege folytán igen különböző lehet. Jó indikációra csak abban az időpontban számíthatunk, amelyben a metszések útján a leiszapolható alkatrészek és a kapilláris vízemelések adatai között szorosabb kapcsolat alakul ki. Ehhez képest a fennforgó esetben a második óra előtti időben jelentkező metszéseket olyanoknak kell tekintenünk, amelyek a negatív kapcsolatot szorosságát emelik. A második óra után jelentkező metszések már rontják a negatív kapcsolatot, egyidejűleg azonban a végleges vízemelés eléréséig fokozatosan javítják a pozitív kapcsolatot.

A fentiekben csupán a ténylegesen mért vízemelési adatoknak a leiszapolható alkatrészmennyiségekkel fennálló kapcsolatait elemeztük. A teljesség kedvéért most még reá kívánunk mutatni arra, hogy a homokok jellemzésében a vízemelési adatok más formában is segítségünkre lehetnek. Az 1. ábrabeli kapcsolat-szorossági görbe alakját úgy is lehet értelmezni, hogy a kapcsolat előjelének kialakításában — a vizsgálatban felölelt 28 homokminta különbözősége folytán — az időtengely minden pontján egyszerre érvényesülnek pozitív és negatív jellegű összefüggések. Mindamellet a kezdeti időben a második óráig a negatív összefüggések túlnyomóak, mert a vízemelés megindulása után a pozitív összefüggések fokozatosan csökkennek, a negatívok pedig fokozatosan erősödnek. A második óra után a végleges vízemelésig megfordulnak a viszonyok s a negatív összefüggések gyengülésétől kísérve fokozatosan erősödnek a pozitív összefüggések. Végeredményben tehát a görbe két ellentétes irányzatú szakaszból áll. Az indulástól a második óráig a görbe leszálló, innen a végleges emelésig felszálló s mind a leszálló, mind a felszálló ág maximális szorosságú kapcsolatban végződik, melyek közül a második órabeli negatív a végleges időpontbeli pedig pozitív előjelű. Miként azonban a 4. táblázat adataiból kitűnik, a második órabeli maximum szorosabb kapcsolatú, mint a végleges időpontbeli. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a második órabelinek a kialakításában még csak egyedül a leszálló ág negatív túlsúlya érvényesül, viszont a felszálló ág végén jelentkező maximum kialakításában a második óráig növekvő negatív, innen tovább pedig növekvő pozitív tendencia érvényesül. Nyíl-



vánvaló, hogy a végleges időpont maximuma is szorosabb kapcsolatú volna, ha a felszálló ág pozitív tendenciáját nem rontaná le a második óra előtti szakasz negatív tendenciája. Ebből következik, hogy amennyiben a végleges vízelelés adataiból a 28 homokminta mindegyikénél levonjuk a 2 órás vízelelés adatait s az így nyert különbségeket állítjuk korrelációs számításunkban a leiszapolható alkatrészekkel szembe, szorosabb kapcsolatot, illetőleg nagyobb korrelációs tényezőt kapunk, mint amilyent az egyszerű, végleges vízelelési adatokkal nyerünk. A 28 ilyen »differenciális vízeleléssel« (2. táblázat) számított korrelációs tényező, valószínű hiba s a tényezőnek a valószínű hibájával alkotott hányadosa valóban kedvezőbb képet mutat:

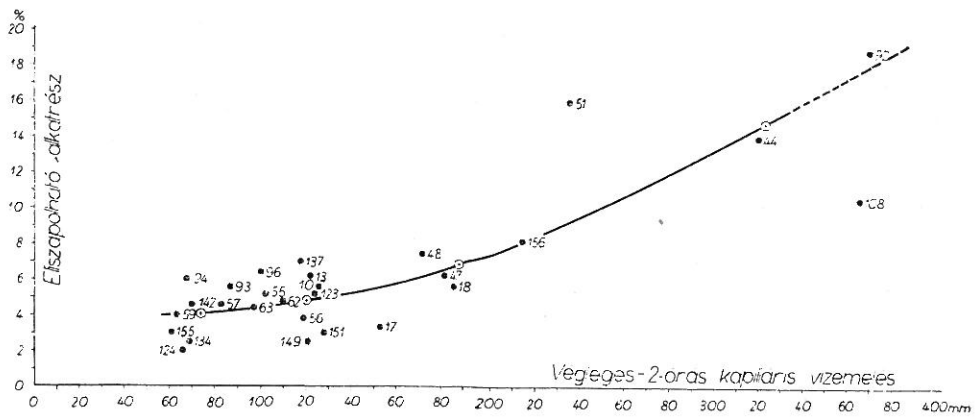
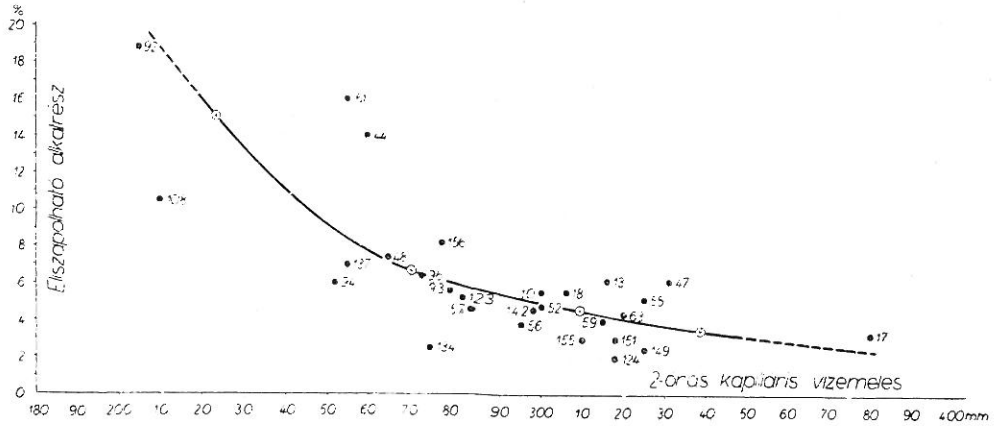
$$r = 0,837, \quad h = 0,0384, \quad r/h = 21,813.$$

A kapcsolat tehát még a 2 órásnál is szorosabb. Ezzel szemben áll azonban a kevésbé gyakorlatias volta. Ez természetesen nem lényeges akadály a alkalmazásának, sőt esetenként kontrollvizsgálat formájában a meghatározás biztonságát szolgálhatja.

Az eddigiekben ismertetett vizsgálataink *általánosabb* jellegűek, amennyiben a leiszapolható alkatrésztartalomra való indikáción keresztül utalnak a homokoknak a növénytermesztésben megnyilvánuló tulajdonságaira. Hogy eléggé megalapozott volt-e a leiszapolható alkatrészeken keresztül történő következtetés, arra nézve egy másutt közreadott tanulmányunkra utalunk [3]. Ebben a kapilláris vízelést a jelenlegi tanulmányunkban felhasznált homoktalajokon kinn a természetben tenyésző akácállományok termőhelyi minőségével hoztuk kapcsolatba, tehát egy egész *speciális* növénytermesztési viszonylatban vizsgáltuk. A kapcsolat szorosságának ezen összefüggésben nyert görbét az 1. ábrán pontozott vonallal tüntettük fel. Innen kitűnik, hogy a homokok akáctermőképessége szempontjából is a két órás kapilláris vízelés a legmértékadóbb, mert a maximális szorosságú kapcsolat ezen a görbén is a második órára esik. Minthogy azonban a kapilláris vízelőképesség ebben az esetben nem a leiszapolható alkatrészek abiotikus tényezőjével, hanem az akácállományok fejlődési körülményeinek rendkívül komplex biotikus jelenségeivel áll összefüggésben, ahol jóval több ismert és rejtett tényező behatása érvényesül, természetesen kell tartanunk, hogy a maximális kapcsolat is kevésbé szoros. Itt a 2 órás kapilláris vízelés viszonylatában már csak 0,6 a korrelációs tényező értéke. Ami a differenciális vízelést illeti, ennek korrelációs tényezője (-0,505) ebben a viszonylatban is nagyobb a véglegesnél (-0,276), de érdekes, hogy a 2 órásnál kisebb. Itt tehát mindenképpen a 2 órás vízeléstől várható a legtalálóbb indikáció. Mindamellet a két görbe hasonlósága és a kapcsolatok szorosságának igen hasonló eloszlása arra mutat, hogy a leiszapolható alkatrészek valóban használható összehasonlító alapot nyújtottak a kapilláris vízelőképesség indikációjának vizsgálatához.

Magától értetődik, hogy miután az eljárás alapján az alföldi homoktalajainkat végső fokon növénytermesztési szempontból akarjuk értékelni, erre már a próbavételkor is tekintettel kell lennünk. Mi az itt idézett akáctermőhelyi vizsgálatainkban az eljárás egyszerűsége érdekében ún. szelvényátlagokat vizsgáltunk (1. táblázat). Ezek előállítására a szelvényfalból dm-kint, vagy 2 dm-kint kiemelt egyenlő mennyiségű homokminták alapos keverése útján történt. Ebből vettünk azután egy átlagpróbát a kapilláris vízelés meghatározásához. A szelvényátlagban a szelvény felület mélységének átlagos kolloid-tartalma jut kifejezésre, amely következtetést enged a homokszelvény víz- és tápanyaggazdálkodására. Az átlagolásra az egyes mintákat a növénytenyésztet gyökérelterjedéséhez igazodva

különböző mélységig vesszük. Erdőgazdasági célra pl. a fák mélyen járó gyökérzetére való tekintettel kívánatos a talajvízig lemenni, melynek tükre az Alföld homokvidékein gyakran 2–3 m mélységben elérhető. Feltehető azonban, hogy amennyiben nem egyetlen szelvényátlaggal ejtjük meg a vizsgálatot, hanem minden genetikai szintre külön végezzük el, ez a homok értékelési lehetőségét emelné. Szükséges továbbá, hogy az indikáció találati biztonságának támogatására a szel-



3. ábra

Az összefüggéseknek pontsereg alakjában való ábrázolása a kétórás és differenciális vízelés esetében

vény minden olyan sajátsága felől tájékozódjunk, aminek jelentősége lehet a növénytermesztés szempontjából (típus, szintek, rétegződés, szerkezet, nedvességi állapot, mészállapot, gyökerekkel való behálózottság, esetleges talajhibák, eltemetett humuszos rétegek, kovárványos erek, mélységbeli vályog). Ugyanilyen okból a szelvény környezetének fitocönológiai, domborzati viszonya, esetleges kitétség s az éghajlati adottságok befolyása is mérlegelendő.

Nyilvánvaló ezek után, hogy a fúrással való feltárás nem ér fel a szelvénygödör nyújtotta tájékoztatással. Legalábbis a szelvény felső részét próbágödör formájában kell vizsgálni.

Arra nézve, hogy az ismertett kapilláris vízelelési eljárásokkal miként értékelhetjük alföldi homoktalajainkat, a következők szolgáljanak tájékoztatásul:

A 3. ábra grafikusan, pontsereg alakjában tünteti fel a 28 homokminta 2 órás és differenciális vízelését a leiszapolható alkatrészek függvényében. A két pontsereg egyes pontcsoportjainak súlypontjain át berajzoltuk az összefüggés iránnygörbéjét is. Innen általánosságban megállapítható, hogy a 2 órás vízelésnek mintegy 400 mm-től 200 mm-ig való csökkenése aránylagosan növekvő leiszapolható tartalomra mutat. Ebből következtethetünk a homoknak a növénytermesztési értékére, feltéve természetesen, hogy a szelvényben nincs talajhiba. A differenciális vízelés esetében fordított a helyzet; itt a javuló tendenciát a differenciális vízelésnek mintegy 50-től 400 mm-ig való növekedése jelzi. Értékelésünkben természetesen mindig figyelembe kell vennünk, hogy az eljárás nem egységnyi, hanem  $-0,711$ -es, illetve  $0,837$ -es korrelációs tényezőjű kapcsolaton alapszik, amiből az indikáció bizonyos mérvű szórása önként következik.

5. táblázat

A homoktalajok beosztása a 2 órás és differenciális vízelés alapján

(1)	(2)	(3)	(4)
2 órás vízelés mm	Differenciális vízelés mm	Leiszapolható %	Jellemzés
300 <	150 >	5 >	Igen laza homok (futóhomok)
300 – 250	150 – 250	5 – 10	Gyengén agyagos homok
250 – 200	250 – 400	10 – 20	Agyagos homok

A két iránnygörbe segítségével a homokok beosztása is lehetséges. Ebben a tekintetben nagyjában mindkét összefüggésből az 5. táblázatban feltüntetett háromféle homoktalaj határolható el.

A kapilláris vízelés-meghatározás közelebbi részleteit a hazai módszerkönyv útmutatásai [5] adják.

### Összefoglalás

Az Alföld homokvidékein begyűjtött 28 homoktalaj vizsgálatából tájékoztató adatokhoz jutottunk egy, a gyakorlat részére is könnyen hozzáférhető homokvizsgálati eljárásnak: a kapilláris vízelésnek indikációjára nézve. Ezek szerint

1. A megvizsgált különböző időpontok egyszerű vízelési adatai közül a 2 órás vízelés áll a leiszapolható alkatrészek mennyiségével legszorosabb kapcsolatban. Ehhez képest a homokok leiszapolható részére s ezen keresztül a növénytermesztésben megnyilvánuló tulajdonságaira a 2 órás vízelési adatoktól várható a legtalálhatóbb indikáció.

2. Valamivel szorosabb kapcsolatot mutattunk ki a végleges és 2 órás adatokból nyert differenciális vízeléssel. Ezzel szemben azonban a 2 órás vízelés gyakorlatiasabb.

3. A vizsgálatokból számszerű adatokat kaptunk az alföldi homoktalajoknak mindkét eljárás alapján való értékelésére és beosztására.

Érkezett: 1954. augusztus 6.

## Irodalom

- [1] *Bogárdi, J.*: Korrelációs számítás és alkalmazása a hidrológiában. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1952.
- [2] *Botvay, K.*: Erdőmérnöki Főiskola évkönyve. I. 3. 1951—52.
- [3] *Botvay, K.*: Kézirat.
- [4] *Hudeczek, J.*: Tharadtes Jahrb. 84. 189. 1933.
- [5] *Klímes-Szmik, A.*: A talaj szilárd fázisának fizikai tulajdonságai. Talajvizsgálati módszerkönyv. 34. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1953.
- [6] *Krauss, G.*: Kolloidchem. Beihefte. 25. Ramann-Sonderheft. 300. 1927.
- [7] *Kreybig, L.*: Földtani Int. Évk. 31. 145. 1937.
- [8] *Stefanovits, P. & Szücs, L.*: Agrokémiai Kut. Int. Évkönyve, 5. 1950.
- [9] *Thun, R.*: Handbuch der Landw. Versuche u. Untersuchungsmeth. (Methodenbuch) Bd. I. 42. Verl. J. Neumann, Neudamm u. Berlin, 1941.
- [10] *Vageler, P.*: Der Kationen- und Wasserhaushalt des Mineralbodens, 314. Verl. J. Springer. Berlin. 1932.

ДАННЫЕ К ОЦЕНКЕ КАПИЛЛЯРНОЙ ВОДОПОДЪЕМНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ  
ВЕНГЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

К. Ботвай

Институт Лесоводства г. Шопрон (Венгрия).

Резюме

На основе исследований Крейбига, для характеристики почв принято использовать данные 5-ти часового капиллярного водоподъёма. Этот метод отделяет песок, который имеет свыше 300 мм. водоподъёмности от более связанных почвенных типов, но внутри самих песков он уже не даёт возможности для различия. Этот метод был бы очень целесообразным в песчаных хозяйствах.

Автор исследовал, какое время капиллярного водоподъёма характерно для различия отдельных песков. На основании изучения двадцати восьми образцов песков, собранных из пяти разных районов низменности, различных по механическому составу (1. таблица) с помощью корреляции было изучено какое время водоподъёмности из  $\frac{1}{2}$ —2—3—5—25 часовых опытов и Конечной водоподъёмности, является характерным в отношении содержания физической глины.

Было изучено, что характерным является 2х часовая водоподъёмность т. к. здесь коэффициент корреляции является максимальным (таб. 4.) ( $\varphi = 0,711$ ). По автору, на основе какого периода капиллярного водоподнятия можно характеризовать песчаные почвы. Подтверждается это положение и в других работах, где не тех же самых песках бонитет акации характеризуется на основе 2х часового водоподнятия (3).

В таблице № 4 коэффициент корреляции даёт кривую, изображённую на рис. 1.

Кривая в течении двух часов опускается, после второго часа поднимается. При подробном анализе кривой, автор показывает, что данные окончательной минус двух часовое капиллярное водоподнятия (данные дифференциального водоподнятия) имеют ещё более тесную связь с содержанием физической глины, чем данного 2-х часового капиллярного водоподнятия. В этом случае коэффициент корреляции ( $\varphi$ ) равен 0,837, значит эти данные более характерны для песка, чем двухчасовые. Но в этой форме метод менее практичен. Рисунок № 4 показывает 2х часовую и дифференциальную водоподъёмность в форме массы точек в зависимости от механического состава. А если этот выразим в виде кривых, то в этом случае в условиях низменности для песков характерно разделение по таблице 5.

*Рис. 1.* Связь между водоподъёмностью, в различном периоде времени, и фракцией  $< 0,02$  мм.

По оси ординат отложен коэффициент корреляции ( $\varphi$ ), по оси абсцисс — время. Толстая кривая показывает фракции  $< 0,02$ , пунктиром — бонитет акации.

*Рис. 2.* Графически изображает капиллярную водоподъёмность 28 образцов песка в зависимости от времени. На оси ординат — отложена водоподъёмность в см.; на оси абсцисс отложено время в часах.

*Рис. 3.* Вырожение связи в форме массы точек, между 2х часовой и дифференциальной (нижней) водоподъёмностью. На оси ординат — фракция  $< 0,02$  в % на оси абсцисс — капиллярная водоподъёмность в мм.

Таблица 1. Содержание глинистых фракций в 28 образцах песка (0,02 мм) (1) номер песка (2) фракция меньше 0,02 мм.

Таблица 2. Содержание фракции <0,02 мм и капиллярная водоупорность (1) 0,5 часов—25 часов (2) окончательная водоупорность (3) окончательная водоупорность минус 2 часа. (S) номер песка (x) водоупорность в мм (S) процент фракции <0,02.

Таблица 3. Пример вычисления корреляции для двух часовых данных (S) номер песка (x) водоупорность в мм. (x) процент фракций <0,02 (x) расхождение между средними и отдельными данными капиллярной водоупорности. (1) Расхождение между средними и отдельными данными содержания физической глины.

Таблица 4. Связь между  $\chi$ ,  $h$  и  $\chi/h$  в 0,1—25 часовых опытах капиллярного водо-поднятия.

Таблица 5. Классификация песков Венгерской низменности по 2х часовым и дифференциальным данным капиллярного водоподнятия. (1) 2х часовое поднятие (2) дифференциальное водоподнятия. (3) фракции <0,02 мм (4) разделение: сыпучий песок, слабоглинистый и различные глинистые пески.

## Beiträge zur Bewertung des kapillaren Wasserhubvermögens der ungarischen Tiefland-Sandböden

K. BOTVAY

Hochschule für Forstingenieure, Lehrstuhl für Standortskunde, Sopron (Ungarn)

Seit den durch Kreybig ausgeführten Untersuchungen [7] wird zur Charakterisierung der Böden der fünfständige kapillare Wasserhubwert allgemein verwendet. Hierbei werden Sandböden auf Grund eines Wasserhubes über 300 mm von bindigeren Böden abgegrenzt. Zu Unterscheidungen innerhalb der einzelnen Sandbodenarten bietet jedoch dieses Verfahren keine Möglichkeit. Für land- und forstwirtschaftliche Betriebe auf Sandböden wäre jedoch ein solches Verfahren eben infolge seiner praktischen Anwendbarkeit von besonderer Bedeutung.

In Hinsicht auf diesen Umstand habe ich Untersuchungen zur Feststellung jenes Zeitpunktes unternommen, bei dem der kapillare Wasserhub für eine Unterscheidung innerhalb der einzelnen Sandbodenarten geeignet ist. Aus fünf verschiedenen Sandgebieten der Grossen Ungarischen Tiefebene habe ich Muster von 28 Sandböden verschiedener mechanischer Zusammensetzung eingesammelt (Tabelle 1), sodann mittels Korrelationsberechnung (1, 4) ermittelt bei welcher Wasserhubzeit —  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 3, 5 und 25stündig, sowie Endwasserhub — die Daten mit den Mengen der abschlämmbaren Bestandteile in engster Korrelation stehen (Tabellen 2, 3.). Diese Korrelation ergab sich bei einem 2stündigen Wasserhub, nachdem der Korrelationsfaktor (Tabelle 4.) in diesem Falle den maximalen Wert aufwies ( $r = 0,711$ ). Die Daten dieser Wasserhubzeit erscheinen demnach für eine zulängliche Bewertung und Einreihung der Sandböden am besten geeignet. Diese Feststellung wird auch durch den Umstand bekräftigt, dass laut Berechnungen, die ich in einer anderen Abhandlung veröffentlichte, die Bonität der in der freien Natur in ebendenselben Sandböden gedeihenden Robinienbestände ebenfalls mit den Daten des zweistündigen kapillaren Wasserhubes in engster Korrelation steht [3].

Die Werte der in Tabelle 4 angeführten Korrelationsfaktoren ( $r$ ) ergeben — in der Funktion der Wasserhubzeit dargestellt — die in Figur 1 ersichtliche Kurve. Diese Kurve zeigt bis zur zweiten Stunde eine absteigende, von hier an bis zur Endzeit eine ansteigende Linie, wobei sowohl der ansteigende, wie auch der absteigende Ast in einer Verbindung von maximaler Enge endet. Auf Grund einer eingehenderen Analyse dieser Kurve kann erwiesen werden, dass die Endhub-minus-Zweistundenhub-Daten (die Differential-Wasserhubdaten) mit den abschlämmbaren Bestandteilen eine noch engere Korrelation zeigen, als die Daten des zweistündigen Wasserhubes. In dieser Verbindung steht der Wert des Korrelationsfaktors ( $r$ ) bei 0,837, so dass durch diese Daten der Sandböden noch zutreffender gekennzeichnet wird, als durch die Daten des zweistündigen Wasserhubes. In dieser Form ist aber das Verfahren für eine praktische Anwendung weniger geeignet.

In Abb. 4 sind der zweistündige und der Differential-Wasserhub in Punktschar-Anordnung, als Funktion der abschlämmbaren Bestandteile veranschaulicht. Mit Hilfe der eingezeichneten Richtkurven kann innerhalb der einzelnen Sandböden die in Tabelle 5 angegebene — für die Sandböden der Grossen Tiefebene gültige — Differenzierung durchgeführt werden.

Abb. 1. Kurve der Verbindungsenge zwischen verschiedenen Wasserhubzeiten und den abschlämmbaren Bestandteilen. Ordinate: Korrelationsfaktor ( $r$ ). Abscisse: Zeit. Strichlinie: abschlämmbare Bestandteile. Punktirte Linie: Bonität von Robinien-Beständen.

Abb. 2. Graphische Darstellung des kapillaren Wasserhubes in Funktion der Zeit bei 28 Sandproben. Ordinate: Wasserhub in cm. Abscisse: Zeit in Stunden.

Abb. 3. Die Korrelationen als Punktschar dargestellt, im Falle zweistündigen (oben) und Differential-Wasserhubes (unten). Ordinate: abschlämmbare Teile in %. Abscisse: Wasserhub in mm.

Tabelle 1. Gehalt an abschlämmbaren Bestandteilen bei den 28 Sandproben (0,02 mm). (1) Sandziffer. (2) Abschlämmbarer Gehalt.

Tabelle 2. Gehalt der Sandproben an abschlämmbaren Bestandteilen und der zu verschiedenen Zeitpunkten gemessene kapillare Wasserhub. (1) Je 0,5 bis 25 Stunden gemessen, (2) Endhub, (3) Endhub minus Zweistundenhub, (Sz) Sandziffer, (X) Wasserhub in mm, (Y) Abschlämmbarer Anteil in %.

Tabelle 3. Beispiel für die Korrelationsrechnung auf Grund zweistündiger Daten. (Sz) Sandziffer. (X) Wasserhub in mm. (Y) Abschlämmbarer Anteil in %, (x) Abweichungen vom Mittel bei den einzelnen Werten des kapillaren Wasserhubes, (y) Abweichungen vom Mittel bei den einzelnen Werten der abschlämmbaren Bestandteile.

Tabelle 4. Die zwischen r, h- und r/h-Werten bestehende Korrelation bei 0,5 bis 25 Stunden und beim Endhub.

Tabelle 5. Die Einreihung der Tiefland-Sandböden auf Grund des zweistündigen und des Differential-Wasserhubes. (1) Zweistündiger Wasserhub. (2) Differential-Wasserhub. (3) Abschlämmbar. (4) Bezeichnung: sehr leichter Sand (Flugsand), leicht toniger Sand und toniger Sand verschiedener Abstufung.

## Contributions à l'évaluation de l'ascension capillaire de l'eau dans les sols sableux de la Grande Plaine Hongroise

K. BOTVAY

Haute École de Sylviculture, Sopron, (Hongrie)

### Résumé

Pour caractériser les sols on se sert en Hongrie, d'après les travaux de Kreybig (7), de l'ascension capillaire de l'eau mesurée après 5 heures. La valeur de 300 mm sert à délimiter les sables des terres plus consistantes, mais cette méthode n'offre pas de possibilités pour le classement ultérieur des terres sableux. Pourtant ce procédé qui est d'un emploi aisé, pourrait être d'une grande utilité dans les domaines sableux de la Grande Plaine Hongroise («Alföld»).

Dans ce but l'auteur a examiné quel laps de temps pourrait servir pour établir des divisions dans la groupe des sols sableux. Il s'est servi de 28 échantillons de sols de différente composition granulométrique, prélevés dans les 5 grandes régions de sable de l'Alföld (Tabl. 1), en établissant par le calcul de corrélation laquelle des données de l'ascension capillaire mesurée après  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 3, 5 et 25 heures et celle dite finale correspondent le plus avec la quantité des composants enlevés par le lavage (Tabl. 2 et 3). Il résulte de cette étude que c'est le cas pour l'ascension capillaire de 2 heures, parce que le coefficient de corrélation présente ici son maximum ( $r = -0,711$ ). L'auteur est d'avis que c'est cette donnée qui peut le mieux servir pour le classement et l'évaluation des sols sableux. Cette conclusion est soutenue par les résultats d'un autre travail de l'auteur dans lequel il a établi que la corrélation entre la bonité des futaies de Robinier de l'Alföld et l'ascension capillaire de l'eau est la plus étroite pour la valeur de 2 heures.

Les coefficients de corrélation (r) réunis dans le tableau 4 exprimés en fonction du temps de l'ascension capillaire donnent la courbe de la fig. 1. Jusqu'à la fin de la deuxième heure la courbe est descendante, à partir d'ici la courbe est ascendante jusqu'au point final. La branche descendante, aussi bien que la branche ascendante, finit en présentant la corrélation maximale. Par une analyse plus détaillée l'auteur a démontré que la valeur obtenue en soustrayant l'ascension capillaire de 2 heures de l'ascension finale (donnée d'ascension différentielle) est en corrélation encore plus étroite avec la quantité des parties fines que les valeurs de 2 heures. Dans cette relation le coefficient de corrélation (r) est de 0,837. Ces données caractérisent donc le sable davantage que les chiffres de l'ascension de 2 heures. Mais dans cette forme le procédé est moins pratique.

La fig. 4 représente les valeurs des ascensions de 2 heures et finales en fonction des constituants éliminables par le lavage. À l'aide des courbes de direction dessinées l'on peut établir le classement figuré dans le tableau 5 concernant les sols sableux de l'Alföld.