

# Földtani kor és a kőzetfizikai jellemzők kapcsolata

Írta: Szabó Imre

A mérnökgeológiával foglalkozó szakemberekben már régóta felmerült az a kérdés, hogy van-e egyértelmű kapcsolat a kőzetek fizikai jellemzői — mely alatt ezen tanulmányban csak a talajmechanikában az ismert módszerekkel (4) meghatározott jellemzők értendők — és a geológiai korok között? A problémával foglalkozva, a következő kérdésekre kell választ adnunk:

1. Különböző korú képződmények kőzetfizikai jellemzői különböznek-e egymástól?
2. Pusztán a kőzetfizikai jellemzők alapján — ha egy adott területen néhány feltárásban ismerjük a kort és a fizikai jellemzőket — tudunk-e a réteg korára következtetni?
3. Azonosíthatók-e a rétegek fizikai jellemzők alapján?

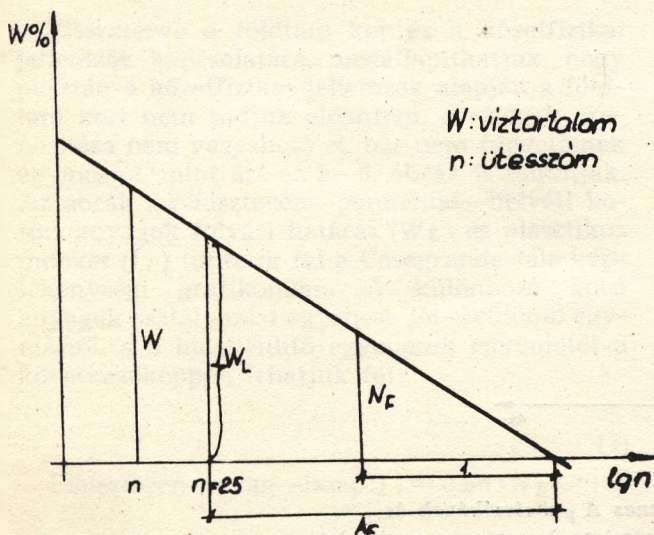
Miskolc város építésföldtani térképezése során — melyet a Nehézipari Műszaki Egyetem Földtan-Teleptani Tanszéke a Központi Földtani Hivatal megbízása alapján végzett — különösen kedvező lehetőség volt ezen probléma tanulmányozására, mivel a vizsgált anyagok korát részletes ásványkőzettani, mikropaleontológiai elemzés alapján állapítottunk meg, és több száz kőzetfizikai vizsgálat állt rendelkezésre.

Irodalmi adatok (1, 2, 3) alapján rétegazonosításra legalkalmasabbnak a *Járay-féle módszer* mutatkozott, mely a folyási egyenest (1. ábra) két paraméterrel jellemzi:

$A_F$ : a  $W = 0$  értékhez tartozó az abszcissza tengelyen az 1. ábra szerint mért metszék

$N_F$ : a folyási egyenes iránytangense.

A különböző rétegek folyási egyenseiből nyert  $A_F$ ;  $N_F$  értékeket a 2. ábra szerint feldolgozva kapjuk az ún. sorozó egyeneseket, s (3) szerint a sorozó egyenes az egyidőben keletkezett rétegek azonosításához jól felhasználható, s a különböző korban keletkezett anyagok különböző sorozó egyenest kell, hogy adjanak.



1. ábra. Folyási egyenes

A 3. ábrán a kvarter és a pannóniai, a 4. ábrán a kvarter és a helvétai rétegeknek a fent leírt módon meghatározott  $A_F$ ;  $N_F$  paramétereit dolgoztuk fel. Mint látható, a különböző korú anyagokhoz nem jelölhető ki sorozó egyenes, a két paraméter között a következő összefüggés áll fenn:

$$A_F = \frac{54,12}{N_F^{1,0575}} \quad (1)$$

Kétségtelen, hogy szerencsés esetben kaphatjuk úgy a pontokat — különösen kevesebb adat esetén —, hogy azok különböző sorozó egyenesre essenek, azonban ez pusztán a véletlentől függ.

Az (1) egyenlet viszont lehetőséget nyújt a folyáshatárnak egy vizsgálatból való meghatározására, amit jól hasznosíthatunk pl. építésföldtani térképezésnél, nagy tömegű minták feldolgozásánál, s így érdemes röviden ezzel a problémával is foglalkozni.

Az egy vizsgálat alapján történő folyási határ meghatározása jól ismert (4), s következő formulával fejezhető ki (10):

$$W_L = W \left( \frac{n}{25} \right)^m \quad (2)$$

ahol az egyes betűk jelentése:

$W_L$ : folyási határ

$n$ : ütésszám a Casagrande-készülékben

$W$ : az  $n$  ütésszámhoz tartozó víztartalom

$m$ : 0,092—0,121 közötti érték, szerzőktől függően (10).

Mindegyik szerző feltételezi, hogy bilogaritmussal rendszerben a folyási egyenesek iránytangense konstans, de mint a 3—4. ábrák mutatják, ez csak közelítés. Az 1—3. ábrák alapján felírhatjuk a következő egyenlőségeket:

$$\frac{W_L - W}{\lg \frac{n}{25}} = N_F \quad (3)$$

$$\lg \frac{n}{25} = \frac{W_L - W}{N_F} \quad (4)$$

$$\frac{W_L}{A_F} = N_F \quad (5)$$

$$A_F = \frac{54,12}{N_F^{1,0572}} \quad (5)$$

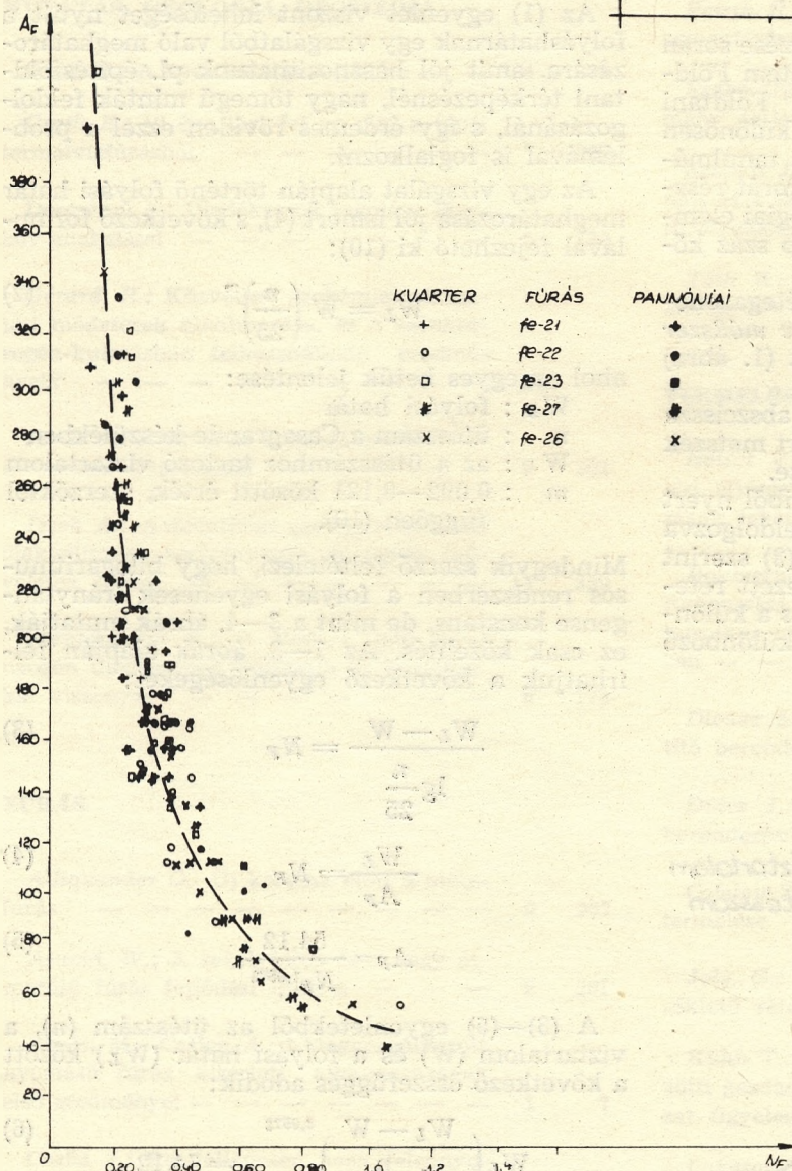
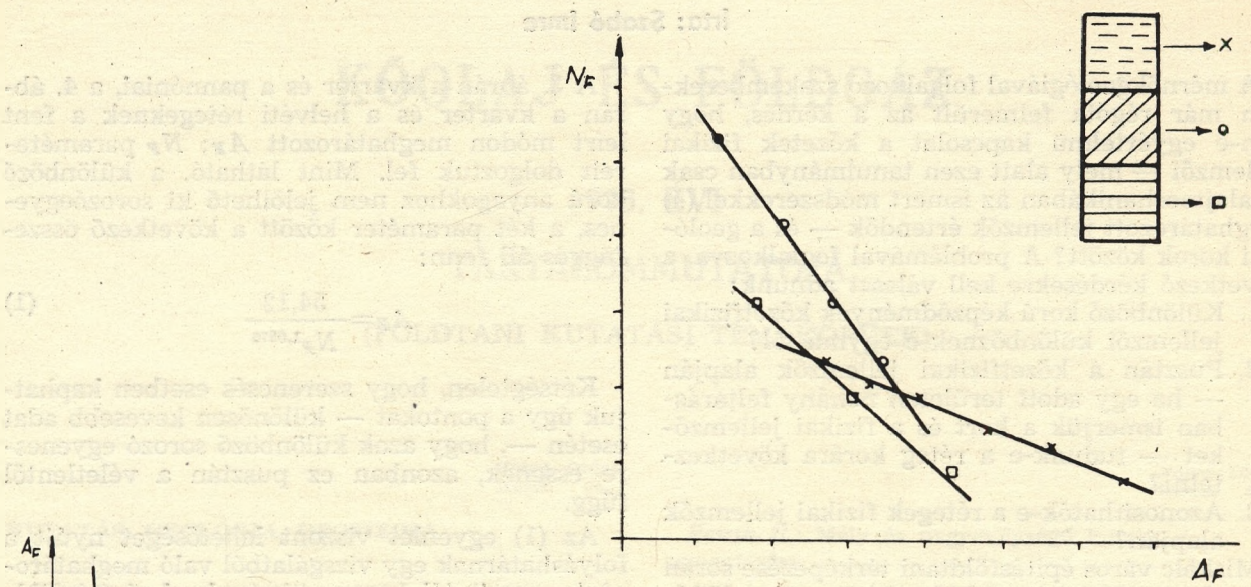
A (3)—(5) egyenletekből az ütésszám ( $n$ ), a víztartalom ( $W$ ) és a folyási határ ( $W_L$ ) között a következő összefüggés adódik:

$$W_L \left( \frac{W_L - W}{\lg \frac{n}{25}} \right)^{0,0572} = 54,12 \quad (6)$$

A (6) összefüggés alapján megszerkesztett nomogramból a folyási határ egy vizsgálat alapján meghatározható.

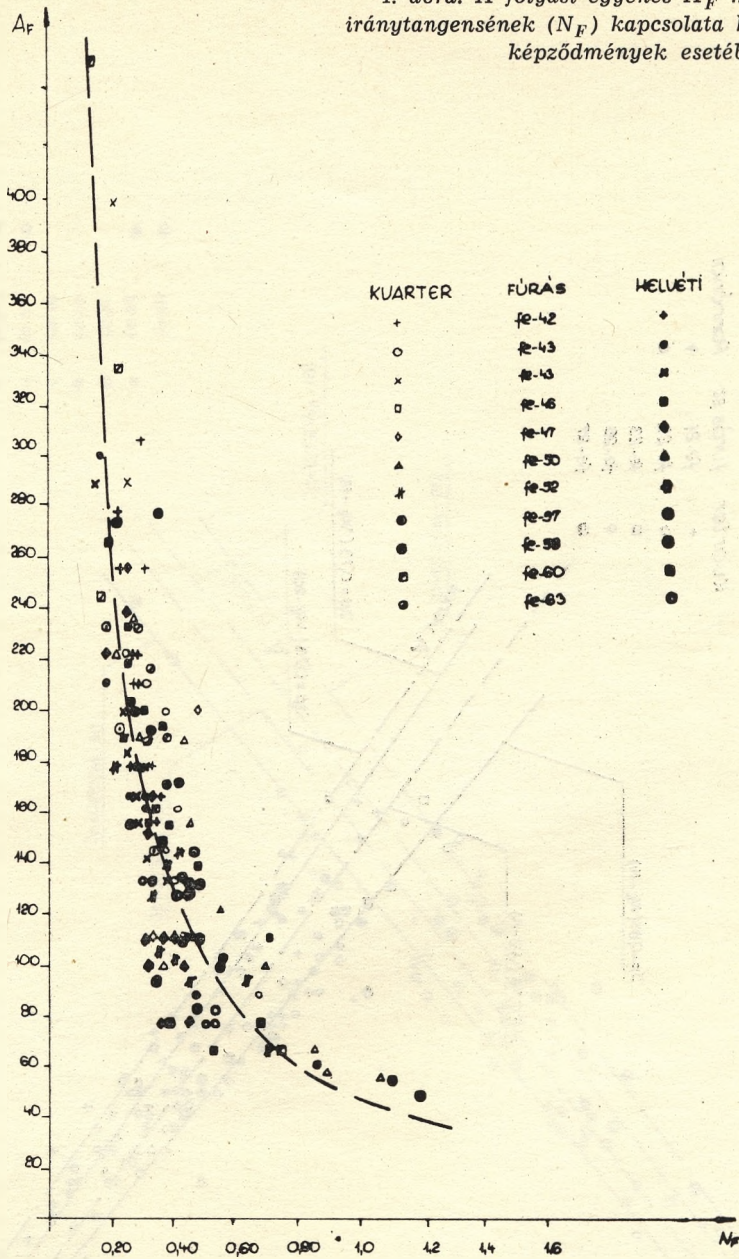
2. ábra. Rétegzonosítás elve a sorozóegyenések módszerével. (Járay, 1967.)

Réteg jel.



3. ábra. A folyási egyenes  $A_F$  metszékének és iránytangensének ( $N_F$ ) kapcsolata kvarter és pannóniai képződmények esetében

4. ábra. A folyási egyenes  $A_F$  metszékének és iránytangensének ( $N_F$ ) kapcsolata kvarter és helvétai képződmények esetében



Visszatérve a földtani kor és a kőzetfizikai jellemzők kapcsolatára, megállapíthatjuk, hogy pusztán a kőzetfizikai jellemzők alapján a földtani kort nem tudjuk eldönteni, a rétegek azonosítása nem végezhető el, bár nem függetlenek egymástól, mint azt az 5—6. ábrák is mutatják. Az ábrák a pleisztocén—pannóniai—helvétai kötött anyagok folyási határát ( $W_L$ ) és plasztikus indexét ( $I_P$ ) tüntetik fel a Casagrande-féle képlekenységi grafikonban. A különböző korú anyagok osztályozási egyenese jól elkülönül egymástól, s a kiegyenlítő egyenesek egyenletét a következőképpen írhatjuk fel:

(7)

Pleisztocén agyag—iszap:  $I_P = 0,85 (W_L - 14)$

(8)

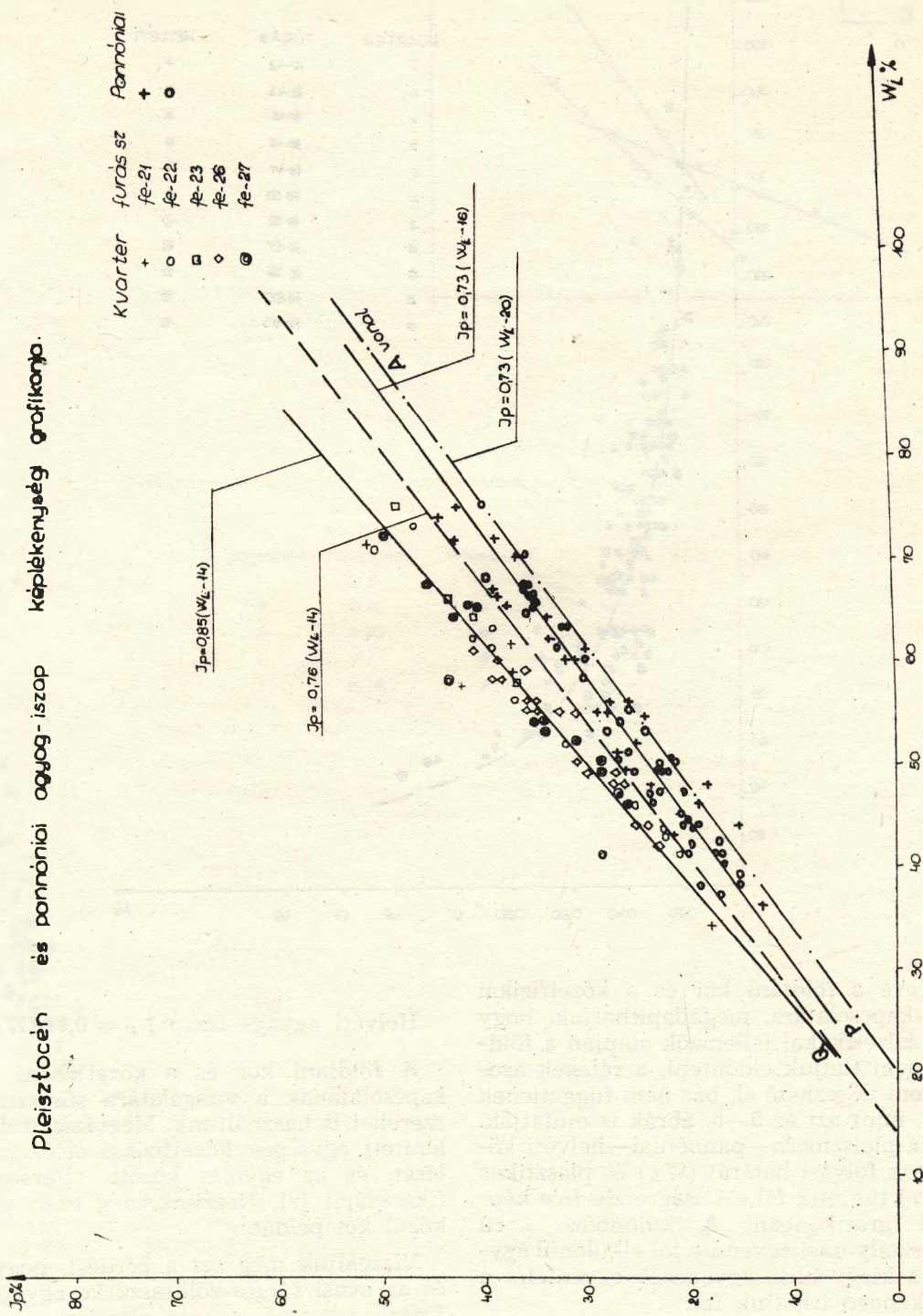
Pannóniai anyag—iszap:  $I_P = 0,73 (W_L - 16)$

(9)

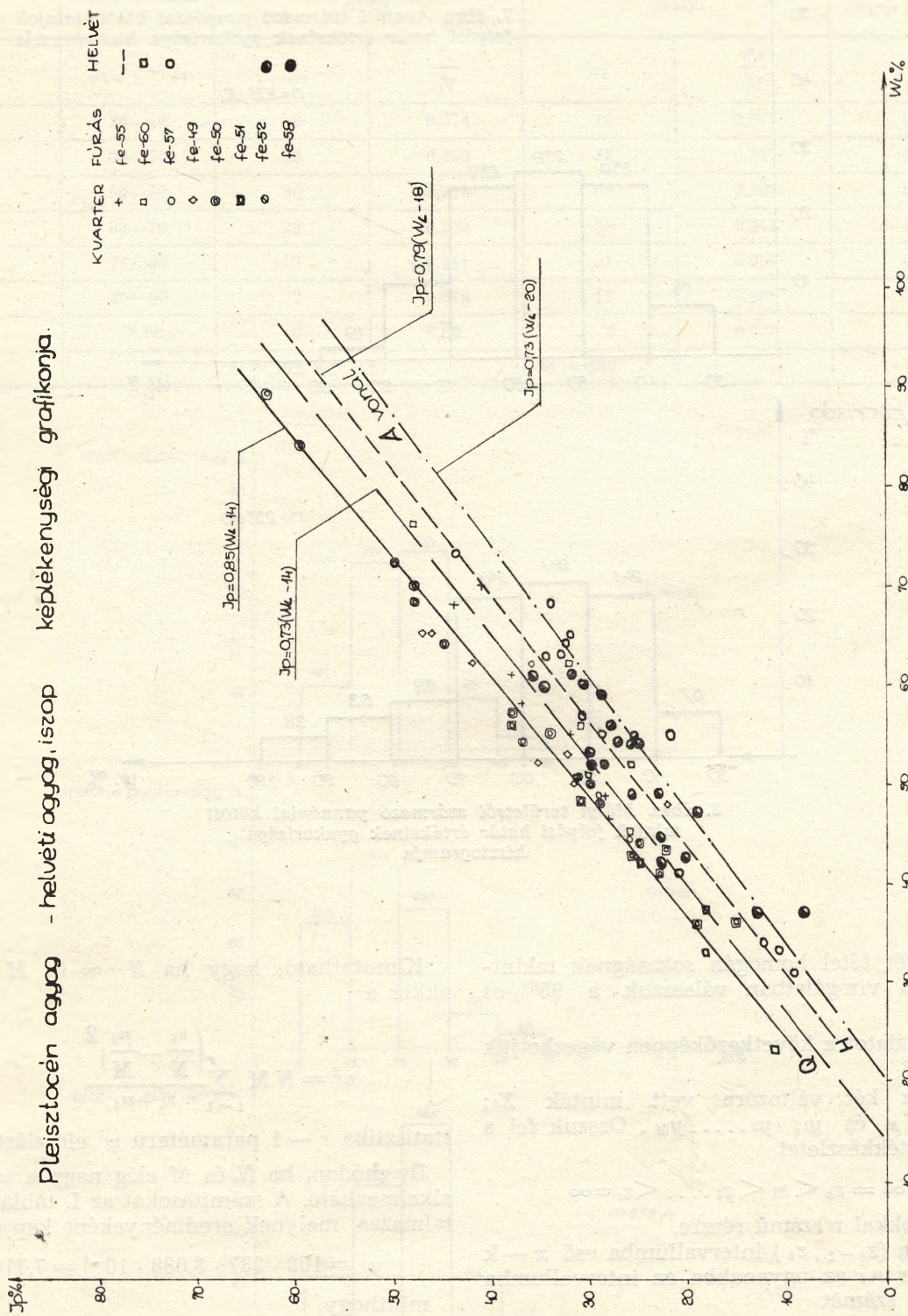
Helvétai agyag—iszap:  $I_P = 0,79 (W_L - 18)$

A földtani kor és a kőzetfizikai jellemzők kapcsolatának a vizsgálatára statisztikai módszereket is használtunk. Megvizsgáltuk az elkülönített egységek kőzetfizikai értékeinek eloszlását, és az egymás közötti eltérések szignifikanciáját (9). Nézzünk meg ezen vizsgálatok közül két példát.

Vizsgáljuk meg azt a kérdést, hogy a mályi és az avasi sárgás-zöldesszürke agyagok kőzetfizikai jellemzői azonos eloszlásúnak tekinthető-e? (7. és 8. ábrák.) A vizsgálatot a folyási határ értékekre mutatjuk be. A feladat, hogy az Avasi fúrásokból vett 108 db feltételezetten, ill. a mályi fúrásokból vett 237 db bizonyítottan pannóniai korú mintákat kell összehasonlítani, annak az eldöntésére, hogy folyási határ (mint egyik lényeges kőzetfizikai jellemző) szempont-

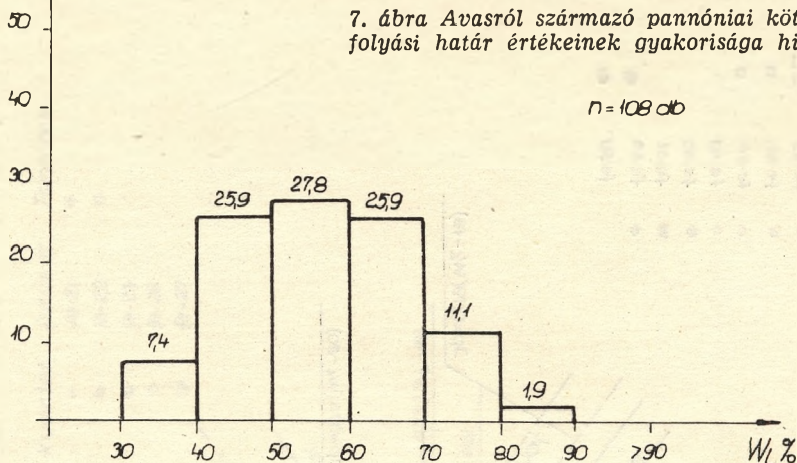


5. ábra. Pleisztocén és pannóniai agyagok izapok Casagrande-féle képlekenységi grafikonja

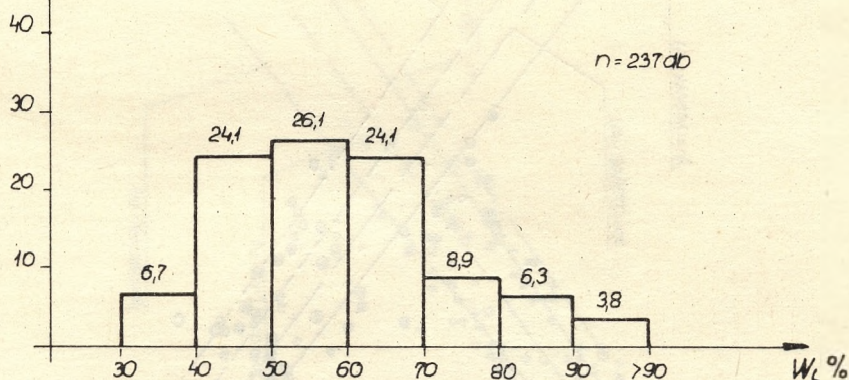


6. ábra. Pleisztocén és helvétü agyagok iszapok Casagrande-féle képlekenységi grafikonja

relatív gyakoriság.  
%



relatív gyakoriság.  
%



8. ábra. Mályi területről származó pannóniai kötött talajok folyási határ értékeinek gyakorisága hisztogramja

jából a két tétel homogén sokaságnak tekinthető-e? A vizsgálatban válasszuk a 95<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os szintet.

A vizsgálatot a következőképpen végezhetjük el (9):

Legyen a két változóra vett minták  $X_1; X_2 \dots X_N$  és  $y_1; y_2 \dots y_M$ . Osszuk fel a fellépő értékészletet

$$-\infty = z_0 < z_1 < z_2 \dots < z_r = \infty$$

osztópontokkal  $r$  számú részre.

Jelölje  $\nu_i$  a  $(z_{i-1}, z_i)$  intervallumba eső  $x - k$  számát, és  $\mu_i$  az ugyanabba az intervallumba eső  $y - k$  számát

( $i = 1, 2, \dots, r$ ) vagyis

$$\sum_{i=1}^r \nu_i = N \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^r \mu_i = M \quad (11)$$

Kimutatható, hogy ha  $N \rightarrow \infty$  és  $M \rightarrow \infty$  akkor a

$$\psi^2 = NM \sum_{i=1}^r \frac{\left( \frac{\nu_i}{N} - \frac{\mu_i}{M} \right)^2}{\nu_i + \mu_i} \quad (12)$$

statisztika  $r - 1$  paraméterű  $\psi^2$  eloszlást követ.

Ily módon, ha  $N$  és  $M$  elég nagy a  $\psi^2$  próba alkalmazható. A számításokat az I. táblázat tartalmazza, melynek eredményeként kapjuk:

$$\psi^2 = 108 \cdot 237 \cdot 3,038 \cdot 10^{-4} = 7,776 \quad (13)$$

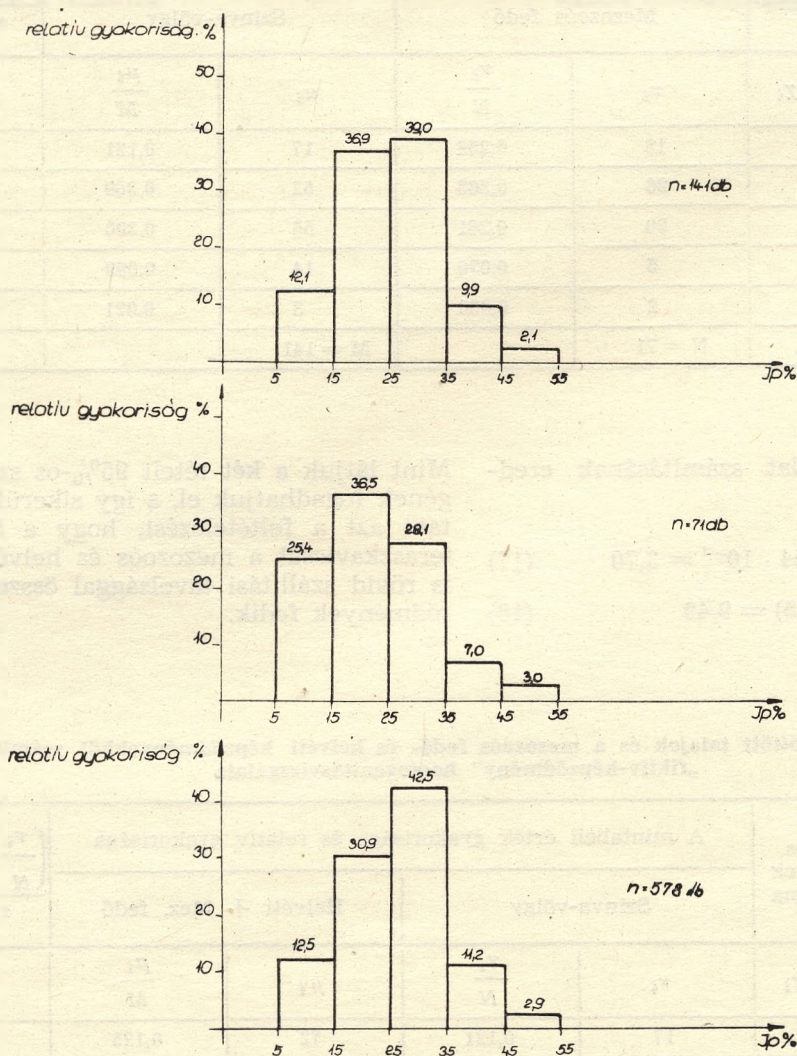
minthogy

$$\psi^2 < \psi^2_{0,05} (0,05) = 12,6 \quad (14)$$

a két tételt 95<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os szinten homogénnek fogadjuk el. Mindez természetesen nem jelenti azt, hogy bizonyítottuk az avasi sárgás-zöldesszürke anyagok pannóniai korát, de megállapíthatjuk, hogy a folyási határ értékek eloszlása a feltételezésnek nem mond ellent.

## Avasról és Mályi területéről származó pannóniai képződmények homogenitás-vizsgálata

Osztályközök száma	Folyási határértékek intervalluma	A mintabeli érték gyakorisága és relatív gyakorisága				$\frac{\left(\frac{\nu_i}{N} - \frac{\mu_i}{M}\right)^2}{\nu_i + \mu_i} \cdot 10^{-4}$
		Avas		Mályi		
$i$	$\chi_{i-1} - \chi_i$	$\nu_i$	$\frac{\nu_i}{N}$	$\mu_i$	$\frac{\mu_i}{M}$	
1	30—40	8	0,074	16	0,067	0,040
2	40—50	28	0,259	58	0,241	0,038
3	50—60	30	0,278	60	0,261	0,032
4	60—70	28	0,259	58	0,241	0,038
5	70—80	12	0,111	21	0,089	0,147
7	80—90	2	0,019	15	0,063	1,139
8	> 90	0	0,00	9	0,038	1,604
		N = 108		M = 237		3,038



9. ábra. Szinva-völgy negyedkori kötött talajok  
 plasztikus index értékeinek gyakorisági hisztogramja  
 10. ábra. Mezozoós képződmények fedőrétegei  
 plasztikus index értékeinek gyakorisági hisztogramja  
 11. ábra. Helvétai és mezozoós fedőképződményekből  
 számított „fiktív-képződmény” plasztikus index  
 értékeinek gyakorisági hisztogramja

Vizsgáljunk meg egy másik példát. A 9. ábrán ábrázoltuk Szinva-völgy kavicsterasztát fedő kötött anyagok, 10. ábrán a mezozoós képződményeket fedő szintén kvarter vörös-vöröses-barna kötött anyagok plasztikus indexének az eloszlását. Látszatra a két hisztogram nem tér el lényegesen egymástól, tehát úgy tűnik a Szinva-völgy üledékei uralkodóan a Bükk-hegység fedőképződményeinek áthalmazódásából keletkeztek. A homogenitásvizsgálat számításainak eredményeit a II. táblázat tünteti fel, melynek eredményeként kapjuk:

$$\psi^2 = 71 \cdot 141 \cdot 12,802 \cdot 10^{-4} = 12,816 \quad (15)$$

$$\psi^2 > \psi^2_{(0,05)} = 9,49 \quad (16)$$

tehát 95%-os szinten szignifikáns eltérés mutatkozott, vagyis a közetfizikai jellemzők alapján valószínűnek látszik, hogy a Szinva-völgy üledékei nemcsak a mezozoós fedőképződményekből származnak. Lepusztulási területként, rövid szállítási távolsággal szóba jöhetnek még a Szinva-völgyet mindkét oldalról körülfogó helvétai területek. Vizsgáljuk meg, hogy ha a helvétai területekről és a mezozoós fedőképződményekből származó mintákat együtt kezeljük — mindkét területről azonos mintadarabszám mellett — akkor az így kapott fiktív anyag és a Szinva-völgy kötött anyagainak plasztikus indexe azonos eloszlásúnak tekinthető-e. (11. ábra és III. táblázat.)

II. táblázat

Szinva-völgyi kötött talajok és mezozoós fedőképződmények homogenitásvizsgálata

Osztályközök száma	Plasztikus indexértékek intervalluma	A mintabeli érték gyakorisága és relatív gyakorisága				$\left(\frac{\nu_i}{N} - \frac{\mu_i}{M}\right)^2 \cdot 10^{-4}$
		Mezozoós fedő		Szinva-völgy		
$i$	$\chi_{i-1} - \chi_i$	$\nu_i$	$\frac{\nu_i}{N}$	$\mu_i$	$\frac{\mu_i}{M}$	
1	5—15	18	0,254	17	0,121	5,054
2	15—25	26	0,365	52	0,369	0,191
3	25—35	20	0,281	55	0,390	5,668
4	35—45	5	0,070	14	0,099	1,511
5	45—55	2	0,030	3	0,021	0,378
		N = 71		M = 141		12,802

A homogenitásvizsgálat számításának eredményeként kapjuk:

$$\psi^2 = 141 \cdot 578 \cdot 0,454 \cdot 10^{-4} = 3,70 \quad (17)$$

$$\psi^2 < \psi^2_{(0,05)} = 9,49 \quad (18)$$

Mint látjuk a két tételt 95%-os szinten homogének fogadhatjuk el, s így sikerült alátámasztani azt a feltételezést, hogy a Szinva-völgy teraszkavicsát a mezozoós és helvétai területekről is rövid szállítási távolsággal összemossott képződmények fedik.

III. táblázat

Szinva-völgyi kötött talajok és a mezozoós fedő- és helvétai képződményekből számított „fiktív-képződmény” homogenitásvizsgálata

Osztályközök száma	Plasztikus indexértékek intervalluma	A mintabeli érték gyakorisága és relatív gyakorisága				$\left(\frac{\nu_i}{N} - \frac{\mu_i}{M}\right)^2 \cdot 10^{-4}$
		Szinva-völgy		Helvétai + Mez. fedő		
$i$	$\chi_{i-1} - \chi_i$	$\nu_i$	$\frac{\nu_i}{N}$	$\mu_i$	$\frac{\mu_i}{M}$	
1	5—15	17	0,121	72	0,125	0,002
2	15—25	52	0,369	178	0,309	0,145
3	25—35	55	0,390	246	0,425	0,045
4	35—45	14	0,099	65	0,112	0,021
5	45—55	3	0,021	17	0,029	0,241
		N = 141		M = 578		0,454



## Összefoglalás

Összefoglalva az elmondottakat a következőket állapíthatjuk meg:

1. A sorozóegyenesek módszere rétegazonosításra, különböző korú képződmények elkülönítésére nem alkalmas.
2. Különböző korú képződmények kőzetfizikai jellemzői különbözhetnek egymástól, azonban pusztán a kőzetfizikai jellemzők alapján korbeosztást nem tudunk elkészíteni, mivel az értékek sok esetben átfedik egymást.
3. A matematikai statisztika módszereivel a képződményeket átfogóan tudjuk jellemezni, s értékes összehasonlító vizsgálatokat végezhetünk.

## IRODALOM

1. *Fehérvári Miklós—Szalay Miklós*: Mérőszám alkalmazása a rétegazonosításban. Földtani Közlöny. 1953. p. 123—129.
2. *Dr. Járay Jenő*: Rétegazonosítás. Bányászati Kutató Intézet Közleményei. (1963). VIII. évf. 1. sz. p. 81—91.
3. *Dr. Járay Jenő—Dr. Bidló Gábor*: Összefüggés a talaj fizikai és a talaj ásványos összetétele között. Földtani Kutatás. 1967. 1. sz. p. 20—29.
4. *Dr. Kézdi Árpád*: Talajmechanika. I. Tankönyvkiadó Bp. 1969.
5. *Dr. Paál Tamás*: Talajfizikai jellemzők eloszlás vizsgálata. Mélyépítéstudományi Szemle 1974. 8. sz. p. 379—387.
6. *Dr. Paál Tamás*: Regresszió analízis talajfizikai adattömegek esetén. Mélyépítéstudományi Szemle 1975. I. sz. p. 22—30.
7. *Szabó Imre*: Magyarázó Miskolc város építésföldtani térképsorozatának kőzetfizikai térképeihez. Kézirat. 1974.
8. *Dr. Ungár Tibor*: Statisztikai módszerek talajmechanikai szakvéleményekben. Mélyépítéstudományi Szemle. 1974. 12. sz. p. 529—532.
9. *Vincze István*: Matematikai statisztika ipari alkalmazásokkal. Műszaki Könyvkiadó Bp. 1968.
10. *Matschak—Rietschel* (1965). Zeitschrift für angewandte Geologie. Bd. 11. H. 3.