

Néhány Salgótarján környéki üledékes kőzet talajfizikai jellemzőinek matematikai statisztikai vizsgálata

Kéri János*

(7 ábrával, 3 táblázzal)

Összefoglalás: A matematikai statisztika egyre szélesebb körben kap szerepet a műszaki-földtani vizsgálatok esetében. Salgótarján területén több mint 20 év alatt hozzávetőlegesen 2100 db. talajmechanikai fúrás mélyült. Ezekből közel 10.000 használható talajfizikai adat gyűlt össze a mérnökgeológiai térképezési munkák során, és több száz kontroll és kiegészítő vizsgálat készült. A szerző, aki a térképezési munkát vezette, a rendelkezésre álló adatokat a földtani rétegeknek megfelelően csoportosította. Ezekre az adatokra alkalmazta a matematikai statisztika módszereit.

A tanulmány a vizsgálati metodikát és néhány vizsgálati eredményt mutat be.

A matematikai statisztika egyre szélesebb körben kap szerepet a műszaki földtani vizsgálatok esetében. A módszer világméreteit igazolja a Hong-Kongban 1971-ben e témában megtartott nemzetközi konferencia. 1973-ban az Építési és Városfejlesztési Minisztérium egyik előterjesztésében ez áll: „az építéssel kapcsolatos tevékenység fejlesztéséhez — a tudomány fejlődési irányzatának megfelelően — követelmény, hogy a rendelkezésre álló adattömeg matematikai-statisztikai feldolgozásából vonjon le következtetéseket, állapítson meg törvényszerűségeket.

Miután a talajmechanikai-mérnökgeológiai feltárások és vizsgálatok költségek, időigényesek, ezek csökkentése az ismételt adatfeldolgozással népgazdasági érdek”.

Salgótarján területén több mint 20 év alatt hozzávetőlegesen 2100 db. talajmechanikai fúrás mélyült. Ezekből közel 10 ezer használható talajfizikai adatot gyűjtöttünk össze a mérnökgeológiai térképezés előkészítési munkái során, és több száz kontroll és kiegészítő vizsgálatot végeztünk (KÉRI 1975).

A mérnökgeológiai térképezés hazánkban elindult azon az úton, hogy a talajfizikai vizsgálatok értékelésénél figyelembe vegye a geológiai, rétegtani szempontokat. Az 1960-as években rohamosan megnövekvő talajmechanikai vizsgálatok esetében abba a hibába estünk, hogy az egyes talaj-kőzetrétegeket szigorúan lokálisan tettük vizsgálat tárgyává, elmaradt a regionális földtani szemlélet.

TERZAGHI, a talajmechanika „atyja”, évtizedekkel ezelőtt hangsúlyozta a geológiai tényezők fontosságát. 1969-ben a VII. Nemzetközi Alapozási és Talajmechanikai Konferencia elnöki megnyitójában L. BJERRUM-nak — pontosan az előbb említett okok miatt — újra hangsúlyozni kellett, hogy a természetes talajok tulajdonságait befolyásoló geológiai vonatkozásokra a kutatás eddig „túl kevés figyelmet fordított”.

* Elhangzott és megvitatásra került az MFT. Északmagyarországi Szakosztályának 1977. április 28.-i előadóiülésén Miskolcon

E rövid tanulmány keretében a két fenti irányzat alkalmazását követjük néhány Salgótarján környéki üledékes kőzetréteg vizsgálata keretében. A rendelkezésre álló talajfizikai adatokat földtani rétegeknek megfelelően csoportosítottuk és esetenként újabb vizsgálattal egészítettük ki.

Vizsgálati metodika

A kőzetrétegenként csoportosított talaj-kőzetfizikai jellemzők adattömegének matematikai statisztikai vizsgálata két főcsoportra osztható:

I. eloszlásvizsgálat

II. regresszió analízis

I. Eloszlásvizsgálat

Rendelkezésre állnak a földtani szempontok alapján (rétegenként) összegyűjtött és rendszerezett talajfizikai jellemzők.

A matematikai statisztikai szabályokat alkalmazva első lépésként a mintavételt kell vizsgálat tárgyává tenni. Érvényesülni kell a függetlenségnek, reprezentativitásnak, a véletlenszerűségnek.

Egy-egy kőzetrétegből eltérő időben és helyen történő mintavételnél érvényesül a véletlenszerűség és a függetlenség.

A reprezentativitás érdekében a statisztikai szabályok értelmében a kísérleteket azonos körülmények között, azonban egymástól függetlenül kell végezni. Ezt esetünkben egyrészt biztosítja a szabvány mint azonos körülmény, másrészt a különböző laborban végzett kísérlet.

Az eddigi gyakorlat azt mutatja, hogy a talajfizikai jellemzők esetében az előbbieket szerint elvégzett kísérletek eredményei jobban eltérnek egymástól — nagyobb a szórásuk — mint más ipari kísérleteknél (PAÁL 1976). Általában és jelen esetben is a felhasznált adatok laboratóriumi rutin-vizsgálatokból, nem tudományos kísérlet számára készültek.

Dr. PAÁL Tamás szerint (1976.) „ez egyúttal azt is jelenti, hogy az ismeretes hibalehetőségekre számítani kell. A felhasználhatóságot azonban ez nem érinti, egyrészt mert a feldolgozott nagytömegű adaton belül a hibák részben kiegyenlítik egymást, másrészt és főleg mert mindig ilyen laboratóriumi vizsgálatok állnak rendelkezésünkre, ilyenekből kell következtetéseinket levonni a talaj, vagy kőzetréteg tulajdonságaira vonatkozóan”.

A kérdés tehát úgy is felvetődik: hogyan ismerjük meg rutinvizsgálatokból a Salgótarján környéki kőzetrétegek talajfizikai jellemzőit.

Második lépés a mintabeli, vagy statisztikai jellemzők vizsgálata. Alapvető feladat, hogy a mintából az eloszlásra, az azt meghatározó mennyiségekre, jellemzőkre következtessen.

Az elméleti jellemzők közül az első tulajdonságra a várható értékek, vagy medián nyújt felvilágosítást. A második tulajdonságra az elméleti szórásnégyzet, vagy a várható abszolút eltérés, vagy a terjedelem nyújt felvilágosítást.

A statisztikai számításokat nagy számú ($N > 30$) adatra alkalmaztuk.

A jelen esetben eltekintünk a részletes elméleti levezetésektől, alkalmazzuk azokat a számítási módokat, amelyek az eddigi tapasztalatok alapján a talajfizikai jellemzők vizsgálatára alkalmasak.

A várható értéket kiindulásul a számtani középértékkel szokás megközelíteni. Általános alakja:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

ahol n az elemek száma.

Jellemző az átlag megbízhatóságára a mérési adatsor terjedelme ($R =$ intervallum).

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Az elméleti szórásnégyzet meghatározása a következő lépés. *A minta szórásnégyzete nem más, mint az egyes elemeknek a számtani középtől való eltéréseik négyzeteinek összege, osztva az elemek számával* (VINCZE 1968).

$$D_{(x)}^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Mivel $D_{(x)}^2$ nem torzítatlan, becslése a szórásnégyzet várható értékének a gyakorlatban az ún. korrigált empirikus szórásnégyzetet használjuk (S^2), amely már torzítatlan becslés.

A korrigált empirikus szórás (S) úgy kapjuk, hogy az S^2 -ből gyököt vonunk. Számításra használható alakja:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

A részletes feldolgozás alapjául szolgáló számítási tömegmunkát a Mátrai Szénbányák EMG-666-os programozható számológépével végeztük.

A programot TÓTH Gábor alk. matematikus állította össze.

Mint már korábban említettük, vizsgálataink során az egyes összetartozó adatok szórása elég nagy, nagyobb mint más ipari kísérleteknél.

Kellő magyarázatot kell találnunk a szórásokra. DR. RÉTHÁTI L. szerint (1968) az észlelt, nagyobb mértékű szórások okai az alábbiakban keresendők:

1. — mintavételi hibák
2. — laboratóriumi vizsgálati hibák (beleértve a fajsúly felvételének bizonytalanságait)
3. — nem azonos mintából származó jellemzők miatti különbségek
4. — ásványi összetétel differenciái
5. — eltérő eredetű anyagok vizsgálatából származó különbségek
6. — geológiai „előélet” különbségei
7. — bizonyos értéktartományokban szereplő kis mintaszám hibája.

A szórás első két oka ilyen jellegű adatfeldolgozásnál elkerülhetetlen, és csak a műszaki fejlődéssel várható fokozatos javulás a kőzet- és talajrétegek tényleges jellemzőinek megismerésében.

Az 5. – 6. ok kiküszöbölését célozza a jelenlegi vizsgálat esetében a geológiai rétegenkénti értékelés.

Intervallumbecslés, megbízhatósági (konfidencia) intervallumok

Ha valamely mérési eredmény normális eloszlást mutat, akkor a mérendő „a” mennyiség legjobb becslése a X számtani közép.

Elméleti alapon normális eloszlást mutatnak a véletlenszerű mérési hibák, megközelítően normális eloszlást ad a legtöbb anyagvizsgálati eredmény (VINCZE 1968). Az eddigi tapasztalatok és az előbbi elméleti megfontolás alapján a vizsgált talajfizikai jellemzők eloszlása normálisnak vehető.

A talaj, vagy kőzetréteg megismerésének egyik legfontosabb első lépése az éppen vizsgált talajfizikai jellemző „várható értékének” — mint az elméleti jellemzők közül az első tulajdonságra nyújtó felvilágosítás — meghatározása.

Annak érdekében, hogy képet kapjunk az elkövetett pontatlanságról, szükségesnek mutatkozhat egy olyan felső és egy olyan alsó határ megadása, hogy az ismeretlen paraméter — legalábbis nagy valószínűséggel — ezen határon belül legyen.

Más szóval olyan (α_1, α_2) intervallumot keresünk, ami bizonyos értelemben nagy valószínűséggel tartalmazza az „a” valódi értéket.

$$P(\alpha_1 \leq a < \alpha_2) = 1 - \varepsilon$$

ahol ε nagyon kicsi szám.

Az (α_1, α_2) intervallumot az „a” paraméterre vonatkozó $(1 - \varepsilon)$ megbízhatósági szintű konfidencia intervallumnak nevezzük.

Ha az X valószínűségi változó $N(a, s)$ eloszlású adott „s” szórással, akkor az n elemű mintából számított X számtani közép $N(a, \frac{s}{\sqrt{n}})$ eloszlású valószínűségi változó, és így:

$$P\left[a - U_\varepsilon \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \bar{x} < a + U_\varepsilon \frac{s}{\sqrt{n}}\right] = 1 - \varepsilon$$

Az ε és U_ε között fennálló összefüggések alapján a normális eloszlás táblázatából leolvasható adott U -hoz tartozó, ill. adott ε -hoz visszakereséssel meghatározható U_ε .

Ha pl. $1 - \varepsilon = 0,9973$ akkor $U_\varepsilon = 3$
 $1 - \varepsilon = 0,9545$ akkor $U_\varepsilon = 2$
 $1 - \varepsilon = 0,9000$ akkor $U_\varepsilon = 1,64$

Mellőzve a levezetéseket és átrendezéseket, a konfidencia intervallum: ha megközelítéssel $a \geq \mu$ akkor

$$\bar{x} - U_\varepsilon \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu \leq \bar{x} + U_\varepsilon \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$\alpha_1 = \bar{x} - U_\varepsilon \frac{s}{\sqrt{n}}; \quad \alpha_2 = \bar{x} + U_\varepsilon \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

Itt μ a végtelen sok elemből álló és s szórású alapsokaság átlaga. Ez a nagyfontosságú egyenlőtlenség azt fejezi ki, hogy a mintából ha nem is tudjuk meghatározni az alapsokaság átlagát, de azt megtudjuk mondani, hogy az előírt valószínűségi szinten milyen két érték közé esik.

Számításaink során a konfidencia intervallum meghatározásánál az

$$1 - \varepsilon = 0,90 \quad \text{az az } 90\% \text{-os}$$

megbízhatóságot választva az $U = 1,64$

$$\alpha_1 = \bar{x} - 1,64 \frac{s}{\sqrt{n}}; \quad \alpha_2 = \bar{x} + 1,64 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

összevonva: $\bar{x} \pm 1,64 \frac{s}{\sqrt{n}}$

a mérési eredményeink konfidencia intervalluma 90%-os megbízhatóság esetén.

Ez nagyterjedelmű mintára ($n > 30$) vonatkozik. Kisminta esetén $\bar{X} \pm 1,64 s$ érvényes. A szórásadat az átlaghoz viszonyítva a relatív szórást (variációs együtthatót) adja.

$$v = \frac{s}{\bar{x}}$$

Megjegyezzük, hogy más jellegű matematikai feldolgozások 99–95%-os megbízhatósággal dolgoznak. Az általunk választott 90%-os megbízhatóság magyarázata az, hogy a talajviszonyok meghatározása során a természet által produkált rendkívül heterogén anyagot vizsgáljuk, csak többé-kevésbé megbízható laboratóriumi módszerekkel.

II. Regresszió analízis

Ha az eloszlás vizsgálat során elemzett X talajfizikai jellemző adatai és valamely más, pl. y adat között összefüggés feltételezhető, akkor ez a kapcsolat a regresszió analízis mód-szeirevel értékelhető.

Kiinduló feltételezés, hogy a két változó legalább közelítőleg normális eloszlású és lineáris kapcsolat van közöttük. A nem lineáris regresszió analízis lényegesen komplikáltabb, bár tudományosan jelentősége kétségtelen, de gyakorlati célokra esetünkben a linearitás fel-tételezése elegendő pontosságot és könnyebb kezelhetőséget ad.

Két változó mennyiség között háromféle összefüggés lehetséges. Ha az egyik változó adott értékéhez a másik változónak egy meghatározott értéke tartozik, akkor a két változó függvény kapcsolatban van egymással. Lehetséges olyan eset, hogy a két mennyiség kö-zött semmiféle összefüggés nincs, akkor azt mondjuk, hogy a két mennyiség egymástól független.

Végül van olyan kapcsolat, amelynél a két mennyiség között valamiféle összefüggés nyilvánvaló, de azt függvénnyel leírni nem tudjuk, mert az a véletlentől is függ. Ilyen eset-ekben a két változó között fennálló kapcsolatot sztochasztikus kapcsolatnak nevezzük.

Itt két kérdés merül fel. Az egyik a két változó között fenálló függőség (korreláció) fokának mérése, a másik, hogy az egyik változónak milyen függvényével közelíthetjük meg legjobban a másikat (regresszió). Ha a két változó összetartozó pontjait koordináta-rendszerben ábrázoljuk, korrelációs diagramot kapunk. Ha két változó között sztochasztikus kapcsolat van, a pontok csak bizonyos tendenciát mutatnak. Minél szorosabb a kapcsolat, annál jobban illeszkednek a pontok egy egyeneshez, vagy görbéhez.

A korreláció mértékét a tapasztalati korrelációs együtthatóval mérjük (VINCZE 1968). Az általunk alkalmazott tapasztalati képlet:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$(N = \langle n_1 \rangle \cap \langle n_2 \rangle)$$

N = azon esetek száma, amikor mindkét összetartozó adat megvan.

Ha a két mennyiség független: $r = 0$, ha a két mennyiség között lineáris függvénykapcsolat van $r = \pm 1$, de általában a kettő között mozog, ilyenkor a kapcsolat sztochasztikus.

Azt az egyenest, ill. görbét, amely körül a korrelációs diagram pontjai csoportosulnak, regressziós egyenesnek, ill. görbének nevezzük.

Két talajfizikai jellemző kapcsolatának vizsgálatakor célszerű az egyszerűbben, zavart mintából is meghatározható értéket tekinteni független változónak és a nehezebben, csak magmintából meghatározhatóat venni függőnek. Lineáris regresszió esetén a regressziós egyenes meghatározása a legkisebb négyzetek módszerével történik (VINCZE 1968).

Az egyenes egyenlete:

$$Y = a_1 X + b_1$$

ahol a_1 a regressziós együttható (az egyenes iránytangense)

$$a_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2}$$

b: konstans tag:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2}$$

A fenti képletek segítségével a korábban említett számológéppel határoztuk meg:

$$\begin{aligned} I_p(W_L) & \quad I_p = a_1 W_L + b_1 \\ e(I_p) & \quad e = a_1 I_p + b_1 \end{aligned}$$

összetartozó értékek regressziós egyenleteit.

A rendelkezésre álló adatok értékelése

A szétválasztott és rétegenként csoportosított talajfizikai jellemzők szórása első ránézésre is nagyok tűnik. Az összes használatos talajfizikai jellemzőre kiterjedő vizsgálat viszonylag kevés. A vizsgált talajfizikai jellemzőket az I. táblázat tartalmazza.

Ha megnézzük az anyagvizsgálati összesítő táblázatot, szembetűnik néhány anyagvizsgálati jellegzetesség. Először is az, hogy legtöbb adat a patakhordalé-

Anyagvizsgálati összesítő

I. táblázat — Table I.

Földtani kor	Kőzettani kifejlődés	Mintavételi mélység-adatok	A vizsgált talajfizikai jellemző darab száma										
			W_n	W_L	W_p	I_p	I_c	e	γ_n	σ	DTA	Szemel o.	
Negyedkor	Patakordalékok	494	479	465	465	494	446	260	207	19		66	
	Lejtőtörmelékek	310	310	281	279	309	284	209	203	107	12	64	
Miocén	Kárpátian	Homokos aleurit (slir)	55	46	52	52	55	43	8	16	10	8	15
		Homok-homokkő (chlamyszos)											
	Óttnan-gien	Homok-homokos aleurit (széntelepess öszolet)	45	45	38	38	39	36	36	31	6		18
	Eggenburgian	Riolittufa	25	25	24	24	25	24	24	24	21	15	
Tarkaagyag: sz.földi agyagos homokos kavics		180	155	178	178	180	151	40	39	14	20	82	
Oligocén Szálegvárjani formáció	Tengeri kifejlődésű homokkő („burdigalai” homokkő)												
	„Glaukonitos” homokkő											15	

kok területéről, illetve a negyedkori lejtőtörmelékek területéről származik, majd a csökkenési sorrend az eggenburgi szárazföldi rétegekkel folytatódik.

A magyarázat kézenfekvő: ezekre a kőzetekre alapozták a város legtöbb épületét, vagy ezt kellett átharantolni, hogy teherbíró kőzeteket találjanak.

A második szembetűnő észrevétel az, hogy lényegesen több a zavart mintából meghatározható W_n , W_L , I_p , I_c , mint a zavartalan mintából meghatározható e, γ_n , σ_{ny} stb. Ennek okát elsősorban a mintavételi technológia viszonylagos elmaradottságában kereshetjük a 20 év alatt. Konzolidált, megfelelően tömör, üledékes kőzetből fúrási technológiával nehéz elfogadható mintát venni. A használhatóság még tovább csökken a laboratóriumba szállítás után.

Mindezek mellett lényegesen több használható adatot tudtunk volna gyűjteni a különböző intézmények adattárában, ha több eredeti laborvizsgálati jegyzőkönyvet őriztek volna meg. Rendszerint szakvéleményeket tudtunk kézbevenni, ahol már számunkra használhatatlan átlaga, vagy valamilyen intervalluma szerepelt a talajfizikai jellemzőknek. Ezúton is köszönetet mondunk a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat adattárának, az Északtervnek, a Nógrádmegyei Tervező Vállalatnak, a Nógrádi Szénbányák Földtani és Földmérési Irodájának a készséges adatszolgáltatásért.

A térképezési munka során lemélyült fúrások anyagvizsgálata nem ellenőrző jellegű volt elsősorban, hanem kiegészítő jellegű.

Az a néhány száz vizsgálat, amit a bevezetőben említettem, többségében a lejtőtörmelékekből származik.

Amint az összefoglaló táblázat mutatja, a teljességre való törekvést most ott kell folytatni, hogy még a homokkőrétegekből legalább 300–400 vizsgálatot el kell végezni.

A rendelkezésre álló adattömeg szétválasztásának szubjektív voltáról kell még néhány gondolatot elmondani. A patakhordalékokat az alattuk levő szálbanálló kőzettől nem volt nehéz szétválasztani. A negyedkori lejtőtörmelékek esetében már lényegesen több a szubjektivitás. Közismert, hogy a kőzetretegeket a gyakorlatban éles határral, szinte sohasem lehet szétválasztani. Az alapkőzet felső része változó vastagságban mindig bontott, ezen alakul ki az áthalmozott, más kőzetreteg törmelékével keveredett ún. lejtőtörmelék.

Irányadó szempontok voltak: a geológiai, morfológiai környezet, ahonnan a minta származott, a makroszkópos kőzetmeghatározás, a kőzet tömegére, szövetére utaló jelek, a kézifúrás előrehaladása.

A szálbanálló, idősebb ép kőzetretegeken, szinte parancsszerűen megállt az 55 mm-es kézifúró.

A bontott zóna és a lejtőtörmelék határának megvonása már nehezebb ilyen szempontok szerint, bár itt is jelentősen csökkent a fúrószerszám előrehaladása.

Megjegyzem, hogy a tipikusnak vélt lejtőtörmelékek területére telepítettük szinte minden mérnökgeológiai fúrásunkat a térképezés során.

Vizsgáljuk most meg a két legtöbb adatot tartalmazó réteget a matematikai statisztika módszereivel az előbb ismertetett metodika szerint.

A patakhordalékok és lejtőtörmelékek talajfizikai jellemzőinek eloszlás- és regresszióvizsgálata

A két réteg elterjedését a mellékelt térképábrázolás szemlélteti. (1. ábra).

A patakhordalékok osztályozása:

Települési jellegükből adódóan nagy területen összefüggő homok- vagy különböző agyagréteget nem lehet találni. Lencsésen, többször ismétlődő rétegeket viszont igen, főleg ha segítségül hívjuk a szabványban is rögzített határokat a plasztikus index szerint.

A.	I_p	< 7%	világos színű agyagos finomhomok
B.	7	– 15%	világos-szürke finomhomokos kőzetlisztes agyag
C.	15	– 25%	világos sárga homokos, homokeres agyag
D.	25	– 30%	szürke, barna agyag
E.	I_p	> 30%	sötétbarna, fekete agyag.

A negyedkori lejtőtörmelékek osztályozásának alapja a már előbb ismertetett földtani, geomorfológiai szemlélet volt.

F. áthalmozott oligo-miocén homokkő Béke-telep, KISz lakótelep.

G. áthalmozott barnakőszéntelepes csoport Kemerovo lakótelep, Baglyas, Eresztvény.

H. áthalmozott szárazföldi agyagok Baglyasalja.

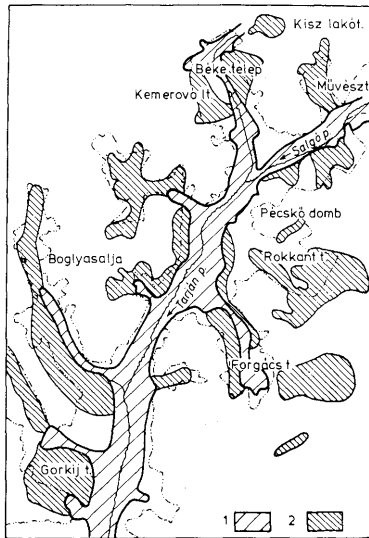
I. áthalmozott vulkáni tufák és tarkaagyag nyirok Rokkant-telep

J. áthalmozott tarkaagyag és riolitufa Béke-telep, Baglyas, Eresztvény

K. áthalmozott aleurit (slir) Gorkij-telep, Nagybatony.

A fontosabb eloszlási adatokat számszerűen a II. táblázat tartalmazza.

A 2. ábrán összevont szelvényen grafikusan is ábrázoltuk az egyes rétegek átlagértékeit. A litológiai szelvény nem arányos az egyes rétegek vastagságával, csupán az egymáshoz viszonyított térbeli helyzetüket érzékelteti.



1. ábra. A vizsgált patakhordalékok és lejtőtörmelékek elterjedése. J e l m a g y a r á z a t : 1. Patakhordalék, 2. Lejtőtörmelék

Fig. 1. Distribution of the alluvium of minor watercourses and talus scree deposits examined. Explanations: 1. Alluvium, 2. Scree

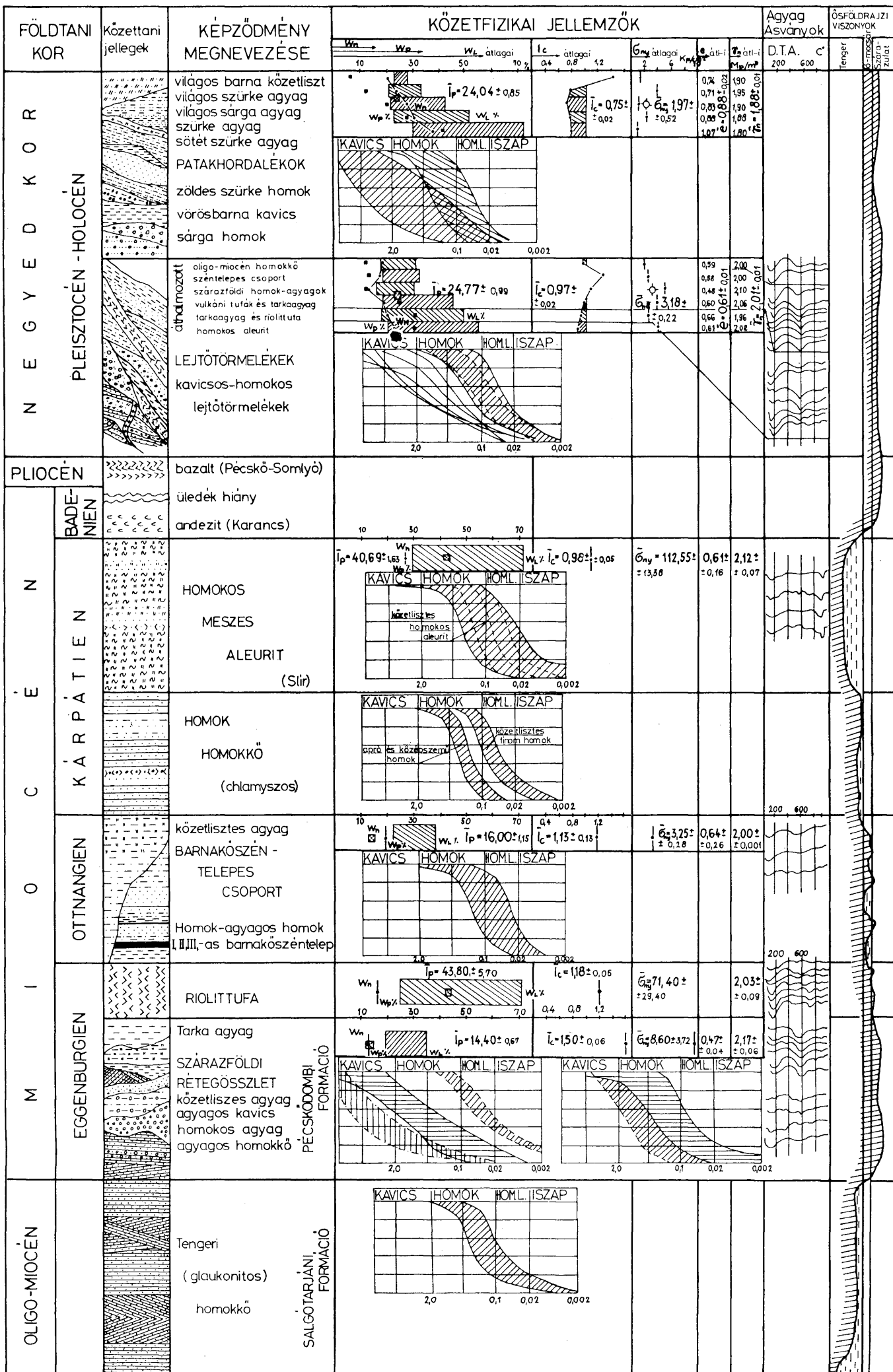
A szemcsés-, homokos-, kavicsos kőzetrétegek átlagértékeiről az általános rétegszelvényben ábrázolt kumulatív görbemezők tájékoztatók. Jellegükből kitűnik, hogy a patakhordalékok kavicsok, homokos-kavicsok, homokok, és agyagos, kőzetlisztes homokok.

Az áthalmozott szemcsés jellegű kőzeteket a patakhordalékokhoz hasonlóan több száz szemeloszlási adatból származó kumulatív görbemezőkkel mutatjuk be.

Ezek a rétegek nagyjából a homok-homokliszt frakcióba tartoznak.

Itt összehasonlítási alap lehetne még a könnyű- és nehézásványvizsgálat, sajnos néhány elemzés áll csak rendelkezésre, ami a statisztikai értékeléshez nem elegendő.

Az agyagos kőzeteknél néhány minta esetében DTA módszerrel megvizsgáltuk a lejtőtörmelékek agyagásványtartalmát. Amint a görbék jellege is mutatja, agyagásványaik hasonlóak, túlnyomórészt illit, montmorillonit. Az agyagásványok vulkáni tufából, elsősorban riolittufa bomlástermékéből származnak. A montmorillonit jelenléte egyben választ ad ezen rétegek viszonylag magas folyási határ értékeire, továbbmenve mint kiegyenlítő, térfogatváltozó rács szerkezetű agyagásvány, az agyagok duzzadó, csúszásveszélyes jellegét is igazolják.



1 ■ 2 ☒ 3 | 4 ◊

2. ábra. Salgótarján környékének összefoglaló átlagos építésföldtani szelvénye. Jelmagyarázat: 1. Plasztikus index osztályátlag, 2. Plasztikus index rétegátlag, 3. Nyomószilárdság osztályátlag, 4. Nyomószilárdság rétegátlag
 Fig. 2. A comprehensive average engineering-geological profile of the vicinity of Salgótarján. Explanations: 1. Plasticity index, class average, 2. Plasticity index, average per stratum, 3. Resistance to pressure, class average, 4. Resistance to pressure, average per stratum

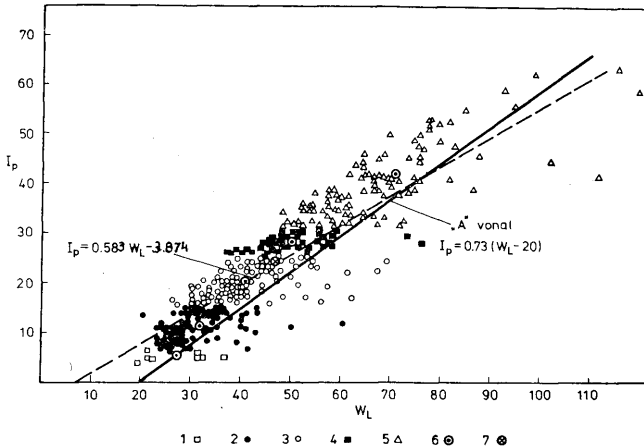
II. táblázat — Table II.

Anyag	Terjedelem határai	Terjedelem	Közép- érték \bar{X}	Szórás S	Középpért. 90% megbízha- tósági intervalluma $\left(\pm 1,64 \frac{s}{\sqrt{n}}\right)$
1.	2.	3.	4.	5.	6.
Folyási határ %					
A	20 — 37	17	27,5	6,0	0,21
B	23 — 44	20	32,2	5,0	0,81
C	27 — 70	43	41,6	7,1	0,88
D	35 — 77	39	50,3	6,6	1,31
E	49—192	143	71,4	21,1	3,27
F	23 — 37	14	30,9	3,6	1,09
G	18 — 44	26	32,7	5,4	1,27
H	22 — 34	12	30,6	5,2	3,84
I	30 — 69	39	44,9	8,2	1,74
J	26—113	87	49,6	15,3	2,71
K	25 — 74	49	53,1	11,0	2,53
Plasztikus index %					
A	4,0 — 6,5	2,5	5,4	0,8	0,41
B	7,0 — 15,0	8,0	11,4	2,4	0,37
C	15,5 — 25,0	9,5	19,9	2,7	0,32
D	25,2 — 30,0	4,8	27,7	1,4	0,29
E	30,4 — 78,0	47,6	41,1	9,7	1,44
F	7,0 — 19,7	12,7	12,9	2,5	0,71
G	2,8 — 20,0	12,2	13,7	4,2	0,95
H	7,6 — 18,9	11,3	13,9	4,7	3,46
I	15,3 — 46,6	31,3	25,2	7,0	1,31
J	15,5 — 81,2	65,7	31,1	11,9	1,94
K	9,5 — 46,0	36,5	31,7	8,4	1,85
Hézagtérféyző					
A	0,50 — 0,85	0,35	0,74	0,12	0,07
B	0,39 — 1,40	1,01	0,71	0,18	0,04
C	0,55 — 1,98	1,43	0,83	0,24	0,04
D	0,50 — 1,68	1,18	0,88	0,26	0,06
E	0,54 — 2,23	1,69	1,07	0,35	0,06
F	0,47 — 0,75	0,28	0,59	0,07	0,02
G	0,32 — 0,84	0,52	0,58	0,13	0,03
H	0,35 — 0,61	0,26	0,48	0,10	0,07
I	0,47 — 0,84	0,37	0,60	0,08	0,01
J	0,20 — 1,29	1,09	0,66	0,21	0,04
K	0,45 — 0,80	0,35	0,61	0,10	0,03

Hasonlítsuk össze az áthalmazott kőzetrétegeket az eredeti szálbanálló kőzetekkel. Az összehasonlítást a III. táblázat szemlélteti.

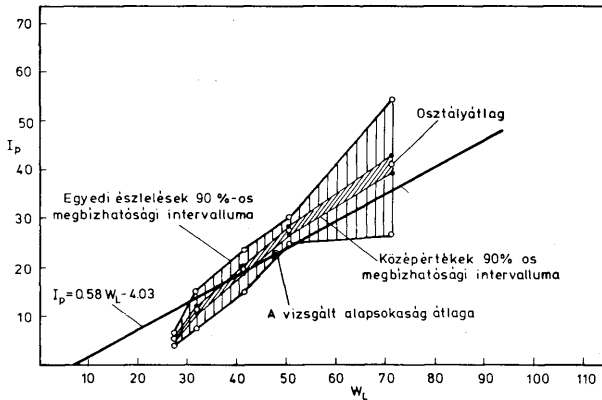
III. táblázat — Table III.

		Riolittufa					
		W _L %	I _p %	I _c	e	n	σ _{ny}
Szálbanálló		71	43	1,1		2,03	71
Áthalmazott		49	31	0,9	0,66	1,96	2,6
Barnaköszénteleges öszlet (homok-homokliszt, agyag)							
Szálbanálló		37	16	1,1	0,64	2,0	3,2
Áthalmazott		32	13	1,1	0,58	2,0	2,6
Homokos aleurit (slir)							
Szálbanálló		68	40	0,98	0,61	2,12	112
Áthalmazott		53	31	0,87	0,61	2,02	3,4



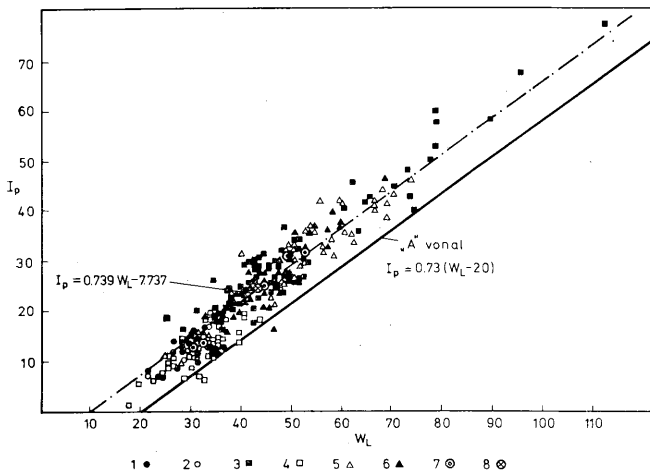
3. ábra. Patakhordalékok. Összefüggés a folyási határ (W_L) és a plastikus index (I_p) között. Jelmagyarázat: 1. Világos színű agyagos finomhomok, 2. Világosszürke finomhomokos közelisztes agyag, 3. Világossárga homokos, homokeres agyag, 4. Szürke-barna agyag, 5. Sötétszürke, fekete agyag, 6. Rétegátlagok, 7. Patakhordalék (a vizsgálat sokaság) átlaga

Fig. 3. Alluvium of minor watercourses. Relationship between flow limit (W_L) and plasticity index (I_p). Explanations: 1. Clayey finegrained sand of light colour, 2. Light-grey, finesandy, silty clay, 3. Light-yellow sandy, sand-streaked clay, 4. Grey-brown clay, 5. Dark-grey to black clay, 6. Average per layer, 7. Average of alluvium (of the total set of data)



4. ábra. A patakhordalékok regresszió vizsgálatának grafikus ábrázolása

Fig. 4. Regression plot of the alluvium of minor watercourses



5. ábra. Negyedkori lejtőtörmelékek. Összefüggés a folyási határ (W_L) és a plasztikus index (I_p) között. J e l m a g y a r á z a t : 1. Áthalmazott oligo-miocén homokkő, 2. Áthalmazott szárazföldi agyag, 3. Áthalmazott tarkaagyag és riolit-tufa, 4. Áthalmazott barnakőszénteljes csoport, 5. Áthalmazott aleurit (slir), 6. Áthalmazott vulkáni tufa és tarkaagyag (nyirok), 7. Rétegtárlagok, 8. A negyedkori lejtőtörmelékek (a vizsgált sokaság) átlaga

Fig. 5. Quaternary scree. Relationship between flow limit (W_L) and plasticity index (I_p) E x p l a n a t i o n s : 1. Redeposited Oligo-Miocene sandstone, 2. Redeposited terrestrial clays, 3. Redeposited variegated clays and rhyolite tuffs, 4. Redeposited coal measures, 5. Redeposited siltstone (schlier), 6. Redeposited volcanic tuffs and variegated clays (loam), 7. Average per layer, 8. Average obtained for the Quaternary scree (the data set examined)

Mindhárom vizsgált rétegnél megállapítható, hogy az áthalmazott anyag plasztikus értékei csökkennek. Ennek oka elsősorban a más rétegekkel való keveredés. Jelentősen csökken az egyirányú nyomószilárdság. Meg kell jegyezni, hogy a szálbanálló kőzetek, ahonnan a minták származnak, már bontottak, különösen a riolit-tufa. A földpátok egyrésze már agyagásvánnyá alakult.

A slirnél érdekes módon a bányából, (Kányás-akna) származó minta — ami építőzetnek vehető — W_L értéke 58–70%, I_p minden mintánál 40% fölött van. Mihálygerge Komravölgyi víztározó környékén végzett vizsgálatoknál DR. VITÁLIS GY. (1962) ugyanezt tapasztalta, a magyarázatot ő a tufaszórás nyomokban, ill. bentonitnyomokban látta.

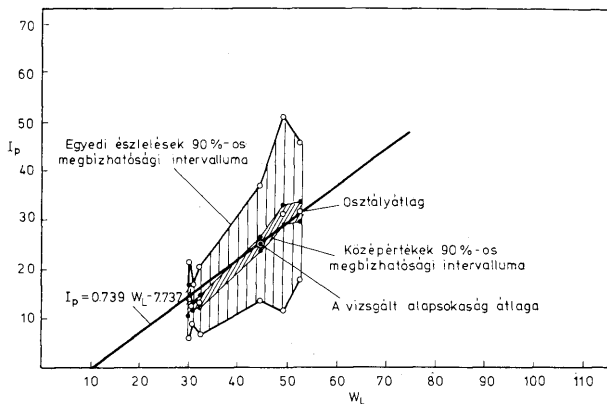
Az ismertetett metodika szerint nézzük meg a vizsgált két réteg $I_p(W_L)$ összefüggéseit.

A 3. 4. 5. 6. ábrákon látható az összetartozó értékek ábrázolása $I_p - W_L$ koordináta rendszerben.

A patakordalékoknál látható, hogy az adatok egyrésze az „A” vonal jobb oldalára esik, ami a minták szervesanyagtartalmát igazolja.

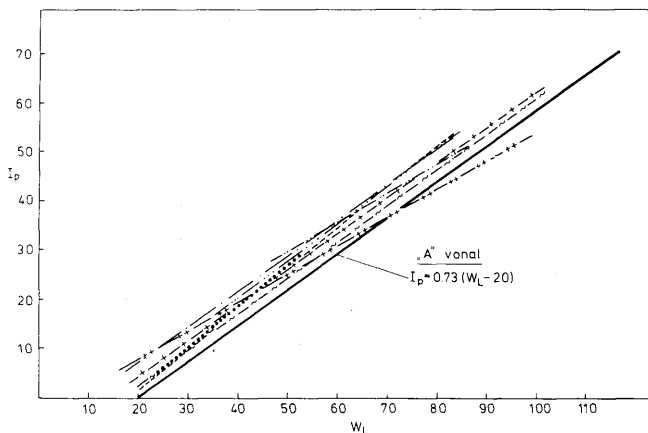
Az összefüggést lineárisnak — feltételezve a vizsgált sokaság $I_p(W_L)$ összefüggésére a metodikai részben ismertetett módon a bejelölt egyenest — határoztuk meg. Az egyenes egyenlete:

$$I_p = 0,58 W_L - 3,87$$



6. ábra. A negyedkori lejtőtörmelék regresszió vizsgálatának grafikus ábrázolása

Fig. 6. Regression plot of Quaternary scree



1 - + - + - 2 - - - - 3 - ····· 4 - ~ ~ ~ 5 - ····· 6 - - - - 7 - - - - 8 - - - - 9 - + - + -

7. ábra. Salgótarján-környéki üledékes kőzetek képlékenységi ábrája. J e l m a g y a r á z a t : 1. Patakordalék, 2. Negyedkori lejtőtörmelék, 3. Homokos aleurit, 4. Barnakőszéntelepes csoport, 5. Pécskő-dombi formáció, 6. Alsó riolittufa, 7. Kiscelli agyag (DR. PAÁL T.), 8. Helvétai agyag Miskolc (SZABÓ I.), 9. Pleisztocén agyag Miskolc (SZABÓ I.)

Fig. 7. Plasticity diagram of sedimentary rocks from the vicinity of Salgótarján. E x p l a n a t i o n s : 1. Alluvium of minor watercourses, 2. Quaternary scree, 3. Sandy siltstone, 4. Coal measures, 5. Pécskő-domb Formation, 6. Lower Rhyolite Tuff, 7. Kiscell Clay (DR. T. PAÁL), 8. Helvetic clay, Miskolc (I. SZABÓ), 9. Pleistocene clay, Miskolc (I. SZABÓ)

A 4. ábra a könnyebb áttekinthetőség kedvéért külön ábrázolja a vizsgált rétegek (osztályok) átlagát és az osztályátlagoknak megfelelő megbízhatósági intervallumokat I_p -re vonatkozóan.

A bemutatott ábráról leolvasható, hogy ugyan a korreláció $r = +0,93$ elég jónak mondható, mégis valamilyen exponenciális összefüggés jobban beillene a konfidencia intervallum mezejébe.

A negyedkori lejtőtörmelékek $I_p(W_L)$ értékeit az egyes áthalmazott rétegek szerint különböző jellel ábrázoltam (5. ábra).

Ezek néhány kivétellel az „A” vonal felett helyezkednek el igazolva azt, hogy szervesanyagtartalmuk elenyésző.

A megbízhatósági intervallumokat itt is külön ábra szemlélteti (6. ábra).

A korreláció hasonló a patakhordalékokhoz.

$$r = +0,93$$

A meghatározott egyenes szemmel láthatóan is jól szemlélteti az összefüggést. Az egyenes egyenlete:

$$I_p = 0,73 W_L - 7,73$$

Az egyenes közel párhuzamos az „A” vonallal.

Hasonlóan a patakhordalékokhoz a 6. ábra külön szemlélteti a regresszió-analízist, és a vizsgált rétegek átlagát a réteg (osztály) átlagának megfelelő megbízhatósági intervallumokat I_p -re vonatkozóan.

Végezetül a 7. ábrán mutatjuk be a Salgótarján környéki üledékes kőzetek képlékenységi ábráját.

Összehasonlításként három agyagféleség képlékenységi egyenesét is ábrázoltuk a 7. budai kiscelli agyag dr. PAÁL T. szerkesztésében (1976), a 8. 9. miskolci helvét agyag és pleisztocén agyag SZABÓ I. szerkesztésében (1976).

A képlékenységi ábrák részletes elemzésére e tanulmány keretében nem nyílik lehetőség, csupán a részletesen elemzett két réteg összehasonlítására szolgál. Az ábrázolt egyenesek egyenletei a következők:

patakhordalékok } negyedkor	$I_p = 0,58(W_L - 6,6)$
lejtőtörmelékek }	$I_p = 0,73(W_L - 10)$
homokos aleurit (slir) miocén	$I_p = 0,64(W_L - 6)$
széntelepes csoport miocén	$I_p = 0,72(W_L - 15)$
alsóriolittufa miocén	$I_p = 1,00(W_L - 24)$
szárazföldi rétegösszlet miocén	$I_p = 0,69(W_L - 14)$
kiscelli agyag (DR. PAÁL T.) oligocén	$I_p = 0,77(W_L - 16,8)$
agyag (SZABÓ I. Miskolc) miocén	$I_p = 0,79(W_L - 18)$
agyag (SZABÓ I. Miskolc) pleiszt.	$I_p = 0,73(W_L - 14)$

A fenti összefüggések részletes elemzésével, valamint az e (I_p) összefüggésekkel ha lehetőség nyílik rá, egy következő tanulmányban foglalkozunk.

Irodalom — References

- BARTÓK L. (1961): A nógrádi barnaköszterület földtani vizsgálata. Kandidátusi értékelés. Kézirat
 FODOR TAMÁSÉ (1971): Irányelvek a 10 000-es méretarányú mérnökgeológiai térképezéshez és térképszerkesztéshez.
 Központi Földtani Hivatal. Kézirat
 KÉRI J. (1975): Salgótarján mérnökgeológiai térképezése. Kézirat
 KÉZDI Á. (1969): Talajmechanika I. Tankönyvkiadó Budapest

- PAÁL T. (1976): A budai agyagok mérnökgeológiai összehasonlítása matematikai statisztikai alapon. Földtani Közlöny 106 kötet, 3. füzet
- RÉTHÁTI L. (1968): Talajmechanikai feladatok megoldása statisztikai módszerekkel. Doktori értekezés. Kézirat
- SZABÓ I. (1976): Összefüggés telített agyagok lineáris zsugorodása és hízagtényezője között. Földtani Kutatás XIX. évf. 1. sz.
- SZABÓ I. (1976): Földtani kor és a közeftizikai jellemzők kapcsolata. Földtani Kutatás. XIX. évf. 1. sz.
- SZILVÁGYI I. (1975): A Salgótarján Arany János út melletti lámpafalának csúszása. Mérnökgeológiai Szemle. 15.
- SZÜCS J. (1976): A mérnökgeológiai térképezés szerepe a településfejlesztés tervezésénél. Földtani Kutatás. XIX. évf. 1. sz.
- VINCZE I. (1968): Matematikai statisztika ipari alkalmazásokkal. Műszaki Könyvkiadó. Budapest
- VITÁLIS GY. (1962): A Litke, komrávölgyi víztározó földtani vizsgálata. Hidrológiai Közlöny. 4. sz.

Soil-physical characteristics of some sedimentary rock samples from the vicinity of Salgótarján as examined by mathematical statistics

J. Kéri

Mathematical statistics is ever more widely used in engineering geology. During more than 20 years approximately 2100 soil-mechanical drills were put down in the municipal area of Salgótarján. Of these nearly 10,000 usable soil-physical data have been collected in the course of engineering-geological mapping works and hundreds of control and complementary tests were performed.

The author, who directed these works, grouped the data available to him by geological age units. Mathematical statistical methods were used to test these data.

The paper describes the methods used and shows some of the results arrived at.