

A középső eocén Darvastói Formáció geomatematikai vizsgálata a Csabpuszta—I/2 bauxitterületen

Geomathematical analysis
of the Middle Eocene Darvastó Formation
at the Csabpuszta—I/2 bauxite prospect

SEBESTYÉN István¹

(10 ábrával és 3 táblázattal)

Összefoglalás

Az összetett, bonyolult kőzetfelépítésű földtani képződmények hagyományos leírása gyakran nem képes valósághűen tükrözni az őszlet tényleges változékonyságát. Ilyen képződmény a Csabpuszta—I/2. bauxitterületen található középső eocén Darvastói Formáció, mely az ére közvetlen fedője. A felmerülő bányászati nehézségek szükségessé tették a Formáció geomatematikai eszközökkel történő vizsgálatát. A „hagyományos” eloszlás- és variogramanalízisen túlmenően a szerző olyan újszerű eljárásokat vezet be a képződmény elemzése során, mint a szelvény menti korrelációs szám és eltérési mérőszám, vagy a rétegsor-mátrix meghatározása. A konkrét, gyakorlati eredmények mellett kiemelendő, hogy a módszerek bármely bonyolult felépítésű földtani képződmény valószínűségi alapokon történő jellemzésére alkalmasak.

Abstract

The traditional description of a lithostratigraphical unit containing a wide variety of beds cannot reflect the true variability of the unit. The Darvastó Formation, directly overlying the bauxite at Csabpuszta is such a unit. The author attempted to describe the complexity of the Darvastó Formation by geomathematical methods because parts of the nearby Csabpuszta—I/1 mine were unexpectedly flooded by water, mud and sand from these strata. The density of data did not permit any forecast of the floods.

New methods are suggested to describe horizontal and vertical variability, applied together with the „classical” distribution and variogram analysis. Rock types of the Darvastó Formation are ranged into 14 categories, then replaced by code numbers. All of the sequences are

¹Magyar Geológiai Szolgálat Ásványvagyon Nyilvántartási Osztály, Budapest, Stefánia út 14.

transformed to the same thickness and sampled at the same 41 points, creating a vector including 41 elements of code-numbers. This vector is called the „spectrum of the sequence”. Two coefficients for the numerical discrimination of sequences in two neighbouring boreholes are defined by the comparison of spectra. The „correlation parameter of a cross-section” shows the relative frequency of the identical elements of the compared sequences. The „deviatory parameter of a cross-section” is determined as the distance of the two vectors, computed by Euclidean metric of the cluster-analysis. It shows the quantity of the difference between two neighbouring sequences.

The same numbered elements of the spectra represent a horizontal segment of the formation. One can generate the relative frequencies of the 14 rock categories for all 41 segments. The chart, containing these relative frequencies, characterizes the vertical variability of the Darvastó Formation. Essentially this chart is a matrix, called „matrix of sequences” by the author. Using this matrix one can separate the formation to different groups of strata and determine territories characterized by several types of sequences. On this rayon map areas, dangerous for mining, are discriminated.

Key words: geomathematics, Eocene, mixed siliciclastic sequence

Bevezetés

A nyírádi aktív vízszintsüllyesztés emlékezetes, kényszerű leállítását követően a bauxitbányászat egyetlen továbblépési lehetőségét a „klasszikus” nyírádi bauxitelforduláshoz ÉNy felől csatlakozó csabpusztai bauxitterület felső szinti, kréta mészkő fekvő bauxittelepei jelentették. A gyors vízszintemelkedés következtében azonban a már termelő Csabpuszta—I bányáuzem rövid idő alatt vízveszélyessé vált, s a bányaműveleteket nem csupán fekvővízbetörések, hanem fedőoldali iszap- és folyóshomok-beáramlások is nehezítették, melyek a bauxitösszlet közvetlen fedőjéből, a középső eocén korú Darvastói Formációból származtak.

A felszíni fúrásos kutatás földtani adatainak hagyományos feldolgozása kevés információt szolgáltatott e változékony összlet kellő megismeréséhez, a várható vízveszély prognosztizálásához. Ezért a tervezett bővítés — Csabpuszta—I/2 — területén geomatematikai módszerek segítségével kíséreltem meg a formáció jellemzését. Bár az utóbbi időben kérdésessé vált a terület termelésbe vonása, s így netán e feldolgozás eredményei sem kerülhetnek közvetlen hasznosításra, úgy vélem, közreadásuk mégsem érdektelen. Az alkalmazott módszerek ugyanis sikerrel felhasználhatók bármely bonyolult felépítésű, változékony földtani képződmény vizsgálatára, nemcsak a bauxitbányászat, hanem a szén-, érc-, építőipari nyersanyag- és ásványbányászat terén is.

A formáció matematikai jellemezhetősége

A Darvastói Formáció általános elterjedésű a térségben, s minden irányban túlnyúlik a vizsgált terület határán. A kiindulásként feltételezett földtani modell értelmében a formáció a középső eocén transzgressziót megelőző sekélytenger pulzáló partvonala mentén keletkezett, így partszegélyi, lagúnáris, abráziós, síkparti, esetleg folyódelta jellegű fáciesek váltakozása jellemzi. Ezért rendkívül szeszélyes, változatos kőzetfelépítésű (GEOPROSPECT, 1992).

Az összlet fúrási magminták alapján megállapítható rétegsora számos objektív és szubjektív hibával terhelt. Ezért a területen mélyült közel 750 kutatófúrásból csak a karotált fúrásokat, az azok geofizikai szelvényanyaga alapján — egységes szempontok szerint — értelmezett rétegsorát használtam fel (TERRATEST, 1991). Csak így juthattam egymással összevethető megbízhatóságú adatokhoz.

Ahhoz, hogy a „formációt” mint elvont földtani kategóriát geostatistikai vizsgálatnak vethessem alá, valamilyen módon matematikailag feldolgozhatóvá kellett tennem a nyers földtani információkat. A rétegsorokból közvetlenül adódó számszerű paraméterek (összvastagság, rétegek száma, rétegvastagság) mellett származtatott paraméterként a fajlagos rétegszám is bevezethető. Alapvető lépésként azonban magukat a kőzetneveket kellett kódszámmal helyettesítenem. A statisztikai értékeléshez az egyes kőzetfajtákat a bányászati veszélyességnek megfelelő kategóriákba soroltam, a következő csoportosításban:

I. táblázat — *Table I*

1	Mészkö, kavicsos mészkő, homokos mészkő.
2	Mézmárga, márgaközös mészkő, homokos mézmárga, agyagos mészkő.
3	Márga, homokos márga, kavicsos márga.
4	Agyagmárga, homokos, kavicsos agyagmárga.
5	Agyag, szenes agyag, pirites agyag.
6	Homokos agyag, aleuritos, mésziszapos agyag.
7	Kavicsos agyag, mészkőtörmelékes agyag.
8	Homokkő, konglomerátum, konglobrecsa.
9	Agyagos kavics, agyagos mészkőtörmelék.
10	Kavics, mészkőtörmelék.
11	Homokos kavics, mésziszapos mészkőtörmelék.
12	Agyagos homok, kavicsos-agyagos homok, agyagos aleurit, agyagos mésziszap.
13	Homok, kavicsos homok, aleuritos homok.
14	Aleurit, homokos aleurit, mésziszap.

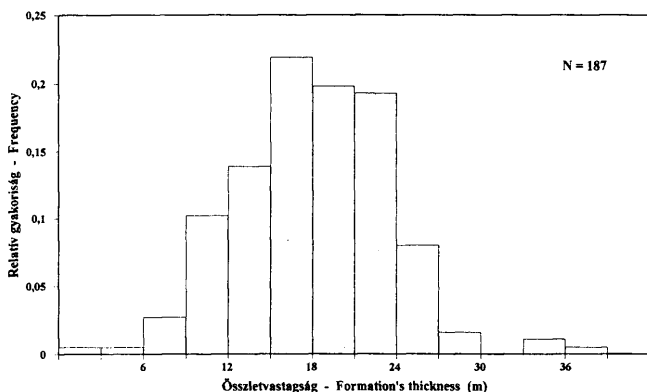
A kódszámok növekedése a nagyobb bányászati veszélyességet jelzi.

A kódszámok segítségével a formáció bármely rétege három számmal jellemezhető: a kőzetkóddal, a rétegvastagsággal és a formáció kezdetétől számított mélységgel. Vagy továbblepve: a rétegsor egy tetszőleges pontja leírható az x , y , z térkoordináták és a kőzetkód segítségével, vagyis egy $\{x, y, z, k\}$ vektorral.

Eloszlás- és variogramvizsgálatok

A feldolgozás során részletesen elemeztem az egyes paraméterek hisztogramjait és variogramjait. Helyhiány miatt itt csupán a legfontosabb következtetéseket fogalmazom meg.

A Darvastói Formáció egészét jellemző paraméterek empirikus sűrűségfüggvényei normális eloszlásúak és kis szórásúak. Ez arra utal, hogy az összlet regionálisan nagy területen, viszonylag azonos körülmények között keletkezett. Az összvastagság átlagos értéke 18,2 m, az átlagos rétegszám 11 db, a fajlagos rétegszám leggyakoribb értéke 0,55 db/m. Ezzel szemben az összletet felépítő rétegek vastagsági hisztogramja lognormális, az átlagos vastagság 1,5 m (1a—b ábra). Ugyancsak lognormális típusúak



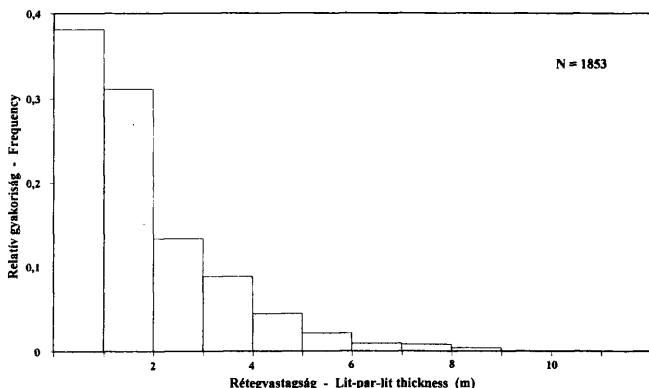
1a ábra. A Darvastói Formáció vastagságeloszlása
 Fig. 1a. Histogram of thickness of the Darvastói Formation

a 14 kőzetkategoróra külön-külön szerkesztett vastagságeloszlások. Legtöbbjüknel a maximumok az 1—2 m-es vastagságintervallumba esnek. Ennél kisebb a mészmárga, márgás mészkő, homokos agyag, homokos kavics kőzetek átlagos vastagsága. A legnagyobb átlagos vastagság a kavicsrétegek és a márgaközös mészkő esetében tapasztalható. A relatív szórások valamennyi esetben nagyobbak a teljes összlet paramétereinek relatív szórásainál.

Ezek az eredmények alátámasztják a kiinduló földtani modell helyességét. Vagyis, a formáció egésze hosszú időn keresztül hasonló földtani körülmények fennállása mellett keletkezett, ám ez a hasonlóság csak annyit jelent, hogy az egész területen ugyanazok az (időben és térben gyorsan változó) elemi földtani folyamatok hatottak. Az egyes rétegek változatos kifejlődését azonban már ezek determinálták. A geológiai viszonyok gyors változása tükröződik a lognormális eloszlásokban, az egyes rétegek vastagságainak 1—2 m körüli átlag- és magas szórásértékeiben.

Hasonló megállapításra juthatunk a variogramok elemzése révén is. A vizsgálatok első korlátját jelenti, hogy a legkisebb, statisztikai mennyiségű adatpárt tartalmazó távolságköz 50 m körüli, így ennél kisebb struktúra nyomozására az adott fúrásürűség mellett nincs lehetőség. Az összlet vastagsági variogramjain két, különböző nagyságrendű földtani szerkezet képe rajzolódik ki, melyek 70 m illetve 600 m körüli hatástávolsággal jellemezhetőek (2a ábra). A kevés megszerkeszthető iránymenti variogram csak az anizotrópia meglétét bizonyította, paramétereinek meghatározásához már nem volt elegendő.

Miután a vastagsági variogramok az összlet egészének regionálisan egységes keletkezési körülményeit támasztották alá, várható volt, hogy a rétegszámban illetve a fajlagos rétegszámban tükröződik inkább a belső struktúra változékonysága. A rétegszámok variogramjain jelentkező lyukhatás ezt a feltételezést igazolja, s arra utal, hogy az



1b. ábra. Az összletet felépítő rétegek vastagságeloszlása.

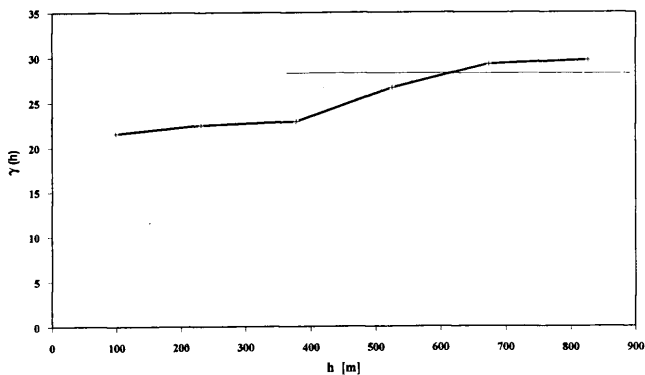
Fig. 1b. Histogram of thickness of all beds.

összlet felépítésére szabályos térbeli ciklicitás jellemző (2b ábra). A fajlagos rétegszám esetében a két hatás szuperponálódik: kis lépésközű lyukhatás típusú variogramot kapunk, míg nagyobb lépésközűknél ez a ciklikusság elsimul (3a—b ábra). Az iránymenti variogramokon lévő minimumhelyek elemzése egymástól 45—50 m távolságban húzódó, ÉÉNY—DDK-i csapású sávokból felépülő földtani szerkezetre enged következtetni.

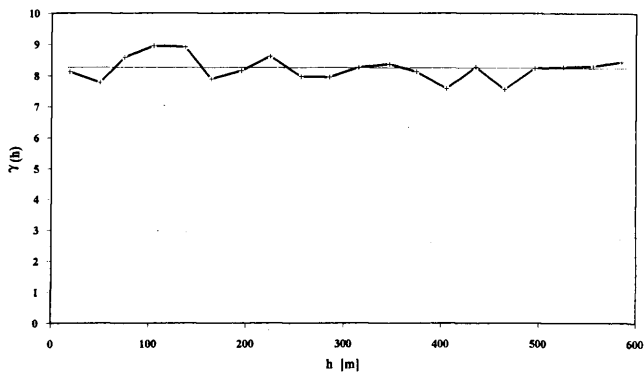
A rétegek korrelálhatósága

A variogram-analízis mellett más módon is próbáltam képet kapni az összlet horizontális változékonyságáról, arról, hogy két egymáshoz közeli fúrás rétegsora mennyire hasonlít egymáshoz, mily mértékben vehető össze, hogyan korrelálható? Ehhez a fúrási rétegsorokat matematikailag összevethetővé kellett tenni.

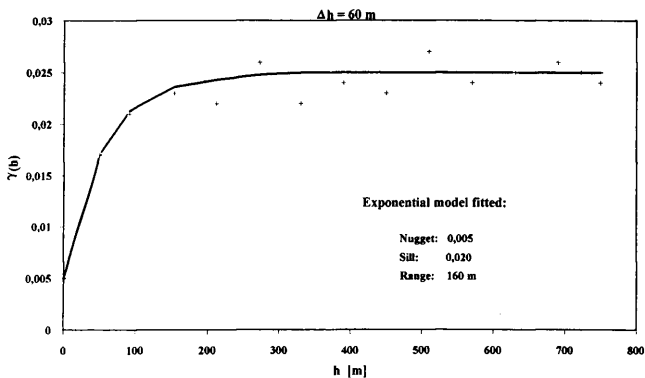
Az általam használt matematikai összehasonlításhoz minden rétegsort olyan számsorozattal helyettesítettem, mely mindegyik esetben ugyanannyi elemű, ugyanakkor hű leképezése a kőzetfelépítésnek. Ez lényegében egy vektor, melyet úgy állítottam elő, hogy az azonos vastagságúra transzformált rétegsorokat azonos távolságonként megmintáztam, így egy olyan számsorozathoz jutottam, mely csak kőzetkódokból áll. A transzformált vastagság értékének célszerűnek tűnt az összletvastagság gyakorisági maximumához legközelebbi egész értéket, 20 m-t definiálni, mivel ekkor legkisebb a rétegsorok torzulásának mértéke. A mintavételi sűrűséget alapvetően két tényező befolyásolja: ha a mintázási távolság túl nagy, az ennél vékonyabb rétegek kieshetnek, másrészt a túl sűrű mintavétel megnehezítheti az eredmények értelmezését s ugyanakkor a feldolgozást végző számítógépi programok futásidőjét is jelentősen megnöveli. Ezek



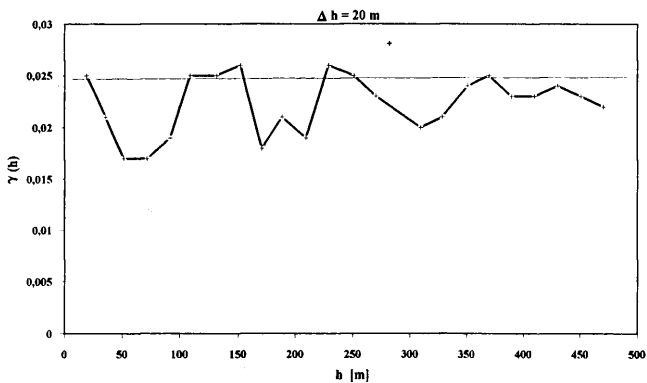
2a. ábra. Az öszszlet vastagságának variogramja.
 Fig. 2a. Variogram of thickness of the Formation.



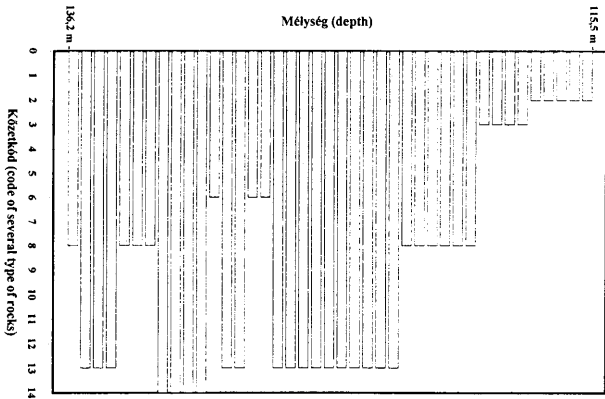
2b. ábra. A rétegszám variogramja.
 Fig. 2b. Variogram of the number of strata.



3a. ábra. A fajlagos rétegszám variogramja, 60 m távolságközzel számítva.
Fig. 3a. Variogram of the specific number of strata, with lag spacing 60 m.



3b. ábra. A fajlagos rétegszám variogramja, 20 m távolságközzel számítva.
Fig. 3b. Variogram of the specific number of strata, with lag spacing 20 m.



4. ábra. A Darvostói Formáció rétegsorának spektruma a Cn—1129 sz. fúrásban.

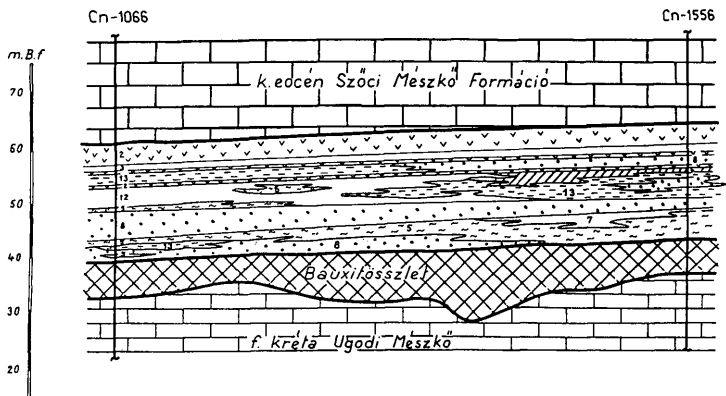
Fig. 4. Spectrum of the sequence of the Darvostói Formation at the borehole Cn—1129.

figyelembevételével 0,5 méterenkénti mintázást választottam, így a Darvostói Formáció rétegsorát minden fúrás esetében egy 41 elemű számsorral tudtam helyettesíteni. Ezt a 41 elemű leképezést (illetve ennek grafikus ábrázolását) az adott rétegsor spektrumának nevezem (4. ábra). Az így kódolt és rendezett földtani adatok már alkalmasak közvetlen matematikai, statisztikai összehasonlításra.

A földtani szelvényyszerkesztés lényegében azon az alapelven nyugszik, hogy két, egymáshoz közeli fúrásban nagyjából azonos szintben található azonos képződmények összefüggenek, egymással összeköthetők. Az 5. ábrán látható földtani szelvény esetében ez a következőképpen alakul. A formáció felső és alsó határa egyértelmű. Az összlet tetején található márgaközös mészkő, márga, mészmárga rétegek (2-es és 3-as kód) megnyugtatóan összekapcsolhatók. Jó az egyezés a rétegsor közepétáján lévő konglomerátum (8) esetében is. Szintén valószínű az alsó agyagréteg (5) összefüggése. A szelvény többi része bizonytalan, azaz számtalan variációban megszerkeszthető. (Az ábrán látható csupán az egyik lehetséges változat.)

Azt, hogy két szomszédos fúrás között milyen megbízhatósággal tudnánk szelvényt szerkeszteni, vagyis a rétegsorok milyen hányada kapcsolható megnyugtatóan össze és milyen hányada marad lényegében bizonytalan, a spektrumok segítségével számszerűen is meg lehet adni az azonos mintavételi helyek kőzetkódjainak összehasonlításával. Ehhez két mérőszámot vezettem be, a korrelációs számot (K_c) és az eltérési mérőszámot (D_c).

A korrelációs szám úgy határozható meg, hogy az összetvetni kívánt két fúrás spektrumában az azonos mintavételi helyek kőzetkódjait összehasonlítva kiszámítjuk az egyező értékek relatív előfordulási gyakoriságát. Ez a mérőszám lényegében azt fejezi ki, hogy a két fúrás közötti térrészben a lehetséges rétegsor mekkora hányadára van



5. ábra. Az összletet felépítő rétegek szelvény menti korrelálása. 2 — 13. Kőzetkódok (magyarázatuk az I. táblázatban).

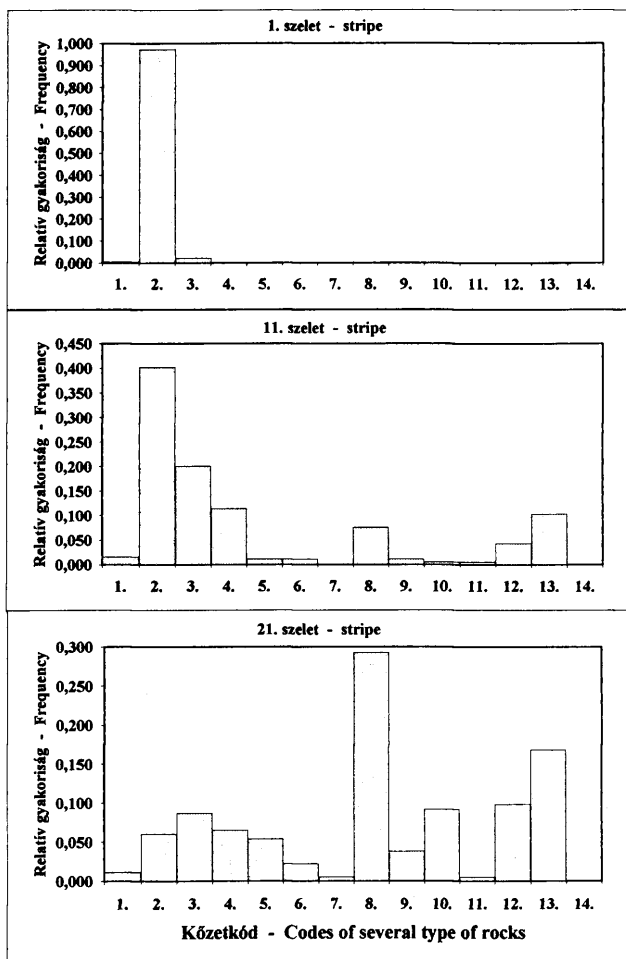
Fig. 5. Correlation of the strata along a cross-section 2 — 13. Code-numbers of several rock categories (see Table I).

nagy valószínűséggel megbízható információ. (Az 5. ábra esetében például ez az érték 46,3%.) A korrelációs számot összesen 381 fúrás párra határoztam meg. Az adatok gyakorisági hisztogramja normális eloszlású, a várható érték 34,3%, a szórás 12,7%, a szélsőértékek 0,0%, ill. 73,2%. Az olyan fúrás párok száma, ahol a rétegsorok több mint 50 %-ában volt egyezés, a vizsgált eseteknek csupán a tizedrésze.

A korrelációs számokat térképen ábrázolva feltűnő, hogy a magasabb értékek ÉK—DNy és DK—ÉNy irányú sávok mentén tömörülnek. Valószínű, hogy ezen zónák térségében a keletkezési körülmények hasonlóbbak lehetnek, így a fúrások közötti térrész is nagyobb biztonsággal előrejelezhető.

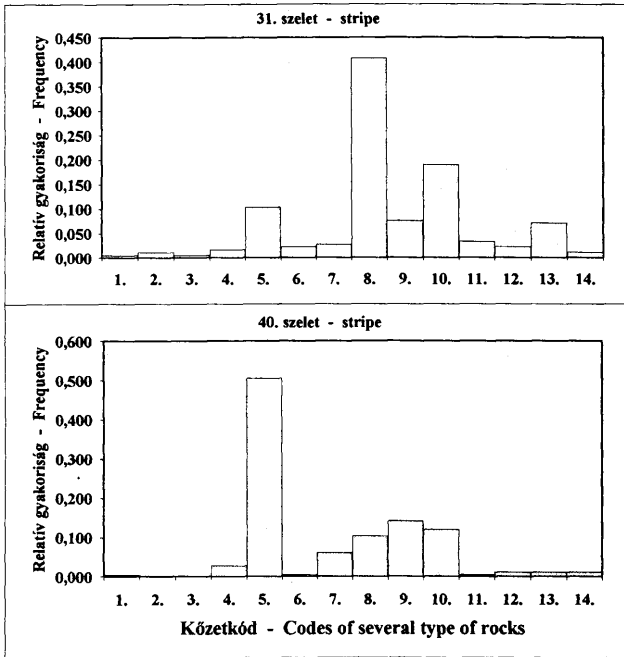
A korrelációs szám az összevetett fúrások hasonló elemeinek részarányát mutatja meg, úgy, hogy a rétegsorok nem egyező részét nem vizsgálja tovább, jóllehet ezek a korrelációs szám által nem „lefedett” szakaszok azok, amelyek eltérnek egymástól, s amelyek a formáció változékonyságáért elsősorban felelőssé tehetőek. Az eltérés mértékének számszerűsítésére vezettem be az eltérési mérőszámot. Mint láttuk, a rétegsorok spektruma egy 41 dimenziós vektorként fogható fel, így a clusteranalízis hasonlóságmértékei — ez esetben az ún. euklideszi metrika — alkalmazhatók rájuk. (A módszert korábban már BÁRDOSSY Gy. és Juhász E. is felhasználták a halimbai bauxitok elemzése során. Az euklideszi metrika definíciója szerint két N dimenziós vektor, $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ és $y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ eltérése:

$$\rho_E = D_\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$



6. ábra Szeletenkénti kőzeteloszlási hisztogramok (1., 11., 21. szelet).

Fig. 6. Histograms of rock categories for horizontal segments of the Formation (1., 11. and 21. segments).

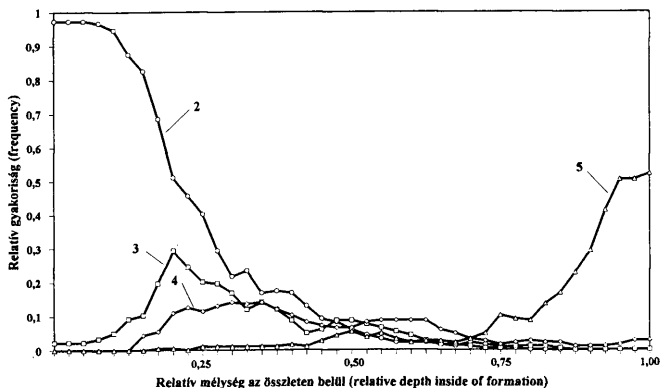


7. ábra Szeletenkénti kőzeteloszlási histogramok (31., 40. szelet).

Fig. 7. Histograms of rock categories for horizontal segments of the Formation (31. and 40. segments).

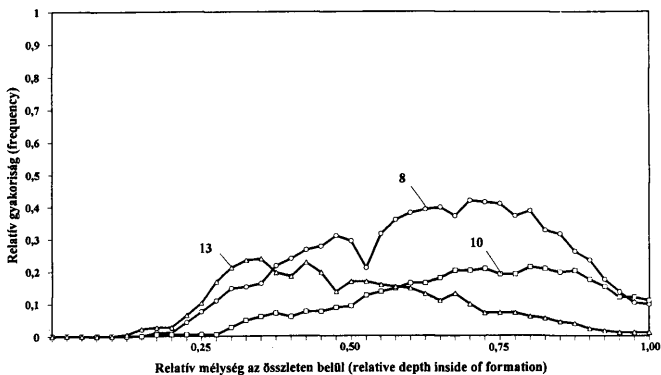
A korrelációs számban megjelenő szakaszokon $x_i = y_i$, tehát ezek a D_i mutatóban zérust adnak. A lehetséges szélsőértékek $D_{\min} = 0,0$ (ha a két rétegsor teljesen azonos) és $D_{\max} = 83,2$ (ha — ad absurdum — az egyik rétegsor végig az 1-es kódú mészkőből, a másik a 14-es kódú aleuritből épül fel).

Az eltérési mérőszámokat ugyanazokra a fúrás párokra határoztam meg, mint a korrelációs számokat. Az adatok 9,0 és 45,1 között változnak, normális eloszlásúak, a várható érték 24,4, a szórás 5,8. Területi eloszlásuk homogénebb képet mutat a korrelációs számokénál: egy meglehetősen egységes, $D_i = 20-25$ közötti alapszintet kisebb minimumok és maximumok tarkítanak, lényegében véletlenszerű eloszlásban. A térkép segítségével mindenesetre kijelölhetők az átlagnál változékonyabb, illetve kevésbé bonyolult felépítésű régiók.



8. ábra. Az összletet felépítő néhány képződmény mélység szerinti eloszlásfüggvénye. 2 — mészmárga, márgaközös mészkő, 3 — márga, 4 — agyagmárga, 5 — agyag.

Fig. 8. Relative frequencies of some rocks as a function of the relative depth. 2 — calcareous marl, limestone with interbedded marl, 3 — marl, 4 — argillaceous marl, 5 — clay.



9. ábra. Az összletet felépítő néhány képződmény mélység szerinti eloszlásfüggvénye. 8 — konglomerátum, homokkő, 10 — kavics, 13 — homok, kavicsos homok.

Fig. 9. Relative frequencies of selected rock types as a function of the relative depth. 8 — conglomerate, sandstone, 10 — gravel, 13 — sand, gravelly sand.

Vertikális változékonyság és rétegsor-mátrix

A rétegsorok spektrummá történt átalakítása további lehetőségeket rejt magában. Azáltal ugyanis, hogy valamennyi rétegsort azonos hosszra transzformáltuk és azonos távolságonként mintáztuk meg, a spektrumok megegyező indexű mintaelemei a teljes terület egy — a sorszámnak megfelelő — „széletét” reprezentálják. Ily módon minden egyes szelet külön elemezhető, s szintenként meghatározható a különböző típusú kőzetek előfordulási gyakorisága. A szeletenkénti kőzeteloszlási hisztogramok közül az 1., 11., 21., 31. és 40. széletét mutatom be a 6—7. ábrán. Ha mind a 41 ilyen diagramot sorrendben szemléljük, feltűnő, hogy valamennyi képződmény relatív előfordulási gyakorisága szintről-szintre folyamatosan változik, mintha egy animációs film kimerevített képkockái lennének. Ez a folytonosság arra készítetett, hogy az egyes kőzetek relatív előfordulási gyakoriságát a relatív mélység, mint független változó szerinti függvénynek tekintsem. A 8—9. ábrán ezeket a mélység szerinti eloszlásfüggvényeket mutatom be, a formációt felépítő legfontosabb képződményekre. Látható, hogy ezek a különböző kódú kőzetek esetében eltérő lefutásúak. A függvényértékek lényegében az adott képződmény empirikus előfordulási valószínűségét adják meg az összesített mélységében. Ha a gyakorisági hisztogramokból kapott pontos értékeket mélység, illetve kód szerint rendezzük, tulajdonképpen egy mátrixhoz jutunk (2. táblázat). Egy változékonnyal, bonyolult felépítésű összesített esetben ez a mátrix ugyanolyan jellegzetesen és egyedi módon tükrözi a kőzetösszetételt az adott területen, mint egy jól bontható, homogén formáció leírásakor a típusleírás. Ezért a fenti táblázatot a Darvastói Formáció rétegsor-mátrixának nevezem. Véleményem szerint az ilyen módon előállított rétegsor-mátrix bármely képződmény valószínűségi alapon történő jellemzésére bevezethető.

A Darvastói Formáció esetében az egyes kőzetfajták előfordulási valószínűségeinek mélység menti változásai karakteres módon kijelölnek bizonyos intervallumokat, melyekre meghatározott képződmények meghatározott konfigurációja jellemző. A karbonátos rétegek (2-es, 3-as és 4-es kód), a durvatörmelékeny képződmények (8-as, 10-es, 13-as kód) és az agyag (5-ös kód) egymáshoz viszonyított részaránya a formáció különböző mélységében lényeges eltérést mutat, ennek alapján 5 különböző típusú rétegsoportot tudtam elkülöníteni. A legfelső (1. típus) egy márgaközös (márga közbetelepüléssel) mészkő (2-es kőzetkód), melynek 0,95 fölötti relatív gyakorisága regionális elterjedésre utal az 1—4. szelet szintjében. Ez alatt uralkodóan karbonátos, mészmárga-márga-agyagmárga összetételű rétegsoport (2. típus) található. A következő, 3. típus döntően törmelékeny kőzetek (homok, kavics, homokkő, konglomerátum) építik föl, de karbonátos rétegek is előfordulhatnak, fokozatosan csökkenő részarányban. Az agyag itt még alárendelt szerepet játszik, aránya majd a 4. típustól kezd el fokozatosan növekedni, mely agyag, kavics, homokkő és konglomerátum rétegek váltakozásából áll, utóbbiak csökkenő tendenciája mellett. A formáció alján az agyag előfordulási gyakorisága megugrik, vastagabb, összefüggő agyagréteg jelenik meg (5. típusú rétegsoport).

A fenti rétegsoportokra bontás a terület egészét jellemző, átlagos előfordulási gyakoriságok alapján történt, olyan szignifikáns változások figyelembevételével, melyek regionálisan érvényesek. Nyilvánvaló, hogy egyes rétegsoport-típusok nem találhatók meg mindegyik fúrású rétegsorban, s vastagságuk, tényleges összetételük a terület

A DARVASTÓI FORMÁCIÓ EGYES KÉPZŐDMÉNYEINEK RELATÍV GYAKORISÁGA KÜLÖNBÖZŐ MÉLYSÉGEKBE
RELATIV FREQUENCY OF THE ROCKS IN SEVERAL DEPTH OF THE FORMATION (MATRIX OF SEQUENCES)

II. táblázat — *Table II*

Relatív mélység	K é p z ő d m é n y k ö d j a													
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
1. szelet	0,005	0,973	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. szelet	0,005	0,973	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3. szelet	0,005	0,973	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. szelet	0,000	0,967	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5. szelet	0,000	0,946	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6. szelet	0,000	0,875	0,092	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
7. szelet	0,005	0,826	0,103	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000
8. szelet	0,011	0,685	0,196	0,054	0,005	0,000	0,000	0,011	0,000	0,005	0,000	0,005	0,027	0,000
9. szelet	0,016	0,511	0,293	0,109	0,005	0,000	0,000	0,011	0,000	0,005	0,000	0,022	0,027	0,000
10. szelet	0,011	0,457	0,245	0,125	0,000	0,005	0,000	0,043	0,011	0,005	0,000	0,033	0,065	0,000
11. szelet	0,016	0,402	0,201	0,114	0,011	0,011	0,000	0,076	0,011	0,005	0,005	0,043	0,103	0,000
12. szelet	0,016	0,293	0,196	0,130	0,011	0,011	0,000	0,109	0,011	0,005	0,005	0,043	0,168	0,000
13. szelet	0,005	0,217	0,168	0,141	0,011	0,011	0,000	0,147	0,016	0,027	0,005	0,038	0,212	0,000
14. szelet	0,005	0,234	0,120	0,136	0,011	0,005	0,005	0,152	0,022	0,049	0,000	0,027	0,234	0,000
15. szelet	0,011	0,168	0,141	0,141	0,011	0,000	0,005	0,163	0,011	0,060	0,000	0,049	0,239	0,000
16. szelet	0,005	0,174	0,120	0,120	0,011	0,005	0,011	0,217	0,005	0,071	0,005	0,060	0,196	0,000
17. szelet	0,011	0,168	0,087	0,103	0,016	0,011	0,011	0,239	0,005	0,060	0,005	0,098	0,185	0,000
18. szelet	0,011	0,130	0,049	0,082	0,011	0,011	0,016	0,266	0,011	0,076	0,005	0,103	0,228	0,000
19. szelet	0,011	0,092	0,060	0,071	0,027	0,022	0,011	0,277	0,022	0,076	0,011	0,125	0,196	0,000
20. szelet	0,011	0,082	0,087	0,065	0,043	0,022	0,005	0,310	0,027	0,087	0,005	0,120	0,136	0,000
21. szelet	0,011	0,060	0,087	0,065	0,054	0,022	0,005	0,293	0,038	0,092	0,005	0,098	0,168	0,000
22. szelet	0,005	0,043	0,076	0,082	0,038	0,011	0,027	0,210	0,027	0,125	0,005	0,082	0,168	0,000
23. szelet	0,000	0,033	0,065	0,087	0,049	0,016	0,016	0,315	0,043	0,136	0,005	0,076	0,158	0,000
24. szelet	0,000	0,022	0,054	0,087	0,033	0,022	0,016	0,359	0,049	0,147	0,005	0,054	0,152	0,000
25. szelet	0,000	0,022	0,043	0,087	0,022	0,033	0,011	0,380	0,022	0,163	0,005	0,065	0,147	0,000
26. szelet	0,000	0,022	0,027	0,087	0,027	0,054	0,005	0,391	0,033	0,163	0,011	0,049	0,130	0,000
27. szelet	0,005	0,016	0,016	0,060	0,027	0,054	0,016	0,397	0,054	0,179	0,027	0,038	0,109	0,000
28. szelet	0,005	0,011	0,016	0,049	0,022	0,038	0,016	0,370	0,065	0,201	0,033	0,043	0,130	0,000
29. szelet	0,005	0,022	0,011	0,033	0,033	0,033	0,011	0,418	0,071	0,201	0,027	0,038	0,098	0,000
30. szelet	0,005	0,016	0,005	0,027	0,049	0,027	0,016	0,413	0,092	0,207	0,022	0,043	0,071	0,005
31. szelet	0,005	0,011	0,005	0,016	0,103	0,022	0,027	0,408	0,076	0,190	0,033	0,022	0,071	0,011
32. szelet	0,005	0,005	0,011	0,022	0,092	0,011	0,033	0,370	0,092	0,190	0,049	0,038	0,071	0,011
33. szelet	0,005	0,000	0,011	0,027	0,087	0,000	0,016	0,386	0,103	0,212	0,038	0,043	0,060	0,011
34. szelet	0,005	0,000	0,011	0,022	0,136	0,005	0,027	0,326	0,114	0,207	0,038	0,043	0,054	0,011
35. szelet	0,005	0,000	0,005	0,022	0,168	0,011	0,027	0,315	0,125	0,196	0,033	0,043	0,043	0,005
36. szelet	0,005	0,000	0,000	0,011	0,228	0,011	0,038	0,261	0,158	0,201	0,016	0,027	0,038	0,005
37. szelet	0,005	0,000	0,000	0,011	0,293	0,005	0,038	0,234	0,179	0,174	0,011	0,022	0,022	0,005
38. szelet	0,005	0,000	0,000	0,011	0,413	0,005	0,038	0,174	0,152	0,152	0,005	0,016	0,016	0,011
39. szelet	0,005	0,000	0,000	0,016	0,505	0,005	0,049	0,136	0,130	0,120	0,005	0,005	0,011	0,011
40. szelet	0,005	0,000	0,000	0,027	0,505	0,005	0,060	0,103	0,141	0,120	0,005	0,011	0,011	0,011
41. szelet	0,005	0,000	0,000	0,027	0,522	0,011	0,065	0,098	0,141	0,109	0,000	0,005	0,011	0,005

különböző pontjain más és más. Ahhoz, hogy az egyes fúrási rétegsorokra ez a felosztás konkrétan alkalmazható legyen, olyan algoritmust készítettem, mely az egyes rétegsorokot alsó és felső határát egy adott rétegsorban egyértelműen kijelöli. (Hely hiányában ezt itt nem részletezem, példaként bemutatom a 2. típusú rétegsorokra megfogalmazott feltételeket: 1-es, 2-es, 3-as és 4-es kódú kőzetek építhetiek fel, melyek közül a 3-as és/vagy 4-es megléte kötelező feltétel, az 1-es és/vagy 2-es kimaradhat; felső határa vagy az 1. típusú rétegsor, vagy — ennek kimaradása esetén — a formáció közvetlen fedője; alsó határa az első 8-as, vagy magasabb kőzetkódú réteg megjelenése (3. típusú rétegsor), vagy ennek kimaradása esetén az első agyagréteg megjelenése (4. vagy 5. típusú rétegsor), vagy a formáció közvetlen fektüje.) Látható, hogy az egyes rétegsor-típusok (növekvő sorszámuk sorrendjében) szigorúan csak egymás alatt következhetnek, viszont bármelyik kimaradhat az adott rétegsorból. Mivel az 1. és/vagy 2. típus mindegyik fúrásban megtalálható, a rétegsorok közötti különbözőséget az határozza meg, hogy a fennmaradó 3 típus közül melyik található meg az adott pozícióban és melyik marad ki. Ebből elméletileg 8 különböző kombináció származtatható, a területen azonban csak 6 fordul elő közülük, melyeket mint különböző rétegsor-típust definiáltam. Az egyes rétegsor-típusok a következőképpen épülnek fel a különböző típusú rétegsorokból:

III. táblázat — Table III

Rétegsor-típus	Rétegsor-típus				Gyakoriság %
	1—2.	3.	4.	5.	
„A”	+	+	—	+	39,1
„B”	+	+	—	—	32,1
„C”	+	+	+	+	8,7
„D”	+	+	+	—	16,3
„E”	+	—	+	+	3,3
„F”	+	—	—	—	0,5

(A + jel a rétegsor meglétét, a — jel a kimaradását jelenti.)

Az egyes rétegsor-típusok bányászati veszélyessége eltérő mértékű, annak függvényében, hogy a víztároló és folyásra hajlamos képződményeket tartalmazó 3. típusú rétegsor megtalálható-e bennük, illetve, hogy ez alatt föllelhető-e az agyagrétegeket is tartalmazó (így korlátozott fojtó hatású) 4. típusú és a csak agyagból felépülő (teljesértékű védőrétegek tekinthető) 5. típusú rétegsor. Ilyen megfontolásból a „B” típus a legveszélyesebb, majd a „D”, az „A” és a „C” típus következik. A legkedvezőbb az „E” és az „F” típusú rétegsor — azonban éppen ezek fordulnak elő legritkábban. A különböző rétegsor-típusokat térképen ábrázolva feltűnő, hogy elhelyezkedésük nem véletlenszerű, hanem azonos rétegsor-típusú, összefüggő területrészek különíthetők el. Ezek lehatárolásával lényegében egy „rayon”-térképhez jutunk (10. ábra). Ezen a víztartalmú és folyásra hajlamos képződményeket magukba foglaló 3. és 4. típusú rétegsorok összevont vastagságát is feltüntetve, a térkép a bányászati tervezés, fejtéselőkészítés számára közvetlenül felhasználható segítséget jelent.



Irodalom — References

- BÁRDOSSY Gy. (1991): A Halimba—II/DNy terület geokémiai, geomatematikai és bauxitföldtani értékelése. — GEOPROSPECT Kft, kézirat.
- DÉVÉNYI D. & GULYÁS O. (1988): Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában. — Tankönyvkiadó, Budapest.
- FÜST A. (1990): Geostatisztika — ELTE egyetemi jegyzet, kézirat.
- GEOEAS User's Guide (1988). — Las Vegas, Nevada.
- GEOPROSPECT Kft. (1992): Jelentés a Csabpuszta—I/2. ütem megkutatott bauxittelepeiről. — GEOPROSPECT Kft Adattár, kézirat.
- HEGEDŰS I.-né, SEEBESTYÉN I. & SZANTNER F. (1985): A Csabpuszta-gyepükajáni bauxitelfordulás felső bauxitszintjének vízföldtani viszonyai — Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 118, 517—525.
- R. SZABÓ I. et al. (1985): Jelentés a Csabpuszta—I. ütem megkutatott bauxittelepeiről — Bauxitkutató Vállalat Adattár, kézirat.
- TERRATEST Kft. (1991): A Csabpuszta—I/2. ütem zárójelentés geofizikai adatgyűjteménye — GEOPROSPECT Kft Adattár, kézirat.

10. ábra. A különböző rétegsor-típusú területek rayon-térképe. 1 — a vizsgált terület határa, 2 — karotált kutatófúrás a 3. és 4. rétegsor csoport összvastagsági adatával (m), 3 — a különböző rétegsor-típusú területek (rayonok) határa, 4 — vastagság-izovonal (m), 5 — „A” rétegsor-típusú terület, 6 — „B” rétegsor-típusú terület, 7 — „C” rétegsor-típusú terület, 8 — „D” rétegsor-típusú terület, 9 — „E” rétegsor-típusú terület.

Fig. 10. Rayon-map on the territories of several type of sequences. 1 — boundary of the studied area, 2 — well-logged borehole with summed thickness of the 3. and 4. groups of strata [m], 3 — boundary of different rayons, 4 — isopach lines [m], 5 — territory, including „A” type of sequences, 6 — territory, including „B” type of sequences, 7 — territory, including „C” type of sequences, 8 — territory, including „D” type of sequences, 9 — territory, including „E” type of sequences.