

Szállítási-leülepedési térszín vizsgálata a log-normál szemcsepopulációk elemzése alapján

Andó József

(7 ábrával)

Összefoglalás: A törmelékes üledékes kőzeteknél megállapítható szemcsenagyság-eloszlások két, vagy több összetevő-eloszlás — ún. populáció — keverékei, melyeket különböző szállítási feltételek alakítottak ki. Az egyes populációkat (szállítási-leülepedésmódokat) képviselő eloszlásszakaszok helyzetének, paramétereinek vizsgálata a kőzetszövet és az üledékfelhalmozódás fizikai körülményei — s így a leülepedési környezet — közötti kapcsolat megállapításához nyújt eszközt. E módszer a cserhát-hegységi oligocén — miocén litorális-szublitorális, törmelékes üledékes képződmények összehasonlító vizsgálata során adatokat szolgáltatott az egyes litofáciesek térbeli kapcsolódásának megállapításához. Az eljárás az egyéb módszereknél némileg több lehetőséget nyújt a szemcsenagyság-eloszlás és az azt meghatározó fizikai-dinamikai tényezők közötti eredeti összefüggést torzító dia- és epigenetikus folyamatok figyelembevételéhez.

A közelmúltban az országos területi ritkafémkutatás keretében regionális geokémiai vizsgálatokat végeztem a törmelékes üledékes kőzetekből álló Észak-Cserhátban. E munka során az alapadatokat szolgáltató térképezés, valamint a minősítő anyagvizsgálatok mellett különös figyelmet szenteltem az elemeloszlási jelegek értelmezéséhez feltétlenül szükséges köztrétegtani, litofáciológiai-genetikai összefüggések tisztázására. E célból a szemcseméret-eloszlások értelmezésével kísértem meg az üledékfelhalmozódási mechanizmus és környezet meghatározását. Jelen beszámolóban csak a fációsvizsgálati munkamódszer és az eredmény rövid ismertetésére szorítokozom.

Kutatási alapelvek és előzmények

A törmelékes üledékek szemcsenagyság-eloszlását a szállítási felhalmozódási térszín morfológiája, a szállító-ülepitő közeg hidro-, (illetve aero-) dinamikai sajátosságai, az anyagszolgáltató terület földtani-kőzettani jellege, távolsága, valamint az éghajlati és — a kéregfejlődési állapottal is kapcsolatos — domborzati tényezőkkel irányított lepusztulási-felhalmozódási sebesség határozza meg. Ezért a kőzetszövet megfelelő elemzése adatokat nyújthat e tényezők jellegének tisztázásához. E felismerés alapján számos kutató foglalkozott különböző jelenkori, ismert üledékképződési térszín szedimentológiai vizsgálatával, s az elméletileg megállapított összefüggéseket kísérleti és megfigyelési adatokkal támasztották alá (KRUMBEIN, W. C. 1937, 1938, PETTJOHN, F. J. 1949, DOEGLAS, D. J. 1946, INMAN, D. L. 1949, MOSS, A. J. 1962, 1963, VISHER, G. S. 1967, FOLK, R. L. — WARD, W. C. 1957).

A szemcseméret-eloszlások alapvető törvényeinek és statisztikus jellemzőinek, a log-normalitásnak felismerése (KRUMBEIN, W. C. 1937, 1938) után két élesen el nem határolható — módszertani irány alakult ki. A statisztikus

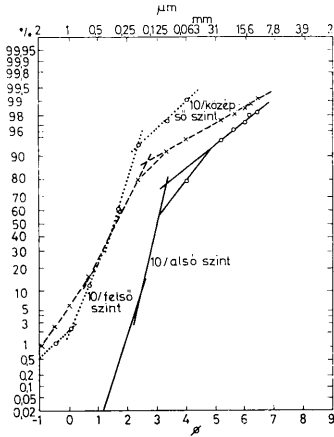
paraméterek és az ún. granulometriai koefficiensek kezdeti, egyszerűbb alkalmazása (TRASK, D. P. 1932) után ez irány erősen fejlődött (RUHIN, L. B. 1947, INMAN, D. L. 1952, FOLK, R. L. — WARD, W. C. 1957, MASSON, C. C. — FOLK, R. L. 1958, SAHU, B. K. 1964, PASSEGA, R. 1967), s ma is széles körben alkalmazott (FRIEDMAN, G. M. 1967, BÉRCZI I. 1969).

Az anyagtól gyakran kissé elvonatkoztatott statisztikus paraméterek, viszonyszámok és a diszkrimináns-analízis alkalmazása mellett számos kutató foglalkozott a szemléletes eloszlásgörbék alakjának részletező elemzésével. Kezdetben a szemcseméretet normál, majd logaritmikussá normál eloszlásúvá tételezték fel. Az ettől való rendszeres eltérés értelmezéséhez DOEGLAS, D. J. (1946) szolgáltatott fontos adatokat. Alapvető megállapítása, hogy a szemcse-nagyság-eloszlások két vagy több, különböző szállítási, ülepítési tényezők hatására kialakult összetevő-eloszlás — ún. populáció — keverékei. Az egyes populációkon belüli normál eloszlást feltételezve, az összetevő eloszlásszakaszok elkülönítésére a szemcseátmérőt aritmetikai, a gyakorisági értéket pedig valószínűségi skálán ábrázoló koordináta-rendszert javasolt. Az aritmetikai-valószínűségi diagram kumulatív görbéjén ugyanis a normál eloszlások, vagy eloszlásszakaszok egyenesként, illetőleg egyenes szakaszokként jelentkeznek. Eredményei azonban nem szolgáltattak kielégítő adatokat, mivel — mint az újabb vizsgálatok során bebizonyosodott — az összetevő szemcserészlegek logaritmikussá normál eloszlásúak. Ezért az újabb kutatók — a már korábban OTTO, G. H. (1939) által is javasolt módon — a szemcse-nagyság-eloszlások log-valószínűségi diagramon való ábrázolását alkalmazták az egyes populációk elkülönítésére (PETTIJOHN, F. J. 1949, SINDOWSKI, K. H. 1958, FULLER, A. O. 1961, SPENCER, O. W. 1963, VISHER, G. S. 1967, 1969). E kutatásokat nagyban előmozdította az üledékszállítási-felhalmozódási folyamatok fizikai-hidrodinamikai vizsgálata. INMAN, D. L. (1949) ez alapján felismerte a hordalékszemesek mozgásának három fő módját, vagyis a görgetéssel csúszásos, az ugráló (szaltációs) és a lebegtetett (szuszpenziós) hordalékszállítás. E szállításmódok eltérő osztályozó, hordalékmozgató szerepe hozza létre a log-valószínűségi kumulatív szemcseméret-eloszlási diagramon elkülönülő populációkat, amit a fent említett szerzők recens üledékeken folytatott vizsgálatai is alátámasztanak.

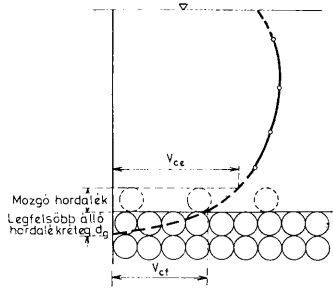
A log-valószínűségi diagramon ábrázolt kumulatív szemcseméret-eloszlások értékelésének alapjai

Mint általában e módszert sem alkalmazhatjuk mereven, az eljárás elvi lehetőségeinek esetenkénti külön értékelése nélkül. Az alábbiakban vázlatosan ismertetem a kiértékelés alapjául szolgáló megfontolásokat.

A törmelékes üledékes kőzetek log-valószínűségi diagramon ábrázolt kumulatív szemcseméret-eloszlásán a fent jelzett, egyenes szakaszokként jelentkező populációk többnyire jól elkülönülnek (1. ábra). A nyert log-normál eloszlású szemcserészlegek közül a legnagyobb méretek tartományában a görgetve szállított anyagot képviselő populáció helyezkedik el. Ezen, esetenként hiányzó részleget mindig egyetlen egyenes szakasz ábrázolja. Az ennél kisebb mérettartományban egy, esetenként két, igen jó osztályozottságot tükröző eloszlásszakasz állapítható meg, mely a lüktető ugrásokkal (szaltációval)

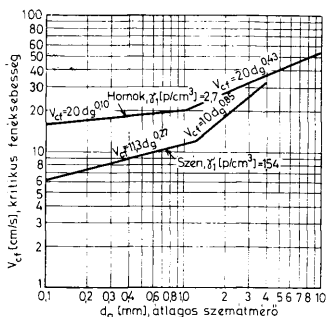


1. ábra. Partiszegélyi képződmények log-valószínűségi szemcseeloszlási diagramjai. Anomiás homokkő, Szűgy



2. ábra. Az áramlási sebesség mélység szerinti eloszlásának vázlatos rajza (BOGÁRDI J., 1971)

szállított szemcséket képviseli. A szuszpenzióban szállított üledékanyag a finomszemcsés tartományban hoz létre egyenes eloszlásszakaszt. Az egyes populációkat képviselő szakaszok átlagos szemcsemérete, mérettartománya, osztályozottsága (meredeksége) egymással való metszéspontjaik helyzete, továbbá egyéb statisztikus paraméterei a szállítási-leülepedési folyamatok hidrodinamikai sajátosságaitól függenek, melyet további anyagszolgáltatási, környezeti tényezők bonyolult módon befolyásolnak. E tényezők közül elsődleges szerepe a szállító-ülepítő közeg — esetünkben a víz — áramlási jellegeinek van. Az áramlási sebesség a mélység szerint erősen változik, mérési eredmények szerint a meder, vagy medence feneké felé fokozatosan csökken (BOGÁRDI J. 1971) (2. ábra). A sebességeloszlási görbe ívének szimmetriapontját jellemző sebességet középsebességnek, a legfelső álló hordalékrészleg felszínén valószínűsíthető sebességet fenéksebességnek nevezük. Látható, hogy e réteg szemcseközti terében a víz csökkenő sebességgel tovább áramlik, s a mozgás csak a következő szemcseréteg határán szűnik meg. Az aljzaton nyugvó, adott méretű törmelékes szemcsék csak a fenéksebesség, illetőleg az áramlásból származó hatóerő bizonyos értékénél mozdulnak meg, s szállítódnak görgetve tovább. A mozgás-nyugvás határállapotát jellemző, az aljzaton érvényesülő sebesség a kritikus fenéksebesség. Nyilván e sebességi érték mellett következik be az adott nagyságú mozgó szemcsék megállapodása is. Bár a hazai és külföldi kutatások szerint a kritikus sebesség és a szemcseátmérő összefüggését — adott fajsúly esetén is — befolyásolja a vízmélység, a hőmérséklet, meder, vagy medencealjzat, valamint a gyakran turbulensnek tekinthető vízmozgás pulzáló függőleges sebességei, e két érték között — kísérleti-alapon — a következő összefüggést találtak (BOGNÁR J. 1971) (3. ábra).

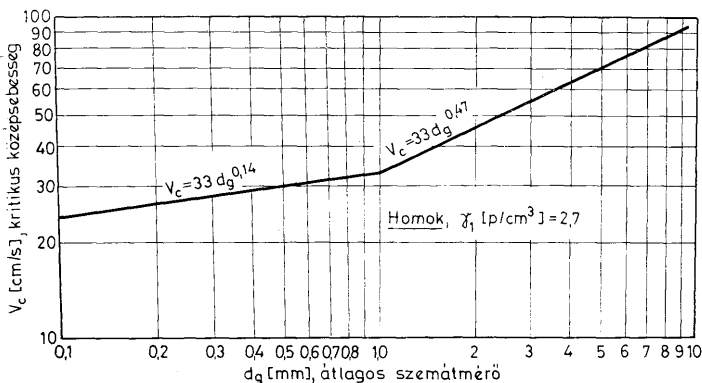


3. ábra. Az átlagos szemcseméret és a kritikus fenékesbesség összefüggése (BOGÁRDI J., 1971)

A szaltációs szemcserészleget a fenékrégióhoz való kötődése miatt a hordalékvizsgálatok során általában a görgetve szállított szemcsékhez számítják. Mivel az így szállított anyag lerakódás után jól elhatárolt, jellegzetes populációt alkot, vizsgálataink során elkülönítjük a görgetett szemcserészlegtől. A fenéken mozgó kisebb szemcsék a nagyobb tömegű hordalékszemekbe ütközve — az impulzustörvény értelmében — azoktól elpattannak. Az így átmenetileg kissé magasabb szintbe jutó szemcsére az ott uralkodó némileg erősebb vízmozgás, valamint a turbulens áramlás emelő ereje hat. Így a görgettes és szuszpenziós szállítás határeseteként lüktető ugrálással haladó szemcserészleg különül el a hordalékban. A leírt tényezők csak szűk szemcsetartomány esetében okoznak ugrálva való szállítást, ezért e szemcserészleg igen jól osztályozott, eloszlási szakasza tehát általában meredek. Mivel e szemcsék magasabb szintekben való mozgását a középsébséggel közelebb álló áramlási viszonyok biztosítják, a kritikus középsébséggel való jellemzésük javasolható. A kritikus középsébség és az átlagos szemcseméret közötti összefüggést a 4. ábra szemlélteti (BOGÁRDI J. 1971).

A valódi lebegtetett hordalék a legfinomabb szemcsékből áll, egyenletesen oszlik el a teljes vízmélységben és folyamatosan szuszpenzióban van. Az áramlási középsébséggel való kapcsolata igen bonyolult, a lebegő állapotot a sebességingadozásokból adódó turbulens keveredés belső felhajtóerői biztosítják. A lebegtetett hordalékmozgás, a korábban tárgyaltaknál kiegyensúlyozottabb, fokozatos átmenetekkel jellemezhető (BOGÁRDI J. 1971). Ezekkel magyarázható e populáció gyenge osztályozottsága, kis meredekségű eloszlási szakasza. Az itt észlelhető hirtelen változások, törések ezért az eredeti hidrodinamikai tényezőkön kívüli, színszediment vagy dia-epigenetikus hatást bizonyítanak (1. ábra). A lebegtetett anyagszállítás fenti jellegeiből következik, hogy e szemcsék leülepedése egyrészt a víz mozgásenergiájának minimálisra csökkenésével, másrészt a 2. ábrán szemléltetett leülepedett szemcserétegek fokozatosan csökkenő áramlási sebességű szemcséközti vízből történik.

A szaltációs és görgetéses populációk szoros kapcsolata, a leülepedett hordalék utólagos megbolydítása élő szervezetek, vagy hirtelen áramlászváltozás,



4. ábra. Az átlagos szemcseméřő és a kritikus közepssebesség összefüggése (BOGÁRDI J., 1971)

valamint dia- és epigenetikus folyamatok hatására gyakran a populációk eloszlásának torzulásához, keveredéséhez vezet, ami az egyes szakaszok metszését tompító görberészek jelentkezésében nyilvánul meg (1. ábra).

A logaritmikus valószínűségi kumulatív szemcseméřőeloszlások vázlatos jellemzéséből is kitűnik, hogy e módszer lehetővé teszi, a recens folyamatok analógiáját és a kísérleti vizsgálatok nyújtotta adatok felhasználását, s számtalan, a szállítás-leülepedés fizikai körülményeire valamint az utólagos hatásokra utaló információt tartalmaz.

A módszer alkalmazása az észak-cserhádi törmelékes-üledékes kőzetek vizsgálata során

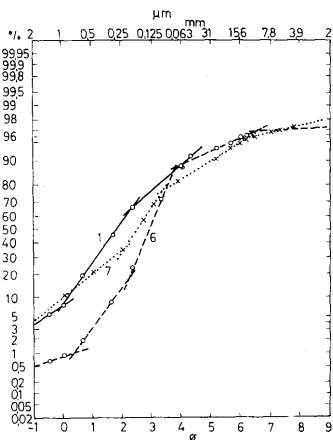
Az Észak-Cserhát felszíni üledékes rétegeit a legújabb biosztratigráfiai vizsgálatok alapján (BÁLDI T.—HORVÁTH M. 1970) felsőoligocén, és — a korábbi kutatásokkal részben ellentétben — jelentős kiterjedésű alsómiocén képződmények alkotják. A fenti szerzők vizsgálatait, valamint saját kőzetregtegni felvételeim szerint felsőoligocén utáni szárazulattá-válás csak a hegység Ny-i részén állapítható meg, míg K-felé folyamatos egri-eggenburgi üledékképződés észlelhető. Üledékképződési térszínvizsgálataimmal e megállapítást kívántam finomítani. A vizsgálatokat a terepen összefüggő kőzetösszletenként végeztem. E beszámolóban példaként csak néhány jellegzetes kőzetösszlet egy-két rétegeinek elemzését, valamint az egész területre kiterjedő vizsgálatok összesítését mutatom be.

A borsosberényi (Ny-Cserhát) lumasella-betelepüléseket (6) tartalmazó durva, — középszemcsés (1) aleuritós középszemcséjű (7), valamint aprókavicsos homokból, — homokkőből álló összlet BÁLDI T. (1966) vizsgálatait szerint a felsőoligocénben képződött. Az összlet jellegzetes rétegeinek szemcsenagy-

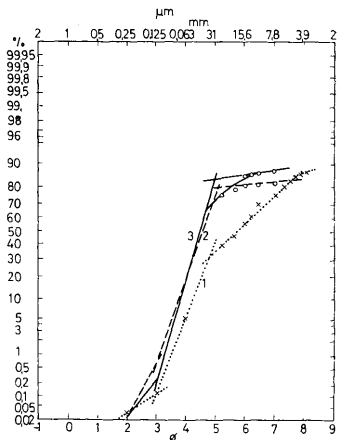
ság -eloszlása 3-5 szakaszból áll (5. ábra). Az 1. és 7. rétegek eloszlási görbéinek lefutása némileg hasonló. A feltárás alsó szintjében (1. sz. réteg) a felszíni csúszásos, a szaltációs és a szuszpenziós populációk közötti metszéspontok a durva szemcsetartományok felé tolódtak (0, ill. 2,5 ϕ). E bélyegek, valamint a csekély szerepű görgetett, továbbá az eloszlás 60 és 32%-át képező viszonylag durvaszemcsés, közepesen osztályozott szaltációs, illetőleg szuszpenziós populáció élénk, többféle vízmozgás (árapály, hullám, áramlás) egymásrahatásától zavart szállítási-leülepedési viszonyokról, közeli bőséges anyagszolgáltatásról tanúskodik. A 7. sz. réteg fent leírtaknál kisebb átlagos szemcseméretű, és a szaltációs populáció rovására megnövekedett mennyiségű felszíni görgetéses szemcsét tartalmaz. A lebegtetett populáció osztályozottsága némileg csökkent. E jellegek a viszonylag erős áramlásos szállítás gyors energia-csökkenésére, a szaltációs populáció durvább részének görgetve való kifestésére, majd felhalmozódására utal. Ezt támasztja alá a csúszásos populáció növekedése mellett közel változatlan mennyiségű finom szemcsenyagú lebegtetett szemcserészleg is.

A leírt ülepedési jellegek a tengeri deltaöböl központi (1. sz. réteg) illetőleg a nyílt víz felé részben zárt zátonyöböl (7. sz. réteg) részére jellemző. Az eloszlási görbék megfelelő egyezést mutatnak a VISHÉR, G. S. (1969) által vizsgált, hasonló környezetből származó recens üledékek görbealakjával.

A fentiekkel szemben élesen elütő, jellegzetes eloszlási képet nyújt a 6. sz. lumesellás réteg. (A szemcseeloszlás meghatározása a mézsvázak eltávolítása után történt.) A kis mennyiségű csúszásos szemcse mellett az eloszlás nagy részét igen jól osztályozott két alpopulációból álló szaltációs szemcsecsoport képezi. Hasonló — 2 ϕ szemcsenyagúság körül érintkező, két szaltációs alpopu-



5. ábra. A borsosberényi homokbánya 3 rétegének log-valószínűségi szemcsenyagúság-eloszlási diagramja



6. ábra. A szécsényi sílőrszlet log-valószínűségi szemcseeloszlási diagramjai

lációt tartalmazó — eloszlást mutatott ki idézett szerző mai litorális strand-fáciéseken. Keletkezését a hullámozás periodikusan ellentétesen változó irányú és jellegű vízmozgásának eltérő osztályozó hatásával magyarázta. A 0,2–0,1 mm közötti finomabb szemcséjű nagyobb meredekecsű alpopuláció képződésében a strandöbven ismert nehézsúlyos-dúsulás is szerepet játszhat, ami torlatkutatósi szempontból figyelemre méltó. A szuszpenziós alpopuláció 7. rétegben is megfigyelhető 10 μ m körüli törése és az eloszlás finom végződésének igen kis osztályozottsága dia- és epigenetikus agyagásványosodással értelmezhető. A szemcsenagyság vizsgálatok szerint tehát a feltárás alsó szintjének partközeli deltaüledékei (1) után sekélyszublitorlális hullámozásos (6), majd csendes vízben való felhalmozódás (üledékgyűjtő mélyebb része vagy védett öböl) (7) történt.

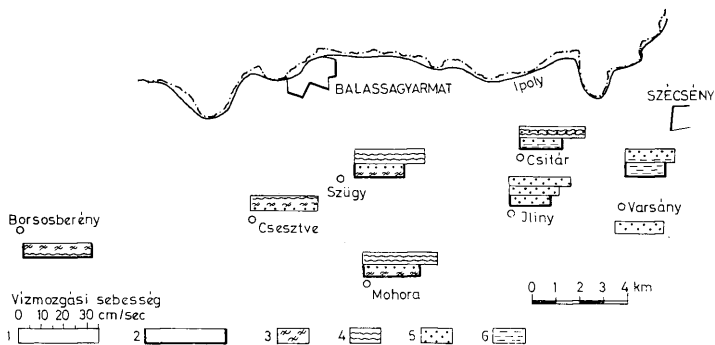
A görgetett és szaltációs populációk átlagos szemcseméretéből a 3. és 4. ábrák alapján a következő közepes vízmozgási sebességek adódnak:

<i>fenékszebeség:</i>	<i>középszebeség:</i>
1. réteg (delta) 30 cm/sec	31 cm/sec
6. réteg (hullámöv) 31 cm/sec	30 cm/sec
7. réteg (zárt öböl) 22 cm/sec	25 cm/sec

A szécsényi slír szürkéssárga, rétegzetlen vagy gyengén rétegzett karbonátos aleuritből, agyagos aleuritből, aleuritosa laza homokkőből álló összlete a Cserhát-hegység ÉK-i részén igen elterjedt. A több száz méter vastagságúra becsülhető összletben BÁLDI T.—HORVÁTH M. (1970) faunisztikai vizsgálatok segítségével kövületszegény bathysiphonos, és viszonylag faunadús flabellumos biofáciest különített el, s vizsgálatok alapján az előző fáciest az egeribe, utóbbit az eggenburgiba sorolták. Vizsgálataik szerint az oligocén/miocén határ minden valószínűség szerint a szécsényi slírösszleten belül húzódik.

Szemcseeloszlási vizsgálatok szerint (6. ábra) az összlet mindkét tagozatának közeteiben a szaltációs és szuszpenziós szemcserészleg uralkodik. A görgetett populáció többnyire elenyésző mennyiségű, vagy hiányzik. A szaltációs részleg jól osztályozott, a szuszpenziós populációval való metszési pontjának helyzete, valamint utóbbi szemcsék mennyisége a hasonló lefutású görbékben is változó, ami a fő jellegeiben azonosnak tekinthető üledékfelhalmozódási környezet hidrodinamikai viszonyainak kisebb ingadozásaira utal. A eszűtatott szemcserészleg alárendelt szerepe a szaltációs populáció kis szemcsemérete erősebb hullámozásos, ár-apály vagy folyótorkolati áramlások létét kizárja. A felső tagozat az osztályozottabb és nagyobb mennyiségű szaltációs részleg alapján a parthoz közelebb halmozódott fel mint az alsó. Igen gyakori a szaltációs és szuszpenziós populációk közötti keveredés, vagy a lebegtetett szemcserészleget képviselő görbeszakasz megtörése. E jelenségek iszapban ázó szervezetek tevékenységére, részben utólagos agyagásványosodásra utalnak. Fenti bélyegek a sekélyszublitorlális öv mélyebb részétől a mélyszublitorlális medencerészig terjedő csendes, de mozgatott vízi felhalmozódási térszínre utalnak. Az egyes populációk átlagos szemcsemérete alapján a következő vízmozgási sebességek adódnak:

<i>fenékszebeség:</i>	<i>középszebeség:</i>
felső tagozat 18 cm/sec	22 cm/sec
alsó tagozat 16 cm/sec	20 cm/sec



7. ábra. A felsőoligocén-alsómiocén litofaciések kapcsolata az Észak-Cserhátban. Jelmagyarázat: 1. Alsómiocén, 2. Felsőoligocén, 3. Delta, 4. Litorális, 5. Sekélyszublitorális, 6. Mélyszublitorális

Az észak-cserhádi főbb kifejlődési típusok fentiekhez hasonló feldolgozásának eredményét a 7. ábra összesíti. A felsőoligocén korszakon belül jól nyomonkövethető a vízmozgás intenzitásának Ny-ról K–ÉK felé való csökkenése, valamint az üledékképződési térszín delta-litorálistól mélyszublitorálisig való hasonló irányú eltolódása. Ilyen tendencia észlelhető az alsómiocén kőzetösszetek kifejlődésében is. E képződmények azonban csak jóval K-ebbre fejlődtek ki, képződési térszínük Ny-ról K-re delta-litorálistól a középső szublitorálisig változik. A tanulmányozott összletek függőleges szelvényén a felsőoligocén – alsómiocén regressziós folyamat jellege jól nyomon követhető.

Irodalom

- BÁLDI T. (1966): A magyarországi felsőoligocén molluszka fauna. Kandidátusi disszertáció. Budapest, Eötvös Loránd Tudományegyetem
- BÁLDI T.—HORVÁTH M. (1970): Jelentés az 1970. évi cserhádi rétegtani vizsgálatokról. Kézirat, Magyar Állami Földtani Intézet Adattára, Bp.
- BÉRCZI I. (1969): Az algyői felsőpanóniai homokkő üledékföldtani vizsgálata. Földtani Közölny, 99. p. 337–350.
- BOGÁRDI J. (1971): Vízfolyások hordalékszállítása. Akadémiai Kiadó, Budapest
- DOUGLAS, D. J. (1946): Interpretation of the results of mechanical analyses. Jour. Sedimentary Petrology, 16., p. 19–40.
- FOLK, R. L.—WARD, W. C. (1957): Brazos River bar: a study in the significance of grain-size parameters. Jour. Sedimentary Petrology, 27., p. 3–26.
- FRIEDMAN, G. M. (1967): Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distributions of beach and river sands. Jour. Sedimentary Petrology, 37. 327–354.
- FULLER, A. O. (1961): Size characteristics of shallow marine sands from Cape of Good Hope, South Africa. Jour. Sedimentary Petrology, 31., p. 256–261.
- INMAN, D. L. (1949): Sorting of sediment in light of fluvial mechanics. Jour. Sedimentary Petrology, 19., p. 51–70.
- INMAN, D. L. (1952): Measures for describing the size distribution of sediments. Jour. Sedimentary Petrology, 22., p. 125–145.
- KRUMBEIN, W. C. (1937): Sediments and exponential curves. Jour. Geol. 45., p. 577–601.
- KRUMBEIN, W. C. (1938): Size frequency distributions and the normal phi curve. Jour. Sedimentary Petrology, 8. p. 84–90.
- MASON, C. C.—FOLK, R. L. (1958): Differentiation of beach, dune, and aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. Jour. Sedimentary Petrology, 28. p. 211–226.
- MOSS, A. J. (1962): The physical nature of common sandy and pebbly deposits. Part I. Am. Jour. Sci. 260. p. 337–373.
- MOSS, A. J. (1963): The physical nature of common sandy and pebbly deposits. Part II. Am. Jour. Sci. 261. p. 297–343.
- OTTO, H. G. (1939): A modified logarithmic probability graph for the interpretation of mechanical analyses of sediments. Jour. Sedimentary Petrology, 9.

- PASSEGA, R. (1964): Grain size representation by CM patterns as a geological tool. *Jour. Sedimentary Petrology* 34, p. 830—847.
- PETTJOHN, F. J. (1949): *Sedimentary Rocks* Harper and Bros, New York
- Рухин, Л. Б. (1947): Гранулометрический метод изучения песков. Л. Г. У.
- SAHU, B. K. (1964): Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. *Jour. Sedimentary Petrology* 34, p. 73—83.
- SINDOWSKI, K. H. (1958): Die synoptische Methode des Korkuryen-Vergleiches zur Aussezug Fossiler Sedimentationsräume. *Geol. Jahrb.* 73., p. 235—275.
- SPENCER, D. W. (1963): The interpretation of grain size distribution curves of clastic sediments. *Jour. Sedimentary Petrology*, 33, 180—190.
- TRASK, D. F. (1932): Origin and environment of source sediments of petroleum. Gulf Publish. Co. Houston, Texas
- VISHER, G. S. (1967): The relation of grain size to sedimentary processes. *Am. Assoc. Petroleum Geol. Bull.* 51, p. 484.
- VISHER, G. S. (1969): Grain size distributions and depositional processes. *Jour. Sedimentary Petrology*, 39., p. 1074—1106.