

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1976. XVII. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>R. W. van Bemmelen</i> : Az új globális tektonika és az undációs elmélet összehasonlítása III. rész	201
<i>R. V. Kitmanov</i> : A kábeles tesztelés helyzete és feladata a Szovjetunióban	206
<i>Baráth István</i> : A 6FV100 és 6FV 40 típusú alacsonyfrekvenciás indukciós szondák karakterisztikáinak vizsgálata III. rész	211
<i>Markó László—Gellért Tamás</i> : Kompakció és annak hatása a karotázs-szelvényekre, különös tekintettel a túlnyomásos rétegek vizsgálatára	225
<i>Varga Péter</i> : A Föld árapályának kapcsolata bolygónk belső szerkezetével elméleti és megfigyelési adatok alapján I. rész	234
Lapszemle, könyvszemle	224, 233
EGYESÜLETI HÍREK	210

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Technikai szerkesztő: Ujhelyi Györgyné egyesületi titkár

Szerkesztő bizottság: Dr. Bencze Pál, Dr. Bodoky Tamás, Czeglédi István, Deres János, Gerzson István, Hursán László, Lakatos Sándor, Dr. Posgay Károly, Rádlér Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

Szerkesztőség címe: 1368. Budapest, VI., Anker köz 1. félem. 17. Postafiók 240.

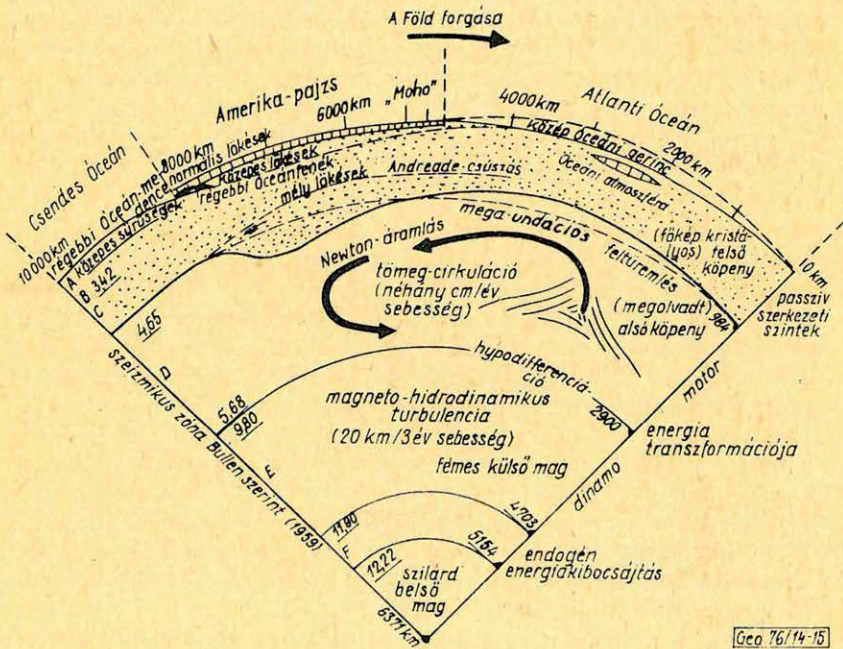
Az új globális tektonika és az undációs elmélet összehasonlítása*

R. W. van BEMMELEN**

III. rész***

4.2 A nyugati félteke

A nyugati félteke geodinamikáját és annak a globális gravitációs anomáliákkal való összefüggését a 15. ábrában bemutatott séma alapján tárgyalhatjuk. A köpeny alján felhalmozódó, felhajtóerővel bíró anyag alacsonyabb sűrűségét



15. ábra. Szabad-energia lépésenkénti kibocsátásának sémája a magból a felszín felé.

Рис. 15. Шаговая схема освобождения свободной энергии из ядра на поверхность.

Fig. 15. Scheme of the step-wise release of free energy from the core to the surface of the earth.

* Elhangzott 1975. október 16-án. Fordította: Tóth Géza

** Hága Wassenaarsweg 142. Hollandia

*** Az I. rész a XVII. évf. 4-es, a II. rész az 5-ös számban jelent meg.

a mag felől jövő hőáramnak köszönheti. Ezek potenciális energia felfelé törő áramok alakjában relaxálódnak, melyek a felszínen mega-undációkként jelentkeznek, melyek negatív gravitációs anomáliákkal állanak korrelációban. Továbbá, a felfelé törő anyag-oszlopok az aldó köpenyben hiányt fognak felmutatni rotációs energiában úgy, hogy hajlamosak lesznek visszamaradni és nyugati irányba átbukni.

Az undációs elmélet ilyen szemlélete a következő prognózisokhoz vezet:

1. A mega-undáció gerince a hozzárendelt negatív gravitációs anomáliával együtt igyekszik nyugatra vándorolni olyan sebességgel, mely az alsó köpeny áramlási sebességével összehasonlítható, melyet jelenleg évi néhány centiméterre becsülnek.
2. A nyugat felé irányuló migráció teljes mértéke és tartama úgy becsülhető meg, hogy megmérjük a távolságot a mega-undáció eredeti gerincehelyzete (melyet a közép-óceáni árok-rendszer helyzete indikál) és a negatív gravitációs anomália-mező jelenlegi helyzete között.
3. A litosztatikus „záró-nyomás”-ban jelentős csökkenés következik be a felszálló oszlop felett, tekintettel annak rheologikus szétáramlására a gravitáció hatása folytán a mezoszférában, az asztenoszféraiban és a litoszférában (lásd a 3.5 szakaszt és a 8. ábrát). Ez előidézi az Atlanti-óceán medencéjének felnyílását, az amerikai kontinentális pajzs nyugat felé driftelődését és – mint geokémiai utóhatást – egy közép-óceáni emelkedési árokrendszer keletkezését a megaundáció teteje felett (lásd a 3.6 szakaszt).
4. Az óceán-középi árokrendszerek, miután átmentek aktivitásuk csúcsán, fokozatos hűlés befolyása alá kerülnek, bár a vulkánikus aktivitás gerincvonaluk mentén még több tízmillió évig is eltarthat, bár csökkenő mértékben. Az ilyen régi emelkedési-árokrendszereket esetleg pozitív gravitációs anomáliák jelölik némi vulkáni aktivitással párosulva. Az undációs elmélet ilyen prognózis-sorát megerősítik az Atlanti-óceán területén nyert megfigyelési adatok.

Az Atlanti- arktikus rift-rendszer különböző szektorokra oszlik, melyek nem szükségképpen ugyanazon korúak, de melyek legalább is több tízmillió évvel ezelőtt keletkeztek. A legrégebb közülük a Dél-Atlanti óceánban a Közép-Krétában keletkezhetett (lásd a 9. ábrát és a cikk 3.6 szakaszát), míg az Arktikus-rész a legfiatalabb (van Bemmelen 1972 b, 2. fejezet). Mindezen területeket már pozitív gravitációs anomáliák jellemzik.

A 10. ábrán a nyugaton található, észak-déli irányban húzódó pozitív anomália-csikkal szemben jelentékeny negatív anomália-övezetet láthatunk, melynek tengelye több mint ezer kilométerre fekszik az Atlanti ároktól. Ez az övezet Észak-Kanadától a Bermuda-kiemelkedésen keresztül a Dél-Atlanti tenger nyugati feléig terjeszkedik. (Argentínáig vagy a Bromley-platóig). Ez a távolság (nagyságrendben) megadhatja az eltolódás igazi mértékét a nyugat felé migráló mega-feltüremlések és az Atlanti árokrendszer jelenlegi helyzete között.

A mega-felboltozódások geodinamikai következményeinek a 8. ábrában bemutatott sémája szerint várható, hogy a Kanada északi partjai mentén mutatkozó negatív gravitációs övezet meglehetősen déli irányú eltolódást hoz

létre az Észak-Amerika-i pajzson a fiatalabb kenozoikumban. Ez összhangzásban van a szerző 1964-ben adott (és a van Bemmelen 1972 b alatt idézett könyvében megismételt) ama szerkezet-elemzésével, mely szerint az Észak-Amerika-i eltolódás iránya elfordult az eredeti nyugatiból délnyugat sőt esetleg dél felé.

5. Következtetések

Az új globális tektonika vagy „lemeztektonika” által javasolt geodinamikai modell elegáns, de túlegyszerűsített szintézist ad a háború utáni időkben tapasztalt hatalmas fejlődés szolgáltatva tengeri geológiai, szeizmológiai és paleomágneses adatanyag számára. Ezek az újonnan szerzett információk kétségkívül igazolták a mobilisztikus elképzelések realitását, mint pl. a kontinens eltolódását, a tengerfenék terjeszkedését, a szubdukcióét, a világméretű árokrendszereket és a hatalmas nyírási (transform) töréseket.

Másrésről azonban nagyobb horderejű ellenvetések is felmerülnek, melyek a modell alkalmazhatóságát komolyan korlátozzák. Így a mega-lemezek „merevsége” megengedhetetlen és antropomorf extrapoláció, ezenkívül a földfejlődés geokémiai szempontjait teljesen mellőzik.

A modell uniformitárius extrapolációja a kambrium előtti sziál-kéregfejlődésre ellentmondásban áll a modern kutatási eredményekkel, amelyek a kontinentális pajzsok alapvető komplexumaira vonatkoznak.

Ezzel szemben az „undációs modell” a földtörténet számára „plasztikusabb” sémát szolgáltat. Ez néhány tudományos elven és követelményen alapszik, melyek módot adnak arra, hogy a modellt a befutó tudományos adatokhoz, észlelési eredményekhez adaptálhassuk. Így az undációs modell – tényleges eredetisége mellett – kifejlődhetett egy szigorúan fixisztikus elképzelésből a harmincas évek elejétől indulva a mai egységes képet nyújtó szintézissé a fixizmus és a mobilizmus között.

Ez a modell a geológiai fejlődést olyan geokémiai és geodinamikai folyamatok eredményeképpen igyekszik ábrázolni, melyek egymást kölcsönösen befolyásolják. Váltakozva potenciális energia halmozódik fel és oldódik bizonyos periodicitások során. A geodinamikai területén az undációs modell igazolja azt, hogy a viszkózus (vagy plasztikus) folyás reológiai elvei kormányoznak minden tömeg-áramlást a „merev föld” köpenyében és kérgében. Ez elvezet a „nehézségi” tektonika elgondolásához (általános értelemben véve azt).

Ezt a elgondolást igazolja a geoid nagyobb gravitációs anomáliáinak és a földgömb tektonikai alakulatainak összehasonlító korrelálása. Úgy látszik, hogy a korreláció plauzibilis értelmezése adhat az (általános értelemben vett) gravitációs tektonika segítségével, míg a merev litoszférikus lemezek elképzelése – melyeket külső erők tolnak, húznak vagy vonszolnak – mindeddig nem volt képes arra, hogy ezen külső erők között megfelelő összefüggéseket mutasson ki.

IRODALOM

- Ando, M., 1975. Source mechanism and tectonic significance of historical earthquakes along the Nankai Trough, Japan, *Tectonophysics*, 27 (2): 119–140.
Argand, E. 1924. La Tectonique de l'Asie. Congr. géol. Intern. Belgium, 1922. *Compt. Rend.*: 171–372.
Barta, G., 1973a. Physical backgrounds of the geoidal figure. *Nature* 243: 156–158.

-, 1973b. Distortion of the gravity field and its consequences. Proc. Symp. Earth's Gravitational Field and Secular Variations in Position, Australia: 213–217.
-, 1973c. Zu den physikalischen Zusammenhängen des asymmetrischen Baus des Erdkörpers. *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 82: 257–266.
-, 1974. Satellite geodesy and the internal structure of the earth. 16th plenary meeting COSPAR, Space Research XIV: 3–11. Akadem. Verlag, Berlin.
- Beck, R. H. 1972. The oceans, the new frontier in exploration. *J. Austral. Petroleum Exploration Assoc.* 12 (2): 21 pp.
- Beck, R.H. (P. Lehner, 1974. The oceans, the new frontier in exploration *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.* 58 (3): 376–395.
- Beck, R. H., R. Lehner, P. Diebold, G. Bakker, H. Doust, 1975. New geophysical data on key-problems of global tectonics. 9th World Petr. Congr., Tokyo, May 1975 (preprint).
- Burrollet, P. F. and R. S. Byramjee, 1974. *Refléxions sur la Tectonique Globale*. Total, Cie. française des pétroles, Notes et Mém., no. 11: 73–119.
- Caire, A., 1974. Tectonique spirale en Méditerranée Centrale. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 278, Serie D: 3165–3167.
- Carey, S. W., 1958. The tectonic approach to continental drift. Univ. Tasmania Symposium, Hobart, Tasmania: 177–209.
-, 1975. The Expanding earth – an essay review, *Earth Sci. Rev.* 11 (2): 105–143.
- Cook, K. L., 1962. The problem of mantle-crust mix. *Advan. Geophys.* 9: 295–360.
- De Jong, K. A., M. Manzoni, T. Stavenga, F. van Dijk, J. D. A. Zijdeveld, 1973. Paleomagnetic evidence for rotation of Sardinia during Early Miocene. *Nature*, 243 281–283.
- De Jong, K. A. and R. Scholten (edit). 1973. *Gravity & Tectonics* Wiley & Sons Intersci. New York, 502 pp.
- Dirac, P. A. M., 1938. A new basis for cosmology. *Proc. Roy. Soc. London. Series A*, 165: 199–208.
- Dixon, J. M., 1975. Finite strain and progressive deformation in models of diapiric structures. *Tectonophysics*, 28 (1/2): 89–124.
- Egyed, L., 1956. The change of the earth's dimensions determined from paleogeographic data. *Geofisica pura e applicata*, 33: 42–48.
-, 1957. A new dynamic conception of the internal constitution of the earth. *Geol. Rundschau*, 46: 101–121.
-, 1959. The expansion of the earth in connection with its origin. *Geophys.* 7 (1): 13–22.
- Engel, A. E. J., 1963. Geologic evolution of North America *Science*, 140: 143–152.
- Engel, A. E. J. and D. L. Kelm, 1972. Pre-permian global tectonics: a tectonics test. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 83: 2325–2340.
- Ernst, W. G., 1975. Systematics of large-scale tectonics and age progressions in Alpine and circum-Pacific blueschist belts. *Tectonophysics*, 26 (3/4): 229–246.
- Gideon, P. 1963. *Courants magmatiques et évolution des continents (l'hypothèse d'une érosion sous-crustale)*. Masson, Paris, 155 pp.
- Grünau, H. R., P. Lehner, N. R. Cleintuar, P. Allenbach, G. Bakker, 1975. New radiometric ages and seismic data for Fuerteventura (Canary of Guinea). In 'Progress in Geodynamics', Proc. Symposium Amsterdam, April 1975: 90–118. Geodynamics Project report, nr. 13.
- Havemann, H., 1969. Die Entwicklung der Undations Theorie R. W. van Bemmelen's. *Geologie* 18 (7): 775–793.
- Karig, D. E. and G. F. Moore, 1975. Tectonic complexities in the Bonin arc system. *Tectonophysics*, 27 (2): 98–118.
- King-Hele, D. G., 1974. Satellite geodesy with Cameras and Lasers. *Endeavour*, 33 : 3–10.
-, 1975. The earth's gravity field. In 'Geodynamics Today'. The Roy. Soc. London, July 1975: 93–96.
- Kloosterman, J. B., 1975. Roraima, Tafelberg and Natuma formations of the Guiana Shield; a correlation. *Geologie Mijnbouw* 54 (1/2): 55–60.
- Lowman, P. D. 1975. Crustal evolution of the Moon, Mars, and Mercury: implications for the origin of continents. Abstract 6th Lunar Science Conference, Part II: 521/2.
- Menard, H. W., 1964. *Marine geology of the Pacific*. McGraw-Hill, New York, 271 pp.
- Moorbath, S., 1975. Evolution of Precambrian crust from Strontium isotopic evidence. *Nature*, 254: 395–398.
- Posavec, M., D. Taylor, Th. van Leeuwen, and A. Spector, 1973. Tectonic controls of volcanism and complex movements along the Sumatran Fault System. *Geol. Soc. Malaysia Bull.* 6: 43–60.
- Ramberg, H., 1967. Gravity, deformation, and the earth's crust. *Acad. Press, London* 214 pp.
- Roberts, P. H., 1975. Geophysical magnetohydro-dynamics. In 'Geodynamics today'. 133–139, The Royal Soc. London, July 1975.

- Runcorn, S. K.*, 1964. Satellite gravity measurements and a laminar viscous flow model of the earth's mantle. *J. Geophys. Res.* 69: 4389–4394.
- Salop, L. I.*, 1972. Two types of Precambrian structures; gneis-folded ovals and gneiss domes. *Intern. Geol. Revue*, 14 (11): – 1209–1228.
- Schwan, W.*, 1974. Zeitlichkeit von Orogenese und Plattentektonik. *Clausthaler Geol. Abhandl.* 17, 1973: 1–57. Verlag E. Pilger, Clausthal-Zellerfeld, Dec. 1974.
- Solomon, S. C.*, and *N. H. Sleep*, 1974. Some simple physical models for absolute plate motions. *J. Geophys. Res.* 79 (17): 2557–2567.
- Stille, H.*, 1924. Grundfragen der vergleichenden Tektonik. *Borntraeger*, Berlin, 443 pp.
-, 1958. Die assyntische Tektonik und das geologischen Erdbild. *Beih. Geol. Jb.* 22, 255 pp.
- Suess, E.* 1909. *Das Antlitz der Erde*. 3 volumes. *Temsky*, Vienna.
- Umbgrove, J. H. F.*, 1947. *The Pulse of the Earth*. *M. Nijhoff*, 2 nd. edition, XXII. 358 pp.
- Van Bemmelen, R. W.*, 1931 a. Magma- und Krusten-Undationen. *Proc. VI. Nederlandsch-Indisch Naturwetenschappelijk Congres*, Bandung, Java: 645–653.
-, 1931b. The bicausality of tectonic movements (undation and gliding). *Natuurwetenschappelijk tijdschrift v. Nederlandsch Indie*, 91: 363–413.
-, 1932. The Undation Theory: its deduction and its application to the western part of the Sunda Orogenic Arc. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift v. Nederlandsch Indie*, 92 (1): 85–245, and 92 (2): 373–402.
-, 1949. *The Geology of Indonesia*. 6 volumes. *Staatsdrukkerij*, The Hague, Reprinted in 1970 with updated literature references by *Mart. Nijhoff*, The Hague.
-, 1954. *Mountain Building*. *Nijhoff*, The Hague, X + 177 pp.
-, 1958. Flow systems in the silicate mantle (dutch with english summary). *Geologie Mijnbouw*, 20: 1–17.
-, 1961. The scientific character of geology. *J. of Geol.* 69 (4): 453–463.
- Van Bemmelen, R. W.*, *H. P. Berlage*, *W. Nieuwenkamp*, 1967. On the origin and evolution of the moon and the earth's crust. *Proc. Roy. Avad. Sci. Amsterdam*, 70 (5): 508–528.
- Van Bemmelen, R. W.*, 1967. The importance of geonomic dimensions for geodynamic models. *Earth-Sci-Rew.* 3 (2): 78–110.
-, 1968. On the origin and evolution of the earth's crust and magma's. *Geol. Rundschau*, 57 (3): 657–705.
-, 1969a. Origin of the western Mediterranean Sea. *Trans. Royal Geol. and Mining Soc. of the Netherlands*, 26: 13–52.
-, 1969b. The Alpine loop of the Tethys Zone. *Tectonophysics*, 8 (2): 107–113.
-, 1969c. Notes on the history and the future use of the term 'Geonomy' *Earth-Sci-Rev.* 5 (2): A 85–88.
-, 1970. Tektonische Probleme der östlichen Sud-Alpen. *Geologija Ljubljana* 13: 133–158. (Karawanken Samp. 1969).
-, 1971. The influence of rotative inertia (Coriolis Force) on geodynamics. *Comments on Earth-Sci.: Geophysics*, 2 (2): 49–59.
-, 1972a. On Custom, Inertia and Authority, *Geo-times*, March 1972: 9–10.
-, 1972b. Geodynamic Models: an evaluation and a synthesis *Developments in Geotectonics* 2, Elsevier, Amsterdam, XI + 267 pp.
-, 1972c. Driving forces of Mediterranean Orogeny (Testcase I.: Tyrrhenian area). *Geologie Mijnbouw*, 51 (5): 548–573.
-, 1973. Geodynamic models for the Alpine type of orogeny (Test-case II: The Alps in Central Europe). *Tectonophysics* 18: 33–79.
-, 1974. Driving forces of orogeny, with emphasis on blueschist facies of metamorphism (Test-case III the Japan Arc.) *Tectonophysics*, 22: 83–125.
-, 1975a. Berlage's accretion model of lunar origin and its geochemical consequences. *Proc. Roy. Acad. Sci., Amsterdam Series B*, 78 (3): 169–187.
-, 1975b. Kritik der Plattentektonik. *Geologie et Mijnbouw*, 54 (1): 71–81.
-, 1975c. Some basic problems in Geonomy. *Proc. Geodynamics symposium, Amsterdam, April 1975: Progress in Geodynamics* 9–20. *Geodynamics Project, Scientific Report*, nr. 13.
- Van den Berg, J., C. T. Klootwijk, T. Wonders*, 1975. Implications for the rotational movement of Italy from current paleomagnetic research in the Umbrian sequence, Northern Apennines. In *Proc. Symp. Geodynamics, Amsterdam, April, 1975. 'Progress in Geodynamics':* 165–175. *Geodynamics Project, Scient. Report*, nr. 13.
- Wensink, H.*, 1975. The structural history of the India-Pakistan subcontinent during the Phanerozoic. In *Proc. Symposium Geodynamics, Amsterdam, April, 1975. 'Progress in Geodynamics':* 190–207. *Geodyn. Project, Scient. Report*, nr. 13.

A kábeles teszterezés helyzete és feladata a Szovjetunióban*

R. V. KITMANOV**

A kábelben végzett rétegminta-vételezés módszerét (a továbbiakban karotázs-teszterezés) 1963-tól fejlesztik intenzíven és 1967-től kezdődően alkalmazzák széleskörűen a Szovjetunióban és külföldön. Ekkor kezdődött az OPK típusú mintavevők sorozatgyártása. Később kidolgozták az OPD-7-10 típusú, nyomás-távadóval felszerelt mintavevőket, majd az inhomogén tárolók vizsgálatára a nyomás-és beáramlás-adóval felszerelt OPN-7-10 típusú eszközt.

Интенсивная разработка метода отбора проб пластов с помощью кабеля началась в 1963 г. и начиная с 1967 г. метод широко применяется как в Советском Союзе, так и за границей. В это время началось серийное производство пробователей пластов, типа ОПК. В дальнейшем были разработаны пробователи типа ОПД-7-10, оборудованные с дистанционным устройством для регистрации давления, а также и приборы типа ОПН-7-10 с дистанционной регистрацией давления и притока.

The method of zone-sample-taking by means of cable (carottage-testing in the following) has been intensively developed since 1963 and it has been used from 1967 on in the Sovietunion and elsewhere. Then, the serial production of sample-taking device of type OPK started. Later the sample-taking devices of type OPD-7-10 were constructed, which has been equipped with pressure-emitters, then the instrument of type OPN-7-10 was designed for the study of inhomogeneous reservoir-beds, equipped with pressure- and inflow - emitter.

1967-től a kábeles mintavevővel vizsgált objektumok száma a Szovjetunióban elérte az összétegvizsgálatok 20%-át, ami megfelel a fejlett kapitalista országokban elért szintnek.

A karotázs-teszterezés összes hatékonysága 91%.

Karotázs-teszterezés segítségével átlagban fúrásonként 4-5 rétegvizsgálatot végeztek. A nagyobb perspektivitású körzetekben ez a szám elérte a 6-10-et.

A karotázs-teszterezés alkalmazásának gazdasági határfoka jelentős. 1968-1972 között a megtakarítás több mint 9 millió rubelt tesz ki.

A karotázs-teszterezés feladatai a következők:

- a rétegek telítettségi jellegének meghatározása a szabad szénhidrogének kimutatása útján. Ilyen szempontból a karotázs-teszterezés rendkívül érzékeny, mert a gázminta viszonylag mélyről vehető és zárt tartályban kerül a felszínre;
- a valószínű tárolók kiválasztása abban az esetben, amikor más geofizikai módszerek erre a feladatra nem alkalmasak;
- az olaj-víz- és a gáz-víz-határ helyzetének meghatározása;
- a rétegnyomás mérése és annak diagram formájában való regisztrálása;
- a tárolóréteg effektív vastagságának pontos megállapítása;
- az elárasztott zóna szerkezeti vizsgálata.

Ezen feladatok megoldása biztosítja:

- új területeken már a kutatás kezdő fázisában a potenciális olaj- és gáz-tárolók felmérését, a rétegben a maradék olaj és gáz kimutatását, ami

* Elhangzott: 1976. június 29-én az Alföldi Csoport előadóján Szolnokon.

** VNIGISZ, Oktjaberszk fordította: Marhoffer József

más vizsgálati módszerekkel megoldhatatlan. A karotázs-tesztterezés jól alkalmazható a szénhidrogének vertikális migrációjának kimutatására a nagyobb mélységben levő gáz és olaj felett végződő sekély fúrásokban;

– szénhidrogén jelenlétének kimutatását a rétegben, kiegészítő tényezőként fontos szerepet betöltve a geofizikai paraméterek komplex interpretációjában. Segítségével pontosítható a béléscsőben végzendő rétegvizsgálatok terve. A rétegek improduktivitásának megállapítása eleendő alapot szolgáltat a béléscsővezés elhagyásához, ami jelentős anyag és idő megtakarítást eredményez;

– az olaj-víz- és a gáz-víz-határok meghatározását, amivel megtakarítható a drága és munkaigényes béléscsővön keresztüli szakaszos rétegvizsgálat. Ez különösen fontos a folyadék-fázishatárokkal rendelkező kis vastagságú szénhidrogén-rétegeknél.

Az olaj-víz- és gáz-víz-fázishatárok meghatározása pontosítja a készletszámításhoz szükséges alapadatokat;

– a rétegnyomás meghatározását, amely a kutatás minden fázisában, de még a termelés során is értékes információt jelent.

A rétegnyomás ismerete lehetőséget biztosít a fúrási folyamat tervezésére, az öblítő folyadék optimális paramétereinek kiválasztására és a fúrási művelet balesetmentes végzésére.

A rétegnyomás mérése alapján megítélhetők a hidrodinamikai kapcsolatok, valamint a réteg energetikai lehetőségei, ami a művelési tervek készítésénél fontos. A gázlelőhelyeknél a rétegnyomások operatív ellenőrzése a fúrással harántolt produktív nyitott szintekben kiegészítő anyagot szolgáltat a nyomáscsökkentés módszerével végzett készletszámításhoz;

– az effektív rétegvastagság pontosítását, ami az olaj és gázkészletek számításánál, a művelési terv készítésénél, valamint a tároló inhomogenitásának becslésénél használható fel.

A karotázs-teszter feladatkörének és alkalmazási területének bővülése megkövetelte a tesztterezés technikai és módszertani tökéletesítését. Az utóbbi években kidolgozták és sorozatgyártásra átadták:

– a különböző kutatási-termelési feltételek mellett használható rétegminta-vevőket, többek közt az *OPN-140* típust, mely műszaki balesetet megelőző rendszerrel és depresszió-szabályzóval rendelkezik, jelentősen növelve ezáltal a műszer megbízhatóságát és biztonságát. A tökéletesített szeleprendszer erősen megnövelte az alkatrészek élettartamát. A műszer hőállóságát $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra, nyomásállóságát 1000 kp/cm^2 -re növelték. Az *OPN-140*-es típusú műszer tökéletesített nyomás és áramlásadókkal van felszerelve;

– az *OPL-1* típusú réteg mintavevő laboratóriumot. Ez biztosítja a mintavételezés mélységi helyének pontosítására szolgáló mérések (lyukbőség, gamma, ellenállás mérések) elvégzését, tartalmazza a mintavevő felszíni berendezéseit (mérőpanel, hidraulika folyadék stb.) a vett minták gyors elemzéséhez szükséges műszereket;

– a folyadékminta esetén fajsúly, térfogat, viszkozitás, fajlagos elektromos ellenállás, lumineszcenciás tulajdonságok mérése, hevített vákuum-kamrás gáztalanítás.

A gázminták esetén: – térfogat mérés, az éghető gázok elemzése.

A karotázs-tesztterezést korlátozó tényezők, feltételek a következők:

- műszeres oldalról a héteres kábel hiánya a felhasználó üzemeknél, ami akadályozza a műszer széleskörűbb, sokoldalú felhasználását, több paraméter – nyomás, hőmérséklet stb. ... – egyidejű regisztrálását. Az e célra létrehozott elektronikus kommutátor-egység csökkentené az egész berendezés megbízhatóságát és hőállóságát;
- repedezett tárolók, mert itt általában csak kevert minta vehető, mivel a repedések mentén az öblítő-folyadék beáramlik a teszterbe;
- az öblítő-iszap olaj vagy olajtartalmú adalék-anyagai, melyek különösen az olajtárolók kimutatását nehezítik meg;
- a fúrési művelet és a mintavételezés között eltelt hosszú idő alatt kialakult mély elárasztott zóna nehezíti a szénhidrogén-telítettség helyes becslését;
- esetenként nagyobb mennyiségű fúróiszap kerül a mintavevő tartályba;
- a vett minta összetételének torzulása a gáz-levegő-keverék adiabatikus összenyomódása miatt. Természetesen ez a negatív effektus csak bizonyos gáz-levegő-koncentrációnál, nyomásváltozási sebességnél, és nyomásnál jön létre. A szénhidrogén-gázok csak 6–12%-os koncentráció esetén éghetnek el.

A gáz-levegő-keverék elemzésénél ilyenkor kimutathatók az égési termékek, CO ; CO_2 ; Mg . Jellemző, hogy ez a jelenség markánsan kifejeződik a nyomásemelkedési görbe végén éles csúcs formájában.

Vizsgáljuk meg a továbbiakban a legtipikusabb konkrét példákat, melyek illusztrálják a fentebb elmondottakat.

Az *1.a. ábrán* látható a mintavételezési zóna számított sugara a vett folyadék-minta térfogatának függvényében, különböző porozitású rétegekben. Nagy vastagságú rétegekben a mintavételezési zóna sugara a vett folyadék térfogatának növekedésével csak kis mértékben nő, ezért a tartály térfogatának növelése egy bizonyos technikailag elfogadható értéken túl célszerűtlen.

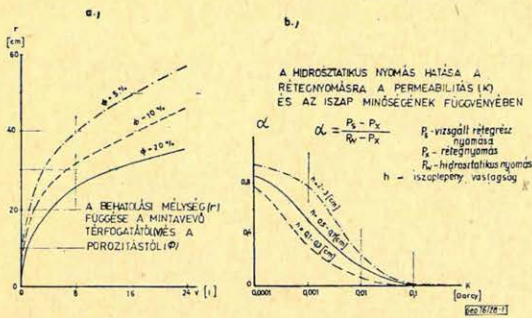
A gyakorlatban azonban inhomogén tárolókban a mintavételezési mélység az elméleti úton számítottnál valószínűleg lényegesen nagyobb. A terepi kísérleteknél alkalmazott tartályok térfogata 5–24 liter között volt.

Az *1.b. ábra* a fúrásban levő hidrosztatikus nyomásnak a vizsgált réteg résznyomására gyakorolt hatását szemlélteti. Leolvasható, hogy a rétegnyomásnál 25%-kal nagyobb izapnyomás a lyukfalra ható nyomást közepes permeabilitású rétegnél (kb. 0,1 Darcy) csak a rétegnyomás 0,01–0,04-szeresével, azaz 0,25–1%-kal növeli. Ennek hatása a megengedettnél kisebb hibát okoz. A tényleges mérési eredmények igazolták ezt a feltevést.

A *2. ábra* jellegzetes nyomás-diagramokat mutat be, melyeket több mint 3000 nyomásgörbe elemzés alapján szerkesztettek.

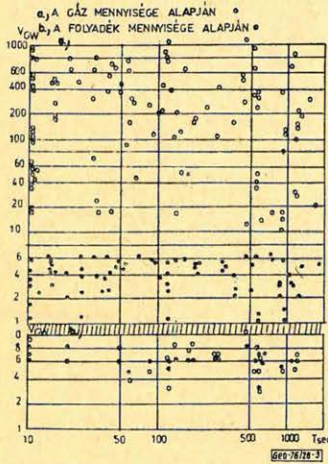
A *3. ábra* a gáz- (a) és víztárolókat (b) mutatja a gáz- és folyadék-térfogat és a tartály telítődési ideje függvényében, (122 gáztároló és 23 víztároló). Megállapítható, hogy a gáztároló rétegek 76%-ából a vett minta több mint 50 liter gázt tartalmazott és csak 7 esetben volt a vett gáz mennyisége 15 liternél kevesebb. Ebből is 6 vizsgálatnál hosszú mintavételezési idő (9–20 perc) után sem kaptak folyadék-beáramlást. A vizsgálatok egy részét az átharántolás után 2–2,5 hónappal végezték.

A víztároló rétegekből általában kevés gázt tartalmazó iszapfiltrátummal kevert rétegvizet nyernek.

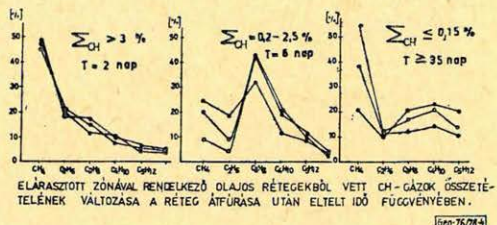


1. ábra - Puc. - Fig.

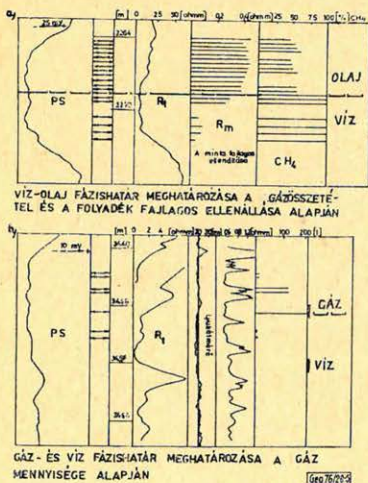
FÉLDÁK A VÍZ- ÉS A GÁZTÁROLÓ RÉTEGEK MEGHATÁROZÁSÁRA A TARTÁLY TELTŐDÉSÉNEK FÜGGVÉNYÉBEN



3. ábra - Puc. - Fig.

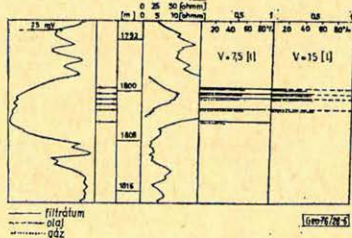


4. ábra - Puc. - Fig.



5. ábra - Puc. - Fig.

AZ ELÁRASZTOTT ZÓNA HATÁSA HÜLÖNBŐZŐ TARTÁLYTÉRFOGATOK ESETÉN



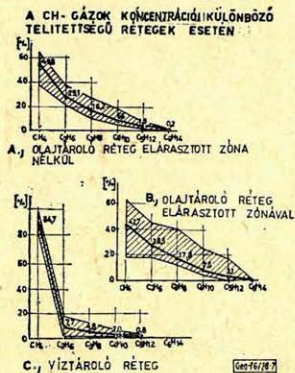
6. ábra - Puc. - Fig.

A gáz- és a víztároló rétegek elkülönítése tehát a vett gáz mennyisége alapján nagy valószínűséggel elvégezhető.

A hosszú ideig tartó iszapfiltráció okozta mély elárasztott zóna torzítja a mintavételezés eredményét. E hatást ábrázolja a 4. ábra. Látható, hogy az olajtároló rétegekből vett minták szénhidrogén-gáz-összetétele jelentősen eltorzul.

A karotázs-tesztterezés magas fokú felbontó képességét az 5. ábrán bizonyítjuk egy fontos geológiai feladat, a fázishatárok meghatározása esetén. A víz-olaj-határ a mintavételezés vett gáz metán-tartalma és a folyadék fajlagos ellenállása alapján, a víz-gáz-határ a vett gáz mennyisége alapján jelölhető ki.

A 6. ábra példát ad az olajtároló rétegben kialakult elárasztott zóna figyelembevételére egy ponton különböző térfogatú tartályokkal megismételt vizsgálatok útján. Látható, hogy változatlan gáz-mennyiségnél a második mintavételezés során csökkent az elárasztott zóna mélysége, ami több mintavételezési helyen olajbeáramlást eredményezett.



7. ábra — Puc. — Fig.

A 7. ábrán látható tényleges elemzési eredmények igazolják, hogy az olaj és víztároló rétegek szétválasztásának fő kritériuma a gáz minta metán tartalma.

A fentiek alapján a tapasztalat azt bizonyítja, hogy a karotázs-tesztterezés módszere a geofizikai mérés-komplexummal együtt a különböző geológiai termelési feladatok megoldásának hatékony, operatív és olcsó módszere.

Egyesületi hírek

A 20. Geofizikai Szimpózium előadásai Angol és orosz nyelvű két kötet, 802, illetve 726 oldalon. Szerkesztette: Nagy Magdolna. Az OMKDK-Technoinform sokszorosított kiadása.

Az eddigi Geofizikai Szimpóziumok előadásairól igazi összefoglaló kiadvány nem készült és az anyagok többnyire egyes folyóiratokban (Magyar Geofizika, Geofizikai Közlemények) vagy a külföldi rendezőpartnerek egyes különkiadványaiban kerültek közlésre, de ez utóbbiak sem tartalmazták a teljes előadási anyagot. Most először került sor teljes, önálló kiadvány megjelentetésére, ami feltétlenül a fejlődés jelentős lépését jelzi.

A két külön kötet közül az egyik angol, a másik orosz nyelven adja 66 előadás szövegét, a hozzájuk tartozó számos ábrával; minden előadásszöveg után a másik két nyelven (magyarul és oroszul, illetve angolul) összefoglalást találunk. A szövegeken a szerkesztőség sem szakmai, sem nyelvi változtatásokat nem eszközölt.

A kiadványt (kívánság szerint vagy az angol, vagy az orosz kötetet) a Szimpózium résztvevői a részvételi díj fejében kapják. A Magyar Geofizikusok Egyesülete titkárságán még néhány példány rendelkezésre áll és megvehető kötetenként 510,— Ft-os áron.

T. G.

A 6FV100 és 6FV40 típusú alacsonyfrekvenciás indukciós szondák karakterisztikáinak vizsgálata*

B A R Á T H I S T V Á N**

Az alacsonyfrekvenciás indukciós szondák tervezésénél igen fontos a gyakorlati igényeket kielégítő vertikális és radiális karakterisztikáknak a biztosítása. Ennek elemzését adja a tanulmány a

geometriai faktor-elmélet alapján, amely a $p = \frac{L}{\delta}$ igen kicsiny értéke miatt jól alkalmazható. A számítások elvégzésére és az eredmény grafikus ábrázolására MINSZK-32 gépre programcsomag készült. Az ideálisnak tekinthető vertikális és radiális karakterisztikák $f = 4$ kHz-en nem elfogadható megoldások, mert egyéb szondatervezési kritériumoknak nem felelnek meg. Az ideális esethez tartozó fókuszálás mértékének megfelelő csökkentése révén jó karakterisztikájú, a gyakorlati követelményeknek megfelelő rövid és mélybehatolású alacsonyfrekvenciás indukciós szondákat lehet létrehozni.

При проектировании низкочастотных индукционных зондов очень важно обеспечить вертикальные и радиальные характеристики, удовлетворяющие практическим требованиям. Настоящая работа дает их анализ на основании теории о геометрическом факторе, которая используется с успехом благодаря весьма низкому значению $p = \frac{L}{\delta}$. Для выполнения расчетов и графического изображения результата был составлен пакет программ для ЭВМ Минск-32. Вертикальные и радиальные характеристики, которые могут рассматриваться как идеальные, не являются приемлемым решением при $f = 4$ кГц, так как они не отвечают остальным критериям проектирования зондов. Соответствующим снижением величины фокусировки, принадлежащей идеальному случаю, можно создать короткие и длинные низкочастотные индукционные зонды с повышенной глубиной измерения которые имеют хорошую характеристику и удовлетворяют практическим требованиям.

In projecting low frequency induction tools it is very important to ensure vertical and radial characteristics meeting practical requirements. The present study offers analysis of them on the basis of the geometric factor theory, which can be readily applied owing to the very low value of $p = \frac{L}{\delta}$. To carry out calculations and to plot the result a program package has been compiled for computer MINSK-32. Vertical and radial characteristics that can be regarded as ideal are unacceptable solutions at 4 kHz, since they do not correspond to other criteria in tool projecting. By reducing the extent of focussing belonging to the ideal case it is possible to create short and long low frequency induction tools with deep penetration having a good characteristic and corresponding to practical demands.

Az alacsonyfrekvenciás indukciós szondák tervezésénél abból indultunk ki, hogy olyan szondageometriát és normált menetszám-értékeket kell kiválasztani, amelynél teljesül a $\sum E_s^{\text{reakt}} = 0$ feltétel [4], valamint a szonda gyakorlati igényeket kielégítő méréstartománnyal rendelkezzen [5].

Ilyen szondákkal mind a négy variánsban [4] találkozunk, számuk meg lehetően nagy.

Közülük azokat kell kiválasztanunk megvalósításra, amelyek a gyakorlati igényeknek megfelelő vertikális és radiális karakterisztikákkal rendelkeznek.

A vertikális karakterisztikát a geometriai faktorelmélet felhasználásával számoltuk ki [1].

* Elhangzott: 1975. dec. 18. (III. rész)

** Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.

Ismeretes, hogy a $p = \frac{L}{\delta}$ igen kicsiny értékei esetén, ami az általunk alkalmazott 4 kHz-es munkafrekvencián gyakorlatilag mindig fennáll, az elemi réteg geometriai tényezője kéttekereses szondára:

$$G_z = \frac{L_{A,V}}{2} \int_0^{\infty} \frac{r^3 \cdot dr}{\left[r^2 + \left(\frac{L_{A,V}}{2} + z \right)^2 \right]^{3/2} \left[r^2 + \left(\frac{L_{A,V}}{2} - z \right)^2 \right]^{3/2}}$$

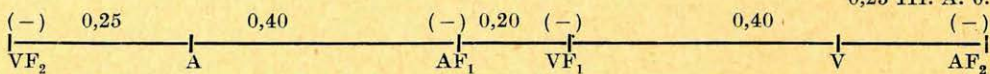
6FV100. III. A. 0, - B. 1. - B. 5.

1. táblázat - таблица - Tabelle

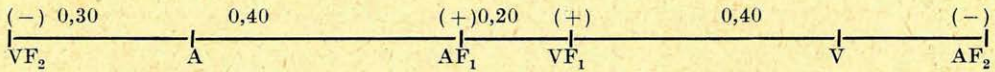
0,50 III. B. 5.

↑
0,30 III. B. 1.

0,25 III. A. 0.



Sor- szám	Tekercspár		A párok hossza	Hosszoefficiensek	Menetszám koefficiens	Az ind. fesz. előjele
	Adó	Vevő				
1	A	V	1	1	1	+
2	A	VF ₁	L _{A, VF₁} = 0,60	q ₁ = 0,60	C ₁	-
3	A	VF ₂	L _{A, VF₂} = 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 0,50	q ₂ = 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 0,50	C ₂	-
4	AF ₁	V	L _{AF₁, V} = 0,60	q ₁ = 0,60	C ₃	-
5	AF ₁	VF ₁	L _{AF₁, VF₁} = 0,20	2 q ₁ - 1 = 0,20	C ₁ · C ₃	+
6	AF ₁	VF ₂	L _{AF₁, VF₂} = 0,65 0,70 0,75 0,80 0,85 0,90	1 - q ₁ + q ₂ = 0,65 0,70 0,75 0,80 0,85 0,90	C ₂ · C ₃	+
7	AF ₂	V	L _{AF₂, V} = 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 0,50	q ₂ = 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 0,50	C ₄	-
8	AF ₂	VF ₁	L _{AF₂, VF₁} = 0,65 0,70 0,75 0,80 0,85 0,90	1 - q ₁ + q ₂ = 0,65 0,70 0,75 0,80 0,85 0,90	C ₁ · C ₄	+
9	AF ₂	VF ₂	L _{AF₂, VF₂} = 1,50 1,60 1,70 1,80 1,90 2,00	1 + 2q ₂ = 1,50 1,60 1,70 1,80 1,90 2,00	C ₂ · C ₃	+



Sor- szám	Tekercspár		A párok hossza	Hosszoefficiensek	Menetszám koefficiens	Az ind. fesz. előjele
	Adó	Vevő				
1	A	V	$L_{A,V} = 1$	$= 1$	1	+
2	A	VF_1	$L_{A, VF_1} = 0,60$	$q_1 = 0,60$	C_1	+
3	A	VF_2	$L_{A, VF_2} = 0,25$	$q_2 = 0,25$	C_2	-
			$0,30$	$0,30$		
			$0,35$	$0,35$		
			$0,40$	$0,40$		
			$0,45$	$0,45$		
4	AF_1	V	$L_{AF_1, V} = 0,60$	$q_1 = 0,60$	C_3	+
5	AF_1	VF_1	$L_{AF_1, VF_1} = 0,20$	$2 q_1 - 1 = 0,20$	$C_1 \cdot C_3$	+
6	AF_1	VF_2	$L_{AF_1, VF_2} = 0,65$	$1 - q_1 + q_2 = 0,65$	$C_2 \cdot C_3$	-
			$0,70$	$0,70$		
			$0,75$	$0,75$		
			$0,80$	$0,80$		
			$0,85$	$0,85$		
7	AF_2	V	$L_{AF_2, V} = 0,25$	$q_2 = 0,25$	C_4	-
8	AF_2	VF_1	$L_{AF_2, VF_1} = 0,30$	$1 - q_1 + q_2 = 0,30$	$C_1 \cdot C_4$	-
			$0,35$	$0,35$		
			$0,40$	$0,40$		
			$0,45$	$0,45$		
			$0,50$	$0,50$		
9	AF_2	VF_2	$L_{AF_2, VF_2} = 1,50$	$1 + 2 q_2 = 1,50$	$C_2 \cdot C_4$	+
			$1,60$	$1,60$		
			$1,70$	$1,70$		
			$1,80$	$1,80$		
			$1,90$	$1,90$		
			$2,00$	$2,00$		

A megoldás:

$$G_z = \frac{1}{2L_{A,V}} \quad \text{ha} \quad z < \left| \frac{L_{A,V}}{2} \right|$$

és

$$G_z = \frac{L_{A,V}}{8z^2} \quad \text{ha} \quad \frac{L_{A,V}}{2} < z < -\frac{L_{A,V}}{2}$$

A G_z értékeket mind a négy variáns valamennyi kététkerceses szondapárjára kiszámítottuk és összegeztük a [4]-ben közölt $c_1 = f(C_2)$ függvény jellegzetes szakaszaira a *MINSZK-32*-re írt programrendszer segítségével a *6FV100* és *6FV40* típusú alacsonyfrekvenciás szonda-variációkra.

A program és a számított diagramok közlésétől eltekintünk, de az utóbbiakból jellegzetes csoportokat az alábbiakban bemutatunk.

A számításhoz szükséges adatokat az *1-6 táblázatok* tartalmazzák.

3. táblázat – таблица – Tabelle

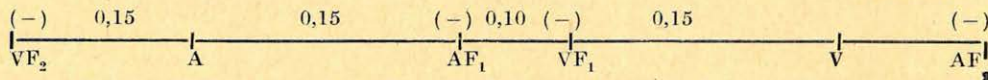
6FV40 III. A. 0; B. 1 – B. 4.

0,27 III. B. 4

↑

0,18 III. B. 1

0,15 III. A. 0



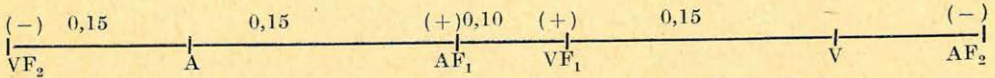
Sor- szám	Tekercspár		A párok hossza	Hosszoefficiensek	Menetszám koefficiens	Az ind. fesz. előjele
	Adó	Vevő				
1	A	V	$L_{A,V} = 0,4$	1	1	+
2	A	VF_1	$L_{A, VF_1} = 0,25$	$q_1 = 0,6250$	C_1	-
3	A	VF_2	$L_{A, VF_2} = 0,21$	$q_2 = 0,5250$	C_2	-
			0,15 0,18 0,24 0,27	0,3750 0,4500 0,6000 0,6750		
4	AF_1	V	$L_{AF_1, V} = 0,25$	$q_1 = 0,6250$	C_3	-
5	AF_1	VF_1	$L_{AF_1, VF_1} = 0,10$	$2 q_1 - 1 = 0,2500$	$C_1 \cdot C_3$	+
6	AF_1	VF_2	$L_{AF_1, VF_2} = 0,36$	$1 - q_1 + q_2 = 0,9000$	$C_2 \cdot C_3$	+
			0,30 0,33 0,39 0,42	0,7500 0,8250 0,9750 1,0000		
7	AF_2	V	$L_{AF_2, V} = 0,21$	$q_2 = 0,5250$	C_4	-
			0,15 0,18 0,24 0,27	0,3750 0,4500 0,6000 0,6750		
8	AF_2	VF_1	$L_{AF_2, VF_1} = 0,36$	$1 - q_1 + q_2 = 0,9000$	$C_1 \cdot C_4$	+
			0,30 0,33 0,39 0,42	0,7500 0,8250 0,9750 1,0500		
9	AF_2	VF_2	$L_{AF_2, VF_2} = 0,82$	$1 + 2 q_1 = 2,0500$	$C_2 \cdot C_4$	+
			0,70 0,76 0,88 0,94	1,7500 1,9000 2,2000 2,3500		

6FV40. IV. A. 0; B. 1 - B. 4

0,27 IV. B. 4

0,18 IV. B. 1

0,15 IV. A. 0



Sor- szám	Tekercspár		A párok hossza	Hosszkoeficiensek	Menetszám koefficiens	Az ind. fesz. előjele
	Adó	Vevő				
1	A	V	$L_{A,V} = 0,4$	1	1	+
2	A	VF_1	$L_{A,VF_1} = 0,25$	$q_1 = 0,6250$	C_1	+
3	A	VF_2	$L_{A,VF_2} = 0,21$	$q_2 = 0,5250$	C_2	-
			0,15 0,18 0,24 0,27	0,3750 0,4500 0,6000 0,6750		
4	AF_1	V	$L_{AF_1,V} = 0,25$	$q_1 = 0,6250$	C_3	+
5	AF_1	VF_1	$L_{AF_1,VF_1} = 0,10$	$2 q_1 - 1 = 0,2500$	$C_1 \cdot C_3$	+
6	AF_1	VF_2	$L_{AF_1,VF_2} = 0,36$	$1 - q_1 + q_2 = 0,9000$	$C_2 \cdot C_3$	-
			0,30 0,33 0,39 0,42	0,7500 0,8250 0,9750 1,0000		
7	AF_2	V	$L_{AF_2,V} = 0,21$	$q_2 = 0,5250$	C_4	-
			0,15 0,18 0,24 0,27	0,3750 0,4500 0,6000 0,6750		
8	AF_2	VF_1	$L_{AF_2,VF_1} = 0,36$	$1 - q_1 + q_2 = 0,9000$	$C_1 \cdot C_4$	-
			0,30 0,33 0,39 0,42	0,7500 0,8250 0,9750 1,0500		
9	AF_2	VF_2	$L_{AF_2,VF_2} = 0,82$	$1 + 2 q_1 = 2,0500$	$C_2 \cdot C_4$	+
			0,70 0,76 0,88 0,94	1,7500 1,9000 2,0500 2,3500		

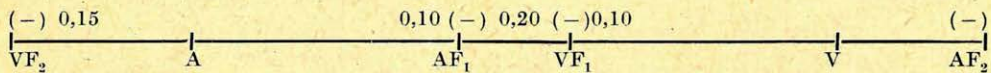
Az ábrákon szaggatott vonallal a főtkeercspárhoz tartozó vertikális karakterisztikát, majd folytonos vonallal a különböző mértékben fókuszált hattekerces rendszerekhez tartozó karakterisztikákat rajzoltuk ki, illetve ez utóbbiak integrális értékeit.

A jelenlegi technológiai és technikai adottságokat figyelembe véve az 1. ábrán bemutatott 6FV100 III. B. 2. vertikális karakterisztikából olyat kell kiválasztani, amelynél $C_1 < 0,20$, hiszen az így kapott szondáknál még megfelelő mérési tartományt kapunk [5]. Mivel a vertikális karakterisztikával nem érjük el a kívánt hatást, azért kompromisszumos megoldást kell elfogadnunk.

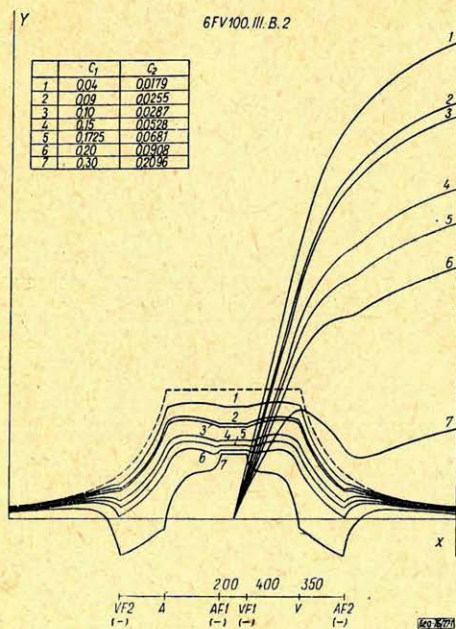
6FV40. I. B. 01; A. 0; B. 1 – B. 1.

0,27 I. B. 4
 0,15 I. B. 1
 0,15 I. A. 0
 0,10 I. B. 01

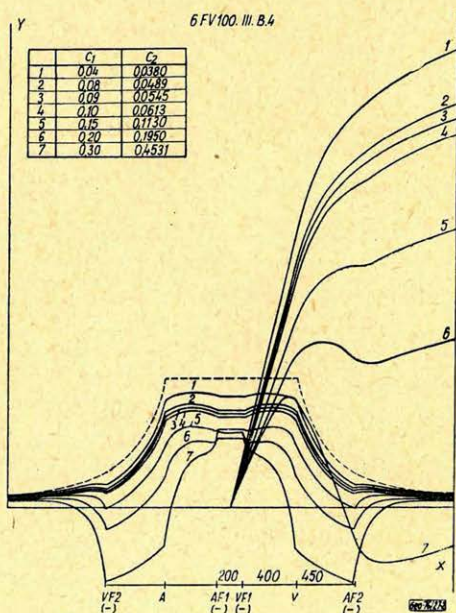
(-) 0,10		0,15		(-) 0,10		(-) 0,15		(-)			
AF ₂		A		VF ₁		AF ₁		V		VF ₂	
Sor- szám	Tekercspár		A párok hossza	Hosszkoeficiensek	Menetszám koefficiens	Az ind. fesz. előjele					
	Adó	Vevő									
1	A	V	1	1	1	+					
2	A	VF ₁	L _{A, VF₁} = 0,15	q ₁ = 0,3750	C ₁	-					
3	A	VF ₂	L _{A, VF₂} = 0,50 0,55 0,58 0,61 0,64 0,67	q ₂ = 1,2500 1,3750 1,4500 1,5250 1,6000 1,6750	C ₂	-					
4	AF ₁	V	L _{AF₁, V} = 0,15	q ₁ = 0,3750	C ₃	-					
5	AF ₁	VF ₁	L _{AF₁, VF₁} = 0,10	1 - 2 q ₁ = 0,2500	C ₁ · C ₃	+					
6	AF ₁	VF ₂	L _{AF₁, VF₂} = 0,25 0,30 0,33 0,36 0,39 0,42	q ₁ + q ₂ - 1 = 0,6250 0,7500 0,8250 0,9000 0,9750 1,0500	C ₂ · C ₃	+					
7	AF ₂	V	L _{AF₂, V} = 0,50 0,55 0,58 0,61 0,64 0,67	q ₂ = 1,2500 1,3750 1,4500 1,5250 1,6000 1,6750	C ₄	-					
8	AF ₂	VF ₁	L _{AF₂, VF₁} = 0,25 0,30 0,33 0,36 0,39 0,42	q ₁ + q ₂ - 1 = 0,6250 0,7500 0,8250 0,9000 0,9750 1,0500	C ₁ · C ₄	+					
9	AF ₂	VF ₂	L _{AF₂, VF₂} = 0,60 0,70 0,76 0,82 0,88 0,94	2 q ₂ - 1 = 1,5000 1,7500 1,9000 2,0500 2,2000 2,3500	C ₂ · C ₄	+					



Sor- szám	Tekercspár		A párok hossza	Hosszkoeficiensek	Menetszám koeficiens	Az ind. fesz. előjele
	Adó	Vevő				
1	A	V	$L_{A,V} = 0,40$	1	1	+
2	A	VF_1	$L_{A, VF_1} = 0,30$	$q_1 = 0,7500$	C_1	-
3	A	VF_2	$L_{A, VF_2} = \begin{matrix} 0,15 \\ 0,27 \end{matrix}$	$q_2 = \begin{matrix} 0,3750 \\ 0,6750 \end{matrix}$	C_2	-
4	AF_1	V	$L_{AF_1, V} = 0,30$	$q_1 = 0,7500$	C_3	-
5	AF_1	VF_1	$L_{AF_1, VF_1} = 0,20$	$2q_1 - 1 = 0,5000$	$C_1 \cdot C_3$	+
6	AF_1	VF_2	$L_{AF_1, VF_2} = \begin{matrix} 0,25 \\ 0,37 \end{matrix}$	$1 - q_1 + q_2 = \begin{matrix} 0,6250 \\ 0,9250 \end{matrix}$	$C_2 \cdot C_3$	+
7	AF_2	V	$L_{AF_2, V} = \begin{matrix} 0,15 \\ 0,27 \end{matrix}$	$q_2 = \begin{matrix} 0,3750 \\ 0,6750 \end{matrix}$	C_4	-
8	AF_2	VF_1	$L_{AF_2, VF_1} = \begin{matrix} 0,25 \\ 0,37 \end{matrix}$	$1 - q_1 + q_2 = \begin{matrix} 0,6250 \\ 0,9250 \end{matrix}$	$C_1 \cdot C_4$	+
9	AF_2	VF_2	$L_{AF_2, VF_2} = \begin{matrix} 0,70 \\ 0,94 \end{matrix}$	$1 + 2q_2 = \begin{matrix} 1,7500 \\ 2,3500 \end{matrix}$	$C_2 \cdot C_4$	+



1. ábra – Puc. – Fig.



2. ábra – Puc. – Fig.

A 2. ábrán már $c_1 = 0,15$ esetén igen jó vertikális karakterisztikájú szondát választhatunk ki, amellyel az ágyazó közeg hatását minimálisra lehet csökkenteni, ami a főtekerospáron kívüli hatás (terület) jelentős részének a fókuszálás segítségével történő „eltakarításához” vezet. (Lásd a főtekerospárhoz tartozó terület és a megfelelő fókuszálóhoz tartozó terület $L_{A,V}$ -n kívül eső részek különbségét).

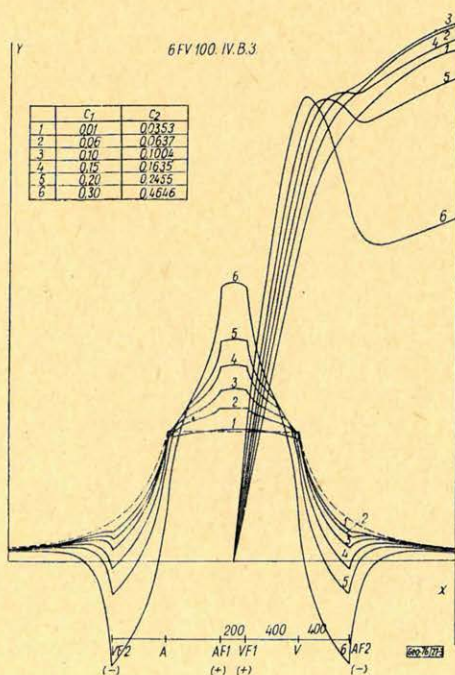
A 3. ábrán látható 6FV100 IV. B.3. típusú szondák vertikális karakterisztikái csak $c_2 \sim 0,06$ értékekig fogadhatók el, mivel az \overline{AV} tartományban meglévő nem kívánatos növekedéstől ebben az esetben még eltekinthetünk, bár még jelentős oldalhatással (ágyazó kőzetek hatása) kell számolnunk. A fókuszálás mértékének további növelésével olyan torzulás megy végbe a vertikális karakterisztika összetételében, ami gyakorlati alkalmazása esetén erősen kifogásolható.

A 4., 5. és 6. ábrákon bemutatott vertikális karakterisztikák a 40 cm-es főtekerstávolságú szondákhoz tartoznak különböző mértékű fókuszálás esetén. Itt is csak a III. variánshoz tartozó vertikális karakterisztikák adnak jó szondát. Igen kedvező vertikális tulajdonsággal rendelkezik a 6FV40 III.B4/2 szonda (5. ábra).

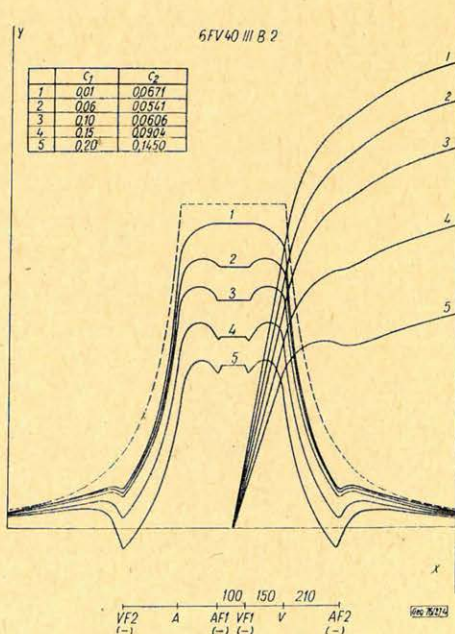
A 6. ábrán fokozottan jelentkeznek a IV. variáns hiányosságai.

A 7. ábrán rendkívül kedvező vertikális karakterisztikákat mutatunk be. Az ágyazókőzet hatása jobban mérsékelhető, mint bármelyik más variánsban. Megvalósításuktól a [4]-ben említett miatt mégis el kell tekinteni.

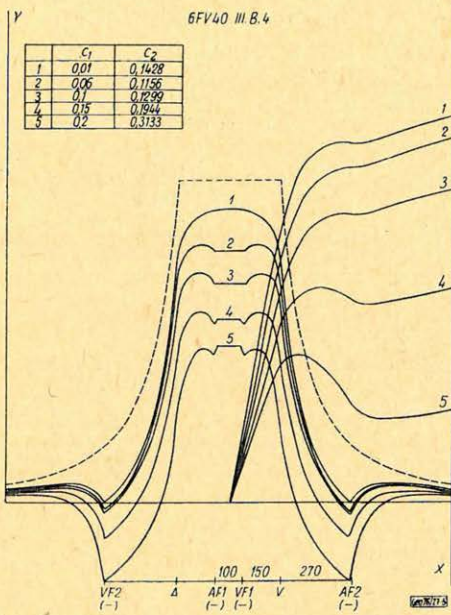
A 8. ábra jól érzékelteti a belső fókuszálók főtekereshoz való közelítésének és külső fókuszálók a főtekerestől való eltávolításának hatását. A 6FV40. III. C. 4. kódú szonda igen kedvező vertikális tulajdonságokkal rendelkezik.



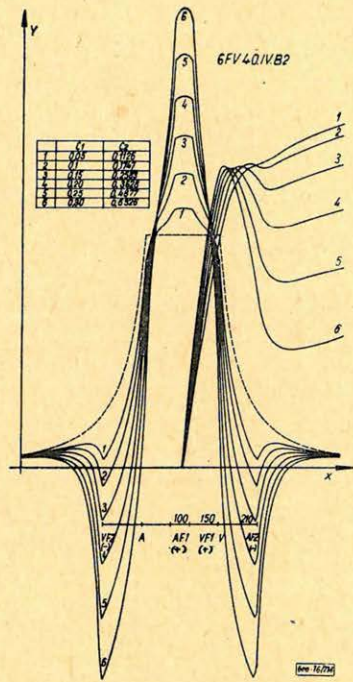
3. ábra - Puc. - Fig.



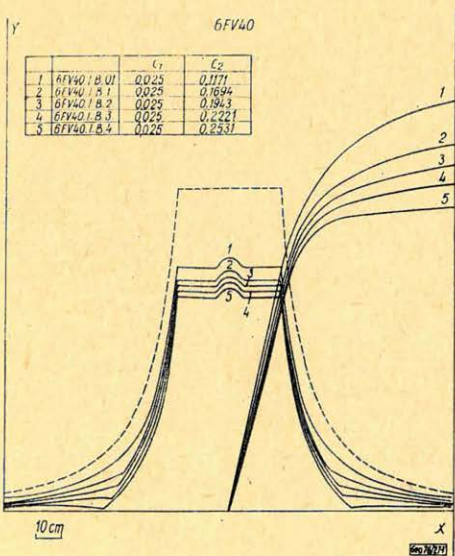
4. ábra - Puc. - Fig.



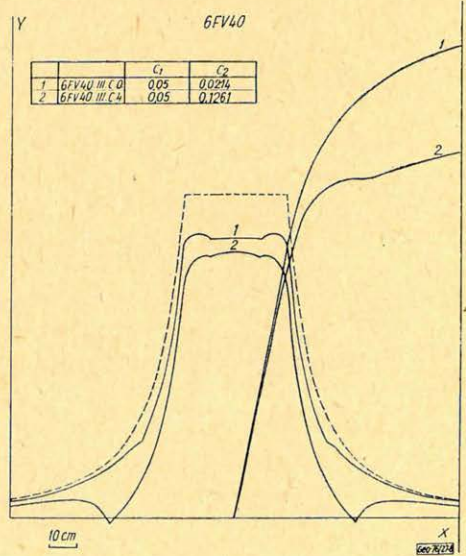
5. ábra - Puc. - Fig.



6. ábra - Puc. - Fig.



7. ábra - Puc. - Fig.



8. ábra - Puc. - Fig.

Összefoglalva:

1. A geofizikai célokat kielégítő vertikális karakterisztikákat az jellemzi, hogy
 - a főtelercspárhoz tartozó vertikális karakterisztika-értékek $L_{A,V}$ -n kívüli része a soktekerces rendszerek esetén a lehető legkisebbre csökken;
 - az $L_{A,V}$ -n belüli szakasz magassága a hattekerces szondáknál nagyobb, mint „ $\frac{1}{4L_{A,V}}$ ”
2. A vertikális karakterisztika (geometriai faktor) formája egyszerű lefutású legyen.
3. A vertikális karakterisztikák kiválasztásakor az alacsony-frekvenciás indukciós karotázásban – első sorban technológiai okok miatt – ma még kompromisszumos megoldást fogadtunk el.
4. A vertikális karakterisztika segítségével a fókuszálás mértékétől függően megadhatjuk a rendszer felbontóképességét.
5. A gyakorlati megvalósításra elfogadott III. variánsban van lehetőség jó vertikális karakterisztikájú alacsonyfrekvenciás indukciós rendszer kiválasztására.

A hattekerces indukciós rendszerek radiális karakterisztikái

Az alacsonyfrekvenciás indukciós rendszerek radiális karakterisztikáinak jellemzésére $p = \frac{L}{\delta}$ igen kicsiny értéke miatt a differenciális és integrális geometriai tényezőt használjuk. A tényleges radiális karakterisztikát a mindenkor, radiális értelemben változó vezetőképesség és geometriai tényező szorzata adja.

A radiális geometriai tényező számításához felhasznált összefüggés:

$$G_r = \frac{L_{A,V}}{2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{r^3 dz}{\left[r^2 + \left(\frac{L_{A,V}}{2} + z \right)^2 \right]^{3/2} \left[r^2 + \left(\frac{L_{A,V}}{2} - z \right)^2 \right]^{3/2}}$$

Az integrál megoldása [3] szerint:

$$G_r = \frac{\left(\frac{2r}{L_{A,V}} \right)^3}{2 \left[\left(\frac{2r}{L_{A,V}} \right)^2 + 1 \right]^{3/2}} \cdot \left[K(\sin \alpha) - \frac{\left(\frac{2r}{L_{A,V}} \right)^2 - 1}{\left(\frac{2r}{L_{A,V}} \right)^2} \cdot E(\sin \alpha) \right],$$

ahol

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{2r}{L_{A,V}} \right)^2 + 1}}$$

$K(\sin \alpha)$ és $E(\sin \alpha)$ – első – és másodfokú teljes elliptikus integrálok

$$K(\sin \alpha) = \int_0^{\pi/2} \frac{d\alpha}{\sqrt{1 - k^2 \cdot \sin^2 \alpha}},$$

ahol $0 \leq k < 1$,

$$E(\sin \alpha) = \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - k^2 \cdot \sin^2 \alpha} d\alpha,$$

ahol $0 \leq k < 1$.

A fenti összefüggések felhasználásával *MINSZK* - 32-es számítógépre programcsomag készült a radiális geometriai tényező számítására.

A programok közlésétől eltekintünk, de megemlítjük, hogy a számítások alkalmazott másodfokú közelítés igen jó eredményt adott:

$$K(\sin \alpha) = (a_0 + a_1 \eta + a_2 \eta^2) + (b_0 + b_1 \eta + b_2 \eta^2) \cdot \ln \frac{1}{\eta},$$

$$\eta = 1 - k^2,$$

$$a_0 = 1,3862944, \quad b_0 = 0,5$$

$$a_1 = 0,1119723, \quad b_1 = 0,1213478,$$

$$a_2 = 0,0725296, \quad b_2 = 0,0288729.$$

$$E(\sin \alpha) = (1 + a_1 \eta + a_2 \eta^2) + (b_1 \eta + b_2 \eta^2) \ln \frac{1}{\eta},$$

ahol

$$\eta = 1 - k^2,$$

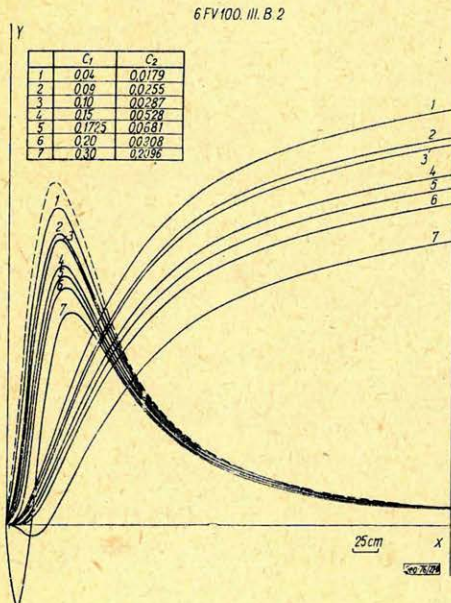
$$a_1 = 0,4630151, \quad b_1 = 0,2452727,$$

$$a_2 = 0,1077812, \quad b_2 = 0,0412496.$$

A számolást mind a négy variáns $c_1 = f(c_2)$ függvényeinek jellegzetes szakaszaira elvégeztük. A tanulmányban közölt néhány ábra számításához az 1., 3. és 4. táblázatok adatait használtuk fel. Az ábrákon (9-13) feltüntettük a főtekerescsár (szaggatott vonal) differenciális, a hettekerceses szondák differenciális és integrális geometriai tényezőjét az ábrán látható normált menetszámértékeknek megfelelően.

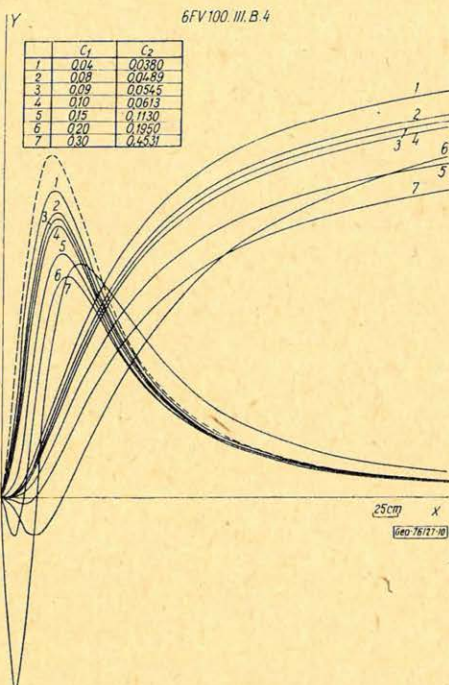
Az ábráknál az y tengelyen a G_r értékek, az x tengelyen pedig a fúrólyuk tengelyétől radiálisan mért távolságok vannak felhordva.

A 9. ábrán 6FV100. III. B. 2 kódú szondák (azonos tekercestávolságok mellett a $c_1 = f(c_2)$ függvénykapcsolat [4]) vizsgálatra érdemes szakaszát számítottuk ki. A 6. sz. hettekerces differenciális radiális geometriai faktor ($c_1 = 0,20$; $c_2 =$

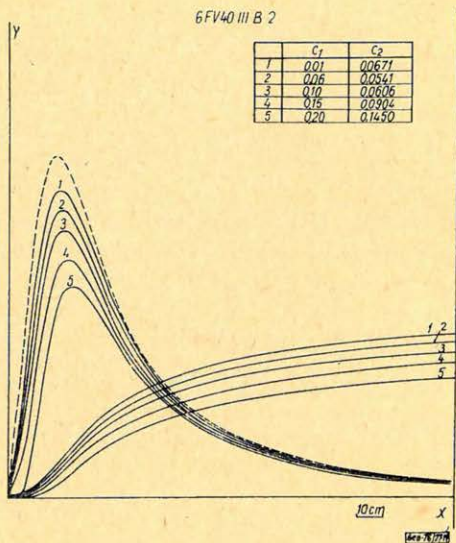


9. ábra - Puc. - Fig.

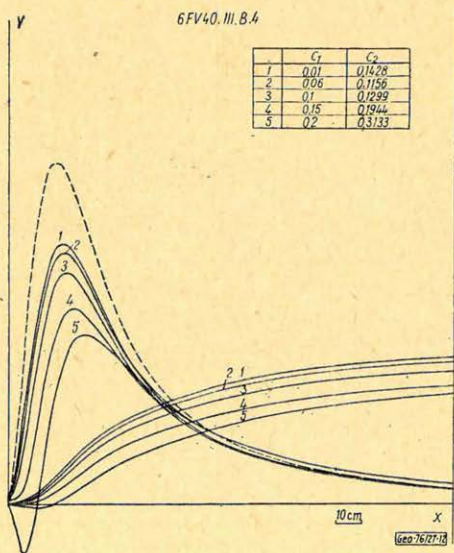
= 0,0908) igen kedvező képet mutat, mivel az x tengely körül oszcillál, r irányban integrális értéke jelentős szakaszon O körüli értéket ad, s így a kiktatott zóna nagy, a behatolási mélység úgyszintén. Gyakorlati megvalósítását



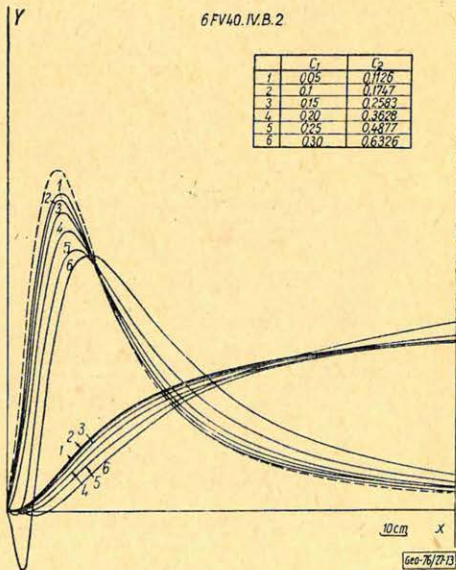
10. ábra – Puc. – Fig.



11. ábra – Puc. – Fig.



12. ábra – Puc. – Fig.



13. ábra – Puc. – Fig.

az alacsony-frekvenciás indukciós karotázásban mégsem lehet javasolni, mivel egy ilyen szondának [5] szerint nincs elfogadható mérési tartománya. Ezért ennél kisebb c_1 , c_2 értékekkel kellett dolgozni.

A 10. ábrán már olyan szélső tekercestávolság van (200 cm), amely a hazánkban ma alkalmazható technológia mellett már nem jöhet számításba. Itt is kiválasztható az a szonda, amellyel a kiiktatott zóna kívánt mértékű, a behatolási mélység (a vezetőképességtől függően) nagy. A 11., 12. és 13. ábrákon a 40 cm-es főtekercestávolságú szondák radiális karakterisztikáit mutatjuk be. Itt is hasonló megállapításokat tehetünk, mint az 1 m-es főtekercestávolságúaknál tettünk. A 11. ábrán látható, hogy több olyan szonda választható ki, ahol a fúróiszap hatását kiiktattuk, vagy kellően mérsékeljük, s a behatolási mélység olyan, hogy a hazai gyakorlatban kialakult elárasztott zóna vezetőképességét (fajlagos ellenállását) meghatározhatjuk. Az 5. számú görbe ($c_1 = 0,20$; $c_2 = 0,1450$) szondájának ideális radiális karakterisztikája van, de [5] szerint gyakorlati realizálásától el kell tekinteni.

A 12. ábra a 2. sz. görbék (differenciális és integrális hatások) szondájával már elérjük a kívánt geofizikai eredményt, azaz egy legalább 216 mm-es átmérőjű fúrás hatását minimálisra csökkentjük, s D/d 8–12 értékéig az elárasztott zóna fajlagos ellenállását megbízhatóan meghatározhatjuk.

A 13. ábra azt mutatja, hogy rövid szondánál igen jó radiális karakterisztikákat kapunk, s a gyakorlati követelményeknek már az 1.a) görbe megfelel. Mindezek ellenére a [4]-ben indokoltak miatt a IV. variánst gyakorlati megvalósításra nem javasoljuk.

Következtetések:

1. A fókuszálás mértékének megfelelő megvalósításával meghatározhatjuk az adott szondakonfigurációhoz tartozó jó alacsony-frekvenciás indukciós szondákat, amelyek megfelelnek a gyakorlat követelményeinek, s alkalmasak a réteg, ill. az elárasztott zóna fajlagos ellenállásainak meghatározására.
2. Az integrális radiális karakterisztika alkalmas
 - a) a kiiktatott zóna nagyságának becslésére,
 - b) behatolási mélység meghatározására,
 - c) az a, és b. változásának követésére a mérési tartományban.

Összefoglalva:

A vertikális és radiális karakterisztikák tanulmányozása lehetőséget ad olyan szondák tervezésére, amelyek az előre meghatározott geofizikai követelményeknek eleget tesznek.

Az alacsonyfrekvenciás indukciós rendszerek tervezésénél különösen fontos szerepet kap az a négyes ciklus, amelyet a [4], [5]-ben és jelen tanulmányban foglaltunk össze, azaz

- a stabilitás vizsgálata $\sum E_s^{\text{reakt}} = 0$ feltétellel,
- a vertikális karakterisztika tanulmányozása,
- a radiális karakterisztika tanulmányozása,
- a szonda viselkedése homogén közegben, azaz a kívánt mérési tartomány kiválasztása, meghatározása.

A négyes követelménynek eleget tevő egyméteres és 40 cm-es szondák $M = 1:1$ léptékű modellezésre kerülnek, amely után a paraméterek pontosíthatók.

Szeretnénk hangsúlyozni, hogy ebben és a Magyar Geofizikában megjelent két korábbi [4], [5] tanulmányban vázolt módszertani tervezés alapja és meghatározója lehet a jó indukciós szonda létrehozásának. Nem mentesít azonban a technológiai és műszerttechnikai problémák részletes elemzésétől.

IRODALOM

- [1] *H. G. Doll*: Introduction to induction logging and application to logging of wells drilled with oil base mud. J. of Petroleum Technology, Vol. 1. No. 6, June, 1949.
- [2] *M. I. Plusznyin*: Indukcionnűj karotazs Izd. Nyedra, 1968
- [3] *V. N. Dachnov*: Elektricseszkije i magnyitnűje metodű izsledovanyija szkvazsin. Izd. Nyedra, 1967.
- [4] *Baráth István*: Az alacsony-frekvenciás indukciós karotázis módszertani kérdései. Magyar Geofizika 1976. XVII. évf. 2. sz.
- [5] *Baráth István*: A 6FV100 és 6FV40 típusú alacsonyfrekvenciás indukciós szondák homogén közegben. Magyar Geofizika 1976. XVII. évf. 3. sz.
- [6] *Byrd – Friedman*: Handbook of Elliptic Integrals for Engineers an Physicists.
- [7] *J. T. Hayward – J. P. Wong*: Approximations for Digital Computers By Cecil Hastings, JR. Princeton University Press, 1955 (Princeton, New Jersey).

A szerző köszönetét fejezi ki kollégáinak, Bihari Lászlóné és Békássy Csaba tudományos munkatársaknak a vertikális és radiális karakterisztikák számításának MINSZK – 32-es számítógépre vitelében nyújtott segítségükért.

Könyvszemle

Egyed László: Bevezetés a szeizmológiába, ELTE TTK előadási jegyzet, 118 old., Tankönyvkiadó, 1976., ára 8, – Ft.

A könyvecskét Egyed László hátrahagyott előadási jegyzetei alapján az ELTE Geofizikai Tanszékén Meskó Attila állította össze. A szeizmológiát és annak néhány alapvető fogalmát röviden definiáló bevezetés után a mű három részre oszlik.

Az első részben: „A földrengések és földrengéshullámok leírása” címmel rövid, de beható elméleti tárgyalás során megismerkedünk a földrengéshullámok természetével, fajtáival, terjedésével és az ezekkel kapcsolatban szereplő fogalmakkal.

A második rész a földrengésvizsgálatok alapján a földszerkezetre kapható ismereteket tartalmazza.

Végül a harmadik részben a földrengésvizsgálatoknál használt műszerek elméletének alapjait kapjuk anélkül, hogy a műszerek, műszertípusok részletesebb leírására sor kerülhetne. Ezt az olvasó a könyv végén ajánlott irodalomból pótolhatja.

A szöveget 56 szövegművi ábra egészíti ki.

A mű a címében megjelölt célnak kiválóan megfelel és igen ajánlható első olvasmányul olyanoknak, akik bizonyos tájékozottságot akarnak nyerni a tárgykörben, de csak akkor, ha némi matematikai ismerettel rendelkeznek.

T. G.

Kompakció és annak hatása a karotázs-szelvényekre, különös tekintettel a túlnyomásos rétegek vizsgálatára*

MARKÓ LÁSZLÓ – GELLÉRT TAMÁS**

A mélyfúrási geofizikai szelvények felhasználási területe az eszközök és módszerek fejlődésével egyre inkább bővül. A szénhidrogéntárolók kimutatása, tároló paramétereik meghatározása mellett újabb irányzatként jelentkezik a kőzetulajdonságok vertikális változásának tanulmányozása. A jelen tanulmányban a szelvényeknek két olyan alkalmazási területét mutatjuk be, amelyek a tárolókkal, illetve tárolórendszerekkel foglalkozó geológusok és mérnökök számára egyaránt érdekes ismereteket nyújtanak. Mindkettő a kompakció kőzetekre gyakorolt hatásával és annak a szelvényeken való tükröződésével kapcsolatos.

Область применения скважинных геофизических профилей с развитием методов и аппаратуры постоянно расширяется. Кроме выявления резервуаров углеводородов и определения параметров залегания резервуаров, все более распространяется изучение вертикальных изменений физических свойств пород. В настоящей работе мы указываем на две таких области применения профилей, которые могут давать полезные сведения для специалистов по резервуарам и системам резервуаров. Обе эти области связаны с влиянием компакциии на породы и отображением этого влияния на профилях.

The application domain of well logging is more and more extending with the development of tools and methods. Besides the detecting of hydrocarbon reservoirs and determination of their reservoir parameters as a recent trend has been encountered the study of vertical variation of the physical characteristics of rocks. The paper presents two such application domains of well logs which provide notions of interest both for geologists and engineers dealing with reservoirs respectively reservoir systems. Both domains are in connection with the influence of the compaction to the rocks and with the reflection of this influence in the profiles.

A mélyfúrási geofizikai szelvények egyre fontosabb szerepet töltenek be a földalatti tárolórétegek vizsgálatában. A szénhidrogén-iparban szinte elképzelhetetlen a legfontosabb kutatási és műveléstervezési feladatok megoldása a fúrólukszelvények nélkül. Elsődleges szerepük van a szénhidrogének kimutatásában.

Hasonló a helyzet a vízkutató és termelő fúrások esetében is. A szelvények nemcsak folyamatos képet adnak a rétegek változásairól, hanem lehetővé teszik a legfontosabb tárolóparaméterek mennyiségi meghatározását is. Az olyan nélkülözhetetlen paraméterek, mint a tárolókőzetek porozitása, agyagossága, víztelítettsége megkapható a szelvényekből sőt a víztelítettség in-situ meghatározásának azt lehet mondani, ez az egyetlen eszköze. Ugyancsak fontos az a szerep, amelyet a permeábilis rétegek kijelölésében töltenek be a szelvények, bár a permeabilitás mennyiségi meghatározására csak korlátozott pontossággal használhatók fel. Újabbban ezen a téren is jelentős előrehaladás van és a permeabilitás szelvényekből való meghatározásának kérdését mind a kőzetmagon történő empirikus összefüggések megállapításán keresztül, mind az újabb műszerek kifejlesztésén keresztül igyekeznek megoldani. Itt kell megemlíteni a tapadó-víz, porozitás és permeabilitás közötti összefüggések tanulmányozását és

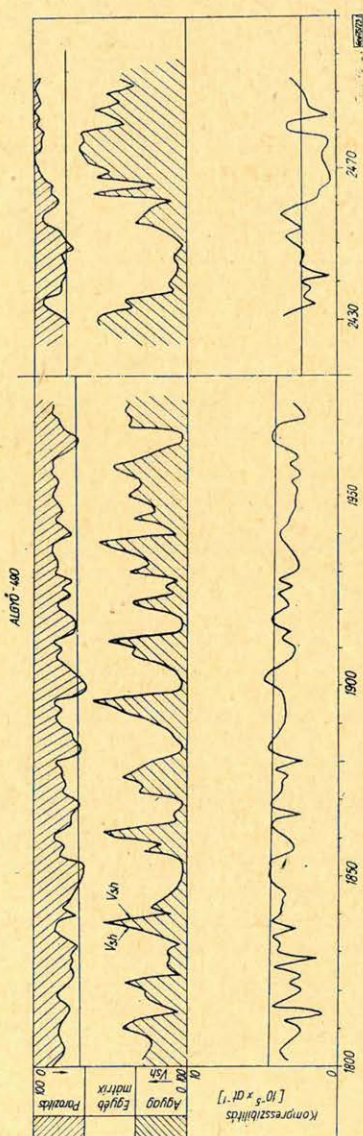
* Elhangzott: 1976. ápr. 1-én.

** Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Labor. OGIL

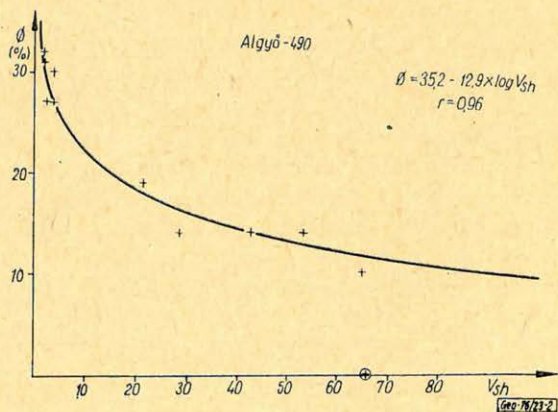
azok meghatározására szolgáló elsősorban radiológiai eszközöket, mint a neutron-élettartam, a gamma-gamma és a magmágneses vagy protonprecessziós szelvényezést. A jelen tanulmányban a teljességre való törekvés nélkül szeretnénk rövid ismertetést adni azokról a törekvésekről és lehetőségekről, amelyek a szelvényezés és szelvényértelmezés fejlesztésében a földalatti tárolórétegek kompaktiója okozta változásainak behatóbb vizsgálatára irányulnak.

Mint ismeretes, a fedőrétegek nyomása által okozott kompaktió a szelvények által mért paraméterek mélység szerinti változását okozza. Közismert dolog, hogy a finomszemű üledékek, agyagok, márgák a kompaktió hatására

nagyobb változást szenvednek, mint a durvább szemű üledékek. Ezek a változások ezen kőzetek porozitásában jelentkeznek elsősorban és mindazon geofizikai paraméterek, amelyek a kőzetek porozitásától függenek, érzik ezt a változást. Így a fajlagos ellenállás és a sűrűség rendszerint a mélységgel növekszik, az akusztikus terjedési idő pedig csökken. Ezen változásoknak a nyomkövetése a szelvényértelmezés sajátos új területét képezi, mivel az általuk kapott információk túlmennek a szelvények szokásos alkalmazási területén. Így például a márgarétegek kompaktió okozta változásának vizsgálatából a túlnyomásos tárolókra lehet következtetni. A porózus rétegek porozitásának és összenyomhatósági tényezőjének vizsgálata pedig a szénhidrogén- vagy víztermeléssel foglalkozó szakemberek számára nyújt segítséget. A porózus kőzetek kompaktió okozta változásának vizsgálatát egy példán keresztül mutatjuk be, amelyet az Algyő-490. sz. kútban készítettünk.

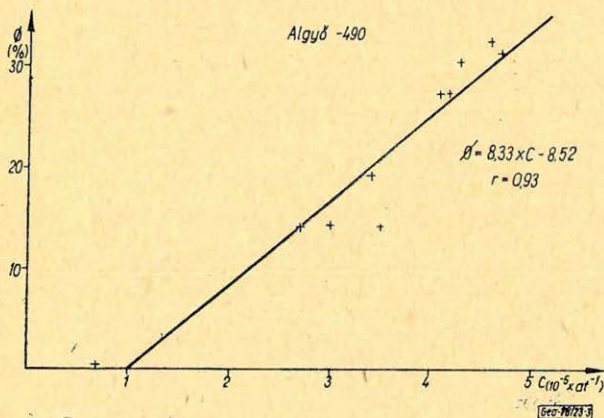


1. ábra - Puc. - Fig.



2. ábra - Puc. - Fig.

Az 1. ábrán szelvényekből számított paraméterek mélység szerinti ábrázolását látjuk az 1800–1975 m közötti felsőpannon és a 2430–2450 m közötti alsópannon szakaszon. A legfelső görbén a porozitás, a középsőn az agyagtartalom, az alsón pedig a kompresszibilitási tényező mélység szerinti szelvényét látjuk. A három görbe összehasonlítása azt mutatja, hogy a porozitás nagysága erősen függ mind az agyagtartalom, mind pedig a kompresszibilitás mértékétől. Az agyagtartalom és a porozitás közötti összefüggést a 2. ábra szemlélteti. Látjuk, hogy a porozitás és az agyagtartalom közötti kapcsolat nem lineáris, hanem jelen esetben a $\Phi = 32,3 - 19,2 \cdot \lg V_{sh}$ függvénnyel írható le. Láthatjuk, az 1. ábra alapján azt is, hogy a 2430–2460 m közötti homokkő porozitását az agyagtartalom kívül a kompaktció is befolyásolhatja, mivel ugyanolyan agyagtartalom mellett átlagos porozitása lényegesen kisebb, mint a fölötté elhelyezkedő kb. ugyanolyan agyagtartalmú felsőpannon homokkővéké. Ennek bizonyításául elég, ha ránézünk a kompresszibilitási tényező szelvényére, amely azt mutatja, hogy az alsópannon homokkő kompresszibilitása lényegesen kisebb mint a felsőpannon homokkővéké. A kompresszibilitási tényező és a porozitás közötti kapcsolatot a 3. ábrán láthatjuk, amely jól szemlélteti e két paraméter kapcsolatának szorosságát. Itt a korrelációs együttható 0,93 és a kompresszibilitási tényező, mint látjuk, a porozitásnak alábbi függvénye:



3. ábra – Puc. – Fig.

$$C_b = 0,12 \cdot \Phi + 1,023.$$

Ha ezt összehasonlítjuk az általános összefüggéssel, amely

$$C_b = \Phi \cdot (C_p - C_m) + C_m,$$

amelyben C_b = a kőzet térfogati kompresszibilitási tényezője,

Φ = a porozitás,

C_p = a pórustér kompresszibilitási tényezője,

C_m = a kőzetmátrix kompresszibilitási tényezője,

akkor mennyiségi adatokat nyerhetünk a kőzetmátrix összenyomhatóságára, amely a jelen esetben $1,023 \cdot 10^{-5} \cdot \text{atm.}^{-1}$, valamint a pórustér összenyomhatóságára, amely a jelen esetben átlagosan $1,143 \cdot 10^{-5} \cdot \text{atm.}^{-1}$. Az ilyen paraméterek mennyiségi jellemzése nagyon fontos a földalatti áramlási rendszerekkel foglalkozó mérnökök számára, hisz a termelés során bekövetkező nyomáscsökkenés a kőzet összenyomhatóságától függő energiataralékot jelent a flui-

dumok kihajtásához, különösen a kimerüléssel telepekben. A póruster kompresszibilitási tényezőjének ismeretéből előre lehet jelezni a nyomás csökkenéséből származó porozitás-csökkenést is az alábbi összefüggés alapján:

$$\Phi = \Phi^* [1 + C_p \cdot (p - p^*)],$$

ahol: Φ^* = a kezdeti porozitás,

p = rétegyomás,

p^* = kezdeti rétegyomás,

Φ = a megváltozott p nyomásnak megfelelően lecsökkent porozitás.

A szénhidrogéntárolókkal foglalkozó mérnökökkel azonos haszonnal használhatja fel a víztermeléssel foglalkozó mérnök is ezeket az adatokat, hisz a tárolóban bekövetkező változáson túlmenően az ilyen paraméterek alkalmasak arra, hogy a folyadék kivételből eredő esetleges talajsüllyedéseket is előre ki lehessen számítani.

Meg kívánjuk jegyezni, hogy a porozitás meghatározásához a radiológiai szelvények nyújtának nagy segítséget, így a neutron-, a sűrűség- és a természetes-gammaszelvény; az utóbbi főleg az agyagtartalom meghatározásában játszik fontos szerepet. A kompresszibilitási tényező meghatározásához a sűrűségen kívül az akusztikus szelvényre is szükség van. Ezt láthatjuk az alábbi összefüggésből, amelyet a kompresszibilitási tényező kiszámításánál használtunk:

$$C_b = 0,82 \cdot \frac{\Delta t_c^2}{B \cdot \rho_b} \cdot 10^{-9} \cdot \text{atm}^{-1},$$

amelyben: Δt_c = a nyomási hullámok terjedési ideje $\mu\text{sec}/\text{m}$ -ben,

ρ_b = a közet sűrűsége g/cm^3 -ben,

B = a Poisson számtól függő tényező:

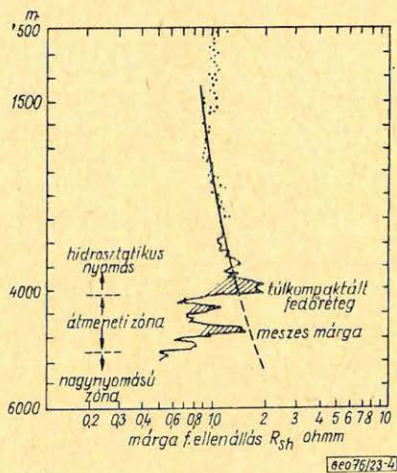
$$B = \frac{1 + \mu}{3(1 - \mu)}.$$

A Poisson szám az ilyen típusú tárolókban az agyagosság függvénye. Az Anderson által megállapított összefüggést használtuk, amelyet a jelen tárolóhoz hasonló úgynevezett Gulf Coast homokkövekben állapított meg: $\mu = 1,25 \cdot q + 0,27$; q = a diszperz agyagosság, amelyet jelen esetben a természetes gammaszelvényből számított Vsh-val vettünk egyenlőnek és az 1. ábrán függvény-szerűen ábrázoltunk is.

A fentiekből látható, hogy az ilyen igények kielégítéséhez minimálisan sűrűség-, szónikus- és természetes-gammaszelvényre van szükség. De láthatjuk azt is, hogy az ilyen szelvények megmérése a tároló-kiértékelés egyéb szempontjai mellett az ilyen típusú feladatok megoldása szempontjából is indokolt.

Mint említettük, a szelvények mélység szerinti változásának vizsgálata a márgarétegekben is érdekes, mivel a márga-paraméterek kompakció okozta változása tájékoztat bennünket a nyomásviszonyokról. Ez fontos szempont a kiegyensúlyozott fúrás tervezése és végrehajtása szempontjából, de a medence tárolóviszonyainak vizsgálata szempontjából is. Ezért úgy gondoljuk, hogy a jelen tanulmány célkitűzéseibe belevág ezen feladatkör rövid áttekintése is, hisz az elmúlt 3 évben elsősorban az alföldi területeken vizsgálat alá vettük a túlnyomós tárolók szelvényekkel való kimutathatóságának kérdését is. Ezt a munkát a kiegyensúlyozott fúrás problémáján belül fúrási szakemberekkel együtt végeztük.

Feladatunk elsősorban az volt, hogy ismert túlnyomásos tárolókat tartalmazó kutakba n felépítsük a márgák úgynevezett kompaktiós trendjét és kimutassuk ezen kompaktiós trendtől való eltéréseket. Az idevonatkozó elmélet szerint ugyanis az üledékképződés közben egyre mélyebbre kerülő üledékes kőzetek a fedőnyomás hatására tömörödnek, ami a fizikai jellemzők megváltozásával jár. Így például az agyag, amely leülepedéskor 60–70% vizet tartalmaz, 1000 m mélységbe jutva víztartalmának legalább felét elveszti, ezáltal térfogatsúlya megnő és minden olyan fizikai paraméter (fajlagos ellenállás, sűrűség, akusztikus terjedési idő), amely ezzel összefügg, fokozatos változáson megy keresztül. A márgajellemzők geofizikai szelvényeken a mélység függvényében megmérhetők, tehát a geofizikai szelvények különösen alkalmasak a változás trendjének kimutatására. A hidrosztatikus nyomású rétegekben az említett paraméterek mélység szerinti változása monoton függvénnyel írható le, amelynek trendjét normális trendnek hívják. A normális trendtől való eltérések abnormális nyomásokra utalnak. Ugyanis arról van szó, hogy ha az üledékképződés üteme gyorsabb, mint ahogy a folyadék a kőzetből el tud távozni, és a tároló tektonizmus, vagy egyéb hatás miatt horizontálisan lezáródik, a fedőnyomás egy részét a pórufolyadék veszi át, ezáltal a kőzet túlnyomásos lesz és porozitása nem csökken le arra az értékre, amely a normális trendből adódna. A túlnyomásos mélységtartományban a rétegek porozitása nagyobb, térfogatsúlya és fajlagos ellenállása kisebb, akusztikus terjedési ideje nagyobb, mint ami az adott helyen a kompaktiós normális trendjéből adódna. A kérdés részletesebb tárgyalása nélkül bemutatunk egy példaszelvényt, ahol a márga fajlagos ellenállását ábrázoltuk a mélység függvényében (4. ábra).

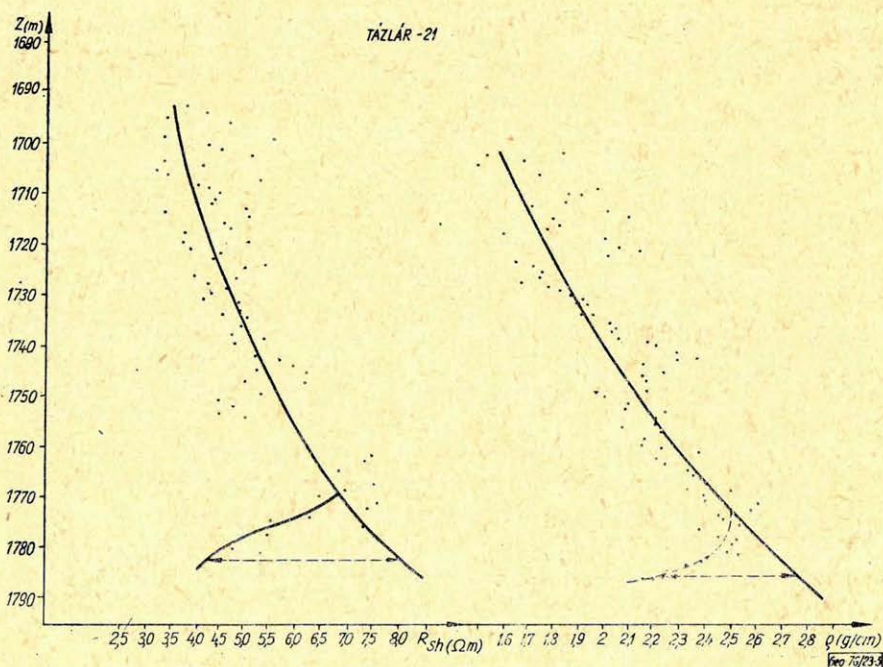


4. ábra – Puc. – Füg.

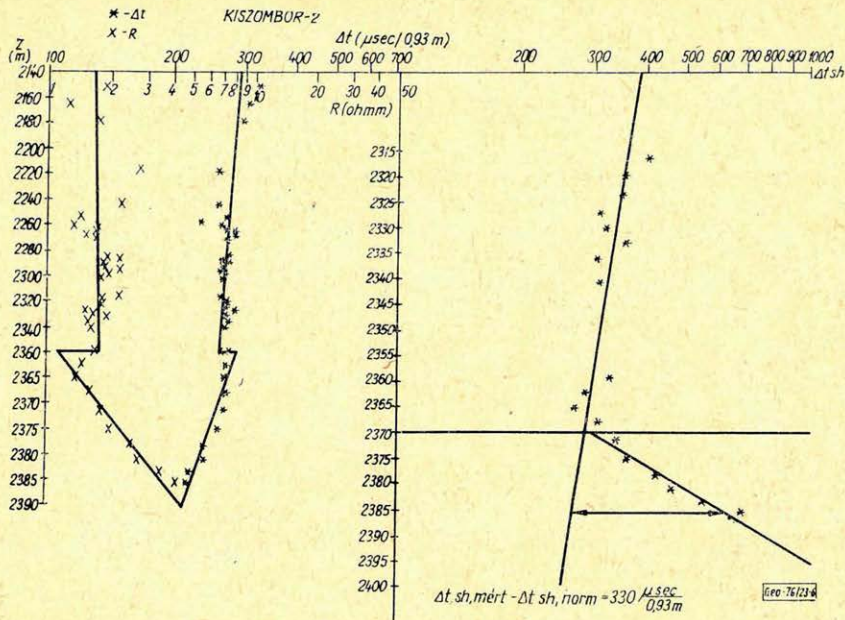
Láthatjuk, hogy a márga kompaktiós okozta fajlagos ellenállásnövekedési trendje csak egy bizonyos mélység alatt, jelen esetben kb. 1600 m-nél alakul ki. E mélység felett a kompaktiós még nem olyan mértékű, hogy a márga agyagásvány-összetételéből és a rétegvíz sótartalmának lokális változásából eredő másodlagos hatásokhoz képest domináljon. Ez a mélység területenként változik. Mi azt tapasztaltuk, hogy hazai területeinken is csak 1500–1700 m alatt, de néha még ennél mélyebben kezd kialakulni a kompaktiós okozta trend. Ez a trend folytonos vonallal van behúzva az ábrán és azt látjuk, hogy kb. 4000 m alatt valamennyi pont a normál trend alatt helyezkedik el. A legkisebb értékek az 5000 m alatt elhelyezkedő túlnyomásos zónában találhatóak. A 4000–5000 m közötti szakasz az úgynevezett átmeneti zóna, amelyben a márga fajlagos ellenállása az eltávozni nem tudó víz hatására a trendből adódónál kisebb értékekkel jelentkezik. Hasonló változást látnánk a sűrűség- és Δt -szelvényeken is. Ezen átmeneti zóna észlelése, illetve kimutatása jelenti a túlnyomásos zónák előrejelzésének problémáját. Az ábrán látható, hogy az átmeneti zóna felett van egy trend fölé eső értékkel jellemzett túlkompaktált márgaszakasz is. Ezt rendszerint erős mészföldúsulás jellemzi és így erős impermeabilis zátonyt

képvisel, amely segít a túlnyomás megtartásában. Egyes szerzők szerint e túlkompektált zóna jelenléte a túlnyomásos zónák felett szinte általános. Létrejöttét azzal magyarázzák [2], hogy az agyagmátrix kis változásai lokális nyomáscsökkenést okoznak a felfelé szivárgó gáztartalmú vizekben. A nyomáscsökkenés a gáz kiválását eredményezi az oldatból. Az expandáló gáz hőmérsékletcsökkenést eredményez. A nyomás és hőmérséklet együttes lecsökkenése erősen lecsökkenti a sók, így a $CaCO_3$ oldhatóságát a szivárgó vízben. Az agyaglamellákon kiváló szilárd mészhíg egyre jobban csökkenti a kőzet permeabilitását, amely fokozza e szakasz nyomásállóságát. A szerzők szerint az ilyen zónákban a márgafuradékok összehasonlíthatóbbak, szilánkos törésűek, általában túlkompektáltságra utaló jegyeket viselnek. Munkánk során a területek túlnyomásos többségében mi is észleltünk a túlnyomásos tároló feletti márga zónában mészföldúsulásokat. Geológusaink többsége ezt szedimentációs jelenségnek tartja. Bármi legyen e mészmárga és a túlnyomás közötti okozati kapcsolat, egy bizonyos, hogy szerepet játszik a túlnyomás megtartásában, de nem kizárt dolog, létrejöttében is.

E túlkompektált zóna hatásának kompenzálására fajlagos-ellenállás- és szónikus-szelvények kombinációján alapuló módszert dolgoztunk ki, amelyben a fajlagos-ellenállás-szelvények a karbonát-, ill. az agyagtartalom-meghatározó módszert, a szónikus szelvények pedig a túlnyomás-detektáló módszert képviselték, amelynek eredményeképpen a tiszta agyag terjedési időket tudtuk a mélység függvényében ábrázolni. A módszert *Minszk - 32* és *HP 9830* számítógépen alkalmaztuk. A tázlári, szanki, kiszombori, ferencszállási, szegedi, dorozsmai, budafai és makói területeken végeztünk vizsgálatokat. Tázláron, ahol a túlnyomásos miocéntároló teteje 1800–1900 m között változik, általában

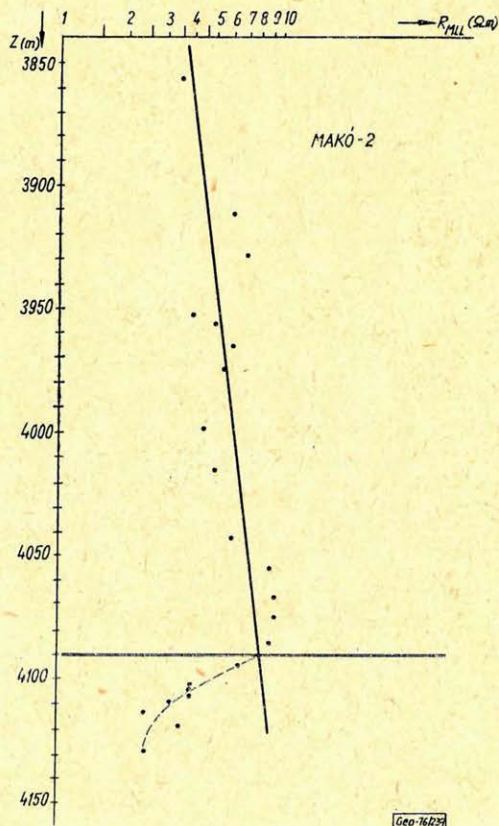


5. ábra - Puc. - Fig.

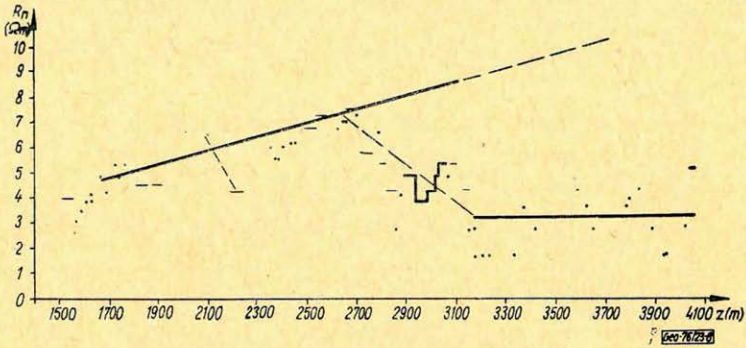


6. ábra - Puc. - Fig.

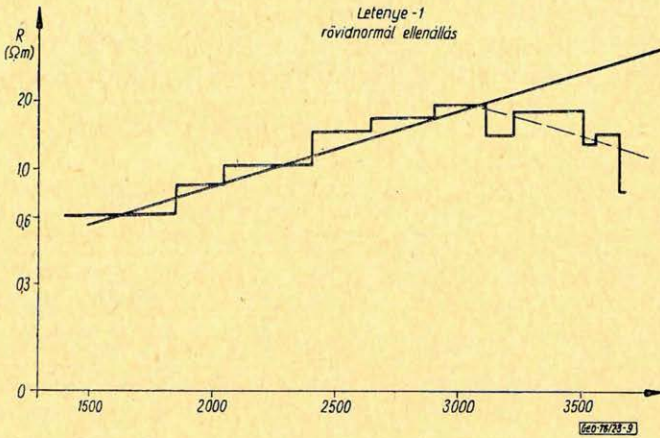
15–20%-os túlnyomást tapasztaltak a rétegvizsgálatok közben. Ez a nem nagy túlnyomás is érezhető a szelvényeken, amit a 21-es számú kútról készült 5. ábra mutat be. A területen még két kúton kaptunk hasonló jó eredményeket, viszont kettőn nem alakult ki átmeneti zóna. A közismert túlnyomásos szanki területen sem a fajlagos ellenállás, sem a szónikus szelvény nem mutatott ki átmeneti zónát. Ezt elsősorban a tároló feletti márga erős meszesedésének tulajdonítottuk és akkor kezdtünk foglalkozni a kompenzációs módszerrel. Így a kiszombori területen, ahol öt fúrásban végeztünk vizsgálatokat (a túlnyomásos rétegek teteje 2300–2700 m között változik) a 2-es fúrásban, ahol a közvetlen módszer nem jelezte a túlnyomást, a kompenzációs módszerrel túlnyomás jelenlétére lehetett következtetni (6. ábra).



7. ábra - Puc. - Fig.



8. ábra — Puc. — Fig.



9. ábra — Puc. — Fig.

A ferencszállási területen, amely jellegben nagyon hasonló a kiszomborihoz, a paleozoos alaphegységre települő alsópannon rétegekben végeztünk vizsgálatokat, ahol a túlnyomásos réteg teteje 2150 m körül van. A túlnyomás mértéke 50–60 at. A kompenzációs módszerrel sikerült a túlnyomás tényét kimutatni. Nehéz területnek mutatkozik a Szeged, ahol a túlnyomásos miocén, illetve triász dolomit breccsára agyagmárga rétegek települnek. A túlnyomás itt is 70 at körül van, ami nem csekély, a szelvényeken mégsem sikerült valamennyi kútban detektálni. Viszont a 6-os kútban, ahol sűrűség-szelvény is volt, a tároló felett kb. 20 méterre eléggé jellemezhető átmeneti zóna tapasztalható. Dorozsmán 1 kutat vizsgáltunk, ahol kimutatható volt a túlnyomás.

A nagyobb mélységű fúrásokban éppen a kompenzáció kifejezettebb hatása miatt általában szép eredményeket kaptunk. Példaként bemutatjuk a Makó-2 fúrást (7. ábra), ahol jól kifejezett trend alakult ki, amelytől a túlnyomásos zóna tetején 4100 m körül a fajlagos ellenállásnak jelentős eltérései láthatók. Hasonló szép eredményeket kaptunk a budafai területen is, ahonnan bemutatjuk a II. sz. fúrás diagramját (8. ábra), amelyből látható, hogy 2650–3150 m között egy erőteljes átmeneti zóna alakult ki, amely alatt túlnyomásos

rétegekre, lencsékre lehet számítani a fúrás során. Hasonló eredményt tapasztaltunk az *V. fúrásban* is és az utolsó példánkon látható *Letenye – I fúrásban* (9. ábra), ahol 3100 m alatt látható a túlnyomásra utaló átmeneti zóna.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a jelenlegi szelvényezettség mellett a túlnyomásos zónák kimutatása az esetek kb. 60%-ában lehetséges. Ez az arány a nagymélységű fúrások esetén lényegesen jobb.

* * *

A tanulmányban a szelvényeknek 2 olyan alkalmazási területét mutattuk be, amelyek újdonságnak számítanak a szelvények hagyományos felhasználásához képest és segítséget nyújtanak a földalatti áramlási rendszerekkel foglalkozó geológusok és mérnökök számára is.

IRODALOM

- [1] *Tixier, M. P., Loveless, G. W. and Anderson, R. A.*: Estimation of Formation Strength from the Mechanical-Properties Log, *Journal of Petroleum Technology*, Vol. XXVII. (1975. márc.) p. 283 – 293.
- [2] *Overton, H. L.*: Electrical Logging from Shale Cuttings, *Log Analyst*, Vol. XII., No. 4. (1971) p. 9 – 7.
- [3] *Fertl, W. H. and Timko, D. J.*: Occurrence of cemented roof rock geopressure caprock and, its implication in petroleum geology and geohydrology, *Ann. Fall. Meet. 45 th. Soc. Pet.-Engrs. Houston, Texas* (1970), SPE Paper No. 3085, 5 p – p.
- [4] *Rieke, H. H. and Chilingarian, G. V.*: *Compaction of Argillaceous Sediments*, Elsevier, 1974.

Lapszemle

Földtani Kutatás XIX. évf. 1. sz., 1976.

Szűcs József: A mérnökgeológiai térképezés szerepe a településfejlesztés és ipartelepítés tervezésénél, 1 – 13 old.

A cikk a Központi Földtani Hivatal kezdeményezésére Esztergomban folyó csaknem négyéves mérnökgeológiai térképezési munka tapasztalatainak összefoglalása és az eredmények értékelése, valamint néhány általános érvényű elvi szempont leszögezése. Az esztergomi térképezési munka tapasztalatai alapján a szerző indokoltan tartja azt, hogy a mérnökgeológiai térkép-sorozat minden távlati város- és iparfejlesztési szervnek szerves tartozéka legyen.

Szabó Imre: A földtani kor és a kőzetfizikai jellemzők kapcsolata, 15 – 23 old.

Miskolc város építészföldtani térképezése során kedvező lehetőség nyílt annak a kérdésnek a megvizsgálására, hogy van-e egyértelmű kapcsolat a kőzetek fizikai jellemzői és a geológiai korok között. Az összefoglalás megállapítja, hogy összefüggések vannak, a különböző korú képződmények kőzetfizikai jellemzői különbözhetnek egymástól, azonban pusztán a kőzetfizikai jellemzők alapján korbeosztást nem lehet készíteni. A matematikai statisztika módszereivel a képződményeket átfogóan tudjuk jellemezni és értékes összehasonlító vizsgálatokat végezhetünk.

Szabó Imre: Összefüggés telített agyagok lineáris zsugorodása és hézagképződése között, 25 – 30 old.

Salamon Batur: Karotázs vizsgálatok a földtani kutatás szolgálatában, 31 – 36 old.

Műszaki Élet, XXXI. évf. 11. sz., 1976. május 21.

Szerkesztőségi cikk: HNS – perforátorok a szénhidrogén-kutatásban, 6. old.

Beszélgetés Deres Jánossal a perforáló eljárások hazai fejlesztéséről és az ez irányú tervekről. Deres kifejtette, hogy az igen kiterjedt, bonyolult munka végül is biztosította a nagymélységű szénhidrogén-kutatáshoz és termeléshez szükséges korszerű perforáló eszközöket.

T. G.

A Föld árapályának kapcsolata bolygónk belső szerkezetével elméleti és megfigyelési adatok alapján*

VARGA PÉTER**

I. rész

1. A regisztráló graviméterekkel és horizontális ingákkal megfigyelt luniszoláris hatás alapján meghatározott Love számok bizonyos eltérést mutatnak az elméleti földmodellekre kapott hasonló értékektől. A mérési eredmények alapján $k = 0,292 \pm 0,008$ és $h = 0,602 \pm 0,016$ értékek adódnak, míg a különböző, és az 1. táblázatban felsorolt modellek alapján $k = 0,31$, $h = 0,62$.

2. A gravitációs árapály-megfigyelések eredményei Európában (4. táblázat) azt mutatják, hogy az amplitúdó-hányadosok értékei a legjobban meghatározható O_1 és M_2 hullámok esetében viszonylag nagy területen gyakorlatilag állandóak. Ezért a tapasztalható kisebb eltérések realizálását csak alaposan ellenőrzött műszerekkel vizsgálhatjuk, az egyes állomásokon mért amplitúdó-hányadosok értéke csak akkor tekinthető megbízhatónak, ha az több műszerrel lett meghatározva.

3. A 4. táblázatban közölt eredmények azt mutatják, hogy Németországban az M_2 hullám amplitúdója nagyobb mint a tőle közvetlenül keletre és délre eső területeken kapott érték és az Obmínszk (Szozjetunói) állomáson M_2 -re kapott eredmény nem egészen úgy változik, mint azt a tengeri árapály által keltett másodlagos hatások számításai alapján várnánk. Ezeket az anomáliákat az ELGI regisztráló graviméterével végzett mérések (5. táblázat) is alátámasztják.

Tekintettel arra, hogy méréseink mind a négy állomáson kis eltéréseket mutatnak az egyes állomásokon a műszerek csoportjával meghatározott értékektől és minden esetben a mérések belső pontossága megfelelő volt, az eredmények megbízhatónak tekinthetők.

A dolgozatban foglalkozunk az észlelt amplitúdó-hányados eltérések lehetséges okával, mely nézetünk szerint a tengeri árapály nem teljes figyelembevételére, illetve az egyes kotidális térképek hiányosságaira vezethető vissza.

1. Значения чисел Лява, определенные из наблюдений земных приливов с помощью гравиметров и наклономеров, в некоторой степени отличаются от соответствующих значений, рассчитанных для теоретических моделей строения Земли. Наблюденные числа Лява имеют значения $k = 0.292 \pm 0.008$ и $h = 0.602 \pm 0.016$, в то время как для различных моделей, приведенных в таблице 1., были получены $k = 0.31$ и $h = 0.62$.

2. Результаты наблюдений земных приливов в Европе (табл. 4.) указывают на то, что амплитудные факторы наиболее точно определяемых волн O_1 и M_2 имеют постоянные значения на относительно больших территориях. Поэтому вопрос о действительном существовании наблюдаемых малых отклонений можно решить только с применением очень тщательно проверенных инструментов и на отдельных станциях измерения должны проводиться параллельно, с помощью нескольких инструментов.

3. Данные таблицы 4 показывают, что величина амплитуды волны M_2 в Германии больше полученных в смежных районах значений, а величина амплитуды волны M_2 , определяется по теории косвенного влияния морских приливов. Существование этих аномалий подтверждается и результатами регистраций приливного гравиметра ЭЛГИ (табл. 5.).

Результаты наших измерений можно считать достоверными, поскольку они во всех точках наблюдений дают малые отклонения от средних значений, определенных с помощью нескольких инструментов и внутренняя точность нашего прибора была во всех случаях удовлетворительной.

В работе обсуждается возможная причина вышеупомянутых аномалий, которые по видимому вызваны не точным учетом косвенного эффекта и недостатками отдельных котидальных карт.

1. Love numbers determined basing on lunisolar effect observed with recording gravimeters and horizontal pendulums show a certain deviation against the similar values obtained for the theoretical Earth models. From the observation the values

* Elhangzott: 1976. ápr. 15. (II. rész a. XVIII. évf. 1. számban)

** Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.

$k = 0,292 \pm 0,008$ and $h = 0,602 \pm 0,016$
 have been obtained while for the various models figuring in Table 1. we get
 $k = 0,31$ and $h = 0,62$.

2. Results of observations of the tidal gravity made in Europe (Table 4.) are showing that the values of amplitude ratios for the best determinable waves O_1 and M_2 are practically constant over a large territory. Thus the reality of minor observable deviations can only be checked by means of accurately controlled instruments and the values of amplitude ratio measured at the stations can be taken as reliable only if they have been determined by means of several types of instruments.

3. Results seen in Table 4. show that in Germany the amplitude of wave M_2 is greater than the value obtained on the areas lying nearby towards E and SE and for the station Obmánsk (Sovietunion) the value obtained for M_2 is showing the same march as it could be expected on the calculation of secondary effects caused by oceanic tides. These anomalies have also been supported by the measurements made by means of recording gravimeter of ELGI (Table 5.).

Considering the fact that our measurements made on all the four stations are showing small deviations against the values determined by the groups of instruments and that in all cases the internal accuracy of the measurements have been sufficiently good we can take the results as reliable ones.

The paper is dealing with the possible cause of deviations and the opinion is expressed that they could be attributed to an incomplete consideration of oceanic tides respectively to the defectiveness of certain cotidal maps.

A Föld árapályának legelterjedtebb megfigyelési módjai a regisztráló graviméterekkel és horizontális ingákkal végzett mérések. A megfigyelt idősorok harmonikus analízise és ezen számítások eredményeinek az elméleti görbékkel történő összevetése alapján határozhatók meg a Love számok egyszerű kombinációitól függő amplitúdóhányadosok. Ezek az amplitúdóhányadosok a Love számokhoz hasonlóan függenek bolygónk belső szerkezetétől. Éppen ez képezi az ezen a területen végzett kutatások végső célját: olyan modellt kellene kiválasztani, amely a mérési eredményekből adódó Love számokkal a lehető legjobb megegyezést mutatja. Fentiek alapján megállapítható, hogy a Föld árapályának kutatása integrális módszer, azaz segítségével bolygónk egészét jellemző állandók határozhatók meg. Az állandók vizsgálatával kapcsolatban egy sor probléma merül fel.

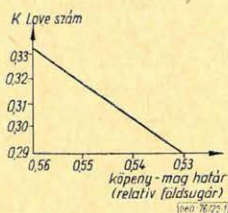
Először néhány olyan kérdést vizsgálunk meg, melyek a Love számok és a földszerkezet közt fennálló problémákkal kapcsolatosak. Vizsgálatainkhoz Molodenszkij (15) elméletét használtuk fel, mely feltételezi, hogy 1. bolygónk belsejében a Lamé paraméterek és a sűrűség csak a sugár függvényei, 2. a Föld anyaga összenyomható és rugalmas, 3. a kezdeti feszültségek hidrosztatikusak. A fenti feltételezések alapján levezetett differenciálegyenlet-rendszer megoldása – valamely modellt feltételezve – adja a Love számoknak a modellhez tartozó elméleti értékét. Korábbi vizsgálatainkat (13) egy sor, egymástól eltérő földmodellre k iterjesztve meggyőződünk arról, hogy a Föld felszínén érvényes határfeltételek megváltoztatásától, illetve a köpenyre elfogadott modelltől a Love számok csak kis mértékben függenek és ez a függés az amplitúdóhányadosokban bizonyos mértékig tovább gyöngül, mivel a két számított Love szám (h és k) között jó közelítéssel a $k \approx 1/2h$ kapcsolat érvényesül, és a graviméterrel, illetve horizontális ingával végzett megfigyelésekből adódó amplitúdóhányadosok a

$$\delta = 1 + h - \frac{3}{2}k \approx 1 + \frac{1}{4}h$$

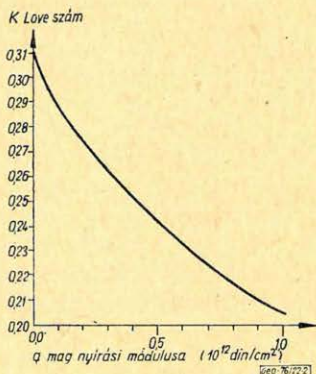
$$\gamma = 1 + k - h \approx 1 - \frac{1}{2}h$$

Love-szám-kombinációval írhatók le.

Az elvégzett számítások eredményeit az 1. sz. táblázatban mutatjuk be. A mag-köpeny határon érvényes határfeltételek a Love számok értékét erősebben befolyásolják. Elsősorban a mag sugarára elfogadott méret, illetve a magban a mag-köpeny határon feltételezett nyírási modulus befolyásolja a Love számok értékét. A függés mértékét az 1., illetve a 2. ábrán mutatjuk be. A mag sugarát szeizmológiai adatokból meglehetősen pontosan ismerjük. Különböző források eredményeit összegezve a mag sugara $0,546 \pm 0,001$ földugár. Megállapítható



1. ábra – Puc. – Fíg.



2. ábra – Puc. – Fíg.

tehát, hogy a mag nyírási modulusa az a mennyiség, melynek vizsgálata a sztatikus árapály-elmélet alapján olyan információt adhat, mely a geofizika más ágai által szolgáltatott eredményeket kiegészítheti. A számítások végrehajtásával kapcsolatban megjegyzendő még, hogy

- a) a Föld inerciamomentumának értéke a Love számokat erősen befolyásolja. Jelen számításoknál a Cook (3) által meghatározott $0,3308 \cdot M \cdot r^2$ momentummal számoltunk;
- b) vizsgálataink alapján a Love számok megfelelő pontosságú meghatározásához szükséges a differenciálegyenletek rendszerének megoldásakor a lépés nagyságának megfelelő megválasztása.

1. táblázat – таблица – Tabel

Modell	k_2	h_2	δ_2	γ_2
Molodenszkij (15)	0,306	0,614	1,155	0,692
Bullen A	0,311	0,622	1,156	0,689
Bullen B	0,317	0,635	1,159	0,682
Bullard 1 (19)	0,314	0,624	1,153	0,690
Bullard 2 (19)	0,315	0,628	1,156	0,687
Bullard 3 (19)	0,316	0,631	1,157	0,685
Bullard 4 (19)	0,317	0,634	1,159	0,683
Bullard 5 (19)	0,318	0,637	1,160	0,681
Molodenszkij extrémális modell (16) .	0,302	0,621	1,168	0,681

Megjegyzés:

1. Bullard 1 modelljében a C átmeneti réteg mélyebbre került, mint a Bullen A modellben (0,94-től 0,80 relatív földugárig terjed, szemben az eredeti 0,94 – 0,80 határokkal)
2. A többi Bullard-modellben a felszíni sűrűség változik
 - Bullard 2 3,40 g/cm³
 - Bullard 3 3,50 g/cm³
 - Bullard 4 3,60 g/cm³
 - Bullard 5 3,70 g/cm³

Modelleken végzett vizsgálataink alapján a Love számok értékének néhány tized-százalékos formális pontosságú meghatározásához kell, hogy a lépés néhány ezred földszagárnyi legyen.

Ezen feltételek teljesültek a vizsgált modelltől függetlenül (0,545 földszagárnyi maghatárnál és ha a mag nyírási modulusát $M_{\text{mag}} = 0$ -nak vesszük) a Love számok értéke

$$k = 0,31 \text{ és } h = 0,62$$

Vizsgáljuk most meg, milyen kapcsolat áll fenn az elméleti számítások eredményei és a megfigyelési eredmények között. A 2. táblázatban a gravitációs árapály-megfigyelések alapján adódó $\delta = 1 + h - \frac{3}{2}k$ és a horizontális ingák által regisztrált görbékből meghatározható $\gamma = 1 + k - h$ átlagos amplitúdó-hányados értékeket mutatjuk be. A különböző szerzők által végzett vizsgálatok eredményei jó megegyezést mutatnak a graviméterek eredményeiből nyert δ amplitúdó-hányados esetében. Annak ellenére, hogy az egyes szerzők eltérő adatrendszereket használtak fel, eredményeik csak 0,3% eltérést mutatnak a külső hatásoktól legkevésbé zavart O_1 árapály-hullám esetében. A 2. táblázat 2. pontjában a horizontális ingák regisztrátumaiból nyert γ amplitúdó-hányados-értékek feldolgozását mutatom be. Tudomásunk szerint eddig ez a két összesítés készült. Egymástól való eltérésük elég jelentős, több mint 2%-os. Ennek az eltérésnek az okaival szeretnék kicsit részletesebben foglalkozni.

2. táblázat – мабууа – Tabelle

Szerző

1. δ_{O_1}	1,162 \pm 0,001	P. Melchior (9)
	1,163 \pm 0,001	J. Picha, L. Skalsky (10)
	1,165 \pm 0,001	A. Venedikov, P. Varga (14)
2. γ_{O_1}	0,679 \pm 0,005	P. Melchior (9)
	0,688 \pm 0,005	A. Venedikov, P. Varga (14)

Először is meg kell említeni, hogy a horizontális ingákkal végzett megfigyelések eredményei valószínűleg sokkal erősebben függenek a lokális (tektonikai, meteorológiai) hatásoktól, mint a gravimétereké. Egyes szerzők szerint még a regisztráló helyiségek alakja, illetve a műszereknek a helyiségen belül elfoglalt helyzete is befolyásolja az eredményeket. Jelentékeny ható tényező a tengerek árapálya is, különösen a partok közelében, ahol a tömegátrendeződés direkt hatása a Föld felszínének deformációin keresztül erősen érvényesül. Valószínűleg ez az oka annak, hogy a horizontális ingák eredményeinek feldolgozását a hosszú, megbízható sorozattal rendelkező állomások viszonylag kis száma miatt sokan korainak tartják. A 2. táblázat 2. pontjában bemutatott eredmények közül az első P. Melchior-tól származik (9), aki 14 állomás 18 sorozatát dolgozta fel, melyek együttes hossza 18 056 nap.

Az általunk Venedikovval (14) végzett feldolgozáshoz 29 állomás összesen 27 000 napnyi sorozatát használtuk fel. Természetes, hogy a számértékek különbsége nem elegendő ahhoz, hogy érvként használjuk fel a mi feldolgozásunk igazolásához. P. Melchior a feldolgozáshoz csak azokat az állomásokat vette figyelembe, ahol Melchior – Vandert ingákkal folytattak megfigyeléseket és az eredmények feldolgozása Venedikov régi, 1965-ben kidolgozott módszerével a Nemzetközi Árapályközpontban történt. Ez az egységesség kétségtelenül előnyt

jelentene, ha nem lennének ezek az állomások kis helyre koncentráltak és többségükben óceánközeli (a 14 állomásból 6 a Benelux Államok területén található). A 3. táblázat a Melchior által használt adatrendszert mutatja be. A táblázatban 3 sorozat eredményeit *-gal jelöltük meg. Ezek az eredmények valószínűleg kevésbé megbízhatóak, esetleg igen jelentős lokális hatást tartalmaznak. Ezt két oldalról kiindulva lehet valószínűsíteni:

1. Bármilyen, az 1. táblázatban közölt modellel közelítjük is ezen állomások γ amplitúdóhányados értékeit, a magra erősen negatív nyírási modulus adódik.
2. A három megjelölt sorozat közül Graz eredményei az átlagos értékektől az összes nagyobb árapály-hullám esetében kb. 2%-kal térnek el. Walferdange 2. analízisében M_2 is erősen anomálikus. Luxembourg esetében O_1 -en kívül más egésznapos hullámokat egyáltalán nem sikerült kimutatni.

3. táblázat – таблица – Tabelle

Állomás neve	Átlagok	Megjegyzés
Sclaigneaux 1	0,6825	} A Benelux államok területén levő * állomások
Sclaigneaux 2	0,6883	
Sclaigneaux 3	0,6879	
Durbes 1	0,6671	
Durbes 2	0,6670	
Kanne	0,6958	
Vielsalm	0,7048	
Luxembourg	0,6458	
Walferdange 1	0,6816	
Walferdange 2	0,6395	
Pribram	0,6917	* *
Bad Grund	0,6787	
Tiefenort	0,7645	
Graz	0,6476	
Sopron	0,6965	
Dannemora	0,7107	
Lohja	0,6983	
Costozza	0,6780	

* Anomális állomások

- ÁTLAGOK 1. $\bar{\gamma}_{O_1} = 0,680 \pm 0,005$
 2. * nélkül
 $\bar{\gamma}_{O_1} = 0,690 \pm 0,003$
 3. nem óceán-közeli állomások alapján
 $\bar{\gamma}_{O_1} = 0,692 \pm 0,003$

Ha ezen három sorozat eredményeit elhagyjuk, akkor a 3. táblázat alapján ugyanolyan eredmény adódik, mint amilyen mi Venedikóval kaptunk. Így számításaink alapján a Love számok értéke

$$h_2 = 0,292 \pm 0,008 \text{ és } h_2 = 0,602 \pm 0,016.$$

Ez az eredmény az elméleti modellek alapján adódó értékektől ($k = 0,31$, $h = 0,62$) eltér, és az így adódó eltérés kézenfekvő magyarázatának tűnik

annak feltételezése, hogy a nyírási modulus a magban 10^{10} din/cm^2 nagyságrendű (13).

Mind ez ideig Molodenszkijnek csak a radiális inhomogenitásokat figyelembe vevő elmélete alapján vizsgáltuk a Föld árapályának megfigyeléséből és elméletéből származó problémákat. Mint már említettük, ezekhez a vizsgálatokhoz az O_1 hullám a legalkalmasabb, mivel ez, ellentétben az S_2 és K_1 hullámokkal, csak kis mértékben függ a meteorológiai hatásoktól, nem torzítja azt a cseppfolyós mag rezonancia hatása, mint a K_1 hullámot, az M_2 hullámmal szemben csak kis mértékben van kitéve a világóceánoknak a kontinensek belsejében is érvényesülő másodlagos, a földárapály méréseket befolyásoló hatásának.

Logikusan felmerül a lateriális inhomogenitások elméleti vizsgálatának igénye, olyan mérések véghezvitele, melyek alapján az amplitúdóhányadosok területi eloszlása vizsgálhatóvá válik.

Ami az elméleti modellek vizsgálatát illeti, számos kísérlet történt és történik lateriálisan inhomogén földmodellek alapján történő Love-szám-meghatározásra, de mind ez ideig nem sikerült egységes és általánosan elfogadott elméletet kidolgozni. Az amplitúdóhányadosok földfelszíni eloszlásával kapcsolatban a lateriális inhomogenitások vizsgálata mellett érdekes vizsgálati terület a szilárd Föld és a világóceánok egymáshatásának tanulmányozása is. Az amplitúdóhányadosok területi eloszlásának vizsgálata ez ideig elsősorban graviméteres állomások telepítésével valósult meg. Az első ún. árapály-profilokat a hatvanas évek végén Kuo (5) mérte az USA-ban, majd a 70-es évek elején Nyugat-Európa számos pontján állítottak fel ideiglenes állomásokat. Ezeknek a méréseknek kritikai vizsgálata, valamint olyan regisztráló graviméterek csoportjával végzett megfigyelések eredményei alapján, melyben a szerző is részt vett, meggyőzően bizonyítják, hogy az amplitúdó-hányadosok területi eloszlása egy műszerrel nem tanulmányozható, és az ilyen mérésekben részt vevő gravimétereknek a korábbiakon túlmenő vizsgálata szükséges. Fenti állítások alátámasztására a 4. táblázatban bemutatott eredmények szolgálnak. A vizsgálatba bevont állomások mindegyike (Kiel kivételével) megfelelő távolságra van a tengertől, megfelelő hosszúságú mérési sorozat áll rendelkezésükre. Az állomások meglehetősen nagy (Nyugat-Európától Moszkváig terjedő) területen helyezkednek el és a legpontosabban meghatározható O_1 és M_2 hullámok amplitúdóhányadosaiban ezen a területen csak igen kis amplitúdójú változások figyelhetők meg. A vizsgálatba bevont 10 állomás alapján számított négyzetes eltérés értéke $\approx 0,1\%$. Hogy az ilyen várhatóan igen kicsiny amplitúdóhányados-különbségek vizsgálhatóvá váljanak, többek között szükséges:

- a) a regisztráló műszerek gyári állandóinak ellenőrzése gravitációs hitelesítő vonalakon. A KAPG 3,3. munkacsoportja által Csehszlovákiában végzett közös gravitációs-árapály mérések eredményei megmutatták, hogy a gyári állandók meghatározásának hibája néhány tized százalékos szisztematikus hibát adhat az amplitúdóhányados értékekben.
- b) a műszerek alapos hőmérsékleti vizsgálata és a jövőben be kell rendezkednünk a műszerek belső hőmérsékletének regisztrálására is. Az a korábbi kíváncsalom, hogy a megfigyelő állomáson a napi hőmérsékleti ingadozások amplitúdója ne legyen nagyobb $0,1^\circ\text{C}$ -nál, túlhaladottnak tekinthető. A variációk értéke 24 óra alatt nem lehet nagyobb néhány század foknál.

c) A légnyomás-változások hatásának tanulmányozása minden egyes műszer esetében kívánatos.

Természetesen ezen túlmenően szükségesek a már korábban bevezetett korrekciók. A műszerek csoportjával való mérésre a lateriális inhomogenitások vizsgálatához azon ismert ok miatt van szükség, hogy az egyes műszerek harmonikus analiziséből meghatározott belső hiba sokkal kisebb, mint a műszerek között tapasztalható eltérés.

Mielőtt az általunk Bonn, Tihany, Pecny és Obmínszk állomásokon végzett árapálymérések néhány, részben előzetes eredményét ismertetném, szeretném a 4. táblázat néhány érdekességére a figyelmet felhívni és ezzel kapcsolatban néhány szót szólni a tengerek árapályának jelenlegi tanulmányozottság szintjéről, illetve ezen jelenségnek a szilárd Föld árapályára gyakorolt hatásáról.

4. táblázat – таблица – Tabelle

Állomás	N_2	M_2	$M_{2\text{korrr}}$	S_2	$\overline{M_2 S_2 N_2}$	O_1	$O_{1\text{korrr}}$	K_1
Bruxelles	1,178	1,187	1,137	1,207	1,185	1,164		1,154
Tihany	1,170	1,188	1,154	1,187	1,182	1,165		1,146
Pecny	1,175	1,188	1,153	1,182	1,182	1,162		1,143
Obmínszk	1,189	1,188	1,168	1,186	1,188	1,164		1,159
Walferdange ...	1,184	1,185	1,135	1,192	1,187	1,154		1,140
Chur/Coire	1,167	1,189	1,147	1,197	1,186	1,163		1,145
Bonn	1,193	1,193	1,153	1,212	1,199	1,158		1,149
Kiel	—	1,191	1,151	1,215	1,203	1,159		1,157
Hannover	1,182	1,192	1,152	1,199	1,191	1,165		1,153
Potsdam	1,165	1,191	1,151	1,185	1,180	1,159		1,142
Átlag	1,180	1,189	1,150	1,195	1,188	1,162	1,157	1,149
	$\pm 0,003$	$\pm 0,001$	$\pm 0,003$	$\pm 0,007$	$\pm 0,002$	$\pm 0,001$		$\pm 0,002$

1. $M_{2\text{korrr}}$ és $O_{1\text{korrr}}$ – világóceánok hatása kizárva.

2. $\overline{M_2 S_2 N_2}$ – a félnapos hullámok átlagos amplitúdóhányados értéke

A 4. táblázatban M_2 hullámra kapott amplitúdó-hányados értékeket megvizsgálva megállapítható, hogy a két Németország területén ezek az értékek anomálisak. Mivel az O_1 hullám esetében hasonló anomália nem tapasztalható és a világtengerek árapályja elsősorban az M_2 hullámra gyakorol hatást, míg O_1 -et gyakorlatilag nem befolyásolja, valószínű, hogy a német anomáliát tengeri hatás hozza létre. A 4. táblázat másik érdekessége, hogy az M_2 amplitúdó-hányadosa a Moszkva melletti Obmínszkben ugyanakkora, mint Nyugat-Európában. Percev kiszámította a világóceánoknak az M_2 amplitúdó-hányadosra gyakorolt hatását, mely szerint Obmínszkben az óceáni hatás az amplitúdó-hányados 2%-a, míg Nyugat- és Közép-Európában 3–5%. A korrekciók alkalmazása után tehát Obmínszk az M_2 hullám esetében anomálikus értéket fog mutatni (O_1 esetében itt sem tapasztalható anomália).

(Folytatás a XVIII. évfolyam 1. számában)

CONTENTS

<i>R. W. van Bemmelen</i> : The New Global Tectonics and the Undation Theory III.	201
<i>R. V. Kitmanov</i> : State of carottage-testing by means of cable und its objectives in the Sovietunion	206
<i>I. Baráth</i> : Investigation of characteristics of low frequency induction tools Type 6FV100 and 6FV40 III.	211
<i>L. Markó – T. Gellért</i> : Compaction and its influence to the well logging profiles with special regard to the study of overpressure areas	225
<i>P. Varga</i> : The connection of Earth tide with the internal structure of our planet on the basis of theory and observational data I.	225
Reviews of papers and books	224, 233
News About the Association	210

СОДЕРЖАНИЕ

<i>P. В. Беммелен</i> : Новая глобальная тектоника и теория складчатости сравнение ...	201
<i>P. В. Китманов</i> : Состояние метода отбора проб пластов с помощью кабеля и приборы, применяемые для этой цели в Советском Союзе	206
<i>И. Барат</i> : Исследование характеристик низкочастотных индукционных зондов типов 6FV100 и 6FV 40 (III)	211
<i>Л. Марко – Т. Геллерт</i> : Компакция и её влияние на скважинные профили	225
<i>P. Варга</i> : Связи земных приливов с внутренним строением нашей планеты на базе теории и результатов наблюдений (I)	234
Обзор журналов и книг	224, 233
НОВОСТИ В ОБЩЕСТВЕ ВЕНГЕРСКИХ ГЕОФИЗИКОВ	210

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest Pf 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

76.1091. Állami Nyomda, Budapest, Felelős vezető: Boskovitz A. Gyula

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Index: 26 507

Egyesületi hírek

TÁJÉKOZTATÓ

A geofizikus technikus oklevél megszerzésének módjáról.

Egyesületünk Oktatási Bizottsága a Szabó József Geológiai Szakközépiskola Igazgatójától az alábbi tájékoztatást kapta a fenti kérdésben:

Mivel geofizikus szakközépiskola nem működik, geofizikus technikus oklevelet két módon lehet szerezni.

1. Minden év február 15-ig egyénileg jelentkezhetnek technikus minősítő vizsgára azok, akik bármilyen középiskolai végzettséggel és érettségi bizonyítvánnyal rendelkeznek és három éves szakmai gyakorlatuk van. Jelentkezési lapot az iskola titkárságán kell kérni (lehet levélben is). *Cím:*

Szabó József Geológiai Szakközépiskola
2800 Tatabánya. Széchenyi u. 20.

A jelentkezési lapot kitöltve a munkahely javaslatával, a három éves szakmai gyakorlat igazolásával, érettségi bizonyítvánnyal és a középiskolai bizonyítvánnyal együtt kell az iskola címére beküldeni febr. 15-ig. Ezután az iskola értesíti a jelentkezőt, hogy mely tárgyakból kell ugyanazon év októberében különbözeti vizsgát tenni. Ennek tárgyai a középiskolai végzettségtől függően egyénenként eltérők lehetnek. A vizsga anyagát kérdések formájában adja meg az iskola és a vizsga időpontját is közli.

Sikeres különbözeti vizsga esetén a következő év februárjában kerül sor a technikus minősítő vizsgára, melynek anyagát szintén kérdések formájában adja meg az iskola.

2. Lehetőség van két éves levelező tagozatos képzésre, amennyiben a *jelentkezők száma eléri a 25 főt*. Ennél a képzési formánál heti egy nap kötelező foglalkozás van. (Havonta három elméleti, egy gyakorlati foglalkozás.) A két év sikeres elvégzése és eredményes vizsga után a hallgató geofizikus technikus oklevelet nyer.

Magyar Geofizikusok Egyesülete
Oktatási Bizottsága