

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1977. XVIII. ÉVFOLYAM, 4. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <i>Szabó Zoltán:</i> A talajnedvesség-változás és a talajvízszint-ingadozás hatása a gravitációs mérésekre | 121 |
| <i>Landy Kornélné:</i> Szénhidrogéntelepeket lehatároló geoelektromos módszer matematikai modellezése | 127 |
| <i>Korvin Gábor:</i> A véletlen közegben terjedő szeizmikus hullámok elméletéről. II. A közeg inhomogenitásának becslése a szeizmikus jelek fluktuációja alapján (Esettanulmány) | 134 |
| <i>Dr. Tárczy-Hornoch Antal:</i> Ünnepi megemlékezés Sopron és a magyar geofizika kapcsolatáról | 150 |
| <i>Ádám Antal:</i> A földi elektromágneses térre vonatkozó vizsgálatok szerepe a geoelektromos műszer- és módszer-kutatásban | 152 |
| Lapszemle, könyvszemle | 149, 151 |
| Egyesületi Hírek | 126, 160 |

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

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. félemelet 17. Postafiók 240.

A talajnedvesség-változás és a talajvízszint-ingadozás hatása a gravitációs mérésekre

SZABÓ ZOLTÁN

A dolgozat a nagy pontosságú gravitációs méréseket befolyásoló tényezők közül a talajnedvesség és a talajvízszint-ingadozás gravitációs hatásával foglalkozik. Összefoglalja a különböző talajok nedvesség-tartalmának változása következtében fellépő sűrűségváltozások értékét, tárgyalja a Magyarország különböző tájain előforduló talajvízszint-ingadozás mértékét.

Megállapítja, hogy a legfelső talajréteg nedvességének változása 12–16 μ gal gravitációs hatást is eredményezhet. Átlagos porozitás esetén 1 m talajvízszint-ingadozás gravitációs hatása 8 μ gal. Magyarország körülmények között a talajvízszint-ingadozás és a talajnedvesség változásának együttes hatása szélső esetben 50 μ gal is lehet.

A szerző rámutat, hogy a Sakuma által kimutatott 10–20 μ gal abszolút g -változás a talajvízszint-ingadozás hatásának nagyságrendjébe esik.

Из числа факторов, производящих влияние на высокоточные гравиметрические наблюдения, в работе обсуждается гравитационный эффект от изменений в влажности почвы и колебаний уровня грунтовых вод. Подытоживаются значения изменений плотности, вызванных изменениями в содержании влажности различных почв, обсуждается масштаб колебаний уровня грунтовых вод, встречаемый в разных районах Венгрии.

Устанавливается, что изменения в влажности самого верхнего слоя почвы могут вызвать гравитационный эффект, равный 12–16 μ гг. При средней пористости грунтовых вод, составляющих 1 м, равен 8 μ гг. В условиях Венгрии суммарный эффект колебаний уровня грунтовых вод и изменений влажности почвы может в крайнем случае достигать 50 μ гг.

Автором показано, что изменение в абсолютном значении g , равное 10–20 μ гг, которое было определено Сакумой, падает в порядок величины колебаний уровня грунтовых вод.

Of factors influencing high precision gravity measurements the paper deals with the gravity effect of soil moisture and water table fluctuations. It sums up values of density changes caused by moisture variations in various soils, discusses the extent of water table fluctuations encountered in various areas of Hungary.

It has been established that changes in the moisture content of the uppermost soil layer may result in a gravity effect of 12–16 μ gal. In the case of average porosity, water table fluctuations up to 1 m may cause gravity effects of 8 μ gal. Under the conditions of Hungary the common effect of water table fluctuations and soil moisture changes may be in extreme cases as high as 50 μ gal.

The author points out that a change in the absolute g value amounting to 10–20 μ gal as shown by Sakuma falls within the range of effects caused by water table fluctuations.

Napjainkban, amikor nagy érzékenységű graviméterek csoportos alkalmazása 3–5 μ gal mérési pontosság elérését teszi lehetővé és az abszolút g meghatározási pontossága is mikrogal nagyságrendű, fokozott figyelmet kell fordítanunk olyan, e mérési eredményeket károsan befolyásoló egyéb tényezőkre is, melyeknek hatása eddig – a kisebb mérési pontosság miatt – elhanyagolható volt. Gondolunk itt elsősorban a hőmérséklet és a légnomás sztatikus és dinamikus hatására, a mikroszeizmikus rengések, az ipari tevékenység és közlekedés okozta zavarokra, valamint a talajnedvesség-változás és a talajvízszint-ingadozás hatására.

Természetesen a felsorolt tényezők hatása elsősorban a nagy pontosságú nemzeti és nemzetközi hitelesítő és alaphálózatok, a gravitációs tér évszázados változásának és a függőleges kéregmozgások vizsgálatára létesített alaponalak mérésénél és a nehézségi erő abszolút meghatározásánál játszik szere-

pet. A gyakorlati geofizikus munkáját egyelőre nem zavarják, mert a topografikus korrekciók bizonytalansága nagyságrendekkel nagyobb, mint a felsorolt zavarok hatása.

A talajnedvesség-változás és a talajvízszint-ingadozás gravitációs hatásával kapcsolatosan meg kell vizsgálnunk:

1. a talajnedvesség változásának módját és mértékét,
2. a talajvízszint-ingadozás mértékét,
3. a talajoknak a fenti hatások következtében beálló sűrűségváltozását.

A talajnedvesség gravitációs hatásának kérdésével először *Bonatz* (Bonatz, 1967) foglalkozott, gondolatait az alábbiakkal egészíthetjük ki.

A talaj vízfelvevő képessége a hézagterfogat (porozitás) függvénye. A hézagterfogat a kőzetekben levő hézagok térfogata az egész kőzetterfogat százalékában kifejezve (*Mosonyi–Papp, 1959*). A szemcsés kőzetek hézagterfogata egyenlő nagyságú gömbalakú szemcsékből álló elméleti kőzet esetében, a szemcsék elrendeződésétől függően 25,9–47,6% (*Slichter, 1899*). A valóságban a kőzetek porozitása a szemcsenagyság eloszlásától és a szemcsék alakjától függ. Néhány fontosabb talajféleség hézagterfogat-értékét az 1. táblázatban közöljük (*Kézdí, 1960*).

1. táblázat – мабууа – Tabelle

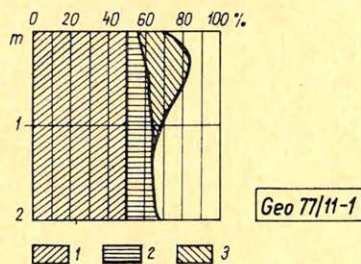
| Talajnem | Talajállapot | Hézagterfogat | | Térfogatsúly g/cm ³ | |
|------------------------------------------|--------------|---------------|---------|-----------------------------------|----------|
| | | % | Száraz | Természetes | Telített |
| Homokos kavics | laza | 38–42 | 1,4–1,7 | 1,8–2,0 | 1,9–2,1 |
| | tömör | 18–25 | 1,9–2,1 | 2,0–2,3 | 2,1–2,4 |
| Durva és közepes szem- nagyságú homok | laza | 40–45 | 1,3–1,5 | 1,6–1,9 | 1,8–1,9 |
| | tömör | 25–32 | 1,7–1,8 | 1,8–2,1 | 2,0–2,1 |
| Finom homok | laza | 45–48 | 1,4–1,5 | 1,5–1,9 | 1,8–1,9 |
| | tömör | 33–36 | 1,7–1,8 | 1,8–2,1 | 2,0–2,1 |
| Homokliszt | laza | 45–55 | 1,3–1,5 | 1,5–1,9 | 1,8–1,9 |
| | tömör | 35–40 | 1,6–1,7 | 1,7–2,1 | 2,0–2,1 |
| Iszap | puha | 45–50 | 1,6–1,7 | 1,7–2,1 | 2,0–2,1 |
| | kemény | 30–35 | 1,8–1,9 | 1,8–2,2 | 2,1–2,2 |
| Sovány agyag | puha | 50–55 | 1,3–1,4 | 1,5–1,8 | 1,8–1,9 |
| | kemény | 30–35 | 1,8–1,9 | 1,8–2,2 | 2,1–2,2 |
| Kövér agyag | puha | 60–70 | 0,9–1,5 | 1,2–1,8 | 1,4–1,8 |
| | kemény | 30–40 | 1,7–2,0 | 1,8–2,2 | 1,9–2,3 |

Úgy tűnik, hogy a hézagterfogat ismeretében könnyen kiszámíthatjuk a talajvízzel való telítődés következtében fellépő térfogatsúly-változást. A helyzet azonban sokkal bonyolultabb, mert a talajok a közelfelszíntől eltekintve sohasem tekinthetők teljesen száraznak és ezért a talajvízzel való telítődés esetében a térfogatsúly-változás mértéke mindig kisebb, mint az a hézagterfogat értéke alapján várható lenne. A talaj természetes víztartalmát korrekcióba kell venni.

A természetes talajnedvesség értéke a mélyebb talajrétegekben gyakorlatilag állandó és csak a talaj minőségétől függ. A felső talajrétegekben viszont a természetes víztartalom az évszaktól és az időjárástól függ, november – májusban a legnagyobb és augusztus – októberben a legkisebb, vagyis az átnedvesedés a csapadékos időszakot, a kiszáradás, a száraz nyári hónapokat bizonyos késéssel követi. A felső, változási zóna vastagsága azonban csak ritkán éri el az 1 métert (Ballenegger, 1938). A vízzel való telítettség mértéke viszont szélső esetben a légszáraz állapottól a teljes telítettségig terjedhet (1. ábra).

1. ábra. Löss talaj átázása hosszabb csapadékos időszak után, 180 mm csapadék hatása (Kézdi nyomán)
- 1 tömör rész
 - 2 víztartalom
 - 3 víztartalom növekedés

- Рис. 1. Промокание лёссового грунта после длительного осадочного периода; влияние от осадков, составляющих 180 мм. (По Кезды).
- 1 – плотная часть
 - 2 – водосодержание
 - 3 – рост содержания воды



- Fig. 1. Soaking of loess soil after a longer rainy period, the effect of 180 mm precipitation (after Kézdy)
- 1 – solid part
 - 2 – water content
 - 3 – raise of water content

A táblázatban láthatjuk a különböző talajfélésegek száraz, földnedves és telített térfogatsúlyait.

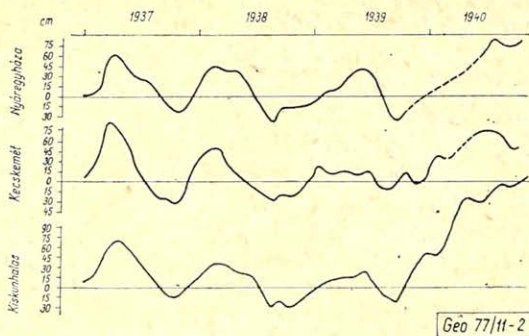
A felső talajrétegek térfogatsúlya a csapadék mennyiségétől függően a száraztól a telített állapotig, a talajvízzel elárasztott zónák térfogatsúlya pedig a földnedves és a telített állapot között változhat.

Mint azt az előbbieken láttuk, a talajnedvesség változásával kb. 1 m mélységig számolhatunk; kérdés, hogy a talajvízszint milyen mértékben változik. A kérdéscsoport kimerítő taglalását találjuk a *MÁFI évkönyvében* (Rónai, 1956). Ezek szerint Magyarország különböző területeit áttekintve a helyzet a következő:

Kis Alföld: a laza üledékekkel feltöltött medencében a folyók vízjárása a partoktól 4–5 km távolságig érezteti hatását. A parttól 2–3 km-re azonban a talajvízszint ingadozása már csak mintegy 1/5-e a folyóvíz játékanak. A folyóktól távolabb eső részeken a talajvíz évszázados ingadozása néhány cm és 1–2 m között változik.

Mezőföld: a dombvidékek mély kútjaiban néhány dm-től 1–2 méterig változik a függőleges ingadozás amplitúdója, a dombperemeken néhol a 3 métert is eléri. A Sárvíz, Sió és a Duna alluviumában az évszakos változás nagysága még az 5 métert is meghaladja.

Duna – Tisza köze: A víjáték általában 1–2 m, de az ártereken 3–4 métert is elérhet. Érdekeség, hogy míg a Dunavölgyben tavasszal legmagasabb a talajvízszint állás, addig a Tisza mentén nyáron mérték a legmagasabb vízszintet. A 2. ábrán bemutatjuk néhány, a területre jellemző kút több évre kiterjedő talajvízszint-görbéjét.



Geo 77/11-2

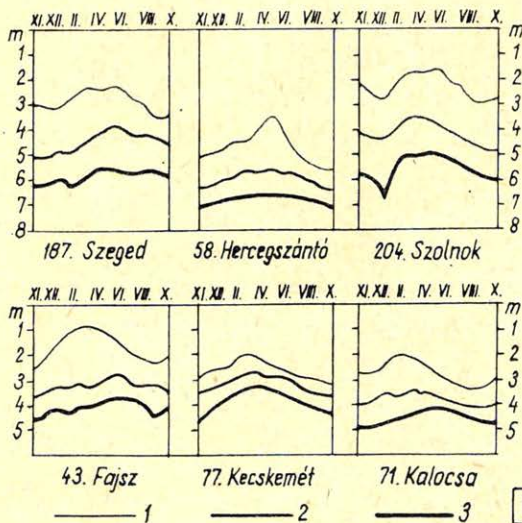
2. ábra. Talajvízszint-ingadozás a Duna – Tisza köze három megfigyelő helyén (Rónai nyomán)

Рис. 2. Колебания уровня грунтовых вод на трех наблюдательных местах в области между рр. Дунай и Тисса. (По Ронай).

Fig. 2. Ground water table fluctuations on three observation sites in area between the Danube and Tisza rivers (after Rónai)

Dél-Tiszántúl: az évszakos változás általában 1 m körüli, de hosszú észlelési sorozattal rendelkező kutak esetében hosszú periódusú (15 – 17 év) változást is megfigyeltek, melynek amplitudója a Nagykunságban 5 m, a békési löszháton 3 m, a Tiszántúl déli részén pedig 5 – 5,5 m.

Mivel Rónai és munkatársai vizsgálatai szerint a csapadék hatása csak közvetve jelentkezik a talajvízszint ingadozásában, a vízállás-maximumok és -minimumok évszakos elhelyezkedése vidékenként más és más lehet (3. ábra).



3. ábra. Talajvízkutak jellemző vízállásai sokévi átlagok alapján (Rónai nyomán)
1 havi maximum
2 havi átlag
3 havi minimum

Рис. 3. Характерные уровни вод в колодцах для наблюдения грунтовых вод по многолетним средним. (По Ронай).

1 – месячный максимум
2 – месячная средняя
3 – месячная минимум

Geo 77/11-3

Fig. 3. Characteristic water levels in ground water observation wells on the basis of mean values of many years (after Rónai)

1 – monthly maximum
2 – monthly average
3 – monthly minimum

A javítás mértékének megállapítása céljából ismerni kell a mérési pont környezetében a talajnedvesség értékét, a felszín és talajvízszint között a talaj porozitását és a talajvízszint állását.

Problémát jelent még annak eldöntése, hogy a mérési pont mekkora környezetében tekinthetjük homogén izotópnak a talajfelépítést.

Korong alakú ható feltételezése esetén a hatás

$$\Delta g = 2\pi f \Delta \sigma (d + \sqrt{h^2 + r^2} - \sqrt{(h+d)^2 + r^2}),$$

ahol

f : a gravitációs állandó, $66,7 \cdot 10^{-9}$ CGS,

$\Delta \sigma$: a talaj térfogatsúly változása,

d : a korong vastagsága,

r : a korong sugara,

h : a korong mélysége.

A hatás kiszámításához tehát szükségünk van a talajvízszint változásának és a térfogatsúly változásának az értékére. Ezeknek az adatoknak meghatározása azonban nem jelent különösebb nehézséget, bizonytalan viszont az r sugár megválasztása. Mivel az elárasztott zóna vízszintes méretei a vastagságánál jóval nagyobbak, kézenfekvőnek kínálkozik, hogy a korong hatását Bouguer-lemez hatásával közelítsük meg, amikor is

$$\Delta g = 2\pi f \Delta \sigma d.$$

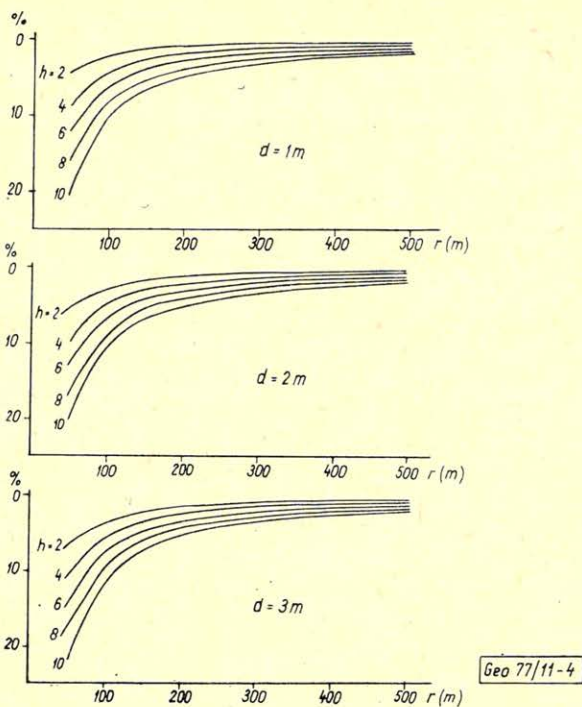
Annak megállapítása, hogy ez a közelítés mekkora hibát okozhat a javításban, megvizsgáltuk a korong és a Bouguer-lemez hatása közötti százalékos eltérést különböző d , r és h értékekre. Az eltérések $d = 1, 2, 3$ m szintváltozásra és $h = 2 \dots 10$ m talajvízszint-mélységre adjuk meg (4. ábra). A görbesereg lehetőséget nyújt arra, hogy a Bouguer-lemez-közelítéssel elkövetett hiba nagyságát megbecsüljük.

A fenti adatok és ismeretek birtokában most más becsléseket végezhetünk a talajnedvesség-változás és a talajvízszint-ingadozás gravitációs hatására.

A felső rétegek talajnedvesség változása következtében beálló térfogatsúly-változás az I. táblázat adatai szerint elérheti a $0,3 - 0,4$ g/cm³ értéket. 1 méteres zóna hatása ebben az esetben $12 - 16$ μ gal. A talajvízzel elárasztott rétegek térfogatsúlya pedig átlagban $0,2$ g/cm³ értékkel változik, 1 m talajvízszint-ingadozás tehát 8 μ gal gravitációs hatást okoz. Az ország egyes területein előforduló, maximum 5 méteres színtingadozás hatása tehát 40 μ galt is elérhet. A két hatás, amennyiben fázisban találkozik, 50 mikrogalnál is nagyobb hatást eredményezhet.

A kapott értékek nagypontosságú méréseknél már nem elhanyagolhatóak, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a gravitációs tér évszázados változása a legújabb abszolút g meghatározások szerint (Sakuma, 1972) nem haladhatja meg a $10 - 20$ μ gal/év nagyságrendet. Tudomásunk szerint Sakuma méréseinél nem gondolt a talajnedvesség-változás és a vízszíntingadozás hatására és könnyen előfordulhat, hogy a talajnedvesség-korrekciónak alkalmazása az eredményeket lényegesen megváltoztatja.

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy a nagypontosságú gravitációs méréseknél a talajnedvesség és a talajvízszíntingadozás hatása már nem elhanyagolható és a mérések kiértékelésénél ezek hatását javításba kell venni.



4. ábra. Bouguer-lemez és lapos korong gravitációs hatásának százalékos eltérése, h : a ható mélysége, d : a ható vastagsága

Рис. 4. Процентное расхождение между гравитационными эффектами пластины Бутэ и плоского диска; h – глубина залегания тела, d – мощность

Fig. 4. Deviations in per cents between gravity effects of the Bouguer plate and flat disc, h : depth of the body, d : thickness of the body

IRODALOM

- Ballenegger R.*: 1938. A talajnedvesség változásának menete mésztartalmú agyagos talajokban. Vízügyi Közlemények 2. sz.
- Bonatz M.*: 1967. Der Gravitationeinfluss der Bodenfeuchtigkeit. Zeitschrift für Vermessungswesen J. 92. H. 4.
- Kézdi Á.*: 1960. Talajmechanika. Tanyakönyvkiadó, Budapest.
- Mosonyi E. – Papp F.*: 1959. Műszaki földtan. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Rónai A.*: 1956. A magyar medencék talajvíze MÁFI évkönyv. XLVI. köt. 1. füzet
- Sakuma A.*: 1972. The Further Development of the IGSN 71 and the Secular Variation of Gravity. B. G. I. Bulletin d'Information No. 29.
- Slichter, C. S.*: 1899. Theoretical Investigation of the Motion of Groundwaters. U. S. Geol. Survey. 19th Annual Report.

Egyesületi hírek

*Planetológiai Konferencia, Tihany, 1977 május 11–13.**

A MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya rendezte meg Magyarországon az első planetológiai tárgyú konferenciát, mely lehetőséget adott arra, hogy a bolygók általános tulajdonságait vizsgáló szakemberek eszmecsereét folytassanak. A hallgatóság és az előadói kar a biológiai, csillagászati, geodéziai, geofizikai, meteorológiai, geológiai és kémiai tudományok kutatóiból tevődött össze.

Az elhangzott több mint harminc előadás témája lefedte a Naprendszer keletkezési elméletétől az élet kialakulásának lehetőségein keresztül a bolygók mágneses és tektonikai tulajdonságaiig a planetológililag érdekes kérdéseket. A résztvevők szakmai kirándulás keretében meglátogatták a tihanyi Geofizikai Observatóriumot is. Az előadások utáni szakmai viták nagymértékben elősegíthetik a planetológia tudományának mielőbbi magyarországi kialakulását.

T. P

Szénhidrogéntelegeket lehatároló geoelektromos módszer matematikai modellezése

L A N D Y K O R N É L N É*

Az árnyékolt elektróda módszer környezetüknél nagyobb fajlagos ellenállású átfúrt rétegek (így szénhidrogéntelegek) lehatárolására alkalmas. A mérés nagy apparátust és gyors lebonyolítást igényel, kiértékelése és értelmezése pedig elvi problémákkal küzd. Ezek a körülmények tették indokolttá a számítógépes modell kifejlesztését, amely a fúrás előzetes információit felhasználva már a mérés tervezésénél is segítséget nyújthat. A matematikai modell eldöntheti a kiértékelés eddig tisztázatlan kérdéseit, lehetőséget teremthet a módszertani és értelmezési problémák megoldására.

Метод экранированного электрода предназначен для оконтуривания пройденных скважинной пластов (в том числе нефтегазовых залежей) с удельным сопротивлением выше окружающей среды. Измерение требует значительной технической оснащённости и быстрого производства работ, а обработка и интерпретация полученных данных наталкиваются на принципиальные проблемы. Такими обстоятельствами обоснована разработка модели на ЭВМ, которая с использованием предварительной информации бурения может сказывать помощь уже при планировании измерений. Математическая модель сможет опосредствовать решению пока невыясненных проблем интерпретации, создать возможность для решения методических и интерпретационных проблем.

The shielded electrode method has been conceived to contour layers (including hydrocarbon beds) penetrated by boreholes with resistivities higher than those of their environment. Measurement requires sophisticated equipment and quick performance, while processing and interpretation of measured data are pregnant with principled problems. Such circumstances motivated the development of computer model which making use of preliminary information furnished by drilling may contribute to the planning of measurements. The mathematical model may help to decide so far unclear questions of interpretation, render possible the solution of methodical and interpretational problems.

Két ármelektroda homogén közegben kialakuló terét egy közbeékelődő, környezeténél nagyobb ellenállású tömeg torzítja. A torzulás mértéke függ az inhomogenitás méreteitől, elhelyezkedésétől, a beágyazó közeghez viszonyított ellenálláskontraszt nagyságától; ha tehát vizsgálni tudjuk a kialakult potenciálteret, vagy annak egy alkalmas részét, következtetéseket vonhatunk le a közbeékelődésre vonatkozóan. Az ebben rejlő elvi lehetőségeket használja ki az ún. árnyékolt elektróda módszer.

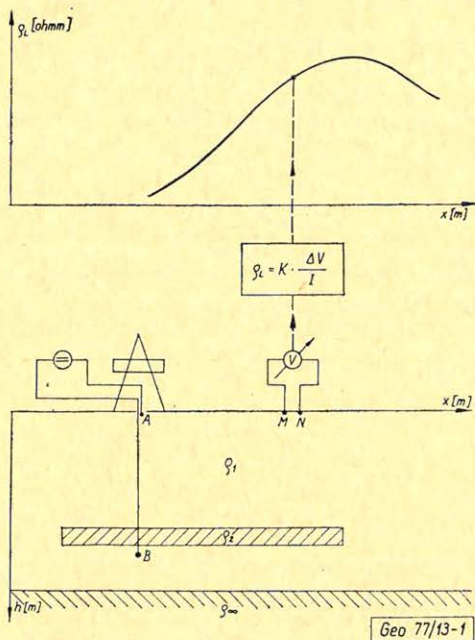
Az eljárást a 60-as évek második felében kezdték alkalmazni a Szovjetunióban, átfúrt szénhidrogéntelegek horizontális kiterjedésének becslésére. Számos terepi- és modell-kísérletet hajtott végre, amelyekből igen eltérő, gyakran ellentmondásos eredmények születtek (1, 2, 3).

A mérés terepen végrehajtható, ha a csövezetlen, vagy részben béléscsövezett fúrólyukba a szénhidrogén-tartalmú, környezeténél nagyobb ellenállású réteg alá elhelyezhető az egyik tápelektroda (1. ábra). A másik tápelektroda a lyukszájnál van, míg a mérőelektroda-pár egy a lyukszájon átmenő egyenes mentén mozog a felszínen. A mért feszültségkülönbségekből a tápelektrodákon kibocsátott áram ismeretében az elrendezésenként változó elektrodakoefficiens

* OKGT Geofizikai Kutatási Üzem.

(K) segítségével látszólagos fajlagos-ellenállás értékek számolhatók. A szelvény mentén így kapható ellenállásgörbén jelentkezik egy maximum, amely kapcsolatba hozható a telep szélével.

Ez a kapcsolat azonban nem teljesen egyértelmű, függ még a réteg települési mélységétől, vastagságától is. Az összefüggések tisztázására számos modellmérést hajtottak végre.



1. ábra. Az árnyékolt elektróda módszer elvi vázlatja

Рис. 1. Принципиальная схема метод экранированного электрода.

Fig. 1. Block diagram of the shielded electrode method

1973-ban a módszer hazai kipróbálására is sor került. (4) Az OKGT GKÜ E-1: geoelektromos csoportja végzett kísérleti méréseket a pusztapaati területen. A Pusztapaati mélyfúrás által harántolt szénhidrogéntelep horizontális lehatárolására tett kísérlet eredményét két később lemélyített mélyfúrás megerősítette. Hasonlóan helytállóan bizonyultak a Pusztapaati-4 mélyfúráson 1974-ben végzett kísérleti mérések eredményei is.

A mérési eredmények értelmezése olyan elvi problémákat vetett föl, amelyek tisztázására saját modellmérések elvégzése vált szükségessé. (5) A modellkísérletek feldolgozása során kiderült, hogy az ellenállásslövényen jelentkező maximum helye az előzőekben felsorolt paramétereken kívül (települési mélység, rétegvastagság) még egy sor egyéb körülménytől, így a felhasznált mélyfúrás és a harántolt telep relatív helyzetétől, a telep szimmetria-viszonyaitól, elnyúltságától is függ. Ebből következően azonos mélyfúrásból kiinduló szelvényeken az ellenállás-maximum nem mindig azonos irányban tolik el a réteg széléhez képest. Jelentkezhet a telep széle és a mélyfúrás között, de a telep szélén túl is. A mérések eredményeiből lezűrhető, hogy a telep határainak valószínűsítéséhez nem elegendő egyetlen szelvény, hanem a sugárirányú szelvények együttes értelmezése szükséges.

Célszerűnek látszik a mérési módszer elvi problémáinak megvizsgálásához annak matematikai modelljét is elkészíteni.

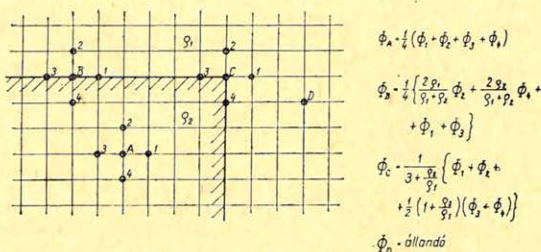
A töltést nem tartalmazó két elektróda potenciálterét a Laplace-egyenlet írja le. A Laplace-egyenlet viszonylag egyszerű parciális differenciálegyenlet, ennek ellenére nincs olyan jól kezelhető matematikai eljárás, amellyel a határfeltételeket is kielégítő megoldását meg lehetne találni. Ezért közelítő numerikus megoldást kereshetünk, amelyre például a hálómódszer nyújt lehetőséget. Ennek alkalmazása úgy történik, hogy a léptékhelyes modellt alkalmas sűrűségű, például derékszögű hálózattal fedjük le. A hálózat derékszögű volta csak a számításokat egyszerűsíti, az ilyen jellegű megválasztás nem szükségszerű. Hasonlóan kényelmi szempontoktól vezérelve az inhomogenitások határvonalait is lehetőleg hálózatalra helyezzük. Az alkalmazott háló rácstávolságát a megkívánt pontosságnak és a várható változásoknak megfelelően kell megválasztani.

Az így kifeszített háló rácspontjai négy különböző csoportba sorolhatók (2. ábra). Vannak olyan pontok, amelyeknek összes „szomszédja” azonos ellenállású közegben helyezkedik el (A); vannak olyanok, amelyek két különböző ellenállású közeg határán ülnek, így szomszédaik különböző ellenállású zónába tartoznak, ezek a pontok lehetnek a határvonalon (B) és lehetnek sarokpontok (C); végül léteznek rögzített potenciálértékű pontok (D), amelyek peremfelületen, vagy áramelektroda közvetlen környezetében találhatóak. A rácsháló pontjainak potenciálja a szomszédos pontok potenciálértékeiből számítható.

2. ábra. Az alkalmazott hálómódszer matematikai összefüggései

Рис. 2. Математические соотношения применяемого метода сети.

Fig. 2. Mathematical relationship of the applied network method



Geo 77/13-2

Az egyes típusú pontokra vonatkozó összefüggéseket a potenciálfüggvénynek a pontbeli másodfokú Taylor polinomját felírva vezethetjük le. (Különböző ellenállású rétegek érintkezésénél a határfelületeket is ki kell használni [6]).

A numerikus eljárás úgy történik, hogy a rácsháló pontjaiban ésszerűen (a számítás meggyorsítása érdekében), de tulajdonképpen teljesen tetszőlegesen felvesszünk kezdeti értékeket. Ezután az elektródák (illetve megfelelően kis környezetük) potenciálját nem változtatva – az ismertetett összefüggéseket felhasználva – valamilyen rendszer szerint korrigáljuk az egyes pontok potenciálértékeit. Ehhez természetesen mindig a már helyesbített értéket használjuk föl. Az eljárás addig ismétlődő, amíg a kívánt pontosságot el nem értük.

Ezt a numerikus közelítő módszert megvalósító program az *MTA CDC – 3300-as számítógépén* működik. Első lépésként az adott tápelektroda-elrendezéshez hozzárendelt háló pontjainak (3. ábra) kell potenciálértékeket adni. Az eljárás a számítás során állandónak tartott pontok (az ábrán csillaggal jelölve) értékétől eltekintve tetszőlegesen felvett potenciáeloszlás esetén is jó eredményt ad, azonban a szükséges iterációs lépések száma szerencsétlenül megválasztott kezdőértékek esetén erősen megnő. Ezért kiinduló értéként az

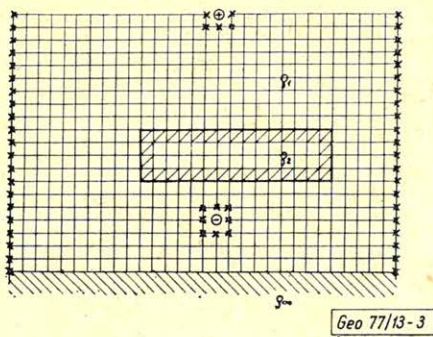
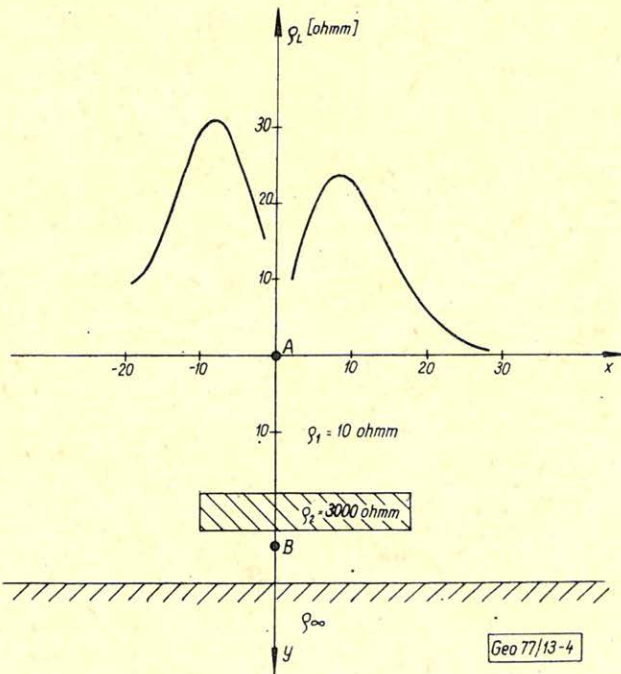


Fig. 3. Arrangement as used for the calculation — interbedding of ρ_2 resistivity in an environment of ρ_1 resistivity over a baserock of ρ_∞ ($\rho_2 > \rho_1$); below the interbedding there is the negative, over it the positive current electrode. Potential is calculated in intersections of the square network, points marked by a cross have a constant potential value

adott elektródák homogén térben keltett potenciálját számítjuk (maximálisan 1% hibával). Ezekről a kezdő értékekről indul az iteráció, amely már az inhomogenitás ellenálláskontrasztjait is figyelembe veszi. Ennek felszíni értékeiből számítható a potenciálkülönbség, illetve a belőle számított látszólagos fajlagos ellenállás, amely már a terepen vagy modellen mért értékekkel összehasonlítható.

Ilyen számított látszólagos fajlagos ellenállás-görbét mutat be a hozzátartozó háló-elrendezéssel együtt a 4. ábra. Látható, hogy a maximális ellen-



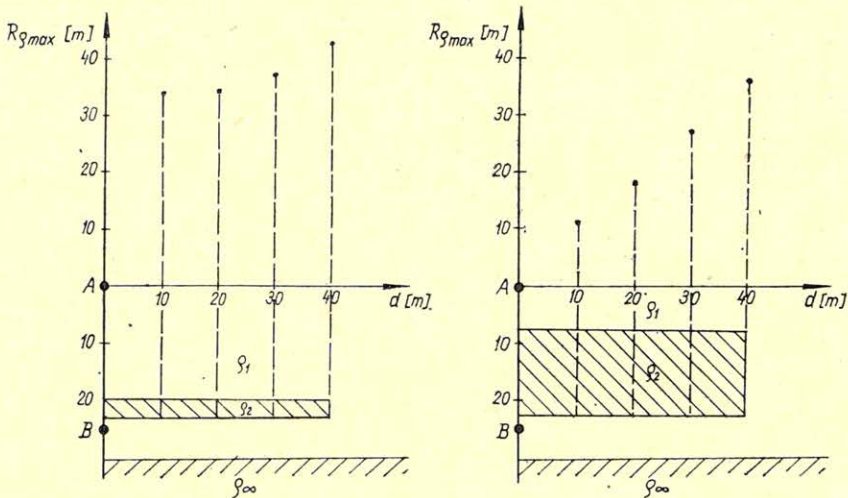
4. ábra. Telep fölött számított ellenállás-szelvény

Рис. 4. Разрез расчетного сопротивления над залежью.

Fig. 4. Resistivity section calculated over the bed

állás helye a fúróluk irányába tolódik a telep szélétől. Mivel a telep elhelyezkedése a fúrólukra (az A és B elektródák tengelyére) nézve nem szimmetrikus, a két szárnyon az eltolódás mértéke nem azonos. Ez az eredmény összhangban van az Űzem analóg modellméréseiből származóakkal.

Az 5. ábrán egy vékony és egy vastag ható által létrehozott ellenállásgörbe maximum-helyei láthatók a ható széle és a tápelektroda-vonal távolságának függvényében. A vastag ható esetében a ρ max helye egyértelműen és reálisan jelzi az inhomogenitás szélét. Ez a ható természetesen szénhidrogéntelep modelljeként irreálisan vastag, hiszen az üledéksor felét teszi ki. Vékonyabb inhomogenitás esetében, mint látható, az összefüggés kevésbé egyértelmű, a kis horizontális távolságok tartományában fölbomlni látszik.



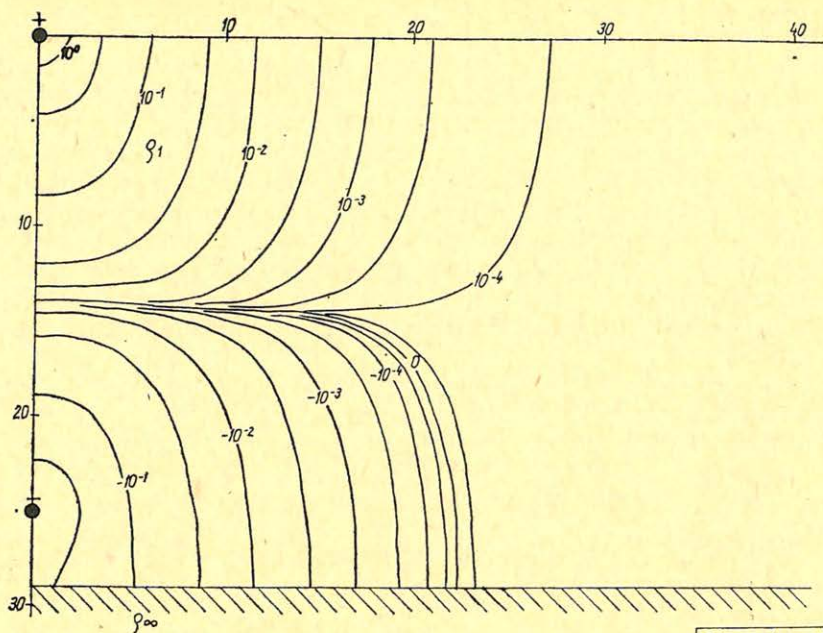
Geo 77/13-5

5. ábra. Az ellenállásgörbe maximum-helyei a ható széle és a tápelektroda-vonal távolságának függvényében vékony és vastag ható esetén. Az elektróda elrendezés és az ellenállásviszonyok azonosak

Рис. 5. Зависимость максимумов кривой сопротивления от расстояния между краем залежи и линией питающего электрода при тонкой и мощной залежи. Схемы установки электродов и условия сопротивления являются одинаковыми.

Fig. 5. Maximum places of the resistivity curve vs. the distance between the edge of the body and the feed-current electrode line for thin and thick bodies. Electrode arrangement and resistivity conditions are identical

Az eddig ismert irodalmi adatok, az Űzemben végzett modell- és terepmérések, valamint a fenti számítási eredmények szintézise jelenleg nem adható meg. Annyit azonban meg kell állapítani, hogy az elvileg egyszerűnek tűnő jelenlegi mérési eljárás eredményeinek minősége és azok egyértelmű interpretációjának lehetősége erősen függ a meghatározandó geológiai és geometriai paramétereiktől. Ennek kapcsán például megkérdőjelezhető a K elektróda-koefficiens létjogosultsága, ezt ugyanis homogén térre vezetjük le, majd az inhomogenitás kimutatásánál felhasználjuk.



6. ábra. A tápelektrodák számított potenciátere ρ_{∞} alapon nyugvó homogén ρ_1 ellenállású közegben

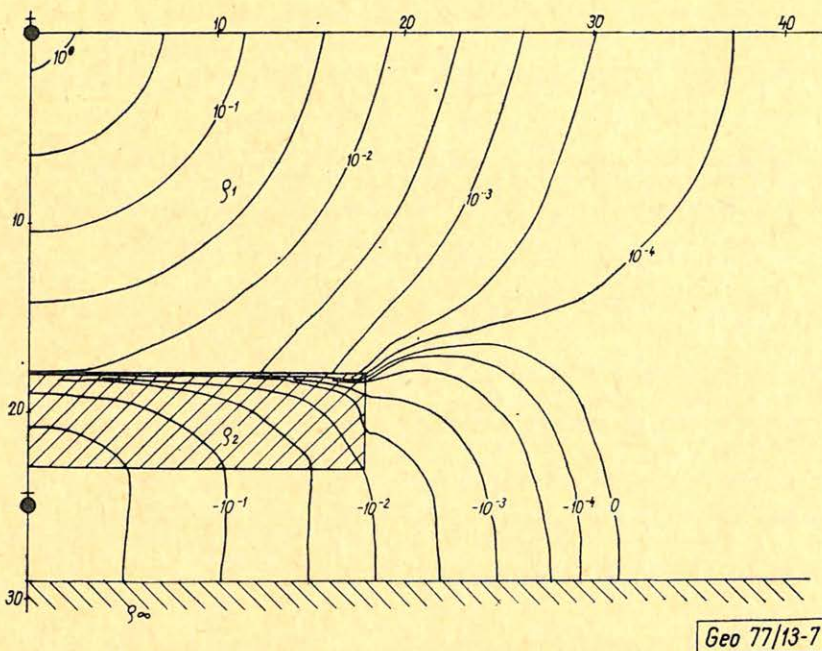
Рис. 6. Расчетное потенциальное поле питающих электродов в однородной среде сопротивлением ρ_1 , залегающей на основании сопротивлением ρ_{∞} .

Fig. 6. Calculated potential field of feed current electrodes in a homogenous environment with ρ_1 resistivity over a basis of ρ_{∞}

Célszerűbb lenne tehát az ellenállásgörbe helyett a potenciál-értékeket vizsgálni. A vázolt számítási eljárás lehetőséget nyújt erre is. A 6. ábrán a ρ_{∞} alapon nyugvó homogén ρ_1 ellenállású közegben A és B tápelektrodák hatására kialakuló potenciáletteret láthatjuk. A 7. ábra ugyanennek az elektroda-elrendezésnek a ρ_2 ellenállású település által megzavart potenciáletterét mutatja. Megfigyelhető, hogy az inhomogenitás sarka körül az ekvipotenciális vonalak nagymértékben összesűrűsödnek és irányuk is jelentősen változik a homogén térhez képest. Különösen szembetűnő a zérus értékhez tartozó ekvipotenciális vonal „fölpúposodása”. Ezek a jelentős torzulások azonban a viszonylag nagy mélység miatt a felszínen már csak kis mértékben mutatkoznak és a már többször említett egyéb tényezők módosítják az anomália valódi helyét.

Az alapvető torzulás – mint az ábrán látható – a ható szélénél van. Olyan elrendezést, kiértékelési, értelmezési eljárást kell tehát keresni, amely ennek a mélybeli torzulásnak a felszínen való egyértelmű mérését lehetővé teszi. Az optimális módszert természetesen a terepi gyakorlat fogja kiválasztani, de a kipróbálásra érdemesek felvázolására, azok analitikus vizsgálatára ez a numerikus közelítés lehetőséget ad.

Végezetül szeretném megköszönni az eddig kapott elvi támogatást és értékes gyakorlati segítséget. Ezek nélkül az ismertetett eljárás nem születhetett volna meg. Remélem, hogy a módszerben rejlő elvi lehetőségek ipari hasz-



7. ábra. A 6. ábra potenciálszelvevénye egy ρ ellenállású betelepüléssel „megzavarva”

Рис. 7. Потенциальная диаграмма для условий, изображенных на рис. 6. при «возмущении» прослойкой сопротивлением ρ .

Fig. 7. Potential diagram of Fig. 6. when disturbed by an inberdding with ρ resistivity

nálása a közeljövőben megvalósulhat és ebben egy kis szerep a kidolgozott eljárásnak is jut.

IRODALOM

- [1] A. P. Jakovlev – V. M. Jersov: O vozmozsnosztyi primenyenija elektricseszkih zondirovanij sz iszpolzovanyijem szkvazsin dlja poiszkov i razvedki zalezsej nyeftyi i gaza. Razv. Geofizika, no. 38. 1970.
- [2] V. D. Kukuruza: Vozmozsnosztyi okonturivanyija gazovüh i nyeftyanüh zalezsej metodom ekranirovannovo elektroda. Geologija Nyeftyi i Gaza. no. 11. 1969.
- [3] M. A. Kiricsek – Ju. Sz Korolkov – A. N. Kuznyecov – A. P. Jakovlev: O vozmozsnosztyi okonturivanyija gazonyftyanüh zalezsej metodom elektricseszkih zondirovanij sz iszpolzovanyijem szkvazsinü. Geologija Nyeftyi i Gaza. no. 12. 1965.
- [4] Lantos Miklós – Vida Zsolt: E – I/7. sz. információs jelentés.
- [5] Nagy Zoltán – Vida Zsolt – Zimányi István: E – M/2. sz. módszertani jelentés.
- [6] Dr. Fodor György: Villamosságtan III. (BME villamosmérnöki Kar jegyzete)

A véletlen közegekben terjedő szeizmikus hullámok elméletéről.

II.: A közeg inhomogenitásának becslése a szeizmikus jelek fluktuációja alapján. (Esettanulmány)

KORVIN GÁBOR*

A közegek sebességinhomogenitása a bennük terjedő szeizmikus hullámok paramétereinek fluktuációhoz vezet. A közölt esettanulmány megmutatja, hogy a matematikai statisztika és a stohasztikus folyamatok elmélete segítségével az inverz statisztikus feladat is megoldható, vagyis a paraméter-fluktuációkból a sebességinhomogenitások statisztikai leírására következtethetünk.

Неоднородность скорости в средах приводит к флуктуации параметров распространяющихся в них сейсмических волн. Излагаемое изучение случая показывает, что при помощи теории математической статистики и стохастических процессов обратная статистическая задача также поддается решению, то есть по флуктуациям параметров можно сделать вывод о статистическом описании неоднородностей скорости.

Random velocity inhomogeneities of the Earth's interior lead to amplitude and phase fluctuations of the reflected seismic waves. A case history is presented where the inverse statistical problem has been attacked by using mathematical statistics and the theory of stochastic processes. It is shown that the parameter fluctuations of the observed signal can be used for the probabilistic description of the velocity inhomogeneities of the medium.

Korábbi dolgozataimban megmutattam, hogy a közeg inhomogenitása a közegen terjedő szeizmikus hullámok megfigyelhető paramétereinek szórásához vezet: a paraméter-fluktuációk szórásnégyzete az inhomogenitások szórásnégyzetével és az inhomogén közegen megtett út első hatványával arányos. (Lásd: *menetidő-fluktuációra* a KORVIN 1973 (36a, b, c); *amplitúdó-fluktuációra* a KORVIN 1976 (6) egyenleteket.)

Az elméleti eredményeket felhasználva akusztikus vagy elektromos ellenállás-szelvények alapján megbecsülhetjük a sebességinhomogenitások szórásnégyzetét és autokorrelációs függvényét, ebből következtethetünk az észlelt jelek fluktuációinak a beérkezési idő függvényében való változásaira és időben változó többszörös optimum-szűrőt tervezhetünk a fluktuációk hatásának csökkentésére. (MESKÓ és RÁDLER 1969).

Itt — ehelyett — az *inverz statisztikus feladat* megoldására mutatok példát: a *szeizmikus jelek paramétereinek fluktuációiból a közeg inhomogenitására következtetek*. Hasonló vizsgálatokat ezideig reflexiós szeizmikus mérési anyagon még nem végeztek — a szeizmológia és szeizmikus mélyszondázások területéről NIKOLAEV 1973; NIKOLAEV és TREGUB 1970; valamint AKI 1973, CAPON 1974 és BERTEUSSEN et al. 1975 azonos célkitűzésű, de eltérő technikával végzett, vizsgálataira utalok.

* Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest.

Exponenciális autokorrelációs függvényvel jellemezhető,

$$c(\mathbf{r}) = c_0 + \varepsilon(\mathbf{r}) \quad (1)$$

sebességeloszlású inhomogén közeget feltételezve, a menetidő és amplitudó-fluktuációkat a

$$\langle (\Delta T)^2 \rangle = \frac{2L}{c_0^4} \varepsilon^2 r_0, \quad (2)$$

ill.

$$\left\langle \left(\log \frac{A}{A_0} \right)^2 \right\rangle = 2r_0 \varepsilon^2 k_0^4 \tau^2 L \quad (3)$$

képlettel becsülhetjük, ahol

L az inhomogén közegben megtett út,

ε^2 a sebességinhomogeneitások szórásnégyzete,

r_0 az inhomogeneitások korrelációs távolsága ($r_0 \ll L$),

c_0 az átlagos sebesség,

$k_0 = 2\pi f/c_0$ átlagos hullámszám,

τ időablak hossza, ahol az amplitudófluktuációkat analizáljuk, a $\langle \dots \rangle$ kifejezés pedig várható értéket jelöl.

A (2) és (3) képletek alapján a menetidő- és az amplitudófluktuációkból az inhomogén közeget jellemző r_0 és ε^2 paramétereket csak az ($\varepsilon^2 r_0$) szorzatalakban lehet meghatározni, külön-külön nem. (Széles frekvenciasávon végzett mérések esetében a sebesség-diszperzió és az abszorpciók együtttható nagyfrekvenciás aszimptotikája alapján r_0 és ε^2 elvileg elkülöníthető. (I. KORVIN 1977 a, §§ 7–9.).

A következőkben az inhomogén közeget jellemző $\varepsilon^2 r_0$ szorzat meghatározásával foglalkozom.

A vizsgálatokat az alföldi, Vé–22/76 jelű, SD10–21 típusú magyar–NDK digitális műszerrel felvett 12x-es fedésű szelvényen végeztem (1. ábra).

A vizsgálat lépései a következők voltak:

1. A szelvényen 6 helyen ($\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_6$, l. 1. ábra) megállapítottam az üledékes medence aljáról jövő reflexiók beérkezési idejét; 10-csatornás futó-átlagképzéssel „simított beérkezési görbét” szerkesztettem, és a beérkezési időknek a simított görbétől való eltérései alapján meghatároztam a $\langle (\Delta T)^2 \rangle$ szórását. Néhány jellemző beérkezési-idő görbe a 2. ábrán látható. A kapott szórásnégyzetek a következők:

$$\langle (\Delta T_1)^2 \rangle = 2,42 \text{ ms}^2, \quad \langle (\Delta T_4)^2 \rangle = 4,69 \text{ ms}^2,$$

$$\langle (\Delta T_2)^2 \rangle = 1,95 \text{ ms}^2, \quad \langle (\Delta T_5)^2 \rangle = 1,50 \text{ ms}^2,$$

$$\langle (\Delta T_3)^2 \rangle = 1,98 \text{ ms}^2, \quad \langle (\Delta T_6)^2 \rangle = 1,76 \text{ ms}^2.$$

2. A 3. ábra a beérkezési idő-fluktuációk *horizontális autokorrelációs függvényét* mutatja a ΔT_1 beérkezés-sorra, a mélységpontok közötti távolság függvényében ($\Delta x = 25 \text{ m}$). (Az autokorrelációs függvényt TOMODA 1956. előjeles módszerével számoltam.) A korrelációs függvény nem mutat 2-mélység-pontonkénti periodicitást, így a beérkezési idők fluktuációja *nem dinamikus korrekciós hibából ered.*

→ S_{μ} analízis ←

ΔT_5

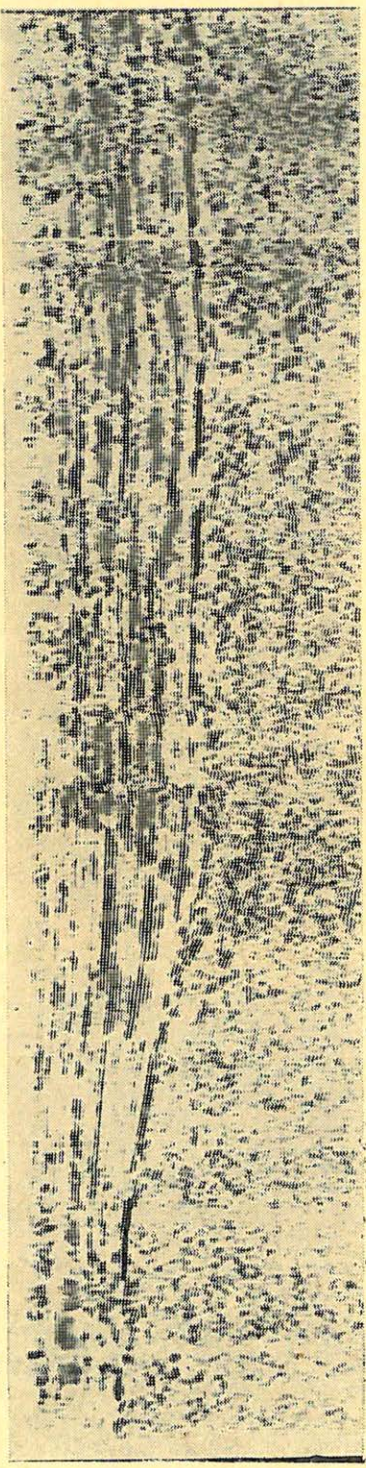
ΔT_6

ΔT_4

ΔT_2

ΔT_1

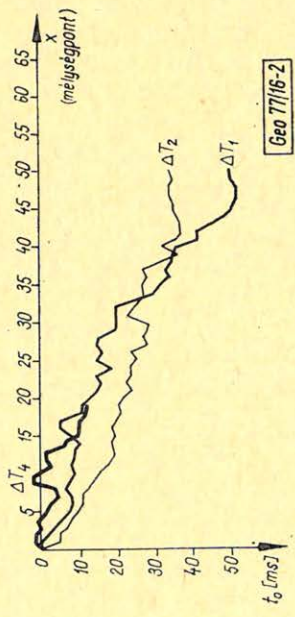
ΔT_3



Geo 77/16-1

Fig. 1. The 12-fold seismic section V_é - 22/76

3. ábra. A ΔT_1 beérkezés-fluktuációk horizontális autokorrelációs függvénye
 Рис. 3. Функция горизонтальной автокорреляции флуктуаций вступления ΔT_1 .



1. ábra. A V_é - 22/76 szelvénye Рис. 1. Профиль V_é - 22/76.

2. ábra. Beérkezési idők

Рис. 2. Времена вступления.

Fig. 2. Plot of the arrival times

Geo 77/16-2

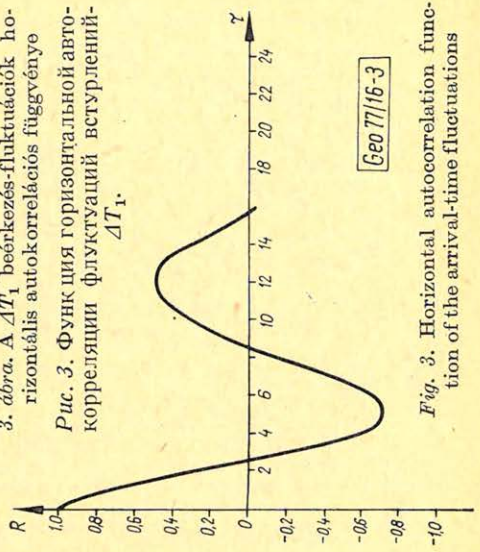
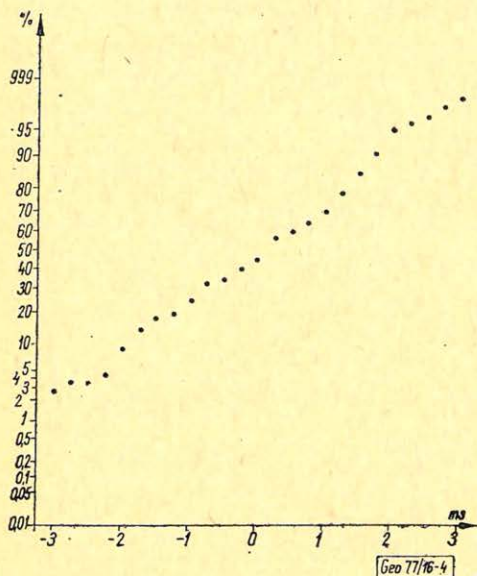


Fig. 3. Horizontal autocorrelation function of the arrival-time fluctuations

Geo 77/16-3

3. A beérkezési idők fluktuációinak empirikus eloszlásfüggvényét Gauss papíron (4. ábra) és lineáris papíron (5. ábra) ábrázolva látható, hogy a fluktuációk eloszlásfüggvénye közelebb áll az egyenleteshez, mint a normálishoz így feltehetőleg nem statikus korrekciós hibákkal állunk szemben ti. ezek eloszlásfüggvénye normális (KASZÁS et al. 1968, SÁGHY és ZELEI 1975).
4. A meghatározott $\langle(\Delta T)^2\rangle$ értékek alapján a (2) képlet és a szelvényre meghatározott, a szelvény mentén változó, sebességtörvények** felhasz-



4. ábra. A beérkezési idők empirikus eloszlásfüggvénye Gauss papíron

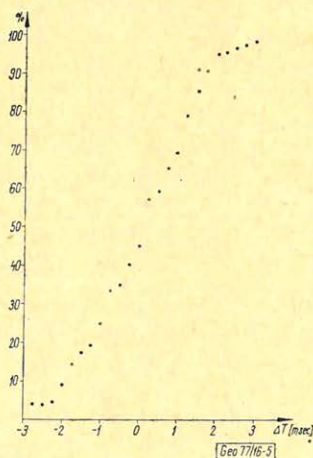
Рис. 4. Функция эмпирического распределения времен вступления на бумаге Гауса.

Fig. 4. Empirical distribution function of the fluctuations of arrival times plotted on a Gaussian paper

5. ábra. A beérkezési idők empirikus eloszlásfüggvénye lineáris papíron

Рис. 5. Функция эмпирического распределения времен вступления на линейной бумаге.

Fig. 5. The same as Fig. 4., plotted on a linear paper



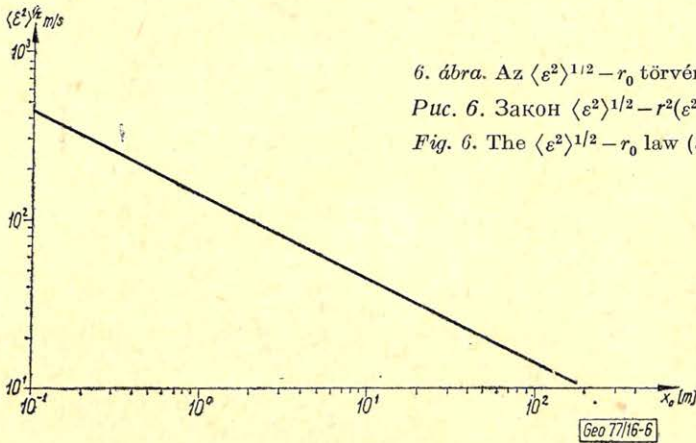
** Az igen részletes sebességanalízis, melynek eredményeire támaszkodtam, Petrovics Ilona (ELGI) munkája. Segítségéért ehelyütt is köszönetet mondok.

nálásával az

$$\varepsilon^2 r_0 \sim 20\,535 \text{ m}^3/\text{sec}^2 \quad (4)$$

átlagos érték adódik az üledékes öszlet inhomogenitására. Az öszzetartozó r_0 és $\langle \varepsilon^2 \rangle^{1/2}$ értékeket a 6. ábra szemlélteti.

5. Az előző pontban kapott $\varepsilon^2 r_0$ átlagos értékének, vagy mélységfüggésének diszkussziója elhamarkodott és félrevezető lenne, hiszen fluktuáció becslése *lineárisan transzformált* (12-szeresen öszszegzett) szelvényből készült. Mint azt TYAPKIN és GOLIZDRA (1975) más öszszefüggésben megmutatta: *fokozott gonddal kell eljárunk, ha bármilyen inverz jellegű feladatot transzformált mérési adatokból kiindulva próbálunk megoldani és nem akarjuk, hogy „transzformált hatókhöz” jussunk.*



6. ábra. Az $\langle \varepsilon^2 \rangle^{1/2} - r_0$ törvény ($\varepsilon^2 r_0 = 20\,535 \text{ m}^3/\text{sec}^2$)

Рис. 6. Закон $\langle \varepsilon^2 \rangle^{1/2} - r_0$ ($\varepsilon^2 r_0 = 20535 \text{ M}^3/\text{cek}^2$)

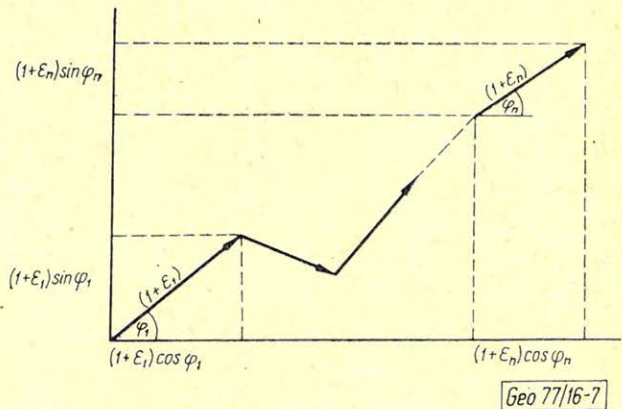
Fig. 6. The $\langle \varepsilon^2 \rangle^{1/2} - r_0$ law ($\varepsilon^2 r_0 = 20535 \text{ m}^3/\text{sec}^2$)

Esetünkben meg kell vizsgálnunk, hogyan változtatja (csökkenti) a 12-szeres öszszegés a beérkezési idők szórását. Várható értékben egységnyi amplitudójú, f domináns frekvenciájú jeleket feltételezve, az amplitudó- és fázisfluktuációk miatt n darab ($n = 12$), $(1 + \delta_i)$ amplitudójú, $\varphi_i = 2\pi f \Delta t_i$ fázisú jel öszszegének fázisfluktuációját vizsgáljuk, ahol $\langle \delta_i \rangle = 0$, $\langle \varphi_i \rangle = 0$; $(\delta_i) \ll 1$; $(\varphi_i) \ll 1$. A jelek öszszegét a komplex számsíkon a 7. ábra szemlélteti.

7. ábra. n darab véletlen amplitudójú és fázisú jel öszszegének levezetésehez

Рис. 7. К выводу суммы сигналов с случайными амплитудой и фазой в количестве n шт.

Fig. 7. To the derivation of the sum of n signals of random amplitude and phase



Az ábra alapján:

$$\operatorname{tg} \varphi_n = \frac{\sum_1^n (1 + \delta_i) \sin \varphi_i}{\sum_1^n (1 + \delta_i) \cos \varphi_i} \approx \frac{\sum_1^n (1 + \delta_i) \varphi_i}{\sum_1^n (1 + \delta_i) \left(1 - \frac{\varphi_i^2}{2}\right)} \quad (5)$$

A nevezőt

$$\sum_1^n (1 + \delta_i) \left(1 - \frac{\varphi_i^2}{2}\right) = n \left[1 + \frac{1}{n} \sum_1^n \left(\delta_i - \frac{\varphi_i^2}{2} - \frac{\delta_i \varphi_i^2}{2}\right)\right]$$

alakban írva, és sorbafejtve,

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_n &\approx \frac{1}{n} \left[\sum_1^n \varphi_i + \sum_1^n \delta_i \varphi_i - \frac{1}{n} \sum_1^n \delta_i \sum_1^n \varphi_j + \dots \right]; \\ \operatorname{tg}^2 \varphi_n &\approx \frac{1}{n^2} \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \varphi_i \varphi_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_i \delta_j \varphi_i \varphi_j + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_i \delta_j \varphi_i \varphi_j + \right. \\ &+ 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_i \varphi_i \varphi_j - \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \delta_i \varphi_j \varphi_k - \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \delta_i \varphi_i \delta_j \varphi_k + \\ &\left. + \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n \delta_i \varphi_j \delta_k \varphi_l + \dots \right\} \end{aligned}$$

Vagyis

$$\begin{aligned} \langle \operatorname{tg}^2 \varphi_n \rangle &= \frac{\langle \varphi_1^2 \rangle}{n} \left[1 + \langle \delta^2 \rangle - \frac{2}{n} \langle \delta^2 \rangle + \frac{1}{n^2} \langle \delta^2 \rangle \right] = \\ &= \frac{\langle \varphi_1^2 \rangle}{n} \left[1 + \langle \delta^2 \rangle \left(1 - \frac{1}{n} \right)^2 \right], \end{aligned}$$

ahol φ_n az n -szeres összegzés utáni fázisfluktuáció.

A

$$\langle \operatorname{tg}^2 \varphi_n \rangle = \frac{\langle \varphi_1^2 \rangle}{n} \left[1 + \langle \delta^2 \rangle \left(1 - \frac{1}{n} \right)^2 \right] \quad (6)$$

képlet értelmezéséhez gondoljuk meg, hogy S jel és N zaj esetén

$$\langle (S + N)^2 \rangle = \langle S^2 + 2SN + N^2 \rangle = S^2 + N^2 = S^2 \left(1 + \frac{N^2}{S^2} \right);$$

így a (6) képletben δ^2 az

$$\frac{N^2}{S^2} \Big|_{n=1} \text{-el}$$

azonosítható. n -szeres fedés esetén

$$\frac{S_n^2}{N_n^2} = n \cdot \frac{S_1^2}{N_1^2}; \quad (7)$$

így

$$\langle \delta^2 \rangle = n \cdot \frac{N_n^2}{S_n^2},$$

továbbá

$$\operatorname{tg}^2 \varphi \approx \varphi^2 = (2\pi f \Delta t)^2 \quad \text{ha } \varphi \ll 1,$$

így $n = 12$ -szeres fedés esetén (6)-ból

$$\langle (\Delta t_{12})^2 \rangle = \frac{\langle (\Delta t_1)^2 \rangle}{12} \left[1 + \left(1 - \frac{1}{12} \right) \cdot 12 \frac{N_{12}^2}{S_{12}^2} \right],$$

vagyis az „összegzetlen” valódi fluktuáció.

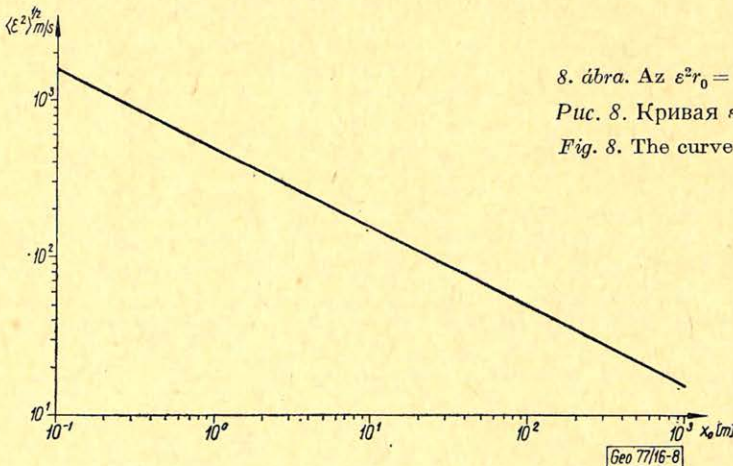
$$\langle (\Delta t_1)^2 \rangle = \frac{12 \langle (\Delta t_{12})^2 \rangle}{1 + \left(1 - \frac{1}{12} \right)^2 \cdot 12 \cdot \frac{N_{12}^2}{S_{12}^2}}. \quad (8)$$

Első közelítésben, feltételezve, hogy a stacking szelvény jel/zaj viszonya „igen nagy”:

$$\langle (\Delta t_1)^2 \rangle \approx 12 \cdot \langle (\Delta t_{12})^2 \rangle, \quad (9)$$

vagyis az összegzés során a beérkezési idők fluktuációja mintegy 12-szeresére csökken.

A 4. pontban kapott $\varepsilon^2 r_0 \approx 20\,535 \text{ m}^3/\text{sec}^2$ helyett így az $\varepsilon^2 r_0 \approx 246\,420 \text{ m}^3/\text{sec}^2$ becsléshez jutunk (8. ábra). Az inhomogeneitások pontos becsléséhez – (8) szerint – meg kell határoznunk a 12-szeres szelvény jel/zaj viszonyának alakulását a beérkezési idő (mélység) függvényében.



8. ábra. Az $\varepsilon^2 r_0 = 246\,420 \text{ m}^3/\text{sec}^2$ görbe
 Рис. 8. Кривая $\varepsilon^2 = 246\,420 \text{ м}^3/\text{сек}^2$.
 Fig. 8. The curve $\varepsilon^2 r_0 = 246\,420 \text{ m}^3/\text{sec}^2$

6. A jel/zaj viszony meghatározásához új módszert dolgoztam ki, amely 2-dimenziós autokorrelációs függvény*** számításán, és a horizontális korrelációs távolság mélységgel való változásának analizisén alapul.

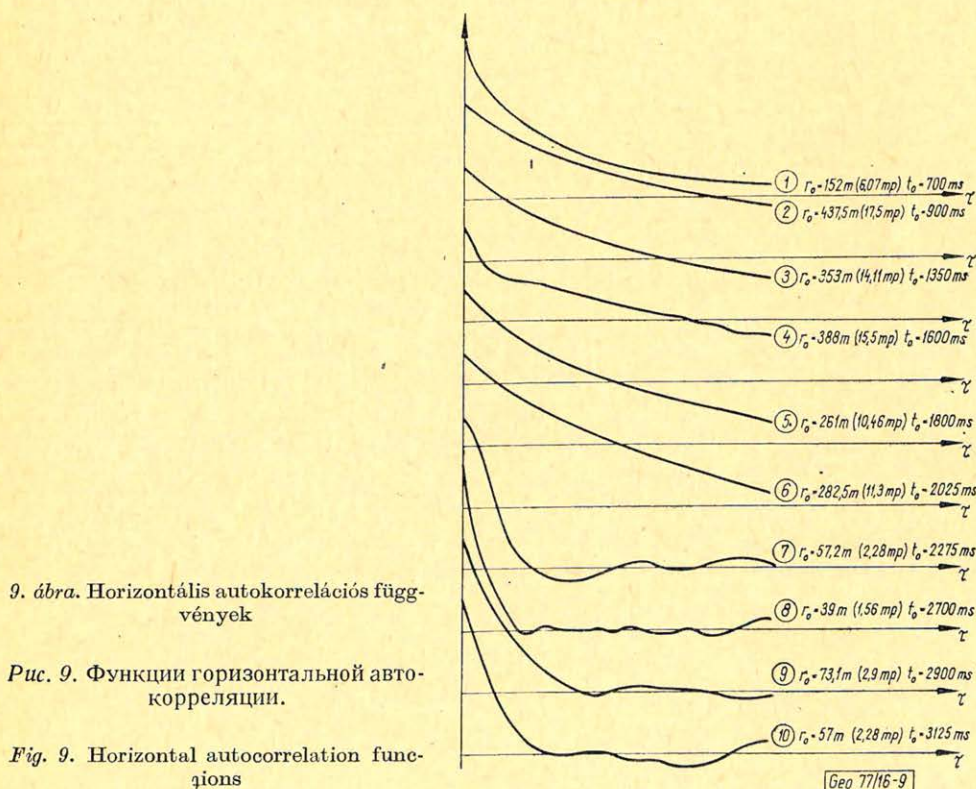
*** A 2-dimenziós autokorrelációs függvény programját Sipos József (ELGI) készítette.

A VÉ-22/76 szelvény megjelölt helyén (l. 1. ábra) a szelvény szűretlen változatából 10 idő-kapuban *horizontális* autokorrelációs függvényt számítottam. A horizontális autokorrelációs függvény számítása az

$$R(l \cdot \Delta x) = \langle Y[k\Delta x, t_0] \cdot Y[(k+l)\Delta x, t_0] \rangle / R(0) \quad (10)$$

képlet alapján történt, ahol $Y(x, t_0)$ az x koordinátájú mélységponthoz tartozó összegsatorna t_0 időpontbeli adata, és $R(0) = \langle Y^2(x, t_0) \rangle$.

A (10) képletben az átlagképzés 100–150 időadatra és 100 egymás melletti stackingsatornára történik. A 9. ábrán a 10 autokorrelációs függvény látható, a görbék melletti t_0 paraméter az időkapu középpontja, x_0 (méter és mélységpont egységben) a horizontális korrelációs távolság, vagyis az a távolság ahol a korrelációs $1/e$ -ed részre csökken. Feltűnő a 7 és 8-as autokorrelációs függvény oszcilláló jellege: ez (l. KORVIN 1977 b) a kérdéses időkapuban *robbantás-keltett, szórt zajok jelenlétére utal*. Az 1. korrelációs függvény – a szelvény alapján – igen rossz szakaszra vonatkozik, a 2–3–4–5–6 időkapukat reflexiós szintek körül vettem fel, a 9–10 időkapuban *szórt zajokkal interferáló reflexiós szintet várhatunk az alaphegység alatt*. Valóban a 9–10 korrelációs függvény jellege kevéssé oszcilláló exponenciális, tehát *hasonló* a 2–3–4–5–6 függvényekhez.



9. ábra. Horizontális autokorrelációs függvények

Рис. 9. Функции горизонтальной автокорреляции.

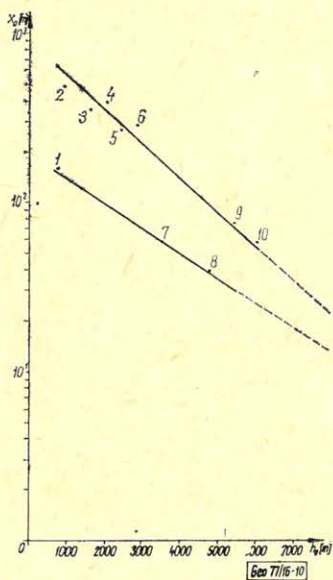
Fig. 9. Horizontal autocorrelation functions

Geo 77/16-9

7. A 9. ábrán látható autokorrelációs függvényekhez tartozó horizontális korrelációs távolságokat a *mélység* függvényében a 10. ábra szemlélteti. Látható, hogy a 9–10 görbéhez tartozó értékek a „reflexiós törvényt” követik, az 1–7–8 zajok korrelációs törvénye ettől eltérő. Ez a 2800–3400 ms közötti *reflexiós szint* létezését bizonyítja. A két görbét gondolatban meghosszabbítva (10. ábra, szaggatott vonal) azok mintegy 12 km mélységben metszik egymást. Ez azt sejteti, hogy az adott területen, a felhasznált lövési rendszer és mérési technika mellett a reflexiós módszer *behatolóképessége* mintegy 12 km: *nagyobb mélységből jövő esetleges reflexiók koherenciája a zajénál kisebb lesz.* A 2–3–4–5–6–9–10 pontok alapján a reflexiókhoz tartozó $x_0(h)$ függvény a legkisebb négyzetek módszerével az

$$x_0 = 749 \cdot 4 x \cdot e^{-h \cdot 4,22 \times 10^{-4}} \quad (11)$$

empirikus formulával közelíthető (ahol h a mélység; x_0 , h méter)



10. ábra. A horizontális korrelációs távolság a mélység függvényében

Рис. 10. Расстояние горизонтальной корреляции в зависимости от глубины.

Fig. 10. The horizontal correlation distance as a function of depth

8. A jel/zaj viszony meghatározásához először meg kell találnunk a *reflexiós szintek* körüli *horizontális autokorrelációs függvény exponenciális alakjának elméleti magyarázatát.* Tekintsünk először egy olyan szeizmikus szelvényt, ahol az adatokat *előjeleikkel helyettesítettük.* Tekintsük az x -ik csatorna rögzített időponthoz tartozó a (x) adatát, legyen

$$\left. \begin{aligned} p^{++} & \text{ annak valószínűsége, hogy } a(x) > 0 \text{ és } a(x+1) > 0, \\ p^{+-} & \text{ annak valószínűsége, hogy } a(x) > 0 \text{ és } a(x+1) < 0, \\ p^{--} & \text{ annak valószínűsége, hogy } a(x) < 0 \text{ és } a(x+1) < 0, \\ p^{-+} & \text{ annak valószínűsége, hogy } a(x) < 0 \text{ és } a(x+1) > 0. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

A szimmetria miatt $p^{++} = p^{--}$; $p^{+-} = p^{-+}$; legyen $p^{++} = p$, $p^{+-} = Q$

$(p + Q = 1)$, akkor a (12) Markov láncot a

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} p & Q \\ Q & p \end{pmatrix}$$

átmeneti – valószínűség – mátrix írja le. Az

$$R(n) = \langle \text{sgn } a(x) \cdot \text{sgn } a(x+n) \rangle \quad (13)$$

autokorrelációs függvény kiszámításához felhasználjuk, hogy az n -lépéses átmenetek valószínűségeit a \mathbf{T} mátrix n -ik hatványának

$$\mathbf{T}^n = \begin{pmatrix} p^{(n)} & Q^{(n)} \\ Q^{(n)} & p^{(n)} \end{pmatrix} \quad (14)$$

elemei szolgáltatják (JAGLOM et al. 1959.) Így

$$R(n) = P[a(x) > 0] \cdot p^{(n)} - p[a(x) > 0] \cdot Q^{(n)} - P[a(x) < 0] \cdot Q^{(n)} + \\ + P[a(x) < 0] \cdot p^{(n)} = P^{(n)} - Q^{(n)}. \quad (15)$$

A \mathbf{T} mátrixot

$$\mathbf{T} = p \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + Q \cdot \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (16)$$

alakban írva, és felhasználva, hogy

$$\left. \begin{aligned} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^{2k} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^{2k+1} &= \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \end{aligned} \right\} k = 0, 1, 2, \dots; \quad (17)$$

$$\mathbf{T}^{(n)} = \left[p \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + Q \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \right]^n = \sum_{k=0}^n p^{n-k} Q^k \binom{n}{k} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^k = \\ = \begin{bmatrix} \sum_{k=0}^n p^{n-k} Q^k \binom{n}{k} & \sum_{k=0}^n p^{n-k} Q^k \binom{n}{k} \\ k \text{ páros} & k \text{ páratlan} \\ \sum_{k=0}^n p^{n-k} Q^k \binom{n}{k} & \sum_{k=0}^n p^{n-k} Q^k \binom{n}{k} \\ k \text{ páratlan} & k \text{ páros} \end{bmatrix}. \quad (18)$$

Így (15) alapján

$$R(n) = p^{(n)} - Q^{(n)} = \sum_{\substack{k=0 \\ k \text{ páros}}}^n p^{n-k} Q^k \binom{n}{k} - \sum_{\substack{k=0 \\ k \text{ páratlan}}}^n p^{n-k} Q^k \binom{n}{k} = (p - Q)^n. \quad (19)$$

(A \mathbf{T} mátrix n -ik hatványának levezetése – általánosabb esetben – FERSCHL 1970 vagy KUNT 1975-ben található.)

Felhasználva, hogy $P + Q = 1$; és feltételezve, hogy $P > Q$:

$$R(n) = \langle \text{sgn } a(x) \cdot \text{sgn } a(x+n) \rangle = (p-Q)^n = e^{n \log(p-Q)} = e^{n \log[1-2(1-p)]} \approx e^{-2(1-p) \cdot n}, \quad (20)$$

vagyis a korrelációs távolság

$$\xi_0 \approx \frac{1}{2(1-p)}, \quad (21)$$

ahol P annak a valószínűsége, hogy két egymásután következő csatorna megfelelő adata megegyező előjelű. Az előzőekben szereplő x_0 helyett a ξ_0 használata arra utal, hogy (20) az előjelezett adatok korrelációs távolsága. Tételezzük most fel, hogy két egymás melletti csatornán az

$$S + N_1, \quad S + N_2$$

amplitudók találhatók, ahol S a koherens jelamplitudó, N_1 és N_2 független, 0 várható értékű, N^2 szórásnégyzetű zajok. Jelölje $N(0,1)$ az 1-re normalizált, 0 várható értékű, normális eloszlású zajt. Ekkor

$$P = p[\text{sgn}(S + N_1) = \text{sgn}(S + N_2)] = 1 - p[\text{sgn}(S + N_1) \neq \text{sgn}(S + N_2)] = 1 - 2p[N > -S] \cdot p[N < -S] = 1 - 2p^*(1 - p^*),$$

ahol

$$p^* = p(N < -S) = p\left[N(0, 1) < -\frac{S}{N}\right]. \quad (22)$$

A (21) alapján

$$\xi_0 \approx \frac{1}{2(1-p)},$$

de $p = 1 - 2p^*(1 - p^*)$, vagyis

$$\xi_0 \approx \frac{1}{4p^*(1 - p^*)}. \quad (23)$$

A P^* valószínűség értékét (22) szerint normális eloszlásfüggvény-táblázatból meghatározva, az előjelezett adatok korrelációs távolsága (mélységpont egységben) és az S/N jel/zaj viszony közötti összefüggése a 11. ábrán látható.

9. Hátra van még az eredeti adatokkal nyert x_0 horizontális korrelációs távolság és az S/N közötti összefüggés levezetése. Ehhez TOMODA 1956. nevezetes eredményét használjuk (l. még FREY 1970 p. 119; AKI 1973), mely szerint ha ϱ -val jelöljük két normális eloszlás valószínűségi változó előjelének korrelációs függvényét, r -el az eredeti változók korrelációs függvényét, akkor

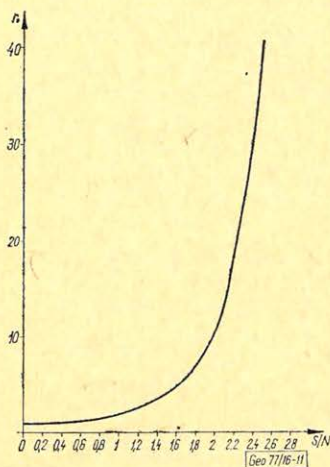
$$r = \sin\left(\frac{\pi}{2}\varrho\right). \quad (24)$$

A (24) felhasználásával egyszerű számolással a ξ_0 és x_0 korrelációs távol-

ságok között a

$$\xi_0 = \frac{-x_0}{\log \left[\frac{\pi}{2} \arcsin \frac{1}{e} \right]} = \frac{x_0}{1.4278} \quad (25)$$

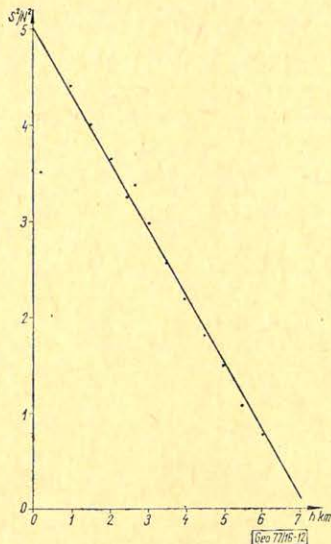
összefüggésre jutunk. A (25) összefüggés és a 11. ábra segítségével meghatároztam az $x_0 - (S/N)$ összefüggést és ebből – az x_0 (11) szerinti mélységfüggését felhasználva – a reflexiók szintek jel/zaj viszonyának mélységfüggését (12. ábra).



11. ábra. A ξ_0 korrelációs távolság és a jel/zaj viszony közötti összefüggés

Рис. 11. Связь корреляционного расстояния ξ_0 с отношением сигнал/шум.

Fig. 11. Relationship between the correlation distance ξ_0 and the signal/noise ratio



12. ábra. A reflexiók szintek jel/zaj viszonyának mélységfüggése

Рис. 12. Зависимость отношения сигнал/шум отражающих горизонтов от глубины.

Fig. 12. Depth dependence of the signal/noise ratio corresponding to the reflecting horizons

10. A (reflexiók szintekhez tartozó) jel/zaj viszony négyzete (l. 12. ábra) a mélységgel lineárisan csökken, az

$$\frac{S^2}{N^2} = (2.26)^2 - 0.72 h \quad (h = \text{km}) = \quad (26a)$$

$$= (2.26)^2 [1 - 0.141 h] \quad (26b)$$

törvényszerűség szerint. (A görbe $h = 7$ km-en túl nincs értelmezve.) Mielőtt a jel/zaj viszony ismeretében visszatérnék a közeg inhomogenitá-

sának becslésére, megkísérlem a rendkívül érdekes (26) empirikus törvény elméleti magyarázatát.

Mint ezt korábbi munkámban megmutattam (v. ö. KORVIN 1973, 1977 a), exponenciális autokorrelációs függvényű, vízszintesen rétegezett inhomogenitások átviteli függvénye, a többszörös szóródások figyelembevételével

$$\langle |T|^2 \rangle = 1 - \langle |R|^2 \rangle = 1 - \frac{\kappa L \varepsilon^2}{c_0^2} \frac{k_0^2}{k_0^2 + \kappa^2}, \quad (27)$$

ahol L a megtett út, $\kappa = \frac{1}{2r_0}$; r_0 az inhomogenitások korrelációs távolsága,

T a transzmissziós, R a reflexiós operátor. Feltételezve, hogy r_0 méter nagyságrendű (v. ö. KAC et al. 1969), a Vé-22/76 szelvényre

$$k_0^2 = \left(\frac{2\pi f_0}{c_0} \right)^2 \approx \left(\frac{2\pi \cdot 32}{2800} \right)^2 \approx 0.005 \ll 1,$$

és így a fenti kifejezés nevezőjében κ^2 mellett elhanyagolható, vagyis:

$$\langle |T|^2 \rangle \approx 1 - \frac{2r_0 \varepsilon^2 k_0^2}{c_0^2} L = 1 - \alpha^* L, \quad (28)$$

ahol bevezettem az

$$\alpha^* = \frac{2r_0 \varepsilon^2 k_0^2}{c_0^2} \quad (29)$$

jelölést.

Tételezzük most fel, hogy a méréseket N_0^2 alapzaj jelenlétében végezzük, és hogy S_0^2 energiájú *jel* hatol át az L vastagságú inhomogén összleten. (28) szerint az összleten áthatoló jel energiája $(1 - \alpha^* L)$ -szeresére csökken, az inhomogenitásokról származó, $\alpha^* L$ -el arányos rendezetlen reflexiók és belső többszörösök energiája a zajhoz adódik, így L út megtétele után a jel/zaj energia arány S_0^2/N_0^2 -ről

$$\frac{S^2}{N^2} = \frac{S_0^2(1 - \alpha^* L)}{N_0^2 + S_0^2 \alpha^* L} \quad (30)$$

-ra változik. (30)-at $\alpha^* L \ll 1$ hatványai szerint sorbafejtve:

$$\begin{aligned} \frac{S^2}{N^2} &= \frac{S_0^2(1 - \alpha^* L)}{N_0^2 + S_0^2 \alpha^* L} = \frac{S_0^2}{N_0^2} (1 - \alpha^* L) \frac{1}{1 + \frac{S_0^2}{N_0^2} \alpha^* L} = \\ &= \frac{S_0^2}{N_0^2} \left(1 - \alpha^* L - \frac{S_0^2}{N_0^2} \alpha^* L \right) + 0[(\alpha^* L)^3] \approx \frac{S_0^2}{N_0^2} [1 - \beta L], \end{aligned} \quad (31)$$

ahol

$$\beta = \left(1 + \frac{S_0^2}{N_0^2} \right) \alpha^* = \left(1 + \frac{S_0^2}{N_0^2} \right) \frac{2r_0 \varepsilon^2 k_0^2}{c_0^2}. \quad (32)$$

A 4. pontban meghatározott „látszólagos” (stacking-szelvényből becsült)

$$\varepsilon^2 r_0 \approx 20\,535 \text{ m}^3/\text{sec}^2$$

inhomogeneitásértéket, $S_0^2/N_0^2 = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{S^2}{N^2} = 5 \cdot 1076$ kezdeti jel/zaj viszonyt, $c_0 = 2800$ m/s sebességet, $f = 32$ Hz domináns frekvenciát feltételezve (32) szerint

$$\beta = 0.00015/\text{m} = 0.159/\text{km}$$

ami jól megegyezik a (26 b)-beli $\beta = 0.141/\text{km}$ empirikus értékkel.

11. A közeg valódi inhomogenitásának becsüléséhez a (8) és (26) formulákat és a $\Delta T_1^{2(12)}, \dots, T_6^{2(12)}$ értékeket használtam. A $\Delta T_i^{2(12)}$ értékeket két csoportba osztva, és átlagolva, a stacking szelvényen

$$t_0 = 1.240 \text{ sec körül } C_0 \approx 2335 \text{ m/s } (h \approx 1448 \text{ m}), \Delta T^{2(12)} \approx 2.2 \text{ ms}^2$$

$$t_0 = 2.010 \text{ sec körül } C_0 \approx 2813 \text{ m/s } (h \approx 2830 \text{ m}), \Delta T^{2(12)} \approx 1.7 \text{ ms}^2$$

így, egyszerű számolással, (2)-t is figyelembe véve

$$1448 \text{ m mélységben } \Delta T^{2(1)} = 7.6 \text{ ms}^2, \varepsilon^2 r_0 = 39006 \text{ m}^3/\text{sec}^2,$$

$$2830 \text{ m mélységben } \Delta T^{2(1)} = 4.9 \text{ ms}^2, \varepsilon^2 r_0 = 27\,104 \text{ m}^3/\text{sec}^2.$$

Az inhomogeneitás *mélységgel való csökkenése* összhangban van az elnyelődési együttható mélységfüggésére vonatkozó irodalmi adatokkal (l. KORVIN 1977a § 10.; MEYER és GRÄSSL 1976).

12. A beérkezési idők fent kapott szórásából a NIKOLAEV (1973) féle *g heterogeneitási faktor* is könnyen megkapható, hiszen (l. pl. NIKOLAEV és TREGUB 1970) reflexiók esetében

$$g = \frac{\langle \Delta T^2 \rangle (2\pi f)^2}{2h}. \quad (33)$$

NIKOLAEV méréseivel összhangban $f \approx 10$ Hz-et választva:

$$1448 \text{ m mélységben } g \approx 10 \times 10^{-3}/\text{km},$$

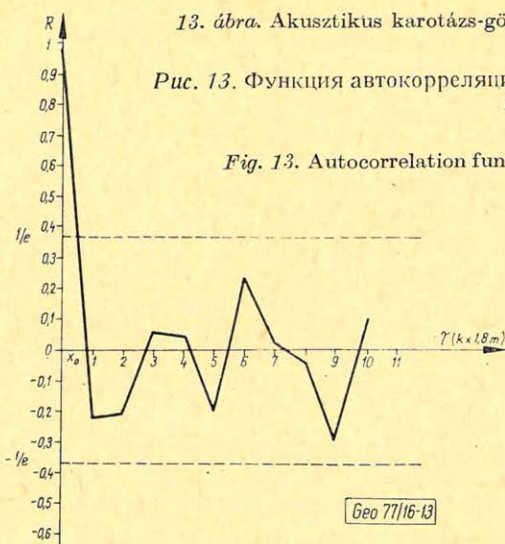
$$2830 \text{ m mélységben } g \approx 3 \times 10^{-3}/\text{km}$$

adódik, ami nagyságrendben megegyezik NIKOLAEV–TREGUB (*op. cit.*) kazahsztáni szeizmikus mélyszondázás eredményeivel. (l. az idézett cikk 2 A ábrájának a felső néhány km-re vonatkozó részét).

13. Végezetül néhány szót kívánok szólni az ε^2 és r_0 faktorok szétválasztásáról. Tekintsük példaként a 2830 m mélységre meghatározott $\varepsilon^2 r_0 = 27104 \text{ m}^3/\text{sec}^2$ inhomogeneitást. Mivel a sebességinhomogeneitások nagysága legalább $\pm 100 \div 200$ m/s, az üledékes összletek vertikális korrelációs távolsága – a vizsgált területen – nem nagyobb mint $0,6 \div 2,7$ m.

A szelvény felső részén ($h \approx 1500$ m; $\varepsilon^2 r_0 \approx 39\,000 \text{ m}^3/\text{sec}^2$) az $r_0 = 1 \div 2$ m érték a valószínű. Emlékeztetek KAC et al. (1969) $r_0 \approx 2$ m korrelációs távolságára és az O'DOHERTY és ANSTEY (1971) által közölt reflexiós együttható-sorozat autokorrelációs függvényéből a KORVIN (1973) 26.

Fig. 13. Autocorrelation function computed from acoustic well-logs



oldalán meghatározott $r_0 \approx 1.13$ m korrelációs távolságra. A 13. ábrán a GRÓH et al. (1971, 1. ábra) által közölt akusztikus karotázsgörbe 1000–1100 m közötti szakaszának TOMODA-módszerrel készült autokorrelációs függvényét mutatom be. A korrelációs távolság itt is kb. 0.9 m-nek adódik. Mivel ez nagyon közel áll a felhasznált szonda bázistávolságához (0.85 m), a szonda integrálóhatása miatt (FOSTER et al. 1962) a valódi korrelációs távolságra az $r_0 \leq 0.85$ m becslés tehető.

A 3. ábra szerint az inhomogeneitások *horizontális* korrelációs távolsága 250 ÷ 300 m körüli, ez közel áll BEAUDET (1970)-nek egy föld alatti atomrobbantás által keltett longitudinális hullámok 90 km-es úton való csillapodásából meghatározott $r_0 = 204$ m értékéhez. Szeizmológiai mérésekből ($< 1\text{ Hz}$) AKI 1973 a kéreg felső 60 km-es szakaszára 10 km korrelációs távolságot, CAPON 1974, 136 km mélységig 12 km korrelációs távolságot, és $\varepsilon/c_0 = \pm 4\%$, ill. $\pm 1,9\%$ sebességinhomogeneitást talált.

Ezúton mondom köszönetet az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt vezetőségének, hogy a részükre mért szelvény anyagának felhasználásához hozzájárultak és munkatársaimnak, akik a szelvény mérését és feldolgozását végezték és akikkel a közölt analízis kapcsán gondolataimat megoszthattam.

IRODALOM

- Aki, K. 1973: Scattering of P-waves under the Montana LASA. *J. Geoph. Res.* 78 No 8 pp 1334–1346.
- Beudet, P. R. 1970: Elastic wave propagation in heterogeneous media. *Bull. Seism. Soc. Am.* 60 No 3 pp 769–784.
- Berteussen, K. A. – Christoffersson, A. – Husebye, E. S. – Dahle, A. 1975: Wave scattering theory in analysis of P-wave anomalies at NORSAR and LASA. *Geoph. J. R. astr. Soc.* 42 No 2 pp 403–417.
- Capon, J. 1974: Characterization of crust and Upper Mantle structure under LASA as a random medium. *Bull. Seism. Soc. Am.* 64 No 1 pp 235–266.

- O'Doherty, R. F. – Anstey, N. A. 1971: Reflections on amplitudes. *Geoph. Prosp.* 19 No 3 pp 430 – 458.
- Ferschl, F. 1970: *Markovketten*. Lecture Notes in Operations Research and Math. Systems. Springer, Berlin.
- Foster, M. R. – Hicks, W. G. – Nipper, J. T. 1962: Optimum inverse filters which shorten the spacing of velocity logs. *Geophysics* 27 No 3 pp 317 – 326
- Frey, T. 1970: *Sztochasztikus folyamatok*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Gróh, E. – Karas, Gy. – Korvin, G. – Lendvai, K. – Sipos, J. 1971: Vücsiszlányie szinteticeszkih szeizmogrammm po krivium akuszticeszkovo karotázsa. *Geof. Közl.* 20 Nos 1 – 2 pp 23 – 40.
- Jaglom, A. M. – Jaglom, I. M. – Hincsin, A. Ja. 1959: *Az információelmélet matematikai alapjai*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Kac, Sz. A. – Kondratovics, Ju. V. – Iszaev, V. Sz. – Vilkova, E. Sz. 1969: Vlijányie szlucsajnoj szstrukturü pacski szlojev na dinamiciceszkie karakterisztki otrazsennoj volni. *Prikl. Geof.* 55 pp 70 – 80.
- Kaszás, M. – Korvin, G. – Sággy, Gy. 1968: *Tanulmányi jelentés OKGT GKÜ és ELGI Irattára*.
- Korvin, G. 1973: Certain problems of seismic and ultrasonic wave propagation in a medium with inhomogeneities of random distribution. *Geof. Közl.* 21 Nos 1 – 4 pp. 5 – 34.
- Korvin, G. 1976: Seismic wave propagation in media of randomly inhomogeneous velocity distribution, 21. *Geof. Szimp.* Lipse.
- Korvin, G. 1977a: Certain problems of seismic and ultrasonic wave propagation in a medium with inhomogeneities of random distribution. II. Wave attenuation and scattering on random inhomogeneities. *Geof. Közl.* 24, 2. pótfüzet pp 3 – 38.
- Korvin, G. 1977b: Correlation properties of source-generated seismic noise. *Acta Geoph. Geod. Mont.* (megjelenőben)
- Kunt, M. 1975: A statistical model for correlation functions of two-level digital facsimiles. *Proc. IEEE* 63 No 2 pp 327 – 329.
- Meskó, A. – Rádlér, B. 1969: A jel és koherens zajok NMO-jai eloszlásának szerepe többsatornás optimumszűrők tervezésében. *Geof. Közl.* 18 No 4 pp 69 – 77.
- Meyer, H. – Grässl, St. 1976: A new method of inverse filtering of seismic records. 21. *Geof. Szimp.*, Lipse.
- Nikolaev, A. V. 1973: *Szeizmika nyednorodnüh i mutnüh szred*. Nauka, Moszkva.
- Nikolaev, A. V. – Tregub, F. S. 1970: A statistical model of the earth's crust: Method and results. *Tectonophysics* 10 Nos 5/6 pp 573 – 578.
- Sággy, Gy. – Zelei, A. 1975: Advanced method for self-adaptive estimation of residual static corrections. *Geoph. Prosp.* 23 No 2 pp 259 – 274.
- Tomoda, Y. 1956: A simple method for calculating the correlation coefficients. *J. Phys. Earth.* 4 pp 67 – 70
- Tyapkin, K. F. – Golizdra, G. Ya. 1975: Application of transformation of potential fields for their quantitative interpretation. *Proc. 20th Geoph. Symp.* (Szentendre) pp 135 – 144.

Könyvszemle

J. Verő: The use of the pulsations in the diagnostics of the magnetosphere (A pulzációk alkalmazása a megnetszféra diagnosztizálásánál).

Communications of the Geodetical and Geophysical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences (Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetének Közleményei) 3. sz. Sopron 1976. Sokszorosított kiadvány.

A kiadvány egy 1973-ban készült disszertációt tartalmaz, mely első részében igen jó áttekintő összefoglalást ad a földmágnese pulzációk természetéről, osztályozásáról, alapvető tulajdonságairól, keletkezésük okairól stb. A további részek a lehetséges alkalmazásokat tárgyalják. Az összeállítást számos ábra teszi teljesebbé és 48 irodalmi utalás egészíti ki. Az 56 oldal terjedelmű kis munka igen alkalmas arra, hogy általános tájékozódást nyerjünk a tárgyalt problémakör mai állásáról.

Ünnepi megemlékezés Sopron és a magyar geofizika kapcsolatáról

Dr. TÁRCZY HORNOCH ANTAL akadémikus*

A soproni geofizikusok nevében őszinte örömmel köszöntöm én is a Magyar Geofizikusok Egyesületének Sopron szabad város 700 éves évfordulója alkalmából itt rendezett vándorgyűlését.

Nem lesz talán egészen érdektelen, ha ez alkalommal a geofizika és Sopron kapcsolatáról röviden megemlékezem.

Kezdhetnők mindjárt azzal, hogy Eötvös Lorándnak kiváló munkatársa, majd az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetnek hosszabb időn keresztül igazgatója, Egyesületünk volt társelnöke és tiszteleti tagja, Renner János Sopronban született. Középiskolai tanulmányait is itt végezte és szoros kapcsolatot tartott az akkori soproni főiskolával, amely már 1932-ben kötelező tárgyként bevezette a bányamérnök hallgatók részére bányászati kutató mérések címmel az alkalmazott geofizikát.

A felszabadulás után, 1947-ben megindult Sopronban a földtudományokat felölelő bányakutatómérnök tagozat, s ugyanezen évben már magántanárt is képesítettek Sopronban az alkalmazott geofizika tárgyköréből. A Népgazdasági Tanács 1951. évi július 1-i határozata alapján 1951 őszén megkezdődött Sopronban a geofizikusmérnök-képzés és ehhez javaslatunkra felállították az alkalmazott geofizikai tanszéket, amely az egyetem bányászati karával együtt Miskolcon folytatja munkáját.

Még 1947-ben kezdte meg tudományos működését Sopronban a Geodéziai és Geofizikai Munkaközösség is, amelyből 1955-ben a Magyar Tudományos Akadémia Sopronban két kutató laboratóriumot szervezett. Ebből keletkezett 1971-ben szintén Sopronban a két rokon tudományszakot összefogó Magyar Tudományos Akadémia Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, amelynek szeizmológiai része Budapesten működik. A Geofizikai Főosztály három osztályból áll és Sopronban főleg a Föld elektromágneses jelenségeit kutatják az ionoszféra, a magnetoszféra és a Föld belső szerkezetének megismerése céljából. Erre szolgálnak a Nagycenk melletti elektromágneses obszervatórium mágneses, földiáram- és ionoszféra-mérései is.

A gravitációs kutatások a geofizika szempontjából is igen fontosak, s így a soproni Intézet sopronkertvárosi gravitációs obszervatóriuma a geofizikai kutatásokhoz is hasznos adatokat szolgáltat.

Megemlítésre méltó még, hogy Sopronban geofizikai műszerek is készülnek, a Gamma Művek itteni gyáregységében; ezek igen jelentős része értékes exportáru és hogy a Földtani Hivatal soproni részlegénél is működik geofizikus.

A soproni geofizikusok kivették és kiveszik a maguk részét a publikációkból mind a hazai, mind a külföldi kiadványokban. Igyekeznek résztvenni Egyesületünk különböző munkáiban is. Egyesületünk soproni csoportja húsz év

* Elhangzott a Magyar Geofizikusok Egyesületének 9. vándorgyűlésén Sopronban.

óta működik, s a soproni geofizikusoknál kívül számos kiváló hazai és külföldi geofizikus tartott itt előadást, sőt nemzetközi jellegű geofizikai tudományos rendezvények is voltak már Sopronban.

Nagy öröm és megtiszteltetés számunkra, hogy Sopronban köszönhetjük Egyesületünk 9. Vándorgyűlésének résztvevőit. Igen hálásak vagyunk előadóinknak értékes munkájukért és mindent elkövetünk, hogy jól érezzék magukat mindnyájan körünkben.

Lapszemle

Műszaki Élet XXXII. évf. 3. sz. 1977. febr. 11.

Aujeszky L.: Gömbvillám okozta robbanások, 20. old.

Műszaki Élet XXXII. évf. 4. sz. 1977. febr. 25.

Egyed L.: A kontinensek vándorlása, 1. és 18. old.

Műszaki Élet XXXII. évf. 5. sz. 1977. márc. 11.

Egyed L.: Mi baj van a földgolyóval? 1. és 18. old.

Borsodi Műszaki és Ipargazdasági Élet XXII. évf. 2. sz.

Ádám O.: Földtani Kutatások Észak-Magyarország területén a IV. öt éves tervben, és a következő tervidőszak célkitűzései, 15–17. oldal.

T. G.

Geonomia és Bányászat 8. köt. 1–2. sz., 1975.

Szádeczky-Kardoss E.: Az univerzális ciklustörvény.

Szádeczky-Kardoss E.: A kéregmozgás-vizsgálatok nemzetközi mérlege.

Barta Gy.: Az IGP 6. munkacsoportja hazai bizottságának tevékenysége és tudományos eredményei.

Béll B. – *Bodolainé Jakus E.* – *Endrődy G.* – *Kozák B.*: A planetáris határréteg kutatása Magyarországon.

Géczy B.: A Jura-időszak klímája lemeztektonikai megvilágításban.

Bartha G.: Lokális kéregmozgások vizsgálata az árapálykutatásban.

Szolnoki J.: Baktériumok szerepe a fémek mobilizációjában és felhalmozódásában.

Posgay K.: Földkéreg és -köpenykutatás az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben.

Balogh K.: AK – AR módszer hazai alkalmazásának lehetőségei.

Kis K.: Összefoglalás az ELTE Geofizikai Tanszékén a geodynamikai program keretében végzett paleomágneses vizsgálatokról.

I. P. Geraszimov – *A. V. Zsivago* – *Sz. Sz. Korzsujev*: A globális lemeztektonika geomorfológiai és ősföldrajzi aspektusai.

Pécsi M.: A Kárpát – Balkán térség geomorfológiai térképéről.

Barta Gy.: A Föld mágneses tere okáról.

Szádeczky-Kardoss E. – *Tárczy-Hornoch A.*: Az Akadémia szerepe a földtudományok 150 éves fejlődésében.

Barta Gy. – *Béll B.* – *Pécsi M.*: A magyar földtudomány szerepe a nemzetközi együttműködésben.

Fülöp J. – *Nemez E.* – *Zámbó J.*: A föld- és bányászati tudományok szerepe ásványkin-cseink feltárásában.

Tárczy-Hornoch A.: A geodézia a föld dinamikus jelenségeinek mérése szolgálatában.

P. Savic – *D. Trifunovic*: Földmodell a nagy nyomású alatt álló anyagok elmélete alapján.

Barta Gy.: Megjegyzés P. Savic és D. Trifunovic földmodell elgondolásához.

Bodzay I.: A szénhidrogén genezis és prognózis.

Bencze P. – *Mészáros E.*: A légkör szerkezete és felosztása, a nomenklatúra kérdései.

Ádám A.: A geofizika perspektíváiról a MGE 20. Szimpóziumán.

T. G.

A földi elektromágneses térre vonatkozó vizsgálatok szerepe a geoelektromos műszer- és módszerkutatásban*

Dr. ÁDÁM ANTAL, MTA GGKI, Sopron

Obszervatóriumi tevékenységről és magaslégekutatásról

A MTA GGKI (Sopron) az 1957–58. évi Nemzetközi Geofizikai Év óta működteti Nagycenk melletti obszervatóriumát. A tellurikus regisztrálás 1957 augusztusa óta – 20 éve – folyamatos. 1960-ban állítottuk fel a La Cour rendszerű mágneses variométereinket és egészült ki a tellurikus regisztrálás a mágnesessal. Sajátos, periódus-csoportok szerinti bontásban közöljük éves obszervatóriumi jelentéseinkben az elektromágneses tevékenység időbeli változását. Különösen részletesen jellemezzük az elektromágneses pulzációs tevékenységet napi gyakorisági és energetikai (amplitúdó-) indexekkel. Adatközlésünk tehát tendenciózusan eltér a hagyományos formáktól. Az eltérés oka részben az Intézet szakmai múltjában, részben a jelenében gyökerezik. A hazai obszervatóriumi tellurikus regisztrálás szükségessége a terepi tellurikus kutatások (TT) során fogalmazódott meg. A hagyományos TT egyik gyenge, de ugyanakkor más vonatkozásban hasznosítható oldalát: az area periódusfüggését viszonylag korán felismertük. – A jelenlegi kutatásaink jó feloldóképességű, hosszú folyamatos regisztrálási anyag birtokában az elektromágneses pulzációk keletkezésének vizsgálatára, illetve ezen keresztül a magnetoszféra-fizikára koncentrálnak.

Az elmúlt 20 év alatt pulzációkutatásunk jelentős fejlődésen ment keresztül. Ma már éppen a fent említett (1–5 fokozatú) karakterszámok, vagy pulzációs indexek segítségével fontos magnetoszféra- és napfizikai-paramétereket (pl. a magnetopauza mérete, a napszél sebessége) tudunk meghatározni pl. a legnagyobb valószínűség elve alapján. Legújabb vizsgálatainkkal a műholdakon mért interplanetáris mágneses tér (IMF) és a pulzációk paramétereinek kapcsolatát kutatjuk. Eredményeink experimentális bizonyítékát adják a magnetopauzán kívüli pulzációkeletkezési elméletnek, amelynek egyik változatát Kovner szovjet elméleti fizikus dolgozta ki, aki jelentős mértékben épít adatainkra.

Az 1976-os évben a pcl, vagy gyöngy típusú pulzációk, sajátos nagyérzékenységű technikát igénylő regisztrálásának bevezetésével teljessé vált obszervatóriumunkban a pulzációs spektrum (0,3–600 sec) megfigyelése. E sajátos pulzációk érdekes információkat hordoznak a sugárzási övön kívüli plazma-instabilitásokról.

* Elhangzott a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1977. évi soproni vándorgyűlésén.

A kozmikus geofizikához tartozó és ma még jórészt elvontnak tűnő vizsgálataink több vonatkozásban hasznosíthatók a geoelektromágneses műszer- és módszerkutatásokban. A kapcsolódás területei a következők:

a) *Műszerszerkesztésnél* az elektromágneses tevékenység a természetes tereket alkalmazó módszereknél meghatározza a műszer alapérzékenységét, használható frekvenciatartományát, míg a mesterséges jelekkel dolgozó módszereknél a kiszűrendő zavarjel nagyságát és spektrumát.

b) *A mérések tervezésénél* célszerű az elektromágneses tevékenység periódicitásai alapján a mérésekre legkedvezőbb időszakokat kiválasztani.

c) A természetes tereket használó *elektromágneses indukciós módszerek elmélete* bizonyos kezdeti feltevésekből indul ki a forrástér jellemzésénél. A kozmikus geofizika azáltal, hogy elméleti és gyakorlati módszereivel meghatározza a forrás fizikai sajátosságait, alapvetően hozzájárul a módszer tökéletességéhez, illetve teljesítőképességének reális megítéléséhez.

Itt kell még megemlíteni azt a hazai gyakorlatot, hogy főként obszervatóriumi célra kikísérletezett geoelektromágneses (elektromos és mágneses) műszereinket közvetlenül is adaptálta az alkalmazott geofizika.

A továbbiakban a fentieket néhány példával kívánjuk igazolni és szemléltetni.

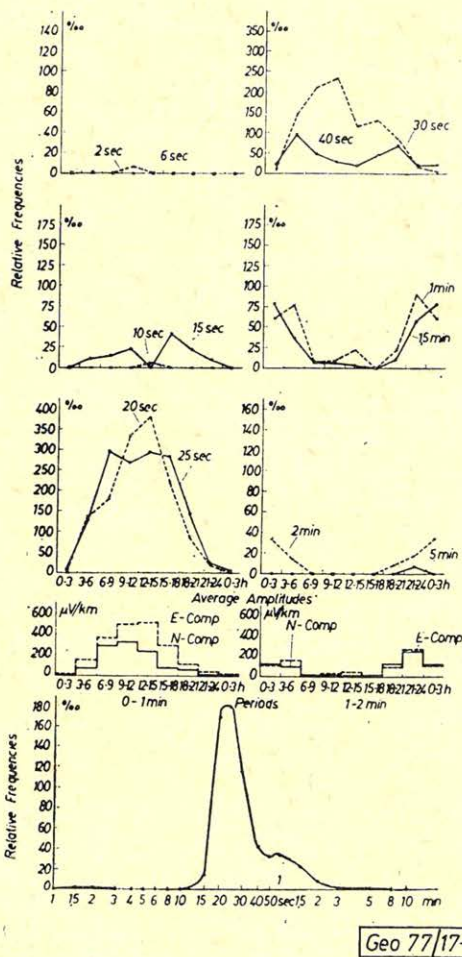
Ad *a)* A Nagycenk melletti obszervatórium éves jelentésében 1973-ig grafikonok formájában közöltük a földi áramok néhány kiválasztott periódusú pulzációjának napszakszerinti gyakorisági és amplitúdóeloszlását 2–2 hónapra vonatkozóan, valamint a pulzációk átlagos spektrumát (1. ábra). 1974-től kezdve már $\mu\text{V}/\text{km}$ -ben táblázatosan adjuk meg 3 órás időintervallumokra és 12 perióduscsoportra a pulzációk átlagos havi amplitúdóját (2. ábrán levő táblázat).

Ezek az adatok egy átlagos magyar medenceszerkezet esetén (1500 m vastag üledék), amelyet az obszervatórium területe is képvisel, irányadók a tellurikus műszerek alapérzékenységének, érzékenységfokozatainak, periódustartományának megválasztásában. A DESZ, vagy egyéb nagy MN távolsággal dolgozó mesterséges szondázásnál a várható tellurikus zavartérről tájékoztatnak, amelyet műszeresen, vagy a számítógépes feldolgozással kell kiszűrni (Adataink – galvanométereink önperiódusát figyelembe véve – reális képet csak 10 sec felett mutatnak. Ennél kisebb periódusoknál az amplitúdókat a galvanométer frekvenciakarakterisztikája alapján korrigálni kell.)

Intézetünk ugyan a $pc1$ periódustartományt (0,2 – 5 sec) kivéve elsősorban a tellurikus pulzációkat vizsgálja, de az obszervatórium magnetotellurikus szondázási görbéi lehetőséget adnak a tellurikus átlagos amplitúdók átszámítására a megfelelő mágneses komponensekre a jól ismert $\varrho = 0,2 T \left(\frac{E}{H} \right)^2$ képletből kiindulva a

$$H = 0,2 T E^2 / \varrho$$

formulával. A $pc1$ pulzációk amplitúdóeloszlását közvetlenül a horizontális mágneses komponensekre tudjuk megadni. Ebben az esetben a tellurikus teret kell számítani. A 3. ábrán a különböző amplitúdójú gyöngypulzációk (1 mm – 1,5 m^2 1 Hz-nél) exponenciális eloszlását mutatjuk be. A további morfológiai



1. ábra. Néhány különböző periódusú pulzáció előfordulási gyakorisága és közepes amplitúdója, továbbá a pulzációs spektrum 1973. január és február folyamán. (Kivonat a MTA GGKI 1973. évi EM obszervatóriumi jelentéséből)

Рис. 1. Частота возникновения и средняя амплитуда некоторых пульсаций с различным амплитудами, далее, спектр пульсаций за январь и февраль 1973 г.

(Резюме по отчету электромагнитной обсерватории Исследовательского института АН ВНР по геодезии и геофизике за 1973 г.).

Fig. 1. Frequency of occurrences and average amplitude of several pulsations with various periods as well as pulsation spectra for January and February 1973.

(Abstract from the Report of the EM Observatory of the Geodetical and Geophysical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences for 1973).

vizsgálatok eredményével külön tanulmányban foglalkozunk (Ádám és Czuczorné, 1976).

A fenti obszervatóriumi téradatoknak jelentős szerepe volt az Intézetben korábban kifejlesztett tellurikus regisztrálók és az elmúlt néhány év alatt kidolgozott és a szaktársadalom részéről is használatba vett mágneses érzékelő műszerek (MTV-2 típusú mágneses variométer, illetve annak korszerűsített változata (4. ábra), valamint a különböző (kis- és nagyimpedanciás) indukciós szondák (5. ábra)) megszerkesztésében. Valamennyi további korszerűsítésnél, illetve újabb berendezések kialakításánál e téradatoknak meghatározó szerepük van.

Ad b) Már az első ábrán bemutatott gyakorisági diagramok, valamint a 2. ábra táblázata is eligazítanak bennünket annak megítélésében, hogy a tellu-

Geo 77/17-1

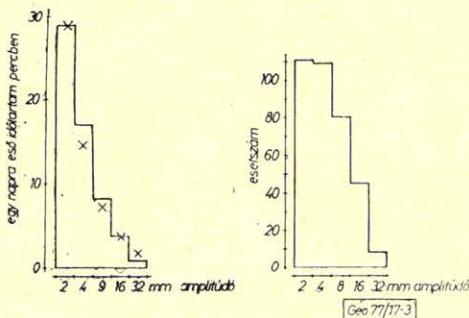
| LT | Periodus (sec) | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|
| | 1-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | 20-25 | 25-30 | 30-40 | 40-60 | 60-90 | 90-120 | 120-200 | 300-600 |
| 0-3 | 0 | 2 | 14 | 10 | 18 | 29 | 94 | 320 | 112 | 45 | 110 | 19 |
| 3-6 | 0 | 0 | 11 | 32 | 62 | 151 | 200 | 89 | 40 | 3 | 50 | 80 |
| 6-9 | 0 | 2 | 35 | 117 | 199 | 251 | 222 | 128 | 17 | 23 | 100 | 90 |
| 9-12 | 0 | 7 | 17 | 212 | 354 | 297 | 179 | 143 | 65 | 8 | 146 | 148 |
| 12-15 | 0 | 22 | 3 | 324 | 421 | 349 | 184 | 80 | 46 | 42 | 69 | 46 |
| 15-18 | 4 | 3 | 3 | 161 | 283 | 260 | 306 | 187 | 20 | 37 | 89 | 44 |
| 18-21 | 3 | 1 | 17 | 47 | 75 | 104 | 240 | 283 | 121 | 124 | 69 | 17 |
| 21-24 | 2 | 0 | 2 | 8 | 39 | 68 | 76 | 236 | 307 | 26 | 79 | 33 |
| átlag | 1 | 4 | 12 | 114 | 182 | 189 | 189 | 185 | 93 | 39 | 89 | 59 |

Geo 77/17-2

2. ábra. 12 pulzációs perióduscsoport átlagos havi amplitúdójának napszak szerinti változása (Kivonat a MTA GGKI 1974. évi EM obszervatóriumi jelentéséből)

Рис. 2. Изменение среднемесячной амплитуды группы 12 пульсационных периодов по частям дня (Резюме по отчету ЭМ обсерватории ИИ АН ВНР по геодезии и геофизике за 1974 г.)

Fig. 2. Variations of the average monthly amplitude of 12 pulsation period groups according to parts of the day (Abstract from the Report of the Em Observatory of the G.G.R.I. of the Hungarian Academy of Sciences for 1974)



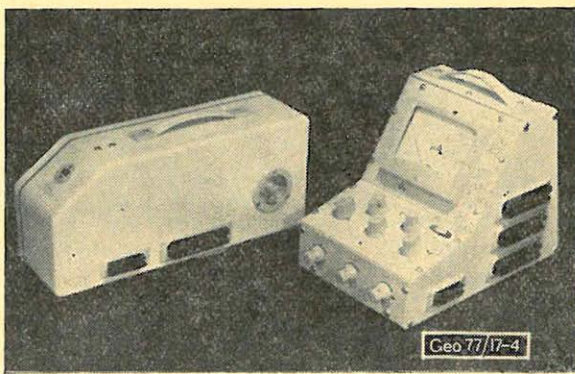
Geo 77/17-3

3. ábra. A pc 1 típusú pulzációk amplitúdógyakoriságának görbéje (1 mm – 1,5 m μ , 1 Hz mellett) 1976-ban (Ádám és Czuczorné, 1977)

Рис. 3. Кривая частоты амплитуд пульсаций типа pc 1 1 мм \approx 1,5 м μ при 1 Гц) в 1976 г. Адам и Цуцор, 1977).

Fig. 3. Curve of amplitude frequency of pulsations type pc 1 (1 mm – 1,5 m μ for 1 cpm) in 1976 (Adam and Mrs. Czuczor, 1977)

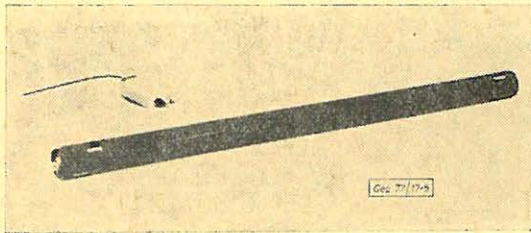
rikus kutatásokat napszakosan, vagy évszakosan hogyan tervezzük. Világosan látható, hogy pl. a tellurikában használatos 20 – 25 sec-os pulzációkkal legkedvezőbb feltételek mellett a helyi déli órák körül dolgozhatunk. A tavaszi nap-éjegyenlőség (aequinox) idején várhatjuk a maximális amplitúdót $T = 15 - 60$ sec periódusstartományban. Ezen általános érvényű gyakorisági- és amplitúdó-maximumok mellett az optimális időszak kiválasztásában döntő szerepe van a tevékenység 27 napos visszatérési tendenciájának. Ez a Nap saját tengelye kö-



4. ábra. MTV-2 típusú mágneses variométer fényképe (MTA GGKI és GAMMA M. konstrukció)

Рис. 4. Внешний вид магнитного вариометра типа MTV-2. (Конструкция ИИ АН ВНР и завода ГАММА).

Fig. 4. Photograph of the magnetic variometer type MTV-2 (Design by G.G.R.I. of the Hungarian Academy of Sciences and GAMMA Works)



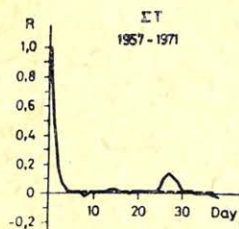
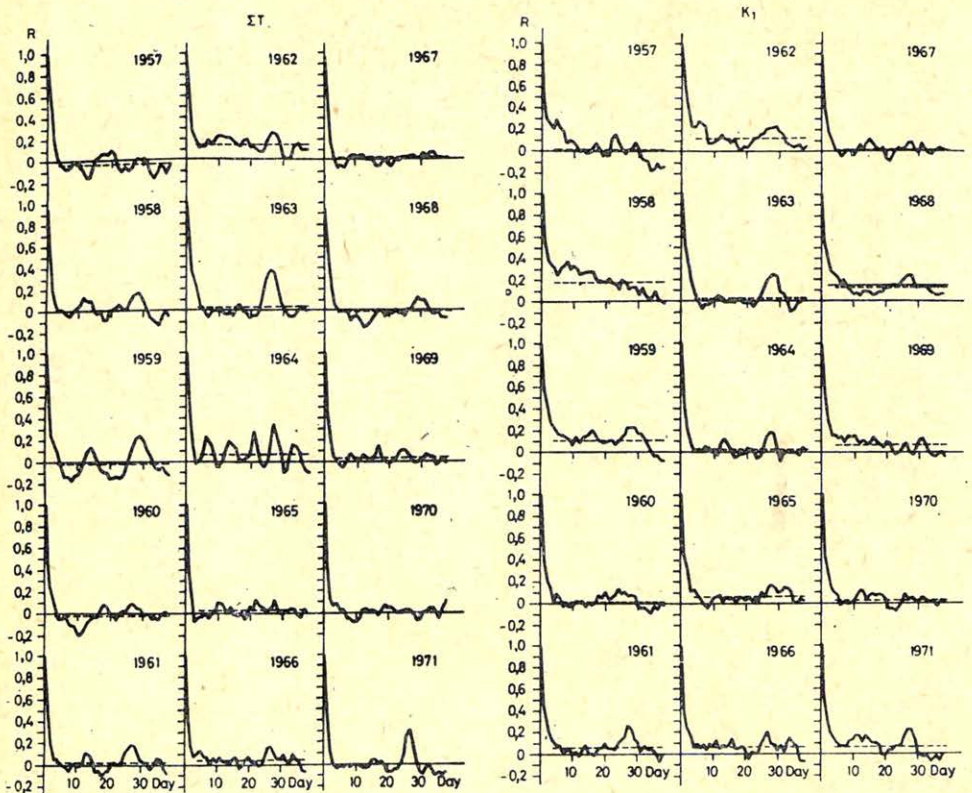
5. ábra. 2 m-es indukciós szonda (MTA GGKI konstrukció)

Рис. 5. Индукционный зонд длиной 2 м. (Конструкция ИИ АН ВНР по геодезии и геофизике).

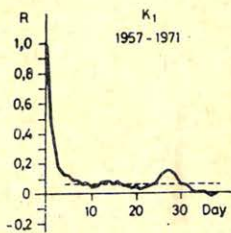
Fig. 5. 2 m induction probe (Design by G.G.R.I. of the Hungarian Academy of Sciences and GAMMA Works)

rüli forgása eredményeként ismétli meg egy-egy hosszúéletű képződményből származó hatást (pl. az interplanetáris tér szektorhatára) és ezzel az általános mágneses tevékenység fokozódását, amely a pulzációkban is megnyilvánul.

A 27 napos visszatérési tendencia, vagy ún. rekurrencia legtisztábban a napfoltminimum éveiben jelentkezik, amint a 6. ábrán látható, mind a ΣT tellurikus (nagyperiódusú) tevékenység, mind a pulzációs tevékenység (K_1) esetében (Ádám és Holló, 1973). Minthogy a tevékenység (ΣT) és a pulzációk periódusa (T) között a Pc 2-3 esetében közelítőleg exponenciális összefüggés van, bizonyos durva spektrumelőjelzésekkel is kísérleteztünk. Ezek az adatok – részben publikálva – a hazai és külföldi kutatók rendelkezésére állnak mint általános irányelvek. A rövidtávú előrejelzés a földi elektromágneses tevékenység (ΣT , vagy ΣK) folyamatos figyelése alapján lehetséges a 27 napos rekurrencia alapján.



Geo 77/17-6a



Geo 77/17-6b

6. ábra. ΣT (3 órás tellurikus) és K_1 (napi pulzációs) indexben a napfoltciklus során megnyilvánuló visszatérési tendenciák (Ádám és Holló, 1973)

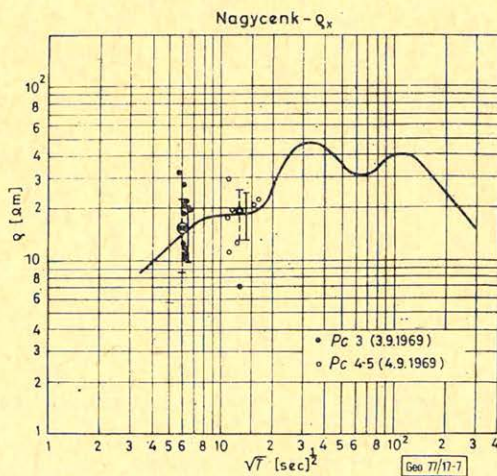
Рис. 6. Тенденции возвращения, проявляющиеся в показателях ΣT (3-часовом теллурическом) и K_1 (суточном пульсационном) в ходе цикла солнечных пятен (Адам и Холло, 1973)

Fig. 6. Return tendencies appearing in the indices ΣT (3 hours telluric) and $K-1$ (diurnal pulsational) in the course of a sun spot cycle (Ádám and Holló 1973)

Ennek alapján Intézetünk rendszeresen készít prognózisokat.

Ad c) Az egyik legkorszerűbb elektromágneses indukciós kutató módszer, a magnetotellurikus szondázás elméletében L. Cagniard elektromágneses síkhullámokkal számolt. Ez csak végtelen kiterjedésű (dimenziójú) homogén

forrás esetében képzelhető el, amint arra először Wait (1954), majd Price (1962) is rámutatott. Price véges dimenziójú terek esetében kiszámította az impedancia változását, amelynek elhanyagolásával az altalaj modelljének meghatározásában durva hibákat követünk el. Szükséges volt a földi elektromágneses terek szerkezetének részletes tanulmányozása, illetve olyan indikátor keresése (pl. H_z komponens), amely a síkhullámfeltevéstől való eltérés jelzésére szolgálhat. Kiterjedt hálózatban végzett szinkronregisztrálások (KAPG szervezésben), valamint a Föld különböző pontjain levő obszervatóriumoktól kért pulzációregisztrátumok alapján több vizsgálatot végezhattünk. Ezek alapján megállapítást nyert, hogy a pulzációs tér dimenziója jól megközelíti a Cagniard-féle feltevést. Cagniardnál $Y = 1,57 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^{-1} \approx 0$, míg a Pc pulzációknál $Y > 10^{-8} \text{ cm}^{-1}$ -es érték adódik a tényleges megfigyelések alapján mint térbeli alapharmonikus. Egy sokkal részletesebb vizsgálatnál a pulzációs tér finomszerkezetének (periódus és amplitúdó eloszlása a geomágneses koordináták mentén) hatását is tanulmányoztuk a magnetotellurikus impedanciára. Kimutattuk, hogy az impedanciaértékek szórása nem lesz nagyobb (7. ábra), ha a pulzációs tér szerkezetében jelentős változások lépnek fel, pl. az \vec{E} -i és \vec{K} -i komponensekben eltérő periódusváltozás a földrajzi szélesség függvényében (8. ábra). Ezek és ezekhez hasonló vizsgálatok megerősítették a pulzációk periódustartományában a MT módszer eredeti Cagniard feltevés szerinti alkalmazásának reális lehetőségét.



7. ábra. A látszólagos fajlagos ellenállás- (ρ) értékek szórása a Nagyecenk melletti obszervatórium $\rho_x(\vec{E}-D-i)$ szondázási görbéjén a primér tér szerkezetéből adódóan (L. 8. ábra) (Ádám - Czuczorné - Verő, 1976)

Рис. 7. Разброс значений кажущегося удельного сопротивления (ρ) по кривой зондирования ρ_x (меридиональной), обсерватории при с. Надьценк вызванный структурой перичного поля (См. рис. 8). (Адам - Цуцор - Верё, 1976).

Fig. 7. Scattering of apparent resistivity (ρ) values on the curve of sounding ρ_x (meridian) at the Nagyecenk observatory due to the structure of the primary field (See: Fig. 8.); (Ádám - Mrs. Czuczor - Verő, 1976)

8. ábra. Egy pc 2-3 típusú pulzációs esemény két komponensének szélességfüggése (Ádám - Czuczorné - Verő, 1976)

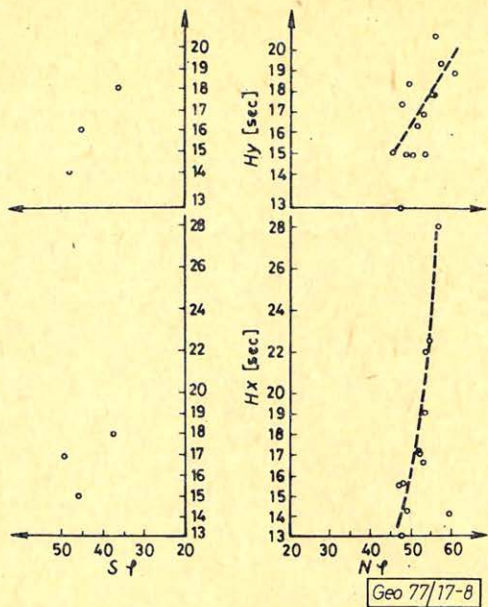


Рис. 8. Зависимость двух составляющих пульсационного события типа pc 2-3 от ширины. (Адам - Цуцор - Вере, 1976).

Fig. 8. Dependence of two components of a pulsation event type pc 2-3 on latitude. (Ádám - Czuczorné - Verő, 1976)

Következtetés

A földi elektromágneses tér vizsgálata obszervatóriumban, vagy obszervatóriumi hálózatban fontos támpontot szolgáltathat alapvető geoelektromos módszereink kidolgozásához, tökéletesítéséhez, műszereink megszerkesztéséhez, valamint a terepi munkák optimális időbeli ütemezéséhez. Az előadás keretében – a teljesség igénye nélkül – ezt kívántuk néhány példával érzékeltetni.

IRODALOM

- Ádám Antal, Verő József, Wallner Ákos: Tellurische und erdmagnetische Messungen im Observatorium bei Nagyecenk, Observatoriumsberichte, 1966, 129–141.
- Ádám Antal, Holló Lajos: On the prognosis of micropulsations activity (27 days recurrence tendency, connection between activity indices and spectra) Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. 8. (1973) 207–216.
- Ádám Antal, Horváth János: Mágneses érzékelők fejlesztése a MTA GGKI-ben. MGE 20. szimpóziumának anyagában angolul és oroszul (1975)
- Ádám Antal, Czuczor Ernőné, Verő József: Inhomogeneity of pulsation field and its effect on MT values Geoelectric and Geothermal Studies, KAPG Geophys. Monograph, Akadémiai Kiadó (1976); 296–303.
- Ádám Antal, Czuczor Ernőné: A gyöngytipusú pulzációk (Pc 1.) regisztrálásának megindításáról a Nagyecenk melletti obszervatóriumban. (Megjelenőben az „Ionoszféra és magnetoszféra fizika V” c. MTE SZ kiadványban)
- Holló Lajos, Tátrallyay Mária, Verő József: Experimental results with the characterization of geomagnetic micropulsations I. The methods of characterization used in the investigations, Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. 7 (1972) 155.
- Verő József: The use of the pulsations in the diagnostics of the magnetosphere (Dissertation 1973) Communications of the Geodetical and Geophysical Res. Inst. of Hung. Acad. of Sci. Sopron, 1976.
- Geophysical Observatory Reports of the Geodetical and Geophysical Res. Inst. of the Hung. Acad. of Sci.
 Year 1973 (Sopron, 1974)
 Year 1974 (Sopron, 1975)

Az MTESZ 1977. április 23-án tartotta XII. tisztújító közgyűlését. A bevezetőt *Ajtai Miklós*, az *OMFB elnöke* – egyben a *Szövetség elnöke* – mondta. A közgyűlés küldöttei részletes írásbeli anyag alapján ismerhették meg a szövetség országos elnökségének értékelését a legutolsó tisztújító közgyűlés (VIII. közgyűlés 1972. május 5–6.) óta eltelt időszak munkájáról.

Alábbiakban összefoglaljuk a jelentés és az azt alátámasztó bőséges statisztikai anyag néhány fontos megállapítását:

A tudományos egyesületekben folyó tevékenység felölelte a népgazdaság különböző ágazataiban megvalósuló termelőmunka, a műszaki fejlődés és a tudományos élet segítését, a jelentkező gondok megoldásának társadalmi ösztönzését. Ennek megfelelően az egyesületekben tömörült szakemberek jelentős társadalmi segítséget adtak a IV. ötéves terv központi programjainak megvalósításához, s az új középtávú tervidőszak feladatainak kidolgozásához.

A Szövetség igyekezett a legfontosabb tudománypolitikai és gazdaságpolitikai kérdésekben előmozdítani az egyesületek tevékenységét. Irányelveket és ajánlásokat dolgozott ki az egyesületek munkájára és koordinálta tevékenységüket. Kezdeményezte és támogatta az egyesületek üzemi társadalmi tevékenységét.

A Szövetség tevékenysége az 1972 óta eltelt időszakban összességében tovább fejlődött.

Az egyesületi munka jól kapcsolódott a központi programok végrehajtásához.

A rendezvények – a számszaki növekedésen túl – eredményességük tekintetében is sokat fejlődtek.

Részben objektív tényezők folytán a Szövetszég két fontos törekvésének érvényesítése – a fiatalok fokozott bevonása, valamint a helyi konkrét problémák megoldásában való részvétel – a területi szervezeteknél az átlagosnál jóval kedvezőbb képet mutat.

A területi szervezetek fokozatos megerősödésével megváltoztak a munkavégzés feltételei. A megyékben jó együttműködés alakult ki a párt- és tanácsi szervekkel, egy-egy MTESZ területi szervezet ma már a megye jelentős közéleti tényezője. Emellett a Fővárosban nem jött létre ez a fajta, egymásra utaltságon is alapuló együttműködés.

A Szövetség vezető testületei (Országos Elnökség, Végrehajtó Bizottság) számos kérdéssel foglalkoztak, de munkájukban nem kapott megfelelő súlyt a szövetség tartalmi, koordinációs feladatainak kérdése, valamint a korábban hozott határozatok végrehajtásának ellenőrzése.

A valamennyi egyesületet, vagy több szakterületet érintő kérdéseket és feladatokat a Szövetség országos elnöksége által létrehozott központi bizottságok gondozzák és koordinálják.

A központi bizottságok az irányítást és koordinációt azzal szolgálják, hogy figyelemmel kísérve az egyesületek munkáját, elvi megállapításokat tesznek, reagálnak a felmerülő problémákra, és ezek megoldásaként elsősorban a feltétel-rendszer megjavítására törekednek.

Az egyesületi tevékenység iránti társadalmi igény fokozódását jelzi, hogy a taglétszám – a folyamatosan végrehajtott tagrevíziók ellenére is – évente 5–6%-kal növekedett. (1972-ben 111 ezer fő, 1976. I. félévében 140 ezer fő volt.)

A tagság megoszlása kedvező képet mutat. A 40 év alatti tagok több mint felét alkotják az összes tagságnak. Különösen a vidéki szervezeteknél erős a fiatalok részvétele a munkában. A 140 ezres tagság mintegy 60%-a felsőfokú végzettségű.

Az egyesületek néhány éve – az állami ifjúságpolitikai határozat és az Országos Elnökség felhívása alapján – kiemelt figyelmet fordítanak a fiatalok helyzetére az egyesületi életben. Legtöbb egyesületben a fiatalok bevonására jól bevált hagyományok vannak.

A MTESZ területi szervezeteinek fejlődéséhez nagymértékben hozzájárultak a beszámolási időszakban épült új *Technika Házak*, illetve *székházak* is. (Szeged, Kecskemét, Veszprém, Zalaegerszeg és 1977. évben elkészül Székesfehérvárott.)

Sokat fejlődött a Szövetség szakmai oktatással kapcsolatos tevékenysége. E kedvező fejlődés alapja az az irányelv volt, amelyet az MTESZ KB „Az állami oktatás helyzetéről és fejlesztésének feladatairól” címmel dolgozott ki. E munka előkészítésében a Szövetség is aktív szerepet töltött be.

Az írásbeli anyagot *Kovács Sándor*, a szövetség főtükirre felszólalásában kiegészítette, kiemelve a következő időszak legfontosabb tennivalóit.

A beszámoló feletti vita a közgyűlés elé hozta a tagegyesületek és területi intézőbizottságok problémáit és eredményeit.

A közgyűlés második felében a küldöttek megválasztották a Szövetség új Országos Elnökségét (164 tag). Egyesületünk részéről *Bese Vilmos elnök*, *Csókás János* a *Nagyalföldi Csoport elnöke* és *Deres János főtükir* tagjai a *MTESZ Országos Elnökségének*.

СОДЕРЖАНИЯ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <i>З. Сабо</i> : Влияние изменений влажности почвы к колебаний уровня грунтовых вод на измерение силы тяжести | 121 |
| <i>К. Ланды</i> : Математическое моделирование электроразведочного метода для оконтуривания нефтегазовых залежей | 127 |
| <i>Г. Корвин</i> : О теории сейсмических волн, распространяющихся в случайных средах, II. Оценка неоднородности среды по флуктуации сейсмических сигналов (Изучение случая) | 134 |
| <i>А. Тарци – Хорнох</i> : Торжественное упоминание о связи г. Шопрона с венгерской геофизикой | 150 |
| <i>А. Адам</i> : Роль исследований по электромагнитному полю Земли в разработке электроразведочной аппаратуры и методики | 152 |
| Обзор журналов и КНИГ | 149, 151 |
| Новости в Общества Венгерских Геофизиков | 126, 160 |

CONTENTS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <i>Z. Szabó</i> : The effect of changes in soil moisture and water table fluctuations on gravity measurements | 121 |
| <i>Mrs. K. Landy</i> : Mathematical modeling of a geoelectric method for contouring hydrocarbon beds | 127 |
| <i>G. Korvin</i> : Estimation of the Inhomogeneity of a Medium from Parameter Fluctuations of the Observed Seismic Signal. (A Case History) | 134 |
| <i>A. Tarczy-Hornoch</i> : Festive commemoration on the relation of Sopron and the Hungarian geophysics | 150 |
| <i>A. Ádám</i> : The role of investigations on the Earth's electromagnetic field in designing geoelectric apparatus and conducting methodical research | 152 |
| Reviews of papers and books | 149, 151 |
| News about the Association | 126, 160 |

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

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

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507

