

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1977. XVIII. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Juhász P.</i> : Olajipari fúrások karotázs hőmérséklet-értékeinek feldolgozása	201
<i>Zsellér P.</i> : Automatikus sebességmeghatározás reflexiós szeizmogramokból	211
<i>Rybach L.</i> : Összefüggés kristályos kőzetekben a szeizmikus sebesség és a hőtermelés között Exponenciális törvényszerűség	219
<i>Völgyesi Lajos</i> : Függővonal-elhajlás interpoláció Eötvös-inga-mérési eredmények alapján II.	226
<i>Dr. Ádám O.</i> : A földtani-geofizikai előkutatások feladatai a Dunántúli Középhegységben	231
Egyesületi hírek	238
Lapszemle, könyvszemle	225, 237, 238, 239, 240

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.

Olajipari fúrások karotázs-hőmérséklet-értékeinek feldolgozása*

J U H Á S Z P É T E R**

Magyarországon extrém és területenként is rendkívül változó geotermikus viszonyok uralkodnak. A mélyfúrások karotázs-vizsgálatánál a bonyolult földtani adottságok és a fúrásokban levő nagy hidrosztatikai nyomás mellett a magas hőmérséklet okozza a legnagyobb problémát. Ezért fontos a rendszeres, nagyszámú hőmérsékletmérés és a mérési adatok minél hatékonyabb feldolgozása.

Évente 100–150 olajipari fúrás mélyül, melyekben a különböző mélységekben végzett szelvényezésekre kapcsolódóan talphőmérséklet-adatokból lokális réteghőmérséklet-értékeket számítottunk, majd ezekből lineáris regresszióval építettük fel az adott szerkezet mélység-hőmérséklet-összefüggését.

Ennek alapján került megszerkesztésre a Szeged–Békési medence egy adott mélységhez tartozó izoterma térképe, mely jó összhangban van a terület földtani szerkezetével. A hőmérséklet-adatok közvetlen segítséget adnak a fúrás geológiai-geofizikai értékeléséhez, és belőlük következtetés vonható le az adott szerkezet földtani felépítésére is. A mérési adatok feldolgozásával hasznos információkat kaphatunk a további kutak mélyítésének fúrástechnikai és geofizikai tervezéséhez, ami különösen fontos a nagymélységű (4500 m alatti) fúrásoknál.

На территории Венгрии господствуют экстремные и чрезвычайно изменчивые по районам геотермические условия. При проведении каротажных исследований в глубоких скважинах наряду со сложным геологическим строением и большим гидростатическим давлением трудности вызывает и высокая температура. Поэтому важно систематическое проведение большого числа температурных измерений и как можно более эффективная обработка результатов этих измерений.

Ежегодно бурится 100–150 нефтяных и газовых скважин в которых на основании данных измерения забойных температур, проведенных совместно с другими каротажными измерениями, рассчитали локальные величины пластовых температур, а затем из этих величин методом линейной регрессии построили для заданной структуры зависимость между глубиной и температурой.

На основании этого была построена карта изотерм, относящаяся у одной определенной глубине бассейна Сегед–Бекеш, которая хорошо соответствует геологической структуре района. Температурные данные оказали непосредственную помощь для геолого-геофизической оценки данных скважины и на их основании можно сделать выводы и о геологическом строении данной структуры. Путем обработки данных измерений получил полезную информацию для составления геолого-технического проекта бурящихся скважин что особенно важно для сверхглубоких скважин (глубиной свыше 4500 м).

Geotermical conditions in Hungary are extreme and vary to an unusual extent even within individual areas.

Apart from complicated geological conditions and high hydrostatic pressure in the boreholes the greatest problem in logging of deep wells is caused by high temperatures. Thus it is important to conduct regular and massive temperature measurement and to process the measured data with the possible highest efficiency.

The number of wells drilled by the oil industry in each year is 100 to 150. In these wells in connection with logging at various depths local bed temperature values were calculated from data of bottom temperatures, then using linear regression the relationship of depth vs. temperature was composed for the given structure.

On such a basis was plotted the isotherm map for a given depth of the Szeged–Békés basin which is in good agreement with the geological structure of the area. Temperature data render direct help to geologo-geophysical evaluation of wells and permit to draw conclusions as to the geological structure of the given area. Processing of well logging data furnishes useful informations to technical and geophysical projection of drilling further wells, which is of extraordinary importance in the case of deep wells (over 4500 m).

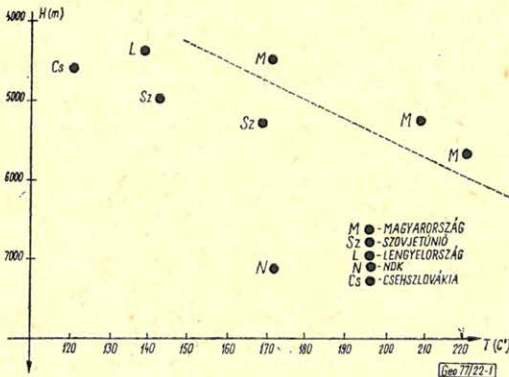
* Előadás az MGE Ifjú Szakemberek Ankétján 1977. május 20-án.

** OKGT

Egy adott körzet geotermikus jellemzőit, (hőmérséklet, gradiens, hővezetőképesség, stb.) elsősorban a szilárd kéreg vastagsága, szerkezeti helyzete, földtani szelvényének litológiai összetétele, a rétegsort alkotó kőzetek kőzetfizikai jellemzői, (sűrűség, porozitás, stb.) a pórusteret kitöltő tároló tartalom, illetve annak áramlása határozza meg.

A fúrás által harántolt kőzetek hővezetőképessége széles határok között változik, 2,8–5,1 W/m·K-al jellemezhető a medencealjzatot alkotó kőzetek, jóval kisebb értékkel a neogén üledéket alkotó anyagok (0,6), homokok (2,1), de jelentős eltérés van a víz (0,6), olaj (0,14) és a gáz (0,05) hővezetőképessége között is.

Néhány hazai és külföldi nagy-, illetve szuper-nagymélységű fúrás hőmérséklet-értéke látható az 1. ábrán. Ha a rendelkezésünkre álló itt ábrázolt adatokból megnézzük pl: az NDK-ban levő Loissin-I-t, és a hazai Lovászi-II. számú fúrást, jól látszik, hogy míg az előbbinek 7100 m-es talpmélységében 171 °C a talphőmérséklet, addig az utóbbi fúrás 4500 m-es talpánál már 170 °C a talphőmérséklet értéke. Ez 28,1 °C/km-nek felel meg, de vannak olyan területeink, ahol 2000 m-ben 139 °C-t mértünk, ami 65 °C/km geotermikus gradiens-értéket jelent.



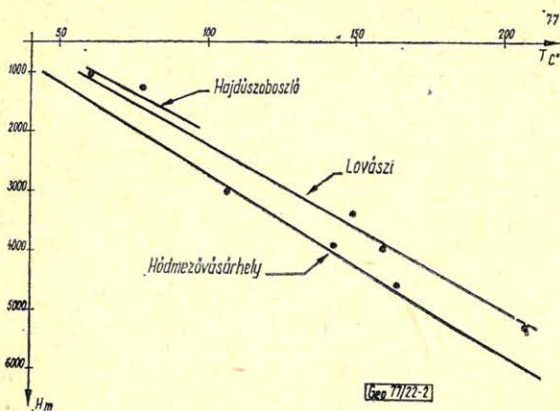
1. ábra: Összehasonlítás hazai és külföldi, nagy- és szuper-nagymélységű fúrások hőmérséklet értékei között

Рис. 1. Сравнение данных температур в глубоких и сверхглубоких скважинах имеющих в Венгрии и за границей

Fig. 1. Comparison of temperature values obtained in Hungary and abroad in deep and superdeep wells.

Az itt összehasonlított adatok is igazolják a hazai kiugróan magas geotermikus gradiens-értéket, ami a szilárd kéregszerkezetből adódik. Ezért a magyarországi mélyfúrások karotázis-vizsgálatánál, a bonyolult földtani adottság és a fúrásokban levő nagy hidrosztatikai nyomás mellett a kiugróan magas hőmérséklet-érték okozza a legnagyobb problémát.

Hazai geotermikus gradiens-értékeket mutat be a 2–3 számú ábra. Ezekon látható az egyes területekre (2. ábra), illetve konkrét kutakra (3. ábra) megrajzolt görbék meredek lefutása, ami szintén jól szemlélteti az extrém geotermikus gradiens értékeket.



2. ábra. Néhány terület mélység-hőmérséklet függvénye

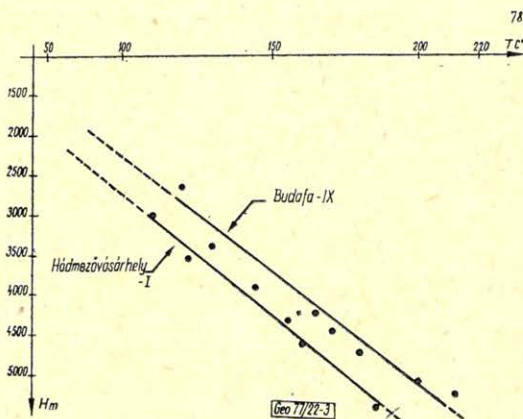
Рис. 2. Зависимость между глубиной и температурой для нескольких районов

Fig. 2. Relationship depth vs. temperature for several areas.

3. ábra. Hód – I; B – IX. számú nagymélységű fúrások mélység-hőmérséklet-függvényei

Рис. 3. Зависимость между глубиной и температурой в сверхглубоких скважинах ХОД-1 и Б-1Х

Fig. 3. Depth vs. temperature functions of deep wells Nr. Hód – I; B – IX.



Szokatlanul magas és területenként is rendkívül változó réteghőmérséklet-értékek követelik meg a rendszeres és nagyszámú talphőmérséklet-mérést, és a kapott mérési adatok minél hatékonyabb feldolgozását, mert csak így lehet megbízhatóan hőmérséklet-előrejelzést adni a további kutak tervezéséhez.

A hazai területek szénhidrogénkutatásra alkalmas körzeteiben évente 100–150 fúrás mélyül. Ezek különböző mélységeiben végzett szelvényezésekhez kapcsolódóan mintegy 700–800 db maximum-hőmérsékletmérést végeztünk. Ez a viszonylag magas mérési szám is igazolja, hogy ez egyike annak a karotázstechnikában alkalmazott mérési módszernek, mely minimális idő-, munka- és anyagi- (tulajdonképpen „melléktermékként”) ráfordítás mellett, hasznos, széleskörű információ-szerzési lehetőséget ad.

A mérések kivitelezése úgy történik, hogy a szelvényezési célból beépített szondához, lyukelektronikához csatlakoztatjuk a 3 db maximum-hőmérőt magába foglaló tartót. A hőmérők külön tokba vannak berakva. A megfelelő hőkontaktus biztosítása végett és a mechanikus károsodás csökkentésére, a hőmérők által szabadon hagyott tér szilikon-olajjal van feltöltve, a lezárás pedig „O” gyűrűvel történik.

Az így szerelt hőmérőket a lyukműszerekkel együtt a szelvényezési programnak megfelelő legnagyobb mélységig engedik le, ahol azok pontszerű mérés-ként rögzítik az uralkodó hőmérsékletet. A hazai gyakorlatban használt maximum-hőmérők méréshatára 30 – 200 °C, illetve 70 – 270 °C.

A 3 db hőmérő alkalmazása azért szükséges, hogy a mérés megbízhatóságát növeljük. A hőmérséklet-mérések mellett regisztrálják a cirkuláció leállításától a mérésig eltelt időket is. A mélység-paramétert a talpon rögzítve a mért hőmérséklet csak az idő függvénye.

A jó mérés kivitelezhetősége érdekében biztosítani kell a méréshez a megfelelő pontosságú, rázásállóságú higanyos hőmérőket. Egységesnek kell lennie a megfelelő hőtáadás érdekében a tokozásnak, tokban való rögzítésnek, a feltöltő folyadékanyagának (pl: szilikonolaj), a feltöltés mértékének. Ahhoz, hogy reális mérési értékeket kapjunk, a mérést iszappal feltöltött kútban kell végezni, és meg kell akadályozni a gázbelépést.

Az erős hűtést jelentő kiépítést követő leolvasás hibájának (kb: 2 – 3 °C) korrigálását nem célszerű elvégezni, mivel nagyságrenddel nagyobb az eltérés a sztatikus és mért hőmérsékletek között, illetve a korrigált és korrigálatlan értékekből számított valódi réteghőmérséklet-értékek számszerű viszonyában jelentéktelen az eltérés.

A fúrólyukban a karotázs-mérésekkel párhuzamosan maximum-hőmérővel végzett talphőmérséklet-mérések értékei, bár különböző mértékben, de eltérnek a valódi réteghőmérséklettől, ugyanis az adott mélységben végbemenő iszapcirkulálás, azaz a nagy folyadékáramlás, hőcserét idéz elő a kút és a harántolt kőzetek közötti ami azok átmeneti hőmérséklet-csökkenését eredményezi. Az eltérés nagysága annál nagyobb, minél kevesebb idő telt el a cirkuláció megszüntetésétől a talphőmérsékletmérés megkezdéséig. Ezt az eltérést hivatott csökkenteni, illetve a különböző feltételek mellett kapott adatokat egységes alapra vonatkoztatni a következő eljárás.

A kút „előléte” nagyon nehezen követhető, s az általunk alkalmazott, egy adott talpmélységben legalább két mérést megkövetelő módszer szükségtelenné teszi ennek ismeretét. A fúrófolyadék cirkulációjának leállítását követően az iszap hőmérsékletének a réteg hőmérsékletéhez való „spontán” kiegyenlítődési folyamatát az idő függvényében ábrázolják, kétszeres logaritmikuskálán, különböző lyukátmérők mellett a 4. ábrán látható elméletileg leszámított $\Delta T/\Delta T_0$ görbék, ahol:

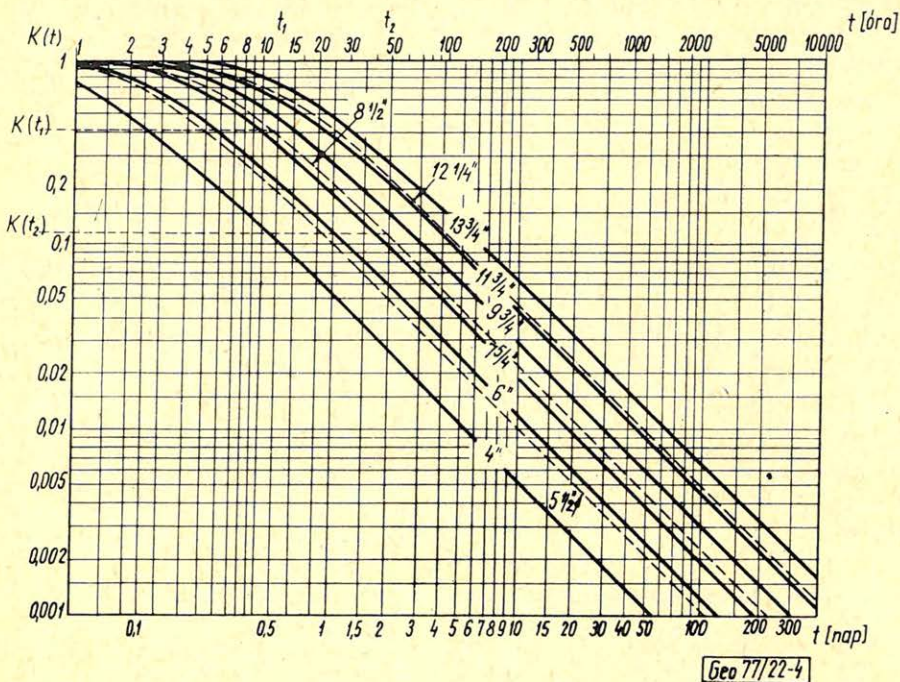
ΔT : a T_r réteghőmérséklet és egy t időpontban mért T talphőmérséklet különbsége, ΔT_0 : a T_r réteghőmérséklet és a cirkuláció leállításakor a t_0 időpontbani T talphőmérséklet különbsége.

A $\Delta T/\Delta T_0$ függvényeket $K(t)$ -vel jelöljük. $K(t)$ értéke a d lyukátmérő, és a t idő függvényében változik az alábbi képlet szerint

$$K(t) = 1 - e^{-d^2/8t \cdot 10^3},$$

ahol: d = lyukátmérő,
 t = a mérés időpontja.

A $\Delta T/\Delta T_0$ értékek helyére a T_r , $T(t)$, $T(t_0)$ értékeket beírva (amik rendre a réteghőmérséklet, az öblítés leállítását követő t időhöz tartozó, illetve az öblítés



4. ábra. A fúróluk hőmérsékletének időbeni változása

Рис. 4. Изменение температуры скважин во времени

Fig. 4. Temporal variation of well temperature.

leállításakor a t_0 időponthoz tartozó hőmérsékletek) a következő egyenletet kapjuk:

$$(T_r - T(t)) / (T_r - T(t_0)) = K(t).$$

Ha két különböző időben mérjük a $T(t_1)$ és $T(t_2)$ azonos mélységhez tartozó talphőmérsékletet és az ezekhez tartozó $K(t_1)$ és $K(t_2)$ értékeket kiszámítjuk, két egyenletet kapunk:

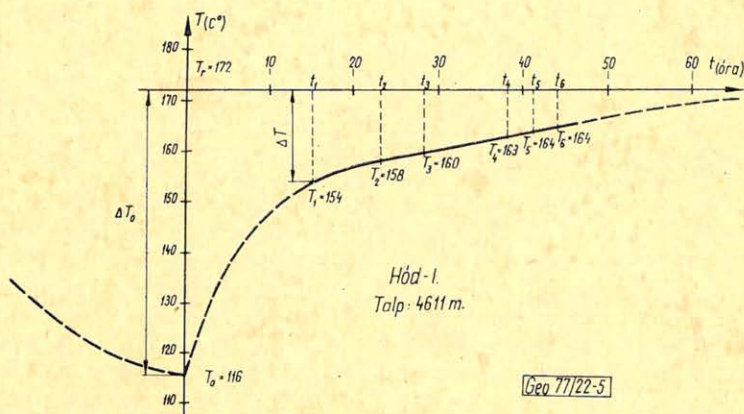
$$T_r - T(t_1) = K(t_1) \cdot (T_r - T(t_0)),$$

$$T_r - T(t_2) = K(t_2) \cdot (T_r - T(t_0));$$

ezekből T_r és $T(t_0)$ értékek számíthatók.

Az 5. ábrán konkrét példa mutatja be a Hódmezővásárhely I. számú fúrás 4611 m-es talpmélységében a fent ismertetett módszer segítségével számított réteghőmérséklet-értéket. Az eredmény megbízhatósága növekszik a „t” idők, a $K(t)$ értékek helyes meghatározásával és a t_2 , t_1 időkülönbség növelésével. Az ábrán feltüntettük a különböző időszakban mért talphőmérséklet- és a számított $T(t_0)$ és T_r értéket az öblítés leállítása után eltelt (t) idők függvényében. Jól látszik az öblítés által lehűtött rétegeknek a cirkuláció leállítását követő visszamelegedési folyamata. A hőmérséklet a t_0 időpont után az idő függvényében exponenciális görbeként korábban intenzív, később egyre enyhébb felfutással

tart a kőzet valódi réteghőmérséklete felé. Az öblítés hatékonyságának függvényében a T_0 érték csökkenésével vagy növelésével a görbe alakja enyhébb, vagy meredekebb lefutást vehet fel.



5. ábra. Következtetés a réteghőmérsékletre

Рис. 5. Расчет пустовой температур на основании измеренных данных

Fig. 5. Conclusion to bed temperature

Ezen összefüggések alapján, a feldolgozás során TPA-70 tip. számítógéppel a mért talphőmérséklet-adatokból a mérési helyeken megfelelő lokális réteghőmérséklet-értékeket számítottuk, majd ezekből lineáris regresszióval építettük fel az adott szerkezet mélység-hőmérséklet összefüggését. A feldolgozást az ismertetett eljárással 46 területre végeztünk el, az alaphelység felszínéig.

Az így számított réteghőmérséklet-értékeket adja 500 m-enként az 1. táblázat DK-Magyarország területén.

Ezek felhasználásával az adott medence üledékvastagságában megszerkeszthető az izoterma térkép (de az aljazaton túl nem extrapolálhatunk), melynek segítségével a terület tetszőleges, kutatási szempontból számításba jövő helyére megkapható a várható műveleti hőmérsékleti érték. A lehűtés és visszamelegedés átmeneti jelenségének figyelmen kívül hagyásával, a rendelkezésre álló nyers adatok lineáris regressziójával készült a 6-os és 7-es ábra, mely az adott terület 2000 és 2500 m-es mélységben adja meg az izotermákat.

DK-Magyarország Szeged-Békési medencéje két adott mélységében (2000 – 2500 m) a számított valódi réteghőmérséklet-értékek alapján a megadott módszer segítségével került megszerkesztésre a 9. és 10. ábra mely természetesen a valóságot hűbben tükrözi.

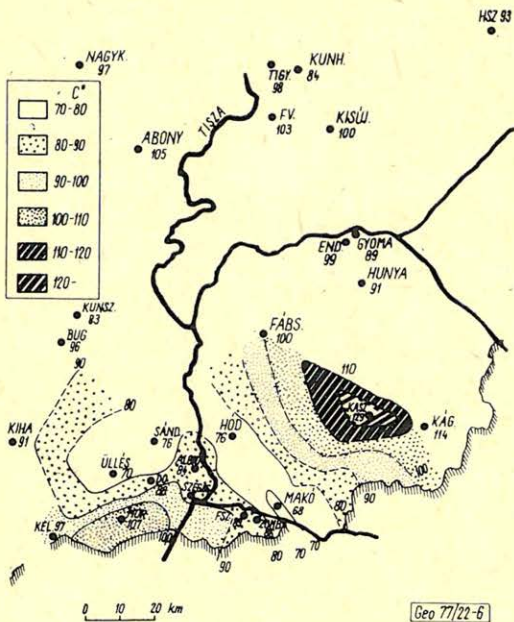
A térképet összehasonlítva a 8. ábrán látható kristályos medencealjazat alaphegység-térképével látható, hogy jó összhangban van a terület földtani szerkezetével, vagyis az alacsonyabb, illetve magasabb réteghőmérséklet-értékek jól követik az alaphegység azonos területre eső mélységváltozásait. Minél közelebb vagyunk az alaphegységhez, annál inkább tükröződik a szerkezeti változottság, az alaphegységtől távolodva ez a kép egyre inkább kisimul. Ahol az alaphegység magasabb szerkezeti helyzetben van, ott magasabb réteghőmérséklet-értékeket kaptunk, mint a nagyobb üledékvastagság esetén, mivel a nagy

Számított réteghőmérséklet-értékek DK-Magyarország területén

Calculated bed temperature values in SE part of Hungary

Terület/Mélység (m)	500 °C	1000 °C	1500 °C	2000 °C	2500 °C	3000 °C	3500 °C	4000 °C
1. Algyó	34	55	76	97	119	140		
2. Ártánd	32	54	75	97	119	141	163	184
3. Biharugra	48	66	85	104	122	141		
4. Bugac	32	54	76	98				
5. Cegléd – D	34	58	81	105				
6. Csanádapáca	45	76	107	139				
7. Dorozsma	32	54	75	97	118	140	161	
8. Endrőd	37	62	87	112	138	63		
9. Fegyvernek	35	62	86	112	137	163	188	
10. Felgyő	32	52	71	90	110	129	149	168
11. Fereneszállás	35	59	82	106	130	153	177	
12. Forráskút	52	71	91	110	129	148	167	
13. Füzesgyarmat	38	65	91	118	145			
14. Gyoma	34	58	82	106	130	153		
15. Hódmezővásárhely	31	49	68	86	104	123	141	159
16. Hunya	34	58	81	105	128	152	175	198
17. Jákabszállás	34	57	80	103	126			
18. Kaszaper – D	37	63	80	115				
19. Kelebia	36	61	86					
20. Kiskunhalas – ÉK	43	66	88	110	132			
21. Kiskőrös	35	58	82	105	129			
22. Kiszújszállás	34	60	85	111				
23. Komádi	35	58	82	105	129			
24. Kömlő	36	59	83	107	131	155	179	203
25. Kömpöc	25	46	67	89	110	131	152	
26. Kunhegyes	35	59	82	106	130			
27. Kiskunszállás	31	51	71	91				
28. Makó	30	49	69	89	108	128	147	167
29. Medgyesbodzás	41	69	98	127				
30. Mezőkovácsháza	39	67	96	124				
31. Mezősas	36	62	88	115	141			
32. Mórahalom	38	62	86	110	134			
33. Nádudvar – DK	38	63	88	113	138	163		
34. Nagykőrű	32	53	74	96	117	138	160	
35. Orgovány – B	40	61	82	103				
36. Püspökladány	36	64	91	119	146			
37. Sándorfalva	26	48	69	90	112	133	154	176
38. Sarkadkeresztúr	40	59	79	98	118	138	157	
39. Szank	35	59	84	108				
40. Szeged	58	77	96	115	134	152		
41. Tabdi	38	65	92	119	146			
42. Tiszagyenda	32	54	76	98	120	141	163	185
43. Tiszapüspöki	32	57	82	107	131	156	181	
44. Tiszaroff	34	56	78	100	122	144	165	187
45. Újszentiván	31	52	72	92	113	133	153	174
46. Üllés	46	69	91	144	136			

fajlagos ellenállású, jó hővezetőképességű alaphegység több belső hő feláramlását teszi lehetővé. Ezt a jelenséget igen markánsan szemlélteti a 9. és 10. ábrán is jól megfigyelhető Makó-Hódmezővásárhely-i árok és a Csanádapáca-környéki kiemelkedés hőmérséklet-anomáliája. Ezek között a 2500 m-es mélységben a



6. ábra. Izotermák DK-Magyarország 2000 m-es mélységében

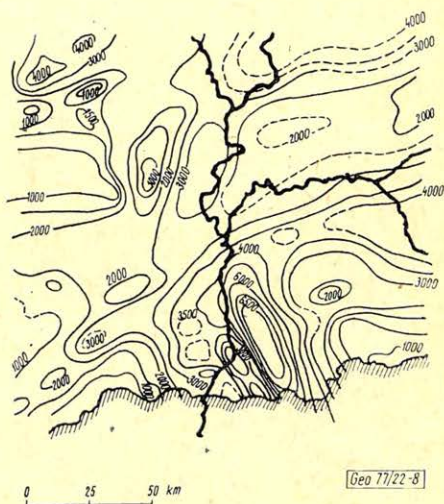
Рис. 6. Карта изотерм юго-восточной части Венгрии на глубине 2000 м.

Fig. 6. Isotherms for 2000 m depth in SE part of Hungary

7. ábra. Izotermák DK-Magyarország 2500 m-es mélységében

Рис. 7. Карта изотерм юго-восточной части Венгрии на глубине 2500 м.

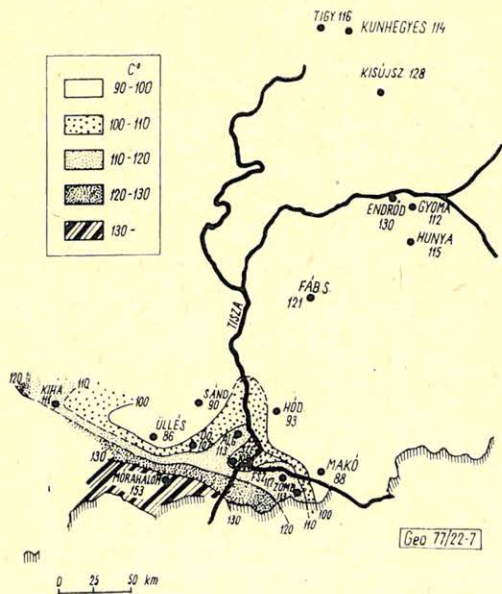
Fig. 7. Isotherms for 2500 m depth in SE part of Hungary



8. ábra. DK-Magyarország kristályos medencealjzatának mélységtérképe

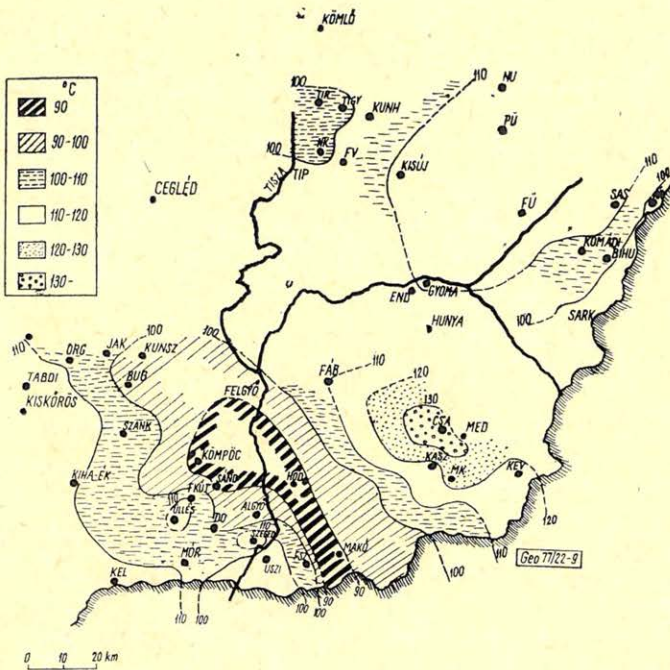
Рис. 8. Структурная карта кровли кристаллического основания юго-восточной части Венгрии

Fig. 8. Depth map of the crystalline basement of the basin in SE part of Hungary



hőmérséklet eltérés több mint $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, ami Csanádapáca környékén kb 1,5-szer nagyobb geotermikus gradiens-értéket mutat, mint a makói árokban. A térképen jól tükröződik a Duna-Tisza közti medencealjzat tendenciózus emelkedése is. A Békés-i medence és a flis találkozásánál a feldolgozásban kevés megfelelő adattal rendelkezünk a térképek megbízható szerkesztéséhez.

Az ELTE Geofizikai Tanszékén jelenleg is folyó hasonló célú feldolgozás első eredményei (pl: Hódmezővásárhely – I., Bárszentmihályfa – I; számú) nagymélységű fúrásokban $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on belüli egyezést mutattak az általunk számított réteghőmérséklet-adatokkal.



9. ábra. Réteghőmérséklet DK-Magyarország 2000 m-es mélységében

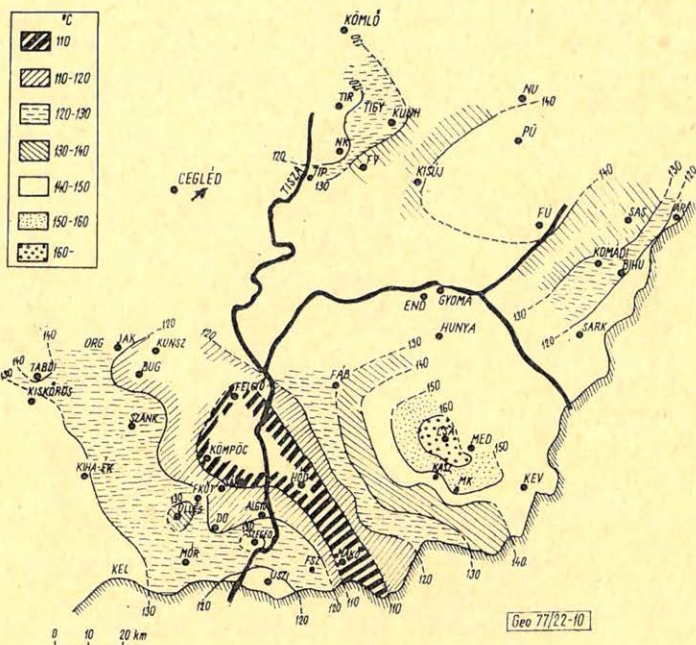
Рис. 9. Пластовая температура юго-востока Венгрии на глубине 2008 м.

Fig. 9. Bed temperatures at 2000 m depth in SE part of Hungary

A bemutatott izoterma térképeket, a fúrásoktól nyert talphőmérséklet adatok alapján számított lokális réteghőmérséklet értékekből kaptuk, lineáris interpolációval. E fúrások nagy többségükben a szeizmikusan kimutatott szerkezetek tetőszintjére települnek. Így a térképek a szerkezetek tetőszintjén számított réteghőmérsékletekre végzett interpoláció alapján készültek, ezért a szerkezetek közötti mélyebben fekvő területek várhatóan valamivel alacsonyabb geotermikus gradiensűek. Ennek alapján a konkrét szerkezetek figyelembevételével a továbbiakban lehetőség van a térképek ilyen irányú pontosítására. Erre ad lehetőséget pl: a lineáris interpoláció helyett a szerkezeti lefutást figyelembe vevő interpoláció, melynek azonban gyakorlatban való alkalmazása bonyolult feladat.

A mért, illetve a számított réteghőmérséklet-adatok feldolgozásával széleskörű, hasznos információkat kaphatunk, egy adott terület (szerkezet) további

kútjai mélyítéséhez. Fúrás technikailag a hőmérséklet ismerete segítséget ad, és meghatározza a kútkiképzés, mélyítési technológia tervezését, megfelelő fűrészap, cementező- (kötés, gyorsító, lassító) anyag alkalmazását, cementkötési időt.



10. ábra. Réteghőmérsékletek DK-Magyarország 2500 m-es mélységében

Рис. 10. Пластовая температура юго-востока Венгрии на глубине 2500 м.

Fig. 10. Bed temperatures at 2000 m depth in SE part of Hungary

A mélyfúrás geofizika felkészülésében, eszköz és műszerparkjának kialakításában, fontos szerepe van az ismert igen magas geotermikus gradiens-értékeknek. A hazai viszonylatban alkalmazott eszközöket 180 – 230 – 260 °C hőmérséklet-értékhatárokra fejlesztik ki. A műszerek hőállósítása 180 °C hőmérséklet-értékig megoldott. Az egyes szelvényezési programok végrehajtásában a nehézséget a 180 °C-nál magasabb hőmérséklet jelenti. A növekvő hőmérséklet korlátozza a mérési lehetőséget és csökkenti a szelvényezési választékot is. Lényeges a valódi hőmérséklet ismerete az egyes szelvényparaméterek hőmérséklet-korrektúrája végzésében, segédadat a gázkészlet-bebecslésben.

Az adott mélységben uralkodó hőmérséklet-értékek megbízható ismerete közvetlen segítséget nyújt a fűrés geológiai-geofizikai értékeléséhez, és belőlük következtetés vonható le az adott szerkezet felépítésére is.

IRODALOM

1. Dr. Stegena Lajos: MAGYARORSZÁG GEOTERMİKUS TÉRKÉPEI BUDAPEST 1971.
2. В. Н. Дахнов и Д. И. Дьяконов: «Термические исследования скважин». МОСКВА 1952
Гостоптехиздат

Automatikus sebességmeghatározás reflexiós szeizmogramokból*

ZSELLÉR PÉTER**

A GKÜ-ben 1976-ban kidolgoztunk egy új sebességmeghatározási eljárást. Az eljárás lényege: hasonlósági kritériumok alapján megkeressük a CDP csatornákon a reflexiószerű beérkezéseket. Ezután a moveout-értékek meghatározása már csak egyszerű görbeillesztési feladat.

Az új eljárás számolási időigénye kb. tizedrésze a hagyományos összegzéses sebességmeghatározási módszerek időigényének.

A cikkben bemutatjuk az eljárást és néhány példát az alkalmazására.

В 1976 г. в Предприятии геофизической разведки был разработан новый метод определения скорости. Сущность метода заключается в нахождении вступлений, носящих характер отражений по каналам ОГТ на основании критерия подобия, затем определение значений кинематической поправки представляет собой только простую задачу прилаживания кривых,

Потребность нового метода в времени вычисления составляет примерно десятую долю потребности традиционных методов определения скорости с помощью суммирования.

В работе приводятся описание нового метода и примеры его применения.

A new method of velocity determination was introduced in the Geophysical Prospecting Enterprise in 1976. The essence of this method is: to search for reflection-like arrivals in CDP channels on the basis of similarity criteria. Then the determination of moveout values is a simple task of curve fitting.

The time consumption of the new method for calculations is about one tenth of that of the traditional velocity determination methods based on summing.

The paper describes the method and several examples of its application.

Bevezetés

A GKÜ-ben 1972 óta foglalkozunk automatikus sebességmeghatározással. Kezdetben a szelvény minden pontjában elkészített moveout-scan-ek térbeli követésével szerettük volna a problémát megoldani. Az alapvetet a GSI – 600 és 700 programcsomagokból vettük át. Az eljárást az 1974-es szimpóziumon ismertettük.

Az eljárás legnagyobb problémája, hogy igen sok gépidőt igényel. A minden mélységpontban kiszámított moveout-scan-ek számolási időigénye még speciális gyorsító fogások alkalmazásával is olyan nagy, hogy az kétségesse tette az eljárás gyakorlati alkalmazhatóságát.

1976-ban sikerült kidolgozni egy olyan újabb eljárást, melynek zajstabilitása hasonló a fent, említett összegzéses eljáráshoz, ugyanakkor gépidőigénye csupán tizedrésze az előzőnek.

A gépidőnyereséget azzal sikerült elérni, hogy megváltoztattuk a vizsgálatok szemléletmódját. A hagyományos összegzéses sebességmeghatározási eljárások a következő gondolatmenetet követik. *Állítjuk, hogy a sebesség, vagy vele ekvivalens moveout egy általunk megválasztott, rögzített érték.* Ezután megvizsgáljuk a CPD csatornákat minden időpontban, hogy az állítás igaz-e? Ezt a vizsgálatot egy sebesség-sorozattal, illetve egy moveout-sorozattal elvégezve, azokból a pontokból, melyekre az állítás igaz volt, előáll a sebességbeérkezési idő függvény.

* Előadás az MGE Felszíni Szakosztályában 1977. V. 16-án.

** OKGT GKÜ

Az emberi gondolkodásmód különbözik az itt leírt gondolatmenettől. Ha a kezünkbe vesszünk egy reflexiós szeizmikus regisztrátumot és meg akarjuk határozni a menetidőgörbületét, akkor *első dolgunk az, hogy fázistengelyeket keressünk. A megtalált fázistengelyeket megpróbáljuk kijelölni. Csak a legutolsó lépés a fázistengely görbületének számszerű leolvasása, vagy kiszámítása.*

Az új eljárásban ezt a második gondolatmenetet próbáltuk programozni. Így a sebességmeghatározás reflexió-szerű pontok kijelölésére, majd a kijelölt pontokhoz való parabolaillesztésre korlátozódik.

A következőkben ismertetjük új eljárásunkat és bemutatunk néhány példát az alkalmazására.

A reflexió-szerű pontok kijelölése

Az eljárás menete a következő. Megkeressük a CDP csatornákon a reflexió-szerű pontokat. Ezután az azonos reflexiókhoz tartozókon átfektetünk egy centrális helyzetű parabolát.

Statikusan és egy közelítő pontosságú sebességfüggvénnyel dinamikusan is korrigált csatornákból indulunk ki. Mivel maradék-görbületek kiszámításáról van szó, a parabola-közelítés megengedhető.

A reflexió-szerű pontok kiválasztását három lépésben végeztük. Az első lépés egy durva selejtezés. Elvileg minden CDP csatorna minden időpontjában várhatnánk reflexiós beérkezést. Valószínűbb azonban, hogy csak azoknak az időpontoknak a környezetében érdemes reflexiót keresni, ahol a CDP csatornák összeg energiájának lokális maximuma van.

Az összegzésbe csak a CDP- set-en belül előforduló közepes offsetű csatornákat vonjuk be. Így elérhetjük, hogy az előbbi, energiamaximumokkal kapcsolatos feltételezésünk még akkor is teljesüljön, ha az első dinamikus korrekciónál használt sebességfüggvényt 30 – 40%-os hibával adtuk meg. Ezt az összegzés lassan változó átviteli karakterisztikája indokolja.

Az első lépésben tehát a közelítő sebességfüggvénnyel dinamikusan korrigált csatornákból összegzéssel készítünk egy referencia-csatornát. Kijelöljük a referencia-csatorna lokális maximum helyeit.

Ezzel meghatároztuk azokat az időpontokat, melyek környezetében kell a CDP csatornákon a reflexió-szerű helyeket keresni.

A második lépésben feltételezzük, hogy az egyes CDP csatornákon ott vannak a reflexió-szerű helyek, ahol a jelalak legjobban hasonlít az összeg-csatorna jelalakjához. Megvizsgáljuk a csatornákat az előbb meghatározott időpontok környezetében. Egy koherencia-mérő függvény segítségével meghatározzuk, hogy a CDP csatornákat mennyivel kell eltolni ahhoz, hogy a hasonlóság maximális legyen. Egyúttal meghatározunk egy hasonlósági együtthatót is, a koherencia mérő függvény maximális értéke alapján.

A felhasznált koherencia-mérő függvény:

$$M(k) = \frac{\sum_{t=t_0-DT}^{t_0+DT} |x(t) + y(t+k)|}{\sum_{t=t_0-DT}^{t_0+DT} |x(t)| + \sum_{t=t_0-DT}^{t_0+DT} |y(t)|}$$

A második lépés végén ismét selejtező következnek. Elhagyjuk az összes olyan pontot, ahol a hasonlósági együtthatók összege nem ér el egy küszöbértéket.

A harmadik lépésben a megmaradt pontokat már reflexiószerűeknek tekintjük. A második lépésben meghatározott tolásértékekhez hozzáillesztünk egy parabolát. A parabola-illesztést átlagnégyzetes értelemben végezzük úgy, hogy az egyes pontokat a hasonlósági együtthatójuk mértékében vesszük figyelembe.

Ezzel meghatároztunk minden reflexió-szerű eseményhez egy-egy t_0 és RNMO értéket. Az első dinamikus korrekció sebességfüggvényét felhasználva ezekből kiszámítjuk a moveout-ot. Végül a CDP csatornák összegéből meghatározzuk az amplitudót is. Így minden reflexió-szerű eseményhez hozzárendelünk egy t_0 , NMO, amplitudó értékhármasat.

Horizontokba fűzés

A következő lépés a reflexió-szerű pontok összefűzése reflexiós horizontokká.

A sebességek horizontális simításához meg kell keresni, hogy melyek a szelvény mentén összetartozó, egy-egy reflexiós horizontot alkotó t_0 , NMO, amplitudó értékhármasok. Kezdetben ezt a lépést szerettük volna teljesen automatizálni. A gyakori fázistévesztések, a horizontok megszakadása és egyéb hibák miatt végül egy félautomatikus eljárást választottunk.

A jelenlegi állapot az, hogy a felhasználónak elő kell írni minden vizsgálni kívánt horizont közelítő helyzetét. Meg kell adni az elfogadhatónak tartott stacking sebesség sávot is. Ezután a program a következő lépéseket hajtja végre.

1. Horizontonként összegyűjtjük a horizont idő-sebesség sávjába eső t_0 , NMO, amplitudó értékhármasokat. Megvizsgáljuk a pontok sűrűségét. Ha horizontálisan egy adott sűrűségnél nem fordul elő több értékhármas, feltételezzük, hogy a horizont megadása hibás volt. Ezeket a horizontokat a további vizsgálatokból kihagyjuk.

2. A meglevő pontok lineáris interpolációjával a hiányzókat pótoljuk. A pontokat horizontonként simítjuk. A simítást a következő átviteli függvényű szűrővel végezzük:

$$S(k) = \left\{ 0,5 + 0,5 \cos \frac{\pi k}{k_{Nyq}} \right\}^P,$$

ahol k a térbeli frekvencia

$$k_{Nyq} = \frac{1}{4dx}; \quad dx \text{ a geofonköz,}$$

P azt jelzi, hogy egy-egy pont hatása a simítás után jobbra-balra hány mélységpontra terjed át.

A simítás után összehasonlítjuk az eredeti pontokat a simított értékekkel. Elhagyjuk azokat, ahol a simított és simítatlan pontok t_0 , illetve NMO-beli eltérése egy küszöbértéknél nagyobb. A küszöbértéket a pontok szórásából számítjuk.

Ezután ismét megvizsgáljuk a pontok horizontális sűrűségét. Töröljük azokat a horizontokat, melyeknél az értékhármasok előfordulása túl ritka. Ezzel a véletlenszerűen, zajokból összeálló horizontoktól szeretnénk megszabadulni.

A megmaradó horizontoknál ismét lineáris interpolációval pótoljuk a hiányzó pontokat, majd elvégezzük a horizontonkénti simítást.

3. Megvizsgáljuk, hogy a szomszédos horizontok között értelmezhető-e intervallum sebességek. Ha igen, megnézzük, hogy illeszkednek-e a terület kompaktíós viszonyai által megszabott rétege sebességekhez. Ezt a vizsgálatot minden mélységpontban elvégezzük. Töröljük azokat a horizontokat, melyekben túl sok a hibás pont. Ezzel a lépéssel a többszörös reflexióktól szeretnénk megszabadulni.

4. A megmaradó horizontok hiányzó t_0 értékeit lineáris interpolációval pótoljuk és simítjuk. Ezzel minden horizonthoz előállítunk egy $t_0 = t_0(x)$ függvényt. Ugyanígy az amplitúdókra is elkészítünk egy-egy $A = A(x)$ függvényt.

5. A 3. lépés után megmaradt pontok t_0 - NMO értékeihez hozzáillesztünk egy $NMO = NMO(t_0, x)$ kétváltozós felületet. A felületet térben és időben simítjuk.

6. A 4. lépéssel meghatározott $t_0 = t_0(x)$ görbék mentén kiszámítjuk az 5. lépéssel előállított felület $NMO = NMO[t_0(x), x]$ értékeit.

Ezzel előállítottuk a szelvényhorizontok menti stacking sebesség-függvényét. Feltételezzük, hogy az elvégzett simításokkal, válogatásokkal megszabadultunk a zajokból és a többszörös reflexiókból eredő hibáktól. Sajnos a belső többszörösöket ezzel az automatizált válogatással nem mindig tudjuk felismerni. Kritikus esetekben a felhasználónak kell eldöntenie a problémát az intervallum sebességek és a keresztező szelvények vizsgálata alapján.

Pontosság

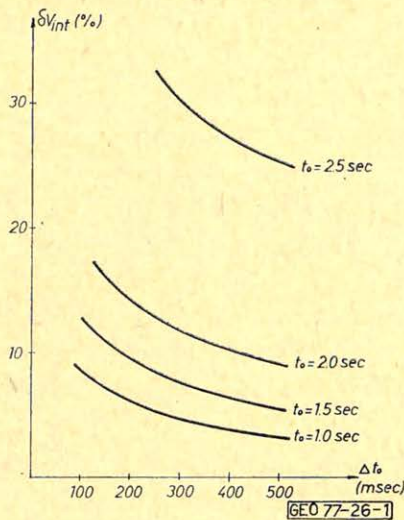
A módszer pontosságát vízszintes helyzetű, különböző vastagságú intervallumok vizsgálatával próbáltuk meghatározni. Néhány szelvényen megnéztük, hogy mekkora az intervallum-sebességek horizontális szórása.

Az 1. ábrán különböző mélységekben elhelyezkedő, különböző vastagságú intervallumokra láthatjuk az intervallum-sebességek háromszoros szórását. Az ábrát különböző minőségű és fedésszámú anyagok vizsgálatából kaptuk. Ezért feltételezhetjük, hogy ez a pontosság üzemszerűen is betartható.

A következő ábrákon egy szeizmikus sebességvizsgálat és egy szónikus karotázsmérés eredményét hasonlítjuk össze. A 2. ábrán láthatjuk a vizsgált stacking-szelvényt. A szelvény közelében elhelyezkedő mélyfúrásban szónikus sebességmérést is végeztek. A könnyebb összehasonlíthatóság érdekében a szónikus görbét 50 méterenkénti átlagolással simítottuk. A 3. ábrán a fúráshoz legközelebbi szelvényszakasz intervallum-sebesség függvénye és a simított szónikus sebességgörbe látható.

A két görbét összehasonlítva láthatjuk, hogy az eltérés sehol sem lépi túl az 1. ábrán megadott határokat.

Végül bemutatunk egy példát a túlnyomásos zónák előrejelzésére. A 4. ábrán látható stacking-szelvény a Makó-2 mélyfúrás közelében halad. A szelvényen elvégeztük a sebességvizsgálatot. Az intervallum-sebességeket horizontálisan grafikus úton tovább simítottuk. A simított függvény fúráshoz közeli szakaszából számítottuk ki az 5. ábrán látható intervallum-áthaladási-idő függvényt.



1. ábra. Az intervallum-sebességek pontossága az intervallum vastagságának és mélységének függvényében. Az ábrát különböző fedésszámú és különböző minőségű szelvények vizsgálatával készítettük. A közel vízszintes helyzetű reflexiók horizontok között megvizsgáltuk az intervallum-sebességek horizontális változását és a sebességértékek szórását.

$$\delta V_{\text{int}} = \frac{300 \sigma_{V_{\text{int}}}}{\bar{V}_{\text{int}}},$$

ahol $\sigma_{V_{\text{int}}}$ az intervallum sebességek szórása, \bar{V}_{int} pedig az átlagos intervallum-sebesség.

Рис. 1. Точность интервальных скоростей в зависимости от мощности и глубины залегания интервала. При составлении рисунка были использованы профили с разной кратностью перекрытий и различного качества. Между отражающими горизонтами, залегающими в примерно горизонтальном положении, были изучены горизонтальные изменения интервальных скоростей и разброс значений скорости.

$$\delta V_{\text{int}} = \frac{300 \sigma_{V_{\text{int}}}}{\bar{V}_{\text{int}}}$$

где $\sigma_{V_{\text{int}}}$ — разброс интервальных скоростей,
 \bar{V}_{int} — средняя скорость интервала.

Fig. 1. Accuracy of interval velocities vs. interval thickness and depth. The figure was compiled by investigating sections with various coverage factors and of different quality. Between reflection horizons lying in nearly horizontal position we have investigated horizontal changes of interval velocities and the scattering of velocity values

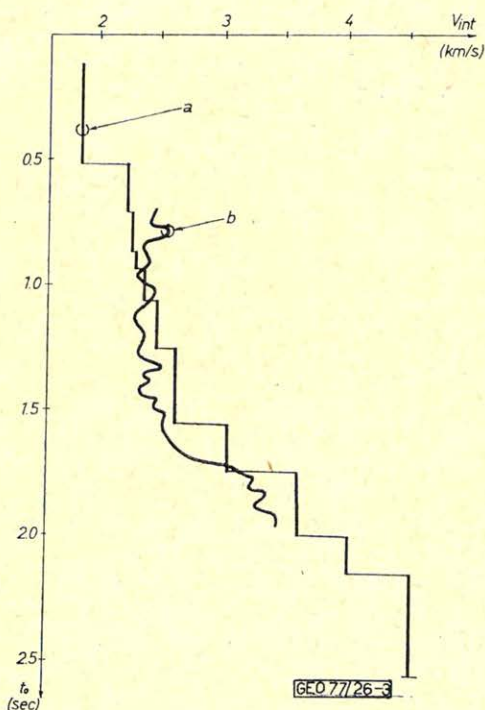
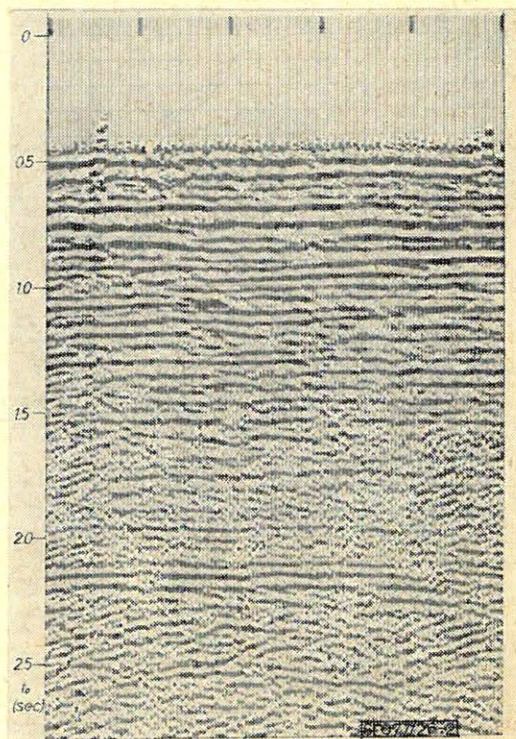
$$\delta V_{\text{int}} = \frac{300 \sigma_{V_{\text{int}}}}{\bar{V}_{\text{int}}},$$

where $\sigma_{V_{\text{int}}}$ is the scattering of interval velocities, \bar{V}_{int} the average interval velocity.

2. ábra. 12-szeres fedésű stacking szelvény. Ennek vizsgálatából számítottuk a 3. ábrán látható intervallum-sebességet.

Рис. 2. Разрез с 12-кратным накоплением. По исследованию этого разреза была рассчитана интервальная скорость, приведенная на рис. 3.

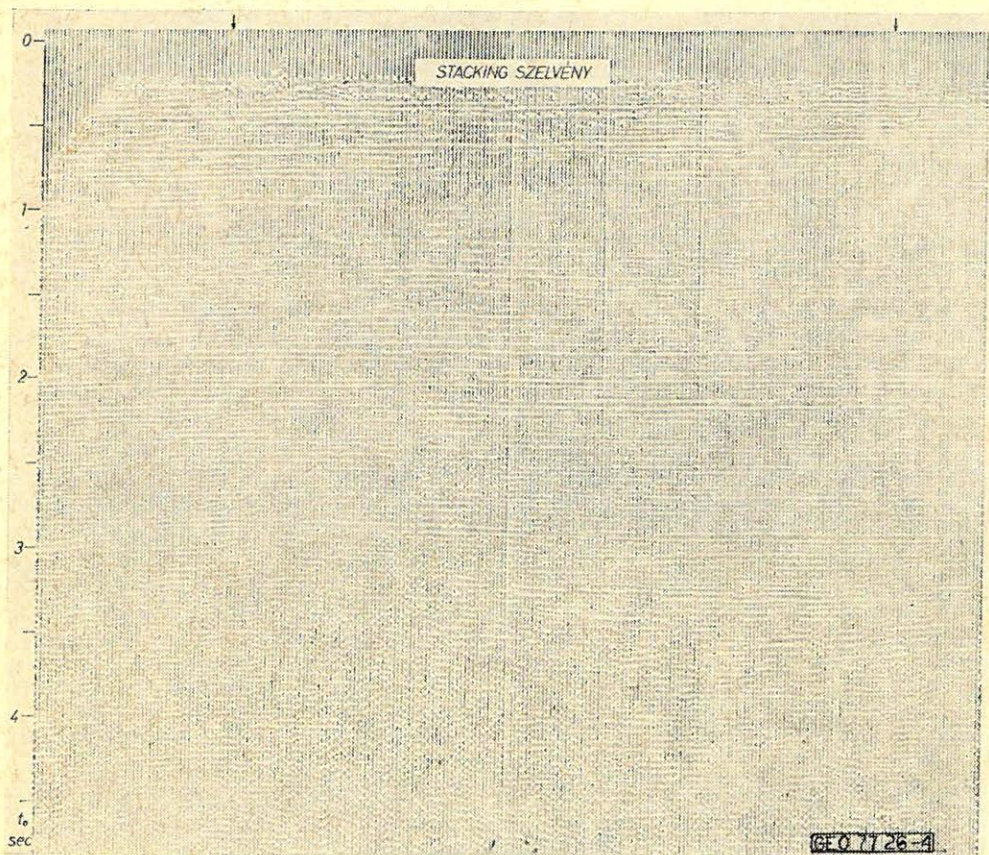
Fig. 2. Stacking section with 12-fold coverage. Interval velocity shown in Fig. 3. was calculated from the investigation of this section.



3. ábra. Egy intervallum-sebesség függvény és egy szónikus sebességfüggvény összehasonlítása. Az „a” jelű görbe az intervallum-sebesség függvény. Ezt a 2. ábrán látható szelvény vizsgálatából kaptuk. A „b” jelű görbe a szónikus sebességfüggvény. A mért szónikus sebességeket 50 méterenként átlagolással simítottuk, hogy könnyebben összehasonlíthassuk az intervallum-sebesség függvényvel.

Рис. 3. Сопоставление функции интервальной скорости с функцией акустической скорости. Кривая «а» представляет собой функцию интервальной скорости. Она была получена из изучения разреза, показанной на рис. 2. Кривая «б» — функция акустической скорости. Измеренные акустические скорости были сглажены усреднением через 50 м для облегчения сопоставления ее функцией интервальной скорости.

Fig. 3. Comparison of an interval velocity function and a sonic velocity function. Curve „a” is the function of interval velocity. This was received from the investigation of the section shown in Fig. 2. Curve „b” is the function of sonic velocity. Sonic velocities as measured were smoothed by averaging them in 50 m intervals to render their comparison with interval velocity functions easier.



4. ábra. 12-szeres fedésű stacking szelvény. A következő ábrán ennek a szelvénynek a vizsgálata látható.

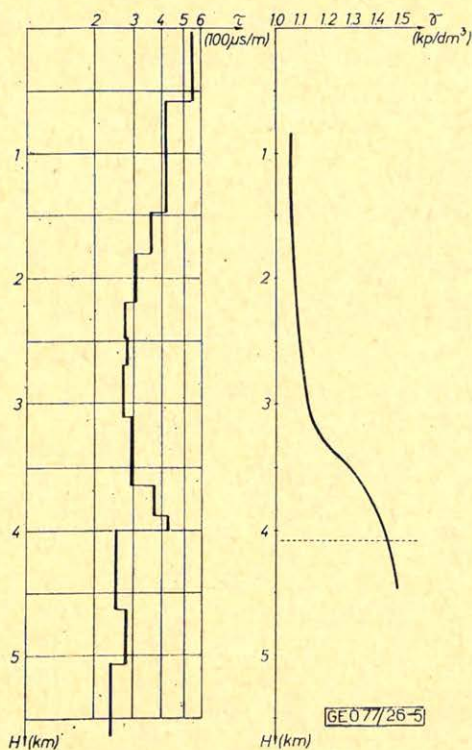
Рис.4. Разрез с 12-кратным накоплением. На следующем рисунке приводится исследование этого разреза.

Fig. 4. Stacking section with 12-fold coverage. The next figure shows the investigation of this section.

Az intervallum-sebességekből az u. n. ekvivalens mélységek módszerével számítottuk ki a rétegnyomást, illetve az ezzel egyenértékű ekvivalens iszapfajsúlyokat. Az 5. ábra jobb oldalán a sebességvizsgálatokból számított ekvivalens iszapfajsúly-görbe látható. Az ábrára szaggatott vonallal bejelöltük a fúrásból ismert túlnyomásos zóna tetejét.

Láthatjuk, hogy a szeizmikus sebességvizsgálat jól jelzi a túlnyomásos zóna jelenlétét. A zóna mélységének megadásakor, illetve a pontosság elbírálásakor természetesen figyelembe kell venni a szeizmikus módszer viszonylag durva mélységfelbontó képességét.

Bár az ekvivalens iszapfajsúly-értékek meghatározása körül vannak még problémáink, a sebességvizsgálatokból szerzett ismeretek így is hasznosak lehetnek a mélyfúrások tervezésekor.



5. ábra. Túlnyomás jelzése az előbbi ábrán látható szelvény sebességvizsgálata alapján. Az ábra bal oldalán az intervallum áthaladási idő függvény látható, az ábra jobb oldalán pedig az ekvivalens iszapfajsúly függvény. Az intervallum áthaladási időket az intervallum sebességek horizontális simítása után számítottuk ki, a szelvénynek a fúráshoz legközelebbi szakaszára. Az ekvivalens iszapfajsúly függvényt az ún. ekvivalens mélységek módszerével határoztuk meg. A szaggatott vonal a fúrásból ismert túlnyomásos zóna tetejét jelzi.

Рис. 5. Индикация избыточного давления по исследованию скорости на разрезе, показанной на предыдущем рисунке. На левой стороне рисунка приведена функция времени перехода через интервал, а на правой — функция эквивалентного удельного веса бурового раствора. Времени перехода через интервал были вычислены после горизонтального сглаживания интервальных скоростей, для ближайшего к скважине участка разреза. Функция эквивалентного удельного веса раствора была определена с методом т.н. эквивалентных глубин. Пунктиром показана кровля зоны избыточного давления, известного по скважине.

Fig. 5. Indication of overpressure on the basis of velocity investigation of the section shown in the previous figure. On the left side of the figure is shown the time function of interval transition, on the right one the function of equivalent specific weight of mud. The interval transition times were calculated after horizontal smoothing of interval velocities for section parts nearest the borehole. The function of equivalent specific weight of the mud was determined by the so called equivalent depths-method. The dashed line indicates the top of the overpressure zone known from the borehole.

IRODALOM

- William A. Schneider, Milo M. Backus: Dinamic correlation analysis. Geophysics V. 33. No. 1. (1968)
 Bibhu P. Dash, Brian L. A. Hains: Moveout detection by an autocorrelation method. Geophysics V. 39. No. 6. (1974)
 Késmárky István, Thuma Attila: Egyszerű eljárás szeizmikus reflexiók automatikus kijelölésére. Magyar Geofizika. XV. 3–4. (1974)
 Véges István, Zsellér Péter: Automatikus információ meghatározás reflexiós szeizmogrammból Magyar Geofizika. XVI. 4. (1975)

A szeizmikus sebesség és a hőtermelés összefüggése kristályos kőzetekben

L. RYBACH*

*Kristályos kőzetekben a V_p szeizmikus sebesség és a ρ sűrűség növekszik, míg a radióaktív hőtermelés csökken savanyútól a bázikus összetétel felé haladva. Különböző nyomások alatt a földkéreg közeleinek sebesség-sűrűség rendszeréből kiindulva a dolgozat empirikus $A(V_p)$ összefüggést ismertet az 5,0–8,0 km/sec tartományban, mely a $(V_p) = a \cdot \exp(-bV_p)$ törvényt követi, ahol az a és b számfaktor függ az *in situ* nyomástól. A dolgozat diagramot közöl, amelynek segítségével a hőtermelés eloszlása $A(z)$ bármely $V_p(z)$ szerkezetre kiszámítható.*

В кристаллических породах сейсмическая скорость V_p и плотность ρ возрастают, а радиоактивное теплопроизводство снижается от кислого до основного состава. Под разными давлениями для системы скорость-плотность пород земной коры приводится в работе эмпирическое отношение $A(V_p)$ в диапазоне от 5,0 до 8,0 км/сек, которое следует закону $(V_p) = a \cdot \exp(-bV_p)$ где факторы a и b зависят от давления при условиях естественного залегания. В работе приводится диаграмма, с помощью которой вычисляется распределение теплопроизводства $A(z)$ для любой структуры $V_p(z)$.

*In crystalline rocks seismic velocity V_p and density ρ increase, whereas radioactive heat production A decreases from acidic to basic compositions. For the velocity-density systematics for crustal rocks at different pressures an empirical $A(V_p)$ relationship has been derived for the range 5.0–8.0 km/sec which follows the exponential law: $A(V_p) = a \cdot \exp(-bV_p)$, where the numerical factors a and b depend on the *in situ* pressure. A graph is given by means of which the heat production distribution $A(z)$ can be obtained for any given $V_p(z)$ structure.*

Egy adott kőzet radióaktív hőtermelése A függ a benne levő urán, tórium és kálium mennyiségétől. Ez skaláris izotróp kőzefizikai tulajdonság, amely független az *in situ* hőmérséklettől és nyomástól, és döntő szerepet játszik a földi hőáram-elosztás értelmezésében, valamint a földkéregre vonatkozó termális modellek kiszámításában. A -nak kísérleti meghatározása rendszerint gammasugár spektrometriával történik, amely alkalmas U, Th, és K egyidejű meghatározására. Örölt, vagy szilárd kőzetminták analizálhatók (lásd Adams és Gasparini, 1970, vagy Rybach 1971).

Közvetlen mintavételezéssel csak a földkéreg legfelső néhány km-re érhető el (felszíni minták, fúrómagok stb). Abból a célból, hogy a termikus viszonyokra és folyamatokra fényt derítsünk, a kéreg mélyebb rétegeiben elhelyezkedő radióaktív hőforrások eloszlására indirekt úton kell következtetni.

A nyomáshullámok sebessége V_p és annak változása a mélység függvényében meghatározható a föld felszínén végrehajtott szeizmikus mérésekkel. Ha fennáll egy összefüggés A és V_p között, a hőtermelés értéke kivehető bármely z mélységre a mért $V_p(z)$ eloszlásból az $A(V_p)$ formula alkalmazásával.

Hasonló lehetőség merül fel a sűrűség ρ és a sebesség V_p kölcsönös függésében: a mért szeizmikus sebességekből nyert sűrűség-értékek széles kör-

* Institut für Geophysik der ETH Zürich, ETH-Hönggerberg CH – 8093 Zürich Switzerland

ben használatosak gravitációs modellek számításához Bouguer anomália szelvények értelmezésében. Számos törvényt javasoltak a sebesség – sűrűség összefüggésre, hogy kifejezzék azt a tapasztalati kapcsolatot, amit először Nafe és Drake (1959) talált. További tapasztalati $\rho(V_p)$ összefüggéseket mutatott be Bateman és Eaton (1967), Gangi és Lamping (1971) és Woollard (1975). Birch (1961) kimutatta, hogy kristályos kőzetekben a $\rho(V_p)$ összefüggés első közelítésben lineáris és a kérdéses anyag átlagos atomsúlyától függ. A sebesség – sűrűség összefüggés általánosítható a hidrodinamikussá bevezetésével:

$$V_p = (V_p^2 - 4 V_s^2/3)^{1/2},$$

lásd Shankland (1970), Mao (1974).

A sebesség és a hőtermelés közötti összefüggés

Hasonló empirikus összefüggést ismertetett A és V_p (vagy ρ) között kristályos kőzetre vonatkozóan Rybach (1973a, 1973b) és görbét adott meg, amely azt mutatja, hogy A csökken V_p növekedésével. Ez a tendencia egyszerűen tükrözi azt az általános kőzefizikai szabályt, hogy a mafik-ásványok százalékos arányának növekedésével a szeizmikus sebesség növekszik és a radióaktivitás csökken; ez a tendencia igaz metamorf kőzetekre is (Rybach 1976a, 1976b). Újabban Buntebarth (1975) általánosította az $A(V_p)$ összefüggést egy k mennyiségnek – a kation térkitöltési indexnek – bevezetésével, továbbá azzal, hogy a V_p érték standard p/T viszonyokra vonatkoztatott:

$p_{\text{ref}} = 4 \text{ kb}$, $T_{\text{ref}} = 20^\circ\text{C}$. A k index jellemző a szóban levő kőzet ásványos összetételére:

$$k = \frac{Z}{N \cdot v_M}, \quad (1)$$

ahol

Z a mólsúlyban levő kationok száma, v_M a szóban levő ásvány móltérfogata és N az Avogadro féle szám.

Egy kőzetösszetételben, amelynek kémiai összetétele a savanyútól (gránitos) a bázikusig változik, k változása $4,7 \cdot 10^{-12} \text{ mol/cm}^3$ -től (gránit) $5,3 \cdot 10^{-12} \text{ mol/cm}^3$ (gabbrodiorit) közepes értékeken keresztül egészen $6,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol/cm}^3$ (eklogit)-ig terjed. Ugyanekkor A kb 7 HGU -tól $0,1 \text{ HGU}$ -ig, csökken. ($1 \text{ HGU} = 10^{-13} \text{ cal/cm}^3 \text{ sec} = 0,417 \mu\text{W/m}^3$). Míg k és A függetlenek az *in situ* hőmérséklettől és nyomástól, V_p jelentős hőmérséklet- és nyomás-hatásokat mutat. V_p -nek a nyomással történő növekedése a $0-1,5 \text{ kb}$ tartományban ($0-6,0 \text{ km}$ -ig terjedő kéregmélység) különösen figyelemreméltó (lásd Press 1966, Lebedev és munkatársai 1974). Így V_p -nek a mélységgel történő általánosan megfigyelt növekedése a közettípus változására, továbbá a földkéregben levő nyomás- és hőmérsékleti viszonyok változására utal. A hőmérsékleti hatás azonban sokkal kevésbé kifejezett.

Következésképpen az $A(V_p)$ értékek megadhatók a kéreg különböző mélység szintjeinek megfelelő különböző nyomásokra. Az $A(V_p)$ korreláció egyrészt a $\rho(V_p)$ összefüggésen – melyet különböző nyomásokra kísérleti úton Volarovich (1966, 1967) állapított meg – másrészt A -nak és ρ -nak savanyú kőzetektől a bázikusig terjedő szisztematikus változásain alapul. (1. táblázat). Az 1. ábra

különböző nyomásokhoz tartozó ρ (V_p) összefüggéseket mutatja. Figyelembe kell venni, hogy ezek az egyenesek, a Nafe – Drake görbéhez hasonlóan, szórt adatpontok közelítését jelentik.

I. táblázat – таблица – Tabelle

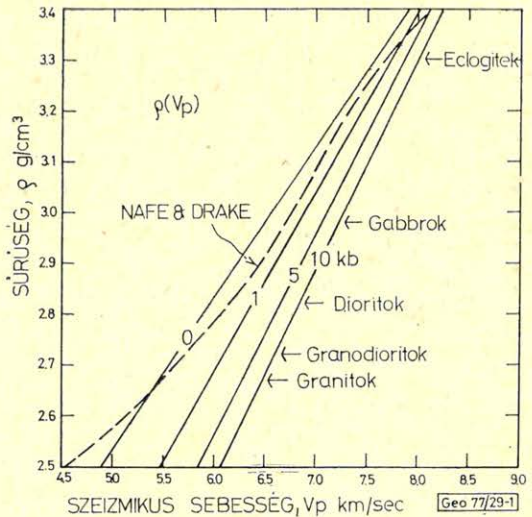
Átlagos sűrűségek (ρ), hőtermelési értékek (A) és kation tértöltési indexek (k)
a legfőbb kristályos kőzetekre.

Rybach (1973b) és Buntebarth (1975) adatai

Средние плотности (ρ), значения производства тепла (A)
и показатели наполнения катионами (k) для важнейших кристаллических пород.
Данные Рыбаха (1973б) и Бунтебарта (1975)

Average densities (ρ), heat production values (A)
and cation packing indices (k) of major crystalline rock types.
Data from Rybach (1973b) and Buntebarth (1975)

Kőzetfajta	ρ (g/cm ³)	A		k · (10 ⁻¹² mol/cm ³)
		(HGÜ)	(μ W/m ³)	
Gránit	2,67	7,0	2,93	4,70
Granodiorit	2,72	3,6	1,50	4,85
Diorit	2,82	2,7	1,13	5,20
Gabbro	2,98	1,0	0,417	5,40
Eklogit	3,00	0,15	0,063	6,10



I. ábra.
Рис. 1.
Fig. 1.

Az exponenciális törvény

A 2. ábra az $A(V_p)$ összefüggést mutatja különböző nyomásokon. A féllogaritmikus ábrázolásban megjelenő egyes vonalak jelzik, hogy A V_p -vel exponenciális kapcsolatban van:

$$A(V_p) = a \cdot \exp(-b \cdot V_p), \quad (2)$$

ahol

a és b numerikus faktorok, melyeknek dimenziója (HGU), illetve (km/sec)⁻¹. Ezeknek a nyomástól való függését a II. táblázat mutatja.

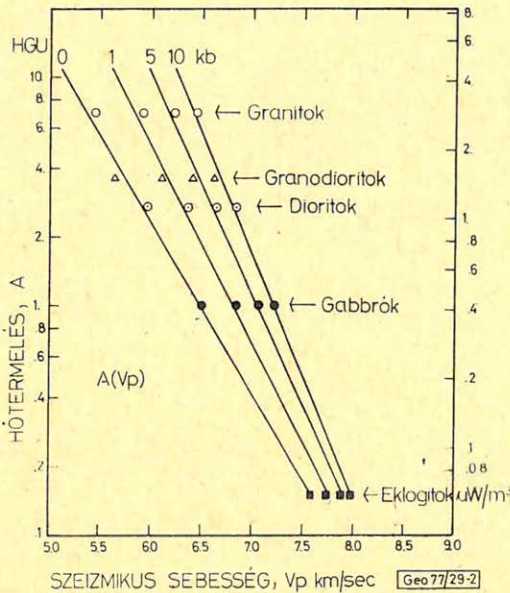
II. táblázat – таблица – Tabelle

A 2. egyenletben levő a és b számfaktorok nyomástól való függése a 2. ábra alapján

Зависимость численных факторов a и b в уравнении 2 от давления на основании рис. 2.

The pressure dependence of the numerical factors a and b in Equ. (2) as determined from Fig. 2

Nyomás (kb)	a	b
0	$7,90 \cdot 10^4$	1,735
1	$6,02 \cdot 10^5$	1,951
5	$5,29 \cdot 10^6$	2,193
10	$3,96 \cdot 10^7$	2,483



2. ábra.

Рис. 2.

Fig. 2.

A 2. ábrán bemutatott $A(V_p)$ összefüggés átalakításából keletkezik a 3. ábra azáltal, hogy a lithosztatikus nyomások helyett (kb-ban) a megfelelő mélységek (km-ben) kerültek az abcissa tengelyre. Az ábrából bármely adott $V_p(z)$ szerkezetre az $A(z)$ hőforrás-eloszlás kivehető. A 3. ábra görbéi azokat a mélységeket (és nyomásokat) tartalmazzák, amelyekhez kísérleti adatok állnak rendelkezésre (2. ábra); a vonalak azonban extrapolációval kiterjeszthetők nagyobb nyomásokra is.

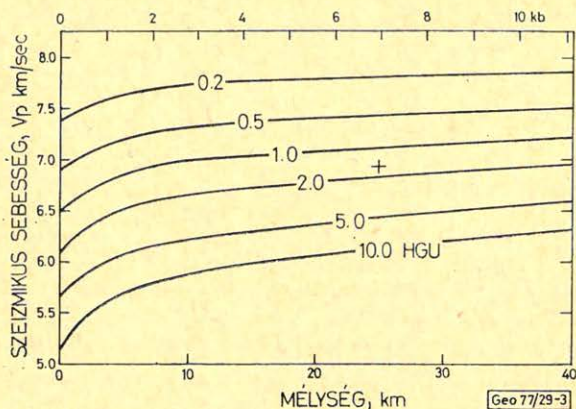
Elemzés

Több érv hozható fel arra vonatkozóan, hogy a kontinentális kéreg lecsökkent szeizmikus sebességű övezeteiben (kisebb sebességű kéregrétegek, melyeket először Mueller és Landisman 1966, és Landisman és Mueller 1966 említett), az $A(V_p)$ összefüggés nem érvényes. Az kis szeizmikus sebességek nagyobb hőtermelődesre utalnak az alacsony sebességű rétegben. Ez azonban ellentmondásban lenne egyrészt a felszíni hőáram által adott feltételekkel, másrészt a köpeny hőáramával (lásd Rybach és munkatársai 1977.) Továbbá a radióizotópok hőtermelésének ilyenfajta eloszlása valószínűleg nem eléggé stabilis a köpeny nyomás-hőmérsékleti mezejében (Rybach 1976). Érdeemes megjegyezni, hogy Markis (1971) közleménye szerint a $\rho(V_p)$ összefüggés

3. ábra.

Рис. 3.

Fig. 3.



szintén nem érvényes az Alpok alacsony sebességű zónáiban. Az alacsony sebességű réteg tetejénél és talpánál nyert A értékekből interpolációval nyert hőtermelési értékek kielégíthetik a fent említett feltételeket.

Minthogy az 1. ábra a $\rho(V_p)$ vonalait szobahőmérsékleten határozzák meg, a hőmérsékletnek V_p -re való hatása (ami csupán néhány százalékot tehet ki) figyelembe veendő a 3. ábra használata előtt a $V_p(20^\circ\text{C})$ meghatározásával. A III. táblázatban $V_p(T)/V_p(20^\circ\text{C}) = f$ hányados néhány kőzettípusra van megadva.

III. táblázat – таблица – Tabelle

A hőmérséklet hatása V_p -re különböző kőzetekben. A $V_p(T)/V_p(20^\circ\text{C})$ értékek Fielitz (1971) és Buntebarth (1975) szerint

Влияние температуры на V_p в различных породах. Значения $V_p(T)/V_p(20^\circ\text{C})$ по Филиц (1971) и Бунтебарт (1975)

The effect of temperature on V_p for different rocks. $V_p(T)/V_p(20^\circ\text{C})$ values from Fielitz (1971) and Buntebarth (1975)

T ($^\circ\text{C}$)	Gránit	Gabro	Peridotit
200	0,995	0,995	0,996
400	0,979	0,983	0,985
600	0,948	0,965	0,973
800	—	(0,932)	(0,957)

Átmeneti összetételű kőzeteket a III. táblázat nem tartalmaz, a megfelelő értékek interpolációval határozhatók meg. Az eljárást a következő példa mutatja be: Meghatározandó a hőtermelési érték $z = 25$ km-re, ahol $V_p = 6,8$ km/sec értéket mértek (ez bázikus kőzetet jelez \approx gabró) kontinentális övezetben normális geotermikus viszonyokkal. Így az *in situ* hőmérséklet $T(25 \text{ km}) \approx 400$

$^{\circ}\text{C}$ -nak tételezhető fel. Így a III. táblázat alapján $V_p(20^{\circ}\text{C}) = V_p(400^{\circ}\text{C}) \frac{1}{f} = 6,8/0,983 = 6,92 \text{ km/sec}$. Ezekkel az adatokkal a hőtermelési érték $1,6 \text{ HGU}$ -nak olvasható le a 3. ábráról.

Következtetések

Kristályos kőzetekben az A hőtermelés szisztematikusan változik az V_p szeizmikus sebességgel az $5,0-8,0 \text{ km/sec}$ intervallumban (ami tartalmazza a legtöbb kéregkőzet fajtát) A csökken növekvő V_p -vel. Az empirikus úton megállapított összefüggés $A(V_p) = a \cdot \exp(-bV_p)$ jól illeszkedik a tapasztalati úton megállapított közepes A és V_p értékekhez. Kiindulva a földkéreg egy adott $V_p(z)$ sebesség eloszlásából, ami szeizmikus mérésekből meghatározható, az ennek megfelelő radioaktív hőforrás-eloszlás, $A(z)$ megkapható. Ez utóbbi alkalmas termikus modellek számítására, valamint a köpeny hőáramának meghatározására, ha a felszíni hőáram ismert.

Köszönetnyilvánítás

Ez a tanulmány a szerző 1976-os budapesti tartózkodása alatt készült. Köszönet jár azért az inspiráló légkörért, amiben a szerzőnek az Eötvös Loránd Tudományegyetemen (Stegena Lajos professzor és geotermikus munkacsoportja) része lehetett.

IRODALOM

- Adams, J. A. & Gasparini, P., 1970. Gamma-ray Spectrometry of rocks. Elsevier, Amsterdam
- Bateman, P. C. & Eaton, G. P., 1967, Sierra Nevada. Science 158, 1407–1417
- Birch, F. (1961): The velocity of compressional waves in rocks to 10 kilobars. J. Geophys. Res. 66, 2199–2224
- Buntebarth, G., 1975. Geophysikalische Untersuchungen über die Verteilung von Uran, Thorium und Kalium in der Erdkruste sowie deren Anwendung auf Temperaturberechnungen für verschiedene Krustentypen. Diss. Univ. Clausthal
- Fielitz, K., 1971. Elastische Wellengeschwindigkeiten in verschiedenen Gesteinen unter hohem Druck und bei Temperaturen bis zu 750°C . Z. Geophys. 37, 943–956
- Gangi, A. F. & Lamping, N. E., 1971. An in situ method of determining the pressure dependence of phase-transition temperatures in the crust; in The Structure and Physical Properties of the Earth's Crust, ed. John G. Heacock, American Geophysical Union Geophysical Monograph 14, Washington, 185–190
- Landisman, M. & Mueller, S., 1966. Seismic studies of the Earth's crust in continents, 2, Analysis of wave propagation in continents and adjacent shelf areas. Geophys. J. R. astr. Soc. 10, 539–548
- Lebedev, T. S., Sapoval, V. I. & Korcin, V. A., 1974. Untersuchungen der Geschwindigkeit von elastischen Wellen in Gesteinen unter den thermodynamischen Bedingungen der tieferen Erdkruste. Veröff. Zentralinst. Phys. der Erde Nr. 22, 17–28, Postdam
- Makris, J. (1971): Aufbau der Erdkruste in den Ostalpen aus Schweremessungen und die Ergebnisse der Refraktionsseismik. Hamburger Geophys. Einzelschriften 15. De Gruyter & Co., Berlin
- Mao, N. H., 1974. Velocity-density systematics and its implications for the iron content of the mantle. J. Geophys. Res. 79, 5447–5454
- Mueller, S. & Landisman, M., (1966). Seismic studies of the earth's crust in continents, 1, Evidence for a low-velocity zone in the upper part of the lithosphere. Geophys. J. R. astr. Soc. 10, 525–538

- Nafe, J. E. & Drake, C. L.* (1959), in Talwani, M., Sutton, G. A. & Worzel, J. L.: A crustal section across the Puerto Rico Trench. *J. Geophys. Res.* 64, 1545–1500
- Press, F.* (1966). Seismic velocities, in Handbook of Physical Constants, ed. Sydney P. Clark, Geol. Soc. America Memoir 97, Washington, p. 197–218.
- Rybach, L.*, 1971. Radiometric Techniques, in Modern Methods of Geochemical Analysis, ed. Richard E. Wainardi & Ernst A. Uken. Plenum Press, New York, 217–318.
- Rybach, L.*, 1973a. Radioactive heat production of rocks from the Swiss Alps; geophysical implications. 1st European Geophysical Society Meeting, Zurich (Abstract)
- Rybach, L.*, 1973b. Wärmeproduktionsbestimmungen an Gesteinen der Schweizer Alpen. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser. Liefg. 51, Kümmerly & Frey Bern.
- Rybach, L.*, 1976a. Radioactive heat production; A physical property determined by the chemistry of rocks, in The Physics and Chemistry of Minerals and Rocks, ed. R. G. J. Strend, Wiley & Sons, London
- Rybach, L.*, 1976b. Radioactive heat production in rocks and its relation to other petrophysical parameters. *PAGEOPH* 114, 309–318.
- Rybach, L.*, 1976c. Die Gesteinsradioaktivität und ihr Einfluss auf das Temperaturfeld in der kontinentalen Kruste. *J. Geophys.* 42, 93–101.
- Rybach, L., Werner, D., Mueller, S. & Berset, G.*, 1977 Heat flow, heat production and crustal dynamics in the Central Alps, Switzerland. *Tectonophysics* 41, 113–136
- Shankland, T. J.*, 1972. Velocity-density systematics: Derivation from Debye theory and the effect of ionic size. *J. Geophys. Res.* 77, 3750–3758
- Volarovich, M. p., Galdin, J. E. & Levikin, A. N.*, 1966. Study of the velocity of longitudinal waves in samples of extrusive and metamorphic rocks at pressures up to 20 kb. *Izvest., Earth Phys. Ser.*, no. 3, engl. transl., 15–23
- Volarovich, M. P., Kurskeyev, A. K., Tomashevskaya, I. C., Tuzova, I. L. & Urazayev, B. M.*, 1967. Relation between the longitudinal wave propagation velocity and the rock density at high hydrostatic pressures. *Izvest., Earth's Phys. Ser.*, no 5, engl. transl. 276–279
- Woollard, G. P.*, 1975. Regional changes in gravity and their relation to crustal parameters. Bureau Gravimétrique Intern., Bull. d' Inform. 36, 106–110

(Ford.: Kapitány S-né)

Lapszemle

Földtani Kutatás XX. évf. 1. sz. 1977.

Az Országos Földtani Ankét (Budapest, 1976 márc. 29–31., MÁFI előadásai, 1–59 old.

Cseh Németh József: Az ércbányászati kutatások célkitűzései és feltételei az V. ötéves tervben, 3–10 old.

Mátyás Ernő: A Tokaji-hegység ásványi nyersanyag-kutatásainak helyzete és perspektívái, 11–24 old.

Podányi Tibor: Technológiai kísérletek és vizsgálatok az ásványvagyonbázis bővítése érdekében, 25–27 old.

Gyurkó László: A mélyfúrásos kutatás feladatai és problémái az Országos Érc- és Ásványbányák vállalatnál, 28–35 old.

Jámbor Áron–Szabadváry László: A bauxit földtani előkutatásának feladatai, 36–37 old.

Fodor Béla: Ásványvagyonagazdálkodási kérdések a bauxitbányászat gyakorlatában, 38–39 old.

Falu János: Az építőanyagipari nyersanyagkutatás feladatai, 40–45 old.

Fodor Tamásné: Részletes és átfogó mérnökgeológiai vizsgálatok és térképszerkesztés, 46–47 old.

Gabos György: A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat az építőipari nyersanyagkutatás bázisintézte, 48–49 old.

Székely István: A cementipari nyersanyagkutatással szemben támasztott követelmények, 50–52 old.

Várhegyi Győző: A bauxit ritkafém-tartalmának hasznosítása, 53–56 old.

Függővonal-elhajlás interpoláció Eötvös-inga-mérési eredmények alapján

II. Rész

VÖLGYESI LAJOS

4. Alkalmazások

Amint már a bevezetőben említettük, a függővonal-elhajlások két nagy probléma megoldását segítik elő: egyrészt fontos adatokat szolgáltatnak a geoid részletes meghatározásához, másrészt tájékoztatást nyújtanak a felszín alatt eltakart tömegeloszlásokról (Völgyesi 1976 b). Ebben a részben ezzel a két problémával foglalkozunk.

4.1. Geoid-számítások

A geofizika és az elméleti geodézia egyik közös feladata a Föld elméleti alakjának, a geoidnak a részletes meghatározása. Napjainkban a korszerű mérések eredményei alapján rendelkezésre állnak Földünk csaknem egész felületére a geoid fő formáinak szintvonalas térképei, ezek a térképek azonban nem tartalmazzák a geoid „finomszerkezetét”.

Mint ismeretes, a geoidundulációk és a függővonal-elhajlás-értékek között meghatározott matematikai kapcsolat áll fenn. Valamely P_i és P_{i+1} pont között a geoid-magasság megváltozása:

$$\Delta N_{i,i+1} = \int_{P_i}^{P_{i+1}} (\xi \cos \alpha + \eta \sin \alpha) ds, \quad (3)$$

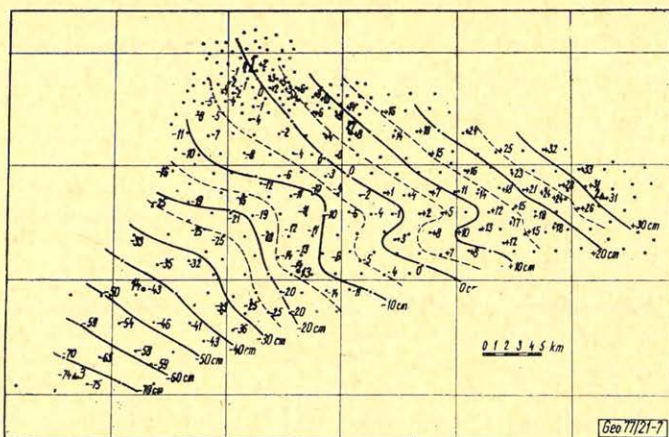
ahol α a két pontot összekötő s hosszúságú vonal azimutja.

Amennyiben tehát a vizsgált terület valamely pontjában ismerjük a geoid-magasság N_0 kiinduló értékét, továbbá ha az illető területen rendelkezésre állnak megfelelő pontsűrűséggel a függővonal-elhajlás-értékek, akkor ezekből a szóbanforgó területre meghatározhatjuk a geoid részletes térképét. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az így számított geoiddarab csak akkor illeszthető más geoid-térképekhez, ha a számítások alapjául szolgáló függővonal-elhajlások ugyanazon alapfelületre vonatkoznak.

A fentiek alapján a 3. ábrán bemutatott kísérleti területen számításokat végeztünk a kombinált módszerrel interpolált függővonal-elhajlás összetevők felhasználásával. Számításainkban a (3) integrált az alábbi közelítő képlettel helyettesítettük:

$$\Delta N_{i,i+1} = \left(\frac{\xi_i + \xi_{i+1}}{2} \cos \alpha_{i,i+1} + \frac{\eta_i + \eta_{i+1}}{2} \sin \alpha_{i,i+1} \right) s_{i,i+1}.$$

Mivel a szóbanforgó területen semmiféle olyan geoid-magasság nem állt rendelkezésünkre, amely ugyanazon alapfelületre vonatkozott volna, mint a megadott relatív függővonal-elhajlás-összetevők, ezért az N_0 geoid-magasságot a 3. ábrán bemutatott kísérleti terület I jelű asztrogeodéziai pontjában önkényesen zérusnak választottuk. — A további pontok geoid-magasságát ebből kiindulva



7. ábra. A relatív függővonal-elhajlások ismerete alapján számított geoid-térkép.

Рис. 7. Карта геоида, рассчитанного на основании знания относительных отклонений отвеса.

Fig. 7. Geoid map computed on the basis of the knowledge of relative deflections of the vertical

határoztuk meg. Sajnálatos módon ebből az következik, hogy az így kapott geoid-térképünket közvetlenül semmiféle más geoidtérképpel nem vethetjük egybe.

A szóbanforgó geoidtérképet a 7. ábrán mutatjuk be. A térkép igen jó összhangban van a $\vartheta = \sqrt{\xi^2 + \eta^2}$ függővonal-elhajlás-vektorok 6. ábrán látható eloszlásával.

A számítások pontosságára jellemző, hogy az 1 → 2, 2 → 3, 3 → 1 láncolatok mentén körbehaladva, és az 1 jelű pontba visszaérve az $N_0 = 0$ cm kiindulóérték helyett $N'_0 = -7$ cm adódott, vagyis a körülbelül 115 km hosszúságú láncolaton körbehaladva mindössze 7 cm-es záróhiba lépett fel. Ez a záróhiba természetesen nemcsak a geoidmagasságok pontosságát jellemzi, hanem egyúttal kiváló ellenőrzési lehetőség az interpolált ξ és η értékek megbízhatóságára vonatkozóan.

A fentiek alapján megállapítható tehát, hogy az Eötvös-inga-mérések alapján sűrített függővonal-elhajlás-értékek felhasználásával igen pontos geoid-térképek készíthetők. Ezen geoid-térképek azonban elvileg csak abban az esetben illeszthetők más geoid-térképekhez, ha a geoid-magasságok és a függővonal-elhajlások ugyanarra az alapterületre vonatkoznak. A helyi részletek tanulmányozására azonban igen alkalmasak és egyelőre nincs is más módszer hasonló pontosságú geoid-térképek szerkesztésére. Az egymástól függetlenül (önálló rendszerben) készült, de egymást részben átfedő geoid-térképek összedolgozására már megfelelő gyakorlati módszer van.

4.2. Következtetések a felszín alatt eltakart szerkezetekre

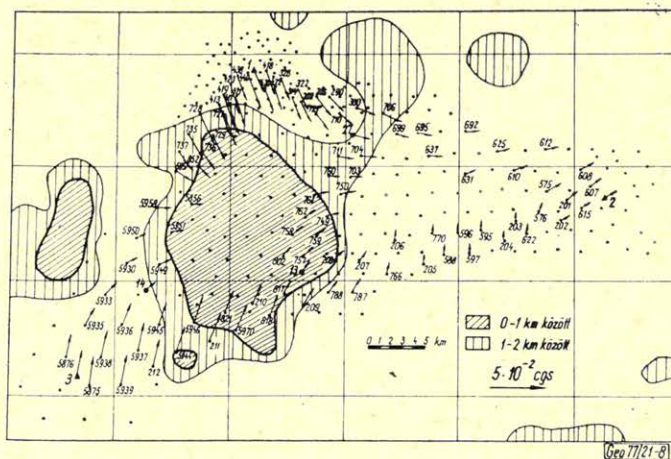
A függővonal-elhajlások a geodéziai alapfelületnek a geoidhoz viszonyított elhelyezkedéséből, továbbá az alapfelületül szolgáló ellipszoid és a nehézségi erőter szintfelületei eltérő görbületi viszonyaiból származnak. A szintfelületek alakja, görbületi viszonyai a belső tömegeloszlás hatását tükrözik.

Ha a függővonal-elhajlásokból — illetve a függővonal-elhajlásokkal arányos vízszintes erőösszetevők eloszlásából — a felszín alatti tömegeloszlásokra akarunk következtetni, akkor a nyers függővonal-elhajlás-értékekből el kell távolítani minden olyan tényezőt, amely a mélybeli viszonyok megítélését zavarná, azaz korrekcióba kell venni a felszíni tömegek hatását és megfelelő referencia-ellipszoidot kell választani.

A felszíni domborzat hatásával és ennek korrekcióba vételével más helyen részletesen foglalkoztunk (Völgyesi 1975, 1976 a), ezért most röviden csak a megfelelő alapfelület kiválasztásának kérdését tárgyaljuk.

Az 1. részben értelmezett függővonal-elhajlás értéke lényegében attól függ, hogy milyen referencia-ellipszoiddal közelítjük meg a Föld alakját. A referencia-ellipszoid bármilyen (méret vagy elhelyezésbeli) módosítása a hozzá viszonyított függővonal-elhajlás-értékeket is többé-kevésbé megváltoztatja. Ebből következik, hogy nem minden általános elhelyezésű referencia-ellipszoid alkalmas arra, hogy a rá vonatkozó relatív függővonal-elhajlásokból következtetéseket vonhassunk le a nem látható tömegek eloszlására, a földkéreg szerkezetére, vagy a Föld fizikai felépítésére vonatkozóan. — A 6. vagy a 7. ábrából például világosan látható, hogy az ott alkalmazott referencia-ellipszoidra vonatkozó ξ és η értékekből kiindulva sem az interpolált függővonal-elhajlás-vektorok eloszlásából, sem pedig az ezekből szerkesztett geoid-térkép formájából szinte semmiféle következtetést nem tudunk levonni a mélységbeli szerkezetekre vonatkozóan.

Számításainkat a gravimetriai módszerrel megállapított abszolút függővonal-elhajlás-értékekből kiindulva is elvégeztük. Az így interpolált függővonal-elhajlások vektorábráját a 8. ábrán tüntetjük fel. A bemutatott ábra vektorainak közel centrális eloszlásában már lényegesen több geofizikai információ rejlik. A vektorok eloszlásából a 805 jelű pont környezetében nagyobb sűrűségű mélybeli hatót kell feltételeznünk.



8. ábra. Az abszolút függővonal-elhajlások, illetve az ezeknek megfelelő vízszintes erőösszetevők vektorainak eloszlása és a mágneses hatók közötti kapcsolat

Рис. 8. Связь между абсолютными отклонениями отвеса, т. е. распределением векторов соответствующих им продольных составляющих силы, и магнитными телами.

Fig. 8. Relation between the distribution of absolute deflections of the vertical i. e. of horizontal force components corresponding to them and magnetic bodies

A feltételezett ható jelenlétéről és elhelyezkedéséről megpróbáltunk más úton is bizonyosságot szerezni. — Már Eötvös Loránd felismerte, hogy a gravitációs anomáliák gyakran együttjárnak bizonyos földmágneses anomáliákkal, ezért a nehézségi mérésekből levonható következtetéseket minden esetben igyekezett a földmágneses mérésekből levonható következtetésekkel összevetni, illetőleg ezekkel kiegyesíteni. — Ezt követve mi is megpróbáltunk kapcsolatot keresni a 8. ábrán bemutatott abszolút függővonal-elhajlások eloszlása és az illető területre vonatkozó földmágneses anomáliák között.

Ezzel kapcsolatosan felhasználtuk a magyarországi mágneses anomáliák alapján (Posgay 1962) megszerkesztett mágneses hatók áttekintő térképét. Posgay az említett mélységtérképeket az anomáliákat okozó hatók fontosabb adatainak (a hatók mélységének, méreteinek és szuszceptibilitásának) kiszámításán keresztül szerkesztette meg.

A magyarországi mágneses anomáliatérképeken jelentős hosszúságú mágneses anomáliavonulat halad Sárszentmiklóson és Örkényen át. A jelentős anomáliákat okozó hatók miocén vulkáni kőzetekkel azonosíthatók, mélységük (Posgay 1962) 0 és 2 km között változik.

A 8. ábrán az abszolút függővonal-elhajlás-vektorok mellett feltüntettük a Posgay által számított mágneses hatók elhelyezkedését és ezek legvalószínűbb mélységét is. Az ábrán szép egyezés mutatkozik a mágneses hatók elhelyezkedése és a függővonal-elhajlás-vektorok eloszlása között. Kizárva a véletlenszerű megegyezés lehetőségét, a kapott eredmények összhangja egyszerre két egymástól különálló geofizikai módszer használhatóságát bizonyítja: egyrészt, hogy az abszolút függővonal-elhajlások alkalmasak arra, hogy belőlük következtetni lehessen a felszín alatti tömegek eloszlására, másrészt Posgay a megfelelő módszerrel helyesen értelmezte a földmágneses anomáliákat.

A kapott eredmény egyúttal választ ad arra a régen vitatott kérdésre is, hogy mi okozza az Örkény környéki sík területen mindössze 30 km távolságon belül a függővonal-elhajlás 7"-es megváltozását, amikor még például a Bakony észak – déli harántolásakor is csak 8" a tapasztalható maximális különbség. A földmágneses anomáliákból szerkesztett mélységtérképek a kapott függővonal-elhajlások eloszlásával összhangban azt mutatják, hogy a Dunántúli- és az Északi középhegységgel párhuzamosan a Sárszentmiklós – Örkény vonal mentén a felszín alatt üledékek eltemetett vulkánikus kőzetekből álló hegyvonulat húzódik, amely Örkény térségében hatol fel a legkisebb mélységig. A függővonal-elhajlásokban mutatkozó jelentős különbségeket tehát valószínűleg a környező üledékes kőzetekhez viszonyított nagyobb sűrűségű eruptív kőzettömeg okozza.

A fentieket összefoglalva megállapítható tehát, hogy az abszolút függővonal-elhajlás-összetevőkből kiindulva interpolált függővonal-elhajlások – illetőleg az ezekkel arányos vízszintes erőösszetevők – megfelelő korrekciók esetén alkalmasak arra, hogy belőlük következtetni lehessen a felszín alatti tömegek eloszlására.

A fentiekben röviden áttekintettük az eddigi szakirodalom alapján az Eötvös-inga mérések felhasználásával végezhető függővonal-elhajlás-interpoláció alapelvét és gyakorlati megoldásait. Összehasonlítva a klasszikus megoldás eredményeit az általunk javasolt kombinált módszer eredményeivel arra a megállapításra jutottunk, hogy az utóbbi módszer által szolgáltatott függővonal-elhajlás-értékek pontossága lényegesen felülmúlja a klasszikus módszerrel nyertekét.

Bár a számításokat még a kísérleti területre sem tekintjük véglegesen lezártnak, célszerűnek tartottuk az eddigi már használható eredmények összefoglalását.

További vizsgálatok szükségesek még a görbületi adatok korrekcióinak kérdéséről, és hasonlóképpen nem tekinthető lezártnak a klasszikus módszerrel végzett számítások során nyert váratlanul nagy középhibák okainak vizsgálata sem. Tervbe vettük továbbá az összehasonlító pontokban gravimetriai úton meghatározott függővonal-elhajlás-értékek csillagászati úton történő ellenőrzését.

Az említett további vizsgálatoktól függetlenül a kidolgozott új eljárás és hozzá elkészített számítógépes programrendszer máris alkalmas a Magyarország jelentős területén rendelkezésre álló torziós-inga-mérések által meghatározott görbületi adatok geofizikai és felsőgeodéziai célú feldolgozására, a függővonal-elhajlások meghatározására. Ezzel olyan módszerhez jutottunk, amellyel igen gazdaságosan (minden további mérési munka nélkül) nyerhet nagy pontosságú értékes adatokat egyrészt az elméleti geodézia a függővonal-elhajlás hálózat sűrítése és a geoid magyarországi darabjának részletes vizsgálata, másrészt a geofizika a magyarországi mélyszerkezet tanulmányozása céljára.

IRODALOM

- Badekas, J., I. I. Mueller* (1967): Interpolation of Deflections from Horizontal Gravity Gradients. Reports of the Department of Geodetic Science, No. 98, The Ohio State University.
- Eötvös, R.* (1906): Gesammelte Arbeiten, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1953.
- Renner, J.* (1952): A függővonal-elhajlás. MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl. VI – 2/.
- Renner, J.* (1956): Untersuchungen über Lotabweichungen. Acta Technica, XV.
- Renner, J.* (1957): Újabb vizsgálatok a függővonal-elhajlások körében. MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl. XXI/1 – 4.
- Posgay, K.* (1962): A magyarországi mágneses hatók áttekintő térképe és értelmezése. Geofizikai Közlemények XI. 1 – 4.
- Völgyesi, L.* (1975): Függővonal-elhajlás interpoláció a gravitációs szintfelület görbületi eltérései alapján. Egyetemi doktori értekezés.
- Völgyesi, L.* (1976 a): Eötvös-inga mérések bevonása a függővonal-elhajlás komponensek meghatározásába. BME Felsőgeodézia Tanszék, kutatási beszámoló.
- Völgyesi, L.* (1976 b): Interpolation of Deflection of the Vertical from horizontal Gradients of Gravity. Proceeding of the 3rd International Symposium Geodesy of the Earth, Weimar, 1976.
- Völgyesi, L.* (1977): Interpolation of Deflection of the Vertical Based on Torsion Balance Results. Periodica Politechnica, Vol. 21, No. 1 – 2.

A földtani-geofizikai előkutatások feladatai a Dunántúli Középhegységben*

DR. ÁDÁM OSZKÁR**

Örömmel és készséggel teszek eleget Elnökségünk azon megtisztelő felkérésének, hogy Vándorgyűlésünkön bevezető előadást tartsak. A IV. öt éves terv időszaka befejeződött, az eredmények értékelése még folyik, de már most megállapítható, hogy a tervidőszak kezdetén felmerült nehézségek ellenére a földtani kutatás eredményei jelentősek. Néhány legfontosabb ezek közül:

- az előirányzottat meghaladó ipari szénhidrogénvagyon felkutatása;
- Csordakút, Nagyegyháza, Márkushegy területek részletes, Mány területének előzetes fázisú megismerése, a bányászati tervezésre való előkészítése;
- új bauxitlelőhelyek felfedezése Nagyegyházán és Iharkúton;
- a recski mélyszinti ércesedés területén 150 mt ipari minőségű rézércvagyon mélyfúrásos kutatásának befejezése, kb. 30 mt új vagyon megismerése (D-i terület);
- új cementgyártelepítések és rekonstrukciók árványi nyersanyaggal való megalapozása Észak-Magyarországon (Hejőcsaba és Bélapátfalva) és a Dunántúli Középhegységben;
- új kutatási és bányászati perspektívák felderítése 2 terméskén olajpala (alginit) és új szinesérclelőhelyek lehetőségeit illetően.

Ezek közül csak az utolsónak felsoroltak a IV. öt éves tervidőszakban kezdeményezett előkutatások közvetlen eredményei, és mint ilyenek a jövőre vonatkozóan jelenthetnek nagyon értékessé váló nyersanyagot és lelőhelyet. Éppen ezért célszerű megvitatnunk az előkutatás fogalomkörét és helyét a földtani kutatások rendjében.

Az előkutatás – az utóbbi tíz évben kialakított nomenklaturánk szerint – magában foglalja az alap-, alkalmazott- és bizonyos mértékig a fejlesztési kutatások földtanra-geofizikára formált sorozatát.

Mindezeknek a vizsgálatoknak egyetlen és alapvető célja: a kéreg ásványi nyersanyagának minősíthető töredék részének körülhatárolása avégett, hogy a közvetlen ásványi nyersanyagkutatási módszerek felhasználásának területét legnagyobb találati valószínűséggel jelölhessük ki.

Az előzőekben azt mondtam, hogy a kéreg olyan töredék részeit keressük, amelyet ásványi nyersanyagként minősítettek. Kérdés azonban az, ki és mi határozza meg ezt a minősítést? Ma Magyarországon kb. 70 féle ásványi nyersanyagról vezetünk nyilvántartást. Minden ilyen nyersanyagknak vannak fizikai, közettani, kémiai és sok más egyéb jellemzői, így pl. a kéregbeni helyzete, a vagyon nagysága, a bányászati termelés önköltsége, stb. Ahhoz tehát, hogy egy „kőzetet” ásványi nyersanyaggá minősítsünk, mindezeket elemezni kell, s végül meg kell találni, vagy éppen létre kell hozni azt a feldolgozási technológiát, ipart, illetőleg iparágat, amelyik a népgazdaság számára hasznos anyaggá alakítja azt.

* Elhangzott a MGE 1976. évi vándorgyűlésén, Keszthelyen.

** KFH. Bp.

Ebben a gondolatmenetben maradva, az előkutatás során tehát kettős feladatot kell megoldanunk. Egyrészt meg kell határozniunk valamely „kőzet” létezését az egyes területek rétegsorában, ki kell dolgozni kutatási eljárásunkat, módszereinket; másrészt a megismert „kőzet” kitermelésének, feldolgozásának, majd felhasználásának lehetőségeit kell megismernünk és az ásványi nyersanyagot a népgazdaság rendelkezésére bocsátanunk. A Dunántúli Középhegység területén végzett eddigi vizsgálataink során a kettős feladat megoldására számos példát említhetünk, a legutóbbiak az eddig ismeretlen alginit és terméskén voltak.

Az ország területének és ezen belül a Dunántúli Középhegységnek a földtani ismeretessége azonban ma már olyan mértékű, hogy az említett találatokhoz hasonló eredmények nem minden nap várhatók. Kutatási célkitűzéseinkben sem ezek szerepelnek első helyen, hanem „hagyományos” ásványi nyersanyagaink: a jóminőségű barnakőszén, a bauxit, a szénhidrogének, a színes és fekete fémek ércei (Pb, Zn, Cu, Mn, Fe), az építőipar ásványi nyersanyagai és utoljára, de nem utolsó sorban a víz. Ezekre az ásványi nyersanyagokra a feldolgozó ipar jól definiált paramétereket dolgozott ki, így a minősítés nehéz munkája a legfontosabb paraméterek meghatározására szűkült le, és előkutatásaink elsődleges célja, hogy mind horizontálisan, mind vertikálisan behatároljuk a valamely ásványi nyersanyagra reményteljes területeket.

Minden földtani kutatás tervezésénél két kérdés merül fel. Mi és mennyi az az ásványi nyersanyag, amely népgazdaságunk rendelkezésére áll és mi és mennyi az, amire szüksége van. Az első kérdésre a választ a földtan adja, megkülönböztetve ismert és reménybeli ásványi nyersanyagvagyonot. A másodikra az ipar válaszol, amely a népgazdaság távlati terveiben jelenik meg. A két válasz viszonya – évekre bontva – jellemzi ellátottságunkat. Ezt az ellátottságot tovább bonthatjuk ismert vagyonból és reménybeli vagyonból származóra. A reménybeli vagyon azonban fiktív, nem bizonyított és területi elhelyezkedése és mennyisége prognosztizált, jóslott.

Mindazon esetekben, amikor földtani viszonyaink valamely ásványi nyersanyag létezését még feltételezhetővé teszik, és annak termelése a távolabbi jövőben nincs kellő módon megalapozva ismert vagyonnal, vagy a termelés bővítése válik szükségessé, a kutatás-tervezés és irányítás nélkülözhetetlen alapja a prognózis. A prognózisok helytállósága, a módszerek helyes megválasztása mellett, a felhasznált földtani-geofizikai alapinformációk megbízhatóságán nyugszik. Ezek ellenőrzése és kiegészítése, területi-, rétegtani- és mélységszintek szerinti konkrét elemzése, a prognózisok továbbfejlesztése a folyamatban levő kutatások eredményeinek visszacsatolásával, a kutatási programok és prognózisok szoros kapcsolatának biztosítása, azok a feladatok, amelyeket új nyersanyaglelőhelyek felkutatása érdekében meg kell oldanunk.

Úgy vélem, azt nem kell külön bizonyítanom, hogy ásványi nyersanyagellátottságunk – főleg ha azt a távlatra, kb. 2000. évre vetítjük – többrendben hiányos. Így energiahordozókból az 50%-os ellátottság hazai forrásból már kedvezőnek ítéltető; alumínium szükségletünk csak a reménybeli vagyon teljes megismerésének feltételével elégíthető ki; fedezetünk lehet a réz szükségletünkre, de már ólom és cink szükségletünk 40%-át importáljuk. Fém-mangán szükségletünk fedezhető hazai forrásból, de nyersvas igényünk kielégítésében a hazai vagyon csupán kb. 6%-ban vehet részt. Ezek csak a legfontosabb alapvető anyagok voltak, de a reménybeli vagyon megismerését kívánja meg jóformán minden, a Dunántúli Középhegység területén található, ásványi nyersanyag a bauxittól az új cementgyárak telepítését megalapozó mészkő és agyag lelőhelyekig vagy

éppen az üveg vagy öntödei homokig. Mivel pedig a Dunántúli Középhegység sok egyéb ásványi nyersanyag mellett a magyar bauxit, a jó minőségű eocén barnaszeneink és mangánvagyunk forrása, rendszeres földtani-geofizikai előkutatására programot dolgoztunk ki 1969-ben, amelyet most valósítunk meg.

Eddigi kutatásaink során a kutatómódszertanban is jelentős eredményeket értünk el. Gondolok itt elsősorban arra, hogy kutatóink – geológus-geofizikus és mélyfúró munkatársaink – a viták során kialakult koncepció alapján a legnagyobb egyetértésben végzik fáradságos munkájukat. Úgy vélem kialakult az a helyes kapcsolat, amely egy ilyen nagyszabású kutatási programot, amilyen a középhegységi program is, eredményre vihet.

A földtani térképezés 1:25.000 méretarányú. A felvétel lényege és újszerűsége, hogy természetes és mesterséges feltárások (alap- és térképező fúrások) adataiból fedetlen földtani térképet szerkesztenek. Így olyan térképek születnek, amelyek részletes rétegtani és tektonikai tartalmukkal mindenféle ásványi nyersanyaglehetőség konkrét megítélésének alapját képezik. Azt szeretnénk, ha a Dunántúli Középhegység teljes területéről elkészülnének ezek a térképek és ezek alapján, a ma számbajöhető minden ásványi nyersanyagra, a prognózis.

A geofizikai felvételek több fázisban, lépcsőben készülnek, amint majd arról az előadások be is számolnak. Lényeges előrelépés, hogy több geofizikai módszer egyidejű használatával, a földtani térképezés során kialakított geofizikai modellek alapján végzik a koncentrált, feladatközpontos kutatásokat. A mélyföldtani kép végleges kialakítása azonban csak visszacsatolással lehetséges. Éppen ezért a geofizikai modell módosulását a mélyföldtani modellen is keresztül kell vezetni, mert csak így biztosítható a reális, minden adatot – így a mélyszerkezetet is tartalmazó – reménybeli terület kijelölése és annak további eredményes felderítő fázisú kutatása.

A geofizikai térképezésben felhasznált módszerek ma már a teljes spektrumot átfogják. Jó eredménnyel hasznosítjuk a reflexiók szeizmikát, a nagyon alacsony frekvenciás rádióhullám vételt (VLF), a felszín-fúróluk eljárását, stb. de a gravitációs méréseket is.

Az elmondottakban az előkutatás lényegi kérdéseit kívántam megfogalmazni. Úgy érzem azonban, hogy az elő- és felderítő kutatás kapcsolatának megvilágítását illetően még ki kell egészítenem az előzőeket.

A földtani-geofizikai előkutatást – amit az előzőekben is kitűnik – lehetőleg közel azonos földtani felépítésű területegységen végzünk, olyan méretarányban, amely egyrészt a földtani képződmények tagoltságának is megfelel, másrészt, amely belátható időn belül teszi lehetővé a munkálatok elvégzését.

Ezekből következik, hogy egy területegységen belül a reménybelinek tekinthető részterületek csak körvonalazottak lehetnek, még akkor is, ha a kutatások ásványi nyersanyagindikációkat kimutattak. A felderítő kutatás tervezése előtt tehát célszerű egy újabb – részletezett – előkutatás elvégzése, amely már nem csak az egyes legvalószínűbb lelőhelyeket vagy lelőhelycsoportokat, hanem azok mélységét, kiterjedését – esetenként magát az ásványi nyersanyagot – is képes kimutatni (indikáció kutatás).

Ily módon az előkutatás maga is két szakaszra, a prognózist megalapozó átnézetesre és a felderítő kutatás hatékonyságát fokozó részletes szakaszra bontható.

Az előkutatásnak ebben a második szakaszában az ismertebbnek feltételezett reménybeli ásványvagyon kutatása áll az első helyen. Erre is programot dolgoztak ki több ásványi nyersanyagra. Ezek közül legjelentősebb a Bauxitkutató

– ugyanezen szelvényben illetőleg annak közelében (Somlóvecse, Somló-vásárhely) a magnetotellurikus frekvenciaszondázások 7–8 km-es mélységben egy 0,5–1 km vastagságú ρ –1 ohm-m ellenállású jólvezető „réteget” mutattak ki (3);

– ugyanakkor észre kellett vennünk, hogy az országos gravitációs alaphálózat adataiból szerkesztett Faye, Bougner ($\delta = 2,67$) és izosztatikus anomália térképeken (2) a Bakony ezen részén 50, 30 és 35 mgal értékű pozitív anomáliák léteznek.

Feladatunknak tekintettük az ezen a területen észlelt anomális jelenségek geofizikai vizsgálatát és egy elfogadható modell kialakítását. Ennek érdekében magnetotellurikus frekvenciaszondázásokat telepítettünk az NP–2 vonal mentén a jólvezető réteg kiterjedésének vizsgálatára; az Mk–1 szeizmikus reflexiók szelvény mentén a mezozoós-paleozoós rétegsor belső szerkezetéből kívántunk információt kapni; majd egy újabb kéregszelvény mentén (Veszprém és Pápa között) további adatokat szerezni a kéreg elmélyüléséről. Végül a kéregelmélyülés és gravitációs pozitív anomália elmentmondását egy modell számítással feloldani.

A magnetotellurikus szondázások eredményeiről már több beszámoló hangzott el egyesületi előadásban. Így ennek taglalására nem térek ki, csupán annyiban, hogy ténylegesen létezik egy jólvezető képződmény, amely az É-i Bakonyban magasabban van, majd elmélyül és a Zánka, Balatoncsicsó környezetében ismét magasra kerül, a Balatontól D-re pedig újra elmélyül. A távhatás létezésének figyelembevételével, s vonatkozó modellszámítások eredményei szerint valószínű értelmezés a „dyke” típus, azaz jólvezető képződményekkel kitöltött hasadékos rendszer. E hasadékos rendszer egy valószínű dőlése a DK- irány.

A Mk–1 reflexiók szelvényben a Bakony fő tömege területén a mélyszintekről értékelhető eredményt nem kaptunk. A főtömegtől ÉNy-ra és a Balatontól DK-re az eredmények jók, ÉNy-ra a mezozoós aljzat elmélyülése jól követhető, DK-en pedig a gránit, illetőleg fillit öv kiterjedése jól lehatárolható és az érintkezés a medence képződményekkel, ha nem is minden egyértelműen, de értékelhető.

A Veszprém-Pápa közötti kéregszelvény eredménye, ha nem is erősítette meg, de meg sem cáfolta az elmélyülés létezését. A rossz jel-zaj viszony miatt a mérések megismétlésére az idén kerül sor.

Az így kapott eredményeket több modellben is feldolgozva, az itt bemutatott képet tarthatjuk a legelfogadhatóbbnak. Eszerint a Bakony alatti 5 km-es kéregelmélyülést a gravitációs anomáliák kialakításában egy σ^3 -mal jelzett nagyobb sűrűségű tömeg kompenzálja, amelyet az elmélyülő jólvezető „dyk”-ok határolnak. A jelölések és valószínű sűrűségértékek (1. ábra):

σ_0 = harmadkor	}	= 2,861 g/cm ³
σ_1 = mezozoós összlet		
σ_2 = paéepzós összlet		= 2,722
σ_3 = ismeretlen képződmény		= 3,188
σ_4 = kristályos képződmények		= 2,890
σ_5 = alsókéreg (gabbro)		= 2,900
σ_6 = felsőköpeny (Mohó alatt) (peridotit)		= 3,27

A szórásnégyzet 9,35 volt, az asztali számítógéppel, a legkisebb négyzetek elvével végzett számításnál. A KHF megbízásából az ELTE Geofizikai Tanszékének munkatársai a pontosabb számításokat is elvégezték, ezek eredményei jobb közelítést adnak, anélkül azonban, hogy a sűrűségmenetet cáfolnák. A kapott sűrűségmenetből azonban még egy fontos következtetés is levonható, mégpedig az, hogy a mezozoós képződmények alatt tekintélyes vastagságú kisebb sűrűségű kőzetösszetlet van. A kisebb sűrűség a képződmények kifejlődésében is érvényre kell jusson. Ez a tény pedig a szénhidrogénkutatás számára lehet jelentős.

Megjegyezni kívánom, hogy hasonló jelenségeket észleltek máshol is. Így a Krim hegység és a Fekete-tenger érintkezésénél és a francia Alpokban Ivreanál.

E rövid kitérő után azonban térjünk vissza a Dunántúli Középhegység előkutatásának problémájához, mégpedig területi vonatkozásaihoz. A Dunántúli Középhegység alatt a Bakony-Vértess-Gerecse és Budai hegységeket és a Velencei hegységet értjük. Ehhez azonban hozzá kell még vennünk a Balaton déli partján végighúzódo gránit, ill. fillit övet is, mert ez is része a Középhegységnek. Így az előkutatások teljes befejezése az 1980-as évek várható. Az ásványi nyersanyagkutatások természetesen tovább tartanak, hiszen a ma feltételezett reménybeli bauxitvagyon megismeréséhez is minimálisan 10–15 év szükséges. Ez fogalmazódik meg a földtani kutatások V. ötéves tervének irányelveiben is, amennyiben ennek fő célkitűzései:

- korszerűsíteni kell az ásványi nyersanyagok prognózisainak alapjául szolgáló földtani, ősföldrajzi és fejlődéstörténeti tanulmányokat, ill. térképeket;
- folytatni kell a Dunántúli Középhegység; az Alföld és a Darnó nagyszerkezeti érces övezet átfogó földtani-geofizikai vizsgálatát;
- a kőolaj és földgázkutatást úgy kell megszervezni, hogy az időszaknak megfelelő ipari szénhidrogén ásványvagyon növekedést érjük el;
- be kell fejezni a mányi jóminőségű eocén-szén és bauxit kutatást;
- új 1000–2000 MW/év teljesítőképességű energiabázisok létesítésére alkalmas külfejtéses lignitterületet kell feltárni;
- a felderítő kutatás jelentős fokozásával be kell határolni a továbbiakban még feltárható bauxitvagyonunkat;
- meg kell szervezni a Börzsöny hegységben a felderítő jellegű kutatást;
- az építőipari ásványi nyersanyagok kutatását a meglévő ipari feldolgozó kapacitás ásványvagyon szükségletének biztosítására, valamint a távlati iparfejlesztési célkitűzések figyelembevételével kell tervezni;
- tovább kell folytatni a település és területfejlesztés, a vízbeszerzés és öntözés, valamint a talajjavítás érdekében fontos építésföldtani, hidrogeológiai és agrogeológiai kutatásokat, ill. a rendszeres vizsgálatokat.

Amint ebből a durva felsorolásból is látszik, a Dunántúli Középhegység részesedése nem kevés ezekből a kutatásokból.

IRODALOM

- [1] *Mituch E*: Földkéregkutató szeizmikus mérések. MAELGI 1967. évi jelentése (1968).
- [2] *Facsínay L, Szűldárd J*: A magyar országos gravitációs alaphálózat. Geofizikai közlemények V. 2. (1956).
- [3] *Jelentés a Magyar Középhegységben és előterében végzett magnetotellurikus kutatásokról*, MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet 1972, – 73, – 74 és – 75 évi jelentései. Kézirat.

Lapszemle

Asztronautikai Tájékoztató 31. sz., 1976.

Nagy István György: A Központi Asztronautikai Szakosztály története (3–19 old.); *V. V. Andrijanov:* A Föld kozmikus kutatása (21–29 old.); *J. I. Beljajev:* A Hold kontinentális és tengeri területei közötti higanyszérlőről (31–34 old.); *V. Guth:* Űrfizikai kutatások az Interkozmosz keretében (35–44 old.); *Villányi Ottó:* Űrtávközlési rendszerek fejlődése (45–59 old. + 16 ábra); *Tánczer Tibor:* Mesterséges holdak alkalmazása az árvízjelrejelzésben (61–69 old.) *Bodó György:* A belsőfűl vizsgálatának jelentősége az űrorvostanban (70–82 old. + 7 ábra); *C. de Jager:* A világűr békés felhasználása (83–90 old.); *N. A. Agadzsján:* Ember, bioszféra, kozmosz (95–105 old.)

Lapszemle

Hidrológiai Tájékoztató 1977.

Jósa Ernő–Laczkovics József–Varga Józsefné–Verő László: Folyóteraszok, törmelékkipók geofizikai-vízföldtani kutatása (19–22 old.); *Jósa Ernő–Nyitri Tibor–Szabó Margit:* Ivóvíztároló homokösszletek geofizikai kutatása (22–24 old.)

Hidrológiai Közöny 57. évf. 4. sz., 1977 április *Antal Emánuel–Baranyi Sándor–Kozmáné Tóth Erzsébet:* A Balaton hóháztartása és párolgása, 182–190 old.)

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 110 évf. 5. sz. 1977 május hó

Feigy Béla–Széles Lajos: A geofizika újabb eredményei a szénbányászatban, 333–336 old. Az oroszlanói szénmedence nyugati területének, az ún. mélymezőnek intenzív és gyors megkutatása érdekében szükségessé vált a nagytektonikai helyzet geofizikai úton való tisztázása. A kutatást a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem geofizikai tanszéke végezte el tellurikus-, feszültség-gradiens – és szeizmikus mérések kombinációjával, felhasználva a MAELGI korábban végzett regionális jellegű szeizmikus, graviméteres és torziós-inga méréseinek eredményeit is. A cikk áttekinti a komplex geofizikai kutatások eredményeit a területen és értékelő összehasonlítást is ad a geofizikai kutatás és az azt követő részletes mélyfúrásos kutatás eredményei között.

T. G.

Lapszemle

Fizikai Szemle XXVII. évf. 3. sz., 1977 március

Verő József: A bolygóközi mágneses tér hatása a geomágneses tevékenységre, 98–103 old.
O. Wolček: Mi az elképzelésünk a Föld-típusú bolygókról, 103–113 old.

Marx György: Búcsú Neugebauer Tibortól, 114–117 old.

Geofizikai Közlemények, 24. köt., 1977

Szénás György: Geofizika és földszerkezet, 5–38. old.

K. F. Tyapkín: Új rotációs elmélet a Föld tektonikai rendszereinek magyarázatára, 39–52 old.

Sz. Kélényi Éva–R. Hegybiro Zsuzsanna: Módszertani kísérletek homokkőszintek litosztratifráfiai változásainak nyomkövetésére, 53, –61 old.

Késmárky István: Az intervallumbesség hibái és a geológiai modell, 62–75 old.

Barszenkov Sz. N.–Varga P.–Volkov V. A.: A gravitációs árapály-megfigyelések feldolgozásának néhány metodikai kérdéséről, 77–82 old.

Arkaqyev E. A.–Gorbacsev Ju. I.–Krausz E. V.–Petroszjan L. G.: Új komplex nukleáris és akusztikus lyukszelvényező berendezés, 83–90 old.

Geofizikai Közlemények, 24. kötet, 2. Pótfüzet, 1977.

G. Korvin: A véletlen közegek elmélete és a szeizmikus, valamint ultraszonikus hullámterjedés néhány problémája II. Hanghullámok elnyelődése és szórása véletlen sebességinhomogenitásokon (angol, magyar és orosz kivonattal) 3–38 old.

T. G.

Könyvszemle

Kozmikus Geodézia, az MTE SZ Központi Asztronautikai Szakosztálya sokszorosított kiadványa, 270 old., 88 vonalas ábra, számos táblázat. Felelős szerkesztő: Abonyi Iván, 1976.

A kiadvány a Sopronban 1973, 1974 és 1975-ben tartott kozmikus geodéziai szemináriumok válogatott anyagait tartalmazza. A közölt 14 cikk szerzői 7 magyar, és 7 külföldi, de ezek közül is csak két cikk jelent meg az eredeti előadási nyelven (németül, illetve angolul), a többi magyar fordításban. Sajnos, a fordítás igen sok helyen „fordításszagú”, kényszeredett és magyartalan. Sűrűn találkozunk ilyen mondatokkal: „Ez a kérdés a (7) irodalomban *van tárgyalva*”, vagy: „Ez *egy* mátrix egyenlet ...”. Jó volna, ha a szakirodalmi kiadványokat a helyes magyarság szempontjából is megbírálnák a megjelenés előtt.

T. G

Egyesületi hírek

Az Európai Geofizikai Társaság (European Geophysical Society, EGS) negyedik közgyűlése Münchenben, 1977. szeptember 6–9-ig.

Lapunk 1976. évi 2. számában megemlékeztünk a EGS harmadik konferenciájáról, melyet akkor Amsterdam-ban tartottak, szept. 7–10-ig. Az 1971-ben alakult Társaság érdeklődési köre kiterjed az általános geofizika – jobban mondva, a legáltalánosabb értelemben vett geofizika – egész területére. A társaság működése fennállásának eddigi néhány éve alatt gyors ütemben szélesedett mind érdeklődési körét, mind pedig a résztvevő nemzetek és geofizikusok számát illetően. Jól mutatja ezt a negyedik ülésre bejelentett előadások nagy száma (több, mint 210, ezek közül 120 a szilárd föld geofizikájával foglalkozott, 50 hidrológiai tárgyú volt, 40 pedig a külső tér (űr) geofizikájából vette témáját.)

Az ülés előadásait három csoportba sorolták. Az általános ülések tárgycsoportja: A1: Geodézia és matematikai geofizika; A2: Tengeri geofizika; A3: Szeizmológia; A4: paleomágnesség; A5: Geokémia; A6: Geotermika. Kilenc un. Szimpoziumot szerveztek a következő speciális témák meg tárgyalására: Sy1: Folyadékok dinamikája; Sy2: Elpárolgás – evapotranspiráció; Sy3: Mérsékeltvívi gleccserek; Sy4: Köpeny mozgások; Sy5: Az Alpok, a kéreg és a köpeny; Sy6: IPOD [(International Phase of Ocean Drilling) az A2 ülés keretében]; Sy7: a Földdel kapcsolatos irányú úrkutatás; Sy8: Mágneses ásványi tulajdonságok; Sy9: A GEOS szatellita mérési eredményei.

*

Végül két ún. „Társasági előadásban” olyan két témát tárgyaltak, melyek valamennyi résztvevő érdeklődésére számíthatnak. Ezek: „Szatellita geodézia” és „Modellek a gleccser-dinamikához”.

A bejelentett előadások szerzői között két magyart találtunk: Boldizsár T. (Földtípusú bolygók kérgének fejlődése) és Horváth F. (Az Adria és az afrikai nyúlvány szerepe a mezozoikus mediterrán paleogeográfiában; J. E. T. Channellal és B. D'Argenioval közösen).

Az üléseket a Münchener egyetem helyiségeiben tartották. A konferencia után a résztvevők számára kirándulást szerveztek a Ries-kráter meglátogatására.

Természetesen a Társaság vezető szervei is tartottak adminisztratív ülést, elnökségi választásokat, kitűzték a következő ülések helyét és időpontját. Az 1980-as ülés helye (az 1978-as Dublin és az 1979-es Bécs) után Budapest lesz, miután az MGE elnöksége már előbb felvette a kapcsolatot az EGS-szel. Így a magyar geofizikus világ számára – a már szokványossá vált Geofizikai Szimpoziumokon kívül – újabb alkalom nyílik a nemzetközi geofizikai tudományos életbe való bekapcsolódásra.

T. G.

Lapszemle

Geonomia és Bányászat 9. köt. 1–2. sz. 1976.

Szádeczky–Kardoss E.: Ásványi nyersanyagaink felismerése a földtudományi kutatás új szemléletének tükrében, 1–8 old. (Bevezető előadás az MTA 1976. évi közgyűlési osztályülésén);

Szádeczky–Kardoss E.: A mediterrán típusú lemeztektonika, 47–82 old.; *Barlai Z.*: A Geofizikai Tudományos Bizottság munkájának főbb koncepciói és módszerei az 1976–1979 időszakban, 107–111 old.; *Szádeczky–Kardoss E.*: Elgondolások az MTA egy új szerve, a Geonomiai Tudományos Bizottság működéséről, 117–120 old.

Fizikai Szemle, XXVII. évf. 5. sz., 1977 május

Barta Gy.–Hajósy A.: A földalak fizikai hátteréről, 182–189 old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz: 10(110) évf., 10. sz., 1977 október

Ráczi Dániel: Az OGIL tudományos kutató- és fejlesztő tevékenységének 10 éve, 289–297 old.

A cikk áttekintést ad az egyes szakterületeken végzett munkáról, ezek között a földtani és geofizikai munkálatokról (kútgeofizika, geofizikai műszerfejlesztés), vállalat nemzeti közti kapcsolatairól és hangsúlyozza ez utóbbiak jelentőségét a feladatok megoldásánál.

Bérczi István–Markó László.: A Szegedi-Móraváros-i tároló rezervoingeológiai viszonyai, 311–314. old.

T. G.

Lapszemle

Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica, 11. kötet, 3–4. füzet, 1976. Külön kiadás az IAGA 3-dik Elektromágneses Indukcióval foglalkozó Munkaülésével kapcsolatban, melyet 1976. júliusában tartottak Sopronban. Szerkesztők: Ádám Antal és U. Schmucker. Angol nyelven.

Ádám A.–U. Schmucker: Bevezető, 329–331 old.

A. A. Kovtun: Indukciós tanulmányok stabilis pajzs- és lemez-területeken, 333–346 old.

R. Hutton: Indukciós tanulmányok rifteken és más aktív területeken, 347–376 old.

L. Stegena: Az elektromos vezetőképesség szerkezete és a geotermális rezervoárok, 337–397 old.

R. N. Edwards: Elektromos módszerek a regionális kéreg vezetőképesség-anomáliák tanulmányozására, 399–425 old.

R. C. Hewson–Brown és P. C. Kendall: Mágnetotellurikus modellezés és háromdimenziós inverzió, 427–446 old.

M. N. Berdicevszkij–V. I. Dimitriev: A mágneses és elektromos tér eltorzulása felszínközeli oldalirányú inhomogenitások következtében, 447–483 old.

A. Duba: Vonatköztathatók-e a laboratóriumi elektromos vezetőképesség-adatok a Földre?, 485–495 old.

Hozzászólások: 497–502 old.

Ádám A.: Mennyiségi összefüggések a regionális hőáram és a vezető réteg mélysége között a kéregben és a felső köpenyben, 503–509 old.

Lapszemle

Földtani Közlöny, 106. kötet, Supplementum, 1976. Az MFT 1974. november 18–19-én tartott Szénhidrogénföldtani ankéntján elhangzott előadások.

Dank V.: A hazai szénhidrogénprognózis néhány kérdése (elnöki megnyitó) 457–463 old.; *V. G. Szviridenko*: A Kárpátaljai süllyedék és aljzatának földtani felépítése és szénhidrogénföldtana, 463–475 old.; *Ju. V. Kajes*: A Szovjetunió főbb kőolaj- és földgáztároló területei, 476–481 old.; *V. V. Szemjonovics–Ju. G. Namesztnyikov–V. M. Rotenfeld*: Kőolaj- és földgáztároló területek osztályozása, 482–485 old.; *Dóczy A.–Maros I.*: A szénhidrogénkutatási információs rendszerek fejlesztésének problémái, 486–494 old.; *Völgyi L.*: Szénhidrogéntelepek előrejelzésének lehetőségei földtani megfontolások alapján, 503–527 old.; *Molnár K.*: A felszíni geofizikai kutatás jelenlegi helyzete Magyarországon, 528–536 old.; *Körössy L.*: A kőolajkutatás tervezésének földtani alapjairól, 537–546 old.; *Lőrincz H.–Vető I.*: A szénhidrogénprognózis geokémiai szakasza, 547–554 old.; *Pap S.*: Alföldi és Északi-középhegységi kőolaj- földgáztároló kőzetek, 555–580. old.

T. G.

Lapszemle

Vesnik – Geofizika, XVI/XVII kötet, C sorozat, Beograd, 1975/76. Kiadja a Geológiai, hidrogeológiai, geofizikai és geotechnikai Hivatal Geofizikai Intézete, Belgrád.

A folyóirat szerb nyelvű cikkeket tartalmaz bő angol kivonattal.

A címek az alábbiak:

Dusan Arandelovic: Geobomba alkalmazása karsztvízfolyások nyomkövetésére, 5 – 15 old.

Dusan Veljovic: A lösz paleomágneses tulajdonságainak vizsgálata Zimony és Titel környékén, 17 – 22 old.

Milja Grasic: Az 1971-es nemzetközi gravitációs sztenderd (IGSN 71) és a jugoszláviai nehézségi mérések, 23 – 33 old.

Tihomir Dragasevic: Az Adria délkeleti része gravitációs kutatása és tektonikai szerkezete, 37 – 59 old.

Josip Pecaric: A magnetotellurikus tér ferde határfelületes n-réteges szerkezet felszínén, 61 – 67 old.

Josip Pecaric: A magnetotellurgikus tér ferde alapú n-réteges szerkezet felszínén, 69 – 76 old.

Marjan Cilensek: A Cu-mineralizáció direkt vizsgálata a Timok eurptív körzetben, 77 – 101 old.

T. G.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>П. Юхас:</i> Каротажная обработка температурных данных нефтяных и газовых месторождений	201
<i>П. Желлер:</i> Автоматическое определение скорости по сейсмограммам отраженных волн	211
<i>Е. Рыбах:</i> Связь сейсмической скорости с производством тепла в кристаллических породах. Экспоненциальная закономерность	219
<i>Л. Велдьеш:</i> Интерполяция данных по отклонению линии по результатам измерений с попошью крутильных весов Этвеша II	226
<i>О. Адам:</i> Задачи геолого-геофизических предварительных исследований на территории Задунайского Среднегорья	231
Новости в Общества Венгерских Геофизиков	238
Обзор журналов и КНИГ	225, 237, 238, 239, 240

CONTENTS

<i>P. Juhász:</i> Processing of temperature logs of oil wells	201
<i>P. Zsellér:</i> Automatic velocity determination from reflection seismograms	211
<i>L. Rybach:</i> The Relationship Between Seismic Velocity and Radioactive Heat Production in Crystalline Rocks: An Exponential Law	219
<i>L. Völgyesi:</i> Plumb line deflection interpolation based on Eötvös balance measurements II.	226
<i>O. Ádám:</i> Tasks of geological-geophysical preliminary prospecting within the Transdanubian Middle Mountains	231
News about the Association	238
Reviews of papers and books	225, 237, 238, 239, 240

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

77.1093. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Boskovitz A. Gyula

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507

