

Rétegsor-azonosítás Algyőn a felsőpannon produktív öszlethen MINSZK-2 elektronikus számítógép segítségével*²

DERES JÁNOS

A hazánkban alkalmazott azonosítási módszer ismertetése után az előadás rátér az elektronikus számológépek felhasználási lehetőségeire és jellemez néhány szakirodalomból ismert gépi azonosítási eljárást. Az ismertetés alapján megállapítja, hogy az említett eljárások közös gyengéje a relatív korrelációs mérőszám, mely csak kútpáronkénti azonosítást tesz lehetővé.

Ismerteti az algyői felsőpannon rétegsor azonosítására kidolgozott keresztkorrelációs gépi programot, melyben bármilyen mélyfúrási geofizikai szelvény felhasználható.

A módszer úgy változtat a keresztkorreláció elvén, hogy a kapott korrelációs hányados független a szelvényről leolvasott amplitúdók abszolút értékétől.

A kiértékelésnél összesen 239 db fúrásrpart képeztek 52 db fúrásból. Bemutatásra kerül a gépi korreláció alapján készült szintvonalas térkép.

Az előadás felhívja a figyelmet azon geológiai következtetésekre, melyek az azonosítási munka eredményeinek tekinthetők.

После обсуждения методов идентификации, которыми пользуются в нашей стране, статья переходит на возможности применения электронных вычислительных машин и характеризует несколько методов идентификации, уже знакомых по научной литературе. На основании изложенного делается вывод, что общим недостатком упомянутых методов является относительная корреляционная характеристика, которая позволяет сравнение лишь двух колодцев.

Статья знакомит с программой, использующей поперечную корреляцию для идентификации верхне-паннонской серии, в которой может быть использован любой каротажный профиль. Метод так изменяет принцип поперечной корреляции, что полученная корреляционная характеристика не зависит от абсолютного значения наблюдаемых амплитуд.

При обработке составили 239 пар бурений из 52 бурений. Публикуется карта изолиний, составленная на основании машинной корреляции.

Статья обращает внимание на те геологические выводы, которые являются результатом идентификационных работ.

Nach einer Besprechung der in Ungarn üblichen Methode der Schichtenidentifizierung, wird auf die Anwendungsmöglichkeiten der elektronischen Rechenmaschinen eingegangen und einige aus der Fachliteratur bekannten maschinellen Identifizierungsmethoden werden erörtert. Auf Grund der Besprechung stellt der Verfasser fest, dass ein schwacher Punkt aller dieser Verfahren dadurch gegeben ist, dass die benutzte Korrelationsmesszahl nur eine Identifizierung zwischen zwei Bohrlöchern zulässt.

Dann wird ein maschinelles Kreuzkorrelations-Program mitgeteilt, welches zur Schichtenidentifizierung des oberen Pannonikums von Algyő ausgearbeitet wurde; dabei können alle die verschiedenen bohrlochgeophysikalischen Profile benutzt werden. Bei der Methode wurde am Prinzip der Kreuzkorrelation eine Modifikation durchgeführt so, dass der erhaltene Korrelationskoeffizient von den am Profil abgelesenen absoluten Amplituden unabhängig ist.

Bei der mitgeteilten Auswertung wurden insgesamt 239 Bohrlochpaare aus 52 Bohrungen gebildet. Es wird eine aufgrund der maschinellen Korrelation konstruierte Niveaukarte mitgeteilt.

Verfasser lenkt die Aufmerksamkeit auf die geologischen Folgerungen hin, welche sich aus der Identifizierungsarbeit ergeben.

A hasznosítható ásványi nyersanyagok kutatásánál alapvető feladat az egyes pontokban különböző minőségi és mennyiségi jellemzőkkel leírt telep legvalószínűbb térbeli kiterjedésének, az egyes jellemzők térbeli változásának

meghatározása. Eredményül olyan izovonalas térképeket kapunk, melyek azonos értékű pontok összekötésekor keletkeznek. Ilyenek az izopach, izoporozitás, izopermeabilitás stb. térképek, de idetartoznak a valamilyen szempontból kitüntetett térbeli pontokon átfektetett felületek (réteghatárfelület, olaj-víz, gáz-olaj, illetve gáz-víz határfelület stb.) vízszintes síkokkal való metszsvonalait tartalmazó szintvonalas térképek is.

Az egyes fúrásokban feltárt réteg- és telepsorozatokban kapott információk összehasonlítása, azonosítása az a munkafolyamat, mely a különböző paraméterértékek térbeli elosztását vizsgálja. Az azonosítási munka során a rendelkezésre álló összes megfigyelés felhasználásával meghatározzuk azt, hogy az egyik fúrásban bizonyos mélységben harántolt réteg a szomszédos fúrásban megtalálható-e, és ha igen, milyen mélységben. Az azonosításnál az objektív adatokat feldolgozó kutató munkája eredményét mint „*a lehetséges esetek közül a legvalószínűbbet*” minősíti, mert a hagyományos módszerekkel végzett azonosítás nem ad lehetőséget a valószínűség számszerű meghatározására.

A hagyományos módszerekkel dolgozó azonosítás jellemzői:

1. A fúrások lemélyítése során nyert összes földtani információ – kvantitatív vagy kvalitatív – felhasználása;
2. A fúrásokban felvett szelvények – túlnyomó részben kvalitatív – felhasználása;
3. A geofizikai kiértékelés felhasználása;
4. A fúrásokban végzett rétegvizsgálatok által kapott összes információ felhasználása;
5. Az azonosításnál – az összehasonlítandó mennyiségek nagy száma miatt – csak néhány „*együttállás*” (korrelációs lehetőség) mélyreható elemzése.

Az elektronikus számítógépeket alkalmazó matematikai módszerek az azonosítási feladatok megoldásában más utat követnek. Általában kevés változóval jellemzik a rétegsort, de a számítógép által adott lehetőségeket kihasználva nagyon nagyszámú korrelációt értékelnek, és az egyes korrelációk jószágát számszerűen megadva lehetővé teszik a legjobb azonosítás egzakt kiválasztását.

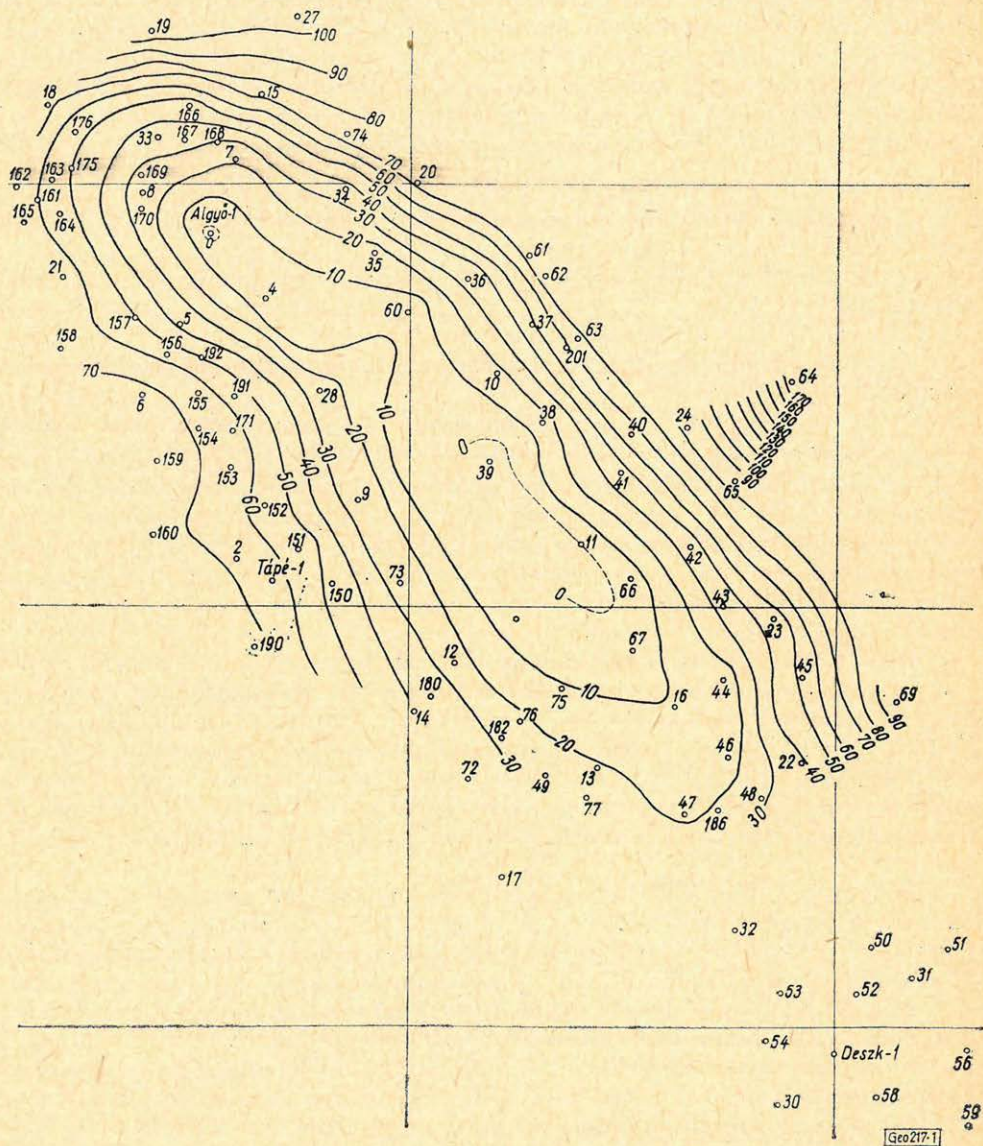
Ilyen azonosítási módszert dolgozott ki pl. A. B. Viszteliusz szovjet geológus [1] jellegtelen (vezérszint nélküli) rétegsorok azonosításához. Lényege, hogy az üledékek felhalmozódási dinamikájuk szerint sorszámot kapnak. A kvalitatív jellegű sorszámokból felépíthető az üledéksor összetételének monoton függvénye. A függvények felbonthatók egy szisztematikus és egy véletlenszerű részre. Megfelelő műveletek segítségével a véletlenszerű komponens elnyomható és a rétegsorok a szisztematikus függvényrész alapján összehasonlíthatók.

Ismeretes olyan számítógépi program, melyben az azonosítás alapparaméterei: a réteghatárok mélysége, a rétegvastagság, a homok, illetve agyagtartalom (%-ban) stb. [3]. E program különösen erősen változékonny települési viszonyok között rendelkezik előnyös tulajdonságokkal.

A szakirodalomból ismert azonosítási programok közös gyengéje, hogy a korrelációk mérőszáma nem abszolút, csak kút-páronként teszik lehetővé a legjobb azonosítás kiválasztását, nem adnak viszont lehetőséget annak kifejezésére, hogy a rétegsor két kút közti változása milyen mértékben nehezíti meg az azonosítást. Az általunk kidolgozott azonosítási program célja, az azonosítás elvégzésén túlmenően annak megbízhatóságát, valószínűségét számszerűen megadni, hogy segítségével a település nyugodtságát, a telepek konkordan-

ciájának megmaradását jellemezhesük. A program alapja a geofizikában keresztkorreláció néven ismert módszer. Ezt a módszert alkalmazzák az egy fúrásban felvett különböző szelvények mélység vonatkozási pontjának egyeztetésére, a rétegdőlés mérésnél felvett három mikroellenállás-görbe közti mélységtértek meghatározására stb.

Két görbe együttállása akkor helyes, ha azonos hosszúságú szakaszaikon az amplitudók szorzatainak összege maximális. Elvileg e módszer alkalmas két fúrás ugyanazon paramétert tartalmazó szelvényének azonosítására is, de



1. ábra Φυσ. 1. Fig. 1.

nyilvánvaló, hogy a maximális szorzatösszeg által kijelölt azonosítás „jóságára” a szorzatösszeg nem jellemző, mert ez az amplitudók abszolút értékének is függvénye.

Az azonosításra felhasznált görbék amplitudóinak abszolút értékeitől — és ezzel az izapellenállástól, az elárasztási mélységtől, rétegtartalomtól, lyuk-átmérőtől stb. — függetlenül „mérőszámot” ún. korrelációs hányadost kapunk a következő módon. Bontsuk fel az analóg mérési eredményt (PS — vagy ellenállásgörbét) diszkrét értékekre p egyenlő lépésközönként, az amplitudó nagyságának számjegyes formában való kifejezésével. Az $I.$ és $II.$ azonosítandó fúrásokat tehát $a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m$, továbbá $b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_m$ értéksorok jellemzik az $m \cdot p$ mélységintervallumban, ahol a_i illetve b_i az $I.$, illetve $II.$ fúrás valamely karotázis-görbéjének amplitudója az i -edik mélységi helyen. A keresztkorrelációs módszernél a

$$\sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i.$$

szorzatösszeg jellemzi az $(n-1) \cdot p$ hosszúságú lyukszakaszok korrelációját. Az általunk bevezetett korrelációs hányados (v) csak az összehasonlításra kerülő görbék alaki egyezésére jellemző:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot B_i - \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i}{\sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i - \sum_{i=1}^n A_i \cdot B_{n-i+1}}$$

A_i és B_i jelöli az $I.$ és $II.$ fúrás azonosítására kerülő szakaszain leolvasott amplitudók monoton csökkenő sorozatában az i -edik amplitudót, melyre igaz, hogy $A_{i-1} \geq A_i \geq A_{i+1}$, illetve $B_{i-1} \geq B_i \geq B_{i+1}$.

A következőkben feltesszük, hogy $n = 100$.

Miután a monoton csökkenő sorba való rendezés biztosítja azt, hogy az egyes $A_i \cdot B_i$ szorzatokban mindig az összetartozó amplitudó-párok szerepeljenek, a v érték akkor egyenlő nullával, ha

$$\sum_{i=1}^{100} A_i \cdot B_i = \sum_{i=1}^{100} a \cdot b_i,$$

azaz a két görbe együttállása olyan, hogy az $I.$ görbe valamennyi amplitudója a $II.$ görbe amplitudóinak valamilyen k értékkel való szorzata, ahol $k > 0$.

Az azonosítás jósága azonban k értékétől nem függhet, kiejtéséről a nevező gondoskodik, melyben

$$\sum_{i=1}^{100} A_i \cdot B_{100-i+1}$$

a lehető legkisebb szorzatösszeg.

Az egyes fúrások azonosításra kerülő szakaszainak hosszát a rendelkezésre álló *MINSZK-2* számítógép belső memóriájának nagysága és az egyszerre betáplálható fúrások száma segítségével határoztuk meg. Ennek alapján egyszerre 7 db fúrás 500–500 adata helyezhető el a számítógépben, azaz $m_{max} = 500$. A p értékére, idevonatkozó vizsgálataink alapján $p = 1$ m-t választottuk, ami

az általánosan használt 1:200 mélységlépték mellett 0,5 cm-es leolvasási sűrűséget jelent.

Az azonosításnál kettős célt tűztünk magunk elé. Az egyes fúrásokban kiolvasott 500 méteres szakaszok (általában 1650 – 2149 m között) azonosítását 100 méterenkénti bontásban és az egész összefüggő rétegsorra vonatkozóan is elakartuk végezni. A 100 méterenkénti bontásban való azonosítás azt jelenti, hogy az I. fúrás 100 adattal jellemzett szakaszának megfelelő szakaszt (100 m) a II. fúrásban 100 méterrel mélyebb, illetve 100 méterrel magasabb helyzetben kerestük, azaz a fúrások között *max.* \pm 100 m-es mélységkülönbséget tételeztünk fel. Természetesen az 500 m-es szakasz első métere a másik fúrásban csak az adatsor 1–100 méteres részébe illeszthető be méterenként, ugyanígy az utolsó 100 méter (401–500) csak a 301–401 méteres intervallumban kereshető.

Ez azt jelenti, hogy az első és utolsó 100 adatnál 100 *v* érték közül a többinél pedig 200 *v* érték közül választhattuk ki a legjobb korrelációt jelentő legkisebb *v* értéket. A gyakorlatban ez úgy történt, hogy tapasztalati adatok alapján a 0,6-nál kisebb *v* értékeket irattuk ki. Ha az azonosításra kerülő két fúrás rétegsora ugyanolyan hosszúságú intervallumban helyezkedik el, azaz nem marad ki, vagy nem jön be új réteg, akkor a legkisebb korrelációs hányadosok 100 méterenként követik egymást. A gyakorlatban ez általában nem így van, a rétegsor „*tágulásán*” illetve „*szűkülésén*” túlmenően a leolvasási lépésköz [*Im*] kétszeresének megfelelő hiba elvileg megengedett.

Az egész 500 m hosszúságú összefüggő rétegsorra vonatkozó azonosítás a következők miatt látszott hasznosnak. Az algyői felsőpannon produktív összlet viszonylag konkordánsan települt rétegekből áll [4], a rétegsort agyagos és homokos üledékek ritmikus váltakozása építi fel, ezért a 100 méterenkénti bontásban végzett azonosítás több helyen is ad minimumot a korrelációs hányadosban. A lokális extrémértékek kiszűrése a következő módon történt. A 100 méterenkénti bontást 50 méteres átlapolással végeztük, az I. fúrás 1–100 m-ig adatát a II. fúrás 1–100 közötti adatsorába, az I. fúrás 51–150-ig adatát a II. fúrás 1–150 közötti adatsorába illesztettük be méterenként és így tovább. A kapott korrelációs hányadosokat az 50 méteres eltolásokat betartva összeszoroztuk. E művelet azt eredményezte, hogy az 50 méterenként szabályosan jelentkező minimumok kiemelődtek, a véletlenszerű és az előzőkben zavaró, szabálytalanul eloszló minimumhelyek eltűntek.

Az algyői területen – a PS szelvény gyakran rossz minősége miatt – azonosításra az 1 m-es gradienssonda görbéjét, vagy ahol ilyen nem készült, a 0,9 m-es gradiensgörbét vagy egy-két esetben a pszeudolaterológ görbét használtuk fel azonosításra. Az azonosításba bevont fúrások: 1–24, 27, 28, 33–50, 54, 56, 59–67, 69, 73–77, 150–171, 175, 176, 180, 182, 190–192, 201, összesen 52 db.

A kiértékelésnél összesen 239 db fúrás-pár azonosítását végeztük el. Az eredményeket az 1. ábra mutatja. Tekintettel arra, hogy egy fúrás-pár azonosításánál a végeredmény a két fúrás figyelembevett rétegsorának egymáshoz viszonyított helyzetét adja meg, önkényesen minden fúrást az Algyő-1-hez viszonyítottunk. További nehézséget okozott, hogy miután az eredmény magasság-különbség, ha az azonosítást egy önmagában visszatérő tört szakaszon végrehajtjuk – ugyanúgy mint a szintezésnél – a plusz-mínusz előjellel vett magasságkülönbségek nullára kell redukálják egymást. Ez ellenőrzési módszerül is szolgált, de megnehezítette az Algyő-1-hez viszonyított magasságkülönbségek

meghatározását. Szigorúan nézve a feladatot, olyan szintezési hálózat kiegyenlítését kellett volna elvégezni, melynél az egyes magasságkülönbségeket a korrelációs hányadossal kellett volna súlyozni. 237 megfigyelésre azonban ez annyira bonyolult, hogy a rövid határidő miatt erről lemondtunk.

Szándékunkban állott a korrelációs hányadosok területi elosztását ábrázoló térkép elkészítése is.

E térképen a korrelációs hányadosok segítségével számszerűen is ki akartuk jelezni az azonosítás biztonságát, melyet eddig csak minőségi fogalmakkal jellemeztek. A térkép nem készült el, részben mert időközben megindult az árnyaltabb eredményeket adó inhomogenitásváltozás-térképek számítása és szerkesztése, részben mert a korrelációs hányadosok függését a két fúrás távolságától nem sikerült egyértelműen tisztázni. Célszerűbbnek láttuk ezért csupán néhány fontosabb következtetés lerögzítését, melyek az egyes telepek inhomogenitásváltozás-térképein túl értékes információkat tartalmaznak.

Érdekes tapasztalata a gépi korrelációnak az, hogy a korrelációs hányadosok dőlésirányban általában nagyobbak (tehát rosszabbak), mint csapásirányban.

Feltűnően rossznak mutatkoztak az azonosítási viszonyok az *Algyő-73*, *-14*, *-3*, *-11*, *-41*, *-42*, *-66*. sz. fúrások által kijelölhető övben, mely a Tiszától délre kb. *1,5 km* szélességben húzódik e fúrásokon át. Ezen övezetben az azonosítás az egész felsőpannon összletre vonatkozóan a kútpárok *40-50%*-ánál nem volt elvégezhető. Az azonosítást csupán a *100 m-es* bontásban végzett korrelációk felhasználásával az összlet töredékére vonatkozóan lehetett megadni.

IRODALOM

- [1] *A. B. Viszteliusz*: Probleme der mathematischen Geologie. Zeitschrift für angewandte Geologie. 1965. júl.
- [2] *Kuno Schmidt*: Matematischen Methoden zur Lösung geologischer Aufgaben. Zeitschrift für angewandte Geologie. 1967. ápr.
- [3] *D. R. Matuszak*: Adjustment of electric log values for preparation of subsurface facies maps. Bulletin AAPG. 1965. febr.
- [4] Az algyői terület felsőpannoniai kőolaj- és földgáztelepeinek földtani feldolgozása és térfogatos készletbecslése (kézirat).