

# Tudományos figyelő

## METEORITKRÁTEREKRE VONATKOZÓ UJABB VIZSGÁLATOK A SZOVJETUNIÓBAN

A nagyobb meteoritek becsapódása által létrehozott kráteryszerű mélyedések vizsgálata már sok érdekes tudományos eredményt hozott. Közülük egyesek, mint pl. az arizonai vagy a tunguz meteorit esete, sokat szerepeltek a szakirodalom hasábjain és nagy érdeklődést keltettek mindenütt. Jóval kevésbé ismeretesek az Észti SZSZR területéhez tartozó Saarema-szigeten levő, igen jellegzetes kráterek, amelyek vizsgálatáról E.L. Krinov irt legújabban (American Journal of Science, Vol. 259. 1961. June).

A "Kaalijarv-kráter" név alatt ismeretes krátercsoport Saarema szigetén, Kingisepp városkától mintegy 20 km-re északkeletre fekszik és már régóta foglalkoztatja a kutatókat. A csoport hét kisebb-nagyobb kráterből áll, melyek kb. 0,75 négyzetkilométernyi területen szétszórtan helyezkednek el. A legnagyobb közülük 110 m átmérőjű, csaknem szabályos kör alakú, s pereme 6-7 méterre kiemelkedik a környező talajszintből; vízzel van tele, tavat alkotva, melynek vízmélysége mintegy 16 méter, feneke tehát 9-10 méterre van a környező felszín alatt. A többi hat kisebb kráter átmérője 15-50 méter között van: egyeseknek alakja erősen elnyúlt, mélységük 1-4 méter, víz nincs bennük. Évszázadok folyamán a földművelő lakosság beljük dobálta a környék szántóföldjeiről kiszedett köveket, ezek azonban legalább megvédték a krátereket a szélhatás okozta pusztulás veszélyétől.

A régebbi vizsgálatok folytatásaképpen a Szovjet Tud. Akadémia "Meteorit-bizottsága" 1959-ben négytagú csoportot bízott meg a kráterek beható megvizsgálásával. A vizsgálat - támaszkodva Reinwald régebbi kutatásaira - érdekes megállapításokat eredményezett. A beszámoló alkalmat ad a szerzőnek, hogy áttekintse az idevágó irodalom felhasználásával az ilyen kráterek keletkezéséről alkotott korszerű nézeteket.

Az elképzelések szerint a légkörbe jutó meteoritek által létrehozott kráterképződési folyamat a meteorit nagysága, de főként sebessége szerint alakul. Ha a darabok nem túl nagy sebességgel érik a felszínre, egyszerűen befúródhatnak vagy csak kisebb mélyedéseket hoznak létre, melyeknek átmérője a lehullott darabéval azonos. Nagyobb felütődési sebességek esetében már több-kevesebb kőzetanyagot szétszór a becsapódás és ún. becsapódási kráter keletkezik, melyben a becsapódott meteorit darabjai fellelhetők. Már ilyenkor is felléphetnek hőjelenségek és mind a felszín kőzetei, mind a becsapódó meteorit darabjai részben megolvadhatnak, elporladhatnak, kormozódhatnak.

Lényegesen másként folyik le a jelenség, ha a meteorit megtartja kozmikus nagyságrendű - több tíz km/sec nagyságú - sebességét. Ilyenkor a talajjal való érintkezés pillanatában olyan rendkívüli hőfejlődés lép fel, hogy a meteorit robbanásszerűen gázzá változik; ez a robbanás hozza létre a krátert, melynek mérete ilyenkor természetesen jóval nagyobb, a környező kőzetrétegek deformációja jó-

val erősebb, feltüremlések és egyéb helyi diszlokációk állnak elő; ilyenkor persze a meteorit töredékei a kráterben nem találhatóak meg, mert az egész tömeg gázzá változott. Természetesen a típusok között átmenetek lehetségesek. Előfordulhat pl. az, hogy a meteorit néhány kilométer magasban már szétesik és darabjai egy bizonyos területen szétszórva hullanak le; az ilyen terület alakja a megfigyelések szerint többnyire hosszan elnyúlt ellipszis.

A példakul felhozott meteor-hullások között van a szovjet-unióbeli Sikhote-Alin-csoport, ahol 122 kisebb kráter található, a Brenham mellett (Kansas) és a Henbury-i (Australia): ezek valamenyien felütődéses kráterek.

A folyamatban levő vizsgálat arra mutat, hogy a Kaalijarvi krátercsoport is ilyen: a hét kráter elhelyezkedési ábrája jellegzetesen elliptikus alakú. Jelentékeny különbség van azonban a legnagyobb kráter és a kisebbek között. A legnagyobb krátert létrehozó darab sebessége elég nagy volt ahhoz, hogy jelentékeny kőzetdeformációt hozzon létre: így keletkezett a szélén levő kiemelt szegély, amely felé az üledékes talaj dolomitrétegei egyenletesen, minden irányból sugárasan, elég meredeken emelkednek. Számos nyoma van a hőhatásnak is, de teljesen hiányzik minden meteorit-töredék. Ezzel szemben a kisebb kráterekből, amelyek környékén semmi talajdeformáció nem mutatkozik, nagy mennyiségű meteoritdarabot ástak ki, melyeknek legnagyobbika 24 gramm súlyú. Ezek a töredékeknek a kráterek meteoritikus eredetét kétségtelenné teszik.

A Szovjetunió területén azonban a legnagyobb méretű meteor-hullási jelenség a Tunguz-meteorit becsapódása volt 1908 június 30-án. Az azóta eltelt 50 év alatt több kutató foglalkozott az ezzel kapcsolatos kérdésekkel (először L.A.Kulik 1927-től kezdődően), de a kérdés ma sem mondható tisztázottnak, különösen azért, mert eddig a legszorgosabb kutatás ellenére sem sikerült meteoritdarabokat találni sem a felszínen, sem a helyben. (Részletes beszámolót lásd: Peszenkov-Krinov; Ujabb adatok a Tunguz meteoritról. Izv.Ak.Nauk. SzSzSzR, 1960.)

Az Izvesztija Ak.Nauk SzSzSzR, Szer. Geol. 1961 júniusi száma rövid összefoglalást közöl a nemrég elhunyt N.Sz. Vetcsinkin legutolsó dolgozatából, amelyben a tunguz-meteorittal kapcsolatos nézeteit fejti ki. Ezek a nézetek különösen érdekesek. Részletesen elemezte a meteorit becsapódását kísérő - az eddigi kutatások által már felderített - jelenségeket, arra a következtetésre jut, hogy a meteorit esési sebessége nagy volt ugyan, de nem haladta meg a 3,5 km/sec-ot; következtetésként nem alakulhatott egészen gázzá és nem párologhatott el a levegőben, amint azt eddig részben az észlelt robbanások alapján feltételezték. Vetcsinkin azt állítja, hogy a Tunguz-meteorit bizonyos részben megmaradt és befűródött a földkéregbe. Feltételezését Vetcsinkin összhangba hozza a robbanási megfigyelésekkel is és azt indítványozza, hogy a mélyben levő meteoritrészek felkutatására végezzenek olyan megnetométeres és graviméteres vizsgálatokat helikopterrel, mint az arizonai meteoritkráter geofizikai módszerekkel való kutatásánál.

Tóth Géza

#### A GEOFIZIKA SZEREPE A SZAHARAI OLAJFELTÁRÁSOKBAN

(Welche Rolle spielte die Geophysik bei den Erdölfunden in der Sahara? Német és francia nyelven). Erdöl Zeitschrift, 76, 11, November 1960, 389-394, ill. 395-399, 1 térképvázlattal.

A Compagnie Générale de Géophysique francia geofizikai kutató vállalat döntő szerepet játszott Franciaországban a Parentis, Lacq és

Párisi Medence mezőinek feltárásában, Sziciliában a Ragusa mezőnek, Gabonban az Ozouri, Pointe Clairette, Cap Lopez, Tchengué stb. mezőknek feltárásában, a legnagyobb figyelmet azonban a szaharai kutatásokra fordította.

1939 óta kutattak a francia geológusok olaj után a Szaharában, de eleinte csak a mezozoos medence problémája foglalkoztatta őket. Ugyanis Arábia keleti részétől a Szahara nyugati részéig sokszor 1000 m vastag üledéksorozat található és ez a vastag rétegsor nyújtja Irak, Bahrein, Kuwait, Arábia gazdag olaját: ezért gondolták a geológusok, hogy a Szaharában is a siker reményével lehet olajat keresni. Azonban, ahol a mezozoikum felszinen van, az csak egy észak-déli 100 km széles sáv, a francia Szahara viszont 1000 km széles, de többi részén a mezozoikumot fiatalabb üledéksor takarja; eleve világos volt tehát, hogy a kutatás csak geofizikai módszerek alkalmazásával lehet eredményes.

Azt tudták, hogy a mezozoikum fekvője a nagy hegyképződéstől megkímélt, de nem tisztán kristályos, hanem részben paleozoos tábla és nem metamorf, mint általában Európában. Itt tehát mind paleozoos üledékgyűjtöket, mind fölöttük elhelyezkedő mezozoos szénhidrogéntelepeket fel lehetett télelezni; a paleozoos rétegekben helyenként olajnyomok is mutatkoztak.

A paleozoos medence felszinen levő része a térkép Dny-i sarkában levő Eglab és a térkép D-i középső részén látható Hoggar tartomány között mintegy 2000 km hosszú és átlagos szélessége 150-200 km. Itt a feltárások lehetővé teszik a paleozoos felszín térképezését, azonban a középső és keleti Szaharában több mint 500 km szélességben a medence mezozoikummal van fedve, amely helyenként 3000 m-nél is vastagabb.

A geológusok 1953 óta térképezték a paleozoikum felszínét és fúrásokkal elért részét; e kutatásokkal a terület D-i részén In Salah és Fort Polignac környékén antiklinálisokat fedeztek fel. Fúrásaik Ahnetben száraz gázmezőt, Edjelehen könnyűolaj-mezőt tártak fel. Már 1948-ban két francia vállalat alakult a szaharai szénhidrogének kiaknázására, két egymással határos, összesen 300 000 km<sup>2</sup>-nyi területen. A délen elért kezdeti eredmények adták az ösztönzést ahhoz, hogy északon a Földközi tengerhez közelebb eső területeken folytassák a munkát, ahol - mint láttuk - csak a geofizikai módszerek alkalmazása nyújthatott kilátást a sikerre.

Ha ma kezdték volna a kutatást, nyilván először légi mágneses felvételezéssel igyekeztek volna nagyvonalú szerkezeti képet nyerni a kristályos kőzetről, amiként már 1956-ban Lybiában így kezdték kutatni a francia Szahara K-i folytatását. Itt azonban még a klasszikus eljárást követték. 1948 decemberétől 1954 júniusáig a Compagnie Générale de Géophysique csoportjai 70 munkahónapban 27 000 km hosszú úton végeztek topográfiai felmérést és 48 000 graviméter állomáson mértek.

15 évvel előbb e munka még óriási feladat lett volna, most már azonban a világháborús tapasztalatok alapján terepjáró autókkal és repülőgépekkel gyorsíthaták munkájukat. 1953-ban aztán a D-i részen két új vállalat kezdett működni. Az egyik a fenti francia geofizikai vállalat graviméter csoportjaival méretett, a másik saját Shell-csoportjaival. Ily módon 1956-ra a Szahara teljes központi részén általános áttekintő graviméter térkép állt rendelkezésre.

A cikkíró kiemeli, hogy egy graviméter-térkép kiértékelése nem egy pillantásra történik, hanem gondos mérlegelést kíván. Tehát a paleozoos medencék felismerése a térkép alapján sem egyszerre történt meg. Először különbséget kellett tenni a kiterjedt anomáliák, - amelyeket a medencék vagy a gránit tömegek okoznak - és a helyi szűkebb kiterjedésű anomáliák között, amelyeket tektonikus vonalak, vetők, törések stb. hozhatnak létre. Az utóbbiak pontosabb ábrázolásához azonban sűrűbb mérési hálózat szükséges, mint amelyet e munka első szakaszában létesíteni lehetett.

Délen, ahol a mezozoos fedő kevésbé kiterjedt, egyes részletek hamar felismerhetők voltak; ezek későbbben a Djoua, Tiguentourine, Zarzaitine szerkezeteként bontakoztak ki.

Északon eleinte kevés feltűnő mutatkozott, aztán a mérési sűrűségnek négyzetkilométerenként 0.75-1 graviméter állomásra való növelése lett szükséges, hogy az üledékek szerkezete felismerhető legyen.

A klasszikus transzporttal mérő csoport munkáját helikopterekkel kellett az Ergek területén lehetővé tenni, a viszonyoknak megfelelő mérési technikát kidolgozni és könnyű gravimétert alkalmazni. A mérés költségei ilymódon alig növekedtek a klasszikus mérési költségekhez képest.

Minthogy azonban a - helyenként egyidejű mágneses mérésekkel kiegészített - graviméter térkép még a nagy szerkezeti vonalakat sem mutatta, az elektromos és szeizmikus módszereket hívták segítségül.

A CGG-nek az elektromos módszerrel jó eredményei voltak már pl. Aquitániában, Sziciliában. E módszer előnye a gravitációssal szemben, hogy az eredményeket nem befolyásolja a fekécsak a fáciesre érzékeny; feloldóképessége jóval felülmúlja a gravimetriáét, bár nehezkesebb ennél, de kevésbé mint a szeizmika.

Eleinte itt az elektromos kutatást felszíni feltárásokon próbálták ki: tellurikus felvételeket és elektromos szondázást vegyesen alkalmaztak.

A déli területre szén kitérő eredménnyel mutatták ki a paleozoikus felszint anélkül, hogy a feké minőségi változásai zavart okoztak volna. Majd Laghouat-Ghardaia-Quargla-Biskra négyszöget mérték fel, és az itt nyert kép igen hasonló a későbbi refrakciósan kapott képhez. Néhol azonban a mélyen levő feké ülő, rosszul vezető mezozoos képződmények (triászok, sekélyvízi üledékek, kréta- és harmadkoriak) erősen zavarták a képet. Egészen vége, 1952 és 1956 között csoportonként 33 hónapig dolgoztak e módszerrel.

Szeizmikus méréseket északon 1951-ben kezdték el és pedig reflexiósan, de eleinte sok nehézséggel. A különleges felszínközeli viszonyok miatt a jel: zavar viszony igen kedvezőtlen volt. Ezen részben több geofon együttes elhelyezésével, részben csoportos robbantó pontokkal segítettek. Így néhol egy terítésen 80 geofont is alkalmaztak, egy hektárnyi területen elosztva, és egy robbantópont körül 80 robbantólyukat csoportosítottak. Ily módon  $80 \times 80 = 6400$ -szoros nagyítást nyertek. Kétségtelen, hogy ilyen kiterjedt mérést csupán pusztaságban lehet végezni.

Azonban a nagyvastagságú mezozoikum többszörös mész és sekélyvíz rétegei az energia nagyrészt visszaverték, mielőtt az a paleozoos szinthez érkezhett volna. A klasszikus szeizmikában alig lehetséges 10 000-szeresnél nagyobb nagyítást elérni, ez pedig itt még mindig kevésnek bizonyult.

Igy folyamodtak a McCollum-eljáráshoz, amelynél a talaj megrezását több tonnás tömeg leejtésével érik el, mágneses regisztrálással pedig sok ilyen leejtés felvételét játszatják össze. Ilymódon 20 000-szeresnél nagyobb nagyítást is elértek. (Franciaországban egy külön vállalat alakult a McCollum-eljárás alkalmazására.)

E nehézségek nem állottak fenn a déli Szaharában, pl. Tigentourine, Zarzaitine környékén, itt a klasszikus eljárás gáz- és olaj mezőket eredményezett. Északon ellenben még a felfokozott nagyítással sem lehetett a paleozoikum szerkezetét meghatározni.

Ezért kellett északon visszanyúlni az 1924-1932-es évek technikájához, a refrakciós szeizmikához. Ilyen eljárással sikerült Szi-

ciliában Olaszország legnagyobb olajmezőjét a Ragusa-mezőt felfedezni, majd a Vittoria nehézoilajmezőt.

A refrakciós eljárás nehézségei viszont abban állottak, hogy a nagymélységi paleozoos szint kutatásához 20-40 km robbantópont távolságot kellett alkalmazni, ehhez pedig tekintélyes robbanószermennyiségre van szükség.

Az első refrakció szelvény 1952-ben Ghardaia és Berriane között, közel 6000 m/sec sebességgel, valószínűen a mezozoikum fekvését jelölte ki. A szelvényben adódó legmagasabb szinten mélyített fúrás arról győzte meg a kutatást, hogy a triász alján tároló homokkövek, sőt ezek alatt - valószínűleg a paleozoikumban - továbbiak is vannak jelen. A Hassi R'Mel-fúrás tekintélyes gázmennyiséget, a Hassi Messaud-fúrás pedig olajat eredményezett. 1953 és 1959 között összesen 20 000 km szelvényhosszon mértek.

Azonban nehézségek is jelentkeztek az értelmezésnél. Gyakran találtak két különböző, egymás közelében futó refrakciós szintet és ezeket széjjel kellett tudni választani. Ezt úgy érték el, hogy ugyanazon a szeizmográfbazison különböző távolságban történő lövéseket regisztráltak. Így jutottak arra a gondolatra, hogy egyidejűleg két berendezéssel regisztráltak vagy fordítva, egy berendezéssel egymásután több, különböző távolságú lövést vettek fel. A munka nagy költségei miatt havonta 150 szelvény km-t kellett mérni, ha a gazdaságosságot csak valamennyire is biztosítani akarták; ezt a teljesítményt sikerült is elérni.

E refrakciós felmérés eredményeképp jó áttekintést kaptak az északi medencéről. A Berriane melletti szaharai paleozoos magaslaton a mezozoikum felső részét reflexiós munkával is megvizsgálták. E zárt kiemelkedésen a Hassi R'Mel-i fúrással gázmezőt tártak fel, amely a triász alján levő homokkőből termel.

A Hassi Messaud-nál refrakciósan kimutatott másik helyi kiemelkedésen a MD-I fúrással mesés bőségű könnyúolajmezőt találtak. Később a magaslat két déli folytatásán refrakciós mérések alapján további gázmezőket tártak fel.

A refrakciós eljárással tehát az Észak-Szaharában nemcsak a közel 4000 m mély fekvő nagy vonásait sikerült kimutatni, hanem a közvetlen lelőhelyfeltáráshoz szükséges pontosabb részletformákat is.

Nem tévesztik azonban szem elől azokat a lehetőségeket sem, amelyeket újabb a mágneses rögzítéses reflexiós eljárás ígér.

A CGG-nek Algírban van egy mágneses lejátszó centruma, amely az értelmezés legkülönbözőbb lehetőségeire is módot nyújt. E kutatások eredményeképpen ma már a paleozoos szintek szerkezeti térképe is több helyről elkészült.

A reflexiós felvételeket természetesen fúróluk-szelvényezéssel kombinálják.

A cikk érdekes adatokat közöl a mérések technikai kiviteléről és költségeiről. Pl. 1960 elején csak a CGG-nek 20 szaharai csoportja működött Algírban, 260 mérnök vagy technikus, 1250 segéderő. Több mint 200 terepjáró kocsija 5 millió km utat fut évente, többnyire úttalan vidéken. Még további 60 nehéztehergépkocsi gondoskodik a csoport ellátásáról.

1950-1959-ben csak a CGG csoportjai 181 400 graviméter állomáson, reflexióval 32 500 km hosszú, refrakcióval 21 000 km hosszón mértek. Más mérővállalatok a múlt év elején 8 mérőcsoporttal dolgoztak.

Kiegészítésül megemlítjük, hogy a Hassi Messaud mező 1959-ben 1,3 millió t, 1960-ban 6,5 millió tonna olajat termelt; a Hassi R'Mel gázmező készletét 800 milliárd m<sup>3</sup>-re becsülik.

Érdekes a termelési költség alakulása: ez kőolaj-tonnánként nem tesz ki többet 2,70 új franknál, holott ugyanakkor az USA-ban 40 új frank körül van. Érthető tehát a franciák ragaszkodása a Szahara birtoklásához.

Oszlaczky Szilárd .