

Szeizmikus mélyszerkezeti kutatások a Makó-i árok területén

VARGA IMRE, VÁNDOR BÉLA, ZSITVAY SZILÁRD,
SZANYI BÉLA

A Makó–Hódmezővásárhely-i mélyzóna – az eddigi ismeretek alapján – Magyarország egyik legmélyebb tektonikai árka. Helyzetének, valamint üledéksorának pontosabb megismerésére a közelmúltban kezdődtek meg a szeizmikus kutatások magnetofonos regisztrálású analog műszerekkel.

A dolgozat rövid áttekintést ad az itt folytatott mélyszerkezeti kutatások első eredményeiről, a mérések módszertani kérdéseivel kapcsolatos tapasztalatokról, valamint a geofizikai és földtani értelmezés néhány problémájáról.

A szerzők jellegzetes időszelvényeket mutatnak be a metodikai és kiértékelési problémák illusztrálására.

Существующие данные показывают, что глубинная зона Мако–Ходмезёвашархей является одним из самых глубоких тектонических грабенов Венгрии. Для уточнения его положения и для расчленения его разреза недавно были начаты сейсмические работы с использованием аналоговой аппаратуры с магнитной записью.

Дается короткий обзор первых результатов, полученных при проведенных до сих пор работах, рассматриваются методические вопросы и некоторые проблемы геофизической и геологической интерпретации данных.

Приводятся характерные временные разрезы для иллюстрации методических и интерпретационных проблем.

Die Tiefzone von Makó–Hódmezővásárhely ist nach unseren bisherigen Kenntnissen einer der tiefsten Graben des Landes. Um ihre Lage und ihre Schichtenfolge genauer zu erkennen, sind in den letzten Jahren seismische Untersuchungen mit Analog-Instrumenten von magnetischer Registrierung angestellt worden.

Im Aufsatz wird eine kurze Übersicht geboten über die ersten Erfolge der hier angestellten Tiefenstrukturarbeiten, über die Erfahrungen in Zusammenhang mit den methodologischen Fragen der Messungen, sowie über einige Probleme der geophysikalischen und geologischen Interpretation.

Es werden charakteristische Zeitprofile als Illustration für die methodologischen und Auswertungs-Probleme gegeben.

A Tiszántúl D-i részének nagyszerkezeti felépítéséről az első részletes geofizikai adatokat az OKGT Szeizmikus Kutatási Üzeme által 1959–60-ban végzett refrakciós mérések adták. Ez az átnézetes hálózat kimutatta a két kiemelt helyzetű szerkezeti egységet (Algyő és a Battonya–Pusztaföldvár-i gerincvonulat) és közöttük egy nagymélységű, viszonylag szűk depressziós zónát. Ez a mélyzóna a Hódmezővásárhely–Makó-i árok. Tengelye közelítőleg ÉNy–DK irányú. A refrakciós mérések a hálózat átnézetes volta miatt természetesen nem adhattak minden részletkérdésre választ, azonban a nagyszerkezeti egységek világosan felismerhetőek voltak.

A vizsgált területen végeztünk hagyományos, fotoregisztrálású reflexiós méréseket is. Ezekkel az eltemetett idősebb képződmények felett kialakult települt boltozatok tetővidékei kimutathatók voltak (Pl.: az algyői szerkezet). A kristályos aljzat nyomkövetése, annak elmélyülése, az idősebb képződmények szerkezeti viszonyainak megismerése azonban nem volt lehetséges.

Az analog, mágneses jelrögzítésű technika bevezetésével és alkalmazásával vált lehetővé a nagymélységű terület mélyszerkezeti viszonyainak beható reflexiós kutatása. Jelen dolgozat keretében ennek eredményeiről kívánunk beszámolni.

A *Hódmezővásárhely* – *Makó*-i árok szerkezeti viszonyainak és üledékes rétegsorának megismerése nagyjelentőségű. Mivel Magyarország talán legmélyebb földtani egységének megismeréséről van szó. Figyelembe véve az *Algyőn* és *Battonya* – *Pusztaföldvár* környékén megismert jelentős *CH*-telepeket, az árok rendkívül nagyvastagságú üledékösszlete kőolajkutatói szempontból nagy lehetőségeket ígér. Az árokban levő üledékek mind anyakőzet, mind pedig tárolók lehetnek. Ennek megfelelően minden kimutatott kőolajtárolásra alkalmas szerkezeti formát megfelelően kell tekinteni. Ezt látszik igazolni a makói fúrásban mutatkozó, bár még részletesen ki nem vizsgált, *CH*-tartalmú réteg 4000 m-nél nagyobb mélységben.

Az analog, mágneses jelrögzítésű reflexiós mérések 1966-ban indultak meg ezen a területen. Kezdetben, a szelvénymérésekkel egyidőben a legeredményesebb módszertani lehetőségek – a többszörös fedéses eljárás – alkalmazására kiterjedt kísérleti méréseket végeztünk. A mélyszerkezeti kutatás helyes módszertanának meghatározásában hazai tapasztalataink nem voltak, csak a szakirodalomból lehetett érdemleges példákat meríteni. További problémát jelentett a széles időtartományt átfogó analog időszelvények kiértékelése és értelmezése.

1966 – 67-ben méréseink zömét egyszeres fedéssel végeztük, és csak néhány vonalat mértünk be hatszoros fedésű rendszerek alkalmazásával.

A területen egyszeres fedéssel mért szelvényanyag, bár a hagyományos fotoregisztrálású reflexiós méréseknél alapvetően részletesebb adatokat szolgáltatott, a kutatás alapcélkitűzéseit illetően nem volt teljes értékű. A nagyvastagságú pliocén rétegsor szeizmogeológiai sajátosságai (vékony rétegezett-ség, horizontális fáciesváltozások, interferenciás reflexiók, többszörös reflexiók stb.) miatt igen bonyolult hullámképet regisztráltunk. A szeizmikus hullámok megjelenési formái és dinamikai sajátosságai gyorsan változtak, így kiértékelésük gyakran matematikusan volt. Az egyszeres szelvények alapján nehézségekbe ütközött a medencealjzat folyamatos nyomonkövetése, különösen a gyors elmélyülések helyén, továbbá olyan helyeken, ahol a pliocénösszleten kívül más – idősebb korú – üledékek is jelen vannak. Sok esetben találkoztunk jellegtelen dinamikával, ill. rossz *jel/zaj* viszonyal, ami a szintek nyomonkövetését rendkívül megnehezítette.

Mindezen nehézségek azt bizonyították, hogy a mélykutatói feladatoknál csak többszörös fedéses eljárásokkal lehet dolgozni. A többszörös fedésű rendszerek kialakításához a szabályos jellegű zajok tanulmányozására *Dix – Bortfeld* rendszerű sebességméréseket alkalmaztunk. Az összegezéskor elérni kívánt hatástól függően a hatszoros fedést biztosító rendszer négy változatával végeztünk méréseket.

1968 – 69-ben az e területen végzett kutatási tevékenység második szakaszában már kizárólag hatszoros fedés alkalmazásával végeztünk reflexiós méréseket.

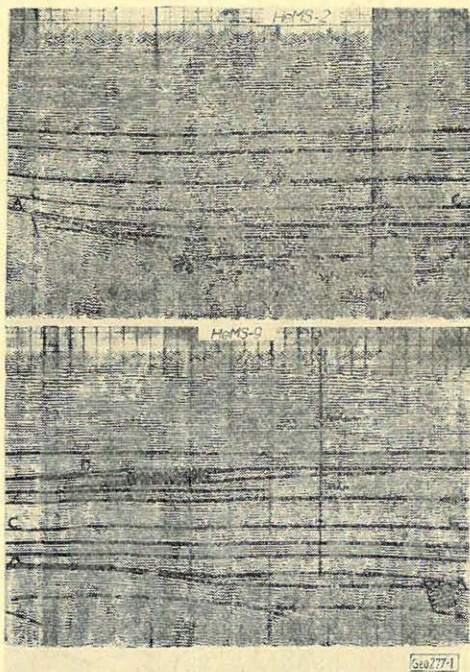
A bemutatott terület szerkezeti adatainak meghatározásánál természetesen elsősorban a többszörös fedéses szelvények anyagára támaszkodunk. Az egyszeres szelvények adatait többnyire csak a pliocén-képződmények vizsgálatánál tudtuk felhasználni, valamint azokon a helyeken, ahol többszörös fedéses szelvények nem álltak rendelkezésünkre. Ezekben az esetekben is igyekeztünk az adatokat többszörös fedésű szelvények megfelelő szintjeivel aláátmasztani.

A többszörös fedésezés vonalhálózat sűrűsége nem kielégítő az egész tárgyalt területen a medencealjzat nagyszerkezeti viszonyainak megismeréséhez, azonban – néhány részletől eltekintve – ehhez kellő alapot nyújt. E tekintetben alapvető fontosságú volt a közös mélységpontos hálózatnak a szerkezeti irányok figyelembevételével történt kifejlesztése.

A nagyvastagságú üledékösszlettel kitöltött medenceterületeken súlyos kiértékelési problémát okoz a többszörös reflexiók tömeges megjelenése. A gyakori interferenciák értelmezési problémákat okoztak és rendkívül megnehezítették a különböző időszintek nyomonkövetését. A többszörös reflexiók kimutatására a *HeMS-2* vonalon előállítottuk egy rövid vonalszakasz autó- és retrokorrelogramját három különböző hosszúságra választott időablakkal. Ez a vizsgálat megfelelő eredménnyel járt, kiterjedtebb alkalmazásának azonban technikai nehézségek, valamint a számítógépi kapacitás hiánya szabott gátat.

A szerkezeti adatok mélységének helyes meghatározását a sebességviszonyok kellő ismerete alapvetően befolyásolta. Az *Algyő-Hódmezővásárhely-Makó* kutatási terület átlagsebesség függvénye széles körű vizsgálatok eredménye. A görbe kezdeti szakaszát szeizmokarottázs mérések – többek között a hazai legmélyebb sebességkarottázs mérés, a *Makó-1 (3800 méter)* – alapján határoztuk meg. További szakaszait felszíni sebességmérések, valamint néhány nagymélységű, széles szögű reflexióból meghatározott adat alapján alakítottuk ki. A felhasznált adatok csak csekély szórást mutattak. Helyességét későbbi ellenőrző mérések, a kezdeti szakaszon pedig akusztikus szelvényezés is igazolta.

Az eddig végzett geofizikai mérések főbb eredményeit a mellékelt két térkép foglalja össze. Az „A” szint izokron térképe (l. a későbbi 2. ábrát) a harmadidőszaki üledékek medencealjzatának elhelyezkedését ábrázolja. Véleményünk szerint ez általában a kristályos alapkőzet felszínével egyezik meg. Az árok középső részén esetleg az alapkőzet felszíne ennél nagyobb mélységben helyezkedik el, amint azt a *HeMS-2* és a *HeMS-9* sz. vonalakon látható, nagyobb mélységre utaló variánsok is mutatják (l. *1. ábra*). A térképen a legfelső („A”-val jelölt) szint időadatait tüntettük fel, ennél kisebb mélységben az alapkőzet nem helyezkedhet el. A térkép alapján megállapíthatjuk, hogy az árok *E*-i irányban bizonyos mértékig kiszélesedik. A legmélyebb helyzetet Hódmezővásárhely térségében találjuk. Itt az árok minimális mélysége mintegy *6500 m*.

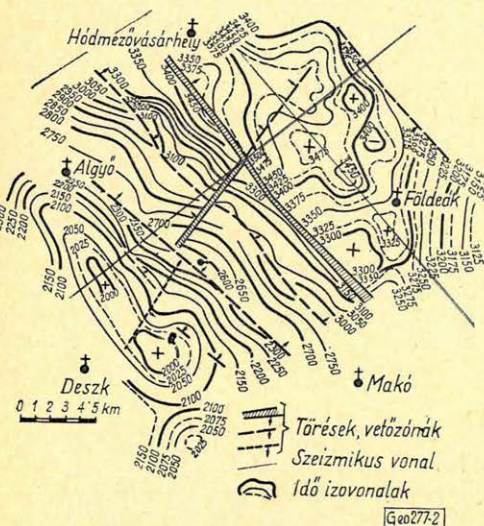


1. ábra. A *HeMS-2* és *HeMS-9* szeizmikus szelvények egy-egy részlete

Фиг. 1. Отрезки сейсмических разрезов по профилям *HeMS-2* и *HeMS-9*

Fig. 1. Ausschnitte aus den seismischen Profilen *HeMS-2* und *HeMS-9*

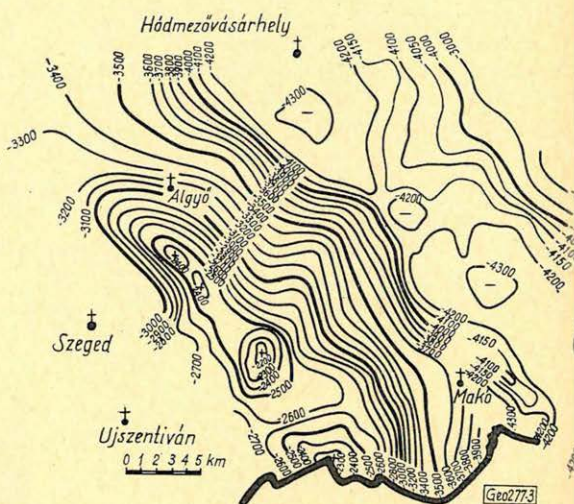
A „C” szint térképe (3. ábra) az alsópannon fekéjének elhelyezkedését ábrázolja a vizsgált területen. A térkép a valódi mélységértékeket tünteti fel a tengerszint alatt. Az árok mélyzónájában kimutatott 4000 m-nél nagyobb mélységértékek igazolják azt a megállapításunkat, hogy ezen a területreszen találjuk hazánk egyik igen mély – ha nem a legmélyebb – üledékes medencéjét.



2. ábra. Az „A” jelzésű szeizmikus szint szintvonalas izokron térképe

Фиг. 2. Карта изохрон по сейсмическому горизонту „А”

Fig. 2. Isochronkarte mit Schichtenlinien des mit „A” bezeichneten seismischen Horizonts



3. ábra. A „C” jelzésű szeizmikus szint szintvonalas mélységtérképe

Фиг. 3. Карта изогипс по сейсмическому горизонту „С”

Fig. 3. Tiefenkarte mit Schichtenlinien des mit „C” bezeichneten seismischen Horizonts

Az árok tektonikai viszonyait vizsgálva beszélnünk kell a törésekről. A bemért szelvényhálózat alapján több-kevesebb biztonsággal meg lehetett határozni legalább a legfontosabb vetők helyét és közelítő irányát. A vetők szelvénymenti helyének meghatározása esetenként problematikus volt. Ennek egyik oka, hogy a töréseket kísérő, más területeken annyira jellemző geofizikai jelenségek, mint pl. a diffraktált hullámok a vizsgált területen nem vagy csak bizonytalanul felismerhetően jelentkeztek. A törések helyének és jellegének meghatározásában a szintek folytonosságának megszakadása, a jelalakok gyors változása, a hirtelen dőlésváltozások, az anyagminőség leromlása – többnyire interferenciás jelenségekkel kísérve – adták a legfontosabb ismérveket. Megemlítjük, hogy több helyen a nagyobb dőlésű szelvényszakaszok vetőként is értelmezhetők (pl. *HeMS-2*). Ezekben az esetekben valószínűleg olyan törésekkel állunk szemben, ahol az elmozdulást a hosszú ideig tartó lepusztulás már többé-kevésbé elsimította, kiegyenlítette.

Ennek megfelelően az „A” szint időtérképén feltüntettük a vetők helyét. Ezeket három csoportba soroltuk (2. ábra).

Széles sávval jelöltük azokat a töréseket, amelyeket nagy valószínűséggel vetőzónának lehet ítélni és ezt esetenként mélyfúrási adatok is alátámasztják.

Vastag szaggatott vonallal jelöltük azokat a vetőzónákat, amelynek kimutatása már bizonytalanságokat tartalmaz.

Végül vékony szaggatott vonallal tüntettük fel azt a vetőzónát, amely a kevésbé megbízható adatok alapján lett kijelölve és ma már jelentős szintkülönbséget nem okoz.

Az árok kialakulásában nyilvánvalóan a közelítőleg $\acute{E}Ny - DK$ -i csapású töréseknek volt a legnagyobb szerepük. Ezek alakították ki tulajdonképpen az árok lépcsős szerkezetét és a nagymélységű zónát. Ismerünk azonban haránt-töréseket is ($HeMS - 9$ vonal). A törések elvetési magassága változó, az elvetési magasság növekszik $\acute{E}K$ -i irányban.

Az árok és környezetének tektonikai rendszere ma még nem határozható meg egyértelműen, csak néhány fő vonás volt megállapítható. Megjegyezzük azonban, hogy a mérések folyamatban vannak és azok kiértékelése után számomra, eddig tisztázatlan kérdés is megválaszolható lesz.

Ami az árkot kitöltő üledékek földtani korbeosztását illeti, a „C” szint térképe mutatja, hogy a pannon- és fiatalabb üledékek vastagsága meghaladja – legalábbis helyenként – a 4000 m-t. Ehhez hasonló vastagságú fiatal üledék-összlet hazánkban bizonyítottan csak a Kisalföldön ismerünk. A pannonál idősebb képződmények összetételére vonatkozóan azonban egyelőre semmi támpontunk nincsen. Feltételezhetjük – a környező területek adatait is figyelembe véve –, hogy az árok területén a miocénösszlet megtalálható. Ennek vastagságát csak becsülni lehet: legalább néhány száz méter, esetleg azonban ezer métert is meghaladó érték. Ebben az esetben lehetséges, hogy a kristályos alapkőzetre csak neogén üledékek települnek. Kérdéses, hogy ha a miocén vastagsága csak néhány száz méter, milyen üledékek alkotják a további réteg-összletet. Erre vonatkozóan nincsenek adataink. A környező területek földtani információit figyelembe véve (beleértve Jugoszláviát és Romániát is) elképzelhető flis jellegű üledékek jelenléte, esetleg pedig mezozoós összlet. Az utóbbival kapcsolatban azonban megjegyezzük, hogy a bemutatott időszakos szelvényeken ábrázolt szintek semmiesetre sem utalnak a Magyarországon szokványos erősen tektonizált mezozoikum jelenlétére. Elképzelhető azonban egy viszonylag nyugodt epikontinentális kifejlődésű mezozoikum jelenléte.

A tárgyalt területen mért szeizmikus szelvényeken világosan megállapíthatók több helyen kiékelődések is. Ezek részben a törésekhez, részben pedig egyszerűen az elmélyülésekhez kapcsolódnak. Jelentőségük kőolajkutatói szempontból még nem tisztázott.

Külön szeretnénk felhívni a figyelmet még egy érdekes sajátosságra. Sok időszakos szelvényen megfigyelhető egy olyan jelenség, amelynek pontos magyarázatát egyelőre nem tudjuk megadni. Példaként bemutatjuk a $HeMS - 9$ számú szelvényt (1. ábra „D”-vel jelölt zóna). Itt az alsó-felsőpannon határhoz közeleső szakaszon egy diszkordáns települést mutató időzóna helyezkedik el, amelyet mindkét oldalon szintes, vagy közel szintes, de mindenképpen eltérő településű rétegek határolnak. A kettős – mind lefelé, mind pedig felfele mutató – diszkordancia a többszörös fedéses szelvényeken is határozottan felismerhető. Jellegét tekintve a folyók deltavidékének kereszttrétegzett összletéhez hasonlít. Ennek ellentmond az a tény, hogy csak meghatározott irányú szelvényeken mutatkozik, tehát területi viszonylatban határozott dőlés és csapás-

irány jellemzi. Mélyfúrási adatok eddig nem adtak megoldást a problémára. A kérdés tisztázása annál is inkább indokolt, mert ha valódi diszkordáns településről van szó, úgy ennek kőolajföldtani jelentősége nagy lehet.

A Hódmezővásárhely – Makó-i árok nagyszerkezeti helyzetét illetően valószínűleg a *Kraistida rendszerbe* tartozik. *Boncev* szerint a Kraistida lineament, ill. árokrendszer a fiatal harmadidőszakban É-felé jelentősen meghosszabbodott. Ez az elképzelés jól egyezik azzal a feltételezésünkkel, hogy az árkot kitöltő nagyvastagságú üledékösszletben a fiatalokú képződményeké a fő szerep.

A Dél-Tiszántúl, de különösen a Hódmezővásárhely – Makó-i árok és annak környezetének földtani megismerésében a geofizikai mérések alapvető jelentőségűek. Ezen ismertetés keretében még csak részeredményekről számolhattunk be, egyes részletek tisztázatlanok. A mérések jelenleg is folyamatban vannak. Különösen nagy reményeket fűzünk a szeizmikus méréseknél a digitális telepi felvételezés, valamint a számítógépes kiértékelési technika bevezetéséhez. A nagyobb dinamika, a változatos feldolgozási lehetőségek minden bizonnyal további anyagminőség-javuláshoz vezetnek és meg fogják gyorsítani a nagymélységű árok és környezetének részletes megismerését.

A szerzők köszönetüket fejezik ki a OKGT Geofizikai Kutatói Üzem műszaki Kollektívájának értékes tanácsaikért és baráti segítségükért.

MAGYAR GEOFIZIKA XI. ÉVF. 4 – 5. SZ.

Lapszemle

A Földtani Közlöny 100. kötet 1. számában megjelent, geofizikai szempontból érdekes cikkek:

Kovács György: A víz felszín alatti formáinak jellemzése, 23 – 24. oldal.

A vízkészletek egyre fokozottabb kihasználása szükségessé teszi, hogy a felszín alatti vizeket is a lehető legnagyobb mértékig hasznosítsuk. Ehhez azonban meg kell ismernünk a hasznosítható készletek nagyságát, mozgását, utánpótlását. A feladat megoldását sokszor nehezíti az, hogy a témakörrel foglalkozó tudományágak igen eltérő nomenklatúrát alkalmaznak, megnehezítve ezzel az elért eredmények áttekintését és összehangolását. A cikkben ezért olyan egységes osztályozási rendszert dolgozott ki a szerző, melynél minden lehető szempontot igyekezett tekintetbe venni. A rendszer alkalmasnak látszik arra, hogy a felszín alatti vízelőfordulásokat a feltárás különböző fokainak megfelelően röviden és egyértelműen jellemezhessük.

Weber Béla – Géresi Gyula: A kálium eloszlása a Mátra-hegységben légi-gammaspektrometriai felvétel alapján, 77 – 78. oldal.

A szerzők megállapítása szerint a vulkanizmushoz kapcsolódó kálium-metaszomatózis az eddig ismertnél elterjedtebb. A kálium különböző mértékű dúsulása tektonikailag is preformált, irányítottágot mutató határok között történt. Ezek elrendeződése olyan, hogy a Ny-i Mátrában határozottabban, a K-i Mátrában bizonytalanabban egy-egy vulkáni „belsőszervezetre” lehet következtetni, igazolva így a szerzők korábbi következtetését a Mátra vulkáni szerkezet-átalakulásáról.

A gyakorlati felhasználás lehetősége a színesércesedés és a kálizónák felszínen kimutatható térbeli kapcsolatában rejlik.

Tóth Géza