

Geofizikai kutatások Mongóliában

III. GEOFIZIKAI MÉRÉSEK A FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS KIEGÉSZÍTÉSÉRE

A magyar–mongol kormányközi megállapodás alapján 1966–1975 között 4 földtani térképező expedíció működött Mongóliában. Az expedíciók feladata a kelet-mongóliai fennsík 1:200 000-es, szovjet normáknak megfelelő rendszerű földtani felvétele volt. A térképezés célja olyan területek áttekintő jellegű földtani kutatása, amelyek a legkülönbözőbb ásványi nyersanyagok előfordulása, ipari értéke és kitermelhetősége szempontjából kevésbé ismertek, vagy geológiai szempontból egyáltalán nem voltak megkutatva, ill. feltárva.

A földtani térképezést az expedíciók a mongol és a magyar fél között létrejött külkereskedelmi szerződésben foglaltaknak megfelelően, a Mongóliában érvényes előírások szerint végezték. Ez vonatkozott mind a földtani térképezés módszertani részére, mind az egyéb — szervezési, gazdasági stb. — kérdésekre is. A módszertani előírások meghatározták a földtani térképezés kiegészítésére végzendő geofizikai mérések módszereit és azok mennyiségét, amelyek azonban tudatosan nem feleltek meg az azonos léptékű geofizikai térképezésnek. A földtani térképezési munkákat megelőzően az azonos méretarányú légi mágneses felvételt a Mongol Geológiai Minisztérium végeztette el az expedíció munkájától függetlenül, de eredményeit a térképezés során felhasználásra átadta.

1. Az I. sz. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció keretében végzett geofizikai tevékenység

Magyarország 1965-ben kötötte meg Mongóliával azt a külkereskedelmi szerződést, amelynek alapján 1966 tavaszán 15 magyar szakember részvételével *Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció* elnevezéssel kezdte meg az eredetileg 3 éves időtartamra tervezett földtani térképező munkát Mongóliában. A térképező munka a *KGST* keretében indult, amelynek hazai szakmai irányítója a *Központi Földtani Hivatal*, kivitelezője a *Magyar Állami Földtani Intézet* volt, külkereskedelmi vonatkozásait pedig a *NIKEX Külkereskedelmi Vállalat* intézte. Az expedíció Magyarországot terhelő költségeit a hosszúléjartatú hitelegyezmény terhére számolták el.

A térképezendő terület kiválasztása, illetve kijelölése 1965 áprilisában történt meg a Központi Földtani Hivatal elnökhelyettese, MORVAI Gusztáv által megbízott szakemberek — dr. JANTSKY Béla geológus, expedícióvezető, KARAS Gyula geofizikus és a NIKEX Külkereskedelmi Vállalat részéről HARNOS Gyula — helyszíni bejárása és a mongol földtani adattár anyagainak tanulmányozása alapján.

A két fél között létrejött külkereskedelmi szerződés szerint a térképezés közel 17 000 km² területre terjedt ki. A kétoldali megállapodások meghatározták a földtani térképezés részletességét és formáját, ami az 1:200 000-es léptékű felvételt indokolta.

Az említett bejárás alapján került sor a terület lehatárolására, egyrészt olyan helyen, ahol addig csak 1:500 000-es, vagy ennél is átfogóbb térképezés volt, másrészt pedig olyan területrészen, ahol a korábbi eredmények és adatok birtokában a térképezési munka a legtöbb eredménnyel bíztatott.

Így esett a választás K-Mongólia középső részére, az Ulánbátortól 500–600 km-re K-re fekvő Szühebátor és Dornot ajmagok területének a Csojbalszan–Barún-Urt–Öndörhán városok által körülhatárolt terület részére. Ennek a területnek a D-i határvonalától kb. 200–250 km-re húzódik a Góbi-sivatag É-i szegélye.

A kijelölt terület morfológiailag a k-mongóliai magas fennsíkhöz tartozik, 900–1200 m tengerszint feletti magasságokkal. Összességében teljesen fátlan, füves pusztaság, viszonylag enyhe lejtőkkel és kiemelkedésekkel, ami egyes területrészeknek dombvidéki jelleget kölcsönzött.

A földtani szakirodalom szerint a terület a csendes-óceáni ón-wolfram-molibdén érces övezetbe tartozik, ahol regionális jellegű ércesedés a térképezés megindulás előtt is ismert volt.

Az expedíció geofizikai tevékenységeinek tervezésénél főleg felszíni geoelektromos és kisebb mértékben földmágneses méréseket vettek számításba. Ezeket a méréseket elsősorban lefedett szerkezetek kutatására, üledékvastagság megállapítására, regionális hidrogeológiai térképezésre, mélyszerinti víztározók vizsgálatára, mágneses anomáliák vonatkozásában haszonanyag felderítésére, vagy egyes effuzív összletek vizsgálatánál rétegtani kérdések eldöntésére kívánták felhasználni.

A kijelölt területen légi mágneses méréseken és 4–5 körzetben elszórtan végzett, konkrét vízkutató fúrás telepítését szolgáló geoelektromos ellenállás méréseken kívül korábbi geofizikai vizsgálatok nem voltak.

A terület vázlatos földtani felépítését az alábbiak jellemzik:

- az idős, paleozoós képződményeket főképp metamorfizált kőzetek és savanyú vulkáni összletek képviselik;
- a paleozoós képződmények után jurakorú terrigentufigén, savanyú effuzív és intermedier-bázisos effuzív kőzetek különíthetők el;
- a jura feletti alsó krétában terrigén, savanyú effuzívum, intermedier és bázisos effuzív összlet, a felső krétában pedig homokos-agyagos, homokos-kavicsos-konglomerátumos összlet található;
- a felső kréta és harmadkori üledékek nem különülnek el egymástól;
- a negyedkori képződményeket alluviális, diluviális, proluviális és tavi üledékek alkotják;
- területi eloszlásuk és nyersanyag-előfordulással kapcsolatos jelentőségük miatt különösen fontos szerepük van a különféle gránitoknak mint intruzív képződményeknek.

A földtanilag térképezett mintegy 17 000 km² területnek kb. 35–40%-a nem hegyvidéki terület, hanem kréta és fiatalabb kori üledékekkel kitöltött medencealakulat. Ennek a jelentős területnek a térképezését a ritkított menetvonalú és észlelési pontú geológiai bejárás mellett teljes egészében felszíni elektromos mérésekkel egészítették ki.

Módszerként a h vastagság- és ρ ellenállás-paramétert szolgáltató geoelektromos ellenállás-mérési (VESZ) eljárást alkalmazták. A méréseket Ge-20 típusú műszerrel végezték, AB = 4 m-től 800 m-es terítéshosszig. A mérési kapacitástól (500 pont/év) és a területnagyságtól függően a mérési sűrűség kb. 1 pont/5 km² volt. A mérési pontokat nem hálózatosan, hanem a területet térképező geológus megfigyelésével és főképpen a légi felvételek desiffrózása eredményeként kapott szerkezeti elemekkel összhangban jelölték ki. A VESZ mérések feladatszoportok szerinti megoszlása: kb. 70% átnézetes, ún. medencekutató és 30% lokális jellegű, sekélyebb kutatási mélységű mérés volt.

A geoelektromos mérések alapján a kutatás területén két fajta medencetípust lehetett elkülöníteni:

- a) nagyterjedésű kréta medencék, több 10 km-es szélességben és 50–100 km-es hosszúságban, több száz méteres üledékvastagsággal,
- b) nagyságrendekkel kisebb méretű, fiatalabb korú medencék, néhányszor 10 m-es üledékvastagsággal.

A geoelektromos mérések mellett — elsősorban lokális jellegű feladatok megoldására — földmágneses méréseket végeztek M-17 típusú, ΔZ -t mérő szovjet műszerrel. A méréseket döntően szelvények mentén végezték. A mérések földtani szempontból elsősorban a szarnkutató, másodsorban pedig az alsó kréta különböző effuzív összleteinek hovatartozását eldöntő rétegtani kérdések tisztázását szolgálták.

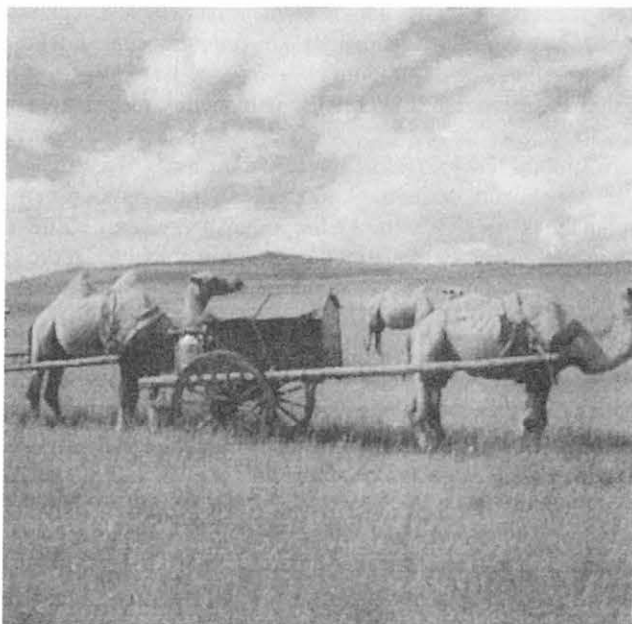
Az alábbiakban felsoroljuk azokat a feladatokat, amelyekben a geofizikai mérések nélkülözhetetlen segítséget tudtak adni a földtani felvételezéshez:

- síkvidéki területeken a medencealakulatok felmérése és lehatárolása, eltemetett szerkezetek kimutatása, szerkezeti vonalak nyomozása,
- hidrogeológiai térképezéshez nélkülözhetetlen adatok biztosítása regionális jellegű mélyszintű víztároló és víznyerési lehetőségek jelzése,
- torlatos nyersanyag-előfordulás kutatásánál sekélyszerkezeti és üledékvastagsági adatok szolgáltatása,
- szkarnos területek kutatásánál a mágneses hatók eredetének tisztázása,
- a különböző effuzív összletek tagolásával rétegtani kérdések eldöntése,
- medencekutató térképező fúrások telepítési pontjának kitűzése.

Az eredetileg 3 évre tervezett tevékenységet nem lehetett a tervezett időben lezárni, mivel a terepi munkák csak 1968. október 31-én fejeződtek be. Az 1969-re is átnyúló feldolgozó munkák folytathatóságának a mongol fél azonban a következő évre további 720 km² terület térképezését is feltételül szabta. A terepi munkák júniusra tervezett befejezése azonban szeptemberre tolódott ki. Ebben a helyzetben a feldolgozó munkák és a jelentés elkészítése 1970-re tolódott át.

A jelentés a 17 575 km² terület térképezéséről 750 oldal terjedelmű volt, 100 ábrával és kb. ugyanennyi térképmelékkel. Végül a jelentést az I. sz. expedíció vezetője 1970. június 24-én nemzetközi fórum előtt sikerrel védte meg.

Az Expedíció geofizikai munkálataiban 1966–67-ben KARAS Gyula geofizikus, expedícióvezető-helyettes, 1966–70-ben BALLA Zoltánné geofizikus, 1968–70-ben FÁBIÁNCICS László geofizikus-mérnök, 1966-ban HARNOS László geofizikus technikus, 1967–69-ben SCHRAMEK Sándor geofizikus-technikus vett részt.



Halad a karaván ...

2. A II. sz. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció keretében végzett geofizikai tevékenység

A két fél között 1965-ben létrejött Kormányközi Hosszúlejárati Hitelegyezmény alapján, magyar szakértők irányításával 1970-ben kezdte meg munkáját a II. sz. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció, vezetője Jámbor Áron lett. Az expedíció munkaterülete a K-mongóliai Csojalszan várostól DNy-ra mintegy 2218 km² területre terjedt ki, és ÉK-i oldalon közvetlenül csatlakozott az előző, I sz. Térképező Expedíció által térképezett területhez. A II sz. Földtani Térképező Expedíció számára a geofizikai kiegészítést ebben az évben egy újonnan szervezett — de a következő években más irányú, fő feladatként az ércindikációk revíziós földtani kutatásait kiegészítő — Mongol–Magyar Komplex Geofizikai csoport végezte. Ennek a csoportnak feladata volt még komplex geofizikai kutatások végzése az Aren-Nur-i molibdénérc-indikáció területén, valamint a Baga-Gazrin-i ónércesedés környékén.

Szervezetileg a csoport a Mongol Népköztársaság Fűtőanyag-, Energetikai és Geológiai Minisztériuma fennhatósága alá tartozó Központi Geofizikai Csoporthoz tartozott. Hazai irányítója az ELGI, a csoport mongóliai vezetője és a kutatások irányítója ZSILLE Antal geofizikus-mérnök volt.

A geofizikai csoport 1970 évi fő feladata a 2 218 km² térképezendő terület tekintélyes részét (kb. 1600 km²) kitevő medencék felépítésének, depressziós vonulatok rétegsorának, szerkezetének, az üledékes összlet vastagságának a megállapítása volt. Az alkalmazandó geofizikai módszer-együttest a geoelektromos ellenállásmérés, a földmágneses, a gravitáció, a természetes gamma sugárzás és a szeizmikus refrakciós módszerek közül a térképezendő feladatok határozták meg. Más terület egységen, ahol az idősebb gránitok, permi és jura képződmények, bázisos effuzívumok, vagy intruzívumok voltak a felszínen, illetve ennek közelében rossz feltártságú helyeken voltak találhatóak, úgy ezek szerkezetére, horizontális és vertikális kiterjedésének meghatározására irányultak a mérések.

A térképezési feladatok megoldása és kiegészítése érdekében a graviméteres méréseket 5–10 km-es szelvény távolságban, 500 m-es állomás távolsággal 175 ponton, a földmágneses méréseket átlagosan 50 m-es állomásközzel 4062 mérési ponton, a geoelektromos ellenállás szondázást 250 helyen, szeizmikus refrakciós méréseket 16,56 km hosszúságban, radiometriai mérést (természetes gamma) 168 km-es szelvényhossz mentén végeztek.

A korábbi adatok szerint a K-Mongóliában található medencék mélysége nem haladja meg a 700 m-t. A kutatási területen a legnagyobb depresszió a Savarzsargalan-i medence volt, amely ÉK-i csapásirányban mintegy 40–50 km hosszúságban, s 10–15 km szélességben húzódott. A különböző módszerekkel végrehajtott méréseket többnyire közös szelvények mentén végezték, hogy ezáltal lehetővé váljék a mérések eredményeinek komplex értelmezése.

A szeizmikus refrakciós módszert — kísérleti jelleggel — a komplex geofizikai kutatás részeként ebben az évben alkalmazták először sikerrel Mongóliában. A robbantásokat fűróberendezés hiányában a felszínközélemben kb. 0,5 m–1 m mélységbe leásott gödrökben végezték. Kedvezőtlen körülményként kellett értékelniük a vártnál jóval nagyobb aljzatmélységet, ami a robbantópontok számának növelésével és a felhasznált robbanóanyag mennyiségének fokozott növekedésével járt együtt.

A kutatás legjelentősebb eredménye az volt, hogy K-Mongólia középső térségében első alkalommal kaptak felvilágosítást a medencéket kitöltő üledékösszlet valódi vastagságáról és szerkezetéről. A geofizikai eredmények értelmezése során igazolták, hogy a kréta medencealjzat mélysége eléri a 3000 m-t is. A mongóliai földtani kutatás során térképezési célra először alkalmazták a gravitációs, geoelektromos ellenállás mérés és szeizmikus refrakciós módszerekből álló komplexust, amely jól bevált, s jól kiegészítette egymást.

A térképezett terület más részein elsősorban geoelektromos ellenállás (VESZ) szondázásokat és földmágneses ΔZ méréseket végeztek, amelyek segítségével a rossz feltártságú területeken az egyes képződményhatárok horizontális és vertikális elterjedésének pontosításához nyújtottak segítséget.

Az expedíció magyar tagjai a következők voltak: ZSILLE Antal geofizikus-mérnök, expedícióvezető, SZALAY István és DRASKOVITS Pál geofizikus-mérnök, CSAPÓ Géza geodéta, DÉR István geológus, BÁTHORI István, FERENCZY János, KÖSZEGVÁRY András geofizikus-technikusok, MAJOR Imre szerelő technikus.

Ugyancsak a csoporttal dolgozott FÁBIÁNCSICS László geofizikus-mérnök is, aki szervezetiileg az Aren-Nur-i előforduláson dolgozó magyar szakértőkhöz tartozott, de az év folyamán részt vett a csoport valamennyi munkájában.



Ulanbátor. Csúcsforgalom a Béke sugárúton

3. A III. sz. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció keretében végzett geofizikai tevékenység

1971 januárjában a Központi Földtani Hivatal és a Mongol Energetikai Geológiai Minisztérium megállapodást kötött az 1971–75 közötti, ötéves tervidőszakban működő közös Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíciók felállítására. Az expedíciók ez évtől segélynyújtás keretében működtek.

Az új kétoldalú szerződésben a III. sz. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció számára a térképezendő terület nagyságát 16 000 km²-ben határozták meg, K-Mongólia azon részén, amely K-ről és D-ről a megelőző Mongol–Magyar Expedíciók működési területéhez csatlakozott.

A Kopek Gábor geológus által irányított expedíció két terepi szezonban (1971, 1972) 8436 km²-nyi területet térképezett, Szühebátor ajmagban Ulan-Bajan, Haldzan és Aszgat szomonok környékén.

Az 1:200 000-es földtani térképezés alapvető célja a területet felépítő földtani képződmények megismerése, települési helyzetének tisztázása és az ilyen léptékű térképezéssel elérhető nyersanyagok felkutatása és térképi rögzítése volt. A térképezést kiegészítő geofizikai tevékenység

során felszíni geoelektromos és magnetométeres méréseket végeztek. Az előbbi GE-20 és GE-27 típusú, egyenáramú műszerekkel (VESZ mérések), az utóbbit M-23 típusú, ΔZ mérésre szolgáló szovjet magnetométerrel.

A VESZ mérések eredményei elsősorban a rosszul feltárt üledékes kőzetösszetekkel borított depressziók, medencék tanulmányozásánál segítettek. A fúrásokon kívül csak a VESZ szelvények adtak információt a medencéket kitöltő üledékek rétegsorának, vastagságának és esetenként a medencealjat szerkezetének, illetve anyagának vizsgálatánál. A VESZ mérések adatait alkalmazták a medencekutató (térképező) fúrási pontok kitűzésénél is.

A földmágneses szelvényeket főleg a bázikus és helyenként az intermedier eruptívumok horizontális határainak kijelölésére, a szerkesztendő földtani térképek vulkáni eredetű kőzethatárainak pontosítására használták, egyrészt a geológiai menetvonalakkal nem érintett szakaszokon, másrészt a törmelékkel, üledékekkel borított, rosszul feltárt területrészekben. A mágneses szelvényeket azonban csak kvalitatív értelmezésre lehetett használni, mivel laboratóriumi vizsgálatokra (szuszceptibilitás, mágnesezettség irány) nem volt lehetőség.

A térképezést szolgáló és kiegészítő geofizikai mérések eredményeit és tapasztalatait az alábbiakban foglalták össze:

A két terepi szezon alatt térképezett 8436 km² nagyságú terület fele rosszul feltárt, különböző vastagságú kréta, vagy annál fiatalabb üledékes összetekkel takart képződmény. A terv által előirányzott fúrások mennyisége eleve nem volt elegendő a hegységek peremi részei geológiai problémáinak tisztázására. A medencék üledékeinek összetételéről, szerkezetéről, vastagságáról a legtöbb adatot a VESZ mérések szolgáltatották, annak ellenére, hogy csak AB=800 m-es terítésekkel végezték a méréseket. A mérések zöme csak a kréta üledékek problémáit tudta vizsgálni és részben felderíteni. Alaphegységi részeket — elsősorban a korlátozott terítési távolság miatt — csak ritkán és kisebb mélységeknél tártak fel.

Az elvégzett geofizikai mérések mennyisége: 5796 földmágneses mérési pont és 389 geoelektromos szondázási pont.

Az összefoglaló jelentésben a geofizikai értelmezésnél a saját méréseken kívül a területen a szovjetek által végzett légi mágneses, valamint a mongolok által végzett autós gamma méréseket is felhasználták. Az összefoglaló jelentés leadására 1973-ban került sor.

Az expedíció geofizikai munkáit: 1971-ben SAJTI László geofizikus-mérnök és CSETNEKI Imre geofizikus-technikus, 1972-ben VIRÁG Péter geofizikus-mérnök és CSETNEKI Imre geofizikus-technikus végezték.

4. A IV. sz. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció keretében végzett geofizikai tevékenység

Az 1971–75-ös ötéves tervidőszakra vonatkozó, a KFH és a Mongol Energetikai Minisztérium által aláírt egyezmény alapján 1973 januárjában Budapesten a NIKEX és a Mongol KOMPLEXIMPORT aláírták a IV. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció tevékenységére vonatkozó szerződést.

Az expedíció dr. TÖRÖK Kálmán geológus vezetésével két terepszezonban (1973, 1974) 8517 km²-nyi területet térképezett, döntően Szühebátor ajmag területén, Barún-Urt várostól K-i és D-i irányban. A térképezett területen lakott település nem volt. A legközelebbi két szomon, Halzan és Aszgat 6, ill. 10 km távolságban volt a térképezési területtől.



A Góriban nemcsak homok van ...

Az 1:200 000-es földtani térképezés feladata — az előző évekhez hasonlóan — a területen található kőzetek tanulmányozása, települési viszonyainak tisztázása, szerkezeti helyzetük és kifejlődésük térképi ábrázolása, és az adott léptékű térképezés lehetőségének megfelelően a hasznos ásványi nyersanyagok értékelése volt.

Az expedíció geofizikai részlege a külkereskedelmi szerződés értelmében a korábbi évek gyakorlata szerint felszíni geoelektromos és földmágneses méréseket végzett. Ezen kívül néhány szelvényen SZRP-2 típusú radiométerrel kísérleti mérések is voltak, de érdemi anomáliákat nem találtak.

A terület feltártsága elég rossz volt, a felszínen rendszerint csak a vulkanikus kőzetek és az erózióval szemben ellenállóbb telérkőzetek voltak, így a természetes feltárásokban leggyakrabban ezek voltak találhatóak.

A VESZ méréseket főleg az üledékes medencék mélységének és felépítésének meghatározására, továbbá az érces előfordulások részletező vizsgálatára alkalmazták (például a Hutun-Ulun-i és Mohor-Obo-i előfordulás). A VESZ mérésekből a fajlagos ellenállás alapján a geológiai megfigyelésekkel egyeztetve esetenként a kőzetek kor szerinti elkülönítése is lehetővé vált.

A VESZ eredményeket szelvényekbe szerkesztve, azokat 2–3 szelvény együttesében értelmezve adták meg. A mérések alapján összeállították a legfontosabb földtani képződmények jellemző fajlagos ellenállásait is.

Földmágneses méréseket alapvetően az ércesedési zónákban és érces előfordulásokon végeztek. A mágneses hatók pontos számítására azonban nem volt lehetőség, mivel a legtöbb esetben a különböző mélységekben elhelyezkedő mágneses hatók összegzett értékeket adtak, így a hatók helyzetére csak közelítőleg lehetett becsléseket adni.

A szelvény menti mágneses mérések alapján megszerkesztették az adott terület mágneses izogamma-térképét is. A földmágneses és geoelektromos szelvények együttes analízise alapján szubvulkáni, illetve érces testek mélységi

jelenlétét lehetett több területen is egyértelműen kimutatni.

A geofizikai mérések feldolgozását és eredményeit a zárójelentés 42 mellékletben (25 geoelektromos, 17 földmágneses szelvényben) tartalmazta, a szöveges magyarázó értelmezéssel együtt.

Az expedíció vezetője a komplex jelentést 1975 végén védte meg és adta át a mongol félnek.

A geofizikai munkákat 1973–1974–1975-ben SZARKA Rudolf geofizikus, 1973–1974-ben pedig PENTELENYI Antal geofizikus-technikus végezte.

* * *

Mongóliában 1966 és 1975 között magyar szakemberek irányításával a négy földtani térképező expedíció mintegy 37 000 km² terület 1:200 000 léptékű felmérését végezte el. E munkák révén jelentősen hozzájárultak K-Mongólia földtani felépítésének és ásványi nyersanyag perspektíváinak megismeréséhez. Az előzőekben ismertetett területeken végzett kutatómunkák eredményeképpen nagyszámú ércindikáció és néhány nyersanyaglelőhely vált ismertté, mint pl. a Szalaii wolframérc-, az Aren-Nuri réz-molibdénérc- és a Dzun-Baini barnaköszén-lelőhely, valamint a szulfidos bizmut-molibdén ércesedés Aszgat szomon környékén. A földtani térképezés során a vulkáni és intruzív kőzetekből álló terület rétegsorára és tektonikájára új képet dolgoztak ki. Elkülönítettek négy különböző korú, egymástól diszkordanciával elválasztott vulkáni sorozatot. K-Mongólia területén először végeztek eredményesen komplex (gravitációs, geoelektromos ellenállásmérés és

refrakciós szeizmikus) geofizikai vizsgálatot a medencéket kitöltő üledékösszlet valódi vastagságáról, ami az addig feltételezett néhány száz m helyett helyenként elérte a 3000 m-t is.

IRODALOM

- JANTSKY Béla 1972: Az első mongóliai térképező expedíció tapasztalatai. MÁFI adattár
- JANTSKY Béla: A Mongol–Magyar Földtani Expedíció 1967. évi kutatási eredményeinek értékelése. MÁFI adattár, T 10911
- JANTSKY Béla: A mongóliai földtani expedíció összegző tanulmányai. MÁFI adattár, T 1255
- BALLA Zoltán: Előzetes jelentés a 3. számú térképező csoport 1967. évi munkájáról. Mongol–Magyar Expedíció. MÁFI adattár, T 10910
- JÁMBOR Áron et al.: A II. Mongol–Magyar Földtani térképező csoport jelentése 1970–71. MÁFI adattár, T 7720
- KOPEK Gábor et al.: A III. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció 1971–72. évi terepi munkálatainak összefoglaló jelentése. MÁFI adattár, T 11133
- PENTELENYI László: Kéziratok közlés a IV. Mongol–Magyar Földtani Térképező Expedíció tevékenységéről
- KARAS Gyula: Geofizikai tevékenység a mongóliai magyar földtani expedíció keretében. Magyar Geofizika IX, 3
- ZSILLE Antal: Jelentés a Mongol–Magyar Komplex Geofizikai Expedíció 1970. évi munkájáról. MGSZ Adattár

Karas Gyula, Zsille Antal