

Doktori értekezés tézisei

**HÁROMDIMENZIÓS FÖLDTANI SZERKEZETEK
GEOFIZIKAI LEKÉPEZÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI
ELEKTROMÁGNESES KUTATÓMÓDSZEREKKEL**

Szarka László

Sopron
1994

A kutatási feladat és előzménye

A geoelektromos és elektromágneses kutatómódszerek nélkülözhetetlen, mással nem pótolható ismeretekkel járulnak hozzá a földbelső megismeréséhez. A kvázistacionárius (eltolási áramok elhanyagolhatóságát feltételező) Maxwell-egyenletek rendszerére épülő és mintegy százéves történettel rendelkező, a század második felétől rohamosan fejlődő, időnként meg-megtorpanó, de folyton megújuló módszerek ma az átrendeződés állapotában vannak. Miközben nyilvánvalóvá váltak a más kutatómódszerekkel szembeni korlátok és vonzó tulajdonságok, a felhasználók időnként mégis meglepően nagy felbontóképességről, máskor semmitmondó anomáliákról számolnak be. A kérdés ma az, hogy a minden irányban véges (ún. "háromdimenziós", röviden 3-D) szerkezetek kutatásában, illetőleg a valódi 3-D környezetben végzett kutatásban a geoelektromos-elektromágneses leképezésről kialakítható-e egy reális, megbízható kép.

Az elektromágneses geofizikai módszerek matematikai megalapozása teljesnek mondható. A ma megjelenő tanulmányok túlnyomó többsége számítástechnikai orientációjú, ugyanakkor a fizikai szemléletű összefoglaló munkák hiányoznak. Az utóbbi években különösen a háromdimenziós modellezés területén történt előrehaladás, de kezdenek már megmutatkozni a túlságosan is numerikus szempontú érdeklődés mellékhatásai is. Emiatt a közeljövőben meg fog nőni a szerepe a háromdimenziós anomáliák fizikai szemléletű vizsgálatának. A rengeteg különféle új környezetben végzett elektromágneses mérés is igényli az elektromágneses leképezés kérdéseinek tisztázását. A sokféle új módszer kialakulásának és elterjedésének természetes következménye, hogy bizonyos következtetések csak speciális esetekre igazak, és sok esetben reális veszélye van az érvényességi feltételeken túllépő hibás általánosításnak.

Az alkalmazási körülményekre jellemző, hogy miközben a módszerek bővülnek, a műszeres feltételek tökéletesednek, a mesterséges elektromágneses zajok terjedése következtében a környezeti feltételek egyre bonyolultabbá válnak. Az ún. elektromágneses környezetszennyezés elsősorban a magnetotellurika jel/zaj viszonyaira van káros hatással, de a mesterséges eredetű zajok egyre nagyobb elterjedtségét más módszerek felbontóképesség-elemzésénél is figyelembe kell venni.

Disszertációm célkitűzése, hogy a felvázolt környezetben áttekintést adjak az elektromágneses geofizikai módszerekkel történő földtani leképezés lehetőségeiről.

Az értekezés elkészítése előtt tapasztalataim és már meglévő kutatási eredményeim birtokában az alábbi célkitűzéseket fogalmaztam meg:

1. az elektromágneses terek leírásában határesetnek számító egyenáramú geo-

elektromos anomáliák és forrásaik, a töltések közötti közvetlen összefüggés megvilágítása, a meglévő ismeretek összefoglalása;

2. az elektromágneses terek másik határesetének számító síkhullám-egyenletek reflexiós-transzmissziós tulajdonságainak összefoglalása laterális inhomogenitás nélküli kétréteges közeg alapul vételével, különös tekintettel a mélybeli viszonyok tisztázására;
3. különböző látszólagos fajlagos ellenállás-definíciók tesztelése még nem vizsgált közegekben;
4. a felszíni és a felszín alatti elektromágneses térkomponensek és különböző paraméter-kombinációk számára lehetséges fizikai jelentések keresése;
5. a háromdimenziós (3-D) magnetotellurikus (MT) anomáliák jellegzetességeinek leírása;
6. a horizontális elektromos dipólgerjesztésű mesterséges frekvenciaszondázás (újabb nevén: CSAMT) és a magnetotellurika néhány sajátosságának (a közeltér-korrekciónak, valamint a 3-D MT és CSAMT leképezésnek) összehasonlítása;
7. a klasszikus elektromágneses módszerek nemkonvencionális alkalmazásai során esetenként tapasztalt különleges felbontóképesség hátterének vizsgálata.

A lefolytatott vizsgálatok módszere

A különféle elektromágneses módszerekre vonatkozó és elsősorban analóg modellezésen alapuló kutatási eredményeimet [1], [2] és [3] foglalja össze. Azóta további analóg modellezéseket és a tapasztalatokra épülő, azok által meghatározott célú elméleti vizsgálatokat végeztem.

A 3-D szerkezetek fölötti elektromágneses terek leírását két határeset felől: az egyenáramú téranomáliák, valamint a laterális inhomogenitás nélküli síkhullám-egyenletek felől lehet megközelíteni. E két határesetet az I. és a II. fejezetben tárgyalom.

Az ismert egyenáramú törvényszerűségeket — elsősorban [9] és [26] alapján — oly módon igyekeztem összefoglalni, hogy a geoelektromos anomáliák forrásainak, a töltéseknek a szerepe minél inkább kidomborodjék. Az egyszerű kétréteges féltér magnetotellurikus összefüggéseinek tárgyalása is inkább fizikai és nem matematikai-

számítástechnikai irányítottságú [25]. A hiányos és helyenként ellentmondó szakirodalmi ismeretek rendezése közben új összefüggéseket is találtam.

A mérhető térkomponensek és a mélybeli árameloszlás közötti törvényszerűségek összefoglalását ([7, 8, 17, 18, 20]) kifejezetten analóg modellezési tapasztalatok alapján és az elérhető numerikus modellezési algoritmusok és tanulmányok áttekinthetlensége miatt éreztem szükségserűnek.

A háromdimenziós magnetotellurikus anomáliák morfológiai tulajdonságait ([22, 23, 24]) és a különböző látszólagos fajlagos ellenállások sajátosságait ([15, 25]) elsősorban magnetotellurikus vékonyréteg-modellezéssel tanulmányoztam. A vizsgálatokat M. Menvielle laboratóriumában, Orsay egyetemén (Université Paris-Sud) végeztem a P. Tarits által készített programmal.

A mesterséges frekvenciaszondázás módszerével az elmúlt években — a MOL Rt, illetőleg elődje részére és kezdeményezésére — számos analóg modellezési kísérletet végeztem ([29]–[37]). A speciális kőolajkutató feladatokban különböző, a megrendelő által meghatározott paraméterek felbontóképességének tanulmányozása volt a cél. Néhány ízben azonban — szinte melléktermékként — különleges jelenségekre figyeltem fel. (A VII. fejezet két példája ([19, 21]) ide tartozik, míg a VI. fejezet ábrái a megrendelő által kitűzött kutatási feladat egyenes termékeinek tekinthetők [14].)

Értekezésemben nyilvánvalóan a közvetlenül fel nem használt analóg modellezési munkák (amelyeket az ELGI és a Geoprobe Ltd [40], a Phoenix Ltd [38, 39], az Oului Egyetem, a Finn Meteorológiai Intézet [16], az Observatoire Cantonal de Neuchatel [41], valamint a Miskolci Egyetem részére különböző együttműködések, melyek közül többet az 1173 számú OTKA projekt keretében végeztem) tapasztalatai is átszűrődtek. Hasonlóképpen segítették a tapasztalatszerzést az MTA GGKI mélyszerkezeti kutatásai [11], osztrák-magyar Fertő tavi geoelektromos kutatások ([12], [13]) és környezetgeofizikai mérések (például [10]) is.

Új tudományos eredmények összefoglalása

Értekezésem több fejezete részben vagy egészben összefoglaló jellegű és a szakirodalomban megtalálható ismeretek rendszerezésével foglalkozik.

A rendszerező jellegű eredményeket nem vettem a tézisszerű új eredmények közé. Így például az elektromágneses tér egyenáramú határesetének elméleti vizsgálatával (I. fejezet) kapcsolatban nem tartom tézisben megfogalmazható új eredménynek a geoelektromos anomáliák Coulomb-féle erőn alapuló leírását [9] és az elektrosztatika és az

egyenáramú tér analógiájának a geoelektromos térre való alkalmazását [26], hiszen azok ismert fizikai törvényszerűségek következményei és hasonló alkalmazások találhatók a geofizikai szakirodalomban.

Az elektromágneses tér kétréteges síkhullámú határesetének vizsgálatával kapcsolatban (II. fejezet) új eredmények tartom:

II.a. a $\varrho_{ReZ} = \varrho_1$ és a $\varrho_{ImZ} = \varrho_1$ tengelymetszetekre vonatkozó

$$e^\alpha(\sin \alpha + \cos \alpha) = 2S$$

és

$$e^\alpha(\cos \alpha - \sin \alpha) = 2S$$

alakban leírható összefüggéseket, ahol $\alpha = \frac{4\pi(h-z)}{\lambda_1}$, $S = \frac{\sqrt{\sigma_1} - \sqrt{\sigma_2}}{\sqrt{\sigma_1} + \sqrt{\sigma_2}}$ (σ_1, σ_2 és h a kétréteges féltér vezetőképesség-, illetve mélység-adatai; $0 \leq z \leq h$ a megfigyelési pont mélysége, λ_1 a felső rétegbeli hullámhossz);

II.b. a felső réteg különböző mélységszintjeire meghatározható kétréteges magnetotellurikus görbék azonos sajátosságaihoz tartozó periódusaik közötti összefüggést [18]:

$$T''' = T' \left(\frac{h - z''}{h - z'} \right)^2,$$

ahol T' és T''' a z' és z'' mélységekhez tartozó periódusok, h a felső réteg vastagsága.

A magnetotellurikus látszólagos fajlagos ellenállással (III. fejezet) kapcsolatban új eredmények tartom

III.a. a frekvencianormált impedancia alapján bevezetett, ún. Basokur-féle látszólagos fajlagos ellenállás-definíció visszavezetését ismert esetekre [15];

III.b. a ϱ_{ReZ} és ϱ_{ImZ} egydimenziós felszínalatti és háromdimenziós környezetben tapasztalt tulajdonságainak leírását [23], miszerint az ismert fajlagos ellenállás-definíciók körében a felszínalatti ϱ_{ReZ} a legérzékenyebb a mély rétegekre és ϱ_{ReZ} reagál a legnagyobb mértékben a mélybeli háromdimenziós szerkezetekre is.

A felszíni és felszínalatti elektromágneses paraméterek mélybeli áramrendszerrel való kapcsolata tekintetében (IV. fejezet) új eredmények tartom

IV.a. a felszíni és felszínalatti elektromágneses térkomponensekre vonatkozó háromdimenziós formulákat [17], [18]. Általános esetben

$$H_x(x, y, z) = - \int_z^\infty \left[j_y(y, x, z') + \frac{\partial H_z(x, y, z')}{\partial x} \right] dz'$$

$$H_y(x, y, z) = \int_z^\infty \left[j_x(x, y, z') - \frac{\partial H_z(x, y, z')}{\partial y} \right] dz'$$

$$E_x(x, y, z) = i\omega\mu \int_z^\infty (z' - z) \left[j_x(x, y, z') - \frac{\partial H_z(x, y, z')}{\partial y} \right] dz' - \int_z^\infty \frac{\partial E_z(x, y, z')}{\partial x} dz'$$

$$E_y(x, y, z) = i\omega\mu \int_z^\infty (z' - z) \left[j_y(x, y, z') + \frac{\partial H_z(x, y, z')}{\partial x} \right] dz' - \int_z^\infty \frac{\partial E_z(x, y, z')}{\partial y} dz'$$

$\mathbf{E} = \{E_x, E_y, E_z\}$ és $\mathbf{H} = \{H_x, H_y, H_z\}$ a mélybeli (x, y, z) pontbeli elektromos és mágneses térerősségek; $\mathbf{j} = \{j_x, j_y, j_z\}$ a mélybeli áramsűrűség-vektor; ω a tér körfrekvenciája, μ a mágneses permeabilitás.

IV.b. az áramrendszer-súlypont koncepció kiterjesztését többdimenziós közegekre és azok 4.1. táblázattal megadott rendszerezését a magnetotellurika alapeseteiben [17];

IV.c. a magnetotellurika egy- és kétdimenziós alapeseteiben a potenciálok közvetlen kifejezését a mélybeli áramrendszer segítségével [20];

IV.d. a függőleges határfelülettel elválasztott két negyedtér közös felszínén a magnetotellurikus H-polarizációs fázisszelvény $\Delta\Phi_1$ és $\Delta\Phi_2$ kitérés-maximumai és a két fajlagos vezetőképesség közötti közvetlen összefüggés kimutatását [8]:

$$\frac{\tan |\Delta\Phi_2|}{\tan |\Delta\Phi_1|} \cong \sqrt{\frac{\sigma_2}{\sigma_1}}$$

A komplex geometriájú jólvezető vékonyréteg-modellek magnetotellurikus anomáliáival kapcsolatban (V. fejezet) új eredmények tartom

V.a. a háromdimenziós szerkezetek indikátorának tartott, tenzorinvariánsokból levezetett mennyiség, a skew fizikai jelentésének tisztázását, miszerint komplex 3-D modellek fölött a skew morfológiáját a két polarizációs irányhoz tartozó, eltérő mértékű áramcsatornázódás következtében fellépő eltérő nagyságú elektromos mellékkomponensek különbsége határozza meg;

- V.b. ennek alapján a tenzor-invariánsok és a skew lehetőségeinek kvalitatív megadását: a $c_2 = Z_{xy} - Z_{yx}$ oldalfal-indikáló jellegét, valamint a modellalak bonyolódása függvényében a Berdichevsky-determináns (c_3) egyre jobb és robusztus jellegének kimutatását, ugyanakkor a $c_1 = Z_{xx} + Z_{yy}$, illetőleg a skew = c_1/c_2 fokozatos ellehetetlenülését;
- V.c. a belső áramirány közelítő meghatározására talált módszert (az árambefolyási és kifolyási helyeket a határfelületi töltésfelhalmozódási helyek közelében létrejött oldalanomáliák középpontjai jelölik ki), valamint téglatest-modellek fölött a gerjesztő tér iránya és a jólvezető modellekben meghatározható belső áramirány közötti, az értekezés 5.10. ábrájával megadott összefüggést, továbbá a H_z nullvonal és az oldalanomáliák középpontjainak szoros kötődését, bonyolult geometriájú modellek fölött is.

A mesterséges frekvenciaszondázással kapcsolatban saját eredménynek tartom (VI. fejezet)

- VI.a. a kétréteges félterek és a homogén féltér fölötti CSAMT- és MT látszólagos fajlagos ellenállásgörbék hányadosának összefoglalása által az ún. közeltér-korrekció lehetőségének cáfolatát [5];
- VI.b. elnyúlt 3-D modellek fölötti anomáliák rendszerezését a CSAMT-elrendezések és a magnetotellurikus alapesetek szempontjai szerint, ami alapján világosan kitűnik, hogy az E-polarizációs jellegű CSAMT elrendezések morfológiailag sokkal jobban emlékeztetnek a magnetotellurikus képre, mint a H-polarizációs jellegűek;
- VI.c. annak a háromdimenziós sajátágnak analóg modellezéssel történő kimutatását, miszerint az impedanciaképzés az adó környékén lévő 3-D inhomogenitások hatását csillapítja, a vevő környékén lévőkét pedig relatíve kiemeli ahhoz képest, mintha az értelmezést csak a hagyományos elektromos komponensre alapoznánk;
- VI.d. az impedanciaképzést alkalmazó, ún. legyezőméréses frekvenciaszondázási gyakorlatban a szelvényszakaszok közötti esetleges eltérések magyarázatának analóg modellezéssel történő igazolását, miszerint a valamely szelvényszakasz jelentős eltérése a szomszédos szakaszoktól a szóbanforgó adó környékén lévő ún. zavarótestre utal, a több szelvényszakaszra kiterjedő szakaszos különbség pedig az adó-vevő közötti térség geológiai zajának tudható be.

A különleges paraméter-érzékenyséű elrendezésekkel kapcsolatban (VII. fejezet) összességében eredménynek tartom a szórványos tapasztalatok összegyűjtését és közös jellemzők meghatározását. Saját modellezési eredményeim közül tézisbe foglalható eredeti eredménynek tartom

VII.a. elektromos komponens-térképezéssel annak kimutatását, hogy a kis jel-változékonysággal jellemezhető ún. kritikus frekvencia közelében (az ún. 'túllövés' után) a jólvezető szerkezetek alakleképezése elvileg sokkal jobb lehet, mint a robusztus anomáliákat nyújtó frekvenciák tartományában.

Az értekezés eredményeinek hasznosítása

A disszertáció keretében bemutatott analóg és numerikus modellezési eredmények az MT és CSAMT módszerekkel végzett geofizikai kutatásban közvetlenül hasznosíthatók.

Az elméleti eredményeknek a numerikus modellezés túlságosan is számítástechnikai szempontú megközelítését ellenpontoszó, azt kiegészítő része a geofizikai kutatásban csak áttételesen hasznosulhat. A háromdimenziós anomáliák fizikai szempontú tárgyalásának jelenleg például a dekompozíciós eljárások fizikai hátterének tisztázásában van kulcsszerepe.

Az eredmények rendszerező jellegű bemutatása az elektromágneses módszerekkel foglalkozók és az azokkal ismerkedők számára egyfajta, a létező szakkönyveket kiegészítő összefoglalás lehet.

Az értekezés témaköréből készült tanulmányaim jegyzéke

Értekezések

1. 1982, Egyenáramú geofizikai térképezési módszerek analóg modellezése. Egyetemi doktori értekezés, Sopron (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)
2. 1987, Geofizikai térképezés stacionárius elektromos és mágneses térkomponensekkel. Kandidátusi értekezés, Sopron (Magyar Tudományos Akadémia)

Publikációk

Külföldön, angol nyelven

3. 1987, Geophysical mapping by stationary electric and magnetic field components: A combination of potential gradient mapping (PM) and magnetometric resistivity (MMR)

- methods. *Geophysical Prospecting*, 35, 434–444.
4. 1988, Geophysical aspects of man-made noise in the earth. *Surveys in Geophysics*, 9, 287–318.
 5. 1988, Discussion on “Results of a controlled-source audiofrequency magnetotelluric survey at the Puhimau thermal area, Kilauea Volcano, Hawaii”. *Geophysics*, 53, 726–727.
 6. 1989, Ádám, A., Szarka, L., Verő, J. Natural and man-made EM variations in the Komló coalfield. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 53, 207–213.
 7. 1989, Ádám, A., Szarka, L. MT phase anomalies of deep conducting dikes. Abstracts and Papers of the Technical program of the 34th International Geophysical Symposium, 1989, 33–43.
 8. 1992, Fischer, G., Szarka, L., Ádám, A., Weaver, J. The magnetotelluric phase over two- and three-dimensional structures. *Geophysical Journal International*, 108, 778–786.
 9. 1992, Comment on ‘Aspects of charge-accumulation in D.C. resistivity experiments’ by Y. Li and D.W. Oldenburg. *Geophysical Prospecting*, 40, 823–828.
 10. 1992, Steiner, T., Dill, C., Szarka, L., Müller, I. Comparative studies of VLF-R and VLF-EM geophysical methods; 1-D and 2-D numerical modelling at the tracer test site Wilerwald (BE, Switzerland). *Bulletin de Centre d’Hydrogéologie de l’Université de Neuchâtel*, No. 11, 97–112.
 11. 1993, Ádám, A., Szarka, L., Steiner, T. Magnetotelluric approximations for the asthenospheric depth beneath the Békés Graben, Hungary. *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, 45, 761–773.
 12. 1993, Kohlbeck, F., Szarka, L., Steiner, T., Holló, L., Müller, I. Lake-bottom geoelectric and water-born VLF measurements on the Lake Fertő (Neusiedlersee). Paper D051, In: Extended Abstract, EAEG 55th Meeting and Technical Exhibition, Stavanger
 13. 1994, Kohlbeck, F., Szarka, L., Pásztor, P., Stallbaumer, H. New geoelectric results from the Lake Fertő (Neusiedlersee). Paper P131, In: Extended Abstracts of 56th EAEG Meeting, Vienna
 14. 1994, Szarka, L., Nagy, Z., Szalai, S. 3-D CSAMT analogue modelling studies. Paper P121, In: Extended Abstracts of 56th EAEG Meeting, Vienna
 15. 1994, Comment on “Definitions of apparent resistivity for the presentation of magnetotelluric sounding data” by A.T. Basokur. *Geophysical Prospecting* (megjelenőben)
 16. 1995, Viljanen, A., Szarka, L. Analogue model studies of induction effects at auroral latitudes. *Annales Geophysicae* (megjelenőben)

Hazai folyóiratban, angol nyelven

17. Szarka, L., Fischer, G. 1989, Surface electromagnetic parameters in terms of the distribution of current at depth. *Geophysical Transactions*, 35, 157–172.
18. Szarka, L., Fischer, G. 1991, Subsurface electromagnetic parameters in terms of the distribution of current. *Geophysical Transaction*, 37, 25–38.
19. 1991, Detectability of high-conductivity plates by the CSAMT method on basis of analogue modelling results. – An interesting analogue modelling experience. *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.*, 26, 273–285.
20. 1991, Electromagnetic distortions in terms of potential in two-dimensional magnetotellurics. *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.*, 26, 407–422.
21. Szarka, L., Nagy, Z. 1992, A possibility of an electromagnetic technique to locate oil reservoir boundaries on basis of analogue modelling experiments. *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.*, 27, 131–138.
22. Szarka, L., Menvielle, M., Tarits, P., Ádám, A. 1994, A numerical thin sheet study of the electromagnetic field over geometrically complex high conductivity structures: The field components and their relation with some 3-D interpretation parameters. *Acta Geod. Geoph. Hung.*, 29, 81–105.
23. Szarka, L., Ádám, A., Menvielle, M., Tarits, P. 1994, A numerical thin sheet study of the electromagnetic field over geometrically complex high conductivity structures: Depth and lateral characteristics of different resistivity definitions. *Acta Geod. Geoph. Hung.*, 29, 107–124.
24. Szarka, L., Menvielle, M., Tarits, P., Ádám, A. 1994, A numerical thin sheet study of the electromagnetic field over geometrically complex high conductivity structures: About the current channelling in high-conductivity 3-D models. *Acta Geod. Geoph. Hung.*, 29, 125–138.

Hazai folyóiratban, magyar nyelven

25. 1988, A magnetotellurikus térszefüggések fizikai jelentéséről. *Magyar Geofizika*, 29, 201–224.
26. 1990, A Coulomb-törvény: a geoelektromos anomáliák alapja. *Magyar Geofizika*, 31, 1–10.
27. Szarka, L., Wesztergom, V., Zieger, B. 1993, Mennyiben tekinthetők reprezentatívnak a Nagycenki Geofizikai Obszervatórium adatai? *Ionoszféra- és Magnetoszféra Fizika*, 19, 153–158.
28. Szarka, L., Kohbeck, F., Stallbaumer, H., Holló, L., Pásztor, P. 1994, A Fertőn végzett geofizikai kutatáshoz alkalmazott GPS-mérések tapasztalatai. *Geodézia és Kartográfia*, 46, 108–110.

Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetben készült jelentések

29. Szarka L., Wesztergom V.: Jelentés az 1987-ben végzett analóg modellmérésekről és számításokról. GKV, 1987. december
30. MT és CSEM értelmezési paraméterek fizikai jelentése egy-, két- és háromdimenziós modellkörnyezetben. GKV, 1988. november
31. Kutatási jelentés. Az EOR-probléma analóg modellezése. GKV, 1989. november
32. Jelentés az 1989. ápr. 5-i kutatási-fejlesztési szerződés teljesítéséről (2.2 és 2.3 pontok: 3-D hatások és torzító testek). GKV, 1989. november-december
33. Jelentés a 'Vertikális irányú földelt elektromos dipólussal (felszín-fúrólukbeli tápelektrodás elrendezéssel) végzett EM frekvenciaszondázás metodikájának vizsgálata és fejlesztése' c. kutatási témáról. GKV, 1990. november
34. Jelentés az 1990. évi analóg modellmérésekről. II. rész (A. VED-kiegészítő mérések, B. A 'static shift' probléma modellezése.) GKV, 1990. december
35. Kutatási jelentés a GKV számára. 1. rész: A vertikális elektromos dipólus vizsgálata. 2. rész: Négyréteges szerkezet nagyellenállású és nagy vezetőképességű horizontális inhomogenitásainak kutathatósága HED terében. GKV, 1991. december
36. Jelentés a Mol Rt részére végzett kutatási szerződés teljesítéséről. Analóg modellezési eredmények. MOL, 1993. február
37. Az 1993. évi mérések és feldolgozásuk. MOL, 1993. november
38. Preliminary report on CSAMT analogue modelling experiments over a 2.5-D graben model. Phoenix Ltd, 1989. december
39. Analogue modelling experiments over high-conductivity models. Phoenix Ltd, 1990. február
40. Report on analogue modelling experiments for the Geoprobe Ltd. Geoprobe Ltd, 1990
41. CSAMT valley effects. Observatoire Cantonal, Neuchâtel, 1992
42. Steiner, T., Szarka, L.: VLF master profiles. Neuchâtel Egyetem, 1992

Nemzetközi konferenciákon tartott előadások

- Szarka L.*, Fischer G.: Surface electromagnetic parameters in terms of currents at depth. IAGA EM indukciós konferencia, Szocsi, 1988
- Ádám A., *Szarka L.*: MT phase anomalies of deep conducting dikes. 34. Nemzetközi Geofizikai Szimpózium, Budapest, 1988
- Nagy Z., *Szarka L.*: 3-D CSAMT analogue modelling results. EAEG, Nyugat-Berlin, 1989 (poszter)
- EM distortions in terms of potentials. EGS, Barcelona, 1989

- On the lateral resolution of the CSAMT method over high-conductivity plates on basis of analogue model results. IAGA EM indukciós konferencia, Ensenada, 1989 (poszter)
- Ádám A., Szarka L., Steiner T., Menvielle M., Tarits P.: EM distortion over a 3-D sedimentary structure. IUGG, Bécs, 1991
- Kauristie K., Viljanen A., Szarka L., Wetztergom V., Pirjolea R.: Source effects near an elongated conductivity anomaly. IUGG, Bécs, 1991 (poszter)
- Perspectives of analogue modelling in EM exploration. IUGG, Bécs, 1991 (poszter)
- EM analogue modelling. EGS, Wiesbaden, 1991 (poszter)
- Kohlbeck F., Szarka L., Steiner T., Holló L., Müller I.: Lake-bottom geoelectric and water-born VLF measurements on the Lake Fertő (Neusiedlersee). EAEG, Stavanger, 1993
- Szarka L., Menvielle M., Ádám A., Steiner T., Tarits P.: Thin-sheet and analogue modelling of subsurface EM fields over deep high-conductivity models IAGA, Buenos Aires, 1993
- Wetztergom V., Szarka L., Zieger B.: Remarks on midlatitude induction hazard. IAGA, Buenos Aires, 1993 (poszter)
- Ádám A., Szarka L.: Mapping low viscosity graphite bearing rocks by magnetotellurics. AGU Spring Meeting, Baltimore, 1994 (poszter)
- Kohlbeck F., Szarka L., Pásztor P.: New geoelectric results on Lake Fertő (Neusiedlersee). EAEG, Bécs, 1994 (poszter)
- Szarka L., Nagy Z., Szalai S.: CSAMT analogue modelling results. EAEG, Bécs, 1994 (poszter)
- Szarka L., Menvielle M., Tarits P., Ádám A.: A thin-sheet numerical study of the electromagnetic field over geometrically complex high-conductivity structures. IAGA EM indukciós konferencia, Brest, 1994
- Ádám A., Szarka L.: Time and space relation of the ELF (AMT) signal and noise: IAGA EM indukciós konferencia, Brest, 1994 (poszter)
- Viljanen A., Szarka L., Szalai S., Pirjola R.: Analogue model studies of induction effects at auroral electrojet region. IAGA EM Indukciós konferencia, Brest, 1994 (poszter)