

**MIKOVINY SÁMUEL FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA**

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**GLOBÁLIS OPTIMALIZÁCIÓN ALAPULÓ KORSZERŰ FÚRÓLYUK-  
GEOFIZIKAI ADATFELDOLGOZÁSI ELJÁRÁSOK**

**Írta:**

**ABORDÁN ARMAND**

**Tudományos vezető:**

**Prof. Dr. Szabó Norbert Péter**

**Miskolci Egyetem  
Geofizikai Tanszék  
Miskolc  
2020**

## I. TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Az inverziós módszereket széles körben használják az alkalmazott geofizikában (Oldenburg and Li 2005). Az inverziós módszerekkel elérhető becslési pontosság és megbízhatóság javítása a tudományos kutatások középpontjában áll, amelynek nagy gyakorlati jelentősége van a geofizikai alkalmazásokban, különösképpen a fúróluk geofizika területén. A mélyfúrési geofizika segítségével különböző elektromos, akusztikus, nukleáris és technikai (pl. lyukbőség) szelvényeket mérhetünk a fúrólukban. A mérési adatok feldolgozásával meghatározható a földtani rétegek geometriai (pl. rétegdőlés, rétegvastagság) és petrofizikai paraméterei (pl. porozitás, agyagtartalom, víztelítettség, kőzetösszetétel), melyek segítségével lehetőség nyílik az ásványi nyersanyagkészletek becslésére. A fúrólukszelvények kvantitatív kiértékelése számos módszerrel lehetséges. A leggyakrabban alkalmazott megközelítés a determinisztikus eljárás (Asquith és Krygowski 2004), mely a fúrólukszelvények egyedi feldolgozásán alapul többnyire empirikus összefüggések segítségével.

A fúrólukszelvények feldolgozásának egy hatékonyabb módszere az inverziós kiértékelés. Az inverzió során a petrofizikai paramétereket a fúrólukszelvények egyenleten eljárásban történő feldolgozásából vezetjük le (Mayer és Sibbit 1980). A mélyfúrési geofizikai inverz feladat megoldására az irodalom számos megoldást kínál (Alberty és Hashmy 1984, Ball et al. 1987). Hagyományosan a fúrólukszelvények inverzióját mélységpontonként végezzük el, mely során a petrofizikai paramétereket mélységpontonként külön eljárásban határozzuk meg az adott mélységpontban mért szelvényadatokból. Ez a megközelítés általában egy kismértékben túlhatározott inverz feladatra vezet, mivel a szelvényadatok száma alig több, mint a meghatározandó ismeretlenek száma (petrofizikai paraméterek). Számítási időigényüket tekintve ugyan gyorsak, azonban az alacsony túlhatározottság korlátozza a paraméterek becslési pontosságát. A fúróluk-geofizikai inverz feladat túlhatározottságának növelésére fejlesztették ki az ún. intervallum inverziós eljárást a Geofizikai Tanszéken (Dobróka 1995). Ebben az eljárásban a petrofizikai paraméterek mélységfüggését feltételezve, mélységfüggő szonda válasz egyenleteket vezetünk be melyek segítségével meghatározható az ismeretlen kőzetfizikai paraméterek változása a teljes invertált szelvénytartomány mentén. PhD értekezésében Szabó (2004) bemutatta, hogy a mélységfüggő modellparaméterek hatékonyan diszkretizálhatóak sorfejtésben egységugrás (Heaviside) bázisfüggvények segítségével rétegenként homogén modell meghatározása esetén. Az intervallum inverzió megoldására egy megbízható és stabil eljárást vezetett be, melyben a hagyományos legkisebb négyzetes és legkisebb abszolút értékek módszerén alapuló eljárások mellett a genetikus algoritmust kombinálja lineáris optimalizációval, mellyel kiküszöbölhető az inverz feladat startmodell függősége és lehetővé válik a modellparaméterek becslési pontosságának a növelése is.

A determinisztikus és inverziós eljárások mellett a fúrólukszelvények feldolgozása statisztikai módszerekkel is lehetséges. Faktoranalízis segítségével kisebb számú korrelálatlan faktorban sűrítjük a mérési változóinkat, melyek megőrzik az eredeti adatrendszer információtartalmának nagy részét, így segítve az adatok értelmezését és közvetlenül nem mérhető változók feltárását (Lawley and Maxwell 1962). Így fúróluk-geofizikai adatok

feldolgozására hatékonyan alkalmazható, mivel a feldolgozandó adatrendszerek rendszerint igen nagyméretűek elsősorban az alkalmazott szelvényezési eljárások nagy száma miatt. A mélyfúrású geofizikai szelvényekből kinyert új változókat faktorszelvények nevezzük, melyek kapcsolatba hozhatók egyes földtani egységek petrofizikai paramétereivel regresszióanalízis segítségével (Szabó 2011). A faktoranalízis inverzió alapú megoldását genetikus algoritmussal Szabó (2016) közölte.

A geofizikai inverz feladatokat hagyományosan linearizált (gradiens-alapú) módszerekkel oldjuk meg (Menke 1984). Ezeknek az eljárásoknak számos hátránya van, pl. az inverzió eredménye nagyban függ a startmodellről. A paramétertérben való keresés során ezen linearizált inverziós eljárások gyakran a célfüggvény valamely lokális minimumában akadnak el. A linearizált módszerek effajta problémáinak kiküszöbölésére számos véletlen keresést alkalmazó optimalizációs eljárást fejlesztettek ki az elmúlt évtizedekben, amit a számítógépek egyre növekvő számítási kapacitása tett lehetővé. A geofizikában alkalmazott globális optimalizációs eljárások közül érdemes megemlíteni a simulated annealing (SA), genetikus algoritmus (GA) és particle swarm optimization eljárásokat (PSO), melyek leírását Sen és Stoffa (2013), Holland (1975) és Pace et al. (2019) munkáiban találhatjuk meg. Ezek a lágy számítási (soft computing) módszerek képesek a lehetséges megoldások nagyobb részét feltérképezni, mint a linearizált módszerek anélkül, hogy egy lokális minimumban elakadnának. Így képesek az optimalizációs feladatok megoldására még akkor is, amikor a startmodell igen nagy távolságra van a globális optimumtól. Napjainkban ez kiemelt jelentőséggel bír, hiszen a legtöbbször olyan feladatokkal állunk szemben melyek célfüggvénye számos ekvivalens megoldást (lokális minimumot) tartalmaz. A globális optimalizációs eljárások ezen tulajdonsága annak köszönhető, hogy az adott feladat megoldást sztochasztikus úton keresik és a keresés során a paramétertérrel rendelkező álló információt is képesek figyelembe venni. Emiatt azonban ezeknek az algoritmusoknak a számítás igénye igen nagy, de a manapság már elérhető nagyteljesítményű munkaállomásoknak köszönhetően széleskörben alkalmazhatóak.

A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén az inverziós módszerfejlesztés már évtizedek óta zajlik. A dolgozatban olyan új, globális optimalizáción alapuló fúróluk-geofizikai szelvények feldolgozására alkalmas módszereket fejlesztünk, melyek a fentebb részletezett módszerfejlesztésekre támaszkodnak. A faktoranalízis problémájának hatékonyabb megoldására felhasználok a simulated annealing módszert és a populáció alapú particle swarm optimization eljárást. Továbbá megvizsgálom a faktoranalízis permeabilitás becslésre való felhasználási lehetőségeit szénhidrogén-tároló formációkban. Az intervallum inverzió megoldására egy újszerű, meta-heurisztikus megközelítést javaslok. Egységugrás függvények helyett a modellparaméterek gyorsabb vertikális változását Legendre polinomokkal írom le, melyek optimális sorfejtési együtthatóit meta-heurisztikus úton határozom meg. Ugyanazon fúróluk-geofizikai adatrendszer felhasználásával szemléltetem, hogy a faktoranalízis eredménye (agyagtartalom szelvény) hatékonyan beintegrálható az intervallum inverziós eljárásba annak túlhatározottságának megnövelése céljából. Ezen adatfeldolgozási módszerek kifejlesztésével, új fúróluk-geofizikai értelmezési eljárásokra teszek javaslatot.

## II. ELVÉGZETT VIZSGÁLATOK

Jelen dolgozatban olyan módszerek kifejlesztését tűztem ki célul, melyek a gyakorlatban, terepi adatrendszerek feldolgozására is alkalmasak. A módszerek alkalmazhatóságát vízkutatófúrás és szénhidrogén-kutatófúrások adatrendszerén teszteltem. Az értekezésben bemutatott módszerfejlesztések mindegyikét MATLAB környezetben fejlesztettem.

A dolgozatban elsőként a faktoranalízis matematikai algoritmusát fejlesztettem tovább. A hagyományosan maximum-likelihood módszerrel becsült faktorértékek meghatározására két új módszert vezettem be, melyekben a faktorértékeket globális optimalizáción alapuló eljárásokkal – simulated annealing (FA-SA) és particle swarm optimization (FA-PSO) – határoztam meg a mért és számított adatok eltérésének minimalizálása alapján. A kifejlesztett módszerek alkalmazhatóságát vízkutatófúrás és szénhidrogén-kutatófúrások adatrendszerén is teszteltem.

A kifejlesztett globális optimalizáción alapuló faktoranalízis (FA-PSO) alkalmazásával meghatároztam a korrelációs kapcsolatot fúróluk-geofizikai adatrendszerekből származtatott első faktorszelvény és szénhidrogén-tároló formációk permeabilitásának tízes alapú logaritmusai között. A bevezetett regressziós modell alkalmazhatóságát hazai szénhidrogén-kutatófúrásokban mért mélyfúrás geofizikai adatrendszereken és magadatokon teszteltem.

A Geofizikai Tanszéken kifejlesztett intervallum inverziós eljárás startmodell-függőségének kiküszöbölése érdekében az inverz problémát egy újonnan kifejlesztett meta-heurisztikus megközelítéssel oldottam meg. Továbbá a modellparaméterek becslési pontosságának és megbízhatóságának növelése érdekében, ugyanazon adatrendszerből a kifejlesztett globális optimalizáción alapuló faktoranalízissel (FA-PSO) származtatott agyagtartalom szelvénnyel beintegrálva az intervallum inverzióba növeltem annak túlhatározottságát és a becsült paraméterek pontosságát. Összehasonlító vizsgálaton keresztül igazoltam az intervallum inverzió megnövelt túlhatározottságának előnyeit hazai szénhidrogén-kutatófúrásban mért adatrendszeren.

A meta-heurisztikus PSO módszer hatékonyságát nagymértékben befolyásolják az algoritmus vezérlőparaméterei, ezért azok legoptimálisabb megválasztása kulcsfontosságú. Ezért továbbfejlesztettem a globális optimalizáción alapuló faktoranalízist (FA-PSO) egyes vezérlőparamétereinek automatikus megválasztásával egy külső ciklusban simulated annealing segítségével (FA-PSO-CC). Így vizsgálva a továbbfejlesztett faktoranalízis módszer általánosításának lehetőségét. A javasolt eljárással elkerülhető, hogy egyes vezérlőparamétereket empirikus összefüggések alapján kelljen megválasztanunk az eljárás inicializálásakor. Ilyen módon automatikusan történik a meghatározásuk az adott optimalizációs feladat függvényében.

Tovább javítva a kifejlesztett faktoranalízis (FA-PSO) hatékonyságát, olyan eljárást fejlesztettem, melyben nem csak a faktorértékek, hanem a faktorsúlyok meghatározása is a

particle swarm optimization módszerrel történik (FA-PSO-FL). Ez a szimultán optimalizálás jobb illeszkedést eredményez a mért és számított adatok között, így összességében jobb megoldást kínálva. Az újonnan kifejlesztett módszerek gyakorlati alkalmazhatóságát a dolgozatban bemutatott valamennyi fejlesztés esetében terepi adatokon teszteltem és a rendelkezésre álló magadatokból származtatott közetfizikai adatokkal támasztottam alá.

### **III. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK**

#### **1. tézis**

Globális optimalizáción alapuló faktorelemzési módszereket fejlesztettem, amelyek a faktorértékeket simulated annealing vagy particle swarm optimization eljárásokkal határozzák meg. A faktoranalízis inverz feladatként történő megoldása során, a faktorértékek optimális értékeinek meghatározása a mért és számított adatok eltérése minimalizálása alapján történik. Ezek alapján kidolgoztam az FA-SA és FA-PSO módszereket. A kifejlesztett módszerek megbízhatóan alkalmazhatók a faktorértékek fúróluk-geofizikai adatrendszerekből történő meghatározására, miközben a faktorsúlyok értékeit nem változtatjuk az eljárás során. In situ adatok feldolgozása során bizonyítottam a kifejlesztett módszerek alkalmazhatóságát különböző mérési területeken, és agyagtartalmukat közvetlenül származtattam a globális optimalizációval meghatározott faktorszelvényekből.

#### **2. tézis**

Regressziós modellt állítottam fel a kifejlesztett particle swarm optimization alapuló faktoranalízissel (FA-PSO) származtatott első faktorszelvény és szénhidrogén-tároló formációk áteresztőképessége kapcsolatának a leírására. Így a permeabilitás egy független szelvényértelmező eljárás keretében számítható, amely a rendelkezésre álló valamennyi fúrólukszelvény együttes feldolgozásán alapszik. A kifejlesztett módszert hazai szénhidrogén-tároló formációkban mért in situ adatokon teszteltem. A faktoranalízissel származtatott permeabilitás értékek megbízhatóságát determinisztikus úton és magvizsgálati adatokból nyert permeabilitás értékekkel összehasonlítva igazoltam.

#### **3. tézis**

Particle swarm optimization alapú intervallum inverziós módszert fejlesztettem, amellyel szénhidrogén-tároló formációk petrofizikai paraméterei határozhatók meg fúróluk-geofizikai adatokból. A kifejlesztett meta-heurisztikus megoldás nagymértékben csökkenti az inverz probléma startmodell-függőségét. Megnöveltem az intervallum inverzió túlhatározottságát a faktoranalízisből származtatott agyagtartalom szelvény inverzióba való beintegrálásával. Az agyagtartalmat ismert paraméterként kezelve az invertált adatok intervallumán, csökken a meghatározandó modellparaméterek száma, aminek következtében jelentősen megnövekszik az inverzió által becsült petrofizikai paraméterek pontossága és megbízhatósága. Átfogó

stabilitás vizsgálattal bizonyítottam, hogy a véletlenszerűen inicializált PSO alapú intervallum inverziós eljárások konzisztens eredményre vezetnek.

#### 4. tézis

Hiperparaméter becslésen alapuló eljárást fejlesztettem a particle swarm optimization alapú faktoranalízis (FA-PSO)  $c_1$  és  $c_2$  vezérlőparamétereinek automatikus megválasztására. A faktorértékek meghatározása az algoritmus (FA-PSO-CC) belső ciklusában történik, míg a vezérlőparaméterek ( $c_1$  és  $c_2$ ) meghatározása automatikusan történik egy külső ciklusban simulated annealing eljárás felhasználásával. In situ adatok feldolgozása során bizonyítottam a kifejlesztett módszer alkalmazhatóságát víztároló formációkban, és agyagtartalmukat közvetlenül származtattam a globális optimalizációval meghatározott faktorszelvényekből. Az eredményeket magvizsgálati adatokkal összehasonlítva igazoltam.

#### 5. tézis

Továbbfejlesztettem az 1. tézisben szereplő particle swarm optimization alapú faktoranalízist (FA-PSO) a faktorsúlyok iteratív újraszámításával. A faktorértékek és a faktorsúlyok stabil, együttes optimalizációját valósítottam meg. Az újonnan fejlesztett eljárás (FA-PSO-FL) a faktorsúlyokat is a PSO eljárással optimalizálja a mért és számított adatok eltéréseinek minimalizálása alapján. In situ adatok feldolgozása során bizonyítottam a kifejlesztett faktoranalízis módszer alkalmazhatóságát víztároló formációkban, és agyagtartalmukat közvetlenül származtattam a globális optimalizációval meghatározott faktorszelvényekből. Az eredményeket magvizsgálati adatokkal összehasonlítva igazoltam.

### AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSA

A PhD dolgozatomban inverziós módszerfejlesztést végeztem fúróluk-geofizikai adatok hatékony és korszerű feldolgozása céljából. Az inverziós algoritmusokat MATLAB fejlesztési környezetben implementáltam. A kifejlesztett módszerek alkalmasak a különböző földtani képződmények petrofizikai paramétereinek a meghatározására, melyek segítségével lehetőség nyílik az ásványi nyersanyagkészletek meghatározására. A továbbfejlesztett faktoranalízis alapú módszerekkel (FA-SA, FA-PSO, FA-PSO-CC, FA-PSO-FL) független, megbízható becslés adható az üledékes rétegek agyagtartalmára és permeabilitására regresszióanalízisen keresztül. Fúróluk-geofizikai szelvényekből kinyert első faktor és adott földtani formáció petrofizikai paraméterei (agyagtartalom, permeabilitás) között fennálló regressziós függvény ismeretében, a modell kiterjeszhető egy nagyobb mérési területre, amely által független becslés adható e paraméterekre. Így akár az ezen petrofizikai paraméterek meghatározására irányuló magmintavételek száma is csökkenthető. A kifejlesztett faktoranalízissel támogatott globális optimalizáción alapuló intervallum inverziós eljárás a petrofizikai paraméterek becslését egy nagymértékben túlhatározott feladat keretein belül végzi el, mellyel növelhető a modellparaméterek becslési pontossága és megbízhatósága. A kombinált inverziós eljárásban becsült közetfizikai paraméterek kiemelt fontossággal bírnak, mivel a gyakorlatban a

kitermelhető szénhidrogén mennyiségét ezek alapján számítjuk. A megnövelt túlhatározottsággal lehetőség nyílik egyes zónaparaméterek inverzió belüli meghatározására is, miközben a becsült modellparaméterek felbontása nem romlik. Az eljárást a jövőben nem-konvencionális, több ásványtípusból felépülő szénhidrogén-tárolók közetfizikai modellezésére tervezem alkalmazni, ahol az ismeretlenek száma jóval magasabb, mint a hagyományos tárolók esetében. Jelenleg a dolgozatban is bemutatott szénhidrogén-tárolók faktoranalízisen alapuló permeabilitás becsléséből készítik elő publikációt a témavezetőmmel közösen, amit egy nemzetközi (Q1 rangsorolású) folyóiratban tervezünk publikálni.

#### A TÉZISFÜZETBEN SZEREPLŐ HIVATKOZÁSOK LISTÁJA

Alberty M., Hashmy, K.: Application of ULTRA to log analysis. In: SPWLA symposium transactions. Paper Z, pp 1–17 (1984)

Asquith G., Krygowski D.A.: Basic well log analysis. Second edition, AAPG Methods in Exploration Series (16), The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa (2004)

Ball S.M., D.M. Chace and W.H. Fertl.: The Well Data System (WDS): An advanced formation evaluation concept in a microcomputer environment: Proceedings of the SPE Eastern Regional Meeting, paper 17034, 61–85. (1987)

Dobróka M.: Együttes inverziós algoritmusok bevezetése a mélyfúrési geofizikai értelmezésbe. Kutatási zárójelentés, Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék, 91 p. (1995)

Douglas W. Oldenburg and Yaoguo Li: 5. Inversion for Applied Geophysics: A Tutorial, Investigations in Geophysics: 89-150. (2005)

Holland J.H.: Adaptation in natural and artificial systems. University of Michigan Press, 232 p. (1975)

Lawley D.N. and Maxwell A.E.: Factor analysis as a statistical method. The Statistician 12, 209–229 (1962)

Mayer C., Sibbit A.M.: GLOBAL, a new approach to computer-processed log interpretation. In: Proceedings of the 55th SPE annual fall technical conference and exhibition, paper 9341, pp 1–14 (1980)

Menke W.: Geophysical data analysis: Discrete inverse theory: Academic Press Inc. (1984)

Pace F., A. Santilano, and A. Godio: Particle swarm optimization of 2D magnetotelluric data. Geophysics, 84 (3), E125-E141. (2019)

Sen M.K., and P.L. Stoffa: Global optimization methods in geophysical inversion: Cambridge University Press. (2013)

Szabó N.P.: Mélyfúrési geofizikai adatok értelmezésének modern inverziós módszerei. PhD thesis. University of Miskolc. (2004)

Szabó N.P.: Shale volume estimation based on the factor analysis of well-logging data. Acta Geophysica., 59, 935-953. (2011)

Szabó N.P.: Hydrocarbon formation evaluation using an efficient genetic algorithm-based factor analysis method. 15th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, Mo P071, 12 p. (2016)

#### IV. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK ÉS ELŐADÁSOK JEGYZÉKE

##### FOLYÓIRAT CIKKEK

1. Abordán A., Szabó N.P.: Metropolis algorithm driven factor analysis for lithological characterization of shallow marine sediments. Acta Geodaetica et Geophysica 53: 189. (2018) **(Q3) Impakt faktor: 0.942**
2. Abordán A., Szabó N.P.: Particle swarm optimization assisted factor analysis for shale volume estimation in groundwater formations. Geosciences and Engineering 6(9):85–95 (2018)
3. Abordán A., Szabó N.P.: Selecting control parameters for the particle swarm optimization based factor analysis, Műszaki Földtudományi Közlemények 88(1) pp. 134-140. (2019)
4. Abordán A., Szabó N.P.: Uncertainty reduction of interval inversion estimation results using a factor analysis approach. GEM - International Journal on Geomathematics 11, 11. (2020) **(Q2) Impakt faktor: 1.770**

##### NEMZETKÖZI KONFERENCIÁK KIADVÁNYAI (EXTENDED ABSTRACTS)

1. Abordán A.: Invasive weed optimization driven factor analysis for lithological characterization of aquifers, MultiScience - XXXII. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, Miskolc, 2018.09.05-06.
2. Abordán A., Szabó N.P.: Particle swarm optimization based interval inversion of direct push logging data, MultiScience - XXXIII. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, Miskolc, 2019.05.23-24.

##### HAZAI KONFERENCIÁK KIADVÁNYAI

1. Abordán A: Local inversion of direct push logging data by invasive weed optimization Doktoranduszok Fóruma: Miskolc, 2018.11.22., 28.: Műszaki Földtudományi kar szekciókiadványa. pp. 3-9. (2019)

##### NEMZETKÖZI KONFERENCIA ELŐADÁSOK

1. Abordán A. (2018): Invasive weed optimization driven factor analysis for lithological characterization of aquifers. XXXII. microCAD International Scientific Conference, Miskolc, 2018.09.05-06.



2. Abordán A. (2019): Reducing the uncertainty of parameter estimation for the interval inversion method using factor analysis.  
Geomates '19, International Congress on Geomathematics in Earth- & Environmental Sciences, and the 21st Hungarian Geomathematical Congress, Pécs, 2019.05.16-18.
3. Abordán A., Szabó N.P. (2019): Particle swarm optimization based interval inversion of direct push logging data.  
XXXIII. microCAD International Scientific Conference, Miskolc, 2019.05.23-24.
4. Abordán A. (2019): Fúrólyuk szelvények feldolgozása gépi tanuláson alapuló eljárással. (poster)  
15th International Scientific Conference on Mineral Waters of the Carpathian Basin. Miskolc, 2019.08.22-24.

#### **HAZAI KONFERENCIA ELŐADÁSOK**

1. Abordán A. (2016): Factor analysis of Alaska well logs.  
Inverziós Ankét, Miskolc, 2016.11.14.
2. Abordán A. (2017): Shale volume estimation by factor analysis using a global optimization approach.  
Ifjú Szakemberek Ankétja, Kaposvár, 2017.03.31-04.01.
3. Abordán A. (2017): Well log interpretation with an adaptive global optimization method.  
Doktoranduszok Fóruma, Miskolc, 2017.11.16.
4. Abordán A. (2018): Particle swarm optimization assisted factor analysis as a new tool for lithological characterization of sedimentary rocks. (poszter)  
Ifjú Szakemberek Ankétja, Hajdúszoboszló, 2018.04.06-07.
5. Abordán A. (2018): Particle swarm optimization driven factor analysis for the lithological characterization of aquifers.  
Inverziós Ankét, Miskolc, 2018.04.20-21.
6. Abordán A. (2018): Global optimization-based interval inversion of direct push logging data.  
Doktoranduszok Fóruma, Miskolc, 2018.11.22.
7. Abordán A. (2019): Fúrólyuk-geofizikai adatok PSO alapú inverziója.  
Műszaki Tudomány az Észak - Kelet Magyarországi Régióban 2019, Miskolc, 2019.05.29.
8. Abordán A. (2019): Interpretation of well logging data with heuristic inversion approaches.  
Az új generáció - doktoranduszok eredményei a geofizikában. A Geofizikai Tudományos Bizottság ülése, Budapest, 2019.12.04.