



**MIKOVINY SÁMUEL FÖLDTUDOMÁNYI  
DOKTORI ISKOLA**

**Doktori (PhD) értekezés  
tézisei**

**INVERZIÓS MÓDSZERFEJLESZTÉS A FOURIER  
TRANSZFORMÁLT ZAJÉRZÉKENYSÉGÉNEK  
CSÖKKENTÉSÉRE**

**Írta: SZEGEDI HAJNALKA**

**Tudományos vezető:  
DR. DOBRÓKA MIHÁLY**  
egyetemi tanár,  
a műszaki tudomány doktora

**Miskolci Egyetem  
Geofizikai Tanszék  
Miskolc  
2015.**

## I. TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A Fourier transzformáció a műszaki- és természettudományok területén az egyik legfontosabb adatfeldolgozási művelet, amely ugyanakkor számos más eljárás kiindulási pontja is. A mérnöki gyakorlatban a frekvenciaspektrum meghatározására diszkrét időtartománybeli adatsorok esetén alkalmazott eszköz a diszkrét Fourier transzformáció (DFT), illetve a gyors Fourier transzformáció (FFT). Ezek az algoritmusok az időjel spektrumát elegendően nagy pontossággal közelítik abban az esetben, ha a mintavételi időközök és a regisztrálási időtartományt megfelelően választjuk meg. Azonban mérési adataink mindig valamilyen típusú zajjal terheltek, ezért különösen fontos az alkalmazott műveletek zajelnyomó képességének vizsgálata. A Fourier transzformáció - hagyományos formájában - erősen zajérzékeny, ami gyakran jelent problémát a mérési adatok feldolgozása terén.

A geofizikai inverzió alapvető feladata a mérési adatokban foglalt földtani információ „kiolvasása”, a földtani szerkezetek petrofizikai- és geometriai paramétereinek meghatározása. Az inverzió gyakorlatában léteznek olyan módszerek, amelyek a zajelnyomásra különösen alkalmasak. A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékének kutatói az inverziós módszerek fejlesztése során számos eljárást dolgoztak ki, amelyekkel a zajelnyomás terén is nemzetközileg elismert sikereket értek el (Vass és Dobróka (2010), Dobróka és Völgyesi (2010), Gyulai et al. (2010), Gyulai és Ormos (1999), Kis (1998, 2002), Turai et al. (2010), Turai (1981), Dobróka és Szabó (2010), Szabó (2004)).

A Tanszéken folytatott inverziós kutatásokban meghatározó szerepet kap az a kutatási irány, amelynek lényege, hogy a bonyolult (laterálisan és vertikálisan inhomogén) földtani szerkezeteken mért adatok feldolgozását, értelmezését sorfejtéses diszkrétizációval a sorfejtési együtthatókra megfogalmazott inverziós eljárásban végezzük el. Az eljárás legnagyobb előnye, hogy viszonylag kevés sorfejtési együttható bevezetése mellett is megfelelő felbontás érhető el úgy, hogy a megoldandó probléma (relatív kisméretű) túlhatározott inverz feladatra vezet. A kutatási koncepciót a Tanszék munkatársai a geofizika különböző területein alkalmazták, így pl. a mélyfúrési geofizikai adatok feldolgozásánál a fizikai paramétereket - mint a mélység függvényeit - sorfejtéssel közelítve adták meg, a sorfejtési együtthatókat inverziós eljárás keretében állították elő (Dobróka et al. 2010). Turai és szerzőtársai (2010) sorfejtéses inverzió módszerével a gerjesztett potenciál (GP) adatok feldolgozására mutattak be új módszert. Dobróka és Völgyesi (2010) a nehézségi erőter háromdimenziós potenciálfüggvényének inverziós előállítását Eötvös-inga mérési adatok, nehézségi gyorsulás mérések, függővonal-elhajlás értékek és digitális terepmodell adatok együttes felhasználásával sorfejtéses inverzió keretében mutatta be. Dobróka és Vass (2010) a Fourier transzformációt újszerű megközelítésben, sorfejtéses inverz feladatként tárgyalta. Gyulai és szerzőtársai (2010) sorfejtésre alapozott hatékony eljárást kínáltak a kétdimenziós földtani szerkezeteken mért geoelektromos adatok inverziójára.

A Tanszék kutatási irányához igazodva és támaszkodva Vass (2010) munkásságára (aki PhD értekezésében Hermite függvények, intervallumon konstans függvények, valamint Dirac-féle delta függvények bázisfüggvényekként való alkalmazhatóságát vizsgálta) az inverziós Fourier transzformációs eljárást új, matematikailag következetes formalizmus segítségével építettem fel. A módszerfejlesztés célkitűzése az eljárás robusztusságának növelésére is irányult, azaz kiugró hibával terhelt (outlier) adatrendszer Fourier transzformációjára is alkalmas variánsok kidolgozását kellett elérnem, amely eredmények a

zajcsökkentés tekintetében igen hatékonyak mutatkoznak (Szegedi és Dobróka 2012, Dobróka et al. 2012).

## II. ELVÉGZETT VIZSGÁLATOK

Értekezésemben részletesen tárgyaltam az inverziós alapú Fourier transzformáció új algoritmusát, melynek során az ME Geofizikai Tanszékén kidolgozott sorfejtéses inverzió metodikáját követtem. Ebből adódik a Fourier transzformáció vonatkozásában, hogy a probléma Jacobi-mátrixa a bázisfüggvények inverz Fourier transzformáltjaként írható fel. A numerikusan a lehető „leggazdaságosabb” (legkisebb futási idő igényű) eljárás érdekében bázisfüggvényekként olyan függvényrendszer alkalmazására törekedtem, amely az inverz Fourier transzformáció sajátfüggvénye. A Vaidyanathan (2008) által publikált eljárást követve bemutattam, hogy a generáló függvény  $e^{-\omega^2/2}$  szerinti választásával kapható sajátfüggvény rendszer (normáló tényezőtől eltekintve) az Hermite függvényekre vezet. Így ezek a sorfejtés bázisfüggvényeiként választhatók. Elfogadva Vass (2010) észrevételét, miszerint a skálázott Hermite függvények a sorfejtéses inverzióban rugalmasabban - a geofizikai inverzió követelményeinek sokkal inkább megfelelően - alkalmazhatók, bázisfüggvényként a skálázott Hermite függvényeket választottam. Megadtam a skálázott és skálázatlan Hermite függvények közötti átszámítás formuláit, amelyeket alkalmazva bemutattam, hogy a Jacobi-mátrix a skálázatlan Hermite függvényekkel közvetlenül kifejezhető. Ezáltal az inverz feladat elméleti adatainak meghatározására egy egyszerű, a sorfejtési együtthatók lineáris kombinációjának tekinthető kifejezésre jutottam. Ebből kiindulva módosítottam Vass (2010) H-LSQ-FT módszerét és az eltérésvektor  $L_2$ -normájának minimalizálásával bevezettem az LSQ-FT inverziós eljárást, amely a Fourier transzformációt tisztán túlhatározott inverz feladatként kezeli. Matlab rendszerben kifejlesztettem az eljárás programjait, numerikus példán keresztül szemléltettem a módszer működését és összehasonlítást tettem a Gauss zajjal terhelt adatrendszer DFT-vel, valamint az LSQ-FT-vel számított spektrumai között, megmutatva az LSQ-FT eljárás nagyobb pontosságát.

A skálázott Hermite függvényes soros diszkretizáción alapuló LSQ-FT inverziós algoritmus Gauss-, ill. Cauchy-eloszlású adatokon végzett vizsgálata megerősítette, hogy szükséges egy olyan robusztus/rezisztens módszer kidolgozása, amely a mérési adatokon hordozott zajokkal szemben „ellenállóbban” viselkedik. Számos gyakorlati példában bizonyítást nyert, hogy az ME Geofizikai Tanszékén Steiner Ferenc professzor által kidolgozott Leggyakoribb érték módszer (MFV) segítségével a geofizikai inverziós eljárások igen hatásosan robusztifikálhatók. Így az új Fourier-transzformációs robusztus inverziós algoritmus (S-IRLS-FT) az iteratív újraszűrés módszerén alapul és a leggyakoribb érték módszerével számított súlyokat (Steiner-súlyok) alkalmazza. Numerikus példán keresztül demonstráltam az eljárás hatékony működését (mind a frekvencia-, mind az időtartományban igen jelentős javulást tapasztaltam) és összehasonlítást tettem a Cauchy zajjal terhelt adatrendszer DFT-vel, valamint az S-IRLS-FT-vel számított spektrumai között. Az inverziós feldolgozás során relatív adat- és modelltérbeli távolságokat is számítottam, amik szintén az S-IRLS-FT módszer hatékony alkalmazhatóságát támasztották alá.

Kidolgoztam az egydimenziós Fourier transzformációra támaszkodva az inverziós alapú 2D Fourier transzformáció módszerét és Matlab rendszerben kifejlesztettem annak programjait (2D-LSQ-FT, 2D-S-IRLS-FT).

Az S-IRLS-FT eljárás outlierekkel szembeni rezisztenciája és kiemelkedő zajelnyomó képessége indokoltá teszi, hogy a módszert más adatfeldolgozási és műszaki földtudományi területeken is vizsgáljuk. Így az inverziós Fourier transzformációs eljárásra építve kidolgoztam a Hilbert transzformáció egy új előállítási módját, és erre alapozva a szeizmikus attribútum szelvények számításának új lehetőségét hoztam létre (Szegedi és Dobróka 2014). Megvizsgáltam a reflexióerősség (első attribútum) zajérzékenységét ezen algoritmus felhasználásával. Az inverziós eredményeim ez esetben is jelentős javulást mutattak.

A mágneses adatok pólusra redukálása terén alkalmaztam a 2D-S-IRLS-FT algoritmust és jelentős javulást igazoltam a pólusra redukálás hagyományos (2D DFT-t alkalmazó) változatához képest.

### III. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

#### 1. tézis

Abból a tényből kiindulva, hogy sorfejtéses diszkretizációra alapozott inverziós Fourier transzformáció esetén a probléma Jacobi-mátrixa a bázisfüggvények inverz Fourier transzformáltja, célul tűztem ki olyan bázisfüggvények alkalmazását, amelyek a Fourier transzformációnak sajátfüggvényei, mivel ekkor a Fourier transzformált (mint komplex integrál) a sajátérték és a bázisfüggvény szorzataként állítható elő. Vaidyanathan (2008) Fourier transzformált sajátfüggvényeinek konstrukciójára kidolgozott eljárását követve megmutattam, hogy az alap értelmezésű (skálázatlan) Hermite függvények, mint a Fourier transzformáció sajátfüggvényei, előnyösen alkalmazhatók a sorfejtéssel diszkretizált inverziós Fourier transzformáció algoritmusának felépítésében.

- a) Ennek alapján megadtam a probléma Jacobi-mátrixának és a direkt feladat megoldásának formuláit skálázatlan és skálázott Hermite függvényekre alapozva.
- b.) Az új számítási eljárást felhasználva a mért és számított adatok eltérésvektora  $L_2$ -normájának számításában módosítottam a Vass Péter által bevezetett H-LSQ-FT eljárást és Gauss, ill. Cauchy zajjal terhelt adatrendszeren teszteltem az inverziós alapú Fourier transzformáció Hermite függvényekkel (mint a Fourier transzformáció sajátfüggvényeivel) diszkretizált LSQ-FT eljárását.

#### 2. tézis

A mért és számított adatok eltérésvektorának súlyozott normáját minimalizálva bevezettem a skálázott Hermite függvényekkel diszkretizált S-IRLS-FT robusztus inverziós alapú Fourier transzformációs eljárást.

- a) Az eljárás során a Leggyakoribb érték módszerével adott (és értekezéseimben, valamint publikációimban Steiner-súlyoknak nevezett) súlymátrix elemekkel dolgoztam, amelyek alkalmazása azért előnyös, mert az eljárásban szereplő  $\varepsilon^2$  skáláparamétereket közvetlenül a mérési adatrendszerből - egy belső iterációs eljárásban - származtatjuk le.

- b) Az S-IRLS-FT eljárás hatékonyságát Cauchy zajjal terhelt adatrendszer felhasználásával teszteltem és megállapítottam, hogy az eljárás Cauchy-eloszlást követő zaj esetében kiváló eredményt szolgáltat. Ebből kifolyólag a hagyományos DFT-hez képest is figyelemre méltó (esetenként egy nagyságrendet is elérő) zajelnyomást tanúsít.

### 3. tézis

A frekvenciaspektrum diszkrétizációjára a skálázott Hermite függvényeket alkalmazva kidolgoztam az inverziós alapú 2D Fourier transzformációs eljárást. Megadtam a Jacobi-mátrix és ezzel a direkt probléma megoldásának gyors előállítására alkalmas lineáris explicit formulát.

- a) A mért és számított adatok eltérésvektorának  $L_2$ -norma szerinti minimalizálásával bevezettem a skálázott Hermite függvényekkel diszkrétizált 2D-LSQ-FT inverziós alapú Fourier transzformációs eljárást.
- b) A mért és számított adatok eltérésvektorának súlyozott normáját minimalizálva bevezettem a skálázott Hermite függvényekkel diszkrétizált és Steiner-súlyokkal definiált 2D-S-IRLS-FT robusztus inverzió alapuló Fourier transzformációs eljárást.

### 4. tézis

Az inverziós Fourier transzformációs eljárásra építve a Hilbert transzformált előállításának új, robusztus módszerét adtam meg. Az eljárás keretében a Fourier transzformációt az S-IRLS-FT robusztus inverziós módszer alkalmazásával állítottam elő. A Hilbert transzformált átviteli függvényével történt szorzás után a frekvenciatartományból az időtartományba történő visszatérés algoritmusaként bevezettem az inverz Fourier transzformáció előállításának robusztus inverzióra alapozott módszerét.

- a) A robusztus Hilbert transzformációs eljárással az analitikus jel és ezzel a szeizmikus attribútumok robusztus előállítására nyílt lehetőség.
- b) Az új eljárást alkalmaztam a reflexióerősség (első attribútum) számítására és zajérzékenység szempontjából - Gauss, ill. Cauchy zajjal terhelt adatrendszer felhasználásával - numerikus vizsgálatoknak vettem alá. Megállapítottam, hogy az eljárás a hagyományos (DFT-vel előállított) attribútumhoz képest jelentős zajelnyomó képességgel rendelkezik.

### 5. tézis

A 2D-S-IRLS-FT inverziós Fourier transzformáció mágneses adatok pólusra redukálására történt alkalmazása terén megállapítottam, hogy a módszer - a hagyományos, DFT-re alapozott eljáráshoz képest - igen jelentős zajelnyomó képességet mutat a térfrekvencia spektrum meghatározása során. Ez a robusztus 2D Fourier transzformációs eljárás a pólusra redukálás pontosságát kiemelkedően képes javítani.

## AZ ÉRTEKEZÉS EREDMÉNYEINEK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

Az értekezés keretében geofizikai inverziós módszerfejlesztést végeztem. A kidolgozott algoritmusok az inverziós Fourier transzformáció új módszereinek tekinthetők. A kiugró zajokkal szemben tanúsított rezisztenciájuk (csökkent zajérzékenységük) miatt a geofizikai adatfeldolgozásban és értelmezésben alkalmazási lehetőséget hordoznak minden olyan területen, ahol zajjal terhelt adatok feldolgozására Fourier transzformációt alkalmaznak (ide sorolható a dolgozatban is vizsgált Hilbert transzformáció, illetve a mágneses adatok 2D pólusra redukálása). További igen kiterjedt alkalmazási lehetőséget hordoz a kidolgozott Fourier transzformációs módszereknek az a sajátja, hogy alkalmazásuk nem kíván egyenközű (reguláris) mérési rendszert. Az ebben rejlő lehetőségek teljes kibontása messze meghaladja a jelen értekezés kereteit.

Ismeretes, hogy a Fourier transzformáció - a geofizikán túl - a műszaki-tudományos élet szinte minden területén alkalmazást nyer, ezért mindazon részterületeken, ahol a feldolgozandó adatrendszer zajjal terhelt az értekezésben bemutatott inverziós alapú Fourier transzformációs eljárásoknak létjogosultsága, ill. további alkalmazási lehetősége adódik. Kiemelt terület lehet például a képfeldolgozás és a távérzékelés.

## A TÉZISFÜZETBEN SZEREPLŐ HIVATKOZÁSOK LISTÁJA

- Dobróka M., Szabó N. P. 2010. Sorfejtéses inverzió II. Mélyfúrési geofizikai adatok feldolgozása intervalluminverziós eljárással. Magyar Geofizika, 51/1, 25-42, ISSN 0025-0120.
- Dobróka M., Völgyesi L. 2010. Sorfejtéses inverzió IV. A nehézségi erőter potenciálfüggvényének inverziós előállítás. Magyar Geofizika, 51/3, 143-149, ISSN 0025-0120.
- Dobróka M., Szegedi H., Vass P., Turai E. 2012. Fourier transformation as inverse problem - an improved algorithm. Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica 47/2, 185-196, DOI 10.1556/AGeod.47.2012.2.7.
- Gyulai Á., Ormos T. 1999. A new procedure for the interpretation of VES data: 1.5-D simultaneous inversion method. Journal of Applied Geophysics, 41, 1-17.
- Gyulai Á., Ormos T., Dobróka M. 2010. Sorfejtéses inverzió V. Gyors 2D geoelektromos inverziós módszer. Magyar Geofizika, 51/4, 185-195, ISSN 0025-0120.
- Kis M. 1998. Felszínközeli földtani szerkezetek vizsgálata szeizmikus és egyenáramú geoelektromos adatok együttes inverziójával. PhD értekezés. Miskolci Egyetem.
- Kis M. 2002. Generalised Series Expansion (GSE) used in DC geoelectric-seismic joint inversion. Journal of Applied Geophysics, 50/4, 401-416.
- Szabó N. P. 2004. Mélyfúrési geofizikai adatok értelmezésének modern inverziós módszerei. PhD értekezés, Miskolci Egyetem.
- Szegedi H., Dobróka M. 2012. Robusztus Fourier transzformáció Steiner-súlyok alkalmazásával. Magyar Geofizika, 53/1, 21-28, ISSN 0025-0120.
- Szegedi H., Dobróka M. 2014. Hilbert-transzformált előállítás inverziós alapú robusztus Fourier-transzformációval. Magyar Geofizika, 55/1, 21-29.
- Turai E. 1981. GP time-domain görbék TAU-transzformációja. Magyar Geofizika XXXII/1, 29-36.
- Turai E., Dobróka M., Herczeg Á. 2010. Sorfejtéses inverzió III. Gerjesztett polarizációs adatok inverziós feldolgozása. Magyar Geofizika, 51/2, 88-98, ISSN 0025-0120.
- Vaidyanathan P. P. 2008. Eigenfunctions of the Fourier transform. IETE Journal of Education, 49/2, 51-58.

Vass P., Dobróka M. 2010. Sorfejtéses inverzió I. Fourier-transzformáció, mint inverz feladat. Magyar Geofizika, 50/4, 141-152, ISSN 0025-0120.

Vass P. 2010. A Fourier-transzformáció, mint inverz feladat. PhD értekezés. Miskolci Egyetem.

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

##### FOLYÓIRAT CIKKEK

- [1] Dobróka M., Szegedi H., Somogyi Molnár J., Szűcs P. 2014. On the Reduced Noise Sensitivity of a New Fourier Transformation Algorithm. Mathematical Geosciences. Online First Articles: Papers 11004-014-9570-x,  
<http://link.springer.com/article/10.1007/s11004-014-9570-x> (**Impact factor: 1.713**)
- [2] Dobróka M., Szabó N. P., Szegedi H. 2014. Geofizikai információfeldolgozásmódszerek és alkalmazások. Miskolc: Milagrossa Kft., 4. CriticEl monográfia sorozat, ISBN 978-963-08-9325-1.
- [3] Szegedi H., Dobróka M. 2014. On the use of Steiner's weights in inversion-based Fourier transformation - robustification of a previously published algorithm. Acta Geodaetica et Geophysica, 49/1, 95-104, Print ISSN 2213-5812, Online ISSN 2213-5820, DOI 10.1007/s40328-014-0041-0. (**Impact factor: 0.394**)  
<http://link.springer.com/article/10.1007/s40328-014-0041-0>
- [4] Dobróka M., Szegedi H. 2014. On the Generalization of Seismic Tomography Algorithms. American Journal of Computational Mathematics (AJCM), 4/1, 37-46, DOI 10.4236/ajcm.2014.41004, <http://www.scirp.org/journal/AJCM/>
- [5] Szegedi H. 2014. Generating Hilbert transform with the use of inversion-based robust Fourier transform. Geosciences & Engineering - a publication of the University of Miskolc, 2/4, 102-115, ISSN 2063-6997.
- [6] Szegedi H., Dobróka M. 2014. Hilbert-transzformált előállítás inverziós alapú robusztus Fourier-transzformációval. Magyar Geofizika, 55/1, 21-29.
- [7] Szegedi H., Dobróka M., Bodoky T. 2013. New inversion algorithm for the computation of Fourier-transform -examination on a synthetic dataset. Geosciences & Engineering - a publication of the University of Miskolc, 2/3, 2013, 83-90, ISSN 2063-6997.
- [8] Szegedi H., Dobróka M. 2012. Robusztus Fourier-transzformáció Steiner-súlyok alkalmazásával. Magyar Geofizika, 53/1, 21-28, ISSN 0025-0120.
- [9] Dobróka M., Szegedi H., Vass P., Turai E. 2012. Fourier transformation as inverse problem - an improved algorithm. Acta Geodaetica et Geophysica, 47/2, 185-196, DOI 10.1556/AGeod.47.2012.2.7. (**Impact factor: 0.35**)  
<http://link.springer.com/article/10.1556/AGeod.47.2012.2.7>.

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

- [1] Dobróka M., Szegedi H., Somogyiné Molnár J. 2015. A New Inversion Based 2D Fourier Transformation Method and Its Use in Pole-reduction of Magnetic Data Set.

- 77<sup>th</sup> EAGE Conference & Exhibition 2015, Earth Science for Energy and Environment, Madrid, Spain, 2015.06.01-04 (2015. március 5-én elfogadva)
- [2] Dobróka M., Szegedi H., Somogyiné Molnár J. 2014. A New Robust Inversion Method Using Cauchy-Steiner Weights - And Its Application in Data Processing. Near Surface Geoscience 2014 - 20<sup>th</sup> European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Athens, 2014.09.15-17, ISSN 2214-4609.
- [3] Dobróka M., Szegedi H. 2013. Investigation of Robust Fourier-transform method in case of outliers. International Journal of Science, 6/25, 306-313, ISSN 2218-5348.
- [4] Szegedi H., Tolnai É. E., Dobróka M., Turai E. 2012. A new robust Fourier transform algorithm using inversion tools. Near Surface Geoscience 2012 - 18<sup>th</sup> European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Paris, 2012.09.03-05, EAGE, 1-4, Paper 66, ISBN 978-90-73834-34-7.

#### HAZAI KONFERENCIÁK KIADVÁNYAI

- [1] Szegedi H. 2014. Examination the noise reduction capability of the inversion based Fourier transform. XXVIII. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, University of Miskolc, 2014.04.10-11, ISBN 978-963-358-051-6.
- [2] Dobróka M., Szegedi H. 2012. On a robust Fourier transform using Steiner's weights. XXXIII. Conference & Exhibition on Earth Sciences and Environmental Protection, Miskolc, 2012.09.27-29.
- [3] Szegedi H. 2012. On the use of Steiner's weights in Fourier transform. 8<sup>th</sup> International Conference of PhD Students, Miskolc, 2012.08.05-11, ISBN 978-963-661-994-7.
- [4] Dobróka M., Szegedi H., Kormos K. 2012. Two dimensional Fourier transform algorithm using inversion tools. XXVI. microCAD International Scientific Conference, Miskolc, 2012.03.29-30, ISBN 978-963-661-773-8.
- [5] Szegedi H. 2011. A Fourier transzformáció számításának új inverziós módszere. Doktoranduszok fóruma, Miskolc, 2011.11.08.

#### NEMZETKÖZI KONFERENCIA ELŐADÁSOK

- [1] Dobróka M., Szegedi H., Somogyiné Molnár J. 2014. A New Robust Inversion Method Using Cauchy-Steiner Weights - And Its Application in Data Processing. Near Surface Geoscience 2014 - 20<sup>th</sup> European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Athens.
- [2] Szegedi H. 2013. Increasing the Noise Rejection Capability of Fourier Transform by Using Inversion Methods. International Workshop: Advances in Geophysical inverse Theory, Italy, Roma, 2013.02.04-08.
- [3] Szegedi H., Tolnai É. E., Dobróka M., Turai E. 2012. A new robust Fourier transform algorithm using inversion tools. Near Surface Geoscience 2012 - 18<sup>th</sup> European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Paris, 2012.09.03-05.



#### HAZAI KONFERENCIA ELŐADÁSOK

- [1] Szegedi H., Dobróka M. 2014. Robusztus Fourier transzformáció Steiner-súlyok alkalmazásával. Inverziós Ankét, 2014.10.06-07.
- [2] Szegedi H., Dobróka M. 2014. Robusztus Fourier transzformáció alkalmazása szeizmikus attribútumok számítására. Inverziós Ankét, 2014.10.06-07.
- [3] Szegedi H. 2014. Examination the noise reduction capability of the inversion based Fourier transform. microCAD, A1 section: Environmental Science: Sustainable National Resources Management Symposium. Miskolc, 2014.04.10-11.
- [4] Dobróka M., Szegedi H., 2012. On a robust Fourier transform using Steiner's weights. XXXIII. Conference & Exhibition on Earth Sciences and Environmental Protection, Miskolc, 2012.09.27-29.
- [5] Szegedi H. 2012. On the use of Steiner's weights in Fourier transform. 8<sup>th</sup> International Conference of PhD Students, Miskolc, 2012.08.05-11.
- [6] Dobróka M., Szegedi H., Kormos K. 2012. Two dimensional Fourier transform algorithm using inversion tools. XXVI. microCAD International Scientific Conference, Miskolc, 2012.03.29-30.