„BÁNYÁSZAT ÉS KÖRNYEZET – HARMÓNIÁBAN”

Rekultivált meddőhányó Kővágószőlősön
– Konrád Gyula felvétele

Magyarhoni Földtani Társulat

„BÁNYÁSZAT ÉS KÖRNYEZET – HARMÓNIÁBAN"

TANULMÁNYKÖTET

Szerkesztette:
Cserny Tibor
Alpek B. Levente

Főtámogató:

Támogatók:

ISBN 978-963-8221-68-1
Pécs 2017

Tartalom

DK-DUNÁNTÚL FÖLDTANA 6
Geology of SE Transdanubia
Konrád Gyula

MÓRÁGYI GRANITOIDOK ÖSSZEHASONLÍTÓ U-PB KORMEGHATÁROZÁSA CIRKON KRISTÁLYOKON 10
Comparative U-Pb geochronology of granitoids in the Mórágy Subunit, Hungary based on zircon crystals
Kis Annamária, Weiszburg Tamás, Dunkl István, Friedrich Koller, Váczi Tamás, Buda György

BODAI AGYAGKŐ FORMÁCIÓ KŐZETEINEK KŐZETMECHANIKAI VIZSGÁLATA HŐTERHELÉS HATÁSÁRA 14
The determination for heat effect of the rock mechanical parameters of Boda Claystone Formation
Krupa Ágnes

A TOKAJI HEGYSÉGI ZEOLITOS RIOLITTUFÁK (IGNIMBRITEK) KŐZETTANA ÉS VULKANOLÓGIAI FELÉPÍTÉSE. 17
Zelenka Tibor

KOMPLEX PÓRUSSZERKEZET VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN KIDOLGOZÁSA AZ AUSZTRÁL LAKE GEORGE-TÓ FIATAL AGYAGOS ÜLEDÉKEINEK VIZSGÁLATA CÉLJÁBÓL 21
Development of a complex laboratory procedure for characterisation of pore structure in clay sediments, Lake George, NSW, Australia
Ács Péter, Fedor-Szász Anita, Papp Éva, Koroncz Péter, Fedor Ferenc

AZ EURÓPAI KÖZÖSSÉG H2020 KUTATÁS ÉS INNOVÁCIÓ PROGRAM KERETÉBEN MEGVALÓSULÓ PROJEKTEK A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT RÉSZVÉTELÉVEL 25
Krivánné Horváth Ágnes, Scharek Péter

AZ IPOLYTARNÓCI MIOCÉN ŐSEMLŐSÖK TÉRBELI SEBESSÉGE 27
The spatial speed of the ipolytarnoc Miocene ancestors
Hágen András

AZ ŐSÉLETNYOMOK KÖRNYEZETJELZŐ SZEREPE A WEEREEWA – TÓ (LAKE GEORGE, ÚJ-DÉL-WALES, AUSZTRÁLIA) NEGYEDIDŐSZAKI KÉPZŐDMÉNYEIBEN 31
Trace fossils as paleo-environmental indicators from the Quaternary of Weereewa, (Lake George), NSW, Australia
Papp Éva, Dávid Árpád [2], Fodor Rozália

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS FÖLDTANI SZOLGÁLAT (MBFSZ) KÜLDETÉSE A BÁNYÁSZAT ÉS KÖRNYEZET HARMÓNIÁJÁBAN 34
Mission of the Mining and Geological Survey of Hungary for the harmonisation of mining and environment
Zelei Gábor

MINLEX – TANULMÁNY A NYERSANYAGKUTATÁS ÉS KITERMELÉSÉNEK ENGEDÉLYEZTETÉSÉRŐL AZ EU-BAN 37
MINLEX – a study on mineral exploration and extraction permitting in the EU
Mádai Ferenc, Hámor Tamás

MŰHOLDAS HELYMEGHATÁROZÁSSAL A KÜLSZÍNI BÁNYÁK MÉLYÉN 40
Satellite positioning in the depth of open-pit mines.
Gombás László

3D PONTFELHŐ TECHNOLÓGIA A BÁNYAMÉRÉSBEN 43
3D point cloud technology in mine surveying
Sáfár Tamás

A BVH KFT. MECSEKI KÖRNYEZETVÉDELMI BÁZISÁNAK TEVÉKENYSÉGE 46
The activity of the BVH Ltd. Mecsek Environmental Station
Németh Gábor

SUGÁRVÉDELEM ÉS MONITORING AZ EGYKORI MECSEKI URÁNBÁNYÁSZAT TERÜLETÉN .. 49
Radioprotection and monitoring at the former Mecsek Uranium mining area
Várhegyi András

KŐBÁNYÁSZAT VS. BARLANGVÉDELEM 52
Quarrying vs. protection of caves
Leél-Őssy Szabolcs

A FÖLDTUDOMÁNYOK KIHÍVÁSAI AZ ENSZ FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSI CÉLOK (2016-2030) TELJESÍTÉSE ÉRDEKÉBEN 55
Earth Sciences Challenges to Realise the UN Sustainable Development Goals (2016-2030)
Kiss Éva, Mika János

ANDEZITBÁNYA MEDDŐHÁNYÓINAK TÁJBAILLESZTÉSE VILÁGÖRÖKSÉGI KÖRNYEZETBEN 59
Landscape reclamation of andesite spoil heaps in a world heritage site
Csima Péter, Kertész Botond, Módosné Bugyi Ildikó

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS EGÉSZSÉG – A MAGYAR LAKOSSÁG SÉRÜLÉKENYSÉGE A HŐHULLÁMOKKAL SZEMBEN 63
Climate Change and Health – Vulnerability of the Hungarian Population due to Heat Waves
Uzzoli Annamária

A HELEMBAI-HEGYSÉG REJTÉLYES ÜREGEI 66
Mysterious caves of Burda Hills
Szeberényi József , Balogh János, Kis Éva, Viczián István

DUNA ÉS TISZA MENTI SÜLLYEDÉK TERÜLETEK VIZSGÁLATA 69
Investigation of depression areas along the Danube and Tisza Rivers
Kis Éva, Schweitzer Ferenc

A HÓDMEZŐVÁSÁRHELYI 47-ES ÉSZAKI ELKERÜLŐ ÚT ÉPÍTÉSE KÖRNYEZETÉBEN BEKÖVETKEZŐ FELSZÍNI FORMAVÁLTOZÁSOK VIZSGÁLATA 74
IInvestigating the geomorphological impact of the Hódmezővásárhely northern by-pass (no 47) under construction
Kis Éva, Lóczy Dénes, Schweitzer Ferenc, Viczián István, Szeberényi József, Balogh János

A PARTFALMOZGÁSOK ÉS A GEOMORFOLÓGIA KAPCSOLATA A DUNA KULCS ÉS DUNAÚJVÁROS KÖZÖTTI MAGASPARTJÁNAK TERÜLETEIN 79
Geomorphological features and landslides on the Danube's bluff between Kulcs and Dunaújváros
ifj. Viczián István, Balogh János, Kis Éva, Szeberényi József

A TELEMEDICINA TÉRRE ÉS TÁVOLSÁGRA GYAKOROLT HATÁSAI ÉS KÖVETKEZMÉNYEI – ESETTANULMÁNY A TELEKARDIOLÓGIA SZEREPÉRŐL 83
The effects and consequences of telemedicine on space and distance – A case study about the role of telecardiology
Bán Attila

PABLS'13 ÉS '15: HATÁRRÉTEG-MÉRÉSI PROGRAM SZEGEDEN 86
PABLS'13 and '15: boundary layer measurement campaigns in Szeged
Weidinger Tamás, Salavec Péter, Bíróné Kircsi Andrea, Bordás Árpád, Bottyán Zsolt, Bozóki Zoltán, Cuxart Rodamilans Joan, Gyöngyösi András Zénó, Horváth Gyula, Istenes Zoltán, Józsa János, Nagy Zoltán, Simó Diego Gemma, Szabó Zoltán Attila, Torma Péter, Tordai Ágoston Vilmos, Wrenger Burkhard

CSAPADÉKSZIMULÁCIÓ MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA HIDROLÓGIAI MODELL FELHASZNÁLÁSÁVAL 91
The analysis of the reliability of precipitation simulations using a hydrological model
Kis Anna, Pongrácz Rita, Szabó János Adolf, Bartholy Judit

A REGCM4.5 REGIONÁLIS KLÍMAMODELL TESZTELÉSE 94
Test simulations of the RegCM4.5 regional climate model
Kalmár Tímea, Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita

TÁVKAPCSOLATI RENDSZEREK HATÁSA A KÁRPÁT-MEDENCE TÉRSÉGÉRE 98
The effects of teleconnection patterns on the Carpathian Basin
Kristóf Erzsébet, Bartholy Judit, Pongrácz Rita

BARLANGKLIMATOLÓGIAI MÉRÉSEK A BUDAI-TERMÁLKARSZTON 101
Cave-climatological measurements in the Buda Thermal Karst
Weidinger Tamás, Virág Magdolna, Tordai Ágoston Vilmos, Lukács Dávid, Leél-Őssy Szabolcs, Mindszenty Andrea

A VÁROSI HŐSZIGET HATÁS NAPI MENETÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE BUDAPESTI HELYSZÍNI MÉRÉSEK ALAPJÁN 107
Comparisonal analysis of the urban heat island effect using in-situ measurements in Budapest
Incze Dóra, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit

VÁROSKLÍMA ÉS VÖLGYKLÍMA HATÁSOK EGYÜTTES MEGFIGYELÉSE EGERBEN 109
Mutual urban and valley climate observations in Eger
Csabai Edina, Mika János, Rázsi András, Szegedi Sándor

TALAJNEDVESSÉG MONITORING ADATOK 3 DIMENZIÓS NUMERIKUS MODELLEZÉSE ARCGIS KÖRNYEZETBEN 113
3D numeric modelling of soil moisture monitoring data in ArcGIS platform
Hervai András, Czigány Szabolcs, Nagy Gábor, Halmai Ákos, Pirkhoffer Ervin

A FÖLDTUDOMÁNYI OKTATÁS TÖRTÉNETE A JUBILÁLÓ PÉCSI EGYETEMEN 116
The history of geoscience education at the Jubilee University of Pécs
Dövényi Zoltán

A PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM NEMZETKÖZI KAPCSOLATAI ÁZSIÁBAN 120
The Scientific Connection and Intercommunication between the University of Sciences and Asia
Bárdi László

AZ ÁLTALÁNOS- ÉS KÖZÉPISKOLAI FÖLDRAJZOKTATÁS JELENLEGI HELYZETE ÉS JELENTŐSÉGE A ROKONTUDOMÁNYOK FELSŐFOKÚ KÉPZÉSÉNEK MEGALAPOZÁSÁBAN 122
The current situation of the primary and secondary school level geography education and its significance in the foundation of the related scientific fields in the higher education studies
Hevesi Attila

A FÖLDRAJZTUDOMÁNY AXIÓMARENDSZERE 124
Axiomatic System of Geography
Vadas Gyula

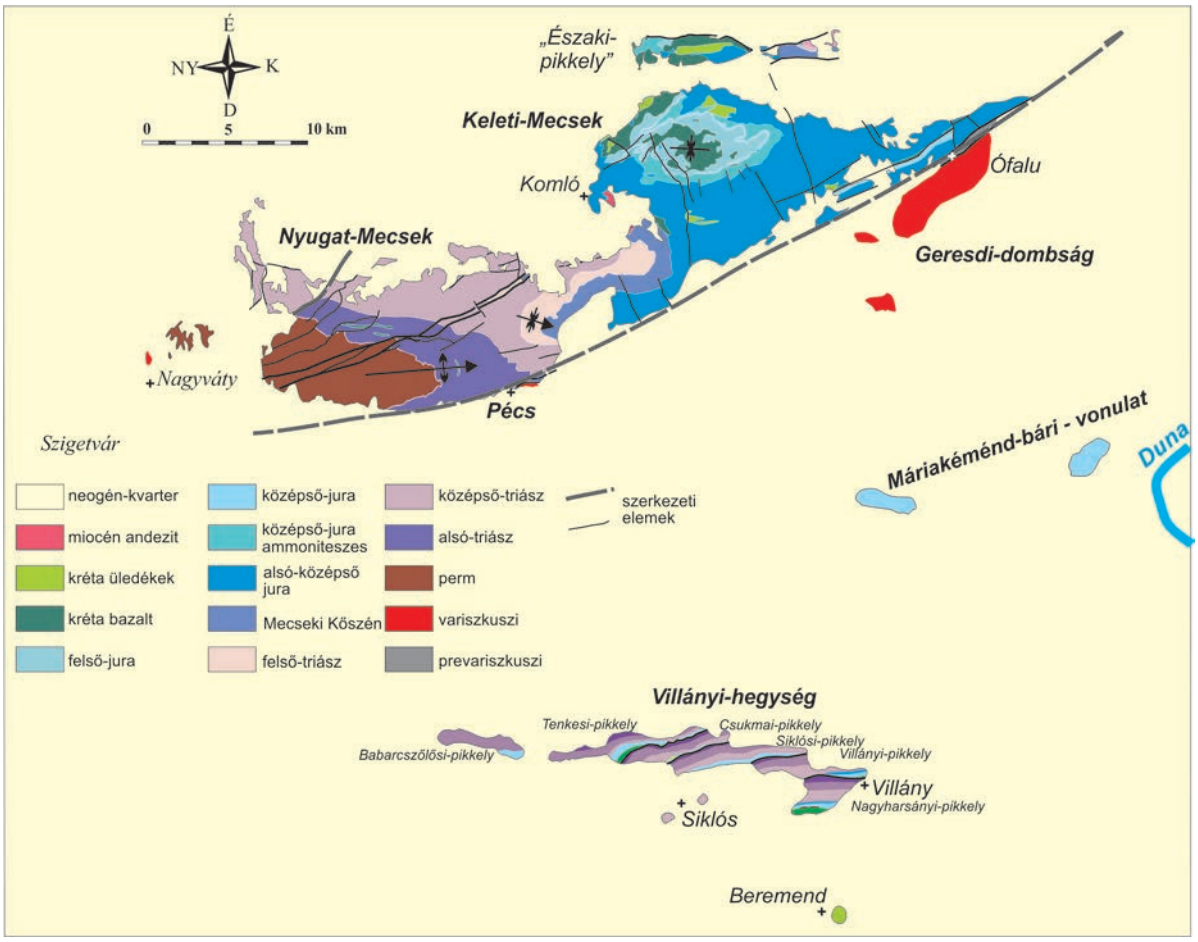
A TÁJSZEMLÉLET FELEKEZETI ASPEKTUSAI A KÖZÉPKORI ÉS KORA ÚJKORI MAGYARORSZÁGON 127
Denominational Aspects of Landscape Approach in the Middle and Early Modern Age in Hungary
Pete József

A REFORMÁCIÓ TERMÉSZETSZEMLÉLETE 131
View of nature in the Reformation
Viczián István

DK-DUNÁNTÚL FÖLDTANA
Geology of SE Transdanubia

Konrád Gyula
Geológus Kft.
konradgyula@t-email.hu

A DK-Dunántúl (1. ábra) a Tiszai-főegységhez tartozik, azon belül a Mecsek-Szolnoki és az arra tolódott Villány-Bihari takarók része. A Mecsek és a Villányi-hegység között, a Máriakéménd-bári vonulatban átmeneti jellegű perm-mezozoos rétegsor ismert. Ezt a három kifejlődési egységet elkülönítve mutatja be a 2. ábra.



1. ábra. A DK-Dunántúl földtani térképvázlata

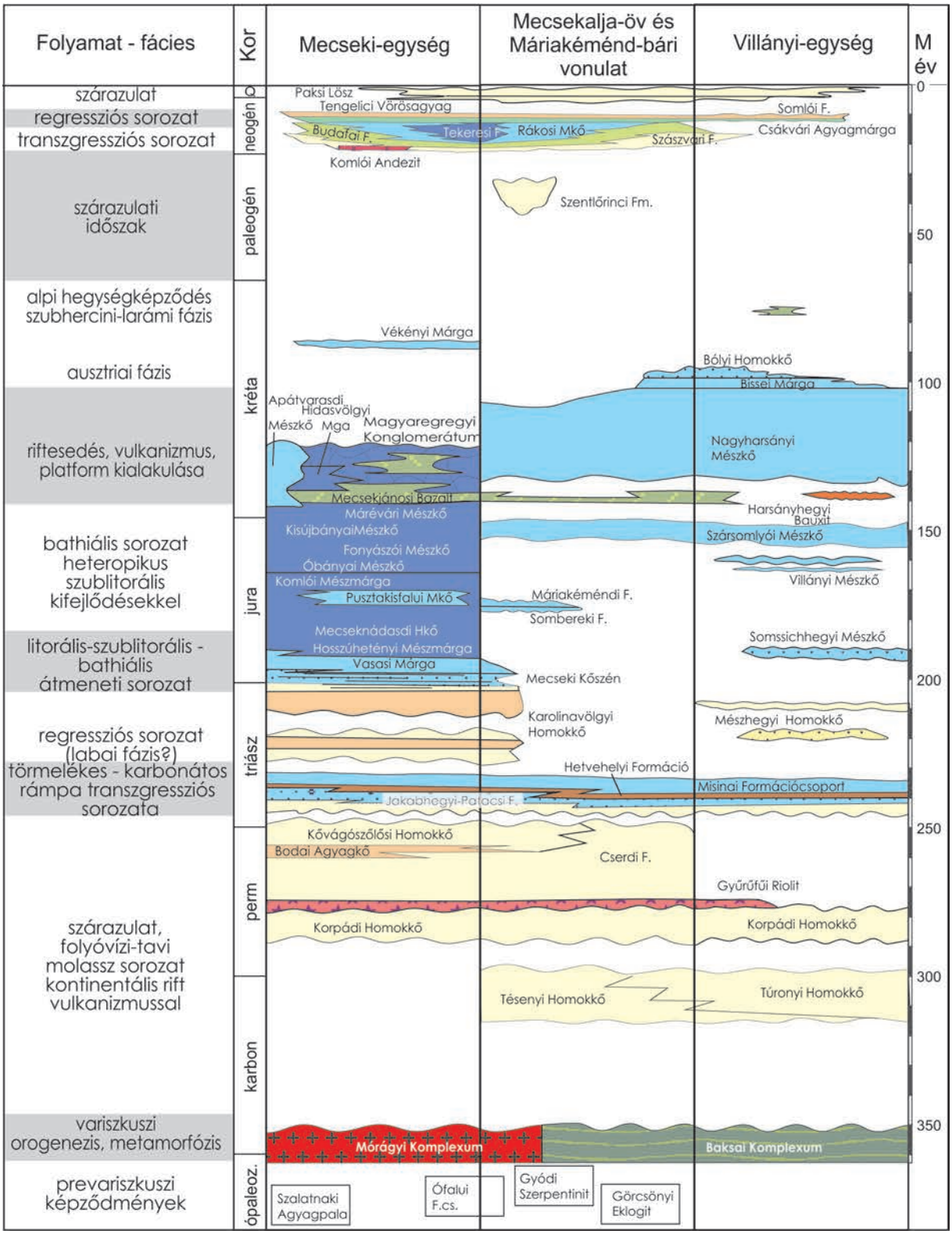
A Tiszai főegység fejlődéstörténetének fő szakaszait (Császár 2005) a vizsgált területen a következőképpen határozhatjuk meg (Konrád et al. 2010 nyomán, módosítva, l. a 2. ábrán):

1. Prevariszkuszi üledékképződés (ópaleozoikum)

A prevariszkuszi képződmények a közepes metamorfózist szenvedett környezetben alacsony metamorfózison átesett, kis kiterjedésű takaróroncsokként fordulnak elő (Szederkényi 1998).

2. Variszkuszi hegységképződés (kora-karbon)

A terület kristályos aljzatát felépítő képződményeket a Mórágyi és a Baksai Komplexumba soroljuk. A Mórágyi Komplexum a variszkuszi hegységképződés alsó-karbon, szudétai szakaszában, 330–350 millió éve alakult ki, jellemzően monzogránit. A Mecsekalja diszlokációs övben tektonikus megabreccsát alkotó fillit, mészkő, gneisz, metahomokkő, amfibolit, metavulkanit és szerpentinit az Ófalui Formációcsoportot alkotja (Szederkényi 1976). A Baksai Komplexumban három metamorf fázis mutatható ki, amelyek csillámpala, gneisz, márvány, eklogit és szerpentinit képződését eredményezték (Szederkényi 1998).



2. ábra. DK-Dunántúl fejlődéstörténetének legfontosabb eseményei és képződményei (Konrád et al 2010 nyomán, módosítva)

3. *Kontinentális molassz üledékképződés (karbon – kora-triász) kontinentális rift vulkanizmussal (kora-perm)*

A variszkuszi hegységképződés kollíziós időszakában, a késő-karbonban már megindult a kontinentális molassz üledékképződés (Tésenyi, Túronyi Formáció). Ehhez a sorozathoz tartozik a permi folyóvízi Korpádi, Cserdi és Kővágószőlősi Formáció, utóbbiak egy szárazabb időszakban keletkezett playa üledéket, a Bodai Agyagkövet fognak közre, azzal részben heteropikus kifejlődésben. Közben kontinentális rift jellegű riolitvulkanizmus (Fazekas et al. 1981) zajlott (Gyűrűfűi Riolit).

4. Passzív kontinensperem, egyenletes törmelékes, majd karbonátos rámpa időszak (alsó- és középső-triász)

A terület folyamatosan süllyedt, ahogy a felnyíló új óceánág, a (Neo)Tethys nyugat felé terjeszkedett és kialakította Európa új déli peremét (Haas, Péró 2004). A kora-triászra jellemző az egyre finomabb szemű törmelék lerakódása a kezdetben folyóvízi, majd az azt fokozatosan felváltó, csatornákkal szabdalt árapályövi síksági környezetben (Barabás, Barabás-Stuhl 2005). A Jakabhegyi Homokkő felett a Patacsi Aleurolit anyaga rakódott le, majd a szárazabbá váló klímán megjelent a szebka fácies (Hetvehelyi Formáció), amit a vihar uralta karbonátos rámpa (Török 1998) fejlődött ki (Misinai Formációcsoport).

5. A self tagolódása, regresszió (késő-triász – kora-jura)

A karbonátos sorozat felső részében és fedőjében megjelenő változatos, heteropikus kifejlődések (Templomhegyi Dolomit, Kantavári Mészmárga, onkoidos rétegek) a self tagolódását és a regresszió kezdetét jelzik. A késő-triászban a terület lepusztuló szárazulattá vagy kontinentális üledékgyűjtővé vált (Karolinavölgyi Homokkő).

6. Átmeneti időszak a szárazföldi üledékképződéstől a mélytengeri kifejlődésig

A mai Mecsek déli szegélyén félárok fejlődött ki (Nagy 1969), északról dél felé jelentősen kivastagodó törmelékes rétegsorral (Mecseki Kőszén). Ezalatt a déli oldalon kiemelt helyzetben maradt korábbi karbonátos rétegsor lepusztulásnak indult, és a villányi-hegységi területen vékony, hézagos rétegsorú, sekélytengeri-szárazulati homokkő rakódott le (Mészhegyi Homokkő). Az eltérő folyamat kezdete a két terület elkülönülő fejlődésmenetének, ami a teljes jura időszakra és kora-kréta korra jellemző maradt.

7. Gyors süllyedés, bathiális üledéksor (jura – kora-kréta)

A kora-jura végétől a Tethys körüli területen intenzív riftesedés folyt. A Pennini-óceán felnyílásával mikrolemezek szakadtak le az európai kontinensről, ezek közé tartozott a Tiszai-egység is. Miközben az új óceánághoz közelebbi mecseki terület olyan gyors süllyedésnek indult, hogy az üledékképződés nem volt képes azzal lépést tartani, és kétezer méteres vízmélység is kialakult a medencében, tőle délebbre hosszú üledékhiányos időszakok váltakoztak a sekélytengeri környezetben folyó, lassú üledékképződéssel.

8. Riftesedés, bazaltvulkanizmus, platform kialakulása (kora-kréta)

Az alegységek közötti különbség a kréta időszak elején is fennállt. Miközben a mecseki zóna bazaltvulkánján atollok épültek (Császár, Turnsek 1996), addig a villányi területen karsztosodott a szárazra került Szársomlyói Mészkő felszíne és karsztbauxit halmozódott fel (Nagyharsányi Bauxit). A villányi karbonátplatform épülése folytatódott (Nagyharsányi Mészkő), majd a Bissei Márga és a flis jellegű Bólyi Homokkő lerakódása jelentős változásra utal: a kompressziós tektonika által létrehozott takarófrontok előterében, a megsüllyedt medencében rakódtak le (Császár 2004).

9. Gyűrődés, takaróképződés, kiemelkedés (kora-kréta vége – késő-kréta)

Az alpi tektonikai ciklust az ausztriai fázis vége, majd a larámi és a szubhercini fázis hatása képviseli. Az ötezer métert meghaladó vastagságú perm – mezozoos rétegsor meggyűrődött és kiemelkedett.

10. Lepusztuló hegység (késő-kréta – kora-miocén), intramontán molassz üledékképződés (paleogén)

Turonnál fiatalabb kréta képződmények nem ismertek a területen. Paleogén molassz üledékeket három fúrásban sikerült kimutatni (Szentlőrinci Formáció, Wéber 1985).

11. Szinrift időszak, transzgresszió (kora- és középső-miocén)

A Pannon-medence kialakulása a Magura-óceán aljzatának szubdukciója során az óceáni lemez hátrálására bekövetkező extenziós medencefejlődéssel, riftesedéssel kezdődött (Horváth et al. 2006). A kora szinrift fázis idején kialakuló árkokban folyóvízi üledékképződés indult meg (Hámor et al. 2001) (Szászvári Formáció). A tágulásos folyamatokat intermedier vulkanizmus kísérte (Mecseki Andezit). A bádeni korszak végére a változatos üledékképződési térszínen fogazódtak össze a folyóvízi (Szászvári Formáció), a deltafront, a partszegélyi és sekélytengeri

(Budafai Formáció), valamint a neritikus (Tekeresi Slír, Szilágyi Agyagmárga) képződmények (Barabás et al. 1996). Az üledékes sorozatban három tufaszintet lehet elkülöníteni (Gyulakeszi Riolittufa, Tari Dácittufa és Galgavölgyi Riolittufa).

12. Posztrift fázis, regresszió, tavi üledékképződés (késő-miocén – kora-pliocén)

A Paratethys középső medencéjének lefűződésével jött létre a Pannon-tó. Az É-ÉNy felől előrenyomuló deltavidék 6,5-7 millió évvel ezelőttre feltöltötte a tavat, a terület szárazulattá vált (Magyar et al. 1999).

13. A Pannon-medence inverziójához kapcsolódó kiemelkedés, szárazulattá válás (késő-pliocéntől)

A Kárpát-medencében általános süllyedést és tágulásos tektonikát Dél-Dunántúlon a késő-pannóniai első felében váltotta fel a ma is jellemző kompresszió, ami a hegységperemi üledékek felgyűrődésében és feltolódásos deformációjában, eróziójában, a hegységek emelkedésében nyilvánult meg.

Irodalom

- Barabás A., Máthé Z., Hámos G. 1996: A nyugat-mecseki neogén részletes vizsgálata., OTKA pályázat zárójelentése. Kézirat.
- Barabás, A. — Barabás-Stuhl, Á. 2005. Geology of the Lower Triassic Jakabhegy Sandstone Formation, Hungary, SE Transdanubia. Acta Geologica Hungarica, 48 (1), pp. 1-47.
- Császár, G. — Turnšek, D. 1996: Atoll-like vestiges in the Lower Cretaceous of the Mecsek Mountains. Hungary. Cretaceous Research 17, pp. 419-442.
- Császár G. 2005: Magyarország és környezetének regionális földtana, I. Paleozoikum-paleogén. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 328 p.
- Fazekas, V., Majoros, Gy., Szederkényi, T. 1981: Late Paleozoic subsequent vulcanism of Hungary. Newsletter of IGCP Project No 5 3 (Padova).
- Haas, J., Péró, Cs. 2004: Mesozoic evolution of the Tisza Mega-unit. International Journal of Earth Sciences 93, pp. 297–313.
- Hámor, G., Pogácsás, GY., Jámbor, Á. 2001: Paleogeographic/structural evolutionary stages and the related volcanism of the Carpathian–Pannonian Region. Acta Geologica Hungarica, Hungary, Budapest 44/2–3 (2001), pp. 193–222.
- Horváth, F., Bada, G., Szaphián, P., Tari, G., Ádám, A., Cloething, S. 2006: Formation and deformation of the Pannonian basin: Constraints from observational data. In: Gee, D.G., Stephenson, R.A., (eds): European Lithosphere Dynamics, Geological Society, London, Memoirs, 32, pp. 191-206
- Konrád Gy., Sebe K., Halász A., Halmai Á. 2010: A Délkelet-Dunántúl földtani fejlődéstörténete – recens analógiák. Földrajzi Közlemények 134. 3. pp. 251-265.
- Magyar, I. — Geary, D. — H., Müller, P. 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 147, pp. 151-167.
- Szederkényi, T. 1976: Paleozoic magmatism and tectogenesis in Southeast Transdanubia. Acta Geol. Acad. Sci. Hung. 18/3-4, pp. 305-313.
- Szederkényi T. 1998: A Dél-Dunántúl és az Alföld kristályos aljzatának rétegtana. - In: Bérczi I. — Jámbor Á. (szerk): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. Mol Rt. és a MÁFI kiadványa, Budapest, 93-106.
- Török, Á. 1993: Storm influenced sedimentation in the Hungarian Muschelkalk. In: Hagdorn, H., Seilacher, A.: Muschelkalk Schöntaler Symposium 1991. Stuttgart, Korb (Goldschneck), pp. 133-142.
- Wéber B. 1985: Paleogén rétegek Szigetvár környékén – Földtani Közlöny 115. 1, pp. 1-21.

MÓRÁGYI GRANITOIDOK ÖSSZEHASONLÍTÓ U-PB KORMEGHATÁROZÁSA CIRKON KRISTÁLYOKON

Comparative U-Pb geochronology of granitoids in the Mórágy Subunit, Hungary based on zircon crystals

Kis Annamária [1], Weiszburg Tamás [1], Dunkl István [2], Friedrich Koller [3], Váczi Tamás [1], Buda György [1]

[1]Ásványtani Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

[2]Dept. of Sedimentology and Environmental Geology, University of Göttingen

[3]Dept. of Lithospheric Research, University of Vienna

[1]annamari.kis@gmail.com

Abstract

Based on laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) studies of carefully pre-selected zircon crystals we refined the genetic picture of Mórágy Subunit (Hungary) and its correlation with Rastenberg Pluton (Austria) for a better paleotectonic reconstruction of the Variscan plutonic rocks across Europe.

The current presentation focuses on the identification and clarification of geological processes based on their preserved imprints in zircons texture from the two intrusions. Zircon (Zr[SiO4], tetragonal) is the most suitable mineral for U-Pb age determination. Nevertheless, due to their frequent internal inhomogeneity we can not ignore the complex textural and structural examination of zircon crystals before reliable dating.

The LA-ICP-MS analysis was performed on 120, texturally and structurally fully mapped zircons. Out of the 313 measured spots 190 gave concordant date, suitable for the determination of crystallization age of plutons, while 45 slightly discordant data sets could be used for dating the overprinting events.

The concordant ages of the granitoid (host) rocks are the same in both intrusions. The two other rock types (mafic enclaves, hybrid rocks) from Mórágy gave the same age, indicating in situ unmixing for genetical relationship of three rock types. Zircons from two localities show bimodal age distribution (Mórágy: 345.9 ± 0.95 Ma and 335.6 ± 0.74 Ma; Rastenberg: 345.4 ± 3.5 Ma and 333.2 ± 4.8 Ma). These ages were invariant for zircon morphology, zircon primary texture types as well as for rock types. The results confirm the continuous crystallization of both plutons through a long time interval (ca. 10 Ma). The slightly discordant age data (Rastenberg (268 ± 19 Ma) Mórágy (115 ± 48 Ma)) show, that the overprinting effect reached the two plutons in different time.

Keywords: Variscan granitoids, zircon, U-Pb dating, concordant age, discordant age

1. Bevezetés

Munkánk célja a mórágyi granitoidok (Magyarország) genetikájának részletes rekonstrukciója, valamint a vele rokon rastenbergi (Ausztria) granitoidok eredetének összevetése. Kutatásunk illeszkedik az Európa-szerte előforduló K-Mg-dús variszkuszi granitoidok („durbachit") keletkezésének vizsgálatába.

Az 1960-as évektől kezdődően több ásványon, számos módszer segítségével történtek geokronológiai célú vizsgálatok a mórágyi granitoidokon, amelyek néhány alapkérdést, például a variszkuszi besorolást sikerrel megválaszoltak. Több fontos kérdés azonban nyitva maradt az intrúzió fejlődéstörténetét illetően. Nevezetesen a fő kőzet (granitoid) és a benne elhelyezkedő mafikus zárványok genetikájának tisztázása, illetve a területet ért felülbélyegző hatások időbeni lehatárolása. Az e kérdések megválaszolására tett korábbi kísérleteket elemezve úgy ítéltük meg, hogy a sikeres válaszadás kulcsa az U-Pb kormeghatározás időfelbontásának javítása lehet.

2. Geológiai háttér és petrográfia

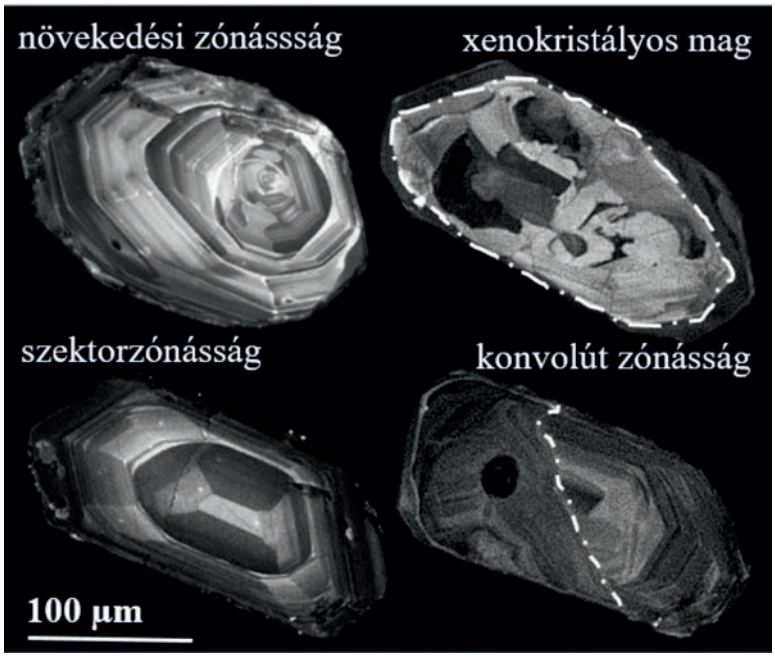
A Mg-K gazdag granitoidokban („durbachit") előforduló mafikus zárványok genetikájának vizsgálata egész Európában (Vogézek, Fekete-erdő, francia Központi-hegyvidék, Közép- és Dél-Bohémiai Masszívum, Ibériai-félsziget, Korzika) igen nagy múltra tekint vissza.

Mindkét kutatási területünk a Moldanubikumi zóna tagjai közül kerül ki. A dél-magyarországi mórágyi intrúzió, mely része a Tiszai Nagyszerkezeti Egységnek, egyben a DK-Bohémiai Masszívum, tektonikailag különálló eleme is (Kovács et al. 2000). Míg a rastenbergi intrúzió, a Dél-Bohémiai Masszívum részeként, Észak-Ausztria területén foglal helyet (Klötzli és Parrish 1996).

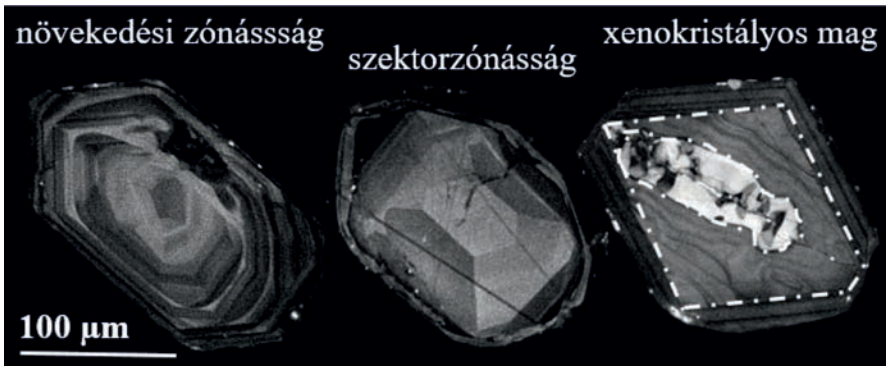
A vizsgált területen háromféle kőzettípus bukkan felszínre, melyek geokronológiai munkánk alapját is képezték: mikroklin-megakristályos granitoid, mafikus zárvány, illetve a kettő határán megjelenő hibrid kőzet. Az elemzett kőzetek az I-típusú (metalumíniumos) granitoidok csoportjába tartoznak (Buda et al. 1999; Gerdes et al. 2000; Király és Koroknai 2004).

3. Cirkonok U-Pb geokronológiai célú szöveti és szerkezeti elővizsgálata

A válogatott cirkonkristályok szöveti (zonáció) megfigyeléseit pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) segítségével készített visszaszórt elektron képek (BSE) és katódlumineszcens képek (CL) elemzése során végeztük el. A cirkon szövetek között elsődleges (növekedési zónásság ± xenokristályos mag, szektor zónásság) és másodlagos (konvolút zónásság) típusokat is azonosítottunk (1. és 2. ábra). Az előbbieket mind a két területen, míg az utóbbit – esetleg a ritka előfordulásból és a rastenbergi cirkonok kis mintaszámából adódóan – egyelőre csak a mórágyi granitoidok cirkonjai között észleltük. Előzetes megfigyeléseink alapján azt várjuk, hogy az elsődleges, növekedési szöveti típusok korhatározása fogja adni a magmás kristályosodás korát.



1. ábra. Mórágyi cirkonok szöveti típusai (CL képek)



2. ábra. Rastenbergi cirkonok szöveti típusai (CL képek)

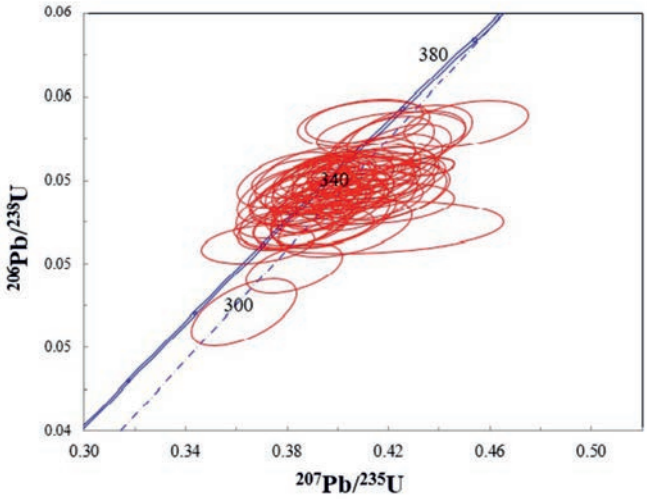
Raman spektroszkópiai vizsgálatok alapján a cirkon zónák szerkezeti állapotát a v_3 (SiO_4) rezgési sáv félértékszélessége alapján három kategóriába soroltuk: (Nasdala et al., 1995): 1. jól kristályos (<5 cm^{-1} FWHM), 2. átmeneti (5–15 cm^{-1} FWHM), 3. metamikt (>15 cm^{-1} FWHM). Az elővizsgált cirkonok között mind a három típus megjelenik. A szerkezeti heterogenitás kiküszöbölésére az erősen sugárkárosodott (metamikt) zónákat kizártuk a korolásra szánt területekből. Ezek a zónák a kőzeteket ért utólagos geológiai folyamatok által vezérelt fluidumaktivitással szemben (Putnis, 2009) kevésbé ellenállóak, így Pb-vesztettek is lehetnek, ezáltal torzíthatják az U-Pb korhatározás adatait, rontva ezzel a geológiai szempontból stabilnak vélt adatok statisztikáját és értelmezhetőségét.

4. U-Pb geokronológia

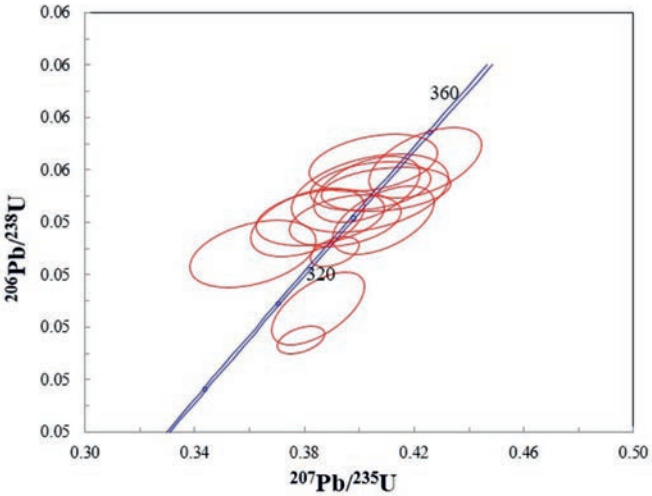
4.1. Konkordáns korok

Az ily módon elővizsgált cirkonokon LA-ICP-MS segítségével 313 pontelemzést végeztünk. A cirkonok a mórágyi granitoidok esetén az összes kőzettípusból (granitoid (99), mafikus zárvány (39), hibrid kőzet (35)), míg a rastenbergi granitoidok esetén – a jobb korreláció érdekében – csak a nagy tömegben előforduló granitoid, fő kőzetből (17) kerültek ki. 190 konkordáns (x > 10%) koradatból az intrúziók eredetére kaptunk választ.

A mórágyi (3. ábra) és rastenbergi granitoidok (4. ábra) cirkonjainak konkordáns, egy populációra számolt koradatai egyezést mutatnak, igazolva ezzel, hogy a két intrúzió kialakulása egy időben zajlott.



3. ábra. Mórágyi granitoidok kristályosodási kora (konkordiakor): 339,6 ± 4 millió év, MSWD: 1,4



4. ábra. Rastenbergi granitoidok kristályosodási kora (konkordiakor): 344,1 ± 4 millió év, MSWD: 1,7

A mórágyi intrúzió esetén a különböző kőzetek azonos kora a korábban geokémiai (Király és Koroknai 2004) és geokronológiai (Koroknai et al. 2010) vizsgálatok alapján felmerült magmakeveredés elméletét támasztja alá.

Tovább értékelve a két területről származó koradatokat, két populációra számolt statisztikai módszer segítségével (ISOPLOT UNMIX), részben átlapolódó, Gauss-eloszlást mutató sűrűségfüggvényeket kaptunk. Ezek bimodális eloszlást mutatnak, mely kőzettípustól, cirkonmorfológiától, cirkonszövettől egyaránt függetlenül jelentkezik. Az eloszlás hitelességét, külön statisztikai módszert alkalmazva, t-próbával is ellenőriztük. Ennek során nem-egyenlő szórásnégyzeteknél a kétmintás t-próba statisztikája (szignifikancia szint = 0,05) két különálló, hibahatáron belül nem átfedő értéket adott (Mórágy: 345,9 ± 0,95 és 335,6 ± 0,74 millió év; Rastenberg: 345,4 ± 3,5 és 333,2 ± 4,8 millió év) jelezve ezzel, hogy a granitoid intrúziók kristályosodási ideje nem egy adott (geológiai) pillanathoz köthető, hanem időben elhúzódó folyamat.

4.1. Gyengén diszkordáns korok

123 elemzési pontban – a cirkonokat ért utólagos hatások nyomán – diszkordáns koradatokat kaptunk. Közülük a 45 *gyengén* diszkordáns (10% < x < 15%) koradatot geológiailag értelmezhetőnek találtuk, míg a többit, az ólomvesztésből adódó magas diszkordancia miatt, nem. A gyengén diszkordáns koradatok nagyjából azonos számban képviselték a két vizsgált intrúziót (Mórágy: 26, Rastenberg: 19).

Az eredmények szerint a felülbélyegző hatások a két területet már egymástól függetlenül, eltérő időben érték. A rastenbergi granitoidokat már a perm időszakban (268 ± 19 millió év) alakították, míg a mórágyi granitoidok szövetét a kréta időszakban (115 ± 48 millió év) bélyegezték felül.

5. Összefoglalás

Jelen munkánk során összesen 120 cirkonszemcse részletes szöveti és szerkezeti térképezését, illetve U-Pb kormeghatározását végeztük el. A vizsgálatok során a következő eredményekre jutottunk az intrúziók fejlődéstörténetét illetően:

1.) A mórágyi és rastenbergi intrúziók fő (granitoid) kőzeteiből származó cirkonszemcsék konkordáns kora igazolta/alátámasztotta az azonos keletkezési időt.

2.) A mórágyi intrúzió különböző kőzeteiből (granitoid, hibrid, mafikus) válogatott cirkonok konkordáns koradatai megegyeznek. Ez a magmakeverési modell helyességét igazolja az intrúzió kialakulását illetően.

3.) A mórágyi és rastenbergi granitoidok létrejöttéhez köthető konkordáns koradatok bimodális eloszlása jelzi, hogy az intrúziók kőzeteinek megszilárdulása egy hosszabb idő intervallumban, kb. 10 millió éven keresztül zajlott: (Mórágy: 345,9 ± 0,95 millió év és 335,6 ± 0,74 millió év, Rastenberg: 345,4 ± 3,5 és 333,2 ± 4,8 millió év).

4.) A gyengén diszkordáns koradatok alapján megállapítható, hogy az utólagos hatások a két vizsgált területet már eltérő időben érték. A felülbélyegző folyamat kora, a rastenbergi pluton esetén a perm időszakra (268 ± 19 millió év), míg a mórágyi intrúzió esetén a kréta időszakra (115 ± 48 millió év) tehető.

Irodalom

- Buda Gy., Lovas Gy., Klötzli U., Cousen B.I. 1999: Variscan granitoids of the Mórágy Hills (South Hungary). Beihefte zur European Journal of Mineralogy, 11, 21-32.
- Gerdes A., Wörner G., Finger F. 2000: Hybrids, magma mixing and enriched mantle melts in post-collisional Variscan granitoids: the Rastenberg Pluton, Austria. In: Franke W., Haak V., Oncken O., Tanner D. (eds) Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Fold Belt. Geological Society London Special Publications, 179, 415-431.
- Király E., Koroknai B. 2004: The magmatic and metamorphic evolution of the north-eastern part of the Mórágy Block. Annual Report of the Geological Institute of Hungary, 299-310.
- Klötzli U.S., Parrish R.R. 1996: Zircon U/Pb and Pb/Pb geochronology of the Rastenberg granodiorite, South Bohemian Massif, Austria. Mineralogy and Petrology, 58, 197-214.
- Klötzli U., Buda Gy., Skiöld T. 2004: Zircon typology, geochronology and whole rock Sr-Nd isotope systematics of the Mecsek Mountain granitoids in the Tisia Terrane (Hungary). Mineralogy and Petrology, 81, 113-134.
- Koroknai B., Gerdes A., Király E., Maros Gy. 2010: New U-Pb and Lu-Hf isotopic constraints on the age and origin of the Mórágy Granite (Mecsek Mountains, South Hungary). IMA 20th General Meeting, 21–27 August, Budapest, Hungary, Abstracts, p. 506.
- Kovács S., Szederkényi T., Haas J., Buda Gy., Császár G., Nagymarosi A. 2000: Tectonostratigraphic terranes in the pre-Neogene basement of the Hungarian part of the Pannonian area. Acta Geologica Hungarica, 43, 225-328.
- Nasdala L., Irmer G., Wolf D. 1995: The degree of metamictization in zircons: a Raman spectroscopic study. European Journal of Mineralogy, 7, 471-478.
- Putnis A. 2009: Mineral replacement reactions. In: Putirka K.D., Tepley F.J. (eds) Minerals, inclusions and volcanic processes. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, Mineralogical Society of America, Chantilly, 70, 87-124.

BODAI AGYAGKŐ FORMÁCIÓ KŐZETEINEK KŐZETMECHANIKAI VIZSGÁLATA HŐTERHELÉS HATÁSÁRA

The determination for heat effect of the rock mechanical parameters of Boda Claystone Formation

Krupa Ágnes
Kőmérő Kft.
krupaagnes@komero.hu

1. Bevezetés

Magyarországon a korábbi kutatások eredményeiként a nagy radioaktivitású hulladékok elhelyezéséhez a legalkalmasabbnak tartott kőzetkörnyezet a Bodai Agyagkő Formáció (BAF). Emiatt nagyon fontos a kőzetkörnyezet viselkedésének ismerete, a kőzet minősége és szilárdsága, valamint annak változása különböző hatások esetén. Habár a korábbi kutatási programokban széleskörű vizsgálati tervet hajtottak végre, az ezek folyamán megvalósult kőzetmechanikai vizsgálatok nem tartalmazták a formáció szilárdsági tulajdonságainak hőmérsékletfüggő vizsgálatait. Jelen kutatás célja, hogy ilyen szempontból is jellemezze a formációt. A vizsgálat során a korábbi kutatási fázisok fúrómag mintáin kerültek meghatározásra nyomó- és húzószilárdsági értékek a mintákat ért különböző magas hőmérsékletű hőhatások után, majd ezen eredmények kerültek összehasonlításra a légszáraz és a vízzel telített minták esetében mért értékekkel.

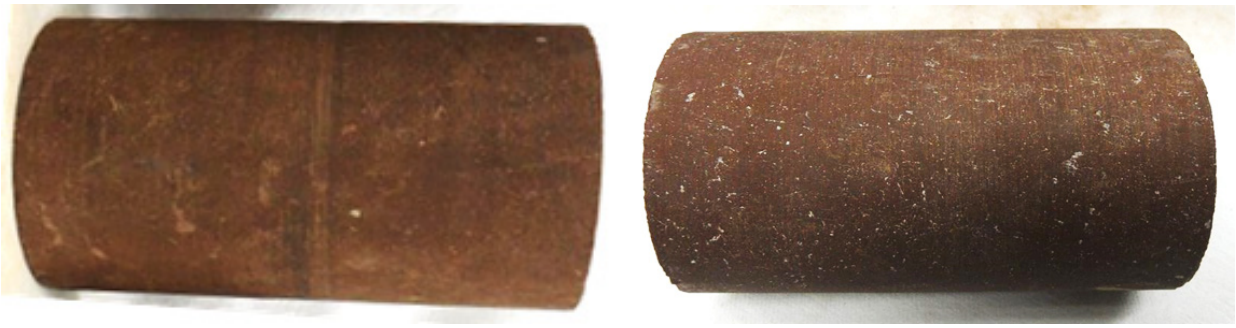
A BAF a Dél-Dunántúl aljzatának jellemző képződménye. Az agyagkő porozitása alacsony (<~5 %), jó vízzáró képességgel rendelkezik duzzadóképes agyagtartalma, valamint az erősen konszolidált nagy testsűrűsége miatt (> 2500 kg/m^3). A BAF minősítésének során elvégzett részletes ásványtani, kőzettani és geokémiai vizsgálatok során agyagkő, aleurolit, homokkő, albitolit és dolomit fő kőzettípusokat, valamint azok között számos átmeneti típust különítettek el [*Barabás & Barabásné 1998, Sebe & Sámson 2006, Árkai et al. 2000, Konrád et al. 2008*]. Az albit jellemzően kötőanyagként lehet jelen több kőzettípusban – akár 50 %-os előfordulással is [*Máthé 1999*].

2. A vizsgált minták

A vizsgálat során felhasznált minták a korábbi években folytatott kutatások fúrómag mintái, melyek az ismert „Alfa vágatból", -2,5° dőlésszöggel mélyített Delta3 elnevezésű fúrásból származnak.

A mintatestek előkészítését, a vizsgálatokat és a méréseket a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, akkor Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékének Anyagvizsgáló Laboratóriumában végeztük el (ma Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék).

A fúrásból kiválasztott minták két nagy csoportra lettek bontva az ásványtani szerkezetük alapján: „albitfészkes minták" és „homogén minták" (1. ábra). A fúrásból származó 31 mintából 92 db mintatest került kialakításra (1. táblázat). A négy mintapopuláción belül a minták még további 5-5 vizsgálati csoportba lettek besorolva: légszáraz, vízzel telített, 10 cikluson keresztül 105°C-on terhelt (4 órás hőn tartás), 300°C-on és 600°C-on terhelt (utóbbiak 6-6 órán keresztül, egyszeri hőn tartással). A kialakított 92 mintatest mindegyikén minden vizsgálat előtt és után mérésre került a mintatestek tömege (a testsűrűség meghatározáshoz) és a longitudinális ultrahang terjedési sebessége, valamint ahol szükséges volt, ott a vizsgálat különböző szakaszaiban is sor került ezek meghatározására.



1. ábra: Egy „homogén" (bal oldali kép) és egy „albitfészkes" (jobb oldlai kép) mintatest.

1. táblázat: A méret és ásványtani szerkezet alapján kialakított mintatestek száma.

Mintapopulációk megnevezése	Mintatestek száma
2:1 méretarányú, homogén	20 db
2:1 méretarányú, albitfészkes	36 db
1:1 méretarányú, homogén	10 db
1:1 méretarányú, albitfészkes	26 db
Összesen:	**92 db**

3. Vizsgálati eredmények

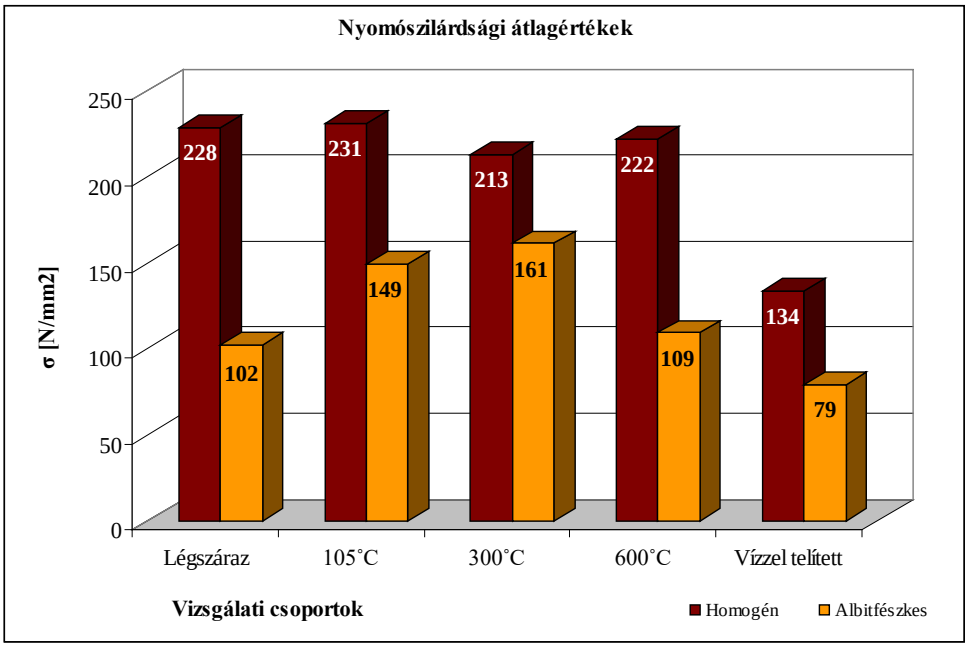
Az összes mintatest testsűrűségének átlaga 2730 kg/m^3 (szórás: 18,54). A 2700 kg/m^3 értéket csupán azon mintatestek nem érték el, melyek a mintatest kialakítása után látható repedéssel rendelkeztek. A homogén és albitfészkes mintatestek közötti átlagos testsűrűség különbsége 8 kg/m^3, így a testsűrűségük közel azonosnak tekinthető.

A mintatestek átlagos ultrahang terjedési sebessége 5,31 km/s. A homogén minták átlagos ultrahang terjedési sebessége 5,57 km/s, míg az albitfészkes mintáké 5,19 km/s. Az átlagostól eltérően magas vagy alacsony értékek mindenképpen valamilyen szerkezeti elváltozásra utaltak: a legalacsonyabb testsűrűségű mintatest az egyik legkisebb ultrahang terjedési sebesség értéket adta, valamint a legmagasabb ultrahang terjedési sebességgel rendelkező minták értékei a legnagyobb húzó- és nyomószilárdsági értékekkel rendelkeztek a vizsgálati csoportjaikon belül.

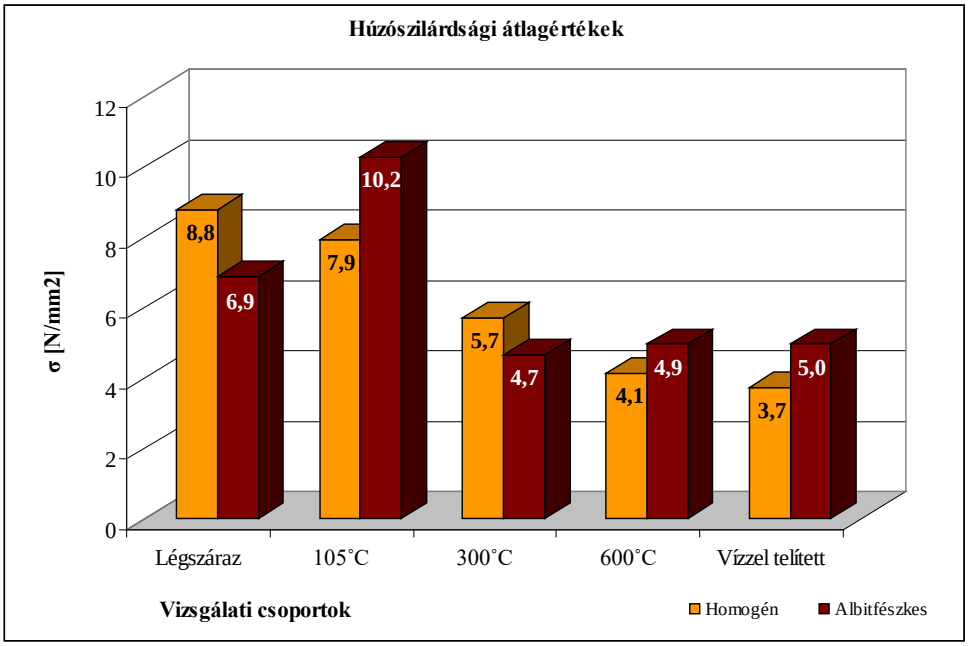
A két csoport kőzeteit összehasonlítva, minden vizsgálati csoport átlag eredményeit figyelembe véve, megállapítható, hogy a homogén összetételű mintatestek nyomószilárdsági értékei magasabbak, mint az albitfészkes minták értékei (*2. ábra*). A legnagyobb eltérés a két kőzettípus nyomószilárdsági értékei között légszáraz állapotban jelentkezik, amikor az albitfészkes mintatestek átlagos nyomószilárdság értéke 55 %-kal alacsonyabb a homogén mintatestek nyomószilárdság értékéhez képest (228 MPa és 102 MPa). A legkisebb eltérés a 300˚C hőterhelést kapott mintatesteknél lépett fel, itt a homogén mintatestek átlag nyomószilárdsága 213 MPa, az albitfészkes mintatesteké pedig 161 MPa, így az eltérés 24 % (*2. ábra*). A húzószilárdsági értékek hasonlóan alakultak, azonban a különböző vizsgálatoktól függően változik mely csoport szilárdsági értékei magasabbak (*3. ábra*). Az eltérések itt kisebb mértékűek, 18-33 % között alakultak.

4. Vizsgálati eredmények értékelése

A három hőterheléses vizsgálati csoportban a testsűrűségek csökkenése a várható módon következett be: magasabb hőmérsékleti terhelés hatására nagyobb testsűrűség csökkenés volt tapasztalható. A vízzel telített mintatestek testsűrűsége enyhén emelkedett, a legnagyobb változás csupán 0,72 m% növekedést jelentett.



2. ábra. A homogén és albitfészkes mintatestek nyomószilárdság átlagértékeinek összehasonlítása a különböző vizsgálati csoportokban.



3. ábra. A homogén és albitfészkes mintatestek húzószilárdság átlagértékeinek összehasonlítása a különböző vizsgálati csoportokban.

Az albitfészkes nyomószilárdsági eredmények – a szakirodalomban fellelhető különböző hőterhelés után kapott szilárdsági értékekhez hasonlóan – a szilárdság változását jól mutatják. A kezdeti, légszáraz állapothoz tartozó nyomószilárdság átlagosan 102 MPa, mely a 105˚C hőterhelés hatására emelkedik 149 MPa értékre, majd 300˚C hőterhelés után eléri átlagosan a 161 MPa-t. A 600˚C hőterhelés után a mintatestek szilárdsági értéke lecsökken, de átlagosan még így is magasabb értéket mutat, mint a kezdeti légszáraz állapotban.

A homogén mintatestek nyomószilárdsági értékei nem mutatják ugyanezt a tendenciát. A homogén minták között a 300˚C hőterhelésen átesett mintatestek nyomószilárdság értékei kis mértékben alacsonyabbak, mint a 600˚C hőterhelést kapott mintatesteké. A homogén minták átlagos nyomószilárdság értékei a különböző hőterhelt vizsgálatok esetében 200 MPa felett maradnak. A vízzel telített mintatestek nyomószilárdsága nagymértékben csökken, a homogén minták esetében majd 100 MPa-lal (50 %). A legalacsonyabb – szerkezeti belső repedés mentén eltört mintatest – értéket számításon kívül hagyva is, az átlag nyomószilárdság 165 MPa lenne, ami még mindig 30 %-os szilárdságvesztést jelent. Az albitfészkes minták esetében a vízzel telített mintatestek szilárdsága a légszáraz állapotéhoz képest 20 %-ot csökken, mely már az agyagkövekre általános értékűnek elfogadható. Mindkét kőzettípus esetében a nyomószilárdsági értékek viszonylag nagy szórást mutatnak, de mindkettőnél a legnagyobb szórása a 105˚C-os ciklikus hőterhelést kapott csoportnak van.

A húzószilárdsági értékek változása eltérő a nyomószilárdsági értékekétől. A homogén minták esetében a húzószilárdsági értékek folyamatos csökkenést mutatnak, minél magasabb hőfokon lett égetve a mintatest, annál kisebb a húzószilárdsága. A vízzel telített homogén mintatestek húzószilárdsága a legalacsonyabb (3,71 MPa), mely változása a légszáraz állapothoz (8,78 MPa) képest közel 60 %-os csökkenést mutatott. Az albitfészkes minták esetében a csökkenés ennek a fele, körülbelül 30 %. Az albitfészkes minták húzószilárdsága a 105˚C-os hőterhelés után kimagasló (10,25 MPa), míg a 300˚C-os hőterhelt minták esetében a legalacsonyabb az érték.

5. Összefoglalás

A BAF minták egyirányú nyomószilárdsága és húzószilárdsága nagymértékben függ a kőzetet alkotó ásványoktól. A homogénnek tekinthető minták légszáraz állapotú átlag 220 MPa nyomószilárdsága csak kis mértékben változik a mintát ért hőhatások után. Azonban ezzel ellentétben, az albitfészkeket tartalmazó agyagkő minták átlagos 100 MPa nyomószilárdsága már a 105˚C-os hőterhelés hatására közel 50 %-kal megnő, ami a 300˚C-os hőterhelés esetében tovább emelkedik újabb 10 %-ot. A víztelített homogén agyagkő nyomószilárdságának csökkenése igen magas, 30 % értékű, míg az albitfészkes mintáké az elvárthoz közelebbi, 20 % értékű csökkenést mutat.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft. és a Mecsekérc Zrt. vezetőségének, hogy a rendelkezésemre bocsátotta a felhasznált fúrómagokat, valamint a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft. vezetőségének a vizsgálatok engedélyezéséért.

Irodalom

- Árkai P., Balogh K., Máthé Z., Demény A., Fórizs I. & Nagy G. 2000. Composition, diagenetic and post-diagenetic alterations of a possible radiactive waste repository site: the Boda Albitic Claystone Formation, southern Hungary. Acta Geologica Hungarica 43/4, 351-378.
- Barabás A. & Barabásné Stuhl Á. 1998. A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. – In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. - MÁFI kiadvány, Budapest, 187-210.
- Krupa Á. 2014: Bodai Aleurolit Formáció kőzeteibe kialakítandó vágatrendszer állékonyság vizsgálata. Diplomamunka, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar
- Konrád Gy., Sebe K., Halász A. & Babinszki E. 2008. Sedimentology of a Permian Playa Lake: Boda Siltstone Formation, Hungary. 25 th IAS meeting of sedimentology. (Bochum). Abstract Book, 1-121.
- Máthé Z. (szerk.) 1999. Ásvány-kőzettani, kőzetgeokémiai és izotóptranszport vizsgálatok. Mecsekérc Zrt. Adattár, Kővágószőlős, 153.
- Sebe K. & Sámson M. 2006: Az Ib-4 számú fúrás földtani dokumentációja. Kézirat, Mecsekérc Zrt. Adattár, Kővágószőlős, 16.

A TOKAJI HEGYSÉGI ZEOLITOS RIOLITTUFÁK (IGNIMBRITEK) KŐZETTANA ÉS VULKANOLÓGIAI FELÉPÍTÉSE.

Zelenka Tibor
Miskolci Egyetem Ásvány-Földtani Intézet
zelenka.tibor@gmail.com

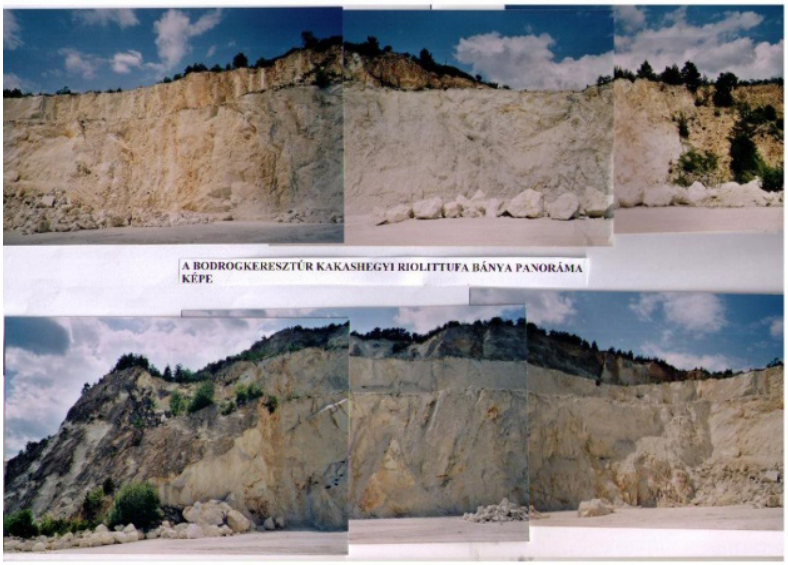
A Tokaji hegység ÉK-i részén Sátoraljaújhely baglyaskai kőtejtőben felsőbádeni riodácittufa van.A hegység DNY-i részén Rátka- Mád-Bodrogkeresztút között alsó- felső szarmata korú, a központi Huták területén Újhuta Flórika forrásnál összesült ignimbrites felsőszarmata riolit ártufa fejtőkben találhatók tömegükben zeolitosodott piroklasztitok.

Kutatás: A Tokaji hegységben több, mint 50éve ismerték fel a trasz tulajdonságú zeolitos riolittufákat - (Mándy T,NemeczE- Varjú Gy. 1963), melyek tömeges zeolit tartalmát röntgen vizsgálatokkal 50 -70 %-ra becsülték.

A terület részletes vizsgálatai **ásványtanilag** a tufákban két fő zeolittípust (**klinoptilolit** és **mordenit**)mutattak ki . (Mátyás 1977) Az **ásványtani** minősítő vizsgálatokhoz a röntgen és termikus mérések mellett az NH4 abszorpció értéke(Papp J.- Mátyás E1979) is irányadó. Az ártufa autohidrotermális hatására az aktív vulkáni üveg alapanyag szilánkjai és horzsakövei szegélye 2-5 μ-os sávban zeolittá alakultak, míg azok belseje agyagásványnyá-krisztobalittá változtak . Így a teljes ártufa-kőzet devitrifikált tömege az üveges alkotók mennyisége függvényében 45-70% zeolit tartalmúvá változott

Kőzettanilag a tufák 90-95%-át vulkáni üvegtörmelékek alkotják, melyben a horzsakövek két típusa (makrocsöves , mikrocsöves) , üvegszilánkok(sarló, táblás) és üveges kötőanyag van. E mellett biotit, kvarc, szanidin, plagioklász kristályok , kristálytöredékek csak 5-6%-t tesznek ki. Ezeken kívűl változó mennyiségben (5-25%) felszakított alaphegységi, mellékkőzet és főleg vörös riolit zárványok és lapillik találhatók. Az összesűlés következtében az üveges cementált kemény kötött szövetű kőzet a zeolittartalom miatt enyhén zöldesfehér színű. Az oxidációs zónában a horzsakövek agyagásványos alkotói elbomlanak és ezért néhol kipreparálódnak a tufavázból, onnan kihullva „darázsköves – lyukacsos" szerkezetet mutatnak. A ma is vízalatt lévő tufás szakaszok szürke,sötétebb zöld árnyalatúak, de tömött szövetűek, a primér zónára jellemzően néhol finomszemű pirittel hintettek.

Vulkanológiailag az egykori riolit dómokból a kezdeti kitöréskor az előtér síkságán többszörösen váltakozva 0,4-2,5-m vastag tufitos alapi torlóár és riolitzárványos felszini torlóár üledékek közel vízszintesen településnek,Ezt követően a freatomagmás kitöréskor a vulkáni lejtők oldalán(Mátsyás E.1977) 20-25°-néhol 37°-al települő 30-80m vastag fekü és saját kőzet zárványos „coignimbrit" breccsás piroklasztárak ,végűl felül 20-40m vastag kristálytörmelékes riolit lapillis összesült piroklasztit árak halmozódtak fel.. Az ignimbrites árak befejezését a hamu-felhő totóár tufitos-kavicsos 1-5m es padjai.

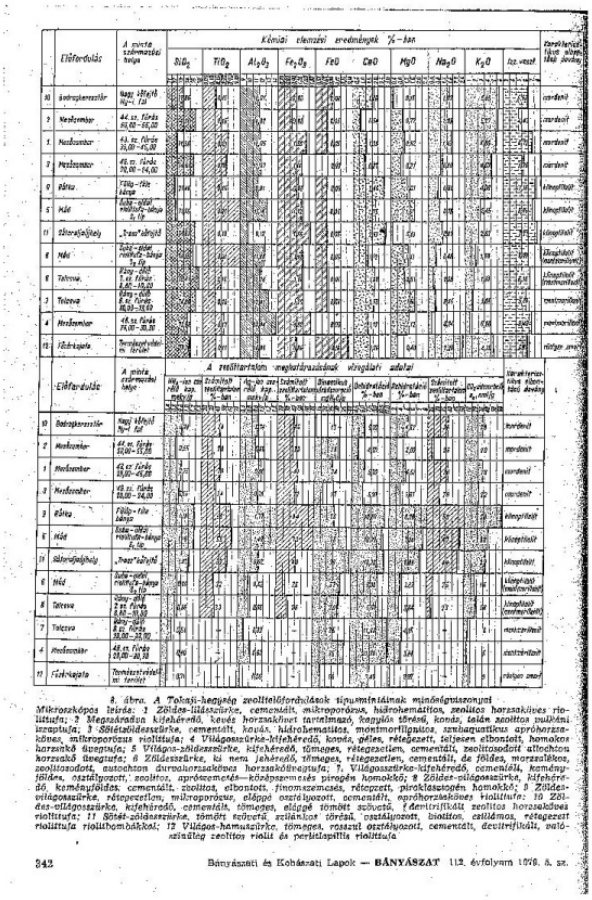


1. ábra. Bodrogkeresztúri Kakas bánya Ny-i fal alul-felül rétegzett torlóár, középen zeolitos ártufa központi tömbje (fotó: Zelenka T. 2009)

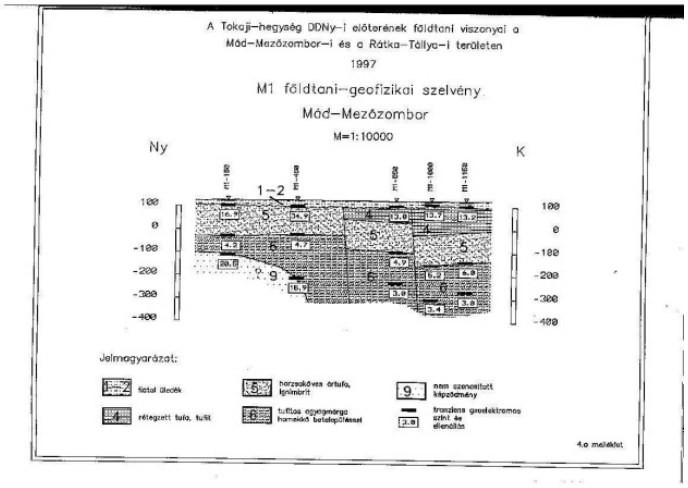
Tektonikailag a Tokaji hegység szubdukciós eredetű idős ÉK-DNY-i , ÉÉK-DDNY/75-85°-os törésekkel és fiatalabb É-D-i és K-NY-i oldalirányú feltolódási síkokkal átjárt erősen összetört ék- szerkezet .E törések szerkezeti metszéspontjai a Tokaji hegység szélén meghatározták a riolitos riodácitos kalderák - lávadómok több ciklusú magma-feláramlási helyét.(Zelenka et al. 2012)

Az eddig földtani –módszerekkel kutatott 13 db lelőhely közül az irodalmi adatok vulkanológiai újra értelmezésével 4 db lelőhely (Bodrogkeresztúr-Kakas, Rátka vasúti bánya, Mezőzombor).

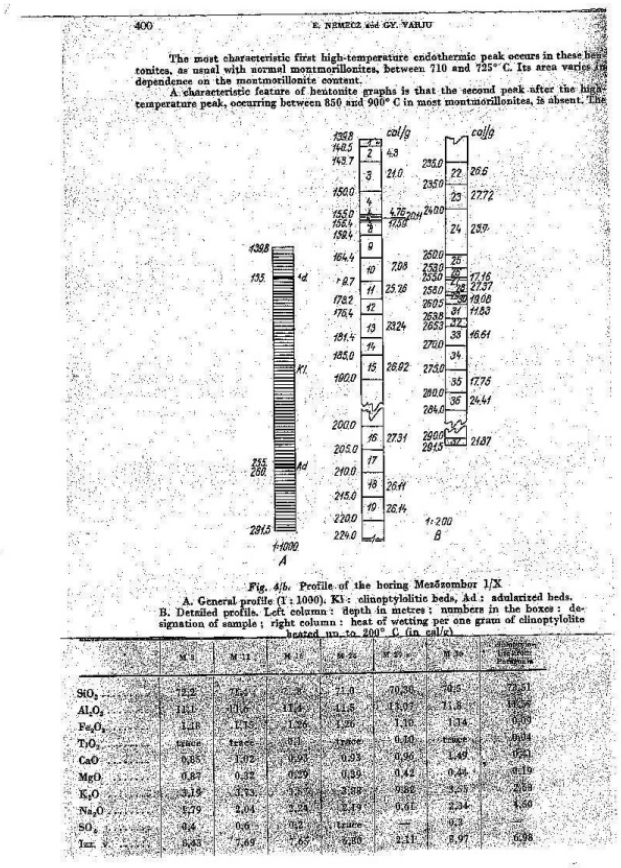
1. fúrás. ÚjhutSpalanyicvölgyközlöm



2.ábra. A Tokajhegységi zeolitos riolitártufák kémiai –ásványtani jellemzői(Mátyás E. 1979)



3. ábra. Mád-Mezőzombori szeizmika földtani értelmezése (4.tufit, 5. zeolitos ártufa,6. szarmataüledék)(Zelenka et al.1997).

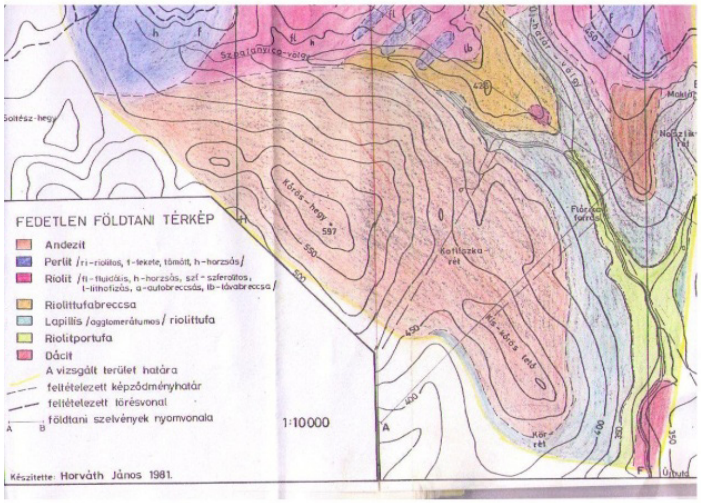


4. ábra. Mezőzombor 1. fúrás zeolitos tufái helyzete, ásvány - és kémiai elemzési adatai (Nemecz E-Varjú Gy.1963.)

Földtani helyzet: A Tokaji hegység DNY-i részén , mintegy 120km²-en fúrásos és bányászati kutatással kimutatott kb 1400m összvastagságú(Zelenka T.1964) 5 db szarmata tufaszint közül 3 tufaszintben, így a II.(Rátka –Koldú, Rátka- vasúti),a III. (Mád –Harcsa, Mezőzombor- Hangács, Bodrogkeresztúr – Kakas) és a IV.(Mád-Suba) tufaszintekben egyenként 100-200m vastag zeolitos riolit ártufa fáciesei ismertek (1-3.ábra).A szarmata korú faunás szigettengeri csökkentsósvízi környezetben felhalmozódott nagyobb alkáliatartalmú riodácitos (a III. tufaszint) durvahorzsaköves riolittufában (Mád Harcsatető, Mezőzombor Hangács, Bodrogkeresztúr- Kakas) főleg **mordenites**, míg a édesvízi kacium hidrokarbonátos tavak (a II. IV. tufaszint) tömör riolitos horzsaköves riolittufában (Rátka – Koldu, -Vasúti kőfejtők, Mád –Suba oldal, Újhuta-Flórikaforrás) főleg **klinoptilolitos** zeolitok szin- epigenetikus (auto-hidrotermális) hatásra képződtek (4.ábra).A szárazulati környezetben felhalmozódott ártufáknak (Szerencs-Feketehegy)alig van zeolit tartalmuk (ZelenkaT.1964, Mátyás E. 1979.). Az egykori szarmata szigettenger tengeri elöntései (transzgressziói, ingressziói) és visszahúzódásai alapján egy azonos ignimb-

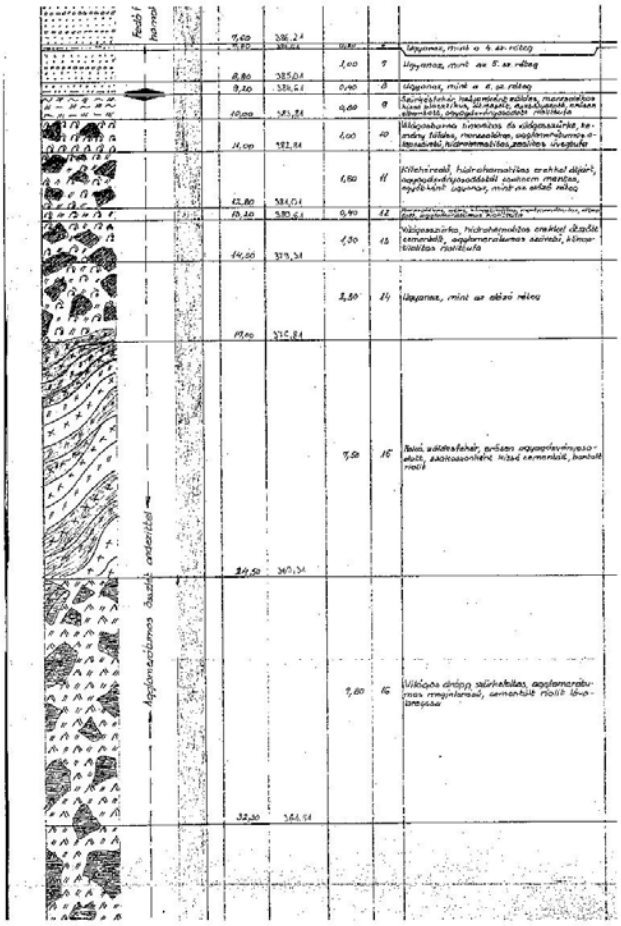
rites tufaár kitörése eltérő sótartalmú felhalmozódási környezeteiben (tengeri-tavi) vízszintesen és függőlegesen egymáshoz kapcsolódnak – néha megfigyelhető átmenetekkel – az eredetileg kőzettanilag közel azonos horzsaköves üvegtufákból képződtek a mordenites–klinoptilolitos zeolitos fácisek. Az egy kitörési felhőből származó torlóárak **tufa** anyagai eltérő felhalmozódási környezetben meghatározzák az üveges **tufafáciesek** ásványi összetételét és települését –. 4.ábra : Mordenit és klinoptilolit kristályok a horzsakövek üregében. Elektron- mikroszkópi kép(Mátyás E .1979)(2000x-es nagyítás)

Az Újhuta Spalanyica völgyi riolit vulkánból kiinduló DK-i irányú zeolitos tufaár földtani helyzetét (Máyás-Horváth J1981) az alábbi térkép ábrázolja:



5. ábra. Újhuta Spalanyica völgy földtani térképe(vörös-riolit, narancs zeolitos ártufa nyelv,zöld alapi torlóár völgykitöltés (Horváth J. 1981)

Az ignimbritár tetején klinoptilolitos tufás homokkő van. A főtömeg riolit dájkkal átjárt 50%osmordenites co-ignibrit breccsa (6. ábra)



6.ábra. Az Újhuta Sp -2.sz fúrás rétegsora

Vulkanológiailag az egykori riolit dómokból kezdeti kitöréskor az előtér síkságán a fekü-üledékekre a közel vízszintes rétegzésű 0,4 -2,5m vastag tufitos alapi torlóár, majd arra a felszíni riolitzárványos felszíni torlóár üledékei (Ráka, Újhuta) településnek. A több ciklusú freatomagmás kitöréskor a 30-80m vastag egységes vagy rétegzett riolit ,vagy fekű törmelékből álló co –ignimbrit breccsák a vulkáni lejtő oldalán20-25°ill. 37°- dőléssel (Bodrogkeresztúr, Rátka) telepűlnek, míg távolabb az alapi torlóron közel vízsszintesen rakódnak le. Erre 20-40m vastag kiékelődő lencsés riolitlapillis, kissé összesült , gyengén plasztikusan deformált padjai helyezkednek el.Végül a hamu-felhő torlóár tufitos-kavicsos padjai jelzik a kitörés végét(Újhuta, Rátka (6.ábra).

ZEOLIT ÁSVÁNYVAGYON(2016.) A USGS ásványvagyon kiadvány szerint a magyar zeolitos tufa földtani vagyona 23 Mt

Irodalom

- Zelenka T.(1964): A Szerencsi öböl szarmata tufa szintjei és fáciesei .Földtani Közlöny 94/1p33-52.
- Mátyás E. (1973):Mád környékének földtani-teleptani viszonyai.BKL.Bányászat 106. 1.sz.
- Mátyás E.(1981):Jelentés azÚjhutaSpalanyica völgyi zeolitos tufa …kutatásról.MBFH.AdattárT11334
- Zelenka T. et al (1997):A Tokaji hg DDNY-i előterének földtani viszonyai MBFH.Adattár

Elsodort horzsás ártufa gömb (Rátkai vasút melletti zeolitos tufa-fejtés JOSAB KFT)(foto:Zelenka 2016. 08.)

KOMPLEX PÓRUSSZERKEZET VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN KIDOLGOZÁSA AZ AUSZTRÁL LAKE GEORGE-TÓ FIATAL AGYAGOS ÜLEDÉKEINEK VIZSGÁLATA CÉLJÁBÓL

Development of a complex laboratory procedure for characterisation of pore structure in clay sediments, Lake George, NSW, Australia

Ács Péter [1], Fedor-Szász Anita [1], Papp Éva [2], Koroncz Péter [1], Fedor Ferenc [1]

[1]Geochem Földtani és Környezetvédelmi Kutató, Tanácsadó és Szolgáltató Kft.

[2] The Australian National University Research School of Earth Sciences

[1]acs.peter@geochem-ltd.eu

Abstract

Lake George is an intermittent lake within a closed basin 40 km north of Canberra, in New South Wales, Australia. A multidisciplinary research project obtained a good quality 77 meter-long sedimentary core from the lake bed during 2015. 17 clay samples from the core have been sent to and analyzed in the GEOCHEM laboratories to understand sedimentary pore structure and its changes. From several methods tried, He-pycnometry, physisorption and grain size analysis provided the most useful information for complex interpretation. Here the applied methodology is demonstrated, on the example of three samples selected from different depth. Although all three samples have been deposited in a calm, flow-free sedimentary environment, the pore structure of each of them is different, particularly on mesopore level. These differences allow a very high-resolution study of past sedimentary environments.

Összefoglaló

A Lake George Ausztráliában, Canberrától 40 km-re északra, Új Dél Wales-ben található zárt vízgyűjtő medencéjű időszakos tó. 2015 során, egy multidiszciplináris kutatási projekt keretében végzett kutatófúrás 77 méter jó minőségű fúrásmagot eredményezett, melyből 17 minta került a GEOCHEM Kft. laboratóriumába részletes elemzésre. Az előzetes eredmények alapján a He-piknometria, a fiziszorpció és a szemcseméret analízis adták a komplex értelmezéshez leginkább használható információkat. Az alkalmazott módszerek bemutatása céljából három, eltérő mélységből származó minta került kiválasztásra. Az eredmények azt mutatják, hogy bár mindhárom minta nyugodtvízi, áramlásoktól mentes üledékes lerakódási környezetben képződött, alapvetően különböző pórusszerkezeti tulajdonságokkal bírnak, különösen a mezopórusok tartományában. Ezek a különbségek felhasználhatóak az üledékképződés egészen finom változásainak nyomon követésére.

1. Bevezetés

Az ausztráliai Lake George Canberrától 40 km-re északra található időszakos tó, melyben 160 méteres maximum vastagságával Ausztrália legjelentősebb negyedidőszaki üledéksora található. A 70-es és 80-as években számos részletes tanulmány született a tó geomorfológiájáról (Coventry, 1976), geológiájáról (Abell, 1985), talajvíz kémiájáról (Jacobson, 1991). A jelenlegi multi-diszciplináris kutatási program célja, hogy modern módszerekkel újravizsgálja és újraértékelje a korábbi eredményeket. Ennek egyik eleme a talajvíz és rétegvíz kémiai és fizikai viselkedésének pontosabb megértése, amihez az üledékek pórusszerkezetének részletes megismerése jelentős új, eddig nem vizsgált paraméter-rendszert szolgáltathat. Az eredmények komplex értelmezése folyamatban van. Jelen cikk célja az alkalmazott módszerek bemutatása három különböző mélységből származó, kőzetfizikai tulajdonságaiban eltéréseket mutató mintán.

2. Módszerek

A fúrásból vett maganyagból kivágott, 5 cm élhosszúságú, kocka alakú mintatestek hűtve érkeztek a laboratóriumba. Három minta került kiválasztásra különböző mélységből GG_01 (3,80 méter) GG_06 (33,80 méter), GG_14 (69,75 méter). Kézi mintavevővel 1” (25,4 mm) és 9 mm átmérőjű hengeres minták lettek kialakítva. A minták szárítása a mérések előtt minden esetben 12-15 napig 80°C-on légkeveréses szárítószekrényben történt. A kialakított magminták váztérfogatának és vázsűrűségének ($\varrho_{váz}$) meghatározása Quantachrome Pentapyc 5200e (PPY-30T) készülékkel történt 25 °C-on. A geometriai térfogat kiszámításához 11-11 független hossz és átmérő mérés eredményre volt szükség. A geometriai térfogat és a váztérfogat értékek ismeretében a hélium-porozitás (φ_{He}), fajlagos sűrűség ($\varrho_{fajlagos}$) és pórustérfogat ($V_{pórus}$) számítható. Az adszorpciós-deszorpciós izotermák felvétele Quantachrome Autosorb AS-1 készülékkel, N_2 (77 K) és CO_2 (273 K) gázzal történt. A mintákat szárítás után 1 napig 80°C-on vákuum alatt kigázosítottuk. N_2 gáz esetén BET fajlagos felület (S_{BET}) és pórusméret eloszlás (PSD, BJH módszer), valamint a teljes pórustérfogat (V_{tot}) került meghatározásra. Ez utóbbi a legmagasabb relatív nyomásértékhez (P/P_0) tartozó térfogatból számolt paraméter. Mérések során a legnagyobb P/P_0 érték 0,9941 volt, amely megfelel ~320 nm (d_{max}) pórusátmérőnek. CO_2 gázzal végzett mérésekből Dubinin-Radushkevich módszerrel a minták mikropórus felülete (S_{mic}) és mikropórus térfogata (V_{mic}) számolható. A mintákon a szemcseméret eloszlás meghatározása CILAS 1180 LD típusú, lézer diffrakció elvén működő műszerrel történt. A mintatestek kialakítása után visszamaradt törmelékből átlagmintavétel, majd desztillált vizes áztatást követően mechanikusan (kézzel, ultrahangos kezeléssel) dezaggregálás, homogenizálás történt. A mérés előtt minden minta ultrahangos kezelésnek volt kitéve 120 s-ig folyamatos keverés mellett, illetve a mérés alatt is ultrahangos kezelés történt. A reprezentativitás biztosítása érdekében egy mintán min. 3 mérés volt szükséges. A mintákhoz tartozó mérések - a GEOCHEM Kft. által fejlesztett PSDI program segítségével - átlagolást követően kerültek feldolgozásra.

3. Eredmények

Szárítás során a GG_01, GG_06 és GG_14 minták tömeg- (rendre 38,79%, 12,26% és 24,12%) és térfogatveszteséget (rendre 46,28%, 4,77% és 21,79%) szenvedtek el. A He-piknometriából számított porozitásértékek nagy bizonytalansággal terheltek a minták duzzadóanyagának víztartalma miatt, mely az eredmények átgondolását igényli (1. táblázat).

1. táblázat. He-piknometria mérésből számított paraméterek

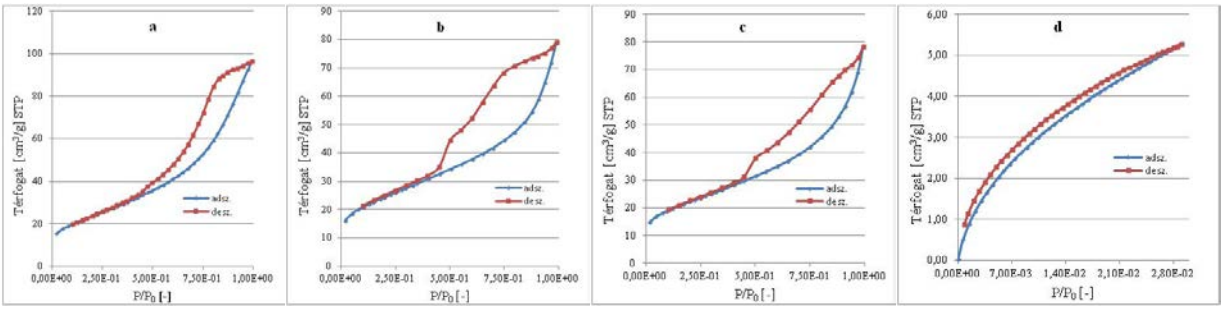
Minta neve	nedves állapot				szárítás után			
	$\rho_{váz}$ [g/cm^3]	$\rho_{fajlagos}$ [g/cm^3]	φ_{He} [%]	$V_{pórus}$ [cm^3/g]	$\rho_{váz}$ [g/cm^3]	$\rho_{fajlagos}$ [g/cm^3]	φ_{He} [%]	$V_{pórus}$ [cm^3/g]
GG_01	1,7469 ±0,0017	1,491 ±0,034	14,67 ±1,93	9,85E-02 ±1,52E-02	2,5172 ±0,0018	1,695 ±0,055	32,68 ±2,17	1,93E-01 ±1,90E-02
GG_06	2,3131 ±0,0051	2,019 ±0,034	12,69 ±1,48	6,29E-02 ±8,37E-03	2,5629 ±0,0110	1,859 ±0,046	27,47 ±1,83	1,48E-01 ±1,35E-02
GG_14	2,0711 ±0,0010	1,793 ±0,017	13,45 ±0,83	7,50E-02 ±5,35E-03	2,7056 ±0,0009	1,736 ±0,036	35,83 ±1,32	2,06E-01 ±1,18E-02

A nitrogén gázzal végzett fiziszorpciós mérések eredményéül kapott adszorpciós-deszorpciós izotermák IV-es típusba sorolhatók IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) osztályozás szerint. Ez a típus mezo- és mikropórusos anyagokra jellemző, habár az izotermákon magas relatív nyomásnál (P/P_0>0,95) tapasztalható folyamatos növekedés makropórusok jelenlétére is utal (2. táblázat).

Minden izotermán hiszterézis figyelhető meg, a hiszterézis hurok alakja viszont eltérő (1. ábra). A GG_01 minta esetén az IUPAC szerinti H5 típushoz mutat hasonlóságot. Ez a típus elég ritka, olyan pórusszerkezetre jellemző ahol nyitott és részlegesen blokkolt mezopórusok vannak jelen (Thommes, 2015). A GG_06 minta esetén a hurok nehezen kategorizálható, leginkább a H2(b) típushoz mutat hasonlóságot. A H2 típusra jellemző a komplex pórusszerkezet és a network hatás, ezen belül H2(b) a pórustorok által okozott pórusblokkolással kapcsolatos, ahol a pórustorok átmérője széles tartományban van (Thommes, 2015). Meghatározott szerkezetű anyagokkal végzett kísérletek szerint a deszorpciós ág a pórustorokkal összefüggésben hordoz információt, míg az adszorpciós ág a pórus „testtel" kapcsolatos (Thommes, 2010). A GG_14 minta esetén a hiszterézis hurok H3 típushoz sorolható, amely résszerű pórusokra jellemző (Condon, 2006). A CO2 gázzal 0 °C-on (273 K) végzett mérések reálisabb eredményt adnak mikropórus felületre és térfogatra. Magasabb hőmérsékleten és nagyobb abszolút nyomás mellett a CO2 molekulák könnyebben hozzáférnek a mikropórusokhoz, mint a N2 molekula -196 °C-on (77 K). (Cazorla-Amoros, 1996).

*2. táblázat. Fiziszorpció mérésből számított paraméterek, *GG_06 minta esetén ~3 nm pórusátmérőnél is látható egy csúcs*

Minta neve	CO_2 gáz		N_2 gáz			
	V_{mic} [cm^3/g]	S_{mic} [m^2/g]	S_{BET} [m^2/g]	V_{tot} (d_{max}~320 nm) [cm^3/g]	PSD maximum (adszorpciós ág) [nm]	pórusszerkezet a hiszterézis hurok alakja szerint
GG_01	2,06E-02	59,16	85,10	1,49E-01	10	nyitott és részlegesen blokkolt pórusok
GG_06	1,75E-02	50,20	86,57	1,23E-01	20 (~ 3)*	palack alakú pórusok, pórusblokkolás, d_{torok}~6 nm
GG_14	1,81E-02	51,77	78,58	1,22E-01	8	résszerű pórusok



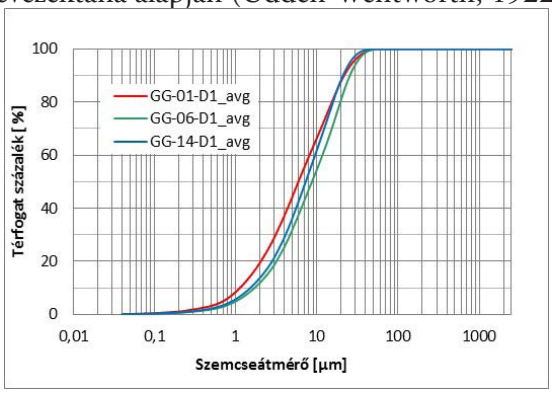
1. ábra. GG_01 N_2 adszorpciós-deszorpciós izotermája, b: GG_06 N_2 adszorpciós-deszorpciós izotermája, c: GG_14 N_2 adszorpciós-deszorpciós izotermája, d: GG_01 minta CO_2 adszorpciós-deszorpciós izotermája, a másik két minta izotermája teljesen hasonló

A három mintán elvégzett szemcseméret analízis eredményét a 3. táblázat foglalja össze. Az átlagos szemcseméret a GG_01 minta esetén a legkisebb, míg a legdurvább a GG-06 minta szemcseösszetétele (2. ábra).

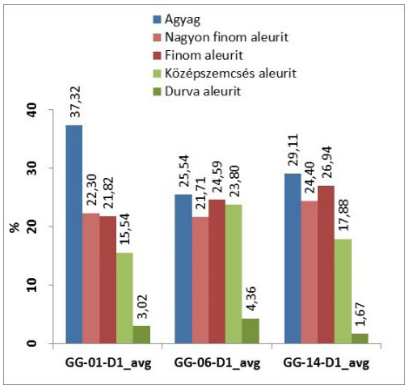
3. táblázat. Az átlagos szemcseméret változása a mintákon

Minta neve	X_{mean}	X_{10}	X_{50}	X_{90}	Szórás (σ1)	Ferdeség (S_{k1})	Csúcsosság (K_{GI})
	[µm]	[µm]	[µm]	[µm]			
GG_01_D1	9.12	1.130	5.926	21.620	1.651	0.122	0.922
GG_06_D1	11.63	1.710	8.708	25.529	1.511	0.201	0.945
GG_14_D1	9.63	1.518	7.287	21.001	1.467	0.193	0.976

A 3. ábra az egyes frakciók arányát mutatja be az üledékes kőzetek szemcseméret alapján történő, legelterjedtebben használt nevezéktana alapján (Udden-Wentworth, 1922).



2. ábra. Szemcseméret eloszlás - kumulatív görbe



3. ábra. A frakciók aránya a mintákban

A leggyakoribb frakció az agyag, különösen a GG-01 mintában. A Folk-Ward-féle (1957) osztályozás szerint a minták pozitív ferdeségűek és mezokurtikus csúcsosságúak. Mindhárom minta rosszul osztályozott agyagos aleurit, ahol az agyag/aleurit arány rendre 37,32/62,68; 25,54/74,46; 29,11/70,89. Az átlagos szemcseméret a minták egészére nézve 10,13 µm (3. táblázat), ami a finom aleurit tartományába esik. A Passega-féle értelmezés alapján (Passega, 1957, 1964), a minták a pelágikus szuszpenzió tartományba esnek, amely nyugodtvízi, áramlásoktól mentes üledékképződést jelöl.

4. Összegzés

A minták pórusszerkezetének elemzése arra enged következtetni, hogy bár szemcseösszetételében mindhárom minta nagy hasonlóságot mutat, az üledékek lerakódása, felhalmozódása jelentősen különböző körülmények között történt. Ezek a különbségek változásokat eredményeztek a pórusszerkezetben, főleg a mezopórusok szintjén, mely különbségek kihathatnak az üledékben lejátszódó folyamatokra, különösen a felszín alatti vízmozgás és a víz-kőzet kölcsönhatás szintjén. Az előzetes eredmények alapján az várható, hogy a kidolgozott vizsgálatsor, komplex ásványtani értelmezés mellett, lehetővé teszi az üledékképződés egészen finom változásainak nyomon követését.

Irodalom

- Coventry R. L. 1976: Abandoned shorelines and the late Quaternary history of Lake George, New South Wales, Journal of the Geological Society of Australia, 23, 249-273.
- Abell R. S. 1985: Geology of the Lake George Basin, N.S.W.Canberra, ACT: Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics Record, 1985/4, 1-57.
- Jacobson G., Jankowski J., Abell R. S. 1991: Groundwater and surface water interaction at Lake George, New South Wales, BMR Journal of Australian Geology & Geophysics, 12, 161-190.
- Thommes M., Kaneko K., Neimark A.V., Olivier J.P., Rodriguez-Reinoso F., Rouquerol J., Sing K.S.W. 2015: Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report), Pure Appl. Chem., 85, 1051-1069.
- Thommes M. 2010: Physical adsorption characterization of nanoporous materials, Chemie Ingenieur Technik, 82, 1059-1071.
- Condon J.B. 2006: Surface area and porosity determinations by physisorption. Elsevier, 6-14.
- Cazorla-Amoros D., Alcaniz-Monje J., Linares-Solano A. 1996: Characterization of Activated Carbon Fibers by CO_2 Adsorption, Langmuir, 12, 2820-2824.
- Wentworth C.K. 1922: A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30, 377–394.

- Udden J.A. 1914: Mechanical composition of clastic sediments. Geological Society of America Bulletin, 25, 655–744.
- Folk R.L. and Ward W.C. 1957: Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 27, 3-26.
- Passega R., 1957: Texture as a characteristic of clastic deposition AAPG Bull., 41. 65-77.
- Passega R., 1964: Grain size representation by CM patterns as a geologycal tool, J. Sed. Petrology, 34, 830-847.

AZ EURÓPAI KÖZÖSSÉG H2020 KUTATÁS ÉS INNOVÁCIÓ PROGRAM KERETÉBEN MEGVALÓSULÓ PROJEKTEK A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT RÉSZVÉTELÉVEL

Krivánné Horváth Ágnes [1], Scharek Péter [2]

Magyarhoni Földtani Társulat

[1]mft@mft.t-online.hu, [2]pscharek@gmail.com

A European Federation of Geologists (EFG) keretében, Társulatunk több nemzetközi projektben is érdekelt, résztvevőként. Ezek közül két témáról kívánunk beszámolni, melyek megvalósítása ebben az évben érkezett fordulóponthoz.

1. CHPM2030 projekt

Projekt támogatása: Európai Közösség Horizon 2020 kutatás és innováció programja No 654100.
Projekt koordinátor: Miskolci Egyetem, Föld tudományi és Mérnöki Kar, Magyarország
További magyar résztvevő: Szegedi Egyetem

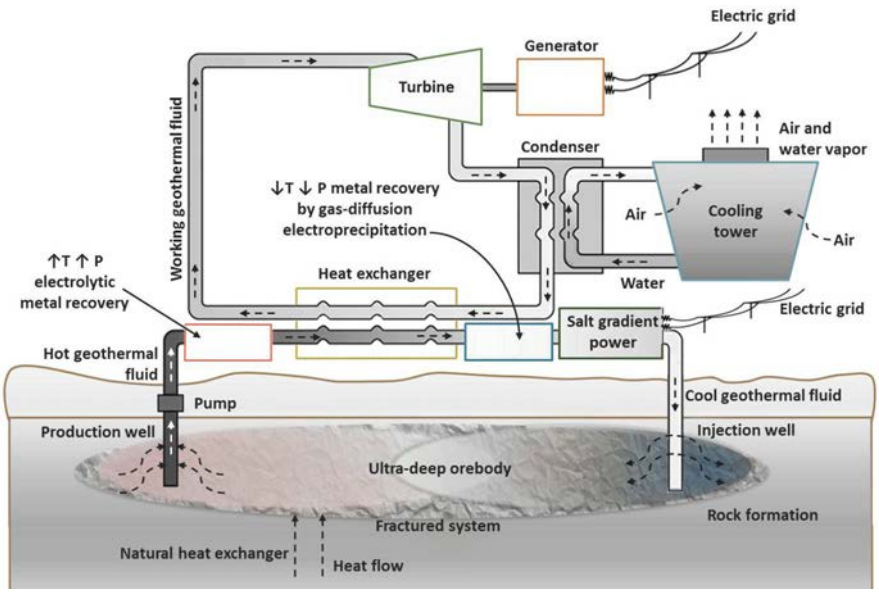
A CHPM2030 egy 42 hónap időtartamú, az Európai Bizottság által finanszírozott H2020 projekt, mely 2016. január 1.-én indult. A CHPM2030 egy új és várhatóan forradalmi technológia kifejlesztését célozza, mely segít kielégíteni az európai energia és stratégiai fém szükségleteket egy összekapcsolt folyamatban. A geotermikus erőforrások fejlesztése, a fém kitermelés és kohászat határain dolgozva a projekt az ultra mély, fémtartalmú ásvány előfordulásokat kívánja bekonvertálni egy "érctest – továbbfejlesztett geotermális rendszerbe" (orebody-Enhanced Geothermal Systems (EGS)), amely alapul fog szolgálni a "Hő, energia és fém kombinált kitermelése" új típusú létesítményének kifejlesztéséhez. Az elképzelt technológia szerint lehetőség lesz a fémtartalmú földtani formációk közös energia és fémtermelésre való felhasználására és a piac igényeihez való optimalizálás is lehetséges lesz a jövő bármely adott pillanatában.

Végső eredményként a projekt egy jövendő új típusú létesítmény vázlatát és részletes előírásait kívánja létrehozni melyek a kombinált hő, energia és fém kinyerés legelső tervein és működésén alapulnak. Mindezt az adott rendszer 2030 előtti kísérleti üzeme, majd 2050 előtt egy teljeskörüen működő létesítménye kialakításának támogatására egy Ütemterv kifejlesztésével érik el.

A munkaterv a következő feltevések koncepció szintű megadásával készült:

1. Az érctestek összetétele és szerkezete bizonyos előnyös tulajdonsággal rendelkezik, melyet saját előnyünkre tudunk felhasználni, amikor egy Továbbfejlesztett Geotermikus Rendszert (EGS) fejlesztünk;
2. A fémek nagy koncentrációban kioldhatóak az érctestekből egy hosszabb időszakon keresztül és ez biztosítja az EGS gazdaságosságát;
3. A folyamatos fém kioldás idővel ellenőrzött módon növeli a rendszer teljesítményét egy nagy nyomású tározókezelés szükségessége nélkül és minimalizálja mind a hő, mind a fém kinyerés lehetséges káros hatásait.

A tervezett rendszer elvi működését az alábbi ábra szemlélteti:



Irodalom

- CHPM2030 Projekt hivatalos honlapja: http://www.chpm2030.eu/
- A CHPM2030 Projekt magyar honlapja az MFT szerverén: http://foldtan.hu/chpm

2. *UNEXMIN projekt*

Projekt támogatása: Európai Közösség Horizon 2020 kutatás és innováció programja No 690008.

Projekt koordinátor: Miskolci Egyetem, Föld tudományi és Mérnöki Kar, Magyarország

Az UNEXMIN Konzorcium egy újszerű robot által végzett bánya felderítő rendszert dolgoz ki, mely az elöntött földalatti bányák automatikus felderítéséhez lesz használható. Az UNEXMIN által kifejlesztett technológia megnöveli az európai kapacitást a felhagyott bányái ásvány potenciáljának újra értelmezésében, kisebb feltárási költséggel és bármi más későbbi bányászati műveletre vonatkozó befektetés megnövelt biztonságával.. A ma már el nem érhető történelmi helyek adatainak visszakeresésével segíteni fogja Európa egyedi bányászati örökségének dokumentálását és megőrzését.

Az UNEXMIN konzorcium:

- Miskolci Egyetem, Magyarország
- Geological Survey of Slovenia, Szlovénia
- Tampere University of Technology, Department of Mechanical, Engineering and
- Industrial Systems, Finnország
- Universidad Politécnica de Madrid, Centre for Automation and Robotics, Spanyolország
- La Palma Research S.L., Spanyolország
- INESC TEC – Institute for Systems and Computer Engineering, Technology and Science, Portugália
- Resources Computing International Ltd, Egyesült Királyság
- Geoplano, Portugália
- Ecton Mine Educational Trust, Egyesült Királyság
- European Federation of Geologists, Belgium
- Geo-montan, Magyarország
- Empresa de Desenvolvimento Mineiro, Portugália
- Idrija Mercury Heritage Management Centre, Szlovénia

Mint az UNEXMIN projekt egyik tagja, az EFG és vele a Magyarhoni Földtani Társulat (MFT), létrehozza az elöntött bányák adatbázisát Európában. Különösen gondolunk azokra a múltbeli, fémes ásványokat termelő bányákra melyek nem vizsgálhatók búvárokkal a mélységük vagy hozzáférési nehézségek miatt. Az EFG ugyancsak adatokat gyűjt bármely más elöntött bányáról, szerkezetről melynek kulturális és/vagy régészeti jelentősége van és az UNEXMIN technológiával újra vizsgálható.

A magyarországi adatgyűjtésben a Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft. adatait használtuk fel.

A projekt célja:

Autonóm, víz alatti, 3D bánya térképező robot (UX-1) tervezése és megépítése elárasztott bányákhoz; Egy multi-robot platform kifejlesztése, ami lehetővé teszi az együttműködést és feladatmegosztást több UX-1 robot között; A működő prototípus képességeinek tesztelése kiválasztott területeken.

A multi-robot platform számos robot munkájának összehangolására lesz képes. A robotok között a különböző tudományos műszereket, érzékelőket elosztva, az egyes robotok mérete, tömege és energiafelhasználása csökkenthető, ami lehetővé teszi a szűk járatok kutatásához szükséges kisméretű robotok építését. Az a megoldás, hogy a robotok képesek valós időben történő adatmegosztásra egymással, növeli az egyes robotok működési biztonságát a víz alatti járatokban, valamint lehetővé teszi, hogy nagyobb, összetettebb bányákat, járatrendszereket együttműködő robotcsoport kutasson fel.

Irodalom

- UNEXMIN Projekt hivatalos honlapja: http://www.unexmin.eu/
- UNEXMIN Projekt magyar honlapja az MFT szerverén: http://foldtan.hu/unexmin

AZ IPOLYTARNÓCI MIOCÉN ŐSEMLŐSÖK TÉRBELI SEBESSÉGE

The spatial speed of the ipolytarnoc Miocene ancestors

Hágen András

Szederkényi Általános Iskola

hagen13@freemail.hu

Összefoglalás

A földtörténetében élt élőlények mozgása – hasonlóan a napjainkban élőkhöz – nem haladhatott egy egyenes mentén. A földtani kutatásoknak köszönhetően számos lábnyom, és lépéshossz fedezhető fel a Föld múltjában élt napjainkra kihalt élőlényekről.

Magyarországon Ipolytarnócon is találhatók lábnyomok, amelyekből biomechanikai vizsgálatokkal következtethetünk a sebességükre. Mivel ezek az élőlények sem haladtak egy egyenes mentén, hanem irányváltás jelent meg náluk, ezért lehetséges a kétdimenziós fázisterüket leírni. Geológusok leírásának köszönhetően tudjuk, hogy ezek az ősállatok inni mentek a folyóhoz, így már következtethetünk arra, hogy – az aktualizmus elvéből kiindulva – megközelítőleg 5°-os lejtőnek kellett lennie a partszakaszon. Ennek segítségével lehetőségünk volt a háromdimenziós fázisterüket kiszámolni.

Ebből következően a *Rhinoceripeda tasnadyi* (Vialov, 1966) sebessége 1,20 (4,32 km/h), a *Megapecoripeda miocaenica* (Kordos, 1985) mozgása 1,09 (3,92 km/h), a *Pecoripeda hamori* (Vialov, 1986) térbeli fázistere pedig 1,14 (4,10 km/h). E számításokkal egy sokkal pontosabb dinamikáját ismerhettük meg az ipolytarnóci ősemlősöknek, amelyek ennek köszönhetően könnyen ábrázolhatók egy háromdimenziós vizuális környezetben.

Kulcsszavak: Ipolytarnóc, háromdimenzió, miocén, ősemlősök.

1. Bevezetés

A valós mozgások, folyamatok általában három térdimenziósak és az időbeli változásukat igyekszünk leírni. Így lehetett ez a földtörténetben is. Hogy a sebességet kiszámoljuk a föld múltjából nyomfosszíliák szükségeltetnek. Alexander [1, 2] képletének felhasználásával lehetőségünk van megbecsülni a sebességet második dimenzióban. Az őslénytani adatok és a klasszikus mechanika ötvözésével lehetőségünk van megbecsülni az élőlény útja során kifejtett mozgási vagy kinetikus energiáját, esetleg gyorsítási munkájukat. Ugyancsak megbecsülhető az élőlény impulzusa is, ami az élőlény mozgását jellemző mennyiség, annak irányával (azaz vektormennyiség) együtt. Persze ezek az eredmények csak becslések, átlagértékek, hiszen szemmel nem követhettük nyomon az egykori élőlényt.

Természetesen az ősállatok nem csak egyenesen haladhattak (x tengely), hanem valamilyen síkmozgást végezhet-

tek. A nyomokat tartalmazó rétegek elemzéséből kiderülhet, hogy a nyomfosszíliák egy tóparton maradtak fent. A part enyhe lejtést mutat, amely megközelítőleg 5 °-os lehetett (z tengely). Ezen adatok ismeretében lehetőségünk van az egykori élőlény térbeli sebességének és impulzusának a megbecsülésére.

A következőekben a legjobban megkutatott magyarországi Ipolytarnócon fennmaradt nyomfosszíliákat vizsgálom meg a második-, és a harmadik dimenzióban.

2. Általános biomechanikai értékek

Az iszapban nyomot hagyó élőlények mozgássebességét úgy kaphatjuk meg, hogy megmérjük a nyomhagyó ősállat d talp-, valamint s lépéshosszát, és így megkaphatjuk a sebességet [1, 2, 3, 4, 5]):

$$v = \sqrt{4\,g\,l\,f(r)}\,, \qquad (1)$$

ahol *g* a földi nehézségi gyorsulás (9,81 m/s2), *f* pedig a Froude-szám a relatív lépéshossz függvényében.
Kordos L. [6] mérései tartalmazzák a talplenyomat d hosszát, amelyek legkisebb és legnagyobb méretéből, átlagot számítottam. A talplenyomat mellet Kordos L. tanulmánya tartalmazza az ősállat s lépéshosszát, vagyis azt a távolságot, ami ugyanazon láb két egymást követő talplenyomata között húzódik. A kapott értékeket behelyettesítettem az (1) képletbe, így megkaptam a vizsgált állat *u* sebességét.

1. táblázat. Az ipolytarnóci ősemlősök becsült mozgássebessége [3]

Megnevezés	**Talphossz (cm)**			**Lépéshossz (cm)**	**Mozgássebesség**	
	1	*2*	*Átlag*		*m/s*	*km/h*
Rhinoceripeda tasnadyi (Vialov 1966)	19	24	21,5	73,0	4,29	15,44
Megapecoripeda miocaenica (Kordos 1985)	8,5	10,3	9,4	47	3,01	10,84
Pecoripeda hamori (Vialov 1986)	23	40	31,5	43,0	4,53	16,30

3. Sebesség 2 dimenzióban

A Magyar Természettudományi Múzeumban kiállított ipolytarnóci palatábláról leolvasható a Rhinoceripeda tasnady (Kordos 1985) x és y tengelye.

2. táblázat. A rinocérosz x tengelye

X tengely					
Talphossz (cm)			*Lépéstávolság (cm)*		*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	Átlag	
9	10	9,5	12,75	12,75	2,48

A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet magasföldszinti folyosón található a II. számú homokkőlap, amelyen nyomon lehet követni a két antilop-féle x tengelyét.

3. táblázat. A Megapecoripeda x tengelye

X tengely						
Talphossz (cm)			*Lépéstávolság (cm)*			*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	2.	Átlag	
21	35	28	48	51	49,5	4,44

4. táblázat A Pecoripeda x tengelye

X tengely						
Talphosszúság (cm)			*Lépéstávolság (cm)*			*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	2.	Átlag	
19	14	16,5	32	41	36,5	3,53

Az egykori itatóként szolgáló Ipolytarnóci folyóparton irányt változtak az ősállatok, ebből következően meghatározhatóak az y tengely adatai.

5. táblázat A rinocérosz y tengelye

Y tengely						
Talphosszúság (cm)			*Lépéstávolság (cm)*			*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	2.	Átlag	
9	10	9,5	28,05	22,95	25,5	2,75

6. táblázat A Megapecoripeda y tengelye

Y tengely						
Talphosszúság (cm)			*Lépéstávolság (cm)*			*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	2.	Átlag	
30	30	30	39	45	42	4,44

7. táblázat A Pecoripeda y tengelye

Y tengely						
Talphosszúság (cm)			*Lépéstávolság (cm)*			*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	2.	Átlag	
12	13	12,5	37	43	40	3,24

Ismerjük az x és az y tengelyt, így tudunk kétdimenziós sebességet számolni. A következő képlet segítségével:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \qquad (2)$$

Ebből következően a *Rhinoceripeda tasnadyi* (Vialov, 1966) sebessége 1,21 m/s (4,35 km/h), a *Megapecoripeda miocaenica* (Kordos, 1985) 1,09 m/s (3,92 km/h), a *Pecoripeda hamori* (Vialov, 1986) sebessége második dimenzióban 1,14 m/s (4,10 km/h)

4. Sebesség harmadik dimenzióban

Eddig 2 dimenzióban becsültük meg az ipolytarnóci miocén ősemlősök biomechanikai sajátosságait, de a következőkben 3 dimenzióban becsüljük meg az ipolytarnóci miocén ősemlősök sebességét és impulzusát.

A harmadik dimenzióban való számolásnak akkor van értelme, ha az élőlény dombos vidéken mozgott és ismerjük a terep emelkedését is, mivel ismerjük a három miocén ősállat mozgásának x és y koordinátáit, a következőkben meghatározzuk a z koordinátát is. Mivel ezek az élőlények földön jártak, vizsgáljuk meg az egykori terület földtani jellemzőit. Azt tudjuk, hogy amikor ezek az élőlények itt éltek itatóként szolgáltatott a terület, vagyis közel 5 °-os lejtő alakulhatott ki a területen.

Ebből következően az s-t a következő összefüggéssel lehet kiszámolni:

$$s = \sqrt{x^2 + y^2}\ , \qquad (3)$$

Sajnálatosan ez sem elegendő a z tengely kiszámolásához, ezért elkészítjük a lejtő metszeti képét, ahol a lejtőszög sinuszát vesszük.

Itt a következő összefüggést tudjuk alkalmazni:

$$\sin\alpha = \frac{z}{s} \rightarrow z = s \cdot \sin\alpha = \sqrt{x^2 + y^2} \cdot \sin\alpha\ , \qquad (4)$$

Ebből következően meghatározható a z koordináta is.

8. táblázat A rinocérosz z tengelye

Z tengely					
Talphossz (cm)			*Lépéstávolság (cm)*		*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	Átlag	
0,68	0,12	0,15	0,22	0,09	0,27

9. táblázat A Megapecoripeda z tengelye

Z tengely						
Talphossz (cm)			*Lépéstávolság (cm)*			*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	2.	Átlag	
0,60	0,34	0,11	0,29	0,13	0,24	0,28

10. táblázat A Pecoripeda z tengelye

Z tengely						
Talphossz (cm)			*Lépéstávolság (cm)*			*Sebesség (m/s)*
1.	2.	Átlag	1.	2.	Átlag	
0,11	0,13	0,49	0,51	0,35	0,40	0,52

Megkaptuk mindhárom tengely becsült sebességét, ebből következően a térbeli átlagsebességet a következő képlettel számoljuk ki:

$$\overline{v} = \frac{s}{t} = \frac{\sqrt{x^2 + y\ + z^2}}{t} = \sqrt{\overline{v}_x^2 + \overline{v}_y^2 + \overline{v}_z^2} \qquad (5)$$

E képlet felhasználásával a következő eredményeket kapjuk:

11. táblázat Az ipolytarnóci ősemlősök térbeli mozgásának sebessége

	X tengely	**Y tengely**	**Z tengely**	**3D sebesség (m/s)**
Rhinoceripeda tasnadyi (Vialov, 1966)	2,48	2,75	0,27	1,20 (4,32 km/h)
Megapecoripeda miocaenica (Kordos, 1985)	4,44	4,44	0,28	1,09 (3,92 km/h)
Pecoripeda hamori (Vialov, 1986)	3,53	3,24	0,52	1,14 (4,10 km/h)

5. Eredmények összegzése

Átlagosan a Rhinoceripeda tasnadyi (Vialov, 1966) átlagsebessége 4,29 m/s, a Megapecoripeda miocaenica (Kordos, 1985) becsült átlagsebessége 3,01 m/s lett, a Pecoripeda hamori (Vialov, 1986) átlagsebessége 4,53 m/s lett a hátrahagyott nyomfosszíliákból.

A becsült átlagsebességek után meghatároztam az x és az y tengelyt, amelyből sebességet számoltam. A rinocérosz 1,21 m/s, a Megapecoripeda 1,09 m/s, a Pecoripeda pedig 1,14 m/s sebességre gyorsult fel. Mivel az élőlények elmozdultak így egy vektort húzhatunk, amelyen a lények igyekeztek fent tartani mozgásukat, impulzusukat. Így második dimenzióban a rinocérosz impulzusa 454 kg m/s volt, a Megapecoripeda impulzusa 75 kg m/s, a Pecoripeda impulzusa pedig 44 kg m/s volt.

Az eddigi eredményeket második dimenzióban kaptuk meg, de mivel ezek az állatok egy lejtőben haladtak, így ismerjük a z tengelyt is, valamint nem csak egyenesen haladtak, hanem irányt váltottak, ebből ismerhetjük az y tengelyt is, valamint természetesen egyenesen is haladtak, amely megadja a x tengelyt is. Az x, az y, és a z tengelyből lehetőségem volt három dimenzióban is számolni. Ebből következően a *Rhinoceripeda tasnadyi* (Kordos, 1985) becsült térbeli sebessége 1,20 m/s volt, a *Megapecoripeda miocaenica* (Kordos, 1985) becsült térbeli sebessége 1,09 m/s volt, a *Pecoripeda hamori* (Vialov, 1985) becsült térbeli sebessége pedig 1,14 m/s volt.

Irodalom

- [1] Alexander, R. M. 1989: Dynamics of Dinosaurs and Other Extinct Giants. – Columbia University Press, USA.
- [2] Alexander, R. M. 1991: How dinosaurs ran? – Scietific American 254/4, 62–68.
- [3] Hágen, A.–Horváth, D.–Stromp, M. 2014: Dynamics of terrestrial mammals of Ipolytarnóc (E Hungary). – Ichnos, Vol. 21. (3), 205-210.
- [4] Horváth G. 2009a: Biomechanika: A mechanika biológiai alkalmazásai. – Egyetemi tankönyv, 3. átdolgozott, bővített kiadás, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 368.
- [5] Horváth G. 2009b: Hogyan mozoghattak a dinoszauruszok? Ősállatok mozgásának paleobiomechanikai rekonstrukciója. – Fizika Szemle 59, 141–146.
- [6] Kordos L. 1985: Lábnyomok az ipolytarnóci alsó-miocén korú homokkőben. – Geologica Hungarica ser. Pal. 44-46. 415.

AZ ŐSÉLETNYOMOK KÖRNYEZETJELZŐ SZEREPE A WEEREEWA – TÓ (LAKE GEORGE, ÚJ-DÉL-WALES, AUSZTRÁLIA) NEGYEDIDŐSZAKI KÉPZŐDMÉNYEIBEN

Trace fossils as paleo-environmental indicators from the Quaternary of Weereewa, (Lake George), NSW, Australia

Papp Éva [1], Dávid Árpád [2], Fodor Rozália [3]

[1] Ausztrál Nemzeti Egyetem, Canberra, Australia,

[2] Debreceni Egyetem, Ásványtani és Földtani tanszék

[3] MTM Mátra Múzeuma, Gyöngyös

[1]eva.papp@anu.edu.au

A Weereewa, melyet a fehér telepesek Lake George névre kereszteltek 1820-ban, egy időszakos tó Canberrától, Ausztrália fővárosától negyven kilométerre északkeletre. A tó a Kelet-Ausztráliai Tábla D-i részén egy lefolyástalan medencében helyezkedik el, melyet nyugaton a Lake George törésvonal, keleten pedig paleozoos földtani képződmények határolnak. A jelenlegi tómedence mintegy 20 km x 10 km kiterjedésű, és 680 m tengerszintfeletti magasságban helyezkedik el.

Az 1970-es és 1980-as években a Bureau of Mineral Resources és az Australian National University (Truswell 1984; Singh & Geissler 1985; Jacobson Jankowski and Abell 1991) mélyfúrásokkal feltárta a tómedence üledékes képződményeit. A fúrómagok vizsgálata során kiderült, hogy a Lake George medencéjében található Ausztrália leghosszabb, folyamatos negyedidőszaki, szárazföldi üledékes rétegösszlete, amely világviszonylatban is számottevő a maga 165 m-es hosszúságával és a magnetosztratigráfiai mérések alapján (McEwan Mason 1991) kora négy millió évet ölel fel. Tehát a rétegsor magába foglalja a késő-pliocént és az egész negyedidőszakot is.

A lefolyástalan medencékre jelentős hatással vannak az éghajlatváltozások. A Singh & Geissler (1985) által végzett pollenanalízis vizsgálatok szerint az utóbbi 780 000 év folyamán (a Matuyama/Brunhes paleomágnes váltás óta) a glaciálisok idején az alhavasi rétek, míg az interglaciálisokban szklerofill erdők voltak jellemzők a területen.

2015-ben az Australian National University egy új, 77 m mélységű fúrást mélyített a tó medencéjének NY-i peremén. Ez a mag kevesebb mállott részt tartalmaz, és a pollenek is job megtartásúak benne, mint az előzőekben. A fúrás alapjának becsült kora 2.2-2.5 millió év.

A mag számos tudományágra kiterjedő vizsgálatának részeként paleoichnológiai elemzést végeztünk nagy felbontású fényképek felhasználásával. Ezen rövid tanulmány célja, hogy bemutassa a különböző őséletnyomokat és az általuk jelzett őskörnyezeti viszonyokat.

A hetvenhét méter mélységű fúrás 32 szakaszán fordultak elő őséletnyomok. A fúrómagokból meghatározott nyomfosszíliák a Scoyenia és a Mermia ichnofáciesekbe tartoznak. Mindegyik bioturbációs nyom. A Scoyenia ichnofáciesbe a szárazföldi, míg a Mermia ichnofáciesbe a tavi, lakusztrikus környezetben keletkezett életnyomokat soroljuk (Buatois, L.A., Mangano, M.G. 2004; Uchman, A. et al.2007).

A megfigyelt szárazföldi őséletnyomok a következők: gyökérgyomok, földigiliszták járatai, hangyafészek maradványok.

A gyökérnyomokat a fúrómagokban való megjelenésük és morfológiai jellegzetességeik alapján öt típusba lehet besorolni.

1 típus (R1): Vékony, 1-3 mm szélességű, fehér színű szálak, amelyek szabálytalan hálózatot alkotnak. Ezek akár 5-10 centiméter vastagságban is előfordulnak az adott magszakaszban. Összesen hat előfordulását találtuk meg. (05, 10, 20, 22, 28, 29)

2 típus (R2): Apró, 1-3 mm átmérőjű vagy ritkán 2-3 mm fekete, szabálytalan alakú, éles peremmel rendelkező foltok, illetve szálacskák. Vastagságuk a fúrómagokban 1-3 centiméter. Három magszakaszból került elő. (06, 13, 16)

3 típus (R3): Sötét rozsdabarna, fekete színű, 0,5-1 cm átmérőjű kerekded vagy szabálytalan alakú, foltok. Peremük minden esetben elmosódott. Számos esetben 1-3 cm hosszúságú, 1-2 mm szélességű szálak indulnak ki belőlük vagy helyezkednek el a közelükben. Ezek a szálak döntően függőlegesen helyezkednek el. Hét előfordulását figyeltük meg. (08, 11, 14, 21, 23, 25, 30)

4. típus (R4): Sötét rozsdabarna, fekete színű, 1-2 mm szélességű 3-5 cm hosszúságú szálak. Az adott fúrómag

szakaszokban függőlegesen vagy a vízszintessel hegyesszöget bezárva helyezkednek el. Minden esetben vékony mellékszálak indulnak ki belőlük. Három magszakaszban tanulmányozhatók. (12, 19, 24)

5. típus (R5): Apró, 0,5-1,5 mm átmérőjű, világosszürke színű szálak hálózata. Benne elszórtan hosszúkás alakú, fekete színű foltok figyelhetők meg. Vastagsága a fúrómagban öt cm. Egyetlen magszakaszból ismert. (17)

Földigiliszta járatok (Ew): Függőleges vagy vízszintes járatok, melyek átmérője 0,3-1,2 cm. Jellegzetességük, hogy ki vannak töltve a létrehozó szervezet ürülékével. Ezek a fekális pelletek kerekded vagy elnyújtott szabálytalan alakúak és fekete vagy világosszürke színűek. A világosabb színt a CaCO3 tartalom feldúsulása és a szervesanyag mennyiségének csökkenése okozza. Az őséletnyomok mérete alapján legalább kettő földigiliszta fajra következtethetünk az egykori életközösségben. Ez a bioturbációs szerkezet öt magszakaszban fordul elő. (03, 04, 07, 15, 18)

Hangyafészek maradványok (An): Ez a bioturbációs szerkezet nagyméretű, kerekded, ovális vagy szabálytalan alakú kamrákból áll, melyeket vékony járatok kötnek össze. Az adott fúrómagban az egykori hangyák lakásnyomának maradványai egy öt cm átmérőjű, buborékszerű kamrával kezdődik. Ez egy 3-5 mm széles és harminc cm hosszú járatban folytatódik. Majd egy 10 cm hosszúságú, 4 cm átmérővel jellemezhető szabálytalan, burgonya formájú kamra következik. Végül az őséletnyom az előbbi kamrából kiinduló 4-6 mm széles, 10 cm hosszú járatban végződik. Az egész bioturbációs szerkezetet finomszemű üledék, aleurit vagy agyag tölti ki. Ezt a bioturbációs szerkezetet csak egy magszakaszban figyeltük meg. (09)

A tavi környezetben kialakult őséletnyomok a következők: *Planolites* isp., *Palaeophycus* isp., és rossz megtartási állapota miatt még életnyomnem szinten sem határozható nyomfosszíliák, melyeket bioturbációs szerkezet 1, bioturbációs szerkezet 2, bioturbációs szerkezet 3, bioturbációs szerkezet 4 névvel jelöltünk.

Planolites isp. (Pl): Határvonallal nem rendelkező, ritkán elágazó egyenes vagy kanyargós nyomvonalú fúrás. Keresztmetszete kerek vagy elliptikus, fala sima vagy szabálytalan lehet. A járatot kitöltő üledék szerkezet nélküli, litológiájában eltér a befogadó kőzettől.

Az életnyom létrehozói aktív helyváltoztatást végző, üledékfaló endobionták lehetnek; például polychaeták vagy más féregszerű élőlények. Az édesvíztől a mélytengerig mindenféle környezetben megtalálható. Ez a bioturbációs szerkezet csak egy magszakaszban fordult elő. (26)

Palaeophycus isp. (Ph): Az életnyom ritkán elágazó, vonalkázott henger alakú. Az ásásnyom horizontálisan, vagy az üledék felszínével szöget bezárva helyezkedik el. Jellegzetessége, hogy az üledék kitöltése ugyanolyan, mint az azt körülvevő üledék (mind kőzettani, mind szövettani szempontból). Falának vonalkázottsága lehet: hosszúkás, keresztirányú, vagy teljesen sima. Az életnyomot ragadozó Polychaeta lakásnyomának tartják. Ez a bioturbációs szerkezet csak egy magszakaszból került elő. (31)

Bioturbációs szerkezet 1 (B1): Függőleges helyzetű, enyhén kanyargó járat. Szélessége 1,8-2,5 cm; hossza 25 cm. Világos színű durvaszemű kitöltése élesen elkülönül a bezáró kőzet sötét színű finomszemű anyagától. Táplálkozásnyom, mely a létrehozó szervezet pusztulása után passzívan kitöltődött a sötét, aleuritos képződményre települő üledékkel. Ezt az életnyomot csupán egy magszakaszban figyeltük meg. (01)

Bioturbációs szerkezet 2: Függőleges helyzetű, enyhén hajladozó járat. Szélessége 0,5-1,5 cm; hossza 21,5 cm. Agyagos, aleuritos képződményben halad, s finomhomok tölti ki. Passzív kitöltésű táplálkozásnyom. Ezt a bioturbációs szerkezetet csak egy magszakaszban sikerült megfigyelni. (02)

Bioturbációs szerkezet 3: A járat függőlegesen indul, majd vízszintesbe megy át, s egy kerekded kamrában végződik. A életnyom hossza 9 cm, szélessége 0,8-1,2 cm. A kamra átmérője 1,8 cm. Kitöltése megegyezik a bezáró kőzet anyagával. Lakás- és táplálkozásnyom. Ez a nyomfosszília csak egy magszakaszból került elő. (27)

Bioturbációs szerkezet 4: Nyolc cm hosszú, 0,2-0,4 cm széles függőleges járat. Világos színű, finomszemű kitöltése teljesen különbözik a bezáró kőzet sötét színétől, durvább anyagától. A járat körvonala elmosódott. Táplálkozásnyom. Ezt az életnyomot csupán egy magszakaszban sikerült megtalálni. (32)

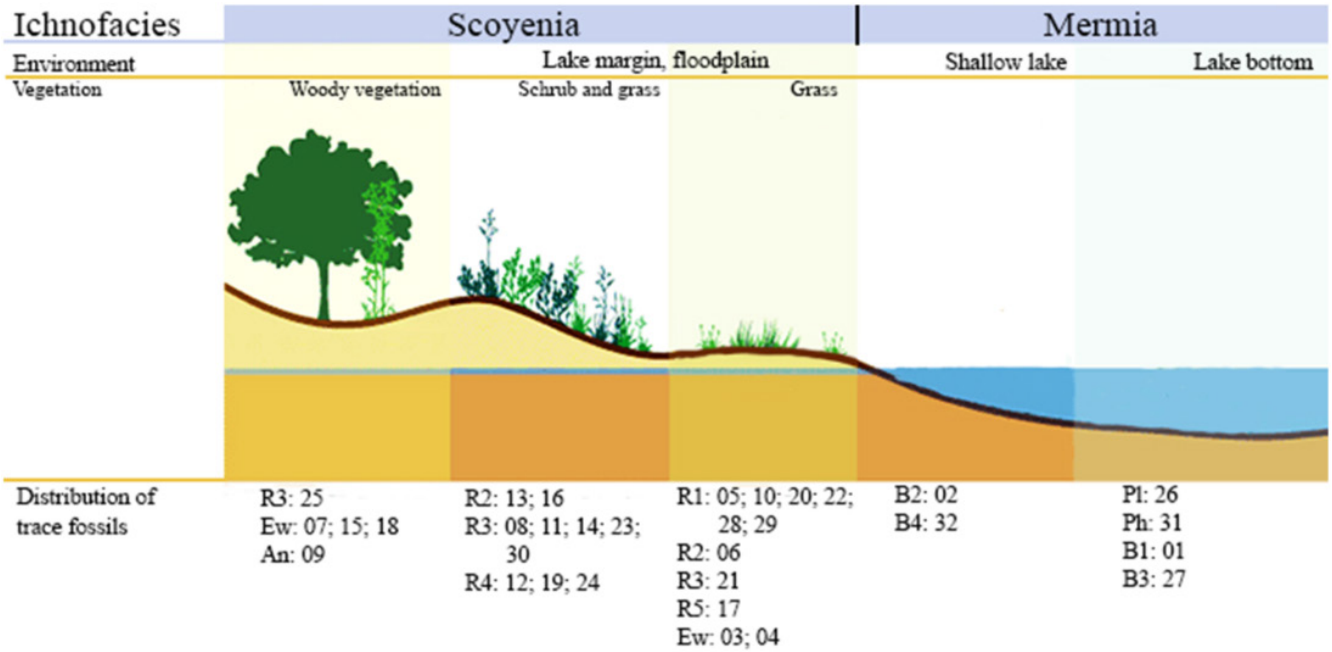
A leírt nyomfossziliák alapján a vizsgált képződményekben szárazföldi (tóparti és ártéri) valamint tavi (litorális és profundális) környezetek váltakozását mutattuk ki. Domináns a szárazföldi környezet. Harminckettőből huszonhat életnyom mutatja ezt.

A különböző típusú gyökérnyomok a tóparti növényzeti zonáció változását jelzik. A vékony szálakból álló világos színű hálózatok és az egy-két centiméter vastagságú fekete színű szemcsék időnként vízzel borított területek lágyszárú növényzetét jelzik. A gyökérnyomok méretének növekedése, a függőleges komponensek számának gyarapodása a bokros, fás vegetáció megjelenését mutatja. A talajvíz szintjének süllyedésére, nagyobb mélységekbe (1-2 m) való kerülésére a földigiliszták járatainak megjelenéséből és a hangyafészkek jelenlétéből következtethetünk.

A különböző tavi környezetekben keletkezett életnyomok mind táplálkozás- és lakásnyomok. Létrehozó szer-

vezeteik különböző férgek, döntően Polychaeta-k, és lárvák lehettek. A leginkább függőleges járatok az üledék tápanyagban való gazdagságára, míg a horizontális életnyomok lassú üledékképződésre utalnak.

Vizsgálatunk, elemzésünk új adatokat, új reszleteket szolgáltatott a terület ősföldrajzi, őskörnyezeti viszonyait illetően. Eredményeink alátámasztják és kiegészítik a korábbi szerzők főleg pollenanalízisen alapuló megállapításait, mivel az őséletnyomok jól tanulmányozhatók azokban a rétegekben is, amelyekben pollenek nem őrződtek meg. A korábbi modellekkel összhangban a nyomfosszíliák tavi (litorális és profundális régió) és szárazföldi (tópart, árterület) környezetek váltakozására utalnak az elmúlt 2 millió év során.



Irodalom

- Buatois, L.A., Mangano, M.G. (2004). Animal-substrate interactions in freshwater environments: applications of ichnology in facies and sequence stratigraphic analysis of fluvio-lacustrine successions. In: McIlroy, D. (Ed.), The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis. Geol. Soc. London, Spec. Publ., vol. 228, pp. 311–333.
- Jacobson, G., Jankowski, J., & Abell, R. S. (1991). Groundwater and surface water interaction at Lake George, New South Wales. BMR Journal of Australian Geology & Geophysics, 12, 161-190.
- McEwan Mason, J. R. C. (1991). The late Cainozoic magnetostratigraphy and preliminary palynology of Lake George, New South Wales. In M. A. J. Williams, P. de Deckker, & A. P. Kershaw (Eds.), The Cainozoic in Australia: A re-appraisal of the evidence (pp. 195-209). Sydney, NSW: Geological Society of Australia Special Publication 18.
- Singh, G., & Geissler, E. A. (1985). Late Cainozoic history of vegetation, fire, lake levels and climate at Lake George, New South Wales, Australia. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 311, 379-447.
- Truswell, E. M. (1984). Preliminary palynology of deep sediments in the Lake George Basin. In R. S. Abell (Ed.), Geology of the Lake George Basin, N.S.W. (pp. 52-57). Canberra, ACT: Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics Record 1985/4.
- Uchman, A. Nemec, W. Ilgar, A., Messina, C. (2007). Lacustrine trace fossils and environmental conditions in the early Miocene Ermenek Basin, southern Turkey. Ann. Soc. Geol. Polon. 77,123–139.

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS FÖLDTANI SZOLGÁLAT (MBFSZ) KÜLDETÉSE A BÁNYÁSZAT ÉS KÖRNYEZET HARMÓNIÁJÁBAN

Mission of the Mining and Geological Survey of Hungary for the harmonisation of mining and environment

Zelei Gábor
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat
Gabor.Zelei@mbfsz.gov.hu

2017. július 1-jével a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH) és a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) jogutódjaként a 162/2017. (VI. 28.) Korm. rendelet[1] kihirdetésével a Kormány létrehozta az új Magyar Bányászati és Földtani Szolgálatot (MBFSZ-t).

Az új intézmény – a haladó bányászati hatósági és földtani kutatási tevékenységek összefogójaként – a magyarországi természeti erőforrások hasznosításának környezeti és gazdasági fenntarthatóságát hivatott biztosítani országos hatáskörű közigazgatási szervként, különös tekintettel az ásványi nyersanyagokra és a felszín alatti vizekre, figyelembe véve az éghajlatváltozás várható hatásaihoz történő hatékony alkalmazkodás szakterületét.

Az MBFSZ – mind földtani, mind geofizikai területen – a továbbiakban is ellátja a fenntartható bányászati tevékenységek végzéshez szükséges hatósági, kutatási, nyilvántartási, tervezési és döntés-előkészítési feladatokat, amelyeket az intézmény jogelődjei közel másfél évszázada magas színvonalon, a hazai bányászati tradíciókra alapozva végeznek.

MBFSZ
MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS FÖLDTANI SZOLGÁLAT

A Szolgálat feladatai közé tartozik az ásványi nyersanyagvagyon felmérése és nyilvántartása a fenntartható ásványi nyersanyagvagyon-gazdálkodás érdekében.

Az MBFSZ és jogelődjei 1951 óta ellátják az ország ásványi nyersanyagkészletének egységes nyilvántartását. A rendszerváltozásig a főbb nyersanyag-csoportonként kialakult állami bányavállatok, utána a magán bányavállalkozások kutatásai során megismert és hatósági határozatban jóváhagyott nyersanyagvagyon lényeges – elsősorban minőségi és mennyiségi – adatait jelenleg a Szolgálat Ásványvagyon-nyilvántartási szervezeti egysége kezeli és évente frissíti. Az adatok az ásványvagyon-védelem alapjául is szolgálnak.

A Szolgálat keretében működik a Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, valamint a Földtani és Geofizikai Szakkönyvtár. Az Adattár a földtani-bányászati tevékenységet, kutatást folytató intézmények, vállalatok, cégek és szakértők kéziratos jelentéseit és egyéb szakmai dokumentációit gyűjti és kezeli. Állománya az ország legnagyobb földtani-geofizikai dokumentumgyűjteménye.

A Szakkönyvtár az ország legnagyobb földtani gyűjtőkörű, nyilvános könyvtára, amely a Magyarországra és tágabb környezetére vonatkozó szakirodalmat és a földtani térképeket gyűjti és az intézmény saját kiadványait is kezeli. A két gyűjtemény nélkülözhetetlen adatrendszert, környezeti információ- és tudásbázist biztosít Magyarország földtani adottságairól a döntéshozók, a bányavállalkozók, a kutatók, a szakemberek és az érdeklődők számára.

1 162/2017. (VI. 28.) Korm. rendelet az egyes kormányrendeleteknek a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálattal kapcsolatos módosításáról

Az állami ásványi nyersanyag- és geotermikus energiavagyon nyilvántartás vezetésével párhuzamosan az ásványi nyersanyagok, valamint a geotermikus energia hasznosítási lehetőségeinek számbavétele, a kitermelés és a hasznosítás felügyelete is a bányafelügyelet feladata.

A Szolgálat kiemelt feladata az ásványi nyersanyagok bányászatának, a geotermikus energia kutatásának, kitermelésének, a szénhidrogén szállító és elosztó vezetékek létesítésének és üzemeltetésének, a szénhidrogén tárolásának, továbbá az ezekhez kapcsolódó tevékenységeknek a hatósági engedélyezése, valamint felügyelete, a tevékenységekkel kapcsolatos szabályozás kidolgozása. Mindezen tevékenységek célja, hogy az ásvány- és geotermikus energiavagyon fenntartható hasznosítása az élet, az egészség, a biztonság, a környezet és a tulajdon védelmével összhangban történjen. E hatósági feladatok tekintetében MBFSZ szakemberei - az ágazati és egyéb jogszabályi előírások szerint - kötelesek eljárni a kérelemre vagy hivatalból indult eljárások során, e mellett az érintettektől meg kell követelniük az előírások betartását, amelyek megszegése esetén intézkedniük kell a jogellenes állapot megszüntetése érdekében.

A Szolgálat továbbra is ellátja a bányászati koncessziós eljárással kapcsolatos feladatokat, különös tekintettel az érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálatokra. Ennek keretében elkészül a terület tudományos jellemzése, az ásványinyersanyag-potenciál értékelése, a várható kutatási és termelési módszerek, technológiák, a szállítás, tárolás, hulladékkezelés, energiaellátás, vízellátás áttekintése.

Az ásványvagyon-gazdálkodási vagy energiaellátási célok nemzetgazdasági, társadalmi előnyei mellett a bányászati tevékenység víztestekre, ivóvízbázisokra, természetvédelmi területekre gyakorolt esetleges hatásai is bemutatásra kerülnek. A komplex munka eredményei hatósági véleményezés és nyilvános véleményeztetés után kész jelentés formájában véglegesítődnek. Többségében szénhidrogének, kisebb részben geotermikus energia, szén és érc vonatkozásában készültek érzékenységi-terhelhetőségi vizsgálatok. Az előkészített területekből évente kb. 10-re koncessziós pályázatot ír ki a bányászati ügyekért felelős miniszter. A pályáztatás és értékelés folyamatában mindvégig háttérintézményként vesz részt az MBFSZ.

A jövőben is folytatódnak a földtani környezet megismeréséhez és a földtani közeg igénybevételéhez kapcsolódó alap- és alkalmazott kutatások, úgy, mint az ország földtani felépítésének vizsgálata, a földtani közeg hasznosítási lehetőségeinek számbavétele, ezzel párhuzamosan pedig továbbra is vezetjük a mélyfúrások nyilvántartását, a meglévő geológiai és geofizikai adatok és földtani jelentések kezelését és archiválását.

A földtani alapkutatások a Pannon-medence aljzatának és kitöltésének megismerését korszerű adatképzéssel szolgálják. Így a földtani térképezés, a fúrások, kőzettestek, szerkezetek nagy részletességű megismerése és az ismeretek 3D modellekben történő megjelenítése a földtani ismeretekből építkező más szakmai modellek alapját is képezik.

A környezetföldtani kutatások elsősorban az emberi tevékenység és a földtani közeg kölcsönhatásainak vizsgálatára irányulnak. Emellett a Szolgálat alapfeladatként végezi az igénybe vett területek alkalmazott földtani (mérnök- és településgeológiai, agrogeológiai, geokémiai, földtani kockázati) térképezését, értékelését.

Az immár 148 éves Gyűjtemény sokszázezres földtani-, geofizikai- és tudománytörténeti tételével az ország egyik meghatározó szakmai gyűjteménye. Ennek rendszerezése, nyilvántartása és kutatása továbbra is a Szolgálat alapfeladata.

A Szolgálat feladata a Föld felszíne alatti térrésznek és a Föld környezetének geofizikai módszerekkel való megismerése, az itt zajló folyamatok feltárása, felhasználva a geofizika közel teljes tudományterületét. Az MBFSZ kutatásokat végez az erőterek – gravitációs, mágneses, elektromágneses tér – a rugalmas hullámok, a lyukgeofizikai módszerek alkalmazásával. Feladata a geofizikai vizsgálatok tervezése, engedélyeztetése és kivitelezése, valamint az archív és az új adatok korszerű feldolgozása és értelmezése, országos adatrendszerek építése és fenntartása. Az MBFSZ felelős Magyarország geofizikai modelljének megalkotásáért, a modell folyamatos aktualizálásáért, az állami, tudományos és alkalmazott földtani feladatok számára a geofizikai alapinfrastruktúra biztosításáért. A fentieken túl obszervatóriumokat és mérési alaphálózatokat működtet az ország területén: Tihanyi Geofizikai Obszervatórium, Pálé mágneses Laboratórium, Mátyáshegyi Gravitációs és Aerodinamikái Obszervatórium, Országos Gravimetriai Alaphálózat és Földmágneses Alaphálózat.

Az MBFSZ a felszín alatti vizek vizsgálatával kapcsolatosan országos kútkatasztert vezet és vízföldtani naplót állít ki, üzemelteti kezelésébe tartozó felszín alatti vízszint megfigyelő hálózatot, valamint közreműködik az országhatárral osztott felszín alatti víztestek kijelölési eljárásaiban, továbbá vízföldtani kutatások és kapcsolódó pályázati projektek végrehajtásában.

A főbb kutatási témák közül kiemelhető a mély litoszféra kőzettani és geokémiai folyamatainak megismerése, az infravörös spektrometria módszerek alkalmazása a földtudományban, valamint a CO2 geológiai tárolásának témaköre, amelyekben a Szolgálat hazai és nemzetközi szinten is elismert. A Szolgálat olyan vízföldtani kutatásokat

is végez, amelyek eredményeinek felhasználásával közreműködik az államigazgatás részére készülő döntés-előkészítő tanulmányokban, valamint a hidrogeológiai változások okozta gyakorlati problémák megválaszolásában. A főbb kutatási irányok olyan szakpolitikai témákhoz kapcsolódnak, mint a fenntartható víz- és vízgyűjtő-gazdálkodás, a klímaváltozás és/vagy az emberi tevékenység által gyakorolt hatások a felszín alatti vizekre, a katasztrófavédelem felszín alatti vízzel kapcsolatos kérdései, geotermikus energiahasznosítás, karszt-hidrogeológia. A megválaszolandó kérdésekre elméleti számításokkal, numerikus 3D hidrodinamikai modellezésekkel, víz-kőzet kölcsönhatás vizsgálatokkal és modellezések alkalmazásával ad választ.

A Szolgálat tevékenysége felöleli a vízmennyiségi, a vízminőségi vizsgálatokat a sekély felszín alatti vizektől a nagymélységben található termálvizekig, kapcsolódva az EU Víz Keretirányelv előírásainak hazai megvalósításához, és hozzájárulva az állami és európai uniós jogszabályok teljesítéséhez.

A Szolgálat keretein belül olyan laboratóriumok működnek, amelyek a földtudományi feladatokhoz szükséges kémiai, fázisanalitikai és radiometriai vizsgálati tevékenységet látják el, módszerfejlesztéseket végeznek, illetve saját kutatásokat is vezetnek. A laboratóriumi tevékenység részben az akkreditált.

A Szolgálat meghatározó szerepet kíván betölteni – a fenntartható fejlődés kívánalmaival összhangban – a modern környezetkímélő eljárások kutatásában és elterjesztésében hozzájárulva ez által a környezetkímélő fosszilis nyersanyag-felhasználás, valamint a szennyezőanyag és üvegházgáz kibocsátás-csökkentésének fenntarthatósági céljaihoz.

Az MBFSZ, mint vezető partner irányításával a Duna Transznacionális Program első felhívása keretében 15 partner – köztük földtani szolgálatok, egyetemek, ipari szereplők, regionális- energetikai és fejlesztési ügynökségek, minisztériumok és önkormányzatok Magyarországról, Szlovéniából, Horvátországból, Szerbiából, Bosznia-Hercegovinából és Romániából – sikeresen pályáztak a Duna Régió rendelkezésre álló, de a közvetlen hőhasznosítás területén még kihasználatlan mély geotermikus energiaforrásai fenntartható és energia-hatékony használatának elősegítése érdekében. A közel 2,5 millió euro uniós támogatást nyert projekt 2017 elején indult, fő célkitűzései között szerepel a vizsgált terület határokon átnyúló geotermikus rezervoárjainak lehatárolása, jellemzése, és potenciálbecslése; egy más területeken is alkalmazható módszertan-együttes kidolgozása a fenntartható geotermikus erőforrás gazdálkodás elősegítésére, valamint egy döntés-előkészítő interaktív webportál kialakítása.

Az MBFSZ irányításával, a Miskolci Egyetem és a Pécsi Tudományegyetem részvételével reményeink szerint hamarosan elkezdődhet a mélyműveléses szénbányászat hazai lehetőségeinek felülvizsgálata. A projektben a koordináció és összefoglaló jelentéstétel mellett az MBFSZ tevékenysége elsősorban a regionális áttekintések és a bányaterületi szintű földtani modellek készítése, az előzetes bányatervek létrehozása, a potenciális készletek meghatározása, a kritikus elemek témaköréhez kapcsolódó laboratóriumi vizsgálatok elvégzése, valamint a meddőanyagok mezőgazdasági hasznosítási lehetőségeinek előzetes vizsgálata.

A Szolgálat ellátja a földtani veszélyforrások kutatását (pl. bezárt bányászati hulladékkezelő létesítmények és a földalatti bányászattal és hatásaival érintett területek nyilvántartása és környezeti kockázati besorolása) valamint hozzájárul a környezeti katasztrófák megelőzéséhez. Az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósággal (OKF) konzorciumban részt vesz a „Katasztrófa-kockázatértékelési rendszer" (KEHOP-1.1.0-15-2016-00003 azonosítószámú) című, kiemelt projekt kidolgozásában, több témakörben is (pl. alábányászott területek veszélytérképezése, hatástényezők meghatározása, földrengés-veszélyeztetettség vizsgálata és kockázati térképek előállítása) a hatékony beavatkozás és megelőzés érdekében.

Napjaink legjelentősebb környezeti kihívása az éghajlatváltozás, amely többek között az ipari és bányászati tevékenységekre is komoly hatással van. Az új szolgálat egyik kiemelt feladata a klímaváltozással, az azt kiváltó folyamatokkal és hatásokkal kapcsolatos hazai kutatásokkal, az üvegházhatású gázok hazai kibocsátásainak csökkentésével és a klímaváltozás hazai hatásaihoz való alkalmazkodással kapcsolatos feladatok ellátása, valamint a földtudományi és éghajlatvédelmi információk együttes rendszerezett kezelése, megjelenítése és a kormányzati döntéshozatalba történő integrálása.

Az MBFSZ a hazai klímapolitika tudományos háttérbázisként közreműködik az ország nemzeti szintű éghajlatvédelmi feladatainak stratégiai megalapozásában, az éghajlatváltozás hazai hatásainak értékelésére vonatkozó módszertanok kifejlesztésében az önkormányzati éghajlatvédelmi tervezést és helyi alkalmazkodást támogató tevékenységek ellátásában. Ennek egyik támogató eszköze a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATéR), amelynek fejlesztését a Szolgálat – folytatva az MFGI korábbi tevékenységét – EU-s és költségvetési támogatásból végzi a KEHOP-1.1.0.-15-2016-00007. azonosítószámú kiemelt projekt keretében.

MINLEX – TANULMÁNY A NYERSANYAGKUTATÁS ÉS KITERMELÉSÉNEK ENGEDÉLYEZTETÉSÉRŐL AZ EU-BAN

MINLEX – a study on mineral exploration and extraction permitting in the EU

Mádai Ferenc [1], Hámor Tamás [2]
[1]Miskolci Egyetem Ásványtani-Földtani Intézet
[2]Magyarhoni Földtani Társulat
[1]askmf@uni-miskolc.hu

A Nyersanyag Kezdeményezést [Raw Materials Initiative, RMI] (Európai Unió, 2008) immáron 9 éve bocsátotta ki az Európai Unió. Ez a dokumentum tekinthető egyben az EU ásványi nyersanyag stratégiájának is. Az RMI kinyilvánítja, hogy az EU integrált nyersanyag stratégiájának három pillérre kell támaszkodnia, amelyek közül a második a „*megfelelő* ***jogszabályi környezet*** *létrehozása az EU-ban, elősegítendő a fenntartható nyersanyagellátást európai forrásokból.*"

Az európai lelőhelyekről származó nyersanyagok fenntartható kínálatának megteremtését az uniós és tagállami jogszabályi háttér jelentősen befolyásolja. Az 1990-es és 2000-es években az EU politikája döntően környezeti és természetvédelmi szempontokra irányult, ezen a téren számos fontos irányelv és szabályozó keretrendszer (pl. Bányászati Hulladék Irányelv, Natura 2000 hálózat) jött létre, amelyek a szektor hosszútávú fenntarthatóságához járulnak hozzá.

Ugyanakkor a nyersanyag kitermelő ágazat számára a nyersanyagkutatási és -kitermelési engedélyek sikeres megszerzése az EU tagállamok többségében korlátozottá vált. A kutatás megkezdése és a termelés megindulása között a tagállamokban nem ritkán 8-10 év telik el, az ágazat folyamatos versenyben van a kitermelésre alkalmas területért más földhasználati módokkal. Az RMI második pillérének megvalósítását gátolja a nemzeti nyersanyag stratégiák (szakpolitikák, nemzeti programok) hiánya, a környezetvédelmi és természetvédelmi engedélyeztetési folyamat időigényessége is.

Bár az ásványi nyersanyagokkal való gazdálkodás és ennek szabályozása alapvetően a tagállami szuverenitási körbe tartozó, de az EU feladata követni, hogy az alapszerződésben lefektetett elvek – különösen az átláthatóság, egyenlő bánásmód és arányosság – az engedélyeztetési eljárások során ne sérüljenek. Ebből következően a tárgyi tanulmány olyan területeket vizsgált, ahol az uniós jog meghatározza a tagállamok mozgásterét a nemzeti szabályozást illetően. A tanulmányban megvizsgált szakterületek a belső piacot, a környezeti biztonságot, természetvédelmet, munkahelyi biztonságot és balesetvédelmet szabályozó joganyagokra fókuszáltak.

Fontos kiemelni, hogy a tanulmány a nem energetikai ásványi nyersanyagok kutatásának és kitermelésének – valamint a lelőhelyet érintően a kitermelés utáni – engedélyeztetési szabályrendszerét vizsgálta. A MINLEX projekt részletesen áttekintette a 28 tagállam nemzeti jogszabályi és szervezeti hátterét, a nyersanyagkutatás és -kitermelés engedélyeztetésének tagállami folyamatát, beleértve a nemzeti, regionális és helyi szinteket. A tagállami gyakorlat vizsgálata a részletes szakértői jelentések mellett az engedélyeztetést érintő jogesetek tanulmányozására is épül.

A tanulmány elsősorban az Európai Bizottság számára szolgáltat információt ahhoz, hogy az uniós jogrendszert hogyan lehet javítani a hatékonyabb engedélyeztetés kialakításának érdekében. Ugyanakkor a tanulmány megállapításai számos esetben érdekesek tagállami szinten is. Az alábbiakban a tanulmányból kiemelve néhány tématerületet mutatunk be, amelyek a magyar bányászati szakigazgatás számára is érdekesek lehetnek.

1. Nem energiahordozó ásványi nyersanyagok köre

A MINLEX tanulmány a nem energiahordozó ásványi nyersanyagokkal végzett tevékenységekre korlátozódik. Azt, hogy mi tartozik ebbe a körbe, a gazdasági tevékenységek statisztikai osztályozása NACE Rev. 2. rendszer [1893/2006/EK rendelet] (Európai Unió, 2006) taglalja, viszont két tevékenység esetében ez nem egyértelmű. Ezek az *Urán-, és tóriumérc bányászata* (07.21 szakágazat), valamint a *Tőzegkitermelés* (08.92 szakágazat).

Az Urán-, és tóriumérc-bányászat a B. nemzetgazdasági ágon (bányászat és kőfejtés) belül az Egyéb fém érc bányászata (07.2) alágazatba van sorolva a Színesfém érc bányászata (07.29) alágazattal együtt. Itt tehát egy energiahordozó és egy nem energiahordozó ásványi nyersanyag bányászata került egy alágazatba. Földtani, bányászati technológiai megközelítésből ez célszerű, ráadásul a két érccsoport együttes megjelenése is gyakori, viszont jogi szempontból közöttük jelentős különbség van, ahogy azt a következő fejezet részletezi.

Hasonlóképp kérdéses a besorolása a Tőzegkitermelésnek, mivel ez a máshová nem sorolt bányászat (08.9) alágazatban szerepel a Vegyi ásvány bányászata és a Sókitermelés mellett. A tőzeg esetében kisebb mennyiség kerül felhasználásra talajjavító anyagként, viszont néhány tagállamban (Finnország, Írország, Észtország, Németország) jelentős mennyiség kerül energetikai hasznosításra.

A megoldást az Eurostat által kiadott, az ipari termékeket és szolgáltatásokat tartalmazó PRODCOM jegyzék (Európai Unió, 2016) vizsgálata adja, mivel abban energiahordozó nyersanyagok nem szerepelnek. A 07.2 NACE alágazatból csak a Színesfém érc bányászata szerepel a PRODCOM listában, Urán- és tóriumérc-bányászat nem. Hasonlóképp nem szerepel a Tőzegkitermelés a 08.9 NACE kódú tevékenységek között.

2. A koncessziós szerződésekről szóló EU irányelv

A 2014/23/EU irányelv (Európai Unió, 2014) a koncessziós szerződésekről egyike a 2014-ben kiadott azon irányelveknek, melyek az EU belső piac működésének javítását szolgálják. Az irányelv részletesen szabályozza a koncesszió odaítélésének szabályait, melyeket az irányelv hatálya alá tartozó tevékenységek esetében a koncessziós eljárás során alkalmazni kell. Ezen az alapon az irányelv egy fontos jogforrás a nyersanyagkutatás, illetve kitermelés engedélyeztetési folyamatában is az EU tagállamokban.

Ugyanakkor az irányelv hatálya a közszolgáltató ajánlatkérők által odaítélt koncessziók esetében csak a II. mellékletben felsorolt tevékenységekre terjed ki. Ennek 6. pontjában (földrajzi terület hasznosításával kapcsolatos tevékenységek) az energiahordozó nyersanyagok feltárása és/vagy kitermelése van megemlítve, úgy mint: *a) kőolaj vagy földgáz kitermelése; b) szén vagy más szilárd tüzelőanyag feltárása vagy kitermelése*. Ebből következően a nem energiahordozó ásványi nyersanyagok kutatásának és kitermelésének engedélyeztetéséhez a 2014/23/EU irányelv alkalmazása nem mérvadó, annak ellenére, hogy a több EU tagállamban (pl. Magyarország, Románia, Bulgária, Horvátország) érckutatás esetében a nemzeti bányatörvények alapján koncessziós pályázatot kell kiírni.

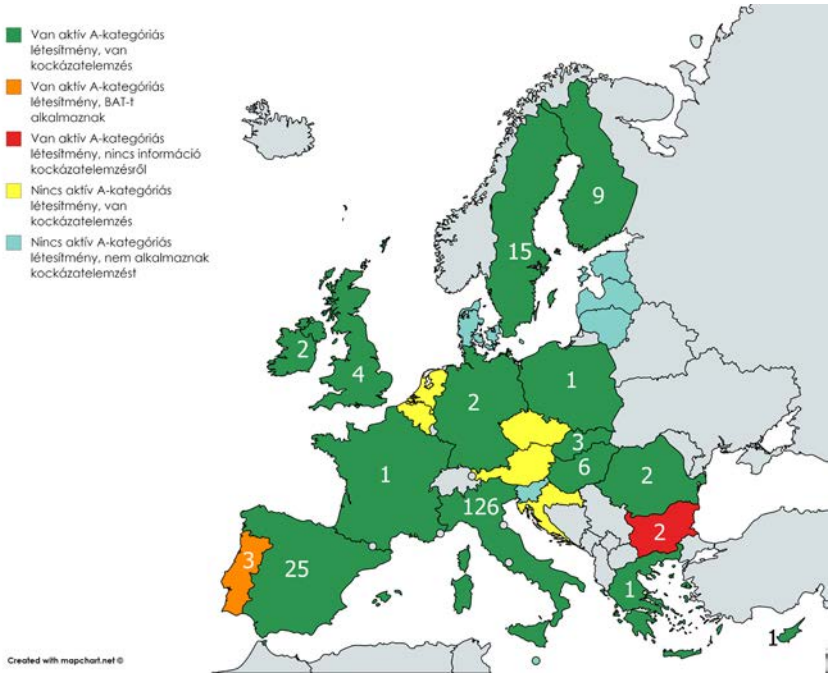
Az előző pontban említett besorolási probléma itt ismét felvetődhet, mivel a „*más szilárd tüzelőanyag feltárása és kitermelése*" csoportba sorolható az urán- és tóriumérc-bányászat, illetve a tőzegkitermelés is.

Az energiahordozókkal szemben, melyek minden tagállamban állami tulajdonban vannak, a nem energiahordozó ásványi nyersanyagok típusa, tulajdonjoga nagyon változó, valamint annak gyakorlata is eltérő, hogy az egyes tagállamok alkalmaznak-e ezen utóbbi nyersanyagok esetében koncessziós eljárást. Ezért is csekély az esélye annak, hogy a 2014/23/EU irányelv hatálya a közeljövőben kiterjedjen – legalább egyes – nem energiahordozó nyersanyagokra is. Ugyanakkor az fontos, hogy a koncessziós pályázatok kiírásához, elbírálásához az irányelvben lefektetett alapelvek az eljárások során érvényesüljenek.

3. A Bányászati hulladék irányelv alkalmazása

A projekt során a tagállami szakértők válaszoltak egy kérdőívre, melynek négy kérdése a Bányászati hulladék irányelv [2006/21/EK] (Európai Unió, 2006) és a csatlakozó Bizottsági határozatok tagállami szintű alkalmazására irányult. Az irányelv 2008-as bevezetése óta eltelt két jelentéstételi időszak (2008-11; 2011-2014) tanulságai és a kérdőívre adott válaszok alapján a megvalósításban jelentős különbségek mutathatók ki a tagállamok között (Európai Bizottság 2016; BiPRO 2016). Ezek egyike, hogy bár az 2009/359/EK Bizottsági határozat (Európai Unió, 2009b) lehetővé teszi, hogy a tagállamok egy listában határozzák meg az inertnek minősített bányászati hulladékok jegyzékét, ezt még összesen csak 8 tagállam (CZ, ES, FI, FR, HU, IT, RO, UK) alkalmazza. A 20 többi tagállam között számos olyan található, ahol gyakorlatilag csak építőanyag kitermelés folyik, így ott érthető, ha erre nem fordítottak figyelmet. Viszont jelentős ércbányászattal rendelkező országok (BG, EL, PL, PT, SE) sem alkalmazzák ezt a lehetőséget, mely adott esetben az engedélyeztetést tudná megkönnyíteni.

Másik fontos kérdés, hogy a tagállamok alkalmaznak-e kockázatelemzést a bányászati hulladékkezelő létesítmények besorolásához az Irányelv III. mellékletének és a 2009/337/EK Bizottsági határozatnak (Európai Unió, 2009a) megfelelően. A válaszok szerint azok a tagállamok, ahol vannak működő, A-kategóriába sorolt bányászati hulladékkezelő létesítmények, ott a besoroláshoz alkalmazzák a kockázatelemzést. Kivétel ez alól Portugália, ahol a válasz szerint a legjobb elérhető technológia alkalmazása kötelező és Bulgária, ahonnan nem érkezett válasz. Azon országokban, ahol ilyen működő létesítmények nincsenek, a kockázatelemzést a bezárt létesítményekre a következő országokban alkalmazzák: AT, BE, CZ, HR, NL. Azon tagállamok, ahol az utóbbi évtizedekben incidensek és balesetek történtek bányászati hulladékkezelő létesítményekkel (ES, FI, IT, HU, RO), mind alkalmazzák a kockázatelemzést és ezen országokban kiugró (Románia kivételével) a nyilvántartott A-kategóriába sorolt hulladékkezelő létesítmények száma (1. ábra).



1. ábra. Az EU tagországokban működő A-kategóriába sorolt bányászati hulladékkezelő létesítmények száma és az ezek létesítéséhez alkalmazott kockázatelemzés megoszlása a szakértői válaszok alapján

4. Társadalmi elfogadottság

Az ásványi nyersanyagkitermelő tevékenységek engedélyeztetésének nehézségei Európában számos esetben közismerten a bányászat társadalmi elfogadottságának problémáiból adódnak. A MINLEX ezt a kritikus kérdést azon keresztül vizsgálta, hogy az érintett lakosság, önkormányzat, vagy környezetvédelmi civil szervezetek milyen gyakorisággal támadtak meg nyersanyagkutatás, vagy kitermelés engedélyezésére kiadott hatósági döntéseket. Ezt a tagállami szakértők által beküldött – eléggé heterogén és szubjektív szelekciótól nem mentes – jogeseti összefoglalók alapján összeállt adatbázisból lehetett vizsgálni. Az adatbázis alapján a felperesek közel 40%-a került ki a fent említett körből, akik elsősorban környezetvédelmi és természetvédelmi indokkal támadták meg a döntéseket.

Az elemzésből kimutatható, hogy környezetvédelmi balesetek, mint amilyen 2012-ben és 2013-ban történt a finn Talvivaara bányánál, megtépázzák a társadalmi elfogadottságot, ami a lakossági, illetve civil szervezetek bányászat ellenes aktivitásán keresztül is mérhető.

Hasonlóképpen a társadalmi elfogadottság hiánya, a 2000-es nagybányai baleset öröksége vezetett oda, hogy a verespataki aranyérc kutatási projekt a kutatás befejeztével nem kapta meg a román kormánytól az engedélyt a kitermelésre. Az eset választottbírósági döntésre került az ICSID elé (icsid.worldbank.org).

Irodalom

- BiPRO-Oakdene Hollins 2016: Provision and elaboration of information for the preparation of the "Implementation report of Directive 2006/21/EC on the management of waste from extractive industries" - ENV.C.2/FRA/2013/0023, http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/mining/waste_extractive_industries.pdf.
- Európai Bizottság 2016: A Bizottság jelentése az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának az ásványinyersanyag-kitermelő iparban keletkező hulladék kezeléséről és a 2004/35/EK irányelv módosításáról szóló 2006/21/EK irányelv végrehajtásáról. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0553
- Európai Unió 2006a: Az Európai Parlament és a Tanács 2006/21/EK irányelve az ásványinyersanyag-kitermelő iparban keletkező hulladék kezeléséről és a 2004/35/EK irányelv módosításáról. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32006L0021
- Európai Unió 2006b: Az Európai Parlament és a Tanács 1893/2006/EK Rendelete a gazdasági tevékenységek statisztikai osztályozása NACE Rev. 2. rendszerének létrehozásáról és a 3037/90/EGK tanácsi rendelet, valamint egyes meghatározott statisztikai területekre vonatkozó EK-rendeletek módosításáról. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1500199342387&uri=CELEX:32006R1893

- Európai Unió 2008: A Bizottság Közleménye az Európai Parlamentnek és a Tanácsnak - Nyersanyag-politikai kezdeményezés: az Európai gazdasági növekedés és foglalkoztatás kritikus szükségleteinek kielégítése. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0699&from=hu
- Európai Unió 2009a: A Bizottság határozata az ásványinyersanyag-kitermelő iparban keletkező hulladék kezeléséről szóló 2006/21/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv III. mellékletével összhangban a hulladékkezelő létesítmények osztályozása során alkalmazandó kritériumok meghatározásáról. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1500199144137&uri=CELEX:32009D0337
- Európai Unió 2009b: A Bizottság határozata az ásványinyersanyag-kitermelő iparban keletkező hulladék kezeléséről szóló 2006/21/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv 22. cikke (1) bekezdése f) pontjának végrehajtása céljából az inert hulladék fogalmának kiegészítéséről. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2009.110.01.0046.01.ENG
- Európai Unió 2014: Az Európai Parlament és a Tanács 2014/23/EU irányelve a koncessziós szerződésekről. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1500199487198&uri=CELEX:32014L0023
- Európai Unió 2016: A Bizottság (EU) 2016/1872 rendelete a 3924/91/EGK tanácsi rendeletben meghatározott, ipari termékekre vonatkozó Prodcom-lista 2016. évre történő megállapításáról. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1872&from=HU
- http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials_en
- https://icsid.worldbank.org/en/Pages/cases/casedetail.aspx?CaseNo=ARB/15/31

MŰHOLDAS HELYMEGHATÁROZÁSSAL A KÜLSZÍNI BÁNYÁK MÉLYÉN

Satellite positioning in the depth of open-pit mines.

Gombás László

Leica Geosystems Hungary kft

laszlo.gombas@leica-geosystems.com

A műholdas helymeghatározás terén nagy ívű fejlődésnek lehettünk tanúi az elmúlt évtizedek alatt. A technológia azonban máig adós maradt a felépítéséből, fizikájából eredő olyan elvárásokkal, mint:

- A felhasználó az égre történő nehéz kilátás esetén is cm pontos koordinátákhoz jusson.
- A sűrűn beépített városi, pláne épületen belüli környezetre jellemző, magas többutas terjedési környezetben is működőképes maradjon az eszköz.
- Az alrendszerek száma a minimálisra csökkenjen és a felhasználó kezébe kerüljön.

Futurisztikusnak és elérhetetlennek hangzik? Olyannyira nem az, hogy a megoldás már létezik, sőt a mérnöki, tipikusan a külszíni bányászati gyakorlatban már egy ideje használatos is a Locata Corporation és a Leica Geosystems együttműködésében fejlesztett JPS (Jigsaw Positioning System) formájában. A LocataLite adó-vevőkből telepített hálózat egy a GNSS-től független, ám annak földi telepítésű megfelelőjeként szolgáló helymeghatározó rendszer. Működhet önálló megoldásként, vagy együttműködve a GNSS-sel, annak mintegy földi kiterjesztéseként. A levédett időszinkronizációs módszernek (TimeLoc) köszönhetően a hálózat elemei egyszerre váltják ki a műholdakat, az RTK referencia vevőket, valamint a mobilkommunikációs szolgáltatót. Az alkalmazott jelek tulajdonságainak köszönhetően ugyanakkor használhatjuk mind kültéri, mind beltéri helymeghatározáshoz is. A hálózat mérete a felhasználó által szabadon skálázható. Az lehet regionális (nagyobb térséget átfogó), vagy egy kisebb városrészt lefedő, esetleg egyetlen épületet, építési helyszínt közrefogó terület. A megoldással a „hagyományos" GNSS mérést ki tudjuk terjeszteni azokra az helyszínekre, ahol az korábban elképzelhetetlen volt.

Fontos kiemelni, hogy a rendszer nem jelenti, nem is jelentheti a GNSS helyettesítését, hanem annak kiterjesztéseként működhet, ahogy az meg is született a világ első GNSS+Locata vevője esetén (2. kép). Ez a kettős funkcionalitás zökkenőmentes átmenetet biztosít a két helymeghatározási mód között – a felhasználó ki tudja használni mind a Locata jeleket, mind a GNSS jeleket, vagy a kettőt egyszerre. Ezzel a megoldással a „hagyományos" GNSS méréseket ki tudjuk terjeszteni azokra az területekre, ahol azok korábban elképzelhetetlen volt. Ezért is hívja a Locata ezt a megoldást „GPS 2.0"-nak. A világ első GNSS+Locata megoldása a Leica Geosystems fejlesztése, ami JPS (Jigsaw Positioning System) néven került forgalomba tipikusan bányászati alkalmazásként (egy későbbi bejegyzésben erről is bővebben írunk majd).

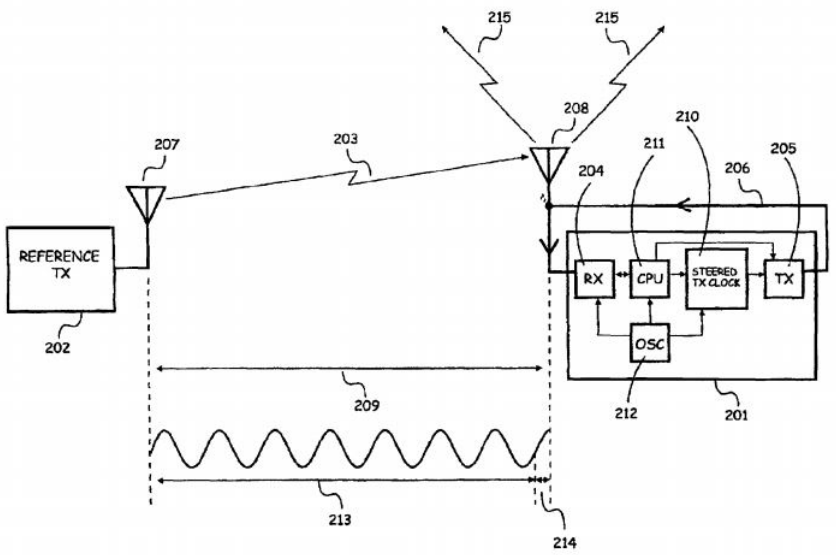
1. *Idő és frekvencia szinkronizálás – a TimeLock megoldás*

A pontos rádiófrekvenciás helymeghatározás (mely messze túl mutat a műholdas helymeghatározáson vö.: digitális kommunikációs rendszereken belüli helymeghatározás, RFID, stb.) alapvető fizikai követelménye az elektromágneses hullámokat kibocsátó adók és vevők órái közötti szinkronizáció. Ez az alapja a GNSS működési elvének is (konvencionális kódmérés: Single Point Position), de még a differenciális kód- fázismérésnél (Relative Positioning) is szerephez jut (műhold órák GPS világidőben való szinkronizálása), jóllehet ez utóbbi módszer lényegénél fogva kiejti az órahibákat. Ezért cserébe azonban komoly kiegészítő alrendszerekre (RTK hálózat, mobilkommunikációs szolgáltatás, stb.) van szükség (lásd fenti kihívásokat). A „hagyományos" rádiófrekvenciás helymeghatározási módszerek esetén tehát, a pontos pozíciók eléréséhez nagy értékű atomórák és/vagy komoly kiegészítő infrastruktúra (differenciális korrekciók) szükséges. Hogyan oldható meg az órák és frekvenciák szinkronizálása költséges és komplex alrendszerek és módszerek nélkül? Erre ad választ a Loacat Corporation levédett TimeLock megoldása.

A TimeLock lehetővé teszi a LocataLites adók számára az 1 ns-nál is jobb időszinkronizációt és kb. 1 ppb frekvenciastabilitást (ahogy ezt Chris Rizos Professzor úr (University of New South Wales) terepi mérésekkel igazolta 2013-ban). A módszer alapelve, hogy az ismert ponton telepített adó-vevő (LocataLite) legalább egy referencia adótól ún. referencia pozicionáló jelet kap. A referencia jelgenerátor lehet egy másik (szintén ismert alapponton álló adóvevő (LocataLite)), vagy lehet WAAS műhold, GNSS műhold, pszeudolitok, vagy ezek valamilyen kombinációja. Miután az adóvevő megkapta a referencia jelet, a saját belső jelgenerátorát szinkronizálja az adóhoz és ezt a szinkronizált jelet maga is továbbítja a környezetében lévő más (LocataLite) adóvevők számára, melyek aztán szintén szinkronizálják az órájukat (és a frekvenciát) az előbbi adóhoz. Az így létrehozott hálózaton belül (melynek minimum konfigurációja valamely referencia forrásnak tekintett adóhoz szinkronizált legalább két adóvevő) a Locata rover képes kód és fázismérés alapú nagy pontosságú helymeghatározásra (single point positioning) differenciális korrekciók nélkül. Fontos kiemelni, hogy ennél a módszernél a referencia adó oszcillátorának nincs szüksége az atom idő szabványai szerinti stabilitásra, a módszer ugyanis leköveti az olcsó órák bizonytalanságát, és hálózaton belül kiemelkedő stabilitást tart fenn.

Nézzünk a módszer mélyére! Az 1. ábrán látható az alapkonfiguráció, ahol látunk egy referenciának tekintett (ismert koordinátákkal rendelkező) jel adót (202) és a szintén ismert ponton álló adóvevőt (201). Ez utóbbi (201) tartalmaz egy vevőt (204) és mellette egy adót (205) A referencia pozicionáló jel (203) tartalmaz fázis, frekvencia, álvéletlen kód (PRN) és egyéb „navigációs" információt. Válaszul a referencia jel (203) vételére az adóvevő (201) kibocsát egy kiszolgáló jelet (206), mely jelet a saját vevője (204) is vesz. Ez a kiszolgáló jel (206) szintén tartalmaz fázis, frekvencia, álvéletlen kód (PRN) és egyéb „navigációs" információt. A vevő (204) tehát egyszerre veszi a referencia jelet (203) és a saját kiszolgáló jelét (206), melyek összevetéséből meghatározza:

- a vett és generált jel frekvencia-különbségét
- a navigációs adatok segítségével a durva terjedési időt
- az álvéletlen kódok (PRN) összevetésével az áltávolságok különbségét
- a vett és generált jelek fázis-különbségét.



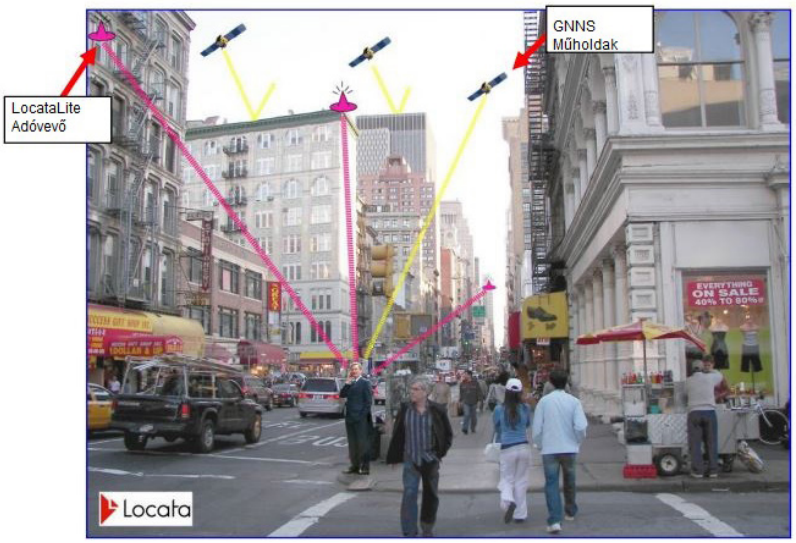
1. Ábra. Forrás:United States Patent: Method and Device for Chronologically Synchronizing a Location Network, Patent No. US,7616,682, B2, Patent date: Nov. 10, 2009

Mindezek, valamint az ismert koordinátákból számított pontos távolság alapján elvégezhető az idő- és frekvencia-szinkronizálás. A folyamat a következő:

1. Az „A” adóvevő (LocataLite) elküldi az egyedi jelét (kód és fázis)
2. A „B” adóvevő (LocataLite) veszi az „A” adó jelét.
3. A „B” adóvevő (LocataLite) legenerálja a saját egyedi jelét (kód és fázis), amit –és ez fontos- a saját vevője is vesz.
4. A „B” adóvevő (LocataLite) kiszámítja az „A” adóvevőből érkező és a saját maga által generált jel közötti különbséget (lásd feljebb).
5. A „B” adóvevő (LocataLite) átállítja a saját oszcillátorát úgy, hogy a vett és generált jelek közötti különbség nulla legyen. A jelek közötti különbségeket folyamatosan monitorozza és kiegyenlíti a rendszer. Más szavakkal a „B” adóvevő (LocataLite) folyamatosan követi az „A” adóvevőt (LocataLite).
6. Az utolsó lépés, hogy az ismert koordináták birtokában a távolságeltérést is korrigálja a rendszer. Amint ez is megtörténik, az ún. TimeLock állapotot elértük.

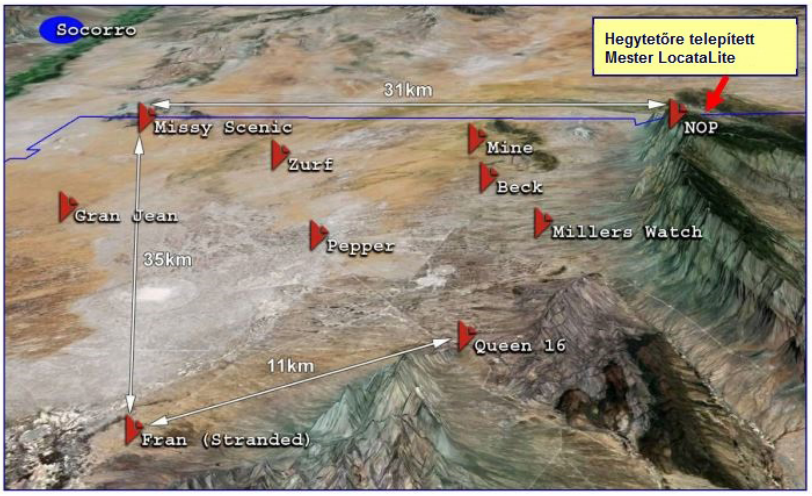
2. Skálázható lefedettség, a teljes rendszer a felhasználó kezében

Az előbb megismert TimeLock módszer lehetővé teszi, hogy költséges atomórák, műholdak, illetve a differenciális mérést biztosító infrastruktúra nélkül is képesek legyünk 1 nanoszekundum-nál is jobb hálózati szinkronizálásra és így a nagypontosságú ún. single point helymeghatározásra (tehát a „klasszikus” GNSS-nél ismert relatív helymeghatározás mellőzésére). Ennek eredményeként a felhasználó kvázi saját maga rendelkezik a földi telepítésű „műholdakkal” és referencia hálózattal. Ebből eredően saját maga dönthet a konstellációról és a területi lefedettségről (2. ábra) – kivéve a globális kiterjedést, amit viszont maga a GNSS biztosít, amihez a Locata hálózat tetszőlegesen kapcsolható.



2. Ábra. Forrás: Locata technology Brief v8.0.

A területi lefedettség szorítkozhat akár csak egy helységre egy épületen belül, vagy egy városrészre, de akár egy nagyobb földrajzi régióra is. 2012-ben a US Air Force 6500 km2 területen tesztelte sikerrel a hálózatot (3. ábra).



3. Ábra. US Air Force, White Sands Missile Range, New Mexico, Forrás: Locata technology Brief v8.0. (Public – July 2014)

3. RTK pontossággal bányák mélyén, épületen belül

A műholdas helymeghatározás során elérhető jelerősség, pusztán a több mint 20 km magasságban keringő műholdak fizikájából eredően meglehetősen gyenge. Ahhoz mindenképpen gyenge, hogy erdőben, épületek falain belül használhatók legyenek. Ezzel ellentétben a Locata által alkalmazott jelek nagyságrendekkel erősebbek. Valójában a jelerősségnek (alapértelmezésben a Wi-Fi esetén is alkalmazott 2,4 GHz-et használja 200-500 mW teljesítménnyel) a helyi szabályozások szabhatnak csak gátat, de ez sem jelent problémát, mivel az alkalmazott frekvencia-sávok és sugárzási energia széles sávban szabadon megválasztható és állítható. Ennek és a fentebb ismertetett szinkronizálási módszernek köszönhetően a Locata jelekkel nagy pontosságú pozícionálás hajtható végre nagy többutas terjedéssel terhelt környezetben és épületek falain belül.

Irodalom

- Chris Rizos 2013: A positioning system for indoor and outdoor applications where GNSS does not work, Proceedings of the 18th Association of Public Authority Surveyors Conference, Australia, Austarlian Capital Territory, Australia, 12-14 March, 2013
- Edwards Powers, Arnold Colina 2015: Wide Area Wirelss Network Synchronization Using Locata, United States Naval Observatory, Washington DC
- Locata – A new constellation 2011: GPS World, September 2011
- Locata Technology Brief v8.0 (Public – July 2014)
- Method and device for chronologically synchronizing a location network, United States Patent, November 10, 2009

3D PONTFELHŐ TECHNOLÓGIA A BÁNYAMÉRÉSBEN

3D point cloud technology in mine surveying

Sáfár Tamás

Leica Geosystems Hungary Kft.

tamas.safar@leica-geosystems.com

A bányaipari munkafolyamatok tervezésére irányuló erőfeszítések és kiadások jelentős mértékűek napjainkban. A tervektől való eltérések nagy hatással bírnak a biztonságra, termelésütemezésre és költségekre egyaránt. A technológiai fejlesztések lehetővé teszik a bányaterület folyamatos feltérképezését, ezáltal közel valós-idejű térbeli információkat és modelleket szolgáltatva az üzemeltetőknek a bánya szerkezetéről, állapotáról. A 3D pontfelhők a valós tér nagypontosságú digitális másaként, költség- és időhatékony módon állíthatóak elő, alapul szolgálva a nagyteljesítményű adatfeldolgozáshoz és –kiértékeléshez. Ez a technológia nem csupán megjelenítésre és ábrázolásra szolgál, hanem megbízható és pontos információforrás a geometriai, nyilvántartási elemzések elvégzéséhez. Jelen tanulmány átfogó megközelítéssel mutatja be a hagyományos földi lézerszkennerek, mobil térképező rendszerek és modern fotogrammetriai eszközökből kinyert 3D pontfelhő adatok felhasználását, amely által folyamatos és naprakész térinformációs adatbázisok segíthetik a mindennapos bányászati munkafolyamatokat.

Huge amounts of money and effort goes into planning and creating design in the mining industry. Deviation from design has an effect on safety, production schedules and costs. Technological advancements make it possible to continuously map a mine, giving operators near real-time information on site layout and makeup and enabling a continuous mine model. 3D point clouds serve as precise models of reality, available at low costs, and perfectly suited for high-performance processing. This technology is used not only for data representation but also for analysis and knowledge generation. This study presents an innovative approach for integrating 3D point cloud data in mine surveying applications from several sensors, like terrestrial laser scanners, mobile mapping systems or photogrammetric solutions which will enable continuous capture and updating of 3D geospatial information to become integral to daily mine operations.

1. ábra. UAV felhasználása külszíni bánya térképezésére

1. Bevezetés

Mi is a külszíni bánya? Egy nagykiterjedésű lyuk a földfelszínen, amelynek hasznosítható ásványi nyersanyaga fel lett kutatva, a telepek valószínűsíthető térbeli elhelyezkedése modellezve. A fedőrétegek eltávolítva, a haszonanyagok kitermelve és eljuttatva a feldolgozó üzemekbe, a meddő elszállítva a hányókba. Utolsó életciklusában pedig tájrendezés és rekultiváció. – Egyszerűen hangzik, azonban a bányászat ennél összetettebb üzletág. Számos olyan tényező játszik szerepet, amelyek által az üzemeltetés több úton hiúsulhat meg, mint hogy sikerrel megvalósuljon. A bányászat - mint végső soron üzleti tevékenység - várható sikerének előrejelzéséhez szükséges kulcs: az adat, adat és még több adat.

Korábban rend szerint az elemzésekhez szükséges adatokat szolgáltató felmérő csapat reggel kiutazott az irodából a terepre és a nap végén különböző mérési adatokkal tért vissza – napi állapotfelvételek, terepmodellek, bányatérképek, heti/havi/periodikus térfogat- és tömegszámítások a kitermelt, elszállított, bedepózott anyagokra vonatkozóan. És persze emellett a bányamérnökök, geológusok egyéb speciális feladataihoz kötődő adatszolgáltatásokat is elláttak. Az adatok felvétele csak a kezdet volt, napokig is eltarthatott, amíg az azokból eredő számításokat az egyes szakágak hasznos információba fordították át. Ez idő alatt a termelés nem szünetelhetett, további területekre terjedt át. Ugyanakkor éppen emiatt a felmérések nem voltak teljesek, ezért sokszor kiegészítést igényeltek, de az is előfordulhatott, hogy éppen a felmérések miatt voltak kénytelenek szüneteltetni a termelést. A földmérőknek pedig igyekezniük kellett, hogy „ne tartsák fel" a munkagépeket. Az időbeli csúszások és ütközések sokszor vezettek hamis mennyiségi becslésekhez, amelyek korrigálása legtöbb esetben nem valósult meg, tekintve, hogy az egy újabb időigényes és a folyamatos termelést hátráltató, - esetlegesen nem megtérülő feladat. Ezért egyre több adat begyűjtésére merült igény, egyre több műszer termelt minőségellenőrző adatot és egyre több résztvevő kívánt belelátni, hogy mi is történik ezekkel az adatokkal. A pontos és részletes elszámolási kötelezettség a bányaüzemeltetés mindennapos és általános részévé vált.

2. Az adatgyűjtés eszközei

A 3D pontfelhő alapú adatgyűjtési módokat tekintve jelen cikkben három fő csoportra osztjuk a mérőeszközöket: statikus lézerszkennerekre, pilóta nélküli légi jármű alapú fotogrammetriai rendszerekre és mobil térképező rendszerekre. Ezek a mérőeszközök mind a terepi alkalmazási módok szerint, mind a mérések elérhető pontosság és megbízhatóság vonatkozásában, mind pedig a begyűjtött nyersadatok feldolgozásának módszertanában eltérőek. Ami egyértelműen közös a felsorolt technológiákban, az a terepen töltött rendkívül rövid mérési idő és magas fokú automatizáltság.

A hagyományos, statikus földi lézerszkennerek a műszer állótengelye körül körbefordulva, egy a fekvő tengely körül gyorsan forgó tükör által kibocsátott lézerjel terjedési idejéből és a kiinduló/beérkező impulzusok fáziskülönbsége alapján visszaszámolt távolságok, valamint az ezekhez tartozó szögmérések alapján képesek „letapogatni" saját környezetüket akár több száz méteres távolságban. Egyetlen másodperc alatt akár egymillió térbeli pont rögzítésére képes egy ilyen eszköz, amely ponthalmaz sűrűsége a műszertől való távolság lineáris függvénye; ez száz méteres műszer-tárgy távolságon elérheti a néhány milliméteres nagyságrendű sűrűségértéket is, valamint ugyanezt a nagyságrendű térbeli pontosságot, megbízhatóságot. A képalkotó lézerszkennerek fontos tulajdonsága, hogy a felmért pontokat beépített kamerarendszerüknek köszönhetően valós színezettel is képesek ellátni a valósághű reprezentálás érdekében. A kibocsátott és beérkező impulzusok energiájának hányadosából számított intenzitás alapú színezete is megjeleníthető a pontfelhőnek, amely a felmért objektumok anyagi tulajdonságaira utalhat. Több álláspontból végzett méréssel és az álláspontok között rendre biztosított pontkapcsolásokkal, ún. regisztrációs eljárással biztosítható, hogy egy egységes koordinátarendszerben képződjön le az adott terület háromdimenziós digitális mása.

Az UAV-re szerelt kamera, mint térképező eszköz nem végez közvetlen távolságméréseket. Ez esetben az adott területről készült, egymással nagymértékben átfedéseket mutató képsorozat szomszédos képpárjain azonosnak vélt pixelek képi koordinátarendszerben való elhelyezkedése és a kamera fizikai tulajdonságai alapján térbeli hátrametszéssel és más fotogrammetriai eljárások által állítja elő egy szoftveres algoritmus az adott pixel térbeli koordinátáit. A rendszer által előállított pontfelhő sűrűsége ugyan jóval egyenletesebb eloszlású, mint a földi lézerszkennerek esetében, azonban az egyes pontok térbeli pontossága abszolút és relatív értelemben is alulmarad. A várható pontosság függ a terepi mintavételezés mértékétől - ami a kameratulajdonságok és a repülési magasság függvénye - vagyis, hogy a képen egy-egy pixel a valóságban mekkora. Továbbá nagymértékben függ a képek fotográfiai minőségétől. Az aktuális fényviszonyokhoz és menetsebességhez helytelenül választott kamera-beállítások, mint a záridő, a rekesz vagy a fényérték, az elvárható és teljesíthető pontosságot jelentősen csökkenthetik. A csúcstechnológiás UAV-kon elhelyezett precíziós GNSS antennák már elérhetővé teszik, hogy az exponálási pozíciókat valós időben meghatározzuk, RTK NTRIP, saját bázisos RTK vagy akár GNSS utófeldolgozás által. Így a 4-5 cm-es megbízhatóságú exponálási pozíciók a nagyteljesítményű feldolgozási folyamatok idejét akár tizedére csökkentik és a georeferáláshoz szükséges terepi illesztőpontok számát minimálisra redukálják.

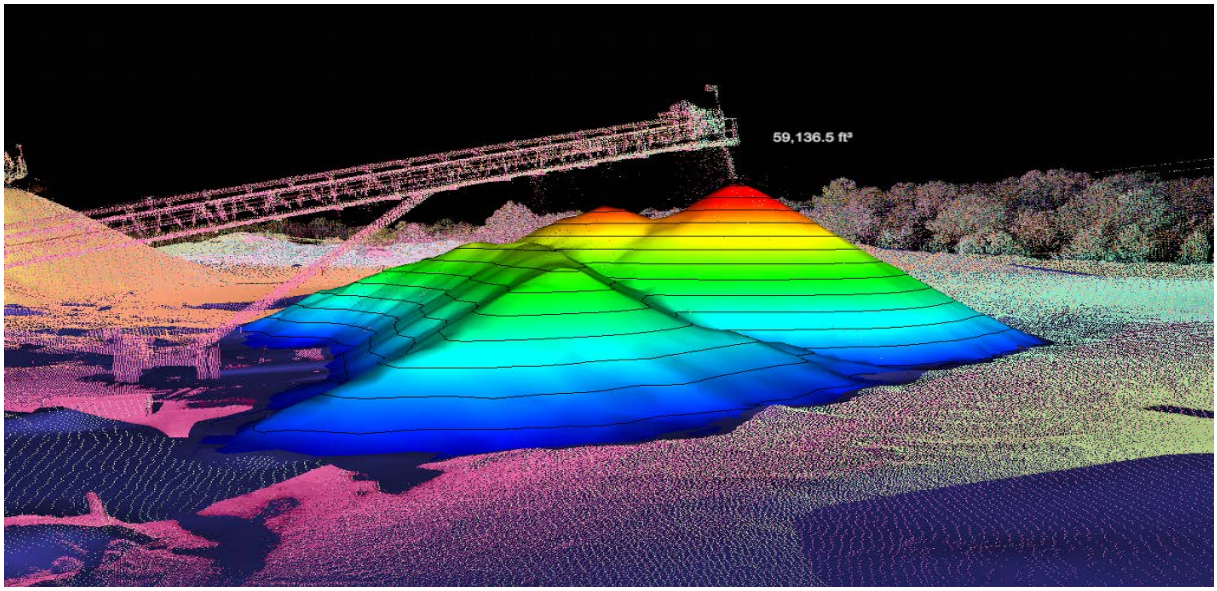
A mobil térképező rendszerek egyesítik a lézerszkenneres adatgyűjtés, a fotogrammetria és a helymeghatározás különböző technológiáit. A hordozó gépjárműre szerelt profilozó szkenner a jármű haladási irányához igazított döntött síkban pásztázza le a környező teret, a jármű mozgása során ezen síkok sorozatában képzett pontokból fog összeállni a végleges pontfelhő. Itt a fő probléma ezeknek a síkoknak a térben és az időben a lehető legnagyobb pontossággal történő meghatározása. Ehhez olyan szenzorok segítik a rendszert, mint a GNSS, dőlés- és gyorsulás mérőkből álló inerciális rendszer, vagy az ödométer. Néhány centiméteres abszolút pontossággal állítható elő a jármű által megtett út térbeli görbéje. Megfelelő időbélyegek párosításával erre a trajektóriára helyeződik rá folytonosan a döntött síkban másodpercenként felvételezett többszázezer pont halmaza, valamint a kamerarendszer által készített panorámaképek.

2. ábra. Mobil térképező rendszer bányafelmérés közben

3. Adatfeldolgozás és kiértékelés

A nyers mérési adatok feldolgozásának elsődleges lépése az egységes és georeferált 3D pontfelhő előállítása. A regisztrált pontfelhő legtöbb esetben további tisztításra szorul, mivel olyan objektumok is leképződhetnek a felvételek során, amelyek a hasznos információ kinyeréséhez szükséges területeket kitakarják, a kiértékelést zajjal terhelik. A tisztítás többnyire manuális, vagy fél-automatikus szoftveres eszközökkel hatékonyan történik.

A 3D pontfelhőből vektorizált rajzok és modellek egyszerűen és gyorsan készíthetők el olyan algoritmusok által, amelyek képesek éleket, felületeket detektálni vagy adott objektumokat felismerni. Különböző epochákban végzett mérésekből készült digitális felületmodellek összehasonlításával hatékonyan vizsgálhatóak monitoring jelleggel a kitermelt nyersanyag-mennyiségek, ezzel egyidejűleg automatizált jelentéskészítésre is van lehetőség.



3. ábra. Kitermelt térfogatok számítása és ábrázolása szintvonalakkal

A nagypontosságú számadatok mellett a különböző mérnöki felhasználásokra is egységesen, könnyedén értelmezhető és látványos formában továbbítható a bányaterületről szerzett összes geometriai jellegű információ, speciális publikációs felületek által.

4. Összefoglalás

A cikk alapvető célja átfogó képet nyújtani a 3D pontfelhő technológia bányászati felhasználásban rejlő lehetőségeiről, bemutatni az adatgyűjtés különböző módszereit. A hagyományos bányamérési eljárások problémaköreiből kiindulva igyekszünk rámutatni, hogy a korszerű mérőeszközöket és adatfeldolgozási eljárásokat alkalmazva miként érhető el hatékonyabb termelés és üzemeltetés.

Irodalom

- J.W. van der Merwe, D.C. Andersen 2002: Applications and benefits of 3D laser scanning for the mining industry, published by The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, Platinum 2012, 501-518
- Hamidreza Houshiar: Documentation and mapping with 3D point cloud processing, Dissertation, University of Würzburg 2017, 93-126

A BVH KFT. MECSEKI KÖRNYEZETVÉDELMI BÁZISÁNAK TEVÉKENYSÉGE

The activity of the BVH Ltd. Mecsek Environmental Station

Németh Gábor

Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Korlátolt Felelősségű Társaság

nemeth.gabor@bvh.hu

The uranium mining and ore-processing started in the Mecsek-mountain in 1955. In the first years the mined ore was processed in the Soviet Union (at the present territory of Estonia) and later the uranium ore concentrate was also exported there. The total production was cca. 23 000 t U, which is about the half of the total geological resources. After the shutdown of the uranium mines – in accordance with the Government Decision 2085/1997. (IV. 3.) – mining and ore processing were replaced by activities related to the shutdown of mines and the remediation of the affected areas.

The recultivation activity was finished in 2008 but in order to protect the neighbouring drinking water bases a long-term activity is expected. This consists of cleaning the contaminated surface- and groundwaters, environmental monitoring, aftercare of recultivated areas and facilities. The protection is needed to be maintained continuously until the risk exists, so the operation of the system is necessary for further 30-40 years. Beyond the above written, the monitoring activity after the water treatment period must be continued for another 50 years. For the

reason of these aspects of drinking water protection the operation of the system requires daily 24 hours preparedness and intervention if necessary.

This paper gives a rough overview for the challanges of the long-term environmental activities on the Hungarian uranium mining and ore-processing legacy site.

A mecseki uránérc-bányászat és ércfeldolgozás időszakát követően a hatósági előírásoknak megfelelően elvégzett rekultivációs munkálatok eredményeként 2008. év végére a közvetlen környezeti havaria veszély megszűnt, a tevékenységre vonatkozó Környezetvédelmi Engedélyben előírt határértékek betartása biztosított, azonban a pellérdi és tortyogói ivóvízbázisok (ezen keresztül Pécs város és a környező települések ivóvíz ellátásának) veszélyeztetettsége továbbra is fennáll. Az ércfeldolgozási zagytározók környezetében végzett felszín alatti vízkármentesítés, az uránnal szennyezett bányavíz emelés és tisztítás leállása esetén rövid időn belül elszennyeződnének a Pécs ivóvíz ellátásában jelentős szerepet játszó pellérdi és tortyogói ivóvízbázis vízműkútjai. A környezetellenőrzési rendszer működtetésének és a tájrendezett területek utógondozásának felhagyása olyan előre nem látható folyamatokat indukálnának, amelyek közvetve, vagy közvetlenül a környező ivóvízbázisokat veszélyeztetik.

A 2006/2001. (I. 17.) számú Kormányhatározatban leírtaknak megfelelően a volt uránipari hatásterületen a rekultivációt követően is folytatni kell az ún. „hosszú távú" környezetvédelmi tevékenységeket (szennyezett felszíni és felszín alatti vizek kezelése, egységes vízkormányzó rendszer üzemeltetése, környezetellenőrzési monitoring tevékenység, a rekultivált területek, létesítmények utógondozása, karbantartása). A védekezést folyamatosan, a veszélyeztetettség fennállásáig folytatni kell, így a rendszer üzemeltetése még min. 30-40 évig szükséges. A leírtakon túl a környezetellenőrzési monitoring tevékenységet a vízkezelések időszakát követően várhatóan további mintegy 50 évig szükséges folytatni.
Az elvégzendő feladatok az alábbiak:

- egységes vízelvezető rendszer működtetése,
- radioaktívan szennyezett vizek uránmentesítése,
- zagytéri kármentesítő rendszer és kémiai vízkezelő üzemeltetése,
- karbantartás,
- környezetellenőrzési monitoring tevékenység,
- rekultivált területek, létesítmények utógondozása.

A vízkezelési tevékenység két nagyobb víztisztító telephelyen történik, az uránmentesítést végző Bányavíz-kezelő Üzemben és a pellérdi zagytározók térségében lévő, magas sótartalommal szennyezett vizeket kezelő Kémiai Vízkezelő Üzemben. Ezen túlmenően a feladat része a kisebb egyedi kármentesítő rendszerek és objektumok, valamint az összes felszíni szennyezett és szennyezetlen vizeket gyűjtő vízkormányzó rendszer üzemeltetése, villamos és gépész karbantartása.

Az Északi bányaüzemek (II., IV. és V. üzem) földalatti üregrendszerének feltelése miatt a jelenlegi rendszer üzemeltetéséhez szükséges pénzügyi forráson túl az elkövetkező években jelentős beruházást igényel a vízkezelő és vízkormányzó rendszer bővítésének kivitelezése. A felhagyott mecseki uránérc-bánya területén működő egységes vízkormányzó rendszer 2014. évben megkezdett bővítési munkálatainak eredményeképpen mára biztosított a 2015. I. félévben bekövetkezett, III. bányaüzemi feltelésből származó, mintegy 250 E m^3 mennyiségű, uránnal szennyezett többlet bányavíz bányavíz-kezelő üzemben történő uránmentesítése. Az É-i bányaüzemek földalatti üregrendszere nincs közvetlen kapcsolatban a III. üzemi bányatérségekkel, így feltelése más ütemben zajlik. A monitoring adatok alapján a feltelés előreláthatólag 2019-2020. évben éri el az É-i tárót, melyet követően további mintegy 500 000 m^3, várhatóan 6-8 mg/l urántartalmú és magas összes oldottanyag-tartalmú vízmennyiség kezelése válik szükségessé.

Az utógondozás, hosszú távú ellenőrzés időszakában a mérési adatok folyamatos, gyors elemzése és a még meglévő szennyeződések kialakulásának esetleges terjedésének előrejelzése, modellezése továbbra is kiemelt feladat. Az értékelő elemző tevékenység egyrészt a műszaki beavatkozásokat, másrészt a monitoring hálózat ésszerű, fokozatos optimalizálását irányítja. Ez a tevékenység felel a takarékos, költséghatékony módszerek alkalmazásáért is.

A volt uránipari hatásterületen végzett hosszú távú tevékenység forrása a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium költségvetési fejezetében található (20. cím 35. alcím 1. jogcímcsoport „Uránércbánya hosszú távú környezeti kárelhárítás" fejezeti kezelésű előirányzat).

A jelenlegi tevékenység alapját a hatósági kötelezések mellett a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által 2010-2011. évben elvégzett audit előírásai, valamint az ezt követően készített 30 éves Stratégiai Tervben meghatározott feladatok jelentik. A leírtakon túl kiemelendő, hogy 2015. évben a teljes tevékenységet átfogóan szabályozó Környezetvédelmi Engedély határideje lejárt, melynek megfelelően új környezeti felülvizsgálat történt. A felülvizsgálati dokumentáció alapján a Baranya Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztály 1034-

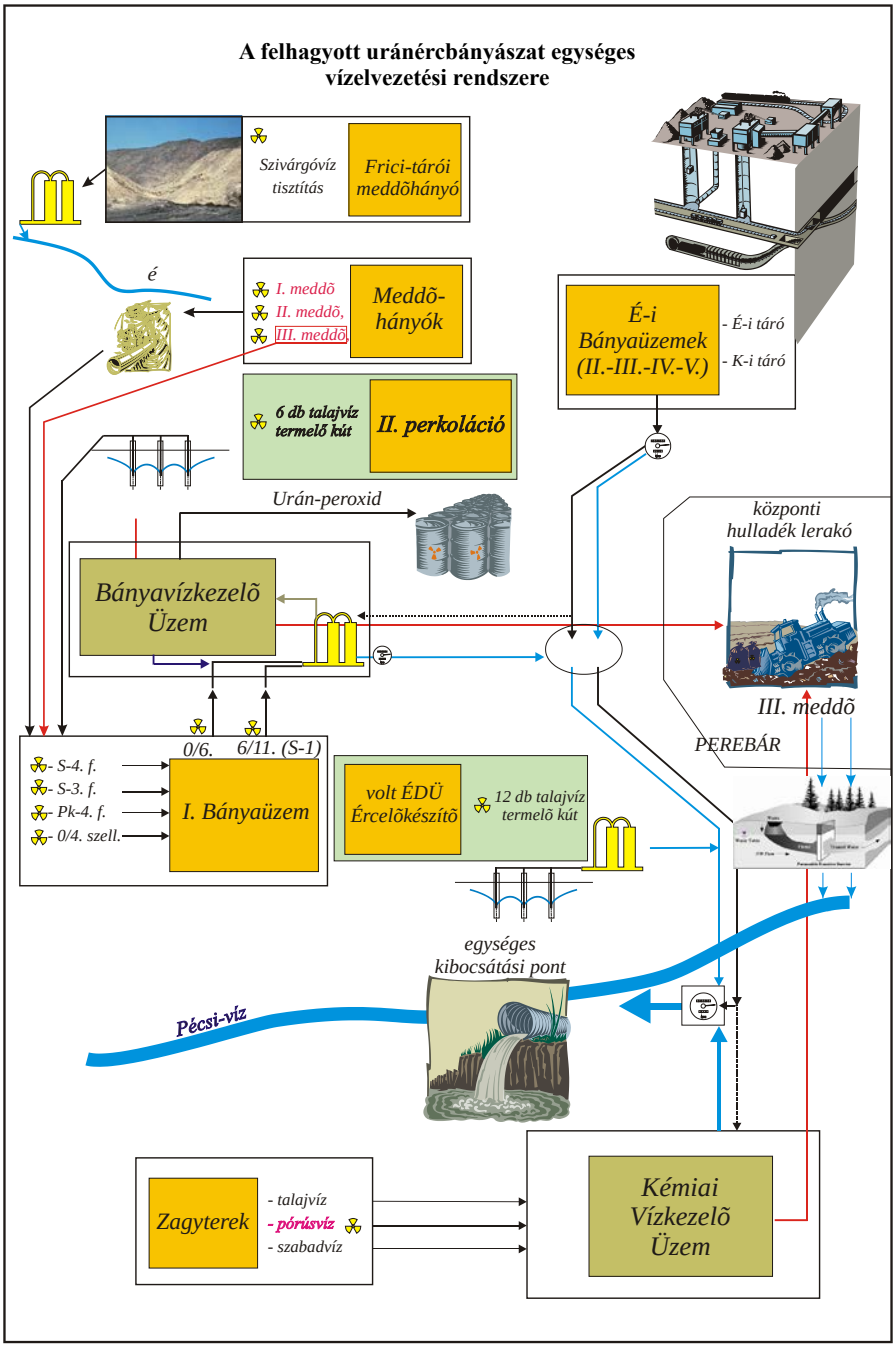
2/2016. sz. Határozatával (illetve annak 1034-4/2016. sz. módosításával) módosította a tevékenységre vonatkozó Környezetvédelmi Engedélyt.

A 2017-2020. év közti időszakban el kell végezni több, az előző években a környezetellenőrzési monitoring tevékenység által feltárt anomália megszüntetését is (az I., II. és III. meddőhányók környezetében tapasztalt magas urántartalmú vízszivárgások szabályozott befogása, kezelése). A leírtakon túl szintén szükségessé válik a hatóságok által az elmúlt időszakban előírt, korábban nem, vagy nem teljes mértékben tervezett további feladat elvégzése (pl. zagytározói kármentesítő rendszer kiterjesztése, zagytározói monitoring rendszer fejlesztése, az I. és II/A meddőhányó esetében a tájrendezés teljes körű befejezése, valamint a korábban létesített, nem az előírásoknak megfelelően felhagyott érckutató fúrások felszámolása).

A feladatok elvégzése biztosítja az ivóvízbázisok védelmét, azonban a hosszú távú biztonság érdekében elengedhetetlen a 30 éves Stratégiai Tervben szereplő pénzügyi forrás ütemezett módon történő további biztosítása is.

Irodalom

- A mecseki uránipari rekultiváció környezetvédelmi felülvizsgálata, Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft., Kővágószőlős, 2015
- Intézkedési Terv az uránérc-bányászat felszámolását követő hosszú távú környezeti kárelhárítási feladatok 2017. évi ütemére, Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Korlátolt Felelősségű Társaság, Kővágószőlős, 2016



1. ábra. A felhagyott uránérc-bányászat egységes vízelvezetési rendszere

SUGÁRVÉDELEM ÉS MONITORING AZ EGYKORI MECSEKI URÁNBÁNYÁSZAT TERÜLETÉN

Radioprotection and monitoring at the former Mecsek Uranium mining area

Várhegyi András
Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft.
varhegyi.andras@bvh.hu

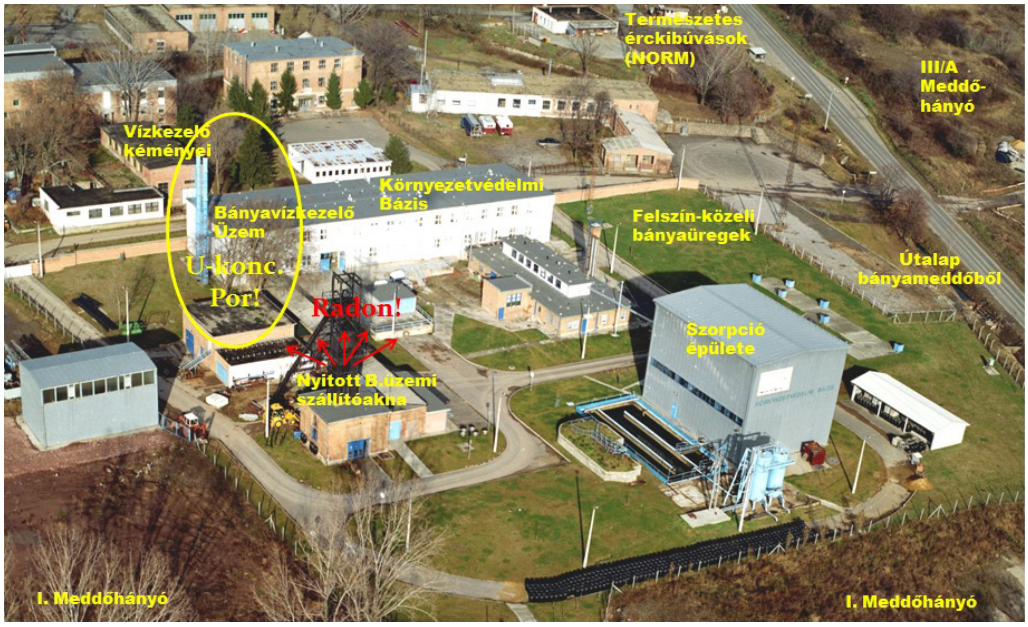
Abstract

Uranium mining operated in strict radioprotection control since 1957 in Hungary, although the regulation has been non-compatible with the recent requirements. Radiation levels suffered by miners are presented from the beginning to the end of mining. However, workshops still operate on the former mining area featuring environmental protection and industrial activities. The mining remediation has finished in 2008 but long term environmental monitoring and treatment of polluted groundwater is continuing still now (*Fig.1*). After remediation radiation hazardous activities still remains such as uranium extraction from waters and 'yellow cake' production, and the radon levels are elevated on the whole area. The sources of radon are not only the remediated mining tailings but rather the near-surface location of mining excavations and natural origin (NORM) anomalies at the former mining area.

We fulfilled all the requirements of the practically withdrawn 16/2000 radioprotection regulation, but the most recent radioprotection regulation (487/2015) arise unexpected difficulties for us, first of all by the declaration of 300 Bq/m^3 reference level of radon concentration at workplaces. Accordingly, we started a local "radon action program" at our company since 2016. In the frame of that program the radon level in all workplaces has been surveyed and – where necessary – radon mitigation techniques will be planned and applied. That can be the application of simply enhanced ventilation up to the built-in active radon sump pumping system – according to the local conditions and possibilities.

Az egykori uránbányászat már 1957-től szigorú sugárvédelmi ellenőrzés mellett folyt, bár az akkori szabályozás mai szemmel eléggé szokatlan. Bemutatjuk a bányászok tüdőterhelésének alakulását a kezdetektől a bányászat végéig. Munkahelyek azonban ma is működnek az uránbányászat egykori üzemeiben (*1. ábra*), ahol jelenleg környezetvédelmi és egyéb ipari tevékenység folyik. A bányászati rekultiváció 2008-ban befejeződött, de a hosszú távú monitoringot és a szennyezett vizek kezelését továbbra is végezzük. A rekultiváció után is maradtak még sugárveszélyes tevékenységek (pl. vizek uránmentesítése, U koncentrátum előállítása), és az egész terület radon-terhelése jelentős. A radon forrása nemcsak a rekultivált bányászati meddők, hanem inkább a földalatti bányaüreg-rendszer helyenként felszín-közeli helyzete, de természetes eredetű (NORM) anomáliák is vannak a térségben.

A korábbi, 16/2000-es EüM sugárvédelmi rendelet minden követelményét teljesítettük, de a legújabb sugárvédelmi szabályozás (487/2015. Kormányrendelet) váratlan nehézségek elé állított bennünket a radonra vonatkozó igen „szigorú", 300 Bq/m^3-es munkahelyi vonatkoztatási szint előírásával. Emiatt 2016-tól megkezdtünk egy helyi „radon cselekvési programot" társaságunknál, amelynek keretében minden egyes munkahelyünk radon szintjét felmérjük, és – ahol szükséges – radonmentesítő eljárásokat alkalmazunk. Ez utóbbi az egyszerű gyakoribb szellőztetéstől az aktív radon-zsomp elszívásos technikák alkalmazásáig terjed – a lehetőségek és a helyi viszonyok figyelembevételével.



1. ábra. A Bányavagyon-hasznosító Kft. Mecseki Környezetvédelmi Bázisa – a radioaktív terhelések feltüntetésével

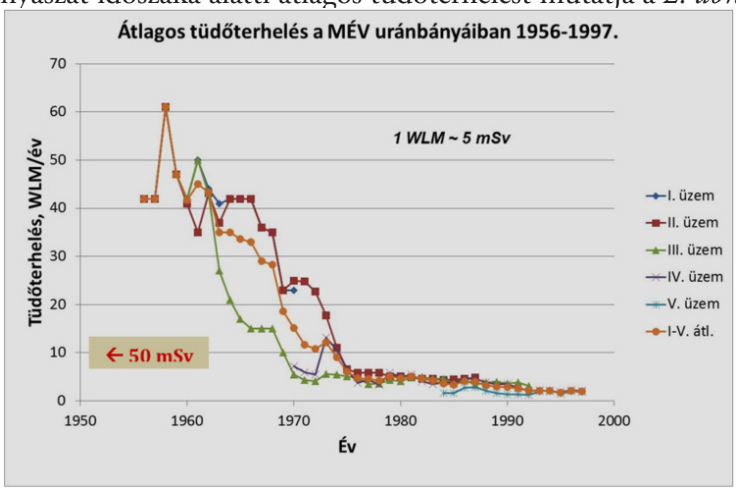
A bányászat kezdeti szakaszától a sugárvédelmi kérdéseket az OBF (Országos Bányaműszaki Felügyelőség) utasításai szabályozták. A sugárterhelések mindazonáltal igen magasak voltak, különösen a bányászat kezdeti szakaszában (a '60-as évek elejéig), amikor az akkor alkalmazott száraz fejtési, fúrási eljárások miatt a porképződés jelenős volt. A nedves technológia kötelező bevezetésével a porképződés jelentősen lecsökkent, és a sugárterhelés meghatározó komponensévé a radon és bomlástermékeinek belégzése vált. A megengedett maximális radonterhelés alakulását a MÉV bányáiban (és későbbi jogutódainál) az alábbi táblázatban foglaltuk össze (vastagítva a konkrét előírás, a többi érték abból számolva):

Időszak	WL (=emán)	10^5 MeV/l	Rn-222* Bq/m³	Rn_EEC Bq/m³	WLM/év	mSv/év
1957-1972	**6**	7,2	55.500	22.200	60	300
1973-1986	2	**2,6****	18.500	7.400	20	100
1987-1998	1	**1,3**	9.250	3.700	10	50
1998-2003	Nincs külön előírás a radonra (nincs már U bánya)					**50à20*****
2003-2015	0,11	0,14	**1.000**	400	1,1	5,5
2016-tól	0,03	0,04	**300**	120	0,3	1,6

**f=0,4 Rn-termék/Rn radioaktív egyensúlyi tényezővel számolva*
***Vájvégen (másutt 1,3*10^5 MeV/l)*
****Összes dózisra, 2000. előtt 50, utána 20 mSv/év*

A táblázat adataiból látható, hogy a bányászat kezdetétől eltelt 60 év alatt a 200-ad részére csökkent a megengedett („elvárt") Rn-szint.

A bányákban folyamatosan sugárvédelmi szolgálat tevékenykedett, a bányászok sugárterhelését havi szinten dokumentálták. Az uránbányászat időszaka alatti átlagos tüdőterhelést mutatja a *2. ábra* diagramja.

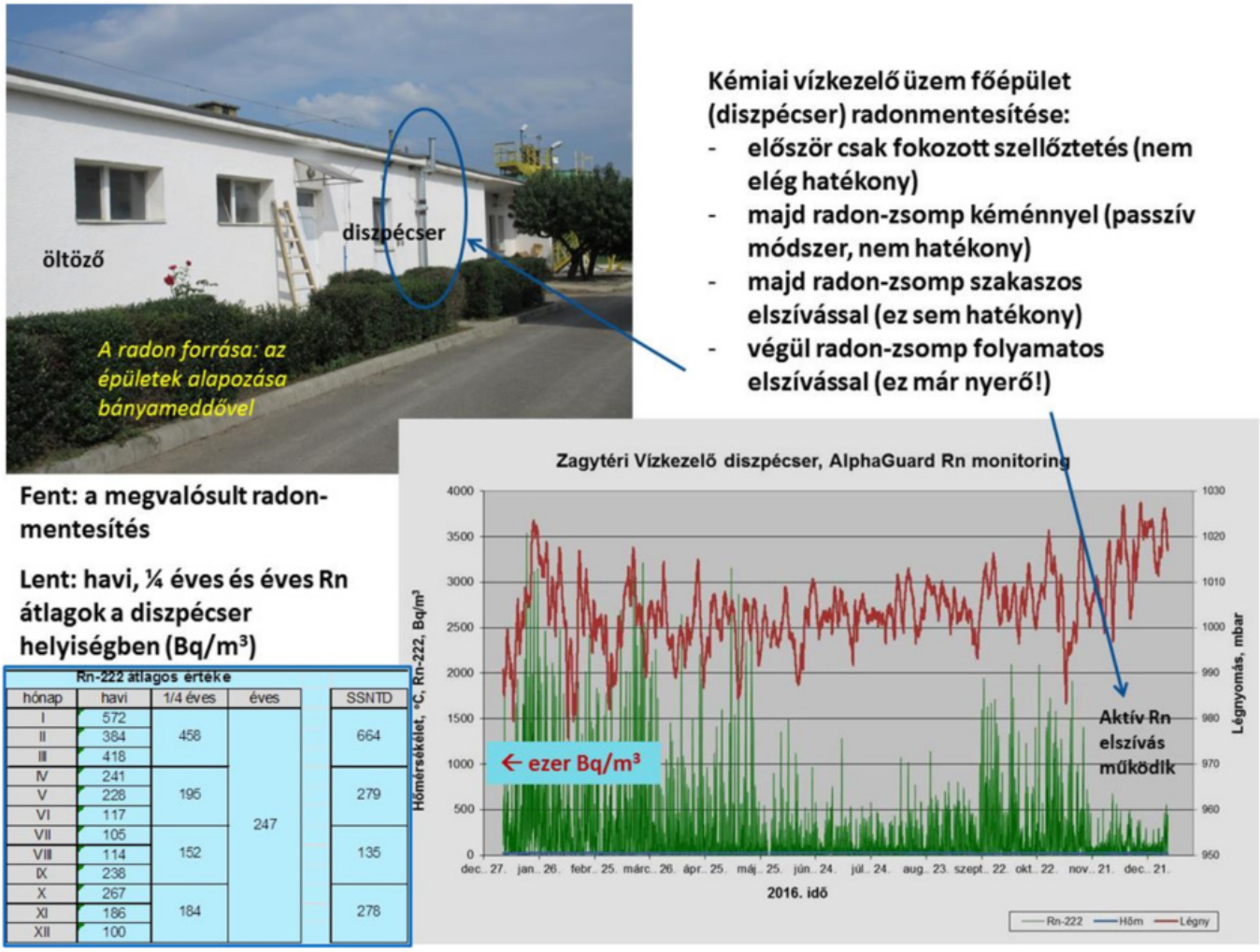


2. ábra. Radontól és bomlástermékeitől származó átlagos tüdőterhelés a MÉV uránbányáiban

A bányászat 1997-ben, a környezet helyreállítása (rekultiváció) 2008-ban befejeződött, a lakossági és dolgozói sugárterhelések nagyságrenddel lecsökkentek. Továbbra is maradtak azonban sugárveszélyes tevékenységek a Bányvízkezelő üzemben, ahol a vízből kivont uránból koncentrátumot (yellow cake) állítunk elő. A sugárterhelések ellenőrzését a munkahelyi sugárvédelmi szabályzat (MSSz) alapján, a legújabb sugárvédelmi rendelet, a 487/2015. (XII. 30.) Kormányrendelet előírásai szerint végezzük. Sugárvédelmi szempontból a legkritikusabb művelet az U-koncentrátum por csomagolása, ugyanis a por a levegőbe kerülhet. A műveletet, a használt védőöltözetet és a dozimetriai ellenőrzést mutatja a *3. ábra*.

3. ábra. Urán koncentrátum por csomagolása és a munka dozimetriai ellenőrzése

A legnagyobb sugárterhelési problémát az egykori bányaüzemek területén megmaradt munkahelyeken a zárt terek magas radonkoncentrációja okozza. A radon forrása egyrészt az egykori bányaüzemek üregrendszere, amelyek egy része az egykori I-es és III-as számú bányaüzemeknél a felszín közelében helyezkedik el. Innen a repedésrendszeren keresztül a magas radontartalmú levegő a felszínre illetve az épületekbe jut. Hasonló problémát okoz, hogy több épület alapozásánál radioaktív bányameddő került alkalmazásra. Az évek során minden munkahelyre kiterjedően radon monitoringot folytattunk, és ahol kellett, beavatkoztunk radonmentesítő műszaki megoldások alkalmazásával. A legutóbbi években problémát jelentett számunkra, hogy a korábbi sugárvédelmi rendelet (16/2000 sz. EüM rendelet) által a munkahelyi radonkoncentráció éves átlagértékére előírt 1000 Bq/m^3-es beavatkozási szintet (amelyet az összes munkahelyen biztosítottunk) az új rendelet hatályon kívül helyezte, és egyidejűleg 300 Bq/m^3-es ún. vonatkoztatási szintet írt elő, egységesen mind a munkahelyi, mind a lakóhelyi radonkoncentráció vonatkozásában. Ezért egy helyi „radon cselekvési programot” indítottunk a munkahelyeink felülvizsgálatára, a radon monitoring rendszerünk kiterjesztésével, és – ahol ez szükséges – újabb radonmentesítő műszaki megoldások kialakításával. A Kémiai vízkezelő üzemünkben fennálló radon-problémát és annak (több próbálkozás utáni) sikeres megoldását illusztrálja a *4. ábra*.



Rn-222 átlagos értéke				
hónap	havi	1/4 éves	éves	SSNTD
I	572	458	247	664
II	384			
III	418			
IV	241	195		279
V	228			
VI	117			
VII	105	152		135
VIII	114			
IX	238			
X	267	184		278
XI	186			
XII	100			

4. ábra. Aktív radon-zsomp elszívásos radonmentesítés a Kémiai vízkezelő üzem diszpécser helyiségénél

Irodalom

- A mecseki uránipari rekultiváció környezetvédelmi felülvizsgálata, Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft., Mecseki Környezetvédelmi és Kutató Bázis, Kővágószőlős, 2015.
- Az uránipari hosszútávú monitoring 2016. évi jelentése, Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft., Mecseki Környezetvédelmi Bázis, Kővágószőlős, 2017.

KŐBÁNYÁSZAT VS. BARLANGVÉDELEM

Quarrying vs. protection of caves

Leél-Őssy Szabolcs

ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék

losz@geology.elte.hu

Összefoglalás

A mészkő sokoldalúan hasznosítható az iparban, elsősorban az építőiparban: A cementgyártás fő alapanyaga, a vakoláshoz nélkülözhetetlen meszet is mészkőből égetik, de burkolásra, építőkőnek is használják (l. pl. a Parlament épületét), elterjedt az útalapozásoknál és a vízszabályozási munkáknál is, de mint salakképző, fontos adalék anyag a kohászatban is, és a cukorgyártás(!) során is hasznosítják.

Magyarország területének 3-4 %-án a felszínen van a mészkő, és a mélyben még sokkal kiterjedtebb előfordulású (pl. a Pesti-síkság alatt: ennek is van gyakorlati haszna: a pesti oldal gyógyfürdői kutak segítségével a Dachsteini Mészkőből és a Fődolomitból nyerik a gyógyvizet).

Kőbányát természetesen a felszíni előfordulásokban nyitnak (bár csekély mélységű mélyművelésű kitermelés folyt régebben – a jobb minőségű kőzet kinyerése érdekében – pl. Fertőrákoson és Kőbányán a „lajta” mészkő (ma: Rákosi Mészkő) bányákban.

A nagy mélységben a felszínbe harapó mészkőbányák (Beremend, Nagyharsány, Budai-hegység, váci Naszály, Esztramos, stb.) sok estben nyitják meg (az elsősorban a hipogén keletkezésű, tehát az alulról feltörő meleg víz által a karsztvíz szintje alatt kioldott) barlangokat. Ezeket a barlangokat a bányászat nélkül soha nem ismertük volna meg, viszont a védett természeti érték (hazánkban 1961 óta minden barlang védett, jelenleg ezt a 96/LIII-as törvény szavatolja) akadályozza a további bányászatot, az nem semmisítheti meg az általa feltárt barlangot.

Mi a fontosabb: a gazdasági érdek, vagy természet védelme? Szerencsére a törvény lehetőséget biztosít a védelem alóli feloldásra (96/LIII, 48. § (3), így minden esetben egyedi elbírálás lehetséges.

A hipogén (régebbi szóhasználattal termálkarsztos vagy hévizes) barlangok egyik fő ásványkiválása a borsókő. Hazánkban Kessler Hubert, a neves és páratlanul eredményes barlangkutató mérnöknek a II. világháború előtt a Turistaság és Alpinizmus c. lapban megjelent cikke alapján évtizedekig tartotta magát az az elképzelés, hogy a barlangi borsókő meleg vízből válik ki. Ezt az elméletet ugyan ma már nem fogadják el, de tudománytörténeti érdekesség, hogy Kessler ezt a véleményét a szalonnai kőbánya által feltárt kis meleg vizes forrást tartalmazó barlangban tett megfigyelése alapján fogalmazta meg. A barlangocskát a kőbányászat később nyom nélkül lefejtette…

Itt a környékünkön is számos példa van hasonló történésekre. Pl a középsőkréta kori, vastagpados, bitumenes Nagyharsányi Mészkő Formációba mélyülő beremendi kőbánya (amely ma is működik, a helyi cementgyár számára termelik itt a követ) a helyszínt évtizedek óta kutató Rónaki László regisztrálása szerint 25 kisebb-nagyobb természetes üreget bontottak itt le az évtizedek folyamán. Ezek természetesen csak kisebb barlangocskák voltak, de némelyik elérte a közeli karsztvíz szintjét is. Az itteni, a korábbi kisebb kőfejtők által feltárt barlangokat (őslénytani értékük miatt) Kubinyi Ferenc már 1963-ban írt tanulmányában megemlítette.

1984. novemberében azonban egy szokatlanul nagy üreget nyitott meg a robbantás. A törvénytisztelő és természetszerető Magusics Mihály üzemvezető nemcsak megnézte a barlang első szakaszát, hanem jelentette is a feltárást. Ennek eredményeképpen Takácsné Bolner Katalin és Kárpát József, majd két héttel később a Rózsadombi Kinizsi SE kutatói Adamkó Péter és Leél-Őssy Szabolcs vezetésével újabb és újabb szakaszokat tártak fel a páratlan szépségű aragonit és kalcit kristályokkal díszített barlangban. Hazánkban itt sikerült először logotitokat (függő borsókőből álló cseppkő szerű képződményeket) azonosítani. 1985 elején sikerült lejutni a Tavas-terembe is, elérve a karsztvizet. Az illetékes (akkor Környezet- és Természetvédelmi Minisztérium) hatóság nem járult hozzá a barlang letermeléséhez. A ma már több mint 700 m hosszan, 53 méteres mélységig ismert barlang körül védőpillért jelöltek ki, hogy a képződményeket a robbantások okozta rezgésektől megkíméljék). Ez a termelésből kivont kőzetvagyon nagyon jelentős: emiatt a bánya sokkal korábban fog kimerülni, és várhatóan egy évtizeden belül bezárni kényszerülnek azt a készletek kimerülése miatt.

Ma már a korábbi robbantások miatt életveszélyessé vált Előcsarnokot feltöltötték, és a biztonságosan lezárt barlang egy vasbeton elemekből készült szűk alagúton keresztül közelíthető meg a. A függőleges szakaszokat kilétrázták, de a rendkívül érzékeny kiválások védelmi érdekben a barlang csak külön engedéllyel, kutatási céllal látogatható.

A konferencia helyszínünkhöz szintén közeli nagyharsányi kőbánya is a Nagyharsányi Mészkő Formáció rétegeit kitermelő bányában hivatalosan 1994. áprilisában nyílt meg egy robbantás nyomán a Nagyharsányi-kristálybarlang. Az első időkben itt tett látogatásaim során azonban feltűnt. hogy a keleti-szakasz elején több helyen bejön a fény a barlangba a felszínről, s ezen a részen osztályozott, zúzott, apró szemű kőtörmelék lejtőn kellett haladni. Nyilvánvaló, hogy ez a szakasz már jóval korábba megnyílt, csak akkor a bánya a bejáratot (kissé hanyag kivitelezésben) eltömte.

Az 1994-es felfedezést követően a minisztérium Barlangtani Osztályának munkatársai, Takácsné Bolner Katalin és Salamon Gábor állapították meg, hogy a barlangnak különleges értékei vannak. A ma már 600 m hosszú, 60 méteres mélységbe levezető barlang helyenként rendkívül tágas, és őslénytani értékei is vannak. Itt láthatók hazánk legszebb logomitjai (álló borsókő oszlopai), és a meleg levegő feláramlása következtében keletkezett perem képződményei.

A járatok a barlang nyugati végében 8 méterre megközelíti a felszínt, a gyökerek belógnak a barlangba. A felfedezést követően nem sokkal páncélajtóval lezárták a barlangot, és a kétezres években a nagy részét mintaszerűen kiépítették (rozsdamentes járószintet alakítottak ki és létrákat helyeztek el az aknákban), hogy a látogatók akaratlanul se károsíthassák a képződményeket. Az üzemelő bánya miatt csak egyes péntekeken, a Duna-Dráva Nemzeti Park engedélyével kereshető fel a barlang.

Szerencsére a barlang a bánya nyugati sarkában található, ahol amúgy is a vége felé járt a termelés, így a termelésből a védőpillérrel kivett rész nem okoz a bánya működésében fennakadást. Így a cementgyár a beremendi bánya bezárása után is működhet, csak hosszabb szállításra lesz szükség.

Tatabánya mellett, a Keselő-hegyen működik a Lasselsberger-bánya. Itt kb. két tucat barlang került elő az elmúlt évtizedek során. Ezek közül 16 ma is létezik, köztük pl. a Keselő-hegyi-barlang több mint 600 m hosszú, és 115 m mély, de a 11. sz. barlang is közel 200 méteres, és 70 méteres mélységig nyúlik le.

Jó 10 évvel ezelőtt kerestek meg, hogy a bánya bejelentett egy kisebb barlangot, de az nagyon útban van, kérik a védelem alóli feloldását. Ez az eljárás általában évekig elhúzódik: ehhez kérték a szakvéleményemet. A barlang valóban nem volt jelentős méretű (10 m körüli volt), és szűk járataiban szép barit- és borsókő kristályok voltak láthatók. A jelentős gazdasági érdekre való hivatkozással hozzájárultak az egyedi jellegzetességgel nem bíró, nem jelentős méretű barlang lerobbantásához.

Itt jön elő az a kérdés, hogy mi számít barlangnak?! Az összefoglalásban már hivatkozott 96/LIII-as törvény 23. § (3) egyértelműen fogalmaz: „a barlang a földkérget alkotó kőzetben kialakult olyan természetes üreg, melynek hossztengelye meghaladja a két métert, és – jelenlegi vagy természetes kitöltésének eltávolítása után – mérete egy ember számára lehetővé teszi a behatolást". Tehát egy két méter hosszú, legalább kb. 30 cm belső mérettel rendelkező természetes keletkezésű üreg már barlang, ami a 23. § (2) alapján ex lege védett: „E törvény erejénél fogva védelem alatt áll valamennyi forrás, láp, barlang, víznyelő…" Büszkék lehetünk erre a szinte páratlanul szigorú természetvédelmi törvényre: a legtöbb országban csak 10 m fölött számít barlangnak egy üreg, és pl. Ausztriában, ha előkerül egy barlang, azt egyedi eljárással kell védetté nyilvánítani, nem számít ab ovo védettnek! Természetesen a kőbányák és pl. a rózsadombi építtetők egyáltalán nem örülnek ennek a szigorúságnak.

A bányák által feltárt barlangok klasszikus területe a budapesti Rózsadomb körzete. Itt egy kb. 5-6 km2-en több mint 50 km-es hosszúságban ismert kb. 100 barlang nagy részét a múlt század első felében a kőbányákban, ill. az elmúlt évtizedekben a nagyobb építkezések alapozó gödreiből kiindulva (pl. a József-hegyi-barlang esetében) tárták fel.

A század első éveiben került elő a Pál-völgyi-kőfejtőben a Harcsaszájú (akkor Déry-)-barlang, amely sokáig csak kb. 300 méteres hosszban volt ismert. 2006-ban indult újra a kutatása Nyerges Attila, Nagy Gergely Domonkos és Szabó Lénárd vezetésével, ami 3 év alatt eredményre vezetett: ma már- 4 km-nél hosszabban ismerjük ezt a budai viszonylatban különlegesen cseppköves barlangot. 2 évvel később került elő a Pál-völgyi-barlang, amely 75 éven keresztül 1 km hosszban volt ismert, majd Kiss Attila és Kurucz József 1980-as felfedezése után újra indult a feltárás. Később Takácsné Bolner Katalin és Tóth Attila vezetésével 14 km-re nőtt a barlang ismert hossza. Összesen kb. másfél tucatnyi különálló barlang ismert a kőfejtőben (ezek eredetileg összefüggöttek, csak a köztük lévő összekötő járatokat a bánya letermelte). Utoljára a Hideglyuk-barlang került elő. 170 méterét ismertük, de 2005-ben Nagy András vezetésével megindult az újra kutatása, és 4 év után felfedezték a barlang hátsó részt: ma már a Hideglyuk-barlang önmagában is hosszabb 4 km-nél.

Szintén a múlt században, a harmincas években, pontosabban nem meghatározható időponttól ismert a Pál-völgyi-kőfejtővel szemben, a Szépvölgyi út túloldalán nyíló nagy kőbányából induló Mátyás-hegyi-barlang. Ez is csak egy rövid járatrendszer volt, és Mohos Béla 1948-as felfedezése után lett csak nagybarlang, amelynek feltérképezett járatai 90 méteres mélységben eléri a karsztvizet. Azóta Kárpát József és mások felfedezései következtében 5600 métert ismerünk belőle.

2001-ben megtalálták az összeköttetést a Pál-vögyi- és a Mátyás-hegyi-barlang között. 2010-ben ugyanez következett be a Hideglyuk- és a Harcsaszájú barlang esetében, majd 2011-ben meglett a két nagy rendszert összekötő járat is. Így jelenleg a Pál-völgyi-barlangrendszer hazánk leghosszabb barlangja, amely hosszban megelőzi az UNESCO Világörökség részét képező aggtelek-jósvafői Baradla-barlangot! A Pál-völgyi-barlang gazdag kalcit lemez lerakódásainak vizsgálata nagymértékben hozzájárult a budai barlangok genetikájának és keletkezési idejének a megismeréséhez. A képződmények szempontjából viszonylag „csupasz" Mátyás-hegyi-barlangban láthatók a Budai-hegység legszebb oldásformái.

A Pál-völgyi-barlang egy részét már a XX. század második évtizedében megnyitották a látogatók előtt, és 1927-től a villanyvilágítást is bevezették ide. 1989 óta az Ötösök-folyosójának kiépítésével, és új járat megnyitásával bővült az idegenforgalmi szakasz, amit 2001-ben jelentős mértékben korszerűsítettek. A Mátyás-hegyi-barlangba pedig overállos kalandtúrákat vezetnek a jelentkezőknek, ami iránt (a külföldről érkezettek körében is) egyre nagyobb az érdeklődés.

1930-ban a Szemlő-hegyi-barlangot is egy kis „bicskabánya" működése során fedezte fel Futó András és Kessler Hubert. A borsókövekkel és kalcit lemezekkel fantasztikusan gazdagon dekorált barlang jelentős része 1986 óta utcai ruhában látogatható. Folyosóiban már negyedszázada folyik a Szt. János-kórház kezelésében légzésterápia, ahol az asztmás és felső légúti megbetegedésekben szenvedők nagy hatásfokkal gyógyulhatnak 2-3 hetes légzőkúra keretében.

A Mátyás-hegy Keleti-kőfejtőjében is tucatnyi kisebb-nagyobb barlang ismert (köztük a 200 méteres hosszúságot meghaladó Barit-barlang), de a környék több más bányája is tárt fel további barlangbejáratokat (pl. a Francia-bányában a 60 méteres Látó-hegyi-barlangot). Mivel a város fejlődése során bekebelezte ezeknek a kőbányáknak a környékét, a bányákat már a II. világháború előtt bezárták, így itt nincs szó a barlangvédelem és a kőbányák ellenérdekeltségéről.

Vácott, a Duna-Dráva Cement Kft bányájában a Naszály Barlangkutató Csoport tagjai Antal József vezetésével 2002-ben találták meg a robbantás során megnyílt Nincskegyelem-aknabarlang bejáratát, amit a Troglonauta Barlangkutató Egyesület tagjai Ézsiás György vezetésével tártak fel 71 méteres mélységben és 224 m hosszban.

Mivel a barlang a művelés alatt álló bányaudvar kellős közepén helyezkedik el, a bánya vezetősége kérte a védelem alóli feloldást. 2003-ban jártam a barlangban szakvéleményt készíteni. Bár a bánya igénye méltánylandó volt, a hazai viszonylatban páratlan, több méter átmérőjű, 30-50 méteres mélységbe vezető, egymás mellett nyíló 3 akna és a karbonátos kristály kiválások olyan értéket képviselnek, hogy elképzelhetetlen volt a védelem feloldása. A barlang elhelyezkedése miatt (alsó szintje helyenként alig 5 méterre húzódik a bányaudvar belső falától!), itt a további művelési lehetőségek is kilátástalanok voltak. Így a bánya kénytelen volt a működését áthelyezni a másik, sokáig művelésen kívül tartott, kedvezőtlenebb adottságú bányaudvarba áthelyezni.

A bükki kőfejtők nem tártak fel jelentősebb barlangokat, de a Gömör-Tornai-karszton az Esztramos-hegy bányája világhíresen látványos barlangokat tártak fel (Rákóczi 1. sz. és 2. sz. barlang, Földváry-barlang, stb.), ahol a hihetetlenül gazdag borsókő kiválások a cseppkövekkel váltakoznak. Számos kisebb üreget itt le is fejtettek: 1975. augusztusában magam is jelen voltam egy kalcit tűkben gazdag barlang lerobbantásakor.

A bánya már itt is bezárt, úgyhogy a barlangok létét nem fenyegeti veszély, és a védelem nem okoz gazdasági károkat. A barlangokat megnyitották az idegenforgalom előtt.

A bányászat és a barlangvédelem közti ellentét csak egyedi mérlegelés, kölcsönös megértés, reális kívánságok megfogalmazása esetén oldható fel. Jelentéktelen, néhány méteres üreg védelme nem érhet meg milliárdokat, de egy bánya sem semmisíthet meg valóban jelentős, egyedi, nem reprodukálható természetvédelmi értékeket.

Irodalom

- Székely K. szerk 2003: Magyarország fokozottan védett barlangjai. Mezőgazda, 426 p.
- www.termeszetvedelem.hu

A FÖLDTUDOMÁNYOK KIHÍVÁSAI AZ ENSZ FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSI CÉLOK (2016-2030) TELJESÍTÉSE ÉRDEKÉBEN

Earth Sciences Challenges to Realise the UN Sustainable Development Goals (2016-2030)

Kiss Éva [1], Mika János

Eszterházy Károly Egyetem, Természettudományi Kar

[1]kiss.eva92@gmail.com

Bevezetés

Az ENSZ által meghatározott 17 fenntartható fejlődési cél (Goal) és bennük 169 részcél (target) 193 ország által elfogadott. A fejlődő és a fejlett országokat is egyaránt sarkalta a változtatásra, hogy véget vessenek a szegénységnek és egyenlőtlenségeknek továbbá, hogy megállítsák, és ha lehetséges visszafordítsák a klímaváltozást. A Fenntartható Fejlődési Célok (SDG) megfogalmazásai viszonyítási alapként szolgálnak a sikeresség méréséhez.

A 17 Cél, rövid (pl. a hivatalos logo-kon is szereplő) megfogalmazásban a következő: 1. A szegénység felszámolása 2. Az éhezés megszüntetése 3. Egészség és jólét 4. Minőségi oktatás 5. Nemek közötti egyenlőség 6. Tiszta víz és alapvető higiénia 7. Megfizethető és tiszta energia 8. Tisztességes munka és gazdasági növekedés 9. Ipar, innováció és infrastruktúra 10. Egyenlőtlenségek csökkentése 11. Fenntartható városok és közösségek 12. Felelős fogyasztás és termelés 13. Fellépés az éghajlatváltozás ellen 14. Óceánok és tengerek védelme 15. Szárazföldi ökoszisztémák védelme 16. Béke igazság és erős intézmények 17. Partnerség a célok eléréséért. Ezek a célok csaknem kivétel nélkül kapcsolódnak valamiképpen a föltudományokhoz, de elemzésünk a konkrétabb részcélokra vonatkozik.

1. A részcélok kapcsolódása a földtudományokhoz

Az alábbiakban megvizsgáljuk, hogy mely részcélok kapcsolódnak a földtudományokhoz. Azt is meghatározzuk, hogy a földtudományokon belül melyik kategóriákba sorolható az adott részcél. Ehhez négy részre osztottuk a földtudományokat, úgy mint: Földtan, Természetföldrajz, Társadalomföldrajz, Gazdaságföldrajz.

Az alábbiakban listázzuk, hogy a 169 részcél (angolul: target) közül melyeknek van (egy vagy több) földtudományi kapcsolódása. Tudjuk, hogy az ennek során felhasznált szakérői érékelés szubjektív és vitatható. A kapcsolódást az *1. táblázat*ban mutatjuk be.

1.4 2030-ra minden férfinak és nőnek - különös tekintettel a szegény és sérülékeny csoportokra - egyenlő jogok biztosítása a gazdasági erőforrásokhoz, az alapszolgáltatásokhoz, a tulajdonhoz, a földhöz és a tulajdon összes formájához, az örökléshez, a természeti erőforrásokhoz, az alkalmazható új technológiákhoz, és a pénzügyi szolgáltatásokhoz a mikro-finanszírozást is beleértve.

2.1 2030-ra az éhezés felszámolása és minden ember - különös tekintettel a szegény és sérülékeny helyzetben levő csoportokra, beleértve a kisgyermekeket is – hozzáférésének biztosítása a biztonságos, tápláló és elegendő élelmiszerhez egész évben.

2.2 2030-ra az alultápláltság minden formájának felszámolása, beleértve 2025-ig a nemzetközileg meghatározott célok teljesítését az 5 év alatti gyermekek alulfejlettségére és kóros soványságára vonatkozóan, valamint a serdülő lányok, a várandós és szoptató anyák és az idősek táplálkozási igényeinek kielégítése.

2.3 2030-ra az élelmiszer kistermelők, különösen a nők és bennszülött népek, családi gazdaságok, pásztorok és halászok mezőgazdasági termelékenységének és jövedelmének megduplázása, beleértve a biztonságos és egyenlő hozzáférést a földhöz, az egyéb termelő erőforrásokhoz és alapanyagokhoz, a tudáshoz, a pénzügyi szolgáltatásokhoz, piacokhoz, értéknövelő lehetőségekhez és a nem mezőgazdasági munkalehetőségekhez.

2.4 2030-ra olyan fenntartható élelmiszer-termelési rendszerek létrehozása és rugalmas mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása, amelyek növelik a termelékenységet és a termelési volument, segítenek az ökoszisztémák fenntartásában, erősítik a klímaváltozással, szélsőséges időjárással, szárazsággal, árvizekkel és egyéb katasztrófákkal kapcsolatos alkalmazkodási képességet, valamint progresszíven javítják a föld és talaj minőségét.

2.a A befektetések növelése – beleértve a nemzetközi fejlesztési együttműködés növelését is - a vidéki infrastruktúrába, a mezőgazdasági kutatásokba, az ismeretterjesztési szolgáltatásokba, a technológiai fejlesztésbe, a növényi és állati génbankokba abból a célból, hogy növekedjen a mezőgazdaság termelékenysége a fejlődő országokban, különösen a legkevésbé fejlett országokban.

2.b A világ mezőgazdasági piacain a kereskedelmi korlátozások és torzítások megszüntetése és megelőzése, beleértve a mezőgazdasági exportszubvenciók, valamint az ezekkel egyenlő hatást elérő exportintézkedések párhuzamos felszámolását a WTO dohai fejlesztési tárgyalások rendelkezésének megfelelően.

2.c Az élelmiszertermékek és melléktermékek piacának megfelelő működését, valamint az élelmiszertartalékokra is vonatkozó piaci információkhoz időben történő hozzáférést elősegítő intézkedések meghozatala az élelmiszerárak szélsőséges ingadozásának korlátozása érdekében.

3.3 2030-ra az AIDS, TBC, malária és az elhanyagolt trópusi betegségek, valamint a hepatitis, a szennyezett víz okozta betegségek és más fertőző megbetegedések megfékezése.

3.9 2030-ra a veszélyes vegyi anyagok, a levegő-, víz- és talajszennyezés és a fertőzések következtében történő elhalálozások számának jelentős mértékű csökkentése.

3.b Az elsősorban a fejlődő országokat érintő fertőző és nem-fertőző betegségek elleni oltóanyagok és gyógyszerek kutatásának és fejlesztésének támogatása, hozzáférés biztosítása a megfizethető alapvető gyógyszerekhez és oltóanyagokhoz - összhangban a Doha Nyilatkozattal, amely megerősíti a fejlődő országok jogát a TRIPS Megállapodás (Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights – a szellemi tulajdonjogok kereskedelmi vonatkozásairól szóló megállapodás) rugalmasságra vonatkozó rendelkezéseinek teljes körű alkalmazására a közegészség védelme érdekében, és különösen annak biztosítására, hogy a gyógyszerek mindenki számára hozzáférhetők legyenek.

3.c A fejlődő országokban, különösen a legkevésbé fejlett országokban és a fejlődő kis-sziget államokban (SIDS) az egészségügy finanszírozásának jelentős növelése, kiemelt figyelemmel az egészségügyi dolgozók toborzására, képzésére,(fejlesztésére) és megtartására.

4.7 2030-ra minden tanuló számára a fenntartható fejlődés előmozdításához szükséges tudás és jártasság megszerzésének biztosítása, beleértve egyebek között a fenntartható fejlődésre és a fenntartható életmódra nevelést, az emberi jogokat, a nemek közti egyenlőséget, a béke és az erőszakmentesség kultúráját, a globális felelősség szemléletét, a kulturális sokszínűség és a kultúra fenntartható fejlődéshez való hozzájárulását.

4.b 2030-ra a fejlődő országok, különösen a legkevésbé fejlett országok, a fejlődő kis-sziget államok (SIDS) és az afrikai országok számára nyújtott ösztöndíjak növelése globális szinten a felsőoktatásba történő beiratkozás elősegítése céljából - beleértve a fejlett és más fejlődő országokban lévő szakképzést, az információs és kommunikációs technológiai, műszaki, mérnöki és tudományos programokat is.

5.a Reformok vállalása annak érdekében, hogy a nők számára egyenlő jogokat biztosítsanak a gazdasági erőforrásokhoz, valamint föld és egyéb vagyontárgyak birtoklásához és ellenőrzéséhez, pénzügyi szolgáltatásokhoz, örökléshez és természeti erőforrásokhoz a nemzeti jogszabályoknak megfelelően.

6.3 2030-ra a víz minőségének javítása a szennyezés csökkentése révén, a veszélyes vegyi- és más anyagok lerakásának megszüntetése és kibocsátásainak minimalizálása; a kezeletlen szennyvíz részarányának felére csökkentése, a tisztított szennyvíz visszaforgatásának és biztonságos újrahasznosításának jelentős mértékű növelése globális szinten.

6.6 2020-ra a vízhez kapcsolódó ökoszisztémák védelme és helyreállítása, beleértve a hegységeket, erdőket, vizes élőhelyeket, folyókat, víztároló rétegeket és tavakat.

11.5 2030-ra a természeti katasztrófák - beleértve a vízzel kapcsolatos katasztrófákat - okozta halálesetek és az érintettek számának jelentős csökkentése, valamint a katasztrófák okozta gazdasági veszteségek GDP-hez viszonyított arányának csökkentése, középpontba helyezve a szegények és a sérülékeny helyzetben levő emberek védelmét.

11.6 2030-ra a városok által okozott, egy főre jutó kedvezőtlen környezeti hatások csökkentése, kiemelt figyelmet szentelve a levegő minőségének, valamint a lakossági és egyéb hulladékkezelésnek.

11.b 2020-ra a befogadást, az erőforrás-hatékonyságot, az éghajlatváltozás csökkentését és az éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodást, valamint a katasztrófák szembeni ellenálló-képesség fokozását elősegítő integrált szakpolitikákat és terveket elfogadó és végrehajtó városok és emberi települések számának növelése, a készülő Hyogo keretrendszerrel összhangban, a holisztikus katasztrófa-kockázat kezelés fejlesztése és gyakorlati végrehajtása minden szinten.

12.3 2030-ra az egy főre jutó globális élelmiszer pazarlás felére csökkentése a kiskereskedelem és a fogyasztók szintjén, valamint az élelmiszerveszteség csökkentése a termelésben és az ellátási láncban beleértve a betakarítás utáni veszteségeket

12.4 2020-ra a vegyi anyagok és a hulladék környezetvédelmi szempontból biztonságos kezelése a teljes életciklusukon keresztül az elfogadott nemzetközi keretekkel összhangban, valamint a levegőbe, vízbe, és a talajba történő kibocsátásuk jelentős csökkentése annak érdekében, hogy minimálisra csökkenjen az emberi egészségre és környezetre gyakorolt negatív hatásuk.

12.8 2030-ra annak biztosítása, hogy az emberek mindenhol rendelkezzenek megfelelő információval és tudással a fenntartható fejlődésről és természettel harmóniában álló életstílusról.

12.a A fejlődő országok támogatása technikai és tudományos kapacitásaik megerősítésében a termelés és fogyasztás fenntarthatóbb módjai felé történő elmozdulás érdekében.

15.1 2020-ra a szárazföldi, valamint a belterületi édesvízi ökoszisztémák és szolgáltatásaik megőrzése, helyreállítása és fenntartható használata, különös tekintettel az erdőkre, vizes élőhelyekre, hegyekre és száraz élőhelyekre, a nemzetközi kötelezettségeknek megfelelően.

15.2 2020-ra minden típusú erdő fenntartható kezelésének megvalósítása, az erdőirtások megállítása, az elpusztult erdők helyreállítása, és az erdősítés és az újraerdősítés növelése globális léptékben.

15.3 2020-ra a sivatagosodás leküzdése (megállítása), a leromlott földfelületek és talaj helyreállítása, beleértve a sivatagosodás, aszály és árvizek által érintett területeket, és törekvés a talajromlás nélküli világ elérésére.

15.b Jelentős erőforrások mobilizálása minden szinten és minden forrásból a fenntartható erdőgazdálkodás finanszírozására, valamint megfelelő ösztönzés biztosítása a fejlődő országok számára a fenntartható erdőgazdálkodás elősegítése, az erdők megőrzése és újratelepítése céljából.

17.4 Segítségnyújtás a fejlődő országok számára a hosszú lejáratú hitelek fenntarthatóságának biztosítása érdekében, egyeztetett szakpolitikák révén, amelyek elősegítik az adósságfinanszírozást, az adósságkönnyítést és az adósság átütemezését - ha szükséges -, továbbá foglalkoznak a súlyosan eladósodott szegény országok külső adósságával a nyomor csökkentése érdekében.

17.5 A legkevésbé fejlett országok számára befektetés-támogató rendszerek elfogadása és megvalósítása.

17.6 Az észak-dél, dél-dél és háromoldalú regionális és nemzetközi együttműködés fokozása a tudományhoz, technológiához és innovációhoz való hozzáférés érdekében, és a tudásmegosztás erősítése kölcsönösen elfogadott feltételek szerint, beleértve a meglévő mechanizmusok közötti koordináció javítását, különösen az ENSZ szintjén, valamint - az erről szóló megállapodást követően - a globális technológia-segítő rendszert.

17.7 A fejlődő országok számára a környezetbarát technológiák fejlesztésének, átadásának, terjesztésének elősegítése kedvező feltételek mellett, beleértve a közös megegyezés alapján biztosított kedvezményes (koncesszionális és preferenciális) feltételeket.

17.8 A banktechnológia és a tudományos, technológiai és innovációs kapacitás-építő mechanizmus működővé tétele a legkevésbé fejlett országok számára 2017-re, valamint a segítő technológiák – különösen az információs és kommunikációs technológia – használatának javítása.

17.11 A fejlődő országok exportjának jelentős növelése, különös tekintettel arra, hogy a legkevésbé fejlett országok részaránya a világexportban megduplázódjon 2020-ra.

17.12 A WTO határozatokkal összhangban, a vámmentes, kvótamentes, tartós piaci hozzáférés időben történő megvalósítása az összes legkevésbé fejlett ország számára oly módon, hogy a legkevésbé fejlett országokból származó importra vonatkozó preferenciális származási szabályok átláthatóak és egyszerűek legyenek, és hozzájáruljanak a piaci hozzáférés elősegítéséhez.

17.18 2020-ra a kapacitásépítési támogatás fokozása a fejlődő országok – beleértve a legkevésbé fejlett országokat és a fejlődő szigetországokat – számára a jó minőségű, időszerű és megbízható adatokhoz - jövedelem, nem, kor, faj, etnikum, migrációs helyzet, fogyatékosság, földrajzi elhelyezkedés és egyéb, a nemzeti kontextusban releváns jellemzők szerinti bontásban - való hozzáférés jelentős javítása érdekében.

1. táblázat. A kiválasztott, összesen 36 részcél kapcsolódása a földtudományok egyes ágaihoz.

Rész-cél	Föld-tan	Természet-földrajz	Társadalom-földrajz	Gazdaság-földrajz	Rész-cél	Föld-tan	Természet-földrajz	Társadalom-földrajz	Gazdaság-földrajz
1.4			+		**11.6**		+	+	+
2.1	+		+	+	**11.b**		+		+
2.2			+	+	**12.3**				+
2.3			+	+	**12.4**	+	+		+
2.4	+			+	**12.8**			+	
2. a				+	**12.a**				+
2. b				+	**15.1**		+		
2.c				+	**15.2**		+		+
3.3		+	+		**15.3**	+	+		
3.9	+	+	+		**15.b**		+		+
3.b			+	+	**17.4.**				+
3.c			+	+	**17.5**				+
4.7			+	+	**17.6**				+
4.b			+	+	**17.7**			+	+
5.a		+	+	+	**17.8**				+
6.3	+	+		+	**17.11**				+
6.6	+	+			**17.12**				+
11.5		+		+	**17.18**			+	+

2. *Konklúzió*

A táblázatból kitűnik, hogy földtudományi kapcsolódású 36 részcélból, 1 tartozik a szegénység felszámolásához, 7 részcél kapcsolható az éhezés megszüntetéséhez, és a jobb táplálkozáshoz. Az egészséges élet biztosításával összefüggésben 4 részcél fogalmazódott meg. A minőségi oktatáshoz 2 részcél sorolható, míg a nemek egyenlőségéhez egy részcél kapcsolódik. Két részcél tartozik a vízhez és a higiéniához, míg 3 részcél a városok élhetőbbé tételéhez. A fenntartható fogyasztás és termelés kialakításában 4 részcélban jelenik meg a földtudomány. Öt részcél vonatkozik a szárazföldi ökoszisztémák védelméhez és biológiai sokféleség védelméhez. Végül, a legtöbb, összesen nyolc részcél a végrehajtás eszközei erősítése, a globális partnerség megújítása terén kapcsolódik a földtudományokhoz.

Azt az állítást, hogy a kiválasztott 36 részcél kapcsolódik a földtudományokhoz, úgy is fogalmazható, hogy a részcélok megvalósításához a földtudományok si hozzá tudnak járulni. Tanulmányunk konferencián látható változatában példákat is mutatunk a részcélok elérésének földtudományi támogatására.

Irodalom

- SDG (2015): United Nations Resolution A/RES/70/1 of 25 September 2015. The Goals are listed in par. 51 (http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)

ANDEZITBÁNYA MEDDŐHÁNYÓINAK TÁJBAILLESZTÉSE VILÁGÖRÖKSÉGI KÖRNYEZETBEN

Landscape reclamation of andesite spoil heaps in a world heritage site

Csima Péter [1], Kertész Botond, Módosné Bugyi Ildikó [2]

[1]4T Tájvédelmi Tervező Iroda Bt.

[2]SZIE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék

[1]csimapeter1@gmail.com

[2]ildiko.bugyi@gmail.com

Absztrakt

2013 és 2016 között – a hazai kőbányák vonatkozásában a legnagyobb volumenű – tervezési és kivitelezési munka volt a tállyai Kopasz-hegyi andezitbánya meddőhányóinak tájrehabilitációja. A bánya a Tokaji borvidék Világörökség Terület része, történelmi borvidéken belül helyezkedik el, Natura 2000-es terület, és hazánk első történeti tájának részeként is sajátos védettséget kapott. A tájrendezés fő célkitűzése ezért a meddőhányók tájbaillesztése volt – a bányászat, a szőlőtermesztés-borászat, a turizmus és az örökségvédelem szempontjaival összehangoltan. Ennek érdekében a kivitelezés során 177 000 köbméter meddő átmozgatása, 10 ezer darab fás növény eltelepítése és 56 ezer m2 nagyságú meredek hányóoldal hidrovetéses füvesítése valósult meg.

Absztrakt

2013 és 2016 között – a hazai kőbányák vonatkozásában a legnagyobb volumenű – tervezési és kivitelezési munka volt a tállyai Kopasz-hegyi andezitbánya meddőhányóinak tájrehabilitációja. A bánya a Tokaji borvidék Világörökség Terület része, történelmi borvidéken belül helyezkedik el, Natura 2000-es terület, és hazánk első történeti tájának részeként is sajátos védettséget kapott. A tájrendezés fő célkitűzése ezért a meddőhányók tájbaillesztése volt – a bányászat, a szőlőtermesztés-borászat, a turizmus és az örökségvédelem szempontjaival összehangoltan. Ennek érdekében a kivitelezés során 177 000 köbméter meddő átmozgatása, 10 ezer darab fás növény eltelepítése és 56 ezer m^2 nagyságú meredek hányóoldal hidrovetéses füvesítése valósult meg.

1. Aktualitás, kutatás célja

A COLAS-Északkő Kft. megbízása alapján 2013. tavaszán a Budapesti Corvinus Egyetemen tanulmány készült a tállyai Kopasz-hegyi andezitbánya meddőhányóinak tájbaillesztésére. A feladat aktualitását az adta, hogy a Világörökség törvény Tállya egész területét – beleértve az bányát is – a Világörökség részeként kezeli, a Tokaj-hegyaljai Történelmi Borvidék történeti tájjá nyilvánítását követően pedig a hazai jog is védettnek tekinti a bánya területét – a borvidék 27 települése teljes közigazgatási területének részeként. Keleten a Zempléni-hegység magas, erdős hegyvonulata, nyugaton a Szerencsi-dombság alacsonyabb dombjai által övezett tájban a hegyoldalakon és a hegylábakon szőlő ültetvények és a szőlőtermesztéshez köthető tájemlékek és egyéb kultúrtörténeti emlékek találhatók. Az érintett térség jelentős turisztikai célpont, a célturizmus mellett számottevő az átmenő turizmus is.

A tájrendezési koncepcióban megfogalmazott javaslatok elsődleges célja a világörökségi területre irányuló turizmust zavaró látvány javítása. A munka második ütemében adott megbízást a COLAS-Északkő Kft. a koncepció tanulmányban „Remete-hányónak valamint Dorgó-hányóknak" nevezett bányarészletek tájrendezési kiviteli tervének elkészítésére.

2. Tállya Kopasz-hegyi andezitbánya

A bánya ásványvagyona piroxén-andezit, amely nagy tömegben, kis mélységben a felszín alatt megszilárdult lávából keletkezett, úgynevezett szubvulkáni test. Ezt a tömeget később egy újabb andezit vulkán törte át és így alakult ki a mai bányaüzem nyersanyag készlete.

A Colas Északkő Kft. és jogelődjei már sok évtizede foglalkoznak a vulkanikus eredetű ásványi nyersanyagok bányászatával és zúzottkő termékek gyártásával. Észak-Magyarország egyik legjelentősebb kőbányája a Tállya, Kopasz-hegyi andezitbánya, amely mind egyenletesen jó nyersanyag minőségével, mind beépített termelő kapacitásával kiemelkedik a kőbányák közül. Az ország számára fontos infrastrukturális projekteket lát el alapanyaggal ott, ahol rövid idő alatt, nagy mennyiségű és kiváló minőségű zúzottkő termékekre van szükség. Fő piaci területe az aszfalt keverék gyártás és a vasúti pályák alapanyagai, de emellett beton keverékekhez és vízvédelmi műtárgyakhoz

is állít elő termékeket. Nagy tömegben kínálja a mechanikai stabilizációs anyagokat (útalapok) és a vasúti pályák védőrétegéhez használatos termékeket.

A piroxén-andezitet robbantással jövesztik, majd dömperek segítségével a feldolgozó sorra (törőgépekre és osztályozókra) juttatják. A késztermékek jelentős része a település szomszédságában, a vasút mellett található. Innen teherautókkal és vasúton is szállítanak a bányaüzem vásárlói.

2.1. A település és a bánya tájszerkezeti kapcsolata

Tállya belterülete a Tokaji-hegység dombsági-hegylábi jellegű nyugati szegélyén fekszik. A település belterülete és a bánya közötti tájrészletet kb. 400 méter szélességű sávját – 160-250 méter közötti tengerszint feletti magasságon – csaknem 100 százalékban szőlő ültetvények foglalják el.

2.2. Az andezitbánya meddőhányói

A hányók ma öt egységben körbeveszik a bányát. Az öt hányóból a kiviteli terv csak a Remete-hányó és a Dorgó hányócsoport tájrendezésére irányult. A már felhagyott hányók teljes felületén és a még nem rendezett hányók lábánál a fás és a lágyszárú gyomnövényzet spontán betelepedése megkezdődött. A szomszédos Dorgó-tető nem bolygatott részén – a tetőn és a kelet-nyugati középvonaltól délre eső oldalakon lévő lejtősztepp gyeptársulásban védett és fokozottan védett növényfajok is élnek.

A hányók geomorfológiai értelemben antropogén eredetű, gravitációsan felhalmozott törmeléklejtők. Humuszos talaj a kitermelésből gyakorlatilag nem került az anyagukba. A lerakott kőzet döntően aprószemcsés, az értékesítésre alkalmatlan fejtett kőzetből azonban nagyobb méretű törmelék is belekerült, ami helyenként a felszínen is megjelenik. A növénytelepítés és a növényzet spontán betelepedése következtében lassú folyamatként megindul a kőzettörmeléken a váztalajképződés.

3. Módszerek és eredmények

3.1. Tájrendezési terv

A tájbaillesztés általános értelmezése szerint egy létesítmény és az azt befogadó táj közötti tájhasznosítási, tájökológiai és tájképi összhang (harmónia) megteremtését célozza. Mivel az andezit bányában a termelést még évtizedekre tervezik, és mivel a lerakott meddőanyag kereslet esetén értékesítésre is kerülhet, a jelenlegi feladat területileg és végcélját illetően is csak részleges tájbaillesztés lehetett. A bányászat a tájképet is rontó sebeket ejt a tájban, ezen nem lehet változtatni. A sebek súlyosságát lehet a termelés irányításával – elsősorban területi és mélységi korlátozásával, – valamint a lehető legkedvezőbb végállapot meghatározásával és a felhagyást követő tájrendezéssel enyhíteni.

A kialakult helyzet megértéséhez irodalmi adatok (Lázár 1990, Szabó-Török 1867) felhasználásával egy rövid bányatörténeti ismertetést állítottunk össze, történeti térképekkel és archív fotókkal illusztrálva a bánya 1929 évi megnyitásától a jelenkorig történt főbb eseményeket (Csima-Módosné 2014). A tájrendezési koncepció javaslatai a felszínalakításra és a növénytelepítésre vonatkoztak. A javaslatokat szövegesen, fotómontázsokon, alaprajzi keresztmetszeti rajzokon mutattuk be (Csima-Módosné 2013/a).

3.2. Felszínalakítás koncepciója

Célul tűztük a környező domborzati formákhoz illeszkedést, az egyenes vonalak lekerekítését, az erózió által rombolt felszínrészek átalakítását. A tervezett – 6 méter szélességű, kifelé lejtő – széles teraszok a helyenként 40-50 méter magas rézsűoldalak tagolásával a felszínforma látványát kedvezőbbé teszik, az erózióvédelmet szolgálják és a biztonságot növelik, növényzet telepítésére is alkalmasak. A platók peremvonalai alatt 1,5 méterrel, 2 méteres szélességgel létesülő mikro-teraszok a növénytelepítés kedvező feltételeinek gyors megteremtését szolgálják, az azokra telepített növényzet oldja az egyenes peremvonalak kedvezőtlen látványát.

3.3. Kiviteli terv és megvalósítás

A koncepció jóváhagyását követően még ugyanabban az évben, 2013-ban elkészítettük a hányok tájrendezésének kiviteli tervét (Csima-Módosné 20136b.) A kiviteli tervhez a bányavállalat által digitális formában a tervezők rendelkezésére bocsátott bányaművelési térkép pontosított változatát használtuk alaptérképként.

3.4. Tereprendezési javaslatok és megvalósításuk

A szintvonalas tereprendezési terven 1 méteres szintvonalakkal ábrázoltuk a tervezett felszínt. A tereprendezés két szakaszból állt.

1. Durva tereprendezés nagy bányagépekkel a felszínformák és a teraszok kialakítása érdekében.
2. finom tereprendezés kis gépekkel és kézi szerszámokkal a növényzet telepítésére alkalmas felszín kialakítására.

1. ábra. A Remete-hányó a szállítószalagtól 2013-ban.

2. ábra. A Remete-hányó 2016-ban.

3. ábra. A Dorgó hányók látványa 2013-ban Rátka északi szegélyétől

4. ábra. A Dorgó hányók látványa 2016-ban Rátka északi szegélyétől

A Remete-hányó és a Dorgó hányók tájrendezése során összesen 177 000 m^3 föld került mozgatása, ami kb. 10%-kal haladta meg az előzetes tervek szerint számított mennyiséget.

3.5. A növénytelepítési javaslatok és megvalósításuk

A növénytelepítés – gyepesítés, fák és cserjék ültetése – az erózióvédelemnek és az élőhely kialakításának is fontos eszköze. Tájképi szempontból célja a csupasz hányó-felszínek környezetüktől eltérő színének megváltoztatása, a környező erdős és gyepes felületekkel a tájképi összhang megteremtése.
A növénytelepítés részfeladatai:

- többsoros fa és cserjetelepítés a széles teraszok teljes hosszában és plató-szegély néhány szakaszán,
- egy-egy soros fa és cserjetelepítés a mikro-teraszok teljes hosszában,
- cserjetelepítés a Dorgó felső- és hátsó-hányók platóit összekötő enyhe lejtésű rézsűn,
- fűmagvetés a rézsűoldalakon.

Fa- és cserjetelepítés. A tájbaillesztéshez a táj természetes társulásainak (melegkedvelő tölgyesek, száraz bokorerdők) megfelelő fajokat javasoltuk előnyben részesíteni. A déli és a nyugati kitettségű oldalak széles teraszain és mikro-teraszain ezért elsődlegesen szabadgyökerű és konténeres molyhos-tölgy *(Quercus pubescens) és* helyenként tatárjuhar *(Acer tataricum)* csemeték telepítését javasoltuk. Csak északi és az északnyugati kitettségű oldalak teraszain javasoltuk a csertölgy *(Quercus cerris)* és a kocsánytalan tölgy *(Quercus petraea)* telepítését is. A kivitelezéskor a megbízó által rendelkezésre bocsátott aprószemcsés riolittufa került a talajszerkezetet javító és a vízgazdálkodást

segítő anyagként az ültetőgödrökbe, ami láthatóan hasznosnak bizonyult. A facsoportok mellé a déli, délnyugati kitettségű széles teraszokra és a mikro-teraszokra kizárólag az említett melegkedvelő társulások cserjefajainak egyedeit terveztük telepíteni. Így kökényt *(Prunus spinosa),* egybibés galagonyát *(Crataegus monogyna)*, sajmeggyet *(Cerasus mahaleb)* és veresgyűrű somot *(Cornus sanguinea),* varjútövist *(Rhamnus cathartica).* Az északnyugati és az északi oldalra húsos somot *(Cornus mas)* és mogyorót *(Corylus avellana)* is – terveztünk.

5. ábra. Széles terasz fa- és cserje ültetvénye 1 évvel a telepítés után 2016. októberben

6. ábra. Egy sor cserje és két sor fa ültetése széles teraszra (kivitelezés közbeni fotó)

Gyepesítés. A térségben a déli és nyugati száraz lejtők természetes társulásai a lejtősztyepp-rétek és szilikát-sziklagyepek, amelyek elemei a Hegyalján, így a Dorgó-tetőn is keverednek egymással. A gyepkeverékekben a tájrészlet sziklagyep és lejtősztepp élőhelyeinek megfelelő fajokat kell alkalmazni, elsősorban az extrém körülményekhez is alkalmazkodni képes csenkesz fajokat. A kereskedelemben árusított fajok közül az extrém viszonyokat is viszonylag tűrő keverékhez választott fajok: vöröscsenkesz, felemáslevelű csenkesz, nádképű csenkesz, juhcsenkesz, réti perje, angol perje, magyar rozsnok.

A növénytelepítés kivitelezése során a tervezett fajösszetételtől kismértékben eltérve, de a tervben meghatározott mennyiségben – 6717 cserje, 3139 facsemete került elültetésre és 56 ezer m2 rézsűoldal került füvesítésre.

7. ábra. Remete hányó gyeptakarója 1 évvel a magvetés után, 2016. októberben

8. ábra. Remete hányó gyeptakarója 1,5 évvel a magvetés után, 2017. májusban

Vízsugaras gyepesítés (hidrovetés). A meredek oldalakon közvetlenül sem gépekkel, sem kézzel nem oldható meg a magvetés, ezért a vízsugaras –hidrovetéses – eljárást javasoltuk. A durva törmelékes, lejtős hányó oldalakon hiányzik a gyep telepítéséhez szükséges minőségű termőföld, ezért a kivitelező, a terv szerint a fűmag keverékhez talajtakaró- és erózió ellen védő cellulóz mulcsot, és mindezeket a felszínhez tapasztó, egyúttal a felszínt rögzítő vegyi anyagokat tartalmazó, vízzel összekevert folyadékot juttatott a rézsűkre.

4. Összegzés

A hazai tervezési-kivitelezési gyakorlatban ritkaságnak számító - tájbaillesztést célzó - bánya rehabiltiációs munka elérte a célját és értékes módszertaniinformációkkal szolgált. A táj természetes társulásainak választott és telepített fajai – a tölgyek kivételével – megfelelőképp tűrték az extrém körülményeket is. A talajjavító adalékként felhasznált riolittufa őrlemény jól segítette a száraz időjárási körülmények között is a növények megeredését. A legnagyobb problémát a felszíni erózió jelentette, illetve a vadrágás, kifagyás, amelyek nem hozhatók összefüggésbe a rehabilitációs munkálatokkal. A tereprendezéssel kialakított felszínformák a környező domborzati lejtésekhez igazodva tájbaillő látványt nyújtanak, amely a világörökségi területhez méltó.

Irodalom

- Cseh Z. Dankó J. Izsó I. Kertész B. 2016: Tokaj-hegyvidék kőbányászata. Kulturális örökségünk nyomában. Colas Északkő Kft., Tarcal.
- Csima P. Módosné B. I. 2013/a: Tállya, Kopasz-hegyi andezitbánya tájbaillesztési tanulmányterve. Budapesti Corvinus Egyetem. Bp.
- Csima P. Módosné B. I. 2013/b: Tállya, Kopasz-hegyi andezitbánya tájrendezési kiviteli terve. Budapest.
- Csima P. – Módosné B.I. 2014: Egy andezitbánya története és hatása a tájszerkezetre. pp.178-184. In. A táj változásai a Kárpát-medencében. (szerk. Füleky Gy.). X. Tájtörténeti konferencia kiadványa. Eötvös József Főiskola, Baja.
- Lázár I. (szerk.) (1990): A tállyai kőbánya 60 éve. Észak-Magyarországi Kőbánya Váll. Tállya. www.mek.oszk.hu. Letöltés: 2013.03.20.
- Szabó J. Török I. (szerk.) 1867: Tokaj-hegyaljai album. Reprint kiadás 1984. Állami Könyvterjesztő Vállalat, Budapest.
- 5/2012. (II. 7.) NEFMI rendelet a tokaj-hegyaljai történelmi borvidék történeti tájjá nyilvánításáról

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS EGÉSZSÉG – A MAGYAR LAKOSSÁG SÉRÜLÉKENYSÉGE A HŐHULLÁMOKKAL SZEMBEN

Climate Change and Health – Vulnerability of the Hungarian Population due to Heat Waves

Uzzoli Annamária

MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Regionális Kutatások Intézete

uzzoli@rkk.hu

Abstract

Health effects is one of the most important socio-economic consequences of climate change. That is the main reason to strengthen its relevance in science and in decision making as well as in community adaption. The priority of this paper on the one hand is to present the framework of our research project, and on the other hand is to summarize all experiences based on applying qualitative research techniques such as content-analysis and interviews. The primary object in the first half of our project is to analyse the effects of heat waves on health and health care in Hungary by its theoretical and conceptual conditions. Content-analysis is based on the evaluation of strategic documents at national, regional and local level related to the connection between climate change and public health due to health effects and adaption opportunities. Semi-structured interviews with the relevant stakeholders such as health politician, general parctitioner, leader of ambulance service, local decision maker etc. can give information about institutional preparedness regarding heat waves and its health consequences. The outcomes of this research project will be useful proposals to improve national, regional and local adaption according to heat waves and its expected social results.

1. Bevezetés

Az éghajlatváltozás Kárpát-medencében várható következményeinek egyike az átlaghőmérséklet emelkedése, és ebből fakadóan a nyári hőséghullámok számának és gyakoriságának (időbeli elhúzódásának) növekedése. Az eddigi modellezések és előrejelzések alapján Magyarország és az egyes országrészek különösen érintettek:

1. A hőhullámok egészségkockázatai által kiemelten és fokozottan sérülékeny az ország területének 52%-a, amely a lakosság 37%-át fedi le, és területileg legsérülékenyebb az ország középső, keleti és délkeleti része (Pálvölgyi 2013).
2. Hazánkban a hőhullámos napok – ha három egymást követő napon a napi átlaghőmérséklet meghaladja a 25°C-ot – gyakorisága az éghajlati forgatókönyvek alapján 2021–2050 között az ország egész területén 20-70%-os növekedést fog mutatni (Bartholy et al. 2010; Páldy - Bobvos 2011).

A jövőben tehát prioritásként kell kezelni nemzeti, regionális és lokális szinten a hőhullámok egészségkockázataira való felkészülés és az alkalmazkodás egyéni, közösségi és intézményi lehetőségeit. Mindezek mellett azt is fel

kell ismerni, hogy az egészséghatások nem csupán egészségügyi jellegűek, hanem különböző szereplők – szociális, közigazgatási, katasztrófavédelmi stb. – és társszervezetek együttes tevékenységeihez kötődnek. A lakosság, az intézmények és az önkormányzatok felkészítése tehát többféle és többszintű feladat végrehajtását igényli: ezek megszervezése és koordinálása komplex folyamat, amely interszektorális együttműködésekre épül.

2. Módszer

A KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 sz. projekt keretében végzett kutatás célja a hazai hőhullámok társadalmi következményeinek tanulmányozása, különös tekintettel az egészségi állapotra és az egészségügyi rendszerre vonatkozóan. Az összefüggések bizonyításában előtérbe kerül az interdiszciplináris szemlélet, vagyis a különböző tudományterületek a témában releváns eddigi eredményeinek és tapasztalatainak integrálása az alapvetően társadalomtudományi kutatásba. Ez egyben lehetővé teszi a kvantitatív és a kvalitatív vizsgálati módszerek együttes alkalmazását a következő módon:

1. Statisztikai elemzések megalapozása kvalitatív technikákkal: ez a különböző szereplőkkel készített interjúkat, valamint a stratégiai tervezés dokumentumainak és az aktuális jogszabályoknak a tartalomelemzését jelenti. Ennek feladata feltárni a hőhullámok várható egészséghatásaira való felkészülés jogi meghatározottságát és a helyi szintű intézkedések és beavatkozások gyakorlati megvalósulását, valamint értelmezni a különböző szektorok együttműködési lehetőségeit a felkészülésben és az adaptációban a releváns kompetenciák definiálásán keresztül.
2. Statisztikai elemzések – éghajlati sérülékenységvizsgálatok: ezek a járási szinten a magyar lakosság éghajlatváltozással szembeni kitettségének, érzékenységének, alkalmazkodóképességének, sérülékenységének felmérésére és előrejelzésére irányulnak, különös tekintettel az egészségügyi ellátórendszer megnövekedett igénybevételére a hőhullámok idején, és mindezek várható jövőbeli alakulására vonatkozóan.

Jelen tanulmányban a sérülékenységvizsgálatok megalapozását jelentő dokumentumelemzés eredményei és az interjúk tapasztalatai kerülnek bemutatásra. Az eredmények és a tapasztalatok összegzésével lehetőség nyílik a sérülékenységvizsgálatokba bevonható indikátorok megnevezése, illetve a kutatás folytatási lehetőségeinek kijelölése.

3. A hőhullámok és a hőségriasztás definiálása

A nyári hőséggel kapcsolatos szélsőséges időjárási helyzetek definiálása a hőségriasztáshoz kötődik. A hőséggel kapcsolatban az országos tisztifőorvos jogszabályi felhatalmazás útján az alábbi fokozatokat adja ki (www.eumet.hu):

- I. fok: Figyelmeztető jelzés abban az esetben, ha egy napig a napi középhőmérséklet eléri vagy meghaladja a 25°C-ot.
- II. fok: Riasztás – az előrejelzés szerint a középhőmérséklet várhatóan legalább három egymást követő napon eléri (vagy meghaladja) a 25°C-ot. A magas napi átlaghőmérséklet olyan környezet-egészségügyi kockázatot jelent a lakosság számára, amely indokolja az egészségügyi ellátó rendszer, az önkormányzatok figyelmeztetését és a lakosság hőhullám alatti rendszeres tájékoztatását.
- III. fok: Riadó jelzés – amennyiben várhatóan legalább három egymást követő napra eléri (vagy meghaladja) a napi középhőmérséklet a 27°C-ot.

Az országos tisztifőorvos által kiadott hőségriasztás nem utasít és nem rendel el feladatokat. Célja elsődlegesen, hogy tájékoztatást nyújtson az egészségügyi ellátó rendszer, a kormányhivatalok, a védelmi igazgatás, a közlekedés és a lakosság részére, illetve ajánlásokat fogalmazhat meg a védekezés lehetőségeiről. Ezek alapján minden állami szervezet, önkormányzat, közintézmény, egészségügyi szolgáltató – saját lehetőségeiket figyelembe véve – önállóan dönthet a bevezetendő intézkedésekről (www.antsz.hu).

4. A hőhullámok egészségkockázatai

Az utóbbi években több olyan országos lakossági felmérés készült, amelyekben – többek között – a klímaváltozás emberi egészségre gyakorolt szerepének felmérése is megtörtént. Az eredmények legtöbbször megerősítik azt, hogy a magyar lakosság leginkább a klímaváltozással összefüggésben a különféle egészségügyi problémákban látja a legnagyobb kockázatot. Általában a megkérdezettek fele-kétharmada védtelennek érzi magát a klímaváltozás hatásaival szemben, és a legtöbben a klímaváltozás következtében egyre gyakoribbá váló hőhullámokat tartják a legnagyobb hatásúnak (pl. Baranyai - Varjú 2015; www.klimavalasz.hu).

Az ENSz Éghajlat-változási Kormányközi Testülete 1991 óta rendszeresen és egyre részletesebben foglalkoztak az egészséghatásokkal, és 1999-ben jelölte meg prioritásként a klímaváltozás egészséghatásainak tudományos vizsgálatát. A legutóbbi 5. IPCC Jelentés külön fejezetben foglalkozott a klímaváltozás és az emberi egészség közötti összefüggések bemutatásával. A klímaváltozás egészségre gyakorolt hatásai három fő csoportba sorolhatók. Direkt hatások azok, amelyeket közvetlenül a szélsőséges időjárási helyzetek idéznek elő, mint például a hőhullámok. Indirekt hatások során a környezeti rendszerek változnak meg a klímaváltozás következtében, amely így közvetetten befolyásolja az élővilágot. Ilyenek az ivóvíz és élelmiszerek által okozott betegségek. Külön csoportba sorolhatók pl. a klímaváltozásból következőleg kialakuló katasztrófahelyzetek után alakulnak ki (kritikus infrastruktúra megrongálódása révén veszélyezteti a lakosság ivóvíz-ellátását), vagy pl. a kialakult társadalmi-gazdasági zavarok mentén felerősítik a klímaváltozás hatásait (szárazság miatt agrártermelés csökken, így az élelmiszerhiány alultápláltsághoz vezet). (IPCC 2014).

A hazai környezet-egészségügyi kutatások közül pl. a VAHAVA-jelentés is már felhívta a figyelmet arra, hogy Magyarországon számolni kell a jövőben az extrém hőség egészségkárosító hatásának növekedésével (Láng et al. 2007), illetve a 2000-es évek eleje óta az Országos Környezetegészségügyi Intézet rendszeresen foglalkozik a hőhullámok okozta többlethalálozás hazai megjelenésével és területi jellemzőivel (Páldy - Bobvos 2014). A „status quo" morbiditás- és mortalitásmodellek szimulációival a hőhullámokra való érzékenység szempontjából kiemelt betegségek és halálokok népességen belüli arányának becsléseire vonatkozó számítások előre jelzik, hogy az évszázad közepére az időskorúak arányának növekedése miatt bizonyos krónikus betegségek (pl. cukorbetegség, magas vérnyomás, veseelégtelenség) előfordulási gyakorisága jelentős mértékben fokozódni fog (Király 2015).

5. A hőhullámokra való felkészülés jogszabályi meghatározottsága

A hőhullámok egészséghatásaira való felkészüléssel és az adaptációval kapcsolatos jogkörök az egészségügy, a környezetvédelem, a katasztrófavédelem és a közigazgatás törvényi hátterében is megjelenik részben nevesítve, részben közvetett összefüggéseken keresztül.

Az 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről kifejezetten a helyi önkormányzatok feladatává teszi, hogy figyelemmel kísérje a település környezet-egészségügyi helyzetének alakulását, és a romlás esetén – lehetőségeihez képest – saját hatáskörben intézkedjen, vagy kezdeményezze a szükséges intézkedések meghozatalát a hatáskörrel rendelkező és illetékes hatóságnál.

Az 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól az egészséges környezethez való alkotmányos jogok érvényesítésére célul tűzi ki, hogy elősegíti az emberi egészség védelmét, az életminőség környezeti feltételeinek javítását.

A 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról a hőhullámokhoz kapcsolható veszélyhelyzetet a szélsőséges időjárás következtében az emberek életét, anyagi javait a lakosság alapvető ellátását veszélyeztető helyzet kialakulásával hozza összefüggésbe.

A 2011. évi CLXXXIX. törvény Magyarország helyi önkormányzatairól meghatározta, hogy a helyi önkormányzat feladata az egészségügyi alapellátás fenntartása, az egészséges életmód segítését célzó szolgáltatások működtetése, és a környezet-egészségügy biztosítása.

6. A hőhullámokkal kapcsolatos adaptáció – az egészségügyi és a helyi szereplők tükrében

2017. június – július során olyan egészségügyi szereplőkkel készültek félig strukturált interjúk (általában 45-60 perc terjedelemben), akiknek átfogó rálátásuk van a vizsgált témára (pl. háziorvos, kardiológus, egészségfejlesztő, mentőorvos): Szintén négy félig strukturált interjú készült ebben az időszakban olyan szereplőkkel, akiknek hasonlóan széleskörű tapasztalatuk van az önkormányzatok klímaváltozásra való felkészülés gyakorlatával kapcsolatban (pl. országos szövetségek, tanácsadók).

Az elkészített interjúk általános megállapítása, hogy a klímaváltozás és ezzel összefüggésben a hőhullámok hatásaira való felkészülés többszereplős tevékenységeket igényel, amelyek csak összehangolt és interszektorális együttműködésekre épülő rendszerben, hálózatban lehetnek hatékonyak. Emellett a helyi szintű cselekvések részben önként vállalt és saját hatáskörben megvalósított feladatokat jelent, amelyeknek illeszkedni kell a regionális és nemzeti stratégiai keretekbe. Vagyis, a helyi kezdeményezések részben a felülről irányított mechanizmusok révén lehetnek eredményesek.

7. Összegzés

A kutatás során eddig elvégzett kvalitatív vizsgálatok legfontosabb tapasztalata, hogy a hőhullámok egészséghatásaira való felkészülés országosan és helyi szinten is rendszeres tervezést igényel. Ennek kapcsán indokolt a jövőben a hőségriadó jogi meghatározottságának kidolgozása, valamint ösztönözni kell az önkormányzatokat az önként vállalt feladatok tényleges megvalósítására. Hosszú távon nemcsak az állami intézmények, hanem az önkormányzatok által működtetett közszolgáltatások klímatudatos irányítását kell előtérbe helyezni, ami magában foglalja a hőhullámok elleni védekezési tervek kialakítását.

A kutatás folytatásában cél a tervezett sérülékenységvizsgálatok elvégzése: ehhez számos adalékkal szolgáltak a tanulmányban bemutatott vizsgálatok eredményei. Ezek alapján javasolt az alkalmazkodóképesség mérésére szolgáló indikátorok között szerepeltni, hogy adott település és/vagy járás rendelkezik-e hőhullámokra vonatkozó veszélyelhárítási tervvel és/vagy a hőhullámokkal szembeni védekezési tervvel.

Irodalom

- Baranyai N., Varjú V. 2015: A lakosság klímaváltozással kapcsolatos attitűdjének empirikus vizsgálata. In: Klímaváltozás - társadalom - gazdaság: Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon, szerk: Czirfusz M., Hoyk E., Suvák A., Publikon Kiadó, Pécs, 257-284.
- Bartholy J., Pongrácz R., Torma Cs. (2010): A Kárpát-medencében 2021–2050-re várható regionális éghajlatváltozás a RegCM-szimulációk alapján. Klíma-21 Füzetek, 60, 3-13.
- IPCC 2014: Climate Change 2014 – Synthesis Report. Summary for Policymakers. 5th Report (https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)
- Király G A magyarországi népesség „status quo" morbiditási és mortalitási jövőképe 2016 és 2051 között. Klímaváltozás - társadalom - gazdaság: Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon, szerk: Czirfusz M., Hoyk E., Suvák A., Publikon Kiadó, Pécs, 167-178.
- Láng I., Csete L., Jolánkai M. szerk. 2007: A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok.
- A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest,
- Páldy A., Bobvos J. 2011: A klímaváltozás egészségi hatásai. Sebezhetőség – alkalmazkodóképesség. In: Sebezhetőség és adaptáció – A reziliencia esélyei, szerk: Tamás P., Bulla M., MTA Szociológiai Kutatóintézet, Budapest, 97-114.
- Páldy, A., Bobvos, J. 2014: Health impacts of climate change in Hungary – a review of results and possibilities to help adaptation. Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine, 2014/1-2, 51-67.
- Pálvölgyi T. 2013: A sérülékenység vizsgálatok a második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiában. Konferencia-előadás. (http://nak.mfgi.hu/sites/default/files/files/NES_ Muhelyvita_2013_11_13_Palvolgyi_Tamas.pdf)

A HELEMBAI-HEGYSÉG REJTÉLYES ÜREGEI

Mysterious caves of Burda Hills

Szeberényi József , Balogh János, Kis Éva, Viczián István

MTA CSFK Földrajztudományi Kutatóintézet

szeberenyi.jozsef@csfk.mta.hu

Abstract

There are legends among the local population about origin of several mysterious cavities, which can be found in the south side of Burda Hills north-eastward from Kováčov (Kovácspatak). It is a fact, that these cavities were drilled and it was the first step of an industrial investment to save a planning petroleum refinery in time of the Second World War…

The great petroleum refinery next to Szőny was destroyed by bombing of allies on August 21st and 28th 1944. It was impossible to refit the factory during the war. The demage was around 35 million Pengő according to the assessment. The government decided to relocate the unviolated equipments to Kováčov and build a new refinery inside of Burda Hills. This action called *„Medveszállás"*.

This place was a good choice in terms of transport, because of railway line Budapest-Bratislava and water-way of Danube and the capability of physical geography of Burda Hills is also good to affiliation of planning refinery.

Nowadays 12 bat (Chiroptera) species live here, so these cavities have moved also in sight of zoologists-chiropterologists since 1996, and they mapped these cavities. We would like to present several interesting parameters of planning adaptation of natural environment of petroleum refinery based on result of geomorphological investigation of Burda Hills, maps of cavities and authentic documents of planned petroleum refinery.

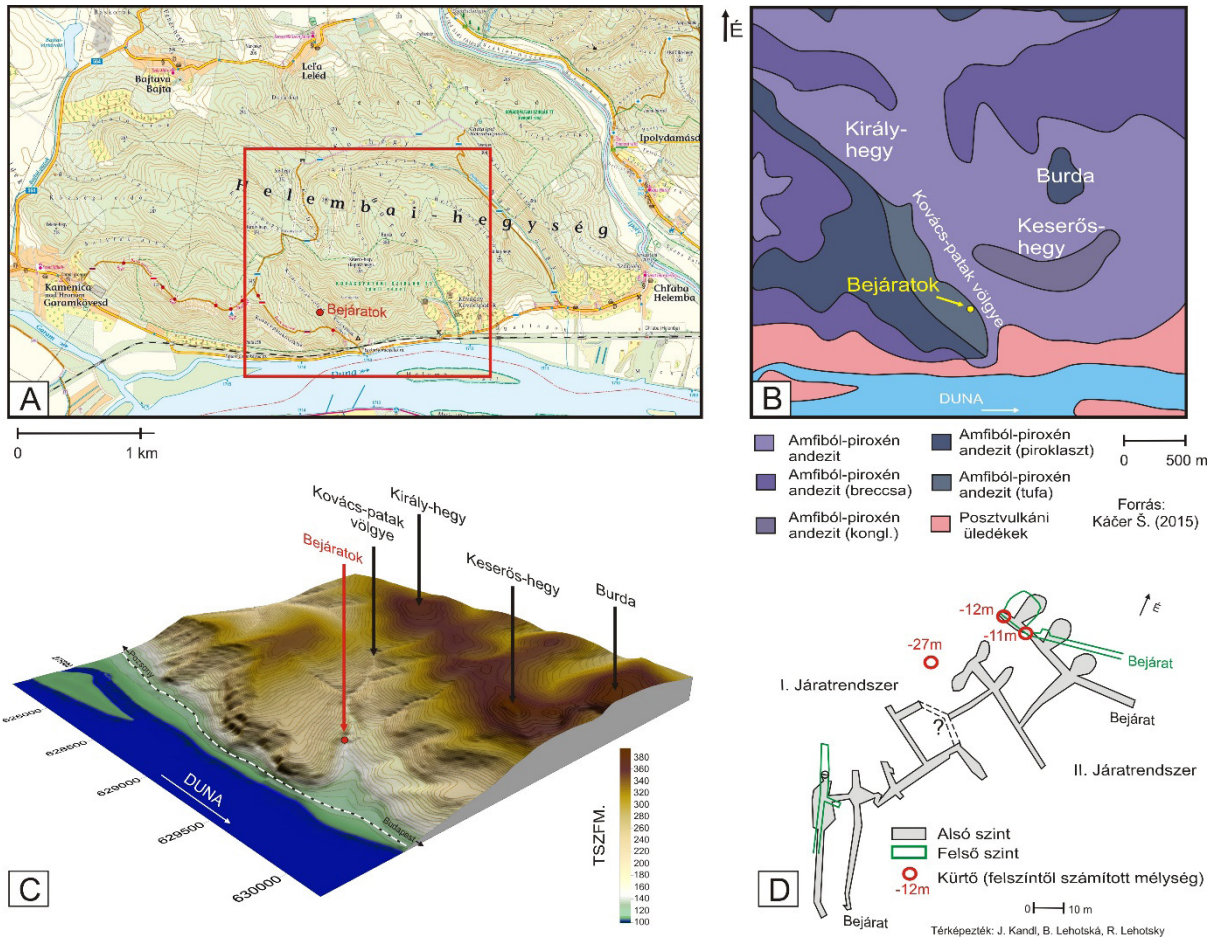
1. *Bevezetés*

Esztergomtól északra, Kovácspatak település mellett, több üreg is található a felszín alatt, amelyek eredetével kapcsolatban a helyi lakosok körében legendák keringenek. Kevesen tudják azonban, hogy ezeket egy földalatti finomító létesítésének kezdő lépéseként hozták létre a II. világháború során. A terület mindössze 60 km-re található Budapesttől, de már a Szlovákia területére esik, így a hazai kutatók számára talán kevésbé ismert lehet.

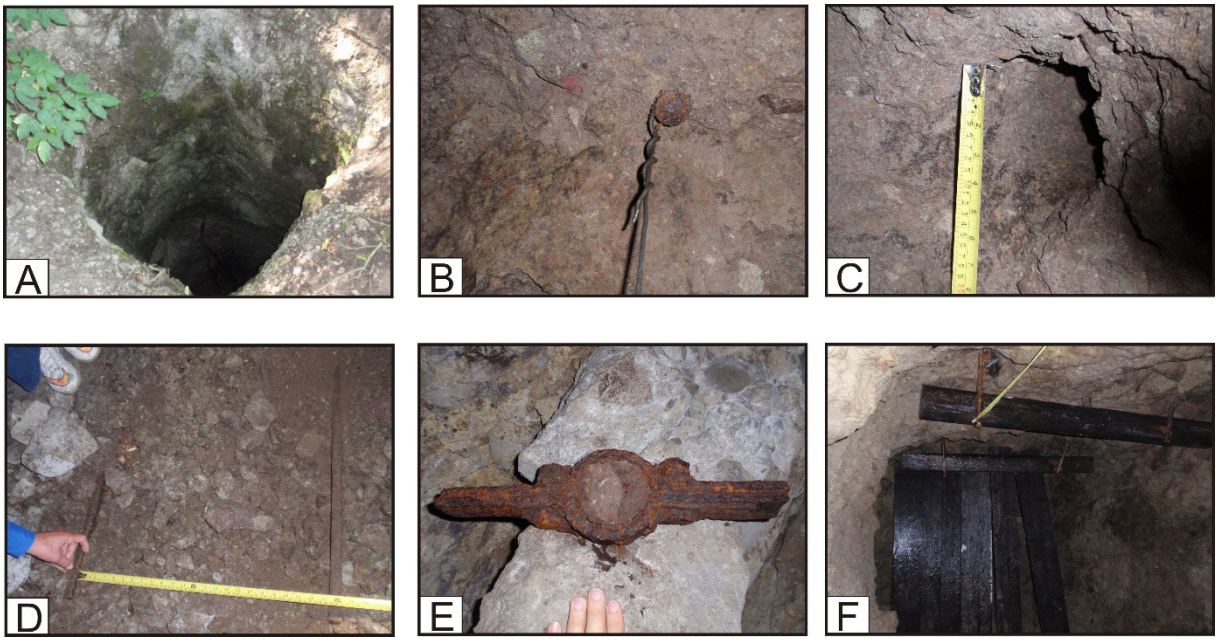
Ennek okán e rövid tanulmányban szeretnénk felhívni a szakmai közönség figyelmét egy rendkívül érdekes, meglehetősen könnyen elérhető és bejárható, mesterséges üreg- és járatrendszerre, amely kis túlzással „természetbe ágyazott ipari múzeumként" is definiálható.

2. *A területről*

A mesterséges járatrendszerek az Ipoly, a Garam és a Duna által közrefogott Helembai-hegység központi részének déli oldalában találhatók (1/A ábra). A földalatti folyosókat és kisebb termeket a miocén andezit vulkánosság során létrejött piroklaszt és tufa rétegekben alakították ki (1/b ábra). A bejáratok a Király-hegy (374 m) és Keserős-hegy (395 m) délnyugati előterében létrejött, északnyugat-délkelet irányú, Duna felé kifutó Kovács-patak völgyében találhatók (1/C ábra).



1. ábra. A tervezett finomító járatrendszerének természetföldrajzi (A), földtani (B) és geomorfológiai (C) környezete, illetve a járatrendszer alaprajza (D).

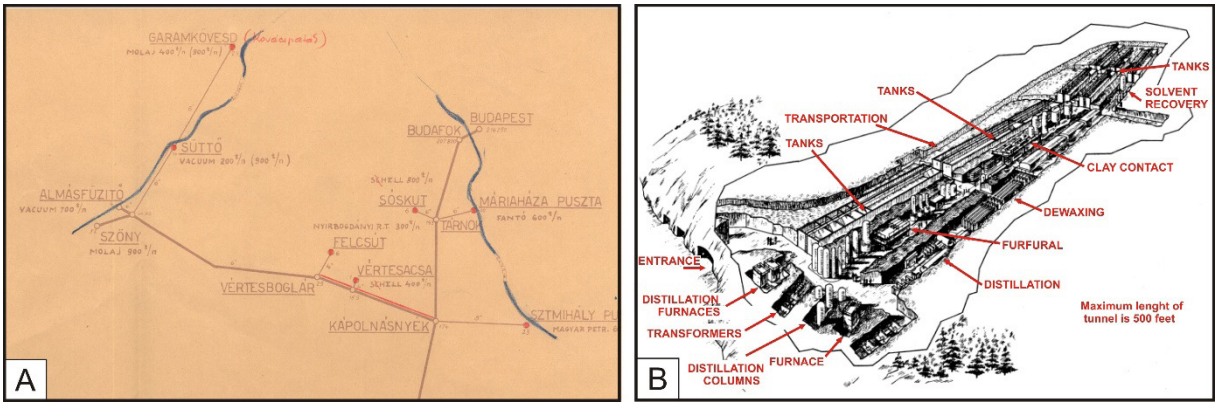


2. ábra. A járatrendszer néhány jellegzetessége: A= legmélyebb kürtő (27 m) felszíni bejárata; B= szintezőpont; C= robbantólyuk; D= keskeny nyomtávú sínpár; E= tartószerkezet.

Az egykor tervezett finomítóhoz kialakított, eredetileg egységes, többszintű járatrendszer (1/D ábra) omlások és beszakadások következtében napjainkban már csak részleteiben járható be. Összesen öt irányból közelíthető meg. Két bejárat található az alsó szinteken, egy a II. járatrendszer felső szintjén, illetve ugyanez a két kisebb kürtőn keresztül is elérhető. A legmélyebb kürtő (2/A ábra) mélysége 27 méter, amely valószínűleg a későbbi omlások következtében nem kapcsolódik a folyosókhoz. A földalatti folyosókon a tervezett létesítmény építési munkálatainak maradványai találhatók meg (2/B-F ábra).

3. Földalatti olajfinomítók

A II. világháború során a hazai olajipar elleni szövetséges bombázások következményeként folyamatban volt a finomítók decentralizációja. 1944. november 28-án Szakváry Emil iparügyi miniszter és dr. Köhler német megbízott elrendelte, hogy a magyar olajipar szereplői kisfinomítókat építsenek. E szerint például a Fanto a Százhalombatta melletti Máriaháza-pusztán, a Magyar Petróleumipar Rt. Ercsi mellett Szentmihály-pusztánál, a Vacuum Oil Süttő és Neszmély között, a Shell Vértesacsán, a Délkárpáti Kőolajfinomító Rt. Felcsúton kellett felépítsen olyan kisfinomítókat, amelyeknek a napi feldolgozói kapacitása 5200 tonna (Cseh, 2015) (3/A. ábra).



3. ábra. A= A kisfinomítók elhelyezkedése a tervezett kapacitásukkal és a MAORT távvezeték nyomvonala (forrás: Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum) B= Ábra a Porta Westfalicaban tervezett földalatti finomítóról (forrás: Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum)

A rendelet a Magyar Olajművek Rt. számára a Helembai-hegységet jelölte meg. A szakemberek a 1944 augusztusában lebombázott szőnyi finomító hasznosítható részeit leszerelték és tervbe vették, hogy a „Medveszállás" nevű akció keretében a vákuumdesztillációs üzemet és a kenőolaj-feldolgozó részleget Kovácspatakon helyezzék újból üzembe (Cseh, 2015). A telephely választása közlekedésföldrajzi szempontból a Budapest – Pozsony vasútvonal és a dunai vízi út közvetlen elérhetősége miatt volt ideális választás.

A magyar katonai és ipari vezetés célja az volt, hogy a létesítmények az ellenséges repülőgépek elől elrejtve maradjanak. A munkálatokat elkezdték, de a nem sokkal később itt áthaladó front miatt a tevékenység befejezetlen maradt. Mint ahogy a német birodalom ilyen irányú törekvéseiről általánosan, úgy a kovácspataki finomítóval kapcsolatos tervekről sem maradtak fent dokumentumok. Az elképzelést segítendő példaként mutatjuk be a tengelyhatalmak olajügyeivel foglalkozó technikai albizottság (brit vezérkari főnökök bizottsága) által 1946-ban a német olajipar 1933–1945 közötti helyzetéről kiadott dokumentumának egyik ábráját. Ez a Porta Westfalicaban tervezett földalatti finomítót az ún. Geilenberg üzemet mutatja be (3/B ábra).

4. A járatok napjainkban

A tervezett olajfinomító földalatti folyosóit és termeit napjainkban denevérek lakják, melyet a múlt század közepén fedeztek fel csehszlovák denevérkutatók (Vachold, 1956, 1960; Gaisler, Hanák, 1972). Összesen 6 fajt írtak le. 1996-tól folyamatos megfigyelés alatt állnak az üregek (Lehotská, Lehotský, 1997, 2002, 2011). A téli hibrenációs időszakban 12 fajt tartanak számon.

A járatokban amatőr barlangászok, adranalisták és hobby műgyűjtők is feltűnnek. Ez utóbbiak miatt a járatokban található műtárgyak száma évről-évre csökken.

Irodalom

- Cseh V. 2015: „Légiriadó vigyázz!" – Angolszász légitámadások a magyar olajipar ellen 1944/45-ben. PhD értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest. 288p.
- Gaisler J., Hanák V. 1972: Netopýři podzemných prostorů v Československu. Sborník ZČM v Plzni - Přír., 7: 3-46.
- Káčer Š. 2015. Geologická mapa Slovenská 1:50 000. http://www.geology.sk/new/en/sub/Geois/gmsr50_en
- Lehotská B., Lehotský R. 1997: Výskyt netopierov v oblasti navrhovanej CHKO Burda. Vespertilio, 2: 97-104.
- Lehotská B., Lehotský R. 2002: Zimoviská netopierov v pohorí Burda. Vespertilio, 6: 23-25.
- Lehotská B., Lehotský R. 2011: Kováčov (Kovácspatak) - nedokončená podzemná rafinéria? Aragonit, 16 (1-2): 79.
- Vachold J. 1956: K otázke výskytu a rozšírenia netopierov (Chiroptera) na Slovensku. Biol. práce, 14 (2): 1-68.
- Vachold J. 1960: Výskyt a rozšírenie netopierov na Slovensku s ekologickými dodatkami. Kand. dizertácia, 113 pp.

DUNA ÉS TISZA MENTI SÜLLYEDÉK TERÜLETEK VIZSGÁLATA

Investigation of depression areas along the Danube and Tisza Rivers

Kis Éva [1], Schweitzer Ferenc [2]

[1,2]MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

[1]kis.eva@csfk.mta.hu

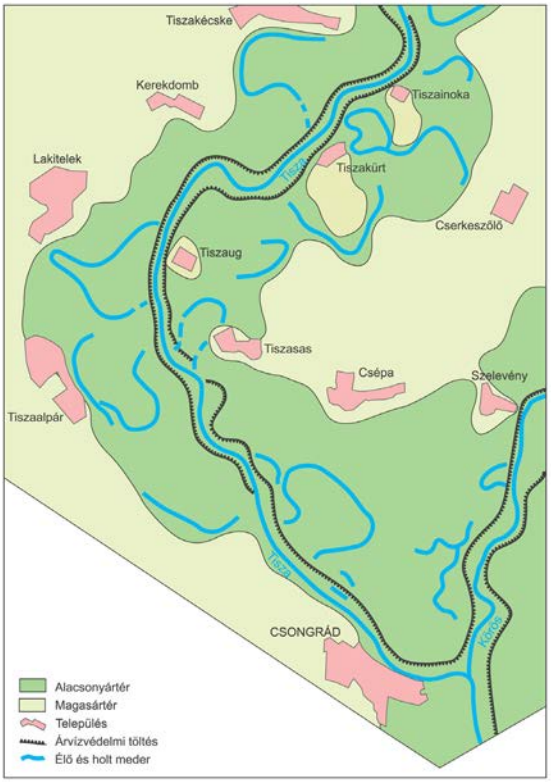
Abstract

The investigation focuses on the Danubian Depression under Budapest and on the Tisza Depression in the southern part of the Great Hungarian Plain, particularly with regard to the geological-geomorphological evolution of the loess covered areas, the direct effects of climate change, the land degradation and the changes in the river flow regimes and in the groundwater levels. It explains the evolution and the accumulation of river meanders in the depressions. The overall extent of the meanders indicates the area of the depressions. Radiocarbon dating helps to determine the age of the depression and that of river evolution.

Keywords: evolution of depressions, meanders

1. Bevezetés

A kutatás Duna és Tisza menti (1. ábra) lösszel és löszös üledékkel fedett süllyedék területeket vizsgál a Duna jobb partján Adony, Bölcske-Madocsa, Paks-Szekszárd és Szekszárd-Báta, ill. a Dél-Tisza-vidéken Csongrád és Mindszent környezetében. Jellemzi a vizsgált területek általános földtan viszonyait, a felszíni formákat, hangsúlyt fektetve a süllyedékek felszínén kialakult – egyben azok határait is kijelölő – igen jelentős meanderhálózatokra.

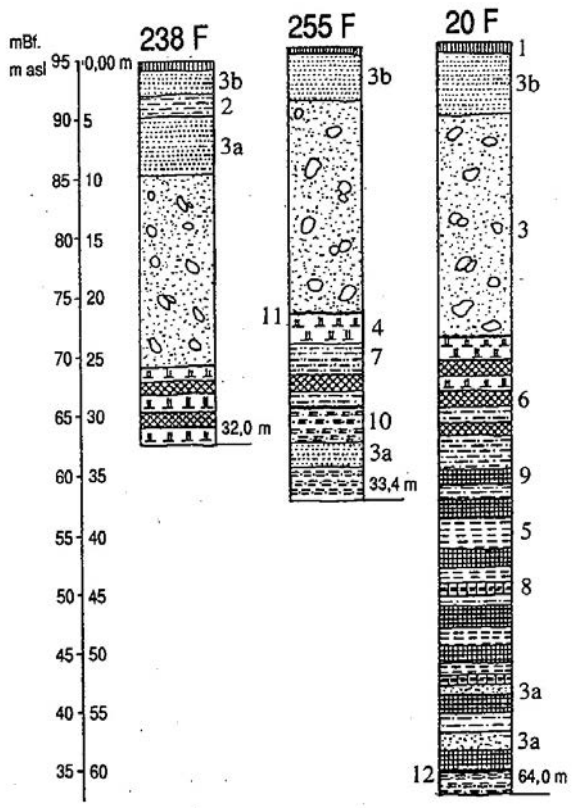


1. ábra. Alacsony-és magas ártéri területek a Csongrádi-süllyedék É-i részén (Szerk.: Schweitzer F. 2001)

2. Eredmények

Domborzatilag a Duna jobb parti–Budapest alatti–mederszakasza a vizsgált területen 2 eltérő térszínre, a 40-60 m magas partszakaszra, ill. a folyó és a part között elterülő süllyedékekre különül el. A magaspartokon az agyagos, homokos pannon üledékeket homok, vörösagyag (1. kép) és nagy vastagságú lösz, ill. löszszerű üledék, míg a süllyedékeknél többnyire folyóvízi homok és kavicsos homok rétegek fedik. A magaspartok esetében ezen üledékek vastagsága többnyire 50-70 m, de néhol a 100 m-t is meghaladja, pl. Szekszárd esetében. A süllyedék területek közül a Paks-Sárközi süllyedéknél legvastagabb a dunai folyóvízi rétegsor, egyes helyeken eléri az 50 m-t is (2. ábra, SCHEUER GY.–SCHWEITZER F. 1987).

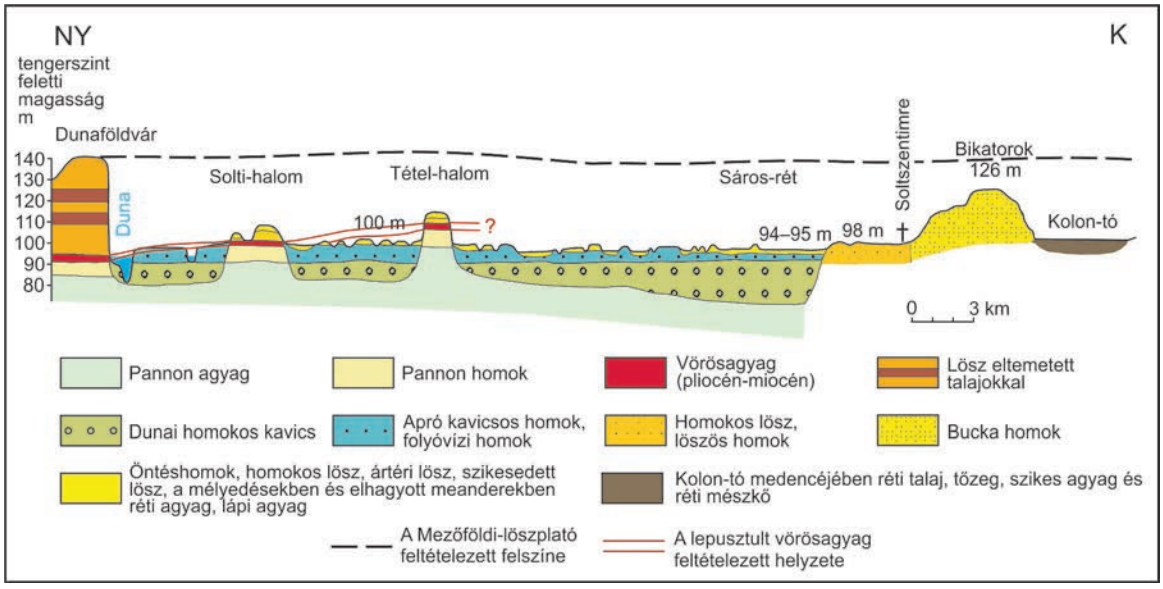
1. kép. A dunaföldvári magaspart szeletes csuszamlása 1970-ben, az előtérben vörösagyag rétegekkel (Fotó: Schweitzer F.)



2. ábra. Pakstól D-re az idősebb pleisztocén és pliocén üledéke¬ket harántolt fúrások rétegszelvényei (Scheuer Gy.– Schweitzer F. 1989) – 1 = talaj; 2 = folyóvízi iszap; 3 = du-nai homokos ka¬vics; 3a = folyóvízi homok; 3/b = futó-homok; 4 = konkréciós lösz; 5 = iszap; 6 = fosszilis talaj; 7 = iszapos homok; 8 = mo¬csári agyag; 9 = vörösagyag; 10 = felsőpannóniai iszapos agyag; 11 = dunai folyóvízi üledékek elterjedési határa; 12 = pleisztocén-felsőpannóniai határ

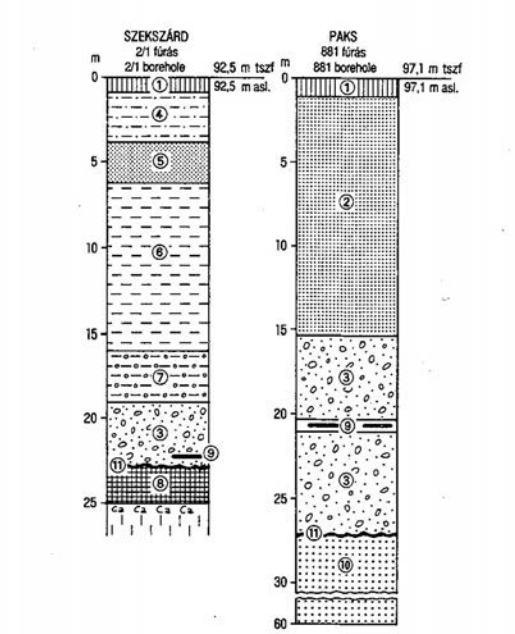
A Duna menti öblözetek kialakulása főként neotektonikai változásokkal hozható összefüggésbe. Vannak olyan területek, amelyek nem süllyednek, pl. Budafok-Ercsi-Kulcs-Dunaföldvár-Bölcske, Duna¬kömlőd-Paks és Báta-Bár-Mohács térsége, melyek lényegében a magaspartok részét alkotják. Dunaföldvár és a Solti-halom között a Duna a Mezőföld K-re lealacsonyodó felszínébe vágódott be. A magaspartok fekvőjében megfigyelhetőek a vörös agyagok, melyek egy markert formálnak. Tengerszint feletti magasságuk 90-105 m a felszínen vagy a felszín közelében. A süllyedék területeken Paks és Kalocsa között 20-35 m, Adony, Madocsa és Szekszárd között 65-68 m tszf. magasságban helyezkednek el.

A geomrfológiai és a fúrásadatokból kitünt, hogy a fiatal felső-pleisztocén–holocén süllyedési szakaszok és a folyó eróziója hatására a Duna fő medre Ny-felé tolódódott el, felfűzve a fiatal süllyedék területeket. Lényegében e térszínek szabták meg a Duna felső-würmi és mai folyásirányát. A magaspart laza, kevésbé ellenálló rétegeit a folyó oldalozó és mélyítő eróziós tevékenysége erősen pusztította. A fúrások folyóvízi üledéksora legalsó részében található 1-2 m vastag, konkrésiós, löszbabás rétegek bizonyítják a löszrétegekből erodálódott üledék felhalmozódását. A süllyedékek területén a folyó az összes magasparti üledéket lepusztította, csupán néhány helyen hagyott hátra és temetett be idősebb pleisztocén üledékeket. Az egykori mezőföldi magaspart lepusztult maradványai a Solti-és a Tétel halom (3.ábra). A kiemelt helyzetben lévő felszíni előfordulások és a megsüllyedt üledékek pannon fekümagassági adatait összevetve területenként eltérő süllyedési értékek adódnak. Pl. az Adonyi-öblözetben 20, a Bölcske- Madocsai süllyedéken 10-25, a Paks-Szekszárdi süllyedéken 15-30, míg a Szekszárd-Bátai süllyedéken 25-30 m (Pakstól D-re helyenként a 30-50 m-es nagyságot is meghaladó) vastag folyóvízi eredetű üledék halmozódott fel (PETZ R.–SCHEUER GY.–SCHWEITZER F. 1989).



3. ábra. A Solti-síkság domborzati és földtani K-NY-i irányú szelvénye. Erdélyi M.– Sümeghy J. adatainak felhasználásával szerkesztette Pécsi M. 1959.

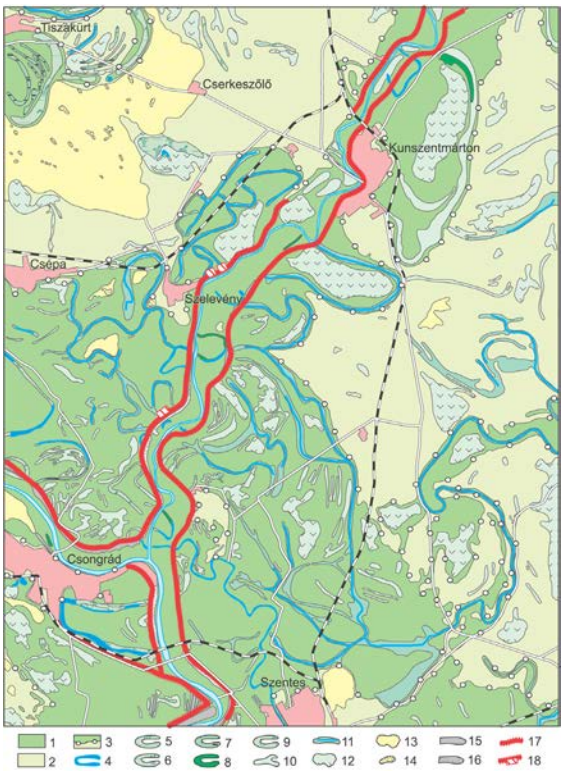
A C14-es vizsgálatok értékei megadják a süllyedések korát, valamint jelzik ezeken a területeken a Duna megjelenését. Paks és Dunaszentgyörgy között pl. a 20,5 m mélyen lévő uszadékfa 40.000 éves kora (Deb-950, Paks 881. fúrás) azt mutatja, hogy–miután ez minimál kor–az ettől csak jóval idősebb, feltehetően alsó-würm–riss-würm korú lehet. A Szekszárd-Báta közötti süllyedék terület (az un. Sárközi-medence) kora pedig a 23,3 m mélyen átfúrt szintén uszadékfa alapján (Deb-953, Szekszárd, 2/1 fúrás) 10.880 C14 év. Ez azt jelenti, hogy a Duna a Tolnai-dombság lábánál csak a pleisztocén-holocén határán jelent meg. A holocénben ezen a területen tehát igen intenzív volt a süllyedés. Egy nagyon fiatal és gyors ütemű üledék felhalmozódásról van szó. E radiokarbon abszolút koreredmények azt is bizonyítják, hogy a Paks-Sárközi süllyedék folyóvízi üledékösszletei különböző korúak. Emiatt szakaszos és területegységenként eltérő süllyedő mozgások valószínűsíthetők. (4. ábra, HERTELENDI E.-PETZ R.-SCHEUER GY. SCHWEITZER F. 1989).



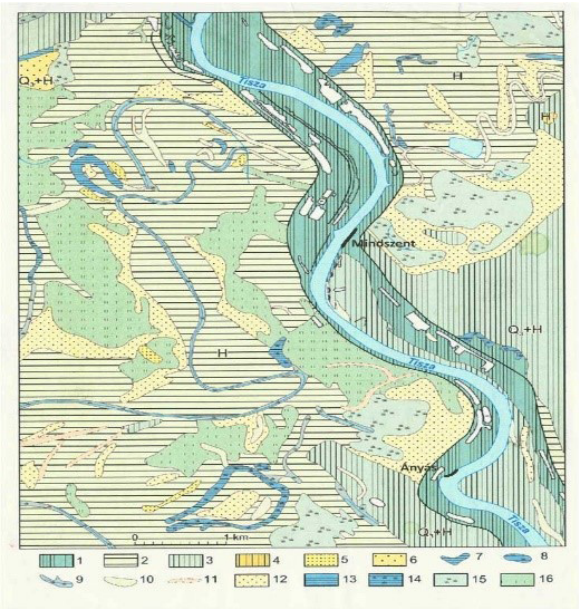
4. ábra. A fúrások rétegszelvénye (Scheuer Gy.–Schweitzer F. 1989) – 1 = talaj; 2 = ho¬mok; 3 = homokos kavics; 4 = homokos iszap; 5 = finomított homok; 6 = iszap; 7 = kavicsos iszap; 8 = vörösagyag; 9 = az uszadékfa helye; 10 = felsőpannóniai homok; 11 = eróziós diszkordancia

A Duna menti süllyedék területek, a Duna-menti síkságok. többnyire hármas tagozódásúak: keskenyebb-szélesebb hullámtér kíséri a folyót és mellékágait, amit az alacsony-és magasártéri szintek követnek. Legdominánsabb formatípusai a fejlődés különböző stádiumában lévő meanderek, a meander közti hátak, a lefűzött holtágak és a szikes laposok. Az ármentes magasártéri szintek szigetszerűen emelkednek ki az alacsony ártéri térszínekből.

Dél-alföldi Tisza menti vizsgálatainkat a Csongrádi-süllyedéken (5.ábra) és a folyó Mindszent környéki partszakaszán (6. ábra) végeztük. Folyamatosan és ciklikusan is változó, süllyedő D-alföldi területről van szó. A folyómedrek fejlődésére a Tisza szabályozási munkálatok is jelentősen hatottak. A partvédelmi művek beépítésének hatására a szelvények szélessége is jelentősen lecsökkent. Az Alsó-Tisza mentén is két jelentős geomorfológiai szint alakult ki, az alacsony és a magas ártér.



5. ábra. A Körös torkolatvidéke és tágabb környezetének mérnökgeomorfológiai térképe (Szerk: Balogh J.–Schweitzer F. 2001). – 1 = Alacsony ártér; 2 = Magasártér; 3 = Alacsony-és magasártér pereme; 4 = Lefűzött hajdani meander, fattyúág állandó vízborítással; 5 Lefűzött hajdani mender állandó vízzel, nád-sással borítva; 6 = Lefűzött hajdani feltöltött meander időszakos hajdani vízborítással ,nád-sás vegetációval; 7 = hajdani feltöltött meander időszakos vízborítással; 8 = Hajdani feltöltött meander ártéri erdőben; 9 = Hajdani feltöltött meander ártéri erdőben, időszakos vízborítással; 10 = Hajdani feltöltött meander, szántóföldi művelésben; 11 = Hajdani feltöltött meander , csatornázva; 12 = Szikes, belvizes lapos; 13 = Futóhomok felszín; 14 = Futóhomok bucka; 15 = Ásott kubikgödör-sorok a hullámtéren; 16 = Ásott kubikgödör-sorok hullámtéri erdővel fedve; 17 = Árvédelmi töltés; 18 = 2006-ban bekövetkezett rézsűcsúszások helyei



6. ábra: Mindszent környékének geoorfológiai térképe (Kis É., Lóczy D. In: Lóczy et al. 2009)

Irodalom

- Erdélyi M. 1955: A Dunavölgy nagyalföldi szakaszának víztároló üledékei. Hidrológiai Közlöny, 35. 406-412.
- Lóczy D. - Kis É. - Schweitzer F. 2009. Local flood hazards assessed from channel morphometry along the Tisza River in Hungary. Geomorphology 113/3-4. 200-209.
- Petz R.–Scheuer Gy.–Schweitzer F. 1989. Megsüllyedt és eltemetett vörös agyagok és lösz összletek a Duna jobb partján Budapest és Mohács között. Mérnökgeomorfológiai Szemle 38. 123-136.
- Pécsi M. 1959. A magyarországi Dunavölgy kialakulása és felszínalaktana. Akad. Kiadó, Bp.
- Scheuer Gy. Schweitzer F. 1987: A Duna menti löszösszletek mérnökgeológiai tagolása. Mérnökgeológiai Szemle, 35. 49-67.
- Schweitzer F. (szerk.) 2011: Katasztrófák tanulságai. Stratégiai jellegű természetföldrajzi kutatások. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 195 p. (Elmélet – módszer – gyakorlat, 67.)

A HÓDMEZŐVÁSÁRHELYI 47-ES ÉSZAKI ELKERÜLŐ ÚT ÉPÍTÉSE KÖRNYEZETÉBEN BEKÖVETKEZŐ FELSZÍNI FORMAVÁLTOZÁSOK VIZSGÁLATA

IInvestigating the geomorphological impact of the Hódmezővásárhely northern by-pass (no 47) under construction

Kis Éva [1], Lóczy Dénes [2], Schweitzer Ferenc [1], Viczián István [1], Szeberényi József [1], Balogh János [1]

[1]MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

[2]Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézet

[1]kis.eva@csfk.mta.hu

[2]loczyd@gamma.pte.hu

Abstract

The research is aimed at the examination of the palaeogeographic conditions in the environment of the bypass road, with a special reference to the high floodplain between Hódmezővásárhely and Mindszent and at the study of the permanent and intermittent landforms that emerged by accumulation, incision and planation under human intervention. Given the knowledge of natural and anthropogenic factors suggestions are made as for the permanent maintenance and monitoring of man induced landforms following the delivery of the bypass section, i.e. after March 2018.

Keywords: anthropogenic landform evolution, applied geomorphology

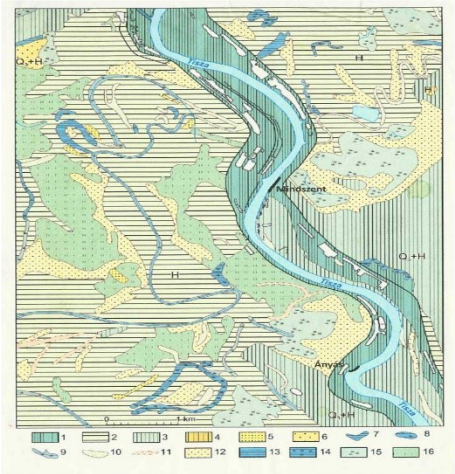
1. Bevezetés

Jelenleg folyik a 47-es főút Hódmezővásárhelyt elkerülő szakaszának megvalósítása. A várost északról új nyomvonalon elkerülő 12,7 km hosszú út *(1. kép)* 2x1 sávos lesz, de úgy tervezték, hogy a későbbiekben 2x2 sávosra bővíthető legyen. A teljes beruházás 2018 márciusára valósul meg. Az új nyomvonalon 5 szintbeli – ebből 2 körforgalmi csomópont és 3 kereszteződés –, 1 külön szinti csomópont, 1 külön szinti végcsomópont *(2. kép)*, 1 vasút feletti felüljáró és 1 kerékpáros aluljáró épül. A végcsomópont a négy sávos közutat és a vele párhuzamosan futó Szeged-Hódmezővásárhely vasútvonalat külön szintben keresztező körhídként valósul meg. Az elkerülő és a 45.sz főút találkozásánál épülő külön szinti csomópontból lehet majd Szentes, Mindszent vagy Szeged irányába utazni. Az elkerülő felüljáróval keresztezi a Mindszent–Hódmezővásárhely Népkert vasútvonalat. Itt épül a kerékpáros aluljáró is. Az elkészült út mintegy 2-2,5 méterrel lesz magasabb, mint a terepszint.

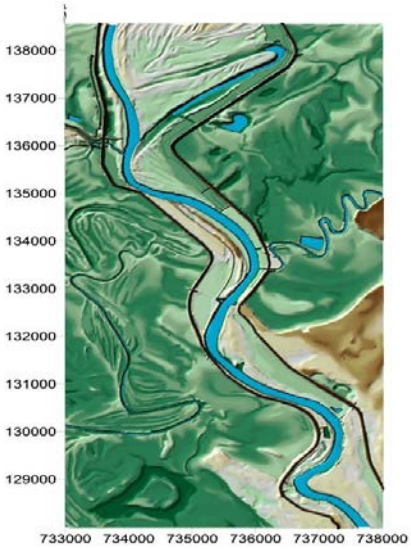
1. kép. A hódmezővásárhelyi É-i elkerülő út (Forrás: GoogleEarthTH)

2. kép. A végcsomóponti több szinti körhíd (Fotó: Kis É.)

A vizsgált terület az Alföld legmélyebb süllyedékén – a Szentes-Hódmezővásárhely-Makó menti árok – mentén terül el. A medence aljzatát 2500–7000 m vastag neogén üledéksor tölti ki. A folyóvízi üledékösszletek lerakódása még a miocén végén megkezdődött (GAJDOS I. et al.1997). A pannon üledékekre 700-800 m vastag, többnyire folyóvízi üledékből álló negyedidőszaki üledékek települnek. A negyedidőszaki rétegsort többnyire homokos meder, övzátony, parti hát, agyagos ártéri üledékek alkotják. A kárpát-medencei folyóhálózat kialakulásának részletes magyarázatát SCHWEITZER F. 2015-ös tanulmánya, míg a vizsgált terület tipikus felszíni formáit a 1. és 2. ábra (LÓCZY D. et al. 2009, SZEBERÉNYI J. 2015) szemlélteti.



1. ábra. Mindszent környékének geoorfológiai térképe (Kis É., Lóczy D. In: Lóczy et al. 2009) 1 = hullámtér (aktív ártér); 2 = alacsony ártér; 3 = magas ártér; 4 = pleisztocén típusos, ill. ártéri lösszel fedett kiemelkedé¬sek; 5 = óholocén homokleplek; 6 = homokkal fedett pleisztocén hordalék-kúpsíkság; 7 = feltöltött meander állandó vízborítással; 8 = feltöltött meander időszakos vízborítás¬sal; 9 = feltöltött meander csatornázott vízfolyással; 10 = feltöltött meander magas talajvízállással; 11 = mezőgazdasági művelés alatt álló feltöltött meander; 12 = morotvák közötti magasabb térszínek; 13 = ártéri mocsarak állandó vízborítással; 14 = időszakosan vízborításos egykori mocsarak; 15 = egykori mocsarak elgátolt medencéi csatornákkal lecsapolva; 16 = feltöltött egykori mocsár magas talajvízállással



2. ábra. A Tisza Dong-ér és Ányás közötti szakaszának digitális domborzat-modellje (Szeberényi J.)

A jelenlegi domborzatátalakulás jellemzői: „hegyek" tornyosulnak minden felé, bányagödrök és mélyedések alakultak ki, a felszín felső rétegsorát az elkerülő közvetlen környezetében átforgatták. Napról napra keletkeznek új formák.

2. Eredmények

A kutatás vizsgálja az elkerülő út építési környezetében emberi hatásra történő felszínformálás során felhalmozással, kimélyítéssel és elegyengetéssel (planáció) keletkezett tartós (maradandó) és átmeneti formákat. Az átmeneti formák a beruházás átadásáig – 2018. márciusáig–megszűnnek. Következtetést von le arra nézve a természeti és antropogén tényezők ismeretében, hogy a beruházás átadása után különösen mely antopogén formák folyamatos karbantartására és rendszeres megfigyelésére lesz szükség.

A kutatás az antropogén felszínformálás során keletkezett formákat

- 1. részben a 13 km hosszú új – a jelenlegi terepszinttől mintegy 2,5 m-rel magasabban lévő–töltésen futó út
- 2. és részben a többszinti csomópontok és körforgalmak *(3.kép)*, vasúti felüljárók és aluljáró, ill. azok felhajtói alapozási (kimélyítő)- és cölöpözési (pillérek) munkálataihoz kapcsolódó föld-és anyagáthalmozási, valamint a hozzájuk kapcsolódó vízmentesítési (csatornázási és áteresz)-, hírközlési-és elektromos közművek építési-és–a környező területeken kötelezően elvégzett – régészeti feltáró munkálatokhoz kapcsolóan vizsgálja.

3. kép. A mártélyi úti körforgalom építése (Fotó: Kis É.)

2.1. Emberi hatásra keletkezett tartós (maradandó) formák

Felhalmozással keletkezett (akkumulációs, pozitív) forma

1. a 13 km hosszú, 2,5 m magas töltésen húzódó elterelő út
2. megerősített körtöltés
3. elkerülő út menti létesítmények és azok felhajtói: többszinti végcsomópont (a négysávos út és a Népkert-Szeged vasútvonal fölött), többszinti csomópont az elkerülő 45-ös úti kereszteződésében, vasúti felüljáró a Népkert-Mindszent vonal és a volt Tiszai út kereszteződésében, körforgalmak, kereszteződések.

Kimélyítéssel keletkezett (negatív) forma

1. út-és létesítmény építésekhez kapcsolódó vízelnyelő csatornarendszer
2. kerékpáros aluljáró a Népkert-Mindszent vasútvonal felüljárójához kapcsolódóan (a volt Tiszai úti kereszteződésben).

Felhalmozással (akkumulációs, pozitív) és kimélyítéssel keletkezett (negatív) forma

1. átereszek hatalmas gödrei (pl. a mártélyi körforgalomban, *4. kép*).
2. Kimélyítéssel (negatív) és feltöltődéssel (akkumulációs, pozitív) keletkezett forma
3. 1 új földutak, szerviz utak (pl. a mártélyi körforgalom után balra, ezen közelíthető meg a Körtvélyesi holtág is, amely eddig a régi Tiszai úton volt lehetséges).

4. kép Épülő betonpillér a körtöltés tetején a mártélyi úti körforgalomtól D-re. (Árvíz idején az út lezárható, hogy a víz ne follyon át a városra (Fotó: Kis É.)

Planációval (elegyengetéssel) keletkezett forma

1. Elegyengetett felszínek: autóutak építése sík felszínt kíván meg, ezért építésénél a felszínelegyengetés (planáció) nélkülözhetetlen (SZABÓ J. 1993). Az elterelő út környezetében jelentős tömegű anyagmozgatás történik. A meddőanyag szétterítésével a természetes mélyedések kitöltődnek.

2.2. Emberi hatásra keletkezett átmeneti formák

Felhalmozással keletkezett (akkumulációs, pozitív) formák

1. Meddőhányók: az elterelő út építése környezetében óriási anyagkitermelés és felhasználás folyik. Ehhez járul még hozzá a távolabbi homokbányákból odaszállított homok és a délegyházi kavicsbányából napi egy–32 vagonból álló szerelvénnyel–Mindszenten keresztül szállított dunai sóder. A meddőhányók sokasága teljesen megváltoztatta a táj képét. A „föld", homok, kavics, ártéri lösz és agyag meddőhányók különállóan (egyszerű akkumulációs típus), vagy összetorlódva (összetett akkumulációs típus *(5. kép)* is előfordulnak. Többségük terasz-szerűen kiképzett hányó, de vannak köztük szép számban csonka kúp és kúp alakúak is. Felső részük jellemző formái a planációs formák. Oldalaik barázdálódnak, megjelennek rajtuk a radiális vízmosások. Lábuknál a lehordott anyag hordalékkúpként akkumulálódik (pl. a vámházi körforgalomban). A meddőhányók jellegzetes formái az omlások és csuszamlások, melyeket gyakran a csapadék barázdás eróziója indít el. A rekultiváció végén az eredeti–pl.szántó–földhasználatot kell visszaállítani.

5. kép. Vámházi meddőhányók (Fotó: Kis É.)

Kimélyítéssel keletkezett (negatív) formák

1. az elkerülő út és kapcsolódó létesítményei alapzatának építésekor kimélyített, még nem elkészült útszakaszfelszínrészek és a
2. a külszíni bányászat során kitermelt építőanyagok–pl. a homok–bányagödrei.
3. A rekultiváció során–a bányagödrök és kimélyített felszínek feltöltése után–e formák esetében is az eredeti földhasználatot kell visszaállítani.

3. *Következtetés*

Az É-i elkerülő út megépítése napi mintegy 18 ezer autó átmenő forgalmától mentesíti Hódmezővásárhely–az ország második legnagyobb területű városa–központi részét és lényegesen lerövidíti az utazási időt a 47-főút Szeged-Orosháza szakaszán az elkerülő közbeiktatásával. A vizsgált, az építés során létrejött tartós antropogén felszíni formák közül a 13 km hosszú és 2,5 m magas autóút-töltésnek szerepe lehet ár-és belvízveszélyes időszakokban. Ugyanúgy, mint a körtöltés és az elkerülő találkozásánál, a körtöltésen megépítendő beton áteresznek. Árvíz idején itt zárják le az elkerülőt a töltésrészek betonfalából kibocsátott összezáródó panellel. Így védik a mélyebben fekvő várost. Szükség van e formák rendszeres megfigyelésére és folyamatos karbantartására.

Irodalom

- Gajdos I. - Pap S. - Szentgyörgyi Né. 1997. A szarvasi terület földgáztelepei. Földtani Közlöny 126/2-3. 347.

- Kis É. - Lóczy D. - Schweitzer F. - Balogh J. - Viczián I. - Szeberényi J. - Prodán T. 2016. Tiszai partfal típusok vizsgálata új kiértékelő módszer alapján ártéri lösszel fedett mintaterületen. Magyar Földrajzi Napok 2016 Konferenciakötet. Eger : Eszterházy Károly Egyetem – Magyar Földrajzi Társaság – Agria Geográfia Alapítvány. pp. 160-171.
- Lóczy D. - Kis É. - Schweitzer F. 2009. Local flood hazards assessed from channel morphometry along the Tisza River in Hungary. Geomorphology 113/3-4. 200-209.
- Schweitzer F. 2015. Drainage network development in the Pannonian Basin. Hungarian Geographical Bulletin 64/2. 101-119.
- Szabó J. 1993. Antropogén geomorfológia. – In: Általános természetföldrajz / Borsy Z. (szerk.). – Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó. 500-518.

A PARTFALMOZGÁSOK ÉS A GEOMORFOLÓGIA KAPCSOLATA A DUNA KULCS ÉS DUNAÚJVÁROS KÖZÖTTI MAGASPARTJÁNAK TERÜLETEIN

Geomorphological features and landslides on the Danube's bluff between Kulcs and Dunaújváros

ifj. Viczián István [1], Balogh János, Kis Éva, Szeberényi József

Magyar Tudományos Akadémia

Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Földrajztudományi Intézet

[1]viczian.istvan@csfk.mta.hu

Abstract

The three settlements (Kulcs, Rácalmás, Dunaújváros) subject to this study are located on the eastern verge of Mezőföld along the bluff of the Danube. These areas are repeatedly threatened by mass movements. The occurrence of landslides is associated with various factors, such as the geographical location of the area, geomorphological conditions, the stratigraphic position of sediments, the changes in the discharge of the river and the groundwater system, human impacts.

1. *Bevezetés*

A Duna magyarországi szakaszán több száz kilométer hosszan alakultak ki magaspartok folyó jelenlegi vagy egykori medrei mentén. A magaspartok jellemzően több tíz méter magas partfalakkal vagy meredek lejtőkkel kapcsolódnak a Duna árteréhez. A hirtelen változó relief és a magaspartok formálódásában szerepet játszó különféle felszínformáló folyamatok miatt ezek a területek sok helyen tömegmozgásos folyamatokkal érintettek, domborzatuk magán hordozza a visszatérően jelentkező partmozgások (csúszások, omlások, roskadások), illetve az areális és lineáris erózió hatásait.

A magaspartok a folyó közelsége és a környező síkságoktól eltérő, mozgalmas domborzatuk miatt tájképileg vonzó, egyedi geomorfológiai értéket képviselnek, de környezetük védelmének kérdése általában mégsem a tájképi vagy természeti értékek kapcsán kerülnek elő, hanem inkább az épített környezet megóvását szolgáló partfalvédelmi beruházásokkal összefüggésben. Az emberi életeket, a települési környezetet, az infrastruktúra elemeit és a gazdálkodás térszíneit veszélyeztető geomorfológiai adottságok és folyamatok ismerete meggyőződésünk szerint elengedhetetlen az optimális partfalvédelem megvalósításához.

Kutatásainkat Duna jobb partján lévő Kulcs, Rácalmás, Dunaújváros települések által meghatározott, magasparti szakaszon végeztük, elsősorban a felszínfejlődés történetét, ma is ható folyamatait és a domborzat jelen állapotát vizsgáltuk. A vizsgált területen lakó és üdülő övezetek, ipari övezetek és sűrűn lakott városi régió épültek. A magaspart állékonysági viszonyaitól függően azonban a települések terjeszkedésének és területük beépítésének lehetőségei korlátozottak. Számos szakaszon végeztek már partfal-rehabilitációs munkálatokat káresemények bekövetkezte után vagy azok megelőzése céljából.

Magyarország Európai Unióhoz való csatlakozását követően az ilyen jellegű beruházások száma jelentősen megnőtt a megváltozott pályázati lehetőségeknek köszönhetően. Tanulmányunkban a geomorfológia, földtani szemléletű kutatásaink eredményeit mutatjuk be.

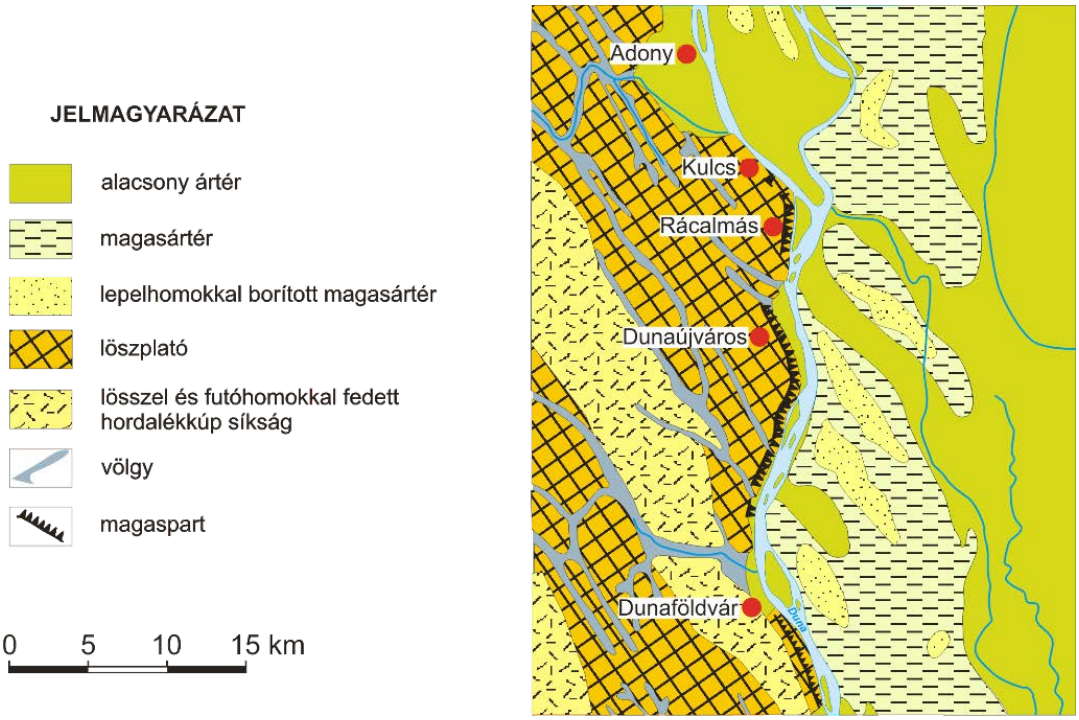
2. A Kulcs–Dunaújváros mozgásveszélyes dunai magaspartszakaszai

A vizsgált terület a Mezőföld keleti peremén, az Adonyi-öblözettől délre helyezkedik el (1. ábra). Kulcs 1994-től vált önálló településsé, belterületén a magaspart 30-50 m magas. Kulcs nagyobbrészt a magasparttól nyugatra elterülő löszplató felszínén kisebbrészt a magaspart oldalában lévő nagy partrogyásos, csuszamlásos földtömegeken épült. Ez utóbbi rész korábban üdülőövezet volt, de a szép kilátással rendelkező terület ma már számos állandó otthonnak ad helyet. Szinte a teljes Duna-parti sáv, illetve a szakadóparttal lezökkent magasparti szakasz mozgásokkal veszélyeztetett. Itt a földtömegmozgások hosszú ideje visszatérően jelentkeznek, lassú kúszó és zökkenő mozgások valamint eróziós tevékenységek (mélyutak) nyomai egyaránt fellelhetők. A felszínmozgásokkal foglalkozó kutatások, illetve a partfal rehabilitáció kérdése rendre a nagykiterjedésű felszínmozgásokat követően (1964, 1966, 1977 évi és 2011 óta újra-újra bekövetkező mozgások) váltak aktuálissá (Pécsi M. et al. 1976, Scheuer Gy. 1979, Fodor T-né. et al. 1983, Farkas J. 2011., Balogh J, Schweitzer F. 2011., Balogh J. et al. 2014).

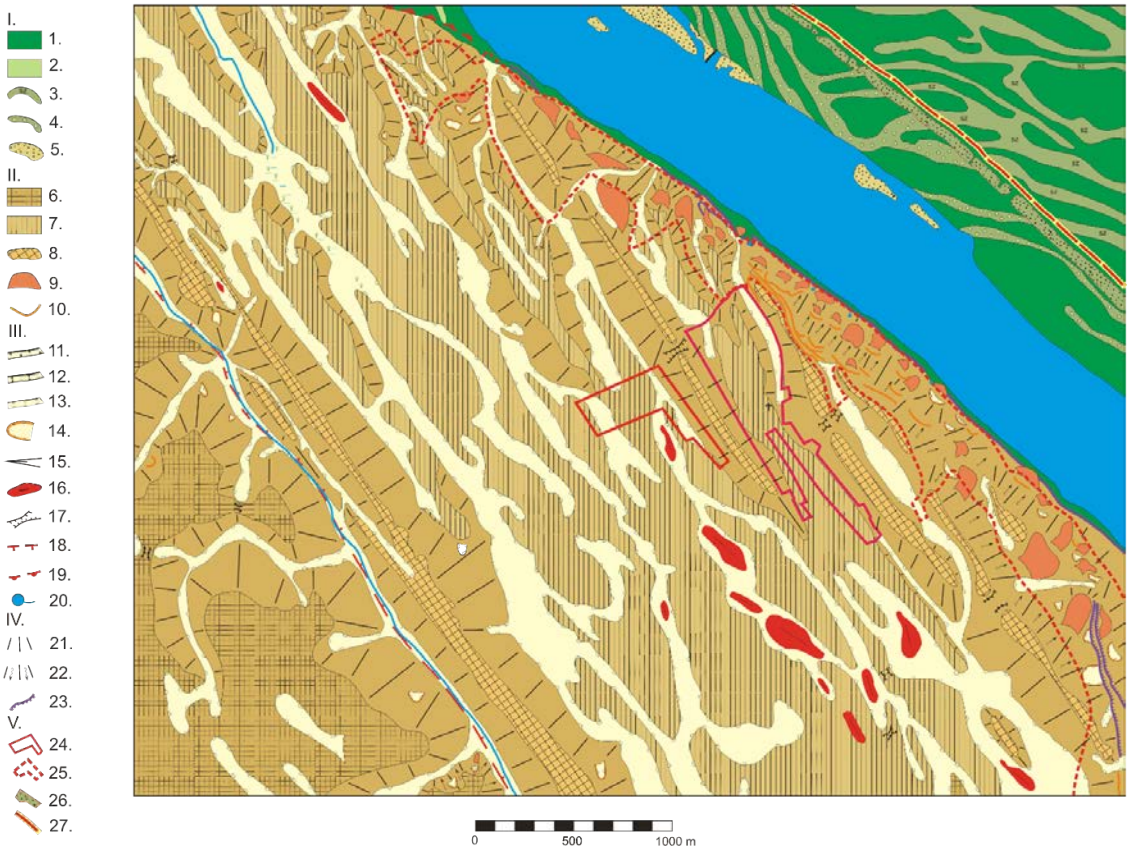
Rácalmás Kulcstól délre fekszik itt a település ófalui része és az üdülőövezet egyaránt az 5-35 m magaspart előterében lévő partrogyások törmeléklejtőn épült. Területén visszatérően jelentkeznek tömegmozgásos események (lejtős csuszamlások, omlások, suvadások, törmelékhalmaz lassú mozgásai). Nagyobb károkkal járó mozgások 1964, 1966, 1977, 2003, években jelentkeztek.

Dunaújváros a magasparti részei jellemzően nincsenek beépítve, de a közelében épült város és ipari területe nemzetközi szinten is kiemelt és példa értékű partvédelmi beruházások kiépítését tette indokolttá. A magaspart stabilizációjára kiépített védelmi rendszert az 1964-es felszínmozgást követően építették ki (Kézdi A. 1970., Scheuer Gy. 1979), ezt később tovább fejlesztettek. A mozgások a többi vizsgált területhez hasonlóan itt sem szűntek meg. Jelentősebb tömegmozgásos folyamatok az ezredforduló kezdetén jelentkeztek a dunai magas parton.

Az MTA CSFK Földrajztudományi Intézet munkatársai Dunaújváros építése óta (Ádám L.–Boros F. 1979) figyelemmel kísérik a környék magaspartjának fejlődését és a mérnökgeomorfológiai megfigyeléseink azóta is folyamatosak. Az évtizedeken keresztül vizsgált és térképezett területen szerzett tudományos információk hozzájárultak a partfal-rehabilitációk hatékony kivitelezéséhez.



1. ábra. A Kulcs–Dunaújváros dunai magaspart környezetének geomorfológiai vázlata



2. ábra. Kulcs mérnök geomorfológiai térképe (szerk.: Balogh J.- Viczián I.) – I. Ártéri formák: 1. alacsony ártér; 2. magasártér; 3. feltöltött meander szántóföldi művelésben; 4. meander ártéri erdővel; 5. zátonysziget. II. Dombsági formák: 6. löszplató 145 m tszf. felett (ÉNy-DK-i irányban tagolt); 7. lepusztult löszplató 130-145 m tszf. felett (ÉNy-DK irányban tagolt); 8. eróziós-deráziós tanuhegy; 9. lejtőpihenő, csúszáshalmaz; 10. fosszilis csuszamlások szakadási frontja. III. Völgyek, szerkezeti formák: 11. eróziós völgy; 12. eróziós-deráziós völgy; 13. deráziós völgy; 14. deráziós fülke; 15. vízmosás; 16. szuffóziós mélyedés; 17. szerkezeti nyereg; 18. tektonikus törésvonal; 19. tektonikus süllyedék pereme; 20. forrás. Lejtők: 21. lejtő általában; 22. csuszamlás veszélyes lejtők. IV. Antropogén formák:23. Kulcs, beépített belterület; 24. Kulcs, hézagosan beépített üdülő övezet, állandóan lakott házakkal. 25. tereplépcső, 26. kubikgödör, 27. árvízvédelmi töltés

3. A vizsgált terület geomorfológiai viszonyai és a partfalvédelem

A vizsgált magaspartok a Mezőföld keleti peremén találhatók. A magaspart egyes szakaszain az eltérő földtani, geomorfológiai viszonyoknak megfelelően a felszínformálódás típusa, a partmozgások jellege szakaszonként különböző.

A *dunaújvárosi* magaspartot lösz és löszszerű üledékek építik fel, melyet fosszilis talaj és akár 3-4 m-es homokrétegek tagolnak (Dunaújváros–Tápiósülyi összlet), ez utóbbiaknak meghatározó szerepe van a magasparti felszín alatti vizek elvezetésében. A magaspart lábát a Duna oldalazó eróziója pusztítja, a magaspart felső peremén elsősorban roskadással, szuffóziós eredetű mozgásokkal és az eróziós árkok bevágódásával hátrál a partfal. A homokrétegek a mozgások nyírási felszínként is szolgálnak. A mélyebben található agyagos rétegek, mint csúszólapok és a magaspart előterében lévő csuszamlás-halmazok talaj és rétegvíz viszonyai a kulcsi és rácalmási területhez képest csak alárendelt szerepet töltenek be a mozgások kialakulásában. Itt alapvetően az épített rézsűk védelme és a város felől érkező felszíni és felszín alatti vizek rendezett elvezetése a partfalvédelem elsőszámú feladata.

Rácalmás mozgásveszélyes ófalui része a magaspart előterében az egymást követő szeletes csúszások, suvadások törmelékanyagából kialakult lejtőn épült. A fosszilis csuszamlás-halmazokon főleg a lassú kúszó mozgások okozzák az épületkárokat. A mozgások kialakulása, ill. felújulása sok esetben köthető közműhálózat hibáihoz és hiányosságaihoz. A mozgásveszélyes területen az építési tilalmat 1990-től oldották fel, a partfal-rehabilitációs beruházások 2004-től indultak meg.

Kulcs környezetében *(2. ábra)* a pannóniai agyagon és vörösagyagokat tartalmazó pliocén üledékek felett 40–50 m vastag és fosszilis talaj-horizontokkal tagolt pleisztocén korú lösztakaró található. A csúszólapként is szolgáló kulcsi vörösagyag összlet hosszabb szakaszokon a Duna középvízszintjének közelében helyezkedik el. A rétegtani adottságaihoz igazodva három fő felszín alatti vízhorizont figyelhető meg. Az felső szint vize felszíni eredetű, a két

alsó pedig a Mezőföld felől érkező nyomás alatti rétegvizeket vezeti a Dunába. A mozgások szempontjából a legalsó rétegvízszint a meghatározó, ez táplálja a folyóparton fakadó jelentős vízhozamú források sorát. Ez a réteg a folyó vizével is kommunikál, a magas és tartós dunai vízállások idején a folyó felől kap betáplálást. A kiáramló rétegvizek útját maga a Duna is gátolhatja. Hasonló duzzasztó hatást, a rétegvizek áramlási nyomásának növekedését okozzák a magaspart lábánál található fosszilis csúszások halmazai is. Ott ahol hiányoznak a csuszamláshalmazok a partfalból egyszerű talajvízforrások fakadnak. Ahol a vízvezető rétegek a magas part alján nagyobb távolságon keresztül nyugodt településűek, ott a víz nem koncentráltan, hanem több száz méteren át szivárgóvíz formájában lép a felszínre, ill. a Duna medrébe. Ahol nagytömegű csuszamláshalmazok gátolják a vízkilépést a víz a csuszamlásos halmazban visszaduzzad és a törmeléklejtő magasabb rétegeiből lép a felszínre. A felszínmozgások jellemzően akkor újulnak fel, amikor a felszín alatti vizek mennyisége kellőképp megnövekszik vagy áramlási viszonyaik hirtelen megváltoznak – pl. a Duna vízállásának változásit követve vagy extrém meteorológiai események vagy antropogén tevékenységek hatásra – és a csúszólapok mentén a magasparti föltömegek a kritikus talajmechanikai nyírószilárdságaikat elérik. A mozgásokat kiváltó antropogén okok lehetnek a közműhibák, csőtörések és szennyvíz-szikkasztások okozta elvizesedés (Scheuer Gy. 1979, Fodor T-né et al. 1983). A település környezetének geomorfológiai viszonyait vizsgálva szembetűnő a domborzat ÉNy-DK irányú tektonikai meghatározottsága, a süllyedő területek (pl. Adonyi-öblözet) hatása és a Duna oldalazó eróziójának szerepe (Balogh J. et al. 1989, Schweitzer F. et al. 2011).

Irodalom

- Ádám L., Boros F. 1979. Dunaújváros földrajza. MTA FKI, Budapest, 318 p.
- Balogh J., Lóczy D., Ringer Á. 1989. Landslide hazard induced by river undercutting along the Danube. Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, II, 5-11.
- Balogh J, Schweitzer F. 2011. Felszínmozgásos folyamatok a Duna Gönyű-Mohács közötti magasparti szakaszán. In: Katasztrófák tanulságai: stratégiai jellegű természetföldrajzi kutatások, szerk: Schweitzer F., MTA FKI, Budapest, 101-142.
- Balogh J., Viczián I., Kis É., Prácser E., Prodán T., Varga Gy., Szeberényi J. 2014. Kulcs-Rácalmás dunai magaspartjának mérnökgeomorfológiája és partfalvédelme. In: VII. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványa, szerk. Kóródi T., Sansumné Molnár J., Siskáné Szilasi B., Dobos E., ME Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc, 71-82.
- Farkas J. 2011. Szakértői vélemény Kulcs felszínmozgásos területeinek vizsgálatáról. Kézirat, 168 p.
- Fodor T.-né, Horváth Zs, Scheuer Gy, Schweitzer F. 1983. A rácalmás–kulcsi magaspartok mérnökgeológiai térképezése. Földtani Közlöny, 113/4, 313–333.
- Kézdi Á. 1970. A dunaújvárosi partrogyás. Mélyépítéstudományi Szemle, 20/ 7, 281-297.
- Pécsi M., Juhász Á., Schweitzer F. 1976. A magyarországi felszínmozgásos területek térképezése. Földrajzi Értesítő 25/2-4, 223-235.
- Pécsi M. 1971. A földcsuszamlások főbb típusai. Földrajzi Közlemények, 19/2–3, 125–143.
- Prodán T., Prácser E., Balogh J., Kis É., Novák A., Udvardi B., Viczián I. 2013. Geoelektromos tomográfia Kulcs település felszínmozgásos területén. In: Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2013., szerk: Török Á., Görög P., Vásárhelyi B., Hantken Kiadó, Budapest, 49-58.
- Scheuer Gy. 1979. A dunai magaspartok mérnökgeológiai vizsgálata. Földtani Közlöny 109/2, 230–254.
- Schweitzer F., Balogh J., Tóth L., Mónus P. 2011. Relationships between geomorphology, neotectonics and earthquakes in the Danube Plain between Ercsi and Madocsa and on the Danube-Tisza Interfluve. Hungarian Geographical Bulletin, 60/3, 233-245.

A TELEMEDICINA TÉRRE ÉS TÁVOLSÁGRA GYAKOROLT HATÁSAI ÉS KÖVETKEZMÉNYEI – ESETTANULMÁNY A TELEKARDIOLÓGIA SZEREPÉRŐL

The effects and consequences of telemedicine on space and distance – A case study about the role of telecardiology

Bán Attila
MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete
ban@rkk.hu

Methods of telemedicine are becoming more and more widespread because they increase the accessibility and availability of medical services in healthcare. Taking such factors into account, in this study I address the following main research questions: What are the effects of telemedicine on space and distance? Connected to this what kind of health benefits produces by one field of telemedicine: the telecardiology? In order to answer the research questions, I analyzed the academic literature and made semi-structured interviews with 63 interviewees (specialists, general practitioners, IT specialists and healthcare managers). Considering the results of the interviews, the independence from geographical location and the overcoming of physical distance linked to info-communication technologies do also apply to telemedicine. This, in turn, can be measured in the improvement of availability and accessibility of healthcare services, which is likely to generate significant health gain. For example in telecardiology the patient gets quicker diagnosis and treatment.

1. Bevezetés

Az információtechnológiai forradalom eredményeként az infokommunikációs technológiák egyre inkább megjelentek és elterjedtek az egészségügyi ellátórendszerben is (Dicken P. 2011), melynek gyakorlati következménye a telemedicina (vagy távgyógyászat) ellátásban történő alkalmazása. Ez az egészségügyi szolgáltatás egyet jelent az információs és kommunikációs technológiák és az egészségügyi ellátás integrációjával (WHO 2010).

A telemedicina előtérbe kerülése mindenekelőtt annak köszönhető, hogy a szakirodalom szerint az egészségegyenlőtlenségek mérséklésében meghatározó szerepet játszhat, ugyanis az ellátás elérhetőségét, hozzáférhetőségét jelentős mértékben javíthatja. Ez pedig visszavezethető arra, hogy a távgyógyászat átalakítja az ellátás térbeli jellemzőit (Craig J. – Patterson V. 2005). Az infokommunikációs technológiák hatásaiból eredően a telemedicina költséghatékonyabbá teheti az ellátást, mivel a távgyógyászat során az egészségügyi szakember és a páciens nem utazik, csupán a beteggel kapcsolatos egészségügyi adatok áramlanak a másodperc töredéke alatt. Így az egészségügyi szereplők közötti földrajzi távolságtól független az ellátás elérhetősége kedvezőbb irányt vehet (Wootton R. – Bahaadinbeigy K. – Hailey D. 2011). Különösen fontos lehet ez azokban a periferikus térségekben, amelyek az egészségügyi centrumoktól távol helyezkednek el és korlátozottak az egészségügyi erőforrásokhoz való hozzáférés, így a telemedicina nélkül tovább növekedhetnek az egészségegyenlőtlenségek (Ficzere A. 2010).

A fentiekből adódóan a kutatás fő kérdése, hogy milyen szerepe lehet a telemedicinának a földrajzi térre és távolságra a távgyógyászatban jártas szakemberek szerint. Ezenfelül milyen egészség-nyereséggel lehet számolni a telemedicina egyik területe: a telekardiológia időt és távolságot érintő – az akut miokardiális infarktus (AMI) ellátásában szerepet játszó –hatásainak eredményeként.

A kérdések megválaszolásához különböző módszerek álltak rendelkezésre. A telekardiológia hatásait tekintve szakirodalmi elemzés történt. Míg a tanulmány alapját adó kutatás keretében félig strukturált interjúk készültek különféle, telemedicinában jártas prominens szereplőkkel – úgymint, háziorvosokkal, szakorvosokkal, egészségügyi döntéshozókkal, informatikusokkal –, akiknek rálátásuk volt a fenti folyamatokra. Ennek során összesen 63 interjú valósult meg 2014 augusztusa és 2015 októbere között.

A félig strukturált interjúk eredményei mellett már a szakirodalom is rávilágít a telemedicina egyes – földrajzi távolságot (is) érintő – hatásaira, ami a telekardiológia és az infarktusellátás tekintetében meghatározó egészség-nyereségként jelentkezik.

2. A telekardiológia és az akut miokardiális infarktus ellátása[2]

A telemedicina egyik területe, a telekardiológia esetében is érvényesülhet a távgyógyászat térre és távolságra gyakorolt hatásai (Brunetti N. D. et al. 2010). Ez többek között azért is lényeges, mivel a telemedicina befolyásolhatja a szív- és érrendszeri (keringési) megbetegedések kimenetelét, a halálozások számát (Pápai Gy. et al. 2014). A telekardiológia alkalmazása Magyarországon egyet jelent az ún. transztelefonikus EKG (TTEKG) használatával. Ezt az eszközt sokoldalúan alkalmazzák az egészségügyi ellátórendszerben, többek között a sürgősségi ellátásban, különböző diagnosztikai problémák feltárásában (ld. ritmuszavarok), illetve a rehabilitációban (Kékes E. – Édes I. 2007).

Ebben a vonatkozásban előrelépést jelent, hogy a mentőkben jelen van a TTEKG és egyre több háziorvosi praxisban is elérhetővé vált (Bán A. 2017); [1]. A telekardiológia használatának köszönhetően jelentős egészség-nyereséget lehet elérni, ami különösen meghatározó lehet az akut miokardiális infarktus (AMI) vonatkozásában. Az AMI ellátásban kulcstényező a gyors diagnózis, a megfelelő időablakon belül történő kezelés, amihez a TTEKG nagyban hozzájárulhat, így csökkentve a kórházon belüli halálozási arányt, elősegítve a későbbi szövődmények elkerülését (Brunetti N. D. et al. 2010; Pápai Gy. et al. 2014). Ráadásul ezek az eredmények az egészségügyi kiadások racionalizálásával, felesleges utazások kiváltásával valósulhatnak meg (Barón-Esquivias G. et al. 2011).

Ehhez hozzájárul a TTEKG rendszer magyarországi kiépítettsége. Jelenleg 16 kardiológiai centrumban végzik a beérkező EKG-jelek fogadását és értékelését az ország különböző pontjain, 10 megyében. Ezek a központok a főváros mellett elsősorban a megyeszékhelyeken találhatók, ami alól csak két település a kivétel (Balatonfüred, Gyula). Ráadásul mindenekelőtt a magasabb progresszivitási szintű egészségügyi intézmények érintettek (ld. klinikák, országos intézetek, megyei kórházak). Az értékelő központok – viszonylag szórtan – az alábbi városokban találhatók: Budapest (6 centrum), Szombathely, Balatonfüred, Székesfehérvár, Pécs, Kecskemét, Szeged (2 centrum), Gyula, Debrecen, Miskolc. A TTEKG rendszer eredményeként – a földrajzi távolságtól függetlenül – sokkal gyorsabb diagnózissal és betegúttal lehet számolni egy keringési megbetegedés esetén [1].

Érdemes azonban megjegyezni, hogy az akut miokardiális infarktuson átesett betegek javuló ellátásában a telekardiológiai lehetőségek mellett szintén fontos szerepet kapott a szívkatéteres centrumok egyre növekvő száma és elérhetősége. A szívkatéteres eljárás (ún. perkután coronaria intervenció: PCI) kezdetben, a fővárosban és a klinikákon indult, majd az egyes vidéki nagyvárosokban is megjelent. Különösen 2005-től kapcsolódott be egyre több település [2]. Jelenleg 19 PCI központ látja el az infarktuson átesett pácienseket az ország különböző pontjaiban (Becker D. – Merkely B. 2016); [3]. Az érintett települések a következők: Budapest (5 centrum), Zalaegerszeg, Balatonfüred, Pécs, Szeged, Debrecen, Miskolc, Győr, Szolnok, Nyíregyháza, Szombathely, Székesfehérvár, Kecskemét, Gyula, Kaposvár [3]. Az országos telekardiológiai rendszer [1], illetve az elérhetővé vált PCI központok eredményeként időben és térben is jóval kiegyenlítettebbé vált az AMI ellátás (Becker D. – Merkely B. 2016; Uzzoli A. 2017).

A szakirodalmak és az elméleti áttekintések mellett az empirikus eredmények is arra mutatnak rá, hogy a távgyógyászat jelentős hatást gyakorol a földrajzi térre és távolságra.

3. A telemedicina és a földrajzi tér, távolság

A telemedicina földrajzi aspektusai mindenekelőtt hatékonysági kérdésekre vezethető vissza, melynek alapját az infokommunikációs technológiák adják. Így érdemes megvizsgálni, hogy miként jelenik meg a tér és a távolság szerepe a távgyógyászatban, valamint hogyan vélekednek erről a telemedicinával foglalkozó egészségügyi szakemberek.

Az interjúpartnerek szerint Magyarországon alapvetően nem a földrajzi távolság „legyőzése", vagy eliminálása vezérli a telemedicina terjedését. Az ország méretéből adódóan egyesesek kisebb szerepet tulajdonítanak a fizikai távolságoknak, mivel „…Magyarország nem nagy ország, tehát itt nincsenek távolságok…" (radiológus, 4). Sokkal inkább az orvoshiányra fektetik a hangsúlyt, ugyanis véleményük szerint a telemedicina „…Magyarországon a radiológus hiányt kell, hogy orvosolja…" (radiológus 4), ami meghatározó lehet a periferikus, kedvezőtlen helyzetben lévő intézmények esetében.

Az információs és kommunikációs technológiák lehetővé teszik a fizikai távolság szerepének redukálását. Ennek megfelelően az orvos és páciense között sem jelent problémát a kapcsolatteremtés a modern távközlési technológiákon keresztül, ugyanis a telemedicina „…a földrajzi kötöttségét a betegnek jelentősen feloldotta … számos olyan betegem van, aki a világ más részén él aktuálisan … és akkor ez az egyetlen olyan lehetőség nyilván a kommunikációra…" (belgyógyász, 63).

2 A tanulmány e része a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) K 119574 számú pályázat támogatásával készült.

A modern technikák távolságra gyakorolt hatásai mellett érzékelhető a „helyfüggetlenség" is, mivel az interjúpartnerek szerint a telemedicina alkalmazása sokszor függetlenné válik a helytől. A távgyógyászat tehát *„…elvileg létezhetne bárhol a Földgolyó pontján, és létezik olyan szinten is, hogy egyszerre akár többen is…* (patológus, 38).

A telemedicinális ellátás lehetővé teszi, hogy az orvos akár a saját otthonából végezze a tevékenységét és tegyen eleget a kötelezettségeinek. Ez azt jelenti, hogy *„…Magyarországról is nagyon sokan dolgoznak külföldi cégeknek … csak otthon a hálószobából ki se teszi a lábát…"* (dermatológus, 32).

A távolság mellett sokkal inkább az ellátás elérhetőségéhez szükséges idő válik releváns tényezővé. Az infokommunikációs technológiáknak köszönhetően a telemedicina lehetővé teszi az ellátás „gyorsítását". Ezt megerősíti egyik radiológus interjúpartner is, aki szerint *„…halálfontos, hogy ez a technológia azonnal elérhető legyen … mi az akut eseteknél 30 perces megfordulási időt szeretünk tartani…"* (radiológus, 42).

Az ellátás elérhetőségének és hozzáférhetőségének javítása hozzájárul a gyorsabb diagnózishoz, ami pozitív irányban befolyásolhatja az életkilátásokat, ugyanis *„…köszönhetően a telemedicinának gyakorlatilag a legrövidebb úton a legmegfelelőbb helyre került a páciens, tehát ez a legkézenfekvőbb célja…"* (kardiológus, 29).

Ráadásul a telemedicina térbeli vonatkozásai költséghatékonyság szempontjából is értékelhetők. Ebben a tekintetben leginkább az utazás kiváltását és a munkaidő-kiesés redukálását érdemes figyelembe venni. Az interjúpartnerek szerint a páciens térbeli mozgásait fokozatosan felváltja az egészségügyi információ és adat nagy távolságokon át történő áramlása, így *„…az utazási költségek, a munkaidő kiesés, a kórházban bent fekvés nem szükséges, tehát kivált egy csomó olyan költséget…"* (szülész-nőgyógyász, 1).

4. Összegzés

A telemedicina – az infokommunikációs technológiák hatásainak eredményeként –jelentősen redukálja a fizikai távolság szerepét az ellátásban. Ugyanakkor Magyarországon kevésbé a földrajzi távolság leküzdése, mintsem inkább a humánerőforrás-hiány területi differenciáinak mérséklésére való törekvés támogatása, és ezáltal egy optimális munkaerő-eloszlás biztosítása a cél a távgyógyászattal.

Azáltal, hogy nem a betegek utaznak, hanem csak az információk áramlanak a térben, így jelentős költséghatékonyságot lehet elérni, kiváltva a páciensek és az egészségügyi szakemberek utazását, illetve utaztatását. Az ellátás elérhetőségének és hozzáférhetőségének javulása pedig több esetben az optimális betegutat is jelentheti. Így jelentős egészség-nyereséget lehet elérni azáltal, hogy időben történik a betegség diagnosztizálása és szükség esetén kezelése. Ennek meghatározó szerepe lehet a telekardiológia és a TTEKG tekintetében, mivel az akut miokardiális infarktus ellátásában, a betegség kimenetelét illetően releváns tényező az idő.

A jövőben célszerű lehet az interjúk számának bővítése, különös tekintettel a telekardiológia vonatkozásában. Ezenfelül kvantitatív módszerekkel, mindenekelőtt egészségügyi vonzáskörzetek feltárásával érdemes elemezni, hogy milyen mértékben, illetve léptékben is érvényesül a telemedicina földrajzi távolságra gyakorolt hatása Magyarországon.

Irodalom

- Barón-Esquivias G. et al. 2011: Transtelephonic electrocardiography for managing out-of-hospital chest pain emergencies. Journal of Electrocardiology, 44/6, 755-760.
- Bán A. 2017: A telekardiológia és a TTEKG megjelenése és szerepe az alapellátásban – háziorvosi interjúk tapasztalatai. Interdiszciplináris Magyar Egészségügy (IME), 16/4, 41-44.
- Becker D., Merkely B. 2016: Akut coronariaszindróma ellátása – 2016. Orvosi Hetilap, 157/38, 1500-1506.
- Brunetti N. D. et al. 2010: Telecardiology improves quality of diagnosis and reduces delay to treatment in elderly patients with acute myocardial infarction and atypical presentation. European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, 17/6, 615-620.
- Craig J., Patterson V. 2005: Introduction to the practice of telemedicine. Journal of Telemedicine and Telecare, 11/1, 3-9.
- Dicken P. 2011: Global Shift – Mapping the Changing Contours of the World Economy. Sixth Edition. The Guilford Press, New York, 608.
- Ficzere A. 2010: Telemedicina. Interdiszciplináris Magyar Egészségügy (IME), 9/1, 48-50.
- Kékes E., Édes I. 2007: A transztelefonos EKG-rendszer értéke a kardiológiai klinikai gyakorlatban. Orvosi Hetilap, 148/31, 1443-1449.
- Pápai Gy. et al. 2014: Transtelephonic electrocardiography in the management of patients with acute coronary syndrome. Journal of Electrocardiology, 47/3, 294-299.

- Uzzoli A. 2017: Egészségegyenlőtlenségek és hozzáférés – esettanulmány a magyarországi keringési halálozásokról. In: Válogatott tanulmányok a társadalomtudományok köréből, szerk: Torgyik J., International Research Institute (IRI), Komárno, 201-209.
- WHO 2010: Telemedicine – Opportunities and developments in Member States. http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf (2017.07.12.)
- Wootton R., Bahaadinbeigy K., Hailey D. 2011: Estimating travel reduction associated with the use of telemedicine by patients and healthcare professionals: proposal for quantitative synthesis in a systematic review. BMC Health Services Research, 11/1 (185), 10.

Internetes források

- [1] https://www.ims.hu/site/ttekg_szakma (2017.07.12.)
- [2] http://www.weborvos.hu/egeszsegmagazin/a_haemodinamikai_laborok_hatasa/71133/ (2017.07.12.)
- [3] https://oktatas.mentok.hu/pluginfile.php?file=%2F13481%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2FSTEMI%203.%20mell.pdf&forcedownload=1. (2017.07.12.)

PABLS'13 ÉS '15: HATÁRRÉTEG-MÉRÉSI PROGRAM SZEGEDEN

PABLS'13 and '15: boundary layer measurement campaigns in Szeged

Weidinger Tamás [1], Salavec Péter [1,2], Bíróné Kircsi Andrea [2], Bordás Árpád [1], Bottyán Zsolt [3], Bozóki Zoltán [4], Cuxart Rodamilans Joan [5], Gyöngyösi András Zénó [1,6], Horváth Gyula [2], Istenes Zoltán [7], Józsa János [8], Nagy Zoltán [2], Simó Diego Gemma [5], Szabó Zoltán Attila [1,2], Torma Péter [8], Tordai Ágoston Vilmos [1], Wrenger Burkhard [9]

[1]ELTE Meteorológiai Tanszék
[2]Országos Meteorológiai Szolgálat
[3]NKE Katonai Repülő Intézet, Szolnok
[4]MTA-SZTE Fotoakusztikus Spektroszkópiai Kutatócsoport
[5]Baleári Egyetem, Légköri Turbulencia Kutatócsoport, Palma de Mallorca, Spanyolország
[6]SZTE Éghajlattani és Tájökológiai Tanszék
[7]ELTE Szoftver Technológiai és Módszertani Tanszék
[8]BMGE Hidraulikai és Vízgazdálkodási Tanszék
[9]Alkalmazott Tudományi Egyetem, Ostwestfalen-Lippe, Németország
weidi@caesar.elte.hu

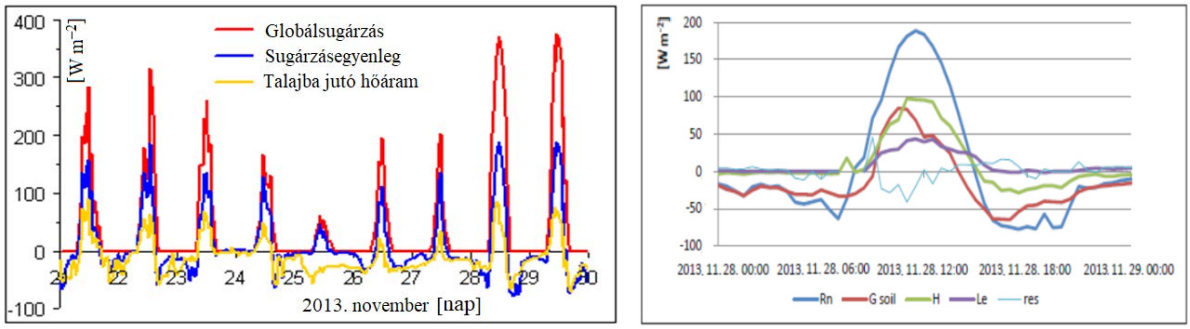
1. Bevezetés

A PABLS (Pannonian Atmospheric Boundary Layer Experiment Szeged) Pannon légköri határréteg mérési programot széleskörű magyar és nemzetközi együttműködéssel rendeztük 2013 telén (november 20-tól december 1-ig) és 2015 nyarán (június 16-tól szeptember 8-ig). A fő célok: i) a planetáris határréteg (PHR) fejlődésének nyomon követése, különösen az átmeneti időszakokban (napkelte és napnyugta), ii) hőmérséklet-, nedvesség- és szélprofil-mérések a felszín közelében és a PHR-ben távérzékelési eszközökkel (windprofiler, SODAR, radiometer), kötött ballonnal, rádiószondával, pilótanélküli repülőgéppel és kvadrokopterrel valamint iii) a talaj és a felszíni energiamérleg-komponensek mérése.

A felszíni energiamérleg lezárása – a szenzibilis és látens hő összege ($LE + H$) és a rendelkezésre álló energia (a sugárzásegyenleg és a talajba jutó hőáram különbsége, $R_n - G_{soil}$) hányadosa – mindkét expedíció során 90% fölött volt, így az adatsorok alkalmazhatók numerikus modellek futtatásához bemenő adatként, illetve ellenőrzésként.

A 2013-as téli mérési program eredményeit (műszerezettség, UAV eszközök, Unmanned Aerial Vehicle – pilótanélküli repülőeszköz) Bottyán et al. (2015) cikke tartalmazza (*1. ábra*), míg a felszíni energiamérleg komponensekről a *2. ábra* tájékoztat.

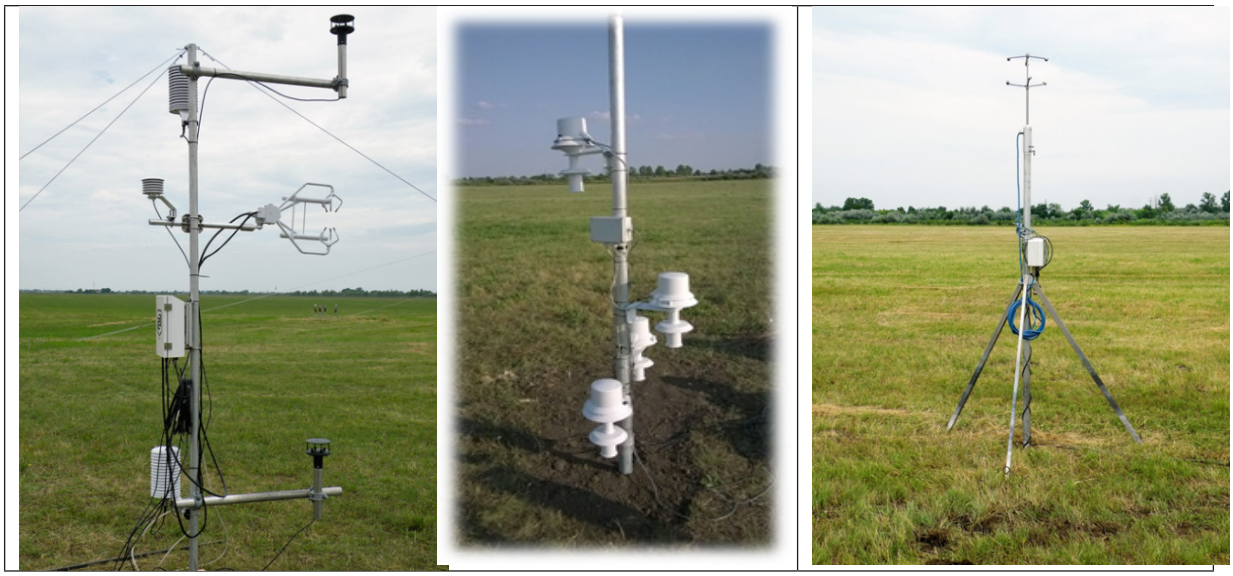
1. ábra. A Bonn Hungary pilótanélküli repülőgépe Vaisala rádiószondával és Vaisala HMP-45 szenzorral (bal oldal) és az Ostwestfalen-Lippéből (Németország) érkezett kvadrokopter a műszertartó konzollal (jobb oldal).



2. ábra. A sugárzási mérleg komponensek menete a 2013-as téli mérési expedíción (Rn – sugárzásegyenleg, G_{soil} – talajba jutó hőáram, H – szenzibilis, LE – latens hőáram, res – az energiamérleg maradék tagja az adott félórában (10 Hz-es mérési periódus, félórás turbulens áramok, perces alapadatok; res = Rn – G_{soil} – H – LE).

A félóránkénti lezárási hiba (*res*) általában 50 W m^{-2}-nél kisebb (*2. ábra*), és jellegzetes napi menettel rendelkezik. Természetesen, télelő lévén, mindehhez 400 W m^{-2} körüli maximális besugárzás és 200 W m^{-2} körüli maximális sugárzásegyenleg tartozik.

A cikkben a 2015-ös mérési expedíció (Weidinger et al., 2016) turbulens áramszámítási módszereire, illetve a felszíni energiamérleg meghatározására koncentrálunk. Az előadásban kitérünk a műszerezettségre (lásd a *3. ábrát* is), a profilmérések eredményeire, de szó lesz az újszerű infrahang-mérések és a turbulencia közötti kapcsolatról is (Cuxart et al., 2016).



3. ábra. Örvénykovarianciás (Campbell CSAT3 – EC150) és gradiens mérések (balra), aspirált hőmérsékletmérők (Campbell 107 termisztorral) középen és a METEK-USA1 szónikus anemométer (jobbra).

2. A turbulens áramszámító programok összehasonlítása

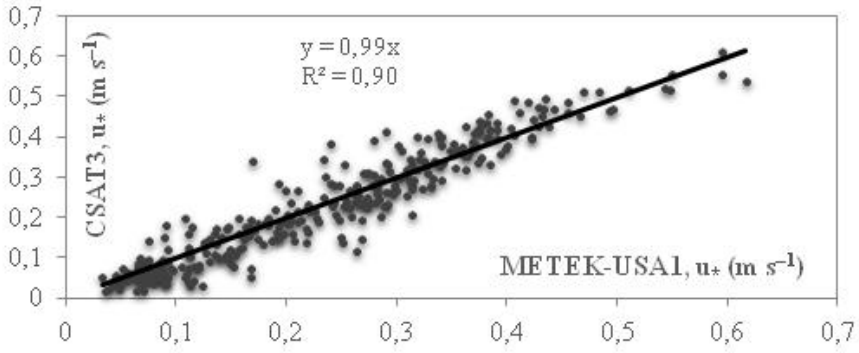
A 2015-ös nyári expedíció során két különböző örvénykovariancia szoftverrel

- *LI-COR™ EddyPro R 6.0*, röviden *EP6* (LI-COR, 2015) és
- *Turbulenz Knecht-3.11*, röviden *TK3* (Mauder és Foken, 2015)

dolgoztuk fel a *METEK USA-1* szónikus anemométer illetve a *Campbell CSAT3* szónikus anemométer és a *LI-COR EC150* CO_2/H_2O szenzor 10 Hz-es frekvenciával mért adatait. Elvégeztük az 1, 5 és 30 perces átlagolási idővel számított átlagok és turbulencia-karakterisztikák (kovarianciák, szórások, harmadik momentumok) összehasonlítását is (Salavec, 2016; Salavec et al., 2017).

A perces átlagok elemzésekor derült fény az adatgyűjtők órabeállítási problémájára. A mérési frekvenciák meghatározásában rejlő hibát a szélkomponensek keresztkorreláció-maximalizálásával számszerűsítettük. Fontos megállapítás, hogy az ilyen terepi méréseknél szükség van közös, hitelesített hardware-óra alkalmazására, és szünetmentes tápegységek használatára.

A két műszeregyüttes szinkronizált adatsorait – ahogy már említettük – két fluxusszámító programmal (EP6, TK3) dolgoztuk fel. Az így kiszámított 30 perces turbulens áramok (impulzus, szenzibilis és latens hő) már alkalmasak további kutatásokhoz. (*Latens hőáramot csak a CSAT3 – EC150 műszeregyüttessel mértünk*.) A vártnak megfelelően nem volt lényeges különbség a két szónikus anemométer adataiból számolt impulzusáramok (τ), illetve az ebből származtatott dinamikus sebesség (u_*) értékei között, a regressziós egyenes szorzója 0,99 (*4. ábra*).



4. ábra. A két szónikus anemométer adataiból számolt dinamikus sebesség (u_*) közötti kapcsolat a Bayreuthi Egyetemen fejlesztett Turbulenz Knecht-3.11 adatfeldolgozó programmal

Természetesen a szónikus anemométerek közül a CSAT3 (kiegészítve az EC150 gázanalizátorral, valamint referencia hő- és nyomásmérőkkel, *3. ábra* baloldal) a pontosabb, hiszen közvetlenül alkalmazhatjuk pl. a nedvesség-korrekciót a szenzibilis hőáram (H) számításában.

A CSAT3 – EC150 műszeregyüttes adataiból a szenzibilis és a latens hőáram együttes feldolgozására is mód nyílik. A magasabb szenzibilis és latens hőáramok (H + LE) a LI-COR™ EddyPro R 6.0 szoftver használatával adódtak. A napi energiamérleg lezárása a TK3 szoftver használatával volt pontosabb. A (H + LE) napi átlagai átlagosan 10 – 15 W m^{-2}-rel alatta maradtak az EP6 szoftverrel számoltnak. A következőkben ezeket az eredményeket részletezzük.

3. A felszíni energiamérleg komponensek meghatározása

Az adatfeldolgozás első lépéseként a METEK USA-1 szónikus anemométer 10 Hz frekvenciával mért adataiból (három szélkomponens és szónikus hőmérséklet) számítottuk ki a szenzibilis hőáram félórás értékeit mind a két módszerrel. (A két számítási módszer jó egyezést mutat, külön ábrát nem közlünk.) Megjegyezzük, hogy mindkét szoftver nehezen kezeli a lassú válaszidejű műszerek adatait, mint referencia-adatokat (pl. hőmérséklet, nedvesség).

A CSAT3 – EC150 mérőrendszer adataiból a szenzibilis hőáram mellett a latens hőáramot is meghatároztuk. A turbulens áramok minőségbiztosítását Foken és Wichura (1996), illetve Mauder és Foken (2015) munkája alapján végeztük. Az ott megadott minőségi kategóriákat használtuk. (A két szonikus anemométer adataiból számított fluxusok (impulzus, szenzibilis hő) összehasonlítását lásd Salavec (2016) munkájában.)

A turbulens áramok (H, LE) 1, 5 és 30 perces értékei már összevethetők a sugárzás-egyenleg (rövid + hosszú hullámú) és a talajba jutó hőáram perces értékeivel, valamint az azokból számolt 5 és 30 perces átlagokkal. A sugárzásegyenleget Campbell Q7-es műszerrel mértük. A gyári kalibrációs konstansok után alkalmaztuk a gépkönyvben közölt szél-korrekciót, majd a 2016-os OMSZ-ben végzett összehasonlító mérésekből kapott utókorrekciót is elvé-

geztük (további 1% körüli változás).

A talajba jutó hőáramot

- a 2, 5, 10 és 20 cm mélyen mért talajhőmérséklet (107-es Cammpbell termisztor),
- a 2, 5 és 15 cm mélyen mért talajnedvesség (TS616 Campbell talaj-refraktométer) és
- a 8 cm mélyen elhelyezett két önkalibráló talajhőáram-mérő (HukseFlux HFP01-L)

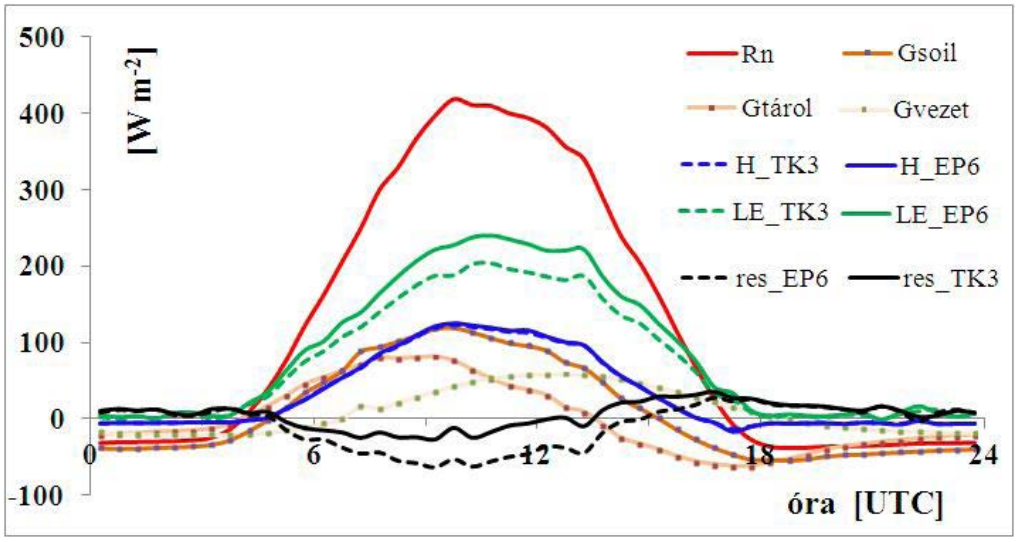
adatsorai alapján számítottuk ki. Az adatgyűjtő 5 s-os mintavételezési és 1 perces átlagolási idővel rögzítette az eredményeket. Elsőként a felső 8 cm-es talajréteg hőtárolását ($G_{tárol}$) határoztuk meg 30 perces időintervallumokra, a turbulens áramok átlagolási idejéhez igazodva. A talajhőmérséklet profilját harmadfokú, a talajnedvesség profilját másodfokú polinommal helyettesítettük. A talajhőmérséklet félórás változását az adott és az előző félóra utolsó 2 perces átlagértéke alapján, azok különbségeként számítottuk. Meghatároztuk az átlagos talajnedvesség profilt is trf%-ban. A száraz talaj sűrűségét 1,2 kg dm^{-3}-nek, fajhőjét 840 J kg^{-1} K^{-1}-nek, a víz fajhőjét pedig 4220 J kg^{-1} K^{-1}-nek vettük. Így például az 1 cm vastag száraz talajréteg tömege 12 kg, benne pedig 30trf% víztartalom esetén 3 kg víz van. Ezek alapján már számítható a felső 8 cm-es talajréteg hőtárolása. Ehhez adódnak a 8 cm mélyen elhelyezett két hőárammérő-lapka mérési adatai, a gyári kalibráció és/vagy a terepi automatikus kalibráció alapján számított mélyebb talajrétegek felé irányuló hőáram (G_{vezet}). (*A talajba jutó hőáram pozitív, ha a talaj mélyebb rétegei felé irányul.*) A vizsgálatok során a terepi kalibrációval számított átlagos (2 lapka alapján) hőárammal dolgoztunk. A terepi és a gyári kalibrációval számított adatok között a teljes mérési időszakban az átlagos eltérés mindössze 0,1, illetve 0,3 W m^{-2} volt.

Minden adott tehát a félórás energiamérleg meghatározásához. Nézzük az eredményeket!

4. A felszíni energiamérleg komponensek átlagos napi menete, a lezárási bizonytalanság

Az *5. ábra* az energiamérleg-komponensek átlagos napi menetét mutatja a 2015-ös PABLS mérési expedíció egészére (június 16. – szeptember 8.). A CSAT3 – EC150 mérőrendszer adatait elemezzük. A minőségbiztosítási eljárás (Foken és Wichura, 1996; Mauder és Foken, 2015) során az esetek ~6%-át vetettük el (Salavec et al., 2017).

A kétféle adatfeldolgozó programmal számított átlagos szenzibilis hőáramok jó egyezést mutatnak (32,6 W m^{-2}, TK3 szoftverrel, 32,8 W m^{-2} az EP6 szoftverrel), míg a nagyobb latens hőáramokat az EP6 programmal kaptuk. Itt jelentős az eltérés. Az *LE* értékek rendre: 73,1 W m^{-2} (TK3) és 87,1 W m^{-2} (EP6). Természetesen – a napi menetből következően is – nagyok a szórások. A TK3 szoftverrel számított szórás a szenzibilis és latens hőáramokra rendre 26,4 W m^{-2} és 38,8 W m^{-2}, míg az EP6 szoftver esetén 26,8 W m^{-2} és 45,8 W m^{-2}. Az eltérés oka az alkalmazott korrekciókban keresendő (pl. más-más állandókat használnak, de van választási lehetőség a trendszűrésben, és a koordináta-rendszer forgatás módszertanában is).



5. ábra. Az energiamérleg-komponensek átlagos napi menete (2015. június 16. – szeptember 8.).
R_n – sugárzásegyenleg, H – szenzibilis hőáram, LE – latens hőáram, G_{soil} – a talajba jutó hőáram, $G_{tárol}$ – a felső 8 cm-es talajréteg hőtárolása, G_{vezet} – a mélyebb talajrétegekbe történő hővezetés, res – az energiamérleg maradéktagja. A turbulens áramokat (H, LE) a CSAT3 – EC150 mérőrendszer nagyfrekvenciás adataiból számoltuk. Az alkalmazott szoftverek: TK3 (TurbulenzKnecht-3.11) és EP6 (LI-COR™ EddyPro ® 6.0).

A két szoftverrel (TK3, EP6) számított szenzibilis hőáramok átlagos napi menetében nem látunk lényegi különbséget (a maximum 123 W m^{-2}, illetve 124 W m^{-2}). A latens hőáramokban már nagyobbak az eltérések. A maximális értékek, hasonlóan a szenzibilis hőáramhoz, a déli órákban,) a 10:30 – 11:00 UTC közötti félórában vannak. A TK3 szoftverrel számított átlagérték 204,3 W m^{-2} (σ = 78,5 W m^{-2}), míg a EP6 szoftverrel számított érték 240,5 W m^{-2} (σ = 94,7 W m^{-2}). Mindehhez jelentős, a déli órákban 400 W m^{-2}-t meghaladó sugárzásegyenleg tartozik. *Rn* maximuma a 9:30 – 10:00 UTC közötti félórára esik, értéke 418,6 W m^{-2} (σ = 125,0 W m^{-2}).

A talajba jutó hőáram két összetevője a felső 8 cm-es talajréteg hőtárolása ($G_{tárol}$) és a mélyebb rétegekbe jutó hőáram (G_{vezet}) fáziseltolódást mutat. A tárolási tag ($G_{tárol}$) a délelőtti, a vezetési tag (G_{vezet}) a délutáni órákban éri el maximumát. E két tag összege (G_{soil}) már a besugárzással vezérelt – a szenzibilis hőáram futásával megegyező – napi menetet mutat. A vártnál nagyobbak a talajba jutó hőáram értékei. A délelőtti és a kora délutáni órákban alig különböznek, de kisebbek a szenzibilis hőáramnál (*H*). G_{soil} maximális félórás átlaga meghaladja a 80 W m^{-2}-t.

Nézzük a lezárási hibát (*res*)! A nappali órákban a TK3 szoftver esetén, 10 UTC körül ez mindössze 25 W m^{-2} körüli, az EP6 esetén 50 – 60 W m^{-2} (a nagyobb számított latens hőáram miatt). Az esti és éjszakai órákban negatív értékeket látunk (pl. 18–19 UTC körül –30 W m^{-2} körüli mindkét szoftverrel). Az összegzett lezárási hiba az EP6 esetében negatív, 9,5 W m^{-2}. Ez már „*túl jó eredmény*", hiszen a rendelkezésre álló energia ($Rn - G_{soil}$) – igaz csak néhány százalékkal (pontosabban 8,6%-kal), de meghaladja a latens és a szenzibilis hőáram összegét. A TK3 szoftver esetén a maradéktag (a lezárási hiba még éppen pozitív *res* = 4,8 W m^{-2}. Megjegyezzük, hogy e rendkívül jónak mondható értékek kis mértékben még változhatnak ha a hiányzó félórákat nem hagyjuk ki, hanem interpoláljuk. További bizonytalanság van a turbulens áramok számításánál alkalmazott korrekciók miatt is. Szintén érdekes lenne egy-egy időszak külön-külön vizsgálata.

5. Összefoglalás

A szegedi repülőtéren végzett mikrometeorológiai mérések (2013, 2015) során keletkezett mérési adatok felhasználási lehetőségei széleskörűek. A nagyfrekvenciás adatokból származtatott turbulens áramok (impulzus, szenzibilis és latens hő), valamint a sugárzási és a talajadatok felhasználásával meghatároztuk a talaj és a felszín energiaháztartását.

Elvégeztük a különböző szónikus anemométerekből (METEK-USA1, CSAT3) számított impulzus és szenzibilis hőáram adatok összehasonlító vizsgálatát két adatfeldolgozó szoftver (TK3 és EP6) segítségével. Az eredmények jó egyezést mutattak 0,9 feletti R^2 értékekkel.

Vizsgáltuk az energiamérleg lezárását is. A teljes adatbázis feldolgozásával néhány százalékos integrált lezárási hibát kaptunk, sőt az EP6 programmal számított – a TK3 szoftverrel kapotthoz képest magasabb latens hőáramok miatt – összegzett latens és a szenzibilis hőáram ($H + LE$ = 120 W m^{-2}) – nagyobb lett, mint a rendelkezésre álló energia ($Rn - G_{soil}$ = 120,7 – 10,2 = 110,5 W m^{-2}). A bemutatott eredmények lehetővé teszik az adatbázis alkalmazását numerikus modellek tesztelésében illetve régió-specifikus parametrizációs eljárások fejlesztésében.

Köszönetnyilvánítás

A mikrometeorológiai mérőrendszer fejlesztéséhez támogatást nyújtott az OTKA K116788 és NN109679, valamint a GINOP-2.3.2-15-2016-00007 azonosító számú program.

Irodalom

- Bottyán, Z., Gyöngyösi, A.Z., Wantuch, F., Tuba, Z., Kurunczi, R., Kardos, P., Istenes, Z., Weidinger, T., Hadobács, K., Szabó, Z., Balczó, M. 2015: Measuring and modeling of hazardous weather phenomena to aviation using the Hungarian Unmanned Meteorological Aircraft System (HUMAS). Időjárás *119*(3), pp. 307–335.
- Cuxart, J., Tátrai, D., Weidinger, T., Kircsi, A., Józsa, J., Kiss, M. 2016: Infrasound as a Detector of Local and Remote Turbulence. Boundary-Layer Meteorology 159(2), pp. 185–192.
- Foken, T., Wichura, B. 1996: Tools for quality assessment of surface-based flux mea-surements, Agric. Forest Meteorol., 78(1), pp. 83–105.
- LI-COR, Inc.(2015), EddyProR 6 Help and User's Guide, LI-COR, Inc., Lincoln, NE.
- Mauder, M., Foken, T. 2015: Documentation and Instruction Manual of the Eddy-Covariance Software Package TK3, Univ. Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie.
- Salavec P. 2016: Örvény-kovariancia számítási módszerek összehasonlító vizsgálata a PABLS-2015 Szegedi Határréteg Mérési Program során. MSc Diplomamunka (Témavezető: Weidinger T.), ELTE Meteorológiai Tanszék, 85 o.

- Salavec P., Bordás Á., Bozóki Z., J. Cuxart R., Istenes Z., Horváth Gy., G. Simó, Nagy Z., Tordai Á. V., Torma P., Weidinger T., B. Wrenger 2017: Repülést veszélyeztető mikroskálájú légköri jelenségek a 2015-ös szegedi planetáris határréteg-mérési adatsorban. Repüléstudományi Közlemények (megjelenés alatt).
- Weidinger, T., Cuxart, J., Gyöngyösi, A.Z., Horváth, Gy., Istenes, Z., Nagy, Z., Salavecz, P., Simó, G., Tátrai, D., Tordai, Á., Torma, P., Wrenger, B. 2016: PABLS'15 Boundary Layer Measurement Campaign, Szeged. 2nd Pannex Workshop Budapest. Book of abstract. https://sites.google.com/site/projectpannex/workshops

CSAPADÉKSZIMULÁCIÓ MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA HIDROLÓGIAI MODELL FELHASZNÁLÁSÁVAL

The analysis of the reliability of precipitation simulations using a hydrological model

Kis Anna [1], Pongrácz Rita [1,2], Szabó János Adolf [3], Bartholy Judit [1,2]

[1] ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

[2]ELTE TTK Kiválósági Tudásközpont

[3]HYDROInfrom Kft.

kisanna@nimbus.elte.hu

Abstract

Besides climate change analyses, impact studies are also highly needed in order to assist decision makers. Hydrology is certainly among their key topics since it plays an important role e.g. in agriculture, public water demand, transportation, energy supply and tourism. The aim of our study is to simulate future runoff values taking into account the projected climate change. For this purpose, we completed simulations using the so-called DIWA hydrology model driven by the RegCM4 regional climate model. Hydrology is especially sensitive to precipitation – therefore runoff simulations can be considered appropriate tools to analyse the reliability of precipitation simulations. First, the accuracy of the simulation is evaluated for the 1971–2000 time period. In order to eliminate its systematic errors, we bias-corrected the raw outputs of the RegCM4 simulation, and used these time series as input parameters for DIWA. We also completed simulations for the 21st century that projected a summer decrease and winter increase of runoff values.

1. Bevezetés

Napjainkban a klímaváltozás elemzése kapcsán egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a különböző hatásvizsgálatok is. A döntéshozók számára ugyanis lényeges, hogy ne csupán az éghajlat várható alakulását, hanem a becsült változások egy-egy meghatározó szektorra gyakorolt hatását is értékeljük. A globális felmelegedés a magasabb hőmérsékleti értékek (IPCC, 2013) mellett a jövőben – többek között – a hidrológiai egyenleg egyik alapvető elemének, a csapadéknak a megváltozása is valószínűsíthető térben és időben egyaránt. A becsült változások éves átlagot tekintve nem feltétlenül jelentősek, azonban az egyes évszakokban lényeges módosulások fordulhatnak elő (Bartholy et al., 2008); és mint tudjuk, akár a víz jelentősebb hiánya (aszály, folyók időszakossá válása), akár többlete (árvíz, belvíz, villám-árvíz) problémákat okozhat. Mivel társadalmi-gazdasági rendszerünk számos tényezőjét (pl. a mezőgazdaságot, ivóvíz-bázist, közlekedést, energiaellátást, turizmust, stb.) érintik valamilyen formában a hidrometeorológiai folyamatok megváltozása miatt fellépő hatások, ezért kiemelten fontos ezekkel szisztematikusan foglalkozni. A hatékony felkészülés érdekében e hatások várható alakulásának megbízható becslése nélkülözhetetlen, így munkánk során célul tűztük ki a hidrológiai folyamatok adekvát szimulálását regionális klímamodell (RCM) felhasználásával.

2. Módszertan

Tanulmányunkban egy hidrológiai modell szimulációjának felhasználásával a vízhozamok alakulását elemezzük egy múltbeli (1971–2000) és két jövőbeli (2021–2050, 2069–2098) 30 éves normálidőszakra vonatkozóan, a Felső-Tisza vízgyűjtőjén (47–49°É; 22,5–25,5°K). A vizsgálat során használt DIWA (DIstributed WAtershed) egy fizikai alapú, osztott hidrológiai modell (Szabó, 2007), amely a víz körforgásának minden lényeges részfolyamatát (pl. a hóolvadást és -felhalmozódást, az intercepciót, az evaporációt, a transpirációt, a beszivárgást, a felszíni és mederbeli lefolyást) figyelembe veszi. A hidrológiai modell futtatásához természetesen meteorológiai adatok is szükségesek: a múltra vonatkozóan referencia adatbázisok állnak rendelkezésre, a jövőre vonatkozó becsléseket pedig klímamo-

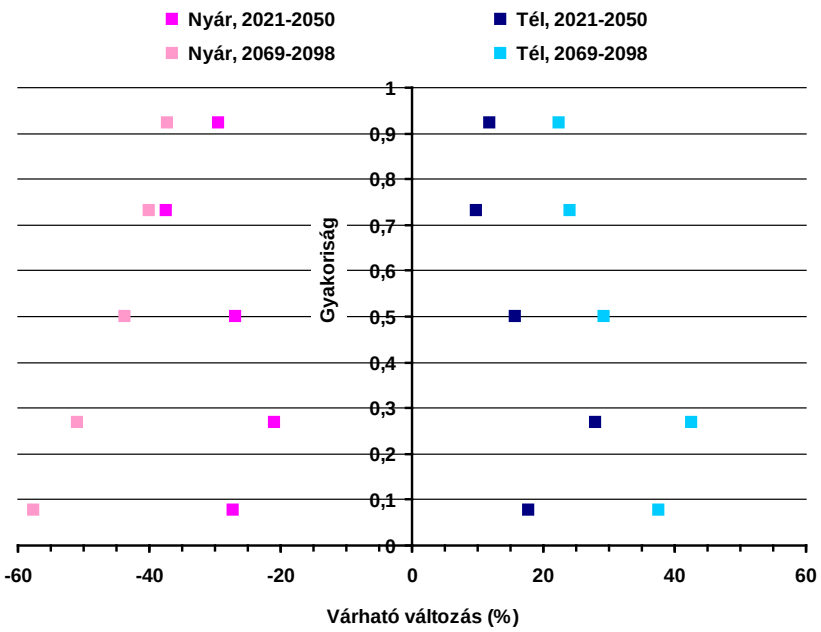
dellek szolgáltatják. Jelen vizsgálatban a méréseken alapuló, homogenizált és szabályos 0,1°-os horizontális rácsra interpolált (Bihari és Szentimrey, 2013) CARPATCLIM adatbázist (1961–2010; Spinoni et al., 2015), illetve a RegCM4 regionális klímamodell szimulációit (1970–2099; Elguindi et al., 2011) használtuk fel. A Kárpát-medence térségére vonatkozó validációs vizsgálatok során már bebizonyosodott, hogy a RegCM4 nem képes tökéletesen reprodukálni a valós éghajlatot (Pieczka et al., 2016), ezért a szisztematikus eltérések kiküszöbölésének érdekében percentilis-alapú korrekciót (Wang et al., 2016) hajtottunk végre az RCM-outputokon. Korábbi elemzéseink szerint ez az eljárás sikeresen minimalizálja a hibákat 30 éves éghajlati átlagokat tekintve (Kis et al., 2017), azonban hatásvizsgálatokhoz ez nem feltétlenül megfelelő módszer. Ezért egy módosított megközelítéssel próbáltuk javítani a vizsgálat pontosságát: időjárás generátor felhasználásával előállítottuk a CARPATCLIM és a nyers RegCM4 szimulációk különböző statisztikai jellemzőit heti bontásban (külön kezelve a száraz és nedves napokat) a hőmérsékletre, a száraz és nedves időszakokra, illetve a nedves időszakok alatt kihullott csapadékmennyiségre vonatkozóan. A szimulált és referencia adatbázis közötti múltra vonatkozó különbségek alapján meghatározott ún. korrekciós faktorok segítségével a klímamodell szimulációit a valós éghajlati viszonyokhoz igazítottuk. Fontos megjegyezni, hogy az alkalmazott hibakorrekciós módszerek feltételezik, hogy a hiba jellege a jövőben is hasonló lesz, mint a múltban volt – pedig ez természetesen nem szükségszerű. A különböző hatásvizsgálatok során azonban fontos, hogy a lehető legpontosabb értékekkel dolgozhassunk, ezért a nyers szimulációk mellett a hibakorrigáltakat is felhasználjuk elemzéseink során.

3. Eredmények

Mivel a hidrológiai modell szimulációja rendkívül érzékeny a bemenő meteorológiai adatokra, ezért alkalmas eszköznek véljük az éghajlati szimulációk értékelésére. Elsőként az 1971–2000 időszakra végeztünk szimulációkat a CARPATCLIM referencia adatbázis, valamint a RegCM4 szimuláció nyers outputjaival és hibakorrigált idősoraival. Majd két jövőbeli időszakra futtattuk a hidrológiai modellt, amelyhez a RegCM4 szimuláció nyers adatsorai szolgáltatták a bemenő meteorológiai változókat.

Az eredményül kapott lefolyásgörbéket tekintve jelentős eltéréseket tapasztaltunk a referencia adatbázis és a nyers RegCM4 között: éves átlagban és télen felülbecslés, míg nyáron alulbecslés volt jellemző. Megállapíthatjuk, hogy az RegCM4 szimulációja nem képes megbízhatóan reprodukálni a csapadék éves menetét térségünkben. A percentilis-alapú hibakorrekció hatására ezek a nagymértékű különbségek jelentősen csökkentek, azonban az eloszlásfüggvények alakja némileg megváltozott (Kis et al., 2016) – tehát a hidrológiai modell alkalmazása során kiderült, hogy az ily módon korrigált RCM-szimulációkat sem tekinthetjük teljes mértékben megbízhatónak. Így arra a következtetésre jutottunk, hogy a nyers idősorok használata mellett az RCM szimulációk korrekciója mindenképpen szükséges, azonban a korrekciós módszer megválasztása nagy körültekintést igényel.

Jelen összefoglaló tanulmányban terjedelmi okok miatt csak a lefolyás jövőben várható relatív változását mutatjuk be (1. ábra) a RegCM4 futtatás nyers idősorai alapján. Szembetűnő, hogy a két kiválasztott évszakban éppen ellentétes irányú a becsült változás: nyáron csökkenés, télen növekedés valószínűsíthető. Ez egyértelműen összhangban áll a korábbi, csapadékváltozásra vonatkozó becsléseinkkel, miszerint a csapadék átlagos mennyisége növekedni, a száraz időszakok hossza pedig csökkenni fog a jövőben, kivéve nyáron (Kis et al., 2017). A közelebbi jövőben kisebbek a becsült változások, ám a XXI. század végére jelentősebb módosulások valószínűsíthetők. A legnagyobb relatív változás az alsó kvartilis értékeiben (különösen nyáron, a távolabbi jövőben), a legkisebb pedig az extrémumok (azaz a 90. percentilis feletti értékek) esetén jelentkezik. Összességében tehát a lefolyásgörbék megváltozása várható a jövőben; elsősorban a kisebb értékek eltolódása lesz jelentős, míg a maximumok esetén kevésbé markáns a becsült változás.



1. ábra. A lefolyásgörbék XXI. század során várható relatív változása nyáron és télen (referencia időszak: 1971–2000).

4. Összefoglalás

Tanulmányunkban a RegCM4 regionális klímamodell csapadékszimulációjának megbízhatóságát értékeltük a DIWA hidrológiai modell felhasználásával. Elsőként a múltra végeztünk modellfuttatásokat, amely során a DIWA-nak szükséges bemeneti meteorológiai változókat a CARPATCLIM referencia adatbázis, valamint a RegCM4 klímamodell-szimuláció nyers és hibakorrigált idősorai szolgáltatták. Eredményeink azt mutatták, hogy a nyers szimulációs outputok jelentősen eltérnek a referenciától – s ezt a különbséget a percentilis-alapú korrekcióval csökkenteni tudtuk, de még így sem kaptunk a valósággal teljes mértékben egyező eloszlásgörbéket. Következő lépésként a XXI. századra vonatkozóan is készítettünk hidrológiai szimulációkat, amelyek közül a RegCM4 nyers szimulációs idősoraival meghajtott DIWA futást mutattuk be. Eredményeink alapján nyáron a lefolyás csökkenése, télen pedig a növekedése valószínűsíthető – a legnagyobb várható változásokat az alsó kvartilis értékeire kaptuk. Terveink között szerepel, hogy időjárás-generátor felhasználásával korrigált RegCM4 idősorokkal is végezzünk hidrológiai szimulációkat, melyeket összehasonlítunk a korábbi eredményeinkkel. Célunk, hogy megtaláljuk a lehető legmegbízhatóbb korrekciós módszert, és ezáltal pontosíthassuk a jövőre vonatkozó becsléseinket, elősegítve így a megfelelő adaptációs stratégiák kidolgozását.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat támogatta az AGRÁRKLIMA2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0034), az OTKA K-120605 számú projektje, valamint a Széchenyi 2020 program az AgroMo kutatási projekt (GINOP-2.3.2-15-2016-00028) keretében. Továbbá köszönet az adatokért: CARPATCLIM Database © European Commission – JRC, 2013.

Irodalom

- Bartholy J., Pongrácz R., Gelybó Gy., Szabó P. 2008: Analysis of expected climate change in the Carpathian basin using the PRUDENCE results. Időjárás, 112, 249–264.
- Bihari Z., Szentimrey T. 2013: CARPATCLIM Deliverable D2.10. Annex 3 – Description of MASH and MISH algorithms, 1–100.
- Elguindi N., Bi X., Giorgi F., Nagarajan B., Pal J., Solmon F., Rauscher S., Zakey A., Giuliani G. 2011: Regional climatic model RegCM – User manual. Version 4.3. ICTP, Italy, 1–32.
- IPCC. 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535p.
- Kis A., Bartholy J., Pongrácz R., Szabó J.A. 2016: A lefolyás extrém jellemzőinek vizsgálata hidrológiai és klimatológiai modellek összekapcsolásával. In: Magyar Hidrológiai Társaság – XXXIV. Országos Vándorgyűlés. Debrecen, 2016. július 6–8. 8p.

- Kis A., Pongrácz R., Bartholy J. 2017: Multi-model analysis of regional dry and wet conditions for the Carpathian Region. International Journal of Climatology, in press. doi: 10.1002/joc.5104
- Pieczka I., Pongrácz R., André K.S., Kelemen F.D., Bartholy J. 2016. Sensitivity analysis of different parameterization schemes using RegCM4.3 for the Carpathian region. Theoretical and Applied Climatology, in press. doi: 10.1007/s00704-016-1941-4.
- Spinoni J. and the CARPATCLIM project team (39 authors). 2015: Climate of the Carpathian Region in 1961–2010: Climatologies and Trends of Ten Variables. International Journal of Climatology, 35, 1322–1341.
- Szabó J.A. 2007: Decision Supporting Hydrological Model for River Basin Flood Control. In: Digital Terrain Modelling: Development and Applications in a Policy Support Environment, szerk: Peckham, R.J. and Jordan, Gy., Springer-Verlag, Germany, 145–182.
- Wang L., Ranasinghe R., Maskey S., van Gelder P.H.A.J.M., Vrijling K. 2016: Comparison of empirical statistical methods for downscaling daily climate projections from CMIP5 GCMs: a case study of the Huai River Basin, China. International Journal of Climatology, 36, 145–164.

A REGCM4.5 REGIONÁLIS KLÍMAMODELL TESZTELÉSE

Test simulations of the RegCM4.5 regional climate model

Kalmár Tímea [1], Pieczka Ildikó [1], Pongrácz Rita [1,2]

[1]Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Meteorológiai Tanszék

[2]Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Kiválósági Tudásközpont

kalmar.d.timea@gmail.com

Abstract

In order to quantify the impact of the use of different dynamical cores and parameterization schemes on regional climate model outputs, hindcast experiments have been completed using RegCM4.5 for a 10-year-long period (1981–1990) for the Carpathian region and its surroundings at 10 km horizontal resolution. Our simulation matrix consists of hydrostatic and non-hydrostatic runs together with the different treatments of moisture, namely, (i) Subgrid Explicit Moisture Scheme (SUBEX) and (ii) the new microphysics scheme. For validation purpose, RegCM simulation outputs are compared to the homogenized, gridded CarpatClim data.

Key words: Carpathian region, sensitivity analysis, precipitation, convection

Kulcsszavak: Kárpát-medence, érzékenységvizsgálat, csapadék, konvekció

1. Bevezetés

Ahhoz, hogy minél pontosabban megértsük az éghajlati rendszer működését, elengedhetetlen a fizikai törvényeken alapuló klímamodellek alkalmazása és folyamatos fejlesztése. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékén 2002 óta folynak regionális klímamodellek adaptálásával, futtatásával kapcsolatos vizsgálatok (pl.: *Pieczka et al.*, 2014). Ebben a tanulmányban a vizsgálataink során felhasznált RegCM4.5 regionális klímamodellt mutatjuk be, majd az elvégzett modellfuttatási kísérleteket és a kapott eredményeket foglaljuk össze.

2. RegCM regionális klímamodell

A RegCM regionális klímamodellt a trieszti központú ICTP (International Centre for Theoretical Physics) fejleszti. A RegCM4.5 verzió már nem-hidrosztatikus dinamikával is rendelkezik (*Elguindi et al.*, 2014), amelynek alapja az MM5 mezoskálájú modell nem-hidrosztatikus verziója. A megelőző verziókhoz képest a másik lényeges fejlesztés, hogy egy új parametrizációs sémát építettek a modellbe, ami a réteges felhőzet mikrofizikájának és a csapadékképződésnek a részletesebb leírására szolgál (*Nogherotto et al.*, 2016).

A modell által használt korábbi séma, az ún. SUBEX (*Pal et al.*, 2000) a nem-konvektív eredetű felhőzet és csapadék kezelésére szolgál. A séma *Sundqvist et al.* (1989) munkája alapján figyelembe veszi a felhőzet rácscellákon belüli változását úgy, hogy kapcsolatot teremt a rácscella átlagos relatív nedvességtartalma, a felhővel való borítottság, valamint a felhővíz között.

Az új felhő-mikrofizikai sémát az ECMWF IFS alapján dolgozták ki (*Tiedtke*, 1993; *Tompkins*, 2007, *Nogherotto et al.*, 2016). Az új séma öt prognosztikai egyenletet old meg: a vízgőz, a felhővíz, az eső, a jég és a hó keverési arányára (*Elguindi et al.*, 2014). Összehasonlítva a korábbi sémával, ez az újítás a vegyes halmazállapotú felhőzet, a felhő mikrofizikájának és a csapadéknak fizikailag reálisabb reprezentációját teszi lehetővé.

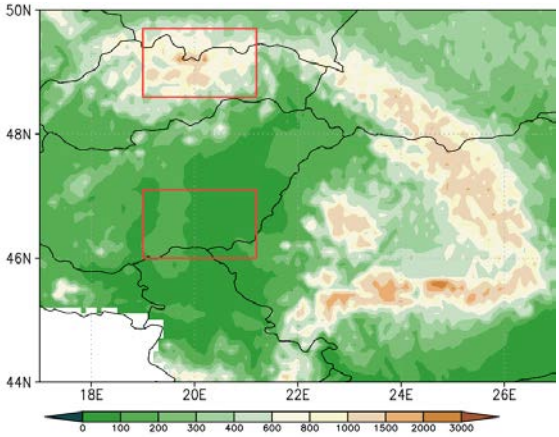
3. Az elvégzett szimulációk és validáció

E tanulmányban bemutatandó vizsgálataink során a RegCM4.5 regionális klímamodellel végeztünk modellfuttatásokat 10 km-es horizontális felbontás mellett a Kárpát-medencére az 1981–1990 időszakra. A kezdeti- és peremfeltételeket az ERA-Interim reanalízis adatbázis (0,75°-os horizontális felbontás mellett) szolgáltatta. A szimulációk főbb beállításai az *1. táblázatban* láthatók. A validációhoz a rácsponti adatokat tartalmazó CarpatClim adatbázist (*Szalai et al.*, 2013) választottuk, mivel Magyarország területére jelenleg ez a publikusan elérhető legrészletesebb, legfinomabb horizontális felbontású adatbázis.

1. táblázat: Az elvégzett szimulációk közötti legfontosabb különbségek

Futtatás jelölése	Dinamika	Mikrofizikai séma
H_SUBEX	hidrosztatikus	SUBEX
H_NMIC	hidrosztatikus	új mikrofizika
NH_SUBEX	nem-hidrosztatikus	SUBEX
NH_NMIC	nem-hidrosztatikus	új mikrofizika

A meteorológiai változók orográfiától való jelentős függése miatt az egész területre vonatkozó átlagértékek mellett két kisebb – domborzatát tekintve jelentősen eltérő – régiót (*1. ábra)* választottunk ki, melyekre az egyes vizsgálatok során területi átlagokat számoltunk.



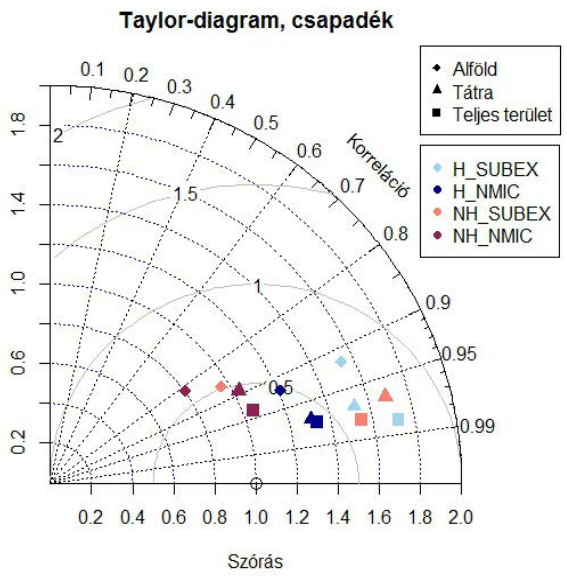
1. ábra: A CarpatClim adatbázis által lefedett területen belül a vizsgálat során kijelölt Tátra térsége (északabbra található piros téglalap) és az Alföld azonos területű, kisebb része (délebbre található piros téglalap).

4. Eredmények

A modellfuttatások outputjai közül MSc diplomamunka (*Kalmár*, 2017) keretében részletesen vizsgáltuk a hőmérsékletet, a csapadékot, a konvektív csapadékot, a talajnedvesség-tartalmat és a napfénytartamot. A következőkben a teljes csapadékra és a konvektív csapadékra kapott eredményekre fókuszálunk.

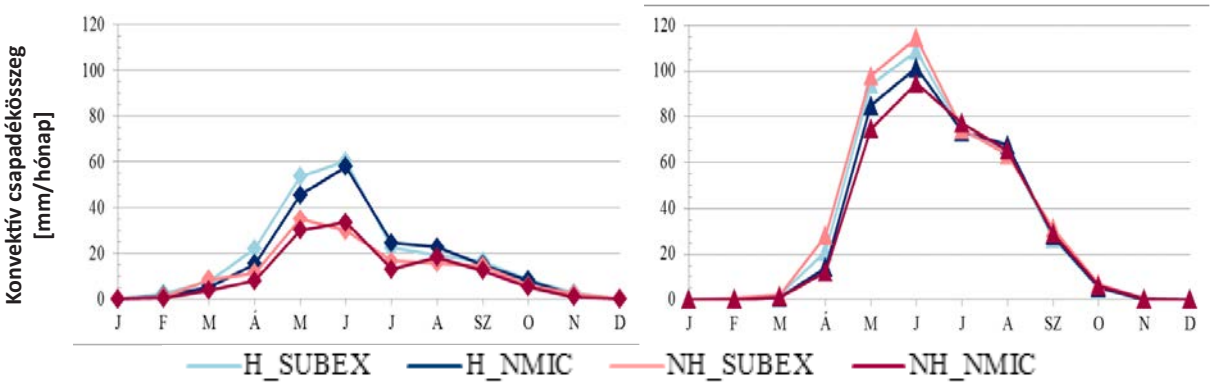
A csapadék és annak hibái köztudottan nagymértékben függ a domborzattól. A hegységekben a nem-hidrosztatikus közelítéssel készített szimulációk nagyobb mértékben becsülték felül a csapadékot, mint a hidrosztatikus közelítést alkalmazó modellfuttatások. Az Alföldre az évszakos átlagokat tekintve elmondható, hogy a legtöbb szimuláció alulbecsülte a csapadékot, legnagyobb mértékben a nem-hidrosztatikus futás az új mikrofizikai sémával.

A Taylor-diagramról leolvasható (2. ábra), hogy a H_SUBEX és az NH_SUBEX beállítás mellett a legkevésbé pontos a csapadékbecslés, ugyanis ezen modellfuttatások esetén a legnagyobbak a kapott hibák és szórások. A megfigyelésekhez az új mikrofizika alkalmazásával végzett szimulációk (H_NMIC, HN_NMIC) vannak a legközelebb, ezeknek a referencia adatokhoz közelebbi a szórása is. A teljes kivágatra átlagolt SUBEX-szel készült szimulációk korrelációja a mérésekkel erősebb, mint az új mikrofizikával készülteké, de ez adódhat a térségen belüli hibák egymást kompenzáló eredőjéből is. A korrelációs együttható mindegyik szimulációval és mindegyik térségre vonatkozólag meghaladta a 0,8 értéket.



2. ábra: Az átlagos havi csapadékösszeg időbeli menetének Taylor-diagramja (1981–1990)

Az Alföldre és a Tátra térségére átlagolt átlagos havi konvektív csapadékösszegek láthatók a *3. ábrán*. Az Alföldre vonatkozóan a két nem-hidrosztatikus közelítéssel készült futás (NH_SUBEX, NH_NMIC) között a csapadékeloszlás időbeli menetében kisebb éven belüli különbségek jelentkeznek, mint a két hidrosztatikus futás esetén. A téli félév hónapjaiban 20 mm alatti értékek fordultak elő mind a négy szimuláció esetében, télen pedig várakozásainknak megfelelően minimális – 0 mm körüli – konvektív csapadékösszegeket kaptunk. Fontos megjegyezni, hogy a késő tavaszi, kora nyári időszakban a hidrosztatikus közelítéssel készített szimulációk akár 30 mm-rel is meghaladták nem-hidrosztatikus közelítést alkalmazó szimulációk havi átlagos konvektív csapadékösszegét. Ez az eredmény összhangban van a teljes csapadékösszegekre kapott eredményeinkkel, továbbá a talajnedvesség-tartalom vizsgálatakor (Kalmár, 2017) is ezzel a hidrosztatikus dinamika alkalmazásával adódtak a magasabb értékek. Az összes modellszimuláció esetén a legmagasabb átlagos konvektív csapadékösszeget – a teljes csapadékösszeghez hasonlóan – májusra vagy júniusra kaptunk.



3. ábra: Az átlagos havi konvektív csapadékösszeg éven belüli eloszlása az alföldi területre (balra) és a Tátra környéki területre (jobbra) (1981–1990)

A Tátrára vonatkozó konvektív csapadékösszegek menete hasonló a különböző beállítások mellett. A hegyvidéki területnél a legnagyobb értékek a H_SUBEX futtatásnál fordultak elő, míg a második legnagyobb értéket az NH_SUBEX eredményezte a nyári félévben (júliusban a H_SUBEX-szel 108 mm/hónap, míg az NH_SUBEX-szel 114 mm/hónap adódott). Ezek alapján elmondható, hogy a korábbi SUBEX séma a hegyvidéki területeken jobban felülbecsli a csapadékot, mint az új mikrofizikai séma. Érdekes, hogy ebben a régióban a konvektív csapadék mennyisége a nagytérségű csapadéksémától jobban függ, mint attól, hogy hidrosztatikus dinamikát használunk-e vagy sem.

5. Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a korábbi (RegCM3.1 és RegCM4.3 futtatásokkal kapott) eredményekhez képest (*Torma et al.,* 2011; *Pieczka et al.,* 2016) a csapadék esetén javulás tapasztalható az új modellverzióval készített szimulációkban. Megállapítható, hogy a hidrosztatikus közelítéssel készített szimulációk az új mikrofizikával pontosabb becsléseket eredményeztek. A nem-hidrosztatikus közelítés viszont nem okozott jelentős javulást, ami vélhetően összefügg a választott felbontással, és azzal, hogy az eddig elvégzett futtatásainkban a konvektív parametrizáció még nem került kikapcsolásra. A konvektív csapadék esetén is hasonló eredményeket kaptunk, mint a teljes csapadékösszeg vizsgálatakor: nyáron a hegységekben (Alpok, Kárpátok) jelentkeztek a nagyobb értékek.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat támogatta az Agrárklíma2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0034), az OTKA K-120605 számú projektje, valamint a Széchenyi 2020 program az AgroMo kutatási projekt (GINOP-2.3.2-15-2016-00028) keretében.

Irodalom

- Elguindi N., Bi X., Giorgi F., Nagarajan B., Pal J., Solmon F., Rauscher S., Zakey A., O'Brien T., Nogherotto R., Giuliani G., 2014: Regional climatic model RegCM Reference Manual version 4.5. ITCP, Trieste, Italy. 37p.
- Kalmár T., 2017: Finomskálájú regionális klímamodellezés klímamodellezés – a RegCM4.5 regionális klímamodell alkalmazása. MSc diplomamunka (témavezető: Pieczka I., konzulens: Pongrácz R.) 73p. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
- Nogherotto R., Tompkins A.M., Giuliani G., Coppola E., Giorgi F., 2016: Numerical framework and performance of the new multiple-phase cloud microphysics scheme in RegCM4.5: precipitation, cloud microphysics, and cloud radiative effects. Geosci. Model Dev., 9, 2533–2547
- Pal J.S., Small E., Eltahir E., 2000: Simulation of regionalscale water and energy budgets: representation of subgrid cloud and precipitation processes within RegCM. J. Geophys. Res., 105, 567–594.
- Pieczka I., Bartholy J., Pongrácz R., Kelemen F.D., Kis A., André K., 2014: Regionális klímamodell-becslések a Kárpát-medencére. In: Pongrácz R., Mészáros R., Kis A., Leelőssy Á., Sábitz J. (szerk.): Légköri folyamatok előrejelzésének módszerei és alkalmazásai. A Meteorológiai TDK 2014. évi nyári iskola előadásainak összefoglalói. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, 96-101.
- Pieczka I., Pongrácz R., Szabóné André K., Kelemen F.D., Bartholy J., 2016: Sensitivity analysis of different parameterization schemes using RegCM4. 3 for the Carpathian region. Theoretical and Applied Climatology, 1-14. DOI 10.1007/s00704-016-1941-4
- Szalai S., Auer I., Hiebl J., Milkovich J., Radim T., Stepanek P., Zahradnicek P., Bihari Z., Lakatos M., Szentimrey T., Limanowka D., Kilar P., Cheval S., Deak Gy., Mihic D., Antolovic I., Mihajlovic V., Nejedlik P., Stastny P., Mikulova K., Nabyvanets I., Skyryk O., Krakovskaya S., Vogt J., Antofie T., Spinoni J., 2013: Climate of the Greater Carpathian Region. Final Technical Report. www.carpatclim-eu.org
- Sundqvist H., Berge E., Kristjansson J. E., 1989: The effects of domain choice on summer precipitation simulation and sensitivity in a regional climate model. J. Climate, 11, 2698-2712.
- Tiedtke M., 1993: Representation of clouds in large-scale models, Mon. Wea. Rev., 121, 3040–3061.
- Tompkins A.M., 2007: Ice supersaturation in the ECMWF integrated forecast system. Q. J. R. Meteorol. Soc., 133, 53–63.
- Torma Cs., Coppola E., Giorgi F., Bartholy J., Pongrácz R., 2011: Validation of a high-resolution version of the regional climate model RegCM3 over the Carpathian basin. Journal of Hydrometeorology, 12/1, 84-100.

TÁVKAPCSOLATI RENDSZEREK HATÁSA A KÁRPÁT-MEDENCE TÉRSÉGÉRE

The effects of teleconnection patterns on the Carpathian Basin

Kristóf Erzsébet [1], Bartholy Judit [1,2], Pongrácz Rita [1,2]

[1] Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Meteorológiai Tanszék

[2] Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Kiválósági Tudásközpont

ekristof86@caesar.elte.hu

Predicting changes in the climatic conditions of the Carpathian Basin for the 21st century could be challenging due to the complex system of various processes at very different scales. For instance, not only smaller scale processes are important within the atmosphere, but large scale atmospheric variabilities such as teleconnection patterns should also be examined. Teleconnection systems or oscillation phenomena are links between regions that are strongly negatively correlated with each other in time. Atmospheric oscillations have action centers, which are the most intensive regions of the teleconnection systems. Our research focuses on these large-scale phenomena, and comprises the following main steps. First, we compute the correlations of the 500 hPa geopotential height field over the Northern Hemisphere using the time series of the ECMWF's ERA-20C reanalysis dataset and general circulation model (GCM) simulations. Then, each correlation field from the GCM simulations is compared to the results of the reanalysis dataset. After the comparison, the best-performing GCMs will be selected, and the action centers of the detected oscillation phenomena will be determined. Finally, index time series representing the oscillation phenomena over the North Atlantic region and air temperature over the Carpathian Basin will be correlated to evaluate whether or not significant connections can be identified.

1. Bevezetés

Az éghajlati rendszerre hatást gyakorló, különböző tér- és időskálájú légköri jelenségek azonosítása, változásaik nyomon követése a klímakutatás kiemelkedő jelentőségű feladata. Az éghajlatot befolyásoló tényezők közé tartoznak a légkör alacsonyfrekvenciás változékony-ságát kifejező oszcillációs jelenségek, más néven távkapcsolati rendszerek. Matematikai módszerekkel való vizsgálatuk a XX. század elején kezdődött meg. *Walker & Bliss* (1932) a légnyomási mező elemzése alapján azonosította az Észak-atlanti Oszcillációt (North Atlantic Oscillation, NAO) és az Észak-csendes-óceáni Oszcillációt (North Pacific Oscillation, NPO). A jelentős számítási kapacitást igénylő statisztikai módszerek alkalmazása az elmúlt négy évtizedben valósulhatott meg, amelynek eredményeként számos távkapcsolati rendszert azonosítottak. *Barnston & Livezey* (1987) a 700 hPa-os légnyomási szint geopotenciális magasságmezőjében mutatta ki az Eurázsia feletti akciócentrumokkal rendelkező Skandináv Oszcilláció (Scandinavian Pattern, SCA) és Kelet-atlanti/Nyugat-oroszországi Rendszer (East Atlantic/Western Russia Pattern, EA/WR) hatását. *Conte et al.,* (1989) a Földközi-tenger feletti 500 hPa-os geopotenciális magasságmezőben detektálta a Mediterrán Oszcillációt (Mediterranean Oscillation, MO).

Kutatásunk célja a Kapcsolt modelleket összehasonlító projekt 5. fázisa (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5, CMIP5; *Taylor et al.,* 2012) általános cirkulációs modelljei történeti szimulációinak összevetése a Középtávú Időjárási Előrejelzések Európai Központja (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF) ERA-20C reanalízis adatbázisával (*Poli et al.,* 2016). Ebben a tanulmányban a legpontosabb modellt kiválasztva a legintenzívebb, Kárpát-medencéhez közel eső oszcilláció és térségünk felszínközeli léghő-mérsékletének statisztikai kapcsolatát vizsgáljuk a reanalízis és a modellszimuláció alapján.

2. A vizsgálatokhoz felhasznált adatsorok

A távkapcsolati rendszerek azonosításához az ERA-20C reanalízis adatbázis északi félgömbre elérhető, 2,5° rácsfelbontású, 500 hPa-os légnyomási szint geopotenciális magasság adatsorai szolgáltak: a háromóránként elérhető adatokból havi átlagokat képeztünk. A nagytérségű folyamatok hatása télen a legjelentősebb a Kárpát-medencében, ezért kizárólag a téli hónapokat vizsgáltuk (december, január és február), három 30 éves éghajlati normálidőszakban (1951-1980, 1961-1990, illetve 1971-2000).

A CMIP5 keretében elérhető modellek közül 28 GCM havi 500 hPa-os geopotenciális magasság idősorait elemeztük, az ERA-20C-vel azonos tér- és időbeli tartományra. A térbeli tartományt minden szimuláció esetén 37x144 rácspont alkotta. A Kárpát-medence felszínközeli léghőmérsékletének vizsgálatához szintén havonta átlagolt, 2,5° felbontású rácson elérhető adatsorokat használtunk, 3x5 rácspontra.

3. Az oszcillációs jelenségek azonosítása

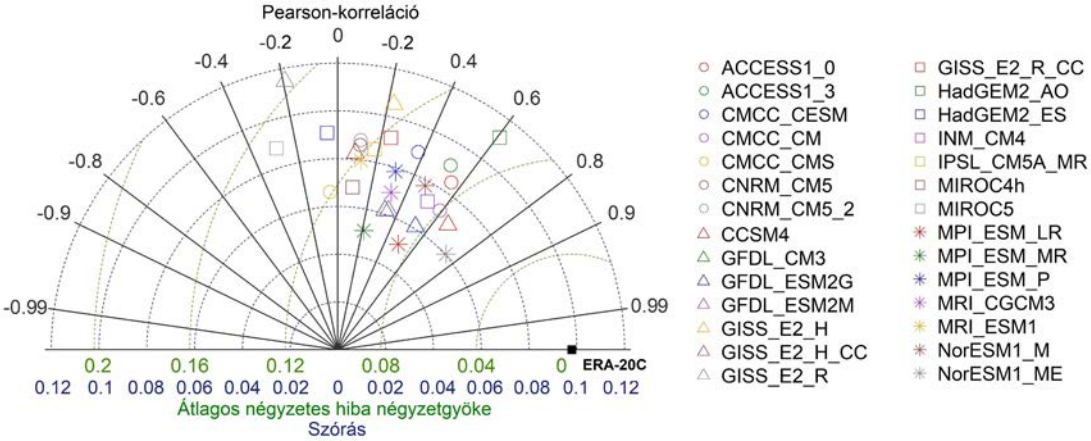
A távkapcsolati rendszerek egymástól távoli térségek légköri állapothatározóinak (például légnyomásának, geopotenciális magasságának) ellentétes előjelű együttváltozásaként definiálhatók, ezért jól azonosíthatók a változók lineáris kapcsolatának szorosságát mérő Pearson-korrelációk kiszámításával mind az ERA-20C, mind a GCM-ek 500 hPa-os gepotenciális magasság idősorai esetén. A nemlineáris hatások figyelembe vételére a Spearman-korrelációkat is kiszámítottunk (*Taylor,* 1987). Az oszcillációs jelenségek azonosításához az akciócentrumaikat reprezentáló, lokálisan legerősebb negatív korrelációjú rácspontpárok kijelölésére volt szükség. A rácspontonkénti minimális korrelációértékek meghatározásához tehát minden egyes rácspont idősorát korreláltattuk az összes többi rácspont idősorával, modellszimulációnként és vizsgálati időszakonként.

A lokálisan egymással legerősebb negatív korrelációban álló rácspontpárokat akkor tekinthetjük akciócentrumnak, ha az ahhoz tartozó korreláció értéke szignifikáns, amelyről Monte Carlo módszerrel döntöttünk (*Livezey & Chen,* 1983). Ehhez a lehetséges akciócentrumok rácspontjaiban lévő geopotenciális magasság idősorokat hasonló eloszlású véletlen számsorozatokkal helyettesítettük, majd a korrelációszámítást megismételtük az újonnan szimulált adatsor és a többi rácspont idősora között. A véletlenszerűen generált adatsorokkal számított korrelációértékek között a Pearson-korrelációk esetén -0,45, a Spearman-korrelációk esetén -0,5 körüli legalacsonyabb értékek is előfordultak, tehát szignifikánsnak az ezek alatti értékek tekinthetők 0,01 szignifikancia szinten. Az északi félgömbre számított összes korreláció eloszlását vizsgálva, a korrelációk fele tekinthető szignifikánsnak.

Az ERA-20C reanalízis adatsorai alapján, a vizsgált három időszakban a Csendes-óceán középső része, az Atlanti-óceán keleti medencéje, illetve Ázsia felett találhatók szignifikáns akciócentrumú oszcillációs jelenségek. Utóbbi régió felett két, váltakozó intenzitású akciócentrumpár is azonosítható, az egyik Nyugat-Ázsia és Északkelet-Európa fölött, a másik Szibéria fölött. A detektált távkapcsolati rendszerek rendre az NPO, a NAO, valamint az EA/WR és a SCA hatását tükrözhetik. A két korrelációtípussal meghatározott akciócentrumok eltérése a Csendes-óceán felett csekély (2,5° vagy az alatti, vagyis maximum egyetlen rácspontnyi), az Atlanti-óceán felett viszont nagyobb, akár 10°-ot meghaladó különbség is előfordul. Az ezredfordulóhoz közeledve az Atlanti-óceán feletti akciócentrumpár helyzetében jelentős változás következett be, több mint 30°-kal kelet felé tolódott. Az akciócentrumokhoz tartozó negatív Pearson- és Spearman-korrelációk eltérése kismértékű, 0,05 alatti.

4. Az Észak-atlanti Oszcilláció hatása a Kárpát-medence felszínközeli léghőmérsékletére

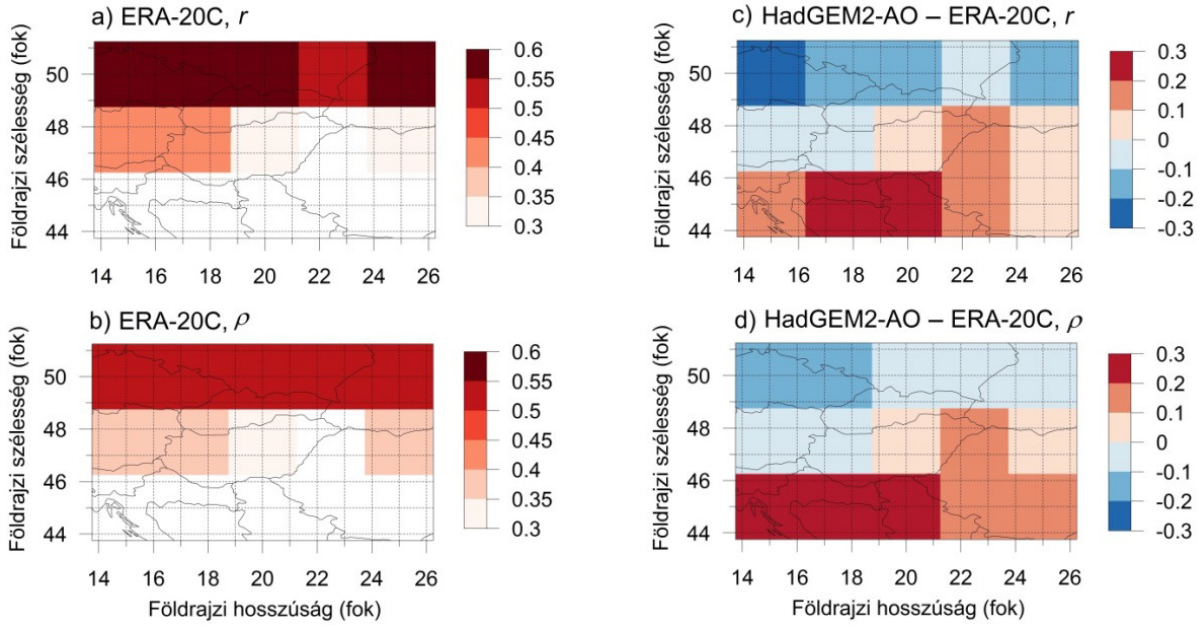
Az akciócentrumok korrelációjának erőssége (-0,78) és földrajzi közelsége miatt az észak-atlanti térség feletti légköri oszcillációhoz kötődően vizsgáljuk a GCM-eket. Az ERA-20C-hez legjobban hasonlító abszolút minimális Pearson-korreláció eloszlású modell kiválasztásához a GCM-ek és az ERA-20C között térbeli Pearson-korrelációt számítottunk, az Észak-Atlantikum fölött (é. sz. 20°-80° és ny. h. 60°-0°). A vizsgált tartomány rácspontjainak több mint háromnegyede szignifikáns az ERA-20C-re vonatkozóan. A három időszak átlagos térbeli korrelációértékei alapján a CMCC-CM, HadGEM2-AO és az ACCESS1.0 a legpontosabb az ERA-20C-hez viszonyítva (0,6 fölötti korrelációk). A NAO-t reprezentáló akciócentrumpár keletre való áthelyeződése következtében az 1971-2000 közötti időszakot vizsgáltuk tovább, a GCM-ek közül pedig a HadGEM2-AO modellt választottuk, ugyanis az átlagosan legjobban teljesítő modellek közül ehhez társul a legmagasabb térbeli korreláció (0,6) ebben a periódusban. A NorESM1-ME és a CCSM4 esetén ugyan ennél magasabbak az 1971-2000 közötti korrelációértékek, azonban a többi időszakot tekintve kevésbé pontosan kapcsolhatók a referencia adatbázishoz *(1. ábra)*.



1. ábra. Az ERA-20C és 28 GCM rácspontonkénti legerősebb negatív korrelációi közötti térbeli korrelációk Taylor-diagramja (Taylor, 2001), az észak-atlanti térség fölött (1971-2000).

Az Észak-Atlantikum feletti légköri oszcilláció jellemzéséhez az akciócentrumaiként azonosított rácspontokbeli 500 hPa-os geopotenciális magasság idősorok különbségét képeztük az ERA-20C és a HadGEM2-AO adatsoraiból. Az index pozitív értékű, ha a jelenség déli (északi) akciócentrumában az átlagosnál magasabb (alacsonyabb) a geopotenciális magasság. Az oszcillációs jelenség és a Kárpát-medence felszínközeli léghőmérséklete közötti statisztikai összefüggés vizsgálatához az index adatsort az ERA-20C és a HadGEM2-AO Kárpát-medencére vonatkozó felszínközeli léghőmérsékleti adatsorával egyaránt korreláltattuk. A HadGEM2-AO szimulációi és az ERA-20C alapján számított akciócentrumpárok földrajzi helyzetének átlagos eltérése 3,5 rácspont, amely viszonylag kismértékűnek tekinthető. Összehasonlításképpen, az 1971-2000 közötti időszakban negyedik legmagasabb térbeli korrelációértékű CMCC-CM modell esetén az átlagos eltérés 8 rácspont.

Mind a Pearson-, mind a Spearman-korrelációk kiszámítása alapján 0,4 fölötti értékek adódtak szignifikánsnak 0,01 szignifikancia szinten. Az ERA-20C adatbázis esetén Magyarország fölött, illetve az északabbi régiókban azonosítható szignifikáns, pozitív irányú statisztikai kapcsolat az oszcilláció és a hőmérséklet között. A délebbre fekvő területeken azonban nem mutatható ki szignifikáns statisztikai kapcsolat *(2. ábra)*. A HadGEM2-AO historikus adataira hasonló vizsgálatot végezve jelentősen eltérő korreláció eloszlás figyelhető meg. A térség északi részén alulbecsli a reanalízis alapján számított korrelációkat, a déli részén viszont túlbecsli. Ennek ellenére a szignifikáns rácspontok száma hasonló.



2. ábra. Az Észak-atlanti Oszcillációt jellemző index és a Kárpát-medence felszínközeli léghőmérsékletének Pearson- (r) és Spearman-korrelációja (ρ) az 1971-2000 közötti téli hónapokra az ERA-20C alapján (a-b).
A HadGEM2-AO korrelációinak eltérése a reanalízistől (c-d). Az akciócentrumok koordinátái: é. sz. 42,5°, ny. h. 12,5° & é. sz. 70°, ny. h. 15° (ERA-20C) és é. sz. 35°, ny. h. 32,5° & é. sz. 62,5°, ny. h. 15° (HadGEM2-AO).

További célunk az összes GCM historikus adatainak összevetése az ERA-20C adatbázis eredményeivel és a legjobb teljesítményt nyújtó modellek XXI. századra rendelkezésre álló éghajlati becsléseinek elemzése. A legpontosabb éghajlati modellek felhasználása elősegítheti a Kárpát-medencére vonatkozó éghajlati becslések pontosítását.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat támogatta az Agrárklíma2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0034), az OTKA K-120605 számú projektje, valamint a Széchenyi 2020 program az AgroMo kutatási projekt (GINOP-2.3.2-15-2016-00028) keretében.

Irodalom

- Barnston, AG, Livezey, RE (1987): Classification, Seasonality and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns. Monthly Weather Review, 115, 1083-1126.
- Conte, M, Giuffrida, A, Tedesco, S (1989): The Mediterranean Oscillation. Impact on precipitation and hydrology in Italy. Conference on Climate Water, 121-137, Publications of the Academy of Finland, Helsinki.

- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, 2014, ERA-20C Project (ECMWF Atmospheric Reanalysis of the 20th Century). Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory. https://doi.org/10.5065/D6VQ30QG. (2017.07.09.)
- Livezey, RE, Chen, WY (1983): Statistical Field Significance and its Determination by Monte Carlo Techniques, Monthly Weather Review, 111, 45-59.
- Poli, P, and Co-authors (2016): ERA-20C: An Atmospheric Reanalysis of the Twentieth Century. Journal of Climate, 29, 4083-4097.
- R Core Team (2016): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: https://www.R-project.org/.
- Taylor, JMG (1987): Kendall's and Spearman's Correlation Coefficients in the Presence of a Blocking Variable. Biometrics, 43, 409-416.
- Taylor, KE (2001): Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. Journal of Geophysical Research, 106, 7183-7192.
- Taylor, KE, Stouffer, RJ, Meehl, GA (2012): An overview of CMIP5 and the experiment design. Bulletin of the American Meteorological Society, 3, 485-498. Adatok forrása: https://esgf-data.dkrz.de/search/cmip5-dkrz/
- Walker, GT, Bliss, EW (1932): World weather V. Memoirs of the Royal Meteorological Society, 4, 53-84.

BARLANGKLIMATOLÓGIAI MÉRÉSEK A BUDAI-TERMÁLKARSZTON

Cave-climatological measurements in the Buda Thermal Karst

Weidinger Tamás [1], Virág Magdolna [2], Tordai Ágoston Vilmos [3], Lukács Dávid [3], Leél-Őssy Szabolcs [2], Mindszenty Andrea [2]

[1,3]ELTE Meteorológiai Tanszék,

[2]ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék

[1]weidi@caesar.elte.hu

1. Bevezetés

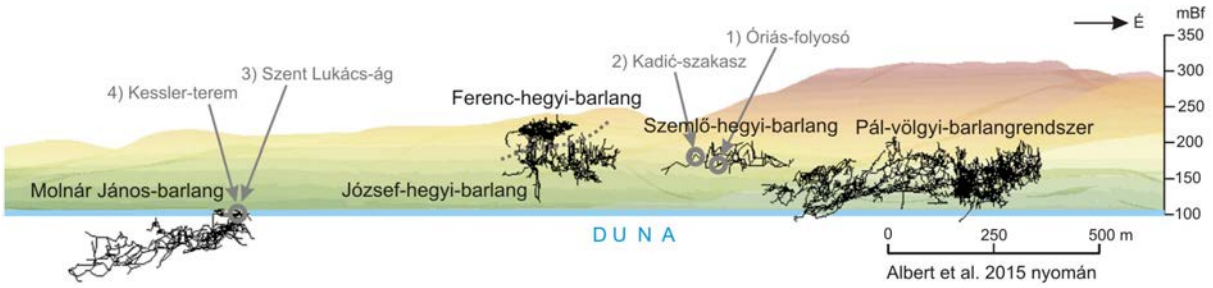
Zárt terek, barlangok mikroklíma mérései a meteorológusok mellett a geológusok számára is fontos információt nyújtanak. Az együttműködések során kialakítottunk egy speciális expedíciós mérőrendszert a Campbell cég által forgalmazott adatgyűjtőkre és szenzorokra (lég- és talajhőmérséklet, relatív nedvesség infra-hőmérséklet, talajnedvesség, nyomás, stb.), valamint egy Li-Cor840 CO_2/H_2O műszerre alapozva, amellyel több mérési programban is részt vettünk (Rudas fürdő: Virág et al. 2013a,b; Gellért-tároó: Mádl-Szőnyi, 2012, Weidinger et al., 2016).

A cikkben a Szemlő-hegyi- és a Molnár János-barlangban 2017 tavaszán végzett méréseket elemezzük. Céljaink között szerepel i) a két-két barlangi mérőhely közötti mikroklíma-eltérések számszerűsítése, ii) az antropogén hatások (turizmus, búvárok, szellőzés) kimutatása, iii) a barlangi képződmények szempontjából fontos oldódási és kiválási folyamatok esetleges mikroklimatikus okainak (pl. feláramlások) valószínűsítése, iv.) a hipogén barlangképződés környezeti feltételeinek jobb megértése.

2. A Budai-termálkarszt és barlangjai

A Budai-termálkarszt „természetes laboratóriumként" szolgál a mélységi eredetű folyamatokhoz köthető hipogén karsztosodás (oldódás és anyagkiválás), – valamint a vadózus (víz fölötti) zónában azt befolyásoló epigén folyamatok – modellezésére. A budai Rózsadombon a hipogén karsztbarlangok nagy számban (> 100 db) és kiterjedésben (> 55 km összhosszúság) fordulnak elő. Befogadó kőzetük jellemzően a felső-eocén Szépvölgyi Mészkő Formáció, alárendelten a Budai Márga és a felső-triász Mátyáshegyi Formáció. Mivel a kiterjedt barlangjáratok különböző tengerszint feletti magasságban húzódnak (*1. ábra*), így egy területen belül lehet tanulmányozni a meteorológiai állapotjelzőket i) az aktív barlangok és ii) az inaktív (magasabb topográfiai helyzetben található) hipogén karsztbarlangok légteres szakaszában. A barlangjáratok oldódásában a termálvízzel mélyből érkező, és a H_2S oxidációja során keletkező szén-dioxid (CO_2) egyaránt szerepet játszik. Ezek együttes üregképző hatását kísérletileg is tanulmányozták, többek között az olaszországi Frasassi-barlangokban (Menichetti, 2013). Utóbbi munkában a mélységi (endo-

gén) és felszínről származó (epigén) gázok hatása és részben szezonális, részben földrengésekhez köthető változása mellett a turizmusból származó CO_2 szerepét is sikerült kimutatni. A jelenleg még különállónak ismert rózsadombi barlangok légtere apró repedéseken keresztül kapcsolatban állhat egymással, amelyet Stieber (2016) független mérési módszerekkel (pl. aeroszol elemösszetétel) igazolt a Molnár János-barlang és a József-hegyi 4. sz.-barlang között, illetve a Molnár János-barlang és a Szemlő-hegyi-barlang között. Utóbbiaknál az idegenforgalom, illetve a búvárturizmus is hatással lehet a barlangi levegő összetételére.



1. ábra. A Rózsadomb és a barlangjáratok (polygonok) hosszmetszete és a mérőhelyek (1–4).

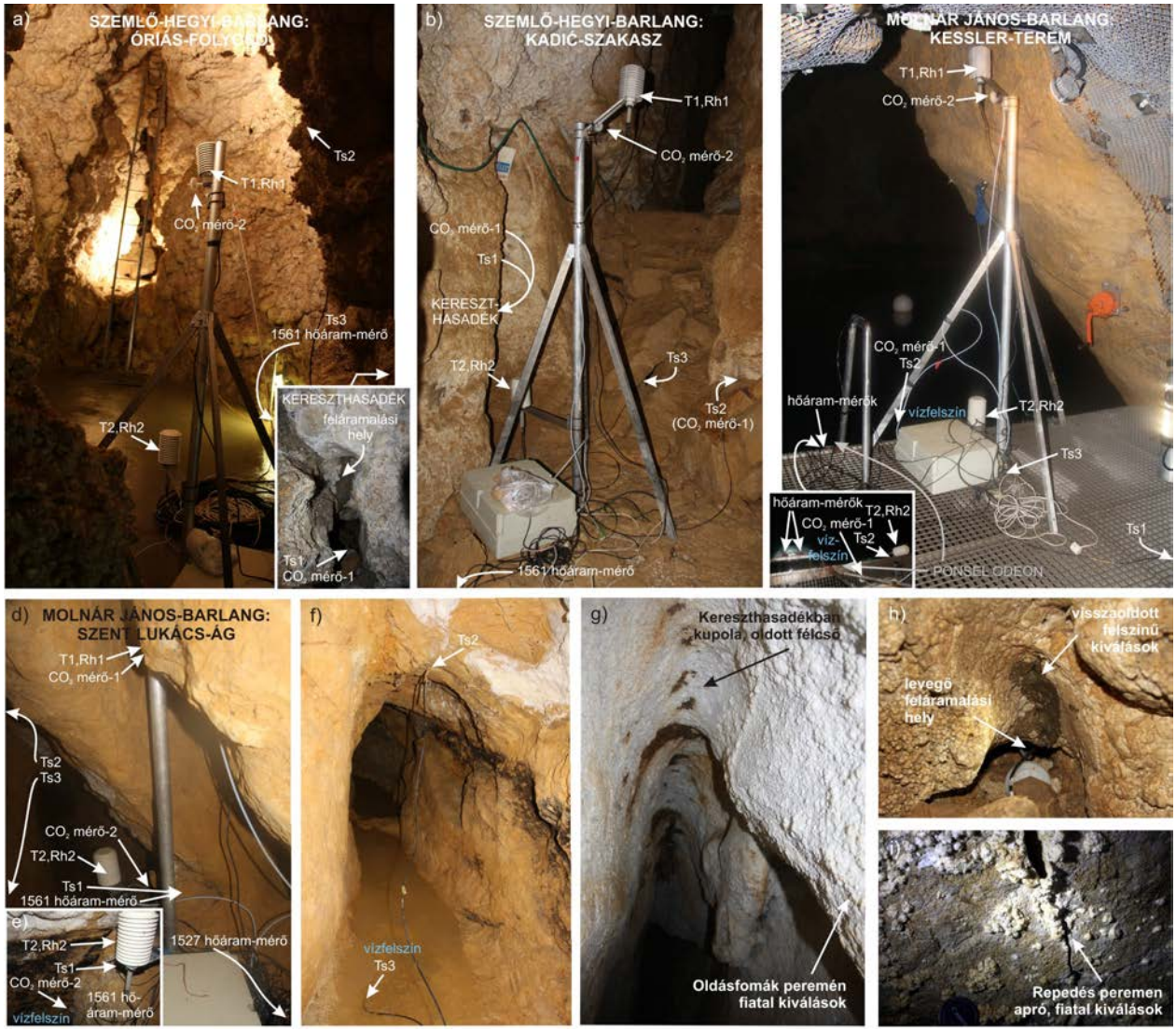
A *Szemlő-hegyi-barlang* fő járatirányaira (ÉK-DNy) merőleges kereszthasadékok (ÉNy-DK) barlangüregekké oldódása alárendelt. A korábban képződött termálvizes képződmények visszaoldódása, a kalcittelérek repedései mentén történt üregképződés, illetve a gömbfülke képződés a légtérben lejátszódó kondenzvíz korrózió bizonyítékai. Ez a folyamat a barlang termálvizes időszakához képest – a korábbi termálvizes képződmények visszaoldódása alapján – valószínűleg később működött. Stieber (2016) fent említett mérései alapján a mélyebb, ismeretlen szakaszok felől e kereszthasadékokban jelenleg is levegő feláramlás történik. Az oldásformák észlelése mellett a fiatal, feltehetően „aeroszol eredetű", vagy a vízfilm, vízcsepp bepárlódásához kötődő, párolgásos, „evaporatív" kiválások képződése a keresztirányú repedések, üregek, gömbfülkék peremén is e folyamat eredménye lehet. A mélyből történő feláramlás hatásához kötődő oldódási és kiválási jelenségeket a *2. g–i ábra* mutatja. A Molnár János-barlang légteres szakaszában, illetve a vadózus és freatikus zóna határán a termálvíz hatása közvetlenül is tanulmányozható, ami kiindulási, összehasonlítási alapul szolgál a Szemlő-hegyi-barlangban észlelt jelenségek pontosabb megértéséhez.

3. Mérések a Szemlő-hegyi- és a Molnár János-barlangban

A *Szemlő-hegyi-barlang* Óriás-folyosójában és a kereszthasadékban korábban (2013. március 16–17-én) már végeztünk méréseket. A főjáratban (2 m magasan) 1250 és 1700 ppm közötti CO_2 koncentrációt mértünk (éjszakai minimummal). Sikerült kimutatni a látogatók hatását is (növekvő koncentráció). Lent, a kereszthasadékban erősen változó koncentrációkat mértünk, amelyek nem csökkentek a felső (2 m-es) mérési szint értékei alá, azonban voltak olyan időszakok, amikor elérték a 3000 ppm-et. A hasadékban mért magasabb koncentrációk CO_2 feláramlást valószínűsítenek, az 5 perces átlagértékek közötti nagy eltérések magyarázata azonban további vizsgálatokat igényel.

E tapasztalatokat felhasználva kezdtünk hozzá a 2017-es mérési sorozathoz. A Szemlő-hegyi-barlangban (Óriás-folyosó és Kadić-szakasz) 2017. április 8 és 18 között mértünk. A *Molnár János-barlang*ban a mérések a vadózus és freatikus zóna határán, a barlangi tavak feletti légteres szakaszokban történtek: a Szent Lukács-ágában 2017. április 21 és 25 között, a Kessler-teremben pedig április 25-én (*1. ábra*). Meghatároztuk a barlangklíma jellemzőit (levegő, kőzet és (üledék) hőmérséklet, páratartalom, hőáram, CO_2 koncentráció, stb.), hogy összehasonlíthassuk az aktív termálkarsztos járatok légteres szakaszát az inaktív Szemlő-hegyi-barlang értékeivel. Ez azért fontos, mert a Szemlő-hegyi-barlang járataiban kimutatták a kereszthasadékokon keresztül mélyből történő levegő feláramlást, amit a termálvizes eredetű barlangi képződmények visszaoldódása is jelez. A barlang két jellegzetes helyén mértünk különböző irányokban: i) az ÉK-DNY irányú fő hasadékokban és ii) az arra merőleges kereszthasadékban, ahol feláramlás feltételezhető.

A két barlang 4 mérőhelyének műszerezettségét az *1. táblázat* és a *2. a–f ábra* mutatja.



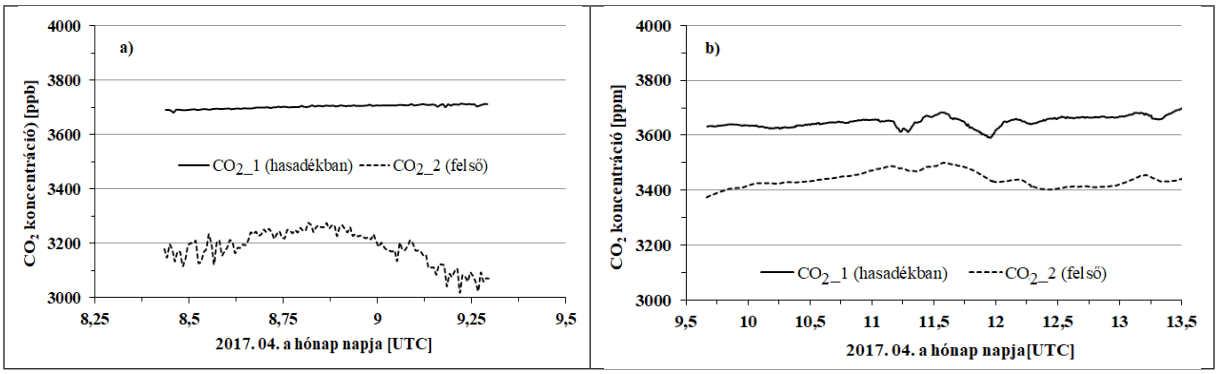
2. ábra. Mérési helyek a Szemlő-hegyi-barlangban és a Molnár János-barlangban (a–f); valamint a Szemlő-hegyi-barlang oldásformái és fiatal „evaporatív" karbonát-kiválásai (g–i) (A műszerek elnevezése: 1. táblázat)

1. táblázat. Barlangi mérőhelyek és műszerek (T – hőmérséklet, Rh – relatív nedvesség, Ts – talajhőmérő, SHF – talajhőáram-mérő, CO2_1 és CO2_2 a két szeleppel vezérelt beszívó cső) és elhelyezésük (*2017. április 13-án 15:20-kor (UTC) áthelyezve a Ts3 talajhőmérő mellé – Kadić-szakasz) (20 s-os mintavétel, 5 perces átlagolás)*

Barlang	**Szemlő-hegyi-barlang (*2017. 04. 9–18*)**		**Molnár János-barlang (*2017. 04. 21–25.*)**	
Mérések/ műszerek	**1) Óriás-folyosó**	**2) Kadić-szakasz**	**3) Szent Lukács-ág**	**4) Kessler-terem**
T1, Rh1 Vaisala HMP45	fent (2 m)	fent (2,15 m)	fent (1 m)	fent az állványon (2,2 m)
T2, Rh2	lent (0,5 m)	lent (0,4 m)	lent (állvány alján), tó felett (0,9 m)	alul (stégen, víz fölött)
Ts1 Campbell 107	kereszthasadékban lent	Kereszthasadékban lent, balra	üledékbe lent	agyagos oldalfalba
Ts2	oldalfal, kőzethőmérséklet	lent Gipszpalota kereszthasadék	időszakos középső tó fölött feltéve (1,25 m)	víz fölé közvetlenül
Ts3	kő alatt lyukba, feláramlás	lent Gipszpalota (főjárat)	időszakos, középső tóba, vízbe	vízbe, mélyre (2,50 m-re)
CO_2_1 Li-Cor 840	kereszthasadékban lent	Kereszthasadékban lent, balra*	állványon fent	stégen, víz fölött
CO_2_2	állványon fent	állványon fent	tó felett	állványon fent
SHF1 (1561) HFP01-L	lent az üledékben	lent az üledékben	tó felett, üledékben	vízben (13 cm)
SHF2 (1527)	lent az üledékben	lent az üledékben	távolabb, az üledékben	vízben (25 cm)

4. Eredmények

Elsőként a *Szemlő-hegyi-barlang* két mérőhelyén mért CO_2 koncentrációkat elemezzük. Mindkét esetben a hasadékban találjuk a nagyobb koncentrációkat, azonban eltérő az értékük és a változékonyságuk. Az Óriás-folyosóban nagyobb a CO_2 változékonysága (idegenforgalom számára megnyitott barlangrész), mint a Kadić-szakaszban. Negatív kapcsolat van a nyomás- (órás) és a koncentrációváltozás között. A Kadić-szakaszban a felső mérőpontban a korrelációs együttható ~0,5-nek adódott. Megjegyezzük, hogy a mérési időszak második felében (április 13–18.) az alsó beszívó csövet áthelyeztük egy másik hasadékba. Meglepően nagy CO_2 fluktuációkat mértünk (hirtelen csökkenés perces, 5 perces skálán), ami további vizsgálatokat igényel (pl. méréstechnikai magyarázat). Az Óriás-folyosóban mért 3000 – 3250 ppm-es érték lényegesen meghaladja a 2013-ban mértet (1250 – 1700 ppm), ami jelentős változékonyságra utal. Nem elég egy-egy rövid mérés.



3. ábra. A Szemlő-hegyi-barlang Óriás-folyosóban (a) és a Kadić-szakaszban (b) mért átlagos CO2 koncentráció

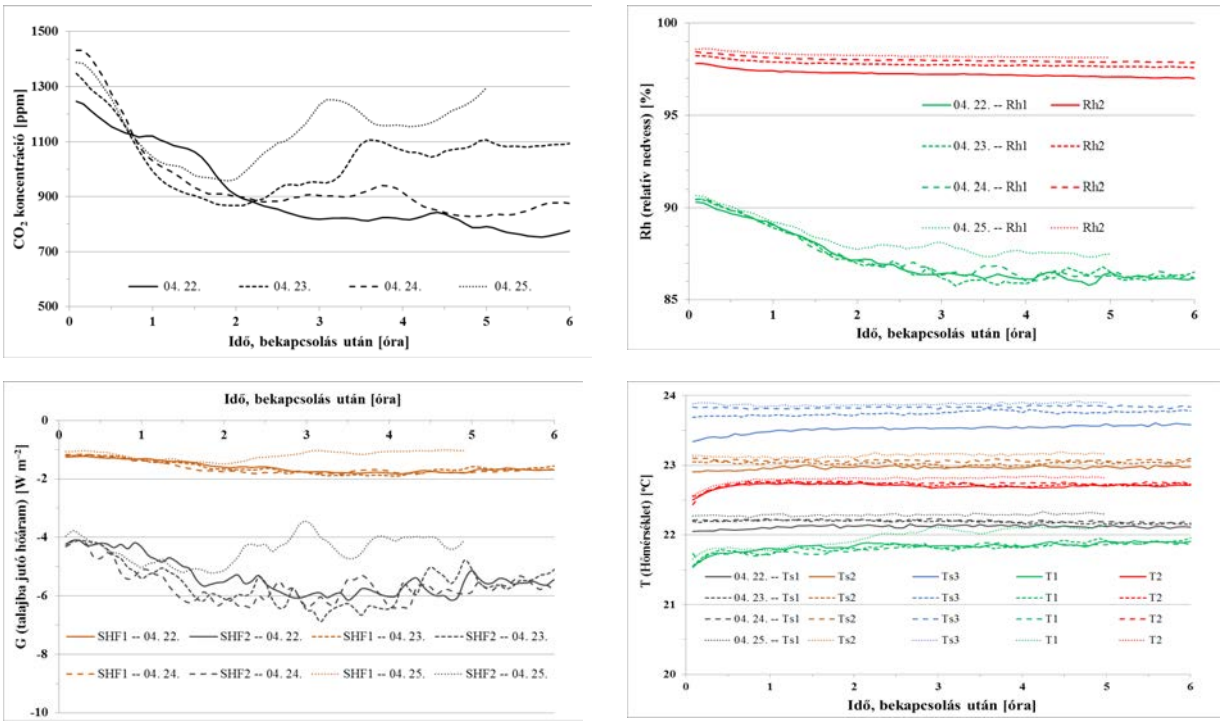
2. táblázat: A Szemlő-hegyi-barlangban végzett mikrometeorológiai mérések jellemzői (2017. április 8–18.)

Barlangrész	Óriás-folyosó (április 8 – 9.)				Kadić-szakasz (április 9 – 13.)			
Műszer	**átlag**	szórás	min.	max.	**átlag**	szórás	min.	max.
CO_2 (hasadék) [ppm]	**3702,4**	7,0	3680,5	3713,7	**3649,9**	19,6	3590,2	3697,4
CO_2 (fent) [ppm]	**3184,7**	61,5	3018,6	3275,3	**3439,6**	28,5	3374,16	3500,6
Rh1 (fent) [%]	**90,6**	0,7	88,6	91,1	**91,4**	0.1	91,0	91,6
Rh2 (lent) [%]	**92,2**	0,6	91,2	93,0	**95,1**	0.1	94,9	95,2
T1 (fent) [°C]	**13,54**	0,19	13,47	13,97	**13,22**	0,01	13,19	13,27
T2 (lent) [°C]	**13,54**	0,09	13,43	13,84	**13,12**	0,02	13,09	13,16
Ts1 [°C]	**13,47**	0,04	13,39	13,60	**13,22**	0,01	13,17	13,26
Ts2 [°C]	**13,50**	0,04	13,44	13,64	**13,16**	0,01	13,12	13,20
Ts3 [°C]	**13,52**	0,02	13,48	13,58	**13,22**	0,02	13,16	13,27
Talajba jutó hőáram (SHF) [W m^{-2}]	<–0,07 – –0,03				<0,07 – 0,02; <0,02 – 0,045			

A két mérőhelyen végzett méréseink statisztikai feldolgozását (átlag, szórás, min., max.) a 2. táblázat tartalmazza. Az Óriás-folyosóban tapasztalt nagyobb változékonyság az antropogén tevékenység velejárója (részletes meneteket itt nem közlünk). Az öt helyen (folyosón, üledékben) végzett hőmérsékletmérések közötti átlagos eltérés tized fokon belül volt (kalibrált műszereket használunk). Az antropogén hatást mutatja az Óriás-folyosóban mért negatív (aljzati üledék felé irányuló) és a Kadić-szakaszban mért pozitív, felfelé irányuló „talaj" hőáram. Az abszolút értékek természetesen kicsik (< 0,07 W m^{-2}, de a műszer pontossága miatt különböznek nullától.) A kisebb hőmérsékleti értékeket a háborítatlan Kadić-szakaszban mértük. Jellegzetes relatív nedvesség különbség van a folyosók felső és alsó része között is (a felszínközeli értékek a nagyobbak).

A *Molnár János-barlang* eredményei közül elsőként nézzük az antropogén hatások számszerűsítését szolgáló *4. ábrasor*t! A 0. időpont a barlang kinyitását, az antropogén tevékenység kezdetét jelzi. Négy egymást követő napot elemzünk, 5–6 órás periódusokat vizsgálunk. A Szent Lukács-ág (barlang oldalága), ahol mértünk, kapcsolatban áll a barlang főbb járataival, így a részben légtérrel rendelkező Kessler-teremmel is (*1.* és *2. ábra*). Az „új egyensúly" (bolygatott állapotban) beállásához 1–3 óra kell. Nő a hőmérséklet, csökken a relatív nedvesség és a CO_2 koncentráció. Ez a szellőztetés hatása. Meglepően nagy az üledékből felfelé jövő hőáram (negatív értékek), ami az

elhelyezéstől függően a „kezdeti helyzetben” akár –4 W m^{-2} is lehet. Szellőztetett esetben a hőmérséklet csökkenésével nő a felfelé történő hőáramlás (nagyobb negatív értékek). A mérési periódus első (háborítatlan) és utolsó 20 percében mért (antropogén hatások által „stabilizált”) állapotjelzők értékeit, valamint a Kessler-terem adatait a *3. táblázat* tartalmazza. Jól látszik a barlangi tónál (Kessler-terem) mért magasabb hőmérséklet, relatív nedvesség és CO_2 koncentráció.



4. ábra: Molnár János-barlang Szent Lukács-ágában végzett mérések (2017. 04. 22–25.) az antropogén hatások számszerűsítésére (a levegő, a víz és a törmelék hőmérséklete, relatív nedvesség, talajba jutó hőáram, CO2)

3. táblázat: A Molnár János-barlangban végzett mikrometeorológiai mérések jellemzői (2017. április 21–25.)

Barlangrész	Szent Lukács-ág				Kessler-terem (a barlangi tónál)	
Mérési időszak	kezdete (első 20 perc)		vége (utolsó 20 perc)		teljes	
Műszer	**átlag**	szórás	**átlag**	szórás	**átlag**	szórás
CO_2 [ppm]	**1327,0**	77,0	**993,5**	200,1	**2737,1**	12,0
Rh1 (fent) [%]	**90,3**	0,2	**86,6**	0,5	**89,5**	0,3
Rh2 (lent) [%]	**98,2**	0,3	**97,7**	0,4	**98,6**	< 0,1
T1 (fent)	**21,7**	0,1	**21,9**	0,1	**26,0**	0,0
T2 (lent)	**22,6**	0,1	**22,7**	0,1	**26,6**	0,1
Ts1 [°C]	**22,2**	0,1	**22,2**	0,1	**26,5**	0,0
Ts2 [°C]	**23,0**	0,1	**23,1**	0,1	**27,4**	0,0
Ts3 [°C]	**23,7**	0,2	**23,8**	0,1	**27,3**	0,0
Hőáram (1561)	**–1,2** W m^{-2}	0,1	**–1,6**	0,3	**–0,03**	0,01
Hőáram (1527)	**–4,1** W m^{-2}	0,1	**–5,3**	0,7	**0,10**	0,10

5. Következtetések, összegzés

A *Szemlő-hegyi-barlang* fő járatában a mérési eredmények antropogén zavarást jeleznek, ami az ajtó nyitás-zárásban, illetve az Óriás-folyosó esetében emellett a turisták közvetlen jelenlétével valósul meg. A napi változás részben ehhez köthető. A fő járatokban az üledékben mért hőáram elhanyagolható; a Kadić-szakaszban enyhe feláramlás valószínűsíthető. A fő járatirányra merőleges kereszthasadékokban magasabb hőmérséklet, nagyobb CO_2 koncentráció és alacsonyabb vízgőz tartalom mutatkozik (Li-Cor 840 adatai alapján, külön nem mutattuk be). Ez azt jelezheti, hogy CO_2 dús, meleg levegő áramlik a mélyebb, jelenleg még ismeretlen járatok felől, ami „kiszárítja” a magasabb tszf. helyzetben lévő járat levegőjét. Ez kiválhatja a barlangfalakon jelen lévő vízfilm bepárlódását, és ezáltal az ún. „evaporatív” kiválások képződését (l. korábban).

A *Molnár János-barlang* mérőhelyein a hőmérséklet a víztől (a barlangi tó szintjétől) fölfelé csökken, ami a CO_2 koncentrációra és a relatív nedvességre is elmondható. A Szent Lukács-ág hőáram mérései a mélyebben levő termálvíz felől az agyagos üledékben felfelé áramló hőt, s így levegőfeláramlást jelez, ami magyarázatot adhat a mérési helynél tapasztalható ún. „evaporatív", apró karbonát-kiválások képződésére. A jelenleg is aktív hipogén barlang mérései sajnos a búvárturizmus miatt részben antropogén zavarással terheltek. A Kessler-teremben a tóvíz és a fölötte húzódó levegős szakasz hőmérséklet és CO_2 értékei egyaránt magasabbnak bizonyultak a Szent Lukács-ágéhoz képest, ami a tó meleg vizével és az oldalág relatív elkülönülésével magyarázható.

A *mikrometeorológiai mérések* alkalmasak i) a bemutatott két különböző karsztbarlang sajátosságainak feltárására, ii) a „látogatóknak köszönhető" antropogén hatások számszerűsítésére, s hozzájárulnak iii) a hipogén barlangképződés környezeti feltételeinek jobb megértéséhez. E munkában az expedíciós mérések jelentik az első lépést, amit követni kellene egy automatizált, felügyelet mellett működő nagypontosságú monitoring rendszernek.

Köszönetnyilvánítás

A mikrometeorológiai mérőrendszer fejlesztéséhez támogatást nyújtott az OTKA K116788 és NN109679, valamint a GINOP-2.3.2-15-2016-00007 azonosító számú program.

Irodalom

- Albert, G., Virág, M., Erőss, A. 2015: Karst porosity estimations from archive cave surveys - studies in the Buda Thermal Karst System (Hungary). – International Journal of Speleology 44 (2), pp. 151–165.
- Mádl-Szőnyi, J. 2012: Detailed research Plan to OTKA NK 101356. Evaluation of hypogenic karstification focusing on microbially mediated processes – interdisciplinary research. – Manuscript, OTKA Project. 10 p.
- Menichetti, M. 2013: Karst processes and carbon flux in the Frasassi Caves, Italy. – Proceedings of ICS, pp. 376–378.
- Stieber J. 2016: A Szemlő-hegyi-barlang aeroszol-monitoring programjának eredményei. – Karszt és Barlang 2012-14, pp. 71–78.
- Virág, M., Mindszenty, A., Bendő, Zs., Weidinger, T., Molnár, M., Páll-Somogyi, K., Mádl-Szőnyi, J., Veres, V. 2013b: Anthropogenically modulated hydrological changes recorded by a ~120 years old flowstone-like travertine (Rudas Spa, Budapest, Hungary). – In: Mádl-Szőnyi, J., Erőss, A., Mindszenty, A., Tóth, Á. (eds.): International Symposium on Hierarchical Flow Systems in Karst Regions – In honour of Professor József Tóth in celebration of his 80th birthday, 4-7 September 2013, ELTE, Budapest, Hungary, p. 138.
- Virág M., Mindszenty A., Weidinger T., Molnár M., Bendő Zs., Tanos P., Mádlné Szőnyi J. 2013: A Rudas fürdő travertínója. – In: Mindszenty A. (szerk.): Budapest: földtani értékek és az ember. Városgeológiai tanulmányok („In urbe et pro urbe"), ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 191–199.
- Weidinger T., Nagy B., Mádlné Szőnyi J., Bodor P., Salavec P., Tordai Á. 2016: Terepi mérések a Gellért-hegy belsejétől a Száraz-Andokig. – Egyetemi Meteorológiai Füzetek (szerk.: Pongrácz R., Mészáros R., Kis A.) No 27, 162-172. http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF027/PDF/24-Weidinger-et-al.pdf

A VÁROSI HŐSZIGET HATÁS NAPI MENETÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE BUDAPESTI HELYSZÍNI MÉRÉSEK ALAPJÁN

Comparisonal analysis of the urban heat island effect using in-situ measurements in Budapest

Incze Dóra, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit
Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék
incze.dora96@gmail.com

Abstract

Urbanisation results in a substantial modification of natural environment, including local climatic conditions which fundamentally influence everyday life. For this reason, it is important to address urban climatic issues, such as the urban heat island effect. Considerable climatic differences can be found within Budapest, which are mainly due to the various geographical conditions and built-up density structure. For the evaluation of these differences, an urban measurement program was initiated in March of 2015 by the Department of Meteorology, Eötvös Loránd University. The aim of this measuring program includes the analysis of temperature and humidity conditions in Ferencváros, the 9th district of Budapest. Our measurements are compared to the regular meteorological data available from the Budapest-Pestszentlőrinc synoptic station.

1. Összefoglalás

A városok egyik sajátossága, hogy a belterület derült, szélcsendes időben jóval (akár 5-15 °C-kal) melegebb lehet a külvárosi zöldövezethez vagy a városon kívüli területekhez viszonyítva. Az eltérő jellegzetességű városrészek között fellépő hőmérséklet-különbség kialakulása részben összefügg a település szerkezetével, ugyanis a városi környezetben az eltérő sugárzási és hőtani sajátosságú anyagokkal burkolt felszínek felett különböző jellegű mikroklímák jöhetnek létre (Dobi et al., 2013). A zöldfelületek (*1. ábra*) minden évszakban alapvetően mérsékelik a városi hősziget intenzitását, és mintegy néhányszáz méter távolságig éreztetik a hőmérsékleti többletet enyhítő hatásukat (Szepesi és Schirokné Kriston, 1999).

1. ábra. Zöldterület a Ferencvárosban: Kerekerdő Park (108. mérőpont)

A városklimatológiai mérések egyik kiemelt vizsgálati célja a városi hősziget detektálásához kapcsolódik. Budapest nagy kiterjedése miatt érdemes kezdetben csak egy-egy olyan városrészre koncentrálni, aminek a tanulmányozása a város egészére is reprezentatív eredményeket ad. A Duna bal partján található IX. kerület – más néven Ferencváros – a fővároson belüli elhelyezkedését tekintve kedvező fekvésű. A IX. kerületi önkormányzattal kezdődött együttműködés keretében 2015 tavaszán indult egy expedíciós méréssorozat a kerületben (a Belső-Ferencvárosban, valamint a Középső-Ferencváros rehabilitációs területén). A 2015-2016 során lezajlott mérési napokat az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. A 2015-2016 során lezajlott mérési napok összefoglalása évszakok szerint elkülönítve (Dian et al., 2016 alapján). A zárójelben együtt látható a két egymást követő évben végzett mérési napok száma.

Évszak	2015	2016
Tavasz (8+5)	március 20., 27. április 3., 10., 17., 24. május 8., 15.	március 4., 11., 18. április 8., 15.
Nyár (4+3)	július 6., 7., 8. augusztus 28.	július 3-6.
Ősz (7+6)	szeptember 18. október 2., 10. november 6., 13., 20., 27.	szeptember 22/23., 29/30. október 13/14., 27/28. november 10/11., 17/18.
Tél (1+2)	december 4.	február 19., 26.

A mérési expedíció célja a léghőmérséklet és a relatív nedvesség regisztrálása volt a vizsgált területen. A két légköri állapotváltozó mért értékeit egy gyalogos út mentén (*2. ábra*) kijelölve kezdetben 22 mérési ponton (Dian et al., 2015; Pongrácz et al., 2016), majd a 2016. nyári mérések alkalmával 23, a 2016. őszi expedíció során pedig 24 mérőpontból álló úton rögzítettük. A mérőpontok kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy az egyes pontok összességében megfelelően reprezentálják a térség különböző beépítettségi viszonyait, valamint, hogy legyenek közöttük felújítás előtt, alatt és után álló területek is. A vegetáció mennyisége és az eltérő beépítettségi viszonyok alapján osztályoztuk az egyes mérési helyszíneket (*2. táblázat*).

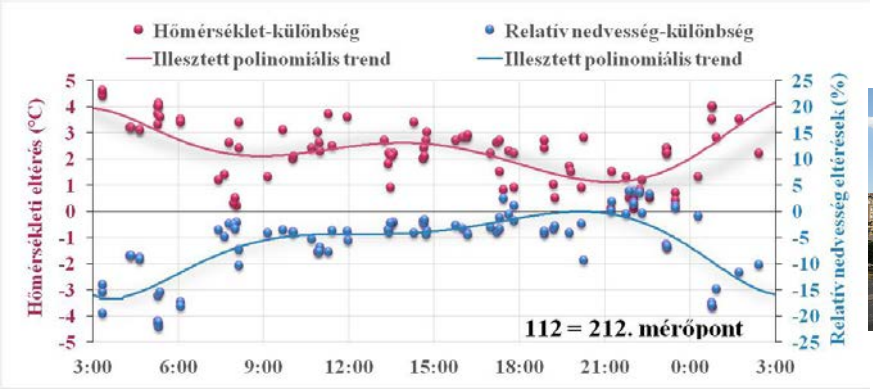
2. ábra. A Ferencvárosban szervezett mérési expedíció útvonala (2016. július)

2. táblázat. A mérőpontok beépítettségi adottságok szerinti csoportosítása (2016 nyarán).

A: Széles, forgalmas út, számottevő zöldfelület nélkül	112=212: Boráros tér
B: Közeli (<10 m) épületek által határolt helyszín	101=201: a Ferenc körút és a Tompa utca kereszteződése 104: a Tűzoltó utca és a Bokréta utca kereszteződése 106: a Balázs Béla utca és a Thaly Kálmán utca kereszteződése 109: a Márton utca és a Gát utca kereszteződése 205: a Ráday utca és a Biblia utca kereszteződése 206: a Ráday utca és az Erkel utca kereszteződése 207: Kálvin téri aluljáró Ráday utca felé nyíló bejárata
C: Szélesebb utca kisebb zöldfelülettel, fasorral	110: a Mester utca és a Viola utca kereszteződése 111: a Mester utca és a Tinódi utca kereszteződése 208: a Lónyai utca és a Gönczy Pál utca kereszteződése 210: a Bálna Közraktár utca felőli oldala
D: Jelentősebb zöldfelülettel rendelkező, alapvetően épületek által határolt helyszín	102: a Tompa utca és a Liliom utca kereszteződése 103: a Liliom utca és a Tűzoltó utca kereszteződése 105n: Bokréta utca 18. alatt nyíló átjáró (Vendel sétány) 107: SOTE épülete előtt 204: Ráday utcai Bérirodák előtti mini park

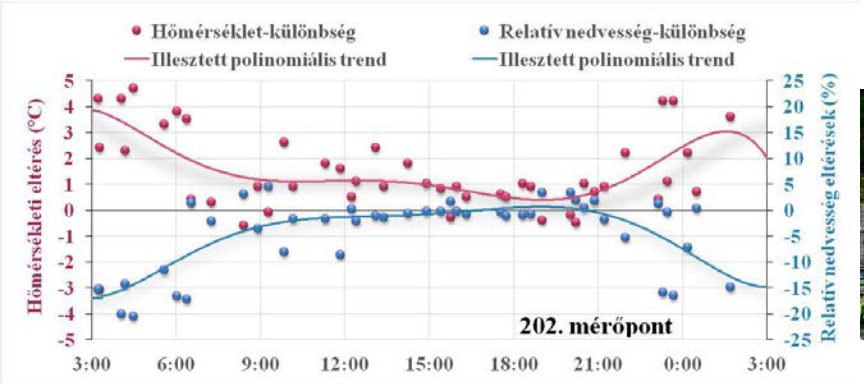
E: Parkos területen található helyszín	105: Ferenc tér 108: Kerekerdő Park 202: Bakáts téri templom Tompa utcai oldala 203: Bakáts téri templom hátoldala a Ráday utca felé 209: Csarnok tér 211: Nehru part

A különböző mérőpontokon mért értékeket a pestszentlőrinci szinoptikus mérőállomás által mért adatokkal hasonlítottuk össze a városi hősziget és légnedvességi viszonyok térbeli, időbeli számszerűsítésének céljából. Eredményeink (Incze, 2017) közül két – egymástól nagymértékben eltérő – helyszínre vonatkozó példát választottunk ki bemutatásra ebben a rövid tanulmányban (a 3. ábrán a Boráros térre, a 4. ábrán a Bakáts térre vonatkozó eredményeket összegeztük).



Boráros tér

3. ábra: Az „A" kategóriába (széles, forgalmas út, nincs számottevő zöldfelület) sorolható 112=212. mérőpontra (Boráros tér – épületekkel körülvett mesterséges burkolatú) meghatározott hősziget-intenzitások (°C) és relatív nedvesség-különbség (%) értékek napi menete, 2016.07.03-06. időszakban. Referencia mérőpont: Budapest-Pestszentlőrinc szinoptikus meteorológiai állomás.



Bakáts tér

4. ábra: Az „E" kategóriába (parkos területen található helyszínek) sorolható 202. mérőpontra (a Bakáts téri templom Tompa utcai oldala) meghatározott hősziget-intenzitások (°C) és relatív nedvesség-különbség (%) értékek napi menete, 2016.07.03-06. időszakban. Referencia mérőpont: Budapest-Pestszentlőrinc szinoptikus meteorológiai állomás.

Az eddigi eredményeket tekintve több következtetés is levonható. Nyáron mindegyik csoportnál a hősziget-intenzitási érték maximuma 3,5-4 °C volt, ami döntően hajnali 3-4 órakor jelentkezett, míg a minimuma többnyire a napnyugta előtti időpontokra esett 1 °C-os értékkel. A relatív nedvesség-különbségek esetében – a hőmérséklettel való erős kapcsolat miatt – az átlagos napi menetek fordítottan arányosak a hősziget-intenzitási görbék menetével. Hasonlóan a hősziget-intenzitáshoz, a jelentősebb eltérések a relatív nedvesség esetében is éjszaka mutatkoznak, csakhogy ezeknek az előjele negatív: vagyis a relatív nedvesség a külvárosi referenciának tekinthető helyszínhez képest alacsonyabb a belvárosi térségekben. Napközben az értékek nagyon hasonlóan alakulhatnak a külvárosban és a Ferencvárosban. Általánosan elmondható, hogy a zöldfelülettel rendelkező helyszínek mérséklő hatása néhány tized, vagy akár 1 °C-os hősziget-intenzitás csökkenést is eredményezhet, ami az emberi hőérzet szempontjából már figyelemreméltó mértékű.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat támogatta az OTKA K-109109 és K-120605 számú projektje, az AGÁRKLIMA2 (VKSZ_12-1-2013-0034) projekt, valamint az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja. A mérésekben részt vettek a ELTE TTK földtudományi BSc, valamint meteorológus MSc hallgatói.

Irodalom

- Dian Cs., Pongrácz R., Dezső Zs., Bartholy J., 2015: Városklimatológiai mérési expedíció Budapest IX. kerületében. In: Aktuális kutatások az ELTE Meteorológiai Tanszékén. Jubileumi kötet - 70 éves az ELTE Meteorológiai Tanszéke. (szerk.: Pongrácz R. et al) Egyetemi Meteorológiai Füzetek, 26., pp. 15–21.
- Dian Cs., Pongrácz R., Dezső Zs., Bartholy J., 2016: Egész napos helyszíni mérések a Ferenc téren, Budapest IX. kerületében. In: Kutatási és operatív feladatok meteorológusként. Az ELTE Meteorológus TDK 2016. évi Nyári Iskola előadásának összefoglalói. (Pongrácz R., Mészáros R., Kis A. szerk.) Egyetemi Meteorológiai Füzetek, No. 27, pp. 33-38. http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF027/PDF/05-Dian-et-al.pdf
- Dobi I., Baranka Gy., Unger J., 2013: A városi hősziget-jelenség Közép-Európában. Természettudományi Közlöny, 144, pp. 397– 400.
- Incze D., 2017: Budapest IX. kerületében végzett nyári mérési expedíció eredményei. OTDK dolgozat (témavezető: Pongrácz R.), Debrecen, 2017.04.10-13. 40p.
- Pongrácz R., Bartholy J., Dezső Zs., Dian Cs., 2016: Analysis of the air temperature and relative humidity measurements in the Budapest Ferencváros district. Hungarian Geographical Bulletin, 65 (2), pp. 93-103
- Szepesi D., Schirokné Kriston I., 1999: A városi levegőkörnyezet tervezésének aktuális kérdései. In: I. Városklimatológiai munkaértekezlet (szerk.: Szalai S.). OMSZ, Budapest, pp. 7– 19.

VÁROSKLÍMA ÉS VÖLGYKLÍMA HATÁSOK EGYÜTTES MEGFIGYELÉSE EGERBEN

Mutual urban and valley climate observations in Eger

Csabai Edina [1,2], Mika János [1], Rázsi András [1,3], Szegedi Sándor [2,4]

[1]Eszterházy Károly Egyetem, Eger,

[2]Debreceni Egyetem, Földtudományi Doktori Iskola

[3]OMSZ Miskolci Veszélyjelző és Szolgáltató Iroda, Miskolc

[4]Debreceni Egyetem, TTK, Meteorológiai Tanszék

csabai.edina@ uni-eszterhazy.hu

1. Bevezetés

Eger városa a maga 57 ezres lakosságával nem tartozik az erős hősziget-hatásra aspiráló települések közé. Története során mindig is élhető méretű és kedvező szerkezetű település volt, amelyből hiányzik a sok megyeszékhelyen felépített magas-ház, a „város nyele” is.

Tanulmányunkat az egri meteorológiai mérések történetének illetve a városklímára és völgyklímára utaló mérések felidézésével kezdjük Ambrózy (2009) illetve Roncz (1985) nyomán. Ezt követően ismertetjük azt a 7 állomásból álló mérőhálózatot, amelynek célja a feltételezett városi és domborzati hatások számszerűsítése. Írásunkat az e megfigyelések első fél éve alapján számszerűsített hatások ismertetésével és elemzésével zárjuk.

A rendelkezésünkre álló terjedelem nem teszi lehetővé a városi hősziget szakirodalmának bemutatását. Ehelyett utalunk két hazai tanulmányra a felszíni mérésekből (Unger et al., 2010) származó-, illetve távérzékeléssel (Pongrácz et al., 2010) nyert adatok alapján. Megjegyezzük, hogy a nemzetközi szakirodalomban is ritka, hogy a városklíma kialakulását változatos domborzatú településeken vizsgálják (Goldreich, 2009).

2. Eger városklímájához

Az egri észlelés 1871 januárjától felel a meteorológiai reprezentativitás követelményeinek. Mindezt az Országos Meteorológiai Szolgálatnál folyó állomástörténeti dokumentáció, valamint Ambrózy (2009) tanulmánya alapján tudhatjuk. Kezdetben a Ciszterci (ma Gárdonyi Géza) gimnáziumban folyt az észlelés. 1933 júniusától. a feladatot a Szőlészeti Kutató Intézet vette át, ahol már korábban is folytak mérések. A második világháború alatt itt csupán négy hónap kényszerszünet volt. Bár ez az állomás egészen 1993 végéig működött, elhelyezése többször is változott.

Ez utóbbi hely az ún. Kőlyuktetőn volt. Sőt, 1971-ben redukálták az állomás programját, amitől kezdve 1993-ig egyszerű csapadékmérő állomásként működött.

Új fejezetet nyitott az 1994. január elseje az egri észlelések történetéhen, amikor az akkori Főiskola kezdeményezésére ún. meteorológiai főállomás létesült a Leányka utcai bázis területén. A főállomásokon az időjárási jelenségek folyamatos szakképzett megfigyelése ma is folyik, azonnali automatikus adattovábbítással. Bár egy áttelepülésre az építkezések miatt 2006 nyarán itt is sor került, a mérések folyamatosságában fennakadás ekkor sem történt.

A fenti mérések a makro-meteorológiai reprezentativitást célozzák. A városi és domborzati hatások megfigyelésére külön hálózatot kell létrehozni, ami a Főiskola keretei között Roncz Béla (1985) által valósult meg először. 1984-1985-ben 10 állomás működött a város területén.

3. Az új állomások helyzete, koordinátái

Eger sem méreténél, sem beépítettsége jellegénél fogva nem aspirálhat jelentős hősziget-hatásra, de ha kialakulna is, ennek zavartalanságát befolyásolhatja az Eger körüli domborzat. Eger városa ugyanis egy 10 km hosszú, ÉNY-DK irányú völgyben fekszik, amit 30-50 méter szintkülönbség jellemez. Roncz (1985) tanulmányában nem választotta szét a domborzati és a városi hatásokat. Erre a következő állomáshálózat célzott telepítése nyújthat lehetőséget.

A városi és a domborzati hatások együttes szám jelzett megfigyelés érdekében egy hét automata adatgyűjtő állomásból álló hálózatot telepítettünk Eger városában, amelynek célja a hosszanti és keresztirányú völgyhatás, továbbá a városklíma hatás mezoléptékű számszerűsítését. A 7 állomásra felírható hét egyenlet pontosan hét ismeretlent tartalmaz, amelyekkel megkíséreljük a város és a domborzat klímamódosító hatásait elkülöníteni egymástól. Az állomásokat mindenütt fűfelület fölött helyeztük el, hogy kiszűrjük a mikroklimatikus hatásokat.

Az ismeretlenek közül kettő (**U** – városhatás a külterületen, **C** – városhatás a centrumban,) a városhatást, három a hosszanti völgyhatást ($\mathbf{V_u}$ a völgy tetején, $\mathbf{V_m}$ a közepén illetve $\mathbf{V_d}$ a völgy alján), míg egy ismeretlen a keresztirányú völgyhatást (**R** – gerinchatás a keresztirányú kiemelkedéseken) jellemzi. A hetedik változó a minden helyi hatás nélküli időjárás (**M**), amit a várostól északra elhelyezett, 1. számú állomáson regisztrálunk.

1 táblázat. A hét egri városklíma állomás koordinátái

No.	Szélesség (°N)	Hosszúság (°E)	A cím jellege	Feltételezett hatások
1.	47,94	20,38	Közintézmény	**Y1= M**
2.	47,92	20,37	Iskola	**Y2= M+V_u+0,5U**
3.	47,90	20,38	Iskola	**Y3= M+V_m+C**
4.	47,91	20,38	Privát	**Y4= M+0,5V_m+U+R**
5.	47,91	20,35	Privát	**Y5= M+U+R**
6.	47,90	20,39	Privát	**Y6= M+0,5V_m +0,5V_d +U**
7.	47,88	20,40	Cég	**Y7= M+V_d+U**

1 ábra. A hét városklíma állomás helye és összes felszerelése. (A koordinátákat lásd az 1 táblázatban.)

A hét állomás telepítésére 2016. május 17-19-én került sor. Az állomások helyét, a befogadók jellegét és az ott feltételezett domborzati és városi hatásokat az *1. táblázat* foglalja össze. Tekintettel elsősorban a három magánszemély érdekeire, utca-házszámot nem közlünk, csak koordinátákat. Az állomások térképi helyét az ezt követő, *1 ábrán* szemléltetjük.

A mért adatok: hőmérséklet, szélsebesség, nedvesség, csapadék. A jelen tanulmányban azonban csak a hőmérsékletre gyakorolt domborzati- és városi hatásokat elemezzük.

4. Eredmények (június-november)

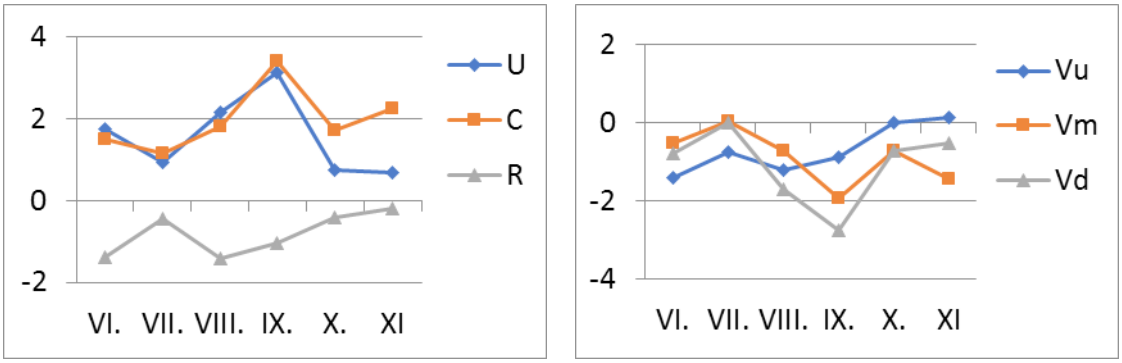
A mostani elemzésben csak azokat az óránkénti hőmérséklet adatokat használtuk fel, amelyek mind a 7 állomáson egyidejűleg rendelkezésre álltak. E feltételnek az összes adat mintegy harmada, 2515 óraérték felelt meg a 2016. június 1. és 2016. november 30. közötti, fél évben.

Az óraértékek átlagát napi középként értelmeztük, de a napon belüli eltérések kinyerése érdekében minden hónapra definiáltunk éjszakai, nappali és köztes órákat. Júniustól novemberig a *nappali órák* helyi időben rendre a 7-18, 7-18, 8-18, 9-17, 9-16, 9-15 órákkal jellemzett óraközök voltak, míg az *éjszakai órák* a 22-3, 22-3, 22-4, 21-4, 20-5 és 19-5 órai időszakok lettek. Köztes időszakként a nappali és éjszakai órák közötti 3-3 órát kezeltük.

A városi és domborzati hatások hat havi értékeit napi átlagban, valamint éjszakai, nappali és köztes időszakokra bontva a *2. táblázat* tartalmazza. A napi átlagok előjelei tükrözik az elvárást. A városhatások pozitívak, a keresztirányú dombtetők és a hosszanti völgyhatás mindenütt negatív. A városközpont (C) átlagai mindig magasabbak, mint a perem (U) hatása. Kedvező, hogy átlagosan, és a legtöbb bontásban a hosszanti völgyhatás a legalsó pontban a legerősebb és a legfelső pontban a legenyhébb. A napszakok átlagai közül csak a nappali dombtető (R) váltott pozitív előjelre, ám ez is reális a hegy-völgyi széljárás alapján.

2. táblázat. A városi és a domborzati hatások Egerben a mérések első, 2016. június-november időszakában. A jelölések rendre: Városi hatások, U – a külterületen, C – a központban. Lejtőhatások: R – gerinchatás az oldalsó dombtetőn, V_m – hosszanti hatás a völgy közepén. Hosszanti hatás V_u – a völgy tetején, illetve V_d a völgy alján.

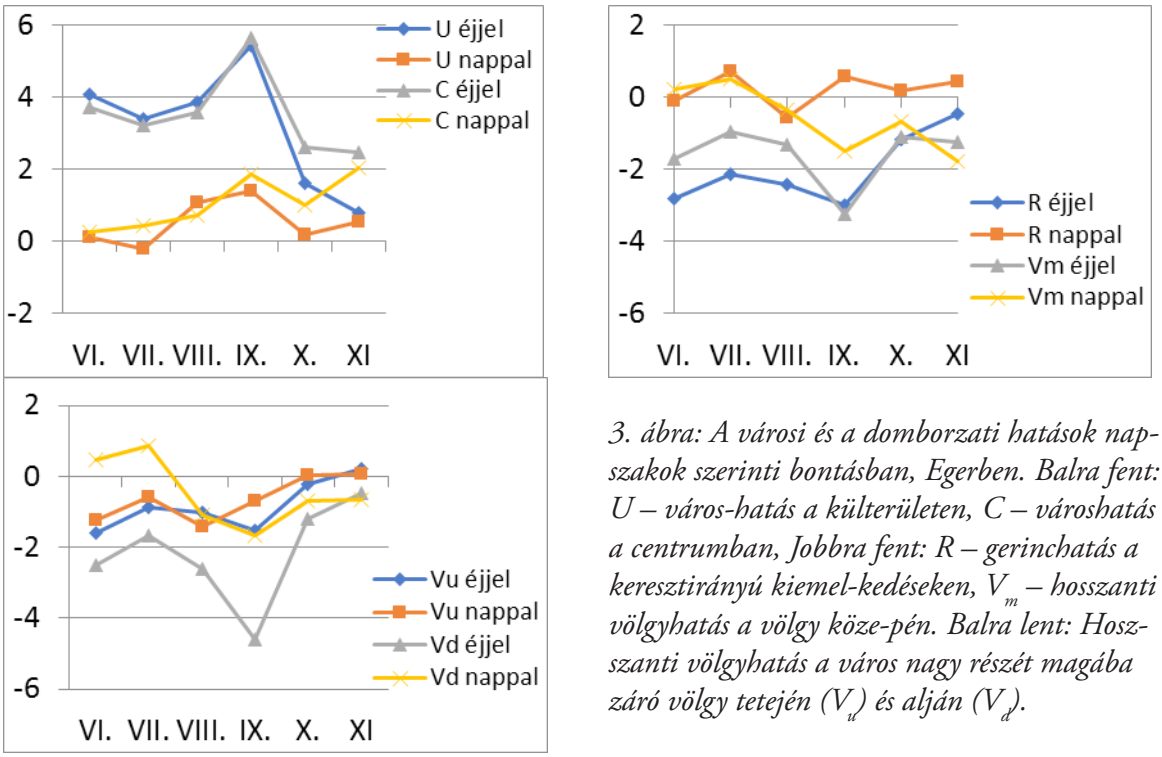
Hat hó	Napi átlag	Nappal	Éjjel	Köztes
C	**2,15**	1,06	3,53	1,72
U	**1,83**	0,51	3,19	1,55
R	**-0,89**	0,20	-2,00	-1,17
V_m	**-0,98**	-0,61	-1,60	-0,58
V_u	**-0,72**	-0,63	-0,84	-0,53
V_d	**-1,38**	-0,46	-2,18	-0,94



2. ábra. A városi és a domborzati hatások alakulása havonta Egerben a fűfelszín fölött végzett automata mérések első hat hónapjában. Balra: U – városhatás a külterületen, C – városhatás a centrumban, R – gerinchatás a keresztirányú kiemelkedéseken. Jobbra: Hosszanti völgyhatás a város nagy részét magába záró völgy tetején (V_u), közepén (V_m) illetve alján (V_d).

Havonta ábrázolva a városhatást, a keresztirányú gerinchatást, illetve hosszanti völgyhatást (*2. ábra* bal illetve jobb oldala), a hónapok nagy többségében is a várt viszonyokat kapjuk. Az első csoportban egyedül a központi (C) és peremi (U) városhatások csaknem azonos értékei furcsák: napi átlagban a C jelentősen csak október-novemberben haladja meg az U értékét. A három hosszanti völgyhatás is csak az őszi hónapokban alkot monoton csökkenő sorozatot.

Végül, a *3. ábrán* az éjszakai és a nappali hatásokat hasonlítjuk össze. Ennek bal felső részén megállapítható, hogy az év meleg felében (itt júniustól szeptemberig) mindkét városhatás sokkal erősebb éjjel, mint nappal. Október-novemberre ez a különbség kiegyenlítődik, viszont egyértelművé válik C fölénye U-val szemben, mindkét napszakban. Egyértelmű a hosszanti völgyhatások (V_m, V_u, V_d) és a dombtető (R) erősebb negatív hatása is éjjel, mint nappal. Az előbbi csoportnál ez érthető, a hidegebb levegő lefolyásával függ össze. A dombtető hatása nappal közel semleges.



3. ábra: A városi és a domborzati hatások napszakok szerinti bontásban, Egerben. Balra fent: U – város-hatás a külterületen, C – városhatás a centrumban, Jobbra fent: R – gerinchatás a keresztirányú kiemel-kedéseken, V_m – hosszanti völgyhatás a völgy köze-pén. Balra lent: Hosszanti völgyhatás a város nagy részét magába záró völgy tetején (V_u) és alján (V_d).

Köszönetnyilvánítás

A jelen kutatás megkezdését az adatgyűjtő számítógépek beszerzésével az EMMI 26-1/2016/FEKUT Pályázat, 03062 témaszámú kutatási projektje támogatta.

Irodalom:

- Ambrózy P., 2009: Meteorológiai mérések és megfigyelések Egerben. In: Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszék, Ünnepi Almanach 1949-2009, 85-88 pp
- Goldreich Y., 2009: Updating the urban topoclimatology - a review. In: The 7th International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan CD-ROM. 1-4 pp.
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Dezső, Zs., 2010: Application of remotely sensed thermal infor-mation to urban climatology of Central European cities. Phys. Chem. Earth, 35(1-2), 95-99.
- Roncz B., 1985: Városklíma mérések Egerben. Légkör, 30. évf. 3. sz., 31-33 o
- Unger, J., Gál, T., Rakonczai, J., Mucsi, L., Szatmári, J., Tobak, Z., van Leeuwen, B., Fiala, K., 2010: Modeling of the urban heat island patterns based on the relationship between surface and air temperatures. Időjárás, 114, 287-302.

TALAJNEDVESSÉG MONITORING ADATOK 3 DIMENZIÓS NUMERIKUS MODELLEZÉSE ARCGIS KÖRNYEZETBEN

3D numeric modelling of soil moisture monitoring data in ArcGIS platform

Hervai András [1], Czigány Szabolcs [2], Nagy Gábor [1], Halmai Ákos [3], Pirkhoffer Ervin [2]

[1] Földtudományok Doktori Iskola, Pécsi Tudományegyetem

[2] Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, Földrajzi Intézet, Pécsi Tudományegyetem

[3] Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék, Földrajzi Intézet, Pécsi Tudományegyetem

[1]ahervai@gamma.ttk.pte.hu

Summary

Adaptation to climate change demands the optimal and sustainable water management in agriculture, with an inevitable focus on soil moisture conditions. In the current study we developed an ArcGIS 10.4. platform-based application (software) to model spatial and temporal changes in soil moisture in a soy field. Six Sentek Drill & Drop soil moisture sensors were deployed in an experimental field of 4.3 hectares. Soil moisture measurement at each location were taken at six depths (5, 15, 25, 35, 45 and 55 cm) in 60-minute intervals.

The model is capable to spatially interpolate monitored soil moisture using the kriging technique. The time sequence change of soil moistures can be tracked by a Time Slider for 3D visualization. Soil moisture can be temporal changes can be visualized in either daily or hourly time intervals, and can be shown as a motion figure.

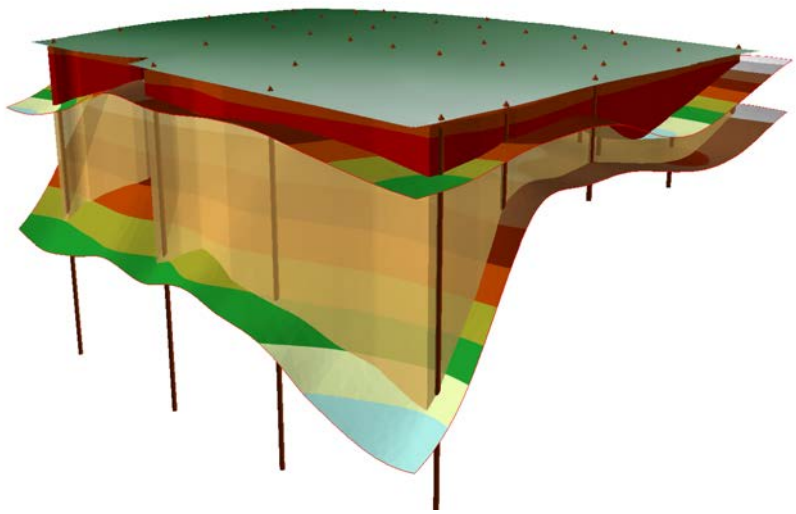
1. Bevezetés

A legtöbb talajnedvesség interpolációs modell a talaj nedvességének 2-dimenziós eloszlását vizsgálja és csak korlátozott számú publikáció áll rendelkezésre a 3D-modellezésre, leggyakrabban a Hydrus-3D-t használva, amely általában jó eszköznek bizonyul (Honar et al., 2011).

A modell képes a terepen megfigyelt talajnedvesség térbeli interpolálására kriging technikával. A talaj nedvesség időbeli változása megjeleníthető az ArcGIS Time Slider segítségével (3. ábra). A Pécsi Tudományegyetem az Elcom Kft-vel együttműködve vizsgálati mintaterületet alakított ki a B-Aranykorona Kft. által Boda külterületén művelt Koplaló nevű parcelláján. Hat Sentek Drill & Drop talaj nedvesség szenzort telepítettünk egy 4,3 hektáros kísérleti területen Bodától (Baranya megye) DNy-ra, ahol a talaj nedvességet hat mélységben (5, 15, 25, 35, 45 és 55 cm) folyamatosan mértük 60 perces időközönként. A kutatás eredménye, az Elcom Kft szellemi tulajdonát képezi.

2. Anyag és módszer

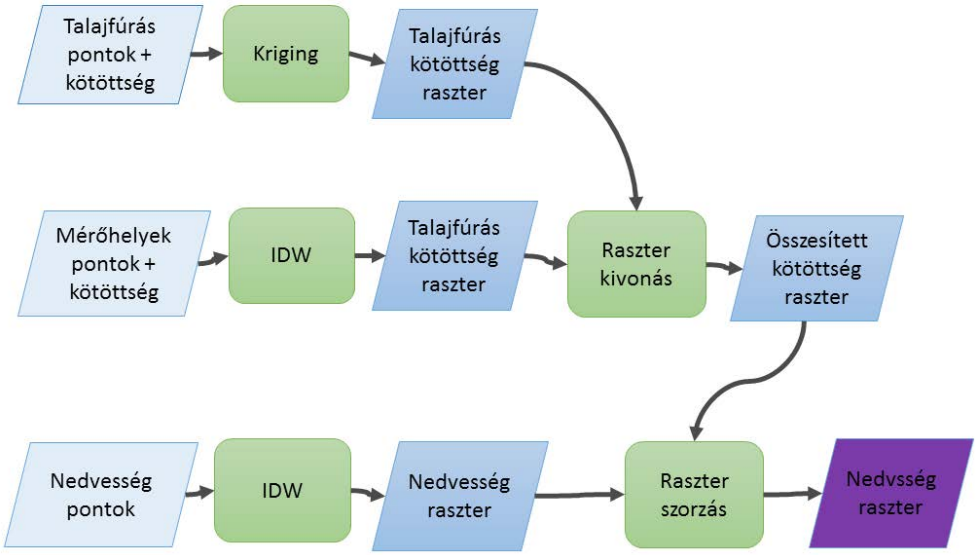
A vizsgálataink a terepi adatgyűjtési, mintavételezési és laborelemzési munkálatokkal kezdődtek, melyeket standard talajtani eljárások alapján végeztünk el (Dane és Topp, 2002). A mért értékek alapján elkészítettük az 1-méteres felbontású domborzatmodellt ArcGIS 10.4 szoftver segítségével. A domborzati modell után elkészítettük az egyes genetikai talajrétegek (Ap, A, B, BC, C) felületét. A felületek közé kihúztuk az egyes talajszinteket (1. ábra).



1. ábra. Talajszintek és a talajfúrások háromdimenziós megjelenítése (50 szeres mélység torzítással)

A talajfizikai paraméterek és talajnedvesség monitoringot követően elkészítettük a szoftvert, amely talajnedvesség adatokból térben és időben mozgatható interpolált talajnedvesség térképet hoz létre. Az alkalmazásunk bemeneti paraméterei a kötöttség értékekkel rendelkező talajfúrás pontok, a talajfúrás és a nedvesség pontok. Az alkalmazásunk kimenete egy talajnedvesség vektoros térkép.

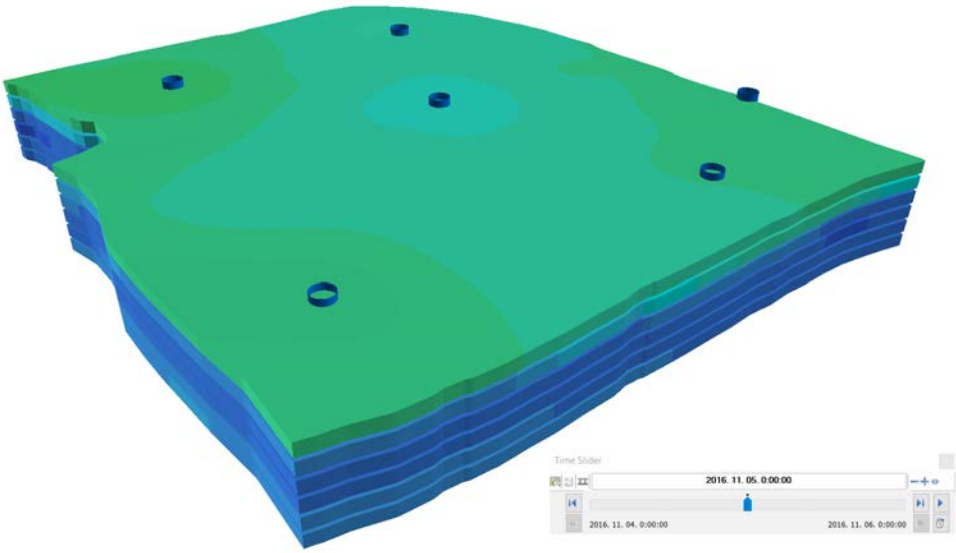
Az adott parcella talajszintjeinek egyszeri felmérésével (talajszintek meghatározása és Arany-féle kötöttség) és a talajnedvesség adatok folyamatos rögzítésével kézi talajnedvesség mérő eszköz segítségével az interpolációt javítani tudtuk. Ismertük a 6 mérőszonda 6 különböző mélységének (5,15,25,35,45,55 cm) a kötöttség értékeit. Ezekből az értékekből IDW típusú interpolációval kötöttség raszter térképet készítettünk el. Szintén meghatároztuk az egyes genetikai talajszintek Arany-féle kötöttségi értékét a 35 ponton, majd ezeket az értékeket Kriging eljárással interpoláltuk (2. ábra). A két raszter térképnek (az IDW kötöttség és a Kriging kötöttség) az értéket minden egyes mélységben kivontuk egymásból. A kivonással gyakorlatilag talajtani ismeretekkel bővítettük a nedvesség adatok interpolációját.



2. ábra. Talajnedvesség számítás folyamatábrája

A mérőszondák melletti fúrások hat pontja alapján készült kötöttség raszter természetesen sokkal kevésbé részletes, mint a második 35 talajfúrás mentén készült raszter. A kivonás értéke 0 lesz, ha megegyezik a két interpoláció az adott cellában. Ha a 35 talajfúrásból készült raszter térképen egy adott cellában nagyobb a kötöttség értéke, mint a 6 talajfúrásból készült raszter térképen, akkor az érték pozitív lesz, ha kisebb akkor negatív. Ezt az eredményt százalékos értékké alakítottuk és megszoroztuk vele a mért nedvesség értékeket tartalmazó raszter térképet (azaz minden egyes celláját). Az *ordinary kriging* függvényt választottuk a nedvesség interpolációjára, a jövőben azonban azt tervezzük, hogy teszteljük a modellt más korábbi vizsgálatokban javasolt interpolációs módszerekkel (Zhang et al., 2016).

Az elkészült raszter térképek egyszeri megjelenítésre lehetne használni, de túl nagy helyet foglal el a memóriában (200-300 KB), ráadásul nem lehet olyan könnyen dátum értéket rendelni hozzá, mint a vektoros állományokhoz. A tervezésekor természetesen cél volt az is, hogy az időbeni változást is meg tudjuk jeleníteni, így a kisebb helyen (80-90 KB) tárolható vektoros állományokat kellett készítenünk. A különböző idő intervallumok raszter térképeinek első lépésben elkészítettük a kontúr vonalát (3. ábra), majd a kontúr vonalakból poligonokat határoltuk körbe. Az így elkészült poligon térkép már lehetővé teszi hosszabb talajnedvesség idősor valósidejű mozgatását, de ehhez a dátum mezőt is attributumként kellett tárolnunk az adatbázisban. A talajnedvességek időbeni változását az ArcGIS Time Slider eszköz használatával követhetjük végig.



3. ábra. A talajnedvesség mérőszondák és az interpolált talajnedvesség rétegek időbeni mozgatása Time Slider segítségével (50 szeres mélység torzítással)

3. Következtetés

Az általunk elkészített térinformatikai szoftver, egy talajfizikai szempontból felmért talajban talajnedvesség adatokat interpolál ki és jelenít meg térinformatikai szoftver környezetben. Talajnedvesség változásának, a nedvesség megtartásának hosszútávú megfigyelésére használható precíziós mezőgazdasági eszköz. A gazdálkodóknak segít megmutatni a nagyon száraz vagy a nagyon nedves területeket 6 különböző mélységben: 5, 15, 25, 35, 45 és 55 cm. A különböző kötöttségű rétegek, a lehullott csapadék és a talajnedvességek közötti összefüggések kimutatására tervezzük továbbfejleszteni az alkalmazást, később összehasonlítanánk a HYDRUS 2D illetve a HYDRUS 3D szoftverrel. Célunk a kutatás és az alkalmazás kiterjesztése más talajtípusra és más növényborításra.

Irodalom

- Dane, J. H., and C. G. Topp. (2002): Methods of Soil Analysis: Part 4 Physical Methods. SSSA Book Ser. 5.4. SSSA, Madison, WI. doi:10.2136/sssabookser5.4
- Honar M. R., Shamsnia S. A., Gholami A. 2011: Evaluation of water flow and infiltration using HYDRUS model in sprinkler irrigation system. In: 2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications, IACSIT Press, Singapore, 17, 276-281.
- Zhang J., Li X., Liu Q., Zhao L., Dou B. 2016: An Extended Kriging method to interpolate soil moisture data measured by wireless sensor network. Hydrology and Earth System Sciences.x0

A FÖLDTUDOMÁNYI OKTATÁS TÖRTÉNETE A JUBILÁLÓ PÉCSI EGYETEMEN

The history of geoscience education at the Jubilee University of Pécs

Dövényi Zoltán
Pécsi Tudományegyetem, Földrajzi Intézet
dovenyiz@gamma.ttk.pte.hu

A Pécsi Tudományegyetem elvileg 650 éves története ténylegesen ennél jóval rövidebb időszakot ölel fel, a geográfia jelenléte pedig még egy évszázadnál is rövidebb. Így a 650 év eltérő jelentőségű korszakokra osztható fel.

1. Előzmények

Amikor 1367-ben megalapították a Pécsi Egyetemet, földrajznak vagy földtudományoknak nem csak Pécsett, de más európai egyetemeken sem volt se híre, se hamva. Így nem meglepő, hogy egyetemünk első oktatóinak tudományos munkássága nagyon távol esett még a természettudományoktól is.

A földtudományok egy városban nem csak úgy tudnak jelen lenni, hogy egy egyetemen vagy főiskolán oktatják, hanem úgy is, hogy tudós művelői ott élnek. Egyetem hiányában Pécsett évszázadokon keresztül ez volt a helyzet, azaz tudunk olyan lakosokról, akiket a földtudományok története feljegyzésre érdemesített.

Közülük elsőként Oláh Miklós (1493–1568) érdemel említést, aki az 1520-as években pécsi kanonokként éveket töltött a városban. *Hungária* című, 1536-ban írt munkája Magyarország első chorográfiája, s az országleírások között világviszonylatban is az elsők között volt (Fodor F. 2006). Ebben a munkájában Pécsről részletes leírást ad, az egykori egyetemről azonban nem tesz említést (Oláh M. 2000).

A török uralom hosszú időszaka után a 18. században a jezsuita gimnázium több tanára is jeleskedett a magyar tudományos földrajz megteremtése érdekében. Közülük leginkább Bertalanffi Pál (1706–1763) érdemel említést, akinek ezer oldal terjedelmet meghaladó fő műve kora legjobb magyar nyelvű világképe (Fodor F. 2006). Pécsett hosszabb ideig tanított, az előbb említett munkájában szemléletes leírást adott a városról (Pécs Lexikon, 2010). Az iskolának azonban nem csak földtudományokban jeleskedő tanárai, hanem diákjai is voltak, mint például Mitterpacher Lajos (1734–1814), a fizikai földrajz jeles művelője.

Ez a tendencia a 19. században azonban nem folytatódott, Pécs lényegében lekerült az egyre inkább megerősödő földtudományok térképéről. A tudományterületet mindössze néhány olyan földrajztanár képviselte, akik néha írtak kisebb földrajzi tárgyú munkákat, ez azonban nem volt jelentős tevékenység. Nem segített a földtudományokon az sem, hogy időközben megtelepedtek felsőoktatási intézmények is Pécsett, mivel sem az 1746-ban alapított teológiai főiskola, sem pedig az 1831-ben létrehozott Pécsi Püspöki Lyceum képzési rendjéhez nem illeszkedtek a földtudományok.

A Kolozsvári Egyetem megalapítása (1872) után az újabb egyetemalapítási elképzelésekben Pécs is kapott ugyan szerepet, de 1912-ben nem itt, hanem Debrecenben és Pozsonyban hoztak létre két új egyetemet: a sors vagy inkább a történelem iróniája, hogy egy évtizeddel később az utóbbi universitas már Pécsett működött. Igaz, ebben az évtizedben benne volt az I. világháború és Trianon is…

2. A Prinz-korszak

Így a pécsi egyetemi földrajzoktatás végül is Pozsonyban kezdődött, amikor 1918 márciusában létrehozták a Földrajzi Tanszéket, Prinz Gyula nyilvános rendes tanárral az élen. Ezek az idők már egyre kevésbé voltak alkalmasak az elmélyült kutatói és oktatási munkára, s a fokozódó politikai feszültségek miatt a Pozsonyi Erzsébet Tudományegyetem 1921 februárjában ideiglenesen áttelepült Budapestre, majd 1923-ban Pécsett talált végleges otthonra.

Az indulás a Földrajzi Tanszéknek sem volt könnyű, személyi és felszerelési problémákkal egyaránt meg kellett küzdeni. Pozsonyban Princz első tanársegédje a nagy tehetségű Strömpl Gábor volt, ő azonban 1920-ban megvált az egyetemtől. Utóda a szintén jó kvalitásokkal rendelkező Kerekes J. Zoltán lett, de 1922-ben ő is távozott (Szabó P. 1940).

Jóllehet Prinz Gyula régi pécsi család sarja volt (Sragner M. 1998), 1923 őszén egyedül, azaz munkatársak nélkül érkezett a városba. A két világháború között az oktatás elsősorban az adott tanszék professzorának volt a feladata, ezt azonban egyedül aligha tudta volna elvégezni így Prinz Gyula már 1923-ban felvett egy tanársegédet Szabó Pál Zoltán személyében, akit 1933 szeptemberében Homér Janka követett. A tanszéki, illetve intézeti munkát ún. díjtalan gyakornokok is segítették.

Az igazi segítséget azonban a magántanárok jelentették, akik nem voltak az egyetem alkalmazottai, valahol máshol dolgoztak, de habilitáció révén lehetőséget kaptak egy adott témakörben egyetemi előadásokat tartani. Így egy tanszék vagy intézet szakmai színvonalát jelentős mértékben meghatározta, hogy kiket sikerült megnyerni egyetemi magántanárnak. Ebből a szempontból a pécsi geográfia a két világháború között kimondottan jól állt, mivel Prinz Gyulának a szakmai élmezőnyből sikerült magántanárokat megnyernie.

Ilyen volt például az őslénytan területén Telegdy-Roth Károly, aki 1926–1928 között volt magántanár. Erősebb pécsi kötődéssel rendelkezett Lambrecht Kálmán paleontológus, aki 1926 és 1933 között magántanár, ezt követően pedig 1936-ban bekövetkezett haláláig címzetes rendkívüli tanár volt (Sragner M. 2001).

Az emberföldrajz magántanára 1923–1935 között Hézser Aurél volt, majd 1938–1940 között Wallner Ernő. A Pécsett élő földtudósok közül már említett Szabó Pál Zoltán 1932-ben, a meteorológus Simor Ferenc pedig 1940-ben lett magántanár. A névsor nem teljes, voltak mások is magántanárok, kik kevésbé ismert képviselői voltak szakterületüknek.

Az órák többségét azonban így is Prinz Gyula tartotta, ami bizonyára nem esett nehezére, mert páratlanul széles spektrumban művelte a földtudományokat (Dövényi Z. 2012), joggal nevezhető az utolsó magyar geopolihisztornak (Szederkényi T. 1984).

Az sem mellékes természetesen, hogy mit tanultak a hallgatók? Ízelítőül két véletlenszerűen kiválasztott félév tanrendje:

Az 1932-33-as tanév első féléve (zárójelben a heti óraszámok):

Prinz Gyula
- Európa földrajza (4)
- Földrajzi kutatás és irodalom (szeminárium, 1)
- Földrajzi gyakorlatok kezdők számára (Szabó Pál Zoltán közreműködésével, 2)
- Bevezetés a földrajzi búvárkodásba (2)

Lambrecht Kálmán magántanár
- Paleobiológia és ősföldrajz (2)
- A paleontológia története (1)

Szabó Pál Zoltán
- A magyar föld szerkezete és alaktana (2)

Az 1937-38-as tanév első féléve:

Prinz Gyula
- Politikai földrajz (4)
- Földrajzi szeminárium (1)
- Térképtani gyakorlat (2)
- Bevezetés az önálló földrajzi búvárkodásba (2)

Szabó Pál Zoltán magántanár
- Magyarország geopolitikája, II. rész (2)
- Pécs és környékének földrajza (1)

Gebhardt Antal magántanár
- Állatföldrajz: A szárazföldi állatok elterjedése (2)
- A szárazföldi állatok élethelyei (1)

Koch Nándor magántanár
- Tengertan, II. rész: A tenger fizikája (2)

A Földrajzi Intézet tagjainak száma az 1930-as évek végén kb. 50 körül volt (Szabó P. 1940), feltehetően ebben mindenki benne volt, tehát az oktatók és a technikai személyzet mellett a hallgatók is. A fentiek alapján évfolyamonként átlagosan 10–12 hallgatóval lehet számolni. Az intézetben doktori szigorlatot is lehetett tenni, s a doktori disszertációk a Prinz Gyula által 1926-ban indított *Geographica Pannonica* címet viselő könyvsorozatban jelentek meg. A széria 1941-ben, Prinz Kolozsvárra kerülésével szűnt meg, addig azonban 44 értekezés kapott helyet benne.

Érdemes szót ejteni az intézet felszereltségéről is. Ez nem indult jól, amit Prinz szóvá is tett. Egyik feliratában kifogásolta, hogy neki Pozsonyban jól felszerelt intézete volt, Pécsett viszont még a bútorzat is olyan gyenge, hogy még fogházba sem lenne való… Később azonban sokat javult a helyzet, és az 1930-as évek végére már volt egy kb. 2000 műből álló szakkönyvtára, valamint értékes és ritka térképgyűjteménye. A könyvtárba ekkor 14 hazai és 6 külföldi folyóirat járt (Szabó P. 1940).

A hazai geográfiában is egyre nagyobb szerepet játszó Prinz-intézet azonban nem tudta igazi hazai pályáját befutni, mert a második bécsi döntést követően, 1940 őszén a teljes bölcsészkarral együtt áthelyezték Kolozsvárra. Prinz Gyulával együtt távozott Simor Ferenc magántanár és Homér Janka tanársegéd is (Bartos-Elekes Zs. 2000). Pécsett egyedül Szabó Pál Zoltán maradt, aki az 1943-ban alapított Dunántúli Tudományos Intézet első igazgatója lett. Így az egyetemi szintű geográfia első pécsi jelenléte mindössze 17 évet ölelt át…

3. Főiskolai korszak

Az már a döntés pillanatában is egyértelmű volt, hogy a bölcsészkar megszüntetése súlyos csapást jelentett a pécsi felsőoktatásra. Talán ennek felismerése is szerepet játszott abban, hogy Pécs már 1948-ban kapott egy új felsőoktatási intézményt, ami Pécsi Pedagógiai Főiskola néven kezdte meg működését. Az elsőként alapított kilenc tanszék között ott volt a földrajz is, de az is egyértelmű volt, hogy a főiskola nem pótolhatja az egyetemet. Ezen a téren például olyan lényeges különbségek voltak, hogy Prinz Gyula idején még középiskolai tanárokat képeztek, a főiskola földrajz tanszéke pedig az általános iskolák felső tagozatát látta el oktatókkal. És az is markáns különbség, hogy az egyetemen lehetett doktori fokozatot szerezni, a főiskolán pedig nem.

Az új főiskola első igazgatója Szabó Pál Zoltán lett, aki egyúttal a fölrajzi tanszék alapító vezetője is volt (1948–1950). Távozása után Bona Imre vette át a tanszék vezetését, és közel negyed évszázadon át töltötte be ezt a pozíciót (1950–1973). Mellette többen is az 1950-es évek elején kerültek a tanszékre, s utána lényegében nyugdíjba vonulásukig végezték az oktatást. Összességében szinte végig 5-6 oktatója volt a tanszéknek (A Pécsi… 1979).

Az új főiskolán 1948 novemberében indult meg az oktatás, mindössze száz fő körüli hallgatói létszámmal, ez azonban rövidesen gyors emelkedésnek indult. Ennek oka elsősorban az óriási tanárhiány volt, aminek leküzdését kezdetben kevésbé sikeres módszerekkel próbálták megvalósítani. Ezek közé tartozott, hogy 1950–1954 között a képzés mindössze két éves volt, amit a gyakorló év egészített ki. Ekkor a földrajz tanszék a történelem-földrajz szakpár oktatásába kapcsolódott be. Ez a „gyorstalpaló" képzés a hallgatóknak óriási terhet jelentett, mivel a heti óraszám irreálisan magas, 40–44 volt (50 éves… 1998). Ennek az időszaknak a pozitív eredménye, hogy 1950-ben a főiskola megkapta a Pius Gimnázium épületét, ahol a Földrajzi Intézet napjainkban is működik.

Ezt követően 4-5 évente változott a képzési rendszer, szerencsére inkább kedvező irányba. Így 1954–1959 között már hároméves kétszakos képzést volt, majd az 1959–1964 közötti időszakban a négyéves, de háromszakos képzést vezették be. Az utóbbi lényege úgy foglalható össze, hogy az öt kötelező szakpárhoz (ezek között volt a biológia-földrajz is) lehetett harmadik szakként választani a mezőgazdasági ismeretek, ének, rajz és testnevelés közül. Ebben az időszakban, 1962-ben, a főiskola nevet is változtatott, felvette a Pécsi Tanárképző Főiskola nevet (50 éves… 1998).

A főiskolai korszak utolsó képzési változtatás 1964-ben volt, amikor áttértek a négyéves kétszakos képzésre, ami 1982-ig érdemben már nem változott. Végül is az összes közül ez volt a leghatékonyabb képzési forma.

Az 1980-as évtized már a „lázas reformok" kora a hazai felsőoktatásban is, ami természetesen nem kerülte el Pécset sem. Így 1982 januárjától a Tanárképző Főiskola Tanárképző Kar néven a Janus Pannonius Tudományegyetem (JPTE) szervezeti egysége lett. Ennek egyik következményeként 1983-ban megindult az egyetemi szintű képzés, ami már ötéves tanulmányokat jelentett. Ami viszont nem változott, hogy a földrajzos képzést továbbra is egyetlen Földrajzi Tanszék végezte. Ez csak 1989-ben változott, amikor megalakult a Földrajztudományi Intézet (50 éves… 1998).

1970-től részletes statisztikai adatokkal is rendelkezünk a földrajzot tanuló hallgatókról. Eszerint ebben az évben 125 hallgatója volt a Földrajzi Tanszéknek, azaz a Tanárképző Főiskola minden tizedik tanulója. A legtöbben (52 fő) földrajz-rajz szakon tanultak, a földrajz-testnevelés 43, a földrajz-biológia pedig 29 hallgatót érdekelt, és volt egyetlen német-földrajz szakos is.

Öt évvel később már lényegesen magasabb hallgatói létszámról lehetett beszámolni (1975: 214 fő, 17,7%). A legnépszerűbb szakpár ekkor a biológia-földrajz (93 hallgató), ezt követte a földrajz-testnevelés (77 fő) és a földrajz-rajz (30 fő). Ekkor a főiskola hallgatóinak közel 18%-a tanult földrajzot.

1980-ra tovább nőtt a Földrajzi Tanszék hallgatóinak száma (313 – 18,2%). Ekkor is a földrajz-testnevelés a legnépszerűbb (121 fő), de nem sokkal marad el tőle a földrajz-rajz (110 fő) sem. Sokan választották a földrajz-biológiát is (79 fő).

A hallgatói létszámot nézve valahol 1980 körül lehetett a csúcs, mert 1985-re vonatkozóan már csökkenő létszámról és arányról (236 –15,8%) van tudomásunk. Ekkor is a földrajz-testnevelés vitte a prímet (95 fő), mögötte fej-fej mellett a földrajz-rajz (69 fő) és a biológia-földrajz (65 fő).

4. *Intézeti korszak*

Már az egyetemi képzés megindításakor egyértelmű volt, hogy a főiskolai szinthez kalibrált szervezeti rendszeren változtatni kell, egy néhány oktatóval működő tanszék nem tud megfelelni az új igényeknek. Az előrelépés lehetőségét az intézetté alakulás jelentette, aminek a szervezése 1989-ben indult meg, és már ebben az évben létre is jött a Földrajztudományi Intézet. Ez a keret fogta össze a két tanszéket (Természetföldrajzi, illetve Gazdaságföldrajzi Tanszék), valamint a Földrajzi Információs Központot, amihez az Intézet könyvtára is tartozott.

Az intézeti modell létrehozása alapvetően Tóth József nevéhez kötődik, aki 1984-ben került Pécsre, és az 1980-as évek végétől egyre inkább az egyetemi oktatással foglalkozott. Az általa preferált intézeti rendszer nem csak néhány földrajzi tanszék szervezeti kerete lett volna, hanem az egyetemi-kutatóintézeti együttműködés megvalósulása is (50 éves… 1998).

1990-ben ezekből a tervekből és elképzelésekből még csak kevés valósult meg, az oktatói létszám növekedése azonban már ekkor megfigyelhető: ebben az évben már 11 főállású munkatársa van a két tanszéknek.

Az 1992-es tanév újabb szervezeti változást hozott: az év elején kettévált a Tanárképző Kar és létrejött a Bölcsészettudományi és a Természettudományi Kar. Ellentétben a két világháború közötti időszakkal, a földrajz az utóbbihoz tartozott. A TTK megalakulása új szervezeti felállást is hozott, ami többek között az intézeti rendszer átmeneti megszűnését is jelentette.

Paradox módon a tervezett intézeti modell éppen akkor épült fel, amikor az intézeti keret éppen hiányzott. A gyors fejlődést jelzi, hogy 1993-ban már három tanszék van (Általános Társadalomföldrajzi és Urbanisztikai, Regionális Társadalomföldrajzi, Természetföldrajzi), az oktatók létszáma pedig 20 fölé emelkedett. Ez az oktatói gárda több csoportból állt össze:

- a „kemény mag": a főiskolai időszak oktatói
- az egyetem más tanszékeiről áthozott oktatók
- külső kutatóhelyekről, egyetemekről átkerült oktatók
- óraadók és másodállású oktatók kutatóintézetekből vagy éppen a gyakorlatból.

Nagyon lényeges megemlíteni, hogy a fenti összetételű oktatói gárda szakmailag lényegesen szélesebb spektrumot fedett le, mint az korábban jellemző volt: túllépett a geográfia határain és egyre inkább kiterjedt más földtudományi területekre is, például a geológiára, a környezettudományokra. Ez a szakmai kiteljesedés is hozzájárult ahhoz, hogy ebben az évben indulhatott egy doktori program, amiből a ma is működő Doktori Iskola kifejlődött. Az oktatói létszám növekedése mindenképpen szükséges volt, mert az 1990-es évek elejétől jelentősen megnőtt az érdeklődés a pécsi egyetemi földrajzi képzés iránt. Ezt jelzi többek között, hogy az 1992–1996 közötti időszakban a Természettudományi Kar hallgatóinak 40%-a földrajz szakos volt. Ekkor elsősorban egyszakos képzés folyt, de már ekkor egyre többen vállalták újabb szak felvételét is (50 éves… 1998).

A Földrajzi Intézet újraalapítása végül is 1998-ban történt meg, és a geográfia azóta is ebben a szervezeti keretben működik. Ekkor nyolc ún. nem önálló tanszék létesült, elsősorban abból kiindulva, hogy a kisebb tanszékek az óraadók, másodállású oktatók és a doktoranduszok bevonásával nagyobb szakmai erőt jelenthetnek az oktatásban és a kutatásban is (50 éves… 1998).

A későbbi összevonások és átszervezések következtében a tanszékek száma hatra csökkent, s ezekben jelenleg több mint 40 főállású oktató-kutató tevékenykedik. Ezzel a Földrajzi Intézet az ország egyik legnagyobb földrajzi műhelye, melynek tevékenysége jelentősen túlnyúlik a geográfia határain. Ezt jelzi, hogy a Földrajzi Intézet a gazdája a TTK-n belül a Földrajzi BSc, a Földtudományi BSc és a Környezettudományi BSc alap-, a Geográfus MSc és a Környezettudományi MSc mesterképzésnek, és jelenleg folyik a Földtudományi MSc akkreditációja. Ezen túlmenően természetesen tanárképzés is van. A képzést a több mint húsz éve működő Földtudományok Doktori Iskola egészíti ki, ami több mint 130 PhD-hallgatójával az ország legnagyobb doktori iskolái közé tartozik.

Irodalom

- 50 éves… 1998: 50 éves a Pécsi Pedagógiai Főiskola 1948–1998. Emlékkönyv. Felelős kiadó: Tóth József. Kiadja a JPTE. Pécs, 169 p.
- A Pécsi… 1979: A Pécsi Tanárképző Pedagógiai Főiskola harminc éve, 1948–1978. Pécs, 293 p.
- Bartos-Elekes Zs. 2010: Geográfusképzés a kolozsvári egyetemen (1940–1945). Elhangzott előadásként a Kolozsvári Magyar Királyi Ferenc József Tudományegyetem (1940–945) c. tudományos konferencián, Kolozsváron, 2010. december 3-án.
- Dövényi Z. 2012: Prinz Gyula, az utolsó magyar „geopolihisztor". Természetföldrajzi Közlemények a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetéből 1. pp. 5–13.
- Fodor F. 2006: A magyar földrajztudomány története. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 820 p.
- Oláh M. 1735/2000: Hungária-Athila. Osiris Kiadó, Budapest, 143 p.
- Pécs Lexikon I-II. 2010. Főszerkesztő: Romváry Ferenc. Pécs Lexikon Kulturális Noprofit Kft. Pécs, 544 és 475 p.
- Sragner M. 1998: Prinz Gyula bibliográfia. JPTE Földrajzi Intézet. Pécs, 147 p.
- Sragner M. 2001: Emlékezés egy pécsi természettudósra: Lambrecht Kálmán. PTE TTK Földrajzi Intézet. Pécs 236 p.
- Szabó P. 1940: A M. Kir. Erzsébet Tudományegyetem és irodalmi munkássága. Pécs. 1103 p.
- Szederkényi T. 1984: Prinz Gyula, a geológus. Földrajzi Közlemények XXXII. (CVIII.) 1. pp. 14–16.

A PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM NEMZETKÖZI KAPCSOLATAI ÁZSIÁBAN

The Scientific Connection and Intercommunication between the University of Sciences and Asia

Bárdi László
Pécsi Tudományegyetem, Földrajzi Intézet, Ázsia Központ
laszlobardidr@gmail.com

Egy egyetem elismert, általánosan elfogadott rangját elsősorban nem az *objektív* körülményei határozzák meg. Gondoljunk csak arra, hogy amikor az 1921-ben Pozsonyból Pécsre telepített Erzsébet Tudományegyetem – közvetlen jogelődünk, – 1923-ban megkezdte a tulajdonképpeni oktatást, a sajtó híradása szerint a hallgatók nem csupán a padokat, hanem még a lépcsőket is elfoglalták.

Az oktatás sokkal fontosabb, sőt meghatározó *szubjektív* tényezői, azaz magának az oktatásnak, az oktatóknak a színvonala azonban kedvezőbben alakultak valamennyi karon, s értelemszerűen az akkori földrajzi tanszéken is.

Az egyetemek sokat emlegetett hármas funkciója, az oktatás-nevelés, a tudományos kutatás és az elért eredmények publikálása időnként váltakozó összhangban valósul meg.

A kezdet-kezdetén, az egyetem egykori alapítása korában a *latin* nyelv általános egyeduralma érvényesült mindhárom területen, s ez az egyetemes nemzetközi versenyképességet egyértelműen biztosította.

Az újkor során Kelet- illetve Kelet-Közép-Európában, tehát Magyarország területén is, ugyanilyen szerepre jutott a *német* nyelv.

Napjaink világában már az *angol* nyelv tört egyértelműen előre gyakorlatilag valamennyi területen.

Ha most egyetemünk életét, munkásságát leszűkítve a Földrajzi Intézet nézőpontjából tekintjük röviden át, az első tudós, akinek munkásságát nemzetközi méretekben is kimagaslóan eredményesnek ítélhetjük, ***Prinz Gyula*** volt. Mellékes epizódja életének, hogy annak idején, középiskolás korában még földrajzból is megbukott, de később ennek ellenére a földtudományoknak lett nemzetközi rangú művelője.

Első alkalommal 1906. májusától 1907. januárjáig járt Belső-Ázsiában**.** Sokoldalúságára jellemző, hogy ennek során klímaváltozásokkal kapcsolatos megfigyeléseket tett, geomorfológiai és geológiai vizsgálatokat végzett, löszformákat kutatott, gleccserformációkat tanulmányozott, fontos geotektonikai megállapításokra figyelt fel. Vizsgálódásainak színhelye elsősorban a Tian Shan volt. Miután fényképezőgépe nem volt (!), kitünő panorámarajzokat készített, és ami az egyik legfontosabb eredménye: alapvető térképeket szerkesztett a bejárt és megvizsgált területekről.

Másodszor az MTA támogatásával indult 1909 áprilisában 1909 októberéig tartó nagy belső-ázsiai kutatóútjára, elsősorban a már megismert Tan Shan térségébe, sőt ezúttal a szomszédos Tarim-medence nyugati peremvidékére is. Korábbi földtudományi sokoldalúsága most is jól érvényesült: folyóteraszokat és hordalékkúpokat tanulmányozott, folyószurdokokat vizsgált meg, új gleccsereket fedezett fel, újabb jelentős geomorfológiai, geológiai és tektonikai megállapításokat tett, egyúttal töretlenül folytatta korábbi térképészeti felvételezéseit is.

A nemzetközi érintkezéseket nem csupán kimagasló értékű közvetlen személyes kapcsolatai jelentették, hiszen Eduard SUESS, Ferdinand RICHTHOFEN legendás földrajztudósokkal folyamatosan élő kapcsolatban állott, hanem magyar és német nyelvű publikációi is (így 1909-ben és 1911-ben Bécsben megjelent nagy német nyelvű tanulmányai) ugyanezt segítették elő. Magyarul megjelent szaktanulmányai mellett a nagyközönségnek írt ismeretterjesztő könyvei különösen fontosak a geográfia népszerűsítése miatt.

Pécshez való kötődését jelentette itt töltött 13 éve 1923-tól 1940-ig, s ennek során nem csupán a földrajzi tanszék vezetője volt, – s közismerten szigorú tanára, – hanem a bölcsészkar dékánja is, majd az egyetem rektori tisztségét is betöltötte. Személyében a földrajztudományoknak talán utolsó sokoldalú művelője volt, mert annak szinte minden ágát eredményesen gyakorolta.

Évtizedekkel később újabb nagy ugrás következett be a Földrajzi Intézet ázsiai kapcsolatainak kiépítésében. Jelentős esemény volt az ***Ázsia Központ*** megszervezése 1999-ben, majd a ***Keleti Kiskönyvtár*** megindítása 2000-ben, valamint olyan tematikus tanulmánykötetek kiadása, mint az ***Ázsia politikai földrajza*** 2005-ben. A fentiek kiegészítésére a szakmai és társadalmi érdeklődés kielégítését olyan konferenciák segítették elő, amelyek kifejezetten az európai és az ázsiai kapcsolatok további bemutatására és erősítésére szolgáltak (így az ismételten megrendezett *Ázsia Napok*, amelyeken a kínai és az indiai nagykövetségek magas szinten képviseltették országukat).

A Földrajzi Intézet több oktatója vett részt ázsiai tanulmányutakon, így *Pap Norbert* Japánban és újabban meg Törökországban, *Lóczy Dénes* Kínában, *Hajdú Zoltán* Indiában, *Bárdi László* Kínában, Mongóliában és Indiában, *Wilhelm Zoltán* Kínában, Mongóliában és Indiában, legutóbb meg *Zagyi Nándor* Indiában. Ezek tapasztalatai számos cikkben, tanulmányban és könyvben jelentek meg, esetenként több nyelven is, így a magyar mellett angolul és kínaiul is. A közelmúlt elhúnyt kutatói közül mindenképpen említést érdemel *Tóth József* rector emeritus személye is.

A szűkebb köröknek szánt, elsősorban szakmai jellegű tapasztalatok továbbadása mellett fontos szerepet töltöttek be a tömegeknek szánt ismeretterjesztő könyvek, sőt a hasonló jellegű tv-filmek és tv-filmsorozatok (így: Stein Aurél nyomában a Selyemúton 1-8; A Nagy Csatorna végighajózása 1-4; Peking: Tiltott Város – Világváros; Ki népei vagyunk? 1-4; Kézművesek a Selyemút mentén). Ez utóbbiakat a műholdas tv-adások eredményeként a nagyvilág más földrészein is láthatták az érdeklődők, s így a pécsi egyetem Földrajzi Intézetének Ázsiai Központja sikeres kutatóútjainak híre széles körben is terjedt.

A Földrajzi Intézet néhány munkatársát egyetemi oktatónak is meghívták, így *Pap Norbertet* Japánba, *Wilhelm Zoltánt* Indiába, *Bárdi Lászlót* Kínába (három egyetemre is), de hasonló meghívásokkal ismerték el a pécsi geográfusok színvonalát nemzetközi konferenciákra szóló meghívásokkal, így *Wilhelm Zoltánt* Indiába, *Bárdi Lászlót* Indiába és Kínába (négy alkalommal is). Munkásságuk, s egyben a pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézete dolgozóinak teljesítménye így közvetlenül beépült a nemzetközi tudományos élet elismert munkásságába.

Ezt egészítette ki esetenként az adott országok jelentős tudományos szervezeteiben (pl. a Kínai Tudományos Akadémia Selyemút Kutatóintézetének elnökségében – *Bárdi László*), kulturális és információs intézményeiben (intézményigazgató: *Wilhelm Zoltán*), szakmai folyóiratok szerkesztőségében (Peking, Sichou zhi lu/Selyemút szerkesztősége: *Bárdi* László), televíziós csatornáinak szakmai bizottságaiban (Peking: *Bárdi László*) történő tartós közreműködésük.

A Földrajzi Intézet egyes dolgozóinak szakmai eredményeit az adott országokban és nemzetközi szinten is különösen nagyra értékelték, így a Selyemút teljes belső-ázsiai szakaszának bejárását (mintegy kétezer-két és félezer kilométerrel meghaladva Stein Aurél hasonló, eddig elért legnagyobb teljesítményét) ; aztán a kínai Nagy Csatorna, a világ leghosszabb mesterséges vízi útvonalának teljes végighajózását (mintegy kétszázötven évvel az utolsó, hasonló teljesítmény, Qian Long császár hajóútját követően) ; valamint az eddig nem ismert, 57. kínai nemzetiség felfedezését. (Mindhárom expedíció szakmai vezetője *Bárdi László* volt)

A vázlatosan felsorolt szakmai eredmények egyértelműen azt jelentik, hogy a pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézete napjainkra Ázsia leghatalmasabb országának, Kínának a tudományos életében kimagasló szerepet ért el, de hasonló előretörés várható India esetében is. Az eddig elért teljesítményekre történő ismételt hivatkozások jelzik, hogy a pécsi teljesítményeket számon tartják és megfelelően értékelik.

Bár nem kapcsolódik a Földrajzi Intézet munkatársainak a teljesítményéhez, de legalább utalásszerű hivatkozást érdemel az a tény, hogy magyar geológusok, közöttük pécsiek is, éveken át közreműködtek Mongóliában az ásványi kincsek és az állattenyésztés szempontjából meghatározó jelentőségű ivóvíz feltárásában.

A kapcsolódó oktató-nevelő munka szempontjából igen fontos, hogy a Földrajzi Intézetnek számos hallgatója már tanulóévei alatt is részt vett olyan ázsiai – egyéni – utazásokon (Iránban, Indonéziában, a Fülöp-szigeteken), amelyek magukban hordozzák a jövőbeli tudományos pálya megalapozását. Több doktorandusz hallgató is ázsiai, esetenként távol-keleti tárgykörben készítette és készíti el disszertációját, s ez már a tudományos életpálya előkészületeként, a Földrajzi Intézet eddigi ázsiai szakmai sikereinek közvetlen és reményteljes folytatását ígéri.

Irodalom

- Dr. Kéz Andor (szerk.) 1937: Felfedezők lexikona. Franklin Társulat, Budapest
- Liang Zaide: Meili Xiongyali Nanjing Normal University Press, Nanjing, 2006
- Liang Zaide: Qingxiduonao meili Xiongyali Wanshida Media Publishing, Beijing, 2011
- Balázs Dénes (szerk.) 1993: Magyar utazók lexikon. Panoráma, Budapest,
- Hermann Péter (szerk.) 2009: MTI Ki kicsoda 2009. MTI, Budapest
- Romváry Ferenc (szerk.) 2010: Pécs lexikon I-II. PLKN N. Kft. , Pécs
- Tóth József – Trócsányi András 2009: Ki kicsoda a magyar geográfiában? PTE, Pécs

AZ ÁLTALÁNOS- ÉS KÖZÉPISKOLAI FÖLDRAJZOKTATÁS JELENLEGI HELYZETE ÉS JELENTŐSÉGE A ROKONTUDOMÁNYOK FELSŐFOKÚ KÉPZÉSÉNEK MEGALAPOZÁSÁBAN

The current situation of the primary and secondary school level geography education and its significance in the foundation of the related scientific fields in the higher education studies

Hevesi Attila

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet

ecoheves@uni-miskolc.hu

Abstract

As it is well known nowdays, geography - as one of the most important general knowledge topics – loose its importance in the primary and secondary level education. More than half of the basic knowledge of the topics like clkimatology, geology, geophysics, athmospheric science, astronomy comes from the geography. Good, correct and modernized textbooks and similar teachers are needed to establish the necessary knowledge level. Currently these requirements are not fully covered. Geography has dropped its stage in the current ranking, even among its related scientific fields like cartography, botany, zoology, anthropology, soil science, ethnography or economoy.

This situation can be improved with the introduction of geography graduation exam for the higher education level geography studies. I suggest to introduce this requirement for the related sciences as well.

Azok a főiskolai és egyetemi oktatók, akik a frissen fölvett elsőéves földrajzos hallgatókat szeptembertől tanítják, szomorúan tapasztalják, hogy a „gólyák" „hozott" tudásanyaga – néhány kivételtől eltekintve – évről évre kevesebb. „Oly mélyre estünk, hogy nem hullhatunk már…", idéztem Kosztolányit „körlevél a Földrajzért" c. írásomban (Hevesi A. 2016).

Mert kevés a jó földrajztanár. Miért is? A hanyatlás az egyszakos tanárképzéssel kezdődött, ami főleg a kis óraszámú tantárgyakat, így a földrajzot, érintette károsan. Az egyszakos tanárok mind nehezebben találtak állást, ezért pl. földrajzszakra egyre kevesebben jelentkeztek. Hogy a hallgatói létszámhoz igazodó fejpénzt a felsőoktatási intézmények földrajz tanszékei továbbra is megkapják, lejjebb szállították a fölvételi pontszámot. Ennek következményeit aligha szükséges részleteznem. Szerencsére azóta az egyszakos tanárképzés megszűnt, sőt a tanárképzést is kivették a bolognai rendszerből, de azok minőség rontó hatása a mai földrajztanár gárda jelentős részén mindmáig érezhető.

Tehát – tisztelet a kivételeknek – nem tanítják meg tanítványaikat a térkép használatra, az összefüggések fölismerésére, az önálló földrajzi gondolkodásra.

Mert, különösen a 7. és 9. osztályban, a tananyag túlzsúfolt, a földrajz tantárgy heti óraszáma pedig kevés (2, ill. 2).

Mert nincsenek jó tankönyvek. A legutóbb megjelent 7. és 9. osztályos hibajegyzéke több mint 10 oldalra rúg (lásd: Hevesi A. 2017). Miért is?

Mert nem figyelünk arra, hogy földrajz tankönyvet az általános iskolák fölső tagozata és gimnáziumok számára csak olyan írhasson, akinek ott legkevesebb 4 év tanítási gyakorlata van. (Olyan is előfordul, akinek nincs tanári végzettsége…).

Mert arra sem figyelünk, hogyha valakit tankönyvírással megbíznak, annak legalább 1 évig ne kelljen tanítania, de ez idő alatt is kapja meg havi fizetését. És ha kész a mű, kapja meg a szerződésben biztosított tiszteletdíját. Persze csak akkor, ha a jól megválasztott bírálók lelkiismeretesen átnézték, s ha szükséges javították vagy a szerzővel-szerzőkkel javíttatták a könyvet! (Hevesi A. 2001, 2017).

Mert a földrajz, mint közismereti tantárgy rangjából az utóbbi 10-15 évben folyamatosan veszít. Miért is?

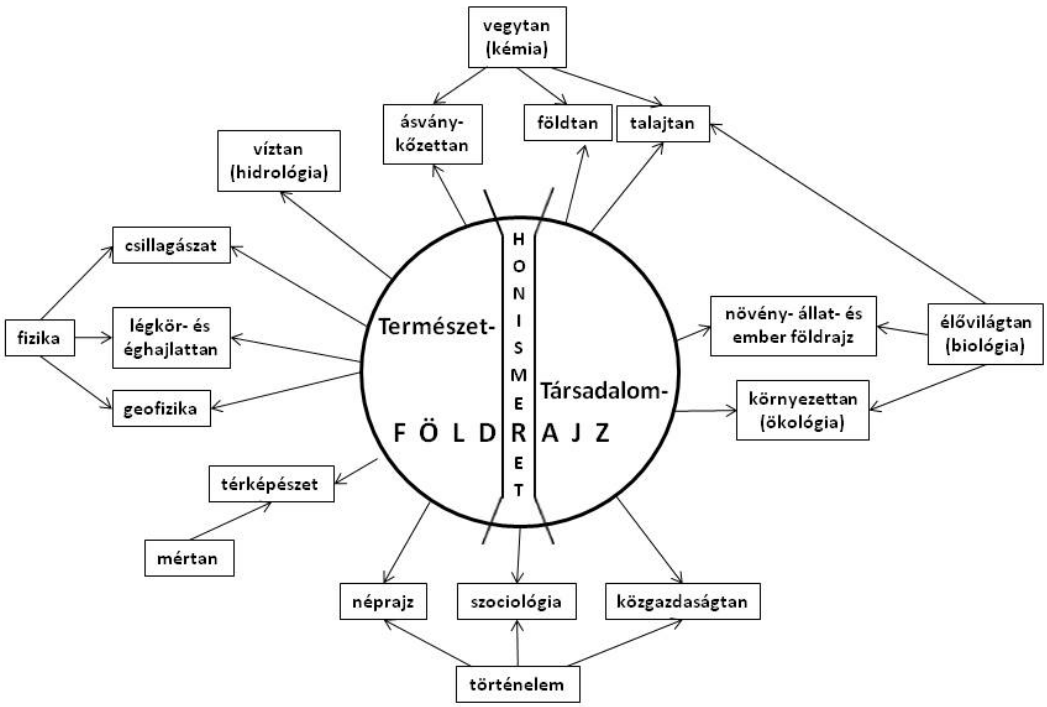
Mert, akik földrajz vagy más földtudományi szakra jelentkeznek, azok számára az egyetemi-főiskolai fölvételihez nem szükséges még a középszintű földrajz érettségi sem!

És mert az ún. rokontudományok egyre kevésbé állnak ki a földrajz mellett, holott a földrajz, mint közismereti tárgy adja tudományuk – földtan, geofizika, éghajlat- és légkörtan, csillagászat, térképészet, talaj- és környezettan és számos társadalomtudomány – közgazdaságtan, szociológia, néprajz – elemi alapjainak jelentős hányadát (1. ábra).

Végül, az újabban szakgimnáziumoknak nevezett szakközépiskolákban, ahol eddig a földrajz heti óraszáma a 9. évfolyamon 2, a 10. évfolyamon 1 volt, 2016 szeptember 1-től csak a turisztika, földmérési és bányászati szakgimnáziumokban tanulnak földrajzot, a többiben nem. Ez azt jelenti, hogy a középiskolák tanulóinak 35-38%-a ezután semmilyen földrajzi, földtudományi tantárgyat nem tanul. Minderről sem az egyetemek vagy főiskolák Földrajz Intézeteivel, ill. Tanszékeivel, sem a Magyar Földrajzi Társasággal az illetékesek nem egyeztettek…

Az 1.(és egyetlen) ábrával a földrajznak legkevesebb három alapvető sajátosságát kísérlem meg bemutatni és értékelni:

1. Minthogy a földrajz két fő részre, természet- és a társadalomföldrajzra tagolódik, egymagában és szinte az egyetlen igazi híd a természet- és társadalomtudományok között. És, ahogy ezt a híd „térképjel"e mutatja, e szerepét a honismeretben is betölti (Hevesi A. 2013).
2. Ebből következik, hogy, mint az általános- és középfokú oktatás közismereti tantárgya, az ábrán szereplő valamennyi természet- és társadalom tudomány alapjainak jelentős hányadát az általános- és a középiskolai földrajz keretei között kell megtanítani, ill. megtanulni. De ahhoz, hogy a földrajzzal kapcsolatos, az egyetemeken és a főiskolákon szereplő „rokon"tudományokat eredményesen lehessen oktatni, ahhoz az alapos általános- és középiskolai földrajz nélkülözhetetlen. (Természetesen ugyanígy érvényes ez az ábrán szereplő többi általános- és középiskolai közismereti tantárgyra is.)



1. ábra

Minthogy itt Pécsett, a HUNGEO rendezvényén nemcsak hazai, hanem a szomszédos és távolabbi országok tekintélyes földtudományi képviselői és „közkatonái" egyaránt jelen vannak, kérem Önöket, hogy gondolják végig alábbi javaslataimat, amelyeket a földrajz és a vele rokon föld- és égtudományok magasabb színvonalú oktatása és művelése érdekében fölsorolok:

a) Jelenleg, ahhoz, hogy Magyarországon bárki bármelyik főiskola vagy egyetem földrajz szakára jelentkezzen és oda fölvegyék, nem föltétel az, hogy földrajzból érettségi vizsgát tegyen! Gyönge közepes átlagú „pontszámmal" és „természetesen" fölvételi vizsga nélkül oda be lehet jutni! Kivételt képeznek a tanárszakok, mert azokra a felvételtséget „alkalmassági elbeszélgetés" előzi meg, de csak a pedagógia intézetek tanáraival.

2017 tavaszán a budapesti Fazekas Mihály Gimnáziumban rendezett országos földrajztanár-összejövetelen ugyan Szilassi Péter, a Szegedi Egyetem Földrajz Intézetének docense azt mondta, hogy a 2018/19-es tanévre a földrajz és természettudományi szakokra jelentkezők számára föltétel lesz, hogy választott szakjukból érettségi vizsgát tegyenek; ezt azonban hivatalos formában egyelőre sehol sem olvashatjuk.

b) A földrajz jelenlegi helyzetén az is segítene, ha a földrajzzal rokon ég- és földtudományokat, továbbá a közgazdaságtant oktató felsőoktatási intézményékbe jelentkezési követelmény lenne a földrajz érettségi, vagy hogy az a fölvételikor „plusz pont"-ot jelentene!

Kérem a földrajz, valamint az ég- és földtudományok jelenlévő képviselőit, támogassák a fönt írt javaslatokat és beszéljék meg mindezeket szakmatársaikkal is!

És kérem továbbá azt is, hogy segítsék mindenütt, ahol csak lehet, hogy az alap- és mesterképzésről és a „kredit" rendszerről a hazai tudományegyetemek – a műszaki tudományokat oktatók kivételével – térjenek vissza az oktatás korábbi, 5 éves rendjére, hogy az egyetemekről és a főiskolákról kikerülő hallgatók fölkészültségi szintje ne süllyedjen tovább.

Irodalom

- Hevesi A. 2013: Gondolatok a Földrajztudomány jelenlegi helyzetéről, különös tekintettel a közép- és felsőfokú oktatásra. Változó Föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés, Eger, 212-219.o.
- Hevesi A. 2016: Körlevél a Földrajzért. Geográfus Hírlevél 44. (geography.hu/hirlevel), Szeged, 5-6.o.
- Hevesi A. 2017: Néhány észrevétel az általános iskolai és gimnáziumi földrajzoktatás jelenlegi helyzetéről három „időszerű" földrajztankönyv (9., 7., 9) tükrében. Geográfus Hírlevél 46., (geography.hu/hirlevel) Szeged, 7-15.o.

A FÖLDRAJZTUDOMÁNY AXIÓMARENDSZERE

Axiomatic System of Geography

Vadas Gyula
nyugdíjas földrajztanár
lenobiz@freemail.hu

A földrajztudomány mibenléte, keletkezése, fejlődése, axióma- és ismeretrendszere, vizsgálati tárgyai, módszerei és eredményei hasznosságának a kimutatása a *földrajzelmélet* feladata, s ennek az elvégzése egy jól rendszerezett, más tudományoktól jól elkülönített geográfia kialakításának nélkülözhetetlen előfeltétele. Sőt természet- és társadalomtudományi alapkérdés is, lényeges nemzeti és társadalmi ügy is, mert számos közösségi gondra nem adható világos és egyértelmű válasz a földrajz lényegének a tudása nélkül.

A földrajztudománynak eddig nem volt axiómarendszere. Hiánya például a más tudományokhoz való viszonyában illetékességi vitákhoz vezetett; sok igaztalan támadás éri a geográfiát, amik a földrajzi axiómarendszerrel kivédhetőek, és a geográfia hatalmas épülete felújítható. Minden tudományhoz meg lehet szerkeszteni axiómarendszert, ami a lényegét tárja fel; megkönnyíti a fejlődését, fejlesztését, oktatását; kézikönyveinek a szerkesztését, tudományágainak a szabatos levezetését; kijelöli a tudomány határait stb.

E kis összefoglalóban éppen csak felvillanthatom, hogy miért fontos, miért lenne fontos e tárgykörrel foglalkozniuk a földrajzosoknak, a geológusoknak, a geofizikusoknak, a geokémikusoknak stb., azaz a földtudományi szakembereknek, vagyis a geonómusoknak.

1. A földrajztudomány „általános” axiómarendszere

A földrajztudomány „általános” axiómarendszerét természetesen meg kell különböztetnünk a földrajzi tudományágak saját axiómarendszerétől. Amik sajnos még nincsenek megszerkesztve. Mindegyik földrajztudományi ág és földrajzi elmélet művelőinek, vezető szakembereinek érdemes kidolgozniuk a saját axiómarendszerüket, amelynek a földrajztudomány „általános” axiómarendszeréhez kell igazodnia, azzal ellentmondásban nem lehet.

1.1. A földrajztudomány axiómarendszerének a szerkezete

1. a földrajzi axiómarendszerrel szembeni elvárások

- a lehető legkevesebb földrajzi alapfogalmat használja;
- alapfogalmai legyenek világosak, jól érthetőek, jól kezelhetőek;
- alapfogalmai legyenek a természetes valóságra visszavezethetőek;
- alapfogalmai legyenek szabatosan meghatározva;
- a lehető legkevesebb axiómát tartalmazza (csak a szükséges és elégséges axiómákat), és ne legyen az axiómák között felesleges;
- axiómái legyenek szabatosan, egyértelműen megfogalmazva;
- axiómái között ne legyen logikai függőség;
- legyen teljes;
- axiómái legyenek ellentmondástól mentesek;
- legyen egyértelműen jellemező a tudományra;
- adjon keretet a földrajznak, egyértelműen határolja el más tudományoktól;
- legyen olyan, hogy belőle minden egyes földrajzi tudományág levezethető legyen;
- szervezze egybe az egyes földrajzi tudományágak ismeretrendszerét;
- levezetett tételei legyenek egyszerűek és bizonyítottak;
- segítse a földrajztudomány rendszerezését;
- járuljon hozzá a földrajzi változások megértéséhez, magyarázatához;
- segítse a földrajztudományi intézményrendszer kiépítését, irányítását;
- segítse a földrajztudományból képzett közismereti tantárgy iskolai oktatását.

2. az axiómarendszer alapfogalmai

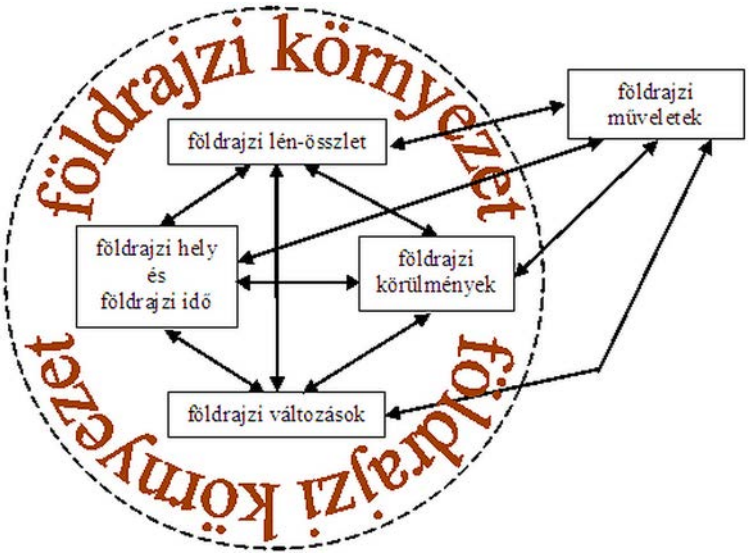
1. földrajzi lén, 2. földrajzi környezet, 3. földrajzi változás, 4. földrajzi hely, 5. földrajzi idő, 6. földrajzi körülmény, 7. földrajzi művelet.

3. a földrajzi alapfogalmak meghatározása

I. A földrajzi lén a földrajzi környezetben létező lén.
II. A földrajzi környezet a földrajzi lének környezete.
III. A földrajzi változás a földrajzi léneken végbemenő változás.
IV. A földrajzi hely a földrajzi lének helye.
V. A földrajzi idő a földrajzi lének idője.
VI. A földrajzi körülmény a földrajzi lének alkotta körülmény.
VII. A földrajzi művelet a földrajzi lénekkel végzett szabatos tevékenység.

4. az alapfogalmak alkotta földrajzi egységrendszer

A földrajzi egységrendszer (a geographoton) a valóságos földrajzi környezetek leegyszerűsített szerkezete (modellje), ami a természetes valóságban nyilvánvalóan nem létezik, ám tartalmazza a kényszerű, elengedhetetlen, nélkülözhetetlen földrajzi szerveződéseket.



1. ábra. A földrajztudomány egységrendszere

A geographoton egy elvont, általánosított földrajzi egységrendszer, amely azt mutatja meg, hogy miképpen lehet különböző valahai, mostani vagy jövőbeli valós tulajdonságú földrajzi környezeti rendszerek létezéséből egyetlen szakadatlanul működő földrajzi egységrendszert szervezni. A földrajzi egységrendszerben a végsőkig leegyszerűsített elemek helyébe tetszőleges bonyolultságú, valódi földrajzi hatásokat fölmutató földrajzi elemek helyettesíthetők. A földrajzi egységrendszerben sokféle erő hat kényszerű, törvényszerű és irányított lén-áramlások hálózatán keresztül.

5. a földrajzi axiómarendszer használatával kapcsolatos követelmények

I. Földrajzi környezetnek akkor és csak akkor nevezzük a környezeteknek egy osztályát, ha a környezetet csak és kizárólag a Föld bolygó felszínével kapcsolatban értelmezzük.

II. Földrajzi lénnek, földrajzi változásnak, földrajzi helynek, földrajzi időnek és földrajzi körülményeknek akkor és csak akkor nevezzük a léneknek, változásoknak, helyeknek, időknek és körülményeknek egy osztályát, ha a lént, a változást, a helyet, az időt és a körülményeket csak és kizárólag földrajzi környezetben értelmezzük.

III. Földrajzi műveletnek akkor és csak akkor nevezzük a tudományos műveleteknek egy osztályát, ha a tudományos műveletet csak és kizárólag a földrajzi környezet földrajzi lénjei változásának a vizsgálatára értelmezzük.

IV. A földrajztudomány axiómarendszerét a lén-elméletre kell visszavezetni.

V. A földrajztudomány művelésekor a földrajzi nyelvet helyesen kell használni.

VI. A földrajztudomány művelésekor a helyes földrajzi gondolkodás alapvető.

6. a földrajzi axiómák felsorolása

A legeslegelső földrajzi axióma. Tájékozódni szükséges.

A legelső földrajzi axióma. A földrajzi környezetet alkotó-alakító földrajzi lének a földrajzi hely, a földrajzi idő és a földrajzi körülmények függvényében szakadatlan földrajzi változásokat idéznek elő, amiket földrajzi műveletekkel vizsgálunk.

1. főaxióma. A földrajzi környezetet alkotó-alakító földrajzi lének szakadatlan földrajzi változásokon esnek át.

2. főaxióma. A földrajzi környezet földrajzi változásait a földrajzi lének alap-képességei idézik elő.

3. főaxióma. A földrajzi környezet földrajzi lénjeinek földrajzi változásai a föld-rajzi hely, a földrajzi idő és a földrajzi körülmények függvényében történnek.

4. főaxióma. A földrajzi környezetet, léneket, változásokat, helyeket, időket, körülményeket földrajzi műveletekkel tanulmányozzuk, aminek az eredménye maga a földrajztudomány.

I/1. axióma. A földrajzi lének hatással vannak egymásra.

I/2. axióma. A földrajzi lének alkotják-alakítják a földrajzi környezetet.

I/3. axióma. A földrajzi lének a földrajzi változásban folyamatosan alakulnak.

I/4. axióma. A földrajzi lének földrajzi helyhez vannak kötve.

I/5. axióma. A földrajzi lének földrajzi időhöz van kötve.

I/6. axióma. A földrajzi lének földrajzi körülményeket is létrehoznak.

II/1. axióma. Két különböző földrajzi környezet azonos, hasonló és különböző földrajzi léneket is tartalmazhat.

II/2. axióma. A földrajzi környezetben szakadatlan földrajzi változások történnek.
II/3. axióma. A földrajzi környezet földrajzi helyeket tartalmaz.
II/4. axióma. A földrajzi környezet földrajzi időhöz van kötve.
II/5. axióma. A földrajzi környezetben különféle földrajzi körülmények vannak.
III/1. axióma. Földrajzi változás földrajzi változást idéz elő.
III/2. axióma. A földrajzi változás földrajzi helyhez van kötve.
III/3. axióma. A földrajzi változás földrajzi időhöz van kötve.
III/4. axióma. A földrajzi változás feltétele bizonyos földrajzi körülmények megléte.
IV/1. axióma. Földrajzi helyet földrajzi hely határol.
IV/2. axióma. A földrajzi helyhez földrajzi idő tartozik.
IV/3. axióma. A földrajzi helyen csak bizonyos földrajzi körülmények fordulhatnak elő.
V/1. axióma. Földrajzi időt földrajzi idő követ.
V/2. axióma. A földrajzi időben csak bizonyos földrajzi körülmények fordul-hatnak elő.
VI/1. axióma. A földrajzi körülmények módosulása más földrajzi körülményeket hoz létre egy-egy földrajzi környezetben.

Íme, a földrajztudomány axiómarendszere! A sorrend nem tetszőleges, mert az axiómák egymásra épülnek. Ezen axiómákból számos földrajzi tételt vezethetünk le, és a mintát felhasználva az összes földrajztudományi ág és elmélet axiómarendszerét megszerkeszthetjük. Ugyanakkor e szerkesztési lépéssorral (algoritmussal) bármelyik tudomány vagy tudományos elmélet axiómarendszerét elkészíthetjük.

A földrajztudomány axiómarendszerének nyilvánvalóan egyetlenegy modellje van, s az maga a földrajztudomány.

1.2. A földrajztudomány meghatározása az axiómarendszerének az alapfogalmaival

A földrajztudomány a földrajzi környezetet alkotó-alakító földrajzi lén-összleteknek földrajzi hely, földrajzi idő és földrajzi körülmények szerinti földrajzi változásait földrajzi műveletekkel vizsgáló tudomány.

Irodalom

- Vadas Gy. 2017: Földrajzelmélet. A földrajztudomány axiómarendszere. (megjelenés előtt)

A TÁJSZEMLÉLET FELEKEZETI ASPEKTUSAI A KÖZÉPKORI ÉS KORA ÚJKORI MAGYARORSZÁGON

Denominational Aspects of Landscape Approach in the Middle and Early Modern Age in Hungary

Pete József
Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma
pete.jozsef72@gmail.com

A középkor és kora újkor folyamán Magyarország – és talán valamennyi térség – megismerésében szinte kizárólagos szerepet játszottak a valamely felekezethez tartozó írók, tudósok. Szemléletmódjuk vizsgálata hazánkban azért is fontos lehet, mivel a kora újkortól a többé-kevésbé egységesnek tekinthető keresztény-katolikus szemléletmódot felváltotta egy sokkal plurálisabb, a protestantizmus túlsúlyával, a katolicizmus továbbélésével és a muszlim szemlélet megjelenésével jellemezhető háromosztatúság. A tanulmány ezeket a meghatározókat kívánja felvillantani.

1. A középkor

A tájszemlélet alakulását a középkorban egyrészt a Teremtő transzcendenciája és immanenciája, másrészt magának a teremtett világnak az értékelése határozta meg: mely elemeit, vonatkozásait tekinti értéknek. A középkori Magyarországra megállapítható, hogy a tájszemlélet elsősorban a felszín tagolódásához igazodik, annak jellegzetességeit ismeri fel, ugyanakkor idegen tőle a rendszerező földrajzi látásmód.

Kivételt talán Anonymus képezhet. Anonymus történeti munkájában, a 13. század elején – valószínűleg 1210 körül (Kristó Gy. 2002.) – született *Gesta Ungarorum*ban egy sajátos problémára reagált. Az arisztokrata nemzet-

ségek, birtokok eredetét kívánta megmagyarázni, igazolni. Így saját kora társadalmi, politikai és – természetesen – földrajzi, etnikai jellegzetességeit vetítette vissza a múltba, a honfoglalás idejére. Ennek érdekében többféle forrás alapján (írott, szóbeli, helynévi) összekapcsolta a területeket kora aktuális birtokosaival, lakosaival. Ezzel ugyanakkor egyfajta leírását is adta a korabeli Magyarországnak. Így válhatott munkája – mintegy mellékesen – az első „országleírássá" is.3 (Gunst P. 1995.) Talán sajátos célkitűzéséből fakadóan követőre tulajdonképpen nem is talált (Klaniczay T. 1964).

Anonymus történeti munkájában 166 földrajzi név fordul elő, melyből 100 természetföldrajzi jellegű (1. táblázat). (Fodor F. 2006.) Anonymus „jó földrajzi tájékozottságát nem a jelentős, hanem éppen a jelentéktelen helyek ismerete árulja el" (Györffy Gy. 1988). Megjegyzendő, hogy nem csodálatos dolgokat, rendkívüli természeti jelenségeket említ, hanem jellegzetességeket, szinte természetföldrajzi törvényszerűségeket is.4

1. táblázat. Anonymus természetföldrajzi neveinek megoszlása (Forrás: Fodor F. 2006. alapján)

Földrajzi nevek jellege	Földrajzi nevek száma
hegy	9
halom	9
folyó	49
tó, mocsár	9
erdőség (hegység)	10
homokpuszta	1
táj, vidék	13

2. A humanizmus

A magyarországi humanista történet- és földleírás beilleszthető a korabeli Európa földrajzi munkái közé: a munka szerkezetét az ország térbeli keretei, területi egységei határozzák meg, anyagkiválasztását pedig a történeti szempont, a néprajzi furcsaságok és a tekintélytisztelet; a természeti-társadalmi földrajzi elemek számbavétele korántsem önmagáért, a földrajzi felsorolás teljessége kedvéért való.

Bizonyos értelemben itt is találunk kivételt, mégpedig Oláh Miklós munkáját. A humanista országleírások sorában az első, az egész akkori Magyarországra kiterjedő leírás Oláh Miklós (1493-1568), későbbi esztergomi érsek tollából született. Brüsszelben Mária királyné titkáraként, udvari papjaként annak udvarában írta meg művét, visszaemlékezve hazájára. (*Chorographia Hungariae descriptio*, 1536.) A humanista történetíró kötelessége, hogy az elbeszélt események földrajzi hátterét megrajzolja, nála az ellenkezőjére fordult: a történeti elbeszélés ürügyén munkája Magyarország leírását tartalmazta. A 19 fejezetből 15 szól erről (Varjas B. 1964). Földrajzi értékét tekintve kettős megállapítást tehetünk: munkájában tájfelosztási törekvés figyelhető meg (Dunántúl – Duna-Tisza-köze a Felfölddel – Erdély a Tiszáig), de történethelyrajzi adataiból még nem lehet egységes földrajzi gondolkodásra, összefogó térszemléletre következtetni (Prinz Gy. 1936).

Az országleírás egyébiránt a maga nemében a humanista irodalom mesterműve. Földrajzi és más adataiban a humanista tudományos igényessége és alapossága jutott kifejezésre. Nyugatról délnek, majd keletnek haladva rendszeres képet rajzolt az egész országról. Valamennyi régióról egyformán részletes leírást adott (Kulcsár P. 2000). A mintegy 516 földrajzi neve közül 68 természetföldrajzi jellegű, melyben továbbra is a vizek dominálnak (2. táblázat).

2. táblázat. Oláh országleírásának természetföldrajzi nevei (Forrás: Fodor F. 2006.)

Földrajzi nevek jellege	Földrajzi nevek száma
hegy	9
folyó	37
sziget	1
tenger	4
tó	2
vidék	7
fürdő	8

Jóllehet, elődei – Ransanus és Bonfini – verejtékes munkával elvégezték az alapvetést, Oláh földrajzi ismeretei hozzájuk képest is meglehetősen gazdagnak tűnnek. Valószínűsíthető, hogy ismerte Lázár deák térképét is, sőt még más forrást is használhatott, mert Lázár deákkal ellentétben ő ismerte a fokbeosztást is (Kulcsár P. 2000).

3 Ez pedig alapját képezte annak, hogy a 18. század végén megszülessen az első magyar történeti kartográfiai – és földrajzi – leírás is: Hell Miksa Anonymus-térképe (Tóth Á. 2002).

4 A továbbiakra lásd: Pete J. 2005.

Igen nagy súlyt fektetett a gazdaság bemutatására, a halászat, mezőgazdaság, bányászat leírására. Terményekben, vadakban, ásványi kincsekben gazdag ország tárul a szemünk elé: folyók, források, hév- és gyógyvizek, vad, madár, hal, rák, só, nemesfém, szarvasmarha, ló, juh, kecske, méh, jobbnál jobb borok. Az esztétikum is fontos szempont számára: említette az énekesmadarakat, díszkerteket, a szép kilátást, a szemet gyönyörködtető vidéket. Azt a tejjel-mézzel folyó környéket akarta megfesteni, amilyennek a romba dőlt, kifosztott és szétszabdalt ország közelmúltját a kortársak elképzelték (Kulcsár P. 2000). Arra kívánta ugyanis felhívnia a „nemzetközi közösség" figyelmet, hogy ilyen gazdag országot Európa nem hagyhat a török kezén (Gunst P. 1995). Mindez persze nem idegen a humanista tudományosság bizonyos vonulatainak – főleg a német humanisták, történetírók – hazafias jellegétől. A nemzet történelme mellett a hazai föld leírása is az érdeklődés része. Összekapcsolódik ez az olasz humanista történetírás (város)állami meghatározottságával és érdeklődésével (Teleki P. 1917).[5]

3. A három részre szakadt ország keresztény és pogány leírásai

A török megjelenésével pedig a humanista történetírás számára a nemzet történelme mellett a hazai föld leírása is az érdeklődés része lesz. Külön kiemelendő a katonai térszemlélet megjelenése (Dövényi Z. 2016).

Némiképp ide sorolhatók az utazási irodalom alakjai és művei is. A király – Ferdinánd illetve Miksa – szolgálatában járt katonaként Magyarországon Wolfgang Lazius, követként pedig Georg von Reichertorffer és Verancsics Antal is. Mindhárman megörökítették útjukat, részben chorografikus jelleggel. Tudományos szempontból nem érik el Oláh művének színvonalát, mint ahogy az anyag mélysége és kiterjedése okán sem. Ebben a vonatkozásban már inkább a protestáns leírásokhoz állnak közelebb (Dövényi Z. 2016. Fodor F. 2006).

A protestáns szemlélet ennél jóval letisztultabb, szakszerűbb, de ez sem nélkülözi az ideológia, polemikus jelleget. Elméleti kiindulópontját a Melanchtonhoz (is) köthető hasznossági elv képezhette. A leírások megtelnek összefüggéstelen kuriozitásokkal (Teleki P. 1917). Honterus Chorographia Transylvaniae című 1532-es műve ugyan időben megelőzi Oláh nagy munkáját, kiterjedésében viszont csak Erdélyre korlátozódik. A protestáns humanista, erazmista Wernher György (Erdősi L. 1963.) pedig specifikus – balneológiai – érdeklődése miatt esik ki a földrajzi gondolkodás fő vonalából (Fodor F. 2006)..

Jelentősebb viszont – s a protestáns országleírások egyfajta összegzésének tekinthető – Frölich Dávid földrajzi munkássága, akinek – jóllehet Medulla című művét egy katolikus, egy református és egy evangélikus főúrnak dedikálta – protestáns mivolta kétségtelennek tűnik (Hajós J. 1997). Leíró földrajza Vareniusét is némileg megelőzi, igaz, kevésbé rendszeres, mint az. Ugyanakkor a domborzatot sokkal nagyobb figyelemben részesíti, mint Oláh. Személyében a humanista szobatudós és reneszánsz természetbúvár, az általános, matematikai fizikai és leíró geográfus egyesül (Fodor F. 2006).

Másfajta összegzését jelenti a protestáns földrajzi gondolkodásnak Apácai enciklopédiája: tájékoztató és tankönyvi igénnyel, magyarul foglalta össze a korabeli földrajzi ismereteket (Dövényi Z. 2016).

Bizonyos vonatkozásban az országleírások közé sorolhatók a török utazók, történetírók leírásai, melyek erőteljesen katonai érdeklődésű, ugyanakkor nem mentes a csodás elemektől, egzotikumoktól. Kiemelhető közülük Evlia cselebi leírása, aki a 17. század közepén alapvetően a várakat írta le, azok fekvését, erősségét, de más természeti jelenségekre is kitért. Értekezik a tordai sóbányáról, az erdélyi hévizekről. Rámutatott, hogy hazájához képest Magyarország „hideg ország, azért füge, olajbogyó, gránátalma és gyapot itt nincs" (Evlia 1904.)

Ugyanakkor lényeges megállapítani, hogy a török irodalomban is létezett egyfajta ideologikus megközelítése is a területhez való viszonynak. Ez Magyarország mentális meghódítását jelentette. Ahol ugyanis a pénteki prédikáció (*hutbe*) elhangzott, az az iszlám világ (*dáru'l-iszlám*) részévé vált. A török hősök vére áztatta terület feladása továbbá megengedhetetlen. Ezzel együtt pedig zajlott a múlt elfoglalása is: Nagy Sándor – az oszmán legendárium Iszkendere – ugyanis a hódoltság területén is járt, mestere – a török hagyomány szerint -, Platón pedig Pécsett hunyt el. (Sudár B. 2012). Talán nem véletlen, hogy a hódoltság jeles költője, a 17. század második felében élt Temesvári Gázi Ásik Haszán verseiben siratta a hódoltság elvesztését (Sudár B. 1999).

Lényeges megemlíteni, hogy az oszmán gondolkodás számolt az egységes Magyarország eszméjével: Buda elfoglalásával az egész Magyar Királyságra igényt tartottak (Sudár B. 2012).

5 Részletesebben lásd: Pete J. 200…

4. Összegzés

Összegezve megállapítható, hogy a 18. századot megelőző magyar (vonatkozású) földrajzi (jellegű) irodalom áttekintése során kirajzolódik néhány, felekezeti meghatározottságúnak tekinthető tendenciai is Magyarország földjével, természeti viszonyival kapcsolatban. A 18. század előtti Magyarországon – felekezeti kötődéstől függetlenül – létezett az egységes Magyarország képe – ha nem is minden felekezet esetében egyforma mélységben és intenzitással. Ennek ábrázolásában voltak felekezetileg (is) meghatározott különbségek.

Irodalom

- Dövényi Z. (főszerk.) 2016: A Kárpát-medence földrajza (Akadémiai Kiadó, Budapest, 2012). Első magyar nyelvű digitális kiadás.
- Erdősi L. 1963: Wernher: De admirandis Hungariae aquis. Az Országos Orvostörténeti Könyvtár Közleményei 29. 103-146.
- Evlia 1904: Evlia Cselebi török világutazó magyarországi utazásai. A Magyar Tudományos Akadémia Történelmi Bizottságának megbízásából ford. és jegyz. kisérte Karácson Imre. Bp. (Török-magyarkori történelmi emlékek. Második osztály: Írók. Török történetirók; 3-4.)
- Fodor F. 2006: A magyar földrajztudomány története. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet.
- Gunst P. 1995: A magyar történetírás története. Csokonai Kiadó, Debrecen. (Csokonai História Könyvek)
- Györffy Gy. 1988: Anonymus. Rejtély avagy történeti forrás? Akadémiai Kiadó, Budapest. (Hermész könyvek)
- Hajós J. 1997: Frölich Dávid. Magyar Könyvszemle, 113/1. 16-32. http://epa.oszk.hu/00000/00021/00012/0004-83.html (Utolsó hozzáférés: 2017. 07. 17.)
- Klaniczay T. 1964: A gesta- és krónikairodalom virágzása. In: U.ő. (szerk.): A magyar irodalom története. Főszerk.: Sőtér I. I. A magyar irodalom története 1600-ig. Akadémiai K., Bp. 4. kiadás. 80-93.
- Kristó Gy. 2002: Magyar historiográfia I. Történetírás a középkori Magyarországon. Osiris, Bp. (A történettudomány kézikönyve)
- Kulcsár P. 2000: Utószó. In: Oláh M. 2000: Hungária. Athila. Osiris Kiadó, Bp. Szerk., jegyz., utószó: Kulcsár P. Ford.: Kulcsár P. és Németh B.. (Millenniumi Magyar Történelem. Források.) 131-143.
- Pete J. 2005: A Kárpát-medence földrajzi viszonyai megismerésének középkori alapjai. In: Pirisi Gábor, Trócsányi András (szerk.): Tanulmányok Tóth Józsefnek a PTE földtudományi Doktori Iskola hallgatóitól. Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajzi Intézet, Pécs. 35-41.
- Prinz Gy. 1936: Magyar földrajz. Magyarország tájrajza. Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, Bp., é. n. (Magyar föld - magyar faj I. Magyar földrajz. Első rész.)
- Sudár B. 1999: A Hódoltság török irodalma. In: Kereszt és félhold. A török kor Magyarországon (1526-1699) (Encyclopaedia Humana Hungarica 05.) http://mek.oszk.hu/01800/01885/html/index3.html (Utolsó hozzáférés: 2017. 07. 17.)
- Sudár B. 2012: Az oszmánok és Magyarország mentális meghódítása. In: Identitás és kultúra a török hódoltság korában. Szerk.: Ács Pál – Székely Júlia. Balassi Kiadó, Budapest. 40-49.
- Teleki P. 1917: A földrajzi gondolat története. Kossuth K., Bp. 1996. (Első kiadás: 1917.)
- Tóth Á. 2002: A hazai történeti földrajz gyökerei – 200 éve jelent meg Hell Miksa Anonymus-térképe. In: Frisnyák S. (szerk.): A Nyírség és a Felső-Tisza-vidék történeti földrajza. 17-22.
- Varjas B. 1964: A humanista emlékirat. In: Klaniczay T. 1964 (szerk.): A magyar irodalom története. Főszerk.: Sőtér I. I. A magyar irodalom története 1600-ig. Akadémiai K., Bp. 4. kiadás 279-287.

A REFORMÁCIÓ TERMÉSZETSZEMLÉLETE

View of nature in the Reformation

Viczián István
Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék
viczianif@gmail.com

Abstract

The lecture focuses to the question of the testimony of nature about God, according to the teaching of John Calvin (1509-1564) and of his Hungarian followers in the age of Enlightenment. According to the main work of Calvin, the "Institutio", the created nature is the scene of the glory of God ("theatrum gloriae Dei"). However, the man corrupted by the sin, is incapable to understand this teaching (nature is a "mute teacher"). In order to recognize God, we need his written revelation instead of the uncertain revelation of the nature („lex scripta" instead of „lex naturalis"). The written revelation is the Holy Scripture which leads us to Jesus Christ, the perfect representation of God in this world. The Hungarian followers of Calvin, the mineralogist and theologian Sámuel Nagy (1773?-1810) and Ferenc Benkő (1745-1816) stressed the importance of separation of the two fields of knowledge developing the concept of the "Two Books", the Book of Grace and the Book of Nature.

Ebben az évben ünnepeljük a 16. századi Reformáció megindulásának 500. évfordulóját. A HUNGEO rendezősége úgy találta helyénvalónak, hogy erről az évfordulóról az idei konferenciánkon mi is emlékezzünk meg. Elöljáróban azt szeretném kiemelni, hogy a reformációra nem úgy kell tekintenünk, mint ami néhány felekezet belső történetét érintené csak, hanem abban az egyetemes keresztyénség ügyét kell látnunk.

Megemlékezésemben a Reformáció gazdag gondolatköréből csak egy szűk témát szeretnék kiemelni, azt, hogy hogyan tekintett a természetre a Reformáció egyik vezéralakja, Kálvin János és hogyan tükröződött ez két 18. századi magyar követője, Benkő Ferenc és Nagy Sámuel gondolataiban, akik ugyanakkor a földtudományoknak is kiemelkedő alakjai voltak. A témaválasztást az indokolja – és az menti, – hogy mi is a természettel foglalkozó tudományt művelünk, és Magyarországon a reformáció gondolatai közül talán a kálvini tanok hatottak a legnagyobb mértékben, és én is szerény mértékben ezeket ismerem a legjobban.

1. A természet jelentősége Kálvin János Institutio-jában

Kálvin (Noyon, 1509 - Genf, 1564) a Reformáció genfi ágának megalapítója volt. Tanítását rendszeresen *Institutio* című művében fejtette ki, amelyet még fiatal korában, 1536-ban, Bázelben adott ki először, majd egész életében bővítette, míg a latin nyelvű szöveg végleges kiadása 1559-ben jelent meg Genfben. Az alábbiakban a Békési Andor által készített magyar szemelvényes fordításból (1986) idézek, megadva az eredeti mű megfelelő paragrafusának számát.

A mű alapkérdése Isten és önmagunk ismerete, így a természetet is olyan szempontból veszi tekintetbe, hogy *mennyire ismerhető meg belőle Isten*. A válasz erre a kérdésre összetett, és az ember állapotára adott választól függ. Ez röviden talán a következő idézetben foglalható össze:

„Az égnek és földnek azt a nagyszerű színpadát (magnificum theatrum)… szemlélve meg kellett volna bölcsességben ismernünk Istent. De mivel ebben olyan kevésre jutottunk, most a Krisztusban való hitre hívogat, amelyet… alázatosan el kell fogadnunk, ha vissza akarunk térni Teremtőnkhöz és Alkotónkhoz." (II.6.1.)

Ez az idézet jól tükrözi az egész mű gondolatmenetét, amely tulajdonképpen az Istentől elszakadt ember megváltásának történetét mondja el. Ezt a gondolatmenetet pontatlanul és kissé komolytalanul a „ha igen, akkor miért nem?", és „ha nem, akkor mégis miért igen?" kérdés-sorral lehet jellemezni. Ezt a kérdést főleg az *„Istenről, mint Teremtőnkről"* szóló I. rész tárgyalja, ahol a természetet mint Isten teremtményét tekinti.

2. A teremtett világ Isten dicsőségének színtere, theatrum gloriae Dei

Kiindulásul megállapítja, hogy Isten

„minden egyes alkotásába belevéste dicsősége el nem tévesztheto jeleit." (I.5.1.)

Ezek felismerésében a tudományos ismeretek segítenek, de a jelek a tanulatlan ember számára is nyilvánvalóak lehetnek:

„nemcsak az olyan mélyebben rejlő bizonyítékokra kell gondolnunk, amelyek közelebbi vizsgálódást kívánnak, mint például a csillagászat, az orvostudomány és a természettudományok mind, hanem olyanokra is, amelyeken a kevésbé tanultak és képzettek tekintete is megakad." (I.5.2.)

Különösen fontosak Isten munkájának felismerése szempontjából a történeti tudományok, amelyek a szintén Istenre utaló emberi lélek felismerésében is segítenek:

„Az isteni gondviselést a jövőre és múltra egyaránt tekintetbe kell venni." (I.17.1.)

„Az emberi ész tevékenysége pedig, amint az eget, földet és a természet titkait kutatja, s értelemmel és emlékezettel átfog minden korszakot, minden egyes dolgot a maga helyén számba vesz, a múltból megérti a jövőt – világosan mutatja, hogy rejtőzik valami az emberben, ami a testtől idegen." (I.15.2., Bolyki János válogatása, 1993)

Összefoglalóan: a teremtett világ Isten dicsőségének színtere, amelyet szemlélve Ő megismerhető. Erre mind a tudományosan művelt, mind az egyszerű ember képes.

3. „Néma tanítók"

Ezzel szemben a valóság azonban mégiscsak az, hogy az ember a teremtett dolgok vizsgálatával nem ismerte meg a teremtő Istent. Az emberek a Teremtő helyett magát a teremtményt imádják, és téves vallási magyarázatokat adnak a látott dolgoknak:

„Az Alkotót semmibe véve megelégesznek munkái puszta szemlélésével… Isten láthatatlan istensége megnyilatkozik a látható dolgokban, csakhogy a mi szemünk nem képes meglátni ezeket… Abban, ahogy tévelygéseinket kidolgozzuk, valóban különbség van köztünk, abban viszont teljesen egyformák vagyunk, hogy egytől egyik elfordulunk az egy igaz Istentől és értelmetlen képzelgések után futunk." (I.5.11.)

A „néma tanító" hasonlatot a teremtett világra Kálvin a 19. zsoltárból veszi, ahol az elején ugyan arról van szó, hogy *„az egek beszélik Isten dicsőségét"*, de – számunkra – hangtalanul. Az ember elveszítette a hallását, mert elveszítette az Istennel való kapcsolatot. Ezért szükséges valami világosabb kijelentés (I.6.4.).

4. A természet kijelentése és az írott kijelentés (lex naturalis és lex scripta)

A 19. zsoltár szerint az szükséges, hogy *„az Úr parancsolatai világosítsák meg a szemeket".*

Kálvin hasonlata szerint olyan a helyzet, mint a rossz látású öregek esetében, szemüvegre van szükség, hogy valóban meglássuk a teremtett világban Istent. Ez a szemüveg az Isten kijelentése önmagáról, a Szentírás:

„A Szentírás éppen ezért különleges ajándéka Istenek, amelyben, hogy egyházát oktassa, nemcsak néma tanítókat használ fel, hanem a maga legszentségesebb ajkait is megnyitja. Nemcsak azt tanítja meg, hogy valamiféle Istent kell imádniuk, hanem azt is kijelenti, hogy ő az az Isten, akit imádni kell." (I.6.1.)

Istennek a természetből való megismerésével hasonló a helyzet, mint az erkölcsi törvényekkel: a lelkiismeret szaván alapuló természeti törvények önmagukban nem elegendőek, írott isteni törvényre van szükségünk.

„Lelkiismeretünk… tanúvá és figyelmeztetővé lesz bensőnkben arra, amivel Istennek tartozunk, és még a jó és a rossz közötti különbségtételt is elénk tárja és így vádol bennünket, ha eltérünk attól, ami kötelességünk. De mivel az embert annyira elborítja a tévedések sötétsége, alig képes megragadni ennek a természeti törvénynek (lex naturalis) a segítségével, hogy milyen az a tisztelet, amely kedves Istennek. Attól pedig, hogy igazán értékelni tudná azt, nagyon messze esik. … Ezért – mivel ezt mind tompa értelmünk, mind önhittségünk szükségessé tette – írott törvényt (lex scripta) adott nekünk." (Inst. II.8.1.)

5. Az újjászületett ember újra felismeri Istent a teremtett világban

Az írott ige viszont Krisztushoz vezet el. Arra tanít, hogy ahhoz, hogy az Istentől való elszakítottságunk megszűnjön, Krisztus megjelenésére és megváltó áldozatára volt szükség. Őbenne kell hinnünk.

„A mi hitünk csak úgy emelkedik fel Istenhez, ha az alapja Krisztusban van, sőt ha a mi hitünk Krisztusra néz, és reá támaszkodik, ami azt jelenti, hogy ha őt mellőzzük, Istenben sem hiszünk igazán." (Kálvin J.: Magyarázat Apostolok Cselekedetei 3,16-hoz).

Az így újjászületett ember tudja a természetben újra felismerni Isten dicsőségét. Ezt szépen kifejezi a Kálvin tanítása alapján megfogalmazott Heidelbergi Káté (1563), a református egyházak hitvallása. A 122. kérdésre adott válasz az Miatyánknak az első kérését magyarázza, mit jelent az, hogy *„szenteltessék meg a Te neved"*:

„add, hogy Téged igazán megismerjünk és minden munkádban, amelyekben világol a Te mindenhatóságod, bölcsességed, jóságod, igazságod, könyörületességed és igazmondásod, Téged tiszteljünk, dicsőítsünk és magasztaljunk."

6. Kálvin tanításának összefoglalása, magyar követők

Kálvin szerint a természet Istenről tanúskodik, de a bűnös ember nem képes ezt felfogni. A Szentírásra, Krisztus megjelenésére, a benne való hitre és bűnbocsánatra van szükség, hogy az ember felismerhesse Teremtőjét a világban. Ez a tanítás teljesen megfelel a Reformáció *Solus Christus, Sola Scriptura, Sola Fide és Sola Gratia* alapelveinek. Azzal, hogy a természet tudományos kutatását kizárta az istenhit megalapozásából, tulajdonképpen függetlenítette egymástól a tudásnak ezt a két területét.

Ezeknek a gondolatoknak a hatását megtaláljuk Magyarországon is. A hazai református gondolkodók közül most korábbi kutatásaim alapján csak két személyt említek röviden (Viczián I. 2014, 2015).

6.1. Nagy Sámuel (1773? – 1810)

1794-ben lefordította egy német szerző, Heinrich Sander fiziko-teológiai művét, amelynek magyar címe: *Az Istennek jósága és böltsessége a' természetben.* Nagy Sámuel ebben az időben a debreceni kollégiumban volt könyvtáros. Később Jénában tanult, ahol a mineralógiai társaság tagja, majd annak Bredeczky Sámuel után a második magyar titkára lett, előadást is tartott a társaság 1799. január 13-i ülésén. A fiziko-teológiáról szóló könyvhöz írt előszavában elmondja, hogy nemcsak egyszerűen fordította az eredeti művet, hanem sok helyen javította, és kiegészítette azt, sok magyar ásványtani adattal, de teológiai gondolatokkal is. Előszavában harcol az ateista természetszemlélet ellen. Ő maga ezzel szemben nemcsak egyszerűen deista, hanem meggyőződése, hogy a természetben „minden dologban az Istent találjuk-fel".

Arra nézve, hogy mi a természet jelentősége Isten megismerésében, Kálvin tanításának a hatását fedezhetjük fel. Nagy Sámuel teljesen önállóan egy szép hasonlatot épít be VII. fejezet szövegébe, amely Ézsaiás 66,1-en alapul: *„Ez a mi Földünk, … amint ama szent és magasan gondolkodó Esaiás szól, zsámolyszéke az örökkön örökké élőnek. Igen nagy különbség vagyon valamely ember orcájának és annak lábai nyomának szemlélése között."* Amíg tehát a természet Isten lába nyomát őrzi, a Szentírás az ő orcáját tükrözi. Az ő orcáját színről színre viszont majd csak a mennyben láthatjuk. Elégedjünk meg a nekünk most adott kijelentésekkel, és „hagyjuk a többinek tudását arra a bóldog időre, mikor beljebb bocsáttatunk az ő Országába".

6.2. Benkő Ferenc (1745-1816)

Benkő Ferenc, az első magyar nyelvű ásványtan könyv írója református lelkész volt. Ásványtani fő műveit még szebeni lelkészként írta, majd innen ment át 1790-ben a nagyenyedi kollégiumba a természetrajz tanárának. A hagyományos bibliai és az új természettudományos szemlélet közötti viszonnyal is foglalkozik Benkő Ferenc bemutatkozó beszéde, amelyet akkor mondott el, amikor 1790-ben Nagyenyedre került tanárnak. Ezt évekkel később nyomtatásban is megjelentette a Parnasszusi időtöltés c. könyvsorozatában. Ebben a hit és a természettudományos ismeretek viszonyát az embereknek adatott két könyv hasonlatával világítja meg:

„a' bölts Teremtő … az Embereknek kezében … Két könyvet adott … egyik a' Kegyelemnek, a' más a Természetnek Könyve."

Az első könyv a Biblia:

„A' Kegyelemnek Könyvében valami szükséges az igaz Istennek, mint idvesség Urának esméretére és tiszteletére, az emberi halhatatlan Léleknek pedig idvességére, mind azokat e' Szent Bibliába bé-íratta Isten…"

A másik a Természet Könyve. A Természet Könyvét azért kell ismernie az embernek, hogy annak Alkotóját imádja. Új szempont, hogy még azért is kell a természetet ismerni, hogy az ember a világ feletti uralom megbízatásának meg tudjon felelni:

„A' bölts Teremtő az embert … nem azért tette Úrrá a' Teremtett dolgokon, hogy e' világon és annak javain tsak henyélve bávaszkodjék, hanem hogy e' világot meg-esmérje, annak Urát abban imádja, a' világ javaiban gyönyörködjék, hasznát végye, és a szükségeseket az életre fordíttsa."

Az Institutio hatása látszik abban, hogy fontosnak tartotta, hogy nem lehet összekeverni a két könyv használatát. A természet ismerete nem igazíthat el az üdvösség dolgaiban, de az erkölcsi tanításban jól használható, amint arra éppen a Biblia is példát ad:

„szükséges … a' Természeti dolgoknak Históriája, mellyekből hogy az idvesség dolgát tanítsák, tsak hasonlatosságokban-is, azt nem jovallhatom; de hogy az erköltsi tselekedetekről való Tanításokban sokszor hathatóson élhetnek azokkal a' Népnek serkentésére, azt látom a' Prófétáknak, és még a' Kristusnak tanításaiban-is.

Irodalom

- A Heidelbergi Káté. A Magyar Református Egyház hitvallási iratai. MRE Zsinati Irodájának Sajtóosztálya, Budapest. 1965. Fordította: Erdős József, a fordítást átdolgozta Victor János. (eredeti: 1563.) 1-77.
- Bolyki János (összeállította) 1993: Válogatás Kálvin János műveiből. MRE Kálvin János Kiadója, Budapest. 263 p.
- Calvino, Ioanne 1559. Institutio christianae religionis. (5. kiad.). Robert I. Estienne, Genevae.
- Kálvin János 1986: Tanítás a keresztyén vallásra. Kálvin Kiadó, Budapest. 312 p. Fordította: Békési Andor. (eredeti: 1559.)
- Kálvin János 2010: Az Apostolok Cselekedetei magyarázata. I. MRE Kálvin Kiadója, Budapest. 415 p. idézet: p. 110.
- Viczián I. 2014: „Mineral theologia" – ásványkutató teológusok és hívő mineralógusok a 18. században. Sola Scriptura 2014, 2, 16-28.
- Viczián I. 2015: A természet teológiája Heinrich Sander és Nagy Sámuel könyvében (1794). Sola Scriptura 2015, 3, 20-31.

Névmutató

Á
Ács Péter 20
B
Balogh János..... 65, 73, 78
Bán Attila..... 82
Bárdi László..... 120
Bartholy Judit..... 90, 97, 106
Bíróné Kircsi Andrea 85
Bordás Árpád 85
Bottyán Zsolt 85
Bozóki Zoltán 85
Buda György 9
C
Cuxart Rodamilans Joan..... 85
Czigány Szabolcs 113
Cs
Csabai Edina 109
Csima Péter 58
D
Dávid Árpád..... 30
Dezső Zsuzsanna 106
Dövényi Zoltán 116
Dunkl István 9
F
Fedor Ferenc 20
Fedor-Szász Anita 20
Fodor Rozália 30
Friedrich Koller 9
G
Gombás László 39
Gy
Gyöngyösi András Zénó 85
H
Hágen András 26
Halmai Ákos 113
Hámor Tamás..... 36
Hervai András 113
Hevesi Attila..... 122
Horváth Gyula 85
I
Incze Dóra..... 106
Istenes Zoltán..... 85
J
Józsa János..... 85
K
Kalmár Tímea 93
Kertész Botond..... 58
Kis Anna 90
Kis Annamária 9
Kis Éva 65, 68, 73, 78
Kiss Éva..... 54
Konrád Gyula..... 5
Koroncz Péter..... 20
Kristóf Erzsébet 97
Krivánné Horváth Ágnes 24
Krupa Ágnes..... 13
L
Leél-Őssy Szabolcs 51, 100
Lóczy Dénes..... 73
Lukács Dávid 100
M
Mádai Ferenc 36
Mika János 54, 109
Mindszenty Andrea 100
Módosné Bugyi Ildikó..... 58
N
Nagy Gábor..... 113
Nagy Zoltán 85
Németh Gábor 45
P
Papp Éva 20, 30
Pete József 127
Pieczka Ildikó..... 93
Pirkhoffer Ervin 113
Pongrácz Rita 90, 93, 97, 106
R
Rázsi András..... 109
S
Sáfár Tamás 42
Salavec Péter..... 85
Scharek Péter..... 24
Schweitzer Ferenc..... 68, 73
Simó Diego Gemma..... 85
Sz
Szabó János Adolf..... 90
Szabó Zoltán Attila..... 85
Szeberényi József 65, 73, 78
Szegedi Sándor 109
T
Tordai Ágoston Vilmos..... 85, 100
Torma Péter..... 85
U
Uzzoli Annamária..... 62
V
Váczi Tamás..... 9
Vadas Gyula 124
Várhegyi András 48
ifj. Viczián István..... 78
Viczián István..... 65, 73, 131
Virág Magdolna 100
W
Weidinger Tamás..... 85, 100
Weiszburg Tamás..... 9
Wrenger Burkhard..... 85
Z
Zelei Gábor 33
Zelenka Tibor..... 16

Főtámogató:

Támogatók: