

„FÖLDTUDOMÁNYOK ÉS KÖRNYEZET – HARMÓNIÁBAN”



Rekultivált meddőhányó Kővágószőlősen – Konrád Gyula felvétele

MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT





„FÖLDTUDOMÁNYOK ÉS KÖRNYEZET – HARMÓNIÁBAN”

TANULMÁNYKÖTET

A tanulmányok szakmai tartalmáért a szerzők felelősök.

Szerkesztette:

Cserny Tibor

Alpek B. Levente

Korrektor:

Alpekné Barna Nóra

Főtámogató:



Támogatók:



Nemzeti
Együttműködési
Alap



ISBN 978-963-8221-74-2

Pécs 2018

TARTALOM

ELNÖKI KÖSZÖNTŐ A 13. HUNGEO FÖLDTUDOMÁNYI VILÁGTALÁLKOZÓHOZ.....	5
Baksa Csaba	
A 13. HUNGEO VILÁGTALÁLKOZÓ MARGÓJÁRA – KÖSZÖNTŐ	6
Komlóssy György	
A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS FÖLDTANI SZOLGÁLAT (MBFSZ) KÜLDETÉSE A BÁNYÁSZAT ÉS KÖRNYEZET HARMÓNIAJÁBAN	8
<i>Mission of the Mining and Geological Survey of Hungary for the harmonisation of mining and environment</i> Zelei Gábor	
GEOTERMIA HATÁROK NÉLKÜL A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN.....	11
<i>Geothermal energy without frontiers in the Carpathian Basin</i> Nádor Annamária, Rotárné Szalkai Ágnes, Zilahi-Sebess László, Maros Gyula, Szöcs Teodóra, Tóth György, Gál Nóra, Gulyás Ágnes, Kun Éva, Nina Rman	
DK-DUNÁNTÚL FÖLDTANA.....	14
<i>Geology of SE Transdanubia</i> Konrád Gyula	
A BÁTAAPÁTI NEMZETI RADIOAKTÍVHULLADÉK-TÁROLO 2014-2016 KÖZÖTTI ÉPÍTÉSÉNEK FÖLDTANI EREDMÉNYEI	18
<i>Geological results of the construction of National Radioactive Waste Repository in Bataapáti between 2014-2016</i> Szabényi Géza, Gaburi Imre, Paprika Dóra, Kristály Ferenc	
A BÁTAAPÁTI NEMZETI RADIOAKTÍVHULLADÉK-TÁROLO ÉPÍTÉSE 2014-2016: BÁNYÁSZATI TÉRKIKÉPZÉSI MUNKÁK.....	23
<i>Construction of the National Radioactive Waste Repository 2014-2016: mining activity of the 3rd and 4th chamber</i> Szabényi Géza, Sütő Róbert, Sebő Attila, Paprika Dóra	
MÓRÁGYI GRANITOIDOK ÖSSZEHASONLÍTÓ U-PB KORMEGHATÁROZÁSA CIRKON KRISTÁLYOKON	27
<i>Comparative U-Pb geochronology of granitoids in the Mórággy Subunit, Hungary based on zircon crystals</i> Kis Annamária, Weiszbürg Tamás, Dunkl István, Friedrich Koller, Váczai Tamás, Buda György	
BODAI AGYAGKŐ FORMÁCIÓ KÖZETEINEK KÖZETMECHANIKAI VIZSGÁLATA HŐTERHELÉS HATÁSÁRA.....	31
<i>The determination for heat effect of the rock mechanical parameters of Boda Claystone Formation</i> Krupa Ágnes	
A TOKAJI-HEGYSÉGI ZEOLITOS RIOLITTUFÁK (IGNIMBRITEK) KÖZETTANA ÉS VULKANOLÓGIAI FELÉPÍTÉSE.	35
Zelenka Tibor	
A TÖZEGLÁPOK ÉS LÁPTALAJOK GENEZISE, FÖLDHASZNÁLATI HELYZETKÉPE A MÁSODIK EZREDFORDULÓ UTÁNI MAGYARORSZÁGON	40
<i>The origin of peat bogs and bog soils and their land use in Hungary in XXI. st. century</i> Dömsödi János	
AZ IPOLYTARNÓCI MIOCÉN ŐSEMLŐSÖK TÉRBELI SEBESSÉGE.....	43
<i>The spatial speed of the ipolytarnoc Miocene ancestors</i> Hágen András	
AZ ŐSÉLETNYOMOK KÖRNYEZETJELZŐ SZEREPE A WEEREWA – TÓ (LAKE GEORGE, ÚJ-DÉL-WALES, AUSZTRÁLIA) NEGYEDIDŐSZAKI KÉPZŐDMÉNYEIBEN	47
<i>Trace fossils as paleo-environmental indicators from the Quaternary of Weereewa, (Lake George), NSW, Australia</i> Papp Éva, Dávid Árpád, Fodor Rozália	
KOMPLEX PÓRUSSZERKEZET VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN KIDOLGOZÁSA AZ AUSZTRÁL LAKE GEORGE-TÓ FIATAL AGYAGOS ÜLEDÉKEINEK VIZSGÁLATA CÉLJÁBÓL	50
<i>Development of a complex laboratory procedure for characterisation of pore structure in clay sediments, Lake George, NSW, Australia</i> Ács Péter, Fedor-Szász Anita, Papp Éva, Koroncz Péter, Fedor Ferenc	
TALAJNEDVESSÉG MONITORING ADATOK 3 DIMENZIÓS NUMERIKUS MODELLEZÉSE ARCGIS KÖRNYEZETBEN	53
<i>3D numeric modelling of soil moisture monitoring data in ArcGIS platform</i> Hervai András, Czigány Szabolcs, Nagy Gábor, Halmai Ákos, Pirkhoffer Ervin	

AZ EURÓPAI KÖZÖSSÉG H2020 KUTATÁS ÉS INNOVÁCIÓ PROGRAM KERETÉBEN MEGVALÓSULÓ PROJEKTEK A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT RÉSZVÉTELÉVEL	56
Krivánné Horváth Ágnes, Scharek Péter	
MINLEX – TANULMÁNY A NYERSANYAGKUTATÁS ÉS KITERMELÉSÉNEK ENGEDÉLYEZTETÉSÉRŐL AZ EU-BAN	58
<i>MINLEX – a study on mineral exploration and extraction permitting in the EU</i>	
Mádai Ferenc, Hámor Tamás	
MŰHOLDAS HELYMEGHATÁROZÁSSAL A KÜLSZÍNI BÁNYÁK MÉLYÉN.....	62
<i>Satellite positioning in the depth of open-pit mines.</i>	
Gombás László	
3D PONTFELHŐ TECHNOLÓGIA A BÁNYAMÉRÉSBEN.....	65
<i>3D point cloud technology in mine surveying</i>	
Sáfár Tamás	
A BVH KFT. MECSEKI KÖRNYEZETVÉDELMI BÁZISÁNAK TEVÉKENYSÉGE	68
<i>The activity of the BVH Ltd. Mecsek Environmental Station</i>	
Németh Gábor	
SUGÁRVÉDELEM ÉS MONITORING AZ EGYKORI MECSEKI URÁNBÁNYÁSZAT TERÜLETÉN	71
<i>Radioprotection and monitoring at the former Mecsek Uranium mining area</i>	
Várhegyi András	
ANDEZITBÁNYA MEDDŐHÁNYÓINAK TÁJBAILLESZTÉSE VILÁGÖRÖKSÉGI KÖRNYEZETBEN.....	75
<i>Landscape reclamation of andesite spoil heaps in a world heritage site</i>	
Csima Péter, Kertész Botond, Módosné Bugyi Ildikó	
KŐBÁNYÁSZAT VS. BARLANGVÉDELEM	79
<i>Quarrying vs. protection of caves</i>	
Leél-Össy Szabolcs	
TERVEZETT FELSZÍN ALATTI OLAJFINOMÍTÓ ELŐKÉSZÍTŐ MUNKÁLATAINAK NYOMAI A HELEMBAI-HEGYSÉGBEN.....	82
<i>Trace of planning petroleum refinery in Burda Hills</i>	
Szeberényi József, Balogh János, Kis Éva, Viczián István	
TÁJREHABILITÁCIÓS LEHETŐSÉGEK A DRÁVA MENTÉN	85
<i>Opportunities for landscape rehabilitation along the Drava in Hungary</i>	
Lóczy Dénes, Dezső József, Gyenizse Péter	
DUNA ÉS TISZA MENTI SÜLLYEDÉSEK.....	88
<i>Depressions along the Danube and Tisza rivers</i>	
Kis Éva, Schweitzer Ferenc	
EMBERI HATÁSRA KELETKEZETT MARADANDÓ- ÉS ÁTMENETI FORMÁK TANULMÁNYOZÁSA ELKERÜLŐ ÚT KÖRNYEZETÉBEN	92
<i>Study of the permanent and intermitten landforms emerged under human intervention in the environment of the bypass</i>	
Kis Éva, Lóczy Dénes, Schweitzer Ferenc, Viczián István, Szeberényi József, Balogh János	
GEOMORFOLÓGIAI VISZONYOK SZEREPE A PARTFALMOZGÁSOK KIALAKULÁSÁBAN A DUNA KULCS ÉS DUNAÚJVÁROS KÖZÖTTI MAGASPARTI SZAKASZAIN	97
<i>The role of geomorphological features in landslide occurrences on the Danube's bluff between Kulcs and Dunaiújváros ifj. Viczián István, Balogh János, Kis Éva, Szeberényi József</i>	
ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS EGÉSZSÉG – A MAGYAR LAKOSSÁG SÉRÜLÉKENYSÉGE A HŐHULLÁMOKKAL SZEMBEN	101
<i>Climate Change and Health – Vulnerability of the Hungarian Population due to Heat Waves</i>	
Uzzoli Annamária	
A TELEMEDICINA TÉRRE ÉS TÁVOLSÁGRA GYAKOROLT HATÁSAI ÉS KÖVETKEZMÉNYEI – ESETTANULMÁNY A TELEKARDIOLÓGIA SZEREPÉRŐL.....	104
<i>The effects and consequences of telemedicine on space and distance – A case study about the role of telecardiology</i>	
Bán Attila	

A FÖLDTUDOMÁNYOK KIHÍVÁSAI AZ ENSZ FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSI CÉLOK (2016-2030) TELJESÍTÉSE ÉRDEKÉBEN.....	108
<i>Earth Sciences Challenges to Realise the UN Sustainable Development Goals (2016-2030)</i>	
Kiss Éva, Mika János	
TÁVKAPCSOLATI RENDSZEREK HATÁSA A KÁRPÁT-MEDENCE TÉRSÉGÉRE	112
<i>The effects of teleconnection patterns on the Carpathian Basin</i>	
Kristóf Erzsébet, Bartholy Judit, Pongrácz Rita	
A REGCM4.5 REGIONÁLIS KLÍMAMODELL TESZTELÉSE	115
<i>Test simulations of the RegCM4.5 regional climate model</i>	
Kalmár Tímea, Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita	
CSAPADÉKSZIMULÁCIÓ MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA HIDROLÓGIAI MODELL FELHASZNÁLÁSÁVAL.....	119
<i>The analysis of the reliability of precipitation simulations using a hydrological model</i>	
Kis Anna, Pongrácz Rita, Szabó János Adolf, Bartholy Judit	
A FELSZÍNHŐMÉRÉSEK ALAPULÓ HŐSZIGET-INTENZITÁS ÉS A LOKÁLIS KLÍMAZÓNÁK KAPCSOLATA BUDAPESTEN	122
<i>Connection between surface temperature based heat island intensity and local climate zones in Budapest</i>	
Dian Csenge, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit	
A VÁROSI HŐSZIGET HATÁS NAPI MENETÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE BUDAPESTI HELYSZÍNI MÉRÉSEK ALAPJÁN	125
<i>Comparational analysis of the urban heat island effect using in-situ measurements in Budapest</i>	
Ince Dóra, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit	
BARLANGKLIMATOLÓGIAI MÉRÉSEK A BUDAI-TERMÁLKARSZTON	129
<i>Cave-climatological measurements in the Buda Thermal Karst</i>	
Weidinger Tamás, Virág Magdolna, Tordai Ágoston Vilmos, Lukács Dávid, Leél-Őssy Szabolcs, Mindszenty Andrea	
PABLS'13 ÉS '15: HATÁRRÉTEG-MÉRÉSI PROGRAM SZEGEDEN	135
<i>PABLS'13 and '15: boundary layer measurement campaigns in Szeged</i>	
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	
VÁROSKLÍMA ÉS VÖLGYKLÍMA HATÁSOK EGYÜTTES MEGFIGYELÉSE EGERBEN	140
<i>Mutual urban and valley climate observations in Eger</i>	
Csabai Edina, Mika János, Rázi András, Szegedi Sándor	
A FÖLDTUDOMÁNYI OKTATÁS TÖRTÉNETE A JUBILÁLÓ PÉCSI EGYETEMEN.....	143
<i>The History of Geoscience Education at the Jubilee University of Pécs</i>	
Dövényi Zoltán	
A PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM NEMZETKÖZI KAPCSOLATAI ÁZSIÁBAN.....	146
<i>The Scientific Connection and Intercommunication between the University of Sciences and Asia</i>	
Bárdi László	
AZ ÁLTALÁNOS- ÉS KÖZÉPISKOLAI FÖLDRAJZOKTATÁS JELENLEGI HELYZETE ÉS JELENTŐSÉGE A ROKONTUDOMÁNYOK FELSŐFOKÚ KÉPZÉSÉNEK MEGALAPOZÁSÁBAN.....	148
<i>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</i>	
Hevesi Attila	
A FÖLDRAJZTUDOMÁNY AXIÓMARENDSZERE	150
<i>Axiomatic System of Geography</i>	
Vadas Gyula	
A TÁJSZEMLELET NÉHÁNY FELEKEZETI ASPEKTUSA A KÖZÉPKORI ÉS KORA ÚJKORI MAGYARORSZÁGON.....	153
<i>Some Denominational Aspects of Landscape Approach in the Middle and Early Modern Age in Hungary</i>	
Pete József	
A REFORMÁCIÓ TERMÉSZETSZEMLELETE.....	156
<i>View of nature in the Reformation</i>	
Viczián István	

ELNÖKI KÖSZÖNTŐ A 13. HUNGEO FÖLDTUDOMÁNYI VILÁGTALÁLKOZÓHOZ

Baksa Csaba, HUNGEO TOP elnöke

dr.baksa.csaba@gmail.com

Örömmel és reményekkel telve köszöntöm az Olvasót és mindazokat, akik hozzájárultak ahhoz, hogy 13. alkalommal rendezhettük meg a földtudományok művelésével hivatásszerűen, olykor csak műkedvelésből foglalkozó magyar szakemberek világtalálkozóját. Amikor 1996-ban néhány elhivatott és patrióta érzelmű kolléga útjára indította ezt a nagyszerű rendezvényt, még nem tudhatták, hogy húsz évvel később is lesznek olyanok, akik hasonló szakmai és hazafias indíttatásból, szakmánk iránti alázattal és az újabb generációk iránti felelősségérzettel fenntartják, és elhivatott lelkesedéssel megszervezik ezt a konferencia sorozatot. Hiszünk abban, hogy az idősebb szakmai generációnak, a fiatalabbak új elvárásokat is megfogalmazó és természetes igényű szemlélete mellett, meg kell mutatni és továbbadni hagyományainknak és hivatásunk megtartó erejének mélyre nyúló gyökereit is. A 2014-ben Debrecenben megtartott 12. találkozón a HUNGEO TOP úgy határozott, hogy a legközelebbi világtalálkozót 2017-ben Pécsen rendezi meg, abból az alkalomból, hogy a PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM abban az évben ünnepli fennállásának 650. évfordulóját. Ez az egybeesés jó esélyt adott arra, hogy a világszerte, és kis hazánkban dolgozó földtudományi szakemberek az egyetemi kollégáikkal közösen mutatkozzanak be, és ismertessék a szakmai közösség előtt legújabb eredményeiket. Jó alkalom volt arra is, hogy az egyetemi és városi rendezvénysorozatba illesztve konferenciánkat, nagyobb társadalmi ismertséget és elfogadottságot érjünk el hivatásunk teljes spektruma számára. A világtalálkozó hívó szavait is ennek a célnak szolgálatába állítottuk „Földtudományok és környezet harmóniában” címmel. Reméltük, hogy a hibás társadalmi paradigma bányászatellenes szemlélete ellenére mind a szakmai előadásokkal, mind a Mecsek környéki terepbejárások tapasztalataival hozzájárulhattunk annak bizonyításához, hogy a földtudományi kutatások és azok ipari, bányászati következményei nincsenek antagonisztikus ellentétben az egészséges környezettel és a jogos, de mértéktartó társadalmi elvárásokkal. Meggyőződésünk, hogy a föld mélyének kincsei az emberiséget szolgálják és van racionális megoldás arra, hogy a társadalmi munkamegosztás minden szereplője ezeket a javakat harmonikus egységben a köz hasznára kamatoztathassa. Szerencsés egybeesés volt, hogy a világtalálkozó évében ünnepelték a protestáns egyházak a Reformáció 500. évfordulóját, amelyről a plenáris ülésen egy előadás keretében mi is megemlékeztünk.

Ez alkalomból is, meg kell emlékezni arról a nagyrebecsült kollégánkról, aki néhány elhivatott patrióta társával egyetemben 1995-ben elhatározta, és egy évvel később meg is valósította ennek a nagyszerű sorozatnak az elindítását. A HUNGEO rendezvények különböző helyszínekkel körbeutazták az országot, sőt kitekintettek a Kárpát-medence több, politikai határon kívüli történelmi városára is. 2006-ban már Pécsen is rendeztünk HUNGEO világtalálkozót. A Magyarhoni Földtani Társulat 2012 – 2018. között működő elnöksége mindig a sikerrel kecsegtető világtalálkozók továbbéltetése mellett állt. Ennek volt eredménye a 2015-ben szervezett magas színvonalú debreceni találkozó is. Erre még írásbeli köszöntőt küldött Dudich Endre, a kivételes intellektusú, nagy műveltségű és szakmánk iránti alázattal viseltető, elhivatott barátunk és kollégánk, aki 2016 őszén, hosszú betegség után megvált a földi fizikai világtól. Távozása mindannyiunk számára pótolhatatlan veszteség. Ő volt az, aki megtestesítette a HUNGEO szellemiségét, szívén viselte annak periodikus megrendezését és magas szakmai színvonalát. A Pécsi rendezvényen, a magyar földtudományokkal foglalkozó szakmai társadalom mindazokkal egyetemben, akik tisztelték és szerették Dudich Bandit, mély megrendüléssel és munkássága iránti tisztelettel és hálával adóztak emléke előtt.

Remélem, hogy ezzel a rendezvényünkkel is elősegítettük és megvalósítottuk az alapító atyák azon nemes célját, és közelebb hoztuk a világban sok helyen élő és dolgozó földtudományi szakembereket, erősítettük az egymás közötti szakmai és baráti kapcsolatokat, ezáltal olyan szinergiákat szabadítottunk fel, amely elősegítette emelni földtudomány ágainak színvonalát. Sajnálatos tény, hogy erőfeszítéseink ellenére sem tudtuk növelni azoknak a potenciális résztvevőknek a számát, akik a politikai határokon túl élnek, és a Kárpát-medence gyönyörű tájain folytatnak kutatómunkát. Reméljük, hogy a megjelenő kötet széleskörű terjesztésével a találkozón tapasztalt új pótolni tudjuk.

A világtalálkozó előadóinak köszönöm, hogy hozzájárultak a sikeres konferenciához, az élményekkel teli terepbejáráshoz, és a baráti attitűdökkel is színesített sikeres szakmai találkozóhoz. Külön is kifejezem nagyrebecsülésemet, hogy szóban elhangzott előadásaikat a jelen kötetben megjelenő tanulmányok formájában elkészítették.

Végül, szeretnék köszönet mondani a Magyar Tudományos Akadémia Földtudományok Osztályának, hogy felismerte a választott téma jelentőségét és fontosságát, amit a jelen kötet megjelenéséhez adott anyagi hozzájárulásával is kifejezett.

A 13. HUNGEO VILÁGTALÁLKOZÓ MARGÓJÁRA – KÖSZÖNTŐ

Komlóssy György, a HUNGEO alapító tagja

geokom38@gmail.com

Felemelő érzés egy ilyen jeles pillanatban köszöntőt mondani. Ez korábban rendre Dudich Bandinak volt hozzá méltó tiszt. Mint tudjuk, Ő 2016-ban eltávozott közülünk. A testet eltemettük, a lélek az maradt, itt, köztünk.

Több mint két évtizede, hogy a Magyarhoni Földtani Társulatban három kuruc (Dudich Endre, Kecskeméti Tibor és Komlóssy György), meg egy kurucka (Zimmermann Katalin) összehajolt. Zászlót bontottak. Legyen nemzetegyesítés, legalább a földtudományokat művelő szakemberek között! Legyen világtalálkozó! A millicentenáriumi ünnepe 1996-ban, Szent István napja erre pompás alkalom volt. Hamar kiderült, a földrajzos kollegák ugyanezen dolgoztak. Sorban csatlakoztak hozzánk a geofizikusok, a térképészek, a karszt- és barlangkutatók, végül még a Föld légkörének tudósai is. Egymásra találtunk. Hozta mindenki a saját szakterületéről a tudományát. Volt mit tanulnunk egymástól, az elmúlt 12 találkozás során. Volt, amit meg nem kellett tanulni. Az elkötelezettséget, a munkánk szeretetét, meg a tudás tiszteletét.

Pécs városa és a Pécsi Tudományegyetem 2006-óta most már másodszor ad otthont nekünk. A vendéglátó gazdához csatlakozott a Duna-Dráva Nemzeti Park. De jó ötlet! Ne hagyjuk már, hogy természeti kincseink ésszerű kihasználása és a természet védelme közötti vitát laikusok döntsék el hatalmi szóval, mint ahogy az Bős-Nagymaros, vagy a magyar bauxitbányászat esetében történt milliárdos károkat okozva a nemzetnek.

Sophianae, Quinque Ecclesiae, Fünfkirchen városának történelme az ókeresztény sírkamráktól (IV. sz.) kezdve, a Szent István alapította püspökségen, a gótikus alapokon álló székesegyházon (XI-XII. sz.) át az első magyar egyetem alapításán túl (XIV sz.), a reneszánsz eszmeiség otthonán (XV sz.), majd a török hódoltság épített emlékein keresztül (XVI sz.) a szecesszió csodás ékköveit előállító Zsolnay gyárig (XIX-XX sz.) vezet. A Pécs környéki kőszénbányászat jelentős mértékben hozzájárult a hazai ipari forradalom sikeréhez (XIX sz.), a két vesztes világháború követően pedig a gazdaság újjászületéséhez. Az 50-es években induló urán bányászata is az ország-, és ezen belül Pécs javát szolgálta. Méltán lett Pécs 2010-ben Európa kulturális fővárosa.

Meg kell említeni, hogy volt ennek a városnak egy püspöke: János, a Cezmicei, aki pannóniai polgár gyanánt hozta Itáliából a reneszánsz eszmét. Azt a felismerést, ami először Petrarca szemét nyitotta meg a természet szépségének meglátására. Ő volt az, aki szonettjeiben füvek, fák, virágok, a fenséges Pó folyó szépségét megénekelte. Itáliából Janus Pannonius magával hozta a közösség elsősége helyére lépett egyén alkotó szerepét. Az egyéniség teremtő erejének fontosságába vetett hitet. Azt a hitet, ami a világ boldogabb felén még ma is a fejlődés motorja. Ezt a felismerést tükrözi ismert epigrammája:

***„Eddig Itália földjén termettek csak a könyvek,
S most Pannónia is ontja a szép dalokat.
Sokra becsülnek már, a hazám is büszke lehet rám,
Szellemem egyre dicsőbb, általa híres e föld.”***

Szilárd meggyőződése, hogy Jánosnak, annak a pannóniainak a lelke hatja most át ezt a társaságot. Hisz mi mindannyian hisszük és valljuk magunkról, hogy a HUNGEO által „szellemünk egyre dicsőbb, általa híres e föld”. Legyen is úgy!

Van ennek a büszke városnak egy világhódító szülöttje is: Vásárhelyi Győző. Ezek a Győzők, meg Viktorok, arról nevezetese, hogy ők meg vannak arról győződve, hogy győzelemre születtek. De azért lehet csak egyszerűen egy bölcs és győztes üzenet is. Az opart művészet megteremtője, - akit Vasarely néven ismert meg a világ – azt üzeni, hogy a dolgok nem mindig azok, aminek látszanak, hogy mi micsoda az meg leginkább attól függ, hogy milyen aspektusból nézzük. Ez a tudományművelők számára a művészet eszközével történő üzenet, a közös megértés kulcsa, ha belátjuk, hogy egye-egy állítás igazsága sokszor csak látószög kérdése. Tudományos megállapításainkat úgy kezdjük: „ahogy én látom...”

Aztán itt vannak ezek az évfordulók. Ezekről is emlékezni kell. Fel lehet ugyan tenni a kérdést, hogy „a „régikor árnya felé visszamerengni mit ér?” Hát azt éri, ha nem ismerjük a múltunkat, akkor nem értjük a jelenünket, ha nem értjük a jelenünket nem tudjuk a jövőnkét megalapozni, azaz nem tudunk hatni, alkotni, gyarapítani, amitől aztán a haza végül majd csak valahogy fényre derül.

650 évvel ezelőtt alapították itt Pécsen egy egyetemet. Igaz nem sokáig élt. A kérdésre nem kapunk választ. Az alapítás helyszínének kiválasztása, az már Pécs városának érdeme. Meg az is, hogy otthont adott az eltékozolt országrészekből menekülő pozsonyi egyetemnek.

Mint elhangzott szép és tartalmas előadásban, az 500 évvel ezelőtt született reformáció, mint a reneszánsz, szintén megújulást hozott Pannóniába. Ennek kapcsán említsük meg azt is, hogy néhány hónap múlva lesz 350 éves fordulója annak, hogy Tordán az Erdélyi Fejedelemség területén, a világon először magyar földön mondták ki és iktatták törvénybe a lelkiismereti szabadságot, a vallások szabadságát azon a címen, hogy a „hit az Isten ajándéka”. Hiszem és vallom, a magyar történelem egyik legdicsőségesebb napja, amit Nyugat is elismert azzal, amikor a genfi reformátorok falánál, a neves prédikátorok közé Bocskai alakját is elhelyezte. Egyetlen a szoborcsoporthoz, aki kardjára támaszkodva emelt fővel áll a szerényen lehajtott fejű tudós hitelesítői között. Erdély adott otthont még a Krisztus isteni voltát tagadó unitáriusoknak, végül pedig még a tragikus sorsú szombatosoknak is. Otthont adni a jó szándékú üldözötteknek Krisztusi tanítás, nemes cselekedet. Erdély a protestáns világ számára a szabadság földje lett.

A HUNGEO társasága az értelmiség teljes keresztmetszetét képviseli, a vidéki tanítótól, az ipari szakértőtől keresztül felfelé az egyetemi tanárokig, akadémikus tudósokig. Itt most mi együtt vagyunk, itt most mindenki egyenlő. Mégis engedjék meg nekem, hogy a pálmát a határon túli magyar – különösen a szórványban tanító – földrajztanárnak adjam, mert ő az, aki már csak tudja, hogy magyarnak lenni nem csak emelt fővel viselendő sors csupán, annál sokkal több: az maga a küldetés.

Ezekkel a gondolatokkal zárom köszöntőmet. Köszönet a Szervezőknek, éljenek házigazdáink, éljenek lelkes vendégeik, éljenek azok is, akiknek itt lenne a helyük, de nincsenek. Éljenek a misszionáriusok, vivát Hungaria!

**A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS FÖLDTANI SZOLGÁLAT (MBFSZ)
KÜLDETÉSE A BÁNYÁSZAT ÉS KÖRNYEZET HARMÓNIAJÁBAN**
*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. rendelet¹ 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 végzéséhez szükséges hatósági, kutatási, nyilvántartási, tervezési és döntés-előkészítési feladatokat, amelyeket az intézmény jogelődjei közel másfél évszázada magas színvonalon, a hazai bányászati tradíciókra alapozva végeznek.



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 bányavállalatok, 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 kéziratot 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 adatrendszer, környezeti információ- és tudásbázist biztosít Magyarországi 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 ásványi nyersanyag-potenciál értékelése, a várható kutatási és termelési módszerek, technológiák, a szállítás, tárolás, hulladékkezelés, energiaellátás, vízellátás áttekintése.

Az ásványvagyongazdálkodási 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 mindig háttérintézményként vesz részt az MBFSZ.

A jövőben is folytatódnak a földtani környezet megismeréséhez és a földtani közeg igénybeviteléhez 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, kőzettetek, 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 sokszázéves 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 fentiekben túl obszervatóriumokat és mérési alaphálózatokat működtet az ország területén: Tihanyi Geofizikai Obszervatórium, Pálé mágneses Laboratórium, Mátyáshegyi Gravitációs és Aerodinamikai 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 határokön 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-kockázateértékelési 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 előállítás) 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.

GEOTERMIA HATÁROK NÉLKÜL A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

Geothermal energy without frontiers in the Carpathian Basin

Nádor Annamária ^{1,3}, Rotárné Szalkai Ágnes ¹, Zilahi-Sebess László ¹, Maros Gyula ¹, Szócs Teodóra ¹, Tóth György ¹, Gál Nóra ¹, Gulyás Ágnes ¹, Kun Éva ¹, Nina Rman ²

¹ Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, 1145 Budapest, Columbus u. 17-23.

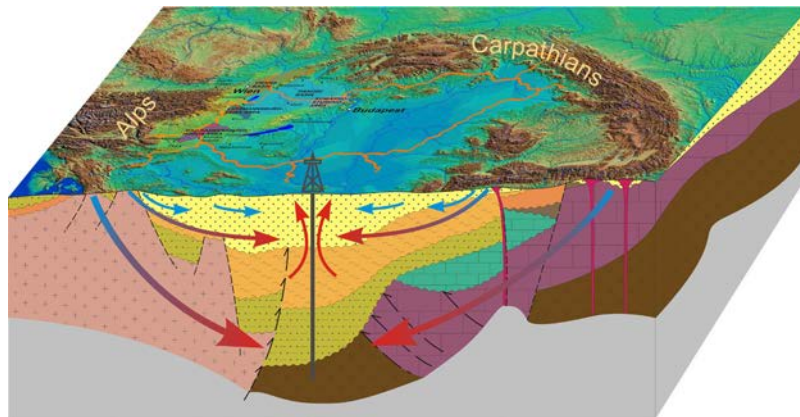
² Geological Survey of Slovenia, Dimiceva ulica 14, 1000 Ljubljana

³ nador.annamaria@mbfsz.gov.hu

Összefoglaló

A Kárpát-medence gazdag geotermikus erőforrásai, az ezeket hordozó regionális termálvíz áramlási rendszerek a terület nagy földtani szerkezeteihez igazodva több országon átnyúlva helyezkednek el. Ezek fenntartható használata csak egy határokon átnyúló, a szomszédos országokkal közösen kialakított gazdálkodási stratégia mentén valósulhat meg. Az elmúlt években 3 transznacionális projekt keretében a szomszédos országokkal közösen vizsgáltuk Magyarország ÉNy-i-, Ny-i, illetve D-i és DK-i határvidékein a geotermikus energiahasznosítás lehetőségeit, a termálvíz termelés lehetséges hatásait és a hatékonyabb kihasználásukban rejlő lehetőségeket, a geotermikus rezervoárok regionális elterjedését és jellemzését.

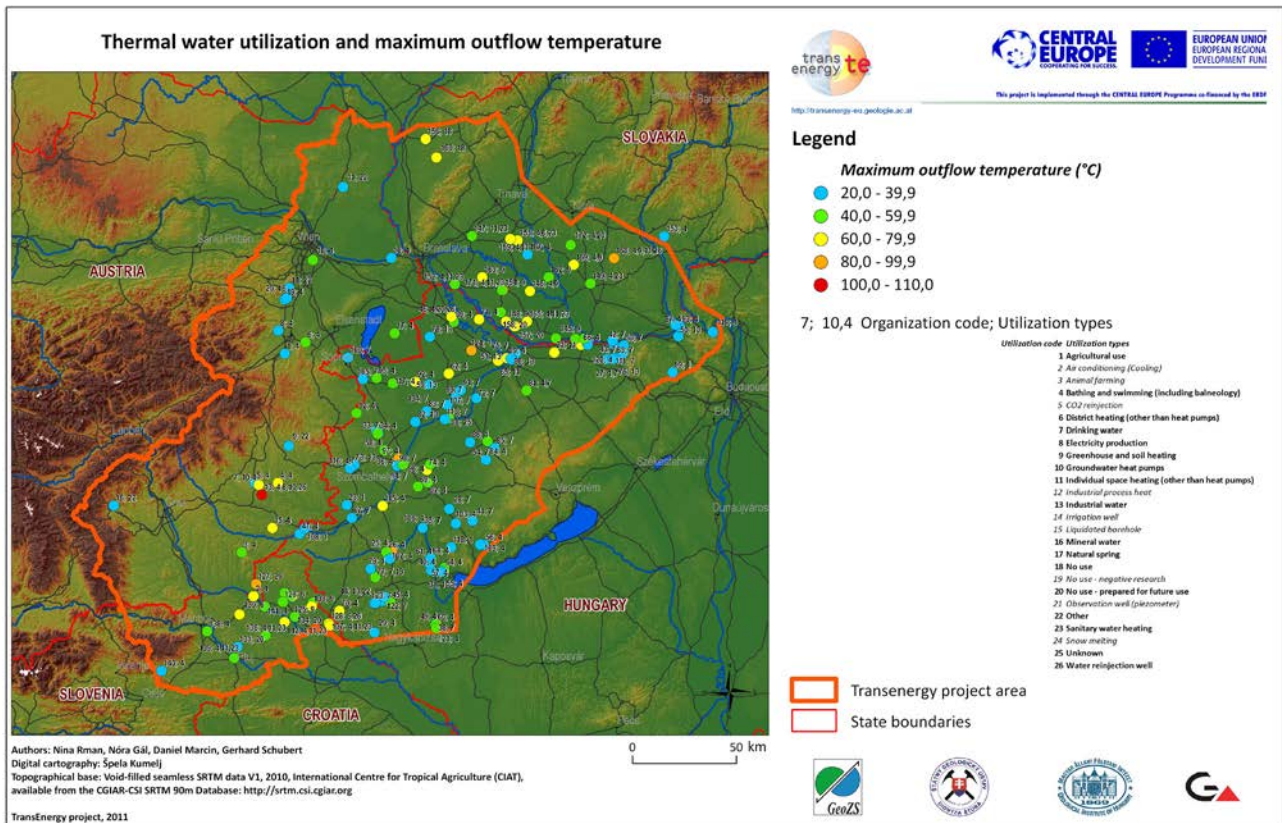
A geotermikus energia fő hordozóközegét jelentő termálvíz az ország határaitól függetlenül, a földtani szerkezetek által meghatározott regionális pályák mentén áramlik. Ezen nagy áramlási rendszerek hatalmas területeket foglalnak magukba: az utánpótlódási régiók a Kárpát-medencét övező hegyvidékeken vannak, ahol a beszivárgó csapadékvíz a mélybe jutva felmelegszik és a medence arra földtanilag-vízföldtanilag alkalmas egységei mentén áramlik a természetes vagy mesterséges megcsapolási pontok felé (1. ábra). Ezért csak egy határokon átnyúló, a szomszédos országokkal közösen kialakított gazdálkodási stratégia vezethet a termálvizek fenntartható használatához.



1. ábra. A Kárpát-medence regionális termálvíz áramlásainak elvi vázlata

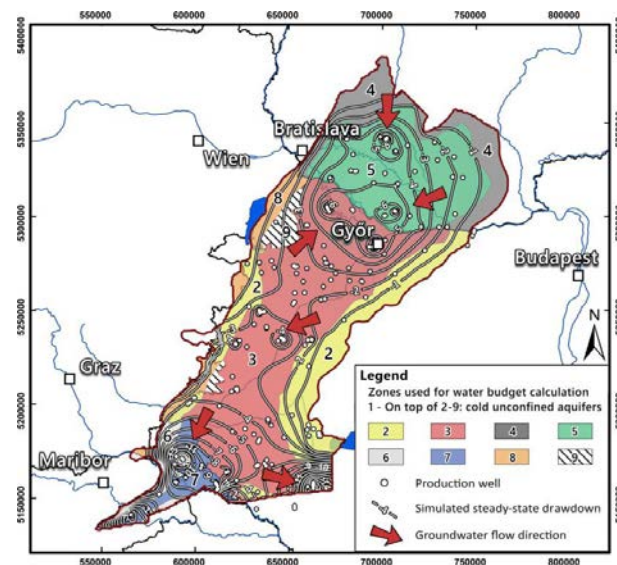
A kedvező központi fekvésű földrajzi adottságokat felhasználva a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, illetve jogelőd intézményei az elmúlt évtizedben több határokon átnyúló nemzetközi projektet koordináltak (T-JAM, Transenergy, DARLINGe), amelyek fókuszában a határokkal osztott geotermikus erőforrások sokrétű vizsgálata állt.

Első lépésben az adott projekt területen részletes felmérést készítettünk a működő termáلكutakról, és ezek adataiból (pl. kifolyó víz hőmérséklete, hozama, a szűrőzött szakaszok mélysége, a vízáadó litológiája, a felhasználás módja) adatbázist építettünk, ami az adatok sok szempontú lekérdezhetőségét és megjelenítését tette lehetővé (Rman et al. 2015) (2. ábra).



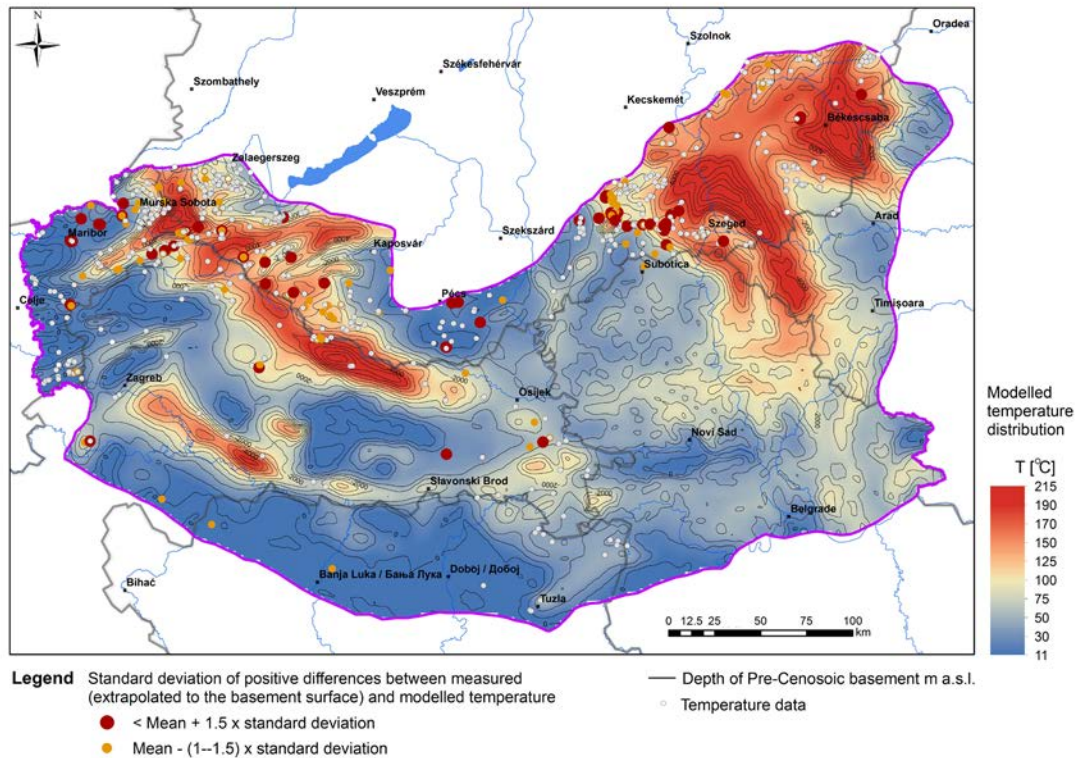
2. ábra. Üzemelő termálkutak osztályozása és térképi megjelenítése a kifolyó víz hőmérséklet alapján, Transenergy projekt

Ezt követően a vizsgálandó területre meghatároztuk a főbb hidrosztratigráfiai egységeket (azon kőzetegyüttesek, amelyek vízföldtani szempontból hasonlóan viselkednek) és olyan földtani térmodelleket szerkesztetünk, amelyek alapján ezek határoló felületei megadhatóak. A földtani modell jelenti a vázat a numerikus vízföldtani modellekhez, amelyek segítségével megadhatóak a főbb nyomásszintek, meghatározhatóak az áramlási pályák, az egyes egységek közötti vízmérleg adatok (3. ábra). Különböző termelési scénáriók futtatásával ezen modellek segítségével előrejelhetőek a jövőbeli termelések hatásai is (Tóth et al. 2016).



3. ábra. Modellezett felszín alatti vízszintek és áramlási pályák a felső-pannon termálvízadóban a 2007-2009 közötti időszakban Magyarország, Szlovákia, Ausztria és Szlovénia együttes termeléseinek figyelembevételével (Szöcs et al. 2018) Transenergy projekt

A földtani és vízföldtani modellek természetesen kiegészülnek geotermikus modellekkel is (Lenkey et al. 2017), ezek általában a felszín alatti hőmérséklet-eloszlásokat mutatják izoterma térképek (adott hőmérséklet mélybeli eloszlása), vagy mélység-hőmérséklet (adott mélységben található hőmérséklet-eloszlás) formájában (4. ábra)



4. ábra. A prekainozoós medencealjzatra számított (modellezett) hőmérséklet eloszlás és a mért hőmérsékletek között különbségek eloszlása, mely utóbbi a medencealjzatban jelenlevő konvektív vízáramlások meglétére utal. DARLINGe projekt

Természetesen ezen közös modellek kialakítása csak a szomszédos országok közötti harmonizált földtani, vízföldtani és geotermikus adatok alapján lehetséges, ezért a modellépítéseket minden esetben hosszú adatgyűjtési és adat-harmonizációs fázis előzte meg, melynek során az egyes országok pl. közös jelkulcsot alakítottak ki az egyes földtani képződményekre, egységes adatbázisba rendezték hidrogeológiai, geotermikus adataikat.

A különböző földtani és geotermikus modellfelületek kombinációjával lehetőség nyílt a különböző főbb geotermikus rezervoár típusok lehatárolására és térbeli megjelenítésére is (Rotár-Szalkai et al. 2017). A területen tipikusan két fő rezervoár típust lehet elkülöníteni: a porózus medencekitöltő üledékeket (ezen belül is kiemelten a homokos összetételű felső-pannon képződményeket), illetve a repedezett, karsztosodott kőzeteket a medencealjzatban. A megfelelő határoló földtani modellszint és a különböző izoterma térképek elmezésével ezen 2 fő típuson (porózus és repedezett) belül további al-kategóriák jelölhetőek ki a hőmérséklet szerint (pl. 30-50 °C, 50-100 °C, 100-150 °C), amely egyben a lehetséges jövőbeli hasznosításokra is támpontot jelent (pl. alacsonyabb hőfok igényű egyedi épületfűtés, vagy balneológiai hasznosítás, magasabb hőfok igényű geotermikus távfűtő rendszerek, stb.)

A projektekben ezen tudományos feladatok mellett rendszerint különböző, a fenntartható termásvíz és geotermikus energiagazdálkodást segítő módszerek fejlesztése is történik. Egyik ilyen módszer az ún. benchmark értékelés (Prestor et al. 2015), amely egyedi termálkutak különböző jellemző adataiból számított független indikátorok (pl. energiahatékonyság, hasznosítás hatékonysága, visszasajtolás mértéke, túltermelés, monitoring, stb.) elemzésén és összehasonlításán alapul. Emellett a DARLINGe projektben egy újszerű földtani kockázatértékelő rendszer is kialakításra került, amely a különböző geotermikus projektek kutatási (fúrási), tesztelési és üzemelési fázisaiban a lehetséges földtani kockázati események azonosítására (pl. a célrezervoárt nem tárja fel a kutatófúrás, a feltárt fluidum hőmérséklete, hozama alacsonyabb az elvártnál, túlnyomásos zóna jelenléte, stb.) összpontosítva tesz javaslatot a kockázatok mérséklésére és lehetséges megelőzésére és azok ütemezésére.

A projektek eredményeinek integrált értelmezése különböző stratégiák, ajánlások formájában történik (Nádor et al. 2012, Szócs et al. 2018), míg az adatok interaktív web-portálokon jelennek meg széleskörű felhasználást biztosítva (<http://transenergy-eu.geologie.ac.at>).

IRODALOM

- Lenkey, L., Raáb, D., Goetzl, G., Lapanje, A., Nádor, A., Rotár-Szalkai, Á., Rajver, D., Svasta, D., Zekiri, F. 2017: Lithospheric scale 3D thermal model of the Alpine- Pannonian transition zone. Acta Geod. Geophys. <http://dx.doi.org/10.1007/s40328-017-0194-8>.

- Nádor, A., Lapanje, A., Tóth, G., Rman, N., Szócs, T., Prestor, J., Uhrin, A., Rajver, D., Fodor, L., Muráti, J., Székely, E. 2012: Transboundary geothermal resources of the Mura-Zala basin: joint thermal aquifer management of Slovenia and Hungary. *Geologija* 55 (2), pp. 209–224. <http://dx.doi.org/10.5474/geologija.2012.013>.
- Prestor, J., Szócs, T., Rman, N., Nádor, A., Černák, R., Lapanje, A., Schubert, G., Marcin, D., Benkova, K., Götzl, G. 2015: Benchmarking – indicators of sustainability of thermal groundwater management. In: *Proceedings World Geothermal Congress 2015*. IGA. Melbourne, Australia. pp. 19–25 (April 2015).
- Rman, N., Gál, N., Marcin, D., Weibold, J., Schubert, J., Lapanje, A., Rajver, D., Benková, K., Nádor, A. 2015: Potentials of transboundary thermal water resources in the western part of the Pannonian basin. *Geothermics* 55, pp. 88–98.
- Rotár-Szalkai, Á., Nádor, A., Szócs, T., Maros, Gy., Goetzl, G., Zekiri, F. 2017: Outline and joint characterization of transboundary geothermal reservoirs at the western part of the Pannonian basin. *Geothermics* 70, pp. 1–16.
- Szócs, T., Rman, N., Rotár-Szalkai, Á. Gy. Tóth, Lapanje, A., Cernak, R., Nádor A. 2018: The upper pannonian thermal aquifer: Cross border cooperation as an essential step to transboundary groundwater management. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.02.004>
- Tóth, Gy., Rman, N., Rotár-Szalkai, Á., Kerékgyártó, T., Szócs, T., Lapanje, A., Černák, R., Remsík, A., Schubert, G., Nádor, A. 2016: Transboundary fresh and thermal groundwater flows in the west part of the Pannonian Basin. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 57, pp. 439–454.

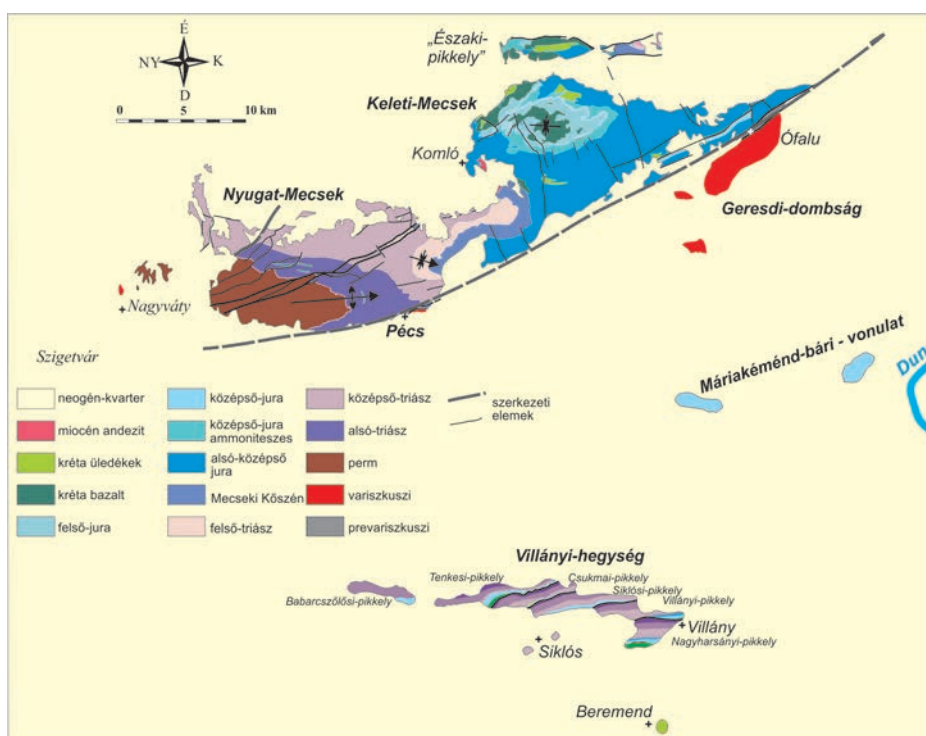
DK-DUNÁNTÚL FÖLDTANA *Geology of SE Transdanubia*

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 Máriakérménd-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

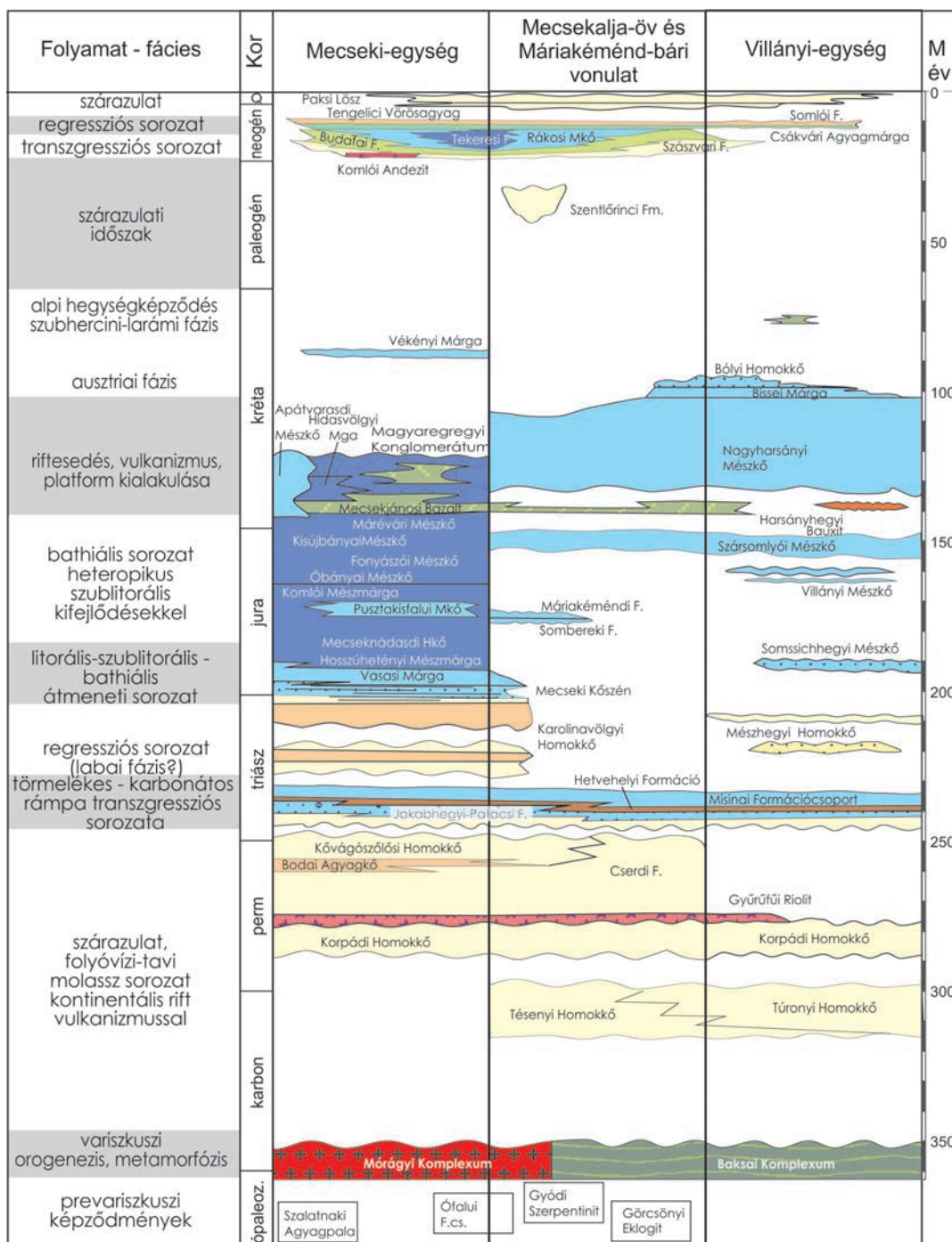
A Tiszai főegység fejlődéstörténetének fő szakaszait (Császár 2005) a vizsgált területen a következőképpen határozzuk meg (Konrád et al. 2010 nyomán, módosítva, l. a 2. ábrán):

Prevariszkuszi üledékképződés (ópaleozoikum)

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

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 monzogranit. 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)

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 perm folyóvízi Korpádi, Cserdi és Kővágósözlői 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).

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, Péro 2004). A kora-triászra jellemző az egyre finomabb szemű törmelék lerakódása a kezdetben folyóvízi, majd az azt fokozatosan felváltó, csatornákkal szabdalta árapályövi síksági környezetben (Barabás, Barabás-Stuhl 2005). A Jakabhgyi 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 (Misina Formációcsoport).

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).

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.

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.

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 Mészke felszíne és karsztbauxit halmozódott fel (Nagyharsányi Bauxit). A villányi karbonátplatform épülése folytatódott (Nagyharsányi Mészke), 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).

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.

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).

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 tágulások 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).

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).

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

A Kárpát-medencében általános süllyedést és tágulások 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., Péro, Cs. 2004: Mesozoic evolution of the Tisza Mega-unit. International Journal of Earth Sciences 93, pp. 297–313.
- Hámor, G., Pogácsás, Gy., Jámor, 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., Clothing, 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.
- Nagy E. 1969: A Mecsek hegység alsóliász kőszénösszlete. Földtan (Unterlias-Kohlenserie des Mecsek-Gebirges. Geologie). – A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve, 51/2, pp. 1–970.
- 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. — Jámor Á. (szerk): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. Mol Rt. és a MÁFI kiadványa, Budapest, pp. 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 Közöny 115. 1, pp. 1–21.

A BÁTAAPÁTI NEMZETI RADIOAKTÍVHULLADÉK-TÁROLÓ 2014-2016 KÖZÖTTI ÉPÍTÉSÉNEK FÖLDTANI EREDMÉNYEI

Geological results of the construction of National Radioactive Waste Repository in Bábaapáti between 2014-2016

Szebényi Géza ¹, Gaburi Imre ², Paprika Dóra ², Kristály Ferenc ³

¹*Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat*

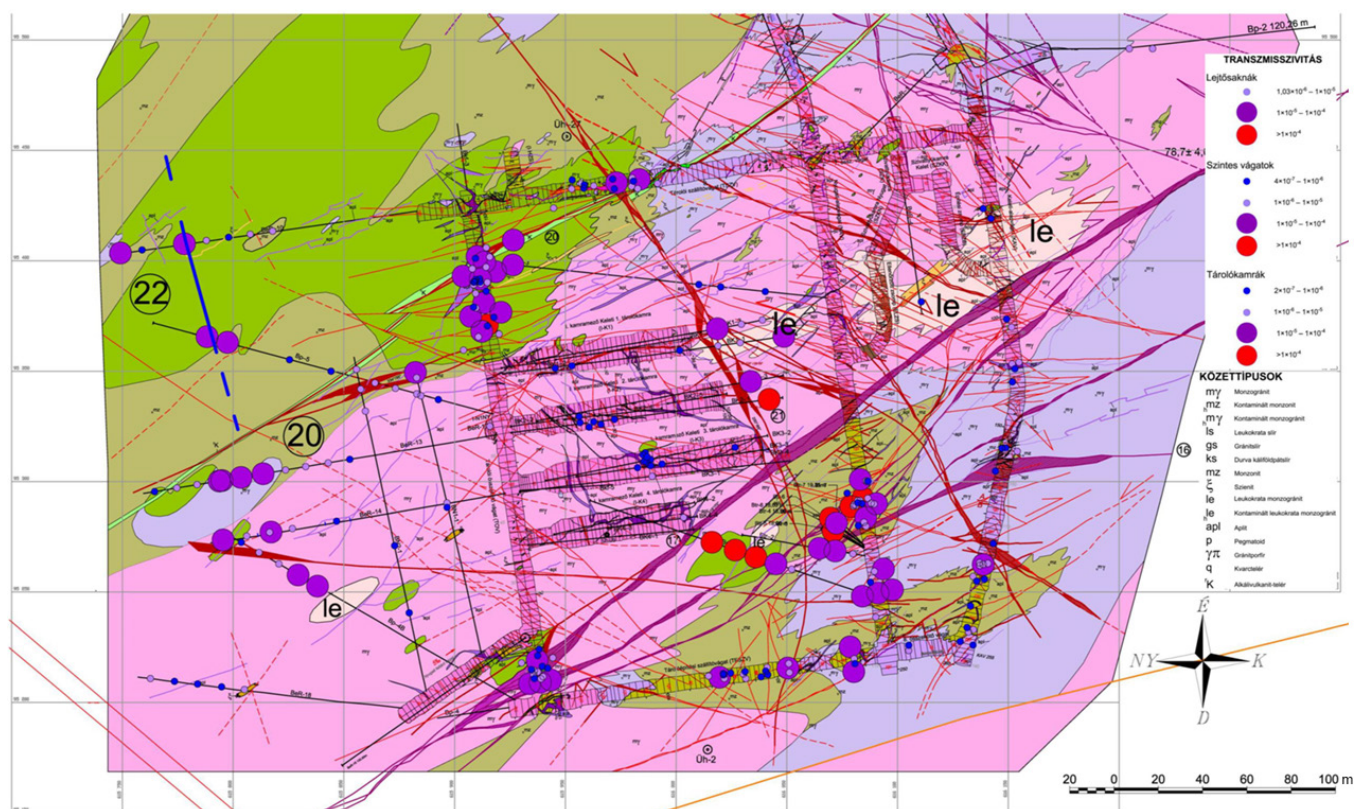
²*MECSEKÉRC Zrt.*

³*Miskolci Egyetem*

szebényi.geza@mbfsz.gov.hu

A kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok hazai végleges elhelyezésére szolgáló Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló (NRHT) a Geresdi dombság területén, a Szekszárdtól 26 km-re DNy-ra lévő Bábaapáti település mellett valósult meg. A felszíni kutatás (1997–2003) eredményei alapján a kutatási területen kijelölt sokszög határain belül a szakhatóság földtani alkalmasságot állapított meg. A célterületet megközelítő, egyenként kb. 1700 m hosszú lejtősaknák kihajtása és a hozzájuk kapcsolódó dokumentációs és vizsgálati program teljesítése jelentette a felszín alatti földtani kutatási fázist (2004–2008). Ettől kezdve már az NRHT építési, létesítési fázisa zajlott, de a hatósági előírás alapján a térkiképzéshez és a fúrásokhoz a földtani kutatási fázisban kialakított részletes földtani-tektonikai, vízföldtani és geotechnikai dokumentációs, mintavételi és anyagvizsgálati rendszer tartozott. A térkiképzés mechanikai és hidraulikai hatását is speciális geotechnikai és hidrológiai vizsgálati programok dokumentálták és értékelték.

Az I. kamramezőre jellemző a sávos földtani felépítés és a pásztás-zónás vízföldtani jelleg, amit ÉK-DNy-i és ÉÉNy-DDK-i csapású tektonika okoz (1. ábra). A kamratelepítésre a legkedvezőbb feltételeket az 1. kamramezőben a középső (monzogranitos) sávban találjuk.



1. ábra. Az NRHT 1. kamramező földtani térkép-kivágata (Szebényi et al 2016)

Az NRHT létesítés III. ütem 1-2 szakaszának felszín alatti munkáit 2014-2015-ben hajtotta végre a MECSEKÉRC Zrt., az integráló jellegű jelentések (Szebényi et al. 2016A; Kovács et al. 2016) 2016-ban készültek el. Az

engedélyezési tervdokumentáció és kiviteli tervek szerint kivitelezésre került az I. kamramező keleti szárnyának harmadik (I-K3) és negyedik (I-K4) tárolókamrája, a Nyugati feltáró vágat (NFV) és a 3. vizsgálati kamra (3VK) (lásd ugyanezen kötetben a bányászati cikk 1. ábráját). A Péter-törés harántolása során, a 3. vizsgálati kamra kihajtása által a tároló jövőbeni lezárásának 1:1 demonstrációs kísérletéhez szükséges helyszín kialakítása történt meg, és nagy volumenű mintavételezési és anyagvizsgálati program (Megyeri et al. 2014; Szabó, Gaburi 2015) is megvalósult. A tárolókamrák és vágatok építését maggal mélyített előfúrások és teljes szelvényvel kivitelezett szondafúrások előzték meg, melyek információt szolgáltattak a végleges kamrahosszak meghatározásához, a szükséges injektálási szakaszok kijelöléséhez (1. táblázat, 2. táblázat, 2. ábra, 4. ábra). Kitekintő fúrások adtak információt a kamramező külső/alsó részéről (2. ábra).

Mindkét tárolókamrában szükség volt egy-egy vágatszakszon teljes szelvényű fúrások (injektáló fúrások) mélyítésére és előinjektálásra a transzmisszivitási határérték ($2 \cdot 10^{-7}$ m²/s) vizsgálata és a vízelépési korlát (5 liter/perc/100 m) teljesítése miatt (3. táblázat).

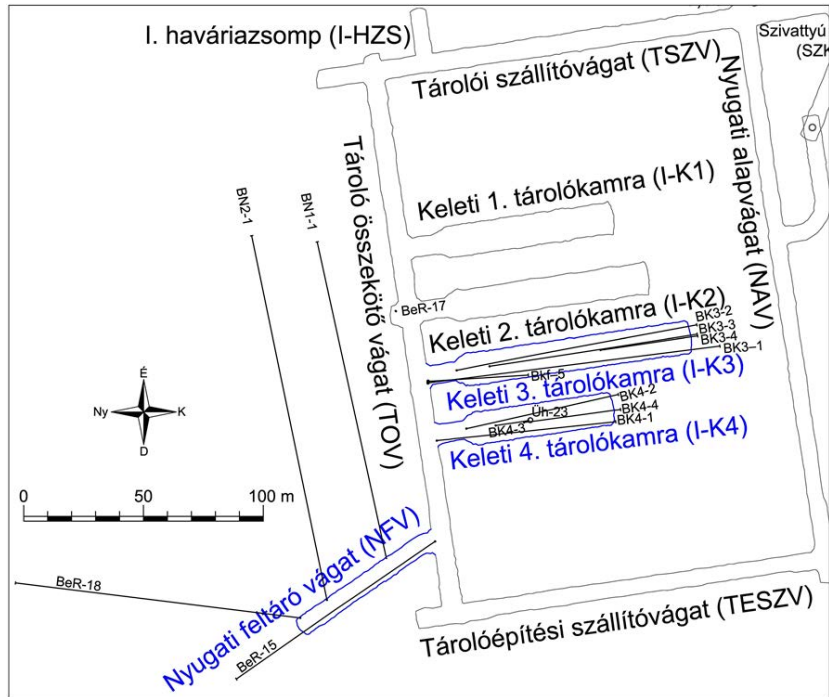
1. táblázat. Az NRHT létesítés III. ütem 1-2 szakaszában mélyített magfúrások

Fúrás típusa	Jele	Átmérő [külső, mm]	Száma [db]	Fúrt hossz [m]	Megjegyzés
Vágatelőfúrás	BeR	96	2	183,39	BeR-15, BeR-16
Kitekintő fúrás	BeR	96	2	219,88	BeR-17, BeR-18
Kamraelőfúrás	BN	96	2	289,93	BN1-1, BN2-1
Kőzetfeszültség	Bkf	37,7; 76; 96; 146; 178	6	41,19	Bkf-(6-11)
CSIRO HI- cellás	Bkc	96; 75,8	2	34,48	Bkc-23, Bkc-24
NFV és 3VK összesen			14	768,87	
Kamraelőfúrás	BK	96	9	548,94	BK3-1, ..., BK3-5; BK4-1, ..., BK4-4
Kőzetfeszültség	Bkf	37,7; 76; 96; 146; 178	1	41,96	Bkf-5
CSIRO HI-cellás	Bkc	37,7; 60	10	190,5	Bkc-13, ..., Bkc-22
EDZ fúrások	Bz, Bl	96	64	106,58	EDZ-15, ..., EDZ-18 elrendezés.
Extenzométeres	Bx	96	8	111,21	Ext-11, ..., Ext-13 elrendezés
I-K3 és I-K4 összesen		—	91	999,19	—
Magfúrás összesen		—	105	1768,06	—

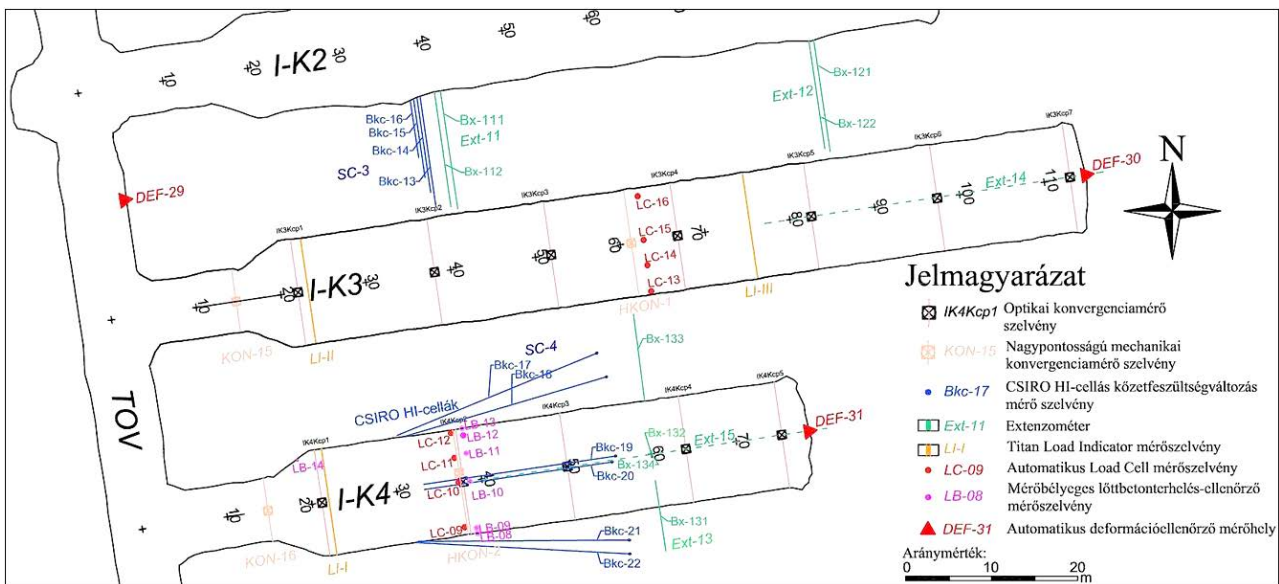
2. táblázat. Az NRHT létesítés III. ütem 1-2 szakaszában kivitelezett szondafúrások

Fúrás típusa	Jele	Átmérő [mm]	Száma [db]	Fúrt hossz [m]
Előszondafúrás	Bs	65	11	219,2
NFV és 3VK összesen	Bs	65	11	219,2
Előszondafúrás	Bs	65	57	1063,7
Injektálást ellenőrző fúrások	Bs	65	25	436,5
I-K3 és I-K4 kamrák összesen	Bs	65	82	1500,2
Teljes szelvényű fúrások összesen	Bs	65	93	1719,4

A térképezéshez és fúrásokhoz a földtani kutatási fázisban kialakított részletes földtani-tektonikai, vízföldtani és geotechnikai dokumentációs, mintavételi és anyagvizsgálati rendszer tartozott. A térképezés mechanikai és hidraulikai hatását is speciális vizsgálati program dokumentálta és értékelte (3. ábra) (Kovács et al. 2016; Szabó et al. 2016B).



2. ábra. Az NRHT létesítés III. ütem 1-2 szakasz főbb magfúrásai



3. ábra. Az I-K3 és az I-K4 tárolókamrák vizsgálati objektumai (magfúrások nélkül)

A térkiképzés mechanikai hatásait vizsgáló módszerek a következők voltak: optikai konvergenciamérés, mechanikai konvergenciamérés, roppantógyűrűs közzethorgony feszült-ségmérés, mérőbéllyeges közzethorgony feszültségmérés, mérőbéllyeges löttbeton feszült-ségmérés, CSIRO HI cellás feszültségváltozás mérő (elhaladásos) elrendezések, extenzométeres elrendezések (sugaras, Modular Reverse Head), deformációmérő három-szögek.



4. ábra. Kitekintő fúrás (BeR-17), CSIRO HI-cellás fúrás (b-Bkc-20) és vágatelőfúrás (c-BN2-1) kivitelezése

Az elvégzett szerzteágazó vizsgálati program földtani eredményei az alábbiakban foglalhatók össze.

Mindkét tárolókamra (I-K3 és I-K4) kivitelezése az előírt műszaki követelmények betartásával sikeresen befejeződött. Az I-K3 és I-K4 tárolókamra kihajtási hossza a Patrik-törés pontos térbeli elhelyezkedése alapján került véglegesítésre (Szebényi et al. 2014). A Patrik-törés ÉNy-i határfelületének előzetes pontosítása a BK4-1 és BK3-1 előfúrások, Bs-83-85 előszondafúrások és az I-K4 tárolókamra 61,7 m-es vágathomlokáról lemélyített csonka injektáló legyező fúrásainak adatai alapján vált lehetővé.

A Péter-törés a BeR-16 jelű előfúrás (Szebényi et al. 2015A) és a 3. vizsgálati kamra (Szebényi et al. 2016) adatai szerint vastag (kb. 10 m) szerkezetmorfológiailag szigmoidális-fonatos, halas, lencsés, breccsás-morzsálékos, vetőagyagos, függőleges összetevővel is rendelkező eltolódásos törési öv. Litológiai agyagos-apró kőzetklastos mátrix- illetve törmelékvázu monomikt illetve polimikt breccsa (5. ábra). A Péter-törés vastagsága kelet felé, a 3VK-ban nő, benne kálium hiány (-1%) alakult ki. Illitet nem tartalmaz, a töréskitöltés finom, vetőagyagnak minősített anyagának mátrixa uralkodóan kloritos-szmektites filloszilikátokból áll. A töréses öv erősen aszimmetrikus. Északi határa éles, déli fokozatos.



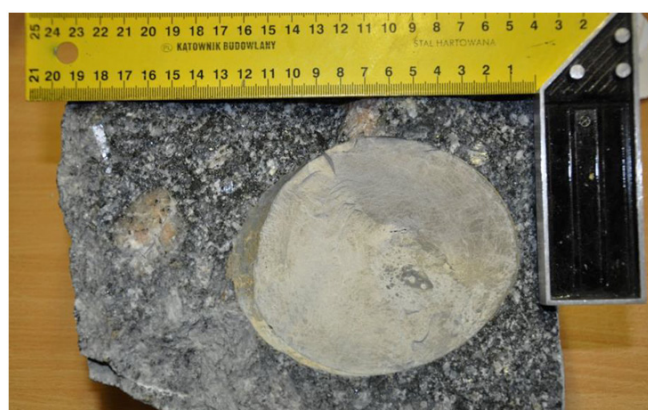
5. ábra. A Péter-törés anyagának jellemző képei különböző méretarányban (a- vágathomlok, b-kézipéldány, c-vékonycsiszolat)

A BN1-1 (Dályay et al. 2016) és a BN2-1 (4c ábra, Szabó et al. 2016) magfúrások alapján előzetesen telepíthetőnek ítéltető az I. kamramező nyugati szárnyán tervezett két tárolókamra (1. ábra, 2. ábra).

A BeR-17 függőlegesen lefelé irányult magfúrás alapján lefelé, mintegy 100 méterre a kis változékonyságú, relatíve homogén kőzetviszonyok folytatódnak (Paprika et al 2015) (2. ábra, 4a ábra).

Az I. kamramező nyugati szárnyán a BeR-18 fúrás alapján (1. ábra) (Paprika et al. 2016) a 22-ÉÉNy-DDK-i nyugati vízföldtani határszerkezet nem igazolódott.

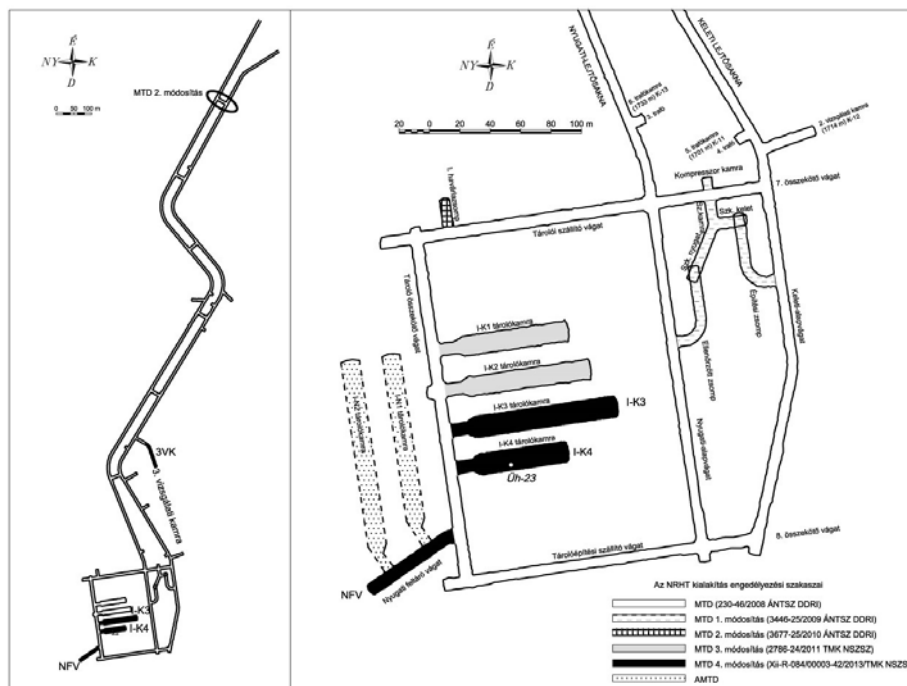
Megnyugtató eredménnyel zárult az Űh-23 fúrás (2. ábra, 6. ábra) részleges felhagyásának minőségi ellenőrzése az I-K4 tárolókamra kalott és talpszelet harántolásának részletes dokumentációja során (Szebényi et al. 2015B). A felhagyás kifogástalan eredménnyel járt, a fúrás kitöltése teljes és homogén, vízbeáramlás sem főtéből, sem talpról nem volt észlelhető.



6. ábra. Az Űh-23 fúrás kitöltés az I-K4 főtéből

A Nyugati feltáró vágatban (2. ábra) észlelt monzogranit-monzonit-szienit átmenetek illetve összefogódások alapján a szienit monzonittal, monzogranittal egyidejű kialakulása látszik igazolódni.

A tárolókamrák további telepítési lehetőségeinek vizsgálatára tervezett két további kitekintő fúrás (BeR-19, BeR-20) kivitelezése 2018-ra tolódik.



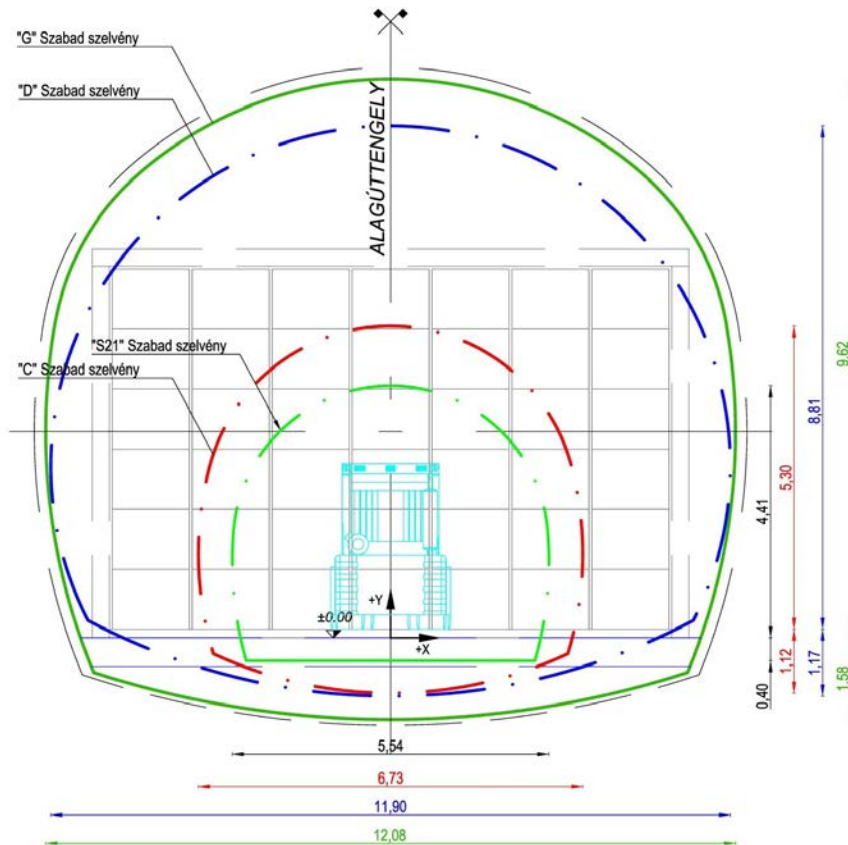
1. ábra. Az NRHT felszín alatti térrészeinek engedélyezési tervszakaszai 2008–2014 (Fábián et al. 2014)

Az NRHT létesítése 2008–2012. között a lejtősaknákhoz kapcsolódó közel szintes vágatrendszer és az első kamramező területén folyt. Az NRHT létesítésének I. üteme (alapvágatok és 8. összekötő vágat – „kishurok”) érvényes engedélyezési terv és az elfogadott kiviteli terv alapján 2008-2009 között zajlott, a II. ütem 1. és 2. szakasza (tárolói vágatok, a végleges vízkezelési rendszer vágatai, valamint az első két kamra nyaktagi része – „nagyhurok”) 2010 júniusában fejeződött be. Az NRHT létesítés II. ütem 3. szakaszában 2011–2012 között került sor az I. kamramezőben az első (I-K1) és második (I-K2) tárolókamra kialakítására és az NRHT üzemi rendszereinek kivitelezésére. Az NRHT létesítés III. ütem két szakaszának felszín alatti munkáit 2014–2015-ben hajtotta végre a MECSEKÉRC Zrt. Ennek keretében kivitelezésre került az I. kamramező keleti szárnyának harmadik (I-K3) és negyedik (I-K4) tárolókamrája, a Nyugati feltáró vágat (NFV) és a 3. vizsgálati kamra (3VK) (Fábián et al. 2014). Bővítésre kerültek a tárolóterek (I-K3 és I-K4 új tárolókamrák), az I. kamramező Nyugati szárnyán megtörténtek a további tárolókamrák kivitelezésének előkészületei (Nyugati feltáró vágat, BN1-1 és BN2-1 előfúrások), a 3. vizsgálati kamra kihajtása által a tároló jövőbeni lezárásának 1:1 demonstrációs kísérletéhez szükséges helyszín kialakítása is megvalósult. A tárolókamrák építése igényes bányászati kivitelezést követelt. A Tároló összekötő vágatból nyíló ún. nyaktagokhoz kapcsolódóan a kónuszos átmenetek 33 m²-es szabad szelvényről 115 m²-es szabad szelvényre bővültek, majd megépültek a tárolókamrák 115 m²-es szabad szelvény méretben, és elkészültek a záró falazatok (1. ábra). A tárolókamrák építése 2014. június 12. és 2015. július 15. között zajlott.

A tárolókamrák a 0-12 m Balti tengerszint között, ~260 méterrel a felszín alatt, egymással párhuzamosan, két építési fázisban (kalott, talpszelet) készültek (1. táblázat, 2. ábra, 3. ábra).

1. táblázat. Az NRHT létesítés III. ütem 1-2 szakaszában kialakított felszín alatti térségek

Vágat neve	Szelvény típusa	Típus	Kezdet [fm]	Vége [fm]	Terv hossz [fm]	Jellemző dőlés [%]	Tény hossz [fm]
3. vizsgálati kamra	S21	vágat	0,0	72,3	72,3	-101	72,1
I-K3 Nyaktag	C	vágat	0,0	15,4	15,4	+5	15,4
I-K3 Tárolókamra	G	kamra	15,4	115,0	99,6	+5	99,6
I-K4 Nyaktag	C	vágat	0,0	15,4	15,4	+5	15,4
I-K4 Tárolókamra	G	kamra	15,4	80,0	64,6	+5	62,9
Nyugati feltáró vágat	C	vágat	0,0	75,0	75,0	+5	70,5
Összesen					342,3		335,9



2. ábra. Az NRHT építése során alkalmazott bányatérsegi szelvénymérétek



3. ábra. A tárolókamra kialakításának szakaszai (a-kalott, b-talpszelet, c-teljes kamra)

A robbantólyukak Atlas Copco Rocket Boomer L2/C fúrókocsival készültek (4. ábra), a kopogózásra Liebherr bagger (4. ábra), az anyagszállításra LIEBHERR gumikerekes önjáró rakodók és JCB 718 dömperek lettek alkalmazva (5. ábra). Robbantásra többfajta robbanóanyagot használtunk fel (Emulex1, Emulex2, APB booster, Mátrix).

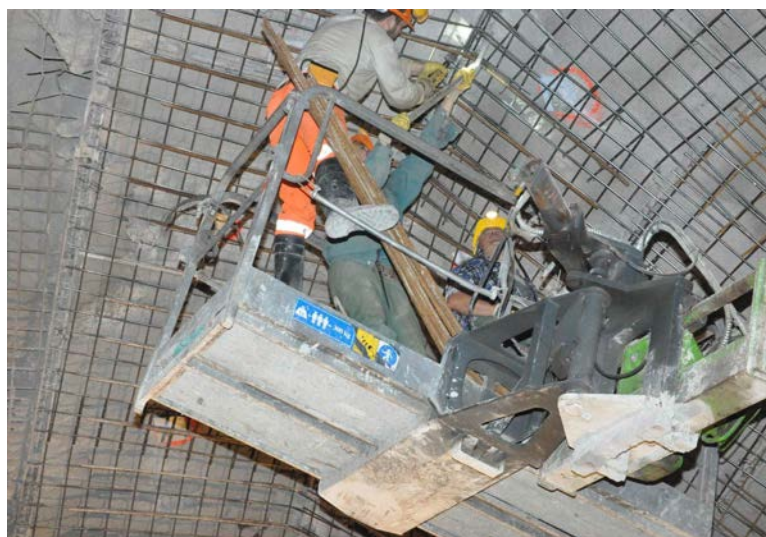


4. ábra. A térkiképzés során alkalmazott robbantólyukfúró berendezés (Atlas Copco Rocket Boomer L2/C)



5. ábra. A térkiképzésben használt Liebherr gyártmányú bagger és rakodó berendezések

A kőzetbiztosítás alapvető eszköze a közzethorgonyzás volt. Emellett kétrétegű acélháló erősítéses löttbeton héj (SIKA PM 500) került kialakításra (6. ábra).



6. ábra. Kétrétegű síkhálós acélháló beépítése a löttbeton-héj fellövése előtt

Bátaapátiban a felszín alatti tároló létesítés III. ütem 1. és 2. szakaszának céljai és feladatai a hatósági előírások betartásával teljesültek.

A Bátaapáti NRHT felszín alatti létesítése a XXI. század eddigi legnagyobb magyarországi felszín alatti komplex bányászati-földtudományi- környezetvédelmi munkája.

Az I-K3 és I-K4 tárolókamrák építését követően 2019-ig szünet várható, csak két kitekintő fúrás (BeR-19 és BeR-20) kivitelezésére kerül sor 2018-ban. Az 5. (I-N1) és 6. (I-N2) tárolókamra építésére a jóváhagyott elvi építési engedély rendelkezésre áll.

IRODALOM

- Fábíán M., Bakainé Papp K., Ropoli L., Barabásné Rebró K., Brandmüller I., Csicsák J., Grabarits J., Hámos G., Hogyor Z., Keszerice V., Kovács L., Miskolczi R., Szakács K., Viczencz O. 2014: A Bátaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló felszín alatti létesítményeinek továbbépítése. Aktualizált műszaki tervdokumentáció (MTD 5. módosítás). RHK-K-056/13 — Fábíán&Fábíán Kft., Budapest. 515 p.
- Szabényi G., Gaburi I., Paprika D., Miskolczi R., Csurgó G., András E., Szamos I., Böthi Z., Kovács L., Mészáros E., Somodi G., Kristály F. 2016: Földtani összefoglaló jelentés. Az NRHT létesítése 2012-2015. RHK-K-027A/16 — Kézirat. Mecsekérc Zrt. Pécs. 536 p.

MÓRÁGYI GRANITOIDOK ÖSSZEHASONLÍTÓ U-PB KORMEGHATÁROZÁSA CIRKON KRISTÁLYOKON

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

Kis Annamária ¹, Weiszburg Tamás ¹, Dunkl István ², Friedrich Koller ³,
Váczki 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 Mórággy 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 Mórággy gave the same age, indicating in situ unmixing for genetical relationship of three rock types. Zircons from two localities show bimodal age distribution (Mórággy: 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) Mórággy (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

Bevezetés

Munkánk célja a mórággyi 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 mórággyi granitoidokon, amelyek néhány alapkérdést, például a variszkuszi besorolást sikerrel megválasztottak. 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.

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.

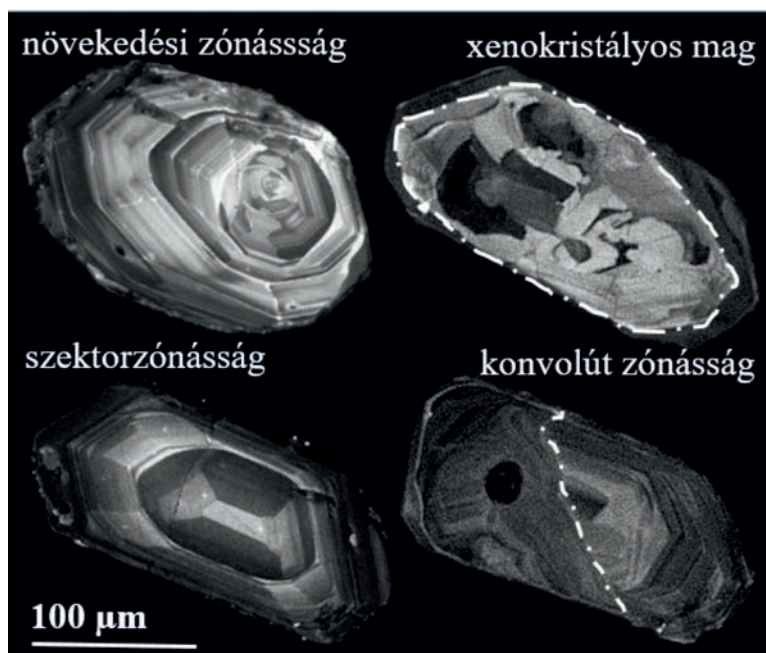
Mindkét kutatási területünk a Moldanubikumi zóna tagjai közül kerül ki. A dél-magyarországi mórággyi intrúzió, mely része a Tiszai Nagyszerkezeti Egységnek, egyben a DK-Bohémiai Masszívum, tektonikailag különálló

eleme is (Kovács et al. 2000). Míg a rastenbergi intrúzió, a Dél-Bohémiai Masszívum részeként, Észak-Ausztria területén foglal helyet (Klötzli, Parrish 1996).

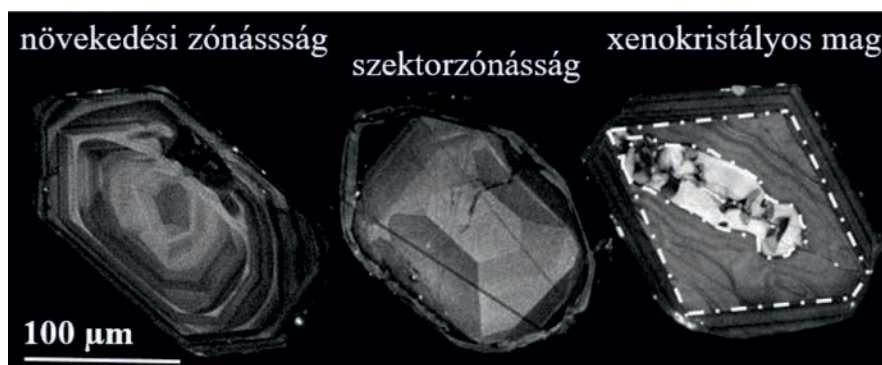
A vizsgált területen háromféle kőzettípus bukkan felszínre, melyek geokronológiai munkánk alapját is képezték: mikroklin-megakristályos granitoid, mafikus zárvány, illetve a kettő határán megjelenő hibrid kőzet. Az elemzett kőzetek az I-típusú (metalumíniumos) granitoidok csoportjába tartoznak (Buda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

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 mórággyi granitoidok cirkonjai között észleltük. Előzetes megfigyeléseink alapján azt várjuk, hogy az elsődleges, növekedési szöveti típusok korhatározása fogja adni a magmás kristályosodás korát.



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



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

Raman spektroszkópiai vizsgálatok alapján a cirkon zónák szerkezeti állapotát a ν_3 (SiO_4) rezgési sáv félértékszélessége alapján három kategóriába soroltuk: (Nasdala et al. 1995): 1. jól kristályos ($<5 \text{ cm}^{-1}$ FWHM), 2. átmeneti ($5\text{--}15 \text{ cm}^{-1}$ FWHM), 3. metamikt ($>15 \text{ cm}^{-1}$ 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

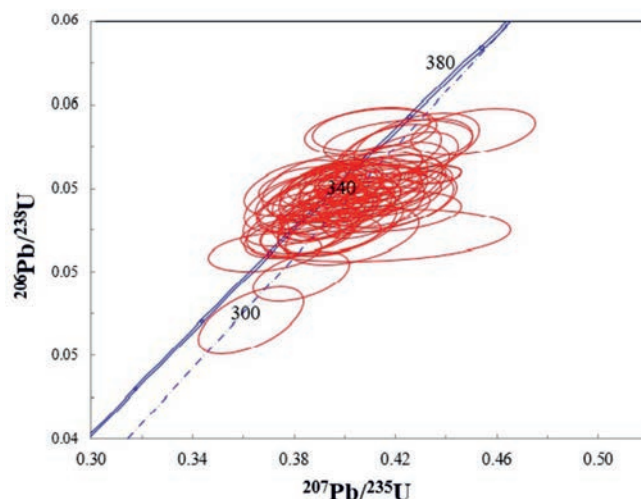
(Putnis 2009) kevésbé ellenállóak, így Pb-vesztettek is lehetnek, ezáltal torzíthatják az U-Pb korhatározás adatait, rontva ezzel a geológiai szempontból stabilnak vélt adatok statisztikáját és értelmezhetőségét.

U-Pb geokronológia

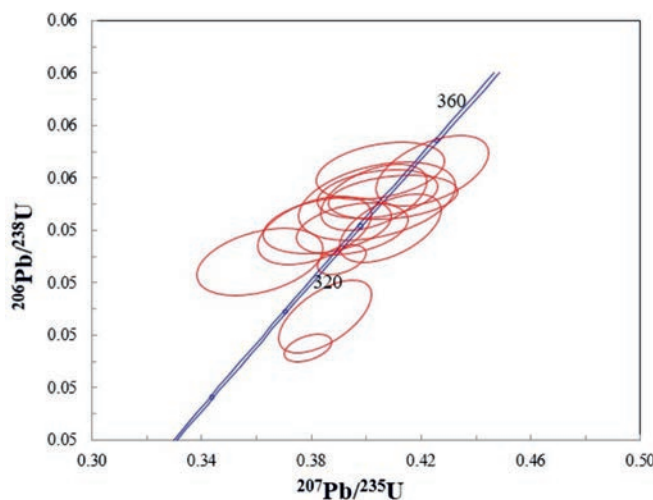
1. Konkordáns korok

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): $339,6 \pm 4$ millió év, MSWD: 1,4



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

A mórágyi intrúzió esetén a különböző kőzetek azonos kora a korábban geokémiai (Király, 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 (Mórágys: $345,9 \pm 0,95$ és $335,6 \pm 0,74$ millió év; Rastenberg: $345,4 \pm 3,5$ és $333,2 \pm$

4,8 millió év) jelezve ezzel, hogy a granitoid intrúziók kristályosodási ideje nem egy adott (geológiai) pillanathoz köthető, hanem időben elhúzódó folyamat.

2. 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 (Mórág: 26, Rastenber: 19).

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

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 mórági és rastenbergi intrúziók fő (granitoid) kőzeteiből származó cirkonszemcsék konkordáns kora igazolta/alátámasztotta az azonos keletkezési időt.
- 2.) A mórági intrúzió különböző kőzeteiből (granitoid, hibrid, mafikus) válogatott cirkonok konkordáns koradatai megegyeznek. Ez a magmakeverési modell helyességét igazolja az intrúzió kialakulását illetően.
- 3.) A mórági 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: (Mórág: $345,9 \pm 0,95$ millió év és $335,6 \pm 0,74$ millió év, Rastenber: $345,4 \pm 3,5$ és $333,2 \pm 4,8$ millió év).
- 4.) A gyengén diszkordáns koradatok alapján megállapítható, hogy az utólagos hatások a két vizsgált területet már eltérő időben érték. A felülbélyező folyamat kora, a rastenbergi pluton esetén a perm időszakra (268 ± 19 millió év), míg a mórági 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 Mórág Hills (South Hungary). Beihefte zur European Journal of Mineralogy, 11, pp. 21–32.
- Gerdes A., Wörner G., Finger F. 2000: Hybrids, magma mixing and enriched mantle melts in post-collisional Variscan granitoids: the Rastenber 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, pp. 415–431.
- Király E., Koroknai B. 2004: The magmatic and metamorphic evolution of the north-eastern part of the Mórág Block. Annual Report of the Geological Institute of Hungary, pp. 299–310.
- Klötzli U.S., Parrish R.R. 1996: Zircon U/Pb and Pb/Pb geochronology of the Rastenber granodiorite, South Bohemian Massif, Austria. Mineralogy and Petrology, 58, pp. 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, pp. 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 Mórág 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, pp. 225–328.
- Nasdala L., Irmer G., Wolf D. 1995: The degree of metamictization in zircons: a Raman spectroscopic study. European Journal of Mineralogy, 7, pp. 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, pp. 87–124.

BODAI AGYAGKŐ FORMÁCIÓ KÖZETEINEK KÖZETMECHANIKAI VIZSGÁLATA HŐTERHELÉS HATÁSÁRA

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

Krupa Ágnes

Kömérő Kft.

krupaagnes@komero.hu

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.

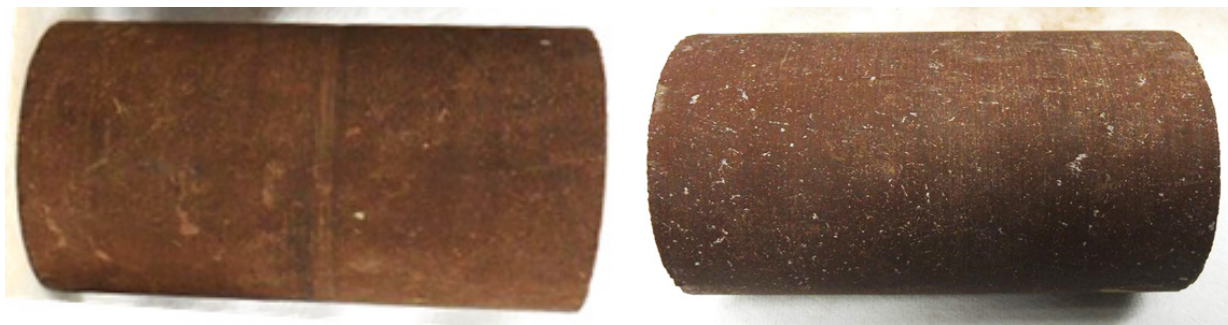
A BAF a Dél-Dunántúl aljzatának jellemző képződménye. Az agyagkő porozitása alacsony (<5 %), jó vízzáró képességgel rendelkezik duzzadóképes agyagtartalma, valamint az erősen konszolidált nagy testsűrűsége miatt (> 2500 kg/m³). A BAF minősítésének során elvégzett részletes ásványtani, kőzettani és geokémiai 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 szerk. 1999).

A vizsgált minták

A vizsgálat során felhasznált minták a korábbi években folytatott kutatások fúrómag mintái, melyek az ismert „Alfa vágból”, -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 oldali 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

Vizsgálati eredmények

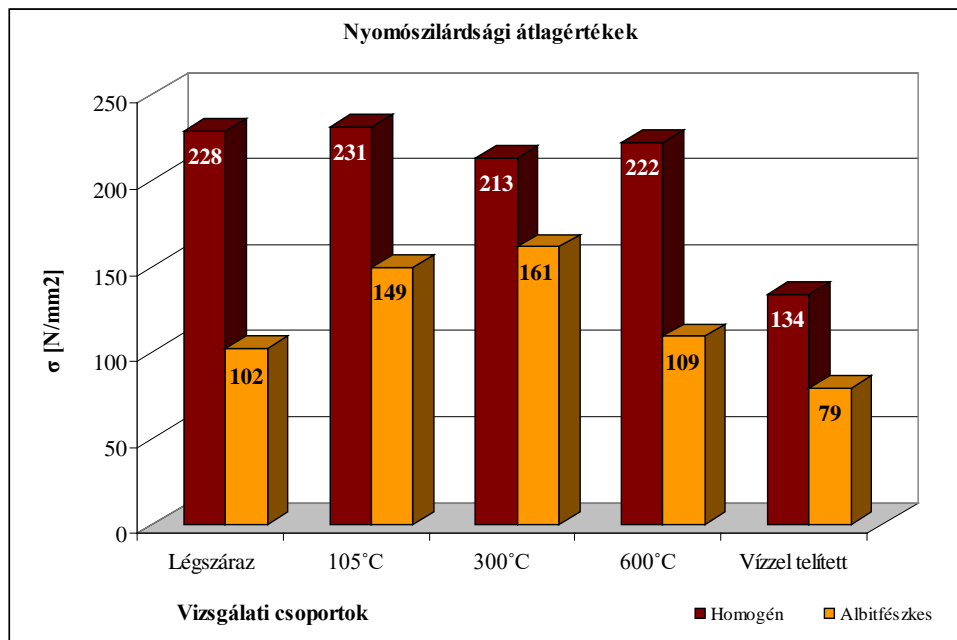
Az összes mintatest testsűrűségének átlaga 2730 kg/m^3 (szórás: 18,54). A 2700 kg/m^3 értéket csupán azon mintatestek nem érték el, melyek a mintatest kialakítása után látható repedéssel rendelkeztek. A homogén és albitfészkes mintatestek közötti átlagos testsűrűség különbsége 8 kg/m^3 , így a testsűrűségük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

A mintatestek átlagos ultrahang terjedési sebessége $5,31 \text{ km/s}$. A homogén minták átlagos ultrahang terjedési sebessége $5,57 \text{ km/s}$, míg az albitfészkes mintáké $5,19 \text{ km/s}$. 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.

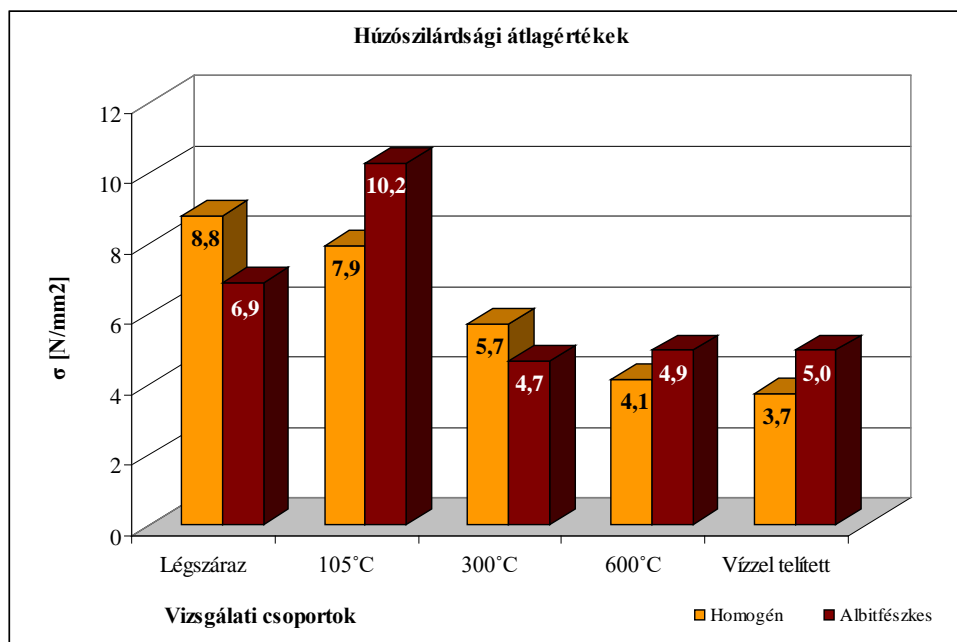
A két csoport közeteit összehasonlítva, minden vizsgálati csoport átlag eredményeit figyelembe véve, megállapítható, hogy a homogén összetételű mintatestek nyomószilárdsági értékei magasabbak, mint az albitfészkes minták értékei (2. ábra). A legnagyobb eltérés a két közettípus nyomószilárdsági értékei 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.

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 állapothoz képest 20 %-ot csökken, mely már az agyagkövekre általános értékének elfogadható. Mindkét közötti-

pus 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 értékektől. 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 hőterhelést minták esetében a legalacsonyabb az érték.

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 radioactive waste repository site: the Boda Albitic Claystone Formation, southern Hungary. *Acta Geologica Hungarica* 43/4, pp. 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, pp. 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, pp. 1–121.
- Máthé Z. (szerk.) 1999: Ásvány-kőzettani, kőzetgeokémiai és izotóptraszport vizsgálatok. Mecsekérc Zrt. Adattár, Kővágósözlős, 153.
- Sebe K., Sámson M. 2006: Az Ib-4 számú fúrás földtani dokumentációja. Kézirat, Mecsekérc Zrt. Adattár, Kővágósözlős, 16.

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

Zelenka Tibor

Miskolci Egyetem Ásvány-Földtani Intézet

zelenka.tibor@gmail.com

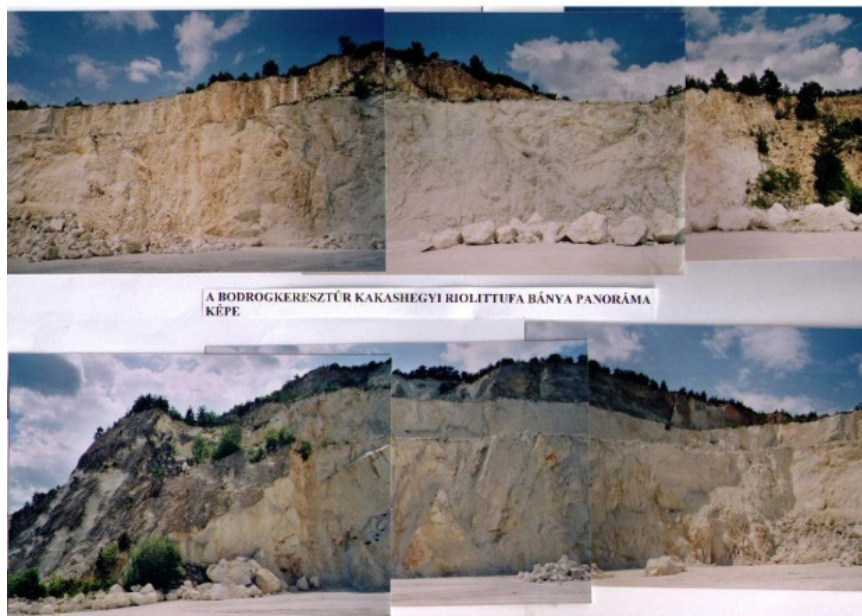
A Tokaji-hegység ÉK-i részén, Sátoraljaújhely baglyaskai köfjéjében felsőbádeni riódácittufa van. A hegység DNY-i részén Rátka-Mád-Bodrogkeresztúr között alsó-felső szarmata korú, a központi huták területén, Újhuta Flórika forrásnál összesült ignimbrites felsőszarmata riolit ártufa fejtőkben található tömegükben zeolitosodott piroklasztitok.

Kutatás: A Tokaji-hegységben több, mint 50 éve ismerték fel a trasz tulajdonságú zeolitos riolittufákat (Mándy, Nemezz, Varjú 1963), melyek tömeges zeolittartalmát röntgenvizsgálatokkal 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, Mátyás 1979) is irányadó. Az ártufa autohidrotermális hatására az aktív vulkáni üveg alapanyag szilánkjainak és horzsaköveinek szegélye 2-5 μ-os sávban zeolittá alakultak, míg azok belseje agyagásvánnyá-krisztobalittá változott. Így a teljes ártufa-kőzet devitrifikált tömege az üveges alkotók mennyisége függvényében 45-70% zeolittartalmúvá változott.

Kőzettanilag a tufák 90-95%-át vulkáni üvegtörmelékek alkotják, melyben a horzsakövek két típusa (makrocöves, mikrocöves), üvegszilánkok(sarló, táblás) és üveges kötőanyag van. Emellett biotit, kvarc, szanidin, plagioklász kristályok, kristálytöredékek csak 5-6%-ot tesznek ki. Ezekon kívül változó mennyiségben (5-25%) felszakított alaphegységi mellékkőzet és főleg vörös riolit zárványok és lapillik találhatóak. Az összesülés 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 „darázköves – lyukacsos” szerkezetet mutatnak. A ma is víz alatt lévő tufás szakaszok szürke, sötétebb zöld árnyalatúak, de tömött szövetűek, a primér zónára jellemzően néhol finomszemű pirittel hintettek.

Vulkanológiai az egykori riolit dómokból a kezdeti kitöréskor az előtér síkságán többszörösen váltakozva 0,4-2,5 m vastag tufitos alapi torlóár és riolitzárványos felszíni torlóár üledékek közel vízszintesen települnek. Ezt követően a freatomagmás kitöréskor a vulkáni lejtők oldalán (Mátyás 1977) 20-25°-al, néhol 37°-al települő 30-80 m vastag fekvő és saját kőzetzárványos „coignimbrít” breccsás piroklasztárak, végül felül 20-40 m vastag kristálytörmelékes riolit lapillis összesült piroklasztit árák halmozódtak fel. Az ignimbrites árák befejezését a hamufelhő torlóár tufitos-kavicsos 1-5m-es padjai alkotják.



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

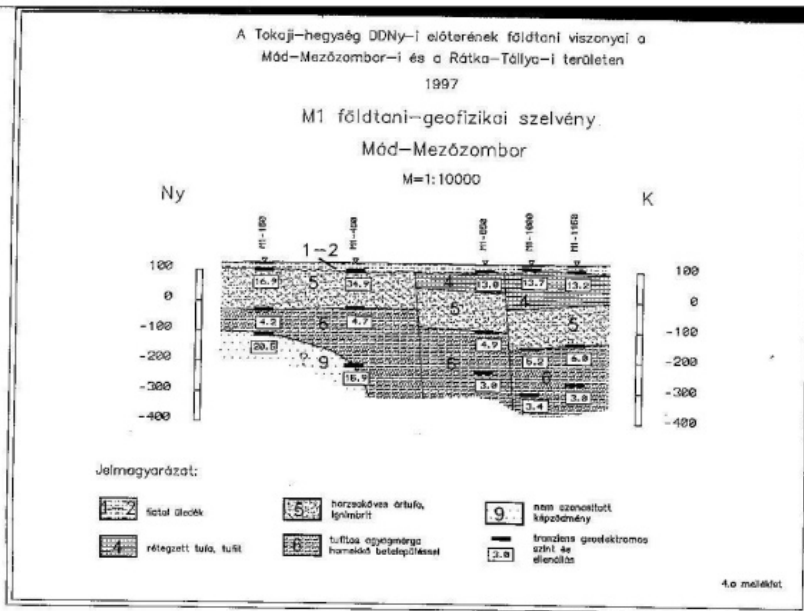
Tektonikailag a Tokaji-hegység szubdukciós eredetű idős ÉK-DNY-i, ÉÉK-DDNY/75-85°-os törésekkel és fiatalabb É-D-i és K-NY-i oldalirányú feltolódási síkokkal átjárt erősen összetört ékszerkezet. E törések szerkezeti metszéspontjai a Tokaji-hegység szélén meghatározták a riolitos, riodácitos kalderák,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

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

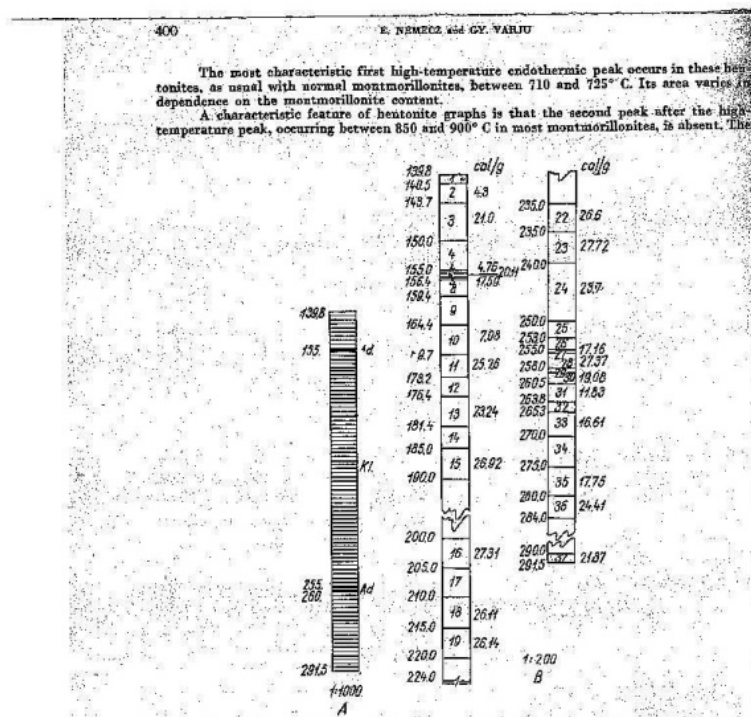
Előfordulás	A minta számozásai helye	Kémiai elemzési eredmények %-ban											Szöveti típus elnevezése	
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	összeszt			
10	Bodrogkeresztúr Nagy térfűző 20-1. fal	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
2	Mezőzombor 44. sz. térfűző 53,00-55,00	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
1	Mezőzombor 43. sz. térfűző 33,00-45,00	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
3	Mezőzombor 45. sz. térfűző 20,00-24,00	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
9	Rátka Fűző - fal	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
5	Kakas kő - fal	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
11	Sötétszög hely „Fűző” fal	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
6	Kakas kő - fal	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
8	Talicska Fűző - fal 2. sz. térfűző 8,00-10,00	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
7	Talicska Fűző - fal 8. sz. térfűző 20,00-25,00	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
4	Mezőzombor 46. sz. térfűző 24,00-30,00	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit
12	Fűző - fal	69,6	0,0	17,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	riolit

8. ábra. A Tokaji-hegység zeolitelfordulások típusainak minőségviszonyai. Mikroszkópos leírás: 1 Zöldes-lilészürke, cementált, mikroporózus, hidrohemitit, zeolitos horzsnakúves riolitufa; 2 Megszáradva kifehéredő, kevés horzsnakúves tartalmazó, kanyós törésű, kovács, talicska zeolitos vulkáni iszapfufa; 3 Sötétzöldeszürke, cementált, kovács, hidrohemitit, monstorfingit, szubmagmatikus apróhorzsnakúves, mikroporózus riolitufa; 4 Világoszürke-kifehéredő, kovács, gélés, rétegzett, teljesen elbotlott, homokos horzsnakú üvegtufa; 5 Világos-zöldeszürke, kifehéredő, tömög, rétegzetlen, cementált, zeolitot adótt allocthon horzsnakú üvegtufa; 6 Zöldeszürke, ki nem jehéredő, tömög, rétegzetlen, cementált, és földes, morzsalékos, zeolitot adótt, autocthon durva horzsnakúves horzsnakú üvegtufa; 7 Világoszürke-kifehéredő, cementált, keményföldes, osztályozott, zeolitos, aprószemcsés-középszemcsés pirogén hamokkő; 8 Zöldes-világoszürke, kifehéredő, keményföldes, cementált, zeolitos, elbotlott, finomszemcsés, rétegzett, piroklastogen hamokkő; 9 Zöldes-világoszürke, rétegzetlen, mikroporózus, előlpe osztályozott, cementált, apróhorzsnakúves riolitufa; 10 Zöldes-világoszürke, kifehéredő, cementált, tömög, előlpe tömött szövetű, demitifikált zeolitos horzsnakúves riolitufa; 11 Sötét-zöldeszürke, tömött szövetű, szilárdos törésű, osztályozott, botlott, esztendő, rétegzett riolitufa riolitbomlásokkal; 12 Világos-hamuszürke, tömög, rosszul osztályozott, cementált, demitifikált, valószínűleg zeolitos riolitis és perlitospitilis riolitufa.

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



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

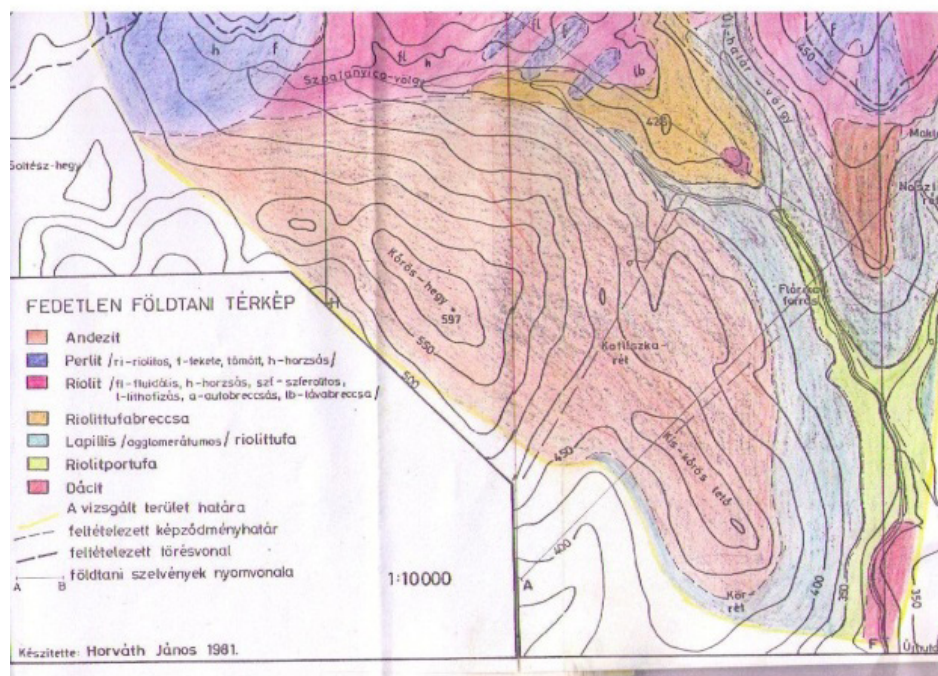


	M 1	M 11	M 12	M 22	M 23	M 24	Átlag 1162m profánra
SiO ₂	72.2	72.4	72.8	71.0	70.26	70.5	72.31
Al ₂ O ₃	11.1	11.6	11.4	11.5	11.07	11.3	11.27
Fe ₂ O ₃	1.18	1.15	1.26	1.26	1.10	1.14	1.19
TiO ₂	trace	trace	0.1	trace	0.10	trace	0.04
CaO	0.35	1.02	0.61	0.33	0.46	1.49	0.71
MgO	0.87	0.32	0.29	0.33	0.42	0.44	0.19
K ₂ O	3.19	3.33	3.37	3.39	3.66	3.23	3.29
Na ₂ O	1.79	2.04	2.24	2.19	0.61	2.24	1.50
SO ₂	0.4	0.6	0.2	trace	—	0.3	—
Loss	0.43	1.69	1.65	1.20	2.11	2.97	0.98

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

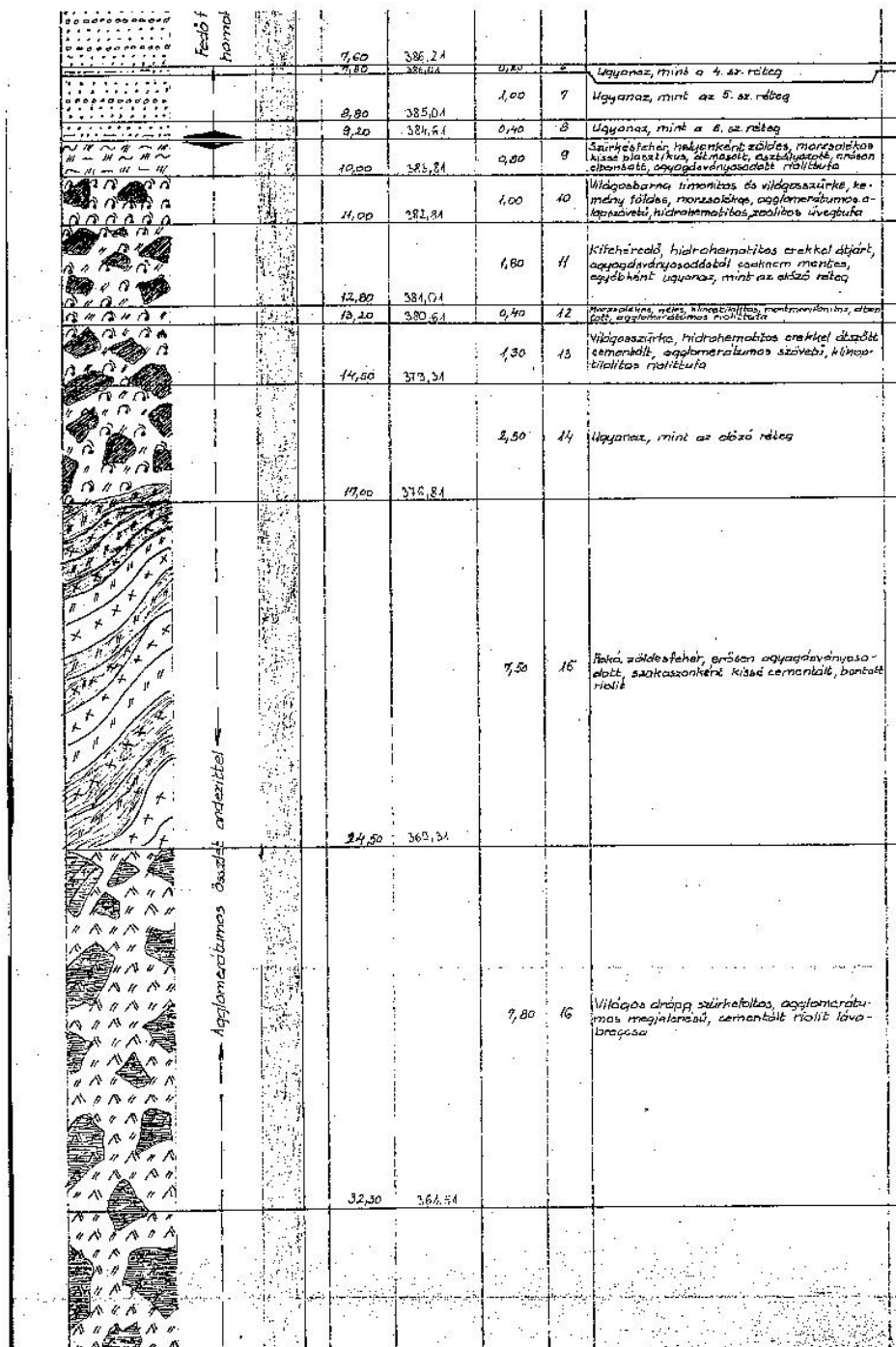
Földtani helyzet: A Tokaji-hegység DNY-i részén, mintegy 120 km²-en fúrásos és bányászati kutatással kimutatott kb. 1400 m összvastagságú (Zelenka 1964) 5 db szarmata tufaszint közül 3 tufaszintben, így a II. (Rátka–Koldú, Rátka-vasúti), a III. (Mád-Harcsatető, Mezőzombor-Hangács, Bodrogkeresztúr-Kakas) és a IV. (Mád-Suba) tufaszintekben egyenként 100-200 m vastag zeolitos riolit ártufa fáciesei ismertek (1-3. ábra). A szarmata korú faunaszigettengeri, csökkentsósvízi környezetben felhalmozódott nagyobb alkáliatartalmú riodácitos (a III. tufaszint) durvahorzsaköves riolittufában (Mád-Harcsatető, Mezőzombor-Hangács, Bodrogkeresztúr-Kakas) főleg **mordenites**, míg a édesvízi kalcium-hidrokarbonátos tavak (a II., IV. tufaszint) tömör riolitos, horzsaköves riolittufában (Rátka-Koldu, Vasúti köfajtók, 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 (Zelenka 1964; Mátyás 1979). Az egykori szarmata szigettengeri elöntései (transzgressziói, ingressziói) és visszahúzódásai alapján egy azonos ignimbrites 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 fáciesek. Az egy kitörési felhőből származó torlóárak **tufa**anyagai eltérő felhalmozódási környezetben meghatározzák az üveges **tufafáciesek** ásványi összetételét és települését.

Az Újhuta-Spalanyica-völgyi riolitvulkánból kiinduló DK-i irányú zeolitos tufaár földtani helyzetét (Mátyás-Horváth 1981) az alábbi térkép ábrázolja:



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

Az ignimbritar tetején klinoptilolitos tufás homokkő van. A főtömeg riolitdájkkal átjárt 50%-os mordenites co-ignibrit breccsa (6. ábra).



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

Vulkanológiai az egykori riolitdómokból kezdeti kitöréskor az előtér síkságán a fekü-üledékekre a közel vízszintes rétegzésű 0,4-2,5 m vastag tufitos alapi torlóár, majd arra a felszíni riolitzárványos felszíni torlóár üledékei (Ráká, Újhuta) települnek. A több ciklusú freatomagmás kitöréskor a 30-80 m vastag egységes vagy rétegzett riolit, vagy fekütörmeléből álló co-ignimbrit breccsák a vulkáni lejtő oldalán 20-25°, ill. 37° dőléssel (Bodrogkeresztúr, Rátka) települnek, míg távolabb, az alapi torlóron közel vízszintesen rakódnak le. Erre 20-40 m vastag kiemelkedő lencsés riolitlapillás, kissé összesült, gyengén plasztikusan deformált padjai helyezkednek el. Végül a hamufelhő 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.



Elsodort horzsás ártufa gömb (Rátkai vasút melletti zeolitos tufafejtés JOSAB KFT.)(fotó: Zelenka 2016. 08.)

IRODALOM

- Zelenka T. 1964: A Szerencsi öböl szarmata tufa szintjei és fáciesei .Földtani Közlöny 94/1 pp. 33–52.
- Mátyás E. 1973: Mád környékének földtani-teleptani viszonyai.BKL.Bányászat 106. 1.sz.
- Mátyás E. 1981: Jelentés az ÚjhutaSpalanyica völgyi zeolitos tufa ...kutatásról.MBFH.AdattárT11334
- Zelenka T. et al 1997: A Tokaji hg DDNY-i előterének földtani viszonyai MBFH.Adattár

A TÖZEGLÁPOK ÉS LÁPTALAJOK GENEZISE, FÖLDHASZNÁLATI HELYZETKÉPE A MÁSODIK EZREDFORDULÓ UTÁNI MAGYARORSZÁGON

The origin of peat bogs and bog soils and their land use in Hungary in XXI. st. century

Dömsödi János

*Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar Geoinformatikai Intézet
dj@geo.info.hu*

Összefoglaló

Sehol a világon – a láptalajokkal rendelkező országokban – nem fordult elő az a durva hiba, hogy „láp” égisse alatt a teljes (főtípus, típusok, altípusok) talajcsoporton „ex lege” kitiltják, ill. korlátozzák a *rendeltetésszerű* földhasználatokat (a mező- és erdőgazdálkodást, a tőzegkitermelést: a különböző típusú tőzegnyersanyagok környezetvédelmi, kommunális, kertészeti, meliorációs, humán- és állatgyógyászati felhasználásait).

A fokozódó földhasználati konfliktusok legfőbb oka, hogy a törvény lápokra vonatkozó hiányos, pontatlan része *összekeveri a láp és a talaj állapotával, különbözőségével, eltérő genezisével* kapcsolatos ismérveket, fogalmakat.

A vizsgálat anyagát képezik a katonai (topográfiai) és kataszteri térképek vonatkozó – a földhasználatokra, ill. a több száz éve megszűnt lápokra információkat hordozó – szelvényei, az egykori lápok helyén levő szerves *talajtájaink sekélyföldtani, talajtani kutatási, térképezési dokumentációi* (fúrásdokumentációk, rétegsor leírások, labor vizsgálati jegyzőkönyvek, tőzeg- és lápföldtérképek).

Módszeresen *összehasonlítottam* a tőzegterületekre az 1900-as évek után készült monográfiák, talaj-felvételezések adatait, az 1945 utáni, különböző időszakokból származó, de azonos területekre vonatkozó tőzegkutatási *dokumentációk adataival* (MÁFI, Tőzegkut. Int., Bányászati Kut. Int., Helyiipari Kut.Int.).

A láptalaj régiók *területében és tőzegvastagságában*, a különböző időintervallumokban bekövetkező mennyiségi, minőségi változásokat: a tőzeg *elfogyását* és a képződmény határ *összehúzódását* (a terület- és vagyonsökkenést) numerikus adatokkal mutatom ki.

A *talajképző tőzeg* mállásával, lebomlásával; morfológiai átalakulásával, „földesedésével” (rostosból különböző mértékben lebomlott *vegyes tőzeg*, majd *láp föld, kotu*) bekövetkező változásokat egy *tömbszelvény* részletes vizsgálati adataival mutatom be.

A mennyiségi, minőségi változások vizsgálati eredményeként megállapítottam, rendszerbe foglaltam a két jellegzetesen *eltérő genezisű képződmény* (láp és talaj) fejlődési *szakaszait, típusait*. Meghatároztam a láptalaj kialakulását befolyásoló legfontosabb *körülményeket, tényezőket és a láptalajok* rendeltetésszerű földhasználata szempontjából igen fontos *altípusok definícióit*.

Abstract

Nowhere in the world – in countries with bog soils – is the major mistake made that under the aegis of "bog" *orderly* use (agriculture, forestry, peat extraction and the utilization of various types of peat raw materials for environmental protection, communal, ameliorational, human and animal medication purposes) is *ex lege* precluded referring to the entire soil group (main type, types and subtypes).

The primary reason for the spreading land use conflicts is that the incomplete and imprecise sections of law on bogs *mixes* criteria and concepts concerning the *conditions of soils and bogs* and their *different nature and origin*.

The sheets of the studied military topographic and cadastral maps, informing about land use and bogs which were eliminated hundreds of years ago, *mapping documentations based on shallow borehole data and soil surveys* (borehole stratigraphic descriptions, protocols of laboratory analyses, maps of (decomposed) peatlands) of organic soils on the spots of former bogs have all been involved in the investigations.

Regular *comparisons* were made for peat areas between data from *monographs and soil surveys after the 1900s* and the peat exploration documentations prepared at various dates after 1945 for the same areas (by the Geological Institute of Hungary, Institute of Peat Exploration, Mining Research Institute, Research Institute of Local Industry).

Numerical data show the quantitative and qualitative changes in the extension and peat thickness of bog regions, the *reduction* of peat reserves and the *shrinking boundaries* of the formation (decreasing area and reserves).

The changes due to the weathering, decomposition of *peat parent rock*; its morphological transformation into "bog earth" (fibrous peat decomposed to various extent into *mixed peat* or *earthy peat, muck*) are presented through the detailed analysis of a *block diagram*.

As a result of the investigations of quantitative and qualitative changes I established and systemized the stages and types of evolution for two *formations* (bog and soil) *of different origin*. I identified the major *circumstances and factors* which control the development of bog soils and provided definitions for subtypes of bog soils very important for orderly land use on them.

Megállapítások, következtetések

A mennyiségi, minőségi változások vizsgálati eredményei alapján megállapítható a két, jellegzetesen elkülönülő genezisű képződmény (láp és talaj), azok különböző szakaszai és típusai (1. táblázat).

A láptalaj kialakulását befolyásoló legfontosabb körülmények, tényezők:

- az egykori láp és környezetének helyzeti viszonyai (főként éghajlati, klimatikus),
- a láp vízutánpótlódásának jellege: rétláp, mohaláp, ill. álláp, felláp (ökológiai, fejlődéstörténeti),
- a láp alakzata (geomorfológiai),
- a láp növényzete (vegetációja),
- a tőzegben felismerhető növényi részek, rétegek (botanikai-sztratigráfiai),
- a teljes profil jellegzetessége (sekélyföldtani),
- a láp kora (földtörténeti, ill. a talaj relatív és abszolút kora),
- a felszíni földesedés (láp föld, kotu) a rétegekben többé-kevésbé meglévő talajfizikai, talajkémiai, talajbiológiai tulajdonságok (talajélettan, tápanyagtartalom),
- a földhasználat (rét, legelő, szántó, erdő) antropogén hatásai.

1. táblázat. A láp és a láptalaj képződés genezise, szakaszai, típusai

Képződmény		A képződmények szakaszai	A képződmények típusai		
			Főtípus	Típusok	Altípusok
Tartósan pozitív szervesanyag mérleg	Élő láp	a) Növényi üledék lerakódás (ulmifikáció) szakasza. Rétlápok, mohalápok és vegyes lápok kialakulása.	Láp	Mohaláp	Morfológiai, hidrológiai jellege és stratigráfiája szerint taglalhatók (pl. sík, völgyi, teraszos, lejtős stb. ombrogén, minerogén, solligén stb.)
		b) Klímaváltozások szakasza a lápok fejlődésében. Alláp-felláp (Weber-horizont) kialakulása az észak-európai síklápokban.		Rétláp	
	Holt láp	c) Átmeneti szakasz. A vízutánpótlódás csökkenése, vagy a lăpvíz (lăptó) teljes feltöltődése, a kiszáradás kezdete.		Vegyes lăp (szubsztrátumok)	
Negatív szervesanyag mérleg beindulása, uralkodó tőzegfogyás folyamata, talajképződése	Szerves talaj	a) Statikus szakasz. Részben vízborítás, vagy felszínközeli talajvízszint; víz tölti ki a talajtérfigotat.	Lăp-talajok	Mohalăptalaj Rétlăptalaj Vegyes lăptalaj	A 3. ábrán: tőzeglăptalaj I. kotus tőzeglăptalaj II. lăpföldes tőzeglăptalaj III. tőzeges lăptalaj IV. lăpföld talaj V. kotu talaj VI.
		b) Dinamikus szakasz. A vízrendezés (víztelenítés) hatására a tőzegtelep felső rétegei „leroskadnak”, az alsók pedig tömörödnek (a lăptalaj felszíne lesüllyed).			
		c) Mállási vagy oxidációs szakasz. Az uralkodó (főleg rostos szerkezetű) tőzegrétegek morfológiai változása, lebomlása. A felszínen új talajrétegek: lăpföld, kotu kialakulása; ásványi anyagokkal, baktériumokkal való feldúsulása.			
		d) Deflációs szakasz. A felszínen levő kotu, ill. lăpföld kiszáradva finom szemcsés, laza, szél hatására helyenként enyhén „padkásodó”.			
	Ásványi talaj	e) Új főtípus kialakulásának kezdeti szakasza. A tőzeg már átalakult, megsemmisült, a lăptalaj szelvénye elvékonyodott. Az ásványi altalajon csak lăpföld települ. A réti talaj felé való fokozatos átalakulás (vízhatás, „rétesedés”) jelei figyelhetők meg.	Réti talajok		

Hazánkban az uralkodóan kialakult lăptalaj típusok altípusai a következők:

Tőzeg lăptalaj. Felszíni, *fedőréteg nélküli* vagy helyenként igen sekély lăpföld vagy kotu fedőrétegű tőzegtalaj. A talajrétegek nagyobb része *lebomlatlan*, vízzel telített, *rostos* tőzeg. A talajvízszint helyzet uralkodóan a felszín közelében van, időnként vízborítás is előfordul.

Kotus tőzeg lăptalaj. Az időszakos vízborítások és az öntésanyagok lerakódása már jelentéktelenek, ezért a *gyors, erőteljes kiszáradások* hatására a tőzeg lebomlásának (oxidáció) folyamata gyorsabb, mint az ásványi anyagokkal való feldúsulása. A felszín szárazon laza, gyakran poros, „kotu-s” szerkezetű, amely helyenként lăpfölddel (földesebb felszínnel) váltakozik. Az alatta levő talajrétegek nagyobb részt a tőzeg lăptalajéhoz hasonlók.

Lăpföldes tőzeg lăptalaj. Összefüggő felszíni *lăpföld fedőrétegű* tőzegtalaj. A lăpföld: öntésanyagokból és fluviális, ill. szél által belekeveredett (por, homok) anyagokból, kotu-ból és teljesen lebomlott tőzegeből képződik. Az alatta levő tőzegek a tőzeg lăptalajéhoz hasonlók, de lényegesen vékonyabb rétegekben települnek.

Tőzeges lăptalaj. A lăptalaj szelvényének felső, *vastagabb* része lăpföld és kotu, az alsó, *vékonyabb* része pedig tőzeg. A rostos tőzeg még összefüggő, de már vékony rétegben fordul elő. A teljes talajszelvény sekélyebb, mint az előző altípusok szelvényei.

Lăpföld talaj. A szelvény nagyobb részt *lăpföldből*, kisebb részt *kotu-ból* áll, helyenként tőzegnyomokkal. A talajszelvény vastagsága csak fele, vagy harmada az eredeti (tőzeg lăptalaj) szelvényének.

Kotu talaj. A legsekélyebb lăptalaj, amelynek nagyobb része kotu, kisebb része lăpföld, kiszáradva padkásodik.

IRODALOM

- Dömsödi, J. 1972: A magyarországi Duna-völgy déli szakaszának lápi eredetű szervesanyag-tartalékai. *Agrokémia és Talajtan*. 21. (3–4) pp. 337–354.
- Dömsödi, J. 1976: Adatok a Nagyberék és környéke lăpterületeinek hasznosításához. *Agrokémia és Talajtan*. 25. (1–2). pp. 115–130.
- Dömsödi, J. 1977: Lápi eredetű szervesanyag-tartalékaink mezőgazdasági hasznosítása. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. 123. p.
- Dömsödi, J. 1977: A hazai tőzegnyersanyagok fizikai és kémiai (technológiai) tulajdonságai. *Agrokémia és Talajtan*. 26. (1–2). pp. 163–170.
- Dömsödi, J. 1977: A Fejér-megyei Sărrét talajjavító (tőzeg, lăpföld, lápi mész) anyagai. *Agrokémia és Talajtan*. 26. (3–4). pp. 331–350.

- Dömsödi, J. 1977: Adatok a Kis-Balaton és környéke lápterületeinek hasznosításához. Földrajzi Értesítő, XXVI. (1). pp. 51–65.
- Dömsödi, J. 1979: A lápképződés, lágmegsemmisülés és a talajképződés kölcsönhatásai. Agrokémia és Talajtan. 28. (3–4). pp. 511–526.
- Dömsödi, J. 1979: Objectives, possibilities and aspect of an international peat and peatlands classification of Peat and Peatlands. – Proceedings of the International Symposium held in Hyytiälä, September 17–21. Finland. pp. 25–29.
- Dömsödi, J. 1980: A hazai tőzeglápok (tőzegek) osztályozása. Földrajzi Értesítő. XXIX. (4). pp. 485–495.
- Dömsödi, J. 1981: Országos Tőzegkataszter. FTV-ÉMI
- Dömsödi, J. 1987: Interactions between moorland destruction and soil formation in the Middle-European moorland, 6th International Peat Society. August 17–23. 1987. Duluth, Minnesota. USA. pp. 24–27.
- Dömsödi, J. 1988: Über den Verlust von Mooren im Kartotenbecken. TELMA. Hannover. 18. évf. (8). pp. 29–42.
- Dömsödi, J. 1988: Lágképződés, lágmegsemmisülés. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. 120 p.

AZ IPOLYTARNÓCI MIOCÉN ŐSEMLŐSÖK TÉRBELI SEBESSÉGE

The spatial speed of the ipolytarnoc Miocene ancestors

Hágen András

Szederkényi Általános Iskola
hagen13@freemail.hu

Összefoglaló

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 található 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 fázisterület leírni. Geológusok leírásának köszönhetően tudjuk, hogy ezek az ősszállatok 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 fázisterület 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.

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 nyomfossilák szükségeltetnek. Alexander [1, 2] képletének felhasználásával lehetőségünk van megbecsülni a sebességet második dimenzióban. Az őslénytan 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 őszallatok nem csak egyenesen haladhattak (x tengely), hanem valamilyen síkmozgást végeztek. A nyomokat tartalmazó rétegek elemzéséből kiderülhet, hogy a nyomfossziliák 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 nyomfossziliákat vizsgálok meg a második-, és a harmadik dimenzióban.

Általános biomechanikai értékek

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

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

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 mellett Kordos L. tanulmánya tartalmazza az őszallat 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
<i>Rhinocерipeda tasnadyi</i> (Vialov 1966)	19	24	21,5	73,0	4,29	15,44
<i>Megapecoripeda miocaenica</i> (Kordos 1985)	8,5	10,3	9,4	47	3,01	10,84
<i>Pecoripeda hamori</i> (Vialov 1986)	23	40	31,5	43,0	4,53	16,30

Sebesség 2 dimenzióban

A Magyar Természettudományi Múzeumban kiállított ipolytarnóci palatábláról leolvasható a *Rhinocерipeda tasnadyi* (Kordos 1985) x és y tengelye.

2. táblázat. A rinocérosz x tengelye

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

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

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

4. táblázat. A *Pecoripeda* x tengelye

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

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

5. táblázat. A rinocérosz y tengelye

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

6. táblázat. A Megapecoripeda y tengelye

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

7. táblázat. A Pecoripeda y tengelye

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

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

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

Ebből következően a *Rhinoceripeda tasnadyi* (Vialov 1966) sebessége 1,21 m/s (4,35 km/h), a *Megapecoripeda mio-caenica* (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)

Sebesség harmadik dimenzióban

Eddig 2 dimenzióban becsültük meg az ipolytarnóci miocén ősemmlősök biomechanikai sajátosságait, de a következőkben 3 dimenzióban becsüljük meg az ipolytarnóci miocén ősemmlősök 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 őssálat 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:

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

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

Itt a következő összefüggést tudjuk alkalmazni:

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

Ebből következően meghatározható a z koordináta is.

8. táblázat. A rinocérosz z tengelye

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

9. táblázat. A Megapecoripeda z tengelye

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

10. táblázat. A *Pecoripeda* z tengelye

Tálfhossz (cm)			Z tengely			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 becslt sebességét, ebből következően a térbeli átlagsebességet a következö képlettel számoljuk ki:

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

E képlet felhasználásával a következö eredményeket kapjuk:

11. táblázat. Az ipolytarnóci ösemlösök térbeli mozgásának sebessége

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

Eredmények összegzése

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

A becslt 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) becslt térbeli sebessége 1,20 m/s volt, a *Megapecoripeda miocaenica* (Kordos 1985) becslt térbeli sebessége 1,09 m/s volt, a *Pecoripeda hamori* (Vialov 1985) becslt 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? – Scientific American 254/4, pp. 62–68.
- [3] Hágen, A., Horváth, D., Stomp, M. 2014: Dynamics of terrestrial mammals of Ipolytarnóc (E Hungary). – Ichnos, Vol. 21. (3), pp. 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? Óállatok mozgásának paleobiomechanikai rekonstrukciója. – Fizika Szemle 59, pp. 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 Éva¹, Dávid Árpád², Fodor Rozália³

¹ *Honorary Senior Fellow, University of Wollongong, Centre for Archaeological Research*

¹ *The Australian National University Research School of Earth Sciences*

² *Debreceni Egyetem, Ásványtani és Földtani tanszék*

³ *MTM Mátra Múzeuma, Gyöngyös*

¹eva.papp@anu.edu.au

A Weereewa, melyet a fehér telepések 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; Jankowski, 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 magnetosztatigráfiai mérések alapján (McEwan 1991) kora négy millió évet ölel fel. Tehát a rétegsor magába foglalja a késő-pliocén 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 paleomágnés 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 megőrzésük 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 őseletnyomokat és az általuk jelzett őskörnyezeti viszonyokat.

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

A megfigyelt szárazföldi őseletnyomok a következők: gyökérgyomok, földigiliszták járatai, hangyafészkek maradványok.

A gyökérgyomokat 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 szálacsákák. 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 mel-lékszálak 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 pelleték kerekded vagy elnyújtott szabálytalan alakúak és fekete vagy világosszürke színűek. A világosabb színt a CaCO₃ tartalom feldúsulása és a szervesanyag mennyiségének csökkenése okozza. Az őseletnyomok mérete alapján legalább kettő földigiliszta fajra következtet-hetünk az egykori életközösségben. Ez a bioturbációs szerkezet öt magszakaszban fordul elő. (03, 04, 07, 15, 18)

Hangyafészkek maradványok (An): Ez a bioturbációs szerkezet nagyméretű, kerekded, ovális vagy szabálytalan ala-kú 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 őseletnyom az előbbi kamrából kiindul 4-6 mm széles, 10 cm hosszú járatban végző-dik. 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 őseletnyomok a következők: *Planolites* isp., *Palaeophycus* isp., és rossz megtartási állapota miatt még életnyomnem szinten sem határozható nyomfossziliák, melyeket bioturbációs szerkezet 1, bio-turbációs 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 közettől.

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. Táplálko-zásnyom, mely a létrehozó szervezet pusztulása után passzívan kitöltődött a sötét, aleuritos képződményre települő üledékekkel. 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 biotur-bációs szerkezetet csak egy magszakaszban sikerült megfigyelni. (02)

Bioturbációs szerkezet 3: A járat függőlegesen indul, majd vízszintesbe megy át, s egy kerekded kamrában végző-dik. 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 kitöl-tése teljesen különbözik a bezáró kőzet sötét színétől, durvább anyagától. A járat körvonala elmosódott. Táplálko-zásnyom. Ezt az életnyomot csupán egy magszakaszban sikerült megtalálni. (32)

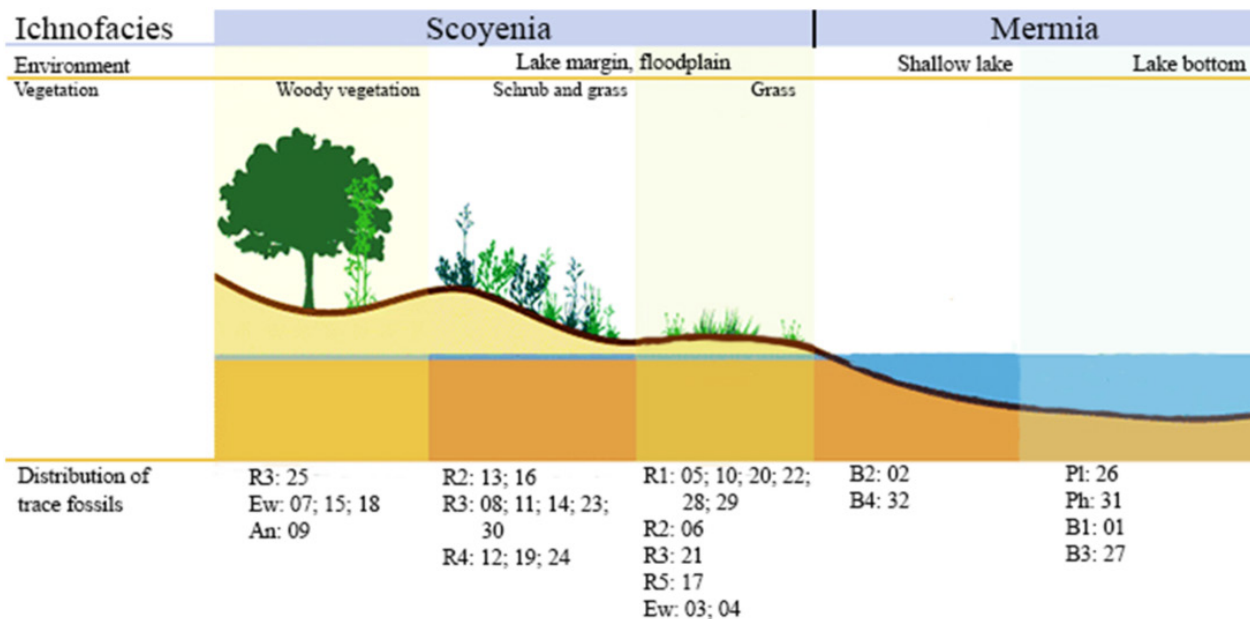
A leírt nyomfossziliák alapján a vizsgált képződményekben szárazföldi (tóparti és ártéri) valamint tavi (litorális és profundális) környezetek váltakozását mutattuk ki. Domináns a szárazföldi környezet. Harminckettből huszon-hat életnyom mutatja ezt.

A különböző típusú gyökérnyomok a tóparti növényzeti zonáció változását jelzik. A vékony szálakból álló vi-lágos 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 gyara-

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

Vizsgálatunk, elemzésünk új adatokat, új részleteket szolgáltatott a terület ősföldrajzi, őskörnyezeti viszonyait illetően. Eredményeink alátámasztják és kiegészítik a korábbi szerzők főleg pollenanalízisen alapuló megállapításait, mivel az őseletnyomok jól tanulmányozhatók azokban a rétegekben is, amelyekben pollenek nem őrződtek meg. A korábbi modellekkel összhangban a nyomfossziliák 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, pp. 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, pp. 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., Nemeček, 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, pp. 123–139.

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 *Honorary Senior Fellow, University of Wollongong, Centre for Archaeological Research*

² *The Australian National University Research School of Earth Sciences*

¹*acs.peter@geochem-ltd.eu*

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 pórus szerkezeti tulajdonságokkal bírnak, különösen a mezopórusok tartományában. Ezek a különbségek felhasználhatóak az üledékképződés egészen finom változásainak nyomon követésére.

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.

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 újragigantálja és újraértékelje a korábbi eredményeket. Ennek egyik eleme a talajvíz és rétegvíz kémiai és fizikai viselkedésének pontosabb megértése, amihez az üledékek pórus szerkezetének részletes megismerése jelentős új, eddig nem vizsgált paraméter-rendszert szolgáltat. Az eredmények komplex értelmezése folyamatban van. Jelen cikk célja az alkalmazott módszerek bemutatása három különböző mélységből származó, közetfizikai tulajdonságaiban eltéréseket mutató mintán.

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 mintavétele 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 vázterfogatának és vázsűrűségének ($\rho_{váz}$) 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 vázterfogat értékek ismeretében a hélium-porozitás (φ_{He}), fajlagos sűrűség ($\rho_{fajlagos}$) és pórustérfogat ($V_{pórus}$) számítható. Az adszorpciós-deszorpciós izotermák felvétele Quantachrome Autosorb AS-1 készülékkel, N₂ (77 K) és CO₂ (273 K) gázzal történt. A mintákat szárítás után 1 napig 80°C-on vákuum alatt kigázosítottuk. N₂ 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. CO₂ 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.

Eredmények

Szárítás során a GG_01, GG_06 és GG_14 minták tömeg- (rendre 38,79%, 12,26% és 24,12%) és térfogatvesztést (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

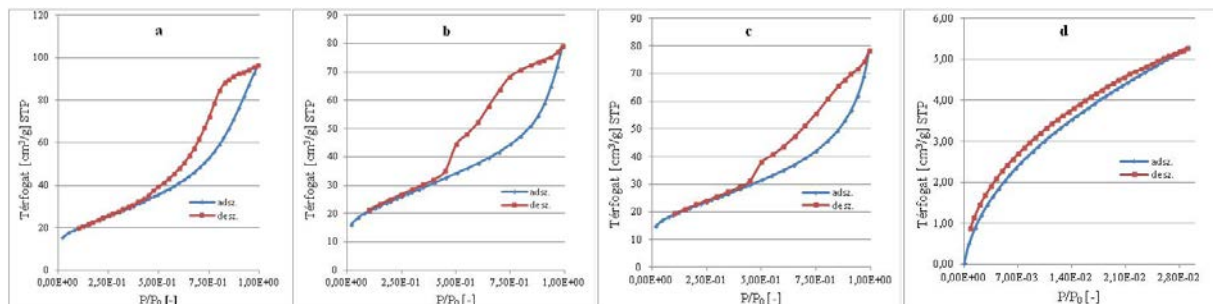
Minta neve	nedves állapot				szárítás után			
	$\rho_{váz}$ [g/cm ³]	$\rho_{fajlagos}$ [g/cm ³]	Φ_{He} [%]	$V_{pórus}$ [cm ³ /g]	$\rho_{váz}$ [g/cm ³]	$\rho_{fajlagos}$ [g/cm ³]	Φ_{He} [%]	$V_{pórus}$ [cm ³ /g]
GG_01	1,7469 ±0,0017	1,491 ±0,034	14,67 ±1,93	9,85E-02 ±1,52E-02	2,5172 ±0,0018	1,695 ±0,055	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 eredményeül 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 realisabb 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		póruszerkezet a hiszterézis hurok alakja szerint
	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 (adszorpció ág) [nm]	
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



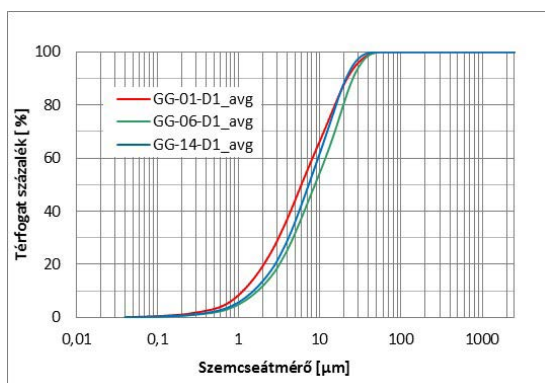
1. ábra. GG_01 N₂ adszorpció-deszorpció izotermája, b: GG_06 N₂ adszorpció-deszorpció izotermája, c: GG_14 N₂ adszorpció-deszorpció izotermája, d: GG_01 minta CO₂ adszorpció-deszorpció izotermája, a másik két minta izotermája teljesen hasonló

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).

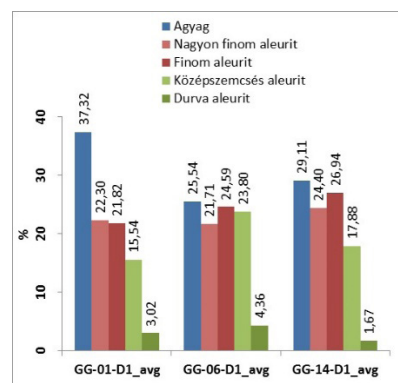
3. táblázat. Az átlagos szemcseméret változása a mintákon

Minta neve	X _{mean}	X ₁₀	X ₅₀	X ₉₀	Szórás (σ)	Ferdesség (S _{kl})	Csúcsosság (K _{Gl})
	[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.

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 vizsgálat, 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, pp. 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, pp. 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, pp. 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, pp. 1051–1069.
- Thommes M. 2010: Physical adsorption characterization of nanoporous materials, *Chemie Ingenieur Technik*, 82, pp. 1059–1071.
- Condon J. B. 2006: Surface area and porosity determinations by physisorption. Elsevier, pp. 6–14.
- Cazorla-Amoros D., Alcaniz-Monje J., Linares-Solano A. 1996: Characterization of Activated Carbon Fibers by CO₂ Adsorption, *Langmuir*, 12, pp. 2820–2824.
- Wentworth C. K. 1922: A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, pp. 377–394.
- Udden J. A. 1914: Mechanical composition of clastic sediments. *Geological Society of America Bulletin*, 25, pp. 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, pp. 3–26.
- Passega R. 1957: Texture as a characteristic of clastic deposition AAPG Bull., 41. pp. 65–77.
- Passega R. 1964: Grain size representation by CM patterns as a geological tool, *J. Sed. Petrology*, 34, pp. 830–847.

TALAJNEDVESSÉG MONITORING ADATOK 3 DIMENZIÓS NUMERIKUS MODELLEZÉSE ARCGIS KÖRNYEZETBEN *3D numeric modelling of soil moisture monitoring data in ArcGIS platform*

Hervai András¹, Czigány Szabolcs², Nagy Gábor¹, Halmai Ákos³, Pirkhoffer Ervin²

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*

Abstract

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.

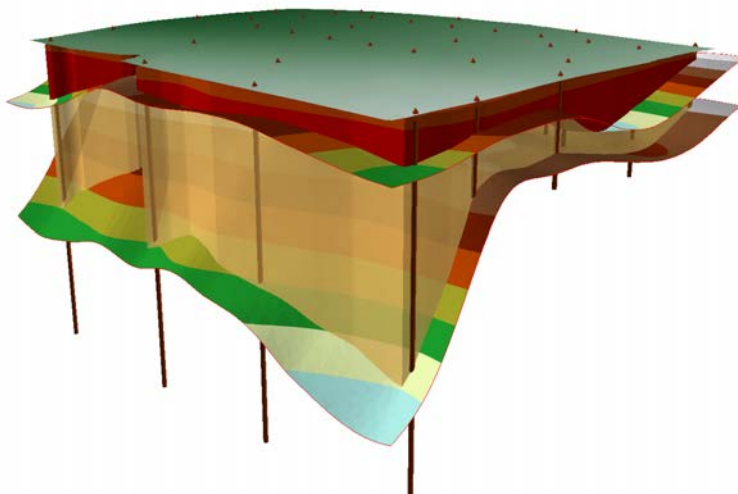
Bevezetés

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.

Anyag és módszer

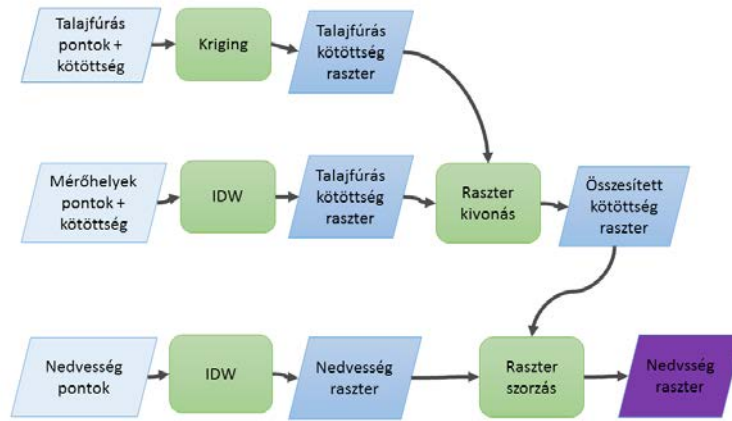
A vizsgálataink a terepi adatgyűjtési, mintavételezési és laborelemzési munkálatokkal kezdődtek, melyeket standard talajtani eljárások alapján végeztünk el (Dane, Topp 2002). A mért értékek alapján elkészítettük az 1 méteres felbontású domborzatmodellt ArcGIS 10.4 szoftver segítségével. A domborzati 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.

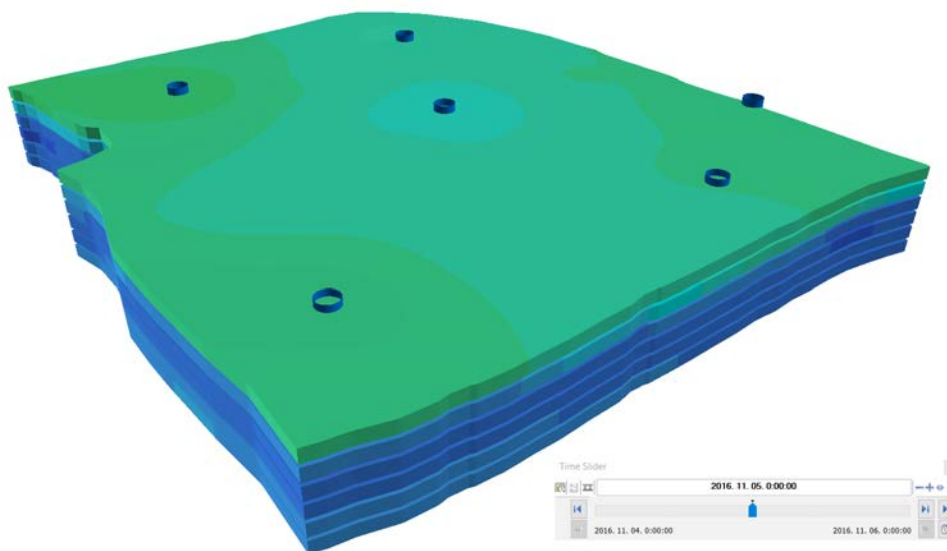
Az adott parcella talajszintjeinek egyszeri felmérésével (talajszintek meghatározása és Arany-féle kötöttség) és a talajnedvesség adatok folyamatos rögzítésével kézi talajnedvesség mérő eszköz segítségével az interpolációt javítani tudtuk. Ismertük a 6 mérőszonda 6 különböző mélységének (5,15,25,35,45,55 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 értéké 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 mozgatóját, 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 mozgatója Time Slider segítségével (50 szeres mélység torzítással)

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., 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, pp. 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

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

¹mft@mft.t-online.hu, ²pscharek@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 forduloponthoz.

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

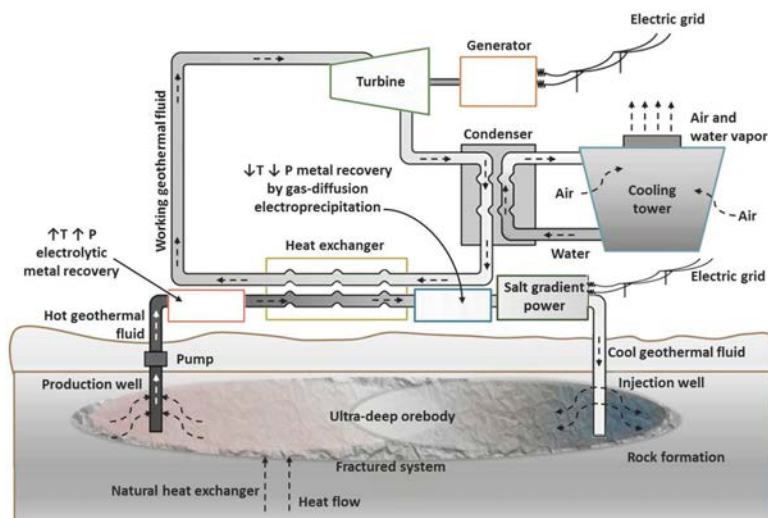
A CHPM2030 egy 42 hónap időtartamú, az Európai Bizottság által finanszírozott H2020 projekt, mely 2016. január 1-jén indult. A CHPM2030 egy új és várhatóan forradalmi technológia kifejlesztését célozza, mely segít kielégíteni az európai energia és stratégiai fémszükségleteket egy összekapcsolt folyamatban. A geotermikus erőforrások fejlesztése, a fém kitermelés és kohászat határain dolgozva a projekt az ultra mély, fémtartalmú ásvány előfordulásokat kívánja bekonvertálni egy „ércetest – 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.

Végző eredményként a projekt egy jövőendő új típusú létesítmény vázlatát és részletes előírásait kívánja létrehozni, melyek a kombinált hő-, energia- és fémműködés legelső tervein és működésén alapulnak. Mindezt az adott rendszer 2030 előtti kísérleti üzeme, majd 2050 előtt egy teljeskörűen működő létesítmény kialakításának támogatására egy Ütemterv kifejlesztésével érik el.

A munkaterv a következő feltevések koncepció szintű megadásával készült:

1. Az ércetek 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 ércetekből 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>

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 bányá felderítő rendszert dolgoz ki, mely az előtört 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), létrehozta az

előtött 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 előtött bányáról, szerkezetéről 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 bányatérképező 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>

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 jogrendszer 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.

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-bányászata 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 ércsoport 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.

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) érc kutatás esetében a nemzeti bányatörvények alapján koncessziós pályázatot kell kiírni.

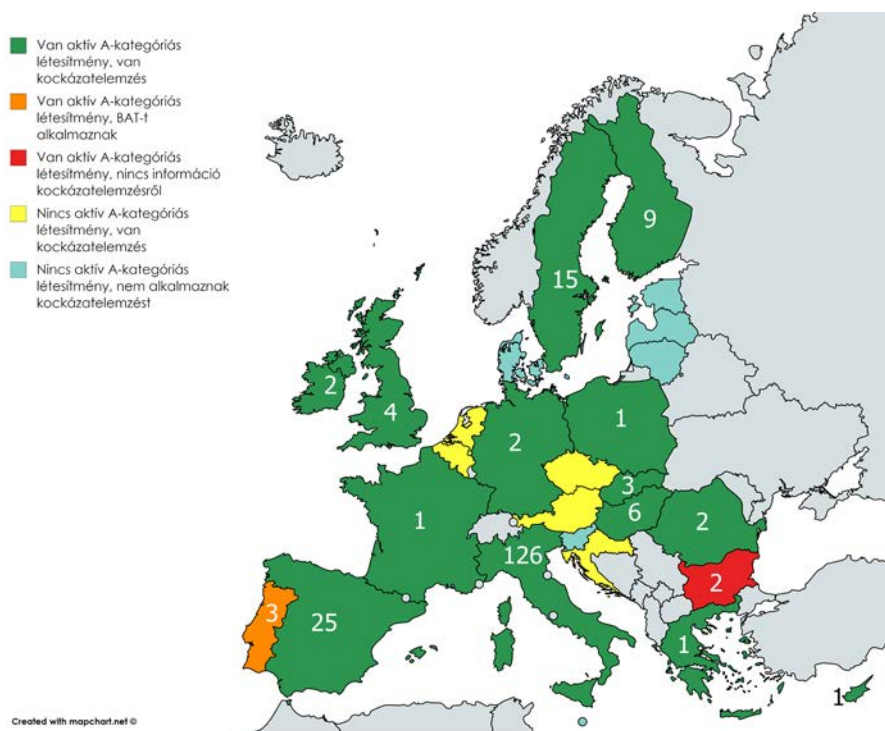
Az előző pontban említett besorolási probléma itt ismét felvetődhet, mivel a „más szilárd tüzelőanyag feltárása és kitermelése” csoportba sorolható az urán- és tóriumérc-bányászat, illetve a tüzegek kitermelés is.

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.

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

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 választottbírói 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 ásványi nyersanyag-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 ásványi nyersanyag-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 - Nyersanyagpolitikai 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 ásványi nyersanyag-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 ásványi nyersanyag-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).

Idő és frekvencia szinkronizálás – a TimeLock megoldás

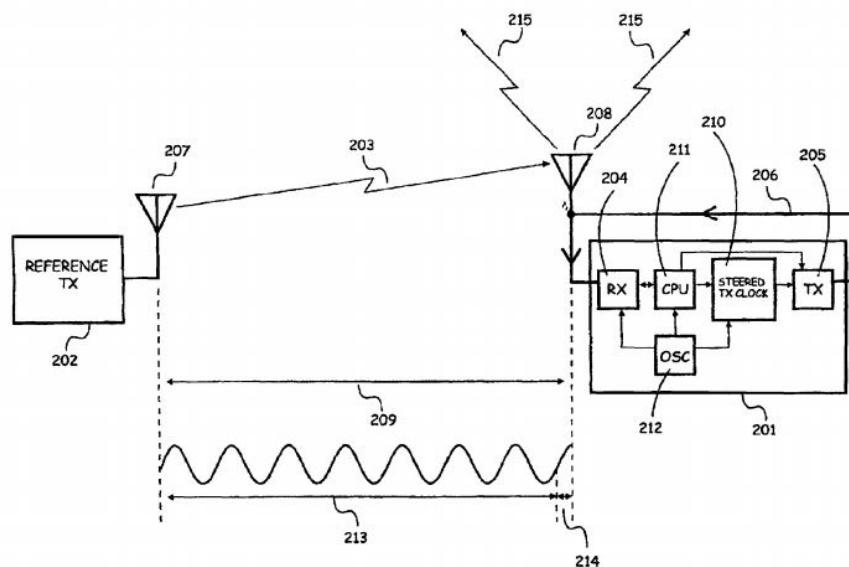
A pontos rádiófrekvenciás helymeghatározás (mely messze túl mutat a műholdas helymeghatározáson vö.: digitális kommunikációs rendszereken belüli helymeghatározás, RFID, stb.) alapvető fizikai követelménye az elektromágneses hullámokat kibocsátó adók és vevők órái közötti szinkronizáció. Ez az alapja a GNSS működési elvének is (konvencionális kódérés: 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 szolgáltató, 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 Locat Corporation levédett TimeLock megoldása.

A TimeLock lehetővé teszi a LocataLite 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 vesz 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 átvolságok különbségét,
- a vett és generált jelek fázis-különbségét.



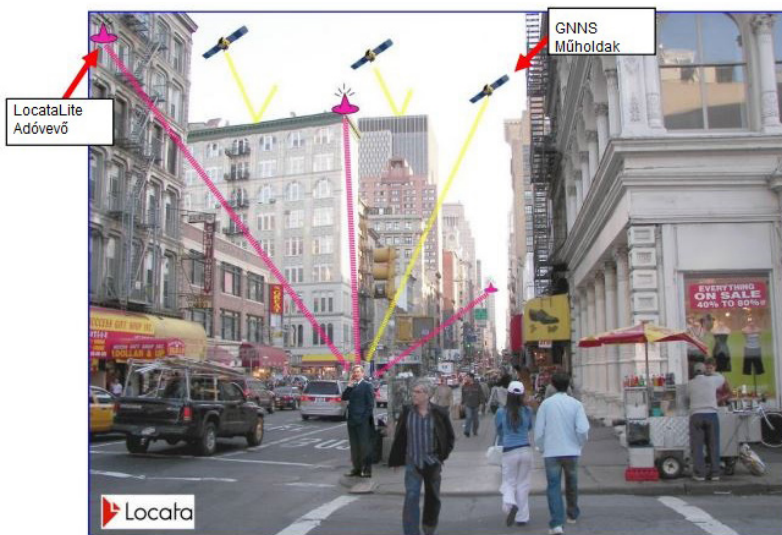
1. ábra. Forrás: United States Patent: Method and Device for Chronologically Synchronizing a Location Network, Patent No. US,7616,682, B2, Patent date: Nov. 10, 2009

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) vesz 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 távolságtérést is korrigálja a rendszer. Amint ez is megtörténik, az ún. TimeLock állapotot elértük.

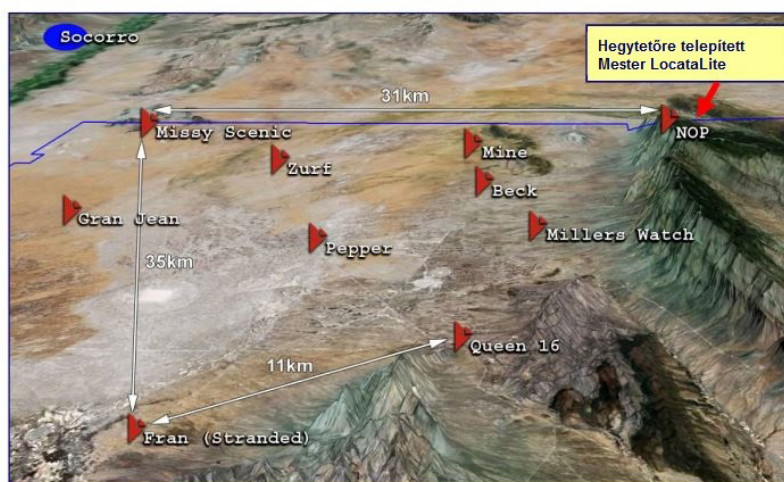
Skálázható lefedettség, a teljes rendszer a felhasználó kezében

Az előbb megismert TimeLock módszer lehetővé teszi, hogy költséges atomórák, műholdak, illetve a differenciális mérést biztosító infrastruktúra nélkül is képesek legyünk 1 nanoszekundumnál is jobb hálózati szinkronizálásra és így a nagy pontosságú 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 helysége 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)

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, Australian Capital Territory, Australia, 12–14 March, 2013
- Edwards Powers, Arnold Colina 2015: Wide Area Wireless 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

Összefoglaló

A bányai 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 nagy pontosságú digitális másaként, költség- és időhatékony módon állíthatóak elő, alapul szolgálva a nagy teljesítményű 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.

Abstract

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 bányá térképezésére

Bevezetés

Mi is a külszíni bánya? Egy nagyterjedésű lyuk a földfelszínen, amelynek hasznosítható ásványi nyersanyaga feltett kutatva, a telepek valószínűsíthető térbeli elhelyezkedése modellezve. A fedőrétegek eltávolítva, a hasznonyagok 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 teljesekek, 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 bányauzemeltetés mindennapos és általános részévé vált.

Az adatgyűjtés eszközei

A 3D pontfelhő alapú adatgyűjtési módokat tekintve jelen cikkben három fő csoportra osztjuk a mérőeszközöket: statikus lézerekre, 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 lézerek 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 pontsűrűsége 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 képkövető lézerek 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 közötti rendre biztosított pontkapcsolásokkal, ún. regisztrációs eljárással biztosítható, hogy egy egységes koordináta-rendszerben 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 hátramet-szessel 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 ese-tében, 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 meghatá-rozzuk, 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 szkennerek 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 folyto-nosan a döntött síkban másodpercenként felvételezett többszázezer pont halmaza, valamint a kamerarendszer által készített panorámaképek.

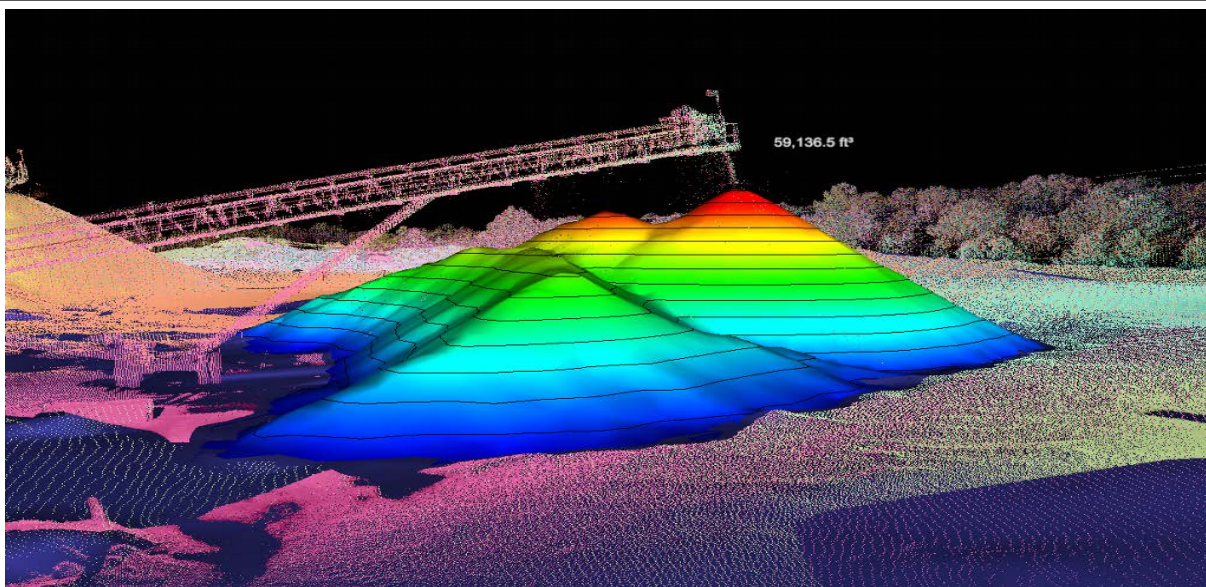


2. ábra. Mobil térképező rendszer bányafelmérés közben

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 nagy pontosságú 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.

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, pp. 501–518
- Hamidreza Houshiar: Documentation and mapping with 3D point cloud processing, Dissertation, University of Würzburg 2017, pp. 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*

Abstract

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 challenges 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 elszennyeződne 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 vízvezető 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 Vízkézelő Üzemben. Ezen túlmenően a feladat része a kisebb egyedi kármentesítő rendszerek és objektumok, valamint az összes felszíni szennyezett és szennyeztelen vizeket gyűjtő vízkormányzó rendszer üzemeltetése, villamos és gépész karbantartása.

Az Északi bányauzemek (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. bányauzemi feltelésből származó, mintegy 250 E m³ mennyiségű, uránnal szennyezett többlet bányavíz bányavíz-kezelő üzemben történő uránmentesítése. Az É-i bányauzemek földalatti üregrendszere nincs közvetlen kapcsolatban a III. üzemi bányatérsegekkel, így feltelése más ütemben zajlik. A monitoring adatok alapján a feltelés előreláthatólag 2019-2020. évben éri el az É-i tárot, melyet követően további mintegy 500 000 m³, várhatóan 6-8 mg/l urántartalmú és magas összes oldottanyag-tartalmú vízmennyiség kezelése válik szükségessé.

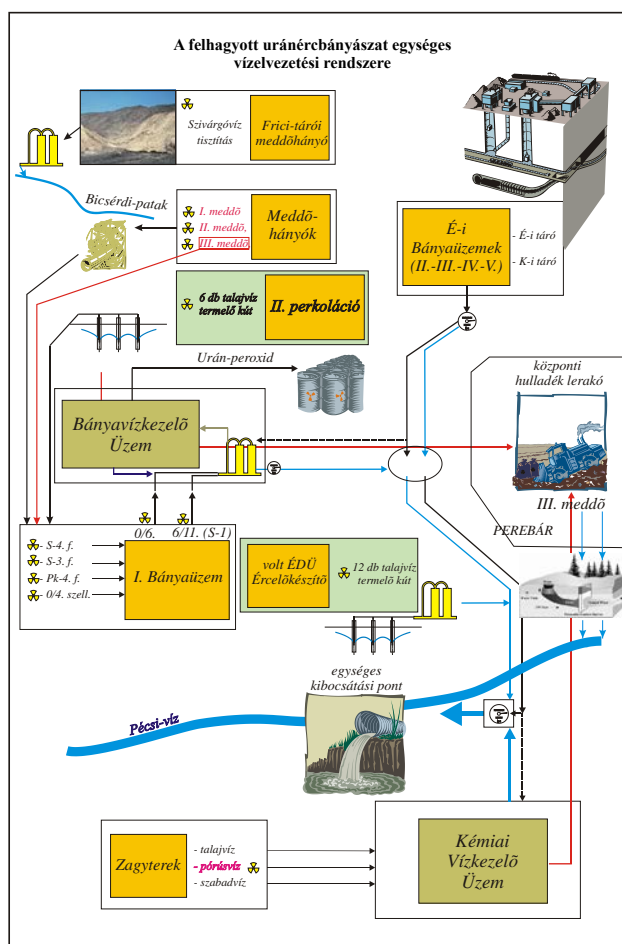
Az utógondozás, hosszú távú ellenőrzés időszakában a mérési adatok folyamatos, gyors elemzése és a még meglévő szennyeződések kialakulásának esetleges terjedésének előrejelzése, modellezése továbbra is kiemelt feladat. Az értékelő elemző tevékenység egyrészt a műszaki beavatkozásokat, másrészt a monitoring 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 érckutatató 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.



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

IRODALOM

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

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/m³ 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 koncentrációjának előállítás), és az egész terület radon-terhelése jelentős. A radon forrása nemcsak a rekultivált bányászati meddők, hanem inkább a földalatti bányáreg-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/m³-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 jelentős 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/m ³	Rn_EEC Bq/m ³	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)					50->20***
2003-2015	0,11	0,14	1.000	400	1,1	5,5
2016-től	0,03	0,04	300	120	0,3	1,6

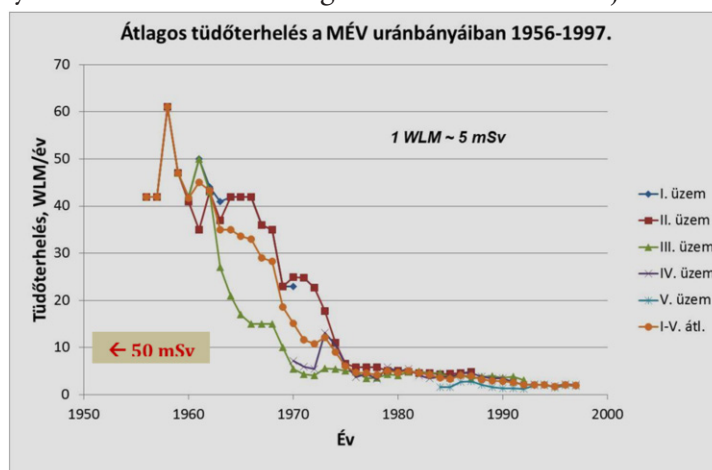
* $f=0,4$ Rn-termék/Rn radioaktív egyensúlyi tényezővel számolva

**Vágvégén (másutt $1,3 \cdot 10^5$ MeV/l)

***Összes dózisa, 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 bomlástermékeiktől 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 Bányavízkezelő 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 bányüzemek területén megmaradt munkahelyeken a zárt terek magas radonkoncentrációja okozza. A radon forrása egyrészt az egykori bányüzemek üregrendszere, amelyek egy része az egykori I-es és III-as számú bányüzemeknél 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/m³-es beavatkozási szintet (amelyet az összes munkahelyen biztosítottunk) az új rendelet hatályon kívül helyezte, és egyidejűleg 300 Bq/m³-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.



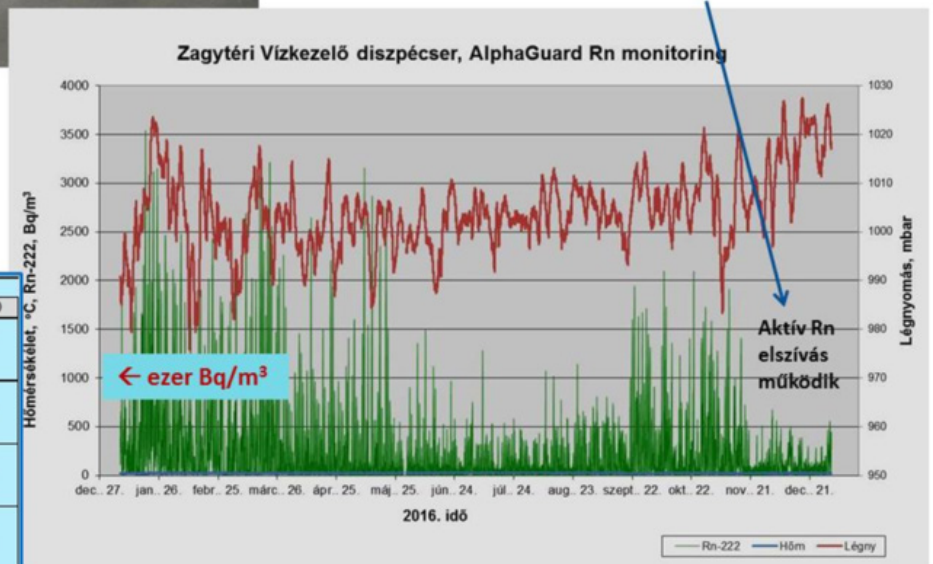
Kémiai vízkezelő üzem főépület (diszpécser) radonmentesítése:

- először csak fokozott szellőztetés (nem elég hatékony)
- majd radon-zsomp kéménnyel (passzív módszer, nem hatékony)
- majd radon-zsomp szakaszos elszívással (ez sem hatékony)
- végül radon-zsomp folyamatos elszívással (ez már nyerő!)

Fent: a megvalósult radonmentesítés

Lent: havi, ¼ éves és éves Rn átlagok a diszpécser helyiségben (Bq/m³)

Rn-222 átlagos értéke				SSNTD
hónap	havi	1/4 éves	éves	
I	572	458	247	664
II	384			
III	418			
IV	241			
V	228	195		279
VI	117			
VII	105			
VIII	114			
IX	238	152		135
X	267			
XI	185			
XII	100			
		184		278



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.

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*

Összefoglaló

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 történelmi 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 hidrovetési fűvesítése valósult meg.

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 történelmi 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 táj emlékek és egyéb kultúrtörténelmi 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.

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.

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. 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 betelepődése 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 betelepődése következtében lassú folyamatként megindul a közettörmeléken a váztaalképződés.

Módszerek és eredmények

1. Tájrendezési terv

A tájbaillesztés általános értelmezése szerint egy létesítmény és az azt befogadó táj közötti tájhasznosítási, tájökölógiai 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 korlátozással, – 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).

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. Kiviteli terv és megvalósítás

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

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 m³ föld került mozgatása, ami kb. 10%-kal haladta meg az előzetes tervek szerint számított mennyiséget.

5. A növénytelepítési javaslatok és megvalósításuk

A növénytelepítés – gypesítés, fák és cserjék ültetése – az erózióvédelemnek és az élőhely kialakításának is fontos eszköze. Tájképi szempontból célja a csupaszhányó-felszínnek környezetüktől eltérő színének megváltoztatása, a környező erdős és gyeses 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 kitétségű 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 kitétségű 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 kitétségű 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-sziklagyep, amelyek elemei a Hegyalján, így a Dorgó-tetőn is keverednek egymással. A gyepek keverékekben a tájrészlet sziklagyep és lejtősztyepp 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, nádképző 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 facsere került elültetésre és 56 ezer m² rézsűoldal került füvesítésre.



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



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

Vízugaras gyepesítés (hidrovetés). A meredek oldalakon közvetlenül sem gépekkel, sem kézzel nem oldható meg a magvetés, ezért a vízugaras –hidrovetéses – eljárást javasoltuk. A durva törmelékes, lejtő hányóoldalakon 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.

Összegzés

A hazai tervezési-kivitelezési gyakorlatban ritkaságnak számító - tájbaillesztést célzó - bánya rehabilitációs munka elérte a célját és értékes módszertani információkkal 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 tájbaillo látványt nyújtanak, amely a világörökségi területhez méltó.

IRODALOM

- Cseh Z., Dankó J., Izsó I., Kertész B. 2016: Tokaj-hegyvidék kőbányászata. Kulturális örökségünk nyomában. Colas Északkeő Kft., Tarcál.
- 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. Tájérténeti 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

KŐBÁNYÁSZAT VS. BARLANGVÉDELEM *Quarrying vs. protection of caves*

Leél-Össy Szabolcs

ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék
losz@geology.elte.hu

Összefoglaló

A mészkő sokoldalúan hasznosítható az iparban, elsősorban az építőiparban. A cementgyártás fő alapanyaga, a vakoláshoz nélkülözhetetlen meszet is mészkőből égetik, de burkolásra, építőkönek is használják (l. pl. a Parlament épületét), elterjedt az útalapozásoknál és a vízszabályozási munkáknál is, de mint salakképző, fontos adalékanyag 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 Földolomitból 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 esetben 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 (házánkban 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 melegvízes 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 középsőkreda 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 (öslényntani értékük miatt) Kubinyi Ferenc már 1963-ban írt tanulmányában megemlítette.

1984. novemberében azonban egy szokatlanul nagy üreget nyitott meg a robbantás. A törvénytisztelő és ter-

mészetszerető 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 hosszán, 53 méteres mélységig ismert barlang körül védőpillért jelöltek ki, hogy a képződményeket a robbantások okozta rezgésektől megkíméljék). Ez a termelésből kivont kőzetvagyron 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 kiletrázták, de a rendkívül érzékeny kiválások védelmi érdekekben a barlang csak külön engedéllyel, kutatási céllal látogatható.

A konferencia-helyszínünkhöz szintén közeli nagyharsányi kőbánya is a Nagyharsányi Mészke 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 aknában), hogy a látogatók akaratlanul se károsíthassák a képződményeket. Az üzemelő bánya miatt csak egyes pénztekeken, 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, kéri 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 hossz tengelye 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 építetők 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 összefügghettek, 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 részét: 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-völgyi- 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 „csupas” 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 határfokkal 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 barlangbejárásokat (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 bükk-i kőfejtők nem tártak fel jelentősebb barlangokat, de a Gömör-Tornai-karszton az Esztramos-hegy bányájában 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 tükben 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

TERVEZETT FELSZÍN ALATTI OLAJFINOMÍTÓ ELŐKÉSZÍTŐ MUNKÁLATAINAK NYOMAI A HELEMBAI-HEGYSÉGBEN

Trace of planning petroleum refinery in Burda Hills

Szeberényi József¹, Balogh János, Kis Éva, Viczián István

MTA CSFK Földrajztudományi Kutatóintézet

¹ 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 damage 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.

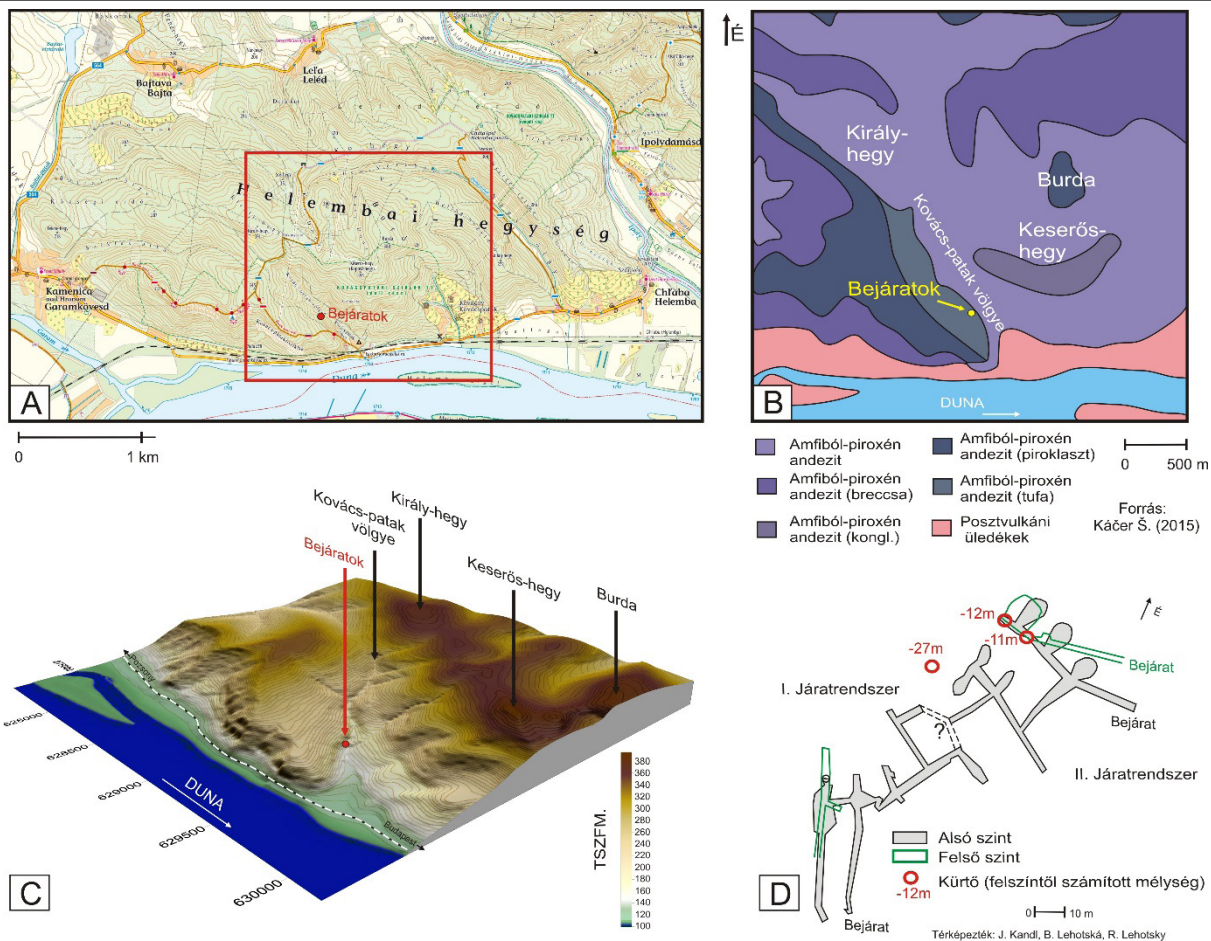
Bevezetés

Kovácspatak település Esztergomtól északra, a Helembai-hegység déli lábainál található. A település irányából a hegység belsejébe felkúszó völgy oldalában több üreg is nyílik, amelyek eredetével kapcsolatban a helyi lakosok körében legendák keringenek. Ezeket a valóságban egy földalatti finomító létesítésének kezdő lépéseként hozták létre a II. világháború során. A terület mindössze 60 km-re található Budapeستől, de már Szlovákia területére esik, így a hazai kutatók számára talán kevésbé ismert lehet.

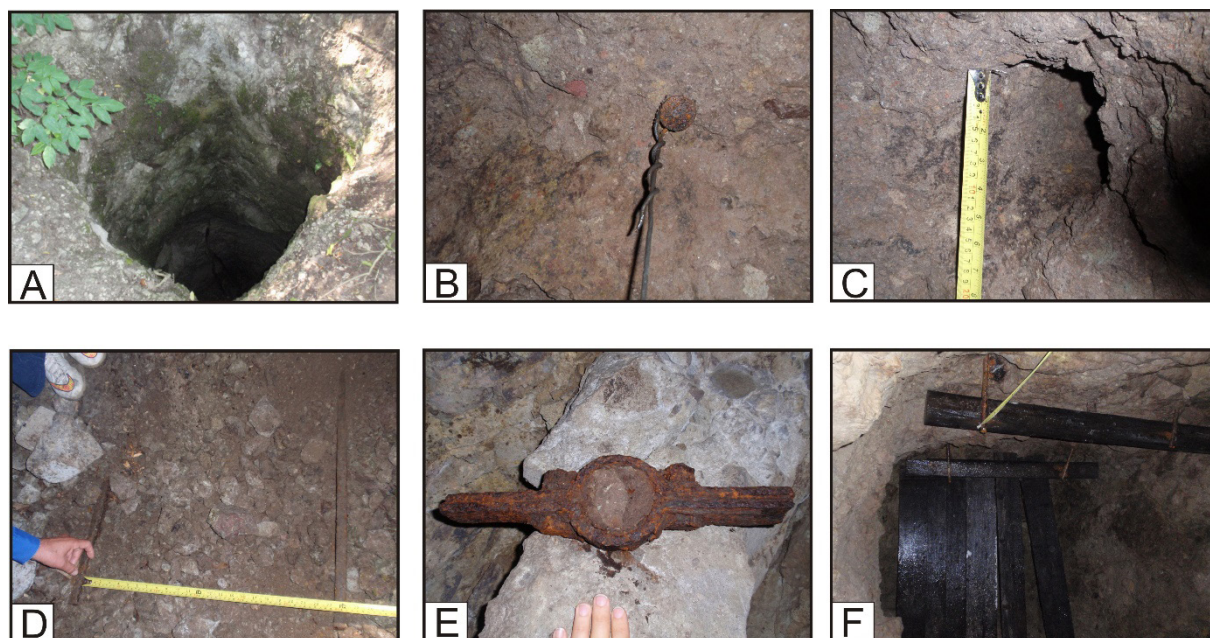
E rövid figyelemfelkeltő tanulmányban a rendkívül érdekes, meglehetősen könnyen elérhető és bejárható, mesterséges üreg- és járatrendszert szeretnénk nagy vonalakban bemutatni, amely kis túlzással „természetbe ágyazott ipari múzeumként” is definiálható.

A járatrendszer és annak földtani-természetföldrajzi környezete

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).

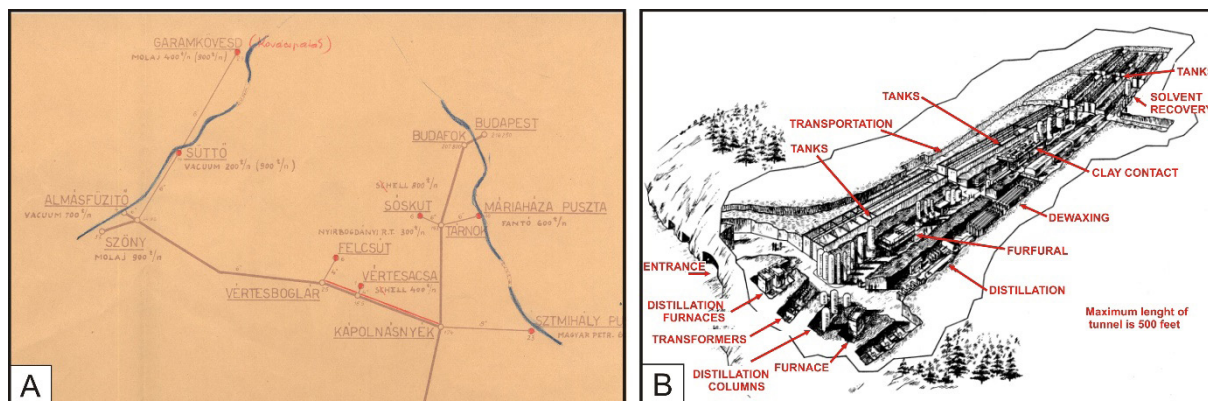


2. ábra. A járatrendszer néhány jellegzetessége: A= legmélyebb kürtő (27 m) felszíni bejárata; B= szintezőpont; C= robbantólyuk; D= keskeny nyomtávú sín pár; E= tartószerkezet.

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 találhatóak meg (2/B-F ábra).

Történelmi háttér vázlatosan

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 feldolgozó 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 Westfalicában 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 üzem és a kenőolaj-feldolgozó részleget Kovácspatakon helyezték újból üzembe (Cseh 2015). A telephely választása közlekedéscsoporthozrajzi 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 segítő 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 Westfalicában tervezett földalatti finomítót az ún. Geilenberg üzem mutatja be (3/B ábra).

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 hibernációs 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. 288 p.
- Gaisler J., Hanák V. 1972: Netopýři podzemných prostorů v Československu. Sborník ZČM v Plzni - Přír., 7: pp. 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: pp. 97–104.

-
- Lehotská B., Lehotský R. 2002: Zimoviská netopierov v pohorí Burda. *Vespertilio*, 6: pp. 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): pp. 1–68.
 - Vachold J. 1960: Výskyt a rozšírenie netopierov na Slovensku s ekologickými dodatkami. *Kand. dizertácia*, 113 p.

TÁJREHABILITÁCIÓS LEHETŐSÉGEK A DRÁVA MENTÉN

Opportunities for landscape rehabilitation along the Drava in Hungary

Lóczy Dénes ¹, Dezső József, Gyenizse Péter

Pécsi Tudományegyetem TTK Földrajzi Intézet

¹loczyd@gamma.ttk.pte.hu

Összefoglaló

A Dráva-menti síkság környezeti állapotában az utóbbi évtizedekben súlyos degradáció ment végbe, melynek okai részben természeti, részben antropogén eredetűek. Mivel a tájdegradáció káros hatással van a térség társadalmi-gazdasági viszonyaira is, Magyarország kormánya átfogó tájrehabilitációs kezdeményezést tett. A jelenleg is folyó Ős-Dráva Program a hátrányos változások elsődleges okaként a vízellátottság romlását jelölte meg, és az ártér vízpótlásának megoldásával kíván enyhíteni a helyzeten. Kutatási projektünk a rehabilitációs potenciál megállapítására irányul. Ennek érdekében azt igyekeztünk feltárni, milyen mértékben lehet bővíteni az ökológiai szolgáltatások/tájfunkciók körét. A projekt keretein belül megvizsgáltuk a rendelkezésre álló vízmennyiség változását és az ebből eredő tájatalakulást, elsősorban a Cún-Szaporca holtág környezetében. A mintaterületi eredmények azt mutatják, hogy – az elszivárgást és a növényzet evapotranspirációját figyelembe véve – a jelenleg megvalósuló vízpótlás valószínűleg kevésnek bizonyul a rehabilitációs célok eléréséhez.

Kulcsszavak: tájdegradáció, tájrehabilitáció, vízpótlás, talajvíz, földhasználat

Bevezetés

A bányászati tevékenységek által érintett felszíneken kívül az árterek szenvednek Magyarországon a legerősebb környezeti degradációtól (Lóczy et al. 2016a,b). A magyarországi folyók árteréinek jelentős része sürgős rehabilitációra szorul (Schwarz 2014). A korszerű tájrehabilitáció követelményként fogalmazza meg, hogy nem csak a folyók medrét, hanem mentesített árterületet is helyre kell állítani (Brierley, Fryirs 2008). Mivel az árterek legnagyobb gondja a fokozódó kiszáradás, az ártér vízmegtartó képességének fokozásával kell javítani ökológiai állapotukat. Az árterek vízellátásában, a felszíni és a felszín alatti vízviszatarásban pedig az egykori medrek, részben feltöltődött holtmedrek játszanak kiemelkedő szerepet, ezért vízpótlásuknak nagy a jelentősége.

Tájdegradáció a Dráva mentén

A Dráva alsó, horvát-magyar szakasza ugyan természetes állapotúnak tűnik, az ausztriai, szlovén és horvát folyórészen azonban összesen 22 vízerőmű épült. A folyó fokozatosan beágyazódik, ezáltal még inkább megszakad a kapcsolat a főmeder és a mellékágak, ill. a távolabbi holtmedrek között (Kiss, András 2011), aminek következménye a talajvízszint süllyedése, a talaj csökkenő nedvességtartalma, a felszíni növényzet megritkulása, tehát a táj általános degradációja. Ez a folyamat természetesen nem csupán a természeti környezetet érinti, hanem a mezőgazdaság lehetőségeit is rontja, a népesség elvándorlásához vezet, súlyos szociális gondokat okoz elsősorban az Ormánságban.

A Dráva beavágódásának mérséklésére nincsen reális lehetőség, a korábbi helyzet magától nem fog visszaállni, tehát a káros folyamatok hatását másképpen kell enyhíteni.

Az Ős-Dráva Program célkitűzései

Az Ormánság mint súlyosan hátrányos helyzetű táj helyreállítására 2012-ben kormányzati program indult. Mivel a vízpótláson, egy új típusú vízkormányzáson alapul, amelyet a Dráva egykori medreinek újraillesztésén keresztül kíván megvalósítani, Ős-Dráva Programnak nevezték el. Ez a komplex területfejlesztési program 43 ormánsági település területét érinti.

Az Ormánságban mindig meghatározó volt a víz szerepe. A jelenlegi tájdegradáció egyik fő oka a vízellátottság kedvezőtlen alakulása, elsősorban a talajvízszint csökkenése a korábbi vízrendezési munkálatok következtében. Ezért a Program középpontjában egy új vízkormányzás megteremtése áll (AQUAPROFIT 2007). A vízpótló rendszer a folyótól 5–10 km-re vezető Korcsina – Körcsönye – Fekete-víz gravitációs csatornarendszer (egykori mederhálózat) kihasználására épül. Célja a mellék- és holtágak, egyéb vizes élőhelyek helyreállítása, a bel- és árvízvédelem, a vízviasszatartási képesség növelése.

A vízellátottság javításával kívánja a Program ésszerűsíteni a tájhasználatot, visszaszorítani a szántóterületeket, megteremteni az erdőtelepítésnek, a hagyásfás legelők helyreállításának, a nádgazdálkodás, tájfajta kultúrnövények, gyümölcsfajták, gyógynövények elterjesztésének a feltételeit, előmozdítani az őshonos állatok tartását, a halgazdálkodást és a méhészetet. A gazdasági élet fellendítését szolgálja az élelmiszeripari feldolgozó üzemek létesítése, a kézművesség hagyományainak felélesztése, valamint az öko- és az örökségturizmus infrastruktúrájának fejlesztése. Mindezen beruházásoknak társadalmi hatásuk is lesz, növelik a táj népességmegtartó képességét.

A tájrehabilitáció sikerének értékelése

Többféle módszer ismert a folyóvízi árterek rehabilitációjának eredményességének megbecslésére (Woolsey et al. 2007; Jänig et al. 2011; Lóczy et al. 2016b). A különböző megközelítések az ökoszisztéma-szolgáltatások szintjének várható emelkedését alkalmazzák a tájrehabilitáció megítélésének mércéje gyanánt. Ezek egyike az osztrák ártérértékelő mátrix (FEM) módszer (Chovanec et al. 2005; Habersack et al. 2015), amely az ártereket a folyó vízhozama, víz szintje és az árhullám előrehaladása alapján az árvíz-visszatartás szempontjából értékeli. A Dráva magyarországi árterén található holtmedrek a H2 osztályba (a fő folyómederrel korlátozott kapcsolatban álló víztestek) sorolhatók. A FEM alapú elemzést a Dráva-sík három ártéri öblözetére (Ormánság, Kémes-Drávaszabolcs és Old) végeztük el (1. táblázat).

1. táblázat. Az Ős-Dráva Program előtti és utáni körülmények értékelése a FEM-et használva (Habersack et al. 2015 után módosítva) a magyarországi Alsó Dráva-ártér árvízi öblözetekre (értékek: 5 = legnagyobb, 1 = legkisebb jelentőségű)

Tényezők	A kiinduló helyzet az ártéri öblözetben			A helyreállított ártéri öblözetek értékelése		
	Ormánság	Kémes-Drávaszabolcs	Old	Ormánság	Kémes-Drávaszabolcs	Old
Hidrológiai						
Árvízcsúcs csökkentése	4	3	3	5	4	3
Árvízcsúcs előrehaladása	3	3	3	4	4	3
Árvíz-visszatartás	4	4	4	5	5	4
Árvízi kockázat/ elöntés mélysége	4	4	4	5	5	3
Hidraulikai						
Vízszint	4	4	4	5	5	4
Áramlási sebesség	3	3	3	4	4	3
Fajlagos lefolyás	2	2	3	3	3	3
Ökológiai						
Tájmintázat	3	2	2	4	3	2
Vízjárás	2	2	2	3	3	2
Összekapcsoltság	1	1	1	2	2	1
Biodiverzitás	3	3	2	4	4	2
Társadalmi						
Földhasználati módok	3	3	3	4	4	3
Kommunikáció	2	2	2	4	4	3

Következtetések

Az Ős-Dráva Program kritikus pontja a vízpótlásokhoz szükséges vízmennyiség biztosítása. Monitorozó vizsgálataink eredményei (amelyeket más közleményekben jelentettünk meg – pl. Lóczy et al. 2017) arra utalnak, hogy a Fekete-víz és az egyéb tápláló vízfolyások vízhozama elégtelen erre a célra. Az eddig lefolytatott négy vízpótlási kísérlet alapján az átvezetett vízmennyiségből a tervezettnél nagyobb veszteség valószínűsíthető. A FEM módszerrel végzett elemzés szerint az Ős-Dráva Program a felső és a középső ormánsági szakaszokra lesz valamelyest pozitív hatással. Az alsó szakaszon, amely a Program területén kívülre esik, nem várható jelentős javulás.

Az éghajlatváltozás várható hatásai, a szélsőséges hidrometeorológiai események (elsősorban az aszály) gyakoriságának növekedése az ökológiai állapot további romlását idézheti elő a holtmedrekben és környezetükben. Az ártérrehabilitáció feltehetően nem eredményezi az ártér ökológiai sérülékenységének hosszabb távú csökkenését.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA (K 104552) és a Visegrádi Alap (31210058) támogatta. A jelen tudományos közleményt a szerzők a Pécsi Tudományegyetem alapításának 650. évfordulója emlékének szentelik.

IRODALOM

- AQUAPROFIT 2007: Ős-Dráva Program. Vízügyi műszaki terv. AQUAPROFIT, Budapest – DDKÖVÍZIG, Pécs
- Brierley, G. J., Fryirs, K. A. 2008: River Futures. An Integrative Scientific Approach to River Repair. Island Press, Washington, DC. 328 p. (The Science and Practice of Ecological Restoration Series)
- Chovanec, A., Waringer, J., Straif, M., Graf, W., Reckendorfer, W., Waringer-Löschenkohl, A., Waidbacher, H., Schultz, H. 2005: The Floodplain Index – a new approach for assessing the ecological status of river/floodplain-systems according to the EU Water Framework Directive. Archives der Hydrobiologie Supplement 155: pp. 425–442.
- Habersack, H., Schober, B., Hauer, C. 2015: Floodplain evaluation matrix (FEM): An interdisciplinary method for evaluating river floodplains in the context of integrated flood risk management. Natural Hazards 75(Supplement 1): pp. 5–32.
- Jänig, S. C., Lorenz, A. W., Hering, D., Antons, C., Sundermann, A., Jedicke, E., Haase, P. 2011: River restoration success: a question of perception. Ecological Applications 21(6): pp. 2007–2015.
- Kiss T., András G. 2011: A horvátországi duzzasztógátak hatása a Dráva vízjárására és a fenékhordalék szemcseösszetételének alakulására. Hidrológiai Közlöny 91(5): pp. 17–23.
- Lóczy, D., Dezső, J., Ronczyk, L., Czigan, Sz., Pirkhoffer, E., Gyenizse, P., Halász, A., Ortmann-Ajkai, A. 2016a: Floodplain degradation and possible rehabilitation along the Hungarian Drava section. In: Šulc-Michalková, M., Miřijovský, J., Lóczy, D., Zgłobicki, W. (eds) Interdisciplinary Studies of River Channels and UAV Mapping in the V4 Region. Comenius University, Bratislava. pp. 127–176.
- Lóczy, D., Dezső, J., Czigan, Sz., Prokos, H., Tóth, G. 2017: An environmental assessment of water replenishment to a floodplain lake. Journal of Environmental Management 202: pp. 337–347.
- Lóczy, D., Gál-Balogh, R., Prokos, H. 2016b: Ártérhelyreállítási lehetőségek a Dráva magyarországi szakaszán. Acta Climatologica et Chorologica L/B. pp. 63–75.
- Ortmann-Ajkai, A., Csicssek, G., Hollós, R., Magyaros, V., Wágner, L., Lóczy, D. 2018: Twenty-years' changes of wetland vegetation: Effects of floodplain-level threats. Wetlands doi: 10.1007/s13157-018-1002-0
- Schwarz, U. 2014: Restoration potential for floodplains in the Danube River Basin. Presentation at the 1st Danube Regional Workshop on Natural Water Retention Measures, Szentendre, Hungary, 28–29 January 2014
- Woolsey, S., Capelli, F., Gonser, T.O.M., Hoehn, E., Hostmann, M., Junker, B., Paetzold, A., Roulier, C., Schweizer, S., Tiegs, S. D., Tockner, K., Weber, C., Peter, A. 2007: A strategy to assess river restoration success. Freshwater Biology 52: pp. 752–769.

DUNA ÉS TISZA MENTI SÜLLYEDÉSEK

Depressions along the Danube and Tisza rivers

Kis Éva ¹, Schweitzer Ferenc ²

^{1,2}MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

¹kis.eva@csfk.mta.hu

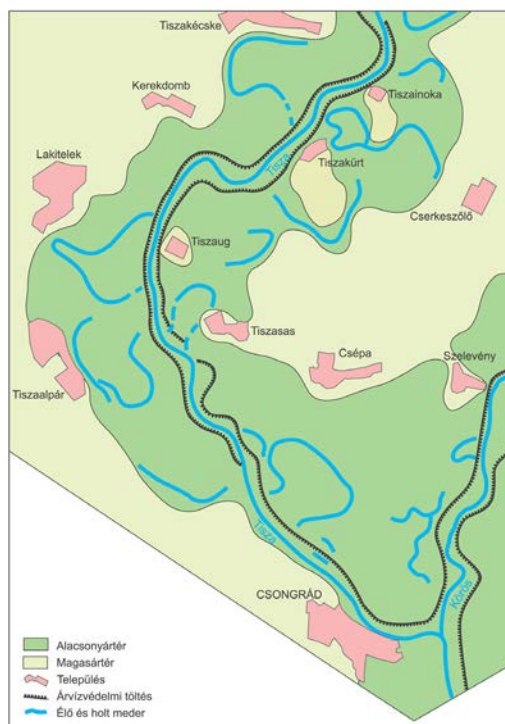
Abstract

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

Bevezetés

A kutatás Duna és Tisza menti (1. ábra) lösszel és löszös üledékekkel 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 földtani viszonyait, a felszíni formákat, hangsúlyt fektetve a süllyedékek felszínén kialakult – egyben azok határait is kijelölő – igen jelentős meanderhálózatra.



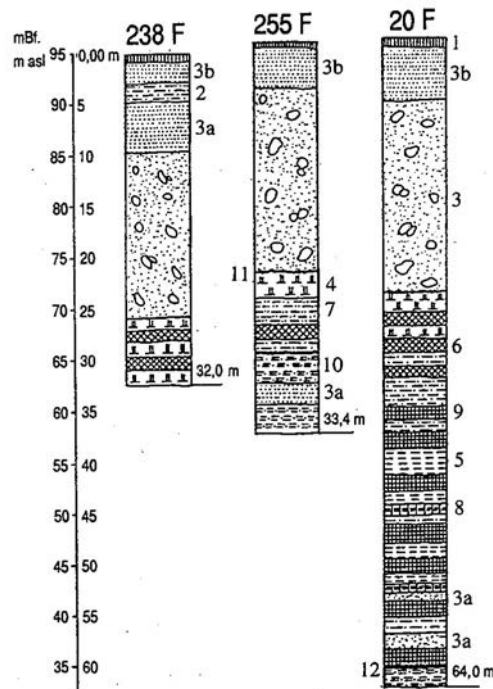
1. ábra. Alacsony-és magas ártéri területek a Csongrádi-süllyedék É-i részén (Szerk.: Schweitzer 2001)

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 magasparton az agyagos, homokos pannon üledékeket homok, vörösgyag (1. kép) és nagy vastagságú lösz, ill. löszszerű üledék, míg a süllyedékeknél többnyire folyóvízi homok és kavicsos homok rétegek fedik. A magasparton 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, Schweitzer 1987).



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

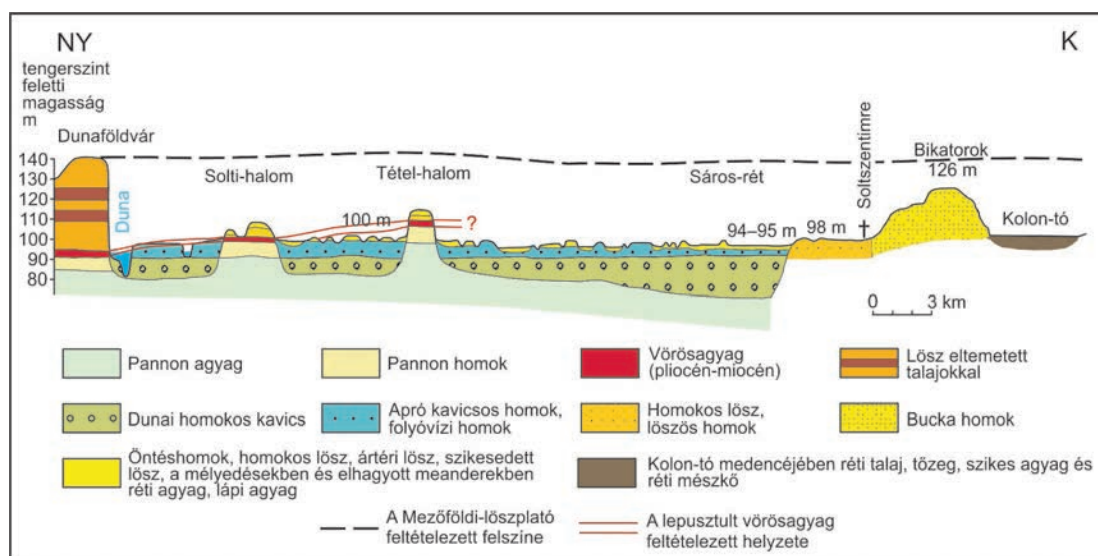


2. ábra. Pakstól D-re az idősebb pleisztocén és pliocén üledékeket harántolt fúrások rétegszelvényei (Scheuer Gy.–Schweitzer 1989) – 1 = talaj; 2 = folyóvízi iszap; 3 = du-nai homokos kavics; 3a = folyóvízi homok; 3b = futóhomok; 4 = konkréciós lösz; 5 = iszap; 6 = fosszilis talaj; 7 = iszapos homok; 8 = mo-csári agyag; 9 = vörösagyag; 10 = felsőpannoniai iszapos agyag; 11 = dunai folyóvízi üledékek elterjedési határa; 12 = pleisztocén-felsőpannoniai 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 Bártabár-Mohács térsége, melyek lényegében a magaspártok részét alkotják. Dunaföldvár és a Solti-halom között a Duna a Mezőföld K-re lealacsonyodó felszínébe vágódott be. A magaspártok fekvőjében megfigyelhetők 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.

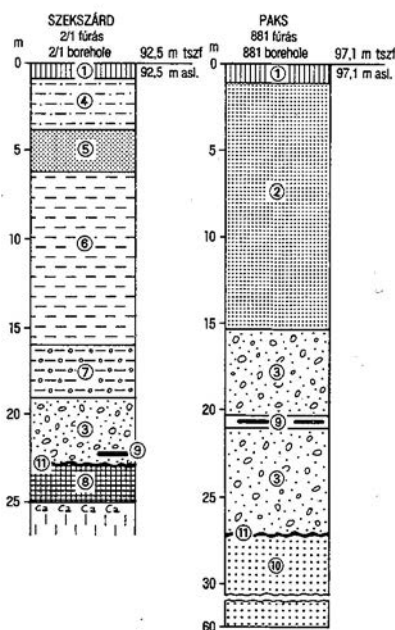
A geomorfológiai és a fúrásadatokból kitűnt, hogy a fiatal felső-pleisztocén–holocén süllyedési szakaszok és a folyó eróziója hatására a Duna fő medre Ny-felé tolódott el, felfűzve a fiatal süllyedék területeket. Lényegében e térszínnek szabták meg a Duna felső-würmi és mai folyásirányát. A magaspárt laza, kevésbé ellenálló rétegeit a folyó oldalozó és mélyítő eróziós tevékenysége erősen pusztította. A fúrások folyóvízi üledéksora legalsó részében található 1-2 m vastag, konkréciós, löszbabás rétegek bizonyítják a löszrétegekből erodálódott üledék felhalmozódását. A süllyedékek területén a folyó az összes magaspárti üledéket lepusztította, csupán néhány helyen hagyott hátra és temetett be idősebb pleisztocén üledékeket. Az egykori mezőföldi magaspárt lepusztult maradványai a Solti- és a Tétel-halom (3. ábra). A kiemelt helyzetben lévő felszíni előfordulások és a megsüllyedt üledékek pannon fekvüma-

gassági 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, Scheuer, Schweitzer 1989).



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

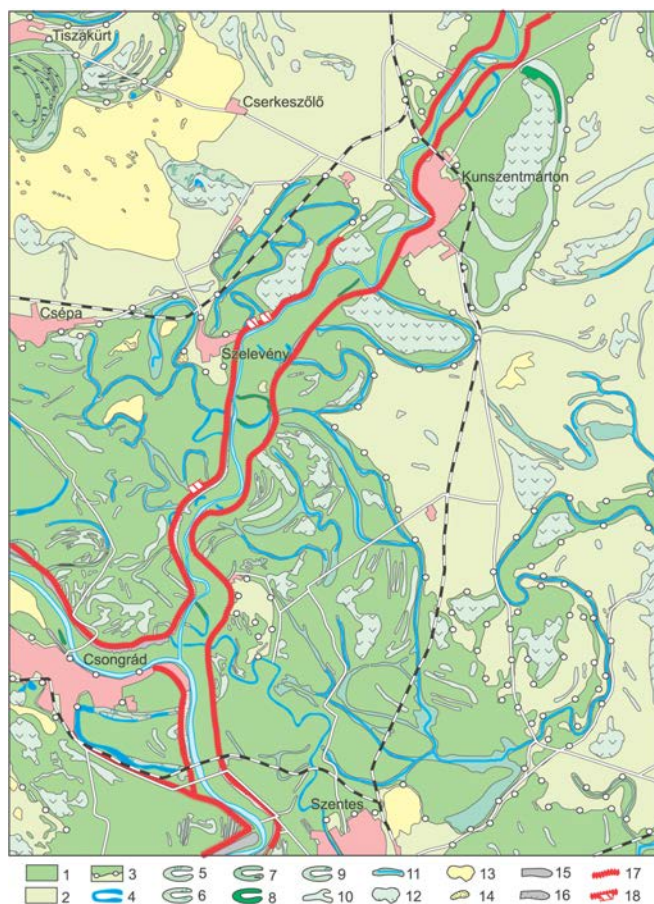
A C14-es vizsgálatok értékei megadják a süllyedések korát, valamint jelzik ezeken a területeken a Duna megjelenését. Paks és Dunaszentgyörgy között pl. a 20,5 m mélyen lévő uszadékfa 40.000 éves kora (Deb-950, Paks 881. fúrás) azt mutatja, hogy–miután ez minimál kor–az ettől csak jóval idősebb, feltehetően 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, Petz, Scheuer, Schweitzer 1989).



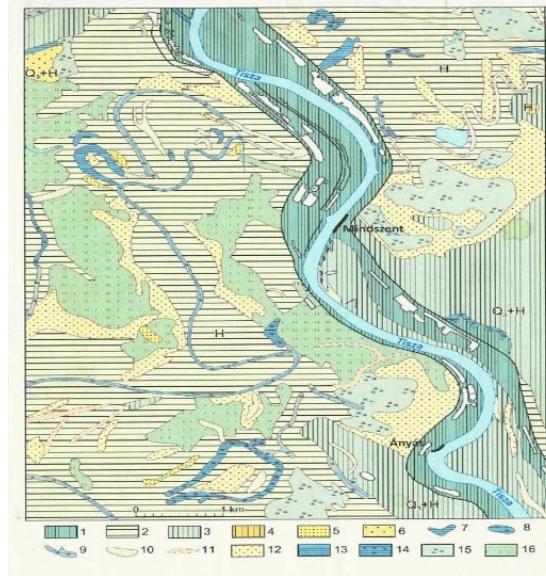
4. ábra. A fúrások rétegszelvénye (Scheuer, Schweitzer 1989) – 1 = talaj; 2 = homok; 3 = homokos kavics; 4 = homokos iszap; 5 = finomított homok; 6 = iszap; 7 = kavicsos iszap; 8 = vörösiszap; 9 = az uszadékfa helye; 10 = felsőpannoniai homok; 11 = eróziós diszkordancia

A Duna menti süllyedék területek, a Duna-menti síkságok. többnyire hármastagozásúak: keskenyebb-szélesebb hullámtér kíséri a folyót és mellékágait, amit az alacsony- és magasártéri szintek követnek. Legdominánsabb formátípusai 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 vizsgálatunkat 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, Schweitzer 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 georfológiai térképe (Kis, Lóczy In: Lóczy et al. 2009)

IRODALOM

- Erdélyi M. 1955: A Dunavölgy nagyalföldi szakaszának víztároló üledékei. Hidrológiai Közlöny, 35. pp. 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. pp. 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. pp. 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. pp. 49–67.
- Schweitzer F. (szerk.) 2011: *Katasztrófák tanulságai. Stratégiai jellegű természetföldrajzi kutatások.* MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 195 p. (Elmélet – módszer – gyakorlat, 67.)

EMBERI HATÁSRA KELETKEZETT MARADANDÓ- ÉS ÁTMENETI FORMÁK TANULMÁNYOZÁSA ELKERÜLŐ ÚT KÖRNYEZETÉBEN

Study of the permanent and intermitten landforms emerged under human intervention in the environment of the bypass

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

¹MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

²Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézet

¹kis.eva@csfk.mta.hu

²loczyd@gamma.pte.hu

Abstract

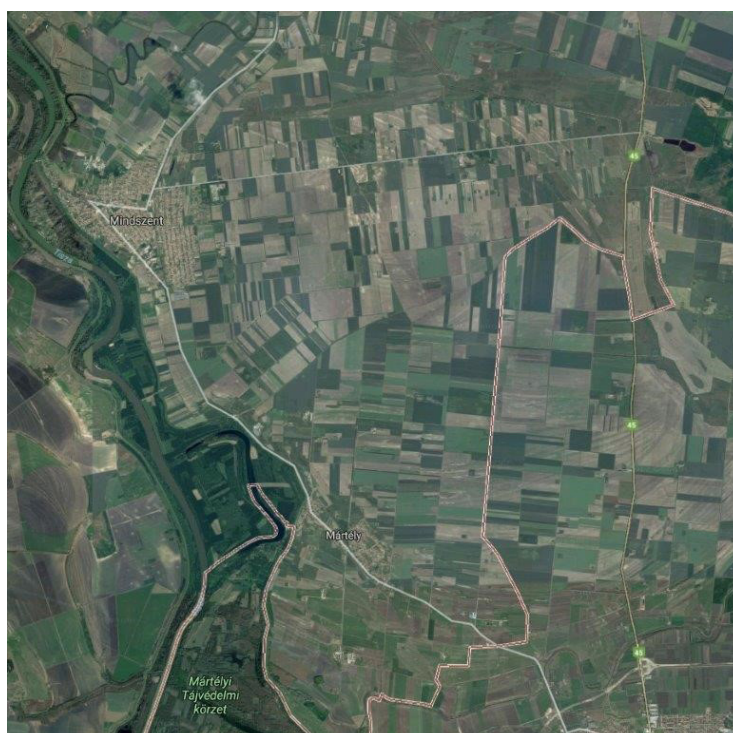
The research is aimed at the examination of the palaeogeographic conditions in the environment of the bypass road, with a special reference to the high floodplain between Hódmezővásárhely and Mindszent and at the study of the permanent and intermittent landforms that emerged by accumulation, incision 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

Bevezetés

A kutatás vizsgálja a jelenleg is ható antropogén tényezők szerepét a felszínformálásban. Feltárja, hogy melyek az emberi hatásra keletkezett tartós, illetve átmeneti formák. Árterek és hullámterek különböző felszíni formáin vizsgálja az útépitéshez kapcsolódó nyersanyagszállítás és az épülő beruházások környezeti hatásait.

Jelenleg folyik a 47-es főút Hódmezővásárhelyt elkerülő szakaszának megvalósítása. A várost északról új nyomvonalon elkerülő 12,7 km hosszú út (1. kép) 2x1 sávós lesz, de úgy tervezték, hogy a későbbiekben 2x2 sávósra 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 sávós 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.

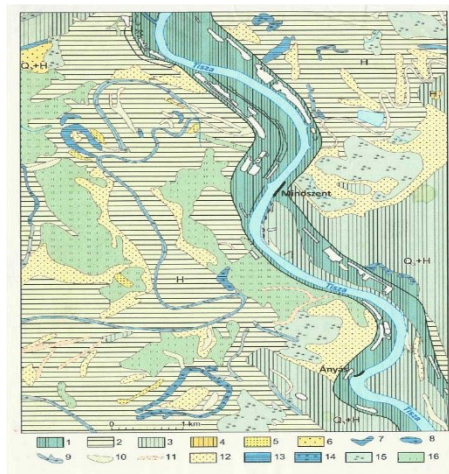


1. kép. A hódmezővásárhelyi É-i elkerülő út (Forrás: GoogleEarth TH)

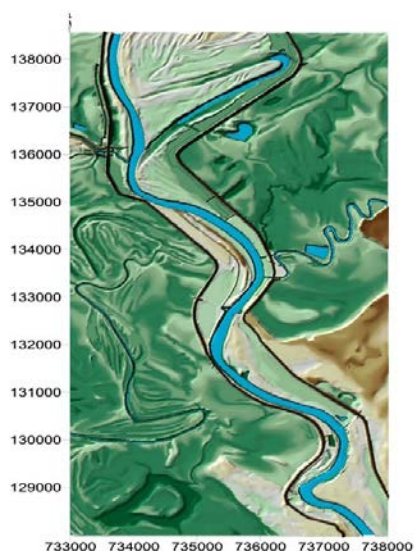


2. kép. A végcsomóponti több szintű körhíd (Fotó: Kis É.)

A vizsgált terület az Alföld legmélyebb süllyedékén – a Szentés-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 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 et al. 2009; Szeberényi 2015) szemlélteti.



1. ábra. Mindszent környékének georfológiai 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 kiemelkedések; 5 = óholocén homokleplek; 6 = homokkal fedett pleisztocén hordalék-kúpsíkság; 7 = feltöltött meander állandó vízborítással; 8 = feltöltött meander időszakos vízborítással; 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 vízborítással 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.

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 antropogén 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. részben a többszinti csomópontok és körforgalmak (3.kép), vasúti felüljárók és aluljáró, ill. azok felhajtói alapozási (kimélyítő)- és cölöpözési (pillérek) munkálataihoz kapcsolódó föld- és anyagáthalmazási, 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.)

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 folyjon 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 1993). Az elterelő út környezetében jelentős tömegű anyagmozgatás történik. A meddőanyag szétterítésével a természetes mélyedések kitöltődnek.

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 szerelvényvel – 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 építéskor kimélyített, még nem elkészült útszakasz-felszínrészek és a
2. a külszíni bányászat során kitermelt építőanyagok – pl. a homok – bányagödreit.
3. A rekultiváció során – a bányagödrök és kimélyített felszínek feltöltése után – e formák esetében is az eredeti földhasználatot kell visszaállítani.

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. sz. 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 autópályátöltésnek 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 Kné. 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 – Agraria 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. pp. 200–209.
- Schweitzer F. 2015: Drainage network development in the Pannonian Basin. *Hungarian Geographical Bulletin* 64/2. pp. 101–119.
- Szabó J. 1993: Antropogén geomorfológia. – In: *Általános természetföldrajz / Borsy Z. (szerk.)*. – Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó. pp. 500–518.

GEOMORFOLÓGIAI VISZONYOK SZEREPE A PARTFALMOZGÁSOK KIALAKULÁSÁBAN A DUNA KULCS ÉS DUNAÚJVÁROS KÖZÖTTI MAGASPARTI SZAKASZAIN

*The role of geomorphological features in landslide occurrences 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.

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 életet, 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 bekövetkezése 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.

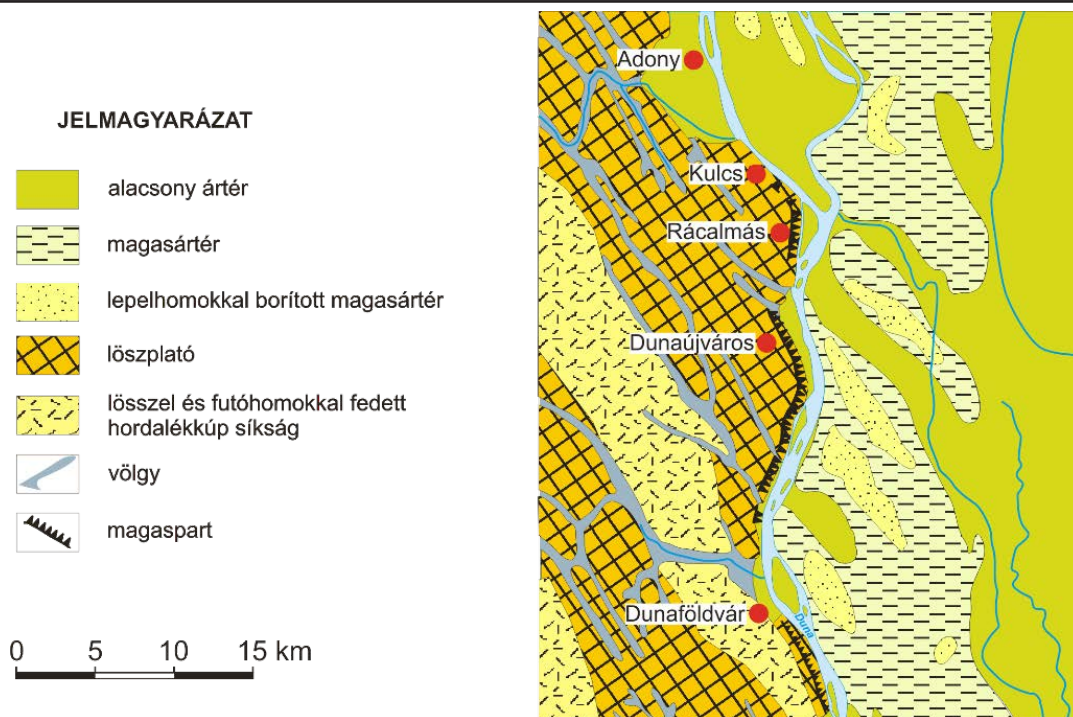
A Kulcs–Dunaújváros mozgásveszélyes dunai magaspartszakaszai

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 nagyjából 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 ott-honnan ad helyet. Szinte a teljes Duna-parti sáv, illetve a szakadóparttal lezökkenő 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 et al. 1976; Scheuer 1979; Fodor T-né. et al. 1983; Farkas 2011; Balogh, Schweitzer 2011; Balogh et al. 2014).

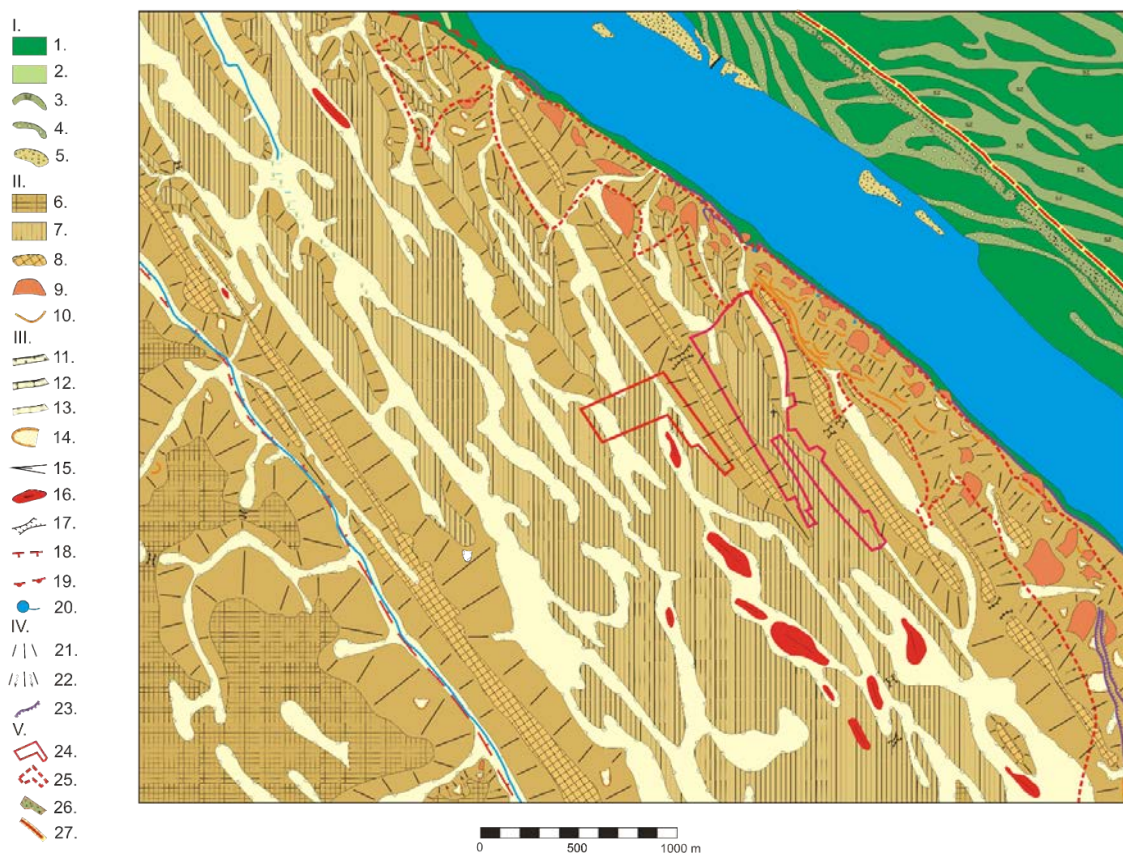
Rácalmás Kulcstól délre fekszik itt a település ófalui része és az üdülőövezet egyaránt az 5-35 m magaspart előterében lévő partrogyások törmelékletén épült. Területén visszatérően jelentkeznek tömegmozgásos események (lejtős csuszamlások, omlások, suvadások, törmelékhalmozás lassú mozgásai). Nagyobb károkkal járó mozgások 1964, 1966, 1977, 2003-as 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 1970; Scheuer 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, Boros 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 Kúcs–Dunaujváros dunai magaspart környezetének geomorfológiai vázlatja



2. ábra. Kúcs 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. Domsági 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. Kúcs, beépített belterület; 24. Kúcs, hézagosan beépített üdülő övezet, állandóan lakott házzal. 25. tereplépcső, 26. kubikgödör, 27. árvízvédelmi töltés

A vizsgált terület geomorfológiai viszonyai és a partfalvédelem

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

A *dunaújvárosi* magaspартot lösz és löszszerű üledékek építik fel, melyet fosszilis talaj és akár 3–4 m-es homokrétegek tagolnak (Dunaújváros–Tápiószőlősi összlet), ez utóbbiaknak meghatározó szerepe van a magasparti felszín alatti vizek elvezetésében. A magaspарт lábát a Duna oldalazó eróziója pusztítja, a magaspарт 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 magaspарт 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 magaspарт 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 vörösgyagokat tartalmazó pliocén üledékek felett 40–50 m vastag és fosszilis talaj-horizontokkal tagolt pleisztocén korú lösztakaró található. A csúszólapként is szolgáló kulcsi vörösgyag 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 vezet 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 magaspарт 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 törmelékeltő 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 hatására – 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 1979; Fodor T-né et al. 1983). A település környezetének geomorfológiai viszonyait vizsgálva szembevetendő a domborzat ÉNy-DK irányú tektonikai meghatározottsága, a süllyedő területek (pl. Adonyi-öblözlet) hatása és a Duna oldalazó eróziójának szerepe (Balogh et al. 1989; Schweitzer 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, pp. 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, pp. 101–142.
- Balogh J., Viczián I., Kis É., Prácer 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, pp. 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 magaspартok mérnökgeológiai térképezése. *Földtani Közlöny*, 113/4, pp. 313–333.
- Kézdi Á. 1970: A dunaújvárosi partrogyás. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 20/ 7, pp. 281–297.

- Pécsi M., Juhász Á., Schweitzer F. 1976: A magyarországi felszínmozgásos területek térképezése. Földrajzi Értesítő 25/2–4, pp. 223–235.
- Pécsi M. 1971: A földcsuszamlások főbb típusai. Földrajzi Közlemények, 19/2–3, pp. 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-Közetmechanika 2013., szerk: Török Á., Görög P., Vásárhelyi B., Hantken Kiadó, Budapest, pp. 49–58.
- Scheuer Gy. 1979: A dunai magaspártok mérnökgeológiai vizsgálata. Földtani Közlöny 109/2, pp. 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, pp. 233–245.

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 practitioner, 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.

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 hőséghullámok 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 (Pálvolgyi 2013).
2. Hazánkban a hőséghullámos 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 hőséghullámok 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 megszerzése és koordinálása komplex folyamat, amely interszektorális együttműködésekre épül.

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.

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).

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 katasztrófavédelem után alakulnak ki (kritikus infrastruktúra megromlásának révén veszélyeztetni 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).

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 háttérben is megjelenik részben nevesítve, részben közvetett összefüggéseken keresztül.

Az 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről kifejezetten a helyi önkormányzatok feladatává teszi, hogy figyelemmel kísérelje 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.

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 interszektoralis 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.

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 veszélyel-hárítási 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, pp. 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, pp. 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, pp. 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, pp. 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, pp. 51–67.
- Pálvolgyi 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 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*

Abstract

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.

Bevezetés

Az információtechnológiai forradalom eredményeként az infokommunikációs technológiák egyre inkább megjelentek és elterjedtek az egészségügyi ellátórendszerben is (Dicken 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 egészségügyenlétlenségek 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, Patterson 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, Bahaadinbeigy, Hailey 2011). Különösen fontos lehet ez azokban a periférikus térségekben, amelyek az egészségügyi centrumoktól távol helyezkednek el és korlátozottak az egészségügyi erőforrásokhoz való hozzáférés, így a telemedicina nélkül tovább növekedhetnek az egészségügyenlétlenségek (Ficzere 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-nyeresésként jelentkezik.

A telekardiológia és az akut miokardiális infarktus ellátása²

A telemedicina egyik területe, a telekardiológia esetében is érvényesülhet a távgyógyászat térre és távolságra gyakorolt hatásai (Brunetti et al. 2010). Ez többek között azért is lényeges, mivel a telemedicina befolyásolhatja a szív- és érrendszeri (keringési) megbetegedések kimenetelét, a halálozások számát (Pápai 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, Édes 2007).

Ebben a vonatkozásban előrelépést jelent, hogy a mentőkben jelen van a TTEKG és egyre több háziorvosi praxisban is elérhetővé vált (Bán 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 et al. 2010; Pápai et al. 2014). Ráadásul ezek az eredmények az egészségügyi kiadások racionalizálásával, felesleges utazások kiváltásával valósulhatnak meg (Barón-Esquivias 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 találhatóak, ami alól csak két település a kivétel (Balatonfüred, Gyula). Ráadásul mindenekelőtt a magasabb progresszivitási szintű egészségügyi intézmények érintettek (ld. klinikák, or-

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

szágos intézetek, megyei kórházak). Az értékelő központok – viszonylag szórtan – az alábbi városokban található: 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, Merkely 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, Merkely 2016; Uzzoli 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.

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 egyesek 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 periférikus, 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).

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 létezik bárhol a Földgolyó pontján, és létezik olyan szinten is, hogy egyszerre akár több 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).

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 humán erőforrás-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 költségkímélő lehet elérni, kiváltva a páciensek és az egészségügyi szakemberek utazását, illetve utaztatását. Az ellátás elérhetőségének és hozzáférhetőségének javulása pedig több esetben az optimális betegutát 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 vonzásokörzetek 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, pp. 755–760.
- Bán A. 2017: A telekardiológia és a TTEKG megjelenése és szerepe az alapellátásban – háziorvosi interjúk tapasztalatai. *Interdiszciplináris Magyar Egészségügy (IME)*, 16/4, pp. 41–44.
- Becker D., Merkely B. 2016: Akut coronariaszindróma ellátása – 2016. *Orvosi Hetilap*, 157/38, pp. 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, pp. 615–620.
- Craig J., Patterson V. 2005: Introduction to the practice of telemedicine. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 11/1, pp. 3–9.
- Dicken P. 2011: *Global Shift – Mapping the Changing Contours of the World Economy*. Sixth Edition. The Guilford Press, New York, 608.
- Ficzer A. 2010: Telemedicina. *Interdiszciplináris Magyar Egészségügy (IME)*, 9/1, pp. 48–50.
- Kékes E., Édes I. 2007: A transztelefonos EKG-rendszer értéke a kardiológiai klinikai gyakorlatban. *Orvosi Hetilap*, 148/31, pp. 1443–1449.
- Pápai Gy. et al. 2014: Transtelephonic electrocardiography in the management of patients with acute coronary syndrome. *Journal of Electrocardiology*, 47/3, pp. 294–299.
- Uzzoli A. 2017: Egészséggyenlőtlenségek és hozzáférés – esettanulmány a magyarországi keringési halálzásokról. In: *Válogatott tanulmányok a társadalomtudományok köréből*, szerk: Torgyik J., International Research Institute (IRI), Komárno, pp. 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.)

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 rész cél (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 logókon 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 földtudományokhoz, de elemzésünk a konkrétabb részcélokra vonatkozik.

A részcélok kapcsolódása a földtudományokhoz

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

Az alábbiakban listázzuk, hogy a 169 rész cél (angolul: target) közül melyeknek van (egy vagy több) földtudományi kapcsolódása. Tudjuk, hogy az ennek során felhasznált szakérői érvelés 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 kisgyermeket is – hozzáféréseinek 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 volumint, 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 exportszubszenciák, 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 hozzáférhetőek 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 átütmezését - ha szükséges -, továbbá foglalokznak 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 világgazdaságban 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, fogyatékoság, földrajzi elhelyezkedés és egyéb, a nemzeti kontextusban releváns jellemzők szerinti bontásban - való hozzáférés jelentős javítása érdekében.
-

1. táblázat. A kiválasztott, összesen 36 rész cél 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			+	+

Konklúzió

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

Azt az állítást, hogy a kiválasztott 36 rész cél kapcsolódik a földtudományokhoz, úgy is fogalmazható, hogy a rész célok megvalósításához a földtudományok si hozzá tudnak járulni. Tanulmányunk konferencián látható változatában példákat is mutatunk a rész célok 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)

TÁVKAPCSOLATI RENDSZEREK HATÁSA A KÁRPÁT-MEDENCE TÉRSÉGÉRE

The effects of teleconnection patterns on the Carpathian Basin

Kristóf Erzsébet¹, 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

Abstract

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.

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 változékonyságát kifejező oszcillációs jelenségek, más néven távkapcsolati rendszerek. Matematikai módszerekkel való vizsgálatuk a XX. század elején kezdődött meg. *Walker és 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 és 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 Időjárás 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.

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.

Az oszcillációs jelenségek azonosítása

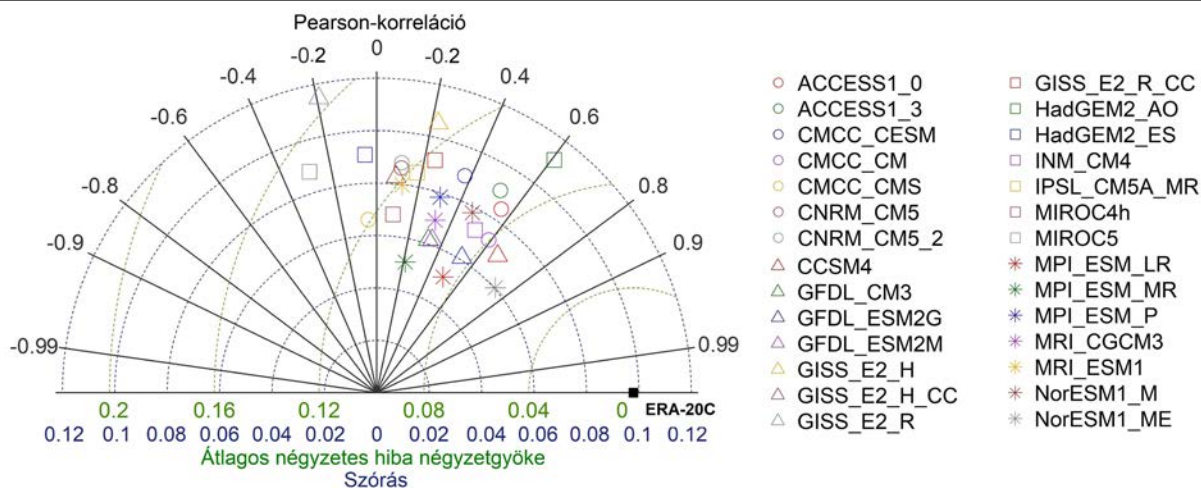
A távkapcsolati rendszerek egymástól távoli térségek légköri állapotváltozóinak (például légnyomásának, geopotenciális magasságának) ellentétes előjelű együttváltozásaként definiálhatók, ezért jól azonosíthatók a változók lineáris kapcsolatának szorosságát mérő Pearson-korrelációk kiszámításával mind az ERA-20C, mind a GCM-ek 500 hPa-os geopotenciális 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, modellszimulációként 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 korrelációs számítás 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 adatai alapján, a vizsgált három időszakban a Csendes-óceán középső része, az Atlanti-óceán keleti medencéje, illetve Ázsia felett található szignifikáns akciócentrumú oszcillációs jelenségek. Utóbbi régió felett két, váltakozó intenzitású akciócentrum pár 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 akciócentrum pár 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.

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

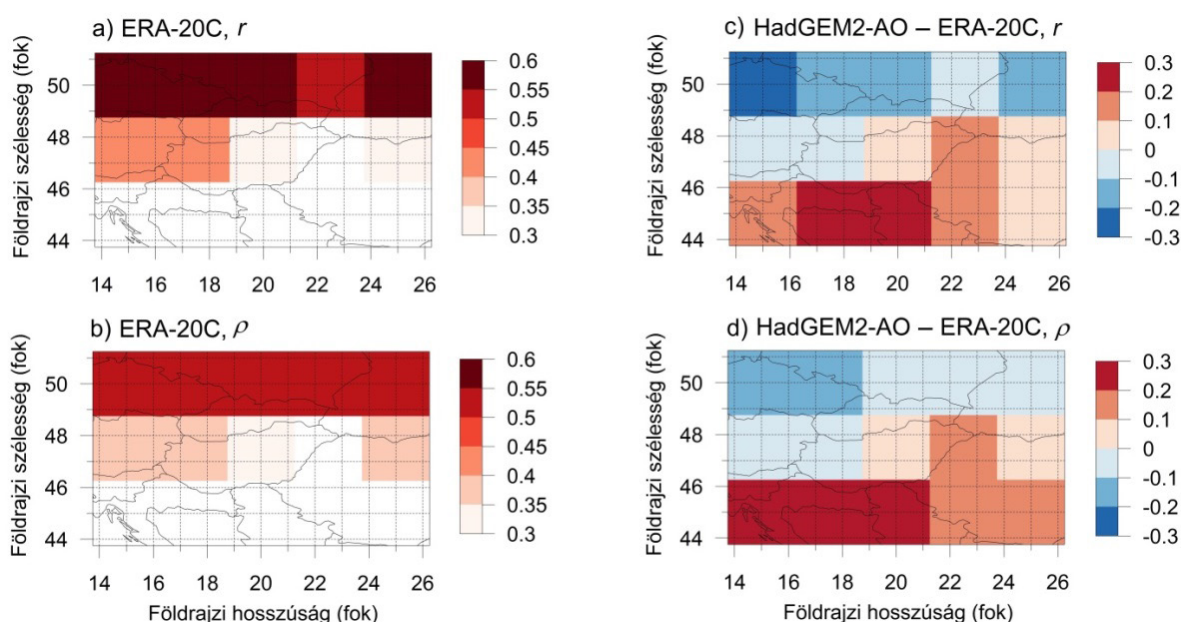
Az akciócentrumok korrelációjának erőssége (-0,78) és földrajzi közelsége miatt az észak-atlanti térség feletti légköri oszcillációhoz kötődően vizsgáljuk a GCM-eket. Az ERA-20C-hez legjobban hasonlító abszolút minimális Pearson-korreláció eloszlású modell kiválasztásához a GCM-ek és az ERA-20C között 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 akciócentrum pár 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 átlagnál 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° és é. sz. 70°, ny. h. 15° (ERA-20C) és é. sz. 35°, ny. h. 32,5° és 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 pontosságát.

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, A. G., Livezey, R. E. 1987: Classification, Seasonality and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns. *Monthly Weather Review*, 115, pp. 1083–1126.
- Conte, M., Giuffrida, A., Tedesco, S. 1989: The Mediterranean Oscillation. Impact on precipitation and hydrology in Italy. *Conference on Climate Water*, pp. 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, R. E., Chen, W. Y. 1983: Statistical Field Significance and its Determination by Monte Carlo Techniques, *Monthly Weather Review*, 111, pp. 45–59.
- Poli, P. et al. 2016: ERA-20C: An Atmospheric Reanalysis of the Twentieth Century. *Journal of Climate*, 29, pp. 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, J. M. G. 1987: Kendall's and Spearman's Correlation Coefficients in the Presence of a Blocking Variable. *Biometrics*, 43, pp. 409–416.
- Taylor, K. E. 2001: Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. *Journal of Geophysical Research*, 106, pp. 7183–7192.
- Taylor, K. E., Stouffer, R. J., Meehl, G. A. 2012: An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 3, pp. 485–498. Adatok forrása: <https://esgf-data.dkrz.de/search/cmip5-dkrz/>
- Walker, G. T., Bliss, E. W. 1932: World weather V. *Memoirs of the Royal Meteorological Society*, 4, pp. 53–84.

A REGCM4.5 REGIONÁLIS KLÍMAMODELL TESZTELÉSE ***Test simulations of the RegCM4.5 regional climate model***

Kalmár Tímea¹, Pieczka Ildikó¹, 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.

Keywords: Carpathian region, sensitivity analysis, precipitation, convection, RegCM

Kulcsszavak: Kárpát-medence, érzékenységvizsgálat, csapadék, konvekció, RegCM

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.: Torma et al. 2011; Pieczka et al. 2014). Ebben a tanulmányban a vizsgálataink során felhasznált RegCM4.5 regionális klímamodellt mutatjuk be, majd az elvégzett modellfutattási kísérleteket és a kapott eredményeket foglaljuk össze.

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 mikrofizika és a csapadék fizikailag realisabb reprezentációját teszi lehetővé.

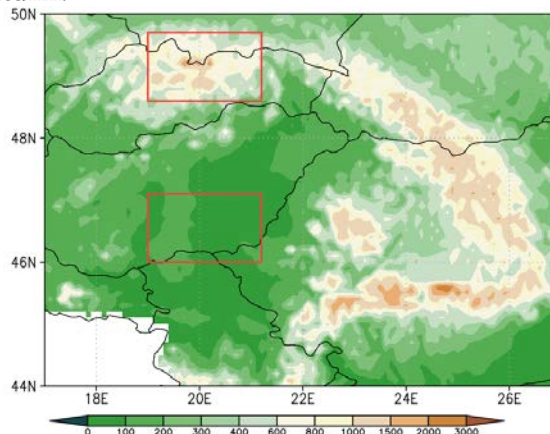
Az elvégzett szimulációk és validáció

E tanulmányban bemutatandó vizsgálataink során a RegCM4.5 klímamodellel végeztünk modellfutattásokat 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 orográfától 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.



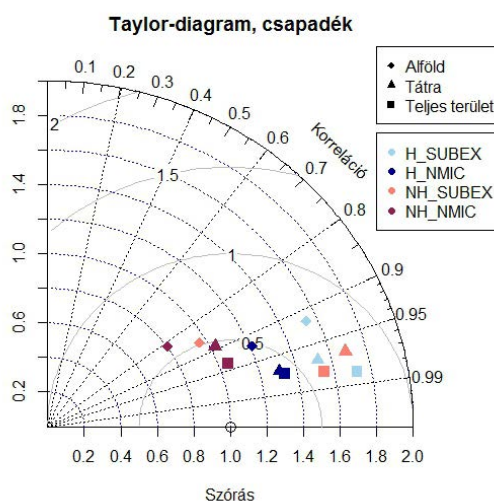
1. ábra. A CarpatClim adatbázis által lefedett területen belül a vizsgálat során kijelölt Tátra térsége (északabbra található piros téglalap) és az Alföld azonos területű, kisebb része (délebbre található piros téglalap).

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 csapadéokra és a konvektív csapadéokra kapott eredményekre fókuszálunk.

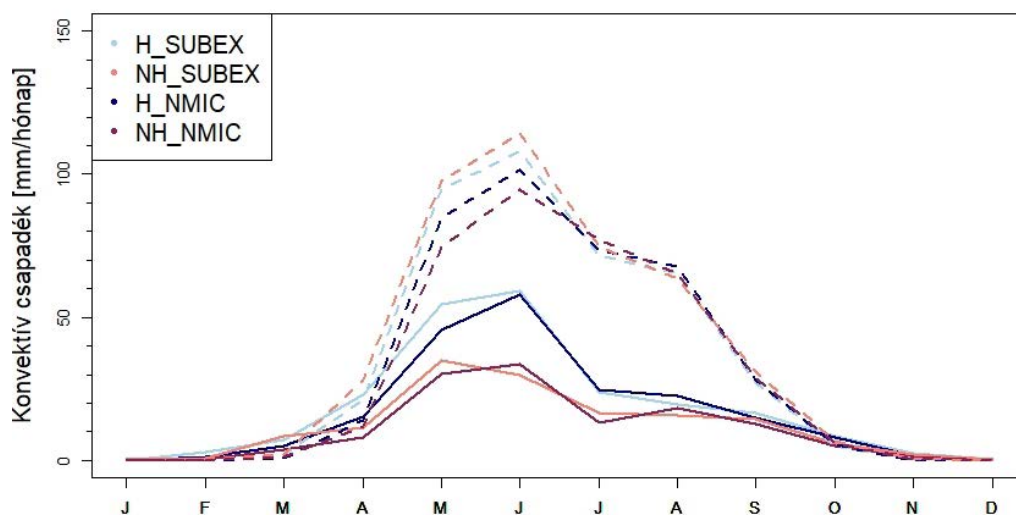
A csapadék és annak hibája köztudottan nagymértékben függ a domborzattól. A hegységekben a nem-hidrosztatikus közelítéssel készített szimulációk nagyobb mértékben becstelték felül a csapadékot, mint a hidrosztatikus közelítést alkalmazó modellfuttatások. Az Alföldre az évszakos átlagokat tekintve elmondható, 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 SUBEX sémát alkalmazó szimulációk 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 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 készültké, 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 Alfaöldre és a Tátra térségére átlagolt átlagos havi konvektív csapadékösszegek a 3. ábrán láthatók. Az Alfaöldre vonatkozóan a két nem-hidrosztatikus közelítéssel készült futás (NH_SUBEX, NH_NMIC) között a csapadékoszlás 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 a hidrosztatikus dinamikával 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 (folytonos vonallal) és a Tátra környéki területre (szaggatott vonallal) (1981–1990)

A Tátrára vonatkozó konvektív csapadékösszegek menete hasonló a különböző beállítások mellett. A hegyvidéki területnél a legnagyobb értékek az NH_SUBEX futtatásnál fordultak elő, míg a második legnagyobb értéket az H_SUBEX eredményezte a nyári félévben (júliusban az NH_SUBEX-szel 114 mm/hónap, míg a H_SUBEX-szel 108 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.

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a korábbi (RegCM3.1 és RegCM4.3 futtatásokkal kapott) eredményekhez képest (Torma et al. 2011; Pieczka et al. 2017) 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 vizsgálatokor: 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. 37 p.
- Kalmár T. 2017: Finomskálájú regionális klímamodellreállítás – a RegCM4.5 regionális klímamodell alkalmazása. MSc diplomamunka (témavezető: Pieczka I., konzulens: Pongrácz R.) 73 p. 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, pp. 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, pp. 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., Sábítz J. (szerk.): Léggöri folyamatok előrejelzésének módszerei és alkalmazásai. A Meteorológiai TDK 2014. évi nyári iskola előadásainak összefoglalói. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, pp. 96–101.
- Pieczka I., Pongrácz R., Szabóné André K., Kelemen F. D., Bartholy J. 2017: Sensitivity analysis of different parameterization schemes using RegCM4. 3 for the Carpathian region. *Theoretical and Applied Climatology*, 130, 3-4. 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, pp. 2698–2712.
- Tiedtke M. 1993: Representation of clouds in large-scale models, *Mon. Wea. Rev.*, 121, pp. 3040–3061.
- Tompkins A. M. 2007: Ice supersaturation in the ECMWF integrated forecast system. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 133, pp. 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, pp. 84–100.

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}

¹ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

²ELTE TTK Kiválósági Tudásközpont

³HYDROInfrom 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.

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.

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 múltira vonatkozóan referencia adatbázisok állnak rendelkezésre, a jövőre vonatkozó becsléseket pedig klímamodellek szolgáltatják. Jelen vizsgálatban a méréseken alapuló, homogenizált és szabályos 0,1°-os horizontális rácsra interpolált (Bihari, 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 múltira 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.

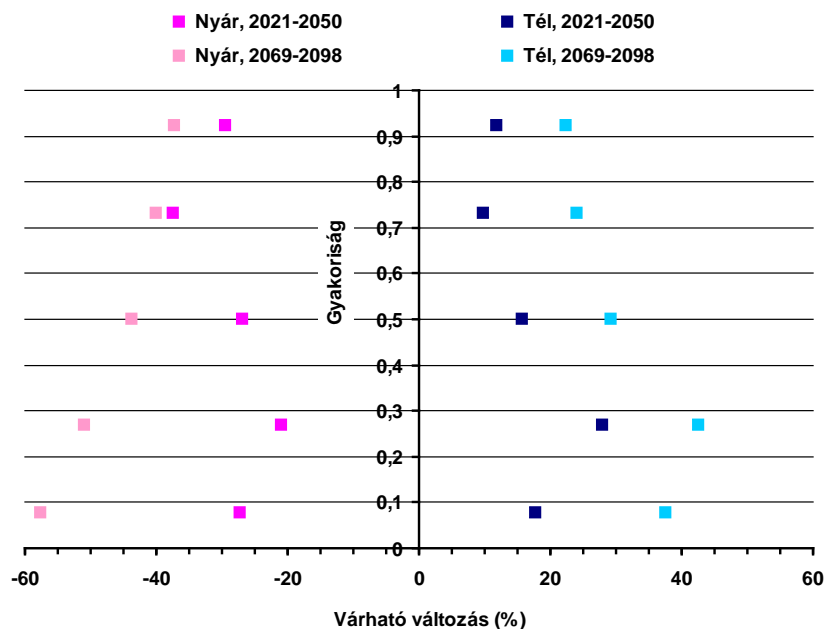
Eredmények

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 idősorával. 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 a 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 mutat-

jük 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).

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, pp. 249–264.
- Bihari Z., Szentimrey T. 2013: CARPATCLIM Deliverable D2.10. Annex 3 – Description of MASH and MISH algorithms, pp. 1–100.

- Elguindi N., Bi X., Giorgi F., Nagarajan B., Pal J., Solmon F., Rauscher S., Zaakey A., Giuliani G. 2011: Regional climatic model RegCM – User manual. Version 4.3. ICTP, Italy, pp. 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, 1535 p.
- 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. 8 p.
- 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, pp. 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, pp. 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, pp. 145–164.

A FELSZÍNHŐMÉRSÉKLETEN ALAPULÓ HŐSZIGET-INTENZITÁS ÉS A LOKÁLIS KLÍMAZÓNÁK KAPCSOLATA BUDAPESTEN

Connection between surface temperature based heat island intensity and local climate zones in Budapest

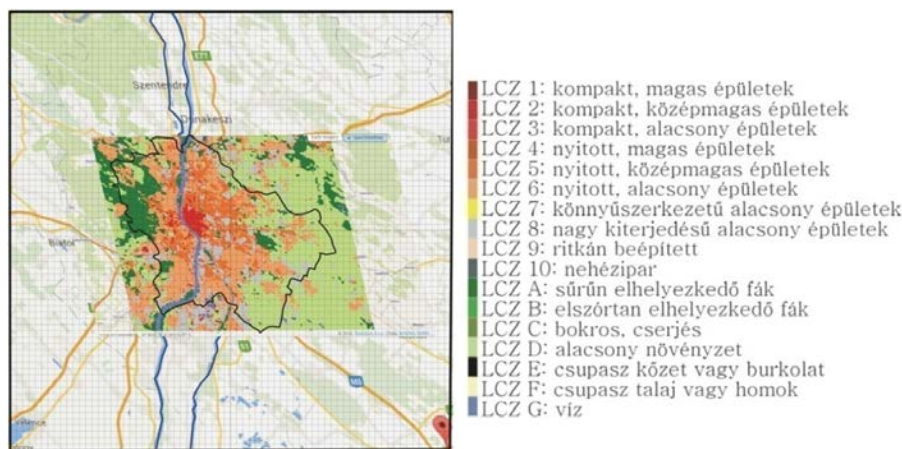
Dian Csenge, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit

Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék
diancsenge@gmail.com

Napjainkban a Föld lakosságának több mint fele városokban él. A mesterséges burkolat megbontja a természetes környezetet, módosítja a sugárzási, áramlási és energetikai viszonyokat. Ennek következtében a városokban sajátos éghajlati viszonyok alakulnak ki. A városi hősziget jelensége az egyik legjelentősebb változás. Ez a városon belüli és a városkörnyéki vidéki területek hőmérsékletkülönbségét jelenti, mérőszáma a hősziget-intenzitás (Oke 1973). Vizsgálata többféle módon történhet. Helyszíni mérésekkel léghőmérsékleten alapuló hősziget-intenzitás határozható meg, míg műholdas mérések segítségével felszínhőmérsékletből származtatható a hőmérsékletkülönbség (Dezső et al. 2005). A különböző felszíntípusok és beépítettség szerkezetek eltérő mértékben módosítják az éghajlati viszonyokat. 2012-ben Stewart és Oke létrehozták az ún. lokális klímazóna rendszert (Local Climate Zones - LCZ). Az osztályozás többek között a következő paramétereket veszi figyelembe: az épületek magassága, a burkolt és nem burkolt területek aránya, a felszín, a talaj, valamint a sugárzási és energetikai viszonyok. Ezek felhasználásával tízféle kategória határozható meg a beépítettségi típusokra vonatkozóan és hétféle a felszínborítás alapján, valamint további négy időszakos jellemzőt kifejező meghatározás létezik. Hazánkban a Szegedi Tudományegyetem munkatársai elkészítették az LCZ térképet Budapestre és Szegedre. A teljes rendszerből a Budapesten fellelhető hétféle LCZ típus a következő (1. ábra):

- LCZ 2: kompakt beépítettség, középmagas épületek
- LCZ 5: nyitott beépítettség, középmagas épületek
- LCZ 6: nyitott beépítettség, alacsony épületek
- LCZ 8: nagy kiterjedésű alacsony épületek
- LCZ A: sűrűn elhelyezkedő fák
- LCZ D: alacsony növényzet
- LCZ G: víz

A hősziget-intenzitás származtatásához szükséges felszínhőmérséklet adatokat a műholdas mérések biztosítják. A Terra és az Aqua a NASA két kvázipoláris kutatóműholdja, így Budapest térsége fölött mindkét műhold naponta kétszer halad át és végez különféle méréseket. A Terra délelőtt 9–10 UTC és este 20–21 UTC körül halad át Budapest felett. Az Aqua műhold pedig délben 12–13 UTC és éjszaka 2–3 UTC körül (Dezső et al. 2005). Mindkét műholdon megtalálható a MODIS szenzor, melynek az infravörös csatornán végzett méréseiből származtatható a felszínhőmérséklet, majd ebből számítjuk a hősziget-intenzitást. A MODIS méréseket 1 km²-es rácsfelbontású adatbázisban adják közre. Vizsgálatainkhoz a Budapestet magába foglaló 70 × 70 km²-es kivágatot használjuk. A műholdas mérések előnye, hogy nagyobb területet egyidejűleg lehet vizsgálni, így lehetőség nyílik a teljes budapesti városi hősziget elemzésére. Hátránya, hogy felhős időben nem kapunk információt a felszín hőmérsékletéről.



1. ábra. Budapest LCZ térképe a MODIS szenzor 1 km²-es rácsfelbontású vetületén megjelenítve

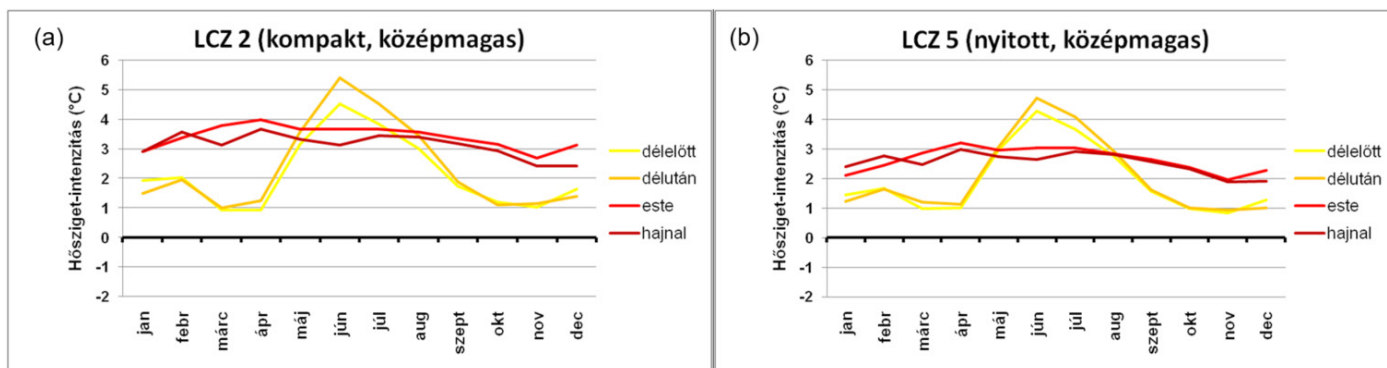
Az alkalmazott budapesti MODIS kivágat minden egyes rácscellájára meghatároztuk, hogy mely LCZ kategóriába tartozik. Ehhez kétféle területet vizsgálunk. Egyrészt vannak olyan rácscellák, amiket bizonyos kritériumrendszer szerint (beépítettség, tengerszint feletti magasság) nem számítunk városi rácscellának, így ezek kihagyásával kapjuk az egyik területet (Dezső 2009). Másrészt a Budapest közigazgatási határán belülre eső összes rácscellát tartalmazó területet vizsgáljuk. Az LCZ kategóriákba soroláshoz háromféle módszertant alkalmaztunk. Minden rácscellát be tudunk sorolni abban az esetben, amikor csak azt vettük figyelembe, hogy melyik a domináns LCZ kategória az adott cellában. A következő módszernél már megköveteljük, hogy a meghatározó LCZ kategória legalább a terület 50%-át fedje, végül a harmadik verzióban a domináns 75%-os lefedettség szükséges a besoroláshoz.

Az elemzések során háromféle felhőborítottság-kritériumot vettünk figyelembe. Abban az esetben, amikor hosszabb időszakokat vizsgáltunk (másfélévtizedes idősor, éves, évszakos), a teljes 70 × 70 km²-es kivágatnak legfeljebb a 25%-át boríthatta felhőzet. Ezekben az esetekben havi átlagos értékekkel dolgoztunk. Legfeljebb 10%-os felhőborítást engedtünk meg abban az esetben, amikor napi adatok alapján havi gyakoriságokat számoltunk. Végül esettanulmány jelleggel teljesen felhőmentes napokat vizsgáltunk (Dian 2017).

A továbbiakban a Budapest teljes közigazgatási határán belüli területet, a legalább 50%-os LCZ lefedettséget megkövetelő módszertan alapján vizsgáltuk, legfeljebb 25%-os felhő-borítással. Az egyes LCZ kategóriák átlagos éves menetét határoztuk meg a négy műhold-átvonulási időszakra vonatkozóan.

A 2. ábra (a) részén látható az LCZ 2, kompakt beépítettségű, középmagas épületek kategóriájának – mely Budapest belvárosát jelenti – átlagos havi hősziget-intenzitásai. Napközben jelentős évi menet figyelhető meg a Terra délelőtti és az Aqua délutáni mérései alapján. A maximum (5,41 °C) júniusban a kora délutáni órákban tapasztalható. Mivel a felszínhőmérsékletet közvetlenül a besugárzás határozza meg, ezért a felszínhőmérsékletből származtatott hősziget-intenzitás nyáron napközben veszi fel a maximumát. A minimum-értékek tavasszal és ősszel fordulnak elő (kb. 1 °C), míg január-februárban egy kisebb másodmaximum detektálható. Ezzel szemben éjszaka egész évben 2–4 °C között alakult a hősziget-intenzitás, és nem mutat jelentős éves menetet. Az LCZ 5 kategóriába (2. ábra (b) része) még középmagas épületek tartoznak, de már nyitott beépítettséggel, kevésbé sűrűn helyezkednek

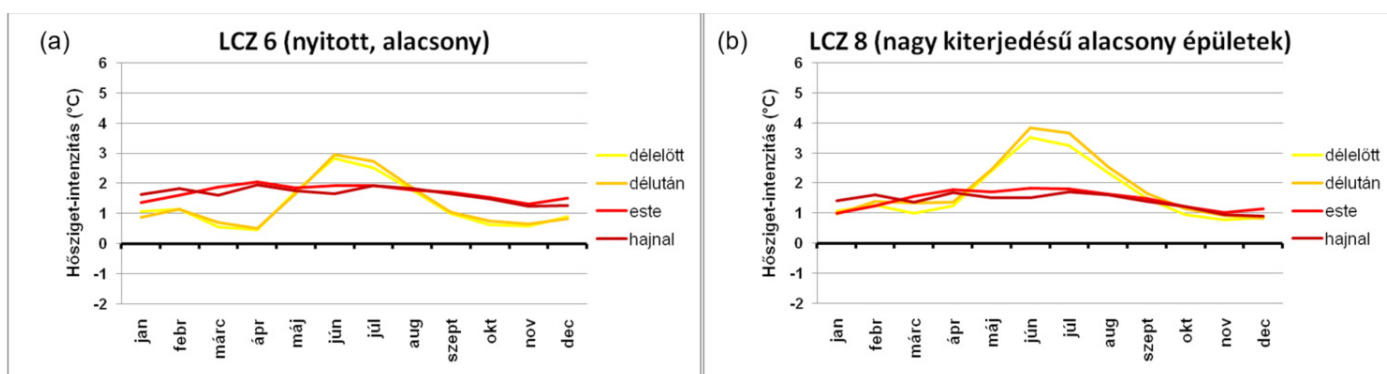
el. Az előzőhöz hasonló éves menet látható ennél a kategóriánál is, de a maximum érték itt már nem éri el az 5 °C-ot, illetve éjszaka 1 °C-kal alacsonyabbak a hősziget-intenzitások, azaz 1-3 °C között alakulnak.



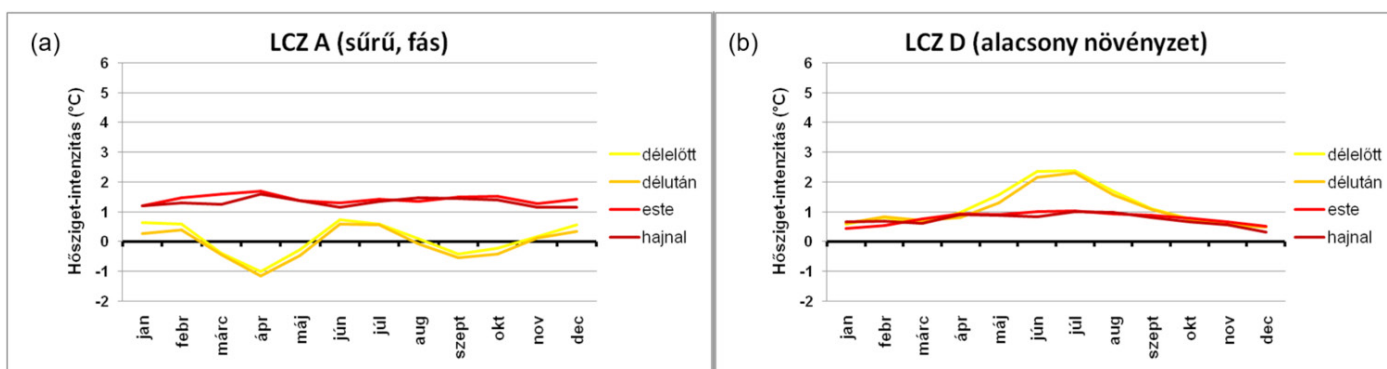
2. ábra. A hősziget-intenzitás éves menete (2001-2016) a négy műhold-átvonulásra a két legsűrűbben beépített kategória esetén: (a) LCZ 2 (b) LCZ 5

A 3. ábra (a) részén a kertvárosi övezetnek tekinthető LCZ 6-os, nyitott beépítettségű alacsony épületek kategóriája látható. Az éves menet ugyanúgy alakul, mint az előző két esetben, de a nyári, délutáni maximum csak 2,95 °C. A minimumértékek is alacsonyabbak. Továbbá az éjszakai intenzitás szűkebb intervallumba esik, végig 1-2 °C körül alakul. Az LCZ 8 kategória a nagy kiterjedésű alacsony épületeket foglalja magába, amik Budapesten iparterületeket, gyárakat, pályaudvarokat és a repülőteret jelenti. Az éves menetben nincs különbség, illetve az éjszakai értékek is megegyeznek az LCZ 6 kategóriában tapasztaltakkal, azonban a maximum csaknem eléri a 4 °C-ot.

Budapesten kétféle növényzettel borított kategória található. Az LCZ A, ami a sűrű, fás, erdős területeket jelenti (4. (a) ábra), illetve az LCZ D, az alacsony növényzetes kategória (4. (b) ábra). Az LCZ A kategória esetében éjszaka továbbra is 1-2 °C volt a havi átlagos intenzitás. Nappal nyáron és télen volt a maximális hősziget-intenzitás, de végig 1 °C alatt maradt. Tavasszal és ősszel pedig negatív értékek adódtak, azaz a városon belüli erdős területeken hűvösebb volt, mint a városkörnyéki területeken, akár -1,15 °C-os havi átlagos intenzitás is kialakult. Az alacsony növényzet esetén a nyári nappali maximum 2,36 °C, nincs téli másodmaximum, a minimális nappali értékek megegyeznek az éjszakai hősziget-intenzitásokkal, ami 0-1 °C körül alakul.



3. ábra. A hősziget-intenzitás éves menete (2001-2016) a négy műhold-átvonulásra a két alacsony épületekkel beépített kategória esetén: (a) LCZ 6 (b) LCZ 8



4. ábra. A hősziget-intenzitás éves menete (2001-2016) a négy műhold-átvonulásra két, növényzettel borított kategória esetén: (a) LCZ A (b) LCZ D

Kutatásunk során a lokális klímazónák felszínhőmérsékletből származtatott hősziget-intenzitás viszonyait hasonlítottuk össze Budapesten. A MODIS felszínhőmérsékleti adatok alapján megállapítható, hogy a maximális hősziget-intenzitások nyáron, nappal, kora délután alakulnak ki, hiszen ilyenkor a legnagyobb a besugárzás, ami a felszínhőmérséklet alakulását döntően befolyásolja. A beépítettség növelésével nő a hősziget-intenzitás. A belvárosi LCZ 2 kategóriában fordultak elő a legmagasabb havi átlagos intenzitások, akár az 5,5 °C-ot is megközelíti, míg az LCZ A, erdős területeken akár negatív hősziget-intenzitások is kialakultak. Tehát egyértelműen levonható az a következtetés, hogy a zöld felület telepítésével mérsékelhető a hősziget-intenzitás erőssége.

Köszönetnyilvánítás

A műholdas felszínhőmérsékleti adatbázis előállítására és rendelkezésre bocsátására az amerikai NASA-nak köszönhető, melyhez a Földfelszíni Megfigyelőrendszer Adatközpontján keresztül jutottunk hozzá. A kutatásokat támogatta az OTKA K-109109 és K-120605 számú projektje, valamint az AGÁRKLIMA2 (VKSZ_12-1-2013-0034) projekt, valamint az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja.

IRODALOM

- Dezső Zs. 2009: A magyarországi és közép-európai nagyvárosokban kialakuló városi hősziget vizsgálata finom felbontású műholdképek alapján – Doktori (PhD) értekezés (témavezető: Bartholy J.). ELTE, Budapest, 113 p.
- Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R. 2005: Satellite-based analysis of the urban heat island effect – *Időjárás*, 109, pp. 217–232.
- Dian Cs. 2017: Budapesti lokális klímazónák összehasonlító elemzése MODIS felszínhőmérsékleti adatok alapján – MSc Diplomamunka (témavezetők: Pongrácz R., Dezső Zs., Bartholy J.), ELTE, Budapest, 51 p.
- Oke, T. R. 1973: City size and the urban heat island – *Atmospheric Environment*, 7, pp. 769–779.
- Stewart, I. D., Oke, T. R. 2012: Local Climate Zones for urban temperature studies. – *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, pp. 1879–1900.
- Unger J., Lelovics E., Gál T. 2014: Local Climate Zone mapping using GIS methods in Szeged – *Hungarian Geographical Bulletin*, 63 (1), pp. 29–41.
- Budapest LCZ térképe: http://geopedia.world/#T4_L107_x2130299.9783078623_y6020180.347740481_s11_b17

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

***Comparisional 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.

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 felszínnek felett különböző jellegű mikroklímák jöhetnek létre (Dobi et al. 2013). A zöldfelületek (1. ábra) minden évszakban alapvetően mérsékelik a városi hősziget intenzitását, és mintegy néhány száz méter távolságig érzetik a hőmérsékleti többletet enyhítő hatásukat (Szepesi, Schirokné 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 városrésze 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 mérésorozat 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
Tavaszi (8+5)	március 20., 27. április 3., 10., 17., 24. május 8., 15.	március 4., 11., 18. április 8., 15.
Nyári (4+3)	július 6., 7., 8. augusztus 28.	július 3-6.
Őszi (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.
Téli (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).

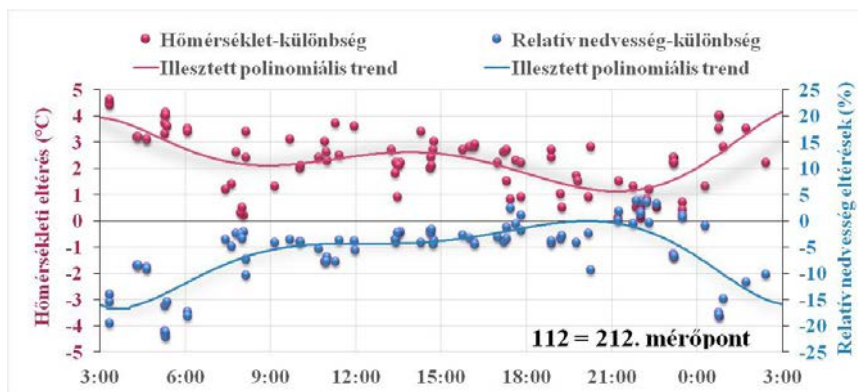


2. ábra. A Ferencvárosban szervezett mérési expedíció útvonala (2016. július)

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

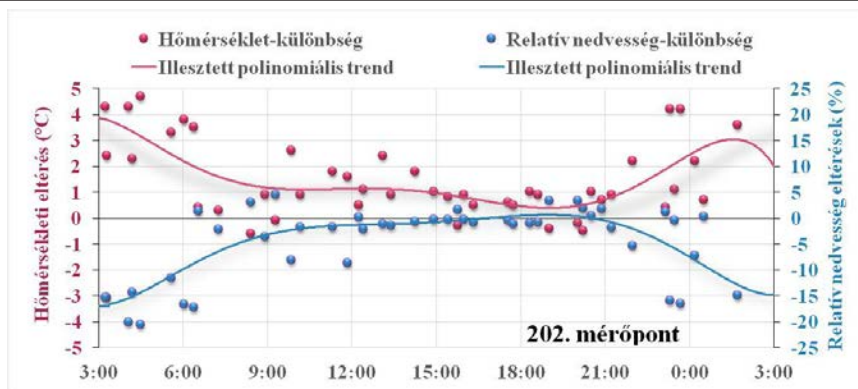
A különböző mérőpontokon mért értékeket a pestszentlőrinci szinoptikus mérőállomás által mért adatokkal hasonlítottuk össze a városi hősziget és légnedvességi viszonyok térbeli, időbeli számszerűsítésének céljából. Eredményeink (Incze 2017) közül két – egymástól nagymértékben eltérő – helyszínre vonatkozó 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 ($^{\circ}\text{C}$) 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 $3,5\text{--}4^{\circ}\text{C}$ 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, csak hogy 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 Közönlöny, 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. 40 p.
- 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.

BARLANGKLIMATOLÓGIAI MÉRÉSEK A BUDAI-TERMÁLKARSZTON

Cave-climatological measurements in the Buda Thermal Karst

Weidinger Tamás¹, Virág Magdolna², Tordai Ágoston Vilmos³, Lukács Dávid³,
Leél-Össy Szabolcs², Mindszenty Andrea²

^{1,3}*ELTE Meteorológiai Tanszék,*

²*ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék*

¹*weidi@caesar.elte.hu*

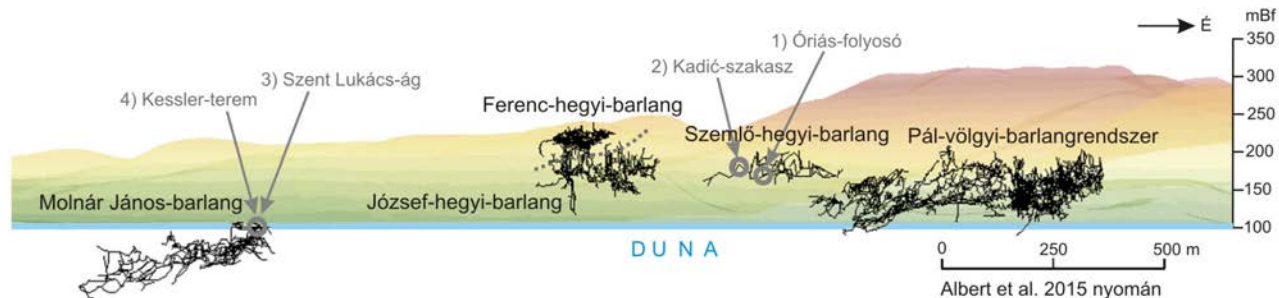
Bevezetés

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 CO₂/H₂O műszerre alapozva, amellyel több mérési programban is részt vettünk (Rudas fürdő: Virág et al. 2013a,b; Gellért-táró: 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.

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 Mészke Formáció, alárendelten a Budai Márga és a felső-triász Mátyáshegyi Formáció. Mivel a kiterjedt barlangjárdatok 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 légterés szakaszában. A barlangjárdatok oldódásában a termálvízzel mélyből érkező, és a H₂S oxidációja során keletkező szén-dioxid (CO₂) egyaránt szerepet játszik. Ezek együttes üregképző hatását kísérletileg is tanulmányozták, többek között az olaszországi Frasassi-barlangokban (Menichetti 2013). Utóbbi munkában a mélységi (endogén) és felszínről származó (epigén) gázok hatása és részben szezonális, részben földrengésekhez köthető változása mellett a turizmusból származó CO₂ 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) hosszmetezete és a mérőhelyek (1–4).

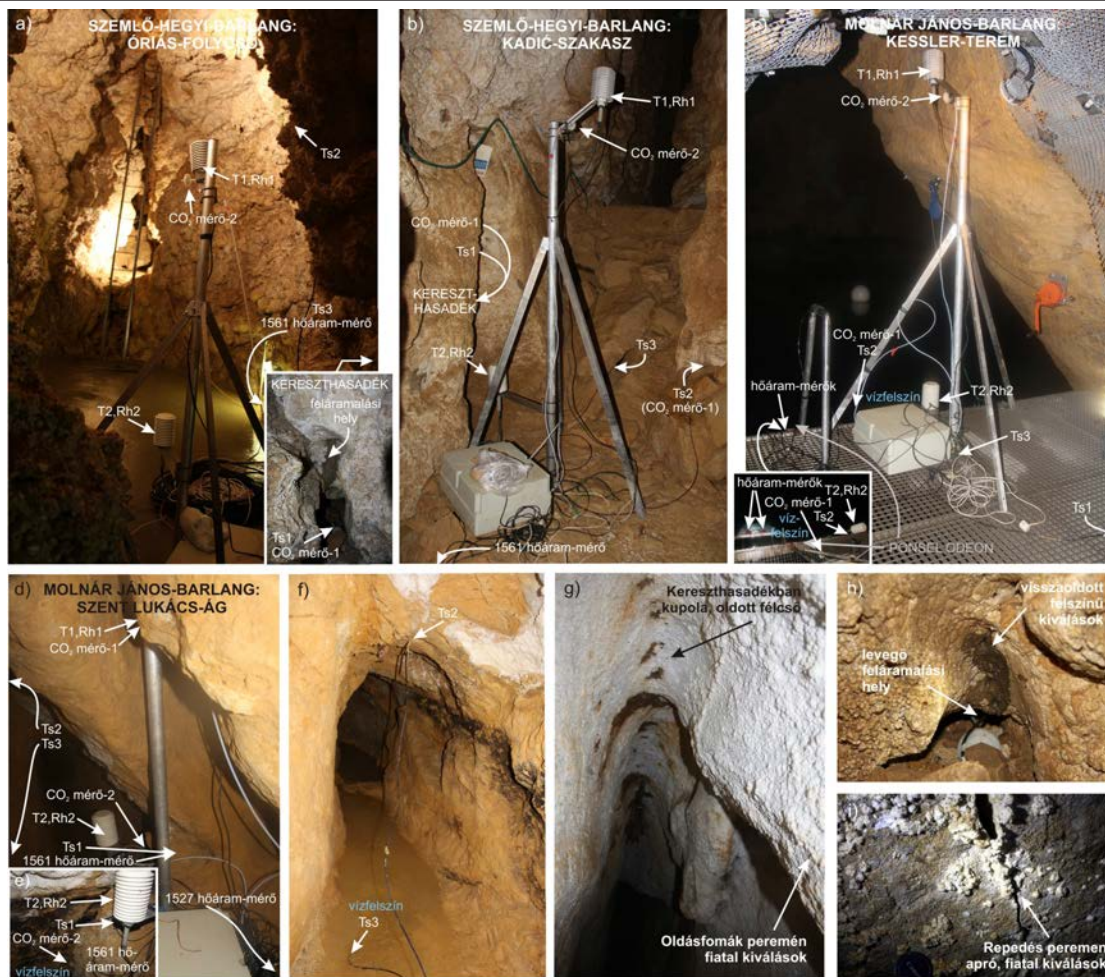
A Szemlő-hegyi-barlang fő járatirányaira (ÉK-DNy) merőleges keresztvasadékok (ÉNy-DK) barlangüregékké oldódása alárendelt. A korábban képződött termálvizes képződmények visszaoldódása, a kalcittelérek repedései mentén történt üregképződés, illetve a gömbfülke képződés a légtérben lejátszódó kondenzvíz 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 keresztvasadékokban 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 légterés 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.

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

A Szemlő-hegyi-barlang Óriás-folyosójában és a keresztvasadékokban 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). Sikertelt kimutatni a látogatók hatását is (növekvő koncentráció). Lent, a keresztvasadékokban 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 hasadékokban mért magasabb koncentrációk CO_2 feláramlást valószínűsítettek, 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-barlangban a mérések a vadózus és freatikus zóna határán, a barlangi tavak feletti légterés 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 légterés szakaszát az inaktív Szemlő-hegyi-barlang értékeivel. Ez azért fontos, mert a Szemlő-hegyi-barlang járataiban kimutatták a keresztvasadékokon 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 keresztvasadékokban, ahol feláramlás feltételezhető.

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



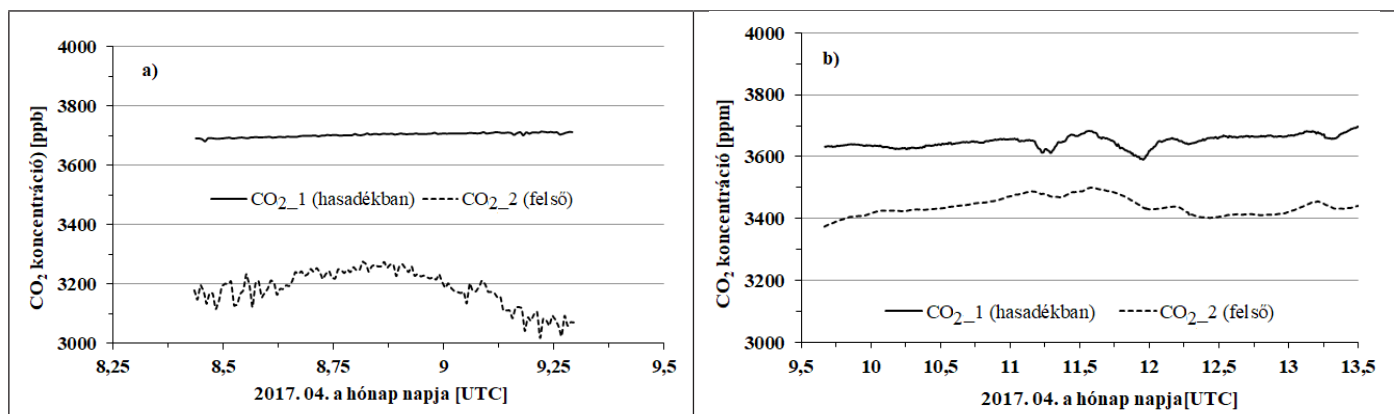
2. ábra. Mérési helyek a Szemlő-hegyi-barlangban és a Molnár János-barlangban (a-f); valamint a Szemlő-hegyi-barlang oldásformái és fiatal „evaporatív” karbonát-kiválásai (g-i) (A műszerek elnevezése: 1. táblázat)

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.)	
	1) Óriás-folyosó	2) Kadić-szakasz	3) Szent Lukács-ág	4) Kessler-terem
Mérések/ műszerek				
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, közéthőmérséklet	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)
CO₂_1 Li-Cor 840	kereszthasadékban lent	Kereszthasadékban lent, balra*	állványon fent	stégen, víz fölött
CO₂_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)

Eredmények

Elsőként a *Szemlő-hegyi-barlang* két mérőhelyén mért CO_2 koncentrációkat elemezzük. Mindkét esetben a hasadéokban 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 CO_2 koncentráció

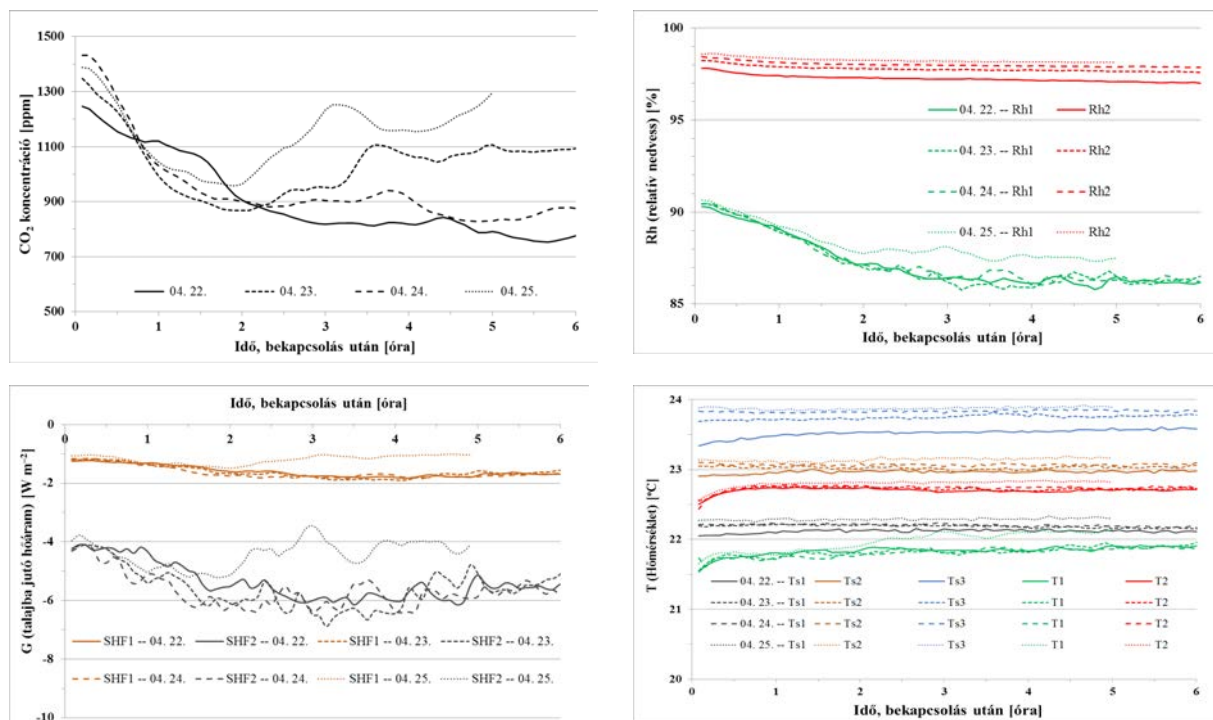
2. táblázat. A *Szemlő-hegyi-barlangban* végzett mikrometeorológiai mérések jellemzői (2017. április 8–18.)

Barlangrész	Óriás-folyosó (április 8 – 9.)				Kadić-szakasz (április 9 – 13.)			
	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 (aljazati üledék felé irányuló) és a Kadić-szakaszban mért pozitív, felfelé irányuló „talaj” hőáram. Az abszolút értékek természetesen kicsik ($< 0,07 \text{ W m}^{-2}$, 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. ábrásort! 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 egyen-

súly” (bolygatott állapotban) beállításához 1–3 óra kell. Nő a hőmérséklet, csökken a relatív nedvesség és a CO₂ 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 CO₂ 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)	
	kezdet (első 20 perc)	szórás	vége (utolsó 20 perc)	szórás	átlag	szórás
Mérési időszak					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

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 keresztmetszetekben magasabb hőmérséklet, nagyobb CO₂ koncentráció és alacsonyabb vízgőz tartalom mutatkozik (Li-Cor 840 adatai alapján, külön nem mutattuk be). Ez azt jelezheti, hogy CO₂ dús, meleg levegő áramlik a mélyebb, jelenleg még ismeretlen járatok felől, ami „kiszáritja” 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 CO₂ 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 bújáratizmus miatt részben antropogén zavarással terhelték. A Kessler-teremben a tóvíz és a fölötte húzódnó levegős szakasz hőmérséklet és CO₂ 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*, pp. 162–172. <http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF027/PDF/24-Weidinger-et-al.pdf>

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

¹ELTE Meteorológiai Tanszék

²Országos Meteorológiai Szolgálat

³NKE Katonai Repülő Intézet, Szolnok

⁴MTA-SZTE Fotoakusztikus Spektroszkópiai Kutatócsoport

⁵Baleári Egyetem, Légekőri Turbulencia Kutatócsoport, Palma de Mallorca, Spanyolország

⁶SZTE Éghajlattani és Tájökológiai Tanszék

⁷ELTE Szoftver Technológiai és Módszertani Tanszék

⁸BMGE Hidraulikai és Vízgazdálkodási Tanszék

⁹Alkalmazott Tudományi Egyetem, Ostwestfalen-Lippe, Németország
weidi@caesar.elte.hu

Bevezetés

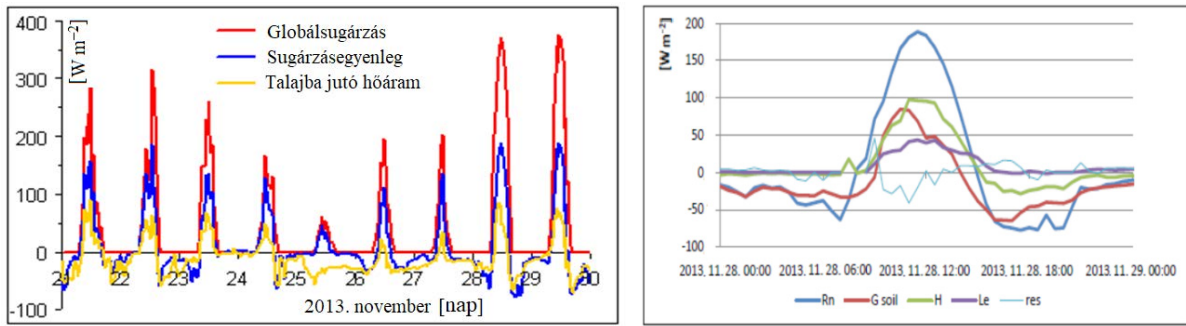
A PABLS (Pannonian Atmospheric Boundary Layer Experiment Szeged) Pannon légekőri határréteg mérési programot széleskörű magyar és nemzetközi együttműködéssel rendeztük 2013 telén (november 20-tól december 1-ig) és 2015 nyarán (június 16-tól szeptember 8-ig). A fő célok: i) a planetáris határréteg (PHR) 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.



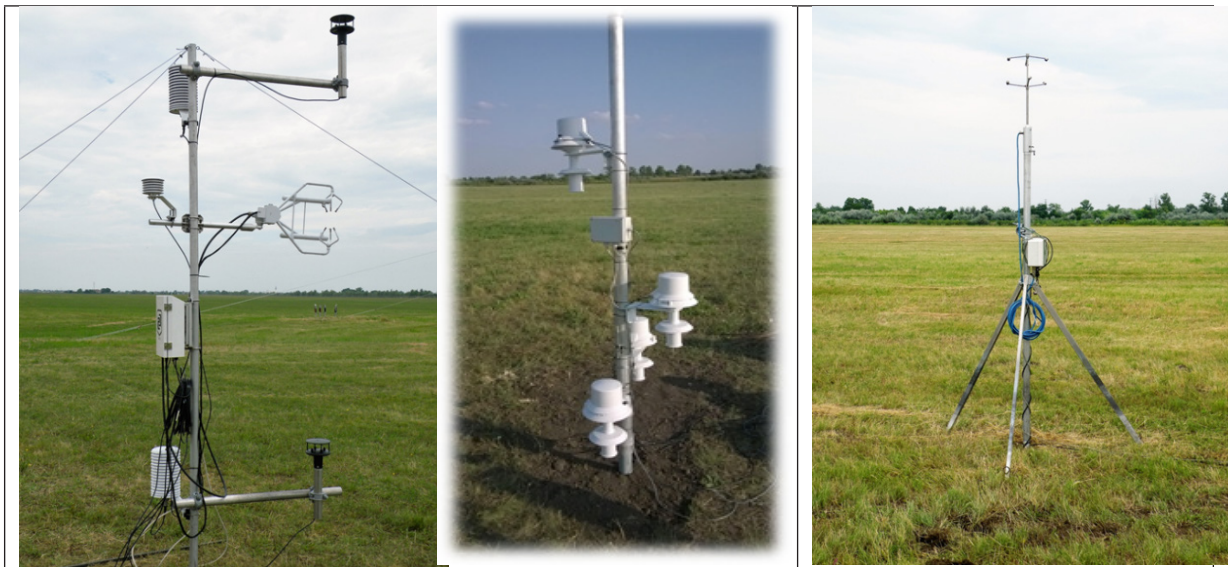
1. ábra. A Bonn Hungary pilótanélküli repülőgépe Vaisala rádiószondával és Vaisala HMP-45 szenzorral (bal oldal) és az Ostwestfalen-Lippéből (Németország) érkezett kvadrokopter a műszertartó konzollal (jobb oldal).



2. ábra. A sugárzási mérleg komponensek menete a 2013-as téli mérési expedíció (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 koncentrálnak. 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. Örvénykovariációs (Campbell CSAT3 – EC150) és gradiens mérések (balra), aspirált hőmérsékletmérők (Campbell 107 termisztorral) közepén és a METEK-USA1 szónikus anemométer (jobbra).

A turbulens áramszámító programok összehasonlítása

A 2015-ös nyári expedíció során két különböző örvénykovariancia szoftverrel

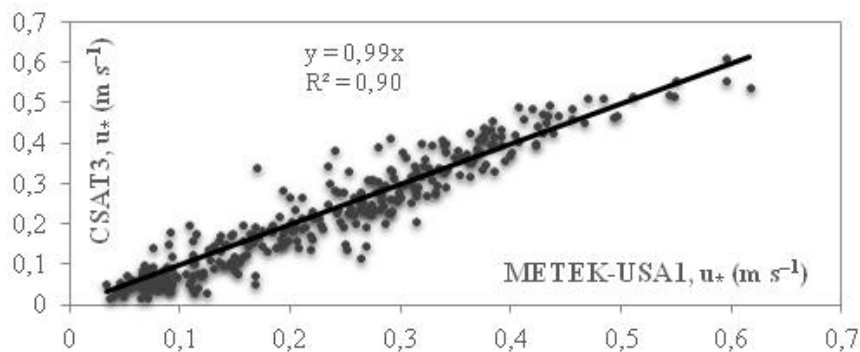
- LI-COR™ EddyPro R 6.0, röviden EP6 (LI-COR 2015) és
- Turbulenz Knecht-3.11, röviden TK3 (Mauder, Foken 2015)

dolgoztuk fel a METEK USA-1 szónikus anemométer illetve a Campbell CSAT3 szónikus anemométer és a LI-COR EC150 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 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 műszeregyüttesel mér-

tüink.) 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 kapcsolatot 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 számoltak. A következőkben ezeket az eredményeket részletezzük.

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 szónikus 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 elvégeztük (további 1% körüli változás).

A talajba jutó hőáramot

- a 2, 5, 10 és 20 cm mélyen mért talajhőmérséklet (107-es Campbell 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_{talaj}) 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 szá-

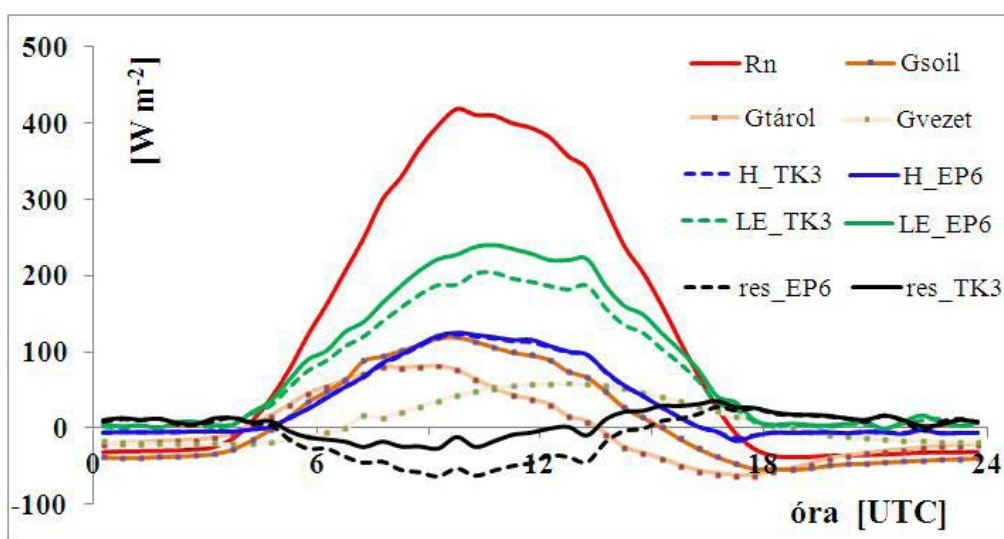
mított átlagos (2 lapka alapján) hőárammal dolgoztunk. A terepi és a gyári kalibrációval számított adatok között a teljes mérési időszakban az átlagos eltérés mindössze 0,1, illetve 0,3 W m^{-2} volt.

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

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, Wichura 1996; Mauder, 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-CORTM EddyPro^R 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 félórán vannak. A TK3 szoftverrel számított átlagérték 204,3 W m^{-2} ($\sigma = 78,5 \text{ W m}^{-2}$), míg a EP6 szoftverrel számított érték 240,5 W m^{-2} ($\sigma = 94,7 \text{ W m}^{-2}$). Mindehhez jelentős, a déli órákban 400 W m^{-2} -t meghaladó sugárzásegyenleg tartozik. R_n maximuma a 9:30 – 10:00 UTC közötti félóra esik, értéke 418,6 W m^{-2} ($\sigma = 125,0 \text{ W m}^{-2}$).

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 ($R_n - G_{soil}$) – igaz csak néhány százalékkal (pontosabban 8,6%-kal), de meghaladja a latens és a szenzibilis hőáram összegét. A TK3 szoft-

ver esetén a maradéktag (a lezárási hiba még éppen pozitív $res = 4,8 \text{ W m}^{-2}$. Megjegyezzük, hogy e rendkívül jónak mondható értékek kis mértékben még változhatnak ha a hiányzó félórát 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.

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 ($H + LE = 120 \text{ W m}^{-2}$) – nagyobb lett, mint a rendelkezésre álló energia ($Rn - G_{soil} = 120,7 - 10,2 = 110,5 \text{ W m}^{-2}$). A bemutatott eredmények lehetővé teszik az adatbázis alkalmazását numerikus modellek tesztelésében illetve régió-specifikus parametrizációs eljárások fejlesztésében.

Köszönetnyilvánítás

A mikrometeorológiai mérőrendszer fejlesztéséhez és az adatfeldolgozáshoz támogatást nyújtott az OTKA K116788 és NN109679, a Tét 16-1-2016-0034 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: Infrasonnd 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 measurements, *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 Határreteg Mérési Program során. MSc Diplomamunka (Témavezető: Weidinger T.), ELTE Meteorológiai Tanszék, 85 p.
- 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 határreteg-mérési adatsorban. *Repüléstudományi Közlemények* (megjelenés alatt).
- Weidinger, T., Cuxart, J., Gyöngyösi, A. Z., Horváth, Gy., Istenes, Z., Nagy, Z., Salavec, 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>

VÁROSKLÍMA ÉS VÖLGYKLÍMA HATÁSOK EGYÜTTES MEGFIGYELÉSE EGERBEN

Mutual urban and valley climate observations in Eger

Csabai Edina ^{1,2,5}, Mika János ¹, Rázi 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*

⁵*csabai.edina@uni-eszterhazy.hu*

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 egeri 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).

Eger városklímájához

Az egeri 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 egeri észlelések történetében, 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 folyamatoságában 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.

Az új állomások helyzete, koordinátái

Eger sem méreténél, sem beépítettsége jellegénél fogva nem aspirálhat jelentős hősziget-hatásra, de ha kialakulna is, ennek zavartalanását 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 ismeretlen 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 – város hatás a külterületen, C – város hatás a centrumban,) a város hatást, három

a hosszanti völgyhatást (V_u a völgy tetején, V_m a közepén illetve 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	Közüintézmény	$Y1 = M$
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-hátszámot nem közlünk, csak koordinátákat. Az állomások térképi helyét az ezt követő, 1 ábrán szemléltetjük.

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

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 óráérték felelt meg a 2016. június 1. és 2016. november 30. közötti fél évben.

Az óráértékek 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 órák között 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.

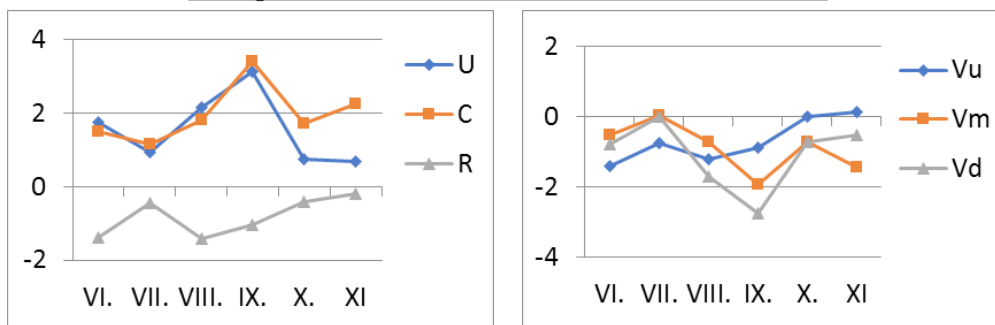
A városi és domborzati hatások hat havi értékeit napi átlagban, valamint éjszakai, nappali és köztes időszakokra bontva a 2. táblázat tartalmazza. A napi átlagok előjelei tükrözik az elvárás. A városhatások pozitívak, a keresztirányú dombtetők és a hosszanti völgyhatás mindenütt negatív. A városközpont (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

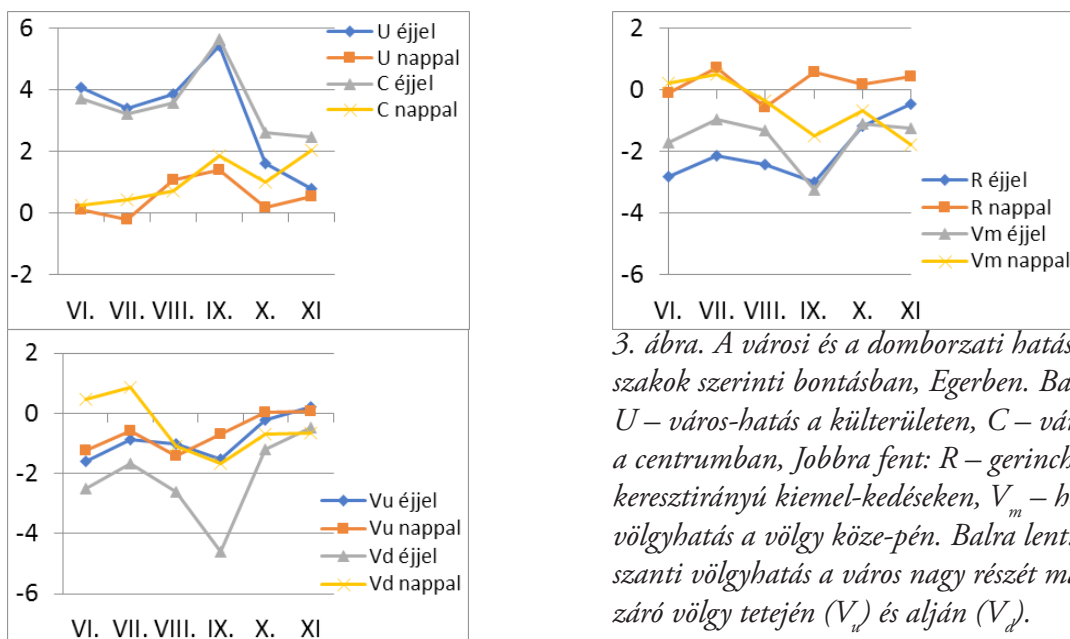
V_u	-0,72	-0,63	-0,84	-0,53
V_d	-1,38	-0,46	-2,18	-0,94



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

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, pp. 85–88.
- 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. pp. 1–4.
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Dezső, Zs. 2010: Application of remotely sensed thermal information to urban climatology of Central European cities. *Phys. Chem. Earth*, 35(1–2), pp. 95–99.
- Roncz B. 1985: Városklíma mérések Egerben. *Légkör*, 30. évf. 3. sz., pp. 31–33.
- 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, pp. 287–302.

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.

A Prinz-korszak

A pécsi egyetemi földrajzoktatás végül is Pozsonyban kezdődött, amikor 1918 márciusában létrehozták a Földrajzi Tanszékot, 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 Pécsen talált végleges otthonra.

Az indulás a Földrajzi Tanszéknek sem volt könnyű, személyi és felszerelési problémákkal egyaránt meg kellett küzdeni.

Jóllehet Prinz Gyula régi pécsi család sarja volt (Sragner 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 őslénytani 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 2001).

Az emberföldrajz magántanára 1923–1935 között HÉZSER AURÉL volt, majd 1938–1940 között WALLNER ERNŐ. A Pécsen élő földtudósok közül már említett Szabó Pál Zoltán 1932-ben, a meteorológus SIMOR FERENC pedig 1940-ben lett magántanár.

Az órák többségét azonban így is Prinz Gyula tartotta, ami bizonyára nem esett neheze, mert páratlanul széles spektrumban művelte a földtudományokat (Dövényi 2012), joggal nevezhető az utolsó magyar geopolihisztornak (Szederkényi 1984).

A Földrajzi Intézet tagjainak száma az 1930-as évek végén kb. 50 körül volt (Szabó 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.

A hazai geográfiában is egyre nagyobb szerepet játszó Prinz-intézet azonban nem tudta igazi hazai pályáját befejezni, 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). Pécsen 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...

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.

Az új főiskola első igazgatója Szabó Pál Zoltán lett, aki egyúttal a földrajzi 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. 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 „lázás reformok” kora a hazai felsőoktatásban is, ami természetesen nem kerülte el Pécsen 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.

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).

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 tanszékot (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).

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 időszakokkal, 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 (1940–1945) 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.
- 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 egyetemnek sokat emlegetett hármaskörű 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 Magyarországon 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 ítélni lehet, **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 kutatót, gleccserformációkat tanulmányozott, fontos geotektonikai megállapításokra figyelt fel. Vizsgálódásainak színhelye elsősorban a Tian Shan volt. Miután fényképezőgépe nem volt (!), kitűnő 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 ismételt 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 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 elhunyt kutatói közül mindenképpen említést érdemel *Tóth József* rector emeritus személye is.

A szűkebb köröknek szánt, elsősorban szakmai jellegű tapasztalatok továbbadása mellett fontos szerepet töltek 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 Intézeté 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 Intézeté 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 tanulói 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 A. (szerk.) 1937: Felfedezők lexikona. Franklin Társulat, Budapest
- Zaide, L.: Meili Xiongyali Nanjing Normal University Press, Nanjing, 2006
- Zaide, L.: Qingxiduonao meili Xiongyali Wanshida Media Publishing, Beijing, 2011
- Balázs D. (szerk.) 1993: Magyar utazók lexikon. Panoráma, Budapest,
- Hermann P. (szerk.) 2009: MTI Ki kicsoda 2009. MTI, Budapest
- Romváry F. (szerk.) 2010: Pécs lexikon I-II. PLKN N. Kft. , Pécs
- Tóth J., Trócsányi A. 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 nowadays, geography - as one of the most important general knowledge topics – loses its importance in the primary and secondary level education. More than half of the basic knowledge of the topics like climatology, geology, geophysics, atmospheric 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 economy.

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 fölvetett 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. földrajz szakra 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 túlszűfolt, a földrajz tantárgy heti óraszámja 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 felső tagozata és gimnáziumok számára csak olyan írasson, 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 javították a könyvet! (Hevesi A. 2001, 2017).

Mert a földrajz, mint közismereti tantárgy rangjából az utóbbi 10-15 évben folyamatosan veszít. Miért is?

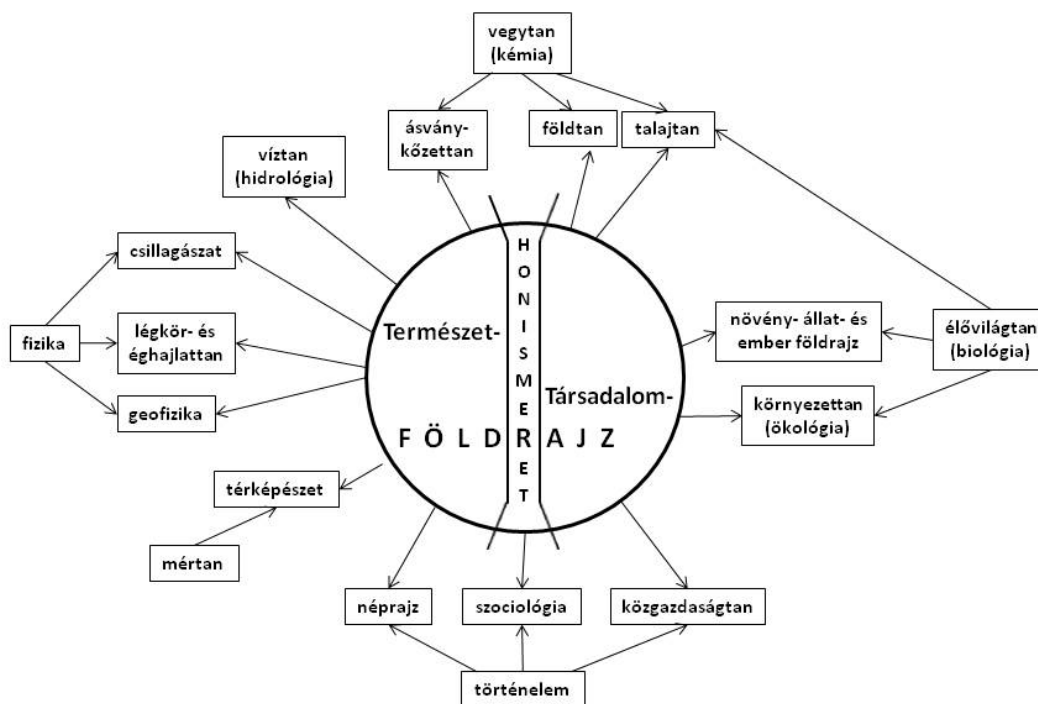
Mert, akik földrajz vagy más földtudományi szakra jelentkeznek, azok számára az egyetemi-főiskolai fölvételihez nem szükséges még a középszintű földrajz érettségi sem!

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 óraszám a 9. évfolyamon 2, a 10. évfolyamon 1 volt, 2016. szeptember 1-jétől 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” 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 Pécsen, a HUNGEO rendezvényén nemcsak hazai, hanem a szomszédos és távolabbi országok tekintélyes földtudományi képviselői és „közkatonaí” 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 felsorolok:

a) Jelenleg, ahhoz, hogy Magyarországon bárki bármelyik főiskola vagy egyetem földrajz szakára jelentkezzen és oda főlvegyék, nem föltétel az, hogy földrajzból érettségi vizsgát tegyen! Gyöngye közepes átlagú „pontszámmal” és „természetesen” fölvételi vizsga nélkül oda be lehet jutni! Kivételt képeznek a tanárszakok, mert azokra a felvételt-seget „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 egylőre sehol sem olvashatjuk.

b) A földrajz jelenlegi helyzetén az is segítene, ha a földrajzzal rokon ég- és földtudományokat, továbbá a közgazdaságtant oktató felsőoktatási intézményekbe 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 fent 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, pp. 212–219.
- Hevesi A. 2016: Körlevél a Földrajzért. Geográfus Hírlevél 44. (geography.hu/hirlevel), Szeged, pp. 5–6.
- 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, pp. 7–15.

A FÖLDRAJZTUDOMÁNY AXIÓMARENDSZERE

Axiomatic System of Geography

Vadas Gyula

nyugdíjas földrajztanár
lenobiz@freemail.hu

Abstract

It is important, sciences have an axiom system. This is particularly true of geography because it has many auxiliary sciences, and their researchers deny the independence of geography. It can be proven they are mistaken if we construct the geography's general axiom system and the own axiom system of geographical sciences. This requires serious researches in theory of geography and the logic. The author here briefly presents the structure of the geographic axiom system.

A földrajztudomány mibenléte, keletkezése, fejlődése, axióma- és ismeretrendszere, vizsgálati tárgyai, módszerei és eredményei hasznosságának a kimutatása *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 és megszilárdítható. 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*.

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. 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

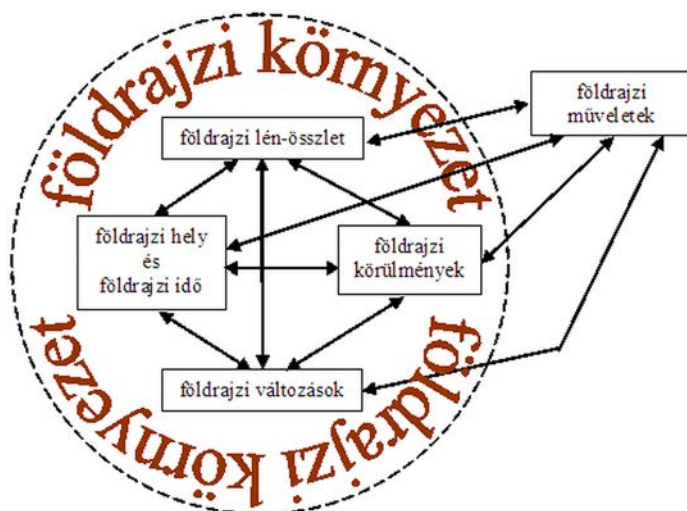
1. földrajzi lén, 2. földrajzi környezet, 3. földrajzi változás, 4. földrajzi hely, 5. földrajzi idő, 6. földrajzi körülmény, 7. földrajzi művelet.

3. a földrajzi alapfogalmak értelmezése

- 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 léekkel végzett szabatos tevékenység.

4. az alapfogalmak alkotta földrajzi egységrendszer

A földrajzi egységrendszer (a geographoton) a valóságos földrajzi környezetek leegyszerűsített szerkezete (képlete, modellje), ami a természetes valóságban nyilvánvalóan nem létezik, ám tartalmazza a kényyszerű, elengedhetetlen, nélkülözhetetlen földrajzi szerveződések.



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 végsőkéig 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, időknél 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 földrajzi 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 létrehozhatnak.
- 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 fordulhatnak 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.

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. Pécs, Sétatér Kiadó.

**A TÁJSZEMLELET NÉHÁNY FELEKEZETI ASPEKTUSA
A KÖZÉPKORI ÉS KORA ÚJKORI MAGYARORSZÁGON**
Some 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 háromosztatuság. A tanulmány ezeket a meghatározókat kívánja felvillantani.

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.

Ez alól talán csak Anonymus képezhet kivételt. Anonymus történeti munkájában, a 13. század elején – valószínűleg 1210 körül (Kristó 2002) – született *Gesta Ungarorum*-ban egy sajátos problémára reagált. Az arisztokrata nemzetségek, 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 saját kora Magyarországnak. Így válhatott munkája – mintegy mellékesen – az első „országleírás” is. (Gunst 1995.) Talán sajátos célkitűzéséből fakadóan követőre tulajdonképpen nem is talált (Klaniczay 1964).

Anonymus történeti munkájában 166 földrajzi név fordul elő, melyből 100 természetföldrajzi jellegű (*1. táblázat*). (Fodor 2006) Anonymus „jó földrajzi tájékozottságát nem a jelentős, hanem éppen a jelentéktelen helyek ismerete árulja el” (Györffy 1988). Megjegyzendő, hogy nem csodálatos dolgokat, rendkívüli természeti jelenségeket említ, hanem jellegzetességeket, szinte természetföldrajzi törvényszerűségeket is.

Földrajzi nevek jellege	Földrajzi nevek száma	
	Anonymusnál	Oláh Miklósnál
hegy	9	9
halom	9	--
folyó	49	37
tó, mocsár	9	2
sziget	--	1
tenger	--	4
erdőség (hegység)	10	--
homokpuszta	1	--
táj, vidék	13	7
fürdő	--	8

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, anyag kiválasztását pedig a történeti szempont, a néprajzi furcsaságok és a tekintélytiszteltet; 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 írta meg művét (5, 1536.), visszaemlékezve hazájára. A humanista történetíró kötelessége, hogy az elbeszélte események földrajzi hátterét megrajzolja, nála az ellenkezőjére fordult: a történeti elbeszélés ürügyén munkája Magyarország leírását tartalmazta. A 19 fejezetből 15 szól erről (Varjas 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 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 2000). A mintegy 516 földrajzi neve közül 68 természetföldrajzi jellegű, melyben továbbra is a vizek dominálnak (1. táblázat).

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 2000).

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, amilyenek a romba dőlt, kifosztott és szétszabdalt ország közelmúltját a kortársak elképzelték (Kulcsár 2000). Arra kívánta ugyanis felhívni a „nemzetközi közösség” figyelmét, hogy ilyen gazdag országot Európa nem hagyhat a török kezén (Gunst 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 1917).³

A három részre szakadt ország keresztény és pogány leírásai

A török megjelenésével a humanista történetírás számára a nemzet történelme mellett a hazai föld leírása is az érdeklődés része lesz. Külön kiemelendő a katonai térszemlélet megjelenése (Dövényi 2016). Némiképp ide sorolhatók az utazási irodalom alakjai és művei is. A király – Ferdinánd illetve Miksa – szolgálatában járt katonaként

3 A kérdésről részletesebben lásd: Pete 2005

Magyarországon Wolfgang Lazius, követként pedig Georg von Reicherstorffer 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 2016. Fodor 2006).

A protestáns szemlélet ennél jóval letisztultabb, szakszerűbb, de ez sem nélkülözi az ideológia, polemikus jellegét. Elméleti kiindulópontját a Melanchtonhoz (is) köthető hasznossági elv képezte. A leírások megtelnek összefüggéstelen kuriozitásokkal (Teleki 1917). Honterus *Chorographia Transylvaniae* című 1532-es műve ugyan időben megelőzi Oláh nagy munkáját, kiterjedésében viszont csak Erdélyre korlátozódik. A protestáns humanista, erasmista Wernher György (Erdősi 1963.) pedig specifikus – balneológiai – érdeklődése miatt esik ki a földrajzi gondolkodás fő vonalából (Fodor 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 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 2006).

Másfajta összegzését jelenti a protestáns földrajzi gondolkodásnak Apácai enciklopédiája: tájékoztató és tankönyvi igényű, magyarul foglalta össze a korabeli földrajzi ismereteket (Dövényi 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 viszonyoknak. Ez Magyarország mentális 5mehódítását 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 Iszkenderé – ugyanis a hódoltság területén is járt, mestere – a török hagyomány szerint –, Platón pedig Pécsert hunyt el. (Sudár 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 1999).

Lényeges megemlíteni, hogy az oszmán gondolkodás számolt az egységes Magyarország eszméjével: Buda elfoglalásával az egész Magyar Királyságra igényt tartottak (Sudár 2012).

Összegzés

Összegezve megállapítható, hogy a 18. századot megelőző magyar vonatkozású földrajzi jellegű irodalom áttekintése során kirajzolódik néhány, felekezeti meghatározottságúnak tekinthető tendenciái 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. A kép igen egységes, az ismeretanyag jól körülhatárolt, megemészthető, praktikus (Csukovits 2005), melynek háttérben jórészt külső tényezők, hatások álltak. „Egyre pontosabb, részletgazdagabb, a különböző „régiók szellemi birtokbavételét” is lehetővé tévő térképek kerülnek kinyomtatásra. Magyarország szinte állandó hadszíntérré válása ezt a folyamatot sajátos módon felerősítette.” (Papp 2012) Ugyanakkor kétségtelenül szerepet játszott az a – felekezeti különbségektől független, de – vallási szemlélettől egységesen áthatott nézőpont is, melyből Magyarországot vizsgálták.

IRODALOM

- Csukovits E. 2005: Késő középkori leírások Erdély-képe. Erdélyi Múzeum, 67:(3–4) pp. 86–104. http://erdelyimuzeumfolyoirat.adatbank.transindex.ro/pdf/EM-2005-3-4_006.pdf
- 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. pp. 103–146.
- Evlia 1904: Evlia Cselebi török világotutató magyarországi utazásai. A Magyar Tudományos Akadémia Történelmi Bizottságának megbízásából ford. és jegyz. kisérte Karácson Imre. Bp. (Török-magyarkori történelmi emlékek. Második osztály: Írók. Török történetírók; 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. pp. 16–32. <http://epa.oszk.hu/00000/00021/00012/0004-83.html> (Utolsó hozzáférés: 2017. 07. 17.)
- Klaniczay T. 1964: A gesta- és krónikairódalom virágzása. In: U.ő. (szerk.): A magyar irodalom története. Főszerk.: Sötér I. I. A magyar irodalom története 1600-ig. Akadémiai K., Bp. 4. kiadás. pp. 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.) pp. 131–143.
- Papp J. 2012: „...vitézül védjétek a nemzetet...”. Wolfgang Lazius nagy Magyarország-térképéről. ARS HUNGARICA 30:(1) pp. 25–48. (2002) http://www.pappjulia.eoldal.hu/cikkek/tanulmanyok/---...vitezul-vedjetekek-a-nemzetet...---.-wolfgang-lazius-nagy-magyarorszag-terkeperol.html#_ftnref73
- 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. pp. 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. pp. 40–49.
- Teleki P. 1917: A földrajzi gondolat története. Kossuth K., Bp. 1996. (Első kiadás: 1917.)
- Varjas B. 1964: A humanista emlékirat. In: Klaniczay T. 1964 (szerk.): A magyar irodalom története. Főszerk.: Sötér I. I. A magyar irodalom története 1600-ig. Akadémiai K., Bp. 4. kiadás pp. 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 rendezőse úgy találta helyénvalónak, hogy erről az évfordulóról az ideai konferenciánkon mi is emlékezzünk meg. Előjáróban 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.

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, Bazelben 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 Teremtőnkhez 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 Teremtőnkéről” szóló I. rész tárgyalja, ahol a természetet mint Isten teremtményét tekinti.

A teremtett világ Isten dicsőségének színtere, theatrum gloriae Dei

Kiindulásul megállapítja, hogy Isten

„minden egyes alkotásába belevéste dicsősége el nem téveszthető 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 vizsgálatot kívánnak, mint például a csillagászat, az orvostudomány és a természettudományok mind, hanem olyanokra is, amelyeken a kevésbé tanultak és képzetek 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 megéri a jövőt – világosan mutatja, hogy rejtezik 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.

„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, csak hogy 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. zsolnárból 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.).

A természet kijelentése és az írott kijelentés (lex naturalis és lex scripta)

A 19. zsolnárt szerint az szükséges, hogy „*az Úr parancsolatai világossítsák 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 Istennek, 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 elegendők, írott isteni törvényre van szükségünk.

„*Lelkiismeretünk... tanítva és figyelmeztetve 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.)

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. Öbenne 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 tiszteljük, dicsőítsünk és magasztaljunk.*”

Kálvin tanításának összefoglalása, magyar követők

Kálvin szerint a természet Istentől 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 2014, 2015).

1. Nagy Sámuel (1773? – 1810)

1794-ben lefordította egy német szerző, Heinrich Sander fiziko-teológiai művét, amelynek magyar címe: *Az Istennek jósága és böltsége 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, számolyszéke az örökkön örökké élőknek. Igen*

nagy különbség legyen valamilyen 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 boldog időre, mikor beljebb bocsáttatunk az ő Országába”.

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 viszonytal 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 imádjá. 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 helyélve bávaszkodják, hanem hogy e' világot meg-esmérje, annak Urát abban imádjá, a' világ javaiban gyönyörködják, hasznát végje, és a szükségeseket az életre fordítsa.”

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:

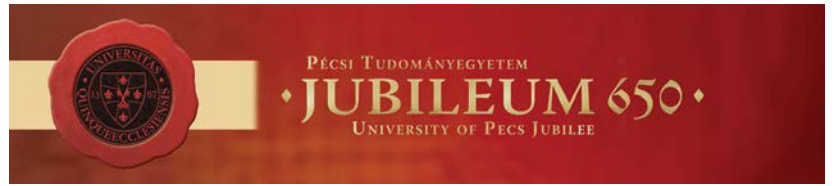
„szükséges ... a' Természeti dolgoknak Históriája, mellyekből hogy az idvesség dolgát tanítsák, tsak hasonlatosságokban-is, azt nem jövallhatom; de hogy az erkölcsi tselekedetekről való Tanításokban sokszor hathatóson élhetnek azokkal a' Népek serkentésére, azt látom a' Prófétáknak, és még a' Kristusnak 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.) pp. 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, pp. 16–28.
- Viczián I. 2015: A természet teológiája Heinrich Sander és Nagy Sámuel könyvében (1794). Sola Scriptura 2015, 3, pp. 20–31.

NÉVMUTATÓ

Á			
Ács Péter	50		
B			
Baksa Csaba	5		
Balogh János.....	82, 92, 97		
Bán Attila.....	104		
Bárdi László.....	146		
Bartholy Judit.....	112, 119, 122, 125		
Bíróné Kircsi Andrea	135		
Bordás Árpád	135		
Bottyán Zsolt	135		
Bozóki Zoltán	135		
Buda György	27		
C			
Cuxart Rodamilans Joan.....	135		
Czigány Szabolcs	53		
Cs			
Csabai Edina	140		
Csima Péter	75		
D			
Dávid Árpád.....	47		
Dezső József	85		
Dezső Zsuzsanna.....	122, 125		
Dian Csenge.....	122		
Dömsödi János.....	40		
Dövényi Zoltán	143		
Dunkl István	27		
F			
Fedor Ferenc	50		
Fedor-Szász Anita.....	50		
Fodor Rozália	47		
Friedrich Koller	27		
G			
Gaburi Imre	18		
Gál Nóra	11		
Gombás László	62		
Gulyás Ágnes.....	11		
Gy			
Gyenzise Péter	85		
Gyöngyösi András Zénó	135		
H			
Hágen András	43		
Halmai Ákos	53		
Hámor Tamás.....	58		
Hervai András	53		
Hevesi Attila.....	148		
Horváth Gyula.....	135		
I			
Incze Dóra.....	125		
Istenes Zoltán.....	135		
J			
Józsa János.....	135		
K			
Kalmár Tímea	115		
Kertész Botond.....	75		
Kis Anna	119		
Kis Annamária	27		
Kis Éva.....	82, 88, 92, 97		
Kiss Éva.....	108		
Komlóssy György	6		
Konrád Gyula.....	14		
Koroncz Péter.....	50		
Kristály Ferenc	18		
Kristóf Erzsébet.....	112		
Krivánné Horváth Ágnes.....	56		
Krupa Ágnes.....	31		
Kun Éva	11		
L			
Leél-Össy Szabolcs	79, 129		
Lóczy Dénes.....	85, 92		
Lukács Dávid	129		
M			
Mádai Ferenc	58		
Maros Gyula	11		
Mika János	108, 140		
Mindszenty Andrea	129		
Módosné Bugyi Ildikó.....	75		
N			
Nádor Annamária.....	11		
Nagy Gábor.....	53		
Nagy Zoltán	135		
Németh Gábor	68		
Nina Rman	11		
P			
Papp Éva	47, 50		
Paprika Dóra.....	18, 23		
Pete József	153		
Pieczka Ildikó.....	115		
Pirkhoffer Ervin	53		
Pongrácz Rita	112, 115, 119, 122, 125		
R			
Rázi András.....	140		
Rotárné Szalkai Ágnes	11		
S			
Sáfár Tamás	65		
Salavec Péter.....	135		
Scharek Péter.....	56		
Schweitzer Ferenc.....	88, 92		
Sebő Attila.....	23		
Simó Diego Gemma.....	135		
Sütő Róbert.....	23		
Sz			
Szabó János Adolf.....	119		
Szabó Zoltán Attila.....	135		
Szebényi Géza	18, 23		
Szeberényi József	82, 92, 97		
Szegedi Sándor	140		
Szőcs Teodóra.....	11		
T			
Tordai Ágoston Vilmos.....	129, 135		
Torma Péter.....	135		
Tóth György.....	11		
U			
Uzzoli Annamária.....	101		
V			
Vácz Tamás.....	27		
Vadas Gyula	150		
Várhegyi András	71		
ifj. Viczián István.....	97		
Viczián István.....	82, 92, 156		
Virág Magdolna	129		
W			
Weidinger Tamás.....	129, 135		
Weiszbürg Tamás.....	27		
Wrenger Burkhard.....	135		
Z			
Zelei Gábor	8		
Zelenka Tibor.....	35		
Zilahi-Sebess László.....	11		



Főtámogató:



Támogatók:



Nemzeti
Együttműködési
Alap

