MAGYAR GEOFIZIKA
56. évf. (2015) 2. szám, 119–123

Agocs-díj 2015

A díjat alapító Dr. William B. Agocs professzor szándéka szerint az Eötvös Loránd Tudományegyetem geofizika szakán megvédett, kiemelkedő színvonalú MSc-, illetve PhD-dolgozatot lehet jutalmazni. Az Agocs-díj kuratóriuma három MSc dolgozatot talált jutalmazásra érdemesnek 2015-ben. A díjazott dolgozatok:

Koma Zsófia Viktória: „A Balaton klorofill-a eloszlásának folyamatos monitorozása MODIS adatok alapján” című MSc-dolgozata
Témavezetők: *Dr. Zlinszky András* tud. munkatárs, *Dr. Kern Anikó* tud. munkatárs, *Stephanie Palmer* PhD

Németh Viktor: „Comparison of PreStack Time and Depth Migration” című MSc-dolgozata
Témavezetők: *Kádi Zoltán* tud. munkatárs, *Dr. Horváth Ferenc* professzor emeritus

Szőts Gergely Kartal: „Akusztikus modellek kőzetfizikai vizsgálata” című MSc-dolgozata
Témavezetők: *Dr. Balázs László* egyet. adjunktus

A díjakat *Dr. Mezey Barna* professzor, az ELTE rektor adta át ünnepélyes körülmények között a rektori tanácsteremben, 2015. szeptember 14-én. A díjátadáson jelen voltak: *Dr. Scheuer Gyula,* az ELTE kancellárja, *Dr. Szalay Péter* egyetemi tanár rektorhelyettes, *Dr. Surján Péter* professzor a természettudományi kar dékánja, és a kuratórium tagjai. A díj ünnepélyes átadását rövid fogadás követte.

Kis Károly

Koma Zsófia Viktória átveszi az Agocs-díjat Dr. Mezey Barna professzortól az ELTE rektorától

Németh Viktor átveszi az Agocs-díjat Dr. Mezey Barna professzortól az ELTE rektorától

Szőts Gergely Kartal átveszi az Agocs-díjat Dr. Mezey Barna professzortól az ELTE rektorától

ISSN 0025-0120 © 2015 Magyar Geofizikusok Egyesülete

Hova tegyük a hulladékot?

Sajtóbeszélgetés Bodán radioaktív hulladékról, agyagkőről, pénzről

A radioaktív hulladékok magyarországi tárolásáért felelős cég, a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.) ügyvezető igazgatója, dr. Kereki Ferenc vezetésével sajtóbeszélgetésre került sor Bodán, a faluházban, aki Kovács Győző polgármesterrel és Honti Gabriellával, az RHK Kft. kommunikációs vezetőjével együtt köszöntötte a résztvevőket.

Kovács Győző (25 éve a település polgármestere), aki egyúttal a Nyugat-mecseki Társadalmi Információs és Területfejlesztési Önkormányzati Társulás elnöke is, elmondta: a térségben folyó munkákkal kapcsolatban nem örömről, hanem felelősségteljes gondolkodásról van szó. A környező kilenc település nem csak a támogatások miatt vesz részt a programban. A kétévente tartott közvélemény-kutatásokból kitűnik, hogy az érintett környék lakossága stabilan, 70% körüli arányban támogatná a beruházást.

Hogy a Nyugat-Mecsekben folyó kutatásokat elhelyezhessük a hazai radioaktívhulladék-gazdálkodás folyamatában, először tekintsük át röviden a radioaktív hulladékok tárolásának történetét.

A radioaktív hulladékok az izotóptechnika hazai alkalmazásával egyidejűleg jelentek meg. Ezeket kezdetben az alkalmazásban élen járó Központi Fizikai Kutató Intézet (KFKI) területén tárolták. 1960-ra készült el a solymári kísérleti izotóptemető. A létesítményt az Országos Atomenergia Bizottságtól (OAB) a Budapest Fővárosi Közegészségügyi-Járványügyi Állomás (KÖJÁL) vette át és üzemeltette 1976-ig. A főváros közelsége és terjeszkedése, illetve a talaj vízzáró tulajdonságának elégtelensége miatt az OAB beruházásában Püspökszilágy és Kisnémedi határában épült az új létesítmény, a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT). Ezt követően a solymári tárolót felszámolták.

A Paksi Atomerőmű első reaktorának üzembe lépése (1982) megsokszorozta az éves szinten keletkező kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék mennyiségét. A Paksi Atomerőmű műszaki tervében leírt koncepció szerint az erőmű üzemidejére a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék ideiglenes tárolását az erőmű segédépületében irányozták elő. Természetes elképzelésként adódott, hogy a Paksi Atomerőmű üzemeltetése és lebontása következtében keletkező hulladékot az RHFT-ben lenne célszerű véglegesen elhelyezni, hiszen itt működött az ország egyetlen, kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék elhelyezésére kijelölt létesítménye. Ennek keretében 1983 és 1996 között ide szállították az atomerőművi eredetű kis aktivitású szilárd hulladékot. Jelentős további bővítésre lett volna azonban szükség, de ez a telephely adottságai miatt nem volt lehetséges.

Ezért indult útjára 1993-tól a Tárcaközi Célprojekt (később Nemzeti Projekt), melynek egyik célkitűzése az atomerőművi eredetű kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésének megoldása lett. Ennek keretében megkezdődött a telephely-kiválasztás előkészítése. Szakirodalmi adatok alapján az ország teljes területét áttekintették, majd az ígéretes térségekben – ahol azt a lakosság is támogatta – előzetes helyszíni kutatásokat végeztek a felszíni és felszín alatti elhelyezésre alkalmas földtani objektumok azonosítása érdekében. 1996-ban a földtani, műszaki biztonsági és gazdasági vizsgálatok záródokumentuma Bátaapáti külterületén, Üveghuta térségében javasolt további vizsgálatokat a felszín alatti, gránitban történő elhelyezésre. A részletesebb kutatások 1997-ben kezdődtek meg. Szakmai és politikai viták után az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) kezdeményezésére a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) szakértői is felülvizsgálták a program keretében elvégzett tevékenységeket, és az addigi eredményekkel egyetértve a kutatások folytatását javasolták. A Magyar Geológiai Szolgálat szintén szakvéleményezte az elvégzett kutatásokat, és azokkal egyetértett. A kutatási eredményekre támaszkodó biztonsági elemzések igazolták, hogy a területen a tároló biztonságosan üzemeltethető.

A kutatásokat lezáró jelentés alapján 2004-ben elkészült a föld alatti kutatások 2007-ig érvényes terve, amelyet a Magyar Geológiai Szolgálat Dél-Dunántúli Területi Hivatala véleményezett, majd jóváhagyott. A föld alatti kutatási munkák 2005 februárjában a lejtaknák mélyítésével megkezdődtek. Ugyanebben az évben Bátaapátiban véleménynyilvánító népszavazást tartottak. 75%-os részvétellel a szavazók 90,7%-a egyetértett azzal, hogy Bátaapátiban kis és közepes aktivitású hulladéktároló épüljön, novemberben pedig az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulást adott a földtanilag már korábban alkalmasnak minősített területen kis és közepes aktivitású hulladéktároló létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez. 2008-ra elkészültek a Nemzeti Radioaktívhulladék-tároló (NRHT) felszíni létesítményei. 2012-re kihajtották az első két felszín alatti tárolókamrát. Az első kamra ünnepélyes átadására és az első vasbeton konténer végleges elhelyezésére 2012. december 5-én került sor. Ezzel megkezdődött az atomerőművi eredetű kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezése.

A paksi atomerőmű Műszaki Tervének elfogadásakor érvényes előirányzat az volt, hogy az erőmű pihentető medencéiben tárolt kiégett üzemanyag-kazettákat 3 éves pihentetés után a Szovjetunió térítésmentesen visszafogadja. Az erőmű első blokkjának üzembe helyezését követően a visszaszállítási feltételeket a Szovjetunió egyoldalúan módosította. A pihentetési időt öt évre emelték, és a visszaszállítás fogadásáért egyre növekvő árat kértek. Az egyre szaporodó problémák hatására a paksi atomerőmű szakemberei vizs-

gálni kezdték a kiégett kazetták tárolásával, feldolgozásával és elhelyezésével kapcsolatos alternatív lehetőségeket, majd egy moduláris, kamrás kialakítású száraz tároló létesítmény mellett döntöttek. 1992 szeptemberében a paksi atomerőmű szerződést kötött az angol GEC Alsthommal a létesítmény megépítésére. Ennek a konstrukciónak az egyik előnye, hogy a kiégett kazetták hűtését természetes kéményhatás biztosítja, valamint a tároló moduláris kialakítása következtében az igények szerint bővíthető. A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT) első három kamrából álló modulja és a kiszolgáló épület 1997-re épült meg. A tároló földfelszíni épület, amelyben a fűtőanyag-kazettákat egyenként, függőleges helyzetű, vastag falú, hermetikusan zárt acél tárolócsövekben helyezik el. A tárolócsövek betonfalakkal körülvett kamrákban sorakoznak, függőleges helyzetben. A tárolócsövek körüli, majdnem 2 m vastag vasbeton kamra megfelelő árnyékolást biztosít a radioaktív sugárzás ellen. A tárolás száraz körülmények között történik, a termelődő maradék hőt pedig a levegő természetes huzathatásán alapuló hűtési rendszer szállítja el. A szűrt hűtőlevegő a tárolócsövek között áramlik, ezért a kazettákkal közvetlenül nem érintkezhet. A tárolócsövekben semleges gázkörnyezetet (nitrogént) biztosítanak, amelynek a nyomását folyamatosan ellenőrzik.

A Paksi Atomerőmű fűtőanyaga urán-dioxid, amelyből egy reaktorban 42 tonnányi mennyiséget helyeznek el. Az elhasználódás után a nukleáris fűtőanyag-kötegeket áthelyezik a reaktor melletti pihentető medencébe, ahol víz alatt tárolják azokat minimum 3 évig. Évente blokkonként körülbelül 100 db kiégett fűtőelem-kazetta keletkezik. A pihentetési időszak leteltével a kazettákat vízzel töltött szállítókonténerbe helyezik. A konténer külső felületének dekontaminálását követően, azt vasúti kocsin szállítják át a KKÁT-ba.

Látható, hogy a radioaktív hulladékok tárolása Magyarországon rendben és biztonságosan, a NAÜ megelégedésére történik. De hátravan még a nagy aktivitású hulladékok elhelyezésének végleges megoldása. Erről hallhattunk két érdekes előadást.

Az első előadó Nős Bálint, az RHK Kft. stratégiai és műszaki igazgatója volt, előadásának címe: Radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag kezelés keretei.

A témával kapcsolatos valamennyi feladatot az 1996-os Atomtörvény szabályozza. Ezek: a radioaktív hulladékok végleges elhelyezése; a kiégett üzemanyag átmeneti tárolása; a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárása; a nukleáris létesítmények leszerelése; javaslat készítése a fenti tevékenységekre vonatkozó nemzeti politikára és nemzeti programra. Mindeme feladatok végrehajtója az RHK Kft. A feladatok finanszírozására az Atomtörvény előírásai szerint létrejött a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap (KNPA).

Alapelv, hogy a radioaktívhulladék-kezelés költségeit annak kell megfizetnie, akinél a hulladék keletkezett, terheit annak a generációnak kell viselnie, aki a termelt villamos energiát használta.

Ez az alapelv érvényesül, mert a Paksi Atomerőmű az üzemideje végéig befizeti a program végrehajtásához szükséges fedezetet. Ezek a költségek beépülnek a villamos energia árába. Az RHK Kft. évente elkészíti a KNPA-ból finanszírozott tevékenységek közép- és hosszú távú tervét, amely a feladatok megvalósításának időütemezése mellett tartalmazza azok költségbecslését is. A KNPA-ban nyilvántartott pénz értékállóságát az Atomtörvény előírásai szerint a jegybanki alapkamattal megegyező kamatozással biztosítják. És mivel a jegybanki alapkamatnak van reálkamat-tartalma, ezért ez infláció feletti hozamot biztosít. Mindez azt jelenti, hogy a KNPA állománya és hozama, valamint a Paksi Atomerőmű jövőben esedékes befizetései teljes mértékben fedezetet biztosítanak a feladatok végrehajtására.

A KNPA-t tölti a kamatszolgálat 2084-ig (pl. 2015-ben 5,7 Mrd Ft) és 2037-ig a PA befizetései (pl. 2015-ben 21,3 Mrd Ft), valamint fogyasztják az abból történő kifizetések, azaz minden olyan kiadás, amely az RHK működésének, valamint különböző egységeinek működtetésére szolgál (pl. 2015-ben 15,5 Mrd Ft). 2084-re, amikor befejeződik a leszerelési-betárolási folyamat, a KNPA elfogy.

A sajtóbeszélgetés következő előadója Molnár Péter, az RHK Kft. kutatási osztályvezetője volt, aki az e témában folyó munkákról tájékoztatott. A 70/2011. EU irányelv kimondja, hogy „Műszaki szempontból széles körben elfogadott, hogy a nagy aktivitású hulladékok és a hulladéknak minősülő kiégett fűtőelemek kezelésének végpontjaként a mélységi geológiai elhelyezés jelenleg a legbiztonságosabb és legfenntarthatóbb megoldás". Kimondja továbbá azt is, hogy a radioaktív hulladékot abban a tagállamban kell véglegesen elhelyezni, amelyikben az keletkezett, kivéve, ha a tagállam a 2006/117/Euratom rendeletet kielégítő egyezményt kötött egy másik állammal.

A probléma megoldása: mélységi geológiai tároló. A tároló biztonságát több százezer (!) év időtartamra kell garantálni, igazolni. Azért mélységi, mert a tárolót több 100 m mélyen, a föld belsejében alakítják ki, amely védett a felszíni hatásoktól, folyamatoktól. És azért geológiai, mert nem az ember alkotta műszaki létesítmények, hanem a stabil földtani környezet garantálja a hosszú távú biztonságot.

Európában a finn, svéd és francia kutatások vannak a leginkább előrehaladott állapotban: ezekben az országokban már 2022 és 2028 között megkezdődhet a nagy aktivitású radioaktív hulladékok végleges betárolása.

Magyarországon az 1990-es években kezdődtek el a kutatások, hogy ilyen helyet találjanak. A korábbi országos felmérésekből is ismert volt, hogy a Nyugat-Mecsekben található agyagkő (Bodai Agyagkő Formáció, BAF) alkalmas lehet ilyen tároló kialakítására. E kőzetnek világviszonylatban is ritka, kiváló vízzáró tulajdonságai vannak, de szintén fontos a térség minimális földrengés-veszélyeztetettsége is.

Az 1993-ban megindított Nemzeti Projekt keretében folyó kutatások első szakasza 1998-ban befejeződött. A zárójelentés szerint nem merült fel olyan körülmény, amely a BAF-ban történő nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezését kizárná. A zárójelentés hatására előterjesztés készült egy föld alatti kutatóbázis létesítésére, a BAF minősí-

tésére és további kutatására. Az OAB 1999. áprilisi ülésén tárgyalták az előterjesztést. A döntést ezzel kapcsolatban a gazdasági miniszter hozta meg 1999 nyarán, elvetve a javaslatot. Ezzel egyidejűleg az uránbánya eredeti terv szerinti bezárásának folytatására is döntés született.

2003-ban újraindult a nagy aktivitású hulladékok elhelyezését célzó kutatási program a Nyugat-Mecsekben. A nagy aktivitású és hosszú élettartamú radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére új kutatási programot dolgoztak ki, melyet a OAH-t felügyelő miniszter jóváhagyott. A jóváhagyott program alapján 2003-ban vizsgálatok kezdődtek a föld alatti laboratórium helyszínének kiválasztására, ezen belül megteremtődött a kutatások informatikai háttere (adatbázis, térinformatikai rendszer), és elkészült a felszín alatti földtani kutatások terve.

2004-ben elkészült a nagy aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezésére vonatkozó, 2008-ban a kutatás hosszú távú programjáról szóló koncepcióterv. A Pécsi Bányakapitányság 2013-ban fogadta el az újabb kutatások tervét, és ekkor indult újult erővel a felszíni kutatás. A feladat rendkívül sokrétű. Az első a telephely kiválasztásának és jellemzésének szakaszolt, fázisokra tagolt végrehajtása. Ezt követi a befogadó kőzet alkalmasságának igazolása felszín alatti kutatólaboratóriumban, végezetül az üzemviteli és a hosszú távú biztonság igazolása biztonsági értékelés alapján, a lehetséges események, folyamatok, fejlődéstörténeti forgatókönyvek számba vétele. Csak ezek után kerülhet sor, több évtizedes előkészítés után, a mélységi tároló megépítésére és üzembe helyezésére.

A jelenlegi kutatási szakasz 2017-ig tart. A feladat a BAF térbeli elhelyezkedésének pontos meghatározása, és a kőzet jellemzése vízzáróság, szilárdság, hővezetés, repedezettség stb. alapján a felszín alatti vízáramlási rendszer vizsgálata, a hosszú távú földtani stabilitás értékelése.

Amit a BAF-ról tudunk: 250–260 millió éve sós iszaplapályon agyagos, finomszemű üledékből képződött kőzet, melynek vastagsága 200–1200 m. Több mint 150 km^2-en ismert, 0–2,5 km mélységben (néhány helyen, így Bodán is felszíni kibúvása van). Jellegzetes vörösbarna színű, igen kis porozitású, kiváló vízzáró képességű kőzet. (Hasonló képződési folyamatot láthatunk ma is az USA UTAH államában, a Great Salt Lake területén.)

A leendő mélységi tárolót 500–900 m közötti mélységben kell kialakítani. Jelenleg 87 km^2 terület vizsgálatáról van szó, ahol 2017-ig 12 mélyfúrást (400–1600 m) és 2 sekélyfúrást (50–100 m) kell lemélyíteni összesen 11360 m hosszban, készül egy 800–1200 m hosszú kutatóárok, 21,5 km szeizmikus szelvény, valamit 500–1600 m között kutatófúrás magmintavétellel. A vizsgálati módszerekben mélyfúrás-geofizikai mérések, akusztikus lyukfaltévé, nagy érzékenységű áramlásmérés, pakkeres hidraulikai mérések (vízvezető képesség, víznyomás, vízmintavétel), kőzetmechanika (hidrorepesztés), szeizmikus mérések (VSP) szerepelnek.

2014-ben két fúrás készült el. A BAF-2 fúrásmélysége 913,8 m. A fúrás végig a bodai agyagkőben haladt. A képződmény a vártnál kissé vastagabb (>1000 m), felső részén agyagosabb, alul finomhomokos betelepülések vannak, a rétegek változó dőlésűek. A kőzet kissé gyűrt, a felső 150–200 m erősebben repedezett, mállott. Igen kedvező vízföldtani jellemzői vannak. Zárt, igen kis porozitású kőzet (1–3%). A BAF-1, 1A fúrás mélysége 474,6 m, a BAF-ot még nem érte el. (Fontos, hogy valamennyi fúrásra a vizsgálandó terület szélein kerül sor, hogy a negyedmilliárd éves kőzet zártságát meg ne bontsák.)

A jelenleg kijelölt terület 10 km^2-re történő szűkítésére a jelenlegi kutatási fázis lezárása után, 2018-ban kerül sor. Ezen belül fogják aztán kijelölni a tároló végleges helyét. 2030-tól kerül sor a föld alatti kutatólaboratórium (FKL) megépítésére. Az itt szerzett sokéves információ alapján 2055–2065 között épül meg a tároló, és elkezdődik a lebontásra kerülő erőmű blokkjainak és a KKÁT-ban tárolt kiégett üzemanyag-kazettáknak a végleges elhelyezése.

A tájékoztatások elhangzása után kérdéseket lehetett intézni az előadókhoz. Jelen sorok írója a KNPA-val kapcsolatban kérdezte: mi a garancia arra, hogy az Alapban található, igen tekintélyes mennyiségű pénz biztosan a kitűzött célokra lesz fordítva, nem fordulhat-e elő az, hogy a hosszú évtizedek alatt egy kormány esetleg úgy dönt, hogy erre a pénzre (átmenetileg) valahol másutt van szükség? Kereki Ferenc válaszából megtudhattuk, hogy a jogszabályi háttér stabil, és aggodalomra nincs ok.

Befejezésül a résztvevők megtekintették BAF-2 fúrás helyszínét és a Bodai Információs Parkot.

Tóth Lajos

Programajánló

A Magyar Geofizikusok Egyesületének és a Földtudományi Civil Szervezetek Közössége tagszervezeteinek közös rendezvénysorozata

A Magyar Geofizikusok Egyesülete az elmúlt évek rendezvényeinek folytatásaként új előadássorozatot hirdet ez év második felétől kezdődően. Az előadások keretében keressük azokat a témákat, amelyek kapcsolatot jelenthetnek Egyesületünk és a Földtudományi Civil Szervezetek Közösségében (FöCiK) társult szervezetek között. Ezért minden egyes rendezvény társrendezőjének felkérjük a FöCiK más-más tagszervezetét. Bízunk abban, hogy ezek a rendezvények jól fogják szolgálni a társult szervezetek közötti szakmai és emberi kapcsolatok továbbépítését.

A rendezvények nyilvánosak, de különösen várjuk a meghirdetett témakör iránt érdeklődő FöCiK tagokat.

Helyszín: a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet díszterme (Budapest, Stefánia út 14).
Tervezett időpontok: a hónap harmadik szerdája, 14 óra.

Az előadókat és az előadások címét tartalmazó meghívókat az adott rendezvényt három héttel megelőző időpontig elektronikus úton postázzuk a társult szervezetek titkárságára. A titkárságok gondoskodnak tagjaik értesítéséről.

2015. II. félév programja

2015. szeptember 16.
Rendező: Magyar Geofizikusok Egyesülete és Magyarhoni Földtani Társulat
Téma: Geológus-geofizikus kutatócsoportok a bauxitkutatásban és a szénhez kötött metán kutatásában

2015. október 21.
Rendező: Magyar Geofizikusok Egyesülete és Magyar Földrajzi Társaság
Téma: Áramlások a földköpenyben, vulkánok, hegyek

2015. november 18.
Rendező: Magyar Geofizikusok Egyesülete és Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság
Téma: Földi erőterek, földi vonatkoztatási rendszerek

A megkezdett sorozat folytatását tervezzük.

Horváth Zsolt
Magyar Geofizikusok Egyesülete
Elnök