

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

BÁNYÁSZAT



KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



JÓ SZERENCSE TI!

2021/III. szám

154. évfolyam



Szívből gratulálunk...

...a születésnapjukat ünneplőknek: a dorogi egyesületi szervezet száz, Somosvári Professzor Úr nyolcvan éves! Pálffy Mór akadémikus, egykori MÁFI-igazgató 150 éves lenne, és mint látni fogjuk, kultusza ma is él Erdélyben és leszármazottai körében. Minden Kedves Olvasónknak, egyesületünk természetes és jogi tagjainak, továbbá új felügyeleti szervünknek hasonló, jó egészségben betöltött magas életkort kívánunk. Jelen számunk már emlékeztet a kitűzött célunkra: a bányászat által művelt tudományágak széles köréből merítünk, az idősebb mentorok tapasztalatait ötvözve a fiatalok lelkesedésével. Biztosak vagyunk benne, hogy jól megfér egymás mellett a geomechanika, eljárás technika, rezervoármodellezés, bányamérés egy kis szervezéssel és szakmatörténettel, mivel ez mind bányászat. Forgassuk örömmel, ehhez kíván a szerkesztőség...

Jó szerencsét!

FROM THE CONTENT

PROF. DR. SOMOSVÁRI ZSOLT: Background to my research on rock and gas eruptions 2

The Author shows how his scientific career in the field of rock and gas eruptions began. In addition, we can find out the most important empirical characteristics of rock and gas eruptions, how the eruptions occur, how the gas storage rock behaves during mechanical deformation and how to protect against it in underground mining.

MÁRKUS IZABELLA REBEKA, DR. RÁCZ ÁDÁM, PROF. DR. MUCSI GÁBOR: Critical review of one-grain fracture tests used in raw material preparation 12

One-grain fracture testing is a test method often used in international practice, which is becoming increasingly important as efforts to improve the efficiency of comminution processes increase. In the case of the methods presented by the authors, the instrumentation is typically not complex, the evaluation of the measurements can be performed with simple relationships. The results obtained in the studies can be used to explore a number of issues, as evidenced by the practical applications presented.

SCHULTZ VERA MAGDOLNA, PROF. DR. HEINEMANN E. ZOLTÁN: Application of Integrated Reservoir Modeling Theory Algyő-2 Storage for one section 18

The authors applied an integrated reservoir modeling technique based on the Target Pressure and Phase Method (TPPM) to a segment of the Algyő-2 reservoir. The method fitted the production data of 26 oil production and 14 water injection wells operated in the area to a 55-year operating time within a 5% error limit. This far surpasses the results achieved so far with the production history matching technique. The article discusses why the traditional approach cannot be equally effective. According to the authors, it would be expedient to apply the method widely to the Algyő-Pannon reservoirs.

EKE ZOLTÁN, DR. HAVASI ISTVÁN: Application of multi-beam sonar in mine survey 25

The study was written as a result of the cooperation between the staff of the departments of the two scientific institutions mentioned above. Zoltán Bay Ltd. in 2021 purchased a Norbit-iWBMS multi-beam ultrasound system. The aim of this study is to describe this tool, it is useful for mine survey purposes verification of its use. The latter may be linked to an important task in underwater mining, such as the official determination of the amount of mineral resources extracted, which also serves as the basis

for determining the annual mining royalty payable. For the first time, we will briefly review the current and expected growth in the Hungarian mine survey. New measurement technologies that will be used instead, and then we will deal with the legal background of the mining cubic content calculation, the development of water depth measurement and the construction of underwater topography. We present the already mentioned multi-beam sonar measuring device, its application advantages, and finally we give two examples of our own practical bed survey.

BAKÓ TAMÁS, DR. NÉMETH NORBERT, SEBESTYÉNNÉ DR. SZÉP TEKLA, DR. VARGA KRISZTINA, DR. MIKITA VIKTÓRIA: ProSkill: a project for co-development of Earth science engineering and business skills in higher education 31

ProSkill is an EU project in Hungarian-Slovak-Czech-Polish cooperation, coordinated by the University of Miskolc. It is aimed to the harmonization of the skills and competences of the graduates and of the demands of the labour market. The future professionals working in the raw materials sector have to possess technical, business and communication skills as well, and utilize these skills with a complex approach and cooperative attitude.

GLEVITZKY ISTVÁN, DR. KOROMPAY PÉTER: The mechanization of drifting began in Dorog 100 years ago 36

The authors present the development of machine trenching, focusing on the creative role of engineers in the Dorog region. From the very artificial getter to the F-type machine family.

ŐSZ ÁRPÁD SENIOR: Hydrocarbon fields below populated areas... .. 42

There are countless hydrocarbon fields in the world that are located below a populated area. Through the Hungarian and some American examples, it can be seen that they fit well next to each other and above and below. The solution has been found everywhere, and these hydrocarbon fields have been producing continuously for 140 years with strict adherence to the appropriate safety, environmental, noise and safety standards.

DR. PÁLFY ANNA: Mór Pálffy was born 150 years ago ... 50

The geologist was born 150 years ago, who with a rapid and exemplary career, was able to fill the highest position among Transylvanian geologists in contemporary Hungary. With this article, we want to commemorate my grand-grandfather's birthday.

Bányászat

Dr. Vigh Tamás felelős szerkesztő

tel.: +36-20-489-7781

e-mail: bkl.banyaszat@banyaterv.hu

A szerkesztő bizottság tagjai:

Dr. Biró Lóránt olvasószerkesztő

Bariczáné Szabó Szilvia,

Dr. Dovrtel Gusztáv,

Dr. Földessy János,

Dr. Gagyí Pálffy András,

Gyórfi Géza, Dr. Horn János,

Izingné Gyórfi Mónika,

Jankovics Bálint, Kárpáti Erika,

Dr. Ladányi Gábor, Livo László,

Lois László, Pali Sándor,

Podányi Tibor, Dr. Vojuczki Péter

Kőolaj és Földgáz

Dallos Ferencné felelős szerkesztő

tel: +36-70-385-1149

e-mail: dallosferencne@gmail.com

A szerkesztő bizottság tagjai:

Csath Béla, Fisch Iván,

Kőrösi Tamás, Molnár Zsolt,

id. Ósz Árpád, dr. Szabó Tibor,

dr. Szunyogh István, dr. Turzó Zoltán

Kiadja:

Országos Magyar Bányászati

és Kohászati Egyesület

1107 Budapest, Hízlaló tér 1.

Telefon/fax: 1-201-7337

www.ombkenet.hu

Felelős kiadó: Dr. Hatala Pál

Nyomdai előkészítés:

Tóth Imréné

Nyomda:

Press+Print Nyomda, Kiskunlacháza

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül. A közölt cikkek fordítása, utánnomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet.

A BKL lapszámok az OMBKE honlapján – www.ombkenet.hu – elérhetőek.

HU ISSN 2498-8332

TARTALOM

DR. SOMOSVÁRI ZSOLT:

Kőzet- és gázkitörésekkel kapcsolatos kutatásaim háttere 2

MÁRKUS IZABELLA REBEKA, DR. RÁCZ ÁDÁM, DR. MUCSI GÁBOR:

A nyersanyagelőkészítés területén alkalmazott egyszemcse törési vizsgálatok kritikai áttekintése 12

DR. SCHULTZ VERA MAGDOLNA, DR. HEINEMANN E. ZOLTÁN:

Az Integrált Rezervoár Modellezési Elmélet alkalmazása az Algyő-2 Tároló egy szekciójára 18

EKE ZOLTÁN, DR. HAVASI ISTVÁN:

Multisugaras szonár alkalmazása a bányamérésben. 25

BAKÓ TAMÁS, DR. NÉMETH NORBERT, SEBESTYÉNNÉ DR. SZÉP

TEKLA, DR. VARGA KRISZTINA, DR. MIKITA VIKTÓRIA:

ProSkill: program a műszaki földtudományi és gazdasági kompetenciák párhuzamos fejlesztésére a felsőoktatásban . . . 31

GLEVITZKY ISTVÁN, DR. KOROMPAY PÉTER:

100 éve kezdődött a vágathajtás gépesítése Dorogon 36

ID. ÓSZ ÁRPÁD:

Lakott települések alatti szénhidrogénmezők 42

DR. PÁLFY ANNA:

150 éve született Dr. Pálfy Mór. 50

(for English titles and resumes see B2 page)

Jubileumi oklevelek ünnepélyes átadása a Miskolci Egyetemen . . . 54

Központi bányásznapi 54

Bányásznapi a MVM Mátra Energia Zrt.-nél 55

A bányászat és az energetika szerepe a körkörös gazdaságban. 56

Hazai hírek 49

Külföldi hírek. 11, 17, 24, 30, 35

Könyvismertetés. 57

Gyászjelentés 57

Nekrológok. 58

Horányi István 58

Varga Mihály 59

Tatár Attila 60

Címlapfotó: Shutterstock – Zheng Zaishuru

A kiadvány az OMBKE Bányászati Szakosztály pártoló jogi tagjai, valamint a MOL Nyrt. támogatásával jelenik meg.

Lapzárta: 2021. november 17.

Kőzet- és gázkitörésekkel kapcsolatos kutatásaim háttere

DR. SOMOSVÁRI ZSOLT

aranyokleveles bányamérnök, professzor emeritus, a műszaki tudomány doktora

1. Kezdetek

1964 tavaszi félévét IV. éves bányamérnök hallgatóként a Pécs-komlói szénbányászatnál Kossuthaknán töltöttem. Ekkor megismerkedtem közelebb-ről a súlytölégveszélyes, kőzet- és gázkitörés veszélyes szénbányászattal, ahová aztán életem során – különböző témákban – gyakran visszajártam. Zobák-bányán 1964-ben kezdődött a termelés és 2000-ben fejeződött be. Kossuth bányával a föld alatt összeköttetésben állt Zobák-bánya, ott is többször jártam 1964-ben. Komlón laktunk a füves focipálya szomszédságában épült új munkásszállóban. Akkoriban a bányászatnak köszönhetően a város gazdagnak számított, NB I-es focicsapata is volt. Estéknként az éttermek, kocsmák tele voltak, köszönhetően a sok fiatal lakosnak, köztük számos bányamérnöknek.

1965-ben végzett bányamérnökként az Egyetem ösztöndíjasaként a Bányaműveléstani Tanszékre kerültem (Tanszékvezető: Zambó János professzor). Lehetőségem volt választani a tanszéken oktatott témák közül, a kőzetmechanikát választottam. Richter Richárd nemzetközi híró professzor lett a témavezetőm, aki kijelölte számomra a „kőzetmozgások” témakör kutatását.

Egyetemi tanulmányaim során a kőzetmechanika főleg bányauregek (vágatok, fejtések) állékonyságával, biztosítás-igényével, és a biztosító szerkezetekkel foglalkozott az akkori ipari kívánalmaknak megfelelően. Hazánkban akkor még (1960-as évek) igen sok föld alatti bánya működött (Borsodi Szénbányák, Nógrádi Szénbányák, Tatabányai Szénbányák, Oroszlányi Szénbányák, Közép-dunántúli Szénbányák, Mecseki Szénbányák, Mecseki Ércbányák, Bakonyi Bauxitbányák, Országos Érc- és Ásványbányák). Később mindegyik vállalatnál jó néhányszor szakérttettem különböző kőzetmechanikai-geomechanikai témákban.

A kőzetmozgás téma hazánkban és külföldön is a bányamérésstanhoz kötődött, mert főleg a felszínmozgások geodéziai méréseiből és azok kiértékeléséből állt. 1965-ben Dr. Martos Ferenc „Bányakártan” címen egy kitűnő jegyzetet jelentetett meg, amely nagyon jól összefoglalta az addigi kutatási eredményeket. Richter professzor szerint viszont a kőzetmozgások, kőzetdeformációk a kőzetmechanika egy területe és ezt kőzetmechanikai alapokon kellene tárgyalni. Ez lesz az én feladatomban. Szerencsére hamar ráéreztem a témára, mert 1967-ben doktori, 1974-ben kandidátusi, majd 1987-ben akadémiai

doktori disszertációt védhettem meg ebben a témakörben. Ez volt az egyik fő kutatási területem, de most egy másikról fogok bővebben beszélni.

1969. december 1-én Zobák-szállítóakna továbbmélyítése közben a IV. szint alatt bekövetkezett a szénbányák egyik legnagyobb kőzet- és gázkitörése, amely ledöbbsentette a magyar bányász társadalmat. A kitörés körülményeinek vizsgálatát Richter professzorra bízta, így én is mint a professzor tanársegédje, kaptam a vizsgálatban néhány feladatot. Az egyik feladatomban az volt, hogy a kitörés hatására kiszakadt, eldeformálódott aknavasak alapján állapítsam meg a kitörés mechanikai energiáját.

Ehhez először is fel kellett mérni az eldeformálódott aknavasakat, amelyeket az akna közelében a III. szinten tároltak. Fényképes dokumentációt akartam csinálni. Ennek érdekében Németh Alajos adjunktus kollégámmal megjelentünk Zobák-bánya akkori főmérnökénél. A főmérnök mondta, hogy vakus fényképfelvételről szó sem lehet, de le sem mehetünk a bányába, ezt a hatóság megtiltotta. Nem hagytuk magunkat kidobni, néhány telefon után lekísértek a bányába. Ott sötétben fényképeztünk úgy, hogy hosszú expozíciós idő mellett három bányászlámpával pásztáztuk az aknavasakat. Nem hittem volna, hogy ezek a felvételek sikerülnek, de – hála Laja szakértelmének, aki fotólaboratóriumukban maga hívta elő a felvételeket és készítette el a fényképeket – sikerültek.

A kitörés mechanikai energiáját illetően eredményre jutottam. Ez a szám bekerült a vizsgálati jegyzőkönyvünkbe, majd a későbbiekben megjelenő – Szirtes: Szén-gázkitörések leküzdése – könyvbe is.

Egyetemi tanulmányaim során a kőzet- és gázkitörésekről keveset hallottam, itt szembesültem először vele, hogy milyen pusztító jelenségről van szó. A tragédiában összesen hét bányász veszítette életét. Körülbelül 1000 m³ szén és trachidolerit kőzet (2200 t) került a 6,6 m átmérőjű aknába, és a talptól számítva 29 m magasságig feltöltötték a visszahulló kőzetdarabok az aknát. Mintegy 150 000 m³ (68 m³/t) metán szabadult fel. A hatalmas mennyiségű kiáramló metángáz megfordította a bányában a légáram irányát és sújtólégrobbanást idézett elő. Az aknatalpon négy bányász, a bánya távolabbi részein három bányász veszítette életét.

Ekkor (1970) határoztam el, hogy elkezdek foglalkozni a kőzet- és gázkitörésekkel is, mert úgy láttam a jelenségnek köze van a kőzetmechanikához. Elkezdtem olvasgatni a rendelkezésre álló irodalmat

és azt tapasztaltam, hogy igen sok fizikai-kémiai tudást igénylő cikk jelenik meg a témakörben, így elkezdtem ezzel a területtel is foglalkozni. Az irodalom tanulmányozása mellett felvettem a kapcsolatot a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztályával, ahol sok munkatárs, kémikusok, bányamérnökök foglalkoztak a kitorések elhárításának kérdéseivel. A kollégák önzetlenül voltak minden kérdésben a segítségemre. Legelőször a kitorések tapasztalati jellemzőivel igyekeztem megismerkedni. A tapasztalatok meggyőztek arról, hogy az okokat illetően közetmechanika nélkül nem lehet előre jutni.

Elősegítette a kitorések keletkezésére vonatkozó érdeklődésemet az is, hogy az 1970-es években sokszor megfordultam, mint szakértő, Pécsen a Mecseki Szénbányáknál különböző témakörökben. Mindig felhasználtam az alkalmat hogy a Kutatási Osztályon gyarapítsam a közet- és gázkitorések elleni védekezésben ismereteimet. Igen jó kapcsolatokat ápoltam a pécsi kollégákkal, köszönhető annak is, hogy hat évfolyamtársam ott dolgozott ebben az időben beosztott mérnökként. Egyébként bármilyen témában (közetmozgások = bányakárok, akna elferdülések, vágatbiztosítások, fejtésbiztosítás, közet- és gázkitorések) jelentem meg Pécsen, mindig Dr. Olmos Károly kitűnő bányamérnök osztályán kötöttem ki, aki adatokat tudott szolgáltatni részemre.

2. A közet- és gázkitorések fontosabb tapasztalati jellemzői

A közet- és gázkitorések fogalomkörébe az a fizikai jelenség tartozik, amikor a föld alatti bányauzemekben hirtelen nagy mennyiségű közet és gáz kerül egyidejűleg a szabad bányatériségbe. A hirtelen beáramló gáz lehet CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2 a gázdús közet lehet szén, só, homokkő. Kutatásaim során olyan általános kitoréselméleten dolgoztam, amely magyarázza a szén-gáz kitorések mellett a homokkő-gáz, só-gázkitoréseket is, mert ilyenek is vannak.

A kitorések pár másodperctől pár percig tartó dinamikus jelenségek, amelyek erős ropogó, pattogó, morajló zaj kíséretében mennek végbe. A szénbányászatban a kitoréseknek általában előjelei vannak. Ezek: a közetnyomás hirtelen megnövekedése, a biztosítószerkezet nagyobb igénybevétele, pattogása, recsegése, a munkahelyi levegő gáztartalmának hirtelen megnövekedése, a vájvég kinyomódása, a közet pergése, pattogása; különböző zajok. A kitorések különböző helyzetű vágatokban, aknatalpon, széles- és keskenyhomlokú fejtéseken egyaránt előfordulnak. Közös jellemzője a kitoréseknek – néhány ritka kivételtől eltekintve – hogy mindig előrehaladó, „friss” közetomlokra jönnek létre. A kitorések után kitorési üreg, kürtő marad vissza, amely lehet állva maradt – vagy teljesen kitöltődött üreg, amely mint fellazult közetartomány észlelhető.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a kitorések a kisebb szilárdságú helyekhez, telepszakaszokhoz

kötődnek, ezzel összhangban a tektonikailag zavart geológiai zónák (vetők, gyűrődések stb.) megközelítésekor gyakoribbak a kitorések a szén- és sóbányászatban egyaránt. A tapasztalat továbbá azt is mutatja, hogy szilárdabb gázdús közet esetén csak nagyobb gáznyomás mellett jönnek létre kitorések, kisszilárdságú gáztároló közet esetén néhány bár gáznyomás is elegendő a kitorés keletkezéséhez. Szénbányászati tapasztalat szerint a telepek gáztartalma (cm^3/g) önmagában nem határozza meg a kitorésveszélyt, sokszor a kisebb gáztartalmú telepekben gyakoribbak, ill. előfordul, hogy nagyobb gáztartalmú telepek kevésbé, vagy egyáltalán nem kitorésveszélyesek. A kitorésveszélyt a bekövetkezett kitorések intenzitásával, illetve gyakoriságával jellemezték.

A szénbányászatban megfigyelték azt is, hogy aknapillérekben ahol az áthárított feszültségek nagyobbak, gyakoribbak és nagyobb intenzitásúak a kitorések, mint a pilléren kívüli területeken. A sóbányászatban is megfigyelték, hogy a peremi területeken, ahol nagyobb az áthárított közetnyomás, gyakoribbak a kitorések. A tapasztalat azt mutatja, hogy általában fűrőlyukak nem idéznek elő kitoréseket, a lyukfúrás nem kitorésveszélyes művelet. Ez teszi lehetővé az olyan védekezési módszerek alkalmazását, amelyek lyukfúrással kezdődnek, mint a provokációs robbantás, hidraulikus teleproncsolás, telepátmedvesítés, hidraulikus anyagkivétel, nagyátmérőjű feszültségsökkentő előfúrás. Jellemző a kitorésveszélyre az is, hogy a különböző területeken az egyes védekezési módszerek nem egyforma eredményességgel alkalmazhatók. Pl. sok bányában a provokációs robbantás teljesen megbízható védekezési módszer, mert kitorésveszélyes körülmények között kiváltja a kitorést, ill. ha a provokációs robbantás hatására nem jön létre kitorés, akkor nem is kell arra számítani. Más bányáknál (ilyen a Mecseki Szénbányák is) viszont nagy számban előfordultak a provokációs robbantások után, késve jelentkező váratlan kitorések. A kitorések megismert tapasztalatai azt mutatták, hogy a közetmechanika nem nélkülözhető a kutatásban.

1971-ben megjelent Dr. Szirtes Lajos „Szén- és gázkitorések leküzdése” című kitűnő könyve. Szirtes a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztályának vezetője volt, ahol sikeres kutatómunka folyt a kitorések elleni védekezés módjainak kidolgozásában. A Szirtes könyv foglalkozik a Franciaországban, Belgiumban, Lengyelországban, Szovjetunióban, Nagy-Britanniában, Bulgáriában, Romániában, Hollandiában, Jugoszláviában, Kanadában, Ausztráliában, Japánban, Magyarországon és egyéb helyeken bekövetkezett kitorésekkel. Ez a felsorolás mutatja, hogy annak idején világméretű problémáról volt szó. Hazánkban egyedül a mecseki szénbányászat volt szén-gázkitorésveszélyes. A nyugati országokban a leghatékonyabb védekezés az volt, hogy amint teheték a kitorésveszélyes bányákat bezárták.

3. A gáztárolás jellemzői

A kőzetek szilárd vázszerkezetének hézagai, pórusai többé-kevésbé összefüggő rendszert alkotnak. Kevés zárt pórus is van azonban a kőzetekben, ezért beszélhetünk abszolút porozitásról, amikor minden hézagot figyelembe veszünk és hatásos (effektív) porozitásról, amikor csak az összefüggő hézagokat vesszük figyelembe. A porozitás mérőszámai a hatásos porozitásra vonatkoznak. A hézagok, pórusok méretei tág határok között változnak, rezervoárméchanika megkülönböztet szuperkapilláris, kapilláris és szubkapilláris hézagokat. A szuper kapilláris hézagok átmérője 0,5 mm-nél nagyobb, a kapilláris hézagok átmérője 0,0002-0,5 mm, a szubkapilláris hézagok mérete $2 \cdot 10^{-4}$ mm-nél kisebb. A szuper kapilláris és kapilláris hézagokban a folyadékok mozgásra képtelenek, csak a gázok tudnak ezekben a csatornáknak mozogni. A kőzeteket a pórusokon kívül kisebb-nagyobb méretű repedéshálózatok járják át. A gáztartalmú, gáz dús kőzetekben a gáz a kőzet pórusaiban és repedéshálózataiban egyrészt a pórusfalakhoz kötődve, másrészt a pórusokban szabadon helyezkedik el. A szénben elhelyezkedő gáz nagyobb része a szubkapilláris hézagok felületén fizikai adszorpció útján megkötődik, mert ezek a pórusok igen nagy fajlagos felületek. A szuper kapilláris pórusok fajlagos felülete összehasonlíthatatlanul kisebb a szubkapilláris pórusok fajlagos felületénél, ezért ezekben a pórusokban a gáz nagyobb részben szabadon helyezkedik el. A szenek pórusainak osztályozása – valószínűleg azért, mert a szerkezeti struktúrájának lényeges szerepet tulajdonítottak – árnyaltabb. A szén szerkezetének szerkezeti szempontból legkisebb részei a makromolekulák, amelynek ún. krisztallitokká csoportosulnak. A krisztallitok félig rendezett kötegei rendszertelen micellákat alkotnak. Ennek a szerkezetnek megfelelően a szén pórusainak méretei igen tág határok között változnak, a makro molekuláris méretű pórusoktól a makro pórusokig. A szenek 10^{-5} mm-nél kisebb átmérőjű pórusait mikropórusoknak, a 10^{-5} – 10^{-4} mm átmérőjüket szub makropórusoknak, végül a 10^{-2} – 10^{-1} mm átmérőjüket makro pórusoknak nevezik. A 0,1 mm-nél nagyobb pórusok a szabad szemmel is látható pórusok. A mikropórusok óriási fajlagos felülete (100 – 400 m²/g) összehasonlíthatatlanul nagyobb a makropórusok fajlagos felületénél. Ez az óriási fajlagos felület teszi lehetővé az adszorptíve lekött nagy gázmennyiséget. A szenek mikro- és átmeneti, ill. szubkapilláris méretű pórusainak térfogata nem változik a kőzet rugalmas alakváltozásával, vagyis ezek a pórusok függetlenek a rugalmas alakváltozástól. Úgyisgint ezeknek a pórusoknak a szerepe a gázáteresztő képesség szempontjából elhanyagolható. A makropórusok és a szabad szemmel is látható pórusok, illetve a szuperkapilláris és a nagyobb kapilláris pórusok és a kőzetet behálózó repedésrendszerek határozzák meg a gázáteresztő képességet és a kőzet rugalmas alakváltozására kifejezetten érzékenyek. A kőzetek

rugalmas alakváltozása legnagyobb részben ezen hézagok és repedésrendszerek térfogatának rovására megy végbe. A kőzet alakváltozásával tehát a szóban forgó hézagokban elhelyezkedő szabad gáz térfogata, illetve állapota megváltozik. Nézetünk szerint a gáztároló kőzet szilárd vázszerkezete és a pórusokban helyet foglaló gáz teherviselő kőzet-gáz rendszert alkot, amelyben akár a szilárd fázist, akár a gáz fázis változása a másik fázisra is hatással van, a két fázis tehát egymással kölcsönhatásban van. A rendszert azért nevezzük teherviselőnek, hogy megkülönböztessük pl. a szilárd kőzetanyagok pneumatikus szállításakor jelenlevő kőzet-gáz rendszertől.

Azt már **1969-ben** láttam, hogy a kőzet-gázkitörések, a kőzet tönkremenetele, felaprózódása kőzetmechanikai folyamat kiegészülve a gáz oldallal. A vonatkozó irodalomban – nagy meglepetésemre – azonban ilyen irányú vizsgálatokkal – amihez csatlakozhattam volna – nem találkoztam. Hasonló volt a helyzet, mint **1965-ben** a kőzetmozgás témában. Így új úton kellett elindulnom a kutatásban.

A szénbányászatban a kitörések okait az irodalomban gáz oldalon igyekeztek megtalálni, sokan valamilyen gáztárolási anomáliában gondolták a kitörések okait. Tekintettel arra, hogy a szenekben, homokkövekben, sóban egészen másképpen tárolódik a gáz – az utóbbiakban alig van adszorptíve kötött gáz – úgy gondoltam, hogy a kitörés oka nem lehet az adszorptíve megkötött gáz, hanem csak a szabad pórusgáz. Az irodalomban viszont igen sokan a szén-gázkitöréseknél a lekött gázt tartották felelősnek.

4. Első találkozás a pórusnyomás hatásával

Más tématerületekkel is foglalkoznom kellett, igen sok ipari kutatási munkánk volt abban az időben. **1971-ben** a visontai külfejtés környezetében nagy kiterjedésű felszíni süllyedések jelentkeztek. Ezek a nagy területre kiterjedő felszínsüllyedések meglepetésként érték akkor a szakembereket. Természetesen a bányászat igyekezett elhárítani a keletkezett épületkárok felelősségét. Jött a felkérés a Tanszékre, hogy foglalkozzunk az ügygel. Az aláfejtések által előidézett felszínsüllyedések az én tématerületem volt. Ez a fajta talajsüllyedés ugyan más természetű volt, de nekem kellett foglalkozni vele.

Visonta környékén a külszín közeli széntelepek vízdús homokrétegek között helyezkednek el, vízutánpótlást a Mátra-hegységtől kapnak. A széntelepek lefejtése érdekében a rétegvizeket előbb le kell csapolni. A fúrólukak segítségével végzett vízkiemelés után lehet a bányaművelést elkezdni.

Ezeknek a felszínsüllyedéseknek alapvető oka a külfejtési technológia részeként alkalmazott elővíztelelítésrel együtt járó pórusvíznyomás csökkenése. A kőzet-víz rendszerben (rétegvíz-tároló) a fedőrétegek terhelését egyrészt a kőzet szilárd vázszerkezete veszi fel, másrészt a pórusvíz nyomása. A pórusvíznyomás csökkenése miatt a kőzet szilárd vázszerkezetére na-

gyobb terhelés hárul, ezért a víztároló kőzetréteg vázszerkezete összenyomódik, és ez felszínsüllyedésként jelenik meg. Kőzetmechanikai számítási modellt dolgoztam ki a vízszínsüllyedéssel okozott felszínsüllyedések számítására.

Talajmechanikai könyvek ugyan foglalkoztak a kérdéssel, de nem mechanikai alapon, hanem a kiemelt víz térfogata alapján számították a süllyedéseket. Ez a számítás csak homokrétégekre vonatkozott, nem volt elég általános, és nem volt képes visszaadni a süllyedés időfolyamatát sem. Ezért kellett új alapokon nyugvó számítási modellt kialakítani, amely az olaj és gáziparban is alkalmazható.

Ha az új számítási modell szerint jönnek létre a süllyedések, akkor az olaj- és gáztermelésnél előálló nagy pórusnyomás-csökkenés miatt is felszínsüllyedéseknek kell lejárásodniuk. A vonatkozó angol nyelvű irodalom hozza is ezeket a felszínsüllyedéseket. Inentől kezdve (1970-es évek eleje) ezek az ismeretek kőzet-víz, kőzet-gáz rendszer vizsgálata közelebb vittek a kőzet- és gázkitörések okainak megfejtéséhez.

Az általam kidolgozott számítási modell a külféjtéses szénbányászatot, mint károkozót tüntette föl. A külféjtéses szénbányászat akkori vezetője Budapesten végzett általános mérnök kieszközölte a nagy talajmechanika professzor, Kézdi Árpádnál, hogy opponálja a számítási modellt. Kézdi professzor, akadémikus több kitűnő talajmechanikai könyv szerzője volt, akit személyesen is ismertem. Szabó Imre akkori fiatal rámenős bányamérnök foglalkozott az ügygel. Ő felkereste Kézdi professzort – a kórházban – és átadta opponálásra a szakvéleményemet. Az eredmény – minden rendben volt.

Ezután megbízást kaptunk arra vonatkozóan, hogy milyen a talajsüllyedések időfolyamata, az egyes környező falvakban mikor kezdődik és fejeződik be a süllyedés, milyen maximális értékeket ér el. A feladatot sikeresen megoldottam, majd publikáltam is.

Elkezdtem komolyabban tanulmányozni a talajmechanikát (a talaj is kőzet), ahol sokat foglalkoznak a pórusvíznyomás, pórus levegőnyomás hatásaival. A pórusnyomás növekedése a kőzetszilárdság csökkenésével jár együtt és ez több talajmechanikai havária alapja. Miért?

A kőzetek szemcsés-porózus, repedezett anyagok, a kőszenek is. A szilárdság a szemek súrlódásából és tapadásából (kohézió) származik. Különböző nyomó igénybevételekkor a kőzet másképp tömörödik, másképp működik a súrlódás, ezért más-más szilárdságot mutat. A kőzet húzószilárdsága egytizede–egyhuszada a nyomószilárdságnak, mert húzáskor nem működik a súrlódásos mechanizmus. Amikor a kőzet pórusaiban növekvő víznyomás van jelen, akkor nő a szemek egymástól való távolsága, csökken a belső súrlódás, csökken a szilárdság. Ez a talajmechanikában számos káros jelenség alapja. A talajmechanikában a pórusvíz leggyakrabban homokrétégekben fordul elő. Homokrétégekben a pórusvíznyomás növekedhet egyrészt vízfeltöltődés hatására, másrészt pedig a víztároló réteg

összenyomódására. Mindkét esetben a szilárdságcsökkenés miatt haváriák, nagy tömegű földmozgások állhatnak elő. Ezeket a jelenségeket Kézdi Árpád által írt könyvek részletesen tárgyalják. Engem főleg az az eset érdekelt, amikor a réteg összenyomódásának hatására jön létre a pórusvíznyomás növekedése, a szilárdság csökkenése. Ezt a jelenséget aztán jól tudtam adaptálni a kőzet- és gázkitörések keletkezésére.

A kőzetek nyomószilárdságának változását leggyorsabban triaxiális kísérletekkel határozhatjuk meg. Itt érdemes megemlíteni, hogy a világon először hazánk fia, Kármán Tódor végzett 1911-ben carrarai márványon triaxiális nyomókísérleteket. Az 1960-as évektől kezdve már megjelentek angol nyelven olyan publikációk, amelyek olyan triaxiális nyomókísérletekről számolnak be, amelynél a pórusvíznyomás is változtatható volt a mintatestben. Ezek a vizsgálatok számszerűen kimutatták, hogy a pórusvíznyomás növekedésével a kőzetszilárdság jelentősen csökken szilárd kőzetek esetében is. Ezek az ismeretek számomra akkor újak voltak, mert egyetemi tanulmányaimban nem hallottam róluk.

Egyetemi tanulmányaim során sokat hallottam széles homlokú fejtések esetében az áthárított, illetve leháruló kőzetfeszültségekről. Ezt a jelenséget a bányaművelés kedvezően ki tudja használni. A nagy bányaművelés professzornak, Zambó Jánosnak, ez kedvenc tématerülete volt. Ő az akadémiai doktori disszertációját kőzetmechanikából írta. A tanszéken volt hová fordulnom ebben a tárgykörben. Sőt előadtam elképzelésemet is a kőzet- és gázkitörések keletkezéséről és tetszett az elgondolás Zambó professzornak, amely nagy lendületet adott a további munkához.

Az 1970-es években arra a megállapításra jutottam, hogy nem csak a fejtési homlok előtt van áthárított kőzetnyomás, hanem vágathomlok és aknatalp előtt is. Ez utóbbiakról tanulmányaim során nem volt szó, valószínűleg azért, mert ennek nem volt különösebb jelentősége a bányaművelésnél. Annál nagyobb a jelentősége viszont a kőzet- és gázkitörések keletkezésénél.

Elképzelésem az volt, hogy a vágathomlok, aknatalp, fejtési homlok előtti kőzettartomány összenyomottabb állapotban van, így ott a gáztároló kőzet pórusai szűkülnek, növekszik a pórusgáznyomás, ezért csökken a kőzetszilárdság. Ahol eleve kisebb a kőzetszilárdság ott egy hirtelen kőzet tönkremenetel jön elő és bekövetkezik a kőzet- és gázkitörés. Ezt a teóriát aztán 1979-ben egy pécsi nemzetközi szimpóziumon elő is adtam.

Úgy látszik, 1979-re kikerekedett az új kőzet- és gázkitörésmélet, mert egyetemi robbantástechnikai napokon „A provokációs robbantások kőzetmechanikai vizsgálatáról” tartottam előadást az új kőzet- és gázkitörésmélet alapján. Továbbá 1979-ben két tanulmányom is díjat nyert, az egyik „Új prognózis módszer kőzet- és gázkitörések alapvető okainak és feltárásainak alapján” (Országos bányabiztonság pályázat) a másik „A kőzet és gázkitörés veszély alapvető összefüggései” (akadémiai

kutatási pályázat). Ezután a témában számos publikáció jelent meg magyar és angol nyelven. **1980-ban** a Bányászati Lapok folyóiratban megjelent „Kőzet –és gázkitörések új elmélete” című három cikkből álló tanulmányom, amely nívódíjas lett.

Az új kitérőelméletet megerősítendő **1984-ben** mecseki szénmintákon a laboratóriumunkban gáznyomásos térben többször megismételve egytengelyű nyomószilárdság vizsgálatokat végeztünk 0, 3, 6, 9 bar gáznyomás mellett. A mecseki szén szilárdsága a gáznyomás növekedésével jelentősen csökkent, 9 bar-nál 30-50%-os volt a szilárdság csökkenése. A kísérletek arra is rámutattak, hogy a pórusnyomás növekedésével növekszik a szén összenyomhatósága. Ezek a kísérleti eredmények nagymértékben alátámasztották az új kitérőelméletet. Az irodalom arról nem szólt, hogy a gáznyomás növekedésével a közetszilárdság mellett a rugalmassági modulus is csökken, gázdús kőzet összenyomhatósága növekszik. Ez teljesen új eredmény volt és nagyon alátámasztotta az új kitérőelméletet. Hiszen a homlok előtti áthárított feszültségek tartományában a nagyobb pórusgáznyomású helyeken nagyobb összenyomódás következett be, amelynek eredményeként még nagyobb lett a pórusgáznyomás.

Érdemes megemlíteni, hogy a kísérleti berendezésünk egy talajmechanikai triaxiális berendezés volt, amit átalakítottunk. Víznyomás helyett levegőnyomás állt elő a triaxiális cellában egy kompresszor segítségével. A levegőnyomás állandó értéken tartása érdekében légkiegyenlítő tartályt iktattunk be. Németh Alajos érdeme volt a működő berendezés létrehozása.

Bányászati, fizikai-kémiai, termodinamikai, kőzetmechanikai, talajmechanikai ismereteimet összegezve tudtam megfogalmazni a gáztároló kőzet viselkedését mechanikai alakváltozásnál, majd megfejtetni a kitérősek okait. Az első lépés a végcél felé a Visonta környéki rétegvízfeltelés okozta talajsüllyedések vizsgálata volt, mert ekkor talákoztam először a pórusnyomás változás okozta jelenséggel.

5. A gáztároló kőzet viselkedése mechanikai alakváltozásnál

A kőzetben elhelyezkedő szabad és kötött gáz egyensúlyát a rendelkezésre álló térfogat, a pórusgáznyomás és a hőmérséklet egyértelműen meghatározza. Ha e három paraméter közül egy is megváltozik, a szabad gázfázis állapotváltozása, valamint a kötött és szabad gázfázis egyensúlyváltozása következik be, tehát termodinamikai és fizikai-kémiai változások mennek végbe. A gázdús kőzet rugalmas alakváltozásával – mivel az alakváltozás legnagyobb részét a pórusok és repedésrendszerek rovasára megy végbe – a szabad gáz térfogata megváltozik, azaz egy mechanikai változás (alakváltozás) termodinamikai, és fizikai-kémiai változások elindítója a kőzet-gáz rendszerben.

Ha a kőzetek pórusaiban folyadék, vagy gáz helyezkedik el és a pórusokat kitöltő médiumnyomás alatt van, akkor konzekvensen meg kell különböztet-

nünk egymástól a kőzet szilárd vázszerkezetében ébredő feszültségeket és a pórusokban elhelyezkedő folyadék, vagy gáz feszültségeit (nyomását) és a vizsgált tartományra ható külső terhelésből származó feszültségeket. A vizsgált közettartományra ható külső terhelés hatására létrejövő feszültséget összes, vagy totális feszültségnek szokás nevezni, a kőzet szilárd vázszerkezetében ébredő feszültség neve hatékony vagy effektív feszültség, a pórusokat kitöltő folyadékban, vagy gázban ébredő feszültség neve semleges feszültség, vagy pórusnyomás (pórusfolyadéknyomás, pórusgáznyomás). Ezek az ismeretek a talajmechanikából, illetve angol nyelvű kőzetmechanika könyvekből származnak. A pórusnyomás a közetszilárdságot csökkenti. A pórusnyomás közetszilárdságot csökkentő hatása a kőzetek belső ellenállásának belső súrlódásos mechanizmusából következik. A pórusnyomás csökkenti, semlegesíti a terhelésből származó totális normálfeszültséget, ezért a belső súrlódási ellenállás kisebb, a kőzet kisebb terhelés elviselésére képes. A pórusnyomás a kőzet belső súrlódási szögét és kohézióját nem befolyásolja. A fentiekből következik, hogy a pórusnyomás közetszilárdságot csökkentő hatása különösen a kis kohéziójú (repedezett), nagy belső súrlódású kőzeteknél jelentős.

A gáztároló kőzet természetes állapotában, amikor a kőzet szilárd vázszerkezetének alakváltozása, térfogatváltozása ütemében nem tud a gáz eltávozni, vagy odaszivárogni, a térfogatváltozással változik a pórusgáznyomás, amely befolyásolja a nyomószilárdság értékét. Tehát gáztároló kőzetnél a kőzet szilárdsága kapcsolatba kerül a kőzet térfogatváltozásával. Ez pedig a tönkremeneteli folyamatnak egészen más jelleget ad a pórusgáznyomás nélküli kőzet tönkremeneteléhez képest. Ha a kőzet igénybevétele olyan, hogy fajlagos térfogatcsökkenés következik be, s ilyen körülmények között kezdődik el a szilárd vázszerkezet tönkremenetele, akkor a szilárd vázszerkezet, mint egyik teherviselő elem fokozatos kiesésével a térfogatcsökkenés fokozódik, a pórusgáznyomásra hárítódik a terhelés, a pórusgáznyomás növekszik. A pórusgáznyomás növekedése a szilárdság csökkenését eredményezi, s így nagymértékben meggyorsul a tönkremeneteli folyamat. Ilyen körülmények között rövid idő alatt robbanásszerűen következik be a kőzet szilárd vázszerkezetének tönkremenetele, s közben a pórusgáznyomás megnövekszik.

Nemcsak a tönkremenetel megy végbe láncreakciószerűen, hanem a tönkremenetel előtti terhelésvétel is egyre gyorsul, mert az összenyomódással, a pórusgáznyomás növekedésével a rugalmassági modulus csökken, az összenyomhatóság növekszik. A tönkremenetelnél jelentkező láncreakciószerű folyamat csirái tehát már a terhelésvétel kezdetén megvannak.

6. A kőzet- és gázkitörések mechanizmusa

A gáztároló kőzetnek, mint teherviselő kőzet-gáz

rendszer tulajdonságainak előbbi szintű megismerése és a kitörések tapasztalati ismereteinek birtokában a kitörések létrejöttének mechanizmusa hipotetikus elemek közbeiktatása nélkül megfogalmazható. A bányászati gyakorlatban a kőzetnek mind a fajlagos térfogat csökkenésével, mind a fajlagos térfogat növekedésével együtt járó igénybevételre van példa. A kőzet-homlok (a vájvégén, az aknátalpon, legtöbbször a fejtés homlokán is) jelentkező igénybevétel és a bekövetkező tönkremenetel fajlagos térfogatcsökkenés mellett megy végbe. Ezzel szemben vágatok, aknák palástján a kőzet tönkremenetele fajlagos térfogattal növekedéssel jár együtt. Ha itt emlékeztetünk arra a tapasztalatra, hogy a kitörések mindig a munkahely homlokán, vagy ennek közvetlen közelében, a vájvégén, az aknátalpon, a fejtési homlokokon következnek be és a vágatok, az aknák palástján sohasem, akkor világossá válik, hogy a kitörések elengedhetetlen feltétele a kőzet fajlagos térfogatcsökkenése, összenyomódása.

A kitörések létrejöttének alapvető okai a pórus gáznyomásnak:

- kőzetszilárdságot csökkentő és
- a tönkremeneteli folyamatot felgyorsító hatása.

Maga a kitörés nem más, mint a teherviselő kőzet-gáz rendszer tönkremeneteli folyamata, amely robbanásszerűen megy végbe. A kitörés alapvető feltétele a gáztároló kőzet szilárdságát meghaladó igénybevétel, amely tönkremenetelt idéz elő. A kitöréshez még az is szükséges, hogy a kőzet tönkremenetel ne közvetlenül a homlokokon, hanem attól beljebb, zárt környezetben kezdődjön el, mert ellenkező esetben nem tud a gáz hatása érvényesülni.

A kitörés keletkezéséhez tehát több feltétel egyidejű kielégülése szükséges.

Ezek a következők:

- 1./ A gáztároló kőzetben pórus gáznyomás uralkodjon.
- 2./ A kőzethomlok előtti kőzettartomány kőzettérfogatot csökkentő igénybevétel alatt álljon.
- 3./ A kőzethomlok előtti kőzettartományban tönkremenetel kezdődjön el.
- 4./ A kőzet tönkremenetel ne a homlokokon, hanem beljebb, zárt tartományban, a homloktól megfelelő távolságban menjen végbe.

A kitörés beindulása utáni kezdeti gáznyomás csökkenés hatására – szén-gáz kitörésnél – nagy mennyiségű adszorbeálódott gáz szabadul fel, amely akadályozza a gáznyomás csökkenését a kitörés folyamata alatt, ezzel a folyamat fennmaradásának irányába hat.

Az elvi és laboratóriumi vizsgálataink eredményeit és az azokból levont következtetéseket gyakorlati tapasztalatok igazolják. Általános tapasztalat, hogy a gázlecsapolással érintett, tehát kisebb pórus gáznyomású széntelep állékonyabb, szilárdabb. Tapasztalat, hogy a jól kiszellőztetett, gázatlanodott szénhomlok nehezebben jövesztethető, tehát szilárdabb. Tapasztalat, hogy a kitöréseknél felszabaduló gázmennyiség fajlagos értéke (m^3/t) és a termeléshez tartozó fajlagos gázfelszabadulás hányadosa annál nagyobb, minél na-

gyobb a szén szilárdsága. Ez azt jelenti, hogy nagyobb szénszilárdságnál csak nagyobb gáztartalom, illetve pórusgáznyomás esetén következnek be kitörések. Tapasztalat, hogy a homokkő-gáz kitörések csak nagyobb porozitású homokkőveknél jönnek létre. Ez azt jelenti, hogy a tömöttebb, kisebb porozitású homokkővekben a gáznyomás szilárdságcsökkentő hatása kevésbé, vagy egyáltalán nem érvényesül.

A vágatok homloka előtti gáztároló kőzettartomány igénybevételére az alábbiak jellemzőek. A vájvég előtti kőzettartomány függőleges és oldalirányban, illetve minden ezek közé eső irányban az eredeti és áthárított feszültségnek van kitéve, a homlokra merőleges irányban ugyanakkor az eredetihez képest kisebb a kőzetzfeszültség, a homlokon zérus. A homlok előtti kőzettartomány ezért tönkremenetel szempontjából kedvezőtlen igénybevételű. A vájvég előtti kőzettartomány (közethenger) sugárirányban összenyomódik, tengelyirányban pedig megnyúlást szenved. A tengelyirányú megnyúlás jele az, hogy a vájvég sokszor szabad szemmel is jól érzékelhetően a szabad tér felé mozdul el. Ez a tengelyirányú elmozdulás, illetve az elmozduláshoz tartozó tengelyirányú alakváltozás két részből tevődik össze. Az egyik rész a homlok vízszintes megtámasztásának hiányából, a másik rész a sugárirányú összenyomódásból származik. A homlok vízszintes megtámasztásának hiánya miatti tengelyirányú elmozdulás a sugárirányú feszültségek leépülését jelenti. A vágat konvergenciája miatti feszültségáthárulás a homlok előtti közethenger sugárirányú feszültségeit növeli és ez a nagyobb hatás, ezért végső soron a közethenger térfogatváltozása térfogatcsökkenés.

A homlok előtti közethenger igénybevételének nagyságát, illetve térfogatának csökkenését befolyásolja a vágatba épített biztosítószerkezet vágatkonvergenciát akadályozó hatása. Minél nagyobb ez a hatás, azaz minél hatékonyabb a biztosítás, minél kisebb a konvergencia, annál kisebb a homlok előtti közethenger térfogatának csökkenése. A vágathomlok mögötti biztosítás fenti szerepét gyakorlati tapasztalatok is bizonyítják. Gyakorlati tapasztalat, hogy közvetlenül a kitörés előtt a homlok közelében beépített biztosítás fokozott és egyre növekvő terhelésnek van kitéve, a biztosítás „beharap”, recseg, ropog, nagymértékű szelvényesülést jön létre. Ez mind annak a jele, hogy a homlok előtt megindul a gáztároló kőzet tönkremenetele. Tehát a homlok előtti igénybevétel és mechanikai állapot hatással van a biztosítószerkezet terhelésére. Ez fordítva is így van, a biztosítószerkezet terhelésfelvétele hatással van a homlok előtti kőzettartomány igénybevételére és mechanikai állapotára. Továbbá perforálásnál szerzett tapasztalat, hogy bizonyos anyagmennyiség kinyerése után a vágat biztosítása erős nyomásba kerül. A homlok előtti anyagkivétel, sűrűség- és alakváltozás tehát hatással van a biztosítószerkezet terhelésére. Fordítva, a biztosítószerkezet terhelése is hatással van a homlok előtti kőzetsűrűsége, alakváltozásra. A homlok előtti kőzettartomány igénybevétele, mechanikai állapota tehát „in situ”

megfigyelésekkel is bizonyíthatóan kapcsolatban van a biztosítószerkezet terhelésével.

7. A kitörések létrejöttének paraméterei

A kitörések paramétereinek azokat a tényezőket kell tekintenünk, amelyek a kitörések létrejöttében meghatározó szerepet játszanak. Különleges szerepük van azoknak a paramétereknek, amelyek a kitörésveszély vágat, akna, fejtés esetében egyformán jellemzők. Ezen utóbbi paramétereket a kitörések fő paramétereinek kell tekintenünk.

Akár vágathomlokra, akár fejtési homlokra, akár aknatapra vonatkozóan vezetjük le a gáztároló kőzet tönkremeneteli feltételét, mindig

$$\frac{\sigma_c}{p_{max}} < \frac{tg^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}{1 - q} = \frac{B\phi}{1 - q}$$

eredményre jutunk,

ahol: q – ridegségi koefficiens, folyási határ-nyomószilárdság hányados ($q < 1$)

σ_c – egytengelyű nyomószilárdság

ϕ – belső surlódási szög

p_{max} – gáznyomás

Ez az összefüggés fejezi ki a kitörések létrejöttének alapvető feltételét, amely feltétel szükséges, de nem elégséges feltétele a kitörésnek. A kitörések alapvető feltételét kifejező egyenlőtlenség akkor áll elő, ha kicsi a kőzet nyomószilárdsága, nagy a közethomlok előtt kialakuló maximális pórúsgáz nyomás, nagy a kőzet belső surlódási szöge és ha a kőzet folyási határa minél jobban megközelíti a nyomószilárdság értékét, minél ridegebb a kőzet. A kitörések alapvető feltételét kifejező egyenlőtlenség számos lényeges kérdés magyarázatát teszi lehetővé. Választ kapunk pl. arra a kérdésre, hogy egyes esetekben miért elegendő egész kis pórúsgáz nyomás a kitörések bekövetkezéséhez, más esetekben miért csak jóval nagyobb pórúsgáz nyomásnál következnek be kitörések.

A fenti összefüggés mutatja, hogy ha a kőzet szilárdsága kicsi ($\sigma_c \rightarrow 0$), ridegsége nagy ($q \rightarrow 1$), akkor egészen kicsi ($p_{max} \rightarrow 0$) pórúsgáz nyomás elegendő a teherviselő kőzet-gáz rendszer tönkremeneteléhez, a kitörés bekövetkezéséhez. Ha kőzet-szilárdság nagy és a kőzet szívós (q kicsi), akkor nagy pórúsgáz nyomás szükséges a kitöréshez. Ki kell térnünk még néhány paraméterre, amelyeket ugyan nem tekinthetjük a kitörésveszély fő paramétereinek, de lényegesen befolyásolják a kitörésveszélyt. Ezek a természeti paraméterek:

- a gáztároló kőzet hézagtenyezője (e_0),
- a gáztároló kőzet rugalmassági modulusa (E)
- a gáztároló kőzet Poisson-száma (m)

Ezek a paraméterek a p_{max} befolyásolásán keresztül hatnak a kitörésveszélyre. Ha a közethomlok előtt kialakuló maximális pórúsgáznyomást (p_{max}) az eredeti pórúsgáz nyomás (p) függvényében fejezzük ki, akkor a teherviselő kőzet-gáz rendszer tönkremeneteli

felvételét kifejező egyenlőtlenségbe az e_0 , E , m paraméterek is bekerülnek. Az így kifejezett tönkremeneteli feltétel azonban már más-más egyenlőtlenséget ad vágat, fejtés, akna esetére, ezért a fő paraméterekkel kapcsolatos felfogásunknak megfelelően az e_0 , E , m paramétert nem tekinthetjük a kitörések fő paramétereinek.

Ha a gáztároló kőzet rugalmassági modulusa kisebb, akkor ugyanolyan igénybevételnél a kőzet térfogatváltozása, ezzel a pórúsgáznyomás változása nagyobb, ezért nagyobb a kitörésveszély. Ha a kőzet hézagtenyezője kicsi, akkor a pórúsgáznyomás érzékenyebben változik a kőzet térfogatváltozásával, ezért a kitörésveszély nagyobb. Ha a kőzet Poisson-száma nagy, akkor a közethomlok a kőzet a szabad térség felé kevésbé mozdul el, a térfogatcsökkenés nagyobb, ezzel a pórúsgáz nyomás növekedése nagyobb, ezért nagyobb a kitörésveszély. A kőzet hézagtenyezője, rugalmassági modulusa és Poisson-száma egymástól és a kőzet szilárdságától nem független mennyiségek. Általában tömöttebb, kisebb porozitású, hézagtenyezőjű kőzeteknek nagyobb a szilárdsága, rugalmassági modulusa és Poisson-száma is. Tekintettel arra, hogy alapvetően a kőzet nyomószilárdsága határozza meg a teherviselő kőzet-gáz rendszer tönkremenetelét szemben az E , m , e_0 paraméterekkel, amelyek a pórúsgáz nyomáson keresztül csak befolyásolják azt, ezért előfordul, hogy a nagyobb hézagtenyezőjű, vagy kisebb rugalmassági modulusú, kisebb Poisson-számú gáztároló kőzetnél mégis nagyobb a kitörésveszély, mert kisebb a kőzet szilárdsága. Pl. a donyeci és Ruhr-vidéki kitörést szenvedett homokkővek porozitása kb. kétszer akkora, szilárdsága pedig körülbelül fele a kitörést nem szenvedett homokkővekének.

8. A védőtelepes művelés kitörésveszélyt csökkentő hatása

A mecseki szénbányák adottságainál, amikor is több meredek dőlésű telepet műveltek omlasztásos fejtésekkel felülről lefelé sorrendben igen nagy jelentőségű módszer a kitörésveszély csökkentésére az ún. védőtelepes művelés. Az új kitörésmélet segítségével sikerült pontosítani a védőtelepes művelés jótékony hatásait.

A védőtelepes művelés során akár alá- vagy fölé fejtésről van szó, az érintett telepszakasz igénybevétele, összerhelése az átháruló feszültségek miatt kisebb lesz az előbbinél, térfogatnövekedés megy végbe a védett telepen. A térfogatnövekedés miatt csökken az eredeti pórúsgáz nyomás. A kőzet térfogatnövekedése miatt nyílnak az addig zárt repedések, s ezzel növekszik a telep hézagtenyezője, gázáteresztő képessége. A lejátszódó deformációk miatt repedezettebbé válik a védett telep, aminek következtében tovább nő a gázáteresztő képesség, csökken a zérus pórúsgáz nyomásra vonatkoztatott kohézió és szilárdság, csökken a rugalmassági modulus és Poisson-szám, csökken a kőzet ridegségi koefficiense. A gázáteresztő képesség növekedésével – ha a köztes rétegek is töredezték –

lehetőség nyílik a telep-gáz intenzív elszívására, ezzel a pórúsgáz nyomás további csökkenésére.

A védőtelepes művelés hatásmechanizmusa az alábbiak szerint fogalmazható meg: Az érintett telep szakaszon leterhelődés és ezzel térfogatnövekedés megy végbe, amely miatt a pórúsgáznyomás csökken. A leterhelődés, térfogatnövekedés, alakváltozás nyitja az addig zárt kőzetrepedéseket, új repedések is keletkeznek, ezért nagyságrendekkel megnövekszik a kőzet gázáteresztő képessége, a kőztes rétegek repedésrendszerén keresztül lehetőség nyílik a tárolt gáz elszívására, a pórúsgáznyomás további hathatós csökkenésére, így a védett telepben később üreɡnyitásnál a kőzethomok előtt lényegesen kisebb pórúsgáznyomás alakulhat csak ki. A repedezettség kialakulásával továbbá a telep ridegsége csökken. Ezeknek a paramétereknek ilyen változása nagymértékben csökkenti a kitérésveszélyt. A kőzet belső súrlódási szöge gyakorlatilag nem változik, így ez nem változtatja a kitérésveszélyt. A védett telep repedezettségével a kohézió csökken, amely a kitérésveszély növekedése irányába hat. Ezt a hatást azonban felülmúlja a ridegség és pórúsgáznyomás csökkenése, ezért a védett telep kitérésveszélyessége végeredményben mindig csökken.

A legutolsó szakvélemény, amit kőzet- és gázkitörések tárgyban készítettem a Pécsi Erőmű Rt. felkérésére 1997 októberében íródott „Szételepek kőzetzfizikai és gázdinamikai paramétereinek időbeni változása Zobák-bányán” címmel. Itt az időbeliség volt a fő kérdés. A paraméterek változását 1993 decemberében készített „Több telepes föléfjtések együttes hatásainak értékelése” című tanulmányom tárgyalta. Ez a tanulmány az új kitéréselmélet alapján a védőtelepes művelés hatászonáját nagymértékben kiterjesztette, így lehetővé vált a koncentrált termelés, amely gazdasági eredményeket hozott egészen az üzem bezárásáig.

Itt említtem meg, hogy Zobák-bányán 1986-tól a bánya bezárásáig (2000. 01. 31.) Erdélyi László okleveles bányamérnök volt a főmérnök és igen kiváló bányamérnökök Pusztafalvi János, Muhel Illés, Ország Imre, Rábai Ottó voltak a munkatársai, akikkel számtalanszor konzultálhattam. Úgy vezették a kőzet- és gázkitörésveszélyes bányát, hogy az említett időszakban komolyabb baleset Zobák-bányán nem történt. Ez megsüvegező eredmény volt.

A Kutatási Osztályról főképpen Nyers József okl. bányamérnök volt segítségemre, aki 1987-ben doktori értekezést védett meg „Szén-és gázkitörések előrejelzése a mecseki szénmedencében” címmel. Elárulom, hogy szívesen segítettem doktori disszertáció kimunkálásában ipari kollégáimnak, mert a konzultációk során sokat tanulhattam tőlük. Ők azt tudták amit én nem, így aztán a konzultációk során sok gyakorlati ismeretre tehettem szert.

Ha visszagondolok, hogy mi is tette lehetővé a kőzet- és gázkitörések okainak feltárását, akkor az ismeretek komplexitását tudom kiemelni. Ezek:

- Bányászati ismeretek a kitérések körülményeiről
- Fizikai-kémiai ismeretek a gáztárolásról

- Bányaművelés-kőzetmechanikai ismeretek az áthárított feszültségek vonatkozásában vágathomlok és aknátalp előtt
- Talajmechanika ismeretek
- A kőzet-gáz rendszer viselkedésének tanulmányozása térfogatcsökkenés és térfogatnövekedés hatására (geomechanika)
- A kőzet-gáz rendszer tönkremeneteli elméletének kidolgozása amely láncreakciószerű folyamat.

Zobák-bánya bezárásával (2000) a kőzet- és gázkitörések többé nem jelentettek veszélyt Magyarországon. Mégsem mentek veszendőbe a témakörben tett erőfeszítéseim, hiszen ezeknek a kutatásoknak a folyományaként született meg a „Geomechanika” tantárgy (1976), amit azóta is oktatnak a Műszaki Földtudományi Karon. A geomechanika alapja a kőzetmechanika, amelyet a nemzetközi híró Richter Richárd professzortól tanultam. Művelt ember volt, beszélt németül és franciául, oda volt a francia szellemiségért.

A geomechanika a kőzetmechanikán alapul, de több annál, a kőzet-folyadék, kőzet-gáz rendszerek jelenségeivel foglalkozik. Számos ilyen jelenség van, köztük a kőzet- és gázkitörések, a hidraulikus kőzetrepesztés, az olaj- és gázipar fűrólyukai körüli mechanikai állapotok, a rétegvízfelvonás által előidézett felszínmozgások, és a geotechnika (talajmechanika) számos káros jelensége.

1976-ban kialakítottam a geomechanika oktatott tárgykörét, majd megírtam a Geomechanika I. (1987) és a Geomechanika II. (1989) egyetemi jegyzeteimet. Az oktatott tárgykör változásainak megfelelően az újabb ismeretekhez később oktatási segédleteket írtam. Ilyen a hidraulikus kőzetrepesztésen alapuló kőzetmechanikai „in situ” mérés, amely geomechanikai ismereteket feltételez.

2010-ben írtam egy oktatási segédletet „Vízépítési földgátak állékonyságának geomechanikai kérdéseiről” címmel. Ebben főleg a gátak oldalirányú elcsúszásának kérdéseivel foglalkozom. Szó van arról, hogy a stabilitás alapvető paraméterei a gát talpszélessége és a pórúsvíznyomás a gáttal alatt.

Talán sokan emlékezünk még a nemrégiben (2010. október 4.) bekövetkezett kolontári iszap-katasztrófára, amikor a Mal Zrt. ajkai zagytározójának X-es kazettájából mintegy egymillió köbméter vörös iszap zagy zúdult a környezetre. Kolontáron és környékén az elárasztás halálos áldozatokat is követelt.

A bekövetkezett jelenség is a geomechanika tárgyköréhez tartozik. A X-es kazetta sarka nyílt szét, úgy hogy az északi falat (töltést) a saroknál a tárolt zagy nyomása elnyomta észak felé, és az északi fal leszakadt a saroknál a nyugati falról. A keletkezett résen – amely egyre bővült – hatalmas mennyiségű lúgos zagy ömlött hirtelen a környezetre. A tározót 1980-1990 között tervezték, majd helyezték üzembe. Résfal, illetve injektált vízzáró fal épült a tároló fala közelében a szennyezett talajvíz torlasztására. Ezért a gátak környezetében terepszintig emelkedő talajvízszinttel kellett számolni.

Tudni kell, hogy a tározók határoló töltéseinek stabilitása szempontjából alapvető paramétere a talpszélesség. Itt az északi fal talpszélessége 56 méter volt, a nyugati fal talpszélessége – amely épen maradt – 90 méter volt. Miért? Hiszen az északnyugati sarokban észak felé és nyugat felé is ugyanaz az oldalnyomás terheli a határoló falakat, de az északi fal stabilitása csak 2/3-a volt a nyugati fal stabilitásának. Tudni kell, hogy a talpszélesség nem arányosan, hanem progresszíven változtatja az állékonyság biztonsági tényezőjét. A kétharmados talpszélesség mint egy 50%-os biztonsági tényezőt jelentett az északi falnál a nyugati falhoz viszonyítva. Ennek megfelelően az északi fal csúszott észak felé az északnyugati saroknál.

De van itt más is, ami kifogásolható. A tározók úgy működnek, hogy a trapéz keresztmetszetű gátakon bizonyos vízszivárgás lehetséges, amely víz (zagy) a tározó külső lábvonálánál, mint csurgalék víz jelenik meg és beszivárog a földbe, zagy esetén szennyezve a talajvizet.

Az úgynevezett szivárgási vonal alatt a tároló gátjának pórusai telített állapotban vannak, a talp alatt pórusvíznyomás ébred. Ez a pórusvíznyomás csökkenti a gát alatt a talaj szilárdságát.

A tározó feltöltésével egyrészt egyre nagyobb oldalirányú nyomás terheli a tároló falait, másrészt egyre magasabban húzódik az úgynevezett szivárgási vonal, ezért a talp alatt egyre nagyobb a pórusvíznyomás, egyre kisebb az altalaj szilárdsága. Vagyis a feltöltéssel rohamosan csökkent a tároló gátjának stabilitása, illetve ennek biztonsági tényezője. Előnyös ha a gát-talp alatt a talajvízszint mélyebben húzódik, mert így kisebb pórusvíznyomás keletkezik a gáttest alatt, ezért kevésbé csökken a szilárdság.

Víztározók gátjainál, egyébként mindent elkövetnek annak érdekében, hogy a gáttestbe beszivárgó vizet minél inkább elvezessék, csökkentsék a gát talpa alatt a pórusvíznyomást, ezzel a gát stabilitását növeljék. A X-es kazettánál ennek ellenkezőjét érték el a talajvíz duzzasztásával.

Végső soron a katasztrófát – véleményem szerint – a pórusvíznyomás hatásának alábecslése okozta. Ezt az is bizonyítja, hogy a baleset egy kéthónapos intenzív esőzés után következett be, amikor is a térségben az átlagos csapadék 2,4 szerese hullott le.

Geomechanika nélkül nem tudtuk volna eredményesen vizsgálni a Pécs–Mecsekszabolcsi felszínemelkedéseket (1998), amelyeket a bányák bezárása után a bányavíz visszatöltődése okozott. A felszín emelkedések a sűrűn beépített területen épületkárokat okoztak. Az egyre szaporodó épületkárok miatt a Bányavagyongazdálkodási felújította a korábbi hét darab mérési vonalon a geodéziai méréseket, és azt tapasztalták, hogy a felszín emelkedik. Nem akarták elhinni, mivel ilyet még sohasem tapasztaltak. Többször megismételték a méréseket, ellenőrizték az alappontokat, (hátha azok süllyedtek), de el kellett fogadni a sokszor nem is kismértékű (8-10 cm) felszínemelkedéseket.

Németh József korábbi fő bányamérő, aki korábban a Pécs-komlói szénmedence aláfejtett területein, egyes helyeken 20 m süllyedést is mért, most teljesen le volt döbbenve a felszín emelkedésektől.

Felkérésre foglalkoztam az üggyel és arra a megállapításra jutottam, hogy a korábbi bányaművelés, mintegy 250 méter vastag omlásos, és repedékes kőzettartományt idézett elő a lefejtett telepek között és fölött. A bányavíz emelés megszűnésével az emelkedő bányavíz feltöltötte ezt a kőzettartományt, amelynek az alja, mintegy 35 bar víznyomás alá került. Ez a víznyomás tágítja ezt a kőzettartományt, amely csak függőleges irányban képes tágulni. Ha csak egy ezrelék a tágulás, akkor ez 250 méter lazult kőzettartomány fölött 25 cm emelkedést jelent. Szerencsére csak 0,5 ezrelék volt a tágulás, ezért 12,5 cm-nél nagyobb felszínemelkedéseket nem mértek. Végeredményben megállapítottuk, hogy a soha nem tapasztalt felszínemelkedések a bányavíz feltöltődés miatt keletkeztek.

Az uránbányászat IV. aknáját a bányahatóság be akarta zárni, mert az akna egyre nagyobb értékben elmozdult (1994). A bánya igazgatója (Varga Ernő) telefonált, hogy sürgősen keressem föl, mert nagy bajban vannak. Megállapítható volt, hogy az akna mozgását nem a bányaművelés okozza. Ezt azonnal láttam. Ha ugyanis a bányaművelés okozta volna, akkor elferdült volna az akna, viszont ez az akna függőleges maradt, egy vető mentén elcsúszott. A vetőmozgást a repedékes-vizes ösztet vízleszívása okozta, amely már az akna mélyítésekor elkezdődött. A mozgás már az aknamélyítés során elkezdődött, amikor még nem is volt bányaművelés. Erre a később már regisztrált mozgások időfolyamatából lehetett következtetni. Az akna a bezárás előtt ekkor megmenekült, sajnos nem sokkal később gazdasági okok miatt bezárták.

Továbbá nem tudtuk volna vizsgálni a Mecsekérc északi bányauzemeinek vízfeltöltődése következményeit, de nem vizsgálhattuk volna a hidraulikus repesztés közetmechanikáját sem (2008). A geomechanika nélkül továbbá nem vizsgálhattuk volna a Csabrendek – Nagytárkány környéki váratlan felszíni mozgásokat sem (2008), amelyek régen felhagyott bauxit-fejtések vízelárasztása miatt jöttek létre.

A borsodi területen a rétegvíz veszélyes bányák vízlecsapolása környezetében (Felsőnyárád 2001) a templomok is megsüllyedtek a fixnek vélt geodéziai pontokkal együtt. Ugyanez történt Sajómercsén is, ahol a rétegvíz megcsapolás vetőmozgásokat és épületkárokat okozott. Geomechanika nélkül ezeket a jelenségeket sem vizsgálhattuk volna eredményesen.

Geomechanika nélkül nem vizsgálhattuk volna az alábbi esetet sem. A várpalotai szénbányászatban (SII bánya) sorra mentek tönkre a nagy értékű önjáró berendezésekkel felszerelt frontfejtések. A szituáció az volt, hogy a művelészentelep fölött vízzáró agyagréteg húzódott e réteg fölött viszont víztároló homokréteg tetemes pórusvíznyomással. A víznyomás terhelte az alatta húzódó agyagréteget és a fejtési biztosítószerkezeteket. A jó megoldás a víznyomás csökkentésében

rejtett, amit meg is valósítottak és a fejtési haváriák megszűntek (1986). Normál esetben a kőzetnyomás a fejtési homlok elé hárul tehermentesítve ezzel a fejtési biztosítószerkezeteket. A víznyomás azonban nem tud áthárulni, ez okozta a bajt.

A geotechnikában (talajmechanikában) van a kőzet- és gázkitörések mechanizmusához igen hasonló jelenség. A felszíni gátépítéskor a gát alatti talajrétegek a többletterhelés hatására összenyomódnak, a pórusvolumen csökken. Ha olyan a szituáció, hogy a gát alatt a felszínhez közel két agyagréteg között egy rétegvízzel telített homokréteg húzódik, akkor abban a

porusvíznyomás gátépítéskor megnövekszik, a szilárdság lecsökken, akár zérus értékűre is. Ilyenkor a ráépített gát szétesősül, tönkremegy. Itt is megvan a terhelésnövekedés, pórusvolumen-csökkenés, pórusnyomás-növekedés bezárt térben, majd a szilárdságvesztés és tönkremenetel, mint a kitöréseknél.

Az utolsó tanszéki segédletet **2020-ban** írtam „Meddőhányók geomechanikai tervezési kérdései” címmel. A meddőhányókban mindig van talajvíz, pórusvíznyomás, még a külső hányókban is. Ezért az állékonyság vizsgálat nem nélkülözheti a geomechanikát.

PROF. DR. SOMOSVÁRI ZSOLT 1941. augusztus 30-án Miskolcon született, iskoláit is itt végezte. 1960-ban a Bláthy Ottó Villamosenergiapari Technikumban érettségizett. 1960-ban felvételt nyert az NME Bányamérnöki Karára, ahol 1965-ben bányaművelőmérnöki oklevelet szerzett. 1965-ben az NME Bányaműveléstani Tanszékén kezdett dolgozni Richter Richárd professzor mellett. Kutatási területe kezdetben a kőzetmechanika-, a biztosítószerkezetek mechanikája, ezen belül a kőzetmozgások-bányakárok. 1967-ben egyetemi doktori címet, 1974-ben kandidátusi címet szerzett. 1966-70 között egyetemi tanársegéd, 1970-77 között egyetemi adjunktus. 1978-1988 között egyetemi docens, majd 1988-tól egyetemi tanár, 1987-től a műszaki tudomány doktora.

1980-85 között a Bányamérnöki Kar szakszervezeti titkára, 1986-1987-ben a Bányamérnöki Kar dékánhelyettese, majd 1987-1994 között a Bányamérnöki Kar dékánja. Ebben az időszakban a szilárdásványbányászat leépülésével szükségszerűvé vált az oktatási profil jelentős átalakítása, amelynek irányítója.

1989-től elnöke az Igazságügyi Műszaki Szakértői Bizottság Bányamérnöki Albizottságának. 1995-től elnöke az MTA BTB Geotechnikai Munkabizottságának. 2001-től két ciklusban társelnöke az MTA Bányászati Tudományos Bizottságnak. 2002-2008 között elnöke a Miskolci Akadémiai Bizottság Bányászati- Föld- és Környezettudományi Szakbizottságának.

1993-94 között a Környezetgazdálkodási Intézet igazgatója. 1994-2006 között a Geotechnológiai és Térinformatikai Intézet (később Bányászati és Geotechnikai Intézet) igazgatója. 2011-től Professor Emeritus.

1964 óta az OMBKE tagja. Az OMBKE Egyetemi Osztályának megalakulásakor 1972-1976 között az Osztály titkára, majd egy ciklusban az Osztály elnöke (1981-85).

Megkezdtek a világ első fosszilismentes acéljának gyártását Svédországban

Az SSAB, az LKAB és a Vattenfall 2016-ban megalakította a HYBRIT-et, a Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology-t, azzal a céllal, hogy technológiát fejlesszen ki a fosszilismentes vas- és acélgyártáshoz. A cél az, hogy fosszilismentes acélt szállítsanak a piacra, és a technológiát ipari méretekben demonstrálják már 2026-ban. A HYBRIT technológia használatával az SSAB képes csökkenteni Svédország teljes szén-dioxid-kibocsátását körülbelül tíz százalékkal, Finnországot pedig körülbelül hét százalékkal.

2021 júliusában az SSAB Oxelösund jó eredménnyel hengerelte az első acélt, amelyet HYBRIT technológiával, azaz szén és koksz helyett 100%-ban fosszilis energia használatától mentesen, hidrogénalapon gyártottak. Az acélt most szállítják az első ügyfélnek, a Volvo csoportnak.

Az illetékes vezetők sajtónyilatkozataiból szemezgetve az alábbiakat olvashatjuk:

„A világ első fosszilismentes acélja nemcsak az SSAB számára jelent áttörést, hanem bizonyítéka annak, hogy lehetséges az átállás, és jelentősen csökkenthető az acélipar globális szénlábnyoma. Reméljük, hogy ez másokat is arra ösztönöz majd, hogy felgyorsítsák a zöld átállást” – Martin Lindqvist, az SSAB elnök-vezérigazgatója.

„Az ipar és különösen az acélipar jelentős kibocsátást okoz, de egyben fontos részét képezik a megoldásnak. Az

átmenet előmozdításához és a világ első fosszilismentes jóléti államává váláshoz elengedhetetlen az üzleti élet, az egyetemek és a közszféra közötti együttműködés. A HYBRIT partnerség keretein belül végzett munka az egész iparág fejlődését hajtja, és egy nemzetközi modell” – Ibrahim Baylan svéd kereskedelmi és ipari miniszter.

„Ez egy döntő mérföldkő és egy fontos lépés egy teljesen fosszilismentes értéklánc létrehozása felé a bányától a kész acélig. Most együtt megmutattuk, hogy ez lehetséges, és az utazás folytatódik. Ennek a technológiának a jövőbeni iparosításával és a termék ipari méretekben történő előállítására való átállással lehetővé tesszük az acélipar számára az átállást. Ez a legnagyobb dolog, amit együtt tehetünk az éghajlatért” – Jan Moström, az LKAB elnök-vezérigazgatója.

„Nagyon örvendetes, hogy a HYBRIT partnerség ismét fontos lépést tesz előre, és hogy az SSAB most előállíthatja az első fosszilismentes acélt és megkezdte az értékesítést. Ez azt mutatja, hogy az együttműködés hogyan járulhat hozzá a kibocsátás csökkentéséhez és az iparágak versenyképességének növeléséhez, hozzájárul ahhoz, hogy egy nemzetközileg belül lehetővé váljon a fosszilismentes élet” – Anna Borg, a Vattenfall elnök-vezérigazgatója.

Az optimista sajtónyilatkozatok nem szólnak a technológia részleteiről, a termelés volumenéről, gazdasági vonatkozásairól és arról sem, milyen módon történik a szükséges hidrogén előállítása.

Újabb, részletesebb hírekről be fogunk számolni. VT

A nyersanyagelőkészítés területén alkalmazott egyszemcse törési vizsgálatok kritikai áttekintése

MÁRKUS IZABELLA REBEKA PhD hallgató

DR. RÁCZ ÁDÁM egyetemi docens

DR. MUCSI GÁBOR egyetemi tanár

Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet, Miskolc, Egyetemváros



Bevezetés

Az aprítás a nyersanyagelőkészítés egyik legenergiaigényesebb művelete és ezáltal az egyik legköltségesebb is. A folyamatba bevezetett összes energiának nagyságrendileg az ~1%-a hasznosul a szemcsék törése során [1]. Az aprítási műveletek energiaszükségletét a feldolgozott nyersanyag típusa, keménysége, szövetszerkezete, repedések gyakorisága, összetétele, a hibahelyek gyakorisága a kristályszerkezetben együttesen határozza meg. Egy ipari törőberendezés energiaszükséglete jellemzően 180 kW és 1200 kW között változhat, őrlés esetében tágabb határok között mozog. Egy bányászati beruházás energiaszükségletének nagyjából 30-50%-a, de egyes nagyon kemény ércek esetében akár 70%-a, az aprítás energiaszükséglete [2]. Az aprítás energiaszükséglete globális szinten a villamosenergia-termelés megközelítőleg 4%-át teszi ki [1] [3]. A nagy energiaszükséglet és a kis hatásfok miatt az aprítási folyamatok optimalizálása, hatékony technológiák kialakítása napjainkban is jelentős kérdés, részben a CO₂ kibocsátás csökkentés miatt, részben pedig az anyagi vonzata miatt [4] [5].

A különböző törési és őrölhetőségi vizsgálatok az aprítási folyamatok tervezésének, optimalizálásának nélkülözhetetlen elemei. Az egyes őrölhetőségi vizsgálatok, mint a Bond-, Hardgrove- és Zeisel-módszer, jó információt szolgáltatnak az anyag őrölhetőségéről, gyakran és rutinszerűen alkalmazott módszerek a 20. század első felétől. Ugyanakkor ezen módszerekkel kapott eredmények elsősorban a különböző típusú malmok esetében alkalmazhatók legnagyobb pontossággal [6]. Eltérő berendezések esetében ezen módszerrel kapott őrölhetőségi értékek esetenként az aprítómű méreteinek túlbecsüléséhez vezethetnek. Ezen vizsgálatok továbbfejlesztésére számos törekvés is született a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán [7] [8] [9], amelyek nagyobb mértékben figyelembe veszik az őrlés üzemi körülményeit, (pl. emelt hőmérséklet, heterogén feladás), amellet hogy relati-

ve gyorsan szolgáltat eredményt. Az aprítógépekben végzett törési kísérletek jó információt szolgáltatnak az anyag viselkedéséről az adott típusú törőberendezésben, viszont ez esetben maga a berendezés hatása is érvényesül az aprítás során. Ha csak maga az anyag eltöréséhez szükséges minimális energiát, illetve az aprító berendezésben végbemenő aprítás elemi folyamatait szeretnénk tanulmányozni az egyszemcse törési kísérletek alkalmazása elengedhetetlen [10]. Az egyszemcse törési kísérletek eredményei napjainkban a folyamat optimalizálás elsődleges eszközeként szolgáló modellezések szempontjából is nélkülözhetetlen információval szolgálnak [11] [12].

Az egyszemcse törési kísérletek az aprítás során végbemenő számos jelenség felfedezésére, tisztázására alkalmazott vizsgálati módszer. Leggyakrabban a törési jelenség, az energia és a szemcseméret-csökkenés kapcsolatának, valamint a törési folyamat energiafelhasználása és a különböző energiaveszteségek vizsgálatára alkalmazzák. Ezen túl gyakran alkalmazott módszer a szemcseméret, szemcsealak, az anyag fizikai tulajdonságainak és az igénybevételi mód törési folyamatra gyakorolt hatásának vizsgálatára. A törési folyamat és tönkremenetel modellezéshez szükséges törési jellemzők meghatározásához szintén alkalmazhatók a módszercsoportokhoz tartozó egyes vizsgálatok [13].

Az egyszemcséken végzett törési kísérletek a nemzetközi angol nyelvű szakirodalomban igen elterjedt, gyakran alkalmazott és kutatott módszercsoport, ugyanakkor a magyar nyelvű szakirodalma a témának hiányos, ezért célunk jelen tanulmánnyal, hogy a vizsgálatcsoportokhoz tartozó elterjedtebb eljárásokat magyar nyelven is ismertessük és összefoglaljuk.

Egyszemcse törési vizsgálatok osztályozása

Az egyszemcse törési vizsgálat igénybevételi mechanizmusa a törőberendezés igénybevételi mechanizmusát kell reprezentálja az eredmények kor-

relálhatósága érdekében [14] [15]. Az egyszemcse törési kísérleteket az igénybevétel módja és az érintkezési pontok száma szerint osztályozhatók, ennek alapján három csoport különíthető el: ütközéssel egy felületen, ütközéssel két felület között és lassú nyomás két felület között. Az első csoportba tartozó vizsgálatok esetében az ütközés egy szilárd felülettel történik, ami általában valamilyen nagy szilárdságú acéllemez. A szemcse mozgási sebessége, illetve mozgásba hozása alapján megkülönböztetünk nagy ütközési sebességű (high-impact velocity) és kis ütközési sebességű (low-impact velocity) eljárásokat. A kis ütközési sebességű eljárások esetében a szemcse mozgásba hozása a gravitáció hatására történik, míg a nagy ütközési sebességű eljárások esetében vagy sűrített-levegővel vagy centrifugális erő alkalmazásával történik a szemcse felgyorsítása. Ezen eljárás csoporthoz egy kivétellel, nem kapcsolódnak konkrét kifejlesztett vizsgálati berendezések vagy eljárások. Az egyetlen kivétel a forgó együtöközéses vizsgálóberendezés (angolul: rotary impact tester) képezi. A vizsgálati módszercsoportozáshoz tartozó eljárások és vizsgálati berendezések jelentős része a második csoportba tartozik, vagyis az ütközéssel történő igénybevétel két felület között játszódik le. Ebben a csoportba tartozik: az esősúlyos, a kétingás az osztott Hopkinson rudas vizsgálat. A harmadik csoportba tartozó eljárások kivitelezés egytengelyű nyomószilárdság átadására alkalmas berendezésben vagy rögzített tengelyű hengeres törővel történik, de ezek alkalmazása kevésbé elterjedt.

Esősúlyos vizsgálat (Drop weight test)

Az egyszemcse törési vizsgálatok egyik legegyszerűbb és gyakran alkalmazott módszere az esősúlyos vizsgálat. A 20. század második felében számos berendezés látott napvilágot, amelyek működési elve nagyjából azonos volt: különböző nyersanyagok törési függvényét és a töréshez szükséges energia kapcsolatát vizsgálta. A vizsgálat elvégezhető egyedi mintadarabokon, mint fűrőmagok, kőzet darabok, illetve szemcsehalmazon, utóbbi esetben viszont csak a halmaz viselkedéséről kapunk információt, a halmazt alkotó egyes szemcsékről nem.

A vizsgálati berendezés elvi rajzát az 1. ábra mutatja be. A tetszőleges méretű és tömegű súlyt egy csörlőberendezés pontosan meghatározott magassáig emeli és ott megtartja, majd a vizsgálat során egy kioldó szerkezet elengedi a súlyt, amely az ülőn elhelyezett mintára esik. Az aprítási energia a súly tömegének, ejtési magasságának változtatásával módosítható, amely a következő összefüggéssel adható meg:

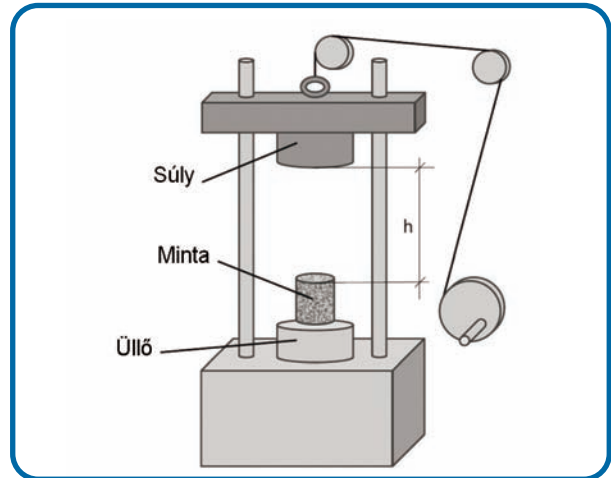
$$E_a = m_b \cdot g \cdot (h_k - h_v) \quad [m^2 \text{ kg/sec}^2]$$

ahol m_b a súly tömege [kg] és h_k a súly aljának magassága az ejtést megelőzően [m] és h_v a súly aljának magassága az ejtést követően [m]. Ebből a fajlagos

aprítási energia számítható a szemcse tömegének ismeretében:

$$E_{faj} = E_a / m_{sz} \quad [kWh/t]$$

ahol m_{sz} a szemcsék átlagos tömege [g].



1. ábra: Esősúlyos vizsgálati berendezés [6]

A törést követően a keletkezett töret szemcseméret eloszlásának meghatározása szitaelemzéssel történik. A kiindulási anyag 1/n-ed részénél kisebb szemcseméretű töret és az aprítási energia között a következő összefüggés írható fel:

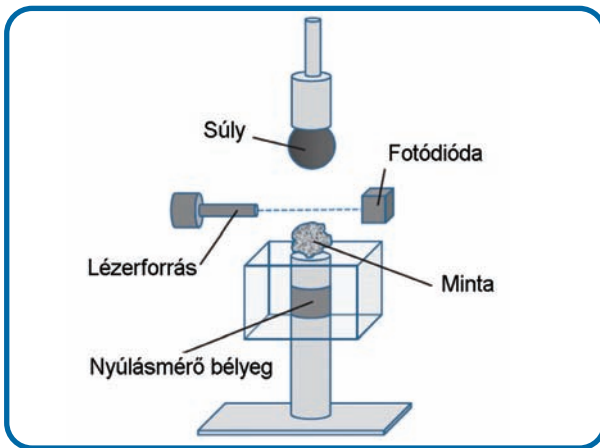
$$t_n = A \cdot (1 - e^{-b \cdot E_{faj}})$$

ahol E_{faj} fajlagos aprítási energia [kWh/t], A és b a kőzetre jellemző paraméterek, amelyek függvény illesztéssel kaphatók meg. Leggyakrabban a t_{10} indexet szokták csak számolni. A módszer előnye, hogy a berendezés egyszerű, ezért a hitelesített mérőberendezéseken túl számos kutatólaboratórium épített saját berendezést, a törési energia széles tartománya, a széles szemcseméret tartomány, rövid kivitelezési idő miatt, illetve abból kifolyólag, hogy végezhető vele szemcsehalmazok törési vizsgálata is. A módszer hátránya, hogy az egyes törési fázisok, illetve a törést megelőző deformáció energia szükséglete nem mérhető. Hátrányként szintén megemlíthető a kiindulási anyag szemcseméretének és alakjának hatása a törésre [16] [17].

Műszerezett esősúlyos vizsgálat (Instrumented drop weight test)

Legelterjedtebb változata a gyors terheléses erőmérő cellával (ultrafast load cell device – UFLC) szerelt esősúlyos berendezés. A módszer elve hasonló, mint az előzőekben bemutatott esősúlyos módszeré. A berendezés alkalmas a szemcse törése során elnyelt energia pontos meghatározására. A berendezés mintatartója egy hosszú, függőleges acélrúd, amelyre egy pár nyúlásmérő bélyeget helyeznek el (2. ábra). A vizsgálati anyagot, amely lehet egyedi szemcse vagy szemcsehalmaz, a rúd tetejére helyezik. Az igénybe-

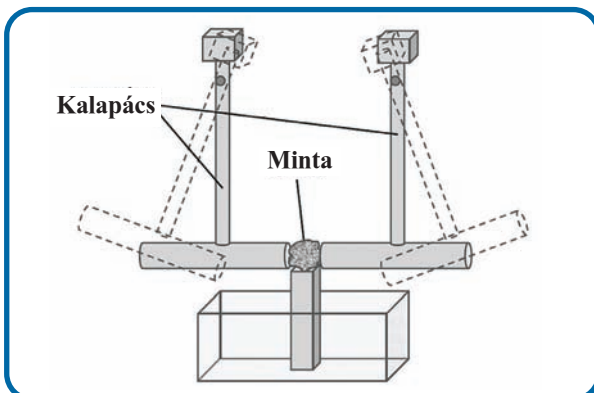
vétel egy gömb alakú súly ráejtésével történik. A berendezés kiegészül egy lézer forrással és fotodiódával, amely az eső súly sebességének meghatározását szolgálja. A súly ejtését követően a mintatartóban terjedő lökeshullámokat a nyúlásmérő bélyegek érzékelik és az ezekhez csatlakoztatott Wheatstone hidban feszültség változást idéz elő, amelyet az erre alkalmas digitális eszközök rögzítenek az idő függvényeként. A szemcse vagy szemcsék által elszorított nyomás nem direkt módon mérhető, hanem számítható az eső súly sebességéből és a mintatartó deformációjából/összenyomódásából. További részletek a mérés kiértékelésével kapcsolatosan Tavares és King [10] munkájában olvashatók.



2. ábra: Gyors terheléses erőmérő cellával szerelt esősúlyos berendezés [6]

Kétingás vizsgálat (Twin pendulum test)

A módszer kidolgozásának alapötlete az volt, hogy a már fent leírt ejtési vizsgálatok során a minta által a mintatartónak átadott energia és ezáltal az energiavesztesség kiküszöbölhető legyen [19]. A vizsgálati berendezés egy mintatartóból és két ingára szerelt kalapácsból áll. A mintatartóra rögzített egyedi szemcse törése a meghatározott magasságból elengedett két ingára szerelt kalapács között történik. A kalapácsok ejtését addig kell ismételni, amíg a szemcse tönkremegy, miközben a kalapácsok szögkitérését folyamatosan növekedik.



3. ábra: Kétingás vizsgáló berendezés [6]

A törési munkaindex a következő összefüggéssel adható meg [16]:

$$CW_i = \frac{(53,5 * C_B)}{\rho_p} \text{ [kWh/t]}$$

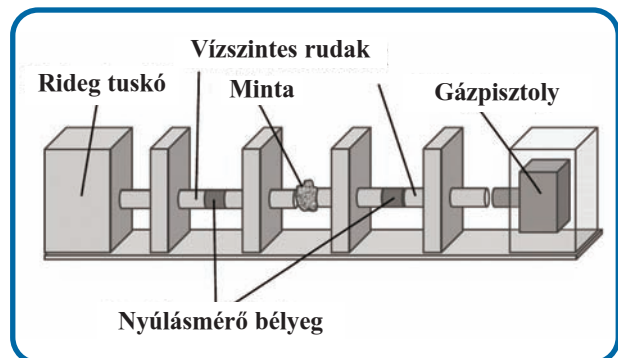
ahol ρ_p a szemcse sűrűsége [g/cm^3], C_B a becsapódási energia, amely a következő összefüggéssel számolható:

$$C_B = \frac{117 * (I - \theta)}{d_p} \text{ [J/mm]}$$

ahol d_p a szemcse vastagsága [mm] és θ az utolsó kalapácslendítés szögkitérése.

Osztott Hopkinson rudas vizsgálat (Split Hopkinson pressure bar test)

A módszer az anyagvizsgálatban, közetmechanikában gyakran alkalmazott eljárás a feszültség terjedés okozta deformáció vizsgálatára. A kísérleti berendezés két hosszú vízszintes rúdból áll, ezek csak rugalmas alakváltozást szenvedhetnek a vizsgálat során. A két rúd közé kerül elhelyezésre a vizsgálati minta, amely keménysége kisebb, mint a rudaké. A mechanikus igénybevétel generálása többféle módon történhet, de a leggyakoribb a gázipisztoly. A gázipisztolyból kilőtt lövedék becsapódik az ütést átadó rúd, amely a maga rendjén az első vízszintes vizsgálati rúdnak ütközik. Az ütközés hatására az első rúdban feszültség hullámok keletkeznek, amelyek egy része eléri a második vízszintes rudat, míg egy része vissza verődik és ismét eléri az első rudat. A deformációs hullámok terjedése nyúlásmérő bélyegekkel mérhető. A mintának átadott impulzus egyenesen arányos a mintában fellépő feszültséggel, a minta töréséhez szükséges energia számolható ebből. Az első rúdnak átadott energia ismert, a második rúdnak átadott és a visszaverődött feszültség hullámok energiájának összege is, a kettő különbségét feltételezhetően a minta nyeli el, ez fedezi az alakváltozáshoz és tönkremenetelhez szükséges energiát. A feszültség hullámok többszörös oda vissza terjedését és a minta ismételt igénybevételét egy impulzusblokkoló szerkezet akadályozza meg [20].



4. ábra: Osztott Hopkinson rudas vizsgálati berendezés vázlatos rajza [6]

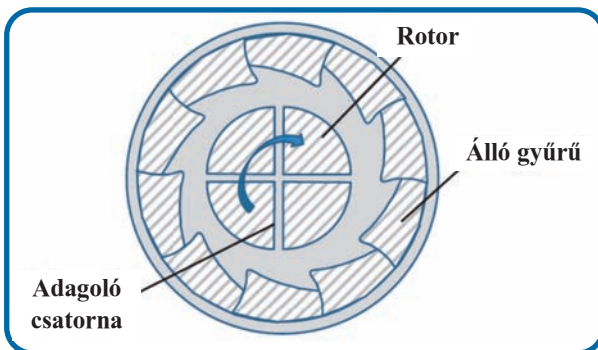
Forgó együttözéses vizsgálóberendezés (Rotary single impact tester)

Az egyszemcse törési vizsgálatcsoporthoz tartozó, előzőekben leírtakhoz viszonyítva új eljárás a forgó együttözéses vizsgálati módszer. Előnye, hogy egy vizsgálat során több egyedi szemcse törési vizsgálata is elvégezhető, kevésbé időigényes, széles szemcseméret tartományra alkalmazható (1,4–45 mm), pontosan beállítható a törési energia és az eredmények könnyen reprodukálhatók [21]. A kör keresztmetszetű vizsgálati berendezés tengelye körül egy adagoló csatornával ellátott rotor helyezkedik el. A vizsgálati anyag feladása a zárt berendezésbe egy külső adagoló csatornán keresztül történik. Az anyag felgyorsítása az adott fordulatszámra forgó rotor által történik a centrifugális erő hatására. A rotort elhagyva a szemcse a fűrészfog szerű kialakítású álló gyűrűnek csapódik. A fűrészfogszerű kialakítás lehetővé teszi a szemcsék merőleges becsapódását.

Az egyes szemcsék ütközésének fajlagos energiája a következő összefüggéssel adható meg:

$$E_{cs} = \frac{E_k}{m} = \frac{0,5 \cdot m \cdot V_i^2}{m} = 0,5 \cdot V_i^2 \text{ [J/kg]}$$

ahol m a szemcse tömege [kg] és V_i^2 az ütközés sebessége [m/s].



5. ábra: Forgó együttözéses vizsgálóberendezés vázlatos rajza [6]

Az egyszemcse törési vizsgálatok gyakorlati alkalmazása:

Az egyszemcse törési vizsgálatok eredményeinek felhasználása a gyakorlatban igen szerteágazó, a teljesség igénye nélkül a továbbiakban néhány alkalmazást mutatunk be. Az esősúlyos vizsgálatok eredményeit úttörőként Narayanan és White [22] alkalmazta, a törési energia és a töret szemcseméret eloszlás kapcsolatának vizsgálatára. Eredményeiket a golyósmalomban végbemenő folyamatok, a törési függvény és a berendezés energiaszükségletének modellezésére alkalmazták. Genc és munkatársai [23], Umucu és munkatársai [24] ezt továbbfejlesztve a módszerrel a törési energia, valamint a törési index (t_n) közötti összefüggéseket vizsgálták a kiindulási anyag szemcseméretének figyelembevételével, ezzel fókuszálva a

szemcsemérettől függő törési viselkedésre, amely a golyós- és autogénmalom modellezése esetén pontosabb modellek megalkotásához elengedhetetlen. Tavares és King [10] a gyors terheléses erőmérő cellával a fajlagos törési energiát és a szemcse törést megelőző deformációjához szükséges energiát mérte, utóbbi a szemcse szilárdsággal hozható összefüggésbe. A módszer segítségével egy vasérc aprítómű anyagáramain végeztek méréseket, arra a következtetésre jutva, hogy a nagyobb szilárdságú szemcsék a zárt körfolyamatosan üzemelő golyósmalomban dúsult, mivel a nagyobb szilárdságnak köszönhetően ezen szemcsék törési valószínűsége kisebb. Kvarcdús érc esetében az aprítást megelőző hőkezelés hatását vizsgálták a törési energiára, igazolva, hogy a módszer alkalmas a robbantás, hőkezelés és előaprítás által okozott szerkezetkárosítás számszerűsítésére. A kétingás vizsgálatot Weedon és Wilson [25] a különböző vasérc rakodása során bekövetkező aprózódás előrejelzéshez használta, Shoo és munkatársai [26] a szén rakodása során bekövetkezett aprózódás vizsgálatára alkalmazta a módszert. A módszerrel kapott eredmények a különböző nyersanyagok rakodása során bekövetkező aprózódás modellezéséhez elengedhetetlen [13]. Bbosa és munkatársai [20] az osztott Hopkinson rudas vizsgálatot alkalmazta a szemcsék törésének vizsgálatára. Egyrészt a szemcse alak hatását vizsgálva, arra a következtetésre jutottak, hogy a gömbölyű szemcsék könnyebben törnek, mint a szögletes szemcsék, mivel nagyobb mennyiségű energia elnyerésére képesek. Vizsgálataik során bebizonyították továbbá azt is, hogy a szemcse törési energiájánál kisebb energiájú igénybevételek esetén az ismételt igénybevételek hatására is bekövetkezhet a szemcse törése, ugyanakkor ez esetben a törés bekövetkeztéhez szükséges energia jelentősen nagyobb lesz, mint egyetlen igénybevétel esetén. A forgó együttözéses vizsgálati berendezést számos nemzetközi bányászati cég alkalmazza a gyakorlatban, ugyanis az eljárással gyorsan kapható pontos információ az anyag törési jellemzőiről és ezáltal valós időben optimalizálható a törési folyamat [27].

Összefoglaló

Az egyszemcse törési vizsgálatok a nemzetközi gyakorlatban gyakran alkalmazott vizsgálati eljárások, melyek jelentősége az aprítási folyamatok hatékonyságának javítására tett törekvések fokozódásával egyre nagyobb jelentőséget nyernek. A bemutatott eljárások esetében a műszerezettség jellemzően nem összetett, a mérések kiértékelése egyszerű összefüggésekkel elvégezhető. A bemutatott vizsgálati eljárások, az esősúlyos vizsgálat, a műszerezett esősúlyos vizsgálat, kétingás vizsgálat, osztott Hopkinson rudas vizsgálat a két felület között történő igénybevételek, míg a forgó együttözéses vizsgálat az egy felületen történő igénybevételek anyagra gyakorolt hatásának vizsgálatára alkalmas berendezések. A vizsgálatok

során kapott eredmények számos kérdés feltárására alkalmazhatók, mint azt a bemutatott gyakorlati alkalmazások is alátámasztják. Ilyen kérdések a törési jelenség, az energia és a szemcseméret-csökkenés kapcsolat, a törési folyamat energiafelhasználása és az energiavesztességek vizsgálata, a szemcse mérete és fizikai tulajdonságainak hatása a törési jelenségre. Mindezek a vizsgálatok hozzájárulnak az energiaintenzív aprítási folyamatok mélyebb megértéséhez, fejlesztéséhez és optimalizálásához.

Köszönetnyilvánítás

„A kutatómunka a Miskolci Egyetem „Felszín alatti erőforrások hatékonyabb kiaknázása és hasznosítása” című projektjének részeként, az Innovációs és Technológia Minisztérium támogatásával zajló Tématerületi Kiválósági Program keretében valósult meg. (Támogatói Okirat ikt. szám: NKFIH-846-8/2019)”

IRODALOM

- [1] *J. Donovan, M. Karfakis*: „A fracture toughness based model for the prediction of jaw crusher power consumption”, Paper presented at the Gulf Rocks 2004, the 6th North America Rock Mechanics Symposium (NARMS): Rock Mechanics Across Borders and Disciplines, ARMA/NARMS 04-545
- [2] *T.J. Napier-Munn, S. Morell, R.D. Morrison, T. Kojovic*: „Mineral Comminution Circuits: Their Operation and Optimization”, JKRC Series in Mining and Mineral Processing, Julius Kruttschnitt Mineral Research Center, The University of Queensland, 1996, p. 413
- [3] *J. Jeswiet, A. Szekeres*: „Energy consumption in mining comminution”, 23rd CIRP Conference on Life Cycle Engineering, Procedia CIRP 48, p. 140 – 145, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.03.250
- [4] *D. Legendre, R. Zevenhoven*: „Assesing the energy efficiency of a jaw crusher”, Energy 74, 2014, pp. 119-130, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.04.036>
- [5] *A. Tosun, G. Konak*: „Development of a model estimating energy consumption values of primary and secondary crushers”, Arab. J. Geosci (2015) 8, 2015, p. 1133-1144, doi: 10.1007/s12517-013-1260-3
- [6] *A. Mwanga, J. Rosenkranz, P. Lamberg*: „Testing of ore comminution behavior in the geometallurgical context-A review”, Minerals 2015, 5, p. 276-297, doi:10.3390/min5020276
- [7] *B. Csőke, Á. Rác, G. Mucsi*: „Determination of the Bond work index of binary mixtures by different methods”. International Journal of Mineral Processing 123, 2013, p. 78-86, doi: DOI:10.1016/j.minpro.2013.05.004
- [8] *G. Mucsi, Á. Rác, G. Mag, G. Antal, B. Csőke*: „Volume based closed-cycle Hardgrove grindability method”. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 34 (4), 2019, p. 9-17, doi: 10.17794/rgn.2019.4.2
- [9] *G. Mucsi*: „Fast test method for the determination of the grindability of fine materials”, Chemical engineering research and design 86 (4), 2008, p. 395-400, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2007.10.015>
- [10] *L. M. Tavares, R. P. King*: „Single-particle fracture under impact loading”, Int. J. Miner. Process. 54, 1998, p. 1–28, doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-7516\(98\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0301-7516(98)00005-2)
- [11] *B. Bonflis, G.R. Ballantyne, M.S. Powell*: „Developments in incremental rock breakage testing methodologies and modelling”, International Journal of Mineral Processing 152, 2016, p. 16–25
- [12] *F. Saeidi, L. M. Tavares, M. Yahyaei, M. Powell*: „A phenomenological model of single particle breakage as a multi-stage process”, Minerals Engineering, Volume 98, 2016, p. 90-100, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2016.07.006>
- [13] *L. M. Tavares*: „Chapter 1 Breakage of Single Particles: Quasi-Static”, A. D. Salman, M. Ghadiri, M. J. Hounslow (szerk), Handbook of Powder Technology, Elsevier Science B.V., Volume 12, 2007, p. 3-68, doi:
- [14] *S. R. Krogh*: „Crushing characteristics” Powder Technology, volume 27, 1980, p. 171-18, doi: [https://doi.org/10.1016/0032-5910\(80\)85019-4](https://doi.org/10.1016/0032-5910(80)85019-4)
- [15] *M.M. Bwalya, N. Chimwani*: „Development of a More Descriptive Particle Breakage Probability Model”, Minerals 2020, 10, 710, doi: <https://doi.org/10.3390/min10080710>
- [16] *D. Gan, F. Gao, Y. Zhang, J. Zhang, F. Niu, Z. Gan*: „Effects of the Shape and Size of Irregular Particles on Specific Breakage Energy under Drop Weight Impact”, Shock and Vibration, vol. 2019, Article ID 2318571, 2019, doi: <https://doi.org/10.1155/2019/2318571>
- [17] *F. Shi*: „A review of the applications of the JK size-dependent breakage model: Part 1: Ore and coal breakage characterisation”, International Journal of Mineral Processing, Volume 155, 2016, p. 118-129, doi: <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2016.08.012>
- [18] *L. M Tavares, R.P King*: „Single-particle fracture under impact loading”, International Journal of Mineral Processing, Volume 54, Issue 1, 1998, p. 1-28, doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-7516\(98\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0301-7516(98)00005-2)
- [19] *F. C. Bond*: „Crushing tests by pressure and impact”, Mining Technology, Technical Publication No. 1895. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 169, 1946, p. 58-65
- [20] *L. Bbosa, M.S. Powell, T.J. Cloete*: „An investigation of impact breakage of rocks using the split Hopkinson pressure bar”, The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy, vol. 106, 2006, p. 291-296
- [21] *T. Kojovic, F. Shi*: „Update on the JKRB (JKMRC Rotary Breakage Tester)”, CSRP'08: Delivering Sustainable Solutions to the Minerals and Metals Industries: 2nd Annual Conference, Brisbane, Australia, 2008, p. 43-46
- [22] *S. S. Narayanan, W.J. Whiten*: „Breakage characteristics for ores for ball mill modelling”, Proc. Australas. Inst. Min. Metall. No. 286, June, 1983, p. 31-39
- [23] *Ö. Genc, L. Ergün, H. Benzer*: „Single particle impact breakage characterization of materials by drop weight testin”, Physicochemical Problems of Mineral Processing, 38, 2004, p. 241-255

- [24] Y. Umucu, V. Deniz, N. Unal: „An evaluation of modified product size distribution model based on t-family curves for three different crusher”, Physicochem. Probl. Miner. Process. 49(2), 2013, p. 473–480, doi: <https://doi.org/10.5277/ppmp130209>
- [25] D. M. Weedon, F. Wilson: „Modelling iron ore degradation using a twin pendulum breakage device”, International Journal of Mineral Processing, Volume 59, Issue 3, 2000, p. 195-213, doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-7516\(99\)00066-6](https://doi.org/10.1016/S0301-7516(99)00066-6)
- [26] R.K. Sahoo, D.M. Weedon, D. Roach.: „Degradation model of Gladstone Port Authority's coal using a twin-pendulum apparatus”, Advanced Powder Technology. 15, 2004, p. 459-475, doi: [10.1163/1568552041270545](https://doi.org/10.1163/1568552041270545)
- [27] F. Shi, T. Kojovic, S. Larbi-Bram, E. Manlapig: „Development of a rapid particle breakage characterisation device-The JKRBT”, Minerals Engineering 22, 2009, p. 602–612, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2009.05.001>

MÁRKUS IZABELLA 2012-ben szerzett geológus BSc oklevelet a kolozsvári Babes-Bolyai Egyetemen, majd 2014-ben geológusmérnök MSc valamint 2021-ben bányá- és geotechnikai mérnök MSc okleveleket a Miskolci Egyetemen. Jelenleg a Miskolci Egyetem Mikoviny Sámuel Doktori Iskolájának PhD-hallgatója, kapcsolódva a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti EljárásTechnikai Intézetben folyó kutató és oktató munkához.

DR. RÁCZ ÁDÁM előkészítéstechnikai mérnök (2008), a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti EljárásTechnikai Intézetének egyetemi docense. PhD fokozatát 2014-ben szerezte a Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskolában. Fő kutatási területe a mechanikai eljárásTechnika, azon belül is kiemelten foglalkozik a finomörlés és a nem-rideg anyagok aprítása területeivel. Oktatási területei a hulladékElőkészítés, ásványElőkészítés, előkészítéstechnikai gépek és berendezések. Eddig összesen 84 tudományos közleménye jelent meg.

DR. MUCSI GÁBOR előkészítéstechnikai mérnökként szerzett diplomát a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán 2002-ben, majd 2009-ben védte meg PhD disszertációját. A ranglétra minden fokozatát végigjárva jelenleg a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti EljárásTechnikai Intézet egyetemi tanára. Ezidáig 113 TDK dolgozat, szakdolgozat, diplomatervezés és disszertáció készült szakmai vezetése mellett. Eddig összesen 67 ipari K+F+I munkában és 33 pályázati projektben tevékenykedett, sok esetben vezetői szerepben. 14 alkalommal vett részt külföldi egyetemen vendégoktatóként. 2019-ben habilitált a Miskolci Egyetemen. Kutatási területe a finomörlés, a szilárd hulladékok előkészítése és hasznosítása, különös tekintettel az ipari hulladékok mechanikai aktiválása reaktivitásuk szabályozása érdekében, geopolimer, hulladékok szinergikus hasznosítása. 2013-tól a Műszaki Földtudományi Kar tudományos ügyekért felelős dékánhelyettese, majd 2020-tól a kar dékánja.

Grönland betiltja az uránbányászatot, blokkolva a ritkaföldfémekkel kapcsolatos hatalmas projektet

A Greenland Minerals beszünteti részvételét a ritkaföldfémekkel kapcsolatos grönlandi kutatásokról zajló konzultációkban, miután a grönlandi parlament elfogadta azt a törvényjavaslatot, amely betiltja az uránbányászatot és -kutatást a területén, ami gyakorlatilag megakadályozza a Kvanefjeld ritkaföldfém-projekt további fejlesztését, amely a világ egyik legnagyobb érckutató programja. A projektet az ausztrál Greenland Minerals szorgalmazza. 2020-ban megkapta az előzetes jóváhagyást, és jó úton haladt az előző kormány végleges jóváhagyása felé. Bár a bányavállalat nem adott ki közleményt az ügyben, részvényeivel 2021 november 10-én leállították a kereskedést, amely „*felfüggesztve marad a társaság közleményének megjelenéséig*” – áll az Ausztrál Értéktőzsdének küldött közleményben.

Az uránbányászat és -kutatás betiltására vonatkozó döntés az áprilisban megválasztott párt kampányígéretének eredménye. A parlament által 2021. november 9-én elfogadott jogszabály, ami tiltja a 100 ppm-nél magasabb koncentrációjú uránérc feltárását, összhangban van az új koalíciós kormány stratégiájával, amely arra irányul, hogy Grönlandot környezetbarát, környezettudatos úticéllé jelenítse meg. Az új szabályozás tartalmazza azt a lehető-

séget is, hogy megtilthassák más radioaktív ásványok, például a tórium feltárását.

A jégborítottság fokozatos csökkenése Grönlandon azt idézte elő, hogy a bányavállalatok egyre nagyobb érdeklődést mutattak az ásványokban gazdag sziget iránt. Réztől és a titántól a platináig és a ritkaföldfémekig mindent kutatnak Grönlandon, mivel az elektromos járművek motorjaihoz és az úgynevezett zöld forradalomhoz szükségesek ezek a nyersanyagok. Grönland jelenleg két bányának ad otthont: anortozitbázisú titánércet, valamint nemeskorundot (rubint és rózsaszín zafírt) termelnek ki. Az áprilisi választások előtt a sziget számos kutatási és bányászati engedélyt adott ki, hogy diverzifikálja gazdaságát, és végül megvalósítsa hosszú távú célját, a Dániától való függetlenséget.

Az Egyesült Államok kormánya a közelmúltban gazdasági segélycsomagot terjesztett ki Grönlandra a Joe Biden-kormányzat azon erőfeszítéseinek részeként, hogy biztosítsa a kritikus ásványok, különösen a ritkaföldfémek Kinán kívülről történő szállítását. Donald Trump volt elnök felajánlotta a sarkvidéki sziget megvásárlását, hogy segítsen kezelni a kínai dominanciát a ritkaföldfémek piacán.

mining.com híryangya alapján VT

Az Integrált Rezervoár Modellezési Elmélet alkalmazása az Algyő-2 Tároló egy szekciójára

DR. SCHULTZ VERA MAGDOLNA, DR. HEINEMANN E. ZOLTÁN Montanuniversität Leoben



A szerzők a Target Pressure and Phase Method (TPPM)-elvény alapuló integrált rezervoár modellezési technikát alkalmazták az Algyő-2 rezervoár egy szegmensére. A módszer a területen üzemeltetett 26 olajtermelő és 14 vízbesajtoló kút termelési adatait 55 éves üzemidőre 5%-os hibakorlátan belül illesztette. Ez jóval felülmúlja a termelési múltillesztési (history matching) technikával máig elért eredményeket. A cikk tárgyalja, hogy a hagyományos megközelítés miért nem lehet hasonlóan eredményes. A szerzők szerint célszerű lenne a módszert az Algyő-Pannon tárolókra széleskörűen alkalmazni.

Bevezetés

Közhiedelem, hogy a múltillesztés sikerével a modell egyben alkalmassá válik az előrejelzésre. Pedig ezt mind az ipari gyakorlat, mind kutatási eredmények cáfolják. 2001-ben a PUNQ¹ projekt bizonyította, hogy a geológiai modell kis eltérése is jelentősen befolyásolja a múltillesztés munkaigényét, valamint a modell előrejelző képességét (Bos, 1999 és Barker, Cuypers, 2001). Ismert, hogy a múltillesztés megfelelő kontroll hiányában megalapozatlan anomáliákat vezethet be, melyek a statikus modell minőségvesztésével járnak (Mittermeir, Steiner 2016). A gyakorlat mutatja, és a szerzők meggyőződése, hogy egy megbízható előrejelzés csak reális statikus modelltől kiindulva érhető el. A Modell Validáció (MV) fogalma a statikus modell alkalmasságának annak dinamikáját is figyelembe vevő vizsgálatát jelenti. A szerzők szerint a hagyományos módszerek sikertelenségének egyik oka, hogy a MV elmarad a rezervoár paraméterek lokális módosítása előtt és közben. A PHDG tagjai által először 2010-ben publikált ún. „Target Pressure and Phase Method” (TPPM) segítségével az MV a modellépítés bármely állapotában megtörténhet. A csoport az utóbbi évtizedben egy MV-n alapuló integrált (statikus + dinamikus) modellezési eljárást dolgozott ki.

A Délkelet-Magyarországon a MOL által üzemeltetett Algyő-2 tároló több száz különböző rendeltetésű kútjának viselkedését máig nem sikerült hagyományos rezervoármérnöki módszerekkel kellő minőségben reprodukálni. E munka során ugyanazon geológiai modellt vettük alapul, amely a MOL a legutóbbi múltillesztésének is kiindulópontja volt. Ebből kifolyólag a módszerekkel elérhető eredmények összehasonlítása megtörténhet az objektumon, mégpedig annak alapján, hogy a reprodukálható-e ezekkel az objektum múltbéli viselkedése, valamint adható-e az így létrehozott modellekből megbízható előrejelzés.

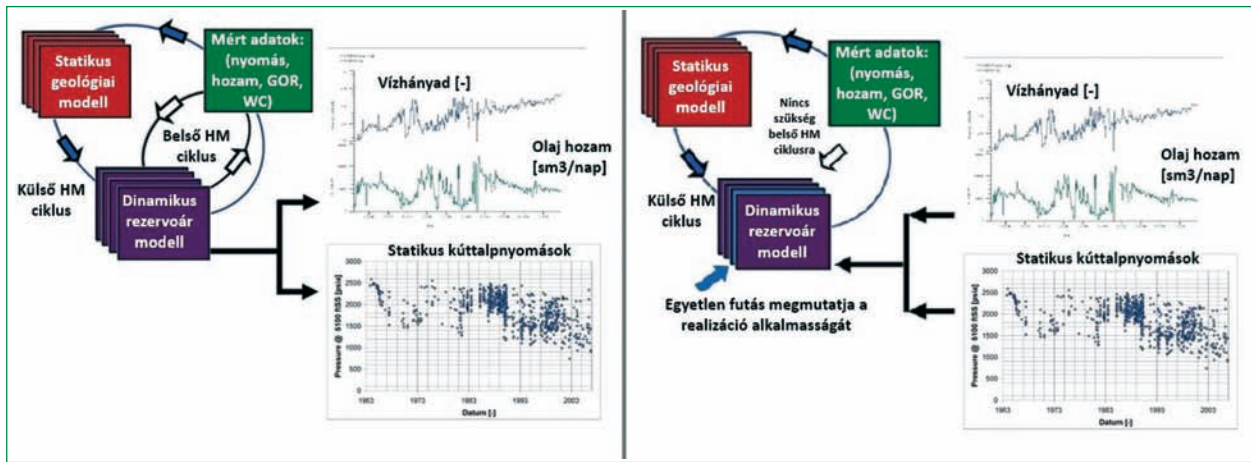
A History Matching (HM) és a Model Validation (MV) módszerek különbsége

Mindkét iteratív módszer arra törekszik, hogy a modell kutak hozama és nyomása a teljes üzemidőre vonatkozóan egyezzen a valós kutakéval, azonban a két megközelítés alapvetően különbözik.

HM Módszer: A kiinduló pont egy prior rezervoár geológiai modell, amelyen a kutakat fizikai szabályszerűségeknek megfelelően üzemeltetik. Ezek természetesen nem tudják a mért hozamokat és nyomásokat produkálni ezért az eljárás kompromisszumot kénytelen kötni. A kutak a történeti háromfázisú termelési üteme helyet csak a folyadék hozamot (olaj és vízfázis összege), teleptérfogati hozamot (olaj, víz és gázfázisok pillanatnyi térfogatának összege) vagy talpnyomást veszik figyelembe. Ennek megfelelően nem csak a modell és a valós kutak, hanem a telep és modelljének a viselkedése is, mindenkor különbözik. A HM megkísérli a geológiai modell paramétereinek módosításával (és nem a modell re-interpretációjával) az ellentmondásokat redukálni. A modell és valós kutak azonossága azonban a végső állapotban sem lesz elérhető.

MV Módszer: A kezdő lépés azonos a HM-ével azonban az MV alapvetően más irányban keresi a kompromisszumot. A modell kutak nominálisan a történelmi olaj-, víz- és gázhozammal termelnek, amire azonban ténylegesen nem képesek ezért a hiányzó mennyiségeket a kút környezetéből pótolják, illetve a többletet oda helyezik el. Ez a térfogat része a kút által ténylegesen megcsapolt rezervoárrésznek, azaz a fizikai értelemben vett gyűjtőterületének. A modellező feladata, hogy ezeket az időben is változó kutankénti megcsapolt térfogatókat azonosítsa, valamint paramétereit meghatározza úgy, hogy ezek a volumenek lépésről lépésre a kutak köré zsugorodjanak. A különbség a HM-hez viszonyítva, hogy minden kút, és természetesen a telep egésze is, mindvégig a célhozamokkal üzemel. Ennek köszönhetően a modell mindenkor a valós objektum egy lépésenként pontosodó reprezentációjának tekinthető.

¹ Production forecast with UNcertainty Quantification



1. ábra: A HM és MV modellépítési megközelítések különbsége (Heinemann, Mittermeir, 2010)

Az 1. ábra illusztrálja a két iteratív megközelítést (Heinemann és Mittermeir 2010). A HM egy realizáció kútjainak működtetése során nem képes mindhárom fázis történelmi hozamát inputként kezelni, így a víz-hányadokat és gáz-olaj viszonyokat outputként szolgáltatja. A HM eljárás sikerének esélye ismeretlen. Rendszerint csak hosszadalmas illesztési munka után váltanak egy új geológiai koncepcióra. Ezzel szemben az MV a valós objektum összes mérési adatát inputként kezeli. A geo-modellező azonnal korrekcióra kényszerül, ha az aktuális modell ezeknek ellentmond. Az MV-vel elkerülhető egy alkalmatlan modellváltozat illesztésébe fölöslegesen fektetett munka. Egy alkalmas modellen a kívánt állapot eléréséhez még szükséges paraméterváltoztatás sikere azonban garantált.

A TPPM munkafolyamata

Az MV effektív gyakorlati alkalmazását a TPPM technológia eszközkészlete teszi lehetővé. Az alkalmas geológiai modell kiválasztásától a rezervoár teljes életciklusát leírni képes modell eléréséig három lépés különíthető el. Ezek mindegyikében a modellező a célnak megfelelően tetszőlegesen használhatja a TPPM1. funkcióit.

1. lépés: A prior rezervoár-geológiai modell konverziója az áramlási modellezésre alkalmas modellre, vagyis a geo-grid konverziója egy flow-grid-re, majd az így konstruált modell érvényesítése. Ez azt jelenti, hogy az adott rezervoár objektumok modelljének minden időben tartalmaznia kell minden fázis szükséges mennyiségét az adott (mért) nyomáson. Ellenkező esetben, a TPPM megmutatja az eltérések okát, helyét és idejét.

2. lépés: Egy integrált rezervoár modell megalkotása. Ez magában foglalja a geológiai modell pontosítását, amely történhet szubjektív módon (trial-and-error) vagy az 1. lépés ismétlését. Amennyiben a modell már nem kíván szerkezeti változtatást, úgy a TPPM eljárás integrált része kell legyen a paraméter modellezésnek.

3. lépés: A modell előrejelző képességének bizonyítása. A modellt előrejelző módban kell üzemelni,

az utolsó 3-5 évre érvényes kondíciók alatt. Amennyiben a modell képes reprodukálni ezt az időt, úgy az a további 3-5 évre is bizalommal alkalmazható. Az előrejelzésre több módszer is elképzelhető, kezdve az egyszerű decline-curve számítástól a különféle probabilisztikus megközelítésekig.

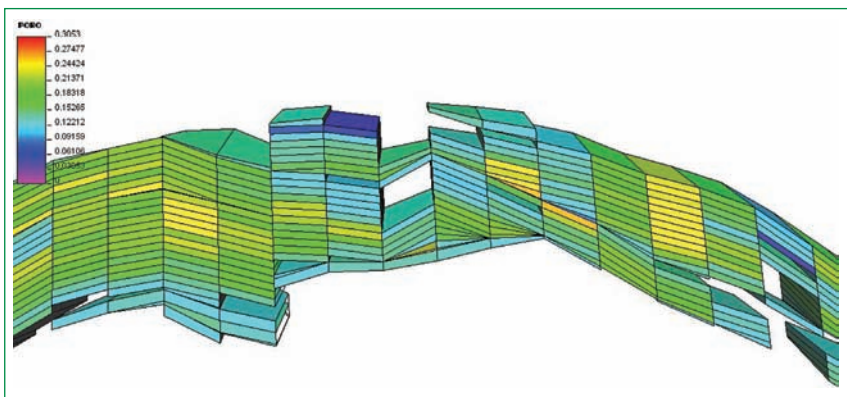
Az Algyő-2 tároló

Az Algyő-2 nagy gázsapkás heterogén olajtelep, a MOL által Délkelet-Magyarországon üzemeltetett Algyői olajmező része. A folyamatos termelés 1965-ben kezdődött a Tápé-1 kúttal. 1969-től egyes olajkutak átképzésével, valamint e célra fűrt kutak létesítésével vizet sajtoltak az olaj, a víz és a gáztestbe egyaránt. 1973 és 1983 között gázt is sajtoltak be, majd 2004 és 2009 között a gázsapkát is termeltették. A MOL 2014-ben egy polimer-tenzid pilot projektet is indított a területen (Puskás et al., 2017). Az egyes kutak részese-dése a teljes termelésben kiegyensúlyozatlan, jellemző az ingadozó hozam, és a széles skálán mozgó víz-hányad és gáz-olaj viszony.

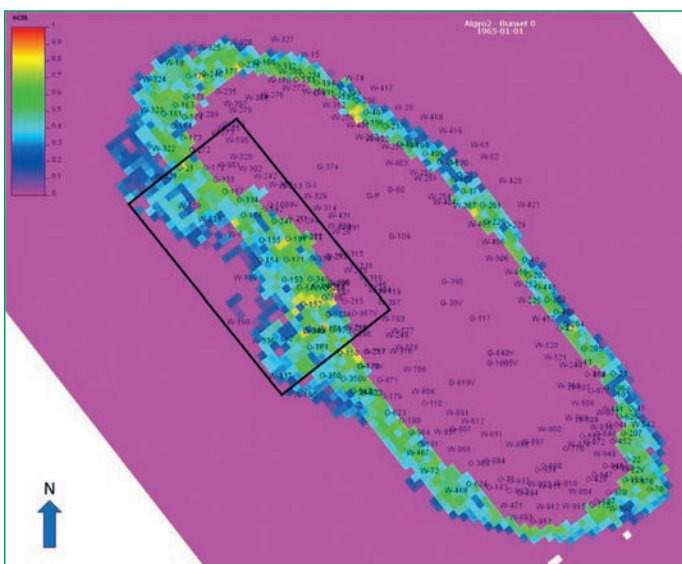
A 2016. évi telepgeológiai átértékelés sztochasztikus megközelítést alkalmazott a tárolóképes és záró rétegek korrelálására. A MOL erre alapozva készített egy ECLIPSE szimulációs modellt és bocsátotta rendelkezésre. Az itt alkalmazott rácsháló mérete 150x150 m, a kialakított rétegek átlagos vastagsága 1 m körül van. A cellák jellemzően laposok, a kiékelődéseknél erősen deformáltak (2. ábra). Az egymással szomszédos helyzetű cellák mindenhol kommunikálnak, a 18 vető mindegyike áteresztő. A paramétereloszlásban rétegzettség nem figyelhető meg. Az alkalmazott vágási értékek (cut-off) alapján számos cella nem rezervoár minőségű. A szerzőknek nem volt oka kételkedni abban, hogy az átvett adatokból a geológiai modell rekonstruálható, így ez képezhetette az MV kiindulópontját.

A szektor kiválasztása

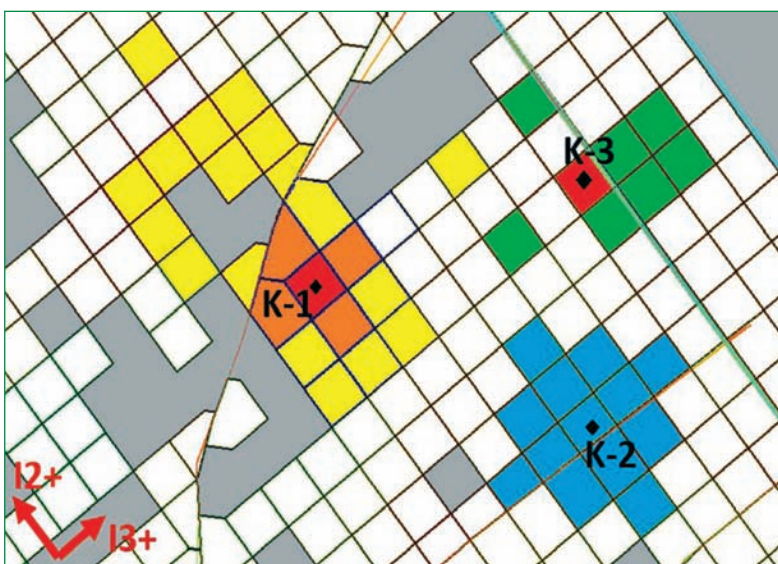
A TPPM alkalmazására a MOL és a PHDG egyetértésben a telep leginkább frekvenciált szegmensét



2. ábra: A MOL-tól kapott szimulációs modell gridje



3. ábra: A választott szektor elhelyezkedése a rezervoár modellen



4. ábra: A megcsapolt térfogatok kialakításának felülnézeti képe. K-1 kút kialakításában mind a négy megcsapolt térfogat jelen van (D1, D2: RING 1, D3: CUBE 1 18 2 4 2 1, D4) K-2 kút helyettesített üzemben működik (nincsen valós perforáció), nincsen megcsapolt térfogatokra bontva: D2: RING 2 K3 kút kialakítása: (D1, D3: CUBE 1 18 1 0 0 2, D4)

választotta ki. (3. ábra) A szektorban 27 termelő és 14 vízbesajtoló (köztük ferdített és vízszintes) kút üzemelt. A szektor modellje lefedi annak teljes olajat is tartalmazó volumenét, az olajtesten belüli kommunikációja más szekciókkal elhanyagolható. A kiterjedt gázsapka szerepét a szektor oldalához kapcsolt nagy gáztartalmú térfogat helyettesítette, mely a víztest oldalán bevezetett határfeltételekkel együtt a kívánt átlagos rétegnyomást tartotta fenn. A ki-

szorítási folyamatok reális leképzéséhez a gridet és paramétereit PEBI gridre (perpendicular bisection) kellett konvertálni. Ennek során a rácsháló mérete változatlan maradt, az eredeti 84 réteget 18-ra vontuk össze. A paramétereloszlás a kezdetivel jól összehasonlítható volt. A modell változatlan eredménnyel, de számottevően jobb numerikus stabilitással működött. Hagyományosan működött a kutak mért háromfázisú termelését a konvertált modell, éppen úgy, mint az ECLIPSE modell, nem tudta visszaadni.

A TPPM kutak definiálása és üzemmódja

A TPPM első lépése mindig a kúthoz rendelt közvetlenül termelt térfogatok definiálása, megkülönböztetve egy 4 lépcsős hierarchiában, melyek tetszőlegesen kombinálhatók:

- D1: a kútpályán elhelyezkedő, de termelésre nem megnyitott cellák.
- D2: „near well” térfogat melyet a perforációk (esetlegesen a teljes kútpálya) első, második stb. cellaszomszédjai alkotnak.
- D3: tetszőleges paralelepipedon a geometriai koordinátákkal vagy a cellák indexeivel megadva. Utóbbi esetben a szélső perforációktól mért távolságok adottak +/- koordinátáirányokban.
- D4: automatikusan kijelölt térfogatok direkt hozzáféréssel, a legnagyobb definiált megcsapolt térfogaton kívül.

A 4. ábra illusztrálja a D1, D2, D3, D4 néhány lehetséges kombinációját, illetve ezek definiálásának módját. Fontos, hogy egy kút megcsapolt térfogatai minden esetben a tényleges gyűjtőterületen belül legyenek, de nem szükséges, hogy ezt teljesen lefedjék. Minden cella egy adott időpontban csak egy kút megcsapolt térfogathoz tartozhat, de ez a hozzárendelés időben vál-

tozhat. A TPPM erősen automatizált, így kevés felhasználói beavatkozást igényel.

A TPPM a kutakat két alapvetően különböző megközelítés kombinációjával működteti. Az első a megszokott Peaceman koncepció alapuló kútmodell, a második a termelést egyszerűen térfogati forrásként, a besajtolást térfogati nyelőként tekinti. Az eljárás a kútmodellrel egy lehetséges célhozammal működteti (pl. nettó olajhozam, talpnyomás stb.) Mivel így nem képes a történelmi olaj-, víz- és gázhozamot visszaadni, ezért a perforációk termelési tényezőire időben változó szorzókat alkalmazhat a mindenkori mért WC és GOR reprodukálására, esetlegesen pseudo-perforációkat is nyithat a kút pályája mentén. Ha ez sem elég, akkor a hiányzó mennyiségeket a kút a környezetéből pótolja, illetve a többletet oda helyezi el: ez valamilyen észszerű kulcs szerinti felosztásban történik a perforációkhoz közeli cellák között.

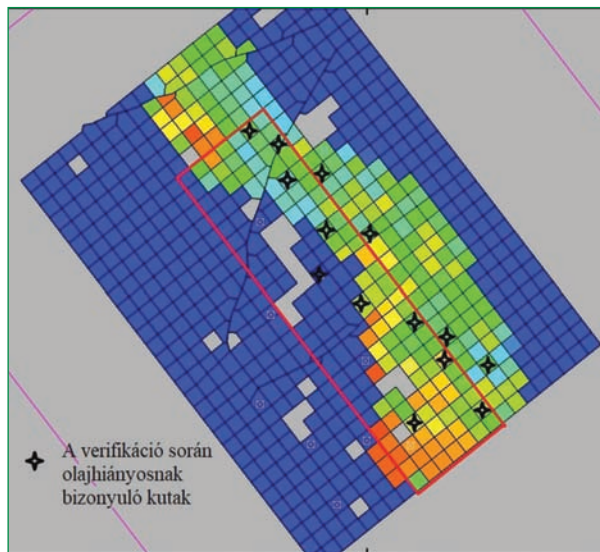
A HM technika bevett használói általában nem tartják létérvényűnek, hogy egy kút nem csak pontosan ismert helyzetű perforációiból, hanem ezek környezetéből is közvetlenül termel. Úgy gondolják, hogy a rezervoár paramétereket kell hangolni. A feladatra úgy tekintenek, mint egy függvény-minimalizálási problémára. Ez egy alapvető félreértés. A geológiai modell hibáját ugyanis nem lehet a paraméterek változtatásával eliminálni. 100%-os illesztési sikert épp ezért az automatikus módszerek sem garantálnak. Gyakori MV elvégzése mellett viszont az említett HM módszerek is célravezetőek lehetnek: ezt általában csak kiválasztott kutakra manuálisan van lehetőség kivitelezni, melynek során a többi kútra az automatikus illesztés igénye még mindig áll. Természetesen a TPPM támogatói szerint is az a cél, hogy a kút végül a valós perforációból el tudja érni a számolt és mért értékek egyezségét.

A modell érvényesítése

A sikeres konverziót követően MV-re került sor az Algyő-2 szektoron. A TPPM eljárás a kiválasztott kutakra egyenként is alkalmazható, de az adott esetben valamennyi kútra érvényben volt.

A kúthálózat sűrűségéhez képest nagyméretű rácsháló miatt manuálisan kellett definiálni a kutakhoz tartozó megcsapolt térfogatokat, elkerülve az átfedéseket. A kezdeti MV futás során a numerikus instabilitás miatt kutanként egyedi üzemmódokat kellett alkalmazni. A kutak többsége „kombinált” üzemmódban volt, de néhány esetben a D1 megcsapolt térfogat a Peaceman kútmodellrel „helyettesítette”, nem különböztetve meg valós perforációkat. Kezdetben nem alkalmaztunk más konvergenciát elősegítő funkciót.

Az első MV futás során számos kútnál már korán jelentkezett az olajfázis, ezzel együtt az oldott gáz hiánya a megcsapolt térfogatokban. A sikertelen kutak nyomvonalában kirajzolódott egy összefüggő olajhiányos terület. Az MV kezdeti eredményei alapján tehát a modell re-interpretálása javasolt.



5. ábra: Globális modell korrekció. A kijelölt téglalap alakú területen a kezdetben olajat is tartalmazó cellák pórustérfogatának növelésre került. Az ábrán csillaggal jelölt az olajhiányos kutak helye

Annak demonstrálására, hogy a re-interpretálás célravezető lehet, globális korrekciókat alkalmaztunk (5. ábra) (a) az olajtelített pórustérfogatot növelése az olajhiányos kutakat lefedő négyszög alakú régióban, (b) a laterális áteresztőképesség szorzása 30-cal, (c) az olaj mozgóképességének növelése választott területeken.

A korrekciót követő számítás már aktiválta az eddig nem vizsgált horizontális kutakat is és több konvergenciát elősegítő TPPM funkciót alkalmazott. „Kombinált” üzemben a TPPM a produktivitási indexek automatikus hangolásával (PI mult) a valós perforációk részesedése jelentősen megnövekedett, a megcsapolt térfogatok kihasználtsága csökkent, méretük zsugorodott.

Az 1. táblázat mutatja az egyes kutaknál definiált legnagyobb megcsapolt térfogatot (D2 vagy D3). Emellett néhány kútnál szükség volt D4 szerinti független közvetlen hozzáférésű cellákra is. A táblázatban sikeresként feltüntetett illesztés 100% egyezést jelent a mérési adatokkal mindhárom fázis esetében a teljes üzemidő alatt. Egyéb esetben a táblázat feltünteti a kumulatív termelés görbéjének százalékos eltérését a mértől a számítás végén. A létrehozott MV realizáció ezzel elfogadottnak tekinthető, amennyiben a statikus modellező megerősíti, hogy a korrekció a geológiai koncepcióba illeszkedik. Amennyiben ez nem biztosított, úgy a modellen alapuló előrejelzés megbízhatósága is kérdéses lesz.

Az integrált modellépítés következő lépései

Az MV által létrejött egy integrált rezervoármóddel. A további modellépítési lépések arra kell irányuljanak, hogy a modell sikerrel írja le a kútkörnyék és a valós perforációk kommunikációját is. Ez azt jelenti, hogy a felhasználó lokálisan korrigálhat paramétereket

1. táblázat: A kezdeti és a második elfogadott MV futás eredménye. A táblázat kutanként tünteti fel az alkalmazott TPPM funkciókat és ezek háromfázisú illesztésének sikerességét, a számolt kiirtalponyomások elfogadhatóságát. Az eredmény látványosan felülmúlja a korábbi

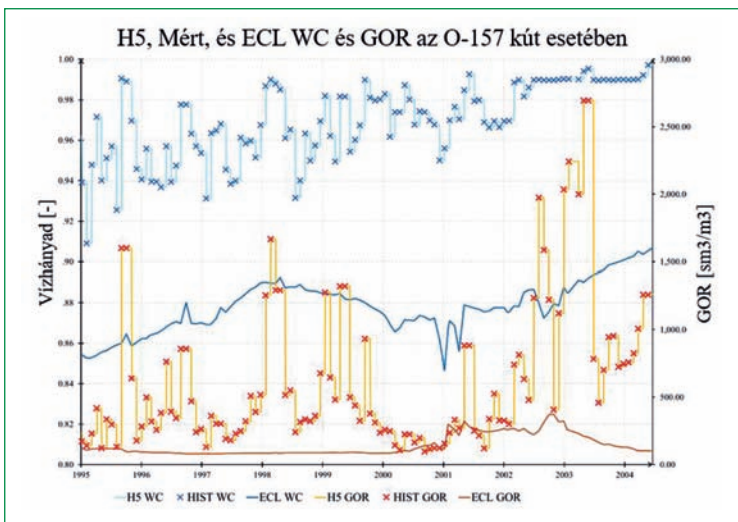
Kút	1. MV TPPM funkciók	1. MV sikere	2. MV TPPM funkciók	2. MV sikere	2. MV BHP
O-152	kombinált RING 2	sikeres	PI mult kombinált RING 2	sikeres	ok
O-153	kombinált RING 2	-70% O	PI mult kombinált 1 18 3 5 2 2	sikeres	ok
O-154	kombinált RING 1	-100% O	PI mult kombinált 1 18 1 3 0 0	sikeres	ok
O-155	kombinált 1 18 10 5 2 2	-70% O+old. G	PI mult kombinált 1 18 3 5 2 2	sikeres	ok
O-156	helyettesített 1 18 10 1 1 1	-50% O	PI mult kombinált 1 18 10 1 1 1	sikeres	ok
O-157	kombinált 1 18 10 4 1 1	-30% O	PI mult kombinált 1 18 3 0 5 0	-25% G	ok
O-191	kombinált RING 2	-100% O	PI mult kombinált RING 2	-5% G	ok
O-192	kombinált RING 2	-10% O	PI mult kombinált 1 18 0 8 1 1	sikeres	ok
O-2	helyettesített RING 1	sikertelen	PI mult kombinált RING 2	-60% G	ok
O-214	kombinált RING 1	sikeres	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-215	kombinált RING 1	-40% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	min
O-216	kombinált RING 1	-10% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-334	kombinált 1 18 1 1 6 1	-60% O+old. G	PI mult kombinált 1 18 1 1 6 1	sikeres	ok
O-339	kombinált RING 1	sikeres	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-340	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	leállított	ok
O-348	kombinált RING 1	-30% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-348V	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-349	kombinált RING 1	-20% O, -100% V	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-548	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-548V	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-596	kombinált RING 1	-10% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-758	kombinált RING 1	-90% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-967V	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	-30% O	ok
O-973A	nem számolt	nem számolt	nem MV kút	sikertelen	ok
O-TP1	helyettesített RING 1	sikertelen	PI mult kombinált RING 2	-15% G	ok
W-151	kombinált RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	ok
W-159	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-160	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-214	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikertelen	nem értékelt
W-216	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-242	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 1	sikeres	nem értékelt
W-302	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 1	sikeres	nem értékelt
W-303	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 1	sikeres	nem értékelt
W-336	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-337	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-349	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikertelen	nem értékelt
W-597	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-598	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-6	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt

amennyiben a modell globális alkalmasságát nem befolyásolja. Az ilyen jellegű módosítások célja, hogy a termelés a valós perforációk minél szűkebb környezetéből és végül perforációkból valósulhasson meg. A TPPM-ben kiemelt szerepet a kútpályától vett távolságuk alapján előrébb rangsorolt (a kúthoz közelebbi megcsapot terfogatokba tartozó) cellák kapnak. A termelő terfogat felbontásnak főleg adatgyűjtési és analitikai céljai van, mely segít előállítani a végleges kút-környéki paramétereloszlást és a perforációk optimális termelési tényezőinek értékét. Amikor a modell a teljes termelési múltat a valós perforációiból képes illeszteni, prediktív potenciáljának bizonyítására kerülhet sor.

A HM és MV elérhető eredményeinek összehasonlítása

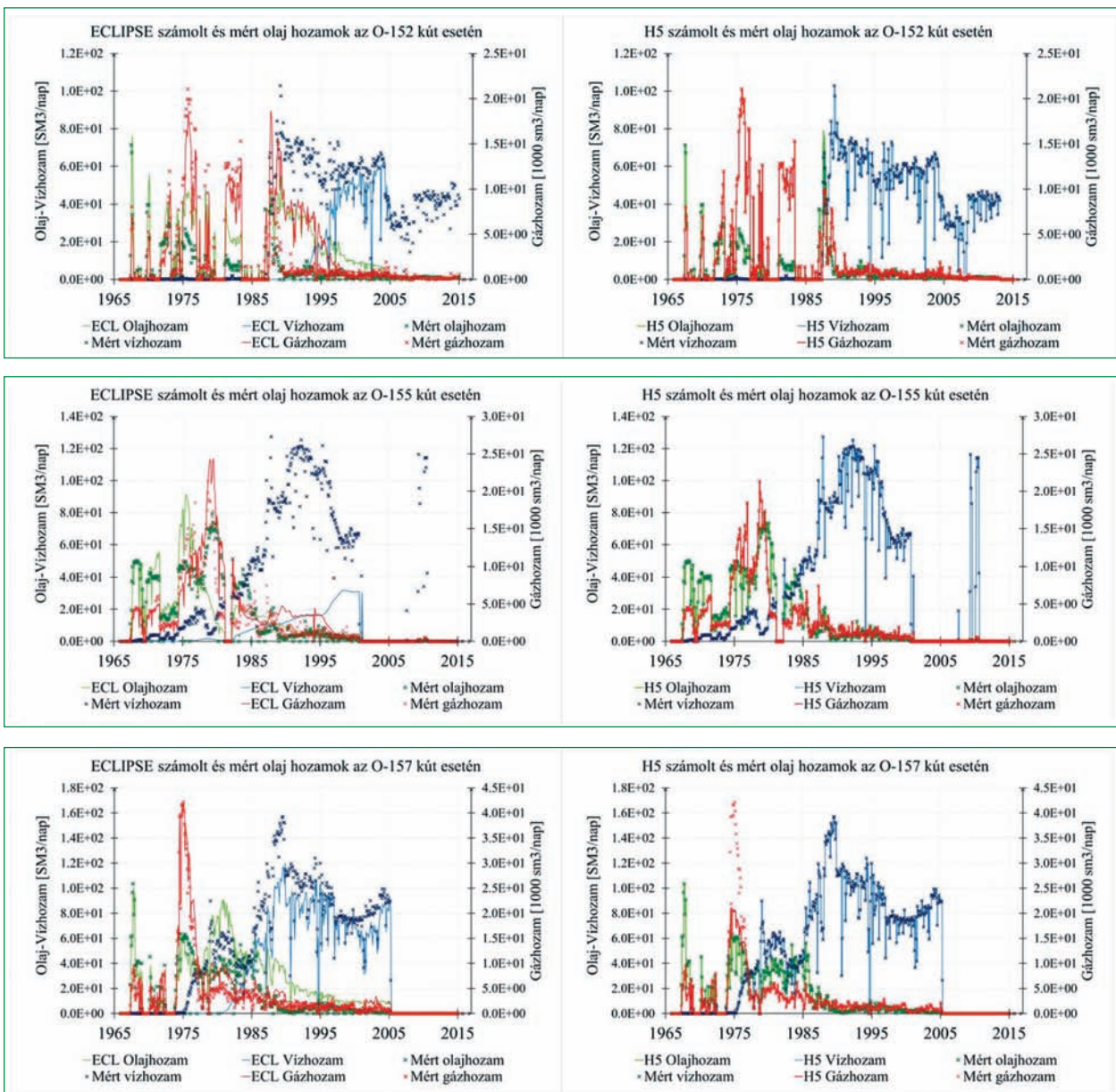
Grafikonon hasonlítottuk össze a MOL által a teljes telepre alkalmazott HM technikával meghatározott, valamint a TPPM-mel a szektor modellen elért illesztési eredményeket a szektor területén elhelyezkedő kutakra. Néhány kiemelt kút grafikonjai a 6. ábrán láthatóak. Általánosan elmondható, hogy a MV módszerrel sikerült a kutak viselkedését (ezzel együtt a teljes telep dinamikáját is) helyesen leírni, a HM módszerrel azonban nem.

A MOL HM dinamikus modelljének esetében a vízhányad, illetve gáz-olaj viszony tekintetében nagy



6. ábra: A HM és MV dinamikus modellek WC és GOR illesztésének eredménye az O-157 kút termelési múltjának egy szakaszára

illesztési pontatlanságok jelentkeznek. (7. ábra) Mivel a HM dinamikus modell nem tudta leírni a termelési múlt vége felé jelentkező alacsony olajtermelési hozamot, kevés az esély arra, hogy a jelenlegi telítettségeloszlását helyesen meghatározta volna, és a belőle adható előrejelzés megbízható lehetne. Az MV modell sem volt képes a jelenlegi állapotban a valós perforációkból a mért hozamokat biztosítani, de azok szűk környezetéből kellő mértékű kompenzációt alkalmazva 100%-os egyezést ért el. Ezzel a modell nagy eséllyel reprodukálja a rezervoár olajteltettségének jelenlegi eloszlását, és már biztosítja ezen alapuló egyszerű előrejelzési módszerek (pl. decline curve) alkalmazhatóságát.



7. ábra: A HM és MV modellekkel elért illesztések O-152, O-155 és O-157 sz. kiemelt kutakra

Összefoglalás

- A TPPM-re (Target Pressure & Phase Method) épülő MV eljárás potenciálisan képes egy, az alapjaiban elfogadható modell kútjait a mért hozamokkal a mért nyomásokon üzemeltetni. Amennyiben ez nem lehetséges akkor a geológia újraértékelendő. Amennyiben igen, akkor az egyben megadja a mozgóképes olaj és gáz egy mai lehetséges eloszlását és hozzáférhetőségét.
- A modellező feladata, hogy vizsgálja mely MV eljárás által kínált modell realizációk harmonizálnak a geológiai koncepcióval.
- A MV sikere esetén a modell alkalmas lokális korrekciókkal a telep dinamikáját fizikai értelemben is leírni. Az MV modellezésnél nem fordulhat elő, hogy egy adott kút érdekében eszközölt modell korrekció hatással legyen más kutakra.
- A HM azért sem használható az Algyő-2 telep esetében mert a jelenlegi 98% feletti vizesedés mellett nem képes az olajhozamot még megközelítően sem számolni és így előrejelzésre is alkalmatlan. Nehéz elképzelni, hogy egy a HM-re alapuló modell képes lenne hitelt érdemlően a besajtoltsági adatok (trészer, tenzid, polimer) transzportját leírni.
- Az Algyő-2 egy erősen heterogén rétegtelep vékony, váltakozóan permeábilis és záró betelepülésekkel. Igen valószínű, hogy a kiszorító víz és gáz egyes rétegszeleteket nem képes elérni azonban a nagyobb permeábilis szeletekben a kutakhoz áttörhetnek. Ilyen állapotok modellezése a hagyományos módszerekkel szinte lehetetlen. Az átlagos telítettségek és a fázisok relatív mozgékonyasága között ekkor már nincs egyértelmű kapcsolat. A

TPPM a kút megcsapolt volumenére értelmezve azonban konzerválja ezt az összefüggést.

- A szerzők valószínűsítik, hogy egy TPPM-re építendő rezervoár management biztosíthatja a telep további 10 évet meghaladó gazdaságos üzemét.

IRODALOM

- Barker, J. W., Cuypers, M.* (2001): Quantifying Uncertainty in Production Forecasts: Another Look at the PUNQ-S3 Problem. In SPE Journal 6, 2001.
- Bos, C.F.M. et al* (1999): PUNQ-2 Project, Final Report (Public Version).
- Dank, V.* (2016): Az Algyő környéki olajmező felfedezése. Első rész, Természettudományi közlöny 147.évf. 3.sz. 104-107.
- Heinemann, Z., & Mittermeir, G. M.* (2010): Application of a New Computer Aided History Matching Approach - A Successful Case Study. With assistance of Abraham, F. A., Gherryo, Y. S., Ben-Shatwan, M. B. Oil and Gas European Magazine (International Edition of Erdöl Edgas Kohle): OG 141 – 145, September 3/2010.
- Heinemann, Z.* (1972): Az Algyő-2 Telep IV/1. Területe Termeléstörténetének Szimulációja. Kőolaj és Földgáz 105.évf. 6.sz. 178-183.
- Mittermeir, G. M., Steiner, C.* (2016): Verification of Geological Models with One Single Simulation Run. With assistance of Gharsalla, M. M., & Heinemann, Z. E. 78th EAGE Conference & Exhibition 2016, Vienna Austria (Jun. 2016)
- Puskas, S. et al.* (2018): Surfactant-Polymer EOR from Laboratory to the Pilot. SPE EOR Conference at Oil and Gas West Asia, Muscat Oman, (March 2018)

SCHULTZ VERA MAGDOLNA 2017-ben szerzett vegyészmérnök BSc-oklevelet a Debreceni Egyetemen, majd 2019-ben olajmérnök MSc-oklevelet a Leobeni Egyetemen. 2021-ben védte meg PhD-értekezését a Leobeni Egyetemen rezervoár-szimuláció tárgykörében.

HEINEMANN ZOLTÁN a Leobeni Bányászati Egyetem professzor emeritusa és a Heinemann Oil GmbH (HOL) elnöke. 1977-ben, az iparban eltöltött 15 év után, a Leobeni Bányászati Egyetem rezervoármérnöki professzorává nevezték ki, és 1988 és 2005 között a Kőolajmérnöki Tanszék vezetője volt. Több, mint 100 tudományos és műszaki cikket publikált, és fejleszt a SURE és a PRS tározószimulátorokat. Egyéb műszaki és tudományos tevékenységek mellett 1988-tól 2007-ig Khalid Aziz-zal (Stanford) megosztva elnökölte a két évente megrendezett Nemzetközi Víz-tározó-szimulációs Fórumot. 2003-ban az Orosz Tudományos Akadémia tagjai közé választotta, 2007-ben megkapta az Society of Petroleum Engineers John Franklin Carll-díját.

A Vale értékesíti műtrágya üzletágát

A Bloomberg 2021. november 5-i jelentése szerint a világ egyik legnagyobb bányászati vállalata úgy döntött, itt az ideje, hogy keressen a globális műtrágyarohamon. A brazil vasérc- és nikkelóriás, a Vale a Mosaic Co.-ban birtokolt több, mint 34 millió részvényét adta el 1,3 milliárd dollárért, megszabadulva a 2018-ban vásárolt műtrágyaüzletágától. A Vale kiszáll, miután a Mosaic részvényeinek értéke több mint kétszeresére nőtt az elmúlt egy évben az iparági emelkedés következtében, amelyet a műtrágyahiány és a növényi tápanyagok ugrásszerű áremelkedése idézett elő.

VT

Multisugaras szonár alkalmazása a bányamérésben

EKE ZOLTÁN tudományos segédmunkatárs, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., Rendszertervezés Osztály

DR. HAVASI ISTVÁN intézetigazgató egyetemi docens, Miskolci Egyetem Geofizikai és Térinformatikai Intézet (GTI) Geodéziai és Bányamérési Intézet Tanszék



A tanulmány a címbeli témában a fent említett két tudományos intézmény szervezeti egységeinek munkatársai között létrejött együttműködés eredményeként íródott. A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. 2021-ben egy Norbit-iWBMSe többsugaras ultrahangos rendszert vásárolt. A tanulmány célja ennek az eszköznek az ismertetése, bányamérési célú hasznos felhasználásának igazoló vizsgálata. Az utóbbi a víz alatti bányászat olyan fontos feladatához kapcsolódhat, mint a kitermelt ásványi nyersanyag mennyiségének hatóságilag előírt meghatározása, amely az éves fizetendő bányajáradék megállapításának alapjául is szolgál. Először röviden áttekintjük a hazai bányamérésben napjainkban megjelenő, a jövőben pedig várhatóan egyre inkább alkalmazásra kerülő új mérési technológiákat, majd foglalkozunk a bányászati köbtartalom-számítás jogi hátterével, a vízmélységmérés, a víz alatti domborzat térképezés fejlődésének történetével. Bemutatjuk a már említett multisugaras szonár mérőberendezést, annak alkalmazási előnyeit, és végül megadunk kettő saját gyakorlati mederfelmérési példát is.

A bányamérési technológia változása napjainkban

Az ásványi nyersanyagok kitermelése, sőt a bányászati tervezés is megbízható és pontos térbeli adatokra kell, hogy épüljön. Ezeket az egyes bányavállalatok, bányavállalkozók számára a bányamérő szakemberek szolgáltatják. A legfontosabb feladataik között – a teljesség igénye nélkül – a kitermelt területek pontos felmérését, a különféle anyagok mennyiségének (készletek) pontos meghatározását, a felszíni és földalatti térbeli helyzet ábrázolását a különböző bányatérképeken, bányaterveken, stb. említhetjük meg.

A bányamérésben ma új lehetőségek, kihívások jelentkeznek, minthogy több új mérési eljárás kísérleti alkalmazása, rendszerbe állítása is zajlik [1]. Ide tartoznak a földi lézershakkenelés, az UAV /drón/ alapú légi lézershakkenelés és légi fotogrammetria, az ultrahangos mérések, USV (Unmanned Surface Vehicle) szonár rendszerek, vagyis a vezető nélküli légi, illetve vízi közlekedésre alkalmas „járművek” amelyekre különböző felmérési technológiát alkalmazó szenzorok, eszközök rögzíthetők. A földi lézershakkenelés (angol mozaikszóval TLS) automatizált módon nagy mennyiségű térbeli információt (sűrű 3D pontfelhőt) produkál a szkennel helyéhez képest. Ebből adódóan a módszer alkalmas a bányászati tevékenység időbeli előrehaladását jellemző térbeli változások meghatározására, ezáltal köbtartalom-számításra, továbbá bányabeli mozgások, deformációk vizsgálatára valamint bekövetkezett sajnálatos balesetek dokumentálására. A TLS beruházási ára igaz ugyan, hogy folyamatosan csökken, azonban még mindig eléggé magas. Manapság egyre több bányavállalat és bányavállalkozás kezdi alkalmazni az UAV alapú légifotogrammetriát is. Ezeket a légi járműveken (drónokon) korszerű

digitális fényképezőgépek vannak, amelyek nagyfelbontású légi felvételek készítését teszik lehetővé. Ezeket feldolgozva különböző értékes felmérési termékek (pl. ortofotó-térkép, pontfelhők, 3D modellek, stb.) állíthatók elő. Így ez a mérési módszer is olyan bányászati és bányamérési feladatok elvégzését könnyítheti meg, mint például a feltárás, a készletek felmérése, vagy az időben változó folyamatok követése. Az UAV LIDAR-ral való kombinálása szintén többféle bányabeli monitoring tevékenység (pl. környezetvédelmi, kitermelési, stb.) végrehajtását támogathatja. A pilóta nélküli légi járművekre épülő technológiák kapcsán ugyanakkor meg kell említeni az időjárásról való függőséget, a LIDAR viszonylag magas árát, az alkalmazáshoz kapcsolódó környezetvédelmi és egyéb korlátozásokat és a szükséges szakértelmet. Ami pedig a hordozható lézershakkenereket illeti, azok ára sokkal kedvezőbb, és főképp a földalatti bányamérés bizonyos feladatainak megkönnyítésében (pl. hozzáférhetetlen térségek felmérése) jelenthetnek megoldást.

A bányászati köbtartalom-számítás jogszabályi előírásairól röviden

A szakmai problémakört „Az ásványi nyersanyagok és a geotermikus energia fajlagos értékének, valamint az értékszámítás módjának meghatározásáról szóló 54/2008. (III.20) kormányrendelet szabályozza. Ennek a rendeletnek 2.§-a a szilárd ásványi nyersanyagok esetén az alábbiak szerint rendezi a **bányajáradék** fizetésének esetkörét:

„2.§.(2). bek. A kitermelt ásványi nyersanyag mennyiségét az egyéb hatósági engedéllyel ásványi nyersanyagot kitermelő engedélyes bányamérési (geodéziai) módszerekkel, vagy egyéb alkalmas módon köteles

meghatározni. A meghatározás módját és eredményét bizonylatolni kell.”

„Az engedélyes köteles a nyersanyag-kitermelés befejezését követő 60 napon belül az ásványi nyersanyag mennyiségi változását geodéziai számítással (térfogatszámítás) meghatározni, és az erről szóló jelentést a bányafelügyeletnek megküldeni.”

„2.§.(3). bek. A bányavállalkozó a kitermelt ásványi nyersanyag mennyiségét bányamérési (geodéziai) módszerekkel köteles meghatározni. Mélyművelésű bányauzem esetén a kitermelt mennyiség meghatározása tömegméréssel is történhet. A változást a bányaművelési térképen fel kell tüntetni. Az ásványi nyersanyag tárgyévve vonatkozó mennyiségi változását geodéziai mérésen alapuló számítással (térfogatszámítás) meg kell határozni. A meghatározás eredményét bizonylatolni kell.”

A jogszabályi háttér kiegészítéseként kiemelni még a hazai bányászati gyakorlatban e bányamérési feladattal szemben támasztott 3-5%-os pontossági követelményt is.

Fontos még azt is megjegyezni, hogy a címben szereplő, és a későbbiekben röviden bemutatásra kerülő, eszköz alkalmazása a bányászatban, a bányatavak mederfelméréseiben, nemcsak a jogszabályi előírások okán indokolt. A termelés előrehaladásának függvényében időszakosan végrehajtott mérések ugyanis a kitermelés hatékonyságát növelhetik, azáltal, hogy a mérés eredményeként a mederalakról pontos képet kapunk. Így azonosíthatók lesznek olyan nyersanyag mennyiségek, amelyek kitermelése nem tudatosan maradt el. Ennek eredményeként a bánya magasabb határfokkal képes a nyersanyagot kitermelni, az állam pedig a rendelkezésre álló elvi készlet nagyobb kitermelt hányada után jut a bányajáradékhoz.

A vízmélységmérés fejlődéstörténete, és az egysugaras szonár

A vízmélységmérés (görög eredetű szóval) bathymetria a különböző vizek alatti felszín (pl. tengerfenék, tavak és folyók medre) mérését és térképi ábrázolását jelenti. A felmérésből származó produktumok között megemlíthetjük például az azonos mélységű pontokat összekötő mélységvonalakat, a mélységszínézemes medertérképet, vagy a fenék/meder digitális domborzatmodelljét (DTM). Ezek aztán számos célra felhasználhatók, beleértve a biztonságosabb vízi, víz alatti közlekedést, vagy a számunkra leginkább érdekes víznívó alatti bányászatot, az ahhoz kapcsolódó időben változó mederfelületeket felhasználó készlet-számítást.

A hazai felszíni vizek térképezése már a XVIII. század második felében megkezdődött a nagyobb folyóvizeink (Duna, Tisza) szabályozás kapcsán, és ah-

hoz figyelemre méltó térképezési eredmények is társultak. Vízhalozatunk változásának vizsgálata pedig, korábban, sőt ma is, egy fontos kutatási téma. Ami konkrétan a mederfenék-felmérés, vízmélységmérés technológiai fejlődését illeti, egyrészt megvizsgálandó a térképezendő felszín fölött mozgó vízijármű útvonalához kapcsolódó mérési pontok térbeli helyének meghatározási módszere (pl. mérőállomás, RTK GPS technika), másrészt az e pontokhoz illesztett mélységmérési eljárás. Helyezzük a hangsúlyt most az utóbbira. Régen e célra nehezzel/súllyal terhelt kötelet/drótot használtak. Ennél a módszernél a mérés pontosságát jelentősen befolyásolták az áramlatok és a hajómozgás is. Később ezt a halradar váltotta fel. Ma erre a feladatra leginkább egy visszhangot rögzítő mérőszondát (szonárt) használnak, amelyet egy csónak/hajó alá/mellé rögzítenek, vagy esetleg szóba jöhet egy a vízfelület fölött repülő eszközre (leginkább drónra) telepített LIDAR érzékelő alkalmazása is. A szonár a gerjesztett hanghullám(ok), míg a LIDAR a fény mederfenékről való visszaverődését rögzíti/méri. A továbbiakban csak az elsővel kívánunk foglalkozni.

A szonárral mért mélység a következő képlettel számítható:

$$D = \frac{1}{2} v t, \text{ ahol } v \text{ a terjedési sebesség, } t \text{ az eltelt idő.}$$

Az egysugaras szonár (jelen példában a SONAR Mite SPX) mederfelmérésre való felhasználásáról számol be a [2] szakirodalom. Ebben részletes betekintést nyerünk a Budapesttől 60 km-re lévő, és közel 4 m átlagos mélységű Bánki-tó mederfelmérésebe. Az itt alkalmazott mérőrendszer 3 fő egységből állt. Ezek az egysugaras szonár (jeladó és főegység), az RTK GPS vevő és egy adatgyűjtő egység (hordozható PC) voltak, az utóbbihoz pedig az előző kettőt csatlakoztatták. A szonár mérőműszer műszaki adatai közül külön is érdemes megemlíteni a kis méretet és súlyt, a könnyű kezelhetőséget, a 75 m-ig terjedő mérési határt és a kb. 20 cm-es mélységmérési pontosságot.

A mérés megkezdése előtt a műszert a csónak oldalához rögzítették, úgyelve arra, hogy a szonda néhány cm-re a víznívó alá kerüljön (a vízi jármű esetleges dőlésének figyelembe vétele). A mérés haladási menete, és a közel szabályos mérési hálóra tekintettel a tó belső részének mélységméréséhez egy földhivatali térképen 4 m-re lévő párhuzamos vonalak kerültek kijelölésre, és ez egészült ki a partközeli részek felméréseivel. Minthogy a mérendő tó vízének jellege (ebben az esetben édesvíz volt) és hőmérséklete hatással van a hanghullámok terjedési sebességére, ezért azt a felmérék korrekciós tényezővel vették számításba.

A mérési adatok feldolgozásakor figyelembe vették az egyes mérési pontok RTK-val mért Y, X és Z koordinátáit, a szonárral nyert vízmélységet, a mélységoffset értéket /RTK-GPS-szonár távolság/, valamint az átlagos vízszintjavítást. A további kiértékelést ezután már GIS környezetben (Quantum GIS) hajtották végre,

szolgáltatva az olyan látványos termékeket, mint a TIN modell /a tópartot 0 mélységként kezelve), a mélységvonalas ábra, vagy a rétegszínezéses medertérkép.

A korszerű egysugaras szonárral végzett bányatómeder mérésének [2] szakirodalomra támaszkodó rövid ismertetését, a tanulmányunk gerincét képező többsugaras szonár főbb jellemzőinek, és az ahhoz kapcsolódó alkalmazási példák bemutatása kapcsán azért tartottuk fontosnak, hogy az utóbbihoz társítható újabb lehetőségeket és előnyöket még jobban kiemeljük.

A Norbit-iWBMS multisugaras szonár bemutatása, gyakorlati alkalmazási példák

Az érintett szakterületen (a mi esetünkben most a bányászatban) ez a mérőeszköz alkalmas a felvetődő problémák széles skálájának hatékony megoldására, amelyhez jelentős mérési kapacitás és rugalmasság párosul. Ennek a korszerű szonár rendszernek az alkalmazásával a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. a hazai szolgáltatók tekintetében az elsők közé tartozik. Ennek megfelelően fontosnak tartjuk azt, hogy a mérőeszközzel meggyőző információkat adjunk, továbbá az elvégzett felmérések lényeges jellemzőit is ismertessük. Jelen tanulmányunkban, ezt a többsugaras ultrahangos mérőeszközt a gyakorlatban már elterjedt szonár eszközökhöz hasonlítva, rávilágítunk annak legfontosabb jellemzőire. Ezek a következők:

1. **garantált nagy mérési pontosság,**
2. **hatékonyság,**

- a. nagy mérési felbontás, hatalmas adatmenyiség /pontfelhő/ (15000 pont/sec is lehetséges), gyors mérés, rövidebb mérési idő, kevesebb járműfordulás, mint az egysugaras szonárnál, jelentősen magasabb mérési pontosság mellett,
- b. a mérés céljának megfelelően állítható paraméterek jelentős száma,

3. **mobilitás.**

1. A multisugaras felmérő rendszer garantált nagy mérési pontosságát biztosító egységei:

- a szonár rendszerhez két darab RTK korrekciók fogadására alkalmas GPS antenna és integrált GPS vevő is tartozik,
- az inerciális egység (gyorsulás érzékelők, szögsebesség mérők) – a vízen kivitelezett mérés pontosságát befolyásoló tényezők kiküszöbölése (X, Y, Z térbeli tengely körüli elfordulás nevezetesen a csónak „helyben forgása” hintázása előre-hátra, jobbra-balra, illetve a hullámvás következtében fellépő magasságváltozás),
- a hang terjedési sebességét meghatározó egység (hangsebességmérő) – a megmérendő vízi közegben a meder feletti vízoszlop mélységéből (vízmélység) törvényszerűen következő eltérő fizikai paraméterek meghatározása és

korrekcióba vétele a mérés során (hőmérséklet, víznyomás, hangsebesség) a teljes vízoszlopra, külső egységként, valamint egy további a szonártestbe integráltan annak érdekében, hogy a kibocsátott mérőjel alakja a mérési paramétereknek megfelelő legyen,

- a szonár központi egység (SIU – Sonar Interface Unit) összegyűjti a szonár, az inerciális egység, a hangsebességmérő adatait, számítja a mélységmérési adatokat és automatikusan végrehajtja a korrekciókat,
- a mérést vezérlő és az adatfeldolgozást végző speciális szoftver – a tervezett mérés céljának megfelelő mérési paraméterek definiálása (egyszerű mederfelismerés; részletes, nagy sűrűségű mederfelismerés, vagy egy csővezeték ellenőrzése, esetleg elsüllyedt tárgyak, pl. egy hajótest felkutatása), valamint a mérési adatok (pontfelhő, akár néhány cm² felbontással) szerkesztése, konvertálása.

2. Hatékonyság

- Hazánkban a gyakorlatban elfogadott és alkalmazott egysugaras eszközökkel (amelyek egy időben csak egy vizsgáló jellel dolgoznak) szemben ez a mérőrendszer egyidejűleg akár 512 vizsgáló jellel/különálló sugárral dolgozik legyezőszerű elrendezésben.
- A nagyszámú kibocsátott vizsgálójel segítségével nagyon széles mérési zónával rendelkezik, még oldal irányban is, ezáltal a felszíni vizek part menti sávja is felmérhető, ahová a csónak már csak komoly nehézségek árán, vagy egyáltalán nem képes eljutni. A part menti sáv felméréséhez így egyéb (földi) eljárás alkalmazását nem igényli.
- A paraméterezett mérés elindítását követően semmilyen kezelői beavatkozás nem szükséges, a mérés és a korrekció figyelembe vétele ugyanis automatikusan lezajlik.
- A mérési sebesség nagy, maximálisan 60 kHz frekvencián képes vizsgáló jel kibocsátásra mind az 512 db jelforrás esetében. Ez a frekvencia adott esetben a vízmélység függvényében akár automatikusan változik, így a szonár rendszer beavatkozás nélkül képes a legnagyobb elvárt mérési felbontást biztosítani. A kibocsátott jel frekvenciája 200 kHz és 700 kHz között állítható, a mélységmérési tartománya 1 m – 250 m-ig terjed.
- A szonár egységeken a mérési paraméterek változtatásával az eszközt lehetséges finom hangolni a mérés céljának megfelelően, így a mérés időigénye, a megmért adatmenyiség és ezzel összefüggésben, a későbbiekben az irodai utómunkák mennyisége optimalizálható.

3. Mobilitás

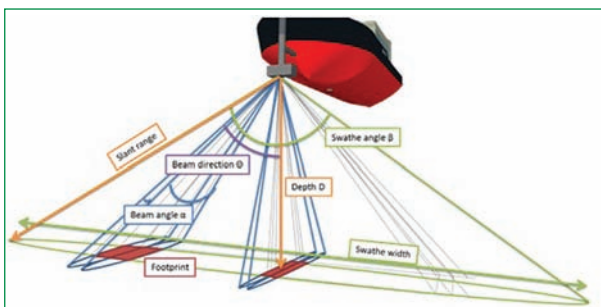
- A mérés pontosságát biztosító egységek szá-

mossága ellenére kompakt méret és súly jellemzi.

- A mérőeszköz a gyakorlatban használt csónakok, kisebb hajók túlnyomó többségére rá szerelhető, így nem mindenhol szükséges csónakra rögzítve szállítani, akár adott esetben, a mérési helyszínen rendelkezésre álló vízi járműre is felszerelhető.

A felmérő rendszer részét képező kiváló jelfeldolgozású szonár, a navigáció alapját jelentő korszerű GNSS és az RTK-t kiegészítő inerciális rendszer eredményezi a megbízható mélységmérést és menetstabilitást. A multisugaras szonárral rövid idő alatt nagy mennyiségű mederpont kerül bemérésre, ezáltal a meder domborzatáról sokkal pontosabb modell készíthető el.

Ezek után az 1. ábrán bemutatjuk a mérőeszköz-höz társítható mérési vázlatot, és annak angol nyelvű paramétereit:



1. ábra: A multisugaras szonár /mérési vázlat + paramétere/, <https://www.hydro-international.com>

Itt megadjuk a fenti paraméterek magyar megfelelőjét, némi magyarázattal kiegészítve:

Depth – mélység,

Slant range – ferde távolság, széles szögterületen képes mérésre,

Swathe angle – a mérési sáv szélessége, az érzékelők (hidrofonok) vételi szögeinek szögterülete,

Swathe width – az érzékelők vételi szögterületének mederfenékek képzett metszete (a szonár érzékelési sávja),

Beam direction – a jelforrások irányítottasága, elhelyezkedése (általában egyforma távolságra, vagy egyenlő szögeltéréssel, de léteznek más opciók is),

Beam angle – a kibocsátott jelek (egy időben 512 db is lehet) szűkítésének szöge (ennek mértéke nagyban meghatározza a szonár vízszintes felbontását),

Footprint – a mérőjelek mederrel alkotott metszetének (kék ellipszisek) és az érzé-



2. ábra: A mederfelérésre összeállított többsugaras ultrahangos mérőrendszer

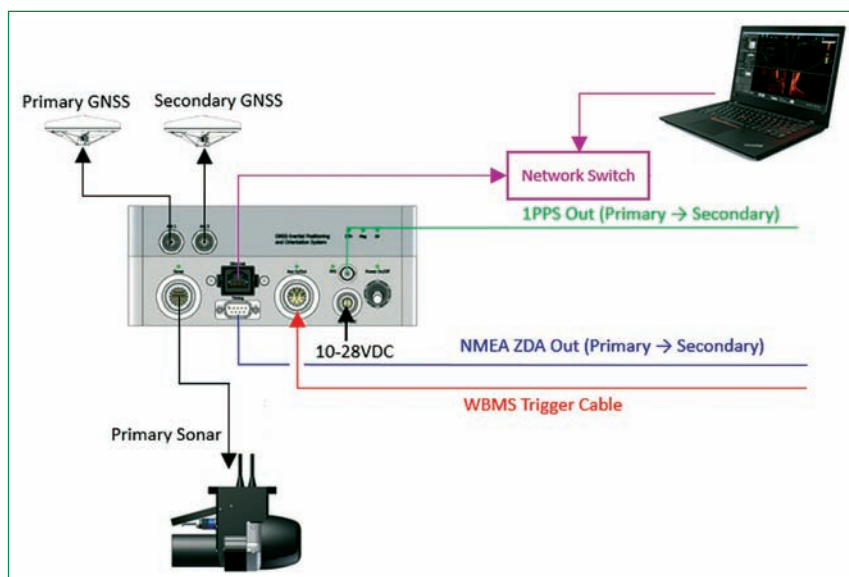
kelők vételi szögeinek mederrel alkotott metszetének (nagyobb zöld ellipszis) közös része: a piros téglalapok. Ez a szonár vízszintes felbontása. Eredményként egy piros téglalapnyi területről kapunk egy darab mélységadatot.

Az ismertetett szonár mérési sáv szélessége/az érzékelők vételi szögeinek állítható szögterülete: $5^{\circ} - 210^{\circ}$; mélységmérési tartománya: 0,2 m - 275 m és a sztenderd működési frekvenciához (400 kHz) tartozó felbontás szögterülete $0,9^{\circ} - 1,9^{\circ}$. A megadott működtetési hőmérsékleti tartománya: $-4^{\circ}\text{C} - +40^{\circ}\text{C}$.

A továbbiakban röviden a tanulmányunk tárgyát képező multisugaras szonár rendszer főbb egységeit, és a csónakra felszerelt mérőeszköz (2. ábra) mederfelérésre való előkészítését ismertetjük, amelyet több általunk készített fényképpel is igyekeztünk szemléltetni (2-11. ábrák), ezáltal azt még érthetőbbé tenni.

Az imént említett mérőfelszerelés a következőkből áll:

- 2 db GPS antenna, amelyek a mérés során, a tartókeretre kerülnek,



3. ábra: A szonár mérőrendszer vázlata

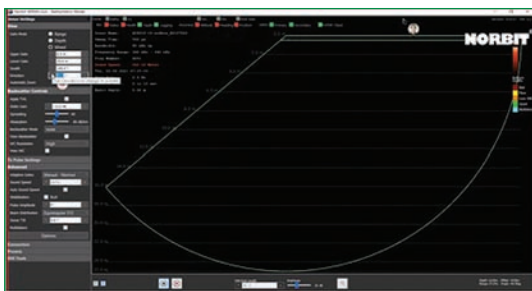
- szonárfej (4. ábra), amit szintén a keretre szerelünk, (ezt a keretet kell a csónakhoz rögzíteni),
- interfész egység (csatlakozó felülettel, RTK korrekció fogadására alkalmas GPS egységgel, és az integrált inerciális egységgel),
- mobil hotspot, telefon az internetkapcsolat biztosítására,
- hangsebességmérő,
- vezérlő laptop a szükséges szoftverekkel,
- tápellátást biztosító akkumulátor és inverter.

Igen fontos műszeregysége ennek az ultrahangos mérőrendszernek az interfész egység, amelyhez csatlakozik a szonár, kettő darab GPS antenna, az ethernet csatlakozó a vezérlő számítógéppel való kommunikációhoz, valamint a tápellátást biztosító kábel. Ez az ultrahangos rendszeregység egyrészt kapcsolatot teremt a multisugaras szonár egységgel és a GPS antennákkal, másrészt elvégzi az NTRIP korrekció feldolgozását, továbbá kezeli az integrált inerciális egységet is. A teljes rendszer vázlatát az 3. ábra mutatja be.

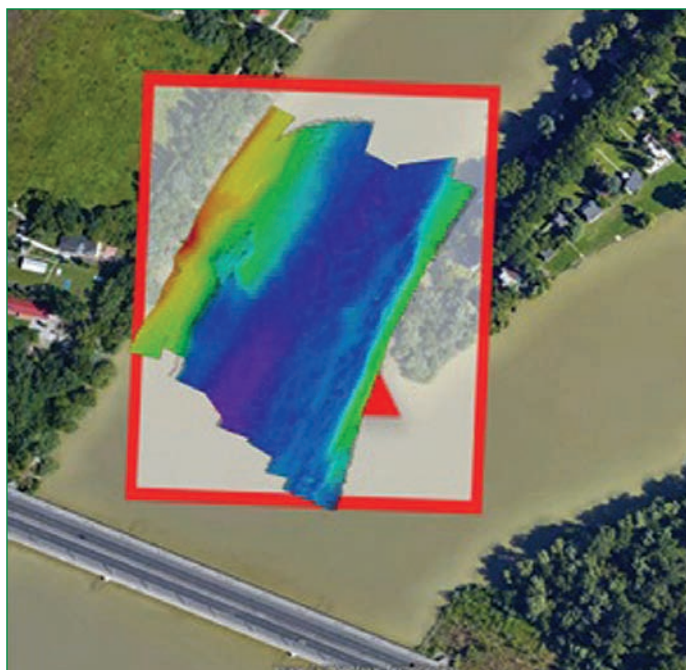
A mederfelmérés megkezdése előtt foglalkoznunk kell még a szonárvezérlő szoftver (Norbit Graphic User Interface) mérés-előkészítésben betöltött szerepével és az inerciális egység inicializálásával is.

A szonár beállítása, paraméterezése egy grafikus felületen történik, amelyet a gyártó kifejezetten az adott eszközhöz készített el. Ebben a szoftverben tudjuk módosítani a mérőeszköz tartományán belül a mérési paramétereket, a mérés céljának és a meglévő körülményeknek megfelelően. A kábeles csatlakoztatások és a tápellátás biztosítása után a szonár és az azt vezérlő számítógép közötti ethernet kapcsolatot kell beállítani, majd ezt követően lehet megadni a keret paramétereit (antennák távolsága egymástól és a szonártól), azonban elsődleges az RTK korrekció beállítása.

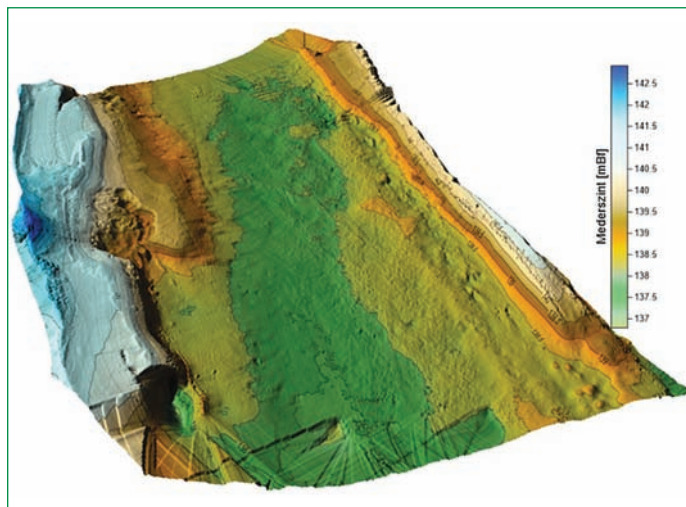
Ezután már tudjuk a mérési paramétereket is állítani, amelyek közül a lényegesebbek a vizsgálandó mélységi tartomány, a szonár „ernyő” nyílásszöge, elfordulási szöge, a mérési frekvencia, a mérő impulzusok darabszáma, geometriai elrendezése és a jel erőssége.



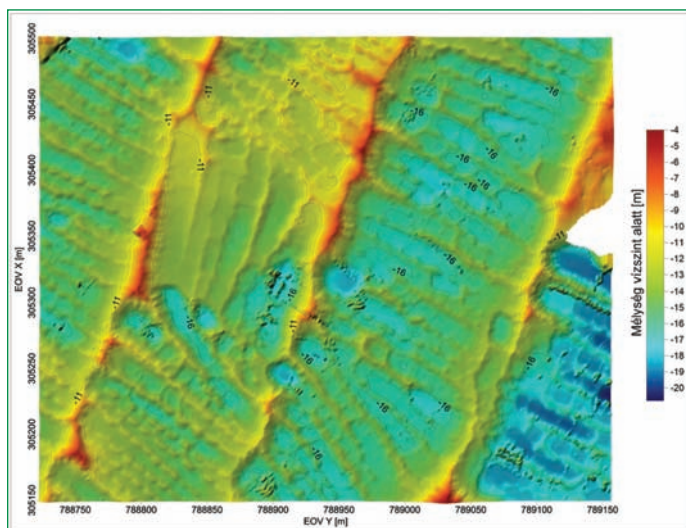
4. ábra: A csatlakoztatott szonár mérési képe a vezérlő alkalmazásban elforgatott „ernyővel”



5. ábra: A Duna egy szakaszának mérési helyszíne



6. ábra: A felmért Duna szakasz elkészített 3 D modellje (40 cm felbontás)



7. ábra: Kavicsbánya tómederének 3D modellje

A következő lépés a paraméterezett rendszerrel történő indulás, azután pedig az inerciális egység inicializálása következik. Az utóbbi során a csónakkal úgynevezett fektetett nyolcas alakzatokat kell folyamatosan bejárni, amíg az inerciális egység mérőkészállapotba nem kerül. Majd egy-két tesztszakaszon oda-vissza végig kell haladni. Ezt követően már meg lehet kezdeni a tényleges felmérést.

A 5-6-7. ábrákon a többsugaras ultrahangos mérőrendszerrel elvégzett saját demóméréseket (kettő mérési mintát) szemléltettünk. Közülük az egyik a Dunán készült, a másik pedig egy kavicsbánya tómedrének a felmérése. Az utóbbinál a kitermelésre váró nyersanyag bemutatása és a bányászati kitermelés folyamata való rálátás volt a célunk.

Összefoglalás

Tanulmányunkban napjaink változó korszerű bányamérési technológiáinak és a bányászati köbirtalom-számítás jogi szabályozása rövid ismertetése után részletesen áttekintettük a vízmélység-mérés hazai fejlődéstörténetét. Ezt követően a [2] szakirodalom felhasználásával egy bányató fenékmérésének példája

alapján megvizsgáltuk az egysugaras ultrahangos mérőeszközt. Majd az iWBMS multisugaras szonár rendszert mutattuk be részletesen, hangsúlyozva annak alkalmazási előnyeit bányatómedrek felmérésekor. Végül e mérőrendszer használatra való előkészítését tárgyaltuk, és kettő saját gyakorlati példát is szemléltettünk.

Köszönet

A szerzők e szakmai anyag elkészülése érdekében nyújtott támogatásért köszönetüket fejezik ki a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. illetékes vezetőinek.

IRODALOM

- [1] Felmérés a bányászati szektorban
Geographic Info Magazine, 2018. 01.
- [2] *Galli Csaba: Vízmélység térképezése modern eszközökkel*
Szakdolgozat, ELTE TTK, Budapest, 2017.
54/2008. (III.20) kormányrendelet.
<https://www.hydro-international.com>
www.norbit.com

EKE ZOLTÁN környezetmérőként diplomázott a Miskolci Egyetemen 2000-ben, ahol ezt követően 2007-ig tanársegéd volt a Geodéziai és Bányamérési Tanszéken, majd tíz évet a szeizmikus szénhidrogén kutatásban dolgozott geodéziai vezetőként. 2017 óta áll a Bay Zoltán Kft. alkalmazásában, ahol térinformatikával foglalkozik.

DR. HAVASI ISTVÁN a Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett bányamérési oklevelet 1985-ben. 1986 óta az egyetem Geodéziai és Bányamérési Tanszékén dolgozik, tanársegéd, adjunktus, majd 1997-től, PhD-fokozata megszerzésétől docensi kinevezést kapott. 2000-től tanszékvezető. Az OMBKE Egyetemi Osztály elnöke, az OMBKE alelnöke 2010 óta.

A kínai tulajdonú acélgyár vörös porba borítja a szerb várost

Smedrevo acélgyár hatalmas kemencéitől néhány száz méterre található Radinac falut sűrű vörös por borítja. A rákos megbetegedések aránya megnégyszereződött egy évtized alatt, és a lakosok azt akarják, hogy az üzem megtisztítsák vagy leállítsák.

A smederevi közegészségügyi testület adatai szerint, a mintegy 100 000 lakosú település 2019-ben 6866 rákos megbetegedést jelentett, szemben a 2011-es 1738-mal. Az üzem azt állítja, hogy 300 millió eurót fektetett be a technológiába és a környezetszennyezés csökkentésébe azóta, hogy Kína legnagyobb acélgyártója, a Hesteel öt évvel ezelőtt 46 millió euróért (53 millió dollárért) megvásárolta a szerb államtól. Az üzem környezetvédelmi vezetője, *Ljubica Drake* nyilatkozott a Reutersnek. „Mindannyian Smederevo polgárai vagyunk... A környezetszennyezéssel önmagunk és gyermekeink ellen dolgozunk? Nem helyes azt a következtetést levonni, hogy a rákos megbetegedések magasabb arányát az üzem tevékenysége okozta” – mondta, hozzátéve, hogy a betegség annak a következménye lehet, hogy a NATO 1999-ben bombázta Szerbiát a koszovói háború során.

Környezetvédelmi aktivisták szerint azonban az üzem jó példa arra, hogy a kínai tulajdonú ipari cégek figyelmen

kívül hagyják a helyi környezetszennyezési előírásokat. *Nikola Krstic*, a Tvrdjava nevű környezetvédelmi csoport vezetője, azt mondta, hogy a vörös por szeptemberi elemzése magas nehézfém-koncentrációt mutatott ki. „A város levegője évente 120 napon messze elmarad az európai szabványoktól” – mondta a Reutersnek. „A vörös por zsiros, megtapad a tüdőben, megnehezíti a légzést.” Kína eurómilliárdokat fektetett be az EU-tagjelölt Szerbiába, amely a Nyugattal több mint két évtizeddel a Jugoszlávia felbomlása utáni háborúk után is kellemetlen viszonyt ápol, és szoros kapcsolatokat ápol Pekinggel.

Áprilisban a szerb hatóságok arra utasították a kínai Zijin Mining Group-ot, hogy ideiglenesen állítsa le egyes műveleteit az ország egyetlen rézbányájában a környezetvédelmi előírások be nem tartása miatt. A bányavállalat úgy nyilatkozott, hogy gyorsan orvosol minden problémát, ezt követően engedélyezték az újrainyitást.

„Nemcsak megbírságot kell a szennyezőket. Ha nem tudják csökkenteni a szennyezést, le kell állítaniuk a műveleteket” – nyilatkozta *Zorana Mihajlovic*, Szerbia bányászati és energiaügyi minisztere a Reutersnek a 2021. november 5-én.

VT

ProSkill: program a műszaki földtudományi és gazdasági kompetenciák párhuzamos fejlesztésére a felsőoktatásban

BAKÓ TAMÁS tanársegéd, ME GTK
DR. NÉMETH NORBERT egyetemi docens, ME MFK
SEBESTYÉNNÉ DR. SZÉP TEKLA egyetemi docens, ME GTK
DR. VARGA KRISZTINA tanársegéd, ME GTK
DR. MIKITA VIKTÓRIA adjunktus, ME MFK



A ProSkill egy magyar-cseh-szlovák-lengyel együttműködésben megvalósuló, a Miskolci Egyetem által koordinált Európai Uniósi projekt. Célkitűzése az egyetemi oktatásból kikerülő diplomások képességeinek, készségeinek és a munkaerőpiaci elvárásoknak az összehangolása. A jövő nyersanyagsektorban dolgozó szakembereinek mérnöki tudás mellett üzleti és kommunikációs ismeretekkel is kell rendelkezniük, valamint komplex megközelítéssel és együttműködő módon használniuk ezeket a feladataik megoldásában.

Bevezetés

Az alábbiakban bemutatott projektet a gazdasági és műszaki felsőoktatás azon igénye hívta életre, hogy lépést kell tartania az ipar fejlődésével: olyan diplomásokat kell képezni, akik megfelelnek az ipar jelenlegi és valószínű jövőbeli elvárásainak. A jelenlegi trendek afelé mutatnak, hogy egyrészt egy szakember feladatai aktív élete során jelentősen át fognak alakulni, másrészt előnybe kerülnek a komplex, nem csak a szűkebb szakterületre vonatkozó ismeretekkel és információ-feldolgozási képességgel felvértezett emberek, akik a termelésnek mind a műszaki, mind a gazdasági, mind egyéb társadalmi vonatkozásait képesek átlátni.

Az egyes iparágak versenyképességét nagy mértékben meghatározza, hogy a munkavállalók milyen képességekkel és készségekkel rendelkeznek. A legtöbb kutató egyetért abban, hogy az elkövetkező évtizedben a képzési rendszerek nem tudják majd teljesíteni azt a feladatot, hogy olyan tudást adjanak át a leendő dolgozóknak, alkalmazottaknak, illetve azokat a kompetenciáikat fejessék, amelyek a jövőben kulcsfontosságúak lesznek a munkaerőpiacon (pl. [1]). Problémaként felmerülhet a képességek és készségek hiánya, az adott feladatkörhöz meg nem felelő mivolta, illetve elégtelen szintje [2]. A Cedefop (European Centre for the Development of Vocational Training) nevű EU szervezet rámutat, hogy a piaci szereplők által megkívánt és a rendelkezésre álló szakképzettségek, képesítések között meglehetősen nagy eltérés található [3]. Magyarországon esetében az

illeszkedés 57%, tehát 43% lehetőség van a javításra, elsősorban a szakemberképzés területén, ahol hazánk a mutató szerint az utolsók között van az EU-ban.

Bár a körkörös gazdaság működési modellje szerint növekvő hányadot kell képviselnie az újrahasznosításnak, középtávon mindenképpen növekedni fog még az ásványi nyersanyagok felhasználása [4], főként olyan anyagok esetében, amelyekből nem áll rendelkezésre elegendő újrahasznosítható hulladék [5]. Noha a munkaerő növekedése általában az előrejelzések szerint az elkövetkező évtizedben a bányászat és nyersanyagkitermelés területén minimális lesz, a megfelelő képességekkel és készségekkel rendelkező munkaerő tekintetében mégis növekvő hiány prognosztizálható [6].



1. ábra: A ProSkill projekt emblémája

ProSkill projekt – egy készségfejlesztésre irányuló ökoszisztéma kialakítása a visegrádi négyek országaiban

A ProSkill projekt 2020 és 2022 között zajlik. Résztevői a négy ország felsőoktatásának képviselőiben a Miskolci Egyetem (a projekt koordinátora), a Szilészi Műszaki Egyetem (Gliwice, Lengyelország), a Pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem és az Ostravai Műszaki Egyetem (Cseh Köztársaság), valamint az Európai Geológusok Szövetsége (EFG). A Miskolci

Egyetemen a projekt témájához kapcsolódó feladatokban két tehetséggondozó egyesület, a Gazdaságtudományi Kar Hantos Elemér Szakkollégiuma, valamint a Műszaki Földtudományi Kar Természeti Erőforrás-Kutatás és Hasznosítás Szakkollégiuma kap szerepet. A projekt egyébként is a két kar szoros együttműködése keretében folyik, s eddig több tucat oktató lett bevonva az egyes feladatok elvégzésébe.

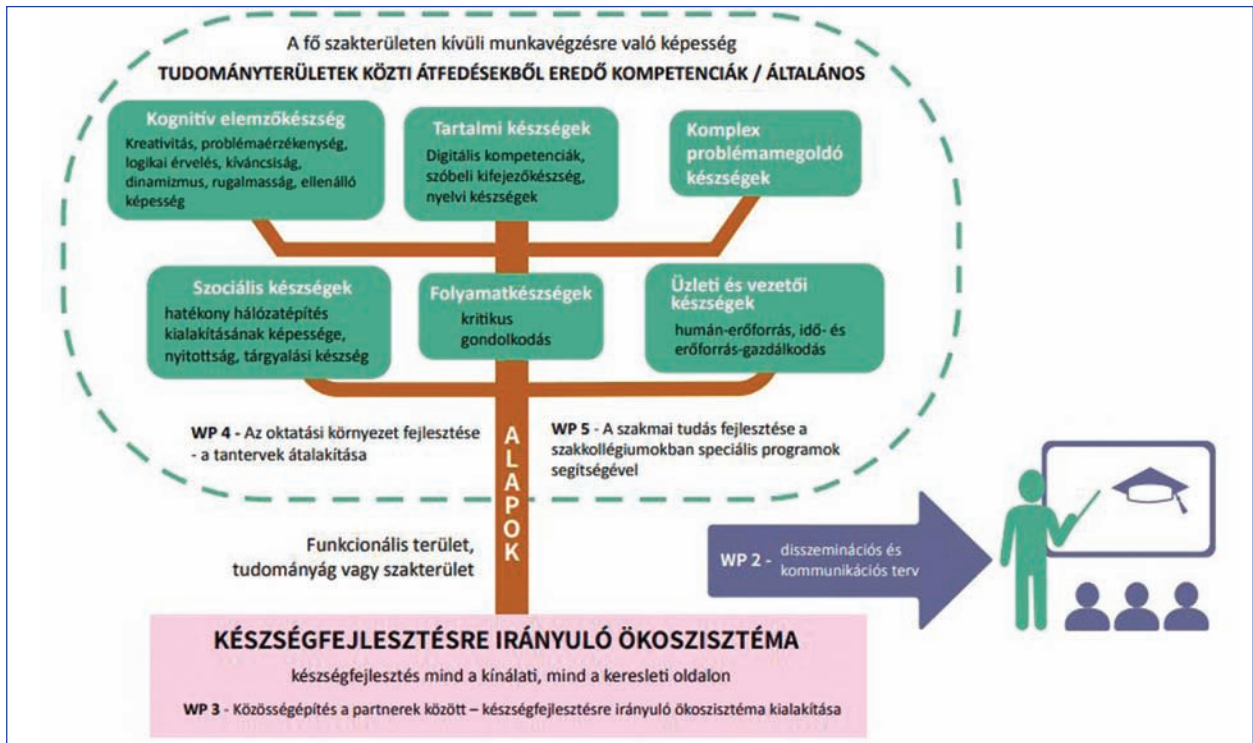
A projekt mintegy 600 000 EUR költségkeretének 10%-át a résztvevők saját forrásból kötelesek előteremteni, a többit az EIT Raw Materials Európai Uniói Szervezete finanszírozza. E szervezet küldetése az európai ásvány-fém- és nyersanyagágazat fenntartható versenyképességének fejlesztése az értéklánc teljes hosszában az innováció, az oktatás és a vállalkozói készségek elősegítése által, jövőképe pedig az, hogy a nyersanyagsektort Európa egyik fő erősségévé alakítsa át [7]. Pályázati kiírásai által az ipar, a felsőoktatás és kutatóintézetek közötti, illetve regionális együttműködés kialakítására ösztönzi a résztvevőket. A Miskolci Egyetem, azon belül főként a Műszaki Földtudományi Kar számos további, közöttük több nyersanyag-szektorbeli oktatás-fejlesztési és szakmát népszerűsítő projektje is ehhez a szervezethez kapcsolódik (1. táblázat), a Gazdaságtudományi Kar pedig vezetője volt a mérnökhallgatók vállalkozási ismereteinek bővítésére irányuló LIMBRA projektnek [8]. Ez a felsorolás is jól mutatja az egyetem elkötelezettségét a korszerű és nemzetközileg helytálló képzések biztosítása iránt.

A ProSkill projektnek kettős célja van. Egyrészt egy „készségfejlesztésre irányuló ökoszisztéma” koncepciót alakít ki (2. ábra), megvizsgálva, hogy milyen tudásalapú és humán készségek hiányoznak a nyersanyagtermelő és feldolgozó ágazatban, mely területeken figyelhető meg probléma a készségeket illetően (meg nem felelőségek, eltérések és hiányosságok), és milyen stratégiák alkalmazhatóak a problémák megoldása érdekében. Másrészt pedig kifejlesztett egy cselekvési tervvel kiegészített, magas készség szint elérésére irányuló stratégiát. Ebben fontos szempont az oktatók képzése, új és innovatív oktatási módszerek bevezetése és a tantervek megújítása. A módszereket ki is próbáljuk a két szakkollégiumban és a partner egyetemeken.

A projekt öt feladatcsoportra („munkacsomagra”) van felbontva. Az első a projektmenedzsment, amelynek keretében a projekttevékenységek koordinálása és ellenőrzése, felügyelete történik. A koordinátori feladatokat a Miskolci Egyetem látja el. A második a kommunikációs és tájékoztatási rész, ahol a projekttel kapcsolatos rendezvényekről, eseményekről minél szélesebb körű tájékoztatást adnak mind a szociális médián keresztül, mind egyéb más csatornák felhasználásával. Ebben a csoportban készülnek az ismeretterjesztő és marketinganyagok, intenzíven alkalmazva a közösségi média által kínált lehetőségeket. A munkát az Európai Geológusok Szövetsége irányítja. A harmadik csomag a készségfejlesztésre irányuló ökoszisztéma stratégiájának kialakítása, mely már teljes egészében megvalósult a Miskolci Egyetem vezetésé-

1. táblázat: A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának részvételével futó további EIT RM projektek

Projekt címe és futamideje	Projekt rövid leírása
TRAINESEE [9] 2020-21	Oktatási módszertani kapacitásfejlesztő projekt Kelet- és Délkelet-Európa hat egyetemén a tudománytól az üzleti kompetenciáig terjedő képességek erősítésével.
ENGIE [10] 2020-22	Középiskolás lányok érdeklődésének felkeltése a földtudományi és mérnöki pálya iránt, nők arányának növelése.
MOBI-US [11] 2020-21	Mobilitási ablakok létrehozása nyersanyagokhoz kapcsolódó MSc hallgatók számára kelet-délkelet-európai egyetemeken között.
AMIR-RIS [12] 2019-21	Magas színvonalú anyagtudományi mesterképzés biztosítása nemzetközi mobilitással, kiemelten újrahaznosítási technológiákra.
OPESEE [13] 2018-22	Nemzetközi, hármas diplomát adó mesterszak indítása karbantartó mérnökök képzésére a nyersanyag szektor számára.
DIMESEE [14] 2021-24	Nemzetközi továbbképzés szervezése és lebonyolítása bányászat, nyersanyagkutatás, nyersanyag-feldolgozás területén kelet-délkelet-európai országok ipari szakemberei és egyetemi munkatársai számára.
UNEXUP [15] 2020-22	Vízalatti kutatórobotok megtervezése és elkészítése, melyek elárastott bányatérsegeket képesek önállóan felmérni az otthagytott ásványi nyersanyag jövőbeni hasznosításához.
RM@Schools ESEE [16] 2020-22	A természettudományi oktatást és a nyersanyag szektorban végezhető karriert vonzóvá tevő programok szervezése fiatal diákok számára.
MINETALC [17] 2020-23	Gazdaságilag vonzó, környezetileg fenntartható, társadalmilag elfogható bányászati-visszatömedékelési áttörés validálása a közepes-gyenge ásványi nyersanyag-előfordulások esetén.



2. ábra: A ProSkill projekt modellje

vel. A negyedik projekt egység célja az oktatási módszerek és tantervek korszerűsítése, a változó környezet követelményeinek megfelelő átalakítása, ami biztosítja a ProSkill projekt eredményeinek hosszú távú fenntarthatóságát. Felelőse a pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem. Végül, de nem utolsó sorban az ötödik alprojekt a szakkollégiumok, a tehetséggondozás szakmai színvonalának emelését és a módszerek résztvevő egyetemek közötti összehangolását célozza mentorprogramok, nemzetközi versenyeken történő részvétel, üzemlátogatások, jutalmazási rendszerek, tapasztalt üzletemberekkel történő konzultáció és más kreatív technikák révén a Sziléziai Műszaki Egyetem felügyelete alatt.

Az első másfél év eredményei

2020 január végén kétnapos alakuló értekezlettel kezdődött a ProSkill projekt megvalósítása, amelyen az öt résztvevő intézmény és szervezet képviselői, valamint az EIT Raw Materials megbízottja vett részt. Megalakult a Projektet Irányító Bizottság, amelynek a feladata a program folyamatos monitorozása és felügyelete, bemutatkoztak a partner egyetemek és az Európai Geológusok Szövetsége. Néhány héttel ezután aláírásra került a ProSkill projektre vonatkozó partnerközi egyezmény, amely a résztvevők jogait és kötelezettségeit, továbbá az együttműködés fontosabb szabályait rögzítette.

Ekkor robbant be Európába (majd az egész világra kiterjedően) a koronavírus-járvány. Ez számos módosítást követelt meg az eredeti tervek vonatkozásában, a költségvetést, a programok menetrendjét és a különböző események sorrendjét, valamint a lebonyolítás

módját jelentős mértékben át kellett dolgozni. A legtöbb esetben online formát kellett választani a személyes jelenlét helyett az életbe lépő korlátozások miatt. Ennek ellenére júniustól kezdve a projekt beindult, és fő vonalakban az eredeti időtervben foglaltak szerint tudtunk haladni [18]. A ProSkill program eredményeit folyamatosan tervezzük publikálni is; az alábbiakban röviden összefoglaljuk azt, ami már elkészült, és ami várható.

Felmérés a nyersanyagsektor szereplőivel kapcsolatban

Az első fontos feladat egy egységes kérdőív elkészítése volt, amellyel felmértük a V4 országok nyersanyagsektorában tevékenykedő vállalatok elvárásait az egyetemekről kikerülő végzett hallgatók olyan kompetenciáival kapcsolatban, amelyek a munkáltatók véleménye szerint előnyt jelentenek az alkalmazás során. Ezeket egységes angol mesterszövegről fordították le kollégáink a nemzeti nyelvekre. A megkérdezettek között nemcsak bányászattal, hanem a nyersanyagok feldolgozásával és felhasználásával foglalkozó vállalkozások is voltak. Nem vontuk be viszont a vizsgálatba az energiahordozók kitermelését és feldolgozását végző piaci szereplőket. A kérdőívet összesen 216 vállalat töltötte ki a négy résztvevő országban. Ezek után 35 kiválasztott partner képviselőivel készítettünk mélyinterjúkat a hallgatói kimenő kompetenciákkal kapcsolatos elvárások pontosítása érdekében.

Az eredmények kapcsán olyan elvárásokat jelöltek nagyon fontosnak a megkérdezettek a végzett hallgatókkal kapcsolatban, mint az elemzési képesség, komplex látásmód, idegen nyelvek (elsősorban angol)

ismerete, kommunikációs képesség. Kifejezetten fontosnak két kompetenciát jelöltek meg: a szóbeli kommunikációs készséget és az együttműködési képességet. A műszaki kompetenciák közül a legfontosabbnak azt minősítették, hogy a frissdiplomás pályakezdő „képes végzettségének megfelelő műszaki és mérnöki feladatok ellátására”.

A második fontos feladat az egyetemeket elkezdő hallgatók kompetenciáinak felmérése volt. Erre a célra megvettük az online pszichológiai tesztek elvégzésére kifejlesztett Vienna rendszer [19] felhasználói licenccét, és ennek segítségével teszteltük a négy országból összesen 161 hallgató kompetenciáit. Az eredmények alapján a kommunikációs készség, a csapatmunka, a kudarctűrő-képesség területén mutatkoztak hiányosságok.

Miután megismertük a munkáltatók elvárásait és a tanulmányaikat elkezdő hallgatók képességeit, a harmadik fontos feladat (a projekt első évének kulcsfeladata) egy olyan stratégia kialakítása volt 2020 végéig, amely az oktatási módszerek megfelelő változtatásával csökkenteni képes a különbségeket. Ezt később egy önálló közlemény formájában tervezzük közzétenni.

Rendezvények

Az eredeti terv szerint 2020 áprilisában a Föld Napjához kapcsolódóan tartottunk volna a ProSkill projektet bemutató programokat. A koronavírus azonban közbeszólt, így változtatnunk kellett. Novemberben a Kutatók Éjszakájával kapcsolatosan szerveztünk online kerekasztal konferenciát ismert szakértők részvételével – szintén V4-es szinten – ahol a fenntartható fejlődés volt a központi téma. Az online eseményeken összesen 678-an vettek részt.

A másik fontos esemény nemzeti konferenciák megszervezése volt „A nyersanyagsektor kihívásai az ipar 4.0 vonatkozásában” címmel. Ezek a konferenciák 168 előadás hangzott el a témával kapcsolatban, amelyek a honlapon elérhetőek [18]. A magyar konferencia jelenléti volt, a többi online – ugyancsak a koronavírussal kapcsolatos korlátozások miatt.

Tehetséggondozás

Abban, hogy a hallgatók képességeit korszerűbb oktatási módszerek segítségével közelítsük a gazdasági szereplők elvárásaihoz, nagyon fontos szerepet játszik a tehetséggondozás. A négy résztvevő országból egyedül Magyarországon működik a szakkollégiumok rendszere, ahol a jelentkezők közül külön felvételi meghallgatás után a legtehetségesebbeknek van helye, akik képességeikhez mérten speciális oktatásban részesülhetnek, versenyeken vehetnek részt, és kutatási feladatokat is kapnak. A V4-es három további országban ez ebben a formában ismeretlen, ők más utakon járnak a tehetséges hallgatók kiválasztásában és mentorálásában.

Éppen ezért 2020 egyik fontos feladata volt a négy résztvevő felsőoktatási intézmény tehetséggondozási metódusainak egyeztetése, összehangolása, hiszen ez lényegi eleme a készségfejlesztésre irányuló ökoszisztéma kialakításának. A tehetséggondozás módszereinek összehangolása a négy egyetem erre a célra létrehozott munkacsoportja révén 2020 októberére megtörtént, majd 2021 január végére a tehetséges hallgatókra vonatkozó minősítési és jutalmazási rendszer kialakítása is elkészült.

A 2021. év feladatai

Sajnos a koronavírus továbbra is részét képezi életünknek, ezért 2021 első félévében el kellett halasztani, vagy az online térbe kellett áthelyezni az utazást igénylő programrészeket. Az év fő feladata a kidolgozott stratégia gyakorlati megvalósítása. Ennek középontjában a tanárok és a tehetséges diákok különböző, képzett mentorok bevonásával történő oktatása áll, melyek célja a ProSkill stratégiájában megfogalmazott és a kutatások által feltárt képességek és módszerek erősítése és gyakorlati alkalmazásának bemutatása.

Fenti célok elérése érdekében 2021-ben négy workshopot szervezünk a szakkollégiumok hallgatói részére, kettőt az oktatók részére, kiképezünk partnereként több oktatót mentornak, továbbá több üzemeltetés és nemzetközi versenyen történő részvétel is része a második féléves programunknak, amennyiben a koronavírus-helyzet engedi. A fejlemények nyomán követhetőek a projekt honlapján [18].

Köszönetnyilvánítás

A projekt tevékenységeit az Európai Innovációs és Technológiai Intézet (EIT), az Európai Unió szervezete finanszírozza a Horizon2020 uniós kutatási-fejlesztési keretprogramon belül.

IRODALOM

- [1] Bartlett, W. 2013: Skill Mismatch, Education Systems, and Labour Markets in EU Neighbourhood Policy Countries. WP5/20 SEARCH working paper. URL: https://www.researchgate.net/publication/258286624_Skill_Mismatch_Education_Systems_and_Labour_Markets_in_EU_Neighbourhood_Policy_Countries, letöltve 2021.05.08.
- [2] Cappelli, P. – Keller, J.R. 2014: Talent Management: Conceptual Approaches and Practical Challenges. Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior 1/1, pp. 305-331. DOI:10.1146/annurev-orgpsych-031413-091314
- [3] Skills Index 2020, URL: <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/data-visualisations/european-skills-index?year=2020>, letöltve 2021.05.04.
- [4] Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption. Technical report

- 2014-2178, Luxembourg: Publications Office of the European Union, DOI: 10.2779/74169, letöltve 2021.05.08.
- [5] Moser P. – Feiel, S. 2019: Raw Materials as a Driver of Economic Growth and Job Creation in the Transition to an Innovation-driven Low-carbon and Circular Economy. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 164/4, pp. 156–158. DOI:10.1007/s00501-019-0841-1
- [6] Cedefop (2016). Future skill needs in Europe: critical labour force trends. Luxembourg: Publications Office. Cedefop research paper 59. <http://dx.doi.org/10.2801/56396>
- [7] URL: <https://eitrawmaterials.eu/about-us/vision-mission>, letöltve 2021.05.04.
- [8] URL: <https://limbra-project.eu>, letöltve 2021.05.15.
- [9] URL: <https://trainese2.eu>, letöltve 2021.05.10.
- [10] URL: <https://www.engieproject.eu>, letöltve 2021.05.10.
- [11] URL: <https://eitmobius.eu>, letöltve 2021.05.10.
- [12] URL: <https://www.amir-master.com>, letöltve 2021.05.10.
- [13] URL: <https://enter-study.eu>, letöltve 2021.05.10.
- [14] URL: <https://dim-esee.eu>, letöltve 2021.05.10.
- [15] URL: <https://unexup.eu>, letöltve 2021.05.10.
- [16] URL: <http://rmschools.isof.cnr.it>, letöltve 2021.05.10.
- [17] URL: <https://minetalc.fberg.tuke.sk>, letöltve 2021.05.10.
- [18] ProSkill Projekt honlapja, URL: <https://www.proskillproject.eu/>, letöltve 2021. 05.04.
- [19] Vienna Test Systems, URL: <https://www.schuhfried.com/hu>, letöltve 2021.05.08.

BAKÓ TAMÁS 2018 óta dolgozik egyetemi oktatóként a Miskolci Egyetem Vezetéstudomány Intézetében. Korábban 30 évig különböző vállalatokat vezetett, valamint gazdasági tanácsadóként is működött. Jelenleg doktandusz, kutatási területe az egyéni felelősség és a csoportos döntéshozatal ellentéte.

DR. NÉMETH NORBERT 2003 óta dolgozik egyetemi oktatóként a Miskolci Egyetem Ásványtani-Földtani Intézetében. Okleveles geológusmérnök és közgazdász, földtudományi PhD fokozatát 2006-ban nyerte el.

SEBESTYÉNNÉ DR. SZÉP TEKLA a Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar Világ- és Regionális Gazdaságtan Intézet intézetigazgató-helyettese, 2013-ban szerzett gazdaságtudományi PhD fokozatot.

DR. VARGA KRISZTINA a ProSkill projekt koordinátora. 2016 óta dolgozik egyetemi oktatóként a Miskolci Egyetem Vezetéstudományi Intézetében, 2008-17 között projektmenedzserként tevékenykedett. Okleveles közgazdász és politológus, gazdaságtudományi PhD értekezését 2021 márciusában védte meg.

DR. MIKITA VIKTÓRIA a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán kapott általános környezetmérnöki oklevelet 2007-ben, majd 2014-ben PhD doktori oklevelet szerzett. 2009-től a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai – Mérnökgeológiai Tanszékén dolgozik. Az oktatáson túlmenően hazai és nemzetközi kutatási projektek lebonyolításában vesz részt.

Lengyel-cseh vita a turowi lignitbánya kapcsán

Lengyelország és Csehország folyamatos kapcsolatban áll a határuk közelében lévő külszíni lignitbánya ügyében, de több időre van szükségük a megegyezéshez – nyilatkozta *Anna Moskwa* lengyel klímaminiszter 2021. november 8-án. A 30 négyzetkilométeres Turow Lengyelország egyik legnagyobb lignitbányája. Az 5000 embert foglalkoztató komplexum a tervek szerint 2044-ig fog működni, ami ellentétes az EU azon törekvéseivel, hogy a század közepére nettó nullára csökkentsék a CO₂-kibocsátást. A lignitbányával kapcsolatos vita az elmúlt évtizedek legsúlyosabb vizsgálata a két ország között. Az Európai Unió legfelsőbb bírósága a 2021 szeptemberében felfelülvizsgálta Lengyelországot, hogy állítsa le a cseh határon lévő turowi külszíni lignitbánya és erőmű működését, miután Prága a közeli cseh falvakban okozott környezeti károk miatt panaszkodott. Az Európai Unió Bírósága (EUB) ezután napi 500 000 euró (581 900 dollár) büntetés megfizetésére kötelezte Lengyelországot, miután az nem állította le működését. A lengyel kormány szerint a bánya és a közeli erőmű (mindkettőt a PGE energiavállalat üzemelteti) kulcsfontosságúak az energiabiztonság szempontjából, mivel az erőmű Lengyelország energiatermelésének 7%-áért felel.

A chilei lítium-koncessziók 57 céget érdekelnek

A világ lítiumának több mint felét a lítium-háromszögben termelik, amely az Andok száraz régiója, Bolívia, Chile és Argentína egyes részeit foglalja magában. A lítiumpiac jelenlegi forró helyzetét mi sem mutatja jobban, mint hogy 57 vállalat mutatott érdeklődést új szerződések iránt az akkumulátorfém feltárására és gyártására Chilében – közölte a kormány 2021. november 10-én. Noha a licitálási folyamat kezdeti szakaszban van, a hatóságok várhatóan még a márciusi kormányváltás előtt döntést hoznak a szerződésekről. Chile, Ausztrália után a legnagyobb lítiumtermelő, piaci részesedése az elmúlt években csökkent. A kormányzat most több jelentős tartalékot szeretne felszabadítani, tekintettel az elektromos járművek iránti növekvő keresletre. A lítium benchmark-indexe több mint kétszeresére nőtt idén, az árak Kínában rekordokat döntöttek. Chilében azonban bizonyos politikai kockázatok fenyegetik az ajánlattevőket. A folyamat az eszedékes elnök- és parlamenti választásokat közvetlenül megelőzve zajlik, és *Sebastian Pinera* elnök várhatóan felelősségre vonási eljárás (impeachment) elé néz. Az ellenzék azzal vádolja a regnáló jobbközép kormányt, hogy megpróbálja siettetni az új szerződéseket, miközben az ország újraértékelné a természeti erőforrásokkal kapcsolatos álláspontját az új alkotmány kidolgozása során. Az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának szerint Chile tavaly körülbelül 18 000 tonna lítium fémeket állított elő.

Bloomberg és mining.com nyomán VT

100 éve kezdődött a vágathajtás gépesítése Dorogon



GLEVITZKY ISTVÁN aranyokleveles bányagépészmérnök,
okl. gazdasági mérnök

DR. KOROMPAY PÉTER aranyokleveles bányagépészmérnök,
okl. bányaművelő mérnök

A Dorogi (Esztergomi) Pilisi szénmedence 222 éves szénbányászatának két, átlagtól eltérő, különleges jellemzője volt:

- A karsztvíz elleni gigantikus küzdelem.
- Éljenjáró kezdeményezések a vágathajtás gépesítésében, a vágatbiztosításban.

A következőkben a gépi vágathajtás fejlődését tekintjük át, s abban kiemelten vizsgálva a Dorogi régió mérnökeinek technikusainak alkotó szerepét.

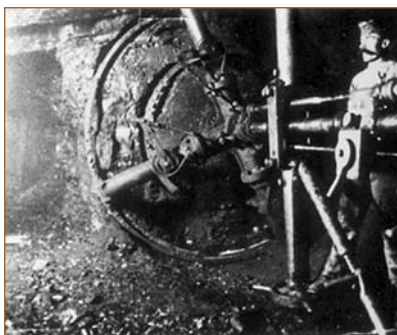
A kezdet

A vágathajtás kezdeti eszközeit értelemszerűen az érc- és sóbányászattól örököltük, hiszen a Kárpát-medencében is évszázadokkal előzte meg a szénbányászatot. Kezdetben a robbantásos eljárást a darabos szén termelésének piaci követelménye miatt csak mérkelten alkalmazták.

A szén jövesztésének eszközei az egy és kéthegyű csákányok, a különböző méretű feszítő rudak voltak. A kevésbé kemény kőzetben a nyeles csigafűrőt alkalmazták. Az 1800-as évek első harmadában jelentek meg a fűrógépek. Általában állványos kivitelűek, energiaforrásuk a kézi erő, gőz, víz, sűrített levegő, elektromosság. A számtalan típusból kiemeljük a selmeci *Brossmann Jenő* és *Richter Gusztáv* kőzetfűró gépeit. A magyar szénbányászatban a svéd *Craelius* féle kőzetfűró típus terjedt el.

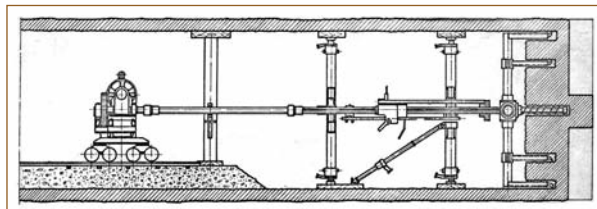
A robbantólukak fűrészt az 1880 körül megjelent sűrített levegős kézi fűrógépek oldották meg. Ebben az időben váltotta fel a fekete lőport a töltényalakra préselt robbanóanyag, melyeket gyutaccsal kellett indítani.

Magyarországon az elővájások gépesítésének első sikeres kísérlete 1921-ben Dorogon *dr. Schmidt Sándor* bányamérnök, bányagazgató, és *Dezső Kálmán* gépészmérnök – német szabadalom alapján – alkotása a „művájár” volt.



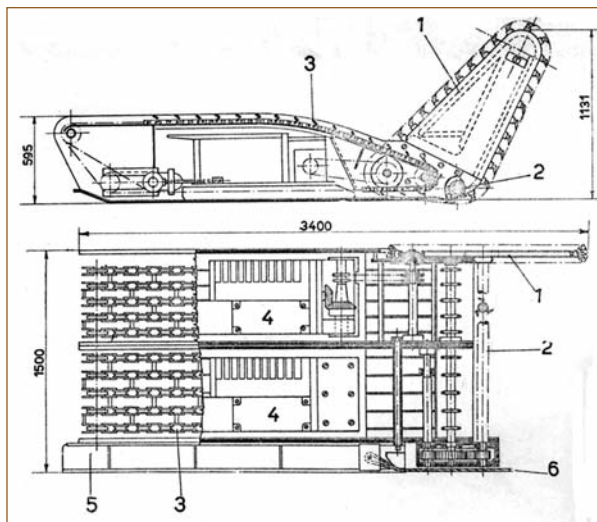
A 2 db oszlopos állványa szerelt, 2,5 m átmérőjű, körszelvényű vágat kihajtására alkalmas „művájár” később a körülírás mag le-törésére alkalmas berendezéssel is ellátták. A kísér-

letek során napi 10 m elővájási sebességet is elértek. Gondot a készlet felrakása, elszállítása a körszelvényű vágat biztosítása jelentette.



Meg kell említeni a korai, századfordulós, majd későbbi kevésbé sikeres kísérleteket is:

- Dr. Wolff M. által konstruált sánta tárcsás – fűrészlapos – réselőkészülék (1902)
- Vulkáni Gépgyár szabadalmaztatott réselő szerszáma, kálisóbányászat részére.
- Meinhart Vilmos réselő szerszáma (1913)
- Bagó Ferenc bányamérnök kézi szénfűrész, a dorogi műhelyben elkészült. (1941)
- Dr. Schmidt Sándor, Török Sándor, Schlattner Jenő fejtőgépe (1944)

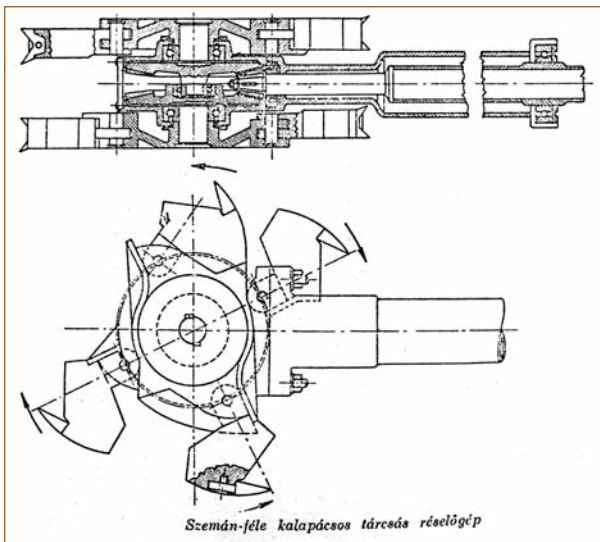


Újszerű az aprító és felhordó láncszőnyeg alkalmazása. A fejtés réselő láncsal (1) és réselő rúddal (2) történt.

A kísérletek a háború kezdetén abbamaradtak.

- Szemám István, Kummer Ferenc, Török Sándor fejtőgépe.

Újdonság a forgócsákányos réselőfej. A gép magassága 1 m. Páncélkaparóra szerelték, a vitlával vontatták. A gép szerkezeti magassága nem haladta meg az 1 métert.



Schmidt Sándor 1921 július 11-én kézzel írt levele:
 „Nagyságos **Korompay Lajos** bányaigazgató Úrnak Dorog. A művjár szabadalmának eladása alkalmából kedves kötelességemnek tartom annak az együtt munkálkodásnak bizonyítékát is szolgálni mellyel a gépet fejleszteni és tökéletesíteni igyekeztünk és igyekezünk. Ezért a vételárból 50.000 koronát ajánlok fel Neked oly képen, hogy 25.000 koronát jelen soraimmal egyidejűleg nyújtok át, 25.000 koronát pedig akkor, ha a próbagépek leszállítása után az első megrendelések fel lesznek adva. Természetesen a német szabadalom elnyerése előfeltétele az ígéretem teljesítésének. Hiszem, hogy az a szoros együttműködés mellyel társulatunk javát szolgáljuk az érdekközösséggel erősödik, s segítségemre lesz a jövőben is, hogy a gépeket tökéletesítsük.
 Szívvelyes üdvözlettel Schmidt Sándor”

A vágathajtás gépesítésének kezdete olyan érdeklődésre adott számot, hogy a berendezést 1921. február 20-án vasárnap **Horthy Miklós** kormányzó is meglátogatta a bányában.

Idézet (rövidítve) az „Esztergom és Vidéke” újság február 22-én megjelent számából.

„Dorog díszben. Gyönyörű verőfényes reggel köszöntött febr. 20-án, vasárnap a díszbe öltözött Dorogra. A bányatelepen szépen rendezett és salakkal felszórt utak mellett mindenütt felkoszorúzott oszlopok állottak.

A kormányzó érkezése. Fél kilenckor már nagyszámú közönség gyülekezett össze a két díszkapu közötti téren. A bejáró díszkapunál Riedl Lajos tábornok, a széntermelés katonai kormánybiztosa várakozott. Pont 9 órakor robogott be a pályaudvarra a hatalmas „Turán” géppel a különvonat és tolatott a bányavágányra a díszkapu elé. A bányászzenekar a Himnusz-t játszotta, míg a díszszázad kürtösei felváltva harsogva fújták a díszjelet.

Fogadtatás. A bejáró díszkapunál Riedl Lajos tábornok, a széntermelés kormánybiztosa fogadta Ő Főméltóságát. A díszszázad feszes vigyázz! állásban állott

s miután a parancsnok leadta a jelentését, szemlét tartott Ő Főméltósága. Palkovics László alispán üdvözölte Ő Főméltóságát. A kormányzó úr Ő Főméltósága válaszában kifejtve jövetelének célját, személyesen akar meggyőződni a széntermelés mikénti állásáról.

Bevonulás a bányába. Ő Főméltósága néhány perc alatt átöltözött és kíséretével a részükre készített személyszállító kocsihoz szállott s a bányászinduló hangjai mellett és egyenruhás bányászok sorfala között tűnt el a zakatoló kocsi a Riemann altárhoz szűzmáriás bejárájába vitte Magyarország első emberét a föld mélyébe, a fekete gyémántok országába, ahol ha becsületes munka folyik, felderül itt fenn minden kunyhó és palota lakójának arca. Ő Főméltósága megtekintette a bányát és a bányászat terén reformot jelentő „Művjár”-t, amely Schmidt Sándor találmánya.

A bányászok küldöttsége. A rendelő épület felolvasó termében félkör alakban állottak a bányamunkások, közepén Schmidt Sándor bányaigazgatóval. A zöld posztóval leterített asztal közepén Ő Főméltósága, jobbról Dr. Csernoch János bíboros hercegprímás, és balról Dr. Czobor Imre főispán foglaltak helyet. Schmidt Sándor bányaigazgató üdvözölte Ő Főméltóságát a dorogi bányamunkások nevében. Biztosította Ő Főméltóságát és általa az országot, hogy a magyar bányamunkás átérve az ország nehéz helyzetét, erejének megfeszítésével, törhetetlen magyar lélekkel dolgozik és dogozni fog. Beszédjének befejeztével „Jó szerencsét!” bányászüdvözléssel köszöntötte Ő Főméltóságát, aki azonnal hosszabb beszédben válaszolt, illetve beszélt a bányamunkásokhoz. Büszkén állította oda a magyar bányamunkásságot mint olyant, amely ma az egész világ bányamunkásai között vezet és nem engedi meg semmi körülmények között sem, hogy megmételeyezzék azt. Vázolja az ország általános nehéz helyzetét, de rövidesen enyhülést vár. Ebben a nyomasztó helyzetben mindenki érzi a nyomorúságot, de legjobban és itt példaképpül állítja oda a magyar középosztályt, amely rettenetes sorsát némán tűri. Pontos számadatokban mutatja ki, hogy míg egy bányamunkás havonta 6419 korona 54 fillérbe kerül, addig a végzett legmagasabb polcon álló tisztviselő csak 4542 korona 62 fillér kiadást jelent az államnak. A lehetetlen helyzet megszüntetésére egyedül a munkát tekinti célravezető eszköznek. Befejezésül kijelenti, hogy a hallottak és tapasztaltak után jó hazafiaknak tartja a bányamunkásokat és üdvözletét küldi a munkában és otthonlétüknek is. Ugyancsak „Jó szerencsét!” bányászüdvözléssel vesz búcsút.

Ebéd. Az előállott fogatokon előre meghatározott sorrendben vonult Ő Főméltósága és kísérete a meghívott vendégekkel együtt Schmidt Sándor bányaigazgató lakására, ahol díszbe volt. A lakoma alatt Dr. Csernoch János bíboros hercegprímás mondott nagyhatalmú beszédet. Az ebéden részt vettek: ...Horthy Jenő, a kormányzó testvére, Bartha Richárd vezérkari főnök, Magasházy László, Görgey György őrnagyok... A meghívottak között voltak: ...Riedl Lajos tábornok, széntermelési kormánybiztos, Dr. Czobor Imre főis-



Indulás a Reimann altáróba

pán, Dr. Chorin Feren a bányatársulat vezérigazgatója, Dr. Reimann társulati ügyvezető igazgató, Csanády László bánya főfelügyelő, Schmidt Jenő és Lajos bányai igazgatók, Korompay Lajos és Kralovánszky Jenő bánya főgondnokok.

A Kaszinóban mintegy 150 tiszt- és civil vendéget látott vendégül a bányatársulat, ahol Kovács Béla mérnök, bányagondnok töltötte be a házigazda szerepét.

Az elutazás. Délután 2 óra 45 perckor éljenzés és a bányászzenekar muzsikája mellett kíséretével utazott el Ó Főméltósága Budapestre, hogy kedves emlékeket vigyen magával és hagyjon Dorogon.



„Művájár” bemutatása a Kormányzónak

kinevezése után (1923) sem szakadt meg. Ezt bizonyítják az egymásnak írt, eljuttatott levelek, (1929 október 3., 1929. október 8., 1929. november 4., 1930. április 4.) melyek témája a fejések gépesítése (Beineféle réselőgép, Flottmann láncos réselőgép), német, osztrák tanulmányutak, cégkapcsolatok („Kransky, Frölich @ Klüpfel Unternehmung für berbauliche Arbeiten und Maschinenfabrik” Wien, „Gewerkschaft des Bruckdorf-Nietlebener Bergbau-Vereins, Halle”, „Vereinigte Stahlwerke A.G. Abteilung Bergbau, Essen”) voltak.

F-típusú gépcsalád

A világháború után komoly műhelymunka folyt Dorogon a vágathajtás gépesítése terén, amely később az F típusú vágathajtó gépek fejlesztésének világhírnevét alapozta meg.

Az F típusú gépcsalád elsősorban vágathajtó gépek voltak, de kedvező körülmények között fejtésben is használták. A fejlesztéseket dr. Ajtay Zoltán, a Dorogi Szénbányák Nemzeti Vállalat igazgatója irányította.

A villamos meghajtású F-1 típusú réselő szerszám feltalálói az 1949. május 20-i találmányi bejelentés alapján a dorogi feltalálók dr. Ajtay Zoltán bányamérnök, Szilárd József gépészmérnök és Koszorús István gépkonstruktor voltak.

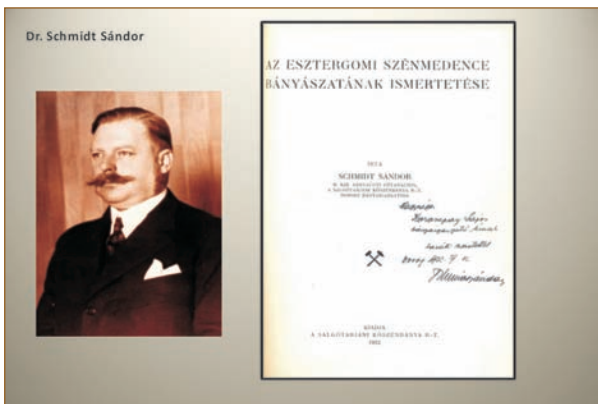
A 185. lajstromszámú szerzői tanúsítványt az Országos Találmányi Hivatal az AA-188 számú határozattal 1952. szeptember 30-án adta ki.

A találmány szerkesztési munkálataiban még Nábrádi Árpád és Várad László is részt vettek.

Sorozatos fejlesztések következtek, melynek célját dr. Ajtay Zoltán a következőkben határozta meg:

„A nagyteljesítményű fejtő-rakodó (vágathajtó gépek) iránti igény, a gyors vágathajtással elérhető jelentős műszaki előnyökkel és költségcsökkentéssel magyarázható. E következményekhez nem utolsósorban kapcsolódik az emberi erő kímélése is, amely következményeket azonban a hagyományos vágathajtási módszerekkel kiegészíteni már nem lehet.

A közvetlen megtakarításhoz járul még a költségeknek egy további csökkentése az által, hogy nemcsak maga a vágathajtó gép, hanem valamennyi egyéb, a



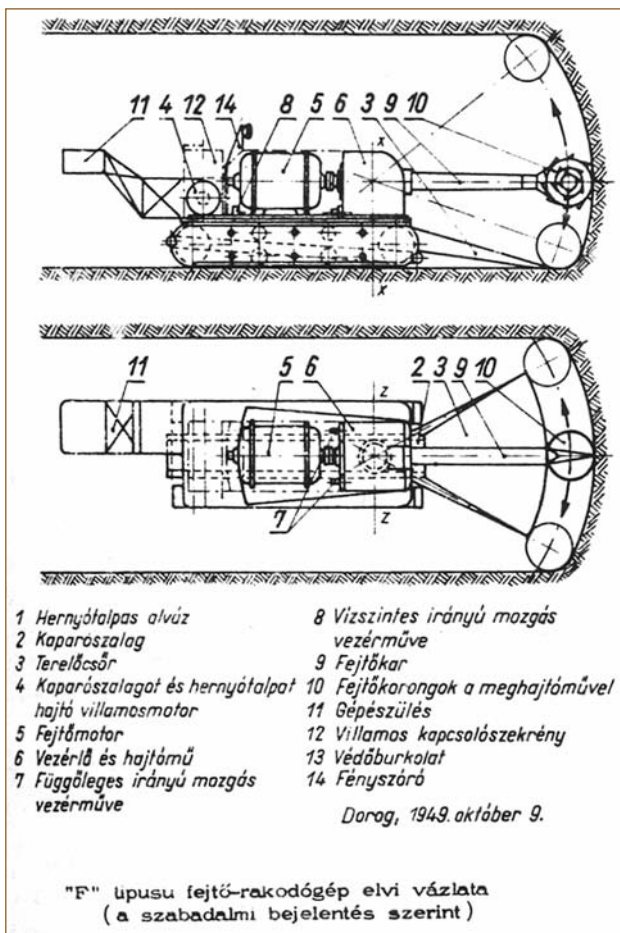
Schmidt Sándor kifejtette, hogy az egyik legnehezebb bányamunka a vágathajtás, emberpróbáló munkaterhelését gépesítéssel szeretnék csökkenteni.

A fejlesztés sikerrel járt, az egyik megmaradt írásos dokumentum az 1932-ben Várpalotán a Schmidt-féle művájárral kihajtott 250 m hosszú, évtizedekig stabilan álló vágat anyaga.

Korompay Lajos bányai igazgató, aki végrehajtotta a vasút és a közút alatt átmenő vágat robbantás nélküli kihajtását, írta a „Várpalota szénbányászata a felszabadulás előtt” 1965-ben megjelent könyvében, hogy „Még ma is épen áll” a vágat, 33 évvel az elkészülte után. Széleskörű elterjedését elsősorban a termelvény elszállításának gépi megoldatlansága okozta.

A Schmidt-féle művájár szabadalmát a német Flottmann művek vette meg továbbfejlesztésre.

Dr. Schmidt Sándornak a gépesítés fejlesztésében a kapcsolata Korompay Lajos várpalotai vezérigazgatói

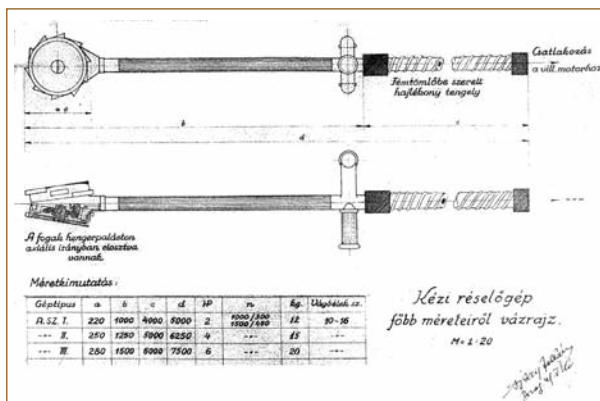


vágathajtáshoz használt üzemi berendezés pld. szállító, szellőztető, vízemelő berendezés stb. gyorsabban szabadul fel más irányú használatra és így a beruházott tőke jobban kihasználható.

A bányaiüzemek további előnyt jelent a fejtési mezők gyors feltárásának lehetősége, az új munkahelyek rövid időn belül való előkészítése és az, hogy a hazafelé haladó fejtések kísérő vágatai rövidebb ideig állnak kihasználhatlanul, csökken azok fenntartási igénye. A korszerű fejtő-rakodógépek alkalmazása és a velük elérhető nagyobb fejtési sebesség a feltárás és előkészítés összehangolására kényszerítette a bányászati szakembereket. Ez az irányzat viszont csakis megfelelő gépi vágathajtással elégíthető ki."

F1 típusú kézi-gépi réselőgép

Az első kísérletek 1949 májusában kezdődtek a Dorogi Szénbányák Nemzeti Vállalat Tokodaltárói Üzemében. Az ott kialakított réselő szerszám kézi meghajtású volt. A gép jövesztő szerszáma két, tompaszög alatt kiképzett tengelyen, egymáshoz képest ellentétes irányban forgó tárcsákból áll. A réselő szerszám tengelyét szánkóra helyezett villamos motor hajtotta. Palástfelületén a kőzetviszonyoknak megfelelő kések voltak felszerelve. Kézzel kellett a szénfalhoz nyomni. A jövesztő szerszám tömege 14 kg volt. A hajtómotor teljesítménye 2,2 kW. A réselési mélység 1000 mm, a réselőtárcsák átmérője 220 mm, fordulat-



száma 300/min volt. A 14 kg-os gép kézben tartása nagy erőfeszítést igényelt a bányászoktól, ugyanis kézi erővel kellett kiegyenlíteniük a gép marófején keletkező igen változó méretű terhelést.

A berendezéssel végzett kísérletekről az Országos Tervhivatal által küldött szakbizottság dr. Major Gábor osztályvezető, Hansági Imre osztályvezető helyettes az OT elnökének benyújtott jelentésében a következő megállapításokat tette: „A helyszíni szemle eredményeképpen kétségtelen eredményként állapítottuk meg, hogy a teljesen újszerű elvekkal működő kézi réselőgép mind teljesítmény, mind pedig kezelhetőség szempontjából a hozzáfűzött reményeket nemcsak beváltotta, hanem nagymértékben meg is haladta”.

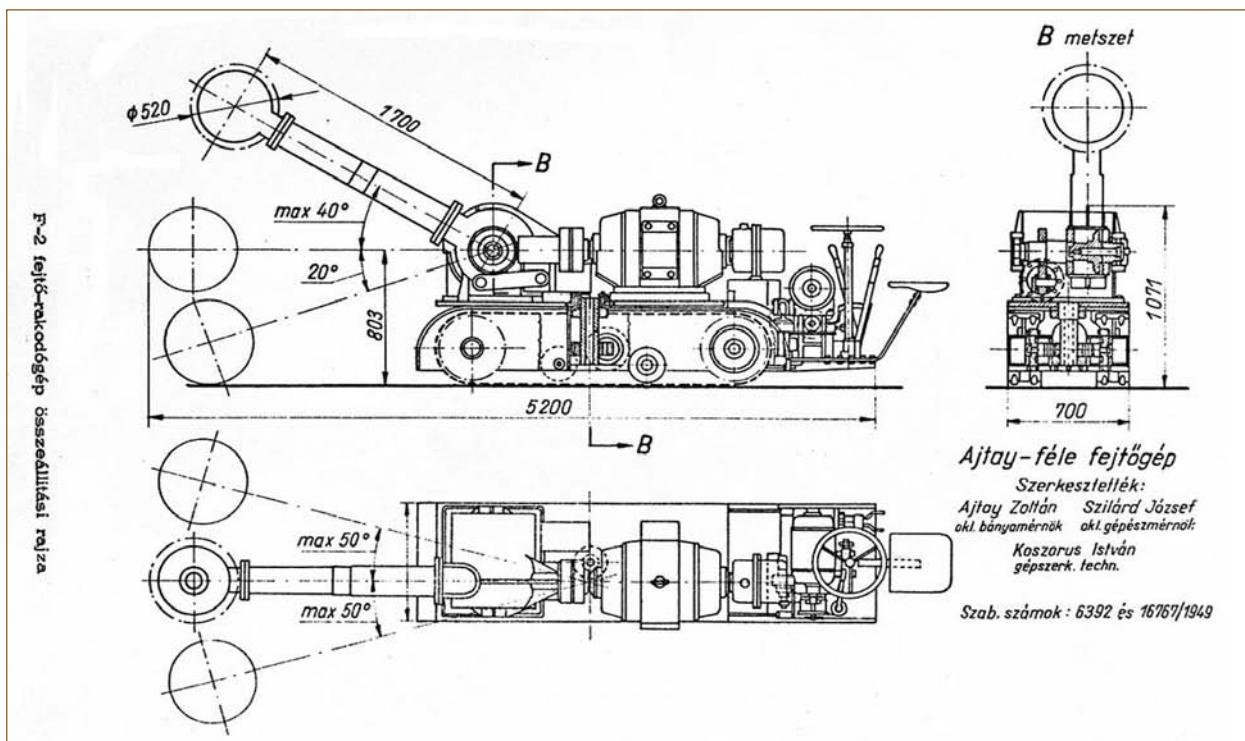
F2 típusú fejtőgép

Az F1 réselőgépnél szerzett tapasztalatok alapján még 1949-ben elkészült az F-2 típusú lánctalpas, önjáró fejtő-rakodógép első példánya. A gyártás az Állami Szénbányák Vállalat Dorogi Központi Műhelyben folyt. Az első példányt 1950. április 4-re készítették el, a gép a X aknára került beüzemelésre.

Kiemelkedő esemény volt, hogy Vas Zoltán és Zsofinecz Mihály miniszterek személyesen győződtek meg a fejtőgép működéséről. Az OT rendeletére 22 országban rendelték el a szabadalmaztatást. A Vas Zoltán miniszternek írt feljegyzésében Hansági Imre tájékoztatást adott arról, hogy utasították a Dorogi Szénbányák Nemzeti Vállalatot a fejtőgép haladéktalan kivitelezésére. A kivitelezésre a miniszter úr engedélye alapján 30 000 Ft-ot biztosítottak. Feltétlen szükségesnek tartotta Hansági, hogy a bevált réselőből további 6-6 db kerüljön legyártásra, hogy kerüljön alapos kiértékelésre a réselőgép nélküli és a réselőgépes termelés elért teljesítménye, figyelembe véve a darabos szén termelésének igényét. Erre a Dorogi Szénbányák Nemzeti Vállalatnak 50 000 – 60 000 forint póthitel javasolt. (1949. október 27.) Az F2 típusú fejtőgéppel Tatabányán is végeztek kísérleteket.

A hernyótalpak közé szerelt kaparószalag a termelvény elszállítását is megoldotta.

A jövesztő szerszám két, egymással szemben forgó félgömb volt, 1500 mm hosszú karon voltak elhelyezve, függőlegesen és vízszintesen mozgathatóak. Meghajtása 22 kW-os 500 voltos motorral történt. A



jövesztési mélység 400 mm volt. A termelvényt kiszállítását a hernyótalpak közé szerelt kaparószalag végzi. A gép előrehaladásával a rakodócsőr a kaparószalagra tereli az anyagot amely továbbítja a rakodást végző, a gép hátsó részében elhelyezett rakodószalagra, melynek állítási magassága 1100 mm, azaz a csille magassága. Gépsúly 2,8 t. Legyártva 2db/1949.

A fejtgépet alkalmazták elővájásokban és fejtesekben. Szénben történő vágathajtás esetén 300-600 m/hó teljesítmény érhető el.

Érdekesség, dr. Ajtay Zoltán elmondása szerint az F2 gép lánctalpait egy kilőtt harcokocsiból, a hidraulikus szivattyút egy lelőtt Liberátor gépből szerezték. A második géphez dr. Pattantyús Imre adott kölcsön egy, a Győri Vagongyár tulajdonában lévő szivattyút.

Dr. Ajtay Zoltán 1951-ben a Kossuth-díj arany fokozatát kapta meg.

F3 típusú jövesztógép

Az F-3 típust az úgynevezett „talicskás liliputi” alacsony telepek művelésére fejlesztették ki. A cél az volt, hogy kitöltse a nagyméretű jövesztő gépek és a kézi fejtes közötti hézagot.



A jövesztő motor 8 kW, a gép tömege 350 kg volt. A fejlesztést nem folytatták, inkább az F4 típus kialakítása volt a reális cél. Legyártva 2 db/1949.

A következő, F-4 gépcsalád gyártása elkerült Dorogról a Vas Zoltán miniszter által kijelölt Hofherr-Schranz Traktorgyárba (1951-ben új nevet kapott, Vörös Csillag Traktorgyár), ahol Fehér Béla igazgató, Kor-



buly János műszaki igazgató és *Liszony József* főmérnök vezetésével gyártották, a sorozatgyártásra alkalmas fejtőgépet. A tervezési munkákat dorogi kollektíva végezte *Koszorús István* főkonstruktor, *Nábrádi Árpád* és *Váradi László* konstruktorok, a Dorogi Bányagépgyárból.

Az F-típusú vágathajtó gép, jövesztő és rakodógép fejlesztett változatai a világ minden táján ma is üzemelnek (1500 db/1972).

A magyar dokumentáció alapján 1949-1969 közötti években 165 db F típusú jövesztő és rakodógép került exportra a világ 22 országába.

A fejtőgép dokumentációját 1953-ban Szovjetunió átvette, és gyártotta PK-3 jelöléssel, első példány 1955-ben készült el. Legyártottak 540 db-ot (1955-1965).

Az Alpine Montangesellschaft oszták cég 1964-ben átvette know-how-ként a gyártási jogot, F-6H, F-6A, F6-HK, F6-HKF típusoknál. A továbbfejlesztett típus AM-50 22 t súlyú, 1000 kp/cm² szilárdságig terjedő jöveszthetőséggel.

A Gerb Eickhoff cég EV-100 vágathajtó gépe 43 t súlyú, a beépített motorteljesítmény 180 kW előtoló erő 15 t. A berendezést alagútépítés céljára készítették.

Dosco-Miner angol gyártmány.

A magyar szabadalom alapján létrehozott és továbbfejlesztett szeletekben jövesztő F típusú gépek a bányavágatok kihajtásának – szénben, kőzetben – komplex gépesítését oldották meg.

IRODALOM

Bányászati és Kohászati Lapok. 1921 január – december. Magyarország kormányzója és a magyar szénbányászok. 75-77 oldal.

Ajtay Zoltán: A hazai fejtőgép gyártás és az ezzel kapcsolatos kísérletek ismertetése. BKL 84 évf. 1-2 szám 1951

Boldizsár Tibor: Korszerű bányagépek 1951 Nehézipari Könyv és Folyóirat Kiadó Vállalat.

Derszib Jenő: Tanulmány az F-2 típusú Ajtay-Szilárd -féle fejtőgép kiértékeléséhez Kézirat 1953

Ajtay Zoltán: Munkahelyhomlokon vezérelt marófejes elővájó fejtő-rakodógépek alkalmazása a bányaszatban. BKL 90 évf. 7-8 szám 1957

Székely Lajos: Az Esztergomvidéki szénmedence bányá-

zatának fejlődése. Műszaki Könyvkiadó 1959

Korompay Lajos: „Várpalota szénbányászata a felszabadulás előtt” 1965. Várpalota

Die Stärke Ausleger-Vortriebmaschine der Welt. A világ legerősebb vágathajtó gépe Deutsche Hebe- und Fördertechnik 14 évf. 6.sz. 1968

Dr. Ajtay József – Szilárd József: Az „F” típusú fejtő-rakodógépek és 20 éves fejlődésük. Bányászati Kutató Intézet Közleményei 1969

Jutas Titusz: „F” típusú jövesztő – rakodógépek kialakulása, fejlesztése és az elért eredményen Kézirat, OBV Budapest 1969

Dr. Ajtay Zoltán: Az F típusú fejtő-rakodó gépek 20 éve. BKL 103 évf. 2 szám 75-85 old. 1970

Juhász József - Dr. Simon Kálmán: A vágathajtás gépesítése. MIN Műszaki Dokumentációs és Fordító Iroda 1971

Dr. Ajtay Zoltán: Az F típusú jövesztőkaros fejtő-rakodógépek újabb alkalmazási területei és eredményei. BKL 105 évf. 12. szám 785-790 1972

Moharos Jenő – Dr. Petrassy Miklós: Komplex gépesített lejtakna hajtás a Nagyvegyházi Bányáüzemben BKL 1980

Tóth Tibor: Szénbányászat a dorogi medencében 1971-1981 Budapest Révai Nyomda 1981

Tóth Tibor: A vágathajtási munkák gépesítésének dorogi kezdeményezései. Kézirat 1981

Schoppel János: Korszerű vágathajtási technológiák a Dorogi Szénbányáknál. Kézirat 1982

Zicsi István: A Dorogi Szénbányák Bányagépgyártó és Javító üzeme. Kézirat 1988

Dorogi Károly – Glevitzky István: Lencsehegy II. bányáüzem: a dorogi szénbányászat jelene BKL 121. évf. 9 szám, 1988

Sztraka Lajos: Az F típusjelű vágathajtó gépek kialakítása, fejlesztése. BKL 122 évf.12 szám, 1989

Galgócz Géza: Emlékeim az „F” típ. fejtőgépek megjelenéséről a dorogi Bányagépgyárban. 2012

Dr. Stieber József: A kispesti Hofherr-Sczrantz traktorgyár „idegen tollai” – 1951 Mezőgazdaság Technika 2019. augusztus

GLEVITZKY ISTVÁN a Nehézipari Műszaki Egyetemen 1971-ben kapott bányagépsz- és bányavillamossági mérnök, majd 1988 bányaművelő mérnök diplomát. 1971–80 között a Borsodi Szénbányák üzeimeiben dolgozott termelésirányító munkakörökben. 1980-1984 között a miskolci Kerületi Bányaműszaki Felügyelőségénél, 1984–1990 között a Dorogi Szénbányáknál dolgozott. 1990–2010 között egy amerikai gépgyártó cég hazai márkaképviselőjeként, majd 2010-től saját vállalkozásában tevékenykedik. Az OMBKE-nek 1966-tól tagja. A Dorogi Helyi Szervezet elnöke 2010 óta.

DR. KOROMPAY PÉTER a Nehézipari Műszaki Egyetemen okl. bányagépszmérnök (1965), okl. bányavillamossági szakmérnök (1971), egyetemi doktor (1985) oklevelet kapott. Munkáját Tatabányai Szénbányáknál a VI. bányáüzemben gépészeti vezetőként kezdte. 1986-1989 között az Ipari Minisztérium főosztályvezetője, az Ipari Szénközpont vezetője. 1964 óta az OMBKE tagja, tiszteleti tag (2019), 2007-től a Dorogi Helyi Szervezet titkára.

Lakott települések alatti szénhidrogénmezők

id. Ősz Árpád



A világon számtalan olyan szénhidrogénmező van, amely lakott település alatt található. A magyarországi és néhány amerikai példán keresztül látható, hogy jól elférnek egymás mellett, illetve felett és alatt. Mindenütt megtalálták a megoldást, a megfelelő biztonsági, környezetvédelmi, zajvédelmi és életvédelmi előírások szigorú betartása mellett már 140 éve folyamatosan termelnek ezek a szénhidrogénmezők.

Előzmények

A Bányászati és Kohászati Lapok Bányászat – Kőolaj és Földgáz 2020/1. számában egy indulatos rövid cikkem jelent meg válaszul a médiának és a politikának az Érd szénhidrogén kutatásra, feltárára és kitermelésre hirdetett pályázattal kapcsolatos cikkeire és reagálásaira. Akkor elhatároztam, hogy bemutatom jó példának a magyarországi és néhány amerikai lakott település alatt elhelyezkedő szénhidrogénmezőt.

Magyarország

Magyarországon több olyan szénhidrogénmező van, amely lakott település közelében található. Azonban csak három olyan település – Gellénháza, Szolnok és Szeged – van, ahol a lakott település alatt helyezkedik el a szénhidrogénmező és a településen belül vannak a szénhidrogén kitermelését biztosító kutak.

Gellénháza Nagylengyel-kőolajmező

A Nagylengyel térségében lévő kőolajmezőt a Nagylengyel-2. (NI-2.) fúrás találta meg 1951-ben. A fúrás mélyítését 1951. január 9-én kezdték el és a NI-1. fúrásból okulva – az estleges bekövetkező iszapvesztés miatt – nem mélyítették le a mészkőbe, hanem csupán a felette lévő torton zöldhomokkővet nyitották meg 1921,5 méterben. Az 1952. március 11-18. között elvégzett rétegvizsgálat a zöldhomokkőből dugattyúzással napi 12-15 m³ kőolajtermelést eredményezett. A NI-3. fúrás már olyan célzattal települt (NI-2.-től délkeletre kb. 300 méterre), hogy megvizsgálják azt a mészkövet, amelyben a NI-1. fúrásban teljes folyadékvesztés lépett fel. Az 1951. április 16-tól június 26-ig tartott fúrással elért 1968 méter mély fúróluk kiképzése sikerrel járt. Ez a fúrás nyitotta meg elsőként a mészkőtárolót. Ezzel egyidejűleg megkezdődött a nagylengyeli terület továbbkutatása és feltárása. [1] Az előfordulás területén a felső-triász Földolomitban és felső-kréta rudistás mészkőben (Ugodi Mészkő Formáció) kialakult halmaztelepek, a felső-kréta gryphaeás összletben (Jákói Marga Formáció) kialakult rétegtelep vált ismertté. A nagylengyeli mezőrész négy telepe a felső-triász Földolo-

mitban, nyolc telep a felső-kréta rudistás mészkőben, egy a gryphaeás márga összletben alakult ki és egy telep pedig a badeni zöldhomokkőben található. A számított kezdeti földtani kőolajvagyon 39 823 000 tonna volt, 2016. január 1-ig kitermeltek összesen 20 602 900 tonnát, a becsült kizozatal 53,6%. [2] 1952 szeptemberében fejezték be a NI-15. fúrást, amely már Gellénháza település szélén, a mező keleti kiterjedésének tisztázása céljából mélyítették. A rétegvizsgálatot követően a kutat mélyszivattyús termelésre képezték ki. (1. kép) Ennek a kútnak a közelében már 1953-ban felépült a gellénházi olajos lakótelep első épülete, a 104 személyes, egyemeletes munkásszállás. 1953 elejére elkészült a NI-15. mögötti kisajátított telekrészen az a kettő darab kétszobás lakás is, amelyekbe két főfűtőmester költözött be családjával. A kialakuló



1. kép: Gellénháza, NI-15. mélyszivattyús kút (1952)



2. kép: Gellénháza, NI-15. kút környezete. Balra: főfűtőmesteri házak, jobbra: egyemeletes munkásszálló

olajos lakótelep közvetlen közelében mélyítették le a NI-34. fúrást. Időközben felépült a gellénházi olajos lakótelep, tovább növekedett a település és így a NI-15. kút a község középpontjába került. (2. kép) A kút ma már nem működik, és csak, mint emlékmű emlékeztet a hajdani nagy olajos időkre. (3. kép)



3. kép: Gellénháza, NI-15. kút környezete napjainkban

Szolnok Szolnok-kőolajmező

Szolnokon a kutatófúrási tevékenységet 1953-ban kezdték meg a regionális szeizmikus szelvényen mutatkozó kiemelkedésen és a Szolnok-1. (Szo-1.) fúrás rétegvizsgálata már eredményes is volt, kőolajat találtak. Eleinte ettől a fúrástól távolabb kutattak, azonban azok eredménytelensége után a további fúrásokat a Szo-1. kút köré csoportosították. Így ezeket a fúrásokat Szolnok város belterületén, annak délnyugati részén, a Körösi út melletti, úgynevezett „Szúnyog-szigeten” telepítették meg. Összesen 21 fúrást mélyítették le 2000,5 – 2443 méter közötti mélységbe, ebből 4 kőolaj és 3 földgáztermelő kút lett, a többi meleg vizet adott. [3] A telítetlen kőolajtelep az alsó-pannóniai homokkőben 1827 méter tengerszintalatti (OVH = olaj-víz határ) mélységben van. A rétegtelep paraffinos jellegű kőolaja $876,0 \text{ kg/m}^3$ sűrűségű, $60 \text{ m}^3/\text{m}^3$ oldottgázt és 0,4% ként tartalmaz. Az oldottgáz éghetőanyag-tartalma 72,0%, valamint 13% CO_2 és 15% N_2 van benne, a fűtőértéke $33,0 \text{ MJ/m}^3$. A számított kezdeti földtani kőolajvagyon 430 500 tonna volt, a termelés befejezéséig kitermeltek összesen 155 700 tonnát, a becsült kizozatal 36,2%. [2] A kőolajtermelés megindulása után a környékbeli utcákat hamarosan átnevezték a szénhidrogén bányászatra jellemző nevekre, úgymint Bányász utca, Fúró utca, Gáz utca, Himba utca, Ipar utca, Kőolaj utca, Motor utca, Olajbányász utca, Torony utca és Szivattyú utca. [3] A Szo-12. kút a felső-pannóniai homokkő – összetből 140 liter/perc ($206,4 \text{ m}^3/\text{nap}$) 49°C -os meleg vizet adott. Az OKGT Alföldi Kőolajfúrési Üzem területén 1967-ben kialakított szabadidőparkban egy kisebb és egy nagyobb méretű medencébe vezették a kút vizét. A fürdő évtizedekig üzemelt a vállalati dolgozók és a környékbeli lakosok nagy öröme és megelégedésére. A privatizáció folyamán a szabadidőpark magántulajdonba került, majd a fürdőt bezárták. [4]

Az Oil & Gas Development Central Kft. megvette a RAG Hungary Kft.-től a Szolnok kutatási területet és annak részeként kettő fúrást mélyített le 2016-2017-ben a Szolnok-kőolajmezőn, lakott területen belül. Egyet a mező nyugati részén a Gyökér út és a Prizma út közötti ipartelepen, a másikat a mező keleti részén a Sashalmi út és a Törteli út találkozásánál. A korábban már termelt kőolajmező megmaradt készletét termelik ki mélyszivattyús technológia segítségével. (4. kép)



4. kép: Mélyszivattyús kőolajtermelés Szolnokon a Gyökér és Prizma út között

Szandaszőlős-földgázmező

A szolnoki kisebb kőolaj-földgáz előfordulás után 1957, majd 1960-62 években részletes gravitációs méréseket végeztek a környéken, és Szandaszőlőstől északra egy kis maximumot találtak. Ennek déli részén már az 1953-54 évben végzett szeizmikus mérések is egy –1500 méterről – 1400 méterig emelkedő visszaverődéseket észleltek. A feltárással érdemesnek ítélt geofizikai szerkezetre 1958. május 16-án tűzték ki a Szandaszőlős-1. (Sza-1.) kutatófúrást, amelyet szeptember 5-én kezdtek lemélyíteni. Ez a fúrás az alsó-pannonban több gáztároló homokréteget talált, ezért 1958-1963 évek között összesen 15 kutató, lehatároló és termelő fúrást mélyítették le 1850 – 2228 méter közötti mélységbe. Ezek közül 9 kút lett gáztermelő, amelyek $23\ 000$ és $134\ 000 \text{ m}^3/\text{nap}$ közötti földgáztermelést adtak. [6] A kutak Szolnok város Kertváros részén, lakott területen, a Tisza folyótól délre helyezkednek el. Itt az alsó- és felső-pannóniai homokkő, illetve aleurolitos homokkő tárolóban (Szolnoki és Újfalui Homokkő Formáció) található négy rétegtelep 875 – 1606 méter tengerszint alatti (GVH = gáz-víz határ) mélyen. A 78,8 – 81,5% éghető anyagot tartalmazó telepgázok fűtőértéke $28,9$ – $31,4 \text{ MJ/m}^3$. A metántartalom 76,0 – 78,8%, a CO_2 maximum 3,1%, a N_2 17,6 – 20,3%. A feltételezett telepek egy részét sikerült lehatárolni, más részük lehatárolására nem kerülhetett sor a bonyolult szerkezeti – sztratigráfiai helyzet és a lokális adathiány miatt. A számított kezdeti földtani éghető földgáz 881,5 millió m^3 volt, a termelés befejezéséig kitermeltek összesen

182,6 millió m³-t, a becsült kihozatal 68,7%. [2] A Sza-13. megfigyelőkutat 1969-ben hévíztermelő kúttá alakították, amelyből 620 liter/perc (892 m³/nap) 51°C-os víztermelést kaptak. Mivel a kút nagyon közel van a Tisza partján épült vállalati víztelepekhez, üdülőkhöz, így több vállalat víztelepén kialakításra került medencékbe vezették be a hévizet. Az idők folyamán, a privatizáció következtében a víztelepek magánkézbe kerültek, jelenleg magánüdülőként és azon belül magán termálmedenceként funkcionálnak. [5]

A szakemberek a kutatás folytatását lehetségesnek ítélték meg, ugyanis a fúrások a kréta képződményekben megálltak, az idősebbeket nem tárták fel. Mivel a kiékelődő és lencsés földgáztároló homokrétegek nem csak a pannóniai lapos felboltozódás tetővidékén, hanem mélyebb helyzetekben is előfordulnak, ezért a feltárt földgázos terület környéke is reményteljes. Korszerű geofizikai mérések kedvező eredménye után a további kutatást indokoltak találták. A korábbi adatok újrafeldolgozása alapján a mezőben elegendő visszamaradt földgázvagyont találhatók, amelyet gazdaságosan ki lehet termelni harmadlagos technológiával. [7]

Az Oil & Gas Development Central Kft. megvette a RAG Hungary Kft.-től a Szolnok kutatási területet és annak részeként a Szandaszőlős-földgázmezőn három irányított ferdefúrást mélyített le Szolnok belterületén 2015-2019-ben. Kettőt a Vízpart körút végén a 4-es számú főút mellett (Szandaszőlős-Kelet-1. és Szandaszőlős-Kelet-2.) (5. kép) és egyet a Felső-Szandai-rét déli részén, a Gátör utca végén (Szandaszőlős-Nyugat-1.). Mindhárom fúrás produktív lett és földgáztermelő kúttá képezték ki. A gyűjtőállomás az Alcsi – Holt-Tisza partján épült fel.



5. kép: Fúróberendezés Szolnokon a Vízpart körút végén

Szeged Algyő-szénhidrogénmező

Az Algyő-szénhidrogénmező kezdeti földtani kőolaj- és földgázvagyont tekintve Magyarország legjelentősebb előfordulása. Szénhidrogén-kutatások alapján tudatosan kitűzött felfedező fúrása az 1965-ben mélyített Algyő-1. (Al-1.) kút. Az ugyanebben az évben korábban mélyített Tápé-1. vízkutató fúrás várat-

lan kitoréséből azonban már hamarabb ismertté vált a mélyben felhalmozódott kőolaj és földgáz. A későbbiekben itt lemélyült kutató- és termelőfúrások száma ma már 983. A variszkuszi metamorf aljzaton vetőkel kombináltan, és felette települő neogén álboltozatban több szerkezeti és rétegtani csapdában számos telep vált ismertté. A tárolók rétegtani szintek szerinti telepcsoportokba sorolhatók. A „Deszki-szint” telepe a metamorf aljzatban és rátelepülő felső-miocén „alsó-pannóniai” alapkonglomerátumban alakult ki. Az „alsó-pannóniai” homokkövekben, az álboltozatban és deltalejtő eredetű összletekben, ferde településben 45, számokkal jelölt telepet különböztetnek meg. A „felső-pannóniai” homokkőben kialakult 25 telepet alulról felfelé különböző nevekkkel jelölt telepcsoportokba osztják, ezek a Maros-, Algyő-, Szeged-, Szőreg-, Csongrád- és Tisza-szintek. Van gázsapkás kőolajtelep, oldottgázos kőolajtelep, kőolajtelep és szabadgáztelep. A számított kezdeti földtani kőolajvagyon 94 561 900 tonna volt, 2016. január 1-ig kitermeltek összesen 36 668 000 tonnát, a becsült kihozatal 45%. A számított kezdeti földtani éghető földgáz 118 272,8 millió m³ volt, 2016. január 1-ig kitermeltek összesen 82 184,9 millió m³-t, a becsült kihozatal 76,4%. [2] [8]

A kutak zömét lakott területen kívül fúrták le, azonban van néhány kút, amely a város belterületén mélyült. Ezek vagy Szeged város (Al-2., Al-160., Al-190., Al-336. és Al-337.) vagy Szegedhez csatolt Tápé (Tápé-1., Al-350., Al-351. és Al-540.) belterületén helyezkednek el. Közel 300 irányított ferdefúrás van a mezőben, amelyeket egyrészt a város alá, másrészt a Tisza-folyó és ipari létesítmények alá ferdítettek. Az 1971-ben a Tisza alá lefúrt Al-400-as kút a leghosszabb kitérésű: függőleges mélysége 1949 m, lyuktengely szerinti hossza 2173 m, vízszintes talpi eltérés 719 m, ferdeség 43,2°. [9] A Szőreg-1 telített kőolajtelep gázsapkáját stratégiai földgáztárolónak alakították ki. A 2007 és 2009 között összesen 44 kutat fúrtak le, ebből 12 függőleges, 22 irányítottan ferde és 10 vízszintes volt. A kutak telepítése lakott területen kívül történt. [8]

Szeged – Móraváros-szénhidrogénmező

Az algyői és a dorozsmai szénhidrogén területek közötti gravitációs anomália tetőzónájának megkutatására 1971 novemberében tűzték ki a Szeged-1. (Sze-1.) kutatófúrást. A fúrás lemélyítése során egy aljzati kőolajtelep sztatigráfiai csapdában és egy szabadgáztelep álboltozati litológiai csapdában vált ismertté. A „Móraváros” kőolajtároló OVH mélysége 2623-2630 m, a tárolókőzet variszkuszi metamorfitt (gneisz, milonit, csillámpala, kvarcit) és a rá települő triász időszak dolomit, dolomitbreccsa, valamint középső-miocén homokkő és konglomerátum-breccsa. A kőolaj parafinos típusú, sűrűsége 817 kg/m³, oldottgáz-tartalma 262 m³/m³. Az oldottgáz éghető része 90,2%, fűtőértéke 45,3 MJ/m³. CH₄ tartalma 45,1%, a CO₂ 5,9%, a

N₂ 3,9%, a C₅₊ tartalom 1672 g/m³. A szabadgáztelep GVH mélysége 2166 m tsza. Tárolóközete felső-miocén „alsó-pannoniai” homokkő. A földgáz éghető része 96%, fűtőértéke 39,7 MJ/m³. CH₄ tartalma 85,2%, a CO₂ 1,8%, a N₂ 2,2%, a C₅₊ tartalom 80 g/m³. A számított kezdeti földtani kőolajvagyon 9 390 700 tonna volt, 2016. január 1-ig kitermeltek összesen 3 724 800 tonnát, a becsült kitermelés 81,4%. A számított kezdeti földtani éghető földgáz 3 142,3 millió m³ volt, 2016. január 1-ig kitermeltek összesen 1 276,5 millió m³-t, a becsült kitermelés 43,6%. [2]

Nagy problémát jelentett a fúrások (kutak) és a termelő berendezések felszíni helyeinek kijelölése, ugyanis a mező területének legnagyobb része lakott területre esik. A fúrások telepítését illetően végül is kijelöltek (város, olajipar, szakhatóságok) egy határvonalat. A határvonaltól nyugatra új lakásokat és egyéb „polgári” létesítményeket csak az olajipar hozzájárulásával lehetett építeni, a meglévők közötti területen lehetett elhelyezni az olajipari berendezéseket és létesítményeket, amennyiben azok az előírt szempontokat kielégítették. A határvonaltól keletre eső – sűrűn lakott, illetve fejlesztés alatt álló – területre az olajipar „nem tehetette be a lábát”. A mezőt 15 kutatófúrással határolták le, ezek közül 4 lett meddő. A feltáró fúrások 1976 júniusában indultak a Sze-20. fúrással és 1980 júniusáig 11 feltáró fúrást mélyítettek le. Ezt követően még – a termelési tapasztalatok alapján – termelési, illetve vízbesajtolás céljából 1987-88-ban fúrták le, vizsgálták és képezték ki a Sze-31. és Sze-32. feltáró fúrásokat. Összesen tehát lemélyítették és kivizsgálták 15 kutató és 13 feltáró fúrást. A speciális terep- és beépítettségi viszonyok miatt a kutak nagyobb részét – 28-ból 17-et – irányított ferdefúrással kellett lemélyíteni. Itt található hazánk legnagyobb ferdeségű és vízszintes kiterésű kútjai:

- Sze-4. adatai: ferdeség 39,4°, vízszintes talpi kiterés 1299 m, lyuktengely szerinti hossz 3150 m, függőleges mélység 2762 m;
- Sze-14. adatai: ferdeség 48°, vízszintes talpi kiterés 1217 m, lyuktengely szerinti hossz 3150 m, függőleges mélység 2773 m;
- Sze-15. adatai: ferdeség 46,4°, vízszintes talpi kiterés 1269 m, lyuktengely szerinti hossz 3140 m, függőleges mélység 2784 m.

A város beépítettsége miatt az egyedi irányított ferdefúrással mellett bokorfúrással telepítésére is sor került. (Bokorfúrás vagy csoportos fúrás = Egy beton-alapról mélyített, irányított ferdefúrással rendszere, amelyet nehéz terepen vagy lakott területen a költségek csökkentése érdekében alkalmaznak).

Elnevezésük szerint:

- „Shell bokor”: Sze-4., Sze-13., Sze-22., Sze-25., Sze-26. és Sze-31. (6 kút)
- „Cserepes sori bokor”: Sze-23., Sze-27., Sze-28., Sze-29 és Sze-32. (5 kút) (6. kép)
- „Kettős bokor- I.”: Sze-2. és Sze-30. (2 kút)
- „Kettős bokor- II.”: Sze-5. és Sze-15. (2 kút)

A bokrokban a kutak távolsága maximum 10 m,



6. kép: „Cserepes sori bokor”

amelyek egy nagy összefüggő betonlapon helyezkednek el. Kútmunkálat (kútjavítás, átképzés, stb.) alkalmával a mellette lévő kút csak úgy termeltethető, ha védőlemezzel látják el. (7. kép)



7. kép: Kútmunkálati védőlemezek

Számtalan kútmunkálatot végeztek el: kútjavításokat, a termelés során – a vízbesajtolás indulásakor – 4 kutat (Sze-3., Sze-6., Sze-7. és Sze-30.) vízbesajtolóvá képezték át. 2007-ben a Sze-32. kutat ablakmaráros és közepes sugarú technológiával vízszintes kúttá alakították át. A Sze-32H. kút adatai: függőleges mélysége 2673,2 m, kúttengely szerinti hossza 3123 m, vízszintes kúttalpi kiterés 500,9 m, vízszintes szakasz hossza 348 m.

A mező kútjainak megvalósításánál kiemelten kellett figyelembe venni azt a körülményt, hogy a kutak telepítése lakott területen történt. A fúrások lemélyítése, kútkiképzések, kútmunkálatok, kútfelszámolások és a termelés szigorú biztonsági, környezet-, talaj- és zajvédelmi utasítások alapján, fokozott felügyelettel történt és történik. A technológiai berendezéseket, szerelvényeket és egyéb létesítményeket a robbanásveszélyes zónák figyelembevételével telepítették. A kutak termelőcsővébe a szabályozatlan szénhidrogénkiáramlás – kútfeszerelvénnyel vagy bekötővezeték meghibásodás – esetén működő lezáró biztonsági szelepet építettek be. A kútba beépített biztonsági szelepet (viharfűvóka) cserélhető kivitelű, termelőcső nyomással vezérelt, cserélése dróthuzállal történik, nincs szükség vezérlő egységre és vezérlő vezetékre. A bekötővezeték védelmére csőtörés biztosításokat szereltek fel. [9] [10]

Legutóbb 2018-ban és 2019-ben irányított ferdefúrással lemélyített kettő mezőfejlesztő kutat a „Cse-

repes sori bokor” területéről, egyet pedig a Vadaspark melletti Napfény bevásárlóközpont mögötti területről valószínűsítették meg. Megdőlt a régebbi vízszintes kiterítés rekordja is Móravárosban, az új csúcs 1950 m. [11] [12] (8. kép)



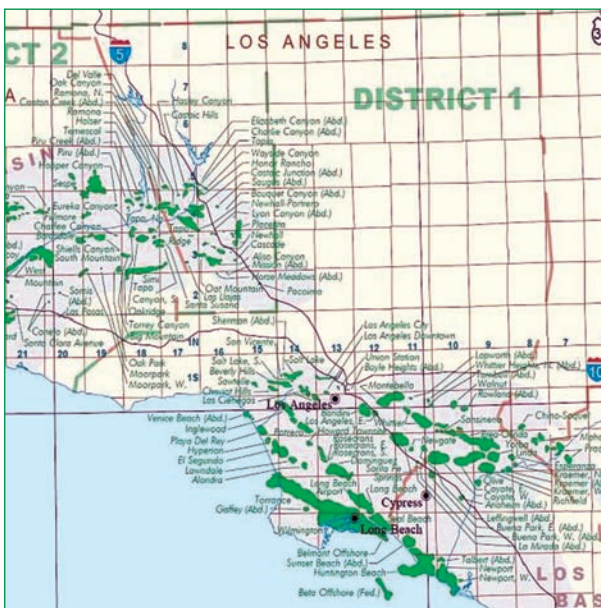
8. kép: Fúróberendezés a Napfény bevásárlóközpont mögött

Amerikai Egyesült Államok

Az Amerikai Egyesült Államokban számtalan szénhidrogénmező van, amely lakott település alatt található és a településen belül vannak a szénhidrogén kitermelését biztosító kutak. Ezek közül hármat – Los Angeles, Bakersfield és Oklahoma City – nézünk meg.

Los Angeles

Los Angelesnek a 17 hozzácsatolt elővárosával együtt 18 788 000 (2017) lakosa van és ezen a területen összesen 69 szénhidrogénmező található, ebből 44 termel, 3 nem termel, 22 mezőt pedig már bezártak. (9. kép) Ezek közül a 10 legnagyobb: Brea-Olinda – mező, Inglewood – mező, Long Beach – mező, Los



9. kép: Szénhidrogénmezők Los Angelesben és környékén

Angeles City – mező, Salt Lake – mező, Beverly Hills – mező, Meza – mező, Santa Clara Avenue – mező, Cheviot Hills – mező, Las Cienegas – mező. Az első



10. kép: Termelő kutak Los Angelesben

mezőt 1880-ban (Brea-Olinda), a legutolsót 1970-ben (Salt Lake South) találták meg. A termelő mezőkben az aktív kőolaj- és földgáz kutak száma megközelíti a 6 000-et. (10. kép) (Összehasonlításként: Magyarországon 2016. január 1-ig szénhidrogén-kutatásra alkalmas területen 8 431 kút mélyült le). A szénhidrogén kutak 30 m-én belül 11 246, 75 m-én belül 45 575, 150 m-én belül 111 130, 400 m-nél belül 500 000 és 800 m-nél belül 600 000 ember él. [13] [14]

A lakott területeken belül számtalan megoldást találtak az szénhidrogén kutak és kútkörzetek elhelyezésére, elrejtésére vagy álcázására:



11. kép: Mélyszivattyús kút

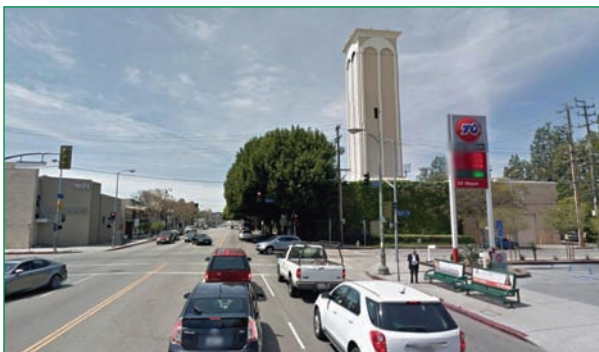
- Mélyszivattyús kutak (11. kép);
- Díszített torony: a Flower Tower (Virágos torony), a Veneco olajtársaság 19 kőolajtermelő kútját tartalmazó termelési terület a Beverly Hills Középiskola mellett (12. kép);
- Álcázott irodaépület: PXP Tower (PXP Torony), a PXP olajtársaság 1968-ban épített 40 termelő kőolajkutat rejtő épülete a Pico Boulevardon (13. kép);
- Álcázott torony: Cardiff Tower (Cardiff Torony), az Occidental Petroleum olajtársaság 1966-ban épített 40 termelő kőolajkutat rejtő területe (14. kép);
- Mesterséges szigetek: Long Beach területén a San Pedro-öbölben a Texaco, Exxon, Union, Mobil és a Shell négy mesterséges szigetet (White, Grisson, Freeman, Choffee) hozott létre a Wilmington kőolajmező letermelésére. A négy szigetről lefűrt



12. kép: Flower Torony



13. kép: PXP Torony



14. kép: Cardiff Torony

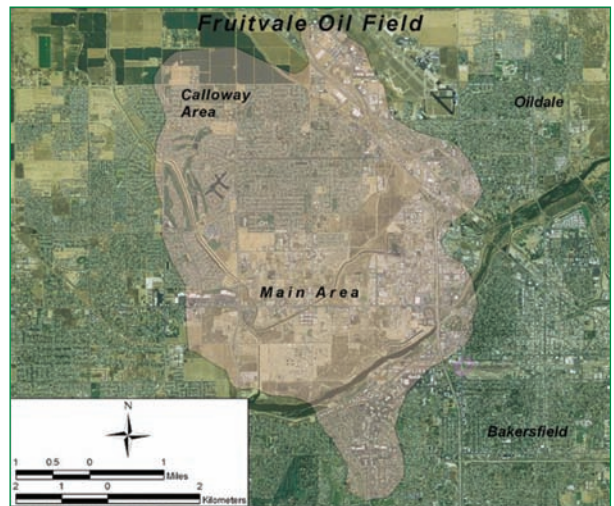
kutakból 2011-ig kitermeltek összesen 901 millió hordó (143 240 980 m³ ~117 457 604 tonna) kőolajat. [15] [16] (15. és 16. kép) (Összehasonlításként: Magyarországon 2016. január 1-ig összesen kitermeltek 100 500 000 tonna kőolajat).



15. kép: THUMS-szigetek



16. kép: THUMS-szigetek felépítése



17. kép: Fruitvale – kőolajmező

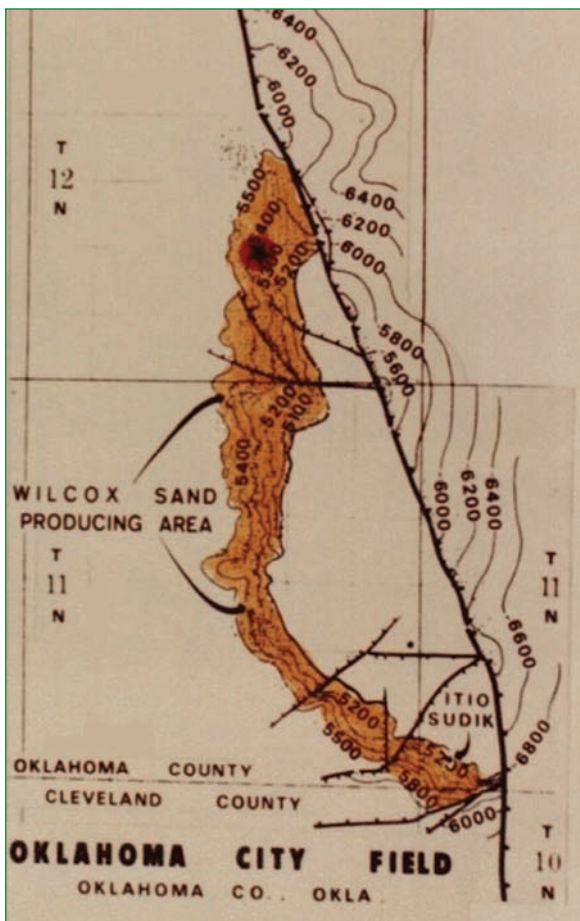
Bakersfield Fruitvale – kőolajmező

Bakersfield város az Amerikai Egyesült Államokban, Kaliforniában, a San Joaquin völgy déli végében van. Kern megye székhelye, lakossága 383 579 fő volt 2018-ban. A Fruitvale – kőolajmezőt 1928-ban fedezték fel, amely teljesen Bakersfield város alatt helyez-



18. kép: Fruitvalei mélyszivattyús kút

kedik el. A mezőben két szignifikáns terület különítenek el: a délkeleten lévő nagyobb Main Area-t és az északnyugaton lévő Calloway Area-t. (17. kép) A kezdetől fogva mélyszivattyús termeléssel hozták felszínre a kőolajat 301 termelő és 65 vízelhelyező kúttal. (18. kép) 2006-ig összesen kitermeltek 124 000 000 hordó (19 700 000 m³ ~ 16 154 000 tonna) kőolajat. A mező termelése 2006 – 2014 között szünetelt. 2014-ben a kőolajmezőt megvásárolta a Hathaway LLC, még abban az évben lefűrt egy kutat és elindította újból a kőolajtermelést 50 hordó/nap (8 m³ ~ 6,5 tonna) mennyiséggel. Fejlesztési elképzelésük szerint a jövőben lemélyítenének 130 függőleges vagy irányított ferdefúrást és 4-10 irányított vízszintes fúrás. [17] [18]



19. kép: Oklahoma City – szénhidrogénmező

Oklahoma City Oklahoma City – szénhidrogénmező

Oklahoma City az Amerikai Egyesült Államok Oklahoma államának fővárosa és egyben Oklahoma megye székhelye is, lakossága 2018-ban 649 021 fő volt. Az Oklahoma City – szénhidrogénmezőt 1928-ban fedezték fel és 1930-ban kezdte meg a termelést. A város alatt észak–dél irányban elterülő mező 19,3 km hosszú és 7,2 km széles, teljes területe 83 km², a produktív területe 55,7 km². (19. kép) A városban lévő 467 kúton keresztül eddig kitermeltek 540 millió hordó (75 049 200 m³ ~ 61 540 340 tonna) kőolajat és 820 milliárd köbláb (23 218 554 200 m³) földgázt. (Összehasonlításként: Magyarországon 2016. január 1-ig összesen kitermeltek 100 500 000 tonna kőolajat és 236 200 000 000 m³ földgázt). A kúthálózat úgy átfonja a várost, hogy az Oklahoma Állam Parlament épülete előtt is aktív kőolajkút van. [19] [20] (20. kép)



20. kép: Parlament épülete előtti kőolajkút

Befejezés

A fentiek alapján látható, hogy a kisebb településtől (Gellénháza 1 558 fő lakos) az óriás településig (Los Angeles 18 788 000 fő lakos) a szénhidrogénmezők és a lakott települések jól megvannak együtt. Nemcsak, hogy jól megvannak egymás mellett, alatt és felett, hanem munkát, új településfejlesztési megoldásokat és gazdasági fellendülést is hoztak a szénhidrogénmezők.

IRODALOM

- [1] Csath Béla: A nagylengyeli olajmező hőskora. Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat, Nagykanizsa, 1991.
- [2] Szénhidrogének Magyarországon. Eredmények, lehetőségek. Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal, Budapest, 2018.
- [3] Kőrössy László: Duna–Tisza-keze kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. Általános Földtani Szemle 31, 51-178, Budapest, 2014.
- [4] Dallos Ferencné: Kőolaj és földgázbányászati emlékhelyek Magyarországon. MONTAN-PRESS Rendezvényszervező, Tanácsadó és Kiadó Kft., Budapest, 2005.
- [5] id. Ősz Árpád: Meddő olajipari fúrások – Termálfürdők. MONTAN-PRESS Rendezvényszervező, Tanácsadó és Kiadó Kft., Budapest, 2013.

- [6] *Körössy László*: Az Észak-Tiszántúl kőolaj- és földgázkutatók földtani eredményei. Általános Földtani Szemle, 26, 3-126, Budapest, 1992.
- [7] *Lamberkovic Viktor*: Kutatási zárójelentés kiegészítés, Szolnok Kutatási Terület a Tószeg – Szolnok – Hajtótanya kutatási területen elvégzett kőolaj- és földgázkutatói műveletek és azok eredményeiről. RAG Hungary Kft. – Kézirat. Magyar Állami, Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T.22332.
- [8] 50 éves az Algyői kőolaj és földgázbányászat. MOL Nyrt., 2015.
- [9] *Horváth István*: A Szeged környéki szénhidrogén-előfordulások felkutatásának, feltárásának és termelésének tapasztalatai. BKL Kőolaj és Földgáz 36. (136.) évfolyam 7-8 szám, 2003. július-augusztus, 85-95. o.
- [10] *Dr. Juratovics Aladár*: A Szeged-Algyői szénhidrogénmezők kutatási-művelési története. 1965-1990. Móra Ferenc Múzeum, Szeged, 1995.
- [11] *Kovács András*: Új kutakat fúr Móravárosban a MOL. délmagyar. hu, 2018. 05. 09.
- [12] *Szűcs Dániel*: A MOL megint felépített egy olajfűrő tornyot Móravárosban. szegeder.hu, 2019. 05. 09.
- [13] *M.T. Gamache – P.L. Frost*: Urban Development of Oil Fields in the LA Basin Area, 1983-2001. SPE-83482-MS, 2003.
- [14] Great Oil Fields of Los Angeles County. Los Angeles Almanac™, 2001.
- [15] Los Angeles: Hollywood, palms trees and urban oil fields. AFP, November 18, 2019.
- [16] Hadley Meares: Long Beach's deceptive islands. CURBED Los Angeles, September 28, 2018.
- [17] Fruitvale Oil Fields - EPA. February 18, 2017.
- [18] Hathaway LLC Independent Oil Company, Bakersfield, California, 2020.
- [19] Oklahoma City Oil Field. Wikipedia, 2020.
- [20] Bobby D. Weaver: Oklahoma City Field. Oklahoma Historical Society, 2020.

ID. ŐSZ ÁRPÁD aranyokleveles olajmérnök. 1969-ben szerzett olajmérnöki diplomát Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán, majd 1993-ban menedzser szakmérnöki diplomát a Veszprémi Egyetemen. 1969-től 2015-ben történt nyugdíjazásáig – 46 éven keresztül – a kőolaj- és földgázbányászat területén fűrészi, lyukbefejezési és kútjavítási tevékenységgel, azok tervezésével, irányításával és ellenőrzésével foglalkozott a Kőolajkutató Vállalatnál és a MOL Nyrt.-nél. Dolgozott az Egyesült Arab Emírátsokban (Abu Dhabi) és Irakban (Kurdisztán). 1971 óta tagja az OMBKE-nek, tiszteleti tag, 12 éven át volt a Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály elnöke, tagja a Society of Petroleum Engineers-nek és a Magyar Mérnöki Kamara aranygyűrűs mérnöke.

Megalakult a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

A 2021. július 01-jén hatályba lépett 2021. évi XXXII. törvény új központi költségvetési szervet hozott létre: a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságát. A hatóság 2021. október 1. napján kezdte meg a működését, azonban 2021. október 12-én benyújtották a parlament elé a T/17283 számú törvényjavaslatot, mely jelentősen módosítja a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvényt (Bt.) és ezzel összefüggésben a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságáról szóló törvényt is.

A módosítás lényege, hogy a földtani feladatokat és a bányafelügyeleti jogköröket a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága veszi át 2022. január 1-jétől. Ezzel egyidejűleg a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat megszűnik, a hatóság a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat általános és egyetemes jogutódja lesz, valamennyi jogát és kötelezettségét tekintve.

Az eredeti törvény alapján a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága a dohánytermék-kereskedelem engedélyezésével, hatósági ellenőrzésével, felügyeletével és szabályozásával, az önálló bírósági végrehajtói szervezetrendszer feletti felügyelet gyakorlásával és szabályozásával, a szerencsejáték-szervezés engedélyezésével, hatósági ellenőrzésével, felügyeletével és szabályozásával, és a felszámolói szervezetrendszer feletti hatósági felügyelet és hatósági ellenőrzés gyakorlásával és szabályozásával kapcsolatos feladatokat ellátó, önálló szabályozó szerv, amely csak jogszabálynak van alárendelve.

A Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságának létrehozását megelőzően két önálló szabályozó szerv működött: a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási

Hivatal és a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság.

A hatóság keretében (a Közbeszerzési Tanács mintájára) Koncessziós Tanács működik az egységes állami koncessziós joggyakorlat kialakítása, a koncesszióról szóló törvény és a kizárólagosan az állam által végezhető gazdasági tevékenységek folytatásának módját, részletes feltételeit meghatározó ágazati törvények alapelveinek, a közérdek érvényesítése érdekében. A hivatagú tanács tagja a hatóság elnöke és a hatóság elnökét rendelet kiadásában helyettesítő elnökhelyettes. A Koncessziós Tanács tagja továbbá a miniszterelnök, a Gazdasági Versenyhivatal elnöke, a Közbeszerzési Hatóság elnöke, valamint a hatóság elnöke által kijelölt egy-egy személy. A hatóság elnöke által kijelölt személyek megbízása kilenc évre szól.

A törvény a Koncessziós Tanács mellett létrehozta általános vitarendező fórumként a Koncessziós Állandó Választottbírószágot. A törvény indoklása szerint a választottbírószágot feladata a koncessziós eljárásokkal és a koncessziós szerződésekkel kapcsolatos jogviták pártatlan, magas szakmai színvonalon történő gyors eldöntése. A választottbírószágot szervezte öttagú elnökségből és a választottbírószágot ügyvitelét ellátó titkárságból áll. Az elnökség a választottbírószágot általános döntéshozó szerve. Az elnökségbe az elnököt, alelnököt és három tagot a Koncessziós Tanács javaslatára a hatóság elnöke nevezi ki és menti fel.

A bányászati szabályok változásával részletesen foglalkozik a Bányajog Blog, Magyar Bányászati Szövetség és az Ecovis Hungary Legal közös szakmai blog oldala.

Dr. Fehér Attila ügyvéd cikke nyomán VT.

eredményeit is, itt-ott helyes kritikai érzékkel utalva a régebbi vizsgálók túlhaladott álláspontjaira, vagy nem egészen megbízható megfigyeléseire is. [...] Tárgyi hiba alig akad a munkában, a mi szerzőnk választott tárgyában való alapos ismereteit bizonyítja. A bő anyagnak átlátszó, helyes beosztása, világos és szabatos tárgyalása gondolkodó főre vall. [...] Mindent összefoglalva, a pályamunka lelkiismeretes munkáról, kiváló szorgalomról és buzgalomról, helyes megfigyelő és ügyes előadási tehetségről tesz tanúságot [...]”. Negyedévesként beadott pályaműve „Új adatok hazánk erdélyi részének felső krétakori lelőhelyeihez” címet viselte. Koch erről is elismerően nyilatkozott, meg is nyerte az 50 forintos pályadíjat.

Egyetemi tanulmányait befejezve, 1894 szeptemberétől már tanársegédi minőségben működött Koch Antal mellett. Doktori disszertációja „A Hargita hegység andezites kőzetei” címmel került nyomtatásba, és még ebben az évben másik témájú dolgozatot is közölt: „A pyrrhotit előjövetele Borévénél”, amely mutatja érdeklődésének és tehetségének sokszínűségét. Koch Antal ajánlatára került 1895. október 1. napjától a Magyar Királyi Földtani Intézet egyik geológusi állásába, mellyel legfőbb célját érthette el: tudományos kérdésekkel foglalkozhatott.

„Az intézeti munka magas presztizst jelentett, aki bekerült állandó alkalmazásba ide, az ritkán távozott. [...] A tudományos továbbhaladás lehetősége, a magas fizetés tekintélyt kölcsönzött az itt dolgozóknak. Egyformán így tekintett az Intézetre, amikor belépett [...] Pálffy Mór, aki szintén tanársegédi állását hagyta ott Kolozsváron, [...]”. (Részlet Tringli István: Adalékok a Magyar Állami Földtani Intézet dualizmuskori történetéhez c. cikkéből, közli Babinszki Edit, 2019.)

Pálffy Mór meglehetősen gyors karriert futott be, 1901. június 17-én osztálygeológussá, 1908. október 9-én főgeológussá léptették elő, 1918. évben pedig már főbányatanácsosi címet kapott. Éveken keresztül szerkesztette a Földtani Közlönyt. A Tanácsköztársaság kormánya Pálffy Mórt nevezte ki a Magyar Királyi Földtani Intézet élére. A Tanácsköztársaság bukása után lemondott igazgatói posztjáról, de 1920. május 5-i közgyűlésén a Magyarhoni Földtani Társulat hatalmas többséggel elnökévé, 1926-ban tiszteleti tagjává választotta. Mint választmányi tag aktívan részt vett a Hidrogeológiai Szakosztály, a Kir. Magyar Természettudományi Társulat és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület életében is, az egyesület geológiai munkásságát aranyéremmel tüntette ki. 1923 és 1925 között megbízott igazgatóként visszakerült a Földtani Intézet élére, amely a történelmi idők vihara okán nem volt egyszerű feladat. 1926-ban igazgatói ranggal vonult nyugdíjba.

Az intézeti munka során főleg Erdély hegyeinek



Szüleivel 1895 körül – családi fotó

vizsgálatát folytatta, de foglalkozott öslénytanal, közettani és ércteleptani témákkal is. 1902-ben a Királyi Magyar Természettudományi Társulat Bugát Pál-díjjal tüntette ki („Alvinc környékének felsőkréta korú rétegei” című tanulmányáért). 1912 januárjában a Magyarhoni Földtani Társulat az Erdélyrészi Érchegységről szóló munkája elismeréseként egyhangúlag Szabó József-emlékéremmel jutalmazta, amely munka nemcsak tudományos, hanem a bányászat szempontjából is egyik legfontosabb alkotása, és amely Vendl méltatása szerint a geológiai irodalom egyik remekműve marad, tekintettel arra, hogy sztratigráfiai, tektonikai, genetikai és gyakorlati bányászati szempontokat figyelembe véve alakította ki álláspontját, egy évtized pontos felméréseit követően. Összefüggést állapított meg a tektonika és az erupciók színhelye között, összefoglalta az Érchegység eruptív kőzeteinek típusát, tisztázta a „glauch” problémát, összefoglalta a zöldkövesedésre vonatkozó vizsgálatainak eredményeit, amely alapján „a zöldkövesedés már a kráterben nem nagy mennyiségben végbemegy akkor, mielőtt a magma még tökéletesen megszilárdult volna. Az átalakulás szerinte a periférikus magmafészkekben, vagy az igen magasra felnyúló tömzs tetején megy végbe. Az átalakulást a vízgőz végzi a már kikristályosodott sötét színű ásványokon akkor, mikor a földpátok még nem váltak ki.” (Vendl Aladár: Pálffy Mór L. tag emlékezete). Több gazdag telért fedeztek fel neki köszön-

hetően, tekintettel Pálffy azon következtetésére, hogy a riolitokkal kapcsolatos telérnek a cementációs zónája a Kruscl-zóna alsó határa alatt is aranytartalmúak, az érc tartalom csökkenése a mélységgel együtt lassan, egyenletesen következik be, tehát a riolitokkal kapcsolatos telérekben nagyobb mélységig nyúlt le.

1909-ben kezdte meg a Bihar-hegység tanulmányozását, melyet egyedül, illetve Szontágh Tamással és Rozlozsnik Pállal együtt is végzett, és mely tanulmány során sztratigráfiai és tektonikai szempontból is egyaránt jelentős eredményeket állapítottak meg, kimutatták, hogy a riolitok nem a korábban Szádeczky Gyula által vélt módon szorultak a felső krétarétegek közé, hanem sztratovulkáni termékek.

1916. március 13. napján a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjai sorába választotta, székfoglaló beszédének témája „Az arany előfordulási viszonyairól az erdélyrészi Érc-hegységben és Nagybánya Környékén” volt, ahol elsősorban a zöldkövesedésre vonatkozó vizsgálatának eredményeit foglalta össze.

„Pálffy az erdélyi Érc-hegység tanulmányozása közben valósággal beleszeretett az ércek geológiájába. Megcsonkítottságunkban is legnagyobb előszeretettel az érces területeket tanulmányozta.” (Vendl Aladár: Pálffy Mór L. tag emlékezete) „Pálffy Mór érchegeológiai munkásságának jelentősége abban rejlik, hogy túllépett az addig jellemző bányageológiai leírásokon, és úttörőként, az érceleptani folyamatokat komplex magmás-hidrotermás rendszereinek vonatkozásában értelmezte.” (Dr. Márton István érckutató geológus közlése a 2016-ban tartott emlékkonferencián.)

A háború alatt még egyszer alkalma nyílt rövid ideig a Persányi-hegység tanulmányozása okán Erdélyben dolgozni, a történelem ismert fordulata viszont választásra kényszerítette, így többé nem mehetett a közel húsz évi munkásságának színhelyeire.

1921 és 1922 nyarán a Rudabányai-hegység geológiai viszonyait és vasércelepeit vizsgálta, az ércesedés vonzotta az Eperjes-Tokaji hegységbe is. Pálháza riolitterületét, Telkibánya régi aranybányáinak környezetét tanulmányozta. Életének utolsó éveiben pedig a pénzügyminisztérium megbízásából a recski bányaterületen és környékén végzett kutatásokat.

Hidrogelológiai munkássága is meghatározó volt. Tapasztaltam, hogy szülőfalujában is emlegetik a mai napig, hogy a mezőgazdasággal kapcsolatosan fontos észrevételeket tett arról, hogyan lehetne a művelés közbeni öntözést racionalizálni, de ez csak a kezdet volt. 1899-ben a Székelyudvarhely környéke hidrogelológiájának összefoglalásával folytatva, leírta a Borszék-fürdő releváns jellemzőit, amely összefoglalót Vendl nekrológiájában valóságos remekműként említi. A budapesti hévforrások vízmennyiségének in-



Emléktábla avatás után Búgyonban 2021. október 23-án (a szerző és édesanyja)

gadozásáról tett megfigyelései során leírta, hogy a Rudas- és a Rácfürdő vízmennyisége a Duna vízállásával összefügg és az is kitűnt, hogy nem ez az egyetlen befolyásoló tényező. Tanulmányozta a budapesti hévforrásokkal összefüggő geológiai kérdéseket. Vendl nekrológiájában idézi ezzel kapcsolatos filozófiáját: „Az, hogy a budapesti hévforrások ne csak jelen állapotukban maradjanak fenn, hanem fejlesztessek is, nemcsak magánérdek, hanem anyagi érdeke fűződik ahhoz az egész fővárosnak, a főváros környékének, sőt – lévén a főváros az ország szíve – az egész országnak is.”

A Trianoni béke után fontos részt vállalt a megmaradt országrészben az ásványi nyersanyagok felkutatásában. Szénbányák területének vizsgálatát kereskedelemügyi minisztériumi felkérésre folytatott, a hazai szénterületek pontos vizsgálata kiemelt gazdasági érdekévé nemesedett. A Mecsek liász széntelepeit ezen oknál fogva behatóan tanulmányozta, azonban már csak az ehhez a munkához kapcsolódó térképet tudta elkészíteni, a részletes tanulmány már nem jelenhetett meg.

1930 nyarán Recsken végzett felméréseket, amikor a rendelkezésünkre álló magánleveleiből egyértelművé válik, hogy sajnos napok óta nem volt jó a közérzete: „Tegnapig éjjel elég jól éreztem magamat, s jó étvágygal is ettem, de tegnap már állandóan voltak kisebb fájdalmaim [...] vacsorára is csak két kisebb csirkecombot ettem. Éjjel 11 órakor ezután igen erős fájdalmakra ébredtem, olyanokra minőket még sohasem éreztem.[...]” (részlet Pálfy Móric leveléből feleségéhez, 1930. július 29.). 1930. augusztus 16. napján végleg rosszul lett, felesége Budapestre szállította, ott érte a halál.

„Mint munkáinak hosszú sorozatából kitűnik, valóban geológiának minden ágában: közettanban, sztratigráfiában, tektonikában és paleontológiában egyaránt eredményesen dolgozott. Neki nem az volt a célja, hogy egyetlenegy irányban fejlessze ki képességeit, hanem az, hogy az ország egyes területeinek geológiáját átfogón tanulmányozza. És ehhez Koch Antal kolozsvári intézetében a legjobb alapot kapta meg. E széleskörű, hatalmas tudományos munkásságban gyökerezett az a képessége, hogy a geológia minden ágával összefüggő bányászati, vízügyi, mérnöki, közgazdasági kérdésekben mindig a legbiztosabban rátalált a gyakorlat legjobban megfelelő megoldására. A bányaterületekkel s a gyakorlati bányászokkal való sokszoros érintkezése révén valóban igen korán erős gyakorlati érzék fejlődött ki benne. Hatalmas tehetségét, széleskörű munkásságát és a gyakorlati kérdések megoldásában való biztonságát igen nagyra becsülték mindazok, akik bármely vonatkozásban a geológia valamely ágának gyakorlati alkalmazásával kapcsolatba kerültek.” (Vendl Aladár: Pálfy Móric L. tag emlékezete)

Ükunokájaként külön öröm számomra, hogy részt vehettem mind a két emlékkonferencián, amit szülőfalujában tartottak. 2016-ban születésének 145. évfordulóját, 2021. október 23. napján, születésének 150. évfordulója alkalmából pedig szakmai kiránduláson és emléktábla avatáson is részt vehettünk a konferencián kívül. Hallatlan megtiszteltetés, hogy ezen alkalom okán elő is adhattam az életrajzi adatokkal kapcsolatosan tett felfedezéseimet Dr. Wanek Ferenc és Dr. Márton István előadásai mellett.

Ezen a konferencián örvendeztettem meg a hallgatóságot azzal a családi anekdotával, amivel zárnam

megemlékezésemet. A történet szereplői a legidősebb lánya Margit (Manyi) és harmadik gyermeke, Anna, akit a család Nóka becenévvel illetett. 1951-ben esett meg velük a következő. Állást keresve Nókának önéletrajzot kellett írnia, amiben a korszellem alapján kötelező volt beszámolni arról, hogy családjában ki milyen szerepet vállalt a háborúban és az azt megelőző időszakban. „Budapestben, 1912-ben születtem, apám, aki erdélyi földműves családból származott, geológus volt, 1930-ban meghalt.”– kezdte. Sajnos hónapok teltek el anélkül, hogy sikerrel járt volna, így átfutott Manyi nénihez, és kérte, nézze meg, mi lehet az, ami miatt nem alkalmazzák. Manyi néni elmosolyodott és csak annyit mondott: „Nóka, ne ird bele, hogy édesapuka geológus volt. Írj valami mást. Mondjuk, hogy a Földtani Intézet tisztségviselője.” Arra a kérdésre, hogy ez miért javít a pozícióján, Manyi néni röviden válaszolt. „Tudod, a párt képviselője esetleg összetéveszti a teológussal. Pedig ugye tudjuk, hogy a különbség Ég és Föld!” Az önéletrajz megfelelő javítását követően valóban fel is vették!

IRODALOM

- Vendl Aladár (1933): Pálfy Móric l. tag emlékezete (Magyar Tudományos Akadémia Elhunyt Tagjai Fölött Tartott Emlékezésedek XXI. kötet - 14. szám, Budapest)
- Koch Antal, Apáthy István (1893): Ásványtani pályamunkabírálat in: Farkas Gyula: A matematikai és természettudományi kar jelentése az 1892-93. tanévi pályázatok eredményéről
- László Gábor (1932): Dr. Pálfy Móric emlékezete, Földtani Közlöny
- Babinszki Edit (2019): 150 éves a Földtani Intézet (Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest)
- Pálfy Mór (1911): Az erdélyrészi Érchegeység bányáinak földtani viszonyai és értelepei (A Magyar Kir. Földtani Intézet Évkönyve, Budapest)
- Márton István (2016) Pálfy Mór szerepe az Erdélyi-érchegeység aranytelepeinek megismerésében (Pálfy Mór emlékkonferencia, Bágyon, 2016. december 10. Kolozsvári Akadémiai Bizottság – Erdély Múzeum-Egyesület – Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem)
- Wanek Ferenc (2016) Pálfy Mór élete és szakmai pályája (Pálfy Mór emlékkonferencia, Bágyon, 2016. december 10. Kolozsvári Akadémiai Bizottság – Erdély Múzeum-Egyesület – Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem)

DR. PÁLFY ANNA Budapestben született, jogi diplomáját a Pázmány Péter Katolikus Egyetemen szerezte 2015-ben. 2019 óta ügyvédként praktizál Budapestben, végzett mediátor, meghívott előadóként évek óta oktat bányajogot az ELTE geológus-hallgatói számára.



Jubileumi oklevelek ünnepélyes átadása a Miskolci Egyetemen

2021. augusztus 27-én került sor a Miskolci Egyetem Nyilvános Egyetemi Szenátus ülésén a Műszaki Földtudományi Kar és a Műszaki Anyagtudományi Kar ünnepélyes arany, gyémánt, vas és rubin díszokleveleinek átadására.

A COVID járvány miatt ezúttal egyidejűleg került sor a 2020-ban és 2021-ben jubileumi oklevelet szerzők részére a díszoklevél átadására, az ünnepség az online térben is követhető volt.

A Himnusz elhangzása után *Prof. Dr. Szűcs Péter* az Egyetem általános rektorhelyettese nyitotta meg az ülést, majd a két kar dékánja (*Prof. Dr. Mucsi Gábor* és *Prof. Dr. Palotás Árpád Bence*) tette meg előterjesztését.

A Műszaki Földtudományi Karon jubileumi oklevelet szerettek száma az alábbiak szerint alakult:

	2020		2021	
Rubinoklevél	1		4	
Vasoklevél	-		21	(5)
Gyémántoklevél	19	(4)	16	(11)
Aranyoklevél	52	(11)	51	(36)

(Zárójelben az ünnepségen megjelentek száma szerepel.)

A 2020-ban jubileumi oklevelet szerzők nevében *Hursán László*, a 2021-ben jubileumi oklevelet szerzők nevében *Bács Péter* mondott köszöntőt.

A Műszaki Anyagtudományi Karon jubileumi oklevelet szerettek száma az alábbiak szerint alakult:

	2020		2021	
Rubinoklevél	1		-	
Vasoklevél	-		4	(2)
Gyémántoklevél	4	(2)	8	(4)
Aranyoklevél	48	(13)	51	(33)

A 2020-ban jubileumi oklevelet szerzők nevében *Dr. Imre József*, a 2021-ben jubileumi oklevelet szerzők nevében *Dr. Tolnay Lajos* mondott köszöntőt.

A kitüntetetteket köszöntötte *Pecsmány Péter* kiváló hangú énekes, az MFK doktorandusza, három alkalommal egy-egy népszerű dalt adott elő.

Az oklevelek átadását követően *Dr. Mucsi Gábor* dékán a két kar nevében köszöntötte az ünnepelteteket, majd az aranyokleveles bánya- és kohómérnök évfolyamok az ünnepség emlékére évfolyamszalagot kötöttek fel a kari zászlókra.

A Bányamérnöki Karon 1970-ben végzettek nevében *Szala Pálné Fehér Zsuzsanna* aranyokleveles geológusmérnök és *Kövesi Tibor* aranyokleveles bányaművelőmérnök, majd az 1971-ben végzettek nevében *Králik Iván Kálmánné Garamvári Katalin* és *Scherber Hartwigné Garamvári Mária* aranyokleveles bányamérnökök kötötték fel a szalagokat és ezután a Bányászhimnusz eléneklésére került sor.

A Kohómérnöki Karon 1970-ben végzettek nevében *Csizmazia Ferenczné Dr. Antal Ágnes* és *Czakó Kálmánné Ladányi Erzsébet* aranyokleveles kohómérnökök, majd az 1971-ben végzettek nevében *Surányiné Patsch Katalin* és *Dr. Dudás Gyula* aranyokleveles kohómérnökök kötötték fel a szalagokat és ezután a Kohászhimnusz eléneklésére került sor.

Az ünnepség *Prof. Dr. Szűcs Péter* rektorhelyettes beszédével és a Szózat eléneklésével fejeződött be.

Minden érintettnek eljuttatták az erre az alkalomra készített könyvet, melyben a kitüntetettek rövid életrajza szerepel.

Dr. Horn János

Központi bányásznapi

A 71. Bányásznapi országos központi ünnepségre Gyöngyösön a GYÖNGYÖK Mátra Művelődési Központban került sor 2021. szeptember 2-án. A szervezők, az eddigi gyakorlatnak megfelelően, az Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM), a Magyar Bányászati Szövetség (MBSz), a Bánya-, Energia- és Ipari Dolgozók Szakszervezete (BDSZ), az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) voltak, közösen a házigazda MVM Mátra Energia Zrt.-vel.

Az elnökség tagjai voltak: *Dr. Palkovics László* az ITM minisztere, *Dr. Fónagy János* országgyűlési képviselő, nemzeti vagyonért felelős parlamenti államtitkár, miniszterhelyettes, *Kovács Pál* a Paksi Atomerőmű kapacitásának fenntartásáért felelős államtitkár, *Kádár Andrea Beatrix* az ITM helyettes

államtitkára, *Horváth Péter János* a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal elnöke, *Dr. Fancsik Tamás* a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat elnöke, *Kóbor György* az MVM Energetika Zrt. elnök-vezérigazgatója, *Oravecz Zsolt* az MVM Mátra Energia Zrt. vezérigazgatója, *Prof. Dr. habil. Mucsi Gábor* a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar dékánja, *Homonnay Ádám* a MBSZ elnöke, *Rabi Ferenc* a BDSZ elnöke, *Dr. Hatala Pál* az OMBKE elnöke és *Dr. Zoltay Ákos* az MBSZ főtítkára, aki egyben a levező elnöki feladatokat is ellátta.

A levező elnök köszöntőjét követően egyperces néma felállással emlékeztek az elhunyt bányásztársakra. Az ünnepség megnyitó beszédét *Rabi Ferenc*, az ünnepi beszédét *Dr. Palkovics László* tartotta, majd

Dr. Fónagy János köszöntötte a 71. Bányásznapi ünnepségen megjelenteket.

Az ünnepségen „Kiváló Bányász”, „Miniszteri Elismerő Oklevél”, a „Magyar Bányászatiért”, „Bányász Szolgálati Oklevél”, „Bányász gyűri” és „BDSZ Művészeti Díj” kitüntetések és díjak átadásá-

ra került sor. Az ünnepség a Bányászhimnusz elénekelésével zárult. Az ünnepséget követő állófogadáson a pohárköszöntőt *Oravecz Zsolt*, az MVM Mátra Energia Zrt. vezérigazgatója tartotta.

Dr. Horn János

Bányásznapi ünnepség a MVM Mátra Energia Zrt.-nél

Az MVM Mátra Energia Zrt., mint minden évben, idén is megtartotta 2021. szeptember 3-án pénteken a 71. Bányásznapi ünnepségét Visontán.

A hivatalos rész a Himnusz meghallgatásával kezdődött, majd *Bóna Róbert* visontai bányai igazgató tartott ünnepi beszédet. Beszédében elmondta, hogy a napokban országsszerte bányásznapi ünnepségeket tartanak azokon a településeken, gazdasági társaságoknál, bányavállalatoknál, ahol még aktív bányászat folyik vagy éppen a bányák bezárásával, bányászat elmúlásával a szakma iránti hűség, az elkötelezettség fennmaradt. Kiemelte, hogy szeptember 2-án, Gyöngyösön tartották meg az Országos Központi Bányásznapi ünnepséget, amelyen részt vett *dr. Palkovics László* miniszter, *Fónagy János* államtitkár, a térség országgyűlési képviselője. A központi ünnepségen elhangzott, hogy a bányászat egy olyan szakma, ami nélkül nincs fejlődés, nincs gazdasági növekedés, az ipar az alapanyagok, ásványi anyagok biztosítása nélkül ellehetetlenülne. A bányászat olyan szakmakultúrát is jelent, aminek van múltja, jelene és lesz jövője is. Ad egy összetartozást, ami már a régmúlt időkben is jellemző volt a bányászok között, a nehéz fizikai és nem utolsósorban a veszélyes munka miatt. Ez egy olyan emberi, munkatársi értékrendet formált, ami talán más iparágban, szakmában ilyen mértékben nem lelhető fel. A bányászatban az idők múlásával a gazdaságtalan kitermelés miatt számos bánya bezárással kényszerült, vállalatok szűntek meg, így nem maradt más az ott maradt településeknek, a lakosságnak csak a hagyomány ápolása, a munkakultúra megőrzése. A mi szűkebb környezetünkben is átérzhetjük ezeket a gondolatokat.

Cégünknek van múltja, mert az 1960-as években történt bányanyitással és az erőmű megépítésével megalapozta a térség fellendülését. A vállalat a régió meghatározó foglalkoztatója lett és volt olyan időszak, amikor több mint ötezer család megélhetését biztosította a lignitbányászaton alapuló villamosenergia-termelés. Az elmúlt év végéig Visontán több mint 1,9 milliárd, Bükkábrányban 550 millió m³ fedőkőzetet mozgattak meg a széntelepek kitermelése érdekében, és összességében a két bánya 352 millió tonna tüzelőanyagot biztosított a villamosenergia-termeléshez, amivel 248 ezer GWh villamosáramot termeltek a magyar lakosság, a gazdaság részére.

Van jelene a vállalatnak, mert az elmúlt évben egy bizonytalan időszakot zártunk le, mivel újra a Magyar



Bóna Róbert, visontai bányai igazgató ünnepi beszéde

Villamos Művek Zrt. cégcsoport tagja lettünk. Az itt dolgozó közel kétezer munkavállaló számára ez a stabilitást jelentheti. A Mátra az elmúlt évben megtervezte az ötéves gazdasági tevékenységét, olyan üzleti tervet készített, melyben a 200 MW-os blokkegységek kaptak szerepet, az ellátásbiztonság szem előtt tartásával kétbányás tüzelőanyag kiszolgálás szerepel a tervben. A 2025 év végéig szóló bányaművelési tervek alapján Visonta és Bükkábrány bányák rugalmas tüzelőanyag ellátást tudnak biztosítani az erőmű számára, figyelemmel a különböző villamosenergia termelési és tüzelőanyag minőségi igényekre.

Cégünknek van jövője, mert a Mátra szükséges eleme a magyarországi villamosenergia-rendszernek. Persze emellett azt is látni kell, hogy környezetvédelmi direktíváknak a régi, elavult berendezések már egyre kevésbé képesek megfelelni. Ezért szükség lesz az ország klíma- és energiapolitikájával összefüggésében a Mátra megújulására a kornak megfelelő, színvonalas berendezések létesítésére, a technikai, műszaki fejlődésre.

Intenzív munka folyik a társaság megújításában. Nemcsak külső megjelenésében, arculatában változott az erőmű, mint ahogy a homlokzaton már látható, hanem a modern, a széndioxid kibocsátás jelentős csökkenésével járó termelőegység létesítésével, a megújuló energiát hasznosító egységek építésével kizöldítésre kerül a Mátra a következő időszakban.

Az MVM elkötelezett a foglalkoztatásban és a projektjei is azt szolgálják, hogy 2025. évet követően is megfelelő életteret, megélhetési lehetőséget biztosítson az itt maradók számára.

A Mátra stratégiája, hogy jövedelmező, eredményes vállalat, fontos szereplője legyen a hazai villamosenergia szektornak és az ipari parkon keresztül a térség meghatározó foglalkoztatója maradjon. Ehhez szükség lesz a megújulásra, az új dolgok befogadására. Ehhez kívánt mindenkinek hitet, erőt, kitartást.

Külön gratulált azoknak a munkavállalóknak, akik miniszteri elismerést vehettek át kiemelkedő munká-

jukért a Központi Bányásznapon, köszönetet mondott mindenkinek a kitartó munkájáért.

Az ünnepi beszéd után a társaság vezetése, a szak-szervezetek, a leányvállalatok, a térség polgármesterei koszorúkat helyeztek el a bányász hősök emléktáblájánál. A koszorúzási ünnepség a Bányászzenekar előadásában a Bányászhimnusszal zárult.

Papp Tímea

A bányászat és az energetika szerepe a körkörös gazdaságban

E sokatmondó címmel rendezte 53. konferenciáját Balatonyörökön a Bányagépészet a Műszaki Fejlődésért Alapítvány. A természet kellemes időjárását biztosított a két esztendeje vágyott együttlétre, melyre 2021. szeptember 23-24. között került sor. A nemzetközi konferenciára 130 résztvevő regisztrált, s a kedvező egészségügyi helyzetnek megfelelően 119 fő meg is tudott jelenni. A Hotel Panoráma összes helyiségében és szolgáltatásában az emlékezetünkben élő kellemes és kényelmes körülmények vették körül az előadókat résztvevőket egyaránt.

Az elnöki megnyitó után Kovács Pál államtitkár rendkívüli külföldi programja miatt *dr. Hugyecz Attila* államtitkári főtanácsadó tartotta a nyitó előadást az atomenergiáról, melynek további hosszútávú alkalmazásában Paks II. megkezdett beruházásával Magyarország elkötelezte magát. Az épülő blokkok műszaki adatain túl a technikai megvalósítás és a későbbi üzemeltetés egyes témaköreibe is bepillantást nyújtott az érdekes előadás.

Különleges napirend következett. Az alapítvány kuratóriuma 2019-ben elhalálozott örökös Elnökünk temetése után tartott ülésen „*Kovács László Emlék-érem*” alapítását határozta el, melynek számozott példányait az idei konferencián „*A Bányagépészeti és bányavillamosági konferenciák fennmaradásáért eredményesen tevékenykedők* – szám szerint 61 fő – vehették át. Természetesen a díjazottak között voltak magánszemélyek és vállalkozások is. Az érem kivételéről elmondjuk, hogy a bronz alapon ezüstözött, sor-számozottan névre szóló művészi alkotás *Nagy Edit* szobrászművész és az *ÉremVerde Kft.* munkája.

Az összesen 17 tagú előadásfolyamot *Prof. Dr. habil. Mucsi Gábor*, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának dékánja folytatta. A kar előtt álló kihívásokat és lehetőségeket mutatta be, az oktatáson kívül a folyamatban lévő és reménybeli kutatásokat ismertette. *Dr. Stróbl Alajos*, az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület alelnöke áttekintést adott a nemzetközi és hazai energiaigény és termelés helyzetéről a múlt és a várható jövő fényében. Kiemelte az igényeinkhez mérten „rakoncátlankodó” megújuló okozta energiakrizis lehetőségét is. Ebéd után *Orosz Zoltán* a MVM Mátra Energia Zrt. fejlesztési- és projektvezetője ecsetelte az MVM vezérelte erőművi profilváltás tervezett irányait. Igazi szakmai

részletkérdésbe avatta be hallgatóságát *Ph.D. Eng. Pawel Tomach*, a Krakói Egyetem (Lengyelország) képviselőjében, amikor a rezgőmalmok őrlőtér szabályozását mutatta be, szemcseméret azonossági és energiagazdálkodási szempontok mentén. Németországból *Hans J. Dreher* korunk high-tech alapanyagairól, a ritkaföldfémekről és kitermelésük meglepő körülményeiről rajzolt megdöbbentő képet. *Dr. habil. Raisz Iván* élelmiszeripari- és kommunális iszapok egy lehetséges hasznosítását mutatta be, mely energiamegtakarító és környezeti terhelést csökkentő hasznosítási eljárást tesz lehetővé. *Dr. Káldi Zoltán*, a Veszprém Megyei Kormányhivatal főosztályvezetője a vészhelyzetre tekintettel érvénybe léptetett bányászati jogi szabályozás tényeit ismertette. *Dr. Dósa János* docens a Petrosényi Egyetem (Románia) képviselőjében a dízelmotor ergia mérlegéről beszélt.

Az érdekes délutánt két jeles esemény követte. Az első az Alapítók gyűlése volt, ahol a 2020. év eredményeit és a következő esztendő alapítványi célkitűzéseit vitattuk meg, majd a napot egy hajnalba nyúló Baráti Találkozóval zártuk. Először a 2021. évi „*Hell-Bláthy Díj*” átadására került sor. A kitüntetésben *Simon Csaba*, a MVM Mátra Energia Zrt. Bükkábrányi Bányáüzem karbantartási vezetője részesült. Ezután a Petrosényi Egyetem képviselőjében *Prof. univ. Dr. ing. Radu Sorin Mihai* rektor az egyetemet ábrázoló kerámiát ajándékozott Alapítványunknak, melyet *dr. Zsíros László* elnök vett át.

A konferencia zárónapján elsőként *dr. Virág Zoltán* kapott szót, aki tömbkö jövesztő- és rakodóadapter prototípusának tervezéséről és gyártásáról számolt be. Ezt követően a robbanás elleni védelem szabályaiba nyertünk bepillantást *Veress Árpád* előadásában. *Glevitzky István* eleget tett 2018-ban tett ígéretének és *Kovács Balázs* műhelyvezetővel valamint *Kalászi László* ügyvezetővel együtt bemutatták az RMS Kft. és a Bakony Búvárszivattyú Kft. tevékenységét.

Dr. habil. Raisz Iván a barnaszenek széndioxid kibocsátás nélküli erőművi energiafejlesztési eljárását ismertette. Az új lehetőség energiát tároló etanol és műtrágya végterméket is eredményez a hagyományos gőz alapú villamos áram termelés mellett. *Prof. Dr. András József* közetek jövesztés közbeni mikrohullámú kezeléséről beszélt. E módszerrel a gépi jövesztés hatékonysága növelhető. *Kárpáti László* főmérnök a

hullámacél szerkezetek bányászati (biztosítási célú) alkalmazásáról mutatott megvalósult példákat. Az előadások sorát e beszámoló írója zárta, aki a Természet energiastратégiájáról adott ízelítőt.

Zárszóval *dr. Zsíros László* elnök foglalta össze a

kétnapos konferencia eseményeit. Megköszönte a szervezők, előadók és résztvevők munkáját. Végeztül annak a reményünknek adott hangot, hogy a következő években is konferenciánk keretében adhatjuk át tapasztalatainkat egymás számára. *Livo László*

Könyvismertetés

2021 márciusában jelent meg **Dr. Bohus Géza** „**VISSZAPILLANTÁS**” c. könyve 97 oldalon magánkiadásban. A könyvet, amikor megkaptam, nem tudtam letenni, mert mind szakmailag mind egyéb vonatkozásban kiváló, példaértékű, különleges könyv. Sok szakmai könyvet olvastam, írtam, de ilyet még sohasem, ugyanis a szövegben gyakran megjelenik két jó barátja, *Kiss Csaba* és *Verbőci József* véleménye, kiegészítése. Az ő „közbeszólásuk” nem töri meg, inkább kiegészíti az eredeti gondolatsort.

A könyv tagolása az alábbi. Fejlődés – 13 olyan

személyt mutat be, akikre mindig felnézett, sokat tanult tőlük és szép az emlékük. Nagyok – Olyan embereket mutat be, akik megérdemlik, hogy az utókor megismerje, tudjon róluk. Népszámlálás – A szerző számba veszi, hogy életében hány hazai munkán és külföldi országban dolgozott, hány emberrel került kapcsolatba, és itt szerepel az elvégzett munkák rövid felsorolása.

A könyvet 57 fénykép (arcok és szakmai munkák) gazdagítja.

Dr. Horn János



Gyászjelentés

Balás László aranyokleveles bányamérnök, a Mecseki Szénbányák ny. műszaki vezérigazgató helyettese 84 éves korában 2021. július 26-án elhunyt.

id. Kis István okl. gépészmérnök, a Bakonyi Bauxitbánya Vállalat volt gépészeti vezetője, Hidrológiai Osztály volt vezetője 91 éves korában 2021. augusztus 4-én elhunyt.

Dr. Antal Sándor okl. geológus, a tatabányai közép fokú geológusképzés emblemikus tanára 74 éves korában 2021. augusztus 9-én elhunyt.

Barta Barci István okl. bányagépészmérnök 60 éves korában 2021 augusztusában Miskolcon elhunyt.

Hódosi Sándor gyémántokleveles bányamérnök, aki korábban a komlói szénbányászatban töltött be vezető beosztásokat, 86 éves korában 2021 szeptemberében Sopronban elhunyt.

Széles Lajos vasokleveles geológusmérnök, az Oroszlányi Szénbányák volt főgeológusa, a Magyar Szénbányászati Tröszt volt iparági főgeológusa 91 éves korában 2021. szeptember 23-án elhunyt.

Zéman Imre okl. gépészmérnök, az Országos Érc- és Ásványbányák egykori vezérigazgató helyettese 85 éves korában 2021. szeptember 27-én elhunyt.

Hofmanné Szatmári Magdolna okl. geológusmérnök, környezetvédelmi szakmérnök, a Baranya Megyei Mérnök Kamara alapító tagja 2021. szeptember 30-án elhunyt.

Prof. Dr. Károly Gyula aranyokleveles kohómérnök, a Miskolci Egyetem ny. intézetigazgatója, Professor Emeritusa, tiszteleti tag 81 éves korában 2021. október 4-én elhunyt.

Annus János geológus technikus, az Oroszlányi Szénbányák egykori dolgozója 78 éves korában 2021. október 9-én Diósdon elhunyt.

Monos Rudolf vasokleveles bányamérnök, a Tatabányai Szénbányák volt műszaki fejlesztési igazgató-főmérnöke 91 éves korában 2021. október 25-én elhunyt.

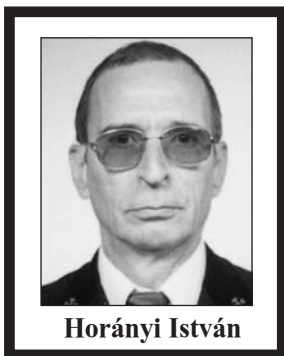
Demeter Ferenc okl. gépészmérnök 90 éves korában 2021. október 31-én elhunyt.

Leszkovszky Tibor gépészmérnök, a várpalotai brikettgyár egykori vezetője, Várpalota város korábbi polgármestere 74 éves korában 2021. november 6-án elhunyt.

Dr. Izsó István okl. bányamérnök, jogász, volt miskolci bányakapitány 66 éves korában 2021. november 12-én elhunyt.

HORÁNYI ISTVÁN (1946 – 2021)

Horányi István aranyokleveles bányamérnök, türelemmel viselt súlyos betegsége és a COVID-19 fertőzés következtében, életének 75. évében, 2021. szeptember 9-én elhunyt, alig három héttel követve 50 éven át hű társát, szeretett feleségét, akit szintén a járvány miatt veszített el.



Horányi (Hofhauser) István 1946. november 15-én Sopronban született. Általános és középiskolai tanulmányait szülővárosában végezte. 1966-ban sikeres felvételit követően kezdte meg mérnöki tanulmányait a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán. 1971-ben szerzett bányamérnöki oklevelet a bányageológiai szak, hidrogeológus ágazatán.

Mérnöki pályafutását a VIKUV Győrszemerei Üzemében kezdte, ahová társadalmi ösztöndíjaként került. Három évet töltött Győrszemerén, különböző szakmai feladatokat ellátva, széleskörű ismereteket szerzett a vízkutatás, a mélyfúrás, a vízkitermelés és kezelés elméleti és gyakorlati problémáinak megoldásában egyaránt. Szakmai pályafutását 1974 őszétől a MÉLYÉPTERV Nyugat-dunántúli Közműtervező Osztályán folytatta, mint talajmechanikus, de pár hónap után már víz- és csatornahálózatok tervezésével foglalkozott, majd az akkor induló „gázprogram” igényének megfelelően bekapcsolódott a gázhálózatok tervezésébe. Két éves „gázos” tervezői

munkálkodása elismeréseként a bányahatóság javaslatára, az akkori új gáztörvény szakmai képesítésre vonatkozó előírásai alól kapott OBF felmentéssel, kiemelt projektek (Sopron, részben Győr városi gázról földgázra való átalításának tervezése, ill. művezetése) szakmai irányítására, megvalósítására kapott megbízást.

A 80-as évek elejétől GMK, majd kisszövetkezeti keretek között végzett hasonló tervezői munkákat. 1989-től kiváló német nyelvtudását és szakmai felkészültségét hasznosítva Ausztriában vállalt munkát, az Asphalt und Beton Ges.m.b.H útépítő vállalkozásnál. Miután 1989 júniusában az AB GmbH anyacége a Bau Holding Ag. megvásárolta a magyarországi Aszfaltútépítő Vállalatot, „kiküldetésbe került” szülőhazájába azzal a feladattal, hogy a létrejött Magyar Aszfalt szervezeti és működési rendjét a konzern gyakorlatának megfelelően kialakítsa. Útépítő vállalkozás lévén fontos kérdés volt az alapanyagok biztosítása, ezért a létrejött cég, irányításával kő- és kavicsbányákat vásárolt, ill. alapított az ország területén. 2000-tól a céghez tartozó bányauzemek egyesítésével megalakult KÓKA Kft. ügyvezetője lett, amely feladatot 2008-ban történt nyugdíjba vonulásáig ellátta. Az ausztriai anyacége, még a nyugdíjazása után is, évekig igényelte emberi és szakmai tapasztalatát, tanácsait.

Munkáját a megalapozottság, a szakmai és emberi tisztesség, a megbízhatóság és szavahihetőség jellemezte. Ezen elvek alapján választotta meg munkatársait is és tőlük is elvárta ezen elvek betartását.

Horányi István kiváló szakember, kolléga, igazi közösségi ember volt. Már egyetemi éveitől kezdve vezető szerepet vállalt az 1959-ben Sopronból Miskolcra átkerült bányász kari hallgatók közösségének összefogásában, a Selmeci-Soproni diák hagyományok átvételében. Kezdeményezője és cselekvő részese volt a kollégiumban a „Bányász Klub” létrehozásában, melyben sok szervezett előadást, tanácskozást, szakmai és professzori élménybeszámolót sikerült összehozni az akkor erősödő hagyományörzés keretei között. Országos jelentőségű és hírvű volt, a bányász és kohász hallgatótársaival az NME-n megrendezett „Diákpolitikusok Országos Vetélkedője” rendezvény is. Tapasztalatával, javaslataival közel húsz éven át segítette és támogatta a Bányamérnöki, később a Műszaki Földtudományi Kar munkáját, a Kari Tanács állandó meghívott külső tagjaként. Szakmai közéleti aktivitását, szervező tevékenységét mutatja az MBSZ, az OMBKE, valamint a hidrogeológiai, vízkutatási, mélyfúrás szakmai szervezetekben vállalt és végzett munkája.

Egyesületünknek (OMBKE) hivatalosan 1971-től volt tagja. Számos szakmai rendezvényen, konferencián tartott előadást, kiemelten az ásványvagyongazdálkodás, az ásványvagyongvédelem témakörben, jó és rossz, hazai és külföldi példákat is bemutatva. Közel tíz publikációban foglalta össze az előbbi témakörökkel kapcsolatos tapasztalatait és javaslatait.

Szakmai, közéleti munkája elismeréseként több kitüntetést kapott: 2001-ben „Szt. Borbála érem” miniszteri elismerés; 2004-ben a „Magyar Bányászatért” érem; 2004-ben és 2011-ben OMBKE plakett; 2007-ben „Scholz Vilmos” érem; 2007-ben „Pro Fakultate Rerum Metallicarum” érem; 2009-ben „Miniszteri elismerés”; 2013-ban „Wahlner Aladár” emlékérem; 2019-ben „Zsigmondi Vilmos” érem. Ötven éves szakmai pályafutása elismeréseként az Alma Matertől kapott „Aranyoklevelét” személyesen sajnos már nem tudta átvenni.

Horányi István a családját, lányait, unokáit rajongásig szerető és támogató, őszinte, segítőkész ember, kiváló kolléga és barát volt.

Kedves István, sokunk által tisztelt és szeretett Hofi: Isten Veled, Nyugodj Békében.

Dr. Böhm József

VARGA MIHÁLY (1946 – 2021)

Mély megrendüléssel fogaduk a hírt, akik ismerték és szerették, hogy Varga Mihály okleveles bányamérnök, az egykori Mecseki Érbányászati Vállalat volt vezérigazgatója, Egyesületünk tiszteleti tagja 2021. július 5-én tragikus hirtelenséggel elhunyt.



1946. március 28-án született a Somogy megyei Pusztakovácsiban, bátyja után szülei második gyermekeként. Az általános iskolát Mikén végezte el, majd 1963-ban Pécsen a Péch Antal ipari tanuló intézetben vágár, 1967-ben a Cséti Ottó Bányaiipari Technikumban bányatechnikus képesítést szerzett. 1973-ban szerezte meg bányamérnöki oklevelét a Nehézipari Műszaki Egyetemen. Az egyetemen sportolt is, az egyetemi sportklub, a MEAFC labdarúgó csapatának kapusa volt. Tanulmányai, üzemi gyakorlatai során megismerte a bányamunka minden szintjét, a fizikai, vágári munkától a közvetlen termelésirányításon át a mérnöki, műszaki feladatok megoldásáig. Emiatt széleskörű volt a rálátása későbbi munkahelyének munkaszervezetére, a bányáüzem legkülönbözőbb beosztásaiban dolgozók feladataira, problémáira. Munkássága Pécshez, a magyarországi urániparhoz kötődik. A Mecseki Érbányászati Vállalatnál és jogutódjainál dolgozott felelős beosztásokban 1973-tól. Kövágószőlősön, a III. számú Bányáüzemben technológus, 1974-től körletvezető, 1978-tól biztonsági mérnök. Ezután 1981-től a vállalat biztonságtechnikai osztályvezetője, 1984-től műszaki főosztályvezetője, 1988-tól a vállalat vezérigazgatója. A Mecseki Érbányászati Vállalat átalakítása után 1991-től a Mecsekurán Kft. ügyvezető igazgatója volt 1992-ig. Ezen időszak alatt vezetésével a társaság komoly erőfeszítéseket tett az uránérctermelés tovább folytatására, ezek azonban rajta kívül álló okok miatt nem voltak sikeresek. Az akkor legígéretesebbnek tűnő nyugati „befektető” cég a sikertelen tárgyalások után még további anyagi követelésekkel állt elő, de Varga Mihály a londoni választott bíróság előtt is bizonyítani tudta igazát, és pernyertes lett. 1993-tól visszakerült a jogutód Mecseki Érbányászati Vállalathoz, illetve annak átalakulása után a MECSEKÉRC Zrt.-nél dolgozott tovább az uránbányászat által okozott környezeti károk kármentesítési programjának megvalósításán, különböző beosztásokban. Ugyanakkor ismét tanulmányokat folytatott, 1998-ban a Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Karán terület- és településfejlesztési szakmenedzseri oklevelet szerzett, új szaktudását a MECSEKÉRC Zrt. vagyionkezelési igazgatójaként hasznosította. Még nyugdíjasként is aktív volt, egészen 2016 végéig biztonságtechnikai főmérnökként dolgozott, amikor végleg visszavonult. Széleskörű szakmai munkája során különösen a bányászati biztonságtechnika területén végzett tevékenysége emelhető ki. Több műszaki fejlesztési és biztonságtechnikai tanulmány szerzője, szakmai cikkei jelentek meg a BKL Bányászatban. A Magyar Mérnöki Kamara bejegyzett szakértője volt.

Munkája elismeréseképpen számos kitüntetést kapott, megkapta a Bányász Szolgálatért Érdemérem összes fokozatát, kétszer volt a bányászat Kiváló Dolgozója, majd 2018-ban „Magyar Bányászatért” életműdíj szakmai kitüntetésben részesült.

Az Egyesületbe végzős egyetemistaként, 1972-ben lépett be. 1978-tól a Mecsekaljai Csoport ifjúsági szakértője, 1984-től a helyi csoport titkára, több évig a mecseki helyi szervezet elnökhelyettese, 1997-2000-ig elnöke volt. 2004-2007 között az OMBKE Bányászati Szakosztályának elnökhelyetteseként végzett egyesületi munkát. Ezután is aktív vezetői tagja volt a Mecseki Szervezetnek, egészen haláláig.

A bányász hagyományok és emlékek megőrzéséért, valamint az OMBKE támogatásáért, a helyi és országos rendezvények szervezéséért egész pályája során sokat tett. Nagy szerepe volt a 2010. évi pécsi Bányász-Kohász-Erdész Találkozó sikeres megszervezésében ugyanúgy, mint a Pécsi Bányászati Múzeum föld alatti részének létesítésében, majd annak a 2000-es évek elején egy csőtörés okozta tönkremenetele utáni helyreállításában. Kuratóriumi tagja volt a Központi Bányászati Múzeum Alapítványnak és a Pécsi Bányásztörténeti Alapítványnak.

Az Egyesület érdekében kifejtett tevékenységét a Mikoviny Sámuel-emlékérem (1996) és a Szent Borbála-emlékérem (1997) kitüntetésekkel ismerték el. 2010-től az Egyesület tiszteleti tagja.

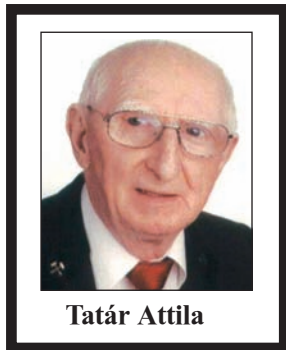
Családja, barátai, volt kollégái, munkatársai és tisztelői 2021. július 20-án vettek végső búcsút tőle a Pécsi Központi Temetőben. A gyászolók által körülvelt ravatalnál az OMBKE Mecseki Szervezetének tagjai álltak díszőrséget. A család búcsúzása után Kovács László okleveles bányamérnök intonálta az „Imhol a föld alá megyünk” című dalt, ezután a volt kollégák, az egykori mecseki uránbányászok nevében Turi Gyula okleveles bányamérnök idézte fel – személyes emlékekkel is összekötve – Varga Mihály gazdag életpályáját. A temetésen az Egyesület vezetését Huszár László okleveles bányamérnök és Hideg József okleveles bányamérnök választmányi tagok képviselték. A sír behatolásakor a pécsi Fekete Gyémánt Fúvózenekar a Bányászhimnuszt játszotta, és mondtunk felejthetetlen halottunknak utolsó Jó szerencsét!

A temetés után a család megemlékezésre hívta a Hotel Laterumba Varga Mihály legközvetlenebb iskola- és munkatársait, barátait. A megemlékezésen családtagjai: felesége, lányai, bátyja, ezután bányaiipari technikum osztály, illetve egyetemi tankörtársa, valamint e sorok írója idézték fel az elhunyttal közös személyes emlékeiket, méltatták kivételes emberi nagyságát.

Hideg József

TATÁR ATTILA (1941 – 2021)

Tatár Attila 1941. szeptember 11-én, Hajdúszoboszlón született Tatár Sándor borbélymester és Szatmári Eszter második gyermekeként. Szülei nagy szeretetben nevelték. A nehéz háborús időben édesapja sok katonai behívója miatt édesanyja egyedül gondoskodott a gyerekekről. 1946-ban hazajött édesapja az amerikai fogságból, üzletet nyitott, és úgy gondolták, hogy könnyebb lesz a sorsuk, de jött az 50-es évek minden nyomorúsága az egész országra.



Az általános és középiskolát Hajdúszoboszlón végezte. Igen jó tanuló volt, különösen matematikából és fizikából kiváló. 1959-ben felvették a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemre. A nyári szüneteket mindig munkával töltötte, hogy hozzájáruljon az egyetemre járás költségeihez.

1964-ben végzett a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem, bányamérnöki karának olajmérnök szakán. A Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem valamennyi egységénél dolgozott, az Alföld valamennyi olajos régiójában. Először rövid ideig szülővárosában, Hajdúszoboszlón kezdett, majd Orosházán, a pusztaföldvári mező feltárásánál dolgozott. Azután az Északi-középhegység neves borvidékéhez, Egerbe sodorta a fűrés élet, ahol a demjéni mező nagyszámú feltárásán dolgozott fűrómérnökként. Ezt

követően a hazai olajipar koronagyémántja, az algyői mező következett, ahol nyugdíjas koráig dolgozott lyukbe-fejezési és kútkiképzési üzemegység-vezetőként, felelős műszaki vezetőként. Volt alkalma világbankos fűrés kútkiképzésén, a Makó-3 kútnál is közreműködni, ami különleges lehetőséget, technikát és újfajta gondolkodást hozott meg a hazai fűrésok körében. Szinte nincs olyan, aki ne emlegetné közülük egyik, vagy másik világbankos fűrésen szerzett tapasztalatait.

Különlegesen érdekes és embert próbáló időszak volt az, amikor egy olajmérnök nem csupán fűrt, vagy a kútkiképzéseken gyűjtötte a tapasztalatokat, de a COCOM-lista miatti el nem érhető nyugati technika hiányának hátrányait előnyre változtatva, számos újítást, modernizálást, új fűrés, kiképzési eszközök tömkelegének kitalálásában, legyártásában is aktív szerepet vállalt. Rengeteg mélybeni szerelvényhez, eszközhöz, packerokhoz kapcsolódó újítás fűződik Tatár Attila nevéhez is. Úttörő korszak volt, igazi olajipari pionirokkal.

Aztán a 80-as években, a hazai olajipar elképesztő fejlődésének elismeréseként ő is részt vett a nagy iraki kalandban, ahol a hazai fűrővállalatok jónéhány kollégája próbálhatta ki tudását, tapasztalatát egy teljes idegen és zord, sivatagi környezetben is. Nem túlzás azt állítani, hogy akkor vált a hazai olajipar igazán nemzetközivé.

A magyar olajmérnökök, köztük Tatár Attila, megmutatták magukat a nemzetközi olajiparnak, és kiválóan vizsgáltak, megalapozták és megerősítették a hazai olajbányászat nemzetközi hírnevét. Később dolgozott Szíriában is, hiszen az arab világban hamar elterjedt, hogy ezek a magyar fiúk nem csak jól képzettek, de ha igazán komoly problémát kell, „józan paraszti ésszel” megoldani, akkor abban is kenterbe verik a nyugati kollégáikat. Ő is ilyen volt. Sosem a kifogásokat kereste, hanem a megoldásokban hitt. Biztos volt abban, hogy a magyarázkodásokra pazarolt energiát, a megoldás keresésére kell fordítani, mindig hasznosabb és eredményesebb.

Egy fűrómérnök otthoni berendezési tárgyai közé tartozott korábban, s szinte családtag volt, az állandó sistersgő, zúgó, időnként zajosan ébresztő URH berendezés. Ami persze biztosan mindig a legrosszabbkor szólalt meg, de most is látom magam előtt, hallom jellegzetes hangját, ahogy felveszi a kagylót és utánozhatatlan hanglejtésével, hangoosan és határozottan beleszó: „Halló Tatár, Jó szerencsét!” És munkatársai, emberei megnyugodhattak, hiszen azonnal tudták, hogy a probléma meg lesz oldva, mert Tatárnál jó kezekben van, ha valaki, hát ő majd talál megoldást.

Legendás vezető, legendás fűrés volt, aki már munkája során szakmai és vezetői ikonná nemesedett kollégái, beosztottjai szemében. Irányítóként és emberként is mindenki nagyon szerette és tisztelte. Szigorú és következetes vezető volt, mert a munkában nem ismert tréfát. Azt vallotta, mindegy, hogy fent a kapcsolóállásban, csöklücsölés a munkapadon, vagy a csórámpán, netán éppen a bódében, vagy az irodában számítógép előtt dolgozol, de a munkádat a legnagyobb odafigyeléssel, a sikeres eredmény érdekében végezd! Ugyanakkor mindenkor emberségesen és megértően viszonyult kollégái problémáihoz is. Aki pedig csak egyszer is hallotta a nevetését, az megértette, mit jelent igazán felhőtlenül kacagni az egyre embertelenebbé váló világunk nyomorúságain.

Nyugdíjas korában is tovább dolgozott, így több olajipari cégnél dolgozott hazai és nemzetközi (szerbiai és szlovéniai fűrésokon), supervisor-ként s felelős műszaki vezetőként.

„Ha az, ki elment közülünk,

Eszedbe jut megint,

Köszönts rá egy „Jó szerencsét!”

Bányász szokás szerint. Bányász szokás szerint.”

Mi olajbányászok, most elbúcsúzunk... Halló, Tatár! Hallod? ... Utolsó Jó szerencsét!

Holoda Attila



3B

3B Hungária Kft.

H-8900 Zalaegerszeg, Wlassics Gyula u. 13. • Tel.: +36 92/549-033
info@3bh.hu • www.3bh.hu

HIVATALOS MAGYARORSZÁGI  **metso** KÉPVISELET



Cikkíróinkhoz

A „BKL Bányászat”, „BKL Kőolaj és Földgáz” lektorált folyóiratok célja és feladata, hogy az Olvasóközönségét tájékoztassa a bányászattal kapcsolatos gazdasági és műszaki eredményekről, valamint szakmai munkák számára. Ezt a feladatot a szerkesztőség értékű szakmai munkák számára. Ezt a feladatot a szerkesztőség a beküldött kéziratok, hírek, tudósítások felhasználásával, szerkesztett leközlésével tudja teljesíteni. Ezúton is kérünk és bátorítunk mindenkit, hogy a megjelölt célokra megfelelő cikkeket, híreket küldjön szerkesztőségünknek a megadott emailcímmel. Kérjük, hogy munkánk megkönnyítése és a jó minőségű megjelenés érdekében az alábbiakat vegyék figyelembe:

Olyan szakcikket tudunk fogadni, amelyet a szerzők kizárólag a BKL Bányászat – Kőolaj és Földgáz részére nyújtottak be. Más, akár nyomtatott vagy internetes sajtótermék számára már benyújtott kéziratot akkor tudunk fogadni, ha ott a közlését elutasították. Ha a kézirat valamilyen rendezvényen elhangzott előadásból készült, kérjük a rendezvény megnevezését (név, idő, hely). Kérjük a kéziratral együtt a szerzők emailcímének megadását, valamint arcképének és néhány soros szakmai bemutatkozásának megküldését a cikk melletti leközléshez. Az arckép és a szakmai bemutatkozás megküldése akkor is szükséges, ha a szerző a közelmúltban már küldött kéziratot. Szívesen vesszük, ha a szerzők a cikk bírálatára felkérhető szakembert javasolnak, név, elérhetőség megadásával.

A kéziratot Word fájlban kérjük. A kézirat terjedelme szóközzel együtt maximum 25 000 karakter legyen. Átlagosnál több ábra, ill. táblázat esetén kérjük a szöveg terjedelmének csökkentését. A kézirat elején szerepeljen a cikk címe, a szerzők neve, legmagasabb szakképzettsége, tudományos fokozata, szolgálati beosztása, munkahelyének pontos neve, ezt rövid (5-10 soros) tartalmi kivonat, majd a cikk szövege kövesse. A szövegben az ábrák sorszáma és címe külön bekezdésben a megjelölés tervezett helyén szerepeljen, magát az ábrát nem kérjük a Word kéziratban elhelyezni.

A kézirat szövegét folyamatosan, a többszintű felsorolások kerü-

lésével, bekezdésekkel tagolva, az önálló részeket számozás nélküli al-címmel ellátott fejezetekbe foglalva kérjük. A forrásokra az irodalomjegyzék zárójelbe tett sorszámaival kell hivatkozni. A betűszavak (pl. MBFSZ) jelentését azok első előfordulásakor teljes szövegű kiírással kell megadni. A szövegben és a képletekben az SI mértékegységeket kell használni. Képletek esetén különös gondosságot kérünk a jelek, idegen betűk leírásakor. Ehhez kérjük a Word képletszerkesztőt használni. A táblázatok, ábrák számára a szövegben hivatkozni kell. Lábjegyzet esetén a szövegben felső indexet kell alkalmazni.

Az ábrákat, táblázatokat, diagramokat, fényképeket stb. az eredeti fájlformátumban kérjük megküldeni (pl. Excel, vagy kép-, ill. rajzfájlok). Táblázatot nem tudunk kép formában fogadni, vagy a kézirat részeként (Word táblázatként) vagy külön fájlban excel formátumban várjuk. Az ábrák fájlneve a szerzők családnéve és az ábra kéziratban belüli sorszáma legyen (pl. Szabó_Varga_Takács_01.jpg). A 300 dpi felbontással készült és 500-800 kB méretű ábrák általában megfelelő méretűek, de a kép fájlmérete inkább nagyobb legyen (akár néhány MB méretű is), mint kisebb.

Az irodalomjegyzéket a szövegközi előfordulás sorrendjében és számával, az alábbi adattartalommal kérjük megadni: a szerzők neve, a mű címe, a megjelenés helye és éve, valamint a hivatkozás művön belüli oldalszáma (p. 59-61).

Kérjük a cikk címét és rövid tartalmi összefoglalását angolul is megadni.

Híryanagok esetében kérjük a fentiek értelem szerű alkalmazását, és hírforrás (név, hely, időpont) megjelölését is.

A szerkesztőség fenntartja a jogot, hogy a beküldött anyag megjelöléséről döntsön, a szükségesnek ítélt stílusi és formai javításokat, rövidítéseket elvégezze, de a megjelent anyagok tartalmáért nem felel. Kéziratot, egyéb beküldött anyagot nem örzünk meg, személyes adatokat a feltétlenül szükségesnél hosszabb ideig nem kezelünk. Tájékoztatásul közöljük, hogy lapszámaink megjelenésükkel egy időben felkerülnek az OMBKE honlapjára (www.ombkenet.hu). A munkánkhoz nyújtott segítséget ezúton is köszönjük!

Szerkesztőség

Hat vezető iparági termék.



Warman®
zagyszivattyúk

+



Cavex®
hidrociklonok

+



Linatex®
tömlők

+



Enduron®
rosták

+



Linatex®
gumi

+



Isogate®
szelepek

=



Egy Megbízható Forrás.

A Weir nagy szakértelemmel megtervezett homokmosó berendezései kis helyigényűek és a Weir saját világszínvonalú gépegységeiből épülnek fel melyek igen magas kopásállóságú anyagokból készülnek ezért hosszú élettartam mellett maximális kinyert hasznos homok mennyiséget garantálnak.

Mindez kiegészül a Weir elkötelezett terméktámogatás csapatával, projekt mérnökeivel, szervízhálózatával, egyszerű kopóalkatrész hozzáféréssel nem csak Magyarországon, de a világ 170 pontján...

A döntés az Ön kezében van.

Tudjon meg többet weboldalunkon: sandwashplant.weir

Copyright © 2020, Weir Minerals Australia Limited. All rights reserved. 202003/AU1114

WEIR
Minerals