

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# BÁNYÁSZAT



# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

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

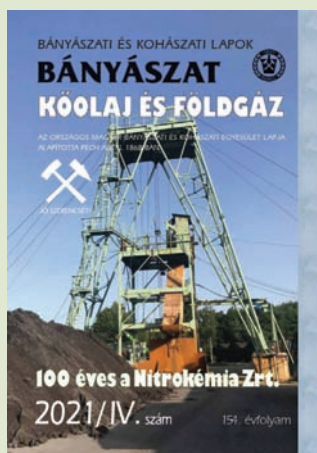


JÓ SZERENCSETI!

**100 éves a Nitrokémia Zrt.**

**2021/IV. szám**

154. évfolyam



## Végre...

...közelebről megismerkedhetünk hazánk legsajátosabb bányavállalkozójával, az állami tulajdonban álló, egyébként nagy múltra visszatekintő Nitrokémia Zrt.-vel, amely az utolsó hazai mélyműveléses bányatelkek jogosultja. Mindannyian tudjuk, hogy az elmúlt időszakban megszokott átalakulások, összevonások eredményeként kerültek a bezárás alatt álló mátrai ércbányák a nemzeti kármentesítő céghez, de viszonylag kevesen rendelkeztek szakmai információval az ott zajló történésekről. Mára megérett az idő, hogy ez megváltozzon, köszönhetően a Nitrokémia centenáriumi fennállásának és annak, hogy a vállalat felsővezetésében egyre erősebben dobogja a bányászszív azt, hogy...

... Jó szerencsét!

## FROM THE CONTENT

### **CSABA TÓTH: 100 years – From the military industry to environmental protection ... .. 2**

*Nitrokémia Zrt. has undergone significant changes in the hundred years since 1921: it has been shaped by world war, crisis and prosperity, changing political and economic environment. In its golden age, the company was the largest employer in the surrounding settlements, providing a livelihood for thousands of people. At present, the company's main activities are environmental protection and remediation. Today, Nitrokémia Zrt. successfully performs these tasks in several areas of Hungary.*

### **KÁLMÁN TÖRÖK et al.: Tasks related to the reambulation of research data on the deep-level ore deposit in Reck ... ..8**

*Exploration for the Reck's deep level ore began in 1961 and last rock sample surfacing in 1997. During this period, a significant amount of rock samples were stored from drillcores and mine exploration. Results can be found in reports, maps, and publications, mostly on paper. Up-to-date storage and recording of existing samples, verification and expansion of database are essential for the international quality of Reck's ore deposit research.*

### **CSABA TÓTH et al.: Complex mine closure, landscaping and remediation tasks of the Gyöngyösoroszi and Reck ore mines ... ..12**

*In the Mátra Mountains in the XX. century, the elimination of the environmental damage caused by the ore mines operations became intensive after the turn of the millennium, which is carried out by Nitrokémia Zrt. The task is extremely complex, ranging from the remediation of surface waste dumps through water treatment to versatile interventions in abandoned cavities in underground mines.*

### **JÓZSEF FAITLI et al.: Review of the filling technology of sulphide ore mine in Mátraszentimre ... .. 28**

*One of the environmental effects of the ore mine in Mátraszentimre, is that the acid mine water flowing out of the mine must be treated to this day. Power plant fly ash is used for the final filling of the abandoned ore mine, based on technology previously developed by the University of Miskolc. Fresh power plant fly ash will no longer be available for this task soon, so a review of the technology has become necessary. This article reports on experiments with flies and additives of different ages.*

### **CSABA TÓTH: Experiences in the operation of vertical mine transport in Mátraszentimre ... .. 36**

*The vertical mine shaft was filled and sealed in 1986, but was restored in 2006 for the final closure of the mine. The old equipment for mine transport could not be found, so the machines used to clean the shaft were used to solve the additional mine transport. The parameters of this system are described in the article.*

### **FERENC TAMAGA: The main stages in the history of the Gyöngyösorosz's ore mine ... .. 43**

*In the western part of the Mátra Mountains, during the Miocene volcanic activity, hydrothermal fluids precipitated on the walls of rock cracks and cavities, creating metal-rich dykes with quartz and carbonates. This article summarized the known history of the ore mine in last 220 years.*

### **FERENC TAMAGA: The past and future of ore mining in Reck ... .. 47**

*On the northern side of the Mátra, near the settlement of Reck, the near-surface parts of Hungary's largest ore deposit have already been mined, but deeper exploration in the area has discovered porphyry ores, whose resource is among the world's top ten copper ore. Ore mining in Reck dates back nearly two hundred years and may have a future also.*

### **TIBOR JÓZSEF ÁRGYÉLÁN: The role of Mátra post-volcanic hydrothermal formations in the implementation of the Toka stream remediation ... .. 54**

*The metal mining in Gyöngyösoroszi has been polluted the Toka Creek for many decades. The final closure of the mine became an important task for the remediation of the Toka Creek bed. It has been revealed that several natural geochemical anomalies also occur in the area affected by the creek. This exploration made relevant impact on the remediation work.*

### **PÉTER HEGEDŰS: Application of drone technology in environmental protection and remediation projects ... .. 59**

*The role of drones in environmental tasks will increase rapidly in the coming years. Nitrokémia Zrt. successfully uses the DJI Phantom type drone in its remediation projects. The article summarizes the experience of 18 months of flights for monitoring, field observation and photogrammetric purposes.*

**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. Gagyi Pálffy András,

Györfi Géza, Dr. Horn János,

Izingné Györfi Mónika,

Jankovics Bálint, Kárpáty 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. Ősz 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

**TARTALOM**

**TÓTH CSABA:**

100 év – Út a hadiipartól a környezetvédelemig ..... 2

**DR. TÖRÖK KÁLMÁN, SZEBÉNYI GÉZA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN,**

**DR. FANCSIK TAMÁS:**

A recski mélyszinti ércelőfordulás kutatási adatainak újraértékelésével kapcsolatos feladatok ..... 8

**TÓTH CSABA, DR. TAMAGA FERENC, PAPP ZOLTÁN ANDOR:**

A gyöngyösoroszi és recski ércbányák komplex bányabezárási, tájrendezési és kármentesítési feladatai ..... 12

**DR. HABIL. FAITLI JÓZSEF, DR. KRISTÁLY FERENC, DR. KÁNTOR TAMÁS,**

**DR. LAKATOS JÁNOS, DR. SZABÓ ROLAND, PROF. DR. MUCSI GÁBOR:**

A felhagyott mátraszentimrei szulfidos ércbánya tömedékelési technológiájának a felülvizsgálata ..... 28

**TÓTH CSABA:**

Mátraszentimrei függőleges aknazállítás üzemeltetésének tapasztalatai ..... 36

**DR. TAMAGA FERENC:**

A gyöngyösoroszi ércbánya történetének főbb állomásai ..... 43

**DR. TAMAGA FERENC:**

A recski ércbányászat múltja és jövője ..... 47

**ÁRGYÉLÁN JÓZSEF TIBOR:**

Mátrai posztvulkáni hidrotERMÁS képződmények szerepe a Toka-patak kármentesítés kivitelezésében ..... 54

**DR. HEGEDŰS PÉTER:**

Drón technológia alkalmazása környezetvédelmi-kármentesítési projektekben ..... 59

(for English titles and resumes see B2 page)

Nitrokémia Zrt. hírei ..... 7, 35, 53

Gyász hírek ..... 42

Szerzői életrajzok ..... 63

*Címlapon: Mátraszentimre akna 2019. június 13-án, előtérben a tömedékeléshez helyszínre szállított eróművi pernye. Fotó: Vigh T.*

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

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

Megjelent: 2021. december 8-án 1750 példányban.

# 100 év – Út a hadiipartól a környezetvédelemig

TÓTH CSABA vezérigazgató, Nitrokémia Zrt.



*A Nitrokémia Zrt. hosszú utat járt be az elmúlt száz évben. A Magyar Lőporgyárüzemi Rt. megalakítása óta a társaság neve és profilja is többször változott. Az 1921. augusztus 29-ét követő száz év alatt jelentős változásokon ment keresztül: alakította világháború, válság és fellendülés, változó jogi, politikai és gazdasági környezet. A bővülés éveit a hadiipar mellett a vegyipar területén is kiemelkedő vállalattá vált, mely innovatív szemléletével meghódította a külföldi piacokat is. A vállalat aranykorában a környező települések legjelentősebb munkaadója volt, mely emberek ezreinek megélhetését biztosította. Jelenleg a Társaság főtevékenysége a környezetvédelem és a kármentesítés. Ma már ezeket a feladatokat a Nitrokémia Zrt. az ország több területén sikeresen ellátja.*

## A Nitrokémia Zrt. múltjának főbb állomásai

A Nitrokémia Ipartelepek, illetve a Magyar Lőporgyárüzemi Részvénytársaság létrejötte előtt fontos említést tenni a 20. század elején, az Osztrák-Magyar Monarchia utolsó éveiben létesített lőporgyárról. A Monarchia hadvezetősége 1912-től kezdve fokozta katonai készségét, tekintettel a balkánon kialakult háborús állapotokra. A katonai készség növekedésével felmerült egy újabb, Magyarország területén elhelyezkedő lőporgyár építésének igénye, melynek Magyaróvár városától alig egy kilométernyire találtak megfelelő helyet. A kiszemelt terület vétele, a vonatkozó szerződések megkötése 1913 végére lezárult, a gyár építési munkálatai azonban csak 1914 májusában indultak meg. Az első világháború kirobbanása az építési munkálatokat sürgőssé tette, a lőporgyártáshoz szükséges épületek 1915 tavaszán elkészültek, majd ugyanebben az évben nagyszabású bővítési munkálatok is kezdődtek. A termelés a világháború utolsó évére elérte a napi 12 000 kg lőpor mennyiséget. A gyártást szolgáló gyáregységek mellett a dolgozók részére lakótelepek is épültek, melyek a mindennapi élethez szükséges teljes infrastruktúrát magukba foglalták. 1918-ban, az októberi polgári demokratikus forradalmat követően azonban a lőporgyár beszüntette működését, a Földművelésügyi Minisztérium fennhatósága alatt műtrágyagyár létesítését határozták el a lőporgyár meglévő infrastruktúrájára építve. 1919-ben újabb koncepció módosítást követően a gyár ismét a Honvédelmi Minisztérium fennhatósága alá került, amely a lőporgyár helyzetének kivizsgálásába kezdett és elrendelte a lőporgyártás újbóli megindítását. A gyártás azonban ezt követően már csak rövid időszakokra indult meg.

A lőporgyár sorsa szempontjából kiemelt jelentőségű esemény 1920-ban következett be, amikor a minisztertanács bizottságot jelölt ki azzal a feladattal, hogy a magyaróvári gyártelep hadiipari jellegét megszüntesse, az átalakulás folyamatát elindítsa. Ezt követte a trianoni békeszerződés, melynek értelmében az elcsatolt területek mellett a szerződésben foglalt feltételek teljesítése is nagyban meghatározó volt a Ma-

gyar Lőporgyárüzemi Rt. megalapítása szempontjából. A békeszerződés 115. cikke rögzítette, hogy minden hadianyagot gyártó üzem, mely az előírt méretet meghaladta, 1921. február 12-ig kereskedelmi célokra át kell alakítani. A minisztertanács az átalakítások megkezdése mellett előírta, hogy az ország belsejében szükséges a békeszerződésben rögzített feltételeknek megfelelő kapacitású, ideiglenes jellegű lőporgyár létesítése, amely nitrocellulóz és nitroglicerin üzemet is magába foglal.

1921. augusztus 1-jén a minisztertanács határozata alapján a kincstár megkötötte a szerződést a bankokkal, ennek értelmében a bankszindikátus kötelezte magát, hogy Magyaróvári Ipartelepek Rt. néven részvénytársaságot alapít, mely a magyaróvári gyártelepet értékesítésre és hasznosításra átveszi. A telep értékesítéséből befolyó tiszta jövedelem nagy részét az új lőporgyár építésére és berendezési költségeire tartalékozták. Ugyanebben az időpontban került megkötésre a kincstár és a bankszindikátus között az új lőporgyár felépítésére vonatkozó szerződés is. A szerződés kötelezettsége alapján a bankszindikátus elhatározta, hogy a gyár felépítésére és teljeskörű berendezésére 10 millió korona alaptőkével részvénytársaságot alapít, melynek nevét az 1921. augusztus 29-én megtartott közgyűlésen Magyar Lőporgyárüzemi Rt.-ben határozták meg. Ettől az időponttól számítjuk a későbbi Nitrokémia Ipartelepek, a mai Nitrokémia Zrt. történetét.

A Salamon Ödön vezette új gyár helyének kijelölése érdekében az egész csonka ország területét végigvizsgáltatta a Honvédelmi Minisztérium. A vállalat 1921 augusztusi megalapítása után a gyárnak végül 1922 tavaszán, a Balaton északkeleti részében, kivételesen jó adottságokkal rendelkező helyen találtak otthont. A terület minden szempontból ideálisnak bizonyult. A vasúti közlekedés, a megfelelő vízmenyiség a területi adottságok tökéletesen alkalmasak voltak a gyár telepítésére, az üzemek és a szükséges védett zónák kialakítására. Lakott település, nyaralóhely ekkor a terület közvetlen közelében nem volt. Kovács Tibor a Nitrokémia történetéről írt könyvében a helyszín kijelölése szempontjából kiemeli, hogy a

terület akkor még nem turisták ezrei által látogatott, zsúfolt nyaralóövezet volt. Épp ellenkezőleg. A csendes, fákkal övezett földeken a Séd patak közelsége miatt optimálisan alakíthattak ki gyáregységeket, mely egyrészt nem veszélyeztetett környező települést, másrészt a gyárban keletkező – megfelelően kezelt és tisztított – szennyvizet a Séden keresztül leereszthették a Duna felé. A lőpor- és robbanóanyag gyártás légszennyeződés nélkül, minimális szennyvíz kibocsátással működött. A későbbi működés során keletkező szennyezőanyagokkal, illetve a régió települési szerkezetének átalakulásával ekkor még nem számoltak a tervezők.

A területek megszerzése után, a hosszas tervezési, előkészítési fázist követően az építkezés 1922 decemberében indult meg. Az építkezés megkezdésekor először a vasútvonalak, közutak és csatornahálózatok, illetve a kapcsolódó egyéb infrastruktúra kiépítése indult meg. A tervek szerint a gyár építése 1924 tavaszára fejeződött volna be, azonban a pénzügyi nehézségek következtében a termelő gyáregységek kialakítása csak jóval később kezdődhetett meg. Az építkezések végül 1927 nyarán fejeződtek be, ezt követően indult meg a berendezések és alapanyagok átszállítása Mosonmagyaróvárról. 1927 december első napjaiban az üzem megkezdte a termelését, évi 600 tonna tüzer-ségi és évi 375 tonna gyalogsági lőpor kapacitással.

A gyártelep létszáma a kezdeti 500 főről fokozatosan emelkedett. A szakmunkások, mérnökök nagy része a mosonmagyaróvári gyárból áttelepült szakember volt, a létszám feltöltése a környező falvakból történt. A lakótelep részben már ekkor kiépült, azonban a gyártelep fokozatosan egyre több lakóházzal és intézménnyel bővült. Az évek-évtizedek során a lehatárolt kis gyári lakótelepből fokozatosan kialakult, 1958-tól már önálló településként létrejött és azóta várossá fejlődött Balatonfüzfő, a „gyár szülte város”.

Az üzembe helyezés után a gyárban megindult a termelés, ezzel egyidőben megindultak a fejlesztésre, a lehető leghatékonyabb működésre vonatkozó kutatások. A közgyűlés – tekintettel arra, hogy a lőporgyártás mellett vegyitermékek gyártását is tervezte – a vállalat nevét Magyar Lőporgyárüzemi Rt.-ről Nitrokémia Ipartelepek Rt.-re változtatta. A gyár megépülését követő években a tulajdonosi viszonyok némiképp átalakultak, a vállalat közvetett magánvállalati jellege megszűnt, 1931-től a Honvédelmi Minisztérium vezetése alá tartozó állami vállalattá vált. A következő évtől megkezdődött a termelési kapacitás fokozatos növelése, majd a gyár területén újabb üzemek települtek, amelyek lehetővé tették a termékkör bővítését is. A bővülésnek köszönhetően a hazai szükségleteken felüli termékek export cikként történő értékesítése kezdődött. A minőségi lőpor a sport- és vadászversenyeken is komoly nemzetközi hírnévre tett szert. A termelés folyamatos fejlesztése, a termékkör bővítése kiemelkedő innovációs kultúrát alakított ki. A termékek értékesítése mellett a gyártás során szerzett tapasztalatokat és kísérleti eredményeket is exportálhat-

ta a vállalat. Ezzel együtt a külföldi piacokról importált tudás és innováció is gyorsította a fejlesztések ütemét és növelte a szakmai kiválóságot. Az 1930-as évek végén a Nitrokémia több megrendelést kapott lőporgyár, valamint dinamitgyár építésére, gépsorok, berendezések gyártására a világ számos pontjáról (Törökország, Finnország, Brazília). Az évtized végére a termelés többszörösére nőtt, a dolgozói létszám több ezer főre duzzadt. A környező falvak lakossága megsokszorozódott. Elindult a szakember képzés a megfelelő utánpótlás biztosítása érdekében. A Nitrokémia a régió fejlődésének motorjává vált. A vállalat aranykorában a környező települések legjelentősebb munkaadója volt, mely emberek ezreinek megélhetését biztosította.

A fejlesztések a II. világháború éveiben sem torpantak meg. A hadiipari termelés fokozódott, a gyár kapacitás kihasználása maximális volt, az export tevékenység folytatódott. A háború közvetlen negatív hatása, a fejlődés megtorpanása 1944-ben következett be. A német megszállás és az angolszász támadások jelentős hatással voltak mind a gyári életre, mind a lakosság életére. A berendezések, termékek nagy részét elszállították az üzemekből. A romok eltakarítása, a megmaradt üzemek és berendezések helyreállítása 1945-ben kezdődött meg.

A II. világháborút követően, az újjáépítés évei alatt a termelés jelentősen átalakult, a gyáregységekben az országszerte megindult újjáépítési munkálatokhoz szükséges kellékanyagok, vegyszerek gyártása kezdődött. A hadiipari termelés helyett a „békecikkek” termelése fokozatosan átvette a hangsúlyt 1949-ig. A béketermékek gyártása 1949 és 1953 közötti időszakban ideiglenesen megszűnt, helyette újra haditermelési program megvalósítása indult meg. Ezt követően a hadiipari profil megtartása mellett fokozatosan erősödött a béke profil. Megkezdődött az átállás a polgári termékekre. Az élelmiszerhiány csökkenése érdekében a gépipar mellett a mezőgazdaságot támogató vegyipar erősítése vált szükségessé, melybe a Nitrokémia – adottságainak köszönhetően – be tudott kapcsolódni.

A növényvédőszer gyártása mellett megindult további új termékek, műanyagok, intermedierek gyártása, új üzemek építése. A bővülés évei alatt a hadiipar mellett a vegyipar területén is kiemelkedő vállalattá vált, mely innovatív szemléletével meghódította a külföldi piacokat is. 1963-ban két független vegyipari vállalat, a Colorchemia és a Medicolor beolvadásával egyidőben a vállalat megnevezése Nitrokémia Ipartelepek Füzfőgyártelepre változott, melyben főként szerveskémiai termékek gyártása történt. Az 1960-as években a haditermelés leállítása mellett a műanyagok, intermedierek gyártása bővült, a termékek köre egyre szélesebbé vált. Újra fellendült az export, a termékek külföldi piacra történő értékesítése, illetve a külföldi kapcsolatok kiépítése.

A termelés területén meglévő innovatív szemlélet nem csupán a termékkör bővítésére fókuszált. Már az

ekkori vállalatvezetés is hangsúlyt fektetett a környezetvédelemre, a termelés során keletkező szennyezőanyagok minimalizálására, a technológiák folyamatos fejlesztésére. Az 1960-as 1970-es években biológiai tisztító, hulladékégető rendszerek, berendezések kiépítésével kísérletezett a vállalat.

### **Nitrokémia Zrt. környezetvédelmi, kármentesítési, bányabezárási feladatai**

*A rendszerváltás következményei - A hazai kármentesítési feladatok szükségessé válásának folyamata*

Magyarországon az 1990-ben bekövetkezett rendszerváltozás és az azzal együtt járó gazdasági szerkezetváltás jelentős mértékben átalakította az ország gazdaságát és azzal párhuzamosan a tulajdonviszonyokat. A korábban szinte kizárólag állami tulajdonú termelőüzemek, mezőgazdasági állami gazdaságok, bányák, erőművek, sőt magyar és szovjet laktanyák, honvédségi területek kerültek gazdasági társaságok, önkormányzatok, illetve magánszemélyek tulajdonába.

A változások a Nitrokémiát is érzékenyen érintették. Az 1990-es évek elejétől kezdődően a társaság eredménye fokozatosan romlott az elszennvedett piacvesztések, a magyar mezőgazdaság fizetőképtelensége, a növényvédőszer igényének jelentős csökkenése, a fejlesztések elmaradása következtében. A problémák kezelésének egyik mérföldköve 1993, amikor is a Nitrokémia Ipartelepek átalakulásából létrejött a Nitrokémia Vegyipari Részvénytársaság. A Részvénytársaság működésének 4. évében a vállalat fejlődésének lehetőségét a vezetők a hadiipari leválasztásában látták, így 1997-ben létrejött a hadiipari tevékenységű profillal működő Nitrokémia Rt. és a vállalat vegyipari termékpaletájára alapozott Nitrokémia 2000 Rt.

Bár az előzetes tervek alapján a terhek nagy részét felvállaló Nitrokémia Rt.-t végelszámolással megszüntetni tervezték – az államra hagyva ezek rendezését – a létrehozott vállalatok közül végül csak a Nitrokémia Rt. működött tovább, mely képes volt a múlt értékeire alapozva a felismert felelősség jegyében megújulni. Innen datálódik a Nitrokémia jelenlegi formájának kialakulása, a környezetvédelmi profil kialakítása. A Nitrokémia Rt. feladatai jelentősen átalakultak, a vállalat 1998-tól fokozatosan megszüntette termelő és szolgáltató tevékenységét, ezzel egyidejűleg megkezdte egy környezetvédelmi rehabilitációs program végrehajtását.

Az alapvetően a környezetvédelmi törvény megjelenését (1995) megelőző időszakban keletkező tartós környezeti károk, mint kármentesítési feladatok döntő többsége esetében – Magyarország rendszerváltozás előtti időszakának politikai, gazdasági jellemzőinek ismerete alapján – az okozók a Magyar Állam tulajdonában álló termelőüzemek, önkormányzatok, valamint a betelepült szovjet és annak ellenőrzése alatt álló magyar hadsereg volt.

A rendszerváltás előtt a termelés volumenének

mesterséges fenntartása mellett keletkező hulladékok és melléktermékek, az ellenőrizetlen anyagmérlegek, a szállítójegyek hiánya, a karbantartás nélküli ipari csatornahálózat és a műszaki védelem nélküli alapanyag valamint hulladéktároló műtárgyak működtetése, a vegyipari gyógyszeripari cégeknél zajló számtalan fejlesztési munka eredményezte analízálhatatlan kísérleti hulladék elhelyezése kiegészült a vezetők és munkatársak részéről tapasztalható közömbösséggel, amely a környezetvédelem jogi szabályozásáig eltelt évtizedek alatt számos és jelentős humánökológiai kockázatot eredményező feladatot generáltak.

A rendszerváltást követően legelőször a profitorientált termelési módszerek honosultak meg, amelyek az állam elsődleges irányítási rendszereként kialakuló, az EU-s jogharmonizáció részeként létrejött környezetvédelmi jogszabályi háttér (1995/LIII. Kt. és kapcsolódó jogszabályok) hatályba lépését megelőzően a kedvezőtlen folyamatokat egy rövid ideig konzerválták.

Ebben az időszakban (1990-1995) a technológiaváltás és a műszaki védelem kiépítése nem ment egyik napról a másikra, az új tulajdonosok részéről néhány területen felülszennyezésre került sor, így százalékos arány mutatható fel a Magyar Állam és az új tulajdonos, mint károkozók között. Ha az új tulajdonos már a Kvt. 1995. évi megjelenését követően folytatott károkozó tevékenységet, akkor kötelezettként egyértelműen az új tulajdonos nevesíthető. A kármentesítési munkák finanszírozása és a hatósági munka kapcsán már az első jogszabályok megalkotása során komoly vita alakult ki az okozó és a felelős-kötelezett definiálásával kapcsolatban.

A rendszerváltást követő időszakban a kármentesítés szakterülete – mint komplex környezetvédelmi feladat-végrehajtás – még az EU-s jogharmonizációt megelőzően nem rendelkezett kellő tapasztalattal. Az új tulajdonosok többségét váratlanul érte a feltárt környezeti terhek volumene, nem számítottak a tényfeltárások több tízmillió forintos, majd a beavatkozások akár több milliárd forintos nagyságrendet is meghaladó költségvonzatára. Számos területen a részletes tényfeltárás elvégzésre kerül, azonban az eredmények alapján kalkulált beavatkozási költségek előteremtése még a tőkeerős gazdasági szektor képviselőit is nehéz helyzetbe hozta.

A privatizáció és az adás-vételek során a várható környezeti terhek miatt az új tulajdonosok sok esetben kedvezőbb vételi alkupozícióból indulhattak, azonban a több százmilliós, nemritkán milliárdos beavatkozási költségek még a terület újraeladása esetében sem termelték volna ki a környezetvédelmi beruházás költségét, azaz gazdasági szempontból soha meg nem térülő beruházások lettek volna.

A problémák megoldásában érdekelt hatóságok elsősorban a szennyezett területek aktuális tulajdonosait kötelezték a kármentesítés végrehajtására, és ha már végképp nem tudtak a határozatoknak érvény szerezni, vagy a vállalat jogutód nélkül megszűnt, akkor

került sor az állami felelősségi körbe való besorolás indoklására és felterjesztésére, valamint a feladat Tárca Alprogram keretében történő megvalósítására. Olyan kármentesítési feladatok esetében, amelyben a hatóság más felelőst (gazdasági társaság, magánszemély, tárca) nem tudott megnevezni (pl. 1995. év előtti szennyezés) akkor a környezetvédelemért felelős miniszter lépett elő kötelezettként. Az OKKP egyedi feladatainak meghatározása során alapvetően ez a vezérelv érvényesült.

A lezajlott folyamatok hatására a társaság tevékenységi köre, s ennek következtében neve is megváltozott. 2006-tól a társaság neve Nitrokémia Környezetvédelmi Tanácsadó és Szolgáltató Zártkörűen Működő Részvénytársaság lett, fő profilja a környezetvédelem. Az üzletág a környezetkárosító hatások csökkentését, illetve utólagos környezeti helyreállításokat tűzte ki céljául. 2013. évben a Nitrokémia Zrt. környezetvédelmi tevékenysége tovább bővült: a szintén állami tulajdonban lévő, Gyöngyösorosi és Lahócai bányabezárásai kármentesítési feladatokat ellátó MECSEK-ÖKO Zrt.-től átvette a feladatkört és a létszámot, kiemelkedő szakemberekkel gazdagítva a munkaerő állományt.

### *Környezetvédelmi, kármentesítési projektek*

A környezetvédelmi feladatok ellátása során felhalmozódott tudást és tapasztalatot kihasználva, a tulajdonos Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. több, állami felelősségvállalási körbe tartozó környezetvédelmi projekt elvégzésével bízta meg a Társaságot, majd 2013. évben a Kormány a Nitrokémia Zrt.-t jelölte ki az állam felelősségi körébe tartozó, Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. feladatkörébe utalt környezeti kármentesítési feladatok irányításával és lebonyolításával. Az állami felelősségi körbe tartozó kármentesítési feladatok lebonyolításáért felelős szervezet kijelöléséről szóló 86/2013. (XI. 7.) Korm. rendelet meghatározza az MNV Zrt. feladatkörébe, valamint ellátási kötelezettségébe tartozó kármentesítési alprogramok keretében a környezeti kármentesítési feladatokban a Nitrokémia Zrt. feladatait.

A kármentesítések célja a környezetre és élővilágra gyakorolt negatív hatások, a kialakult szennyezés megszüntetése, illetve további károk megelőzése. A kármentesítés során az adott területen korábban folytatott tevékenység során valamely környezeti elemet (földtani közeg, felszíni és felszín alatti vizet) érintő rendkívüli esemény negatív hatásainak (szennyeződés, károsodás) lehatárolása és beavatkozás során történő felszámolása történik.

A felszámolt állami vállalatok által okozott környezeti károk és szennyeződések megszüntetése – ahol ezt a kérdést a privatizációs szerződés nem rendezte – a Magyar Állam kötelezettsége.

A Nitrokémia Zrt. 2006 óta végez állami környezetvédelmi kármentesítési feladatokat.

Az ipari kármentesítési projektek megvalósítása

során, a szennyezőanyagok forrását az ipari létesítmények (épületek, raktárak), esetlegesen visszamaradt technológiai berendezések, illetve a tevékenység során elszennyezett földtani közeg jelenti.

A szennyezőgócok felszámolásával (épületek, berendezések bontása, a hulladéktestek kitermelése, majd elszállítása) az utánpótlás megszüntethető és a talajvíz kitermelésével és tisztítást követő visszajuttatásával a visszamaradt, jellemzően a talajhoz jól kötődő, de kis koncentrációjú szennyezőanyag – igaz hosszú idő alatt – de kitermelhető és a területre vonatkozóan megállapított kármentesítési célállapot elérhető.

A Nitrokémia Zrt. által menedzselt projektek száma az évek során folyamatosan bővült. Jelenleg több, mint 20 kármentesítési projektet irányít az országban:

- A volt Nitrokémia Ipartelepek területének kármentesítése Balatonfüzfő és Királyszentistván települések közigazgatási határain belül: a volt iparterület területén a felszámolt üzemek működése során keletkezett, hátramaradt szennyezések felszámolása. Egyrészt a szennyezett földtani közeg és felszín alatti víz szennyezés felszámolása a feladat a környezetvédelmi hatóság műszaki beavatkozásra kötelező határozatai alapján. Másrészt a már megtisztított területek környezetvédelmi monitoringja történik a környezetvédelmi hatóság kármentesítésre kötelező határozata alapján.
- Papkeszi, volt gyártelep területén kimutatott talajvízszennyezés kármentesítése.
- Szentgál, volt Tüzköves mészkőbánya területén kimutatott felszín alatti vízszennyezés eredményes kármentesítését követően környezetvédelmi monitoring.
- Séd-Nádor vízfolyás III. szakasz (összesen 50 684 m hosszban) földtani közeg szennyezés felszámolása.

A Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. közvetlen kármentesítési kötelezettségébe tartozó, állami felelősségvállalás keretében tartozó projektek a Nitrokémia Zrt. által koordinált környezeti károk felszámolása az alábbi helyszíneken és projektek keretében történik:

- Abasár, községi vízmű víztermelő kútjaiban kimutatott szennyezés kármentesítése.
- Berhida, volt Peremartoni Vegyipari Vállalat területén (II. projekt) felszín alatti víz szennyezés kármentesítése.
- Simontornya, volt börgyár területén talajvízszennyezés kármentesítése.
- Tiszavasvári, volt Alkaloida hulladéklerakó vonatkozásában a talajban és talajvízben okozott szennyezés eltávolítása érdekében kármentesítés.
- Tököl, volt szovjet katonai repülőtér „A” jelű területén feltárt felszín alatti vízszennyezés kármentesítése.
- Tököl, volt szovjet katonai repülőtér „B” jelű

területén feltárt felszín alatti vízszennyezés kármentesítése.

- ❑ Budapest XXI. kerület, 210001, 210005/1 és a 210007/4 hrsz. alatti hulladéklerakó (Csepel-Szigetcsúcs) vonatkozásában a 2023-as Atlétikai Világbajnokság megvalósításának támogatása érdekében a szennyezett földtani közeg és felszín alatti víz szennyezés felszámolása.
- ❑ Szigetszentmiklós, volt Csepel Autógyár feltárt felszín alatti vízszennyezés kármentesítése.
- ❑ Kunmadaras, volt szovjet repülőtér felszín alatti vízszennyezéssel érintett területeinek kármentesítése.
- ❑ Budapest VI. kerület, Nyugati Pályaudvar felszín alatti vízszennyezés kármentesítése a Nemzeti Cirkuszművészeti Központ megvalósításának támogatása érdekében.
- ❑ Királyszentistván, volt KEMIPLAS Hungary Kft. területén kárelhárítási és állapotfelmérési feladatok.

Fentiekén kívül számos – a Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. közvetlen, illetve közvetett kármentesítési kötelezettségébe tartozó – területen zajlanak az állami felelősségvállalás keretében tartozó környezeti károk felszámolása érdekében kármentesítési előkészületek (állapotfelmérés) a Nitrokémia Zrt. koordinálásával.

### **Bányabezárási, kármentesítési projektek**

Az ipari kármentesítési feladatok mellett a Nitrokémia Zrt. 2013-tól végez bányabezárási, bányarekultivációs, kármentesítési tevékenységet a volt Gyöngyösorszi és Recski ércbányák területén. Az ércbányászat során több millió tonna veszélyes hulladék, meddő és az ércdúsítás mellékterméke került lerakásra a bányák környezetében, illetve az ércdúsításhoz használt vizet biztosító patakok, duzzasztók és passzív vízkezelő területek (wetland) szennyeződtek el toxikus fémekkel. A 80-as évek közepén mindkét bányát bezárták, de a föld alatti bányatérsegek végleges bezárására, és külszíni meddőhányók tájrendezésére és rekultivációjára 2003 novemberében kapott megbízást a Társaságba később integrált MECSEK-ÖKO Zrt. A rekultivációs tevékenység a tervezési fázis után, 2006-ban kezdődött meg. Társaságunk 2013 óta végzi a bányabezáráshoz kapcsolódó munkálatokat a területen.

Az ipari kármentesítési feladatoktól eltérően, a szennyezőforrás felszámolása jelentősen hosszabb időt vesz igénybe, mert a korábbi fejtési üregek teljes eltömedékelése mellett a bányákban összegyűlő és onnan kifolyó, erősen savas és jelentős mennyiségű szennyező anyagot tartalmazó víz – amelynek mennyisége meghaladja az évi 1 millió m<sup>3</sup>-t, – kezelése évtizedekig ellátandó, jelentős környezeti kockázattal járó folyamatos végzendő feladat.

A Nitrokémia Zrt. Magyarország egyetlen olyan bányavállalkozója, amely Gyöngyösorsziban több-szintes, mélyművelésű bányát is üzemeltet, továbbá

tulajdonosa a Recsk II. védnevű bányateleknek, amely Európa egyik legjelentősebb rézérc lelőhelye.

A Mátrában jelenleg futó bányászati projektek:

- ❑ Gyöngyösorszi és Mátraszentimre, volt Ércbánya felszíni és felszín alatti rekultivációja a környezeti károk felszámolása érdekében (bányabezárás keretében tömedékelés, meddőhányók rekultivációja, bányászati létesítmények üzemeltetése), valamint vízfolyások, víztározók kármentesítése, bányavízkezelés;
- ❑ Recsk, Lahóca-hegy (Recsk I. bányatelek) felszíni és felszín alatti rekultivációja környezeti károk felszámolása érdekében (bányabezárás, meddőhányók rekultivációja, bányászati létesítmények üzemeltetése), valamint vízfolyások, víztározók kármentesítése, bányavízkezelés;
- ❑ Recsk (Recsk II. bányatelek) bánya szüneteltetése, környezetvédelmi monitoringja.

### **A Nitrokémia Zrt. stratégiája, célkitűzései**

A Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. 2019-ben a közvetlen kezelésébe tartozó gazdasági társaságok esetében tevékenységük alapján vizsgálatot végzett, amelynek eredményeként a Nitrokémia Zrt. „stratégiai társaság” minősítést kapott. A Nitrokémia Zrt. stratégiájában megfogalmazott küldetése, hogy a hazai kármentesítési feladatokat a lehető legnagyobb hatékonysággal és szakértelemmel, kiemelkedő minőségben tudja elvégezni a természeti környezet megóvása, megtisztítása érdekében. Célunk, hogy Magyarország első számú, a legfejlettebb technológiákat alkalmazó környezetvédelmi kármentesítési programokat végző vállalatává formálódjunk. A magas szakmai színvonalon végzett tevékenység záloga a kiemelkedő szakértelem, amely hosszú évek óta a Nitrokémia Zrt. egyik alapvető értéke. A Nitrokémia Zrt. a kármentesítési projektek során törekszik a kiemelkedő szakértelem biztosítására mind a bevont munkavállalók, mind pedig az alkalmazott technológia tekintetében. Állami vállalatként a legfőbb értékünk a stabilitás, mely az elmúlt 100 évben megfelelő alapot jelentett munkavállalóinknak és partnereinknek. Társaságunk tevékenysége atipikus – nem profitorientált – legfőbb stratégiai célja a kormányrendeletnek és a tulajdonosi feladatmeghatározásoknak megfelelően. Célunk a meglévő erőforrások kamatoztatása, tudományos együttműködések és innovatív projektek kidolgozása. A szakmai tevékenységeken túl a társaság irányításához, alapvető működési folyamataihoz kapcsolódóan szintén a hatékonyság növelése, a folyamatok átláthatóságának biztosítása a fő cél, mely költséghatékony működést, valamint kiszámítható, stabil munkakörnyezetet eredményez. A célunk egy modern, a fejlett digitális technológiákat alkalmazó vállalattá válni, ahol a szakmai feladatokat kimagasló tudással, megfelelő technikai eszközökkel láthatják el kollégáink.

Az alaptevékenységünk túl az ipari, vagy rekulti-



vált területek hasznosítását is tervezzük. Balatonfüzfőn, a meglévő iparterületnek mára csekély része maradt a Nitrokémia tulajdonában, de a rehabilitált területek alkalmasak lehetnek – barnamezős beruházásként – egy minta projekt megvalósítására. A terület adottságaira alapozva egy jelentős, de a település életét nem zavaró logisztikai, könnyű gyártási központ hozható létre. A Fűzfői Ipari Park területén létrehozható logisztikai/gyártói csarnokok építésére vonatkozó megvalósíthatósági tanulmány készítését, valamint a meglévő, raktározási, irodai célra alkalmas ingatlanok célhoz kötött felújításának és bérbeadásának vizsgálatát tervezzük, melynek első lépéseként a logisztikai

központ látványtervét készítettük el 2021-ben. A Nitrokémia Zrt. a már rekultivált meddőhányókon megújuló energiatermelést kíván végezni. A végleges bányabezárást követően a bányászati létesítmények, építmények más célú hasznosítását is szeretnénk megvalósítani, ennek a lehetőségét jelenleg vizsgáljuk.

## IRODALOM

*Dr. Jenei Károly* – A Nitrokémia Ipartelepek története (1921-1948)

*Dr. Varjú Lajos*: A gyár szülte város

*Kovács Tibor*: Majdnem 100 év... A Nitrokémia Rt. története 1921-2010

## A Nitrokémia Zrt. és a Miskolci Egyetem együttműködési megállapodása

2021. november 8-án együttműködési megállapodást írt alá a Miskolci Egyetem és a Nitrokémia Zrt. Az eseményen részt vett Prof. Dr. Mucsi Gábor, a Műszaki Földtudományi Kar dékánja, Prof. Dr. Szűcs Péter, a Miskolci Egyetem általános és tudományos rektorhelyettese, valamint Tóth Csaba, a Nitrokémia Zrt. vezérigazgatója.

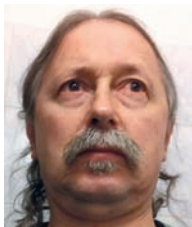
A megállapodás célja stratégiai együttműködés az egyetemi oktatás és továbbképzés, a tudományos kutatás és fejlesztés, innováció, valamint a szakmai érdekképviselet területein. A megállapodás révén az évszázados múlttal rendelkező Nitrokémia Zrt., valamint a több száz éves hagyományokkal bíró Műszaki Földtudományi Kar külön-külön megszerzett szakmai ismereteit immár közösen tudják hasznosítani a környezetvédelem, a fenntartható fejlődés, valamint a körforgásos gazdaság területein. A megállapodás keretében a Nitrokémia Zrt. gyakorlati lehetőséget és szakmai támogatást biztosít az egyetem hallgatói számára, illetve a tudományos kutatás és fejlesztés terén közös hazai és nemzetközi konzorciumi kutatási pályázatok előkészítése a cél olyan területeken, mint a bányászat, klímavédelem, vízgazdálkodás, körforgásos gazdaság, hulladék-gazdálkodás.



*Balról jobbra Dr. Mucsi Gábor dékán, Tóth Csaba vezérigazgató, Dr. Szűcs Péter rektorhelyettes*

# A recski mélyszerinti ércelőfordulás kutatási adatainak újraértékelésével kapcsolatos feladatok

DR. TÖRÖK KÁLMÁN, SZEBÉNYI GÉZA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN és DR. FANCSIK TAMÁS  
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat



*A recski mélyszerinti ércesedés kutatása 1961-ben kezdődött a 2 évvel korábban lefűrt Rm-5-ös fűrés eredménye alapján. A mélyszerintől az utolsó elsődleges adat (kőzetminta) 1997-ben került ki. A két időpont közötti időben a felszíni mélyfűrésok, majd a bányabeli kutatás során óriási mennyiségű minta került leírásra, elemzésre, tárolásra, melyek eredményei jelentések térképek, laborbizonylatok, publikációk formájában, az országban több helyen nagyrészt papíralapon található meg (Komlóssy et al. 2001, Török és Gyuricza, 2016). A meglévő minták, adatok egy helyen történő korszerű tárolása és nyilvántartása, valamint az adatok ellenőrzése, karbantartása, javítása - validálása és bővítése elengedhetetlen a recski mélyszerinti kutatási adatainak nemzetközi szintű elfogadhatóságához. Tanulmányunkban ennek a munkának a főbb feladatait vázoljuk és elemizzük.*

## 1. Meglévő adatok kezelése

### 1.1. Egységes adatnyilvántartás kialakítása

Az egységes adatnyilvántartáshoz vezető út első lépése az állami adatgazda kijelölése. Jelenleg a legtöbb recski kutatási adat, jelentés a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) adattárában megtalálható, de vannak egyéb szervezetek is, melyek tárolnak adatokat, jelentéseket. A következő lépés az adatfelmérés és adatszolgáltatás, együttműködés nem kormányzati cégekkel (KPMG, GOLDER, MECSEK-ÉRC). Ennek során minden recski adatot, jelentést őrző céggel, szervezettel, egyetemmel fel kell venni a kapcsolatot és szabályozni kell az információáramlást. A következő lépés az egységes adatrendszer kidolgozása, amelyben az adatok rendszerezése és tárolása a kor követelményeinek megfelelően történik.

### 1.2. Adatok digitalizálása

Az elérhető adatok többsége jelenleg papíron áll rendelkezésre. A laboratóriumi és terepi mérési adatok numerikus formába alakítása, valamint a térképi állomány szkennelése ill. fotózása, ezt követő georeferálása, majd vektorizálása elengedhetetlen. Ehhez a feldolgozandó dokumentumokat fel kell mérni, fontossági minősítéseket egységes szempontok alapján el kell végezni. Az MBFSZ Adattárában fellelhető anyagok felmérése és fontossági minősítése korábbi projektek során részben megtörtént. A feldolgozás folyamata is elindult, de a teljes anyag digitalizálása rendkívül időigényes és költséges folyamat. 2017-ben az ITM megbízásából a MBFSZ-ben szkenneltük és kereshető adatbázisba illesztettük a hazai színes- és nemesfemes érctelepeink legfontosabb jelentéseit, térképeit. 2018-

2019 során 4576 db a Recski Földtani Térképtárhoz tartozó tétel került fotózásra (Szébenyi 2019).

### 1.3 Adatbázisépítés, adatkarbantartás, minősítés

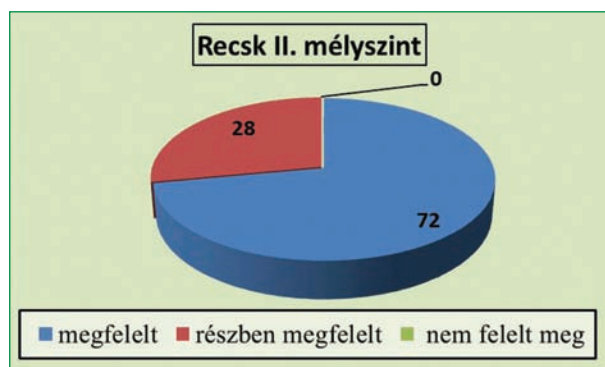
Szükséges és el is kezdődött a mintaraktárak, minták, preparátumok felmérése, karbantartása, minősítése. A tapasztalatok szerint minták nagyon sok helyre kerültek kutatási, oktatási, bemutatási, ismeretterjesztési céllal. A meglévő minták, mint elsődleges földtani adatok védelme kiemelt fontosságú. Aminták jelenleg többségükben az MBFSZ és a Nitrokémia magraktáraiban, valamint a Recski Hely- és Bányászattörténeti Kiállítóhely Recski Lelőhelyi Etalonminta-gyűjteményében vannak. Emellett mintegy 20 000 db vékonycsiszolatot és kb. 4500 felületi csiszolatot tárol a Recski Hely- és Bányászattörténeti Kiállítóhely leltárából a Miskolci Egyetem, ahol szintén létrehoztak egy Recskkel foglalkozó adattárat. Ezek mellett magánszemélyek birtokában is vannak minták. Az egységes nyilvántartás és a tárolási feltételek rendszeres ellenőrzése, javítása, karbantartása elengedhetetlen. Mivel ez állami földtani feladat, indokolt az MBFSZ meghatározó szerepe.

Nagy előrelépés volt két évvel ezelőtt a Parádfürdő melletti magánraktárban tárolt nagy mennyiségű recski minta felmérése, minősítése és a megmenthető minták elszállítása az MBFSZ szolnoki magraktárába.

### 1.4 Nemzetközi szabványok szerinti adatminősítés

2014-ben és 2016-ban az MBFSZ-ben készültek összeállítások a recski adatok JORC szerinti besorolásáról. Számszerűen összesítve az akkori JORC szabvány szerinti összehasonlítást a megfelelő/részben megfelelő/nem megfelelő kategóriák Recsk II. eseté-

ben 72/28/0% arányokban szerepelnek (1. ábra), tehát a rendelkezésre álló információk közel kétharmada alkalmas a korszerű ásványvagyron újraértékelés meg-  
alapozásához.



1. ábra: Recsk II. mélyszint dokumentumainak JORC szerinti besorolása 2014-ben

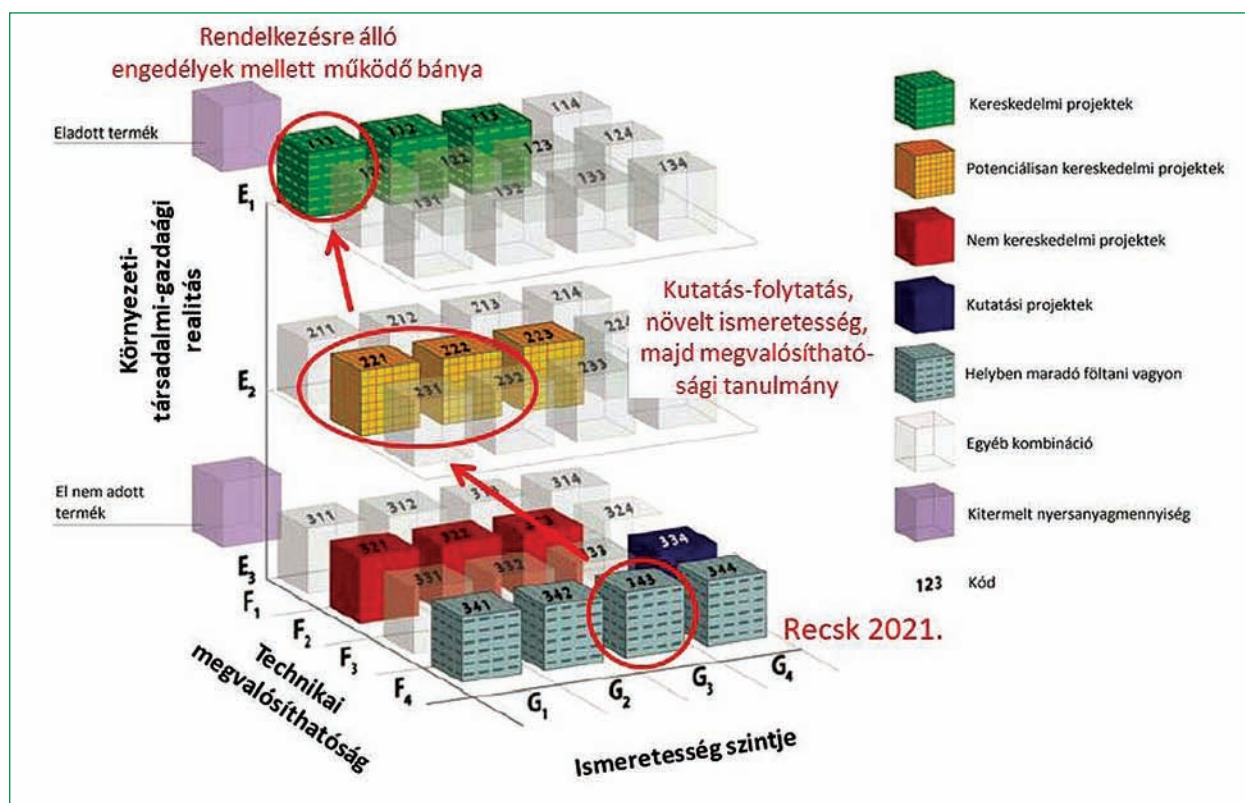
2014-ben, 2016-ban és 2019-ben külön összeállítá-  
sok készültek az MBFSZ-ben a recski adatok JORC  
szerinti besorolás értékelhetőségének támogatására.  
Azonban a régi előírások szerint zajlott, több évtizedes  
magas színvonalú kutatási és bányászati tevékenység  
által megteremtett kutatási eredmények méltányos ér-  
tékelése érdekében a JORC szerinti besorolás eseten-  
ként túlértékelt.

Nem szabad azonban azt sem elfelejteni, hogy a  
szigorú nemzetközi nyersanyag értékelési szabványok  
kialakítása 1990-2012 közötti folyamat, tehát a recski  
kutatások befejeződése után történt. Más szóval, egy

újabb átfogó értékelés esetén a nemzetközi szabvány  
(pl. JORC) vélhetően kisebb arányban tenné lehetővé  
a „megfelelő” és „részben megfelelő” besorolásokat  
és növekedne a „nem megfelelő” és „archív” mi-  
nősített adatok köre. Figyelembe véve az elmúlt 5 év  
napi szintű áringadozásait, a rövid határidejű és periódusú  
kutatások és a bányászati tevékenység finanszí-  
rozási kockázatait az adatok JORC szabvány szerinti  
megítélésében további szigorodás történt. A korábban  
Recsk vonatkozásában megállapított mintegy kéthar-  
mados megfelelőség bizonyosan csökkent, jó esetben  
lehet beszélni fele-fele arányú JORC-nak „megfelelő”  
és „részben megfelelő”/„nem megfelelő” adatokról.

Az államigazgatási, kormányzati szándékoknak  
jobban megfelelő ENSZ osztályozás (UNECE United  
Nations Framework Classification for Resources  
2019) az ismeretesség szintjét (UNFC G kategória), a  
környezeti-társadalmi és gazdasági életképességet  
(UNFC E kategória), illetve a technikai megvalósítha-  
tóságot és projekt érettséget (UNFC F kategória) vizs-  
gálja. Amennyiben ezt vesszük alapul az adatok érté-  
kelésénél, E, F és G kategóriák szerint a következő  
besorolás adható meg.

Jóllehet a réz világgpiaci ára emelkedő pályán van, a  
kutatás folytatását hátráltatja a rendelkezésre álló ada-  
tok egységes rendszerbe foglalásának hiánya, az ada-  
tok gyenge nemzetközi minősítése, a továbbkutatás, il-  
letve a bányanyitás magas költsége. Belátható időn be-  
lül nem várható fejlesztés ezen a területen, így a kör-  
nyezeti-társadalmi-gazdasági életképesség alapján, a  
projekt jelenleg a UNFC E 3 kategóriába sorolható.



2. ábra: Recsk projekt elméleti menete a kutatás folytatásán keresztül az ásványvagyron hasznosításig a UNFC osztályozással

A műszaki megvalósíthatóság és (feltételes) fejlesztés vonatkozásában legfeljebb előzetes megvalósíthatósági tanulmány azonosítható. Figyelembe véve a sikertelen nyilvános tendereket és azt a tényt, hogy ipari kutatás nem folyik a területen, a UNFC F 4 kategóriába helyezés indokolt.

A geológiai megkutatottságot illetően figyelemre méltó, hogy a korábbi kutatásokból származó nagy mennyiségű, ugyanakkor jelentős részben archívnak minősülő adatok nem elegendők a bányanyitáshoz, azaz továbbkutatásra van szükség. Amikor a vagyon ismeretességi szintje ilyen alacsony, indokolt a projektet a UNFC G 3 kategóriába sorolni.

A fentieknek megfelelően a recski mélysínt ásványvagyonának jelenlegi, 2021. évi, Referencia Pontként is (UNFC 2019) meghatározható helyzete leginkább a UNFC E3,F4, G3 kategóriának feleltethető meg.

Recsk mélysínt feltételezett projekt fejlődési lehetősége az ENSZ osztályozás tükrében.

A földtani ismeretesség növelése esetén, az ásványvagyon mennyiségi, minőségi, illetve térbeli helyzetének pontosabb tisztázása nyomán a UNFC G kategória 2 elérése reális cél (2. ábra). Ezt a meglévő adatok korszerű adatbázisba rendezésével, a régebbi adatok validálásával, valamint újabb célzott kutatási eredményekkel (pl. Szabényi, 2020) is el lehet érni. G1, azaz magas ismeretességi kategória eléréséhez azonban átfogó, nemzetközi szabványok szerint elvégzett földtani-geofizikai kutatásokra van szükség, amit megfelelő szakértő, javasolhatóan „hites személy” (Competent Person, Qualified Person) hitelesít. UNFC 221 vagy UNFC 222 kategóriába soroláshoz megvalósíthatósági tanulmány (Feasibility Study) szükséges a CRIRSCO szabvány (pl. JORC, PECC) szerint meghatározott, „részletesen megkutatott vagyonnal” (Measured Resource) és/vagy „felderített vagyonnal” (Indicated Resource). UNFC 221 projekt szintről továbblépni a UNFC 111 vagy UNFC 112 kategóriába minden ún. módosító tényező (pl. kormányzati, kohászati, környezetvédelmi engedély, társadalmi elfogadottság) teljesülése esetén lehetséges. Ebben az esetben már „bizonyított készletről”, illetve „valószínűsített készletről” van szó, azaz a projekt megvalósítható az elfogadott műszaki üzemi tervtől a működő bányáig.

### 1.5 Adatkarbantartás, adatellenőrzés, kiegészítés, adatbevitel, a nem megfelelő adatrészek, adatsoportok javítása

Az adatok kiegészítése új adatokkal magában foglalja az adatvalidálást, valamint a hiányzó nyomelemek elemzését is. Az elérhető elemzési adatokat a Miskolci Bányakapitányság rendelete alapján a Mecsekérc munkatársai (Szabényi et al. 2013) adatbázisba rendezték és JORC2012 szabvány figyelembevételével, Surpac szoftverrel elkészítették a mélysínti ércesedés ásványvagyonának újraértékelését. A nem megfelelőnek nyilvánított adatok esetében újraelmézés szükséges. A jelentések szerint a korábban megemlézett minták elérhetők, azaz van esély az esetle-

sen hibás adatok legalább egy részének javítására, illetve a hiányzó nyomelem mérések pótlására.

A nem megfelelő adatok javításának menete:

- ❑ Egységes mintázási és elemzési rend kialakítása minőségbiztosítással a nemzetközi szabványoknak és szokásoknak megfelelően.
- ❑ A régi elemzések validálását segíti a régi laborbizonylatok visszakeresése az adattárból. Ezeknek az adatait is rögzíteni kell az adatbázisban.
- ❑ Régi megelemzett minták mintamaradékainak újraelmézése. A régi elemzések validálására, illetve a kimaradt nyomelemek pótlására. (Természetesen ércesedés típusonként meg kell határozni a meglévő adatok alapján a megelemzendő nyomelemek körét.) A korábbi jelentések, statisztikai elemzések alapján hibásan elemzett fő- és nyomelemeket is újra kell elemezni. 2017-ben történt egy nagyobb mintacsomag kiválasztása validáló elemzésre, de az elemzésekre nem került sor.

Az MBFSZ akkreditált laborjaiban zajlottak kisebb elemzési kampányok recski mintákból (pl. Lahóca, mélysínti szkar) teljes körű nyomelemzéssel.

- ❑ Nagyon fontos, hogy csak olyan fúrásból származó mintát elemezzünk, ahol a minta pontos helyét a térben meg tudjuk határozni, és az új elemzést fel tudjuk használni az ásványvagyon kontúrozására. Ezek főleg a bányabeli kutatások során lemélyült fúrások, illetve a vágatmintázásokból származó anyagok.

### 1.6. Komplex recski adatbázis építése, 3D modellezés

Az elektronikus adatok adatbázisba szervezése, az adatbázis folyamatos ellenőrzése, karbantartása, kiegészítése a 3D modellezés alapja. Ma már bármilyen kutatási, bányászati beruházási projekt alapja komplex 3D földtani modell. Nem feltétlenül egy szoftverrel, hiszen a vízföldtani modellezés általában Modflow, a földtani-tektonikai Leapfrog, az ásványvagyon modellezés pedig Surpac/Vulkan (stb.) szoftvercsomagokat preferálnak.

A korszerű, komplex, 3D térinformatikai modellezés sokrétűen kiszolgálja az adatok megőrzését, nyilvántartását, karbantartását, a validáló vizsgálatok eredményeinek kiértékelését, meglévő ismereteink megjelenítését, ellenőrzését, fejlesztését. Szolgálja a jövőbeni komplex érc-víz-földhő hasznosítás előkészítését és tervezését is. A közettani, tektonikai, érctelep-tani, geokémiai, vízföldtani, geotechnikai, bányaföldtani modellek kombinációja megbízhatóbb alapadatok szolgáltatását a gazdasági modellezéshez is.

## 2. Új adatok, új vizsgálatok

Folyamatosan jelennek meg a recski ércesedésről tudományos közlemények, amelyek teleptani képet tovább finomítják, árnyalják és új adatokat szolgáltat-

nak, azonban az ásványvagyon értékeléséhez sok segítséget nem adnak. Az utóbbi években az MBFSZ akkreditált kémiai laborjában is sor került kis mennyiségű minta elemzésére különböző projektek keretében.

A korábbi jelentések szerint több ezer méter vizuálisan ércmentes szakaszból nem, vagy csak korlátozott számú elemre (főleg rézre) készült elemzés. Ugyanígy a bányabeli fúrások között is van olyan, amelyből nem készült elemzés. Ezért fontos, új információt eredményező feladat elemzések készítése a nem elemzett fúrásokból a kidolgozott mintázási és elemzési rendszer alapján.

Az archív adatok validálása és új elemzésekkel való kiegészítése fontos, sőt elengedhetetlen lépés ahhoz, hogy az ásványvagyon megkutatottsági szintjének JORC szerinti besorolása emelhető legyen. Ennek befejezése után lehet dönteni a bánya újrainyításáról, illetve felszíni fúrások kutatás indításáról.

Az adatvalidálás részeként szükség lenne kiegészítő geofizikai mérésekre és több olyan, 1500 m mélységet elérő mélyfúrásra, amely részletes földtani alapkutatással, teljes körű korszerű anyagvizsgálattal, mélyfúrás geofizikai szelvényezéssel jellemezné a lelőhelyet. Nem hagyható el a fűrőmagok korszerű kezelése és tárolása sem. Ezek az adatok már nem „archív” minőségűek lennének.

### Módosító tényezők vizsgálata

Az ásványvagyon készletté minősíthető része jelenthet alapot a gazdaságos bányászat számára. Ezért a földtani ismeretességgel azonos súllyal esnek latba a beruházási döntés esetén az ún. módosító tényezők:

- jogi környezet,
- környezetvédelmi szabályozás,
- kormányzati törekvések,
- ércfeldolgozás,
- bányászat, kohósítás,
- szállítás,
- marketing,
- gazdasági-pénzügyi szempontok,
- társadalmi elfogadottság.

A bányászat társadalmi elfogadottságának erősítése, valamint a tradicionálisan fontos szakmai-társadalmi értékmegőrzés érdekében szakmai, állami és önkormányzati támogatást érdemel a Recski Hely- és Bányászattörténeti Kiállítóhely fejlesztése és a lahócai régi bánya ipartörténeti műemlékké nyilvánítását követően látványbányává alakítása.

A módosító tényezők részletes, naprakész értékelése az ércesedés gyakorlati megismerésének szerves részét képezi.

### Miért fontos mindez a tevékenység?

A mélyszintről az utolsó elsődleges adat (kőzetminta) 1997-ben került ki, tehát a rendelkezésre álló adataink 1958-1997 közöttiek, azaz 22-61 évesek.

Nem állítható biztonsággal, hogy mikor lesz gazdaságosan bányászható a recski mélyszinti ércelőfordulás. Mindazonáltal jelentős gazdasági értéket képvisel. Jelenleg ennek az értéknek a hordozója az előfordulásról meglévő adatok (beleértve a még fizikailag meglévő mintákat, preparátumokat) és értékelések összessége. Kezeletlenül, őrizetlenül, korszerűsítés, karbantartás, validálás nélkül azonban folyamatosan veszítenek értékükből, információtartalmukból. Egyre kevésbé használhatók fel gazdasági döntések meghozatalához.

A recski ércesedés hasznosítására kiírt tenderek tapasztalata, hogy a nemzetközi megítélés szerint az adatok archívminőségűek, megbízhatóságuk kétséges, mivel nem a ma használatos jelentéstételi sztenderdeknek, illetve minőségbiztosítási rendszereknek megfelelően készültek. Nagyon fontos a nemzetközi kutatási sztenderdek (JORC, CRIRSCO stb.) integrálása és alkalmazása a hazai kutatásban.

A modern, egységes adatbázis megteremtése, az adatvalidálás és a viszonylag könnyen megszerezhető új adatok a további kutatások alapját és kiindulópontját képezik.

### FELHASZNÁLT IRODALOM:

- Komlóssy Gy. (főszerk.), Csillag J., Földessy J., Gasztonyi É., Polgár I., Szabó Richárd, Barna Imre, Fodor Béla, Zelenka Tibor; (2013): A recski mélyszinti ércesedés ásványvagyonának újraértékelése I., II. kötet – Kézirat, 2013. a Mecsek-Öko Zrt. megrendelésére készítette a Mecsekérc Zrt., Pécs.
- Szabó Richárd, Szabó Richárd, Barna Imre, Fodor Béla, Zelenka Tibor; (2013): A recski mélyszinti ércesedés ásványvagyonának újraértékelése I., II. kötet – Kézirat, 2013. a Mecsek-Öko Zrt. megrendelésére készítette a Mecsekérc Zrt., Pécs.
- Szabó Richárd, Kurtz P-né (2019): Jelentés a Recski Földtani Térképtár Homonna utcai archiválási (fotózási) munkáiról. – Kézirat, 2019. december 05., Érd-Buda-pest, MBFSZ Adattár No. T.23966
- Szabó Richárd G. (2020): Jelentés a recski szkarnok anyagvizsgálattal. — Kutatási jelentés. MBFSZ Adattár T.23965
- Török, K. Gyuricza Gy. (szerk.) (2016) Recsk II. rézérc koncesszióra javasolt terület komplex érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálati jelentése. MFGI-MBFH-HOI-OVF. <https://mbfsz.gov.hu/erzekenysegi-vizsgalat/recsk>
- CRIRSCO Template (2019): INTERNATIONAL REPORTING TEMPLATE for the public reporting of EXPLORATION TARGETS, EXPLORATION RESULTS, MINERAL RESOURCES AND MINERAL RESERVES. 78 p. <https://www.criirco.com/template/>
- The Pan European Reserves and Resources Reporting Committee (PERC) Standard for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (2021):. Bruxelles, 98 p. <https://percstandard.org/perc-standard/>
- United Nations Framework Classification for Resources Update 2019 (2020): ECE ENERGY SERIES No. 61., United Nations Geneva, p 21.

# A gyöngyöSOROSZI és recski ércbányák komplex bányabezárási, tájrendezési és kármentesítési feladatai

TÓTH CSABA vezérigazgató, DR. TAMAGA FERENC bányászati főmérnök,  
PAPP ZOLTÁN ANDOR projektvezető, Nitrokémia Zrt.



## A mátrai projekt általános bemutatása

A Nitrokémia Zrt. mátrai projektjének célja a gyöngyöSOROSZI és recski egykori állami ércbányászati tevékenységgel kapcsolatos bányabezárási, tájrendezési és kármentesítési kötelezettségek<sup>1</sup> teljesítése. A projekt a hatályos bányászati, környezetvédelmi, vízügyi jogszabályok előírásai és a vonatkozó hatósági döntésekben foglalt rendelkezések alapján az 1. ábra szerinti feladatcsoportok és tevékenységek tervezett és ütemezett végrehajtásából áll.

A kötelezettségek központjában a kármentesítési tevékenység szerepel, azonban a bányászati jelleg mi-

att a feladatok sajátos többlet tevékenységekkel egészülnek ki a hagyományos kármentesítési projektekhez képest. A kötelezettségek teljesítését szolgáló feladatokat előíró jogszabályok világosan összefoglalják és adják vissza az egyes feladatok lényegét. A bányabezárásra vonatkozó jogszabályi kötelezettség szerint a hasznosításra nem kerülő föld alatti bányatérseget olyan állapotban szabad felhagyni, hogy az sem a környezetre, sem a felszínre veszélyt ne jelentsen. E tevékenység magába foglalja a bánya külszínre nyíló térségeinek szabályszerű felhagyását, tömedékelését és lezárását, valamint a tájrendezés befejezését. A tájrendezés jogszabályi definíciója<sup>2</sup> szerint a bányavállalkozó köteles azt a külszíni területet, amelynek használhatósága a bányászati vagy földtani kutatási tevékenység következtében megszűnt vagy lényegesen korlátozódott, fokozatosan helyreállítani, és ezzel a területet újrahasznosításra alkalmas állapotba hozni vagy a természeti környezetbe illően kialakítani.

A jelenkori bányászati tevékenységnek szerves része a tevékenység környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálata, a környezeti károk



1. ábra: A mátrai projekt feladatai

<sup>1</sup> a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. Törvény (Bt.) 42. § (2) bekezdés és a Bt. végrehajtásáról szóló 203/1998. (XII. 19.) Korm. rendelet. 34. § 5. pont

<sup>2</sup> a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. Törvény (Bt.) 36. § (1) bekezdés

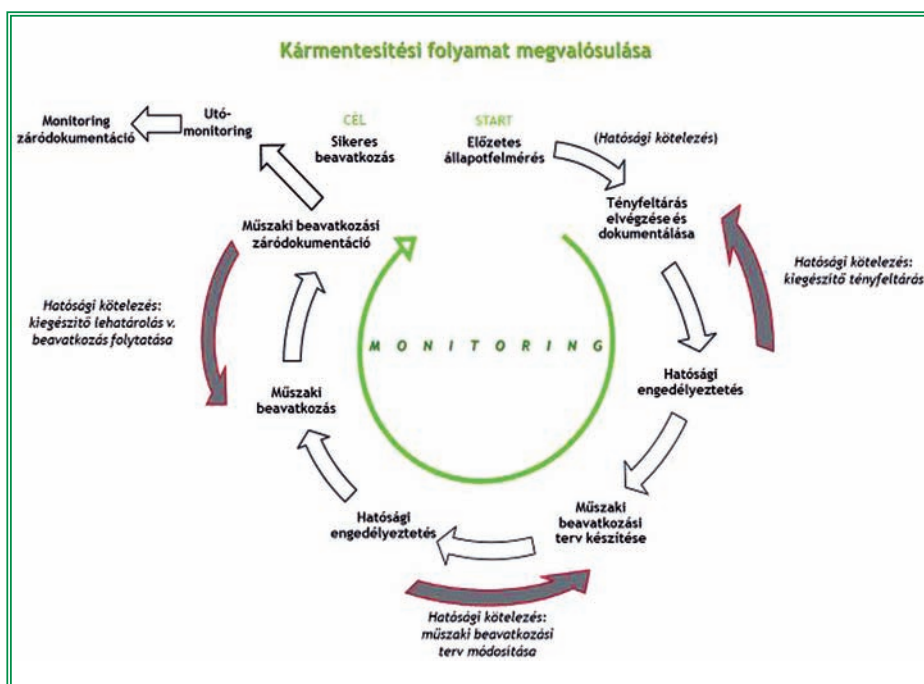
megelőzéséhez szükséges intézkedések megtétele, egyúttal a területhasználattal járó negatív hatások helyreállítása érdekében a bányabezárás és tájrendezés előzetes tervezése, illetve annak bányaművelés befejezését követő végrehajtása.

Mindazonáltal a mátrai projektek tárgyát képező mélyműveléses ércbányák működésének idejében a környezetvédelmi és fenntarthatósági szempontok – a kor általános értékszemléletének és szabályozási környezetének megfelelően – kevésbé érvényesültek. Mindamelllett, hogy a bányászati tevékenységgel érintett területek mai

kor követelményeinek megfelelő helyreállítása (tájrendezés) nem történt meg, olyan súlyos környezeti károk is keletkeztek, melynek felszámolása, kármentesítése a Nitrokémia Zrt. mátrai projektjének elsődleges feladata.

A környezetvédelmi kármentesítési tevékenység a vonatkozó jogszabályi előírások környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény 101. § (2) bekezdés és felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet 3. § 18. pont alapján olyan, a környezethasználó felelősségi körébe tartozó helyreállítási intézkedés, amely valamely környezeti elem (felszíni, felszín alatti víz, földtani közeg) károsodásának enyhítésére, az eredeti, vagy ahhoz közeli állapot helyreállítására, a visszamaradt környezeti terhek felszámolása irányul. A hatékony és sikeres környezetvédelmi kármentesítés egy összetett, több lépcsős és iteratív műszaki, gazdasági és igazgatási folyamat keretében valósítható meg, mely magába foglalja a szennyezett, károsodott közeg megismerését, a szennyezettség, károsodás megszüntetésére, illetve kockázatának csökkentésére irányuló tervezési, engedélyeztetési és beavatkozási tevékenységeket, továbbá az érintett közeg állapotának és az elvégzett tevékenységek hatásának értékelése érdekében azok szisztematikusan megfigyelését, monitorozását. A környezeti kármentesítési tevékenység főbb lépéseit a 2. ábra szemlélteti.

A projekt keretében végzett tevékenységek egy másik érzékletes szempontból is két jól elkülöníthető részre bonthatók, melyek eltérő típusú szakértelmet igényelnek, mindazonáltal a kapcsolódási pontok miatt mégis csak együtt és komplex módon kezelhetőek, ezáltal a megkövetelik a bányászati, hidrogeológiai, környezetvédelmi, hulladékkezelési és egyéb szak-



2. ábra: A kármentesítési folyamat sematizált lépései

emberek szoros együttműködését. Egyik típus a felszín alatti térségekkel kapcsolatos tevékenységek, melyek magukba foglalják a felszín alatti bányatérsegek fenntartását és a felszínre nyíló bányatérsegek felszámolását, valamint a nehézfémekkel szennyezett, jellemzően savas bányavizek megfelelő gyűjtését és kezelését. A másik tevékenységcsoport a külszíni területek kármentesítésére irányul, e körben említhető a meddőhányók, zagytározók, üzemi területek tájrendezése és a maradó létesítmények üzemeltetése, a szennyezett vízfolyások és víztározók kármentesítése, a bányászati és egyéb hulladékok kezelése, ártalmatlanítása.

## Gyöngyösoroszi Ércbánya-bezárás

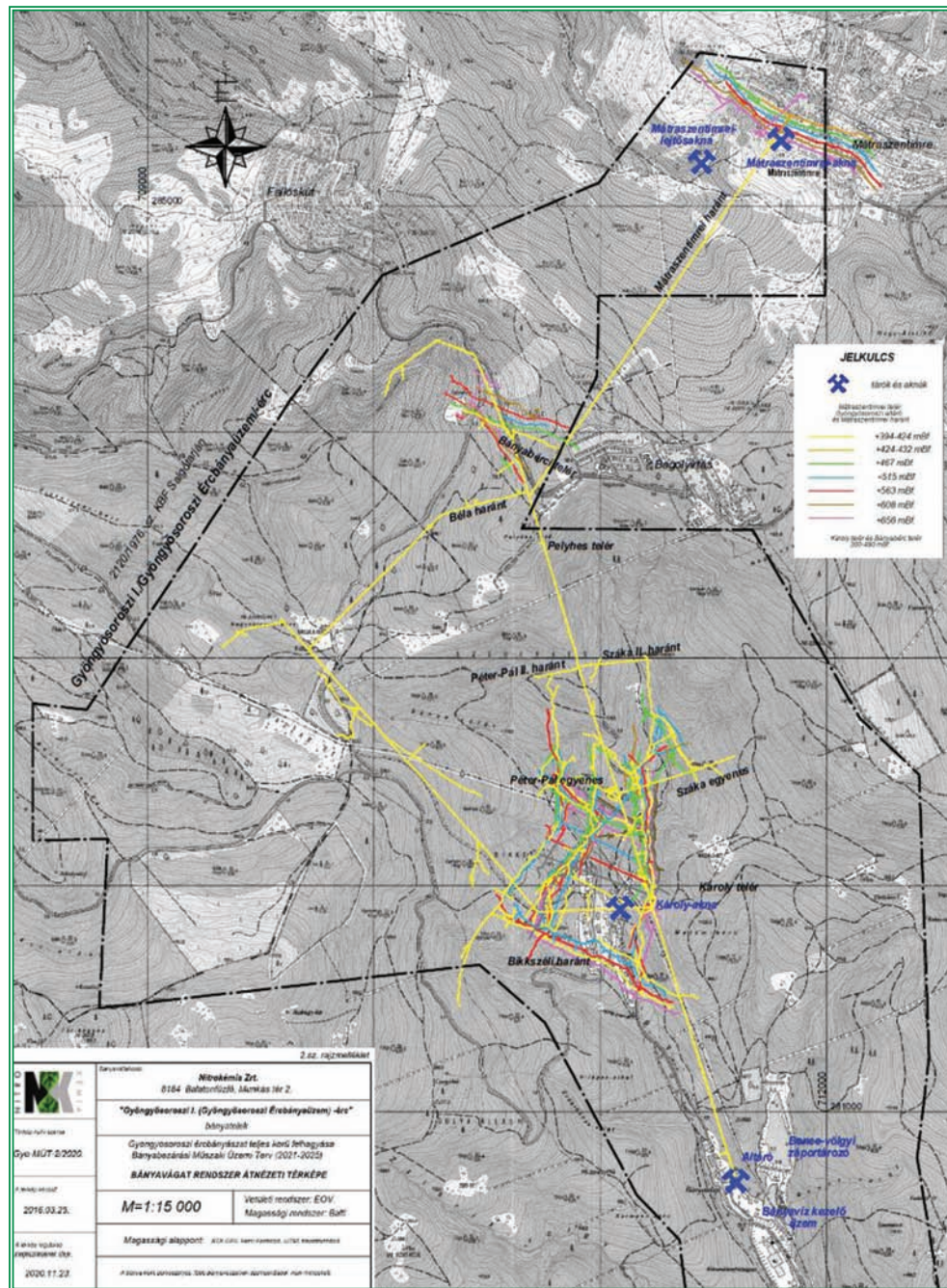
A Gyöngyösoroszi Ércbánya végleges bezárására irányuló projekt a „Gyöngyösoroszi I. - érc” védnevű bányatelken folytatott egykori állami ércbányászati tevékenységgel kapcsolatos, a bányászat káros következményeinek felszámolására irányuló kötelezettségek teljesítését irányozza elő. A kötelezettségek középpontjában a megnyitott föld alatti bányatérsegek szakszerű és biztonságos bezárása, az érces meddőhányók felszámolása, a nehézfémekkel szennyezett vízfolyások és öntésterületek kármentesítése, és a nehézfém tartalmú meddők, iszapok hosszú távra szóló, biztonságos elhelyezése áll.

Gyöngyösoroszi környékén évszázadok óta, nagyüzemi keretek között pedig az 1950-es évek óta folyó, elsődlegesen ólom és cink ásványi nyersanyag kitermelésre irányuló bányászati tevékenység következtében mintegy 100 km hosszú vágat és üregrendszer kialakítására, 28 telérág feltárására, 36 akna és táró kihajtására került sor. A kitermelési tevékenységet 1986-ban fejezték be, és elrendelték a bánya tartós

szüneteltetését, mellyel párhuzamosan megkezdődtek a bánya lezárására irányuló intézkedések. Megtörtént a mátraszentimrei függőleges akna tömedékelése, a felszínre nyíló aknák lezárása, egyúttal a vágatok víz alá engedése és a V1-V3 vízvédelmi gátak építése a központi bányamező térségében, valamint a bányából kifolyó savas, nehézfémekkel szennyezett víz folyamatos tisztítása.

szer magas pirittartalma miatt a térségből származó – az altárón kifolyó mennyiség 25%-át adó – víz elsavasodott, alacsony pH értékű és magas oldott fém tartalmú. Ennek oka, hogy az oxigénnel érintkező kőzet kémiai és mikrobiológiai oxidációjának következtében a szulfidásványok kénje kénsavvá oxidálódik, a kénsavoldat pedig felgyorsítja a kőzet mállását és a fémek kioldását, így savas kémhatású, nehézfém-tartalmú csurgalék-víz keletkezik. A mátraszentimrei nyitott üregtérfoghatóságot ad továbbá a vágatok tönkremeneteli folyamataiból adódó omlások miatt ellenőrizhetetlen nyomások kialakulására, mely a folyamatos vízkivezetés hiányában a szennyezett víz ellenőrizetlen helyeken történő kifolyásával és a nagy tömegű víz statikus és dinamikus energiájából adódó havária helyzet kialakulásával járhat.

A fenti problémák felismerése, illetve a bányászati tevékenység által a külszínen keletkezett tájrendezési és kármentesítési kötelezettségek kezelésére vonatkozó igény vezetett arra, hogy állami megbízás alapján 2003-2004-ben megtörténjen az ércbánya és külszíni hatásterület teljes környezeti állapotfelmérése, mely alapján elkészültek bányabezárásra, kármentesítésre, tájrendezésre, víztisztításra és a vagyonhasznosításra vonatkozó koncepciótervek, a gyöngyösoroszi mélymű-



3. ábra: Gyöngyösorsoszi bányavágat rendszer átnézeti térképe

A tartós szüneteltetés alatt szerzett tapasztalatok, az elvégzett szakértői elemzések, köztük a vízföldtani modellezés azonban rávilágítottak arra, hogy az altáró +400 mBf szintje feletti mátraszentimrei bányateréség nem megfelelő lezárása további kockázatokat hordoz magában. A Mátraszentimre bányamezőben kialakított kb. 130 000 m<sup>3</sup> tömedékeletlen fejtési üregrend-

veléses ércbányászati teljes körű felhagyásának környezeti hatástanulmánya, és a teljes körű felhagyásra vonatkozó bányabezárási Műszaki Üzemi Terv.

### A felszín alatti térségek végleges lezárása

A Gyöngyösorsoszi Ércbánya végleges bezárásának



koncepciója a mátraszentimrei bányatársaság megnyitott vágatainak és fejtési üreghálózatának eltömődékelése, azzal a céllal, hogy a szabad ércfelületek lezárásával a szulfidok (elsősorban pirit) oxidációjának a lehetősége megszűnjön, a savasság csökkenésével párhuzamosan a bányavizeket alacsonyabb toxikus fém tartalom jellemezze, azaz hosszú távon a mátraszentimrei térségi víz minősége javuljon. A tömedékelés másik célja a vágatok tönkremeneteli folyamataiból adódó omlások miatt ellenőrizhetetlen nyomások kialakulásának megelőzése. A tömedékelést követően is elengedhetetlen a bányatársaságokban még előforduló fakadó vizek akadálytalan kifolyásának hosszú távon történő biztosítása. A vizek elvezetése érdekében az altáróban drenázsréteget kell megépíteni és a bányából kifolyó vizet hosszú távon kezelni szükséges. A bányabezárási koncepció elvi megvalósulását az alábbi ábra szemlélteti.

ményeinek kiépítése, illetve folyamatosan történt és történik a tömedékelendő bányatársaságok újraindítása, előkészítése a tömedékelésre. A 2012. évben megkezdett bányabeli tömedékelési munkálatok során ez idáig 63 ezer m<sup>3</sup> üregtér fogat tömedékelésére került sor, s még további 67 ezer m<sup>3</sup> nyitott üregtér fogat sűrűzagos tömedékelése szükséges. A tömedékelést követően a bányavíz szabályozott, akadálytalan külszínre vezetésének biztosítására a Mátraszentimrei harántban és az Altáróban gravitációs csövezeték és drenázsréteg épül. A mátraszentimrei térség szennyezett vizeit, azok megfelelő befogása után, egy önálló csövezeték, míg a központi bányamező, a feltelés után várhatóan még szennyezett vizeit egy másik csövezetékkel kell kivezetni. Minden egyéb víz kivezetésére a kiépítendő drenázs szolgál. A felhagyásra kerülő bányatársaságban 5 km hosszban, kb. 13.000 m<sup>3</sup> andezit zúzalék felhasználásával megépítendő drénrendszer méretezésénél fogva



4. ábra: Gyöngyösorszi ércbánya végleges bezárás elvi koncepciója

A Gyöngyösorszi Ércbánya teljes körű felhagyására vonatkozó feladatok végrehajtása a 2003. évben elindult előkészítő munkákat és hatósági engedélyezést követően 2006 júniusában kezdődött meg és a rendelkezésre álló források mindenkor mértékének függvényében változó intenzitással zajlott. 2021. évvel bezárólag az alábbi legfontosabb feladatok kerültek elvégzésre.

A szigorú környezetvédelmi és bányászati követelményrendszernek megfelelő végleges bezárás előkészítése érdekében 2006-2010 között újraindították a 338 m mély mátraszentimrei függőleges aknát, illetve felhagyották a mátraszentimrei bányatársaságot Gyöngyösorszival összekötő, a bányavíz szabályozott kivezetésére szolgáló mintegy 5 km hosszú Altáró és Mátraszentimrei haránt elnevezésű tárókat. Megtörtént a sűrűzagos tömedékelés felszíni és bányabeli létesít-

alkalmas a keletkező összes bányavíz önálló kivezetésére, ezáltal jövőbeli havária események kialakulásának a megakadályozására.

A mátraszentimrei bányatársaság sűrűzagos tömedékelését követően a függőleges akna funkciója megszűnik, ezért szükséges a szakszerű felhagyása és lezárása. A tevékenység magában foglalja az aknabeli szerelvények és az aknazállító gép kiszervezését, az aknatorony elbontását és az akna zúzott andezittel és inert bányameddővel történő tömedékelését, az aknafej lezárását, az aknaüzemeltetéshez és tömedékeléshez kapcsolódó külszíni létesítmények bontását. A jogszabályi előírások teljesítése érdekében a további felszínre nyíló föld alatti bányatársaságokat (mátraszentimrei lejtősakna, Károly-akna és táró, személyi lejáró) is szakszerű és biztonságos módon le kell zárni úgy, hogy azok hosszú távon sem a környezetre, sem a felszínre veszélyt ne jelentsenek.

A föld alatti bányatérsegek szakszerű lezárása keretében a technológiai berendezések és létesítmények bezárási munkálatok előrehaladásához igazított át- és kiszerezése is szükséges. Végre kell hajtani a bányabeli energiaellátási, szellőztetési és hírközlési rendszer villamos és gépészeti berendezéseinek tervszerű áthelyezését, majd végleges bontását és felszínre szállítását.

A bányabezárás munkálatok előkészítése és kivitelezése mellett csökkenő mértékben, de folyamatosan szükséges a bányatérseg rendeltetésszerű használatra való alkalmasságának biztosítása, a bányafenntartási tevékenység is. A tevékenységet a nyitott, járásra, szállításra, szellőztetésre, valamint a bányavíz felszínre történő ellenőrzött kivezetésére használatban lévő bányatérsegekben a Földalatti Bányászati Biztonsági Szabályzat előírásai szerint, folyamatos, havi felmérések alapján végezzük. A bányafenntartási tevékenység során elsődlegesen a biztosítatlan vágatok állagmegóvása (kopogózás), a tönkrement biztosítóelemek pótlása (ácsolatscere), a bányavizet a külszínre vezető csorga tisztítása (csorgatakarítás), vasút javítás, bányaszellőztetés, illetve a bányában lévő gépészeti és villamosági berendezések üzemeltetése, karbantartása, valamint az ehhez szükséges jogszabály által előírt felügyeleti személyzet, biztonsági felszerelés és bányamentő szolgálat biztosítása történik.

### Külszíni feladatok

A külszíni feladatok egyrészt a szulfidos ércek oxidációjából származó savas, magas fémtartalmú vizekhez (vízkezelés), másrészt a bányászathoz szükségszerűen kötődő meddőanyag kitermeléshez (tájrendezés), harmadrészt a fémtartalmú vizek és bányászati hulla-

dékok nem megfelelő kezeléséből származó, a vízfolyásokban és talajban okozott szennyezésekhez (kármentesítés) köthetőek. Ennek megfelelően a föld alatti munkálatokkal párhuzamosan folytatni kell az Altárón kifolyó savas, nehézfémekkel szennyezett víz kezelését, az egykori ércbányászati tevékenység során keletkezett még visszamaradt meddőhányók felszámolását és tájrendezését, a területük tájba illesztését, valamint központi bányászathulladék-kezelő létesítmény, a Száraz-völgyi zagytározó üzemeltetését és rekultivációját, továbbá a szennyezett vízfolyások, víztározók kármentesítését.

### Bányavízkezelés

Gyöngyösorosziban jelentős mennyiségű, évente kb. egymillió m<sup>3</sup> savas (pH 3 - 4) bányavíz keletkezik, amely a szintkülönbség miatt szabadon folyik ki a bányatérsegből Gyöngyösoroszi Altárónál. A víz a szulfidos érc spontán oxidációja miatt erősen savas kémhatású és nehézfémekkel jelentős mértékben szennyezett. A környező felszíni vízfolyások és a települések védelme érdekében a környezetbe (Toka-patakba) történő bevezetés előtt tisztítani szükséges. 2006-ban a bányabeli munkálatokkal párhuzamosan sor került a savas, határérték feletti nehézfém koncentrációkkal jellemezhető bányavíz kezelésére szolgáló vízkezelő mű rekonstrukciójára. A vízkezelő műben a bányavíz megfelelő hatékonyságú fizikai-kémiai tisztítása az alábbi technológiai lépésekből áll: a szilárd hordalék leválasztása, a bányavíz semlegesítése, a nehézfém ionok kicsapátása, a keletkezett csapadék és víz üledékkel történő szétválasztása és a keletkezett iszap fizikai víztelenítése.

A savas víz három ponton adagolt mésztejjel kerül semlegesítésre a pH több fokozatban történő emelésével. A pH növelés lehetővé teszi a vízben oldott for-



1. kép: Gyöngyösoroszi Altáró telephely a vízkezelő üzemmel és az I. puffertározóval

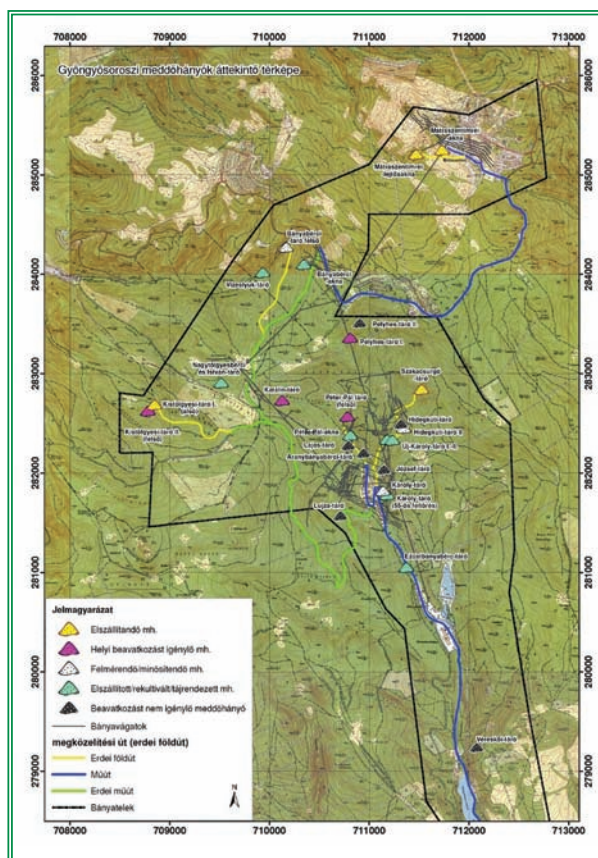
mában jelenlévő fémionok kicsapatását, valamint az elfolyó víz pH-jának beállítását. A kezelt vízből a csapadék (iszap) leválasztása ülepítéssel történik, hatékonysága fokozására polielektrolitot használnak. A keletkezett iszap víztelenítése iszapcentrifugával és kamrás szűrőpréssel történik, a keletkező 20-30% szárazanyag-tartalmú iszapot veszélyeshulladék-lerakóba szállítják. Tekintettel arra, hogy a bányarekultiváció lényegét adó tömedékelés során, a bányából időszakosan, igen rossz minőségű vizek szorulnak ki, az optimálistól eltérő vízmennyiségi és vízminőségi paraméterek kezelése érdekében a rendszer 2 db puffertározó és 2 db iszap-tároló medencével egészült ki. Jelenleg folyamatban van az ülepítőkapaacitás bővítése, egy harmadik párhuzamos ülepítő műtárgy megépítésével. A tervek között szerepel az elhasználdott víztelenítő centrifuga cseréje is.

### Bányászati hulladék-kezelés

A bányászati tevékenység szükségszerűen együtt járt a meddőanyag kitermelésével és felhalmozásával is, a különböző forrásmunkák Gyöngyösorsoszi környékén 38 darab meddőhányóról tettek említést, melyből a bányatelek közel 21 km<sup>2</sup>-es területén 26 db-ot sikerült azonosítani és a bányászati hulladékokra vonatkozó ágazati szabályozás szerint minősíteni a tájrendezési munkák előkészítéseként.

A meddőhányók felmérése, anyaguk jellemzése és a létesítmények kockázatértékelése alapján elvégzett besorolástól függően a bányászati hulladék-gazdálkodási terv szerinti alábbi tájrendezési koncepciók kerültek és kerülnek alkalmazásra. A keletkezésük óta eltelt hosszú évtizedek eróziós és egyéb természetes folyamatai által a környezetbe olvadt meddőhányóknál, melyek összetétele nem jelent veszélyt a környezetre, nem tervezünk beavatkozást. Ahol a természetes rekultivációs folyamat megindult, de az elhelyezkedés, illetve fizikai-kémiai összetétel, illetve kitettség miatt nem fejlődött be, ott helyi beavatkozással, jellemzően erózióvédelem alkalmazásával végezzük el a tájrendezést. A környezeti kockázattal bíró, nagy tömegű, savképző meddőt tartalmazó, ezáltal ARD (savas csurgalékvíz képződési) folyamatokkal jellemezhető, így a környezetre, elsődlegesen vízfolyásokra veszélyt jelentő létesítmények anyagát a központi meddőhányóra szállítjuk, melyet követően a terület kármentesítése, majd biológiai rekultiváció útján történő tájba illesztése történik meg.

A bányabezáráshoz kapcsolódó rekultivációs terv szerint a felszámolandó összes meddőhányó anyaga, a vízfolyások, víztározók szennyezett üledéke, valamint az akna és a vágtak újirányításánál, illetve vágathajtásnál keletkezett bányameddő, illetve a fenntartási



5. ábra: A gyöngyösorsoszi meddőhányók áttekintő térképe

munkákból (átbiztosítás, talpszedés, csorga takarítás) származó bányameddő a Száraz-völgyi zagytározón, mint központi bányászati hulladék-kezelő létesítményen kerül elhelyezésre.

A Száraz-patak felső szakaszának egyik jobboldali völgyében, a Száraz-ér területén kiépített Száraz-völgyi zagytározó az 1950-es évektől szolgált a flotációs ércdúsító üzemből hidraulikus úton kijuttatott flotációs meddő elhelyezésére. A részben saját anyagból részben bányameddőből épült zagytározó többszöri gátszakadása következtében került a Toka-patakba és víztározóiba a nehézfémzennyezés. A 25 hektár területű, becslések szerint kb. 2 millió m<sup>3</sup> flotációs meddőt tartalmazó létesítmény rekultivációja 2006-tól kezdődően helyben történt. Ennek során több ütemben megerősítették a megtámasztó gát és gabionfal rendszereket, kiépült a mintegy 2100 fm hosszú felszíni csapadékvízlevezető



2. kép: Új-Károly táró I. meddőhányó a kármentesítés előtt 2006-ban és a kármentesítés után 2017-ben



3. kép: A Száraz-völgyi zagytározó madártávlatból, bal oldalt a rekultivált I. és II. kazetta, jobb oldalt a tájrendezés alatt álló I/A. kazetta (drónfelvétel)

rendszer. A zagytározó állékonyságának fenntartása érdekében a zagyttest víztelenítésére és a pórusvíznyomás csökkentésére mélyszivárgók és sekélydrén-szivárgók létesültek. Az automatikus víztelenítő rendszer csurgalékvizeinek kezelésére önálló víztisztító-mű épült ki. A Száraz-völgyi zagytározó területén az állékonyság megfigyelése, a víztelenítés hatásfokának, valamint a víztisztítás minőségének követése érdekében több elemből (vízszintfigyelő kutak, 2 db inklinométer, 4 db pórusvíznyomásmérő, geodéziai mérőhálózat) álló monitoring rendszer épült ki, melynek üzemeltetése folyamatosan történik. A beszivárgást és a csurgalékvíz képződést minimalizáló rekultivációs rétegrend kialakításával és a növényesítéssel megtörtént az I. és II. kazetta tájrendezése, ahol geotechnikai és hidrogeológiai monitoring adatok alapján a süllyedési folyamatok minimalizálódtak, pórusvíznyomás anomáliák nem alakultak ki.

Jelenleg az egyetlen megnyitott, I./A. jelű kazettán – annak kapacitásbővítésével párhuzamosan – történik anyagelhelyezés. A meddőhányókról származó bányászati meddőből kémiai stabilizálást (égetett mész és mészkőrlemény bekeverése) követően az I/A. kazetta Ny-i gát magasítása, ezzel párhuzamosan a közlekedési utak kiépítésével a belső kazetták lehatárolása történik. Az így kialakított alkazettákban kerülnek elhelyezésre a vízfolyások kármentesítéséből származó alacsonyabb konzisztenciájú anyagok.

#### Vízfolyások, víztározók kármentesítése

A bányászati területen folyik keresztül a Toka-

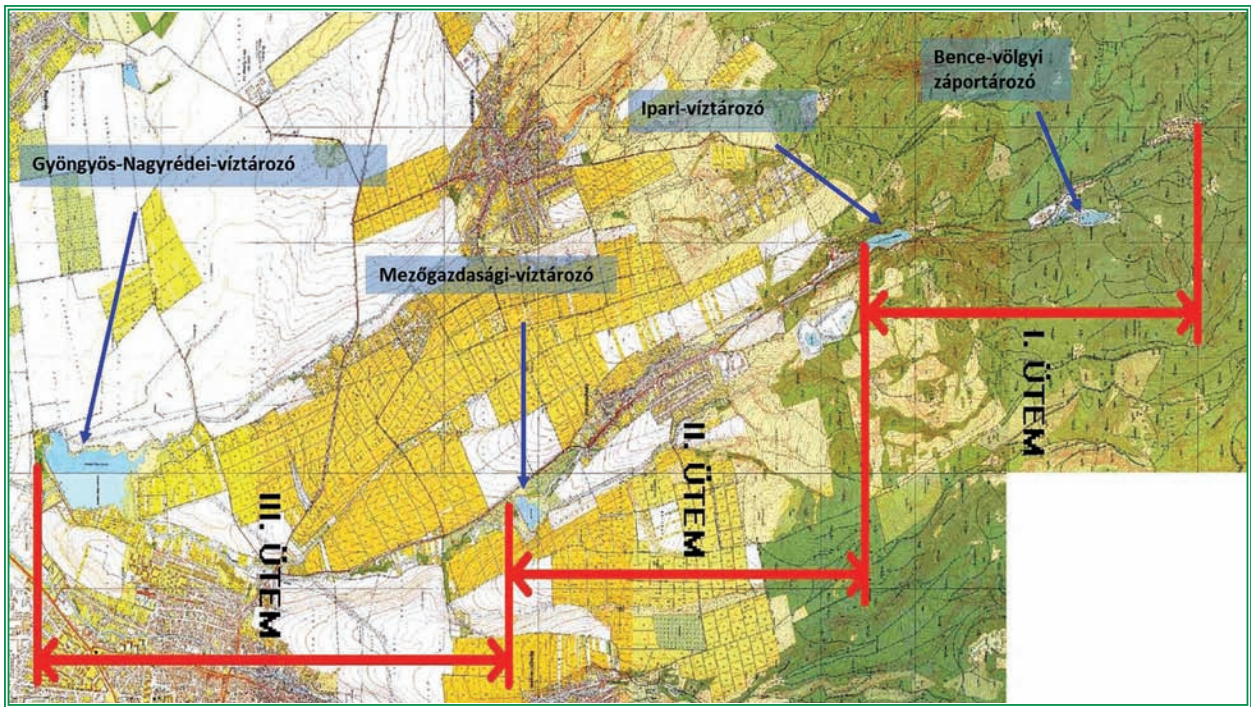
patak. Vízgyűjtő területe több mint 10 km hosszú, a folyása mentén tavak és víztározók helyezkednek el. A Toka-patakot jelenleg néhány kisebb állandó forrás és ideiglenes vízfolyás táplálja, fő forrása azonban a semlegesített, tisztított bányavíz. A vízfolyásokon és árterületükön azonosított nehézfémzennyezés kisebb részben a korábban tisztítás nélkül a Toka-patakba kikerült bányavízből, másrészt az eróziós hatásoknak kitett bányameddők csurgalékvizeiből ered. A szennyezés nagyobb részét azonban az ércdúsítási technológia flotációs meddője okozta, amely a hiányos technológiai rendszerből adódóan és zagytározó többszöri gátszakadása következtében került a környezetbe.

A komplex kármentesítési program keretében a vízfolyásokban és öntésterületükön található bányászati meddő és flotációs zagy okozta szennyezést a kor szakmai-műszaki színvonalának és a hatósági előírásoknak megfelelő kármentesítési tevékenységek keretében kell felszámolni. Ez idáig felszámolásra került a korabeli bányavízkezelésből származó híg iszap elhelyezésre szolgáló Bence-völgyi zagytározó, kármentesítették a Toka-patak szennyezett szakaszait a Károlytáró-lakóteleptől a Mezőgazdasági tározóig, illetve az érintett szakaszok mentén fekvő víztározókat, a Hordalékfogót és az Ipari víztározót, a Mezőgazdasági tározót.

A vízfolyások kármentése keretében a Toka-patak I. és II. ütemének kármentesítése megtörtént, a továbbiakban a vonatkozó műszaki beavatkozási tervben foglaltak szerint el kell végezni a Toka-patak Gyöngös-Nagyrédei víztározót is magába foglaló III. sza-



4. kép: A Bence-völgyi zagytározó kármentesítés előtt (2006), alatt (2011) és után (2014)



6. ábra: A szennyezett Toka-patak kármentesítési ütemei

kaszán a nehézfémekkel szennyezett területekről a szennyezőanyagok kitermelését, szükség szerinti kezelését, Száraz-völgyi zagytározón történő elhelyezését, valamint szükség szerint a mederalakítási munkálatokat.

### Monitoring tevékenység

A fent részletezett bányabezárási, tájrendezési és kármentesítési munkálatokkal párhuzamosan, a környezetvédelmi működési engedély alapján a Gyöngyösorszi ércbányászat hatásterületén komplex vízföldtani, környezetföldtani és geotechnikai monitoring rendszert üzemeltetünk. A monitoring célja a bányabezárás során, és azután felvetődő vízföldtani, hidrológiai, környezetföldtani és geotechnikai kérdések, problémák megválaszolása, a hatásterületen az előnytelen folyamatok felismerése, lehetőség szerint előre történő prognosztizálása, a tervezési feladatok alapadatakkal való kiszolgálása.

A hidrológiai, hidrogeológiai megfigyelőrendszer fő célja a bányabezárás felszíni és felszín alatti víz-készletekre gyakorolt hatásainak nyomon követése, e tevékenység területileg tovább osztható a bányában zajló geokémiai folyamatok és vízforgalom ellenőrzésére irányuló bányabeli monitoringra, ezen belül a bányabeli tömedékelés közben végzett monitoringra, mely a tömedékanyag fizikai, kémiai tulajdonságaira is koncentrált; továbbá a bányabezárás regionális hatásának vizsgálatára irányuló vízföldtani monitoringra, mely a hatásterületen lévő F-jelű fúrások, források, felszíni vízfolyások tekintetében végzett vízszint-, vízhozam-ellenőrzési, valamint vízminőség-védelmi feladatokból tevődik össze.

A környezetellenőrzési monitoring tevékenység

részét képezi a bányászati objektumok és vízkezelők környezeti kibocsátásának ellenőrzése és a felszíni műszaki beavatkozásokhoz kötődő kármentesítési monitoring. Az e körben végzett környezetföldtani (talajtani) monitoring részfeladatai a műszaki beavatkozások során kitermelt szennyezett talaj, visszamaradt al-talaj vizsgálata, a visszatöltésekhez használt tiszta talaj minőségellenőrzése, valamint a vízkezelési technológia során keletkező centrifugált iszap összetételének, szárazanyag-tartalmának és térfogatsúlyának vizsgálata.

A geotechnikai monitoring célja egyrészt a bányabeli üreghálózatban elhelyezett tömedékanyag viselkedésének és nyomásviszonyainak nyomonkövetése, másrészt a külszínen a legfontosabb vízi műtárgyak (Ipari víztározó, II-es puffertározó, Bence-völgyi záportározó) gátjainak, illetve a Száraz-völgyi zagytározó stabilitásának folyamatos ellenőrzése a hosszú távú állékonyság biztosítása, egyúttal a kivitelezési munkálatok segítése érdekében.

### RECSKI ÉRCBÁNYA-BEZÁRÁS

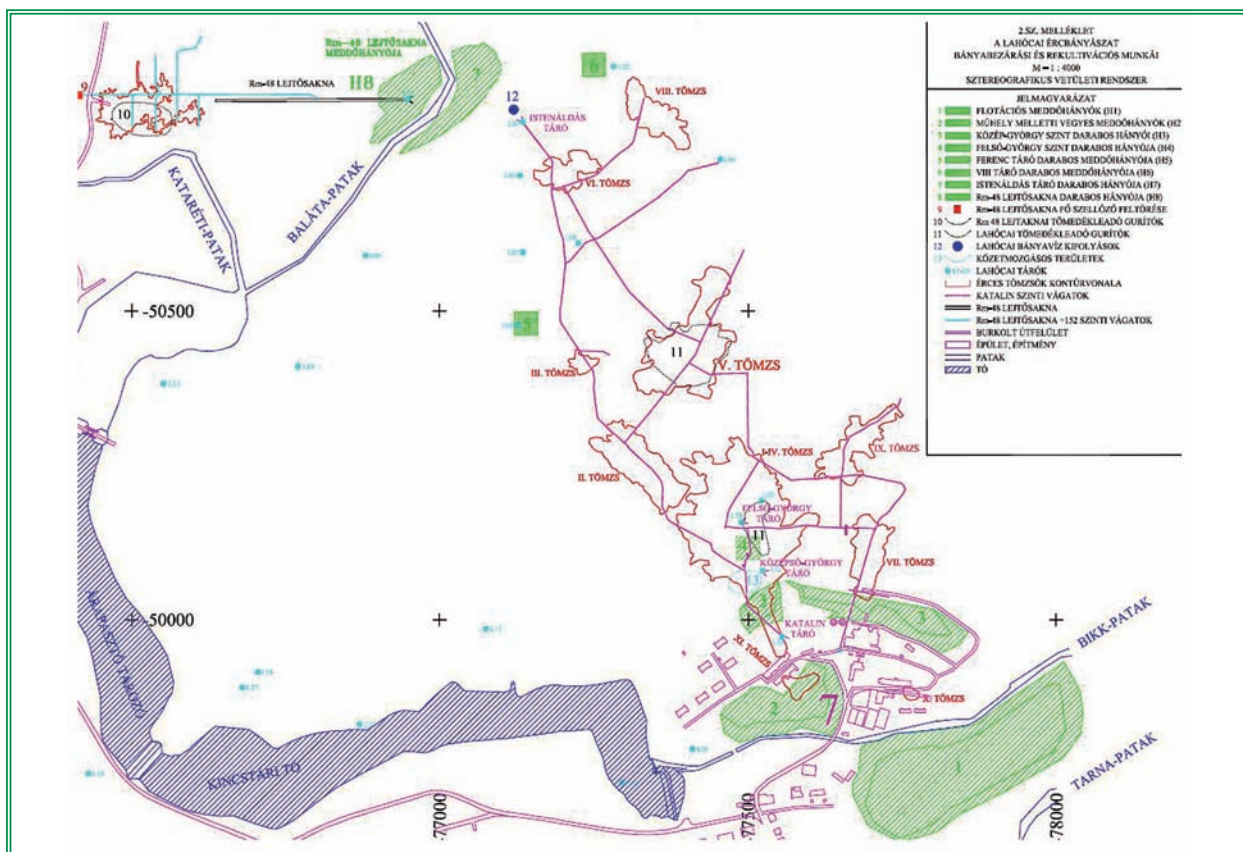
A Recsk község külterületén, a Tarna-pataktól É-ra elhelyezkedő Lahóca-hegyen található tömszős ércesedés ipari bányászata a XIX. század közepén kezdődött és változó intenzitással, de a bezárásig folyamatosan tartott. A bányaművelés során volt olyan időszak, amikor egyszerre 20-30 fejtést műveltek, összesen 46 685 m megnyitott bányatértségben, 250 000 m<sup>3</sup> térfogattal. A rézérc minősége az elmúlt évszázadban folyamatosan romlott, a műrevaló érc-készlet az 1970-es évekre kimerült, ezért 1979-ben a lahócai termelés leállt, a bányát bezárták, a bánya élettartama alatt összesen mintegy 3 millió t ércet

(Cu, Au, Ag,) termeltek ki<sup>3</sup>. Több mint 150 évnyi bányászati tevékenységet, majd a termelés és az ércfeldolgozás megszüntetését követően a kedvezőtlen gazdasági környezet, valamint a „Recski Ércbányák Vállalat átalakítását és az ércbányászat életben tartását célzó törekvések kudarca után a Recsk I.– rézerc” védnevű (lahócai) bányatelken az ércbányászat tartós szüneteltetése nem volt folytatható, és mivel a felszín alatti bányatérsegek, valamint a felszínen a korábbi bányászati tevékenységhez kötődő objektumok (meddőhányók, zagytározók) végleges felhagyása, tájrendezése, rekultivációja tervszerűen nem – illetve nem a hatályos jogszabályoknak megfelelően – történt meg, egy teljeskörű bányabezárási és rekultivációs program végrehajtása vált szükségessé a területen.

A területen 2009-ben megtörtént a környezeti károk előzetes felmérése, melynek eredménye alapján a korábban folytatott lahócai színesfém bányászathoz köthetően jelentős felszíni és felszín alatti környezeti károk keletkeztek, amelyek a bányászat befejezésével nem kerültek rendezésre. A föld alatti bányatérsegek bányahatósági előírásoknak megfelelő lezárása nem történt meg, így elérhetőek voltak a közvetlen életveszélyt jelentő, omlásveszélyes és alacsony oxigéntartalommal jellemezhető bányatérsegek. Az ércfeldolgozásból és vágathajtásból származó, mintegy 1,5 – 2 millió tonna flotációs zagyt és meddőt tartalmazó,

rekultiválatlan vagy részben rekultivált, súlyos stabilitási problémákkal jellemezhető meddőhányók a csapadékvíz kioldó hatása és az előrehaladott savasodási (ARD) folyamatok révén toxikus fémekkel folyamatosan szennyezték a felszíni vízfolyásokat, víztározókat. A vizsgálatok jelentős toxikus fém (As, Co, Mo, Ni, Cu, Zn, Pb stb.) szennyeződést mutattak ki a talajban és a talajvízben, veszélyes hulladékokat azonosítottak a felszínen (pl. Rezespörk hányó). Azzal, hogy 2011-ben Magyar Bányászati és Földtani Hivatal egy eredménytelen pályázattal eljárását követően a Recsk-I. bányatelekben fennálló bányászati jog új jogosítottjaként a Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt.-t jelölte ki, a bányatelek korábbi rendezetlen jogi helyzete tisztázódott, így lehetőség nyílt a kármentesítési-bányabezárási munkák elvégzésére. A 2012-ben, illetve 2013-ban elvégzett részletes tényfeltárás után a környezetvédelmi hatóság a kármentesítések műszaki beavatkozásának végrehajtására kötelezte társaságunk jogelődjét.

A külszíni feladatok – a kármentesítési kötelezettséget megalapozó műszaki beavatkozási terveknel is alkalmazott – csoportosítási szempontja a területi elhelyezkedés. A Lahóca-hegytől D-re eső, úgynevezett, Déli munkaterület részei az Ércelőkészítő üzem, a H1 H2, H3, H3/a, H4, valamint a rezespörk meddőhányó, a kommunális hulladék-lerakó, a tevékenységet kiszolgáló üzemi területek, továbbá a szennyező hatásukkal



7. ábra: Recsk lahócai ércbányászat létesítményeinek áttekintő térképe

<sup>3</sup> Csiffáry Gergely: Az ércbányászat története a recski Lahócaban (1850-1979) Rudabánya 2009, Érc- és Ásványbányászati Múzeum Alapítvány

érintett Bikk-patak és a Parádi-Tarna-patak. A Lahóca-hegy északi részén elhelyezkedő terület az Istenáldás-tárót, a H5, H6, H7 és H8 meddőhányókat foglalja magába. A harmadik munkaterület É-i és D-i területek közötti vízfolyásokat és tározókat, a Wetlandet, a Hordalékfogó-tározót és a Kincstári-tározót foglalja magába, melyek az É-i terület meddőhányóiból kimosódott nehézfémekkel szennyezett mederületeket tartalmaznak. A felszín alatti és felszíni létesítmények és a külszíni munkaterületek elhelyezkedését a 4. ábra szemlélteti.

A komplex bányabezárási, tájrendezési, kármentesítési program keretében végzett tevékenységünk Gyöngyösoroszihoz hasonlóan két jól elkülöníthető részre bontható, egyrészt a felszín alatti térségekkel kapcsolatos tevékenységekre, mely magába foglalja a felszín alatti bányatérsegek fenntartását, majd bezárását, beleértve a felszínre nyíló bányatérsegek szakszerű lezárását, illetve a felhagyott föld alatti térségeket elárasztó, és onnan szennyezett tovaáramló, öregségi bányavizek valamint a felszíni és felszín alatti vizek kapcsolatának feltárását. A másik tevékenységcsoport a szennyezett bányavizek és meddőhányók csurgalékvizeinek megfelelő gyűjtésére és kezelésére, valamint a külszíni területek tájrendezésére és kármentesítésére irányul. E körbe tartozik az üzemi területek kármentesítése, az ércanyag feldolgozásához kapcsolódó tovább nem hasznosítható létesítmények, épületek bontása, a bányászathulladék-kezelő létesítmények (meddőhányók, zagytározók) megszüntetése, illetve a maradó létesítmények kialakítása és üzemeltetése, valamint az egyéb nem bányászati hulladékok kezelése, ártalmatlanítása és az érintett területek végső tájrendezése.

### Felszín alatti bányatérsegek

A Recsk-I bányauzem jelenlegi egyetlen megnyitott föld alatti bányatérsege a Lahóca-hegy D-i oldalán, +194,2 mBf szinten nyíló Katalin-táró, melyet a rekultiváció megkezdésekor tártak újra fel annak érdekében, hogy a feltárási pontokon a felszín alatti víz minőségére, áramlási irányára vonatkozó információkat lehessen szerezni. A Katalin-táró és kapcsolódó föld alatti nyitott vágatszakszakok hossza összesen 500 m, a vágatok részben biztosítás nélküliek, azonban a bánya azon részén, ahol a kőzet állékonysága nem tette lehetővé a biztosítatlan bányatérsegek kiképzését, faácsolatokat építettek be. A vágatszelvény mérete 7-10 m<sup>2</sup>, az ácsolatok távolsága omlásban zárt sorú, vagy max. 0,5 m, egyébként 1,0-1,5 m. Minden feltárt bányatérsegekben kialakításra került a fenntartáshoz szükséges infrastruktúra (vasút, szellőztetés, villamosenergia-ellátás, hírközlés, sűrített levegős hálózat, tűzivíz rendszer). A III. és a IV. ereszkében biztonságosan kialakításra került a vízvizsgálatokhoz szükséges mintavételi hely, illetve a munkaterületen 6 db folyamatos vízszintregisztráló műszer van telepítve a két ereszkén felül az alsóbb szintekre nyíló három újonnan kialakított fúrásban és az I. sz. gurítóban.

A megnyitott bányatérsegekben a Nitrokémia Zrt. fenntartási feladatokat, környezetvédelmi monitoring vizsgálatokat, valamint a vonatkozó jogszabályokban és hatósági határozatokban előírt rendszeres és eseti ellenőrzéseket végez. A havi gyakorisággal végzett bejárások alapján a vágatok állagromlásától függően megerősítési munkálatok szükségesek a fenti feladatok és a táró feletti külszíni munkálatok kivitelezésének biztonságos végrehajtása érdekében.

A bánya hidrogeológiai megismerésére irányuló vizsgálatok lezárultak, a Katalin-táró fenntartása során végzett vizsgálatok, elvégzett mérések, értékelésük és a modellezések kellő információval szolgálnak a Lahóca-hegy vízföldtani adottságairól. A fejtési üregeken keresztül lefelé szivárgó csapadékvíz szennyezett, magas fém koncentrációval jellemezhető, szabad kifolyása a Katalin szinten nem történik meg, hanem elszivárog a Katalin szint alatt 10-12 m-rel lévő telített zóna felé. A bányászattal érintett területek a Lahóca-hegy belsejében drén rendszerként megcsapolják a felszín alatti vizeket és a déli területeken, a Bikk-patak felé továbbítják azokat. Az üregekből a hegy lábánál a víz átadódik a környező andezitbe és talajvízbe.

A fentiekre figyelemmel a jövőben a megnyitott bányatérsegek fenntartása nélkül is végrehajtható egy olyan kielégítő bányabezárási koncepció, ami által biztosítható a szennyezett felszín alatti vizek szabályozott befogása, megfelelő gyűjtése, végleges kezelése és a víz minőségi és mennyiségi paramétereinek monitorozása. A bányabezárási koncepció szerint a D-i terület felszín alatti térségeivel kapcsolatban végrehajtandó feladat a Katalin-táró átmeneti fenntartásával párhuzamosan a végleges lezárásának megtervezése, majd ütemezett végrehajtása, a Bikk-pataktól északra kiegészítő vízgyűjtő rendszer tervezése, valamint kivitelezése, illetve a felszín alatti vizek megfigyelése céljából a Lahóca-hegy és a patak közötti területen két további monitoring kút fúrása.

A Lahóca-hegy É-i oldalán lévő Istenáldás-táró bejárati szakaszát korábban berobbantották, jelenleg nem bejárható, a táró bejárata omladékkal van lezárva. A vízutánpótlódás mennyiségi és minőségi meghatározása érdekében a táró ideiglenes megnyitására és a beomlott szakasz feltáráására 2016 decemberében került sor, utána újra le lett zárva. Az Istenáldás-táró portál kialakítására vonatkozó építési engedély alapján a bejárattól számított 40 m hosszban a meglévő vágat helyreállítását egy zárható portál kialakítását tervezzük, mely lehetővé teszi a fakadó víz ideiglenes befogását és kivezetését, egyúttal az illetéktelenek behatolása elleni védelme céljából is elegendő intézkedés.

A Lahóca-hegyen az archív adatok alapján összesen további 30 felszínre nyíló térséget tartunk nyilván, melyek állapotának ellenőrzése folyamatos. Ezek egy részét korábban beomlasztották vagy maguktól beomlottak, környezetükben a felszín természetes úton növényesedett. A nyitott, életveszélyes, azonnali beavatkozást igénylő felszínre nyíló bányatérsegek (Alsó-György-táró, Közép-György-táró, Felső-György-táró,



8. ábra: Lahóca bánya rekultivált és rekultiválandó meddőhányói

Brumi-táró, VIII. táró és tömedékbeadó gurítók) a 2012-től kezdődő bányabezárási munkák keretében az FBBSZ előírásával összhangban lezárásra kerültek. A jövőben a Katalin-táró lezárása mellett a közvetlen életveszélyt nem jelentő, de még nyitott térségek (Alsó- és Felső Vízi-táró, betonozott kürtő a Középső György szinten, Lahóca-hegy északnyugati lejtőjén egy léggurítónál kialakult nagy szakadás) lezárása tervezett, oly módon, hogy a felhagyott bányatérség esetleges későbbi beomlása a külszínt ne veszélyeztesse.

### Külszíni feladatok

A külszíni feladatok fő tevékenysége a lahócai projekt esetében az egykori ércbányászati meddőt, illetve az ércfeldolgozási tevékenység melléktermékeit tartalmazó meddőhányók és zagytározók tájrendezése, illetve a maradó bányászati hulladék-kezelő létesítmények fenntartása, üzemeltetése. A vízkezelés Lahóca esetében döntően ez utóbbi tevékenységhez kapcsolódóan a meddőhányók csurgalékvizeinek a kezelését, illetve részben bányavíz szennyezett talajvíz kezelését jelenti. A felszíni feladatok harmadik – a többitől élesen nem elkülöníthető – tevékenységcsoportja a kármentesítés, mely magába foglalja bányászati tevékenységgel érintett üzemi területek teljeskörű rehabilitációját, valamint a hányók anyaga és csurgalékvizei által szennyezett altalaj, vízfolyások, illetve víztározók kármentesítését.

<sup>4</sup> RUKEZO, in SOMODY at al., 2008

### Bányászati hulladék-kezelés

A közel 130 éven át tartó lahócai bányászati tevékenység során összesen kb. 2 100 000 tonna<sup>4</sup> meddőanyag keletkezett, amelyet 10 db nagyobb meddőhányón helyeztek el. A hegy D-i oldalán kialakított számos táró anyagát nem szállították messzire, jellemzően közvetlenül a tárószáj elé, a hegyoldalnak támaszkodva halmozták fel. A kitermelt műrevaló érces anyagot, a Lahóca-hegy déli oldalán található ércdúsító műben, flotációs technológiával dúsították, a zagy egy részét felhasználták tömedékelésre a Lahóca-hegy vágatrendszerében, de a flotációs zagy döntő hányadát közvetlenül Bikk-patak mentén kialakított H1 és H2 meddőhányókon (zagytározókon) deponálták. A Lahóca-hegy É-i oldalán nyíló Istenáldás-tárón át felszínre került meddőanyagot a Baláta-patak völgyében kialakított H7 meddőhányón helyezték el.

Tekintettel arra, hogy a meddőhányókból származó csurgalékvizek által érintett hatásterületen elszennyeződött a talaj, a talajvíz, a felszíni vízfolyások, illetve komoly károkat szenvedett a természetes ökoszisztéma, a lahócai feladatok egyik fő tevékenysége az egykori ércbányászati meddőt, illetve az ércfeldolgozási tevékenység melléktermékeit tartalmazó meddőhányók és zagytározók, azaz bányászati hulladék-kezelő létesítmények rekultivációja és a kapcsolódó hulladékkezelési tevékenységek végrehajtása. A jóváhagyott tájrendezési, kármentesítési koncepció szerint a környezeti kockázatok csökkentése érdekében mind a D-i, mind az É-i területen elhelyezkedő kisebb meddőhányók anyaga kezelést követően átszállításra kerül egy



megfelelő szigeteléssel és állékonysággal rendelkező központi meddőhányóra, ahol a hatályos környezetvédelmi szempontoknak megfelelően, gazdaságosabban, és technikailag hatékonyabban lehet végezni a hulladékkezelési folyamatokat. Az így kialakított H1 (déli központi) meddőhányóra került a H2, H3, H3/a, H4 meddőhányók anyaga, a kiépítendő H7 (északi központi) meddőhányóra kerül, majd áthalmozásra a H6, H8 meddőhányó anyaga. A környezeti kockázatot nem jelentő meddőhányók (H5) helyben kerülnek rekultiválásra.

A rekultivációs tevékenység a H1 déli központi meddőhányó környezetétől történő elszigetelésével és stabilitást növelő beruházásával kezdődött. A közel 7 ha területű meddőhányó kialakítása a saját, darabos anyagból készített gát kiépítésével, majd annak flotációs zaggal történő feltöltésével még a termelő bányászati tevékenység időszakában megtörtént, azonban a mintegy 1 millió tonna anyagot tároló meddőhányó anyaga, illetve a szennyezett csurgalékvizek a felszíni és felszín alatti vízbe jutottak, illetve az É-i, patakmenti partfal stabilitási problémákkal is terhelt volt.

A hatályos környezetvédelmi és bányászathulladék-kezelési követelményeknek megfelelő műszaki védelem kialakítása keretében 1 090 fm hosszúságban elkészült a meddőhányó peremén a 2,5-8,5 m mélységű, andezit szálkőzetbe kötött, cementes-bentonitos résfal, amely megakadályozza a meddőhányón átszivárgó savas vizek oldalirányú szivárgását, ezáltal azok meddőhányón kívüli környezetbe történő jutását. A vízzáróságot biztosító résfal mellett elkészültek a gátstabilitást biztosító kiegészítő létesítmények, úgymint a nyugati oldalon és a Bikk-patak déli oldalán összesen 180 fm hosszban 2-6 m magasságban kiépült vasbeton súlytámfal, illetve a 970 fm hosszúságú, 1-3 m magas gabion fal, melyek együttesen biztosítják a létesítmény megfelelő állékonyságát.

Több lépcsőben kiépült a H1 meddőhányó gravitációs víztelenítési és nyomott vizes gyűjtőrendszere, azaz a résfal által bezárt térségben a beszivárgott csapadékvíz összegyűjtését szolgáló mélydrén rendszer, a flotációs zagy víztelenítése érdekében a zagy felső 6 méterében a sekély szivárgó rendszer, az alsó 4 m-es szeptében a víztelenítő ferde fúrások, valamint a vi-

zek gyűjtését szolgáló összekötő vezetékek, aknák, nyomóvezeték és az összegyűjtött vizeket kezelő Vízelvezető Üzem.

A H1 meddőhányón került elhelyezésre a többi, felszámolt meddőhányó (H2, H3, H3/a, H4) anyaga, illetve a területen feltárt további bányászati hulladékok és a bányászati hulladékkal szennyezett földtani közeg. Jelenleg a H1 központi meddőhányó esetében karbantartási, üzemeltetési feladatokat végzünk, mindazonáltal a nagytömegű szállítási munkák befejeztével a jövőben sor kerül a környezettől horizontálisan már elszigetelt H1 meddőhányón a rekultivációs rétegszerkezet kiépítésére, és a hányó végleges fedésére.

A H2 meddőhányó darabos érces meddő és részben flotációs zagy anyaga 1,2 hektár területen helyezkedett el, kb. 130 000 m<sup>3</sup> mennyiségben. Környezeti kockázatot jelentett a meddő fedetlen, erősen bontott állapota, a rézsűk meredek kialakítása, valamint, hogy a meddőhányó alól szennyezett csurgalékvíz jutott a patakba. A H2 meddőhányó rekultivációja során ideiglenes megtámasztás mellett kiépült a gravitációs víztelenítési rendszer (szivárgók) és a nyomottvizes gyűjtőrendszer. A meddőhányóról letermelt flotációs zagy állaga nem minden esetben tette lehetővé az azonnali H1 meddőhányóra történő szállítást, ezért a zagyot mészkőpor bekeverése mellett vízteleníteni kellett, melyhez ideiglenes víztelenítő medencék épültek. 2014-18 között több ütemben megtörtént a hányó teljes tömegének H1 meddőhányóra történő átszállítása. A felszámolt H2 flotációs meddőhányó területének tájrendezése keretében megtörtént a töltőtálas és humusz beszállítása és a morfológia kialakítását követően a kapcsolódó létesítmények (lépcső, gyalogút, növénytámfalak) kivitelezése, és a terület parkos ligetesítése.

A Lahóca déli részén lévő H3, H3/a, és H4 meddőhányók (ún. kis meddőhányók) anyaguk minősége, elhelyezkedésük és a kedvezőtlen geometriai (meredek rézsűk, rendezetlen meddőfelszín) jellemzői miatt kerültek megszüntetésre. A rekultivációs-tájrendezési tevékenység eredményeképpen 2013-18. évben megtörtént ezen meddőhányók összes anyagának a H1 jelű központi meddőhányóra történő átszállítása. A meddőanyag elszállítása lehetővé tette a meddő alatti, környezetében lévő szennyezett földtani közeg lehatárol-



5. kép: A H2 flotációs meddőhányó tájrendezés közben, illetve a rekultivációja után



6. kép: A H3 és H3/a meddőhányó tájrendezés közben, illetve a rekultivációja után

lását és a kármentesítés későbbi lépésében annak kitermelését és végső kezelését. A felszámolt egykori meddőhányók területén teraszos morfológia került kialakításra, kiépült a hegy felől érkező csapadékvizek elvezetését biztosító övárok rendszer és 30 cm humuszos termőréteg terítését követően a tájba illesztés részét képező biológiai rekultiváció keretében elvégzésre került az erdőtelepítési célú csemeteültetés.

A „rezespörk” meddőhányó még a bányászat kezdeti szakaszában keletkezett, amikor az ércből flotációs technológia nélkül kiégették a ként és a kapott pörkölt anyagot (dúsítványt) közvetlenül kohóba szállították. Az itt felhalmozott közel 5000 m<sup>3</sup> meddőanyag veszélyes hulladéknak minősült, amely veszélyeshulladék-lerakóba került elszállításra.

Az É-i terület kármentesítési munkálatai keretében a H6, H7, H8 meddőhányók anyaga, – előzetes számítások szerint 77 000 m<sup>3</sup> meddő és szennyezett altalaj- a kialakítandó központi bányászati hulladékkezelő létesítményen, azaz a H7 meddőhányón kerül majd elhelyezésre. A H6 és H8 meddőhányó átszállításának megkezdése előtt a H7 meddőhányó átalakítását el kell végezni. A többlet meddő mennyiség fogadása és megfelelő elszigetelése érdekében kiemelt feladat a létesítmény műszaki védelmének (aljzatszigetelés, drénrendszer, gabionfalas védelem) kialakítása. A fedőréteg kialakítását megelőzően szükséges kiépíteni a kiegészítő létesítményeket, az ideiglenes és végleges közlekedési utakat, az előregyártott mederburkoló elemekből létesülő, felszíni csapadékvíz elvezetést szolgáló árkokat és a szivárgóból érkező többlet vizek Baláta-patakba történő elvezetésére szolgáló drénvezetékeket, valamint az ideiglenes csurgalékvíz gyűjtő medencét.

### Vízkezelés

A recski vízkezelő üzem feladata a H1 és H2 meddőhányók elvezetett drénvizeinek, és a Bikk-patak alatti szivárgórendszer összegyűjtött vizeinek, illetve a Katalin-táróból egy ejtőcsövön keresztül esetlegesen érkező vizek kezelése. A H1 és H2 meddőhányó víztelenítő szivárgórendszere és a patak alatti drén által összegyűjtött szennyezett víz megfelelő hatékonyságú fizikai-kémiai tisztításából álló technológia a szennyezett víz semlegesítéséből, a szennyező fémionok ki-

csapásából, a keletkezett csapadék és tisztított víz ülepitéssel történő szétválasztásából, az ülepitéssel elválasztott iszap előkezeléséből, az előkezelt iszap iszapcentrifugával történő részleges víztelenítéséből és a tisztított víz befogadóba vezetéséből áll.

A központi gyűjtő aknából a szennyezett víz szivattyúk segítségével kerül a technológiai rendszerre, átlagosan 3-3,2 pH értékkel. A nyers víz tároló medencéből az 1-es semlegesítő tartályba, majd gravitációsan a 2-es tartályba, ahol mészhidrárt oldat hozzáadásával beállításra kerül 9-9,2 pH érték. A pH értékek automatikus vezérléssel kerülnek beállításra, a beépített mérőberendezésekkel a technológia rendszer folyamatos ellenőrzés alatt áll, a mért értékek adatai digitálisan rögzítésre kerülnek. A semlegesítés után szivattyúk juttatják el a kezelt vizet a lamellás ülepitőbe, melynek a nyomóágába csatlakozik a polielektrolit adagoló rendszer csőhálózata. A fázis szétválasztás után a tisztított víz a pihentető medencébe kerül gravitációs csőhálózaton keresztül. A lamellás ülepitőben leválasztott csapadék szakaszos szivattyúzással az iszap a sűrítő tartályba, vagy az iszap tároló medencébe, majd megfelelő kondicionálás után a centrifugára kerül feladásra. A centrifugáról a részlegesen víztelenített iszap konténerekbe töltődik, majd veszélyeshulladék-lerakóba szállítják, ahol előkezelés, vagy ártalmatlanítás után elhelyezésre kerül.

A vízkezelő üzem kapacitása 3-5,5 m<sup>3</sup>/h a nyers víz összetevőitől függően. A bányaterület rekultivációjának előrehaladásával, többlet vízmennyiséggel kalkulálunk a meglévő D-i drénrendszer kiegészítése és az újonnan bekapcsolt É-i területek csurgalékvizei kapcsán. Az É-i területi munkálatok megkezdésének az előfeltétele a vízkezelő kapacitásbővítése, ugyanis a terület kármentesítése közben fakadó szennyezett csurgalék vizeket, valamint az Istenáldás-táró vizét ideiglenesen a Vízkezelő Üzemre kell vinni, vezetni. Az Istenáldás-táró elfolyó vizének hosszú távú kezelése passzív vízkezelő technológiával valósulhat meg leg gazdaságosabban.

### Kármentesítési tevékenység

A koncepció része a bányáüzem területén található egykori ipari és kiszolgáló építmények, létesítmények



7. kép: Recsk Vízkezelő Üzem

környezetében a szennyeződések feltárása és kármentesítése. Az egykori ércelőkészítő és kapcsolódó létesítmények területe mellett minden olyan térrészt üzemi területnek tekintünk, amely a bányatelek területén található és az egykori bányászati-, és a hozzá kapcsolódó ércfeldolgozási tevékenység folytán bányászati, vagy egyéb hulladékkal szennyeződhetett, így szükségessé válhat a vonatkozó műszaki beavatkozási tervben és hatósági határozatban rögzített földtani közegre vonatkozó (D) kármentesítési célállapot határértékeket meghaladó szennyezések felszámolása, a terület kármentesítése, majd további hasznosításra történő előkészítése.

Az ércelőkészítő mű központi épülete, mivel az épület rossz állaga, statikai problémái miatt közvetlen életveszéllyel fenyegetett 2011. évben került elbontásra, majd a szükséges szakvélemények, tervek alapján szisztematikusan folytatódtak az üzemi területeken elhelyezkedő épületek, szerkezetek, építmények, illetve azok maradványainak (medencék, alaptestek, támfalak stb.) bontási munkái. Az ércfeldolgozás következtében szennyezett központi bányaterület kármentesítése keretében a keletkező veszélyes hulladékokat, bontási törmelékeket, egyéb hulladékokat, minősítést követően az arra megfelelő jogosultsággal rendelkező hulladékkezelő létesítménybe kell szállítani.

Az üzemi területhez tartozó egykori kommunális-hulladék-lerakó esetében a hulladékok fizikai szétválasztását követően a hulladék kommunális része kiszállításra került arra jogosultsággal rendelkező lerakóba, a területen visszamaradt bányászati eredetű hulladék a H1 meddőhányóra került átszállításra. Ezt követően történt meg a végleges, teraszos morfológia és a terület vízelvezetését biztosító eróziómentes lejtésvi-szonyok, védelmi létesítmények kialakítása, majd tiszta talaj beszállítását követően 0,3 hektár területen akác csemete ültetése.

Itt említendő, hogy jellemzően a meddőhányók, de az üzemi területek altalajának kármentesítése során kihívást jelent az ércesedés okozta anomália, azaz a természetes folyamatok által létrehozott elemdúsulás, valamint az emberi tevékenység okozta szennyeződés elkülönítése, hiszen csupán kémiai vizsgálatok végzése nem hoz egyértelmű eredményt. Az antropogén és

a természetes folyamatok szeparálása érdekében kutató árkokban vizsgáljuk a földtani közeg szerkezetét, az elemdúsulási jellegeket, elem csoportok közötti összefüggést elemzünk, statisztikai módszereket alkalmazunk, valamint a műszaki beavatkozás végső mértékének meghatározásakor elsősorban az elemek mobilizálhatóságát és a kockázatok mérséklését tartjuk szem előtt. Ezen szemléletnek megfelelően, a terület földtani adottságai, a felszíni és felszín közeli ércesedés pontosabb megismerése alapján történt meg a „kis meddőhányók” esetében a műszaki beavatkozási terv szerinti „D” kármentesítési célállapot határértékek módosítása.

A vízfolyások kármentesítésének első lépéseként a rekultivációs munkák kezdetén, 2012-ben megtörtént a D-i területet átszelő Bikk-patakból a szennyezett üledék kitermelése, a kármentesített meder tiszta talaj történő visszatöltése. A meder rossz állapota miatt, illetve annak érdekében, hogy a H1 meddőhányó rézsüstabilizálási munkálatait el lehessen végezni, valamint a H2 meddőhányó alól szivárgó szennyezett vizek befogása és víztisztítóra történő vezetése megtörténhessen, mintegy 570 méter hosszban szükségessé vált a mederszakasz teljes átépítése, részben új meder kialakításával részben a meglévő meder átépítésével.

Az É-i területi H7, H8 meddőhányóktól, mint szennyező forrástól a Baláta-patak által oldott és szilárd formában szállított toxikus fém szennyezőanyagok a meddőhányók alatti „wetland” területet, illetve a Hordalékfogó- és Kincstári-tározók üledékét is elszennyezték. A meddőhányók tájrendezése előtt szükséges a Baláta-patak áthelyezése, a szennyezett mederüledék kitermelése és új patakmeder építése 200 m hosszban. A kármentesítési munkák keretében elvégzendő feladat a víztározók (Wetland-, Hordalékfogó- és a Kincstári-tó) mentén megkerülő meder építése, a víztározók fenékleeresztő műtárgyainak átépítése, a tavak leürítése, a szennyezett, mintegy 66 ezer m<sup>3</sup> mederiszap kitermelése, minősítése és ártalmatlanítása, a patakmeder kialakítása, valamint a beavatkozás ideiglenes létesítményeinek elbontása és végül az élőhely helyreállítása.

A vízfolyások kármentesítésére vonatkozó feladatokat, a pontosító vizsgálatok lefolytatását és a jelenlegi kotrásos kitermelésre és lerakásos ártalmatlanításra

irányuló kármentesítési koncepció felülvizsgálatát követően lehet végrehajtani.

### Monitoring tevékenység

A kármentesítési és bányabezárési tevékenységgel szoros összefüggésben a lahócai színesfémbányászat hatásterületéhez kapcsolódó felszíni és felszín alatti vizek állapotának, minőségének ellenőrzése, hidraulikai változásainak nyomon követése érdekében a Nitrokémia Zrt. a hatósági előírások alapján üzemelteti a Recsk-I. (és Recsk-II.) bányatelkekhez kötődő hidrogeológiai monitoring hálózatot. A vízminőségi monitoring keretében az éves szinten elkészítendő monitoring tervek alapján a hatósági előírásokban szereplő gyakorisággal (jellemzően negyedéves és féléves) történik vízmintavétel és vízvizsgálat a monitoring kutakból, és a felszíni víz, valamint a bányabeli monitoring pontokon. Emellett a monitoring kutakban, aknában és a bányabeli monitoring pontokon folyamatos vízszintregisztráció (telepített műszerekkel vízszint és hőmérséklet regisztrálás, a műszerek rendszeres kiolvasása), a távolabbi műszerek nélküli kutakban havi gyakorisággal vízszint mérések történnek. A geotechnikai monitoring keretében a H1 központi bányászathulladék-kezelő létesítmény stabilitásának biztosítása érdekében végezzük a hatósági határozatokban foglalt rendelkezések alapján a monitoring hálózat elemeinek (inklinométerek, vízszintfigyelő kutak, pórusvíznyomásmérők, geodéziai mérőhálózat) üzemeltetését, a nyert adatok folyamatos geotechnikai szempontú értékelését.

### Recsk II. bányatelekkel kapcsolatos feladatok

A Nitrokémia Zrt. kármentesítési, bányabezárási, tájrendezési feladataihoz közvetlenül nem kapcsolódó, de a mátrai projekt keretében végzendő feladat a jogsultságában lévő, tartós szüneteltetés alatt álló „Recsk II - nemes- és színesfémérc” védnevű bányatelekkel kapcsolatos bányavállalkozói kötelezettségek ellátása.

A recski ércelőfordulás területén a mélyszinti kutatások 1961-ben kezdődtek, 1970-től a földalatti kutatással folytatódott az ércesedés további megismerése, melynek keretében megindult a magyar bányászat történetének egyik legnagyobb léptékű munkája, az I-es akna, majd 1974-ben a II. akna mélyítésével. Az aknákat úgy mélyítették és a vágatokat úgy hajtották ki, hogy azok később termelési célokat is szolgálhassanak. A nagy, 8 m aknaátmérő egyrészt a megfelelő intenzitású szellőzést, másrészt a későbbi, várhatóan nagykapacitású szállítást volt hivatott biztosítani, a két aknát két szinten vágatokkal kötötték össze. A részletes kutatások során kihajtottak 1 456 folyóméter kutató vágatot, mintegy 7 000 folyóméter feltáró vágatot, elkészült az 1200,6 m talpmélységű I. akna és az 1195 m mély II. akna. Az állam 1981-ben fejlesztési forrás hiányában leállította a beruházást, és elrendelte az állagmegóvási munkák megkezdését. 1987-től a föld-

tani kutatás munkálatai is szünetelnek. Az állam 1990-ben elrendelte a bánya tartós szüneteltetésére való átállás megkezdését, 1998-ban a mélyművelésű bánya vízelárasztással történő tartós szüneteltetését, ezzel meghagyva az ércvagyon későbbi hasznosításának lehetőségét.

A bánya hosszabb távú szüneteltetését egyrészt a nemzetközi viszonylatban is jelentős ércelőfordulás, valamint a meglévő bányatársaságok értéke indokolja, másrészt a szüneteltetésre való átállás során alkalmazott műszaki megoldások, a bányatársaságok szakértői véleményekkel igazolt állékonysága lehetővé teszi a bányatársaság tartós, egyedi időtávlatú szüneteltetését.

A bánya tartós szüneteltetésre való átállításának munkálatai 1999-ben megkezdődtek és 2002-ben fejeződtek be, mely során a mélyszinti bánya föld alatti berendezései kiszerezésre kerültek, megszűnt a vízemelés, a szellőztetés, a föld alatti villamosenergia-ellátás, a föld alatti hírközlés, az aknaszállítás, a bánya víz alá került és lezárásra kerültek a külszínre nyíló bányatársaságok. Ezzel a bányauzem föld alatti tevékenysége befejeződött. A külszínen elbontásra kerültek az aknaszállító gépek műszaki berendezései, az aknatornyok és az ideiglenes jellegű gépházak. Ugyancsak elbontásra kerültek a felszámolásra ítélt egyéb építmények is. Tájrendezés keretében befejeződött az érces- és meddőhányók, valamint az egyéb üzemi területek fizikai és biológiai rekultivációja is, kialakításra került a meddőhányók felszíni vízelvezető rendszere, kialakításra került a környezetellenőrző hálózat, melynek üzemeltetése a hatályos engedélyek alapján jelenleg is történik.

A Recsk II. bányatelek kapcsán társaságunk a vonatkozó hatósági engedélyek és előírások alapján a külszíni rekultivált területek, az elárasztott mélyszinti aknák, a lezárt mélyfúrások és külszínre nyíló térségek, valamint a külszíni létesítmények rendszeres ellenőrzését végzi, emellett üzemelteti a vízelétesítményeket, a hidrogeológiai monitoring rendszert és a mélyszinti nemesfém- és színesfém ércesedést kutató fúrások magmintaraktárait.

A mélyszinti ércesedés hasznosítására irányuló, 1990-es évektől több körben folyó privatizációs akciók, pályázatadási kísérletek sikertelenek voltak. Az eredménytelenség feltételezhető okai feltételezhetően az ércelőfordulás nem elégséges megkutatottsága, a tartósan alacsony világpiaci fémár, illetve a Recsk II. mélyszinti ércesedés és a Recsk I. bányatelken fennálló kármentesítési-tájrendezési kötelezettség összekapcsolása lehettek.

A Nitrokémia Zrt. meggyőződése, hogy kiemelt állami érdek a Recsk II. kutatási adatok validálása, a mélyszinti ércutatási eredmények újraértékelése a rendelkezésre álló magminták és adatok alapján. A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálattal való együttműködés keretében célunk egy vizsgálati program összeállítását, melynek része az archiv kutatási adatok összefoglaló értékelése, az újvizsgálandó reprezentatív magminták kiválasztása, a kiválasztott magminták laborvizsgálata, a vizsgálati eredmények

értékelése. Az eredmények alapján előzetes kutatási program összeállítása szükséges a további kutatófúrások lemélyítésére, illetve külszíni geofizikai mérések elvégzésére a kutatási adatok pontosítása, és ezáltal az ásványvagyon mai kor tudományos-technikai színvonalának megfelelő meghatározása, végső soron a recski mélyszinti ércvagyon hasznosítása érdekében.

### Más célú hasznosítási lehetőségek a mátrai projekten

A Nitrokémia Zrt. stratégiájának része a hasznosításra alkalmas külszíni és föld alatti bányatérsegek és ezek lehetséges hasznosítási céljainak a számbavétele. A föld alatti bányatérsegek más célú hasznosítási lehetőségei sokrétűek (pl. tudományos, ismeretterjesztő, energetikai) mindazonáltal ezeket a hasznosítási opciókat elsődlegesen a bezárási koncepcióhoz való illeszthetőség, illetve a jellemzően magas beruházási és fenntartási költségek figyelembevételével szükséges vizsgálni és értékelni.

Jelenlegi is zajló más célú hasznosítás a Gyöngyösoroszi Altáró 1275 m-ben, a Károly-táró melletti egykori felolvasó teremben 2015-ben kialakított, az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont üzemeltetésében lévő Mátrai Gravitációs és Geofizikai Laboratórium. A 88 m-rel a földfelszín alatt található létesítményben a harmadik generációs gravitációshullám-detektorok föld alatti telepítésének és folyamatos működésének lehetőségét vizsgálják, szeizmikus, infrahang- és elektromágneses érzékelőkkel alacsony frekvenciás zajt mérnek.

A Gyöngyösoroszi bányabezárás során szintén alkalmazott más célú hasznosítási forma a felszínre nyíló bányatérsegek esetében a denevérbarát élőhely, egyben bányászattörténeti információs hely, mint erdei turisztikai célpont kialakítása. A Bükk Nemzeti Park közreműködésével 4 ilyen helyszín került kiépítésre (Szákacsurgó-táró, Kistölgyesi-táró, Bányabérci-táró, Ezüsbánya-táró), míg Recskben a természetvédelmi szakemberekkel történt konzultáció alapján a Régi



8. kép: Az altáró 1275 méterben kialakított Mátrai Gravitációs és Geofizikai Laboratórium

robbanóanyag raktár területét tervezzük denevérbarát módon lezárni.

További vizsgálatra érdemes hasznosítási lehetőségek az egyes föld alatti bányatérsegeknek a múzeumi keretek között működő, interaktív föld alatti bányászati bemutatóhely kialakítása és üzemeltetése, illetve a kifolyó víz hőtartalmának hasznosítása, valamint a föld alatti bányatérsegek hőenergiájának hasznosítása hőszivattyús eljárással.

A külszíni bányászati területek tekintetében állami és ipari partnerek bevonásával vizsgáljuk a meddőhányók, zagytározók síkfelületein, helyi létesítmények energiaellátást biztosító fotovoltaikus erőművek kialakításának a lehetőségeit. Szintén perspektivikus terület a bányászati tájrendezési, kármentesítési tevékenység során keletkező hulladékok, mint másodlagos nyersanyag források minőségi és mennyiségi feltérképezése és az alkalmazható hulladékhasznosítási technológiák számbavétele alapján innovatív hulladékhasznosítási eljárások kidolgozása és gyakorlatba ültetése. E körben kiemelten a bányászati hulladékként kezelt meddő, flotációs zagy, illetve technológiai vizek hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata, különös tekintettel a kinyerhető fémtartalomra, kritikus elemekre.



9. kép: Denevérbarát módon lezárt tárószájak, illetve a régi robbanóanyag raktárban telelő patkósdenevérek

# A felhagyott mátraszentimrei szulfidos ércbánya tömedékelési technológiájának a felülvizsgálata

DR. FAITLI JÓZSEF – DR. KRISTÁLY FERENC – DR. KÁNTOR TAMÁS –  
DR. LAKATOS JÁNOS – DR. SZABÓ ROLAND – DR. MUCSI GÁBOR  
Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar



*A hazai bányász társadalom előtt jól ismert az 1986-ban felhagyott mátraszentimrei szulfidos ércbánya környezeti hatása, amelynek a savas elfolyó bányavízét a mai napig kezelni kell. A felhagyott ércbánya végleges bezárásának munkálatait a Nitrokémia Zrt. végzi a Miskolci Egyetem által 2010/11-ben kidolgozott hidraulikus tömedékelési technológia alapján. A közeljövőben – a mátrai lignittüzelésű erőműben várható változások miatt – friss pernye nem lesz elérhető, ezért a tömedékelési technológia felülvizsgálata vált szükségessé. Jelen cikk a különféle korú pernyékkel és adalékanyagokkal elvégzett mechanikai, kémiai és ásványtani vizsgálatokról ad számot.*

## 1. Bevezetés, előzmények

A mátraszentimrei egykori ércbánya erőműi pernyével történő tömedékelési munkálatait a Nitrokémia Zrt. látja el. A felhagyott bánya hidraulikus tömedékelése jelenleg is zajlik a Miskolci Egyetem által 2010/11-ben javasolt technológia és tömedékanyag receptúra alapján. A közeljövőben várható, hogy a technológiai utasításban szereplő előírás – nevezetesen, hogy a csőkifolyástól számított maximum 7 napon belül kell a mátrai erőmű zagyteréről a lignittüzelésből származó pernyét kitermelni – nem lesz teljesíthető, mert az MVM Mátra Energia Zrt. erőművének a tüzelőanyaga várhatóan megváltozik. Korábban deponált pernye hosszabb távon is elérhető lesz, ezért az az alapkérdés, hogy idősebb, azaz már passzíválódott pernyével a tömedékelés elvégezhető-e, amely kielégíti a szilárdsági és hidrogeológiai követelményeket. További megfontolások tehetők újabb anyagok vagy adalékanyagok tekintetében is.

## 2. Szakirodalmi összefoglaló

A felhagyott bányauregek végső bezárása jelentős műszaki kihívás elé állítja a szakma képviselőit a világon mindenütt. Általánosan elterjedt a hidraulikus tömedékelési technológia, amikor a tömedékanyagot csővezetéken zagy vagy szuszpenzió formájában juttatják a bányauregbe (Sivakugan és szerzőtársai, 2006; Wang és szerzőtársai, 2009). A mátraszentimrei bánya hidraulikus tömedékelési technológiájának a kidolgozásáról a Bányászati Lapokban megjelent egy összefoglaló cikk 2012-ben (Faitli és szerzőtársai, 2012a). A megoldás az volt, hogy a nyitott bányauregeket olyan pernye alapú zaggal töltsük ki, amely a

leülepedést és szilárdulást követően öntartó, vagy gáttal megtartható, és amelynek a vízáteresztési (szivárgási tényező) jellemzői hasonlóak a környező közetekhez. Amennyiben a tömedékanyag kizárja a levegőt a pirit tartalmú közetektől, az ARD (Acid Rock Drainage) folyamat nagymértékben lecsökken. Ez a feladat nagyon összetett, több tudományterület együttműködése volt szükséges a megoldáshoz.

Az azóta megvalósított technológia a következő fő megállapításokon alapult:

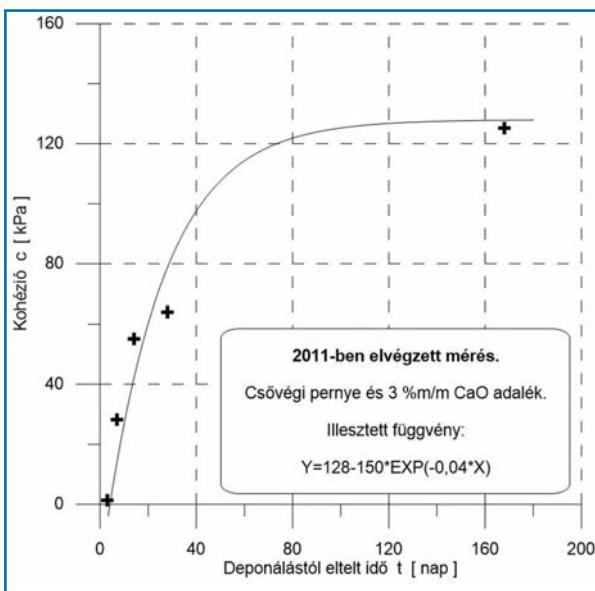
- ❑ A tömedékelés javasolt visontai pernye koncentrációja 35%V/V. E koncentráció felett az üregekben való „szétfolyást” gátolhatja a nagyobb nyugalmi határfeszültség, bár a csőszállítás nagyobb koncentrációban is biztonságosan kivitelezhető.
- ❑ Különösen fontos a pontos bekeverési koncentráció beállítása.
- ❑ A bekeverésnél forgólapátos segéd keverőszivattyút kell alkalmazni, amely „meggolgozza” az anyagot.
- ❑ Különösen fontos a drénező rendszer, vagy rendszerek kiépítése.
- ❑ A csőkifolyástól számított maximum 7 napon belül történjen meg a pernye kitermelése, elszállítása és betömedékelése.
- ❑ Javasolt a pernye száraz tömegéhez viszonyított 3% m/m por formájú égetett mész (CaO) adagolása.

A 2011-es műszaki szakértői jelentésben (Bóhm és szerzőtársai, 2011) található adatokat újraközöljük a 2.1. táblázatban. A csővégi pernye és 3, ill. 5% m/m CaO adalékanyagú tömedékek szilárdsági jellemzői a bekeverés után eltelt napok számának a függvényében.

**2.1. táblázat.** 2011-es mérési adatok (Böhm és szerzőtársai, 2011).

Zagyterí pernye (7 napos)	CaO 3%		CaO 5%	
	c (kPa) kohézió	$\Phi$ (fok) belső súrlódási szög	c (kPa) kohézió	$\Phi$ (fok) belső súrlódási szög
<b>3 nap</b>	1,3	37	7,5	22
<b>7 nap</b>	28	15	27	13
<b>14 nap</b>	55	21	(20)	28
<b>28 nap</b>	64	21	70	32
<b>168 nap</b>	125	28	-	-

A 2.1. ábra mutatja a csövégi pernye – 3% m/m CaO tömedék kohézióját az idő függvényében a 2.1. táblázat 2011-ben mért adatai alapján. Szerzők megállapították, hogy a 28 napos érettségi korban elért 64 kPa tömedék kohézió megfelelő.



**2.1. ábra.** A csövégi pernye – 3% m/m CaO tömedék kohéziója az idő függvényében

### 3. Anyagok és módszerek

#### 3.1. A vizsgálatokhoz szükséges anyagok mintavételezése

A különféle korú pernyék mintavételezését – magfűrési technikával – Visontán, az MVM Mátra Energia Zrt. zagyterén végeztük el. Az A1 jelű zagyterén egy 15 m mély fűrással 2-4 éves korú, míg az A2/I zagy-



**3.1.1. ábra.** Pernye mintavételezése magfűrással az A1 zagykazettán

terén egy 10 m mély fűrással 0-1 éves korú pernye mintákat vettünk. A 3.1.1. ábra mutatja a fűrőberendezést munka közben az A1 zagyterén. A háttérben látható az erőmű kéménye.

A kísérletekhez szükséges karbidmész mintákat Dunaföldváron, a Messer Hungarogáz Kft. telephelyén vettük. A bányavíz és a jelenleg is használt égetett mész mintavételezése a mátraszentimrei bányában történt. A mintavételezésekre 2021. április–május folyamán került sor.

A mechanikai vizsgálatokhoz (nyírási vizsgálat, szivárgási tényező mérése, ülepedési vizsgálatok üleptítő hengerben, reológiai vizsgálatok) pernye – mész – bányavíz keverékeket készítettünk. A bekeverést igazítottuk a tömedékelés jelenlegi technológiájához, amelyben az érkező pernye és mész anyagot bányavízzel keverik be, a pernyét és a meszet nem szárítják, azaz a szilárd-víz koncentráció beállítása érdekében figyelembe kell venni a szemcsés anyagok saját nedvességtartalmát. Jelen kutatómunka keretében ezért kidolgoztunk egy jelölésrendszert, amelyet konzisztens módon alkalmaztunk. A jelölésrendszert egy példán mutatjuk be. A **P2EKM3C35** jelölés a következő rövidítést jelenti: pernye – két éves – karbid mész – 3 tömegszázalék – 35 térfogatszázalék zagy koncentráció. A jelölésből látható, hogy elsőként a pernye típusát jelöljük, amelyből ötféle korú pernye (30 napos, fél éves, egy éves, két éves és négy éves) képezte a vizsgálatok tárgyát. A második blokk a mész típusát jelöli. A vizsgálatokhoz adalékanyagként égetett meszet (CaO) és ún. „gyurma állapotú” karbidmeszet (KM) használtunk. A mész adagolási mennyiségét a pernye száraz tömegéhez képest tömeghányadként adjuk meg, például 3% m/m esetben a pernye száraz tömegét kell 0,03-al megszorozni, így kapjuk meg a száraz mész tömegét. Az utolsó blokk (C35) pedig az elkészített keverék térfogati koncentrációjára utal. A tömedékelés jelenlegi technológiája szerint nagyon fontos a tömedékelő zagy szilárd-folyadék koncentrációjának a beállítása. Ezt térfogati koncentráció értékben adjuk meg (szilárd rész térfogata/zagy térfogata). A tömedékelő zagyban a pernye és mész száraz részei adják együttesen a szilárd részt. A folyadék rész három komponensből származhat: a pernye saját nedvességéből, az adalékanyag saját nedvességéből és a hozzáadott bányavízből.

#### 3.2. Módszerek

Az összes nedvességtartalmat 105°C-on, tömegállandóságig történő szárítással mértük meg. A szemcsés anyagok szemcsesűrűségét laboratóriumi piknométerekkel határoztuk meg, denaturált alkohol nedvesítő közegben. A szemcsés anyagok valódi sűrűségét nem mértük, mert a bekeverési mennyiségeknél és a hidraulikus szállításnál a piknométerrel mért szemcsesűrűségből kiindulva lehet a keverékek koncentrációját beállítani. A szemcsesűrűség függ a nedvesítő kö-

zegtől, azaz attól, hogy a nedvesítő közeg mennyire képes a nyitott pórusokba behatolni. A szemcsés anyagok empirikus szemcseméret-eloszlását laboratóriumi 200 mm-es szitasorral, nedves szítalással mértük meg. A különféle receptúrák szerint összekevert tömedékanyagok vizsgálatát a kb. 10 évvel ezelőtt kidolgozott módszertan szerint végeztük el (Bóhm és szerzőtársai, 2011; Faitli és szerzőtársai, 2010, 2012a). A keverékek előállítását a komponensek pontos mennyiségeinek a kimérése után habarcsmixelben történt, 1 percig tartó keveréssel (bolygómozgás sebessége 60 fordulat/perc, habarcskeverő sebessége 140 fordulat/perc). A keverékeket ezután az alján drénell ellátott 100 mm átmérőjű műanyag hengerekbe töltöttük, majd mesterségesen öregítettük azokat, adott időközönként bányavízzel való locsolással. Adott idő eltelté után a próbatesteket kiszalutuk és elvégeztük a szükséges vizsgálatokat. A 3.2.1 ábrán a KM (karbidmész) adaléktartalmú mintatestek láthatók 28 napos korban.



3.2.1. ábra. KM adaléktartalmú mintatestek 28 napos korban

A megszilárdult próbatestek folyási görbéjét, azaz a kohéziót és a belső súrlódási szöget direkt nyírbereendezéssel (KERN) a szivárgási tényezőt pedig triaxiális mérőcellával (WILLE) határoztuk meg. Az ülepedési vizsgálatokat 1 literes szabványos ülepető hengerekben végeztük. A kiértékeléshez Faitli (2020), – az ülepedési magasság-idő pontokra illesztett spline függvény kétszeres deriválásán alapuló – számítógépes kiértékelő programját alkalmaztuk. A különféle receptúrájú tömedékanyagok folyási viselkedését Anton-Paar Physica MCR51 rotációs reométerben mértük meg.

A kémiai vizsgálatok három különböző mintatípuson történtek: bányavíz, eróművi pernyék, égetett, ill. karbidmész. A bányavíz esetében a pH-t potenciometrián, a savtartalmat potenciometriás titrálással határoztuk meg.

A vízminta fontosabb kationjainak a meghatározása ICP-OES módszerrel történt. A víz szulfát tartalmát az elemanalízis kénre kapott adatából számítottuk. Az oldott sótartalmat a bepárlási maradékkal jellemeztük, ami megegyezett a mg/l-ben számolt kation és anion összeg értékével. A pernye minták elemösszetételét a kiizzított pernye minták HCl-HF hideg feltárás utáni oldatainak ICP-OES elemzésével határoztuk meg. Egy esetben elvégeztük az elemzést csak szárított, nem kiizzított minta esetében is (ez esetben nem lehet teljes oldást elérni a karbon oldatlanul visszamarad). A csak szárított mintánál az illó jelenléte miatt kb. 6%-al kisebb koncentráció értékeket vártunk. A mért különbség 10%, amit elfogadhatónak tekintünk. A mész mintákat a pernye mintákhoz hasonlóan oldottuk és elemeztük. A mész minták savsemlegesítő képességét a minta adott részletének fölös sósavban történő oldását követő maradék sav visszatitálásával határoztuk meg.

Az ásványtani vizsgálatok keretében az XRD méréseket Bruker D8 Advance készüléken végeztük, Cu-K $\alpha$  sugárforrással (40 kV, 40 mA generátor beállítással). A készülék Göbel tükörrel előállított párhuzamos nyaláb geometriában üzemelt, szimmetrikus 2,5°-os axiális Soller résekkel. A rögzítést Vantec-1 helyzetérzékelő detektorral (PSD) végezte, 1°-os detektor ablaknyílással. A mérések a 2-70° (2 $\theta$ ) szög tartományban, 0,007° (2 $\theta$ )/24 sec rögzítési közökkel készültek. A porpreparátumot felülről betöltött Si egykristály alacsony háttérű mintatartókba készítettük. A felvételek kiértékeléséhez, az alkotókat Search/Match kereséssel azonosítottuk, az ICDD PDF2 (2005) adatbázisból, a Bruker DiffraPlus EVA szoftverében. A mennyiségi eredményeket a Bruker TOPAS4 szoftverében számoltuk, Rietveld illesztést alkalmazva, SRM640a Si standardon meghatározott műszerprofil alapján, az ICSD és AMCSD adatbázisokból vett kristályszerkezeti adatok alkalmazásával. Az amorf anyag mennyiségét az „amorf púp” módszerével határoztuk meg.

A „scanning” mikroszkópos ásványtani vizsgálatok esetén a pernyéket kétkomponensű Araldit 2020 műgyantába ágyaztuk, majd a megszilárdult mintát papíron történt száraz csiszolás után gyémántpaszta alkoholos szuszpenziójával políroztuk. A SEM+EDS vizsgálatot grafit vezetőréteg felvitele után Jeol JXA 8600 Superprobe elektronmikroszkóppal végeztük (W-katód, 20 kV gyorsítófeszültség, 20 nA mintáram). Az EDS méréseket RemiX Si-drift detektorral 60 másodperces gyűjtési idővel végeztük.

#### 4.1.1. táblázat. A szemcsés nyersanyagok szemcsesűrűsége és összes nedvesítőtartalma

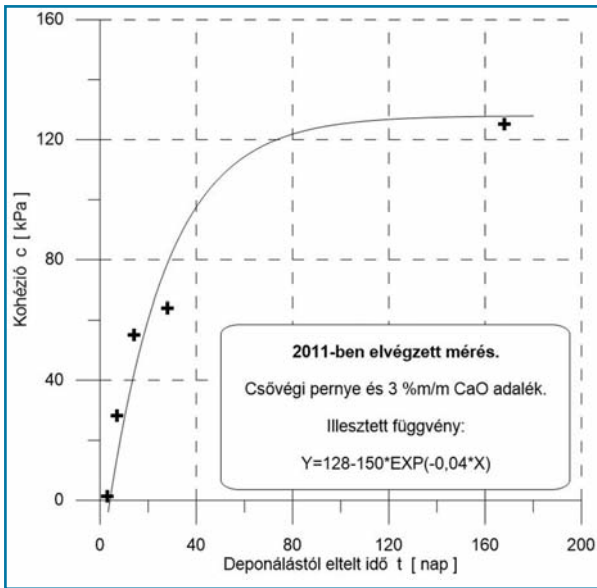
	P30N	P05É	P1É	P2É	P4É	ÉM	KM
Összes nedvesítőtartalom [% m/m]	38,5	46,5	45,6	35,0	33,7	0,0	57,8
Szemcsesűrűség [g/cm <sup>3</sup> ]	2,033	2,102	2,106	2,121	2,109	3,133	2,218

#### 4. Eredmények és kiértékelés

##### 4.1. A tömedékeléshez alkalmazható nyersanyagok fizikai anyagjellemzői

A kísérletekhez alkalmazott szemcsés anyagok szemcsesü-





4.1.1. ábra. A különféle korú pernyék mért és illesztett empirikus szemcseméret-eloszlás függvényei

rúségét és összes nedvességtartalmát mutatja a 4.1.1 táblázat. Minden egyes mérést legalább háromszor megismételtünk, a táblázat az átlagokat mutatja.

4.1.2. táblázat. A különféle korú pernyék nevezetes szemcseméretei

Pernye	X <sub>20</sub> [μm]	X <sub>50</sub> [μm]	X <sub>80</sub> [μm]	m [-]	R <sup>2</sup> [-]
P30N	23	90	250	0,83	0,998
P05E	14	57	180	0,74	0,999
P1E	23	95	280	0,79	0,996
P2E	18	79	240	0,77	0,999
P4E	37	142	390	0,84	0,996

A pernyeminták mért szemcseméret-eloszlás függ-

4.2.1. táblázat. Összefoglaló táblázat a nyíróvizsgálatok és szivárgási tényező mérések eredményeiből

Minta jele kor: 38-43 nap	Belső sűrű- lódási szög φ [°]	Kohézió c [kPa]	Szivárgási tényező k [m/s]	Természetes víztartalom w [%]	Porozitás (ρ <sub>s</sub> =2,1 g/cm <sup>3</sup> ) n [-]
P30NcaO3C35	28,4	89,8	1,63E-07	72,66	0,60
P05EcaO3C35	23,8	98,1	1,56E-07	77,69	0,62
P1EcaO3C35	25,6	73,5	7,86E-08	69,08	0,60
P2EcaO3C35	28,4	112,8	1,74E-07	58,7	0,59
P4EcaO3C35	26,1	100,0	1,88E-07	54,56	0,59
P30NKM3C35	25,2	59,0	4,00E-07	61,77	0,60
P05EKM3C35	32,6	51,9	1,99E-07	75,47	0,60
P1EKM3C35	29,7	43,9	3,78E-07	61,34	0,60
P2EKM3C35	23,8	49,0	2,58E-07	62,81	0,61
P4EKM3C35	24,2	46,2	9,62E-07	48,18	0,59
P30NKM5C35	33,8	79,3	3,86E-07	64,28	0,59
P05EKM5C35	27,9	57,2	1,43E-07	78,6	0,62
P1EKM5C35	28,8	81,8	1,09E-07	67,83	0,59
P2EKM5C35	31,8	65,1	1,38E-07	71,45	0,60
P4EKM5C35	27,5	79,1	4,94E-07	71,03	0,59

vényeit a 4.1.1. ábra, a nevezetes szemcsejellemzőket pedig a 4.1.2 táblázat mutatja. Az ábrán az empirikus eloszlásfüggvények pontjaira a jól ismert Rosin-Rammler függvényt illesztettük.

A fizikai jellemzők tekintetében nem állapítható meg egyértelmű trend a pernye korával összefüggésben. A fűrésszel vett pernyeminták nedvességtartalma jelentős, és elsősorban a zagytéren elfoglalt helytől függ, hogy ott milyenek a drénezési viszonyok. Amint az várható, az égetett mész gyakorlatilag száraz. Azzal szemben a szemmel száraznak tűnő, ún. gyurma állapotú karbidmész (KM) még igen jelentős víztartalommal rendelkezik. A pernyék szemcsesűrűsége eléggé állandó, a mért értékek jól egyeznek a korábban vizsgált pernyékkel. Az égetett mész nagyobb szemcsesűrűségű, mint a karbidmész. A szemcseméret összetétel tekintetében talán egy picit a 4 éves pernye (P4E) durvább szemcsészerű, mint a többi. Ez utalhat arra, hogy más típusú volt a tüzelőanyag abban az időszakban. A Rosin-Rammler függvény nagyon jól simul a mért pontokra a 0-0,85 Fn(X) tartományon. A függvény illeszkedését jellemző R<sup>2</sup> érték minden esetben nagyobb, mint 0,995.

#### 4.2. Különböző receptúrájú tömedékanyagok szilárd-sági, ülepedési, szivárgási és folyási jellemzői

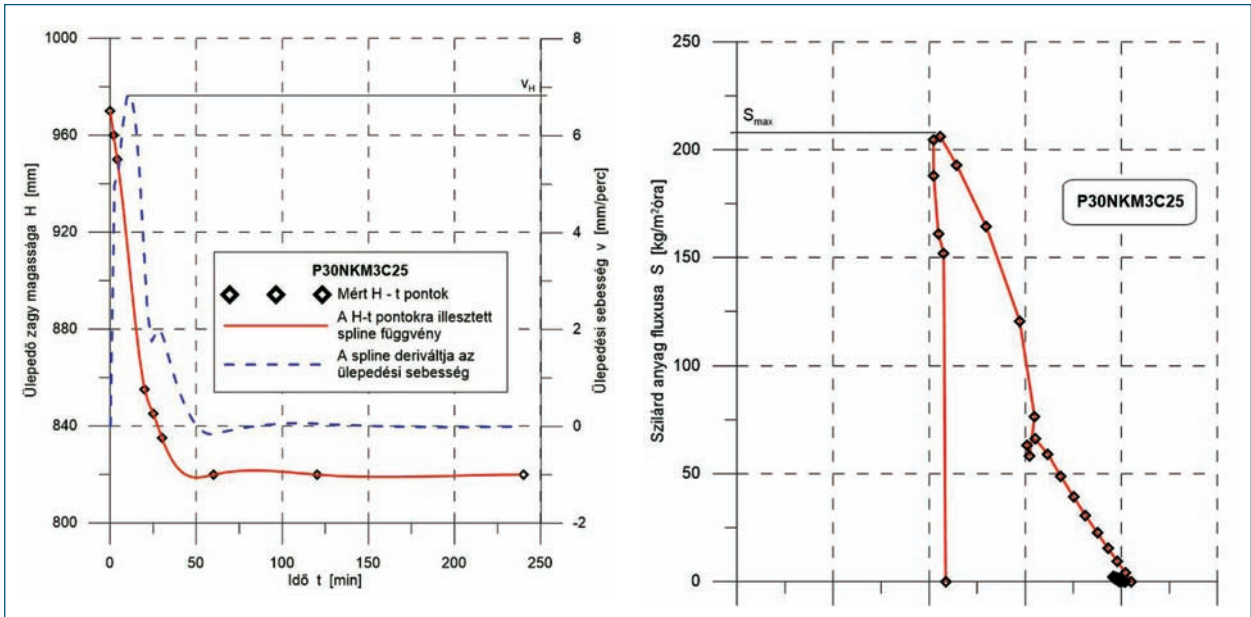
A vizsgálatok során több széria mesterségesen öregített tömedékanyag próbatestet készítettünk. A mérések közül a 38-43 nap érettségi korú próbatestek szilárdsági és szivárgási tényező értékeit mutatja a 4.2.1 táblázat.

A vizsgálatok során 40 különböző receptúrájú keveréket ülepítettünk ülepítő hengerben. Példaként a P30NKM3C25 keverék ülepedési görbéit mutatja a 4.2.1 ábra.

Elsőként a mért zagymagasság – idő pontokat ábrázoltuk, amelyre spline függvényt illesztettünk. Látható, hogy a mérési pontok nem tökéletesek, mert

a spline kicsit lehajlik a legmélyebb ponton.

A H-t spline derivált görbéje a sebesség görbe (szaggatott vonal), amelynek a maximális értéke az ún. hátráltatott ülepedési sebesség. A koncentráció egyik megadási módja, az ún. sűrítés, amelynek a függvényében ábrázoltuk a szilárd anyag fluxusát, vagyis az ülepítő adott keresztmetszetén adott idő alatt áthaladó szilárd anyag mennyiségét. Leolvasható a fluxus maximuma. Ezen kívül a



4.2.1. ábra. A P30NKM3C25 keverék üledési görbéi

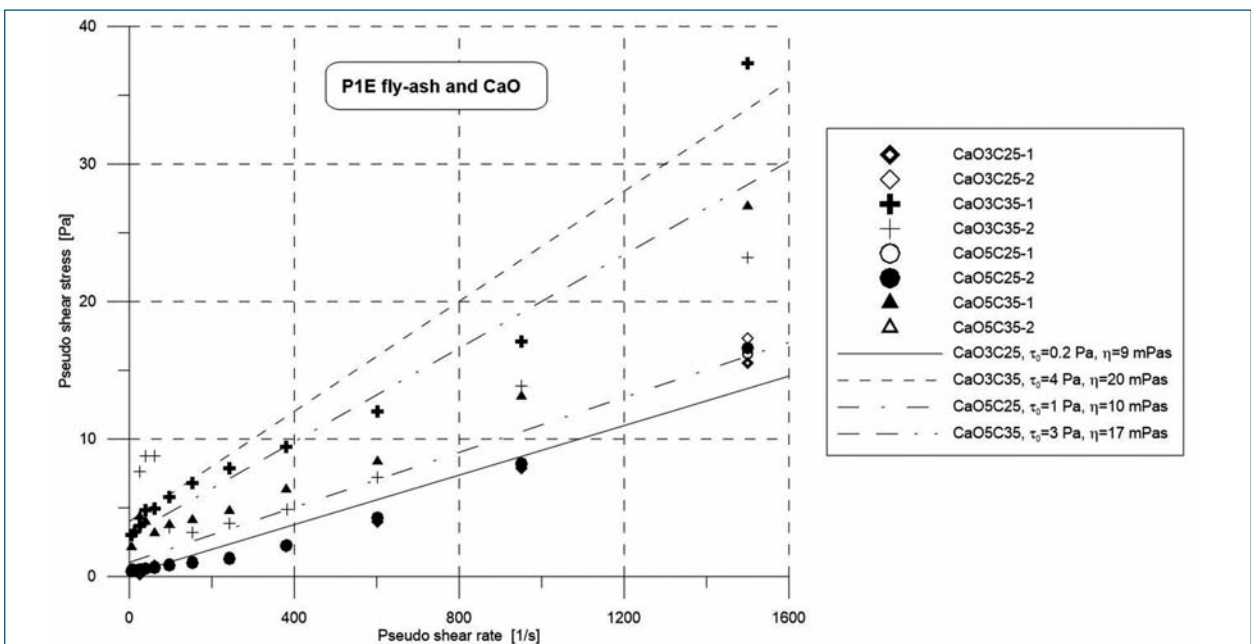
7. nap eltelte után az ülepítőhenger alján kialakult maximális koncentrációt és egy acélkúp besüllyedése által mérve az üledékszilárdságot határoztuk meg. A részletes eredményeket terjedelmi okokból nem közöljük. A kiindulási koncentrációnak nagy szerepe van az üledési sebességre és az elért végső koncentrációra és üledékszilárdságra. Megállapítható, hogy üledési szempontból is kedvező a 35% V/V koncentráció alkalmazása, továbbá az, hogy a karbidmész azonos mennyisége esetén kisebb az üledékszilárdság. A kétféle mész és az ötféle pernye között üledési sebesség tekintetében nincs jellemző különbség.

A vizsgálatok során ugyanazt a 40 különféle receptúrájú keveréket vizsgáltuk meg rotációs reométerben. A 4.2.2 ábra az 1 éves pernye és CaO adalékanyagú keverékek folyási viselkedését mutatja.

Terjedelmi okokból nem részletezzük az eredményeket, azonban megállapítható, hogy az eredmények jó összhangban vannak a tíz évvel ezelőtti mérésekkel. A vizsgált szuszpenziók mindegyike Bingham plasztikus folyási viselkedésű. A 25% V/V koncentrációjú tömédékananyagok nyugalmi határfeszültsége a 0,2...2 Pa, a plasztikus viszkozitása a 8...15 mPas, míg a 35% V/V koncentrációjú tömédékananyagok nyugalmi határfeszültsége a 3...20 Pa, és a plasztikus viszkozitása a 17...80 mPas tartományra esik. A kétféle mész és az ötféle korú pernye hatása között nem mutatható ki tendenciózus különbség.

#### 4.3. A különféle korú pernyék és a bányavíz kémiai jellemzői

A bányavíz pH-ja 1,85. Ha a pH-t teljesen disszo-



4.2.2. ábra. Az 1 éves pernye és CaO adalékanyagú keverékek folyási viselkedése

**4.3.1. táblázat:** A bányavíz mintavételkori, ill. kb 1 hónapos állás utáni oldott sótartalom

Ionkoncentrációk	Bányavíz mintavételkori állapotában [mg/l]	Bányavíz üledékmentes kb. 1 hónapos állás [mg/l]
C(össz. kation)	1434	1090
C(össz. anion))	3507	3490
Össz. sótartalom	4941	4580

**4.3.2. táblázat:** A különböző korú pernye minták elemösszetétele: főkomponens elemek

Minta jele	c mg/g izzított minta						
	Si	Al	Ca	Mg	Fe	Na	K
P1E	241	82	56	13	58	2.8	7.5
P2E	233	72	74	12	53	2.6	6.6
P4E	274	77	50	13	62	2.6	5.9
P05E	258	74	65	13	56	2.0	5.8
P30N	284	72	74	12	63	2.0	5.4

**4.4.1. táblázat:** A minták Rietveld illesztéssel számolt mennyiségi összetétele, tömegszázalékban megadva, hiba +/- 5 relatív százalék.

Fázis neve/pernye	P1E	P2E	P4E	P05E	P30N
Albit	2,3	3,0	3,2	1,0	1,5
Anhidrit	0,4	1,4	0,5	1,2	0,4
Basszanit	9,2	20,1	7,6	16,5	18,2
Bytownit An85	8,4	6,8	6,8	8,8	7,6
Kalcit	2,4	2,5	2,8	3,2	2,6
Cristobalit			1,0	1,0	1,0
Gehlenit	2,6	1,5	1,9	2,4	2,0
Gipsz		1,5	0,6		
Hematit	3,6	3,0	3,8	3,5	3,8
Muszkovit 2M1	2,3	1,8	1,6	0,7	2,0
Kvarc	11,9	7,2	11,7	8,4	8,0
Szillimanit	1,2	1,2	2,5	1,2	1,3
amorf	55,7	50	55,9	52	51,6

ciáló erős sav alakítja a  $c(\text{sav})=10^{-\text{pH}}$ , így a bányavíz egyértékű erős sav tartalma  $c(\text{sav})=10^{-1,85}=0,014$  mol/l. Mivel a szulfidos érceket tartalmazó bánya vízének pH-ját a szulfidok oxidációjából származó kénessav és kénsav együtt alakíthatja ki a tényleges savtartalom a pH alapján nem számolható, csak titrálással határozható meg. A titrálási görbe alapján számítható egyértékű savtartalom  $c(\text{sav})$ : 0,062 mol/l. A bányavíz nem stabil. Állás közben vaskiválás tapasztalható. A bányavíz elemösszetétel adatait elemezve megállapítható, hogy a bányavízben vas és cink van jelen jelentős mennyiségben, nyilván ezek a szulfidos ércek oxidációja után kerülnek a vízbe a keletkezett szulfidok, szulfátok oldódása miatt. A kém meghatározás adatából számolt szulfát tartalom 3,5 g/l, ami a gipsz oldódási egyensúlyán keresztül szabályozhatja az oldott kalcium szintet. A mg/l-ben képzett kation és anion összeg jól egyezik a bepárlási maradék által mérhető oldott sótartalommal. A bányavíz kation és anion tartalmára a 4.3.1 táblázat ad információt. A

táblázat a vízinstabilitásból eredő oldott sótartalom változásról is informál.

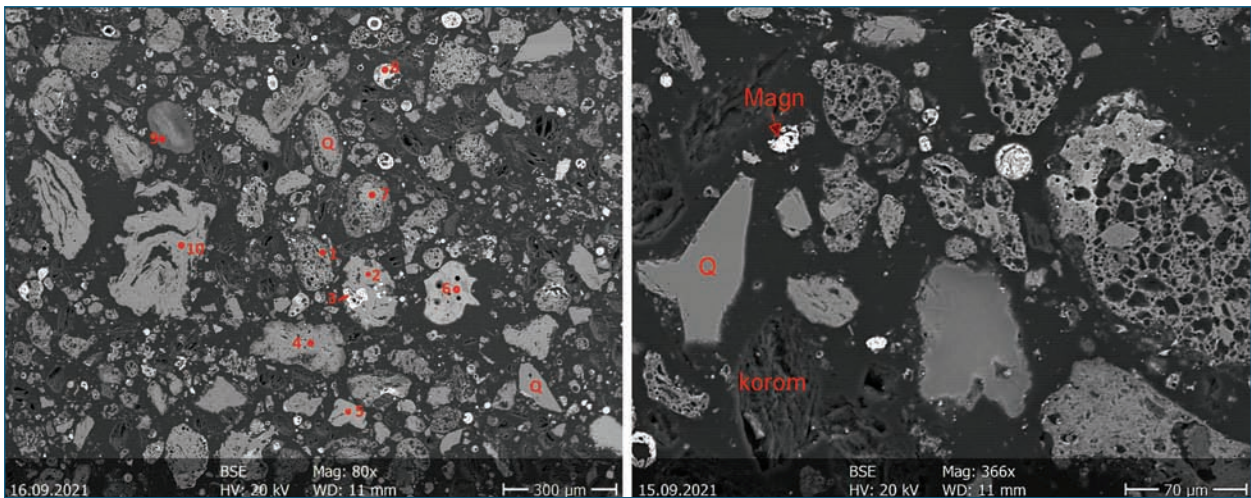
A pernyeminták HF-os feltárás után kapott oldatainak elemvizsgálatakor a főkomponens elemekre kapott értékeket a 4.3.2 táblázatban adtuk meg. Az adatok nem mutatnak jellemző különbséget a különböző korú pernyeminták főkomponens elemeinek koncentrációjában.

A méz minták relatíve tiszták 5% m/m alatt tartalmazznak a CaO-tól ill. a kalcium vegyületeitől (CaCO<sub>3</sub>) eltérő komponenseket. Ha a méz tiszta CaO, akkor 35,7 mM/g az egyértékű savra számolt semlegesítő képessége. A meszek tömegegységre vonatkoztatott savsemlegesítő képessége kisebb, mint az elméleti érték. Az égetett méz (CaO) ill. a karbid méz (KM) esetében a savsemlegesítő képesség: 31,5 ill. 31,1 mM/g. Ez az eltérés az elméleti értéktől részben a szennyezők jelenlétével, valamint a karbonátosodással magyarázható. A CaCO<sub>3</sub> savsemlegesítő képessége: 20 mM/g.

#### 4.4. A különféle korú pernyék ásványtani jellemzése

A vizsgált anyagok összetétele több mint fele tömegarányban amorf állapotú szilárd fázis (4.4.1 táblázat).

Ebben az amorf frakcióban úgy a Rietveld illesztés, mint a SEM+EDS vizsgálatok alapján két eltérő anyag típus található. Az első egy uralkodóan szervesetlen nem kristályos karbon összetételű, koromszerű anyag, amelyhez szilikátos és egyéb összetevők is társulnak (lásd SEM+EDS vizsgálatok). A második egy meszes szilikátüvegre jellemző, de az amorf Fe-oxidokat sem lehet kizárni. A két amorf anyag típus mennyiségét ezzel a vizsgálati módszerrel nem lehet pontosan meghatározni, csak az összes tömegarányukat a kristályos frakcióhoz képest. A következő fontos és viszonylag állandó alkotó a kvarc, amely reziduális, a SEM+EDS vizsgálatok alapján szilánkos mikroszemcséi nem az égetésnél keletkeztek, hanem korábbi törmelékes anyagot képviselnek. A basszanit néhol jelentősebb mennyiségben van jelen, mint a kvarc, bár sem jelenléte, sem mennyisége nem mondható állandónak, vagy tendenciózusnak. Ez a kristályos fázis ipari ásványként a gipsz parciális dehidratációjával állítható elő alacsony hőmérsékleten. Itt viszont a nagy hőmérsékletű fázisok, mint a bytownit, gehlenit, szillimanit és cristobalit jelenléte miatt valószínűleg nem a pernye eredeti összetevője. A pernyétől eltérő származását támasztja alá a SEM+EDS megfigyelés is, misze-



4.4.1. Ábra. Jellemző SEM+EDS felvételek.

rint a Ca-szulfát összetételű anyag a korom granulákhhoz, magas C tartalmú szivacsos részecskékhez kapcsolódik. Az anhidrit a lignit gipsztartalmából, vagy a Fe-szulfidokból kipörkölt S-gáz Ca-karbonáttal való reakciójából is származhat. A gipsz a basszanit rehidratációjának terméke lehet. Az albit, és muszkovit ugyanúgy égetés előtti reziduális fázis, mint a kvarc. A bytownit viszont, mint bázikus plagioklász, magas – 1000°C-ot – meghaladó Ca-aluminoszilikát fázisoknak a reakcióterméke. A gehlenit Ca- és Mg-karbonátok és dehidratált agyagásványok reakcióterméke, 750 és 800°C között. A szillimanit 900°C körül kristályosodhat illitből. A hematit jelenléte szokatlan, mivel az égéstermékekből származó pernye redukcióigényes anyag, így wüstit és/vagy magnetit szokta jellemezni. Valószínűleg a redukált Fe-oxidok környezeti oxidációjának a termékeként jelenik meg. Ugyancsak így képződhetett a kalcit, amely beszivárgó vizek CO<sub>2</sub>-jának és az oxidált amorf anyag Ca-jának a reakciójából is képződhet, de az égés során visszamaradt CaO-szemcsék hidratációja és karbonátosodása is létrehozhatja.

A 4.4.1 ábrán látható mikroszkópi képeken megfigyelhető, hogy a nagy kvarc szemcsék pereme általában éles, csak kismértékben jelentkezik az olvadás általi korrózió és üvegfázis képződése. Ezzel szemben

a kisebb, néhány tíz µm-s szemcséket gyakran beágyazza a szivacsos nagy porózus üvegfázis. A legtöbb pernyeszemcse porózus, szivacsos, a magas Fe-tartalmú szferulák a legkisebb mérettartományba esnek, néhány kivétellel. Ezek a fehér szferulák a BSE képeken, arányuk alacsony, mérettartományukra általánosan a 10-50 µm jellemző. Néhány alakzat horzsakőszerűen üreges (farostra emlékeztető), ezek agyagásvány-dús rögök lágyulási termékei, a nagyobb gömbölyded szemcsékben gázbuborékok nyomai jellemzőek. A Na megjelenése alig észlelhető, csak a földpát klaszterekben jellemző magasabb mennyiségben, egyébként százalék alatti, körüli a mennyisége, ami a pernyét eredményező ásványi anyag alacsony Na-tartalmára utal. A S-tartalom jellemzően a Ca-tartalommal együtt ugrik meg, és ez főleg a C-dús korom szemcsék/aggregátumokra jellemző. A sötétszürke rostosnak tűnő szemcsék hamu aggregátumok, Ca-szulfát tartalommal, ezek a P2E mintában a leggyakoribbak, ami egybevág az XRD alapján a legnagyobb basszanit tartalommal. A 4.4.1 ábrán jellemző szemcsetípusokat, eloszlásokat mutatunk be, a 4.4.2 táblázatban pedig néhány jellemző kémiai összetétel oxidos formáját szemléltetjük.

## 5. Konklúzió

4.4.2. táblázat A 4.4.1 ábra mérési pontjainak oxidos tömegszázalékban megadott összetétele, hiba +/- 0,5 relatív százalék

	1	2	4	5	6	7	8	9	10
Na <sub>2</sub> O	0,9	0,6	0,4	5,0	2,1	0,7			
MgO	2,5	2,7	3,1		5,9	2,8	5,3	25,4	2,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,9	32,1	28,1	34,0	24,5	23,1	20,6	16,9	23,8
SiO <sub>2</sub>	58,6	60,7	62,2	51,8	54,4	67,6	50,6		68,5
SO <sub>2</sub>								0,9	
Cl								0,7	
K <sub>2</sub> O	2,0	0,6	2,2	0,1	2,8	2,8	0,8	1,3	1,3
CaO	1,0	1,2	1,6	9,0	8,5	0,8	13,1	5,7	1,1
TiO <sub>2</sub>	0,2	0,4	0,2		0,4		0,3	0,1	0,2
FeO	2,1	1,8	2,2	0,2	1,5	2,3	9,4		2,4

A 2010/11-ben elvégzett vizsgálatok alapján kidolgozott technológiai utasításban szerepel az, hogy az erőmű zagyterén a csökifolyástól számított lehetőleg 7 napon belül a pernye kerüljön elszállításra és betömédékelésre. Ez a lehetőség a közeljövőben meg fog szűnni, ezért meg kellett vizsgálni, hogy már korábban lerakott pernye alkalmas lehet-e a tömedé-

kelésre. A 2.1 ábra mutatja a 2011-ben mért csövégi pernye – 3% m/m CaO tömedék kohézióját az idő függvényében. Ezek az értékek szolgálták annak idején a döntés meghozatalára. A 4.2.1 táblázat mutatja a most mért üledékszilárdsági értékeket. Megállapítható, hogy a vizsgált különféle korú (30 nap – 4 év idős) pernyékből azonos módon készített és bányavízrel öregített minták kohéziója (73-112 kPa), egyrészt egymáshoz képest nagyon hasonló, másrészt nagyon jól illeszkedik a 2011-es eredményekhez. Ebből az az előzetes következtetés vonható le, hogy a drénezett üledék szilárdságát az égetett mészalékanyag növeli meg, és nem játszik fontos szerepet az, hogy a pernye esetleg már passzíválódott. Továbbá az eddig alkalmazott 3% m/m CaO koncentráció elegendő. Ez még csak egy vizsgálatos és a vizsgálati módszer hibamargóján kívül szólnak az eredmények, ezért további vizsgálatok szükségesek, amelyet a kutatómunka második szakaszában folytatunk. Érdekes pl., hogy a 2 és 4 éves pernye tömedék kicsit nagyobb kohéziójú. További fontos következtetés, hogy a „gyurma” állapotú karbidmész is alkalmasnak tűnik kb. 6% m/m koncentrációban. Amennyiben ez gazdaságilag versenyképes lehet, ezt tovább kell még vizsgálni.

A pernye korával és kémiai és ásványos jellemzőivel kapcsolatban megállapítható, hogy az ötféle korú pernye elemi- és oxidos összetétele tekintetében nincs jellemző különbség. Ugyanez mondható el a fizikai tulajdonságok tekintetében is. Ezzel szemben az ásványos összetétel tekintetében már kimutathatók különbségek.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. Sivakugan N. Rankine R.M., Rankine K.J., Rankine K.S.: Geotechnical considerations in mine backfilling in Australia. JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION 14, pp. 1168-1175. 2006.
2. Wang X., Zhao B., Zhang C., Zhang Q.: Paste-like self-flowing transportation backfilling technology based on coal gangue. MINING SCIENCE AND TECHNOLOGY 19, pp. 0137-0143. 2009.
3. Böhm J., Benke L., Tarján I., Faitli J., Böhm Jné., Gombkötő I.: Mátraszentimre térségében lévő fejtési üregek, nyitott bányatérsegek tömedékelésének előkészítése. Műszaki szakértői tanulmány. Miskolc, 2004.
4. Böhm J., Kovács B., Mucsi G., Gombkötő I., Faitli J., Kántor T., Zákányi B.: Deponált eröműi pernye – mész keverék tömedék anyag hosszútávú viselkedésének vizsgálata. Műszaki szakértői tanulmány. Miskolc, 2011.
5. Faitli J., Csöke B., Mucsi G., Gombkötő I., Veres A., Kovács B., Kántor T., Zákányi B.: Eröműi pernye zagy és más adalékanyagok eljárás technikai vizsgálata mélyművelésű bánya tömedékelése céljából. Műszaki szakértői tanulmány. Miskolc, 2010.
6. Faitli J., Mucsi G., Gombkötő I.: Using of high concentration slurries for underground mine backfilling in Gyöngyösorszi, Hungary. In: Peter Fecko (ed.) Proceedings of 14th Conference on Environment and Mineral Processing. Ostrava. pp. 51-57. 2010.
7. Faitli J., Böhm J., Mucsi G., Gombkötő I.: A gyöngyösorszi szulfidos ércbánya végleges bezárása hidraulikus tömedékeléssel; a mechanikai eljárás technika szerepe a technológia kifejlesztésében. Bányászati és Kohászati Lapok-Bányászat (0522-3512): 145 5, pp. 13-20. 2012a.
8. Faitli J., Weisz R.: Hydraulic backfill technology for the closure of the abandoned sulfide mine in Mátraszentimre. GEOSCIENCES AND ENGINEERING: A Publication of the University of Miskolc (2063-6997) 1(2), pp. 39-44. 2012b.
9. Faitli J., Gombkötő I.: Some technical aspects of the rheological properties of high concentration fine suspensions to avoid environmental disasters. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND LANDSCAPE MANAGEMENT, pp. 129- 137. 2015.
10. Faitli J.: Automated batch settling column with vibrated rods and evaluation protocol for living waters mud thickening. ANALECTA TECHNICA SZEGEDI-NENSIA (1788-6392 2064-7964): 14 2 pp. 50-60. 2020.

## Száz éves a Nitrokémia

A Nitrokémia Zrt. Balatonfüzfő város Önkormányzatával közösen 2021. augusztus 27-én tartott ünnepséget a Társaság alapításának 100. évfordulója alkalmából. Kontrát Károly, a térség országgyűlési képviselője jelenlétében Szanyi Szilvia polgármester és Tóth Csaba, a Nitrokémia Zrt. vezérigazgatója a gyár egykori vezérigazgatósági épületében, a mai városházán emléktáblát avattak a jeles évfordulón. A vendégeket és a város lakóit az emléktábla-avatót követően a papírgyári parkolóba várták a „100 év képekben” címmel nyílt kiállításra, ahol a Nitrokémia és a város archívuma mellett az egykori dolgozók fotói, oklevelei, kitüntetései és egyéb ereklyéi is láthatóak voltak. A megemlékezést a Balatonfüzfői Irinyi János Általános és Alapfokú Művészeti Iskola Fúvós Zenekarának, illetve Bereczki Zoltánnak a koncertje színesítette.



# Mátraszentimrei függőleges aknaszállítás üzemeltetésének tapasztalatai

TÓTH CSABA vezérigazgató, Nitrokémia Zrt.



*A Mátraszentimrei függőleges aknát a termelés befejezését követően, 1986-ban betömedékelték és lezárták, de 20 év után 2006-ban a bányá végleges bezárási munkáihoz újra helyreállították. Az akna funkciója újra üzembehelyezése után nem változott, de az aknaszállítás régi berendezései nem voltak fellelhetők, ezért az aknamélyítéshez használt gépek felhasználásával építették fel újra az aknaszállítást. A helyreállítási munkák mátraszentimrei függőleges aknában lévő tömedékanyag eltávolításával kezdődött, amelyhez orosz gyártmányú egydobos bődönös aknamélyítő gépet telepítettek, Siemens frekvenciaváltós aszinkron motoros hajtással. Az aknatorony is egy használaton kívüli, felújított acélszerkezetű aknamélyítő csőtorony, amely bődönűritő berendezéssel van ellátva. Az aknában ez egyes termelési szinteken meglévő harántvágatok irányába a rakodószinteket is helyreállították. A szállítóedény rakodásához, illetve a személyek biztonságos be- kiszállásához a szinteken akna elzáró ajtóval ellátott fixen beépített padozatot, ún. munkapadot készítettek. A hét szinttel osztozt, személyszállítást, a teherszállítást és rendkívüli személy-, illetve teherszállítást végeznek.*

## Előzmények

A Gyöngyösoroszi ércbánya újbóli feltárásának az célja, hogy a Mátraszentimrei bányamező vágatai és fejtési üreghálózata eltömedékelésre kerüljenek, annak érdekében, hogy a szabad ércfelületek lezárásával a szulfidok (elsősorban pirit) oxidációjának, és a toxikus fémek kioldásának a lehetősége megszűnjön, így hosszú távon a mátraszentimrei térség vízminősége javuljon. A bányá kármentesítése és végleges bezárási munkálatai 2006. júniusban kezdődtek, először feltárták a mátraszentimrei bányatérsegből származó, bányavíz szabályozott kivezetésére szolgáló mintegy 5 km hosszú Altárót és Mátraszentimrei harántvágatot, majd helyreállították a 338 m mély mátraszentimrei függőleges aknát. A sűrűzaggal történő tömedékelést a függőleges aknában lévő csővezetéken keresztül 2012. évben kezdték meg, jelenleg a tömedékelésre tervezett bányatérsegek közel 50%-ának a tömedékelése megtörtént. Az újra üzembehelyezett függőleges akna a sűrűzagy leadásán túl, személy- és anyag- szállításra egyaránt alkalmas. Az aknaszállítás különösen nagy figyelmet igénylő tevékenység, a nagy mélységű aknában olyan speciális aknaszállító berendezést kell üzemeltetni, amelynek az ellenőrzését, karbantartását átlagos gépektől gyakrabban kell végezni, a függesztő elemeket, tartó köteleket többszörös biztonságra kell méretezni.

## Mátraszentimre akna jelenlegi kialakítása, rövid történeti áttekintés

A függőleges aknát 1963-1966 között mélyítették le, a Mátraszentimrei bányamezőben megkutatott cink- és ólomtartalmú szulfidásványok (szfalerit és galenit) feltárásához és kitermeléséhez. Az akna nyitópont

szintje +761,8 mBf, talppont szintje + 423,6 mBf, hossza 338,2 m, az aknatalpon 4 m mély zsonpot alakítottak ki, amely összefogja az aknában folyó vizet. A körszelvényű akna falazatát kisméretű téglából építették 0,5 m vastagságban, az akna belső átmérője 3,8 m. Az aknát személyszállításra, anyagszállításra, energiaellátás szerelvényeinek az elhelyezésre, menekülésre, és főbe húzó aknaként, szellőztetésre használták. Ennek megfelelően az aknában két kasszát, egy járóosztályt és egy műszaki osztályt alakítottak ki. Az akna hét termelő szintet kötött össze a külszínnel, a szinteket úgy alakították ki, hogy az 50 m-es szintosztásokról az ércelérek leművelhetők legyenek. A közel húsz éves működést követően a 1988-ra az aknát betömedékelték, a külszínen fedlappal lezárták. A bányá 2006. évben történő újraindításakor a betömedékelt aknát kitarították, a falazatát helyreállították. Jelenleg az akna funkciója megegyezik az eredetivel, a helyreállítást követően azonban a menekülésre szolgáló járóosztályt nem építették ki újra. A beépített szintzáró padozatok száma összesen 7 db, az akna külszíni lezárását nyitható aknafedéssel biztosítják. A szintzáró padozat zárt helyzetben a biztonságos ki- és beszállást és az anyagrakodást teszi lehetővé, a zárófedél szárnyainak nyitásával lehetővé válik a bődön áthaladása a munkapadozaton. Jelenleg a szállítóberendezésen kívül az aknában az alábbi szerelvényeket helyezték el: Ø 600 mm-es műanyag szellőztető csőakat, 2 db munkapadozat tartó köté, 2 db bődönzánkó vezető köté, 2 db GTB kábel, 3 db Ø 15 pánél kábel, 1 db „sugárzó” kábel, 1 db földelő vezeték, 1 db Ø 110 mm-es KPE csőakat tűzvédelem céljából, 1 db Ø 63 mm-es KPE cső a vízgyűrűk gyűjtő csőve, 1 db Ø 160 mm-es KPE csőakat csurgalék vízcső, NA150 mm-es tömedékelő fém csőakat, NA150 mm-es sűrített levegős csőakat. A függőleges aknában jellemzően há-

rom helyen van aknafali vizesedés, ezek összefogására 9 db vízgyűrű került kiépítésre, amelyek közül 6 db-ot a falazatban alakítottak ki, 3 db utólag, a falazat belső síkján kívül lett kiépítve. A vízgyűrűk csapadék mennyiségétől függően, 3-30 l/perc között változó mennyiségű vizet gyűjtenek össze, és juttatják azt a 63 mm átmérőjű KPE csövön keresztül az aknazsompba. A téli időszakban az aknában kialakuló jegesedés megakadályozása érdekében az aknába meleg levegő befúvatására, ún. aknafűtésre van szükség.

A kásos szállítási rendszer helyett az aknamélyítés során alkalmazott bődönös szállítást alkalmaznak. A bődön térfogata 1 m<sup>3</sup>, bődönösszállításnál fontos kritérium a szállítóedény megvezetése az aknában. Ennek megfelelően az 50 m-nél mélyebb aknában a szállítóedény, valamint az ellensúly vezetésére vezetőkötélet kell beépíteni. A vezetőkötélek a bődön két oldalán vannak elhelyezve úgy, hogy a szállítókötéllel egy síkot képeznek, és a bődön vagy ellensúly legkiállóbb részétől legalább 100 mm-re vannak. A vezetőkötélek az aknatalp felett legfeljebb 50 méter távolságban kötél tartó szerkezethez vannak rögzítve. A vezetőkötéleket a toronyban elhelyezett terelőkorongokon átvezetve, a torony mellett felszerelt csőrlökkel feszítették meg.

### Aknagép típusa, jellemzői

A mátraszentimrei függőleges akna újra mélyítéséhez orosz gyártmányú C2x1,5 AR típusú egyszobos bődönös aknamélyítő gépet telepítettek, amit Siemens frekvenciaváltós aszinkron motor hajt meg. Az aknaszállító gép fékezésére rugóerő tárolás, a dob peremére ható Rexroth gyártmányú hidraulikus oldású egyesített üzemi és biztonsági féket építettek be. A szállítóedény pontos helyének a megfigyelésére mélységmutatót használnak, amely a mélyítő gép főtengelyéről működtetett láncos meghajtású mechanikus berendezés.



*C2x1,5 AR típusú egyszobos bődönös aknamélyítő gép*

A szállító gép kialakítása és biztonságos üzemeltetése, a föld alatti bányászati tevékenységek biztonsági szabályzatáról szóló 61/2012. (XI. 22.) NFM rendeletben (továbbiakban: Rendelet) előírtak szerint történik.

A gép biztonsági áramkörrel és aknabeli hangjelzővel van ellátva. Az aknaszállítás egyszobos géppel, bődön szállítóedénnyel történik. A motor vezérlését és szabályozását 2 darab Siemens gyártmányú frekvencia szabályozó biztosítja. A nagy teljesítményű elektronikus erőátviteli berendezés az indítás pillanatában nulla fordulat közelében is képes a megfelelően nagy nyomaték előállítására. A hajtás kétirányú, ebből következően a szabályozás képes a teher süllyesztés során szükséges fékező nyomaték villamos úton történő előállítására is. A gép a villamos vezérléssel a szállítási útvonal bármely pontján megállítható, majd az újra indítható. Ez a folyamat a rögzítő fék nyitása után az aktuális teher megtartásával kezdődik, majd a szükséges irányba való felgyorsításával folytatódik. Az aknamenet során a gép terhelése mintegy 15%-ot nő vagy csökken a haladási irány függvényében a mélységgel egyenes arányban változó kötél súly miatt.

A berendezést hidrosztatikus működtetésű egyesített rögzítő- és biztonsági fék egészíti ki, amely menet közben a biztonsági rugókötég terhelés kiemelését szolgálja. A hidraulikus tápegység kellően gyors leürítésű. Az aknamélyítő gép tehát csak addig működtethető, míg a villamos motor a frekvencia szabályozó által beállított áramot fel tudja venni a villamos hálózatról. Ha az áramellátás megszakad a bődön pillanatnyi helyzetében megáll és újra indításig a megállás helyén marad. Erről gondoskodik a működésbe lépő rugóerő által lezárt biztonsági fék. A biztonsági féknek önműködően működésbe kell lépnie, ha a bődön a legfelső szintet több mint 0,5 méterrel, de legfeljebb 1 méterrel elhagyta.

A túlelemelési kioldót a kötélkorongtól legalább 3 méter távolságban kell beépíteni. Az aknaszállító gép-kezelő munkáját, illetve a bődön helyének a pontos meghatározását segíti, hogy a mélységmutatón, továbbá a dobon meg van jelölve a szintzáró padozatok helye. A szállítókötél sebessége beépített sebességmérővel állapítható meg, az aknaszállító gép-kezelő gyors tájékozódása érdekében a szállító gép mélységmutatóján a szintek és az aknamélység 10 m-ként meg van jelölve.

### Az aknatorony és döntőberendezése

Az aknatornyot az Országos Bányagépgyártó Vállalat készítette, típusa BATI 1963 aknamélyítő torony. Az aknamélyítő torony acélcső szerkezeti elemekből épült, a felső szintjén bődön ürítő berendezést építettek ki. A felépítése 3 csuklós duplex torony, önsúlya 39,18 tonna. A kötélvezető korongtengely

magassága: 18,75 m, fesztáv: 2 x 7x5 m. A berendezés üzemi terhelhetősége függőlegesen 15,65 t, oldalirányban 9,3 t. Az aknatoronnyal az országban több helyen új függőleges aknákat mélyítettek le, majd közel 20 évig használaton kívül volt. A Mátraszentimrei akna üzembehelyezése előtt az aknatorony fém szerkezetét felújították, és a megfelelő alapozást követően újra összeszerelték.

Az aknatorony biztonsági berendezései közül a legfontosabb szállító edény ütköztetésére beépített ütközőtartó, amely megakadályozza a szállítóberendezés „túlemelését”. Az ütközőtartó elhelyezési magassága függ a szállító edény maximális szállítási sebességétől. Amennyiben az ütközőtartón fennakad a szállítóedény, a felfüggesztő szerkezetnek nem szabad sérülni, ezért az ütközőtartót olyan távolságban helyezték le a kötélsorongótól, hogy azt a függesztő szerkezet ne érje el.



*Mátraszentimrei aknatorony, döntőberendezéssel*



*Az aknatorony korongpadozata*

A bányából kiszállított ömleszthető anyagot bődön ürítő berendezés segítségével ürítik ki úgy, hogy a szállítóedényt felemelik a surrantó fölé, majd a bődönt oldalra billentve kiöntik a tartalmát. A kiszállított omladékot a surrantón keresztül aknatorony elé kicsapolják, és munkagép segítségével elszállítják a meddőhányóra.

### **Az aknarakodók kialakítása, szerepe az aknamélyítés, aknaszállítás során**

A végleges bányabezárás során a Mátraszentimrei bányamező korábban termelt szintjeit részben újra feltárták. A tömedékelő csővezetékek kiépítéséhez szükséges volt a vágatok átdolgozása, vagy új vágatok kihajtása, amely során nagyobb mennyiségű kitermelt kőzetet az aknán keresztül a külszínre szállították. A bődönt közvetlen történő megtöltéséhez szilárdan le kell ültetni egy olyan szerkezetre, amelyen a rakodás közbeni mozgása, és a szállító kötélnyúlása elkerülhető legyen.

A feladat megoldására szintzáró padozatokat alakítottak ki az aknarakodókon. A lezárt padozat megakadályozza az ömlesztett anyag aknába való jutását. Ugyanakkor az aknarakodón át kell haladnia a szállító kötélnyúlásra függesztett bődönnek a vezető szánkóval együtt, valamint az aknarakodón áthaladnak a csőosztályba szerelt csövek, a bődön vezető kötelei, a munkapad függesztő és egyben tartó kötelei, munkapad energia ellátásának a kábelei. Továbbá biztosítani kell szellőztető csőakatnak, a szerelő vitlák köteleinek, a menekülőlétrának, illetve annak tartó-szállító köteleinek, valamint a kábelosztályban tartózkodó védőhálózati, hírközlő kábeleknek az áthaladását is. A fixen beépített padozatot kétszárnyú, gépi mozgatható ajtóval is ellátták.

Az aknához kapcsolódó harántvágatban a csilleszállítás megtartása mellett elhelyezték az energiaellátás jelzés és riasztás, aknajelzés világítás berendezéseit is. Az akna körül védőkorrálattal biztosítják a közlekedő személyek elcsúszás, leesés elleni védelmét.

A szinteken aknacsatlós képzett személy tartózkodik, aki akna-telefonon és URH rádióval tud kommunikálni a szállításban részt vevő személyekkel.





6. szintű nyitott aknarakodón áthaladó bődön

### Egyes rakodószintek kialakítása

A rakodószinteket a függőleges aknából kilépve, ez egyes termelési szinteken lévő harántvágatokhoz csatlakozóan építették ki, amelyből Keleti és Nyugati irányban az érctelérek fejtését végezzék. Ennek megfelelően a függőleges aknán keresztül biztosították az egyes szinteken folyó munkákhoz a külszínről a személyek és a termeléshez szükséges segédanyagok ki- és beszállítását. A szintek között lévő ércet omlasztással termelték ki, a kitermelt ércet az akna talpszintjéről induló vízszintes vágatokon keresztül, mozdonyal szállították tovább. A rakodószinteket a csapásvágatok szelvényéhez képest lényegesen nagyobb méretben alakították ki, hogy a szállítóedénybe történő rakodáshoz elegendő hely álljon a rendelkezésre. Az akna helyreállítása során minden rakodószint feltárássá került. A rakodószintek lezárhatók, így ezekről bármilyen anyag mélyebb szintre történő leesése kizárt. Az aknarakodón jól látható helyen van elhelyezve az aknaszállító berendezés jelzőrendszere, amely segítségével az aknaszállítást irányító csatlósok jelzéseket adhatnak a többi szinten lévő csatlósoknak, illetve az aknagépésznek. Bármely szintről adott jelzést mindazok a személyek hallják, akik részt vesznek az aknaszállításban. Személyszállításkor az aknaszállító gép-kezelő a bődönt pontosan az aknaszintet lezáró ajtóra enged, majd létra segítségével szállnak be a személyek a bődönbe. A bányában keletkező közetet, iszapot stb. szintén a bődönbe kell tölteni, ezért a rakodószinteken kiépített rövid szállítószalag segítségével történik a rakodás.

### URH rádiórendszer szerepe az aknaszállítás kommunikációjában

A Mátraszentimrei bányauzem URH rendszere az altárói bővítéssel együtt három, egymástól függetlenül is működőképes fő részből áll össze. A Mátraszentimrén korábban kiépített analóg rendszerű URH hálózat később digitális rendszerű URH hálózattal egészült ki a Gyöngyösoroszi területen.

A jeladó, ún. sugárzó kábel ki van építve a Mátraszentimrei aknaudvar, függőleges akna, 6. szint keleti oldali csapás és kerülővágatok, a Mátraszentimrei harántvágat, Altáró, Gyöngyösoroszi bányaudvar területén úgy, hogy minden megjelölt helyről az oda-vissza kommunikáció a kézírádiókon keresztül megvalósuljon. Ezen túlmenően megoldott az összeköttetés az új digitális rádióhálózat és az analóg rendszerű mátraszentimrei akna és bekapcsolt területeinek meglévő rádióhálózata között.

A függőleges aknában az URH rádiórendszernek fontos munkavédelmi, biztonsági szerepe van, mert személyszállítás során a szintek között bődönben lévő személyek és az aknacsatlósok vagy az aknagépész között elengedhetetlen a kapcsolattartás. Az URH készülékkel a szintek között is tudnak kommunikálni a szállítóedényben lévő személyek, ezért az aknajelző berendezés és vezetékes telefon használata mellett a bődönben utazó személyeknél legalább 1 db URH készüléknek kell lennie.

Váratlan villamosenergia ellátási zavar esetén két szint között megállhat a szállítóberendezés, a kiépített URH rendszeren keresztül azonnal lehet tájékoztatni a bődönben lévőket az üzemzavar okáról, várható időtartamáról. Az URH rendszer erősítői, és átjátszó berendezései a beépített híradástechnikai akkumulátoroknak köszönhetően tartós áramszünet esetén is 8 órán keresztül üzemképesek maradnak. Amennyiben az üzemzavar rövid időn belül nem szüntethető meg, a felelős műszaki vezető vagy a bányában tartózkodó legmagasabb beosztású felügyeleti személy utasítást adhat a menekülőlétra használatra. A menekülőlétrán történő tartózkodás során szintén fontos szerepe van az URH rendszeren történő kommunikációnak, pl. folyamatos kapcsolattartásnak.

Az URH rendszert használják az aknavájárok az aknában végzett szerelvények kiépítése, javítási, illetve karbantartási munkák során is, ahol fontos a bődön helyzetének pontos beállítása, rögzítése. Ehhez a beállításához a szállítóedényben lévő személyek az URH rendszeren keresztül tudnak utasítást adni az aknagépkezelőnek a bődön le-fel mozgására.



*Menekülőlétra kialakítása*

### **Menekítőberendezések szerepe, kialakítása**

Mátraszentimrei bányatérsegeket egy kijáratúnak kell tekinteni, mert az 1. és 6. szinten lévő vágatok kivételével kizárólag a függőleges aknán keresztül lehet megközelíteni. Amennyiben az aknaszállítást érintő üzembiztos lép fel, a bányában rekedt személyeket menekítőberendezés segítségével lehet a külszínre szállítani. A Mátraszentimrei telephely nem rendelkezik – a föld alatti bányauzemekre előírt – kettős villamosenergia betáplálással, ezért a függőleges aknaszállítás villamosenergia ellátásában keletkező villamos üzembiztos esetére a Rendelet előírja a menekülő létra, és az azt meghajtó speciális menekülő vitla készletben



*Menekülő vitla*

való tartását. A menekülő létra a személyszállítás biztonságát szolgáló kiegészítő berendezés, amelyet a bányában rekedt személyek mentésére használnak.

A menekülőlétrával történő mentést a bánya minden szintjéről biztosítani kell, de alkalmasnak kell lenni a berendezésnek az aknaszállítás közben megállt bődönből történő személyek kimenekítésére is. Amennyiben nem egy szintről történik a menekülés és a menekülőlétrára a bődönből kell átszállni, a bődön pereméhez kell engedni a létra alsó részét, azt az átszállás ideje alatt kézzel meg kell tartani, amíg a bődönben tartózkodók egyesével átszállnak a létrára.

A menekülő vitla kötél segítségével mozgatja a menekülőlétrát, amely az akna teljes mélységében függőlegesen mozgható, egyszerre 6 személy mentésére alkalmas.

Feszültségkimaradás esetén első lépésben a külszínen tartózkodó elektrikus szakképzésű személy kézi indítással üzembe helyezi a készletben tartott dízel áramfejlesztő generátort, amely alkalmas a menekülő vitla energia-ellátására. Az aggregátor meghibásodása esetén a vitlát át kell állítani kézi működtetésre, amely két személy által, kézi erővel működtetett meghajtókar segítségével mozgatja a menekülőlétrát. Az áramfejlesztő berendezés javítását, vagy az áramszolgáltatás visszatérését követően vissza kell állni elektromos üzemre. A menekülés során a bányában lévő hírközlőberendezésen (telefonon) történik a kapcsolattartás. Amennyiben a menekülő személyeknél van URH készülék, azon keresztül veszik fel a kapcsolatot a mentési munka irányítójával. A létra/vitla működtetése közben a rádiós kommunikáció az aknaszállítógépező (vitlakezelő), létrairányítók és a mentésben résztvevő felügyeleti személyek között zajlik.

A menekülőlétrára történő felszállást követően a menekülőlétra haladása során annak irányítása szükséges. Az irányításban csak a létra felső és alsó részén tartózkodó személyek vesznek részt, folyamatos élőszavas kommunikációval. Felfelé történő irányítás során a felül elhelyezkedő, lefelé történő irányításkor az alul elhelyezkedő dolgozó irányít.

### **Az aknaszállítás szabályozása, típusai, tapasztalatok**

A bődönös egyhatású aknamélyítő berendezéssel történő szállítás esetén a hét szinttel osztott aknában szigorú munkavédelmi szabályok betartásával lehet balesetmentesen aknavizsgát, személyszállítást, teherszállítást és rendkívüli személy-, illetve teherszállítást végezni.



Aknaszállító vezérlőpult

### Szállítási sebességek

A biztonság szempontjából kiemelt szerepe van a szállítási sebességeknek, amelyek az alábbiak szerint van a maximális értékük meghatározva:

- aknavizsga: 0,5 m/s, vagy kisebb
- személy: 2,0 m/s
- teher: 4,0 m/s
- rendkívüli személy: 2,0 m/s
- rendkívüli teher: max. 0,5 m/s

A szállítás egy időben egy szintre történhet. A szállítási feladatot általában a bányamester, vagy az általa külön megbízott szállítási felügyelő által elrendelt szállítási menetrend szerint kell végezni. A szállítási menetrend egy idő alapú beosztás, mely szerint a főcsatlós a szállítási célszintet a „szintjogosító” kapcsoló megfelelő beállításával jogosítja. (Például, ha a külszínről a 3. szintre történik a szállítás, a főcsatlós a szintjogosítót az 3. szintre állítja. Ahhoz, hogy a szállítás fizikailag is megtörténhessen a 6. és az 5. szinteken is a szintzáró padozatok ajtajainak (hétköznapi nyelvvezetben: aknaajtók) nyitott állapotban kell lenniük. A 6. és az 5. szinti aknaajtók nyitott helyzetben kell a szintjogosítót a 3. szintre állítani.

### Az aknából nyíló szintek megközelítése

A szintek alatt és felett, valamint az aknagárd ajtaja alatt 10 m biztonsági távolság van automatikusan beállítva. Azok a kapcsolók, melyek a biztonsági távolságot érzékelik, a bődön szállítási sebességét az ajtók alatt és felett 10 m-el automatikusan 0,5 m/s-ra

váltják a sebességet úgy teher-, mint személyszállítás esetén. Az aknagépész számára a sebesség átváltását (csökkentését) külön hangjelzés jelzi. Az aknagárdon és az elzárt szinteken az aknaajtók nyitott vagy zárt állapotot zöld, illetve piros lámpák jelzik. Az aknaszállító gép-kezelő kötelessége zárt akna ajtó esetén a bődönt az aknaajtó felett, illetve alatt megállítani. A megállás után a szállítás a főcsatlós utasítására folytatható max. 0,5 m/s sebességgel.

Mind személy-, illetve teherszállítás esetén a bődön „le” irányban az aknagárdi akna elzáró ajtó kinyitása után 0,5 m/s sebességgel halad az aknagárdtól számított 10 m mélységig. Itt rövid idő alatt automatikusan a szállítási sebességre gyorsít. Majd ezzel az egyenes sebességgel halad a 6. szint előtt 10 m-ig. Itt 0,5 m/s-ra lassít. Maximum ezzel a sebességgel haladhat át a nyitott 6. szinti akna elzáró ajtón. Ha az ajtó nincs nyitva, az aknagépész az ajtó felett 4 m-el a bődönt köteles meg-

állítani mindaddig míg a telepített 6. szinti csatlós az indulásra utasítást nem ad.

Továbbszállításnál a bődön a 6. szinti aknaajtó alatt 10 m-el automatikusan a szállítási sebességre gyorsít. Majd az 5. szint felett 10 m-el ismét 0,5 m/s-ra lelassít. A nyitott aknaajtón a bődön maximálisan 0,5 m/s sebességgel haladhat át.

Az 5. szint alatt a bődön 0,5 m/s sebességgel közlekedhet.

### Az aknaszállításban résztvevők kapcsolattartása

A főcsatlós, csatlósok, aknaszállító gép-kezelők, a szállítási felügyelő vagy a magasabb felügyelet vezetésével aknatelefonon, URH rádióon vagy vonalas telefonon egyeztetik az aktuális szállítási feladat részleteit. A bődön mozgatására az aknaszállító gép-kezelők, felé az aknacsatlósok hangjelzésekkel adnak jelzést. A hangjelzések az alábbiak:

- állj: HALT
- le: HENGEN
- fel: AUF

A vezényszavak hagyomány szerint német nyelvűek. Gyakorlati jelentősége ennek abban van, hogy magyar nyelven a „le” és a „fel” vezényszavak zajos környezetben könnyen összetéveszthetők.

A jogszabály szerint a szállítóberendezés mozgását tachográf segítségével rögzíteni kell, a mátraszentimetrei aknaszállításnál a bányászati hatóság felmentést adott a tachográf használata alól, de kötelezően előírták szállítási folyamat minden jellemző részletéről kép- és hangfelvétel készítését és az előírt időtartamig a tárolását.

## Személyszállítás az aknában

A rendszeres személyszállítás megkezdése előtt a függőleges aknában aknavizsgát kell tartani a felügyeleti személynek 2 fő aknavájárral. Személyszállítás során a bődön sebessége nem haladhatja meg a 0,5 m/s sebességet. A szállítóedényben egyszerre 4 személy utazhat. A bődönben úgy kell beszállás után elhelyezkedni, hogy a bődönből kifelé kell fordulni, de a bődön falán túl testrészt, ruházat, egyéni védőeszköz nem nyúlhat túl. A bődönben tartózkodóknak rendelkezni kell egy URH készülékkel. Abban az esetben, ha két szint között üzemzavar miatt megáll a szállítóedény a készülék segítségével lehet kapcsolatot tartani a külszínen lévő aknagépkezelővel vagy a felügyelettel. A rendszeres személyszállítás időszakában aknagépházban 2 fő aknaszállító-gép-kezelőnek kell tartózkodni. Egyikük az aknagépet kezeli, a másik tartalékként van a helyszínen.

### Teherszállítás és annak különleges esetei

A bányában folyamatban lévő munkákhoz felhasznált anyagokat, berendezéseket, alkatrészeket a függőleges aknán kell leszállítani. Általában ezek az anyagok faanyagok, csővezetékek, villamos berendezések, kapcsolók, transzformátorok, szivattyúk stb. A teherszállításnak két esete van.

Az üzemszerű teherszállítás során a szállítandó anyagot el lehet helyezni a szállítóedényben, ebben az esetben nincs túllógása az anyagnak. Ilyenkor a szállítóedénybe történő rakodást kézzel, daruval, vagy ömlesztett anyag esetén szállítószalaggal végzik. A bődön ürítése az adott munkaszinten kézzel, emelővel történik, amennyiben a külszínre közetet, iszapot szállítanak az aknatoronyban lévő ürítő berendezés segítségével ürítik ki a bődönt.

Munkabiztonság szempontjából a legveszélyesebb

szállítási mód a rendkívüli teherszállítás, amelynek legfontosabb eleme a teherkötözés. A kötözéshez kizárólag az MSZ EN 13414-3:2003 + A1:2009 szabvány szerinti műbizonylattal ellátott, a szállító-gép csatlószerkezetére függesztett acélsodronykötelet szabad használni, figyelembe véve az emelt teher tömegét. A szabványos függesztő szerkezetek biztosítása a gépészeti vezető, azok használatára főcsatlós felelőssége.

Vannak olyan anyagok, amelyek a bődönben elhelyezhetőek, de szállításuk mégis a rendkívüli teherszállításhoz tartozik. Például, ha hosszmeretüknél fogva a bődönön jelentősen túlnyúlnak, a bődönbe állítva és a csatlószerkezethez vagy a kötélhez, túl nagy hossz esetén a szánkó felső keresztgerendájához rögzítve kell az aknába leadni.

A teherkötözés során a teheremelő kötél megtörésének elkerülése érdekében a sarkokhoz, élékhez a kötél alá élvédőket kell betenni.

Az akna a feltárt szinteken le van zárva, ezért a teher aknagárdi ajtón való átvezetésére különös figyelmet kell fordítani, hogy az el ne akadhasson, illetve a függesztékek meg ne sérüljenek. A teherszállítás egész munkafolyamata alatt a gépészeti felügyeleti személynek a teher mozgását figyelemmel kell kísérnie. Szükség esetén a teher menekülőlétrával való kísérését is meg kell szervezni. Ebben az esetben a menekülőlétrának minden esetben a teher fölött kell tartózkodnia, a menekülőlétrával csak problémaelhárítás céljából, a csatlóssal és az aknaszállító-gép-kezelővel külön egyeztetve szabad a függő teher mellé beállni. A teher kísérése esetén a csatlóssal való kapcsolattartásra URH rádió szolgál.

A teher leadásakor azt a munkapad előtt kb. 10 m-rel meg kell állítani. A munkapad alsó szintjén tartózkodók csak ekkor jöhetnek a felső szintre a teher fogadása céljából. Ettől kezdve a jelzést a munkapad jelzőberendezésével kell adni.



## Gyász hírek



*Derhán Dénes*, az Országos Érc- és Ásványbányák kisörsi üzemének felelős műszaki vezetője, a Dunántúli Mű egykori igazgatója, a Kvarc Ásvány Kft. ügyvezető igazgatója 2021. november 14-én, 77 éves korában elhunyt.

*Id. Baráti Zoltán* okl. bányamérnök, a Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék korábbi oktatója, 2021. november 15-én tragikus hirtelenséggel otthonában elhunyt.

*Gergely János* okl. bányagépészmérnök, hegesztő szakmérnök, a kőolajipari vezetéképítés elismert szakembere 75 éves korában a COVID-járvány következtében 2021. november 19-én elhunyt.

*Sült Tibor Jenő* okl. bányamérnök, okl. bányaiipari gazdasági mérnök, a Nógrádi Szénbányászati Tröszt volt főmérnöke, megbízott igazgatója, a Salgótarjáni Bányaműszaki Felügyelőség volt hivatalvezetője 96 éves korában, 2021. november 23-án elhunyt.

*Dr. Nemező Ernő* geokémikus, mineralógus, az agyagásványok neves kutatója, a Pannon Egyetem professor emeritusa 102 éves korában 2021. november 25-én elhunyt.

*Forisek István* gyémántokleveles bányamérnök, a Tatabányai Szénbányák volt termelési igazgatója, 87 éves korában 2021. december 1-én elhunyt.

*Prof. Dr. Dank Viktor* Állami-díjas geológus, az egykori Központi Földtani Hivatal ny. elnöke, 96 éves korában 2021. december 7-én elhunyt.

# A gyöngyösoroszi ércbánya történetének főbb állomásai

Dr. TAMAGA FERENC bányászati főmérnök, Nitrokémia Zrt.



*A Mátrában nincs olyan 10 km<sup>2</sup>-nyi terület, ahol valamilyen ércesedés nyomai ne lennének felismerhetők. A sziklák kibúvásaiból, a még most is működő kőbányákból az oxidációtól mentes ércásványok a jelenkorban is előkerülnek. Gyöngyösoroszi érces terület magában foglalja a Gyöngyösoroszi-Mátraszentimre, Mátrakeresztes, Gyöngyöspata települések által határolt területeket, melyben a miocén korú vulkáni tevékenység folyamán hidrotermákban szálltak fel az oldatok és kicsapódtak a repedések, üregek falán, létrehozva egy hol színes ércekben, hol kvarcban, karbonátokban dús telérrendszert, mely évszázadokon keresztül felcsigázta az egyszerű emberek, az uraságok, a vállalkozók, a geológusok, bányászok, a kutatók érdeklődését. Ha bányászati körökben felvetődik Károly-táró neve, mindenki azokra az évekre gondol, amikor működött az ércbánya, és a hozzá kapcsolódó Ércelőkészítő üzem is. De Károly-táró nevét viseli a bányászok lakóhelyéül szolgáló festői tájon lévő bányásztelep is, ahol ezekben az időkben virágzott az élet. Az ércbánya már 35 éve nem termel, de folyamatban van a terület kármentesítése és a bánya végleges bezárása. Egy bánya, amely az idők folyamán termelt, vagy szüneteltette a tevékenységét, de összességében 220 éven keresztül a bányászok rendelkezésére állt. (A szerző Dr. Kun Béla: Mozaikok a nyugat-mátrai ércbányászat történetéből c. munkájának felhasználásával készítette az összeállítást.)*

## A bányászatról szóló írásos emlékektől számított több mint 150 év bányászata

Írásos emlékek szerint 220 éven keresztül fejtettek itt nemesércet, de a bányászat minden valószínűség szerint már sokkal korábban kezdődött. Az ércbányászatnak már a 14. századtól van tárgyi emléke, írásos feljegyzések azonban csak 1767-től lelhetőek fel, és azok mind már meglévő, de felhagyott bányákról írnak. Érckutatók kezdték járni a hegyeket, sok beszakadt tárót, horpát<sup>1</sup> fedeztek fel, Bánya-bércen 1767-ben a kézzel kivésott tárót találtak, melynek megkezdték az újra nyitását, és a bővítésével közelítették meg az érctelért. Ebben az időszakban Fazola Henrik miskolci vasműves érdekltséget szerzett a területen, 1767-1769 között Gyöngyösorosziiban Arany-hegynek nevezik az akkor beinduló lelőhelyet, valószínű tehát, hogy ezen a helyen korábban is bányásztak már aranyércet. Fazola Henrik 1770-ben az általa felfedezett bányákra részvényeseket keresett, a terület perspektíváit mutatja, hogy a főrészvényes Mária Terézia lett, és létrehozta az Első Mátrai Ércbánya Társulatot, ehhez Orczy József báró támogatását is megszerezte. A bányákat 1789-ig még művelték. A bányát 1800-ban Kitaibel Pál azonban már felhagyott állapotban találta, ezt követően közel 40 éves szünetelés következett, majd újra nyitották az aknát. Vass Elek és Vrányi György 1844-1857 között közös vállalkozásban az érces terület nyugati részén két bányában (György- és Elek-bánya) termeltek ki ólom- és rézércet. Ezzel egyidőben Oroszi keleti részén a Pál Társulat a Pál- és József-táróban dolgozott, zúzóművet is létrehozottak. Feltárták és fejtésbe vonták a Károly-tárót, de csak a dúsércet fejtették le. A Péter-Pál-tárót (alsó táró) 228 méterre bővítették, 19,7 g/t

aranyat és 66,25 g/t ezüstöt tartalmazó ércet fejtettek. 1861-ben a Pál Társulat anyagi eszközei elfogytak, a társulat beleolvadt a Mátrai Bányaegyletbe, ami végül 1866-ban leállította a munkát, ezt követően Gyöngyösoroszi térségében 60 évig ismét szünetelt a bányászkodás.



Gyöngyösoroszi ásványtársulás (Máttra Múzeum)

## 20 év az Urikány-Zsilvölgyi Magyar Kőszénbánya Rt. tulajdonában

Lök Márton 1921-1922 között a Királyi Pénzügyminisztérium megbízása alapján tanulmányozta a mátrai ércbányászati helyeket és erről részletes jelentést írt. Felhagyott bányákat talált Gyöngyösoroszi északra és a Hasznosi-völgyben az üveghutától délre, amely ma Mátrakeresztes területe. A Gyöngyösoroszi ércbányákban a II. világháború előtti idők legjelentősebb munkálatait az 1926-31 közötti években az Urikány-Zsilvölgyi Magyar Kőszénbánya Részvénytársaság végeztette, munkáik elsősorban a Károly-táróra, a Károly-telérre koncentráálódtak.

A Részvénytársaság 1926 év novemberében Érc-kutatási Kirendeltséget létesített, Gyöngyös székhellyel, amelynek a vezetésével Glück Zoltánt, a részvénytársaság recski kutatásainál szolgálatot teljesítő

<sup>1</sup> egy magasban fekvő telep síkjára meghatározott süllyedési teknő

bányamérnököt bízták meg. Az új bányatulajdonos 1926 és 1928 között újra indította a bányászatot több táróban, elsősorban a központi területen, ahol számtalan kisebb-nagyobb kutatótárót és aknácskát találtak. A munkálatokat 1928 januárjáig kézi erővel végezték, amikor hat vízöblítéses fűrókalapácsot helyeztek üzembe, melyekhez részben elektromos, részben benzinmotoros légsűrítőket alkalmaztak. Robbantásra paxitot és gyújtózsínort használtak. A vājárlétszám 1928-ban 30-35 fő volt. A Károly-táró újrainyitását az Rt. 1926. december 2-án kezdte meg, ezt a telért 1928 május végére már 300 m hosszúságban feltárták, részben a Károly-táróból, részben az attól északra kb. 340 m-re telepített I. sz. aknából.



*Károly-altáró*

A Károly-aknát (II. sz. akna) 1928-1929-ben mélyítették, amely során az altáró szintjéig, meggyőződtek a telér jó minőségéről. Az I. sz. Péter-Pál teléren a Péter-Pál alsó és felső tárókat részben újra nyitották, az alsó táró újrainyitását nehezítette a táró talpa alatt telepített fejtésrendszer. Csapásirányban É-ra kb. 300 m-re a Péter-Pál felső tárót mintegy 25 m-rel magasabbra telepítették, a táró szájából egy ereszkét alakítottak ki. 1928-30-ban mélyítették le a Péter-Pál-aknát 95 m mélyre és hajtottak ki 180 m csapásvágatot, ami – mint később, 1953-ban kiderült – nem a Péter-Pál telért, hanem az Aranypéter telért tárta fel.

A Hidegkúti-táró újrainyitása után a telérnek e szinten való további feltárását nem látták érdemesnek, de egy kismélységű ereszkével a telér jobb szakaszát harántolták. A Hidegkúti-táróból indított kutatóvágattal tervezték feltárni mélyebb szinten a Szákacsurgói-táróval szintén régebben ismert telért, de annak ércanyaga szegény volt. A Vereskői-tárót a Károly-telér D-i irányú folytatásának felkutatására telepítették. A táró 130 m-ben ismét telért keresztezett, mely mintegy 2 m vastag volt, és annak közepén 1-2 cm széles, gyér szfaleritos, ércpettyes rész fordult elő. A kibívások alapján a táróban, mintegy 200 m-re számítottak egy másik telér megütésére. Ezt a vágathosszúságot azonban már nem érték el. Az Urikány-Zsilvölgyi Magyar Kőszénbánya Részvénytársaság 1931-ig 1200 méter új vágatot hajtott ki és 12 000 tonna ércet termeltek ki. A színesfémárak drasztikus világszintű csökkenése miatt 1931. március 31-én érkezett a budapesti igazgatóság utasítása, mely az üzem beszüntetését, és az alkalmazottak elbocsátását rendelte el, az Rt. a bányákat a

magyar kormánynak kívánta eladni. Rozlozsnik Pál megbízást kapott az ércvagyon felmérésére, az ércvagyon fémtartalmát 6067 t ólomra, 13.039 t cinkre becsülte. 1945-ben az Urikány-Zsilvölgyi Rt. eladta a bányát az államnak 550.000 pengőért.

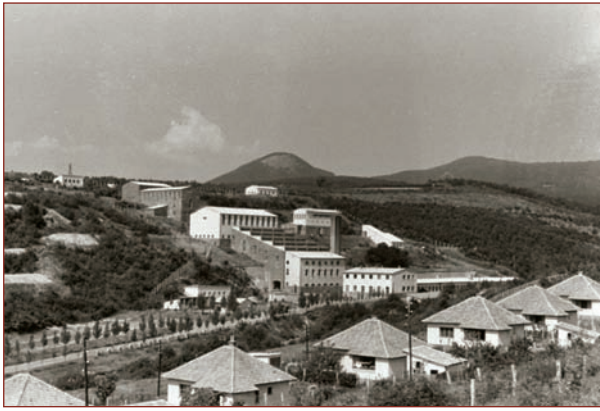
#### 40 év feltárás, kitermelés és ércelőkészítés

A Gyöngyösoroszi bányászat fejlesztése azonban jelentős állomásához csak a háború utáni időszakban jutott amikor a Gyöngyösoroszi bánya napi 500 tonna termelőképességre való fejlesztését és ércelőkészítő üzem építését tervezték. Az ötéves terv számai között egy 200 t/nap teljesítményű ércdúsító üzem létesítése szerepelt.

1945 tavaszán a Magyar Állami Ércbánya és Kohó Művek Budapesten maradt igazgatósága és az abba tömörült lelkes ércbányászati és kohászati szakemberek ismét felelevenítették a Gyöngyösoroszi ércelőfordulás bányászati lehetőségeit. 1949-ben megalakult az Ércbányászati Nemzeti Vállalat, mely a hazai ércbányászatot közös irányítás alatt egyesítette, és a 3 éves tervébe beiktatta Gyöngyösoroszi terület megkutatását is. Megkezdődtek a viták a Gyöngyösoroszi ércelőkészítő üzem építésének lehetőségét és az üzem kapacitását illetően is. A kutatások kivitelezésére az Ércbányászati Nemzeti Vállalat 1949-ben Gyöngyösoroszi-ban a kijelölt altáró környezetében kutatóüzemet hozott létre, amit az 1951 januárban alakult Ércbányászati Feltáró Vállalat vett át.

A bányászat fejlesztésére 1952. április 1-jén megalakították a Gyöngyösi Ércbánya Vállalatot, Gyöngyösi székhellyel. A bányászok létszámát nem volt könnyű biztosítani ezért szakmunkásokat főleg Recskről és Rudabányáról helyeztek át, 3-6 hónapos kiküldetéssel. Nem kis nehézséget okozott az üzemvezetésnek, hogy a kéthetenként visszatérő dolgozók a Gyöngyösoroszi-ban menetrendszerű pinclátogatás, a „borkóstolás” és a feltankolt bor- és pálinkakészletek miatt munkaképességüket csak másnap, a délutános műszakra érték el.

A bánya beruházási programjában az altáró és a Károly-akna tovább mélyítése kutatójelleggel történt, de egyúttal főszállító-főfeltáró létesítményként is felhasználhatók voltak. A bánya beruházási célját csak 1954. július 3-án hagyták jóvá. A „nagy elképzelések” témakörbe tartozik a hazai színesfémkohászat fejlesztése. A bánya és az ércelőkészítő beindulása után a Fémipari Kutatóintézetben elkezdődtek a kísérletek a cinkszinpor feldolgozására. Ezekre alapozva készült el 1961-ben a Gyöngyösi Fémű beruházási programtervezete, Kénsavgyár évi 23 kt kénsav termelésére, Ólomkohó évi 3 kt finomított kohóólom termelésére, Cinkkohó és elektrolízis 7,86 kt elektrolitcink előállítására, Lithoponüzem 4,5 kt lithopon [fehér festék] termelésére. Az elképzelés tervszinten maradt. Az ércelőkészítő mű I. részének az építése is befejeződik, 1955. szeptember 6-án került sor az ünnepélyes üzembehelyezésére.



Gyöngyösorsoszi ércelőkészítő látképe



Gyöngyösorsoszi ércfelérféjtés

A bánya fejlesztés tovább folytatódott, az altáró tárta fel a Malombérc-, Kiskút II.- (Beszekunyhó-), Pelyhes-teléreket, az altáró 3460 m-ben talált ércesedést, és harántolta Bányabérc-telért. Az altáróból több főszállító keresztvágatot és kutató-keresztvágatot indítottak, mint Szákacsurgó-, Péter-Pál és a Bikkszéli-harántokat.

A mátraszentimrei főkeresztvágat a mátraszentimrei telér, illetve az arra létesített bánya és a Gyöngyösorsoszi központi telérek összekötésére, a termelvény kiszállítására létesült az 1962-1965 években

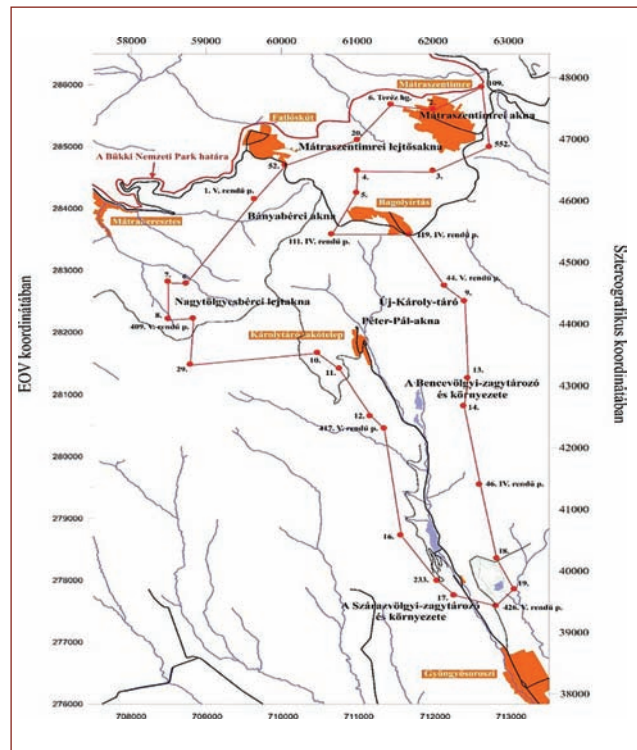
A Károly-akna bővítésére 1953-ban az Aknamélyítő Vállalat vonult fel, és 1953-54-ben az aknát 150 m-rel tovább mélyítette, nagyrészt felhasználva azokat a berendezéseket, amelyekkel az aknát 1951-ben mélyítették. A 20 éves feltárás eredménye az érckészlet megsokszorozódása volt, de csak 1962-ben haladta meg a művelelő ércvagyont a 2,0 Mt értéket, ami a 150 kt/a kapacitású üzem kiépítésének feltételül volt megszabva. Az Ércfeltáró Vállalat megkezdte a +704 m szintről a bányabérci akna mélyítését, amely 1965-re elérte a 158,5 m mélységet, üzemvezetője, Aknai Rajmund volt. Csapásmentén folyt a +608., majd a +658. szintű feltárás, 1969-ben a +420-as (altáró-) szintről indult a +588-as szintre a „bányabérci nagy feltörés”, amely 184 m-es hosszúságával a bánya leg-hosszabb, kézi eszközökkel kihajtott feltörése volt.

A Katalin-telér kutatásakor a +588-as szinten telepített táró a 222,0 m-ben ütötte meg a telért. A Kistölgyesbércen a „Felső-Barit-tárót” 1957. szeptember 24-én kezdték hajtani. 1958. áprilisában indult a Nagytölgyesbércen a „Tölgyesi lejtakna” mélyítése.

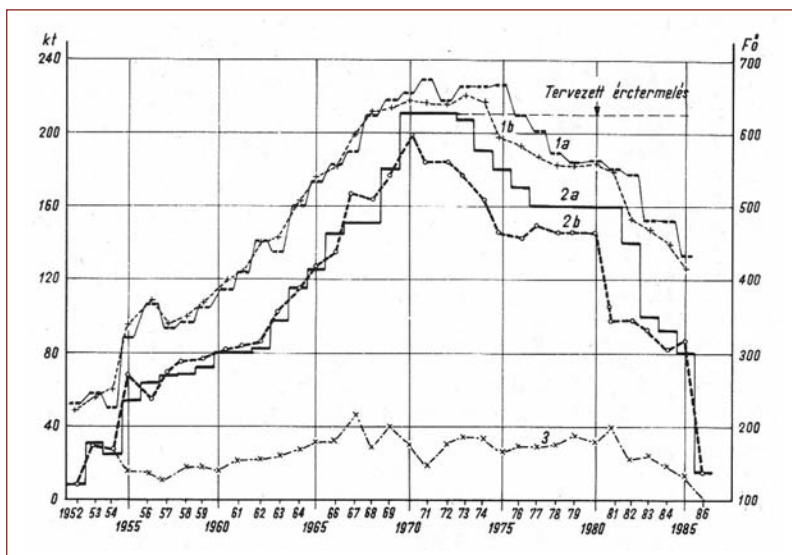
A Nagytölgyesbérci-telér a kutatás után az altáró szinten a bikkszéli harántból három szakaszban kihajtott csapásvágattal összesen 860 m csapáshosszban volt követhető. Az ún. István-táró egy kvarcittörmelék-csapáson települt. A Kistölgyesbércen az Alsó-barit-táró a telért a 108. méterben érte el. A Kistölgyesbérci-tárók csak gyengén baritos telért harántoltak, valamirelelő szulfidos érc nélkül.

A kapacitásbővítés időszakára esik a bányabeli IV. sz. transzformátorház 1964. évi szerelése. Ebben az időben került sor a bánya telefonhálózatának kiépítésére is.

A 338 m mátraszentimrei aknát az Aknamélyítő Vállalat mélyítette 1963-1966-ban, amikor befejeződött a szállító gép szerelése is. A Mátraszentimrei-telérből termelt ércet nem lehetett jól dúsítani, termelését le kellett állítani. A tervezett 210 kt évi teljesítményt a bánya sohasem érte el. Az ércesedés bonyolult elhelyezkedése, a megfelelő művelésmódjának választását egyre nehezítette, a magazinfejtésnél gyakran a beszakadó meddő meghaladta a telérközvet mennyiségét. A bányából fakadó víz fokozatosan savanyodott, a nehézfém (Pb, Zn, Cd) koncentráció többszörösen meghaladta a megengedett határértéket, a mésszel leköttött csapadékot a Bence-völgyben létesített veszélyeshulladék-lerakón kellett elhelyezni. Az Altáró megnyitásától a bánya 1985-ben határozott be-zárásáig folytatott kutatás révén 28 telért, telérágot ismertek meg, a mélységi ércmennyiség azonban ismeretlen maradt.



Gyöngyösorsoszi ércbányászat területe



Gyöngyösorsoszi üzem tervezett és tényleges termelése és létszáma 1952-1986 közötti időszakban (1a - tervezett létszám, 1b - tényleges létszám, 2a - tervezett ércfeldolgozás, 2b - tényleges ércfeldolgozás) Dr. Kun Béla alapján

A Gyöngyösorsoszi üzemelő ércbánya a működésének 40 éve alatt összesen 3 700 000 t nyersércet termelt, amiben 35 000 t ólom és 102 000 t cink volt. Az értékesített színporok fémtartalma: 29 000 t ólom, 65 000 t cink, 800 kg arany, 29 000 t ezüst, 70 000 t pirit, 280 t réz és 60 t kadmium. Az értékesített termék értéke 1984 évi árfolyammal számolva 111 000 000 USA \$.

1986-ban a bányát víz alá helyezték, a felszínre nyíló aknákat betömedékelték, a tárokat – úgy ahogy – lezárták a Gyöngyösorsoszi ércbányászata megszűnt létezéséig. A bánya bezárásához vezető körülmények:

A maradék ércvagyon több, vékony, rossz megtartású fekü- és fedőközetekkel határolt telérben van, a leművelése csak jelentős hígulással valósítható meg.

A földtani készletben az érc fémtartalma ugyan széles határok között változik, de kevés az olyan, elég nagy, összefüggő, dúsabb érckészlet, amit korszerű, nagy termelékenységű fejtésmóddal le lehetett volna termelni.

Technológia és gépesítés hiánya, nem volt olyan módszer és berendezés, amely megoldotta volna a művelésnek tartott ércesedés termelékeny és kis hígulással járó leművelését.

A bányászati létszámhiánnyal küzdött, 1968 után tervezett létszámát sohasem tudta feltölteni, a munkaviszonyok nehezebbek voltak, mint a környező üzemekben, a bánya kiemelt bérezési jellegét viszont megszüntették.

A gyors termelési eredmény elérése miatt a termelés arányos kutatás elmaradt. A megfelelően feltárt Mátraszentimrei-teléről kiderült, hogy ércvagyon erősen oxidált, emiatt a többi érccel együtt nem dúsítható, újabb területeket kellett volna megkutatni.

Az államháztartás gondjai miatt mindinkább kormányzati főcél lett a veszteséges termékek előállításának megszüntetése. A bányászatban ezt a legkisebb ellenállással az ércbányászaton lehetett elkezdeni.

A recski mélyszinti ércesedés feltárásához és a bánya fejlesztéséhez a vállalat vezetői a gyöngyösorsoszi ércbányász és ércelőkészítő szakemberekre is számítottak.

Az érckitermelés befejeződött a bányát 1986-ban bezárták, a Mátraszentimrei függőleges aknát betömedékelték a Gyöngyösorsoszi oldalon a külszínre nyíló vágatokat, tárokat lezárták a bányából a szennyezett vizet a Károly-altáron keresztül vezették ki a víztisztítóhoz.

A korábbi évszázadokban folytatott bányászok természetesen együtt járt meddők kitermelésével és

felhalmozásával is, a meddők egy része elsősorban a vízfolyások mentén lejutott a patakok árterületére is, ahol lerakódva növelte a talaj nehézfém tartalmát.

A terület nehézfémekkel való szennyeződése az 1950-es években beindult nagyobb volumenű érctermeles és ercdúsítás miatt tovább fokozódott. A szennyező anyag kisebb részben a korábban tisztítás nélkül a Toka-patakba kikerült bányavízről és bányameddőktől eredhet, nagyobb részt azonban az ercdúsító flotációs meddője okozta a nehézfémekkel való szennyezést, amely a zagyotározó többszöri gátszakadása következtében és az üzem más vonatkozásban is hiányos technológiai rendszeréből került ki.

A bányászati tevékenység felfüggesztése után a korábbi években észlelt problémákat újabbak nem súlyosították, szemmel látható újabb meddő lerakódásokat nem észleltek. Azonban a bánya végleges lezárásáig a bányából kifolyó víz, mint legfontosabb szennyező forrás továbbra is fennmarad, ezért a bánya – a jelenlegi jogszabály szerinti – végleges, környezetvédelmi szempontból is megnyugtató lezárása kulcsfontosságú feladat.

A probléma sokrétűsége elengedhetetlenül teszi, hogy a bányászat káros következményeinek felszámolása ne csak az egyes objektumok vonatkozásában, egyes kiemelt részterületeken, hanem a bányászat által érintett egész területre kiterjedően megtörténjen, egy átfogó rekultivációs terv szerinti, amely kitér a területen található valamennyi jelentősebb, a bányászat által okozott szennyezés lehetőségei határára belüli felszámolására, beleértve a Toka-patak völgyének szükséges mértékű kármentesítését is.



# A recski ércbányászat múltja és jövője

Dr. TAMAGA FERENC bányászati főmérnök, Nitrokémia Zrt.



*Hazánkban vannak olyan ércek, amelyekből jelentős mennyiségeket rejt a föld mélye, azonban a jelenlegi gazdasági feltételek mellett túl drága lenne kitermelni és feldolgozni őket, tehát potenciális kitermelőhelyként nem, vagy csak elenyésző mértékben jönnek szóba. Ilyen a Mátra északi oldalán, Recsk község nyugati peremén lévő az ország legnagyobb ércelőfordulása, amelyet a Lahóca-hegy alatt lévő, érc-tömszökből már kitermeltek, de a területen a mélyebb szinten történő kutatás során az 1960-as évek elején felfedezték a mélyszinti porfirós, majd szkarnos ércecesedéseket, amelyek ásványvagyona a világ első tíz előfordulása között van. A recski ércbányászat közel kétszáz évre tekint vissza, az 1850-1979 közötti bányászat főbb állomásainak a bemutatása Csiffáry Gergely levéltári kutatásai és leírása felhasználásával készült.*

## Az ércbányászat XVIII. századi előzményei Parád térségében

Közel 200 éve indult meg az érckutatás a Mátra-hegység északkeleti részén, Parádfürdő térségében. Elsőként Fazola Henrik vizsgálta a területet, 1769. március 14-én jogosítványt szerzett a timsós forrás mellett fekvő ezüst- és rézércet tartalmazó bányahelyek kiaknázására, valamint a recski határban a Tarnapatak mellett vasércbánya nyitására.

Fazola halála után báró Orczy József báró tevékenységével új szakasza kezdődött a mátrai ércbányászatnak, 1780 októberében megkezdte a parádi Vörösvár-hegyen található bányák művelését. A próbavizsgálatok kedvező eredményeire alapozva még ebben a hónapban egy bányatársulatot alapított, jórészt családi alapon. 1790-1800 között Orczyék Párádon és Gyöngyösorosziiban is bányászták az érceket. 1801 májusában a Nógrád megyei Szinóbányán, ahol a családnak régi birtokai, és ércbányái is voltak, felépítettek egy fémkohót, amelyben 1801-1810 között feldolgozták a parádi színort.

## A recski ércbányászat kezdetei

A mátrai érckutatás és ércbányászat akkor lendült fel, amikor 1844-ben Recskén, a Báj-patak alsó szakaszán és a szomszédos Nagyrézoldalon a felszínen termésvérz került elő, Holló József recski gulyás a község melletti Báj-patak medrében több mint egy mázsa súlyú termésvérzre talált. Viszont a nagy jelentőségű leletet csak 5 év múlva, 1849 májusában, a forradalom és szabadságharc idején jelentette hivatalosan Borsos József recski bíró a hatóságoknak. Az a tény, hogy a helybeliek fél évtizeden keresztül eltitkolták a réz megtalálását, nem volt minden ok nélkül. A korabeli gyakorlat szerint minden jelentősebb régészeti, őslénytani vagy földből előkerülő természeti kincset a hatóságok azonnal Bécsbe a császári fővárosba szállították, amely a Természettudományi Múzeumban lévő állandó kiállításon napjainkban is megtekinthető. A Lahóca ércbányászat felfedezéséhez szükséges kutatási lendületet az hozta meg, hogy a Recsktől 1-2 km-

re húzódó, ma Darnó-vonalként ismert regionális szerkezeti övben további termésvérz-ércesedést találtak. A felfedezésnek nagy jelentőséget tulajdonítottak az 1848-49-es forradalom leverése utáni Magyarországon földtani térképezést végző osztrák geológusok.

1850-es évek elején sorra alakultak a bányatársulatok a korábban megismert Párád és Recsk közötti ércecesedésekre.

Vrányi György és Vass Elek bányáin kívül összesen hat különböző vállalkozás létrejöttéről tudunk. Ezek a következők: 1. a Pest-Mátrai Bányatársulat (Parádfürdőn), 2. az Egyességi Bányatársulat (Parádfürdőn), 3. a Gömör-Lahócai Bányatársulat (a Lahóca északi oldalán), 4. a Katalin Bányatársulat, 5. a Veresvári Pál, Róza, Etelka Bányatársulat (a Vörösvár-hegyen) és 6. a Gyöngyösoroszi Pál Bányatársulat.

A korabeli bányatársulatok több személy bányaművelési célra alakult egyesületei, amelyben a résztvevők mind az üzletvitelhez szükséges pótfizetésekért, mind pedig az egyesület nevében harmadik személyek felé elvállalt kötelezettségeikért csak a közös vagyonban való bányarészük arányában voltak felelősek. Ugyanakkor minden egyesületi tag a bányarésztvénye arányában részesült a tiszta jövedelemből. A legfontosabb különbség a bányatársulat és részvénytársaság között, hogy az előbbi csupán a személyek, viszont a részvénytársaság már a tőkeértékek egyesítését is jelenti. A bányatársulatok közül a Pest-Mátrai Bányatársulat kutatása sikeres volt, a Parádfürdőt körülvevő Fehérkő és Veresvár nevű hegyek lejtőin két pesti vállalkozó Voss Elek és Hochmeister Frigyes nagykereskedő kezdett réz- és ezüstérc után kutatni. A munka során ezüstös fakőércekre bukkantak, amelyek 8-32% rézet és 0,25% ezüstöt tartalmaztak. Az első kutatási év végén már dúsérceket váltottak be az óvizi rézkohónál. A Pest-Mátrai Bányatársulat a dúsércek mellett tömegesen kitermelt zúzóércet is értékesíteni kívánta. Ezért 1851-ben a parádi völgyben gróf Károlyi György egyik malomépületének az átalakításával felállította a György zúzó- és mosóművet, amely mint más hasonló korabeli felső-magyarországi ércdúsító, zúzónyilakkal és szerekkel felszerelt nedves élőkészítésű dúsítómű volt.

Az első lejegyzett kutatási eredmények a Lahóca-hegyről és környékéről 1850 körüliek. A Lahócán az első feltárások a mai Felső-György táró környezetében váltak ismertté. Itt a kovás agyagásványos, szulfidhintéses kibúvásokon az 1852-ben megalakult Parád-Mátrai Bányatársulat kezdte meg a kutató és bányászati munkákat. 1862-ben megalakul a Mátrai Bányaegetlet, amely kiterjedt bányabeli kutatásokat indított a Lahóca déli részének ismert ércestei környékén. Erre a bányászatra ércfeldolgozó művet, pörkölő és lúgzóművet építettek. A nem megfelelő technológia és a gazdasági problémák miatt a bányászkodás nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket.

Miután a Pest-Mátrai Bányatársulat ércelőkészítési és kohósítási kísérletei balul ütöttek ki, felvetődött a gondolat, hogy a kis társulatok a kohósítást és az ércelőkészítést együttesen, közös tőkével oldják meg. Az 1860. szeptember 20-án, Gyöngyösön, gróf Károlyi György elnöklete alatt tartott közgyűlésen, a Gyöngyösoroszi Pál-, a Gömör-Lahócai- és a Parád-Mátrai Bányatársulatok elhatározták, hogy Mátrai Bányaegetlet (Matraer Bergwerks-Union) néven egyetlen bányatársulatot hoznak létre. (Már 1858. november 15-én felmerült a fenti vállalatok egyesülésének gondolata, viszont magánjogi vitáik miatt akkor nem tudtak megegyezni.) A fordulatot az 1861. november 24-én megalakult Mátrai Bányaegetlet hozta meg, amely Recsk határában, a Lahócaban tartósan működő ércbányát tudott nyitni, bányaigazgatónak Péch Antalt neveztek ki.

A feltárási munkákat 1861-ben a György- és a Katalin-tárókban kezdték meg. Ezek kedvező eredményrel jártak, az így megismert I. számú érc-tömsz a társulat ércigényét 20 éven át fedezte. A többi bánya, a Jósomszéd-, az Egyezség- és az Istenáldás-táror nem váltotta be a hozzájuk fűzött reményeket, a György- és a Katalin-tárókból került ki a termelés zöme, tehát már csak a Lahóca-hegy bányászata volt gazdaságos.

A Mátrai Bányaegetlet az összes korábbi társulatot egyetlen vállalatba olvasztotta, 200 000 négyszögöl, azaz 125 katasztrális hold kiterjedésű bányatelekkel rendelkezett az új vállalkozás.

1878-ban a termelés hirtelen megtorpant, 1879-ben pedig már csak minimális szinten állt. Bár az ércfeldolgozása nagy részben megoldódott, ennek ellenére az eladósodott bányatársulat már nem volt életképes, mert az olcsó dél-amerikai réz Európába való beáramlása a réz árának csökkenését eredményezte világszerte.

### **Hungarian Copper Limited (Magyar Rézművek Kft.)**

Az 1880. október 10-én Budapesten tartott közgyűlésen a Mátrai Bányaegetlet elfogadta a Hungarian Copper Limited (Magyar Rézművek Kft.) londoni székhelyű angol cég vételi ajánlatát, ill. szerződését. Ezek szerint 1880. október 15-ig az angol érdekeltségű cégnek a Mátrai Bányaegetlet minden tulajdonát

átengedi, beleértve valamennyi tárót, kohót, ércművet, izsalművet stb. A vevő 15 000 fontsterlinget fizet, ebből 3 ezret készpénzben, 12 ezret pedig névleges értékben úgy, hogy a vevő az eladónak 12 000 fontsterling erejéig részvényeket ad át. A szerződésben a vevő vállalta, hogy 60 000 fontsterling alaptőkével új részvénytársaságot alapít. Ezzel tehát a Mátrai Bányaegetlet feloszlott.

Mivel az I. számú érc-tömsz időközben teljesen kimerült, a termelés már 1880-ban szünetelt, ezért 1881-1882-ben nagyszabású feltárásba kezdtek,

Ennek során felfedezték a II tömszöt, amely aranyban és rézben egyaránt dús volt. A külszínen a lúgzó- és a kohóműnek Stoll Károly által megkezdett átépítését új pörkölők, réz- és ezüstbeolvasztó kemencék felépítésével befejezték. Közben a megromlódott épületeket rendbe tették, a bányában és a külszínen megkezdtek a rendszeres termelést, ezenkívül Mátraszélen megvettek még egy szénbányát is.

Az angol cég tőkéje az utolsó pillanatban új életre keltette a recski bányát, ezzel egy hosszabb nyugodt termelő periódus alapját vetette meg. Az eredmények viszont nem elégitették ki a külföldi tulajdonosokat, akik a tőkéjük gyorsabb kamatozása érdekében más befektetési lehetőséget kerestek. Ezért 1883. augusztus elején az üzemet egy hazai vállalkozásnak Mátrabányai Közbirtokosságnak adták el.

### **Mátrabányai Közbirtokosság (1910-től Parádi Bányatársulat) üzeme (1883-1916)**

A londoni cég részvényeit Jármay Gusztáv gyógyszerész, Váradi Stoll Károly bányatanácsos, Dr. Eissen Ede magánzó és Brill Lajos és Brill Zsigmond kereskedő budapesti vállalkozók vásárolták meg. A Mátrabányai Közbirtokosság több mint 20 éves időszakáról alig maradtak fenn dokumentumok. A művek irányításában a közbirtokosság, mint irányító szerv egyre ritkábban és kevesebb erővel szerepel, az öt birtokostárs közötti versengés és viszály tovább növelte a problémákat és egyre romlottak az eredmények. A Közbirtokosság és a bányaigazgató 1903-ban radikális intézkedéseket hozott, felére csökkentették a munkáslétszámot, a bányaműnél a megmaradt vajúrók túlnyomó részével az elhanyagolt feltárási munkát végeztették.

1909 őszén a volt Mátrabányai Közbirtokosság öt alapítójának az örökösei, és ezek rokonsága 120 bányarészvéennyel Parádi Bányatársulat néven új vállalkozással alakítottak. A vállalati társaspénztár 1916. október 31-én megszűnt, mivel annak meglévő vagyonát a társulati alapszabályok értelmében a nyugdíjasok között felosztották.

### **Weisz Lajos és a Dobsinai Rézművek Rt. üzeme (1916-1922)**

Az egyre súlyosbodó nyersanyaghiány miatt az államkincstárnál már az első világháború idején

felvetődött a recski ércbánya megvásárlásának a gondolata, azonban a Parádi Bányatársulat Weisz Lajossal 1916. szeptember 9-én kötötte meg az adásvételi szerződést.

A M. Kir. Bányakapitányság 1916. december 16-i bejegyzése szerint Weisz Lajos mérnök (Berlin, Kurfursterdam 136. sz. alatti lakos) megvásárolta a recski ércbányát. Ez a kiváló üzleti érzékű, agilis, meglehetősen találékony építési szakember az ipar más területein is szabadalmakkal rendelkezett, így több országban különféle szabadalmi jogokat birtokolt a csatornatéglák előállítására 1896-ban, a lapos formájú mennyezetéglák gyártására 1895-ben kiadott császári szabadalmi leírás alapján. Weisz nem azért vette meg Mátrabányát a tartozékaival, hogy a bányászatot újraindítsa, hanem azért, hogy a rézgálicgyártást megkezdje. Ezt az anyagot a galvanoplasztikában, szőlőpermetezésnél a peronoszpóra ellen, gabona csávázására és fa impregnálására használták fel. Tervei szerint a bánya hányóinak anyagából 1000 q napi kapacitással 10 évig elegendő rézgálic állítható elő. A rézgálicon kívül a meddőhányókon feldolgozásra váró érc mennyiségben mázsánként 150 gr arany és 3000 gr ezüst is volt. A tulajdonos elsődleges tevékenysége a rézgálicgyár megvalósításához szükséges tőke előteremtésére irányult, ezért nem folytatott rendszeres bányászatot Recskén. 1917 végén a Magyar Fémközpont hívta fel a Dobsinai Rézművek Rt. figyelmét a vállalatra. Weisz 1917 végén opciós szerződést kötött a dobsinaiakkal, amely 1918. március 1-től lépett életbe.

A Dobsinai Rézművek Rt. viszonylag új cég volt, az 1914. évi adatok szerint a már jól kiépített teleppel, laborral, műhelyekkel felszerelt vállalat 262 dolgozóval (110 bányász, 72 előkészítő, valamint 80 műhelymunkás) rendelkezett. A bányászatot csak 1914 januárjában kezdte meg, ill. rézolvastó kohóját csak később kívánta üzembe helyezni. Ezért nem volt véletlen, hogy óvatosságból csupán opciós szerződést kötött a recski ércbányára.

Weisz a bányauzemet nem helyezte működésbe, csak takarítást végeztetett. Bányaművelést és bányászati tevékenységet 1918 tavaszától 1919 végéig az opciós jog alapján a Dobsinai Rézművek Rt. folytatott Mátrabányán. A dobsinai vállalkozás tömzsben figyelemre méltó feltárásokat végzett, az októberi forradalom után, a Tanácsköztársaság idején még folytak a munkák, de a tanácsállam megdöntése után nem volt mód a kitermelt érc Dobsinára történő elszállítására, ezért a kutatást beszüntették, és a részvénytársaság 1919 őszén az opciótól visszalépett.

1920-ban az addig is igen leromlott állapotban levő bányatelep teljesen tönkrement. Weisz Lajos 1921. március 23-án meghalt, örököse Leszner Adél bányászati tevékenységet nem végzett, csak az üzemi épületek lebontásából nyert anyagok és gépek eladása révén szerzett jövedelmet, a bánya mellett felhalmozott meddőanyagot pedig utépítéshez adták el.

## Schmidt testvérek vállalata (1922-1926)

1920 után Vitális István (1871-1947) geológus, a soproni Bányászati és Erdészeti Főiskola professzora hívta fel a Salgótarjáni Kőszénbánya Rt. alkalmazásában levő Schmidt Jenő, Lajos és Sándor bányamérnök testvérek figyelmét arra, hogy „a recski Mátrabánya az egyedüli ércbánya, amely a megmaradt határokon belül a bányászati technika új vívmányainak felhasználása mellett tőkebefektetésre még alkalmasnak látszik. A recski bányauzem működése szünetelt 1919 őszétől 1922 tavaszáig. Schmidt Lajos írta Recskről 1922 júniusában szakvéleményében: „a hányók egy részét már elszállították és szállítják (most is) útkavicsolásra. Ez voltaképpen nemzetgazdasági kár, mert ... legalább 2% réztartalmú hányóanyag... érckészlet képezne, nem is szólva aranyos-ezüst tartalmáról. Ezért felsőbb helyeken utána kellene járni, hogy Heves vármegye az országnak ezt a kincsét hagyja ott a helyén; utak kavicsolására találhat másutt is anyagot.”

A recski ércbánya az 1920-as trianoni békekötés után stratégiai jelentőségűvé vált.

## A termelés és a technika 1850-1926 között

A bányászok a kezdetektől 1931-ig kizárólag olajméccsessel világítottak, emellett kézzel fűrtak és jövesztettek a vágatokban. A bányászati technológia szempontjából Recsk környékén táróbányászat folyt. A tárókihajtásoknál és a fejtéseknél a jövesztést fűrórudakkal és kézikalapáccsal kialakított lyukakba helyezett robbantóanyaggal végezték. A lahócai bányászatban kezdetben lőport használtak a robbantáshoz. A termelvény szállításánál és rakodásánál a 19. században még kosarat, kapát, valamint különböző típusú targoncákat, magyar csilléket alkalmaztak, amelyeket fapallókon mozgattak.

A vaspályán mozgó csillék használatát Pech Antal igazgatósága idején, 1863-tól vezették be.

Recskén a 19. század végén főtepásztá-fejtéssel folyt a bányaművelés. A pásztá lefejtése után a teljes főtét alátömedékeltek, és ezután kezdték fejteni a következő pásztát. Az érckiszállításhoz, a tömedék beszállításához, valamint a közlekedésre mindkét szintet összekötő gurítót és feltörést készítettek. Az első részt a tömedékben építették ki, és fával biztosították.

A jövesztés a bányában 1871-ig puskaporral, majd dinamittal és főként paxittal végzett robbantással történt.

A flotáció bevezetése előtt a dúsercet kézi válogatással külön termelték. Durvaaprításra kézi bunkót, középaprításra 1860-1907 között hengerpárt, finomaprításra 1868-ig zúzónyilakat alkalmaztak.

A recski bányát a hazai viszonyokhoz mérve meglehetősen későn villamosították, így az üzem 1929-ig nélkülözötte az áramellátást, a szükséges energiát addig gőzgépekkel állították elő.

Valószínű, hogy Magyarországon a recski Mátrai Bányaegetlet ércbányáját érte elsőként környezetvéde-

lemmel kapcsolatos kifogás, amikor 1860-ban a kitermelt ércet halmokban pörkölték a külszínen. A pörkölés során távozó igen kellemetlen, szúrós szagú, kén- és arzén-gőzöket tartalmazó bűzös gázokat a szél Recsk felé fújta, ami ellen a községi vezetés tiltakozott.

### Megalakul a Recski Magyar Királyi Ércbánya (1926-1944)

Magyarország területén csak itt-ott maradt egy-egy szegényes, részben már régen felhagyott, részint még jól meg sem vizsgált ércelőfordulás (Recsk, Gyöngyösoroszi, Telkibánya). Ezek közül 1922-ben sor került a recski ércbánya újrainvitására, hogy végül is azt hosszas hányattatás után a magyar kincstár vegye kezébe. A magyar állam 1926. december 1-én kötött adásvételi szerződést a Schmidt testvérekkel, az üzemet a tulajdonosok 5 milliárd koronáért, azaz 400 000 pengőért adták el. A bánya ekkor garantált készletei a Katalin-tározó szintje fölött 2 millió mázsa 2%-os rézércre és 6,6 gr/t aranytartalmú ércvagyonra voltak becsülhetők.

A bányatelep megvételelétől a termelőüzem megindulásáig mintegy ötévi előkészületre volt szükség. A beruházás elhúzódása miatt természetesen számos bíráló cikk jelent meg az állami beruházásként készülő új üzemről. 1929-ben Pávai Vájna Ferenc, a neves geológus írta a következőket: „... a Luca-széke is hamarabb készül el, mint egy kincstári bányamű, mert nálunk soha nem tanulják már meg, hogy a bányászat üzlet és nem hivatal, azt nem ranglétrán cammogó hivatalnokokkal, hanem munkája után fizetett tisztviselőkkel és munkásokkal kell lebonyolítani, nem tudósok kísérleti nyula az, hanem üzem, ami pénzt hoz, de meg is eszi, ha évekig áll, azután annyi teher nő nyakába, hogy lehetett akármilyen sok és dús érc, évek kellenek hozzá, hogy behozza, az is megeshet, hogy sohasem jön be”

A bánya és az ércmű átépítéséhez 1927-ben kezdtek hozzá. Miután a meglevő érckészlet csak 7-8 évi bányászatra lett volna elegendő, ezért új feltárásokra volt szükség. A rendszeres, termeléshez szorosan kapcsolódó feltáró munkák eredményeként vált ismertté a Lahóca keleti szárnyának több további ércteste, a mai számozás szerint IV., V., VII. és IX. számú érctömsz. Erre az időszakra tehető a Lahóca máig is elfogadható első földtani modelljének a megalkotása, amit Pálffy Móric 1929-ben készített el. A termelés megkezdéséig a Magyar Államkincstár az átvételkor bejárható 2718 fm hosszú vágathoz további 2390 fm új vágatot nyitott.

A recski ércbánya és a mellette felépített, flotációs eljárást alkalmazó ércdúsító a maga nemében világviszonylatban is az első köze tartozott, és létesítése idején korszerű középüzemnek számított. Az új ércelőkészítő üzemnek igen jelentős vízigénye volt, ezért 1930-ban elkészült a bányatelepen egy 80 000 m<sup>3</sup>-es víztározó völgyzárógáttal, amit bekapcsoltak a bánya üzemvíz-ellátásába. A mederrészt andezittufába alakították ki.

Az előbb ismertetett beruházások mind házi kivitelezésben készültek el, tehát nem külső cégek, hanem a recski ércművek dolgozóival. Ennek figyelembevételével a Magyar Államkincstár összesen 700.000 pengő költséget fordított Recsk kiépítésére. Az új ércelőkészítő-művet 1931. április közepén helyezték Kruppék üzembe, a berendezések műszaki átadására 1931. május 15-én került sor.



Recski ércelőkészítő üzem

Az üzem életét nehezítette a világgazdasági válság miatt 1931-ben bekövetkezett rendkívüli rézáresés, a porkohosítás magas költsége és a vártnál gyengébb minőségű ércfeladás. A recski bánya a lecsökkent rézárak miatt 1935-ig nagy ráfizetéssel dolgozott. Az irányító Iparügyi Minisztérium és a bányauzemi vezetőség erőfeszítései a kellő ércbázis megteremtésére 1936 októberétől kezdve már biztosították a nyugodt termelést, a fémárak emelkedése pedig a bánya üzemének a gazdaságosságát is garantálta.

1940-re a Recskről kikerülő hazai réz közel ugyanannyit tett ki, mint a történelmi Magyarország termelése volt 1918 előtt, amely az ország békebeli szükségleteinek nem egészen 1/20 részét fedezte. Az I. világháború idején bevezetett gyakorlat szerint 1940. december 21-től a vállalatot hadiüzemmé nyilvánította a Honvédelmi Minisztérium a termelés biztosítására, hogy a katonai behívások ne akadályozzák a termelést. Időközben nemcsak a vállalat irányítása változott meg, hanem a neve is, így 1937-ben „Magyar Királyi Állami Ércbánya, Recsk” volt a hivatalos cégelnevezés, 1942-ben pedig már „Magyar Királyi Állami Ércbányászati Recski Üzeme, Recsk” megnevezéssel illetik. A II. világháború végéig 2500 fm vágat újrainvitást, 13.700 fm új feltárást és 6000 fm ércutat magfúrás végeztek, melyek eredménye közel 16 km hosszúságú vágathálózat és 54 kutatófűrész lett.

A létszámhiány miatt 1943-1944-ben zsidó internáltakat dolgoztattak a bányánál, 1944 tavaszán egy munkaszolgálatos századot vezényeltek Recskre, melynek tagja volt Zelk Zoltán (1906-1981) költő is.

A háború befejeződése után, ahogy kezdtek vissza-

térni a munkások, úgy hozták rendbe a bányát és az ércelőkészítő-üzemet.

Az 1946-1947. években, az ipar átszervezésének idején az igen szerény keretek között folyó ércbányászat fejlesztése háttérbe szorult. A bánya 1946 őszéig az Állami Ércbánya és Kohóművekhez, majd a Magyar Állami Szénbányákhoz, 1947. május 1-től a Nehézipari Központ kezelésében levő Diósgyőri MÁVAG-hoz csatolták. Recsk az utóbbinak lett az egyik fióküzeme, Gyöngyösoroszival együtt. 1948. május 1-től a recski vállalatot az új Iparügyi Minisztérium Bányászati Osztálya irányította. A lahócai üzem 1949. január 1-től az újonnan szervezett Ércbányászati Nemzeti Vállalathoz tartozott 1950. október 1-ig. Ettől kezdve önállóan tevékenykedett, a könyvelést és minden adminisztratív teendőt is helyben láttak el. A bányáiparon belül az érc- és ásványbányászatban 1949-ben kezdődtek meg az első lépések egy átfogó iparági szervezet kialakítására, majd a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium Ércbányászati és Ásványbányászati Főosztályának létrejöttével 1951-ben megteremtődött az iparágga szerveződés alapfeltétele. A két főosztály 1957. évi összevonását 1964-ben az Érc- és Ásványbányászati Országos Vállalat megalakulása követte.

Az ágazati felsőszintű központosítások után a Gazdasági Bizottság 1962. október 26-án hozott határozatával a Mátrai Ásványbánya Vállalat (Gyöngyös) és a Recski Ércbánya Vállalat (Recsk) önállóságát 1962. december 31-i határidővel megszüntette, és mérlegbeolvasztás útján a Gyöngyösorozsi Ércbányába olvasztotta. 1963. január 1-től a vállalat új elnevezése Mátrai Érc- és Ásványbánya Vállalat lett, Gyöngyösorozsi központtal.

1964-ben megalakult az Országos Érc- és Ásványbányászati Vállalat (később Országos Érc- és Ásványbányák), ettől kezdve ennek a kötelékébe tartozott az urán- és bauxitbányák kivételével valamennyi hazai ércbánya, közöttük Recsk is (1970. január 1-től Recski Rézércmű néven).

Újra indultak a kutatások, ennek során 39 mélyfúrást végeztek 4153 fm hosszban, és 5470 fm új vágatot hajtottak ki. A kutatások ismét tetemes ércvagyonhoz juttatták a vállalatot.

A VIII. tömzsben új szállítóaknát mélyítettek, amelynek 2 mély szintjével bányászatiilag feltárták X. és XI. tömzsöt, gazdag érces fészkeket nyitottak a mély szinteken IX. tömzsben. A II. világháború utáni új kutatásokkal nem csupán a bánya érckészletét lehetett megnövelni, hanem ezáltal a Lahócaban folyó bányászatot 25-30 évvel sikerült meghosszabbítani.

Az erőltetett iparosítás éveiben sem ügyeltek a környezetszennyezés elkerülésére, már 1957 nyarán arról cikkeztek a megyei és az országos lapok, hogy a Recski Ércbánya éveken át a Tarnába engedte az ércdúsítóiból kikerült iszapot, amelytől a víz elszürkült, alkalmatlanná vált az öntözésre, kipusztultak a halak, és Recsktől Vepelétig 15 km hosszúságban használhatatlanná vált a patak.

Az iszapban levő nagymennyiségű vegyszer a Tar-

na élővilágát teljesen elpusztította. Ezért a további vízszennyezés elkerülése végett később lúgosító berendezéssel kezelték az üzemet elhagyó szennyvizet. A bányató vízvédelme érdekében csak 1973-ban történt az első előrelépés.



*Lahóca csilleszállítás*

A Lahóca ércesedésének tömzsös kifejlődése miatt 1951-től bevezették az ércbányászat történetében egyedülálló hatalmas ún. „magazinfejtést, vagy érc tároló fejtést. Erre azért volt szükség, mert az üregek magassága elérte a 34, szélessége pedig a 20-60 métert. Az országban elsőként itt kezdtek kísérletezni a tám nélküli főtécsváros, felfüggesztéses biztosító eljárással, aminek eredményeként 1951-től 1958-ig az ún. közethorgonyzási alkalmazták az üregek feletti közetrétegek biztosítására. E módszer előnye, hogy nagymennyiségű bányafa-megtakarítással jár. A vágatokban így a hasznos szelvény nagyobb, a talpalatti ércfejtés pedig könnyebb lett.



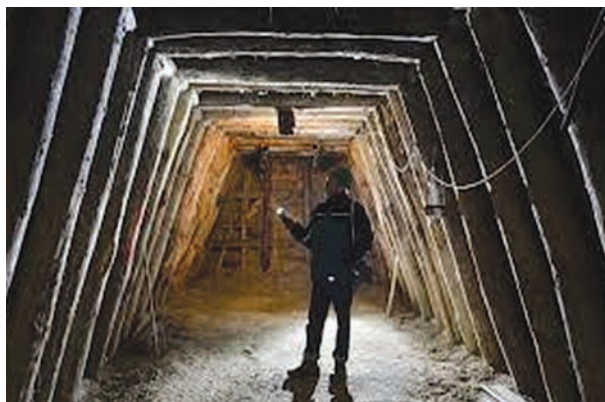
*Lahóca bánya ércfejtés*

Azt, hogy a recski bányában a gépek mellett 1979-ig alkalmazták a lóval történő szállítást, hajlamosak lennénk azzal magyarázni, hogy az üzem technikailag korszerűtlen maradt, pedig nem így van. A Lahóca földtani sajátosságai miatt az alkalmazott feltárási rendszerben minden létesítmény egy részét az ércetestben hajtották ki, ami egészen a legutolsó időkig nagyon sok jó minőségű ércet kötött le. Mivel a feltárási- és szállítóvágatok is az érces testekben húzódtak, ezért azokat lehetőleg szűkre méretezték. Viszont a szűk vágatokban könnyebb volt a szállítást lóvontatású csillelkelkel megoldani, mint gépekkel.

A bányában használt gépek energiaellátását villamos berendezések biztosították, így a sűrített levegős csőhálózatot, a világítást, a szellőztetést és a szállítást, valamint a 60 m-es szintelosztás miatti feltöréshajtó padozatot elektromos áram működtette.

A munka biztonságossá tétele miatt a fejtésekben 30 méterenként fapillérek és kőzetpillérek, a vágatokban és ereszkékben 50 méterenként bűvőfülkék, a szállítópadozatban csillefogó-berendezések voltak. Sújtólégbiztos berendezéseket, benzínlámpákat használtak, és állandó metánmérést végeztek. 1971-ben ugyanis a recski bánya sújtóléges besorolást kapott, ezért a karbidlámpák helyett bevezették az RC akkumulátoros lámpákkal való világítást.

A Rézérc Művet 1970 után az a remény tartotta életben, hogy az 1960-as években megindult kutatások a mélyben megismert készletekre alapozva idővel egy nagyléptékű bányászathoz vezetnek. A mindinkább csökkenő termelés arra kényszerítette az Országos Érc- és Ásványbányák vezetését, hogy Rudabányáról szállíttassanak rézércet, pontosabban rézben gazdag pátvasércet Recskre, amit együtt flotáltak az akkor már a feltárásból kikerülő mélyszerinti és a lahócai érccel.



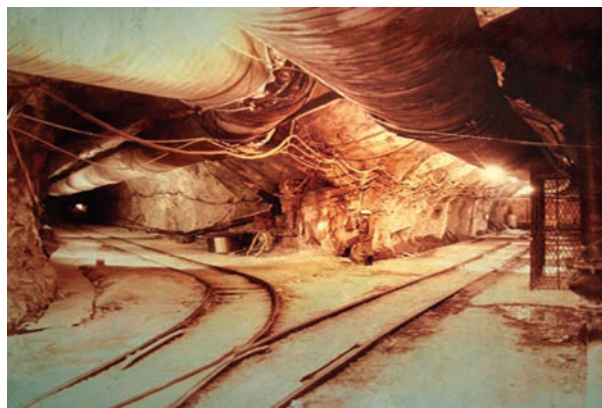
*Lahóca fával biztosított vágatszakasz*

A lahócai üzem bezárásával a recski bányászat még nem ért véget. Miután az ismert, kitermelhető érckészleteket a szakemberek végesnek tartották, ezért Lahóca bánya megkutatott készletének kifogyása előtt megkezdődött a terület földtani továbbkutatása, általában 1000-1200 m mély külszíni fúrásokkal.

## **Recsk II**

A recski ércelőfordulás területén a mélyszerinti kutatások 1961-ben kezdődtek, 1970-től a földalatti kutatással folytatódott az ércesedés további megismerése, melynek keretében megindult a magyar bányászat történetének egyik legnagyobb léptékű munkája, az I-es akna, majd 1974-ben a II. akna mélyítésével. Az aknát úgy mélyítették, és a vágatokat úgy hajtották ki, hogy azok később termelési célokat is szolgálhassanak. A 8 m-es aknaátmérő egyrészt a megfelelő intenzitású szellőzést, másrészt a későbbi, várhatóan nagykapacitású szállítást volt hivatott biztosítani, a két

aknát két szinten vágattal kötötték össze. A részletes kutatások során kihajtottak 1 456 folyóméter kutató vágatot, mintegy 7 000 folyóméter feltáró vágatot, elkészült az 1200,6 m talpmélységű I. akna és az 1195 m mély II. akna. Az egyiket a felszíntől számított 900 m szinten a porfiros rézérc, a másikat az 1100 m szinten a szkarnos érc feltárására, illetve kutatására szánták. Az összekötő szintes vágatrendszer tette lehetővé a legyező alakban fűrt bányabeli kutatófúrások kivitelezését. 1986-ig 87,5 km fúrás mélyült (550 db), melynek feldolgozása alapján számították az ércvagyonot. Az érc hasznosításával kapcsolatban sok ércdúsítási kísérletet végeztek, sok tanulmány készült a környezetvédelem, vízgazdálkodás és más, a termelési viszonyokat érintő minden kérdésben.



*Recsk II. bánya vágatkeresztződés*

Az állam 1981-ben fejlesztési forrás hiányában leállította a beruházást, és elrendelte az állammegóvási munkák megkezdését. 1987-től a földtani kutatás munkálatai is szünetelnek. Az állam 1990-ben elrendelte a bánya tartós szüneteltetésére való átállás megkezdését, 1998-ban a mélyművelésű bánya vízelárasztással történő tartós szüneteltetését, ezzel meghagyva az ércvagyon későbbi hasznosításának lehetőségét.

A bánya hosszabb távú szüneteltetését egyrészt a nemzetközi viszonylatban is jelentős ércelőfordulás, valamint a meglévő bányatérsegek értéke indokolja, másrészt a szüneteltetésre való átállás során alkalmazott műszaki megoldások, a bányatérsegek szakértői véleményekkel igazolt állékonysága lehetővé teszi a bányatérsegek tartós, egyedi időtávlatú szüneteltetését.

A bánya tartós szüneteltetésre való átállításának munkálatai 1999-ben kezdődtek meg és 2002-ben fejeződtek be, mely során a mélyszerinti bánya földalatti berendezései kiszerezésre kerültek, megszűnt a víz-emelés, a szellőztetés, a földalatti villamos energiaellátás, a földalatti hírközlés, az aknaszállítás, a bánya víz alá került és lezárásra kerültek a külszínre nyíló bányatérsegek. Ezzel a bányaüzem földalatti tevékenysége befejeződött. A külszínen elbontásra kerültek az aknaszállító gépek műszaki berendezései, az aknatornyok és az ideiglenes jellegű gépházak. Ugyancsak elbontásra kerültek a felszámolásra ítélt egyéb építmények is. Tájérendezés keretében befejező-

dött az érces- és meddőhányók, valamint az egyéb üzemi területek fizikai és biológiai rekultivációja is, kialakításra került a meddőhányók felszíni vízlevezető rendszere, kialakításra került a környezetellenőrző hálózat, melynek üzemeltetése a hatályos engedélyek alapján jelenleg is történik.

A Recsk II. jelenleg is szüneteltési műszaki üzemi tervvel rendelkezik, a Nitrokémia Zrt. a vonatkozó hatósági engedélyek és előírások alapján a külszíni rekultivált területek, az elárasztott mélyszinti aknák, a lezárt mélyfúrások és külszínre nyíló térségek, valamint a külszíni létesítmények rendszeres ellenőrzését végzi, emellett üzemelteti a vízjogi létesítményeket, a

hidrogeológiai monitoring rendszert és a mélyszinti nemesfém- és színesfém ércesedést kutató fúrások magminteraktárait. A recski nemesérc előfordulás kutatása az eddig megismert érceken túl a jövőben még további ásványi nyersanyag jelenlétét igazolhatja, amely a bánya megnyitására, gazdasági szempontból is, reális esélyt adhat. Ezért nem tekinthető a Recsk II. bányatelekben lévő ásványi nyersanyag kutatása lezártnak, a föld mélyében lévő ércvagyon újraértékelése a bánya megnyitásának a tekintetében új távlatokat nyithat, ezért a megismert ércvagyon ismételt vizsgálatára, illetve további kutatására is szükség lehet a jövőben.

## Szent Borbála-napi megemlékezés és a GyöngyöSOROSZI ÉRCBÁNYÁSZAT BEFEJZÉSÉNEK 35. ÉVFORDULÓJA ALKALMÁBÓL ÁLLÍTOTT EMLÉKMŰ AVATÁSA

A Nitrokémia Zrt. a meghívott vendégek és a Mátra Projekt munkavállalói részvételével 2021. december 1-én 14 órai kezdettel GyöngyöSOROSZI Károly-altárán tartotta a Szent Borbála-napi megemlékezéssel egybekötött emlékmű-avatási ünnepségét az Uránipari Dolgozók Szakszervezetével közösen. Az emlékmű állításával a GyöngyöSOROSZI Ércbánya bezárásának a 35. évfordulója alkalmából az itt dolgozó bányászokra és GyöngyöSOROSZI térségében folyó több évszázados bányászati tevékenységre emlékeztünk. A megemlékezés kezdeményezésében és az emlékmű létrehozásában kiemelt szerepe volt Rofrits Vilmosnak, aki a Mátrai Projekt műszaki ellenőre és egyben az Uránipari Dolgozók Szakszervezetének elnöke is. Az ünnepség résztvevőit Papp Zoltán Andor projektvezető köszöntötte, megemlékezett a GyöngyöSOROSZI Ércbánya múltjáról, majd a beszédét így zárta: *„Fontos kihangsúlyozni, hogy az itteni bányászat és kapcsolódó feldolgozási tevékenységek nagy szerepet játszottak egyrészt a térség fejlődésében, másrészt a magyar mélyműveléses bányászat szakmai, műszaki fejlődésében. Nem mehetünk el szó nélkül azok mellett, akik az orosz bányászat fennmaradását és bánya folyamatos működését, az ismert geológiai nehézségek és nehéz munkakörülmények mellett, vagy inkább azok ellenére lehetővé tették. Ők a bányászatban dolgozó emberek, a bányászok. Ezért ezen a napon kötelességünk tisztelettel és nagyrabecsüléssel emlékezni és egyúttal emlékeztetni azokra a szakemberekre, szellemi és fizikai dolgozókra, akik a tudásukat, erejüket és energiájukat, olykor életüket adták a GyöngyöSOROSZI ércbányászat működéséért. Zárásként szeretném megköszönni mindazon kollégák munkáját, akik az emlékmű állításhoz saját kezük munkájával, vagy bármilyen más módon hozzájárultak.”*

Ezt követően Rabi Ferenc, a Bányaiipari Dolgozók Szakszervezetének az elnöke emlékezett meg Szent Borbáláról, a bányászok védőszentjéről. A Szent Borbála a középkor egyik legismertebb szentje Nikomédiában élt a IV. században, aki a hite miatt szenvedett vértanúhalált. A bányászok Borbálát a bátorsága és kitartása miatt választották védőszentjüknek, akiről a bányászok minden évben országsszerte december 4-én megemlékeznek.

Az ünnepségen Utassy Vilmos, az Egri Főegyházmegye plébánosa, c. kanonok áldotta meg az emlékművet, majd a résztvevő szervezetek vezetői megkoszorúzták. Az ünnepség GyöngyöSOROSZI művelődési házában kötetlen beszélgetéssel folytatódott.

## Szakmai konferencia Budapesten

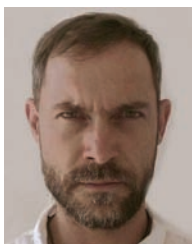
A Nitrokémia Zrt. fennállásának 100 éves évfordulója jegyében 2021. szeptember 23-án szakmai konferenciát rendezett a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) Stefánia úti székházának dísztermében. A konferencián Juhász Roland államtitkár megnyitóját követően a Nitrokémia Zrt.-nél zajló sokrétű munka bemutatása mellett, a kimagasló tudással rendelkező szakmai együttműködő szervezetek (MBFSZ, Miskolci Egyetem, MTA Wigner Jenő Fizikai Kutatóközpont, TeroRELHÁRITÁSI Központ) képviselőinek előadásait hallgathatták meg a meghívottak.

## Tovább bővült a „Morvai-lista”

Morvai Tibor tiszteleti tag, ny. egyetemi adjunktus közlése szerint az általa üzemeltetett online egyesületi levelezőlista 2021. november 18-án 762 tagot számlált. Morvai Tibor 2008 óta végzi önkéntesen és önzetlenül a listagazda munkáját, amivel igen nagy szolgálatot tesz szakmai közösségünknek. A gyors és időszerű információáramlás érdekében ajánljuk valamennyi tagunk figyelmébe „szolgáltatását”. Feliratkozni a [gtbmor@gold.unimiskolc.hu](mailto:gtbmor@gold.unimiskolc.hu) címen lehet, tapasztalataink szerint naponta több levelet kaphatunk Tőle szakmáink kisebb-nagyobb híreiről, és természetesen, ha az élet úgy hozza, bármelyik tag küldhet hírt, kérve a listára történő továbbítást.

# Mátrai posztvulkáni hidrotermás képződmények szerepe a Toka-patak kármentesítés kivitelezésében

ÁRGYELÁN JÓZSEF TIBOR projektmérnök, Nitrokémia Zrt.

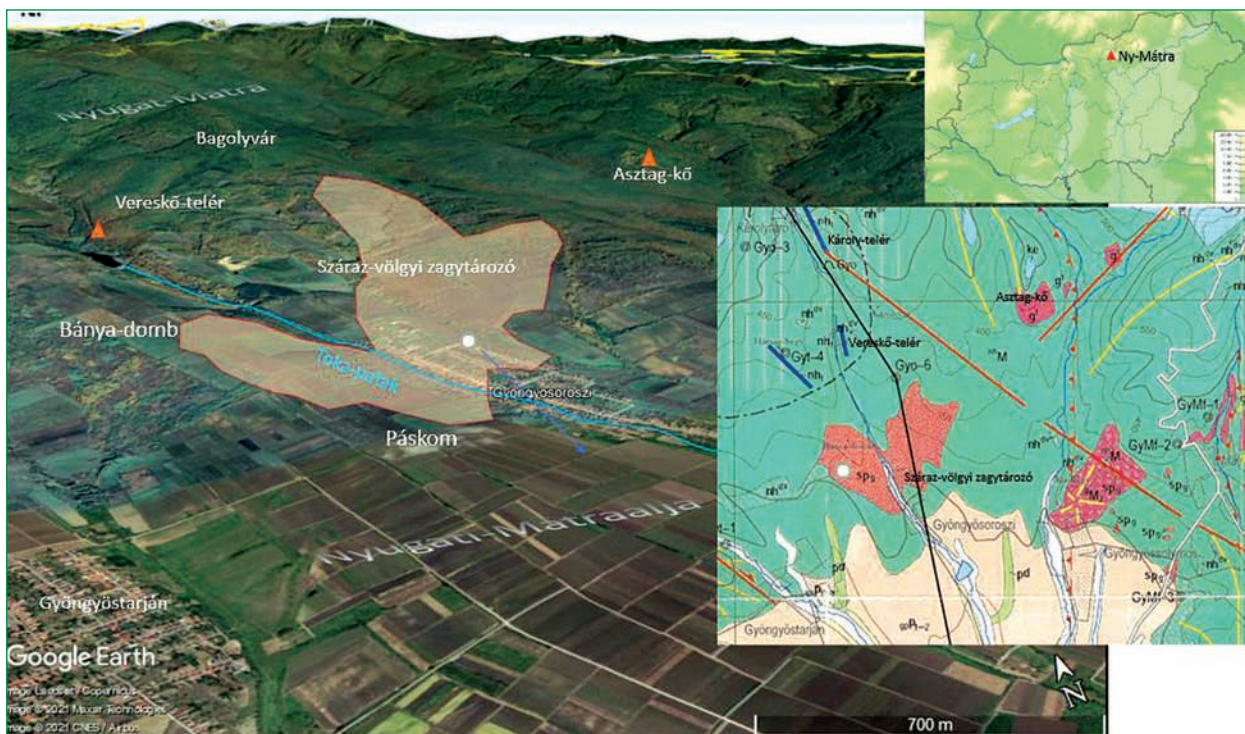


A középkorig visszanyúló és a XX. században ipari méretűvé kiteljesedő gyöngyösoroszi színes-fémhányászat, valamint a bányászat felhagyását követően a magára hagyott bányászati létesítmények (meddőhányók, zagytározók) hosszú évtizedeken keresztül jelentős szennyezéssel terhelték a Toka-patakot. Éppen ezért a végleges bányabezárás fontos feladata lett a felszíni létesítmények, így a Toka-patak kármentesítése is. A feladat megvalósítására tervezett műszaki beavatkozás feladata a szennyeződött földtani közegek tényfeltárás eredményeinek feldolgozásával meghatározott célértékek szerinti kármentesítése volt. A műszaki beavatkozás kivitelezése során azonban kiderült, hogy a több mint 14,5 km hosszú patakszakaszon által érintett területen fellelhető földtani képződmények, a miocén végi posztvulkáni hidrotermás tevékenységek hatására, összetettebb geokémiai jellemzőkkel bírnak, számos természetes anomália is előfordul, így a vízgyűjtőterületre vonatkoztatott földtani háttérvértékek nem minden patakszakaszonra voltak érvényesíthetőek. A Mátraalján végig húzódó posztvulkáni hidrotermás eredetű Ba-Hg-Sb ércindikációk és anomáliák műszaki beavatkozás alatti felismerése befolyással volt a kármentesítés kivitelezési munkálataira, és rámutatott arra is, hogy a nagyobb felbontású felmérések és az adatok helyspecifikus kiértékelése fontos eszköz lehet egy heterogén természeti és társadalmi felépítésű területen.

## Az érintett terület elhelyezkedése és földtana

A Nyugat-Mátrában található Toka-patak két eredő vízfolyása a Pelyhes-tető, Bagolyirtás és Nagynyak által kirajzolt, dél felé nyitott karéjos völgyfőben eredő Bánya-patak és Erős-patak, amelyek a Károly-tárónál folynak össze, innentől nevezik a vízfolyást Toka-patak néven, amely végül a Gyöngyös-Nagyrédei víztározóba torkollik. A kármentesítéssel érintett Toka-patak szakasz a Baráz Cs. által (Baráz et

al, 2010) javasolt tájfelosztás szerint a Nyugat-Mátra és a Nyugati-Mátraalja kistájakon folyik keresztül. Az érintett területen a Mátrai Andezit Formációba tartozó Nagyhársasi Andezit Tagozat, [nhM] és részben Gyöngyössolymosi Riolit Tagozat [gM2], valamint a Szurdokpüspöki Formációba [spM] tartozó Gyöngyöspatai Limnokvarcit Tagozat [spg] képződményei fordulnak elő, melyet délen lejtő- és proluviális üledékek fednek [gpp1-2]. (MRB, 2020.) Szögletes zárójelben az 1. ábra földtani térképének jelölései találhatók.



1. ábra: Toka-patak II. ütemének földrajzi és földtani környezete. Forrás: Mátra földtani térképe Gyalog et al. 2010. in Baráz et al., 2010 és Google Earth 2021.09.26.



A Mátra tömegét főleg víz alatti kitörésből származó nagytömegű láva és finom-durvaszemű vulkanoklasztit, hialoklasztit többszörösen váltakozó sztartovulkáni andezites képződmények alkotják. (Zelenka T. 2010) A Nagyhársasi Andezit piroxénandezit-láva, -agglomerátum és -tufa váltakozásából áll („mátrai középső andezit”), amelyben alárendelten savanyú (riolit, dácit) piroklasztikum közbetelepülések fordulhatnak elő. Gyöngyösoroszinál hidrotermás teléres Zn-Pb ércesedés kapcsolódik hozzá. Vastagsága általában 500–1000 m, de lokálisan 2000 m-nél is több lehet. Képződése a kora-badeni során történt (Gyalog L. és Budai T., 2002) Az egykori vulkáni szerkezet közép-pontjába benyomult szubvulkáni testek felett hidrotermás-epitermás LS típusú (low sulphidation – alacsony szulfidizációjú) teléres polimetallikus és nemesfém-ércesedés (Gyöngyösoroszi, Parádsasvár) jelentkezik. A beszakadt andezites vulkáni kaldera belső szegélyén a badeni időszakban riolitdómok, riolittufa-szórások, ignimbrites árak képződtek (Gyöngyössolymosi Riolit T.), amelyekhez Hg-Sb-os kovásbaritos ércindikációk (Asztag-kő) tartoznak. A Szurdokpüspöki Formáció a badeni tengerből szigetként kiálló vulkánok partján kialakult, a tengertől többékevésbé elzárt medencékben felhalmozódott üledék-együttest írja le. A posztvulkáni kovasavas hévforrásokból és az ezek körül kialakult tavakban kivált gejziritet (hidrokvarcit) és kvarc-kalcedon limnokvarcitot Gyöngyöspatai Limnokvarcit Tagozat néven különítik el. (Gyalog L. és Budai T., 2002) A posztvulkáni tevékenységek során kialakult változatos megjelenésű kovás képződmények 200-430 mBf magasságban fordulnak elő. Nyugaton Szurdokpüspökítől kezdődnek, főbb előfordulásai Gyöngyöspatán a Prédikáló-tető, Tüzköves, Jánosvára és Aranyos-bérc gejzirit és limnokvarcit képződményei, a gyöngyöstarjáni Kövesdomb, a gyöngyösoroszi Bánya-domb és Száraz-völgy jáspisos, gejzirites (hidrokvarcitos) képződményei, Gyöngyössolymosnál a Monostor-völgyet és Komlós-völgyet övező háta, így az Asztag-kő Üstökös-fő egykori gejzír kúpjai, és a Mátrafüredtől délre található Bába-kő, amely szintén egykori gejzír maradvány. Az utóvulkáni hidrotermás hőforrásokhoz és gejzirműködéshez kötődő képződményekben több helyen alunitosodás, baritosodás kapcsolódik Au-Hg, Sb-ércindikációkkal. (Zelenka T. 2010) Toka II. ütemi kármentesítés szempontjából a gyöngyösoroszi Bányadombi, Száraz-völgyi és a gyöngyössolymosi Asztagkői gejzirites képződményekben található hidrotermás (epitermás LS típusú) Hg-Sb-os kovás-baritos ércindikáció, valamint a Vereskő-bércen húzódó hidrotermás baritos-kovás Zn-Pb ércindikáció releváns.

Gyöngyössolymostól északra, a Komlós-völgy K-i felén található Üstök-kő és Asztag-kő utóvulkáni működés során kialakult gejzirites és hévforrásos képződményei, a miocén piroxénandezitre települt gejzirit (kovásodott tufa vagy hidrokvarcit) és baritos breccsa. A kovásodásnak köszönhetően négy, viszonylag ép-ségben marad gejzír képződmény a tetőn máig felis-

merhető. Asztag-kő 501 m-es, az Üstök-kő 532 m tengerszint feletti magasságával kitűnnek a tájból. Az Asztag-kőnél lévő gejziritet (hidrokvarcitot) évekig bányászták tűzálló téglagyártásához, amit egy több szintes bányában tártak fel. Az Asztag-kő csúcsától délre vastag kaolintelér fut meredek dőléssel, ettől nyugatra a felső bányaszinten sötét szürke baritos-kalcedonos breccsában Sb-Hg indikáció észlelhető. A képződmény változatos SiO<sub>2</sub> változatot hordoz: opál, kalcedon, nyugatabbra a Monostor-völgyben achát és hialit is előfordul. Az ércesedést az 1980-as évek elején fúrásokkal is megkutatták. A fúrások eredményeit Csongrádi J. dolgozta fel és publikálta (Csongrádi 1982, 1984). A 1981-82-ben végzett fúrások és árkok nyomán nyert minták elemzése a legmagasabb Hg-koncentrációt a Gys-4 sz. fúrás anyagában állapították meg (átlagosan 115 g/t), a többifúrásban 1-40 g/t közötti értéket lehetett kimutatni. A minták Cu-koncentrációja átlagosan 60 g/t, a Pb-koncentráció 7,5 g/t, a Zn-koncentráció átlagosan 50 g/t, az Sb-koncentráció átlagosan 11 g/t volt. Kiugró értékeket a kovás baritos breccsák mutattak, amelyek az Üstök-fő gerincén 20 méteres szélességben húzódnak. (Csongrádi 1982, Csongrádi 1984)

A Jegykő-patak Toka-patakba történő befolyásánál bukkan felszínre a Vereskő-telér. 1958-ban sekély szerkezetkutató fúrást is létesült a megkutatására (Vidacs, 1958). A kutatás eredményei alapján két egymás mellett húzódó, meredek dőlésű telérszerű kovás vonulatok vastagsága 2 m körüli, amelyek 1-2 cm-es gyér szfalerites ércpettyes részt tartalmaztak. A harántolt érc indikációk ásványasszociációja a gyöngyösoroszi hidrotermás Zn-Pb ércesedés D-i irányú kiterjedésére engedett következtetni. A felszín közeli egységesebb lávatestek lefolyó hatása miatt a hidrotermás átalakulás a mélyben hatványozottabban jelentkezik, amelynek hatásaként a felszín közeli erőteljes kovásodás helyett agyagásványosodás, kaolinitosodás tapasztalható.

### **Toka-patak szennyeződése**

A kedvező világgazdasági körülményeket kihasználva az 1950-es években nagy intenzitással indultak meg a bányászati tevékenységek Magyarországon, amelynek részeként a Gyöngyösoroszi környezetében ismert Zn-Pb ércesedést is részletesebben megkutatják, újabb teléreket tártak fel, és elkezdték az érc kitermelését, amelynek feldolgozásához egy nehéz szuszpenziós eljárással működő flotációs ércdúsító üzemet telepítettek. A föld alatti bányászati tevékenységgel párhuzamosan megépültek az ércfeldolgozáshoz szükséges külszíni létesítmények is, így többek között a technológiai vízigényt kiszolgáló, a Toka-patakot létesített ipari víztározót, és a Száraz-völgyben kialakított, az ércdúsítás során keletkező flotációs meddőt befogadó zagyártározót. A bányászati tevékenység előrehaladtával, ahogy a bányabeli tevékenység végzéséhez lejtattott oxigéndús levegő egyre nagyobb

bányaüregeket szellőzött át, a főharánton keresztül felszínre vezetett bányavíz minősége romlásnak indult. A szulfidos ércásványok bomlása miatt a bányabeli csurgalékvizek elsavasodtak és megnövekedett a nehézfém tartalmuk, mindez szükségessé tette egy víztisztítási technológia bevezetését, amely létesítményt a bányavizeket összegyűjtő főharánt felszínre kivezető pontja mellett, az Altárónál építettek fel. A bányavíz tisztítási folyamat során keletkezett magas nehézfém tartalmú iszapot a Bence-völgyben kialakított zagytározón helyezték el. A bánya működése során több alkalommal is bekövetkezett havária események során nehézfém tartalmú víztisztítási iszap és flotációs meddő is a Toka-patakba jutott, így annak mederüledéke elszennyeződött. A későbbi áradások, a legismertebb ezek közül az 1996-ban bekövetkezett villámáradás, a mederben felhalmozódott szennyeződést az öntésterületekre is eljuttatta. Az 1996-os áradást követően, de még előtte 1991-ben az ÁNTSZ által elvégzett vizsgálatok az öntésterületen és a konyhakertekben természetett növényekben is kimutatták a szennyeződést. Meg kell jegyezni, hogy ilyen jellegű vizsgálatokat ezt megelőzően nem végeztek, így pontosan nem lehet tudni, hogy a terület földtani adottságához tartozó természetes eredetű nehézfém dúsulások milyen hatással voltak a termőtalaj eredeti összetételére, de azt sem, hogy milyen arányban járultak hozzá a természetett mezőgazdasági termények nehézfém akkumulációjához.

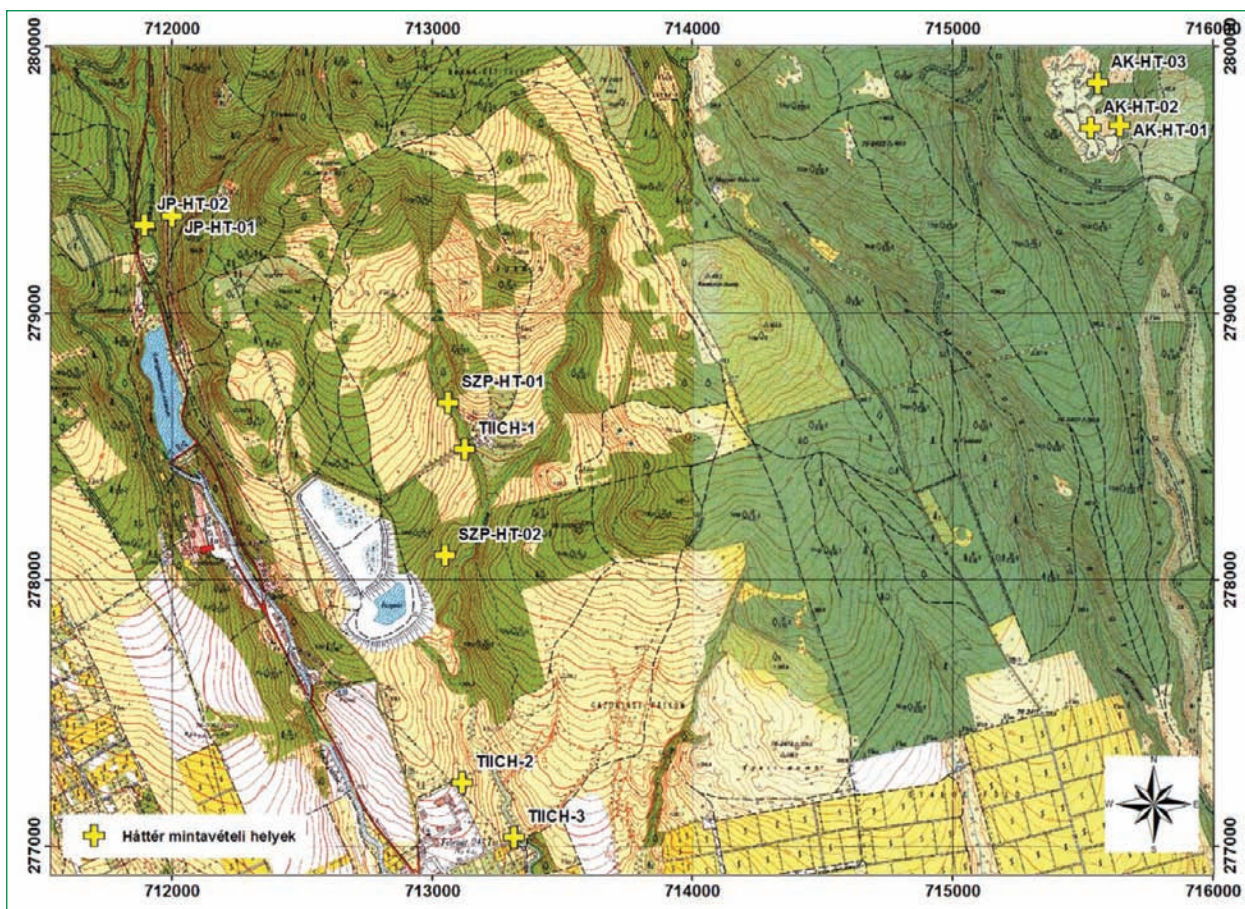
Mindazonáltal a Nitrokémia Zrt. jogelődje megbízást kapott a környezetszennyezés felszámolására, aki pedig egy nyílt közbeszerzési eljárás keretében az Enviroinvest Kft.-t bízta meg a tényfeltárás kivitelezésével. A Toka-patak hossza és az érintett terület nagysága miatt a tényfeltárást, és később a műszaki beavatkozást is három nagy ütemre osztották fel. Az első ütem Károlytáró-lakóteleptől az Ipari-víztározó déli gátjáig, a második ütem a Mezőgazdasági-tározó déli gátjáig, a harmadik ütem pedig a Gyöngyös-Nagyrédei-tározó déli gátjáig terjed. A természetes nehézfém anomáliák és ércindikációk a Toka-patak II. ütemi kivitelezési munkálatai során kerültek előtérbe.

### **Toka-patak menti nehézfém anomáliák**

A Toka-patak kármentesítés műszaki beavatkozását megalapozó 2006. évi részletes tényfeltárás egyik feladata volt az érintett terület és közvetlen környezetének földtani felépítésének ismertetése. A tényfeltárási záródokumentációban először csak az irodalmi adatok begyűjtésével és a helyszíni terepbejárás során történt szemrevételezés alapján szerzett információk alapján vázolták fel a földtani jellemzőket. Ennek megfelelően felismerték a Száraz-völgyi-zagytározó környékén felszínen is nyomozható kovás képződményeket, de nem említették meg a szomszédos völgyekben és bérceken már ismert hidrotermás LS (alacsony szulfidációs) As-Ba-Sb-Hg indikációt, csak a zónától északabbra ismert és a Gyöngyösorosziiban és

Mátraszentimrén bányászott szubvulkáni környezetben létrejött hidrotermás telés Zn-Pb ércesedést. A részletes tényfeltárás földtani háttér eredményeit a Nitrokémia Zrt. jogelődje nem fogadta el, ezért kiegészítő tényfeltárást kellett végezni, amelynek során pontosítani kellett a háttér jellegű földtani közeg koncentrációkat. A háttér vizsgálatokra négy fúrás mintavételi helyszínt jelöltek ki. (Enviroinvest 2006) A fúrásokat öntésterületen kívülre helyezték, hogy a szennyeződés ne befolyásolja az eredményeket. Két fúrás Gyöngyösoroszi község felett meglévő hidrokvarcitot célozta meg, két fúrás pedig Gyöngyösoroszi K-i és DK-i határán, a Toka-patak a Száraz-ér közti dombháton jelöltek ki, a Nagyhársasi Andezit Tagozathoz sorolt piroxénandezit és a neogén lejtőtörmelék kémiai jellemzésének megismerésére. A vizsgálati eredmények érdekes eredmények szolgáltattak: A legnagyobb arzén koncentrációk a lejtőtörmelékben, a legnagyobb higany koncentrációk a piroxénandezitben, legnagyobb bárium koncentrációk a hidrokvarcitban voltak mérhetőek. Kadmium, ólom és cink anomáliákat a vizsgálat sehol nem mutatott ki. (Enviroinvest 2006) Az arzén lejtőtörmelékben való kiugró eloszlása nem meglepő, hiszen szorpciós folyamatok révén az agyagásványokhoz, valamint a vas-oxid és vas-oxi-hidroxid fázisokhoz erősen kötődik, így ebben a földtani közegben várható volt a dúsulása. A vulkáni, posztvulkáni hidrotermás tevékenység egyik jellegzetes ásványa a barit, a bárium ennek köszönhetően dúsul a hidrotermás képződményben. Meglepő volt ugyanakkor a higany anomália (7 mg/kg) a középső piroxénandezitben, ami jelezte, hogy az északabbra előforduló Zn-Pb ércesedést előidéző hidrotermás tevékenyektől eltérően itt eltérő jellegű folyamatok és más összetételű hidrotermák kaphattak szerepet. A kiegészítő tényfeltárás során ugyanakkor nem tulajdonítottak jelentőséget annak, hogy az ólom és cink anomáliák nélkül is jelentkeztek a háttérben toxikus fém anomáliák. Ennek jelentősége abban van, hogy a patakmeder és öntésterületének szennyeződés lehatárolásakor így nem lett figyelembe véve az itt jellemző ércesedést képviselő elemek, így a As-Hg-Ba-Sb kiugró koncentrációja. Ez később, dacára a kiegészítő tényfeltárás újabb eredményeinek, téves értelmezésekhez és szennyeződés lehatárolásokhoz vezetett. A kármentesítési célértéket végül a MÁFI 1981-1985 években végzett metallometriai felvételének eredményeire és a teljes területre készített, nem helyspecifikus mennyiségi kockázatelemzés alapján állapították meg. (Enviroinvest, 2006)

2006-ban végzett tényfeltárás során 41 db, mindösszesen 88,2 m hosszban létesített fúrásban 99 db minta megvételére került sor, amelyeknek zöme ICP-OES módszerrel került elemzésre, de egyes minták esetében NITON-XRF mérést alkalmaztak. (Enviroinvest 2006) A fúrások nagyjából 50 m-es szelvényenként létesültek, a patakmedertől távolodva szelvényenként 2-6 fúrással. A fúrásokból származó minták 0,5-2 m-es mélységből kerültek megvételre. A szeny-



2. ábra: Háttér és anomália vizsgálatra kijelölt mintavételi helyek 2015-ben

nyező foltokat grideléses módszerrel határolták le. A patakszakasz kármentesítése során felmerült annak igénye, hogy a korábbi lehatárolásokat pontosítsuk. A 2006-os elsődleges tényfeltárás eredményei nem adtak a terület szennyezettségéről részletes képet, másfelől felvetődött, hogy az azóta eltelt idő alatt a szennyező komponensek esetleges migrációja vagy koncentrációváltozása következhetett be, ezért kiegészítő mintázásokat kellett végezni környezeti analitikai módszerekkel (ICP-OES/MS, XRF).

A Nitrokémia Zrt. jogelődje 2015-ben, a kiegészítő mintázásokkal párhuzamosan, háttérmintázást is végzett a patak vízgyűjtő területén és annak mellékágain, főképpen azért, mert voltak olyan kármentesítési célterületek, amelyek nem bányászati eredetű elemek alapján voltak definiálva (Ba, Hg), másrészt több helyen is előfordult, hogy a szennyezett talaj elszállításával exhumált hidrotermásan átalakított vulkanit szálkőzetben is anomáliát észleltek, amelyek az elemasszociáció és megjelenés alapján azonban nem voltak bányászati-ipari tevékenységhez köthetők. Megemlítenéd, hogy a 2006-os tényfeltáráskor hatályban lévő jogszabály szerint az Sb-ra nem volt (B) szennyezettségi határérték meghatározva, így azt nem vizsgálták, holott a háttér- és anomália-vizsgálat során kiderült, hogy ez egy kritikus elem a kármentesítés szempontjából. A vizsgálatokat kármentesítés során környezetanalitikai módszerrel, királyvizes feltárással

végzett ICP-OES/MS analízissel végezték. A célterületek lehatárolásánál ezt követően, az újonnan kapott vizsgálati eredményeket is figyelembe véve, egyedi (helyspecifikus) mennyiségi kockázatelemzéseket alkalmaztunk.

A Toka-patak környékén korábban is végeztek háttér jellegű vizsgálatokat, de azok nem egyforma módszertannal végezték, így eredményeiket csak ellenőrző mintázások mellett lehet csak felhasználni. A Toka-patak kármentesítés szempontjából ugyanakkor fontos szempont volt nem csak a háttér, de az anomáliák figyelembevétele is. A Toka-patak II. ütemére vonatkozó (D) kármentesítési célérték megvalósítását célzó feladat kivitelezése előtt tisztázni kellett a kiegészítő vizsgálatok konkrét célját, mivel valójában nem kizárólag csak a háttér, hanem a területen esetenként előforduló természetes anomáliákat is meg kellett határozni. A háttér és az anomáliák szétválasztása azonban nem mindig egyértelmű, mivel a két fogalom explicit, egymást nem hivatkozó egyértelmű megfogalmazása nehézségekbe ütközik. A földtani gyakorlatban azokat a területeket tekintik háttér jellegűnek, amelyek kialakulásában valamilyen közetképző folyamat uralkodott. Nem tekinthető háttér jellegűnek a hidrotermás, vagy egyéb ércképző folyamatokkal kimutathatóan érintett képződmények, és a geokémiai csapadék elemoldódásai: ezek anomáliák (Fügedi, 2004).

Minta azonosítás	As	Ba	Cd	Cu	Hg	Pb	Sb	Se	Sn	Zn
	mg/kg									
AK-HT-1	245	1167	6	5	1	19	40	1	1	22
AK-HT-2	<b>1754</b>	1167	42	30	<b>34</b>	51	<b>565</b>	2	1	37
AK-HT-3	<b>1386</b>	941	32	48	<b>12</b>	60	<b>816</b>	2	1	29
JP-HT-01	102	1166	2	35	2	41	30	1	1	50
JP-HT-02	15	156	0	22	2	30	2	1	2	47
SZP-HT-01	38	460	1	28	1	34	6	0,5	1	50
SZP-HT-02	53	1168	1	21	1	37	8	1	1	64
TIICH-1 [3,6m]	14	143	1	22	3	34	8	0,3	3	97
TIICH-1 [6,0-7,5m]	43	428	1	10	0,3	18	4	0,3	2	34
TIICH-2 [1,7-2,0m]	<b>4016</b>	165	<b>121</b>	6	<b>57</b>	96	2	0,2	5	408
TIICH-2 [2,5-2,8m]	<b>982</b>	81	28	2	<b>77</b>	42	2	1	1	86
TIICH-2 [5,0-5,3m]	<b>1173</b>	103	36	12	<b>17</b>	56	5	0,3	3	243
TIICH-2 [7,4-7,5m]	190	1094	5	4	<b>23</b>	39	3	1	0	68
TIICH-3 [1,0-1,2m]	160	415	5	164	3	466	7	2	3	441
TIICH-3 [2,6-3,3m]	146	675	5	12	3	27	3	0,2	2	11
(B) szennyezettségi határérték	15	250	1	75	1	100	5	1	30	200
(D) kármentesítési célérték	<b>80</b>	<b>620</b>	<b>5</b>	<b>300</b>	<b>3</b>	<b>500</b>	-	<b>10</b>	-	<b>1000</b>

### IRODALOM

A változatos helyekről származó, de a Toka-patak II. ütemének földtani környezetét jellemző háttér jellegű mintákban szokatlanul magas koncentrációs értékekkel jelentkezett az As, Ba, Hg, Sb és esetenként a Cd, de nem volt kimutatható Zn és Pb anomália. Természetesen a képződményre jellemző értékek nem voltak kiterjeszthetők általános jelleggel a Toka-patak teljes vízgyűjtőjére, de az ércindikációt, anomáliát hordozó képződménnyel közvetlenül kapcsolatban lévő beavatkozási célterületeken ezeket az értékeket mindenképpen figyelembe kellett venni. Új

eredmény, hogy a Gyöngyösorszi község földtani környezetében lévő hidrokvarticos képződmény, amelynek képződési ideje megegyezik az Asztag-kői utóvulkáni eseményekkel, szintén jelentős Hg, Cd, As anomáliákat hordoz. Bár a kijelölt háttér és anomália kutatást célzó mintákban az Sb nem volt magas koncentrációban jelen, de a kármentesítési célterületeken több helyen is anomáliaként jelentkezett a feltárt szálkötetben a Hg mellett.

Az ércesedést is jellemző természetes háttér jellegű minták elkülönítéséhez statisztikai, geostatistikai módszereket alkalmaztak. Az eredmények alapján sikerült elkülöníteni egymástól az antropogén szennyeződéseket a természetes ércindikációtól, így pontosabban lehatárolással, helyspecifikus mennyiségi kockázatértékelésekkel precízebb és hatékonyabb kármentesítést lehetett végezni. Az eredmények alapján kiderült, hogy az eddig az Asztag-kő környékéről ismert ércindikáció nagyobb területen is nyomozható, így a Száraz-ér és Toka-patak által közrefogott hidrokvarticos képződményben is. Nyilvánvaló lett továbbá, hogy a szennyeződés lehatárolásánál fontos figyelembe venni az ipari szennyezésre egyértelműen jellemző elemeket: Kármentesítés abban az esetben volt indokolt, ha a kimutatott anomáliában a feldolgozott érc jellemző elemasszociációja, így a Cd, Pb, Zn (Cu, Cr, Ni) is jelen volt. Amennyiben az alacsony szulfidizációs hidrotermás ércesedésre utaló toxikus fémek (Ba, Hg, Sn, Sb) önállóan alkottak anomáliát, akkor természetes anomáliaként kellett kezelni a helyszínt. Az arzén és a szelén anomáliák kezelése komplikáltabb volt, mert a geokémiai tulajdonsága, elsősorban a vas fázisokhoz való kötődési affinitása miatt másodlagosan is dúsulhat az oxidációs zónában, függetlenül attól, hogy természetes vagy antropogén eredetű volt a forrás. Kármentesítést indokolt esetben a kockázatok csökkentése érdekében végeztek. A kockázatot nem jelentő természetes dúsulások esetében nem végeztek kármentesítést.

Baráz Cs. (2010): A Mátra hegység elnevezése, lehatárolása és tájai. — In: Baráz Cs. (szerk.): A Mátrai Tájvédelmi Körzet. Heves és Nógrád határán. Bükk Nemzeti Parki Igazgatóság, Eger, pp. 9–12.

Csongrádi J. (1982): Epi-teletermális Hg-Sb indikáció az Asztag-kő – Üstök-fő környékén. A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése (1982.), pp.119-135, Budapest

Csongrádi J. (1984): Hidrotermás kőzetváltozások és színesfém-eloszlás a gyöngyössolymosi üstökfői higanyindikációs zónában. Földtani Közöny 114. kötet 1. szám, pp.113-121, Budapest

Enviroinvest (2006): Toka-patak öntésterületének tényfeltárási záródokumentációja II. ütem. Kézirat 2006, p. 190., Budapest

Fügedi U. (2004): Geokémiai háttér és nehézfémzennyezés Gyöngyösorszi térségében. Földtani Közöny 134/2; pp. 291-301, Budapest

Gyalog L, Buda T. (2002): Javaslatok Magyarország földtani képződményeinek litosztratifiai tagolására. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 2002 (2004), pp. 195–232., Budapest

Gyalog L, Pelikán P, Zelenka T, Karátson D, Maitov V (2010): Mátra földtani térképe. Térképi melléklet In Baráz at al. (2010) A Mátra hegység elnevezése, lehatárolása és tájai. — In: Baráz Cs. (szerk.): A Mátrai Tájvédelmi Körzet. Heves és Nógrád határán. Bükk Nemzeti Parki Igazgatóság, Eger.

Körmendi R. (2013): Évnyitó túra az Üstök-főre. Lelöhely 2013/II. szám, pp.

Magyar Rétegtani Bizottság (2020): Magmás és Metamorf Munkabizottság (MMMB) ülés jegyzőkönyve. 2020.09.02.: [https://foldtan.hu/sites/default/files/2020.09.02.magm%C3%A1s\\_V2.pdf](https://foldtan.hu/sites/default/files/2020.09.02.magm%C3%A1s_V2.pdf)

Vidacs A. (1958): Gyo-1. (Vereskői ferde fúrás) fúrás értékelő dokumentációja. Kézirat, Budapest

Zelenka T. (2010): A Mátra hegység paleogén és neogén vulkanizmusa. — In: Baráz Cs. (szerk.): A Mátrai Tájvédelmi Körzet. Heves és Nógrád határán. Bükk Nemzeti Parki Igazgatóság, Eger, pp. 27–38.

# Drón technológia alkalmazása környezetvédelmi-kármentesítési projektekben

DR. HEGEDŰS PÉTER, projektmérnök, Nitrokémia Zrt.



*Habár a drónok hazai alkalmazása túlnyomóan hobbi-, és magáncéllal történik, a környezetvédelmi feladatok ellátásában betöltött szerepe vélhetően rohamosan növekedni fog az elkövetkező években. A Nitrokémia Zrt. kármentesítési projektjeiben sikeresen alkalmazza a DJI Phantom típusú drónt, amelynek hatékony működtetését a változó jogszabályi környezethez igazítjuk. Az utóbbi 18 hónap során végzett repülések alapján a technológia alkalmazása monitoring-, változáskövetés-, terepi megfigyelés és fotogrammetriai célok tekintetében egyaránt hatékonynak mondható. Az adott felvételeket széleskörűen értékeltük, adott esetben egy-egy felvétel segítségével a terepi morfológia változásáról kaptunk információt, de ortofotók létrehozásával teljes kármentesítési területek komplex értékelését is eredményesen valósíthatjuk meg a 3D Survey fotogrammetriai szoftver segítségével.*

## Bevezetés

Az utóbbi években egyre szélesebb körben elterjedt a drón eszközök és hozzájuk köthető technológia alkalmazása, nem csak hobbi céllal, hanem környezetvédelmi, kármentesítési projektek során történő felhasználásra egyaránt (Bencze Á. 2021). Jelen cikk – a teljesség igénye nélkül – az utóbbi 1,5 év során történt felmérésk tapasztalatait, a szoftveres kiértékelések folyamatát ismerteti, illetve a jogi szabályozás fontosabb pontjaira világít rá, a teljesség igénye nélkül. Az alkalmazott megfigyelések egyaránt köthetők terepi tapasztalatokhoz, és a szoftveres feldolgozás során történt észrevételekhez. Társaságunk, a Nitrokémia Zrt. a 2020. év elején szerezte be a jelenleg is működtetett drónt és kiegészítőit, az azóta eltelt időszakban azonban jelentős jogszabályi változások és előírások láttak napvilágot, amely a működési keretet és annak lehetőségeit is jelentősen befolyásolják. Fontos előtérbe helyezni néhány olyan tapasztalatot, amely a leendő – elsősorban környezetvédelmi és monitoring szempontú alkalmazásra törekvő – drónfelhasználók részére a későbbiekben jelentős támpont lehet akár az eszköz megválasztásánál, akár a jövőbeli felmérések tervezése során.

## Jogszabályi háttér

A hazai drónhasználatot alapvetően a légiközlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény és a 26/2007 GKM-HM-KvVM együttes rendelet szabályozza, amely a hazai légtér felosztásról rendelkezik. Utóbbi foglalja magában a lakott területek kapcsán történő eseti légtér kijelölést is, amely szintén fontos sarokköve a megvalósítandó drónos repüléseknek. Az Európai Unió kereteket pedig az EU Bizottság 2019/945. felhatalmazási rendelete „a pilóta nélküli légi járműrendszerekről és a pilóta nélküli légi járműrendszerek harmadik országbeli üzemeltetéséről” fekteti le.

Fontos kiemelni, hogy alapvetően az Unió szabályozás követendő, a tagállamok ennél szigorúbb szabályozásokat hozhatnak a drón alkalmazásra, azonban ezzel szemembenő intézkedéseket nem.

A téma aktualitását igazolja az idei év elején napvilágot látott, és sokakat megosztó 38/2021. (II.2.) Kormányrendelet a pilóta nélküli állami légi járművek repüléséről, vagy másként ún. „Drónrendelet”. A rendelet célja, hogy az Európai Unió szabályozást és a hazai rendelkezéseket összhangba hozza, valójában azonban a rendelkezések a kihirdetést követően 8 napon belül életbe léptek, jelentősen megnehezítve a drónpilóták számára a jogszabálynak megfelelő alkalmazást. A rendelkezés többek között meghatározza az Unió irányelvek szerinti eszköz kategória és osztály besorolásokat, továbbá a pilóta nélküli légi jármű (UAV, *Unmanned Aerial Vehicle*) működtetéséhez szükséges kompetenciákat.

Fontos kiemelni, hogy a szabályozási rendszer felvet néhány olyan problémát, amely a gyakorlati alkalmazhatóságot jelentősen hátráltatja, bizonyos esetekben szinte ellehetetleníti. Mivel a monitoring, távérzékelési-, és fotogrammetriai célú drónhasználat többnyire a(z) „open” (nyílt, A1-A3) kategóriákban valósul meg, és Társaságunk által alkalmazott drón is ebben a kategóriában működtethető, így a megfigyeléseket erre a kategóriára tarthatjuk elsősorban érvényesnek:

- o Lakott terület feletti repülés

A2 típusú kompetencivizsga követelményhez kötött. Szükséges továbbá eseti légtér kérelmezése, amelyet a tervezett repülés megkezdése előtt 30 nappal szükséges benyújtani a Honvédelmi Minisztérium Állami Légügyi Főosztály részére. A jogszabály azonban nem rendelkezik egyértelműen a lakott terület fogalmáról, a Hatóság a beérkezett kérelmeket a légtérhasználat függvényében bírálja el, nem pedig annak

megítélésével, hogy milyen típusú területet szeretnénk lerepülni. Mindemellett a terepi alkalmazás során az egyik legjelentősebb korlátozó tényező az időjárás, amelyet – minimum – 30 nappal korábban még a legpontosabb meteorológiai előrejelzések ismeretében is nehéz megjósolni. A drón teljesítményét és a repülési viszonyokat egyértelműen befolyásolja a szélsőséges hőmérséklet (akár hideg, akár meleg), az erős szél, illetve a csapadék különböző formái, amelyek az elektronika alkalmazása miatt szinte minden esetben kizárják a felszállás lehetőségét.

- o VLOS (*Visual Line of Sight*) megvalósítása  
„Nyílt” kategóriában történő drón üzemeltetés során csak úgy repülhetünk, hogy a járműre folyamatos rálátással rendelkezünk. Élénk domborzattal rendelkező, nagy kiterjedésű terület felmérése jelentős kivitelezési nehézségekbe ütközik ilyen esetekben, emellett számolnunk kell a többszöri fel-, és leszállással, amely az amúgy is rövid idejű akkumulátorkapacitást tovább csökkenti (Major K. et al. 2016.)

- o Terepszinttől mért 120 m-es magassági korlát  
Szintén követelmény „nyílt” kategóriában, hogy a terepszinttől maximum 120 m-es magasságot érhet el a drón működése közben. Élénk domborzat esetén egy tervezett (2D vagy 3D típusú sorozatfelvételtől álló) lerepülés esetén szintén nehezen megvalósítható ennek követése, hiszen itt előre megadott magasságban készíti az összes felvételt az eszköz a célterületről, így előfordulhat, hogy részletenként kell lefednünk a teljes területet, mindemellett fellépnek a VLOS-nál említett problémák egyaránt.

Természetesen az optimális szabályozás úgy képzelhető el, hogy mindenekelőtt a biztonsági szabályokat tartja szem előtt, azonban a gyakorlati alkalmazást sem korlátozza olyan mértékben, hogy annak során környezetvédelmi célú alkalmazás kivitelezhetősége sérüljön (Palik M. 2012).

### **Eszközök és módszerek**

#### *Az alkalmazott drón jellemző paraméterei*

A felméréseink során használt DJI Phantom 4 RTK típusú drónt és ehhez tartozó kezelőegységet használjuk (1. ábra). A drón multicopter (quadrocopter) kialakítású, melynek a hagyományos, merevszárnyú drónokkal szembeni előnye, hogy megvalósítható a helyből felszállás-, és leszállás képessége (VTOL, *Vertical Take-off and Landing*), illetve helyben lebegés egyaránt, emellett kis sebességű repülésre is képes. Ezek a képességek fotogrammetriai célú felvételek és terepi felmérések esetén is rendkívül előnyösek. Az eszköz üzemideje egy akkumulátorral akár 25-28 perc is lehet, ideális körülmények között. Az üzemeltetés során egyik sarkalatos korlátozó tényező az akkumulátor(ok) üzemideje, hiszen sok esetben ez

a multirotoros drónok egyik legnagyobb hátránya (Komlósi I. 2013), azonban a fent említett üzemidő adat hasonló kategóriájú drónokhoz viszonyítva még mindig az egyik legjobbnak mondható (Major K. et al. 2016). A fenti paraméterek alapján fontos, hogy az adott felmérések típusához, és azok céljához szükséges drón eszközt választanunk, emellett az adott kategória besorolásokról is célszerű előre tájékozódni, aminek meghatározása jelenleg legfőképp a maximális felszállótömeg figyelembevételével (MTOM; *Maximum Take Off Mass*) adható meg.



1. ábra: DJI Phantom 4 RTK drón és kezelőegysége

### **Eredmények**

#### *Terepi megfigyelések és értékelések*

A környezetvédelmi célú projektek keretében kijelölt kármentesítési (beavatkozási) területeken általánosan felmerülő igény, hogy a terület folyamatos monitoring alatt álljon. Ez alatt érthetjük a terepi változások megfigyelését és az aktuális munkálatok előrehaladását egyaránt. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy egy egyszerű drónvideó, vagy fotósorozat nagyon jól szemléltet például olyan eróziós változásokat, ami „terepszinti” megfigyeléssel nem, vagy csak nehezen vehetőek észre. Ilyen például a Recsk-I. bányatelek területén elhelyezkedő H11-es jelű meddőhányó területén megfigyelhető eróziós sáv. A már kármentesített és rekultivált meddőhányó és környékének légi felvételezése vegetációs időszakban történt, a már fásított, zöldellő területből egyértelműen kitűnik az eróziós forma által kiékelődő kontraszt (2. ábra). Terepi megfigyelésekre továbbá rendkívül jól alkalmazható a drón vízfelszín felett, mivel ezek általában nehezen megközelíthető helyek. Egy patakmeder változása, a vízfelszín borító növényzet változásai, illetve a vízfelszín kiterjedésének változása is könnyebben észrevehető – és szemléletesen bemutatható – légi felvételek készítésével. Fontos megemlítenünk a nehezen megközelíthető területek megfigyelésénél még egy jelentős szempontot, ez pedig a környezetterhelés. Egy adott



**2. ábra:** Felszíni erózió megjelenése a Recsk-I. bányatelek H11 jelű meddőhányó területén (Mályinkó Z. megfigyelése alapján)

kármentesítési terület autóval történő bejárása sokkal nagyobb beavatkozást jelent a terület környezetére, mint egy drónnal történő lerepülés, amely valójában kis mértékű zajterhelésen kívül egyéb behatást nem okoz.

#### 4.2 Felmérési típusok

A távérzékelési és fényképmérési (fotogrammetria) célok megvalósításához az eszköz beépített repülési üzemmódjai közül jól használhatóak a 2D és 3D típusú felmérések – valójában a 2D mérés (3. ábra) egyaránt 3 dimenziós, csak itt egy párhuzamos vonalak mentén történő területi lefedésről beszélhetünk, míg a 3D típus esetén egy teljes rácshálót definiálunk a lerepülni szándékozott területre. Ezek segítségével előre beállított átfedési aránnyal egy teljes képsorozatot hozunk létre a felmérendő területről, amelyet később szoftveresen több szempontból is kiértékelhetünk. Jól alkalmazható továbbá az ún. linear flight misson vonalas elemek lerepülésére, például egy partmeder felmérésekor. Jelentős kiterjedésű kármentesítési, beavatkozási területek esetében, ha azok egy-egy kiemelt pontjára vagyunk kíváncsiak, akkor érdemes



**3. ábra:** Részlet egy 2D típusú felmérés során készített fotósorozatból (Balatonfüzfő, Központi I. iparterület)

az előre tervezett pontokon történő felvételezést, ún. waypoint flight-ot megvalósítani (Major K. et al. 2016.), ennek során az eszköz előre megadott pontokon és kamerapozíciókban készít pillanatképeket.

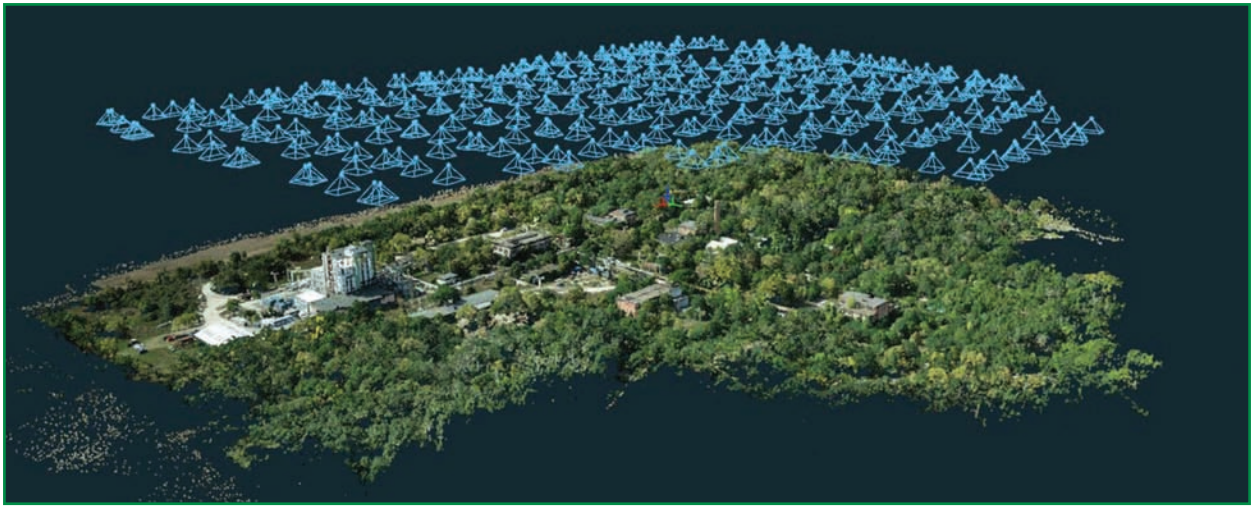
#### Szoftveres fotogrammetriai értékelés

Kiértékelési célokra a 3D Survey feldolgozó szoftvert használjuk. Mivel a drón rendelkezik RTK modulal (*Real Time Kinematic*, vagy valós idejű kinematikus helymeghatározás), így a felvételezett pontok – a képkötöshöz használt háttéradatok alapján – néhány cm-es koordináta pontossággal kerülnek integrálásra. A szoftver előnye, hogy viszonylag egyszerűen kezelhető, multifunkciós és az általa kinyert eredmények jelentős része az AutoCad-ben értelmezhető dxf/dwg fájlformátumba is exportálható. A felvételezett képek összeillesztése azonban időigényes. Egy ortofotó létrehozása akár 1-2 teljes napot is igénybe vehet, emellett a program futása nagy háttérkapacitást és feldolgozóképeséget igényel hardver oldalról. Néhány lépésben azonban a telemetria adatok megadásával, és különböző típusú kiegyenlítésekkel már egy ritka pontfelhőből álló modellt létrehozhatunk. Szükség esetén már ismert (illesztő)pontok koordinátáinak megadásával a koordináta-pontosságot növelhetjük. Összetettebb elemzéshez és ortofotó készítéshez sűrű pontfelhőt kell létrehoznunk (4. ábra), amire felületi modell illeszthető (*Digital Elevation Model*, DEM). A pontfelhős képkötöshöz előnye továbbá, hogy tetszőlegesen formálható. Az adott felületet „tisztíthatjuk”, elvehetünk belőle pl. nem illeszkedő elemeket, terep-, és mesterséges tárgyakat, attól függően, hogy milyen céllal szeretnénk értékelni az adott felületet. Rendkívül hasznos lehet emellett egy eltemetett hulladéktest, vagy felszíni meddőhányó, illetve egyéb deponált anyag esetében a pontos térfogatszámítás, amelyet a modellben néhány egyszerű lépéssel pillanatok alatt megvalósíthatunk.

A sűrű pontfelhő létrehozása után már egyszerűen készíthetünk koordináta-helyes ortofotót a teljes felvételezett területről, amely már rendkívül szemléletes, és átfogó képet ad a terület egészére nézve, már programokba importálva emellett különböző fedvények alaptérképeként is funkcionálhat (5. ábra). A szoftver alkalmazásában természetesen széleskörű lehetőségek rejlenek, úgymint domborzati profilok és keresztmetszvények létrehozása, szintvonalas és kontúrvonalas felületek kialakítása, területi mérések és egyéb felszíni modellek létrehozása. Ezeket a funkciókat eredményesen alkalmazhatjuk a későbbi projektek nyomon követése és értékelése során egyaránt.

#### 5. Összegzés

Napjainkban a drón rendszerek környezetvédelmi célú alkalmazása jóval kisebb arányú a hobbi és egyéb ipari célú alkalmazásoknál, azonban a drónok



4. ábra: Papkeszi iparterület lerepülése után létrehozott ún. sűrű pontfelhő modellje, a felvételek kamerapozícióival.

egyre szélesebb körű elterjedésével ez az arány várhatóan jelentősen eltolódik a következő években. Az általunk alkalmazott DJI Phantom 4 RTK típus példáján láthattuk, hogy a terepi megfigyelések és a szoftveres értékelés által elérhető eredmények széles palettán jelennek meg, ez a kör a jövőben várhatóan csak bővülni fog.

A technológia alkalmazásának egyértelmű előnye mindemellett a nehezen megközelíthető helyek felmérése, az alacsony szintű környezetterhelés, a problémás területek – szennyezőforrások, eróziós formák – könnyű azonosítása. Meg kell említenünk még, hogy egy adott terület komplex elemzésére is lehetőségünk nyílik. A szoftveres kiértékelés pedig a különböző matematikai mérések mellett egyedi, részletgazdag ortofotók létrehozását is lehetővé teszi.



5. ábra: Papkeszi iparterület 2D-s fotogrammetriai lerepülésével létrehozott ortofotó

### Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton szeretné kifejezni köszönetét *Mályinkó Zoltánnak* (Nitrokémia Zrt.) a felmérések kiértékelése során tett terepi észrevételeiért. Továbbá a helyszíni műveletekben nyújtott segítségével a Nitrokémia Zrt. további munkatársai; *Baráth András, Rofrits Vilmos és Tóth Péter részére*. Köszönet illeti emellett a drón eszköz és kiértékelő szoftver alkalmazása során adott technikai tanácsokért és segítségnyújtásért *Varga Zoltánt* (GeoMentor Kft.).

### IRODALOM

- Bencze Á.* (2021.): Sokhasznú drónok. *Innotéka XI.*, pp. 42-45.
- Komlósi I.* (2013.): Multi-rotoros légi járművek alkalmazása katonai és nem katonai feladatokban.
- Repüléstudományi Közlemények 2013. Szolnok, 2013/1, pp. 99-107. [http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2013\\_1/2013-1-09Komlosi\\_Istvan.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2013_1/2013-1-09Komlosi_Istvan.pdf) (2021.10.11)

*Major K., Kozma-Bognár V., Enyedi A., Váradi Á., Berke J.* (2016.): Távirányítású drónok kutatási célú vizuális adatainak alkalmazása az oktatásban. XXII. „Multi-média az Oktatásban” nemzetközi konferencia, Konferencia-kötet, Keszthely, 2016. június

*Palik M.* (2012.): A pilóta nélküli légi járművek hazai szabályozói környezete fejlesztésére irányuló K+F projekt bemutatása. *Repüléstudományi Közlemények - Különszám*, 2012/2, pp. 483-489. [http://www.repulesstudomany.hu/kulonszamok/2012\\_cikkek/37\\_Palik\\_Matyas.pdf](http://www.repulesstudomany.hu/kulonszamok/2012_cikkek/37_Palik_Matyas.pdf) (2021.10.11)

### Internetes források

- Szabályos Drónhasználat folyamatábra A1/A3 Open - tájékoztató jellegű segédlet
- [https://doe.hu/sites/default/files/uploads/2021/prezentacio/szabalyos\\_dronehasznalat\\_doe\\_0226.png](https://doe.hu/sites/default/files/uploads/2021/prezentacio/szabalyos_dronehasznalat_doe_0226.png) (2021.10.11)
- [https://droninfo.blog.hu/2021/01/06/totalis\\_kaossal\\_jar\\_az\\_uj\\_magyar\\_drontorveny\\_bevezetese](https://droninfo.blog.hu/2021/01/06/totalis_kaossal_jar_az_uj_magyar_drontorveny_bevezetese) (2021.10.11)



## Szerzői életrajzok

**TÓTH CSABA** okl. környezetmérnök (MSc) végzettséget 2004-ben, majd bányá- és geotechnikai mérnök (BSc) oklevelet 2009-ben szerzett a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán. 2004-2018 között a hulladékgazdálkodásban töltött be vezető beosztásokat, 2019-2020 között a Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. környezetvédelmi csoportvezetője volt. 2020-tól a NITROKÉMIA Zrt. vezérigazgatója.

**DR. TÖRÖK KÁLMÁN LÁSZLÓ** 1986-ban végzett az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karának geológus szakán. 1986-1994-ig az ELTE TTK Közettan-Geokémiai Tanszékén volt doktori ösztöndíjas, majd szerződéses munkatárs. Kandidátusi dolgozatát 1993-ban védte meg. 1994-től 2005-ig az ELTE TTK Geofizikai Tanszékén posztdoktori ösztöndíjas volt. 2006-tól az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben, majd annak átalakulásával az Magyar Földtani és Geofizikai Intézetben, illetve a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálatnál dolgozik. Fő kutatási területei: metamorf kőzetan, kritikus nyersanyagok.

**SEBÉNYI GÉZA TIVADAR** nyersanyagkutató geológusként kapott bányamérnöki diplomát a Moszkvai Kutatóföldtani Egyetemen 1981-ben. 1981-1999 között a recski ércutatásban dolgozott. Ezen belül két évet töltött Mongóliában a Nemzetközi Földtani Expedíciónál. 1992-től szakértői tevékenységet végez a földtani- és nyersanyagkutatás, valamint bányászat terén. 2005-2008 között vállalkozóként részt vett a Bábaapáti Nemzeti Radioaktív Hulladék Tároló (NRHT) kutatásában, 2008-2017 között a Mecsekérc Zrt. dolgozójaként az NRHT létesítési munkálatait segítette. 1999-2005 és 2017-2019 között, nyugdíjba vonulásáig a mindenkor bányafelügyelet Ásványvagyon Nyilvántartási Osztályán tevékenykedett.

**DR. HORVÁTH ZOLTÁN** okl. geológus végzettséget 1999-ben, földtudományi PhD fokozatot 2007-ben szerzett az ELTE-n. 2011-től az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben a koncessziókhoz kapcsolódó érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálatokban vett részt. Jelenleg a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Ásványvagyon Nyilvántartási és Koncesszió Igazgatási Osztály vezetője. 2018 óta képviseli az Európai Geológiai Szolgálatokat az ENSZ Ásványvagyon Gazdálkodási Munkacsoportjában.

**DR. FANCSIK TAMÁS** 1992-ben szerzett geofizikus mérnöki oklevelet a Miskolci Egyetemen. 1992-1996 között az MTA ösztöndíjasaként az egyetem Geofizika Tanszékén kutatott, 1997-től az állami kutatóintézeti illetve hatósági szervek állományában dolgozik, 2004 óta vezető beosztásokban. 2018-tól a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat elnöke.

**DR. TAMAGA FERENC** 1982-ben okleveles bányamérnöki, majd később jogász végzettséget szerzett. Szakmai munkáját a Veszprémi Szénbányák Ajkai bányauzemében kezdte, ahol különböző termelésirányítói munkaköröket látott el. A bányá-erőmű integrációt követően, a Bakonyi Erőmű Zrt.-ben több mint egy évtizeden át irányította és vezette az ajkai és balinkai szénbányákat. A bányabezárásokat követően a bányászati szakigazgatási területen helyezkedett el, dolgozott a Veszprémi Bányakapitányságon, majd a Budapesti Bányakapitányságon és a Magyar Bányászati és Földtani Hivatalban látott el vezetői feladatokat. Jelenleg a Nitrokémia Zrt. keretein belül a Gyöngyösorszi és Recski ércbányák kármentesítési és a bányák végleges bezárási munkáinak a szakmai irányítója. Az OMBKE-nek közel negyven éve tagja, egy cikluson át az OMBKE Bányászati Szakosztály elnöke volt.

**PAPP ZOLTÁN ANDOR** a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem műszaki menedzser szakán 2008-ban szerzett egyetemi oklevelet, majd 2014-ben a Miskolci Egyetemen olajmérnöki szakmérnöki oklevelet. A pályáját a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal Bányaműszaki Főosztályán ösztöndíjasként kezdte, 2010-től a bányászati hulladék-kezeléssel kapcsolatos ügyek referense, 2012-től a szénhidrogénipari szakterület felelőse, bányafelügyeleti főmérnök. 2016-tól a Nitrokémia Zrt. Mátrai bányafőmérnökségén projektmérnöként, majd projektvezetőként a Gyöngyösorszi és Recski ércbányák végleges bezárásával foglalkozik.

**DR. HABIL. FAITLI JÓZSEF** bányagépészeti és villamosági mérnöként szerzett diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán 1989-ben. PhD értekezését 1998-ban védte meg és 2016-ban habilitált a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében, amelynek 1989 óta oktatója, jelenleg egyetemi docens, intézeti tanszékvezető beosztásban. Ezidáig 100 TDK dolgozat, szakdolgozat, diplomatervezés és disszertáció készült szakmai vezetése mellett, továbbá összesen 94 ipari K+F+I munkában és 26 pályázati projektben tevékenykedett, sok esetben vezetői szerepben. Fő kutatási területei a hidromechanizáció, a hulladékfeldolgozás és a mintavételezés.

**DR. KRISTÁLY FERENC** tudományos főmunkatárs, 2005-ben a kolozsvári Babes-Bolyai Tudományegyetemen szerzett geológusmérnök ásványtan szakképzéssel oklevelet, majd 2013-ban a Miskolci Egyetem Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskolában PhD fokozatot. Fő kutatási területe az anyagösszetétel vizsgálat, ásványi nyersanyagok és termékek, másodnyersanyagok és régészeti leletek tekintetében. Tudományos közleményeinek száma több, mint 300, amelyekből több mint 150 vezető nemzetközi folyóiratban jelent meg. Rendszeresen részt vesz hazai és nemzetközi alap- és ipari kutatási projektek megvalósításában.

**DR. KÁNTOR TAMÁS** 2007-ben környezetmérnökként végzett a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán. A PhD fokozatot 2020-ban vette át, miután 2019-ben sikeresen megvédte „Innovatív mérési megoldások alkalmazásainak vizsgálata a geotechnikában (Laza talajok talajmechanikája)” című disszertációját. 2007 óta a Geotechnikai Talajvizsgáló Laboratóriumban dolgozik, 2020 óta a ME-MFK Környezetgazdálkodási Intézetének adjunktusa.

**DR. LAKATOS JÁNOS** 1980-ban szerzett okleveles vegyész diplomát Debrecenben a Kossuth Lajos Tudományegyetemen. Kandidátusi értekezését 1995-ben védte meg kémiai tudományok szakterületen. Pályáját a diploma megszerzése után Miskolcon kezdte az MTA Olajbányászati Kutatólaboratóriumában. 2000-tól a Miskolci Egyetem Kémiai Intézetében dolgozik egyetemi docensként. Négy éven át a Kémiai intézet igazgatója volt. Royal Society ösztöndíjaként egy évet töltött Glasgowban a Strathclyde Universityn, három hónapot Krakkóban a Bányászati Kohászati Egyetemen. 2000-2010 között hét alkalommal dolgozott vendégkutatóként a Nottingham University School of Chemical, Environmental and Mining Engineering Intézetében. Fő kutatási területe az elem-analitika, a gáz és ionszorpció.

**DR. SZABÓ ROLAND** okleveles előkészítéstechnikai mérnök (2013). PhD fokozatát 2020-ban szerezte. Jelenleg tudományos munkatársként dolgozik a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében. Fő kutatási témája: szilikát tartalmú ipari hulladékok hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata, különös tekintettel a geopolimerek fejlesztésére, azon belül is elsősorban a habszerkezetű, ún. „geopolimer hab” termékek előállítására és tulajdonságaik megismerésére fókuszálva.

**PROF. 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 végig járva jelenleg a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet egyetemi tanára. Ezidáig 113 TDK dolgozat, szakdolgozat, diplomaterv és disszertáció készült szakmai vezetése mellett, 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 finomórlás, 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.

**ÁGYELÁN JÓZSEF TIBOR** a József Attila Tudományegyetemen szerezte meg földrajz szakos diplomáját 2000-ben, majd 2005-ben geológus diplomáját Budapesten az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. 2005 szeptemberétől geológusként dolgozott Pécsen a MECSEK-ÖKO Zrt.-nél. 2012-ben hidrogeológus mérnöki diplomát szerzett a Miskolci Egyetemen. 2013 októberétől a Nitrokémia Zrt. Környezetvédelmi Igazgatóságán dolgozik projekt-mérnökként. 2016-ban Kiváló Bányász kitüntetést kapott a Nemzeti Fejlesztési Minisztertől. A Magyar Mérnöki Kamara tagja.

**DR. HEGEDÜS PÉTER** egyetemi tanulmányait a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karának geográfus szakán végezte, ahol (MSc) diplomát szerzett 2010-ben, majd ugyanitt szerzett PhD-fokozatot térinformatikából. 2014-ben elnyerte a Campus Hungary szakmai ösztöndíját, melynek keretében kooperációs munkában vett részt a Washington State University-n. Jelenleg környezetvédelmi projekt-mérnökként tevékenykedik a Nitrokémia Zrt.-nél.





**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



Minden kedves Olvasónknak  
áldott karácsonyi ünnepeket és  
boldog új évet kívánunk!



# 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](http://sandwashplant.weir)

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

**WEIR**  
Minerals