

**Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság**  
**Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania**

**XVII. Bányászati, Kohászati és Földtani  
Konferencia**

**17<sup>th</sup> Mining, Metallurgy and Geology  
Conference**

**Déva, 2015. március 26-29.**

**Deva, March 26-29, 2015**

## **Kiadó / Publisher**

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT  
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania

A plenáris és tudománytörténeti cikkeket WANEK Ferenc lektorálta.

A földtani cikkeket MÁRTON István, SILYE Lóránd  
és KOVÁCS Alpár lektorálta.

Plenary and history of science papers were vetted by Ferenc WANEK.  
The geological articles were vetted by István MÁRTON, Lóránd SILYE and Alpár KOVÁCS.

A bányászati és kohászati cikkeket Dr. GAGYI PÁLFFY András lektorálta.

Papers in mining and metallurgy were vetted by Dr. András GAGYI PÁLFFY.

## **Nyomdai előkészítés / Desktop publishing**

PROKOP Zoltán

## **Nyomda / Print**

INCITATO, Kolozsvár / Cluj

## **Támogató / Sponsor**



Bethlen Gábor Alapkezelő Zrt. – Budapest

**ISSN 1842-9440**

# Tartalomjegyzék / Content

## Plenáris előadások – Plenary Presentations

Tudományos csalások az őslénytáiban Scientific Hoaxes in Palaeontology <i>GALÁ CZ András</i> .....	8
A magyar szénbányászat kitörési pontjai Developmental Points of the Hungarian Coal Mining <i>NAGY Lajos</i> .....	9
Aktív vulkán-e még a Csomád? Kutatási előzmények, érvek és ellenérvek Is Ciomadul an Active Volcano? Research Antecedents, Arguments and Counterarguments <i>SZAKÁ CS Sándor</i> .....	10

## Szekcióelőadások – Session Presentations

### Bányászat – Kohászat / Mining – Metallurgy

A bányagépek mechatronikai szemléletű tervezéséről On the Mechatronic Approach in Mining Equipment Design <i>ANDRÁS József, ANDRÁS Endre, RADU Sorin Mihai</i> .....	13
Növelt hatékonyságú kőolaj-termelési eljárás bevezetésének laboratóriumi előkészítése Laboratory Preparation of Application of Enhanced Oil Recovery Procedure <i>BÓDI Tibor, LAKATOS István, PINTÉR Ákos, TÓTH János, PUSKÁS Sándor, VÁ GÓ Árpád</i> .....	19
A szénelgázosítás múltja és jövője The Past and the Future of Coal Gasification <i>BOKÁ NYI Ljudmilla, PINTÉR Ákos</i> .....	24
Szakító próbatest geometriai tervezése számítógépes szimulációval Computer Simulation for Designing Tensile Test Geometry <i>BUDAVÁ RI Imre, MOLNÁ R Dániel</i> .....	30
A biztosítószerkezetek célszerű beépítési körülményeinek megvá lasztása a kőzetkörnyezet állapotának megfelelően Selecting Appropriate Conditions of Supporting Underground Cavities Considering the Stress State of the Rock Mass <i>DEBRECZENI Ákos</i> .....	36
Zárványtartalom csökkentése az Al-olvadékkezelés optimalizálásával Reduction of Inclusion Content by Optimized Melt Treatment of Aluminium Alloys <i>DÚ L Jenő, FEGYVERNEKI György, MENDE-TOKÁ R Mónika</i> .....	41
Metilénkék vizsgálatok a Colas Északkő Kft. központi laboratóriumában Methylene Blue Tests in Central Laboratory of Colas Északkő Ltd. <i>ÉZSIÁ S László, TOMPA Richárd</i> .....	46
Metallurgiai demonstrációs platform kialakítása a Miskolci Egyetem Metallurgiai Intézetében Creation of Metallurgical Demonstration Platform in University of Miskolc Institut of Metallurgy <i>GREGA Oszkár, KULCSÁ R Tibor, FERENCZI Tibor</i> .....	51

Rétegzések jelentősége geotermikus kutak esetén Importance of Stimulation Treatments in Matter of Geothermal Wells <i>JOBBIK Anita, BÓDI Tibor</i> .....	55
A melegen hengerelt lemezek mechanikai tulajdonságait meghatározó tényezők vizsgálata Examination of Factors Influencing Mechanical Properties of Hot Rolled Steel <i>KISS András, HÁRI László</i> .....	60
A Visonta Déli bányában és Keleti-II. területen emelt vizek mezőgazdasági célú hasznosításának lehetősége Possibilities of Utilising Waters Lifted in Visonta South Mine and in Keleti-II Area for Agricultural Purposes <i>KOVÁCS Ferenc</i> .....	65
A Visonta Déli bányában és Keleti-II. területen emelt vizek minőségi megfelelése a haltenyésztés követelményeinek Fulfilling the Quality Requirements of Fish Farming by Waters Lifted in Visonta South Mine and in Keleti-II Area <i>KOVÁCS Ferenc</i> .....	69
A bányáiparban alkalmazott gépjárművek felfüggesztő és kormányzó rendszerének vizsgálata Analysis of the Suspension and Steering Mechanism of Heavy Vehicles Used in Mining <i>KOVÁCS József, NAN Marin-Silviu, TOMUS Ovidiu-Bogdan</i> .....	72
Nagy tisztaságú ón előállításának lehetősége forrasztási ónhulladékból vizes közegű speciális elektrolizáló rendszerben The Possibility of Producing High Purity Tin, from Soldering Waste Material, with the Use of a Special Hydro-Electrometallurgical System <i>KULCSÁR Tibor, KÉKESI Tamás</i> .....	78
Folyási jelenségek alumínium ötvözetek melegalakítása során Flow Phenomenon in Aluminum Alloys During Hot Forming <i>MIKÓ Tamás, BARKÓCZY Péter</i> .....	82
Kis kapacitású bányák működésének műszaki és gazdasági kérdései Some Technical and Economic Questions of the Operation of Mines of Low Output <i>MOLNÁR József</i> .....	88
SSR technológia működése a nyomásos öntödei keretek között SSR Process Flow at High Pressure Die Casting Foundry <i>NYEKSE László, BARKÓCZY Péter</i> .....	93
Alumínium hőkezelő kemencék fejlesztése Development of Aluminum Heat Treatment Furnaces <i>TÖRÖK Antal</i> .....	97
Külszíni lignitbánya PM <sub>10</sub> terhelésének feltárása Research on the PM <sub>10</sub> Pollution of an Open-cut Lignite Mine <i>URAMNÉ LANTAI Katalin, CSUHANICS Balázs</i> .....	100
Termoelektromos bizmuttelligrid alapú ötvözet egykristályainak előállítása és szerkezeti vizsgálata Production and Structural Characterization of Single Crystal Thermoelectric Bismuth Telluride Alloys <i>VALLASEK István, KÁLI György, VERES Zsolt, SZÓKE János, ROÓSZ András</i> .....	105

## Földtan / Geology

Termálvíz kutatás a Tokaji-hegység északi részén Thermal Water Exploration in the Northern Part of the Tokaj Mountains <i>FEJES Zoltán, SZŰCS Péter, FEKETE Zsombor</i> .....	109
A Bátaapáti nukleáris hulladéktároló agyagos vetőzónájának alkáli csóva hatására bekövetkező degradációjának vizsgálata Analysis of Degradation of Clayey Fault Zone of Nuclear Waste Deposit Bátaapáti (Hungary) Caused by Alkaline Plume <i>FINTOR Krisztián</i> .....	114
A felsőcertési (Erdélyi-érchegység) érctelep genezise a hidrotermás kvarckristályok kutatása tükrében Genesis of the Certej Mineral Deposit (Apuseni Mts.) in the Light of Hydrothermal Quartz Crystal Studies <i>GÁL Ágnes, SZAKÁCS Alexandru, KRISTÁLY Ferenc</i> .....	119
A Damasa-szakadék; tömbös lejtőcsuszamlás az Upponyi-hegységben The Damasa Gorge; Block Slides in the Uppony Mountains <i>HEVESI Attila</i> .....	121
Vulkáni gázok nyomában a Csomádon In Search of Volcanic Gases on Ciomadul <i>KIS Boglárka Mercédesz, HARANGI Szabolcs, PALCSU László</i> .....	126
Az eocén-oligocén Berédi Márga Formáció kis és nagy bentosz foraminifera faunájának paleoökológiai és biosztratigráfiai vizsgálata Large and Small Benthic Foraminifera from Brebi Formation: Palaeoecological and Biostratigraphical Significance <i>KÖVECSI Szabolcs Attila, SILYE Lóránd, LESS György</i> .....	130
Vízkémiiai adatok felhasználási lehetőségei Application Possibility of Karstwater Chemical Data <i>MIKLÓS Rita, SZEGEDINÉ DARABOS Enikő, TÓTH Márton, HERNÁDI Béla, LÉNÁRT László</i> .....	134
A Sós-patak (Pata-rét) miocén rétegsorának mikropaleontológiai vizsgálata Micropaleontological Study of the Miocene Successions from the Outcrop of Pata Meadow (Salt Stream) <i>NAGY Orsolya Réka, SILYE Lóránd, WANEK Ferenc</i> .....	138
Talajmozgások vizsgálata időtartomány reflektometria (TDR) módszerrel Soil Deformation Monitoring Using Time Domain Reflectometry <i>NAGY Szilárd, ANDRÁS Eduárd, BORBEI Florin</i> .....	143
INJEKTÁLÁS – kihívás a Bátaapáti Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló (NRHT) létesítésében GROUTING – a Challenge in the Establishment of the Bátaapáti National Radioactive Waste Repository <i>PAPRIKA Dóra, MAJOROS Péter, SZEBÉNYI Géza, KOCSIS Gábor</i> .....	148
A sárospataki Végardó Fürdő hidrogeológiai és egészségügyi vizsgálata Hydrogeological and Health Touristic Study of Végardó Thermal Bath in Sárospatak <i>SISKÁNE SZILASI Beáta, SZALONTAI Lajos</i> .....	153
Mihályi-Répcelak természetes CO <sub>2</sub> rezervoár régi mélyfúrás-geofizikai szelvényeinek újraértelmezésének eredményei Reinterpretation of Archive Well-logs in the Area of Mihályi-Répcelak Natural CO <sub>2</sub> Reservoir <i>SZAMOSFALVI Ágnes, FALUS György, ZILÁHI-SEBESS László, KIRÁLY Csilla, SENDULA Eszter, SZABÓ Csaba</i> .....	158

Új földtani vizsgálatok a recski bezárt Lahóca-hegyi bányában New Geological Investigations in the Closed Recsk-Lahóca Mine <i>SZEBÉNYI Géza, GABURI Imre, SZABÓ Richárd, BARNÁ Imre, ZELENKA Tibor</i> .....	162
Metaszomatikus átalakulás nyomai az NWA 2086 CV3 szenes kondrit Ca-Al-gazdag zárvényaiban Traces of Metasomatic Alteration in Ca-Al-rich Inclusions of NWA 2086 CV3 Carbonaceous Chondrite <i>WALTER Heléna, FINTOR Krisztián, PÁL-MOLNÁR Elemér, NAGY Szabolcs, SZABÓ Máté</i> .....	167

### **Tudománytörténet / History of Science**

Egy fejedelem és egy professzor kapcsolatai tudományunkkal a XVII. sz. közepén (BARCSAY Ákos és APÁCZAI CSERE János) Relations of a Prince and a Professor with our Science in the Middle of the 17 Century in Transylvania (Ákos BARCSAY and János APÁCZAI CSERE) <i>PAPP Péter</i> .....	172
KNÖPFLE Vilmos természettudományi munkássága The Activities of KNÖPFLE Vilmos Dedicated to Natural Sciences <i>RUSZ Ottilia</i> .....	178
Ignaz VON BORN és az „Arany-négyszög” Ignaz VON BORN and the “Cvadrilaterul Aurifer” <i>TÓTH János</i> .....	183
A „Rudai 12 Apostol Bányatársulat” – a XX. század eleji Európa egyik leggazdagabb aranybánya területe „Ruda 12 Apostoli Mining Association” – One of the Richest Gold Mining Area (Unit) of Early 20 Century Europe <i>ÚDVARHELYI Nándor</i> .....	186
TÉGLÁS Gábor földtannal kapcsolatos (öslénytani, barlangtani és bányászattörténeti) munkássága The Work of Gábor TÉGLÁS Regarding Geology (Palaeontology, Speleology and History of Mining) <i>WANEK Ferenc</i> .....	191

### **Poster / Poster**

Gépjármű abroncsból származó acél hulladék hasznosítása nehézfémekkel szennyezett talajvizek kármentesítésére Application of Steel Wires Originates from Tire Waste for Remediation of Heavy Metal Contaminated Groundwater <i>GOMBKÖTŐ Imre, NAGY Sándor, DEBRECZENI Ákos, MADARÁSZ Tamás, FEKETE István</i> .....	196
---	-----

# Metaszomatikus átalakulás nyomai az NWA 2086 CV3 szenes kondrit Ca-Al-gazdag zárványaiban

## Traces of Metasomatic Alteration in Ca-Al-rich Inclusions of NWA 2086 CV3 Carbonaceous Chondrite

WALTER Heléna<sup>1</sup>, FINTOR Krisztián<sup>1</sup>, PÁL-MOLNÁR Elemér<sup>1</sup>, NAGY Szabolcs<sup>1</sup>, SZABÓ Máté<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar,  
Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszék,

6722 Szeged, Egyetem utca 2-6.; e-mail: walterhelena88@gmail.com

<sup>2</sup>MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet,  
1112 Budapest, Budaörsi út 45.

### Abstract

*Among meteorites the composition of carbonaceous chondrites, especially CV3 (Vigarano-type), resembles the solar nebula material in the highest degree. In our research we analyzed one of the largest Ca-Al-rich inclusions and determined its type, formation and fluid controlled secondary alterations using Raman microscopy, scanning electron microscopy and electron microprobe. The morphology textural arrangement and chemical composition of the mineral phases suggest that the inclusion evolved from an originally melilite-bearing spinel-rich Ca-Al-rich inclusion, inside the parent body.*

**Kulcsszavak:** szenes kondrit, Raman mikroszkópia, Ca-Al-gazdag zárványok, átalakulási folyamatok

### 1. Bevezetés

A kondritos meteoritok között különös jelentőségűek a szenes kondritok. Jellegzetességük nem csak a széntartalmukban áll, hanem hogy a legprimitívebb, legkevésbé differenciált kondenzátumai a korai Naprendszernek. Közülük is kiemelkednek a CV típusú kondritok, mert ezekben fordulnak elő a legnagyobb mennyiségben és legnagyobb genetikai változatosságban a Ca-Al-gazdag zárványok.

A Ca-Al-gazdag zárványok Ca-Al-Ti és Mg-Al-oxidokból, alárendelten Ca-Al és Mg-szilikátokból állnak, melyek képviselik a Naprendszer legmagasabb hőmérsékleten kondenzálódott, legkorábban kialakult anyagcsomóit. Mivel magas hőmérsékleten keletkezett ásványokból állnak, ezért nagyon érzékenyek az alacsony hőmérsékleten, a hidrotermás metasomatózis vezérelte átalakulásokra. Ezen tulajdonságuk alkalmas a vizes átalakulási folyamatok jelzésére, a víz egykori jelenlétének kimutatására, a víz szerepének meghatározására.

Az NWA (Northwest Africa) 2086-os számú meteoritot Marokkóban találták meg 2003-ban. Összesen 780 g-nyi az a mennyiség, amiről egyértelműen megállapítható, hogy valaha egy tömeget alkotott. Jellegzetességük, hogy ebben a meteoritban találták az egyik legnagyobb kiterjedésű Ca-Al-gazdag zárványt, melyek vizsgálata fontos információkkal szolgálhat a meteorit szülőégítésében végbement hidrotermás átalakulásokra. A meteorit eddig kevés vizsgálat tárgyát képezte. Ezek a vizsgálatok elsősorban a vizes átalakulásokkal foglalkoztak, valamint a benne található kondrumok kategorizálásával, illetve a Ca-Al-gazdag zárványok típusainak meghatározásával.

Kutatásunkban célul tűztük ki az egyes kondrum típusok, illetve Ca-Al-gazdag zárványok besorolását és osztályozását, valamint a legnagyobb méretű Ca-Al-gazdag zárvány fázisanalitikai, ásványkémiai vizsgálatát. A vizsgálatok eredményeképpen felvázoljuk a szülőégítést ért metasomatikus átalakulások ásványtani, geokémiai jellegzetességeit.

## 2. Minták és módszerek

A vizsgálatokhoz rendelkezésre álló 3,31 g-os mintából 3db csiszolat készült. A petrográfiai leíráshoz Olympus BX41 polarizációs mikroszkópot használtunk.

A kondrumok és a Ca-Al-gazdag zárványok ásványfázisainak azonosítása THERMO Scientific DXR konfokális Raman mikroszkóppal történt. Az egyes spektrum felvételek 532,2 nm hullámhosszúságú, 10 mW lézer teljesítménnyel, 100X nagyítású objektív használatával történtek. A mérések során nagy felbontású optikai rácstól és 25  $\mu\text{m}$  pinhole konfokális apertúrát használtunk, mellyel a fókuszpont átmérő  $\sim 1 \mu\text{m}$ , a térbeli felbontás néhány  $\mu\text{m}^3$ , a spektrális felbontás pedig  $\sim 2 \text{cm}^{-1}$  voltak. A spektrum felvételi idők minden esetben 1 percig tartottak a műszer auto-exposure üzemmódjában.

A Ca-Al-gazdag zárványról készült visszaszórt elektronképek, valamint az egyes fázisok energia diszperzív (EDS) analízisei a Szegedi Tudományegyetem Környezettudományi Intézetének elektronmikroszkóp laboratóriumában készültek Hitachi S4700 téremissziós pásztázó elektronmikroszkóp segítségével. A műszer mérési paraméterei a vizsgálatok során a következők voltak: gyorsító feszültség: 25 keV, áramerősség: 10  $\mu\text{A}$ .

Az ásványkémiai vizsgálatok az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Földtani és Geokémiai Kutatóintézetének elektron-mikroszkop laboratóriumában készültek egy JEOL JXA-733 típusú készülékkel. A kvantitatív analíziseket INCA Energy 200 típusú energia diszperzív spektrométerrel végeztük. A következő elemeket mértük: Na, K, Mg, Ca, Al, Si, Cl, S, Ti, Fe, Mn, Cr és Ni. Az ásványok kémiai összetételének meghatározásához spinel, albit, diopszid, grosszulár, almandin, forszterit, perovszkit, ortoklász és kromit természetes standardokat használtunk, valamint a Cl-t az elektron-mikroszkop saját belső KCl standardjával sztenderdizáltuk. A mérési beállítások: gyorsítófeszültség 20keV, áramerősség 6nA.

## 3. Eredmények

### 3.1. Petrográfia

A csiszolatokban 99db kondrumot különítettünk el, és ezeket 6 kondrumtípusba soroltuk. A leggyakoribb típus a granuláris olivin-piroxén kondrum (GOP). Jellemzőjük, hogy nagyon aprószemcsés, lekerekített olivin és piroxén ásványokból állnak, melyek mérete ritkán haladja meg az 50  $\mu\text{m}$ -t. Ezt követi a porfiros olivin-piroxén kondrum (POP), melyek elsősorban olivin fenokristályokból és léces klinopiroxénekből állnak, a köztük levő teret üveges alapanyag tölti ki. Kisebb mennyiségben fordul elő a porfiros olivin kondrum (PO), melyeket szinte kizárólag forszterites olivin fenokristályok építenek fel, köztük üveges fázissal. Emellett hasonló gyakorisággal jelenik meg a porfiros piroxén kondrum (PP), ezt a típust szinte csak piroxének alkotják, üveges fázis alig fordul elő benne. 2-2 kondrum tartozik csupán a lemezes olivin (BO) és a plagioklász-gazdag kondrumok (PRC) közé. A BO kondrum olivin lemezekből áll, melyek közt üveges fázis van jelen. A PRC típus két részre bontható, kéregre és magra. A kérget ekvigranuláris szövetű, olivin, piroxén és plagioklász földpát ásványegyüttes építi fel. A magot döntően plagioklászok, kisebb mennyiségben piroxének építik fel. A plagioklászok jól fejlett, táblás megjelenésű kristályokból álló halmazokat alkotnak, a piroxének sugaras, léces halmazok, illetve izometrikus, kerekded kristályok formájában jelennek meg.

A Ca-Al-gazdag zárványok alkotói olyan kisméretűek (néhány  $\mu\text{m}$ ), hogy az optikai mikroszkóppal elérhető legnagyobb felbontással sem vizsgálhatók kielégítően. Ezért kategorizálásukat elsősorban morfológiai jegyeik és csak kisebb mértékben szöveti jellegzetességek alapján végeztem el. A mintában három típust figyeltem meg. A kompakt A-típus lekerekített, határozott peremekkel figyelhető meg, néhány nagyobb méretű melilit kristály is megjelenik bennük. A durvább szemcseméretű, szabálytalan alakú zárványok a kompakt B-típusúak, általában zezugos pereműek. Az amóbaszerű morfológiát mutató finomszemcsés zárványok a spinel-gazdag típus jellegzetességét mutatják. A spinel-gazdagok között megfigyelhető egy különösen nagyméretű zárvány, melyet a kutatás során részletesen vizsgáltunk.

### 3.2. Fázisanalítika

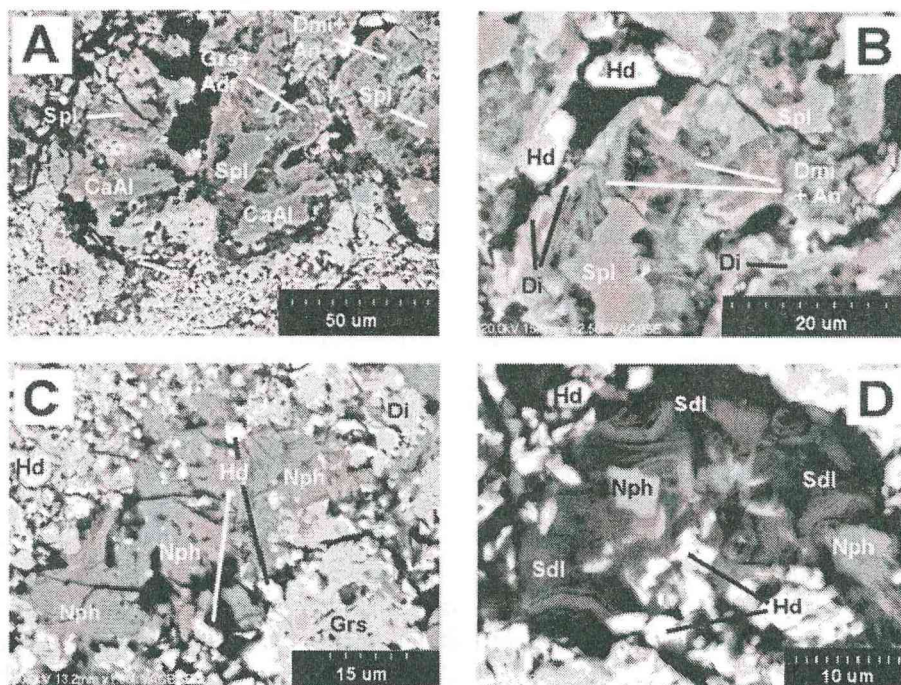
A nagyméretű Ca-Al-gazdag zárvány Raman mikroszkóppal történő térképezése során az alábbi ásványfázisokat különítettük el: A diopszid + hedenbergit együttes a zárványban általánosan elterjedt, mindenhol megtalálható. Ennél jóval kisebb mértékben, de szintén általánosan fordul elő a spinel. A

perovszkit inkább a peremi részeken található, pontszerűen jelenik meg. A zárvány-mátrix határon figyelhető meg egy Ca-Al-Ti-oxid fázis, ritkán, pontszerűen.

A zárványban eltérő ásványegyüttese alapján elkülöníthető egy perem közeli zóna, valamint egy központi mag. A perem közeli zónában anortit, dmisteinbergit (anortit hidrotermás változata), és grosszulár + andradit együttes jelenik meg. Ezek az ásványok a belső területeken nem figyelhetők meg. A zárvány magjában döntően nefelin, valamint kisebb mennyiségben szodalit fordul elő, amely a mag peremén jelenik meg.

### 3.3. Pásztázó elektronmikroszkópia és ásványkémia

A zárvány peremi részein egy jellegzetes ásványegyüttes figyelhető meg. A Ca-Al-Ti-oxid fázis a spinellel szigetesen megjelenő, rezorbeált peremű magokat alkot (1/A ábra). A Ca-Al-Ti-oxid fázis kémiai összetétele alapján hibonit, a spinel jelentős mennyiségű vasat tartalmaz (a peremközeli sávban a spinelek vastartalma magas, 0,65-0,87 apfu.[atoms per formula unit] körül alakul. A magban vasban szegényebb spinelek fordulnak elő, 0,5-0,53 apfu. értékkel. Ezeket az ásványegyütteseket finomszemcsés és porózus grosszulár + andradit és dmisteinbergit + anortit kéreg veszi körül (1/B ábra). A dmisteinbergit jól felismerhető tús, léces megjelenéséről. Ezt az együttest egy vékony, diopszidból álló perem határolja. Ezt a nyitott pórusterek felé tovább haladva fennőt hedenbergit kristályok váltják fel (1/C ábra). A zárvány magja felé haladva a grosszulár közel saját alakú kristályokként is megjelenik. A gránát összetételére a grosszulár dominancia jellemző (73,5 – 98,6 %), az andradit mennyisége a szilárd oldatban nagyon kis mértékű. A diopszid más szöveti helyzetben is előfordul, itt a hedenbergittel együtt tömeges megjelenést mutat. Mindkét típusú diopszid jelentős Al-tartalmat mutat (0,22 – 0,56 apfu.). A nagyobb pórustereket a zárvány belsejében tömeges megjelenésű nefelin tölti ki (1/C ábra). A nefelinek kis mennyiségben tartalmaznak K-t és Ca-t (K: 0,04 – 0,05 apfu., Ca: 0,06-0,1 apfu.). A szodalit a nefelin előfordulásához kapcsolódik, itt szál-rostos megjelenésű (1/D ábra), de sok helyen a nefelin utáni pszeudomorfózáként van jelen.



1. ábra. A pásztázó elektronmikroszkóppal készült felvételek. **A:** egy peremi régió látható a spinel-hibonit együttesekkel és a grosszulár-andradit bekéregződéssel. **B:** a diopszid, ill. a dmisteinbergit-anortit bekéregződést mutatja. **C:** a magra jellemző tömeges megjelenésű nefelin és **D:** és szál-rostos megjelenésű szodalit figyelhető meg. | Adr-andradit, An-anortit, Di-diopszid, Dmi-dmisteinbergit, Grs-grosszulár, Hd-hedenbergit, Nph-nefelin, Sdl-szodalit, Spl-spinel, valamint CaAl-ként jelöltem a Ca-Al-oxid fázist.

#### 4. Diskusszió

Az NWA 2086 CV3-as kondritban megfigyelt kondrumtípusok mind méretükben mind ásványtani és szöveti jellegzetességeiket tekintve nagy hasonlóságot mutatnak a többi redukált CV3 (Efremovka, Leoville, Mokoia és Vigarano) csoportba tartozó kondritéval [3,8]. A mintában megjelenő kondrum típusok közül a plagioklászban gazdag (PRC) képviseli a legegyedibb típust, amelyhez hasonló sok redukált CV3-as mintában meg lehet figyelni, mint például a Vigarano és Efremovka meteoritokban [3].

A CAI-k közül beazonosított három típus (kompakt A; finomszemcsés, spinel-gazdag típus; valamint a durvaszemcsés B-típus) a CV3 kondritokban általánosan előfordul, változatos eloszlásban és összetételben [7]. A részletes vizsgálatok tárgyát képező nagyméretű spinel-gazdag típusba sorolható zárvány több jellemzőjében is eltér az ugyanezen mintában a FINTOR és mtsai (2013) által részletesen vizsgált kompakt A-típustól [2]. Míg a kompakt A-típusú zárványban a melilit+spinel együttes, mint elsődleges fázisok dominálnak, addig az általunk tanulmányozott CAI-ban kisebb mértékben találhatók primer ásványfázisok. A legnagyobb mennyiségben spinel±hibonit ritkábban diopszid képviseli az elsődleges paragenézist, ami mellett a melilit elszórt pici foltokban jelenik csak meg. További fontos különbség, hogy a spinel-gazdag CAI peremét spinel+Ca-Al-Ti-oxid együttes alkotja, szemben a kompakt A-típusúval, ahol Fe-dús spinel a jellemző a zárvány peremén. A peremeken megjelenő spinel+Ca-Al-Ti-oxid együttes jellegzetes szövete olvadákból történt kikristályosodásra utal. Ehhez hasonló szövetet az Efremovka és Leoville CV3-as kondritokban fellelhető spinel-gazdag finomszemcsés zárványok esetében lehet felismerni, ahol léces táblás saját alakú hibonit ( $\text{CaAl}_{12}\text{O}_{19}$ ) kristályok találhatók melilitben szigetekként megjelenő spinel alapanyagban [4]. Annak ellenére, hogy a Raman spektrum alapján a Ca-Al-Ti-oxid fázis nem volt beazonosítható, kémiai összetétele és a benne előforduló elemek aránya ( $\text{Ca}:\text{Al} = 1:10$ ,  $\text{Al} > \text{Ca} > \text{Ti} > \text{Mg} > \text{Fe}$ ) hibonitra utal. Másodlagos ásványfázisok tekintetében az általunk vizsgált spinel-gazdag zárvány nagy hasonlóságot mutat a Fintor és mtsai (2014) által vizsgált kompakt A-típusú zárvány másodlagos ásványegyüttesével [2]. Mindkét típusban a di+hd+an+dmi+grs+sdl+nph±adr a jellemző átalakulási ásványegyüttes, ugyanakkor a spinel-gazdagban a zárvány anyagának döntő többségét ezek a fázisok teszik ki az elsődlegesekkel szemben. A zárványban általánosan előforduló nagymennyiségű diopszid-hedenbergit együttes és a nefelinszodalit fészkek jelenléte magyarázatul szolgálhatnak a melilit hiányára [6]. Ugyanis az eredetileg melilit-gazdag fehér zárvány esetében jellemzőek az olyan utólagos átalakulások, amelyek a melilit túlnyomó részét Ca-klinopiroxénné és szodalittá, valamint nefelinné alakítják [5].

A diopszid tehát átalakulási termékként is megjelenhet a fehérzárványokban. Az átalakulás gyakran olyan méreteket ölthet, hogy a melilit elszórt, piciny foltokban marad csak meg [5].

NOMURA és MIYAMOTO (1998) laboratóriumi körülmények között vizsgálták az átalakulási folyamatokat. A kísérletekben a gehlenit ( $\text{Ca}_2\text{Al}[\text{AlSiO}_7]$ ) gazdag melilit átalakulását követték nyomon. A gehlenit fluidum hatására bekövetkező bomlása során Ca, Al és Si ionokat juttat a rendszerbe. Oxidatív körülmények között a szenes kondritokban jelen levő szénből vizes oldatok hatására  $\text{CO}_3^{2-}$  -ion képződik, amelyből  $\text{Ca}^{2+}$  ionokkal kalcit fog kikristályosodni. Redukált körülmények között ugyanakkor Ca, Al és Si jelenlétében hidrogrosszulár ( $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_4$ ) képződése a jellemző [9]. Amennyiben a fluidum jelentősebb mennyiségű Na-t és halogéneket (döntően Cl) tartalmazott, Al és Si jelenlétében redukált viszonyok között nefelin-hidrát ( $\text{NaAlSiO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ), analcim és/vagy hidroszodalit ( $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) képződik [9]. Ezek az ásványok mérsékelt termális metamorfózis során (400-600°C) dehidratálódnak, és vízmentes ásványokká alakulnak, mint pl. nefelinné és szodalittá. A kalcit teljes hiánya, a kevés szodalit és nagy mennyiségű nefelin és grosszulár jelenléte a zárvány redukált körülmények közötti átalakulására utal. A megfigyelt másodlagos ásványegyüttesek arra utalnak, hogy az általunk vizsgált zárvány a vázolt forgatókönyvhöz hasonló folyamatot szenvedett el. A lejátszódott folyamatokból azt is megfigyelhetjük, hogy esetünkben nem minden reakció játszódott le, tobermoritot, illetve wollastonitot sem mutattunk ki a zárványban. Tehát a vizes átalakulások csak a grosszulár fázisig jutottak. A tobermorit/wollastonit hiánya arra enged következtetni, hogy ezen ásványok fluidum hatására történő átalakulására már nem jutott elég idő, mivel a kis égitest olyan környezetbe került, hogy a mérsékelt termális metamorfózis megakadályozta a további kristályosodást, valamint elindította a már meglévő víztartalmú ásványok dehidratációját [9]. A grosszulár kristályok andraditos szegélye valamint a pórusokban fennőtt kristályokként megjelenő hedenbergit a vas fluidum általi migrációját feltételezi zárvány körüli mátrix anyagból [1,6]. Elsőd-

leges fázisként csak a spinel, a kisméretű és -mennyiségű perovszkit, valamint a spinel – hibonit együttes maradt meg, mely fázisok igen ellenállóak a hidrotermás átalakulásokkal szemben [9]. Mindezek alapján fennáll a lehetősége, hogy a meteorit még a szülőégitestén belül ún. vas-alkáli-halogén metasomatózist szenvedett el, aminek a nyomait már több szenes kondrit esetében is kimutatták [1,6]. Annak tisztázására, hogy az ilyen átalakulásokhoz szükséges ionokat (Na, Fe, Si, Mg) milyen folyamatok szolgáltatták, részletesebb kémiai és stabilizotópos vizsgálatok elvégzése szükséges.

### Köszönetnyilvánítás:

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani Bencsik Attilának a csiszolatok elkészítéséért, valamint Schu- bert Félixnek, hogy a pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok megvalósulhattak.

### Irodalom:

1. BREARLEY, A. J., JONES, R. H. 1998: Chondritic meteorites, in PAPIKE J.J. [szerk.]: *Planetary Materials, Reviews in Mineralogy*. Mineralogical Society of America, **36/ 3**. 3-1–3-398, Washington DC.
2. FINTOR K., PARK C., NAGY S., PÁL-MOLNÁR E., KROT A. N. 2014: Hydrothermal origin of hexagonal  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  (dmisteinbergite) in a compact type A CAI from the Northwest Africa 2086 CV3 chondrite, *Meteoritics and Planetary Science*, **49/5**. 812–823.
3. KROT N., A., HUTCHEON, D., I., KEIL, K. 2002: Plagioclase-rich chondrules in the reduced CV chondrites: Evidence for complex formation history and genetic links between calcium-aluminum-rich inclusions and ferromagnesian chondrules, *Meteoritics and Planetary Science*, **37**. 155–182.
4. KROT, A. N., MACPHERSON G. J., ULYANOV A. A., PETAEV M. I. 2004: Fine-grained, spinel-rich inclusions from the reduced CV chondrites Efremovka and Leoville: I. Mineralogy, petrology and bulk chemistry, *Meteoritics and Planetary Science*, **39**. 1517–1553.
5. LIN, Y., KIMURA, M. 2003: Ca-Al-rich inclusions from the Ningqiang meteorite: Continuous assemblages of nebular condensates and genetic link to Type B inclusions, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **67/12**. 2251–2267.
6. MACPHERSON, G. J., WARK, D. A., ARMSTRONG, J. T. 1988: Primitive materials surviving in chondrites: refractory inclusions, in KERRIDGE, J. F., MATTHEWS, M. S. [szerk.]: *Meteorites and the Early Solar System* University of Arizona Press, 746–807, Tucson.
7. MACPHERSON, G. J. 2003: Calcium–aluminum-rich inclusions in chondritic meteorites, in Davis, A. M. [szerk.]: *Meteorites, comets, and planets, vol 1*, Elsevier-Pergamon, 201–241, Oxford.
8. MAY, C., RUSSELL, S. S., GRADY M. M. 1999: Analysis of chondrule and CAI size and abundance in CO3 and CV3 chondrites: a preliminary study (kivonat), 30. Lunar and Planetary Science Conference #1688.
9. NOMURA, K., MIYAMOTO, M. 1998. Hydrothermal experiments on alteration of Ca-Al-rich inclusions (CAIs) in carbonaceous chondrites: Implication for aqueous alteration in parent asteroids, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **62, 21/22**. 3575–3588.