

A SÁRISÁP ÉS BAJNA KÖRNYÉKI KAOLINITES HOMOKKÖVEK RÉSZLETES ÁSVÁNY-KÖZETTANI ÉS GEOKÉMIAI VIZSGÁLATA

Kónya Péter¹, Kerckmár Zsolt¹, Török Kálmán¹, Cseresznyés Dóra², Besnyi Anikó¹, Kocsisné Bodnár Nikolett¹, Fűri Judit¹

¹ Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Földtani Igazgatóság, Földtani Főosztály, Budapest

² Eötvös Loránd Tudományegyetem, Litosphere Research Group, Budapest

e-mail: peter.konya@sztfh.hu

1. Bevezetés

Az ásványi nyersanyagok iránti hazai és nemzetközi igények fokozatos növekedése felvetette néhány fontosabb nyersanyag, többek között a dunántúli-középhegységi kaolinites homokkő újrávizsgálatának szükségességét.

A jelenlegi ásvány-közettani kutatások célja a felszíni (Sárisáp kaolínbánya) és felszín alatti (Sárisáp és Bajna környéki fúrások) kaolinites homokkővek közettani vizsgálata, valamint ásványtani és kémiai összetételének meghatározása. Ezekon kívül iszapolással elválasztjuk a kaolint a kvarctól, melyet követően 3 szemcsefrakcióban végzünk (<2, 2–30, illetve 30–60 µm) szintén részletes ásványtani és geokémiai elemzéseket. A fúrómagok azon homokkőveiből is mintákat veszünk, melyeket korábban nem vizsgáltak, vagy kérdésesen a kaolinites homokkővekhez soroltak. Ezáltal pontosítani szeretnénk a homokkő összlet vastagságát, mely az ásványvagyron számítások alapjául szolgál. Az ásványtani kutatásokkal egy időben zajlik a Dorogi-medence rendszeres földtani térképezése, mely ezt a területet is érinti. Ennek során folyamatosan pontosítjuk a terület eocén–oligocén rétegsorának genetikáját és rétegtani helyzetét.

2. Földtani háttér

A Vértes–Gerecse–Pilis hegységek és előterük területén számos kisebb-nagyobb kaolinites homokkőtelepet találunk, melyek három rétegtani szintben figyelhetők meg: az eocén bázisán (Dorogi Formáció), a Tokodi Formációban és az oligocén bázisán (Muntyán et al., 1985; Gyalog, 2005). A Sárisáp és Bajna környéki kaolinites homokkő kiterjedését a mindezidáig nem tisztázták, jelenleg is kutatás alatt álló paleogén szerkezeti események és az azt követő lepusztulás szabta meg (infraoligocén denudáció). A paleogén követő tektonikai események következtében a kaolinos telepek különböző magasságokban a felszínre kerülve részben vagy teljesen lepusztultak.

Az alapközet a Tarján–Dág vonaltól DK-re dolomit (Fődolomit), ÉNy-ra mészkő (Dachsteini Mészkő). A mezozoos alaphegység a kréta közepén kiemelkedett, rögökre szakadt szét, az eocén elején lepusztult, karsztosodott. Az eocénben meginduló transzgresszió és a medencéket alakító szerkezeti események következtében a Ny-i, mélyebb területeken 100 m-t is meghaladó vastagságban, a tengeri üledékeket megelőző szárazföldi, folyóvízi és tavi durva- és finomszemcsés törmelékes sorozatok (Dorogi Formáció Bajnai Tagozata) képződtek, köztük nagyobb vastagságú kaolinos agyag és homok, amelyek a Gerecse DNy-i és a Vértes ÉNy-i térségében a széntelepek fekvését jelentik.

Az eocén szinszediment szerkezeti események következtében a korábban egységesebb medencesüllyedést differenciáltabb

medencefejlődés váltotta fel. A tektonikai események és a bartoni végi kisebb vízszintesés következtében a szárazföld felől nagy mennyiségben sziliciklasztos törmelék áramlott a medencékbe, ami változatos delta környezetben normál tengeri, csökkentsósvízi és édesvízi agyagmárga, márga, meszes homokkő, homok, szén és szenes agyag rétegsorokat hozott létre (Tokodi Formáció; Kerckmár et al., 2018). A homokkő földpattartalma – ahol ezt meszes cementáció nem akadályozta – elmállott, így jött létre a cikluskezdő törmelékekben található jóval csekélyebb kaolinites homokkő. A Bajna település északi részén található kaolinos homokkővek egy része valószínűleg eocén korú, és a Dorogi Formációba sorolható.

A kora oligocénben megindult a felszínre került alaphegységi karbonátok karsztosodása. Ennek következtében a Gerecse É, ÉK-i részén az eocén rétegsor (főként a Dorogi Formáció) lepusztuló és áthalmazódó kaolinos homokja a felső triász Dachsteini Mészkő szerkezeti mozgások által meghatározott törésrendszere mentén, annak hasadékaiban, paleokarsztosodott járatrendszerében és töbreiben, majd a szárazföldi felhalmozódást követő folyóvízi környezetben keletkezett (sárisápi bánya, a Sárisáp környéki fúrások, valamint a Bajna környéki fúrások nagy része). Az újabb paleogén üledékciklus bázisrétegeként meghatározott kaolinos és bauxitos homokkővet, kavicsos homokkővet Kerckmár és munkatársai (2022) a környező fúrások rétegsorait is figyelembe véve, a Csatkai Kavics Formációba sorolta, amit közvetlenül a Törökbálinti Formáció szenes agyagos alluviális mocsári képződményei fednek.

Az oligocén korú homokkőves képződményeket földtanilag korábban a „nem típusos” Hárshegyi Homokkő Formációhoz sorolták (Korpás, 1981; Báldi, 1983; Muntyán et al., 1985), majd fúrások és rétegtani megfontolások alapján Bernhardt és Ince (1989) és Selmecei (2018) a Csatkai Formáció Sárisápi Tagozataként különítette el. Aktuális rétegtani vitát jelent, hogy az új litosztratifiai kötetben (Arató et al., 2023) az MTA Magyar Rétegtani Bizottságának Paleogén Munkacsoportja a kaolinites homokkő és tűzálló agyag rétegekként definiált Sárisápi Tagozatot továbbra is a Hárshegyi Homokkő Formáció alsó részére helyezi, azzal a megjegyzéssel, hogy ez a sorozat Esztergom környékén szenes összletet is tartalmaz.

3. Módszertan

3.1. Fázisanalítika

A röntgendiffrakciós felvételeket Bruker D2 Phaser diffraktométerrel végeztük (CuK α , 30 kV, 10 mA) LynxEye detektorral, Bragg-Brentano geometriában, Theta/Theta módban az alábbi beállításokkal: lépésköz: 0,006° 2 θ , lépésidő: 0,15 mp/lépés. Az agyagásványok rendezettségének pontosabb méréséhez az eredeti és az iszapolt mintákból részletesebb felvételt készítettünk az alábbi beállítási paraméterekkel: lépésköz: 0,04° 2 θ , lépésidő: 3 mp/lépés. A 2 µm

alatti frakcióról kezelési eljárást végeztünk etilén-glikollal és hevítéssel.

A termoanalitikai vizsgálatokat Netzsch STA 449 F5 Jupiter automata mintaváltós készülékkel végeztük (TG, DSC), korund téglében, 1100 °C-ig 10 °C/perc felfűtési sebességgel és Al₂O₃ inert anyaggal készültek 50 mg minta bemérésével.

Az infravörös spektroszkópiai vizsgálatok (ATR FTIR) során gyengített totálreflexiós infravörös spektrometriai módszert (egyreflexiós Bruker Platinum ATR feltétellel felszerelt Bruker Vertex 70 infravörös spektrométer) használtunk. A mintákat a mérés előtt 80 °C-on legalább 30 percen keresztül szárítottuk. Az ásványokhoz rendelhető sávok és a karakterisztikus infravörös sávterületek meghatározásához az OPUS 7.2 infravörös spektrumkiértékelő szoftvert használtuk.

3.2. Szedimentológia

Izapolás: A mintákat achát mozsárban 4–7mm-es darabokra törtük, majd porcelánedényben áztattuk. A szuszpenziót időnként óvatosan átdörzsöltük a kaolinit szemcsék kvarctól történő elválasztása céljából. Az izapolás következtében nagy mennyiségű 63 µm alatti frakciót kaptunk, így lehetőség volt több szemcsefrakció leválasztására. A kapott szuszpenziót 63 µm-es szitán mostuk át Atterberg-hengerekbe 2 µm alatti, 2–30 µm és 30–63 µm közötti leválasztás céljából.

Szemcseméret elemzés: A szemcsenagyság meghatározására a 0,063–0,002 mm szemcsetartományban a Köhn-féle módszert, a 0,063 mm fölötti szemcsék elkülönítésére szitasort alkalmaztunk.

3.3. Kémiai elemzések

A főelemek meghatározása az SZTFH Kémiai laboratóriumában LiBO₂ feltárással Jobin Yvon ULTIMA 2C induktív csatolású plazma (ICP) emissziós spektrométeren, a nyomelemek meghatározása Perkin-Elmer NexION 100 típusú ICP tömegspektrométeren történt.

4. Eredmények

4.1. Sárisápi kaolinbánya és fúrások

A szürkésfehér, fehér, fehéresszürke, mállott felszínén sárga vagy rozsdabarna színű, elszórtan 0,5–1,5 cm-es szürke, fehér kvarckavicsokat tartalmazó kaolinites homokkő az alsó szakaszán alig vagy nem, a felső szakaszán gyengén vagy rosszul rétegzett. A kaolinites közép- és durvaszemcsés homok jól vagy közepesen cementált, összeáll, egyes helyeken azonban elmálló, porlódó.

A kaolinites homokkő uralkodó ásványa a kvarc, mellette csökkenő sorrendben kaolinit, majd csillám jelenik meg. Karbonátásvány nyomnyi mennyiségben csupán egy mintában volt kimutatható.

Csillám: Színtelen, pikkelyes kristálytöredékeket alkot. A *nyers* mintákról készült porfelvételeken a kaolinit és a kvarc mellett a szenes agyag alóli kaolinites homokkő kivételével minden mintában megjelenik 1–8% (TG: 3–10%) közötti mennyiségben. A 002 bázisreflexió nagyon kicsi, éles, értéke 9,93–10,09 Å közötti. A vizsgálatok alapján 2M politípus jelenik meg a mintákban. Az *iszapol*t mintákban mennyisége a nagyobb szemcsenagyságú frakciókban csökken (<2 µm: 10–25% (TG: 7–27%), 30–63 µm: 8–10% (TG: 10–13%)). A 002 bázisreflexió éles, értéke 9,922–10,041 Å közötti, félértékisélessége a szemcseméret emelkedésével csökken (<2 µm: 0,4–0,68° 2theta; 30–63 µm: 0,14–0,16° 2theta).

Kaolinit: A röntgendiffrakciós vizsgálatok szerint a *nyers* mintákban a kvarc után a második leggyakoribb összetevő a kaolinit, 15–22% (TG: 16–24%) közötti mennyiségben. A 001 és 002

bázisreflexiók élesek, a hkl reflexiók kicsik, diffúzak, a minták egy részében részben összeolvadnak, másik részében nem. A 001 bázisreflexió 7,133–7,162 Å között jelenik meg, félértékisélessége 0,21–0,31° 2theta, Hinckley-indexe (HI) 1,05–1,2 közötti. Ezen értékek alapján a kaolinit szerkezete jól rendezett.

A röntgendiffrakciós vizsgálatok szerint az *iszapol*t minták leggyakoribb ásványa. Mennyisége általában csökken a szemcseméret növekedésével, de még a 30–63 µm közötti frakcióban is uralkodó (<2 µm: 68–88% (TG: 69–91%), 30–63 µm: 46–64% (TG: 47–62%)). A 001 és 002 bázisreflexiók élesek, a hkl reflexiók jól szétválnak, ami már önmagában is jól rendezett szerkezetre enged következtetni. A 001 bázisreflexió 7,132–7,169 Å közötti, félértékisélessége 0,193–0,85° 2theta, a szemcsemérettel csökkenő tendenciát mutat. HI értéke a legkisebb a 2 mikron alatti frakció kaolinitjének, 1,153–1,341 közötti. A szemcseméret növekedésével az index értékében emelkedés figyelhető meg (1,218–1,546). Az indexértékek alapján a kaolinit szerkezete jól rendezett.

A 2 mikron alatti frakcióról kezelési eljárással készült felvételeken a 001 bázisreflexiók élesek, a hkl csúcsok nagyon gyengék. A 001 bázisreflexió értéke 7,082–7,138 Å, félértékisélessége 0,19–0,27 Å közötti. A kaolinit mennyisége 90–98% közötti.

Az infravörös spektroszkópiás felvételeken a kaolinit O-H vegyértékrezgési sávjai 3691–3698 között, 3667–3668, 3652–3653 és 3620 cm⁻¹-nél jelennek meg. A Si-O vegyértékrezgési sávja 1115 cm⁻¹ körül, az Al-OH deformációs rezgés sávja 937 cm⁻¹ körül jelenik meg.

Az elektronmikroszkópos vizsgálatok szerint a kaolinit saját alakú pseudo-hexagonális kristályokként fordul elő könyvlapszerű összenövéseket alkotva.

Kvarc: A homokkővek uralkodó ásványa, mennyisége 63–76% közötti. Az *iszapol*t mintákban a szemcseméret növekedésével mennyisége is nő (2–30 µm 10% körüli, a 30–63 µm 30–40% közötti).

Ti-ásványok: A vizsgált *nyers* és *iszapol*t homokkővek mindegyikében megtalálható, mint anatóz és rutil, összesen 1%, illetve 2% mennyiségben.

Vermikulit?: Az *iszapol*t minták közül csupán az északi oldal alsó kavicsos homokkővében nem jelenik meg. A 2 mikron alatti kezelési eljárással készült felvételeken szintén azonosítható a homokkővekben. 14,2–14,4 Å körül nagyon kicsi és diffúz csúcs jelenik meg, mely etilén-glikolra sem változik, hevítésre viszont eltűnik. Mivel 4,7 Å -nél nem jelenik meg reflexió, ezért az ásvány nem klorit, hanem valószínűleg vermikulit. Az ásvány pontosabb meghatározásához további vizsgálatok szükségesek.

4.2. Bajna környéki fúrások

Részletesen a Bnt-1a és a Bnt-6 számú fúrásokat vizsgáltuk. A kaolinos homokkő fehér, fehéresszürke, világosszürke, ritkán vörös foltokkal vagy lilászvörös árnyalattal (Bnt-6 134,4–135,0 m). Rétegzetlen, egyenetlen törésű, általában finomszemcsés, ritkábban középszemcsés, elvétve durvaszemcsés kvarcsemmcsékből épül fel. Kisebb mennyiségben kvarcsemmcsék is előfordulnak. Rendszerint tömött, de könnyen törhető. Általában mészsmentes, elvétve azonban karbonátosan kötött, kemény (Bnt-1a: 296,4–296,6, 300,9–301,1 és 314,4–314,6 m).

A kaolinites homokkő uralkodó ásványa a kvarc, mellette csökkenő sorrendben kaolinit, csillám és sziderit jelenik meg. Titánásványok közül az anatóz a gyakoribb, rutil csak elvétve jelent meg a felvételeken. Mindkettő mennyisége 0,5% alatti. Kalcit, kálföldpát és pirit néhány mintában, hematit és goethit csak a

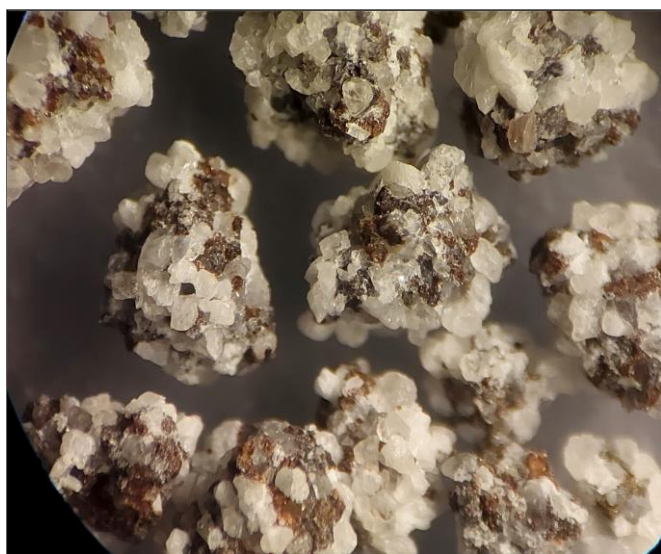
vörösgyagos magmintában volt kimutatható (Bnt-1a 292,0–292,2 m).

Csillám: A homokkövekről készült porfelvételeken a kaolinit és kvarc mellett minden mintában megjelenik (RTG: 0,2–4,4%, TG: 1–5% (Bnt-1a), illetve 1–3% (Bnt-6) közötti mennyiségben. Ez alól a Bnt-1a fúrásban csak a vörösgyagos és a fehérgyagos minták (292,0–292,2 m: 9,7%, illetve 314,4–314,6 m: 9,3%), míg a Bnt-6 fúrásban az aleuritos és tarka homokkő minták (115,9–121,3 m) kivételek. A vizsgálatok alapján 2M politípus jelenik meg a mintákban. A 2 mikron alatti frakcióról *kezelés* eljárással készült felvételeken a 002 bázisreflexiók élesek, a hkl csúcsok nagyon gyengék. A muszkovit mennyisége 1–8% (Bnt-1a), illetve 6–19% (Bnt-6).

Kaolinit: A kvarc után a második leggyakoribb összetevő ((RTG: 9,1–26,3%, TG: 11–25% (Bnt-1a) és 14–24% (RTG: Bnt-6)) közötti mennyiségben. Ez alól a Bnt-1a fúrásban csak – a csillámhoz hasonlóan – a vörösgyagos és a fehérgyagos minták (292,0–292,2 m: 35,6%, illetve 314,4–314,6 m: 42,7%), a Bnt-6 fúrásban pedig a tarka homokkő minta (38%) kivétel. A 001 és 002 bázisreflexiók élesek, a hkl reflexiók kicsik, diffúzak, a minták egy részében részben összeolvadnak, HI értéke nem mérhető. A 63 µm alatti *iszapolt* mintákban a HI értéke 0,89–1,43 közötti. A 2 µm alatti frakcióban a mennyisége 88–99% (Bnt-1a) és 81–94% (Bnt-6).

Az elektronmikroszkópos vizsgálatok szerint a kaolinit saját alakú pszeudohexagonális kristályokként fordul elő könyvlapszerű összenövéseket alkotva.

Sziderit: Narancssárga romboéderez kristályok kvarcsezemcséken, illetve sárgásbarna-vörösesbarna gömbös aggregátumok kvarccal, ritkábban pirittel összenőve (1. ábra).



1. ábra – Barna szideritből és fehér kvarcból álló aggregátumok (Bajna Bnt-1a 262,7–262,9 m; képszélesség: 1 cm)

A Bnt-1a fúrás rétegsorában végig megfigyelhető, általában 1% alatti mennyiségben, néhány minta esetében viszont eléri a 1,3–2,2%-ot is. A Bnt-6 fúrásban a sziderittartalom 0,5–6% közötti. A röntgen-difraktogramok értékelése során megfigyelhető volt a sziderit legnagyobb intenzitású csúcsának (d_{104}) a kisebb d -értékek felé történő eltolódása, mely Ca^{2+} , Mg^{2+} - és Mn^{2+} -ionok beépülését jelzi a kristályszerkezetbe.

Pirit: Zöldesszürke, szürkésfekete kristálycsoportok, gömbös aggregátumok kvarccal, ritkábban sziderittel összenőve.

Ti-ásványok: A vizsgált homokkövek egy részében kimutatható az anatóz és/vagy rutil, összesen 0,5% vagy kisebb mennyiségben.

Vermikulit?: A Bnt-1a fúrás 300,9–301,1 m minta 2 mikron alatti *kezelés* eljárással készült felvételein volt azonosítható. 14,38 Å körül nagyon kicsi és diffúz csúcs jelenik meg, mely etilén-glikolra sem változik (14,41 Å), hevítésre viszont eltűnik. Mivel 4,7 Å-nél nem jelenik meg reflexió, ezért az ásvány nem klorit, hanem valószínűleg vermikulit.

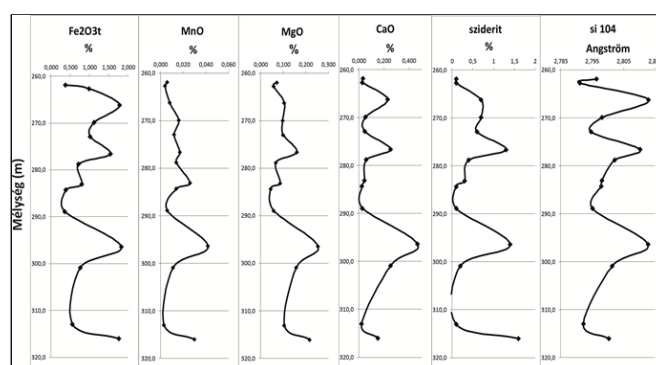
A 63 µm alatti frakció iszapolt frakció a nyers mintákhoz képest abban különbözik, hogy a kvarctartalom a legtöbb minta esetében harmadára, ritkábban negyedére vagy felére csökkent. A kaolinit- és csillámtartalom négy-, ötszörösére nőtt. Az anatóz és rutil mennyisége minden iszapolt homokkőben kimutatható volt (nyom–2%) a nyers mintával ellentétben. Mellettük még amorf fázis is megjelenik minden mintában. Szideritet a homokkövek felében, míg piritet és jarositot csupán egy-egy mintában azonosítottunk.

4.3. Geokémia

A korábbi irodalmak (pl. Bihari, Drazsdik, 1987) a kaolinos homokkő kémiai összetételét a 0,06 mm alatti és feletti frakción vizsgálták (közel 100 minta). A 0,06 mm alatti frakcióból csupán az Al_2O_3 , az FeO , az Fe_2O_3 és a TiO_2 , míg a 0,06 mm feletti frakcióból a SiO_2 , a TiO_2 , az Al_2O_3 , az FeO , az Fe_2O_3 , az Na_2O és a K_2O mennyiségét határozták meg. Így az eredmények nem reprezentálják megfelelően a nyers homokkő összetételét.

2022-ben a sárisápi bányából 5, 2023-ban a Bnt-1a fúrásból 14, a Bnt-6 fúrásból 4 mélységközből végeztünk teljes kémiai elemzéseket (fő- és nyomelemek).

A nyers mintákban a SiO_2 mennyisége a kvarctartalommal, az Al_2O_3 mennyisége a kaolinitartalommal, a K_2O mennyisége a csillámtartalommal mutat nagyon jó egyezést, ugyanis ez a három domináns ásvány a homokkövekben. Az Fe_2O_3 , CaO , MgO , MnO mennyisége nagyon jó egyezést mutat a sziderit eloszlásával a mélység szerint. Tehát feltételezhető, hogy a Ca^{2+} , Mg^{2+} és Mn^{2+} a sziderit kristályszerkezetébe épülnek be az Fe-ionok helyére. Ennek alátámasztására lemértük a sziderit legnagyobb intenzitású csúcsának (d_{104}) pozícióját a röntgen-difraktogramokon (a d_{104} csúcs pozíciója a fent említett kationok beépülése esetén a nagyobb d -értékek felé tolódik el). A 2. ábrából jól látható, hogy ahol a Ca^{2+} , Mg^{2+} és Mn^{2+} mennyisége megemelkedik, ott a legnagyobbak a d_{104} -értékek, tehát ezen ionok teljes egészében vagy legalábbis nagyrészt a szideritbe épülnek be.



2. ábra – A sziderit mennyisége, d_{104} csúcsának eltolódása és az Fe_2O_3 , MnO -, MgO - és CaO -tartalom közötti összefüggések (Bajna Bnt-1a)

Az iszapolt minták (<2 µm, 2–30 µm és 30–63 µm) szemcsefrakcióinak kémiai összetétele jól egyezik az ásványos összetétellel. A szemcseméret növekedésével a kaolinit és csillám mennyisége csökken, a kvarc mennyisége növekszik. Ezt a

tendenciát figyelhetjük meg a kémiai elemzésekben is: a szemcseméret növekedésével csökkenő Al_2O_3 - (<2 μm : 34,3–39,5% (Bnt-1a), 30–63 μm : 17,0–23,0% (Bnt-1a) és K_2O - (<2 μm : 0,3–2,4% (Bnt-1a), 30–63 μm : 0,3–0,66% (Bnt-1a), valamint növekvő SiO_2 -tartalom (<2 μm : 44,0–46,5% (Bnt-1a), 30–63 μm : 64,8–74,2% (Bnt-1a). Az Fe_2O_3 -tartalom a szemcseméret növekedésével szintén csökken: <2 μm : 0,48–1,79%, 30–63 μm : 0,30–0,99%. A TiO_2 mindig a 2 mikron alatti frakcióban dúsul (átlag 1,65%), míg mennyisége a 30–63 μm közötti frakcióban a legkevesebb (átlag 0,94%). Egyetlen kivételt a Bnt-1a 278,8–279,0 m közötti minta TiO_2 -tartalma jelenti, mely az összes vizsgált homokkő közül a legmagasabb (2,03%).

5. Ásványvagyon

Az 1985-ös prognózis összeállítása során a legnagyobb problémát a vizsgálatok hiánya jelentette. Az 1100 km^2 -es területről csupán 9 fúrást és a Sárísáp Babál-hegyi felszíni előfordulás kaolinites homokkővet vizsgálták. A kisszámú elemzés természetesen kihatott a vagyonszámításokra is, hiszen a készleteket csak becslött mennyiségnek tekinthetjük a legpontosabb számítások mellett is.

Jelen kutatásaink legfőbb célja minél több fúrás megmintázása, valamint egy jóval pontosabb prognózis és ásványvagyon-számítás elkészítése. 2022–2023-ban sikerült magmintát venni a szépvízeri magraktárban fellelhető összes sárísápi és bajnai fúrásból. Ezek közül a sárísápi fúrások feldolgozása meg is történt. Már az eddigi eredményekből is látható, hogy Muntyán és munkatársai (1985) által készített prognózistérkép jelentősen módosulni fog. Például számos fúrásban, a korábbi leírások alapján kaolinites homokkővet valószínűsítettek, viszont az újabb elemzések az ellenkezőjét igazolták.

6. Minőség

A korábban kialakított minőségi osztályozás szerint (Virágh, 1963 és Bihari, Drazsdik, 1987) I. osztályú nyersanyagnak számítanak a 0,7% alatti Fe_2O_3 -tartalommal rendelkező kaolinites homokkővek. A sárísápi üde kaolinites homokkővekben fázisanalitikai módszerekkel vasásványokat nem azonosítottunk. A kémiai elemzések által kimutatott összes vastartalom (0,24–0,33%) alapján a minták megfelelnek a fentebb említett minőségi követelményeknek.

Azonban a homokkő mállott felszíne sárga vagy rozsdabarna színű (limonit?), illetve a képződmény felső szakaszán gyakran 1–5 cm átmérőjű, zöldesszürke, nagyrésztben mállott pirit gumók jelennek meg. A röntgendiffrakciós felvételeken a gumókban a pirit mellett annak bomlásterméke, a szomolnokit ($\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), a limonitos bevonatban pedig jarosit ($\text{KFe}^{3+}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) volt azonosítható. Ez utóbbi eredmények már lényegesen rontják a kaolinites homokkő minőségét.

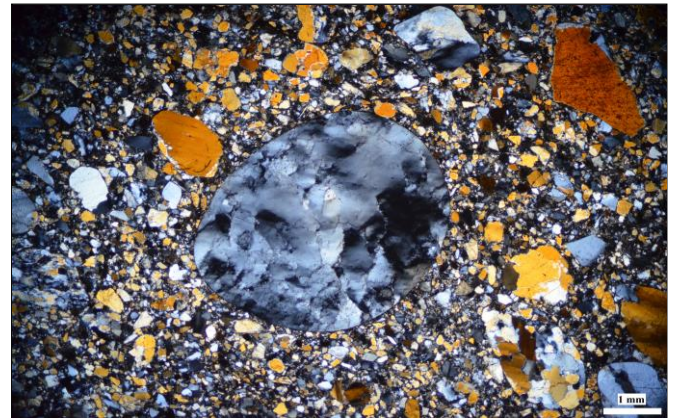
A Bnt-1a fúrásban sziderit minden mintában, pirit csupán néhány mintában volt kimutatható fázisanalitikai módszerekkel. A kémiai elemzések szerint az összvastartalom négy minta kivételével 0,7% fölötti (0,72–1,82%), mely szerint ezen kaolinites homokkővek már csak II. osztályú nyersanyagként jöhetnek számításba.

A Bnt-6 fúrásban a minták fele 0,7% alatti (0,272–0,695%), másik fele 0,7% fölötti (0,708–0,922%) összvastartalommal rendelkezik. Tehát I. és II. osztályú nyersanyagok is előfordulnak a rétegsorban.

7. Összefoglalás

A kaolinites homokkő genetikája és rétegtani helyzete sem teljesen tisztázott, ennek fő oka a részletes ásványtani, geokémiai és földtani vizsgálatok hiánya. A vékonycsiszolat vizsgálatok alapján a különböző méretű polikristályos kvarcsemmek, a metamorf kőzetsemmek, a

muszkovit, turmalin, rutil és klorit megjelenése az alapanyag metamorf eredetére utalnak (3. ábra).



3. ábra – Polikristályos kvarckavics finomszemcsés kvarcos alapanyagban (Sárísáp; keresztezett nikolok, csiszolatvastagság: 40 μm)

A kaolinit eredetileg a földpátok átalakulásával keletkezett a fedőben megjelenő középső eocén kőszételepek szerves maradványainak bomlása miatt savassá vált környezetben. A sziderit megjelenése redukív képződési feltételeket jelez.

A legújabb vizsgálatok megerősítik a földtani megfigyelések alapján levont következtetéseket (Kercsmár et al., 2022), miszerint a kaolinites homokkő sziliciklasztos törmeléke és a képződményben található kaolin is másodlagosan, feltehetően a középső eocén Dorogi Formációból halmozódhatott át. A kaolinites homokkő viszonylag kicsi, 10–20%-os kaolintartalma jól jelzi a törmelékes áthalmozódást és a másodlagos felhalmozódást. A kaolinit jó rendezettsége és a kristályok morfológiája arra enged következtetni, hogy az áthalmozódás során a szállítás rövid távú lehetett.

Irodalomjegyzék

- Arató, R., Babinszki, E., Bakacsi, Zs. et al. (2023): Magyarország litosztratigráfiai egységeinek rövid leírása II., Kainozoos képződmények, SZTFH, Budapest, 179 p. https://sztfh.hu/downloads/foldtan/kainozoos_online.pdf
- Báldi, T. (1983): Magyarországi oligocén és alsóiocén formációk, Akadémiai Kiadó, Budapest, 291 p.
- Bernhardt, B., Ince, Sz. (1998): Az Északkelet-Dunántúl oligocén képződményeinek litosztratigráfiai tagolása, Kézirat, Magyar Állami Földtani, Bányászati és Geofizikai Adattár, Geokomplex Kft., Miskolc L502, 50 p.
- Bihari, Gy., Drazsdik, L. (1987): Sárísápi kaolinos homokkő előfordulás összefoglaló földtani jelentése és készleteinek ártérkékelése, Kézirat, SZTFH Adattár, 33 p.
- Gyalog, L. (Ed.) (2005): Magyarországi fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása), MÁFI, Budapest, 188 p.
- Kercsmár, Zs. (2018): In: Budai, T. (Ed.) A Gerecse hegység földtana: magyarországi Gerecse hegység tájegységi földtani térképéhez (1:50000), MBFSZ kiadványa, Budapest, 57–106.
- Kercsmár, Zs., Budai, T., Héja, G., Kónya, P. (2022): In: Piros, O., Kercsmár, Zs. (Eds.): A jövő ösvényein. Előadás-kivonatok, kirándulásvezető, Földtani és Geofizikai Vándorgyűlés, Budapest, 2022. október 14–16., Magyarhoni Földtani Társulat és Magyar Geofizikusok Egyesülete kiadványa, 77–81.
- Korpás, L. 1981: MÁFI Évkönyve, **64/1**, 3–80 p.
- Muntyán, I., Muntyán, I.-né, Muntyán, Cs. (1985): A Dunántúli-középhegység ÉK-i részének kaolinos homokkő prognózisa, Kézirat, Magyar Állami Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest, T.13366, 167 p.
- Selmecei, I. (2018): In: Budai, T. (Ed.) A Gerecse hegység földtana: magyarországi Gerecse hegység tájegységi földtani térképéhez (1:50000), MBFSZ kiadványa, Budapest, 106–114.
- Virágh, J. (1963): A sárísápi kaolinos kvarchomokkő előfordulás összefoglaló földtani zárójelentése és készletszámítása, Kézirat, SZTFH Adattár, 534 p.