

Az ajkai barnakőszenek jellemzői és bányászatának veszélyei

The characteristics of Ajka (W Hungary) brown coals, and the dangers of their mining

PÁPAY László

Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék,
Szeged Egyetem u. 2 6701 Szeged Pf. 651
papay@geo.u-szeged.hu

Abstract

Hungary approx. 85-million-year-old (Upper Cretaceous) coal seams are situated in the SW part of the Transdanubian Mountain Range. The name of the coal beds is Ajka Coal Formation (ACF). Upper Cretaceous brown coal near the town of Ajka had been mined between 1865-2004. The gross calorific value of the brown coal mined here was 8-16.7 MJ/kg, its vitrinite reflectance (R_o) varied between 0.47-0.48% and 0.56%. Due to its total sulfur content of over 3%, the Ajka sub-bituminous coal was one of the high-sulfur coals. The unique characteristics of these coals was that fossil resin (Ajkaite) could be found in individual coal seams, and their radioactivity was high.

Coal mining in the area had been mainly hampered by the continuous water intrusions, but a mine fire claimed most of the lives.

Keywords: brown coal, Ajka Coal Formation (ACF), underground mining, fossil resin (Ajkaite), mining hazards

Kivonat

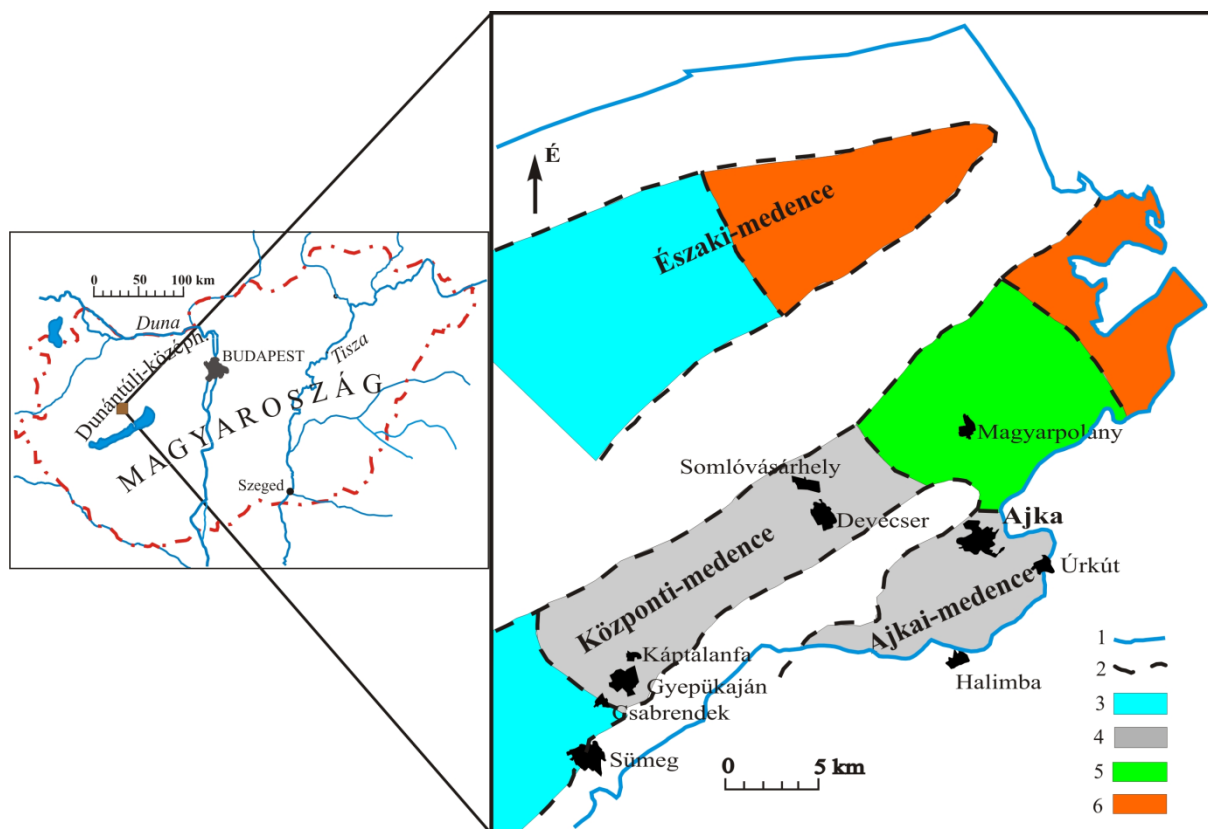
Magyarország kb. 85 millió éves (felső kréta) kőszéntelepei, a Dunántúli-középhegység DNy-i részén találhatóak. A kőszéntelepes összlet neve Ajkai Kőszén Formáció (AKF). Az Ajka város közeli felső kréta barnakőszenet 1865-2004 között bányászták. Az itt kitermelt barnaszénnek a bruttó fűtőértéke 8-16,7 MJ/kg, a vitri-nitreflexiója (R_o) 0,47-0,48% és 0,56% között változott. 3% feletti összes kéntartalma miatt, az ajkai fényes barnakőszén a magas kéntartalmú kőszenek közé tartozott. Ezeknek a szeneknek egyedi sajátossága az volt, hogy az egyes széntelepekben fosszilis gyantát (ajkaitot) lehetett találni, illetve a magas volt a radioaktivitásuk. A terület szénbányászatot elsősorban a folyamatos vízbetörések hátráltatták, de a legtöbb halottat egy bányatűz követelte.

Kulcsszavak: barnakőszén, Ajkai Kőszén Formáció (AKF), földalatti bányászat, fosszilis gyanta (ajkait), bányászati veszélyek.

1. AZ AJKA KÖRNYÉKI KŐSZÉNTÉLEPEK FÖLDTANI, ÓSFÖLDRAJZI VISZONYAI

A mecseki liász fekete kőszenek után Magyarország második legidősebb (kb. 85 millió éves), bányászatra alkalmas barnakőszéntelepei a Dunántúli-középhegység DNy-i részén találhatóak. Az Ajka, Magyarpolány, Devecser, és Gyepükaján települések térségeiben végzett kőszénkutatások tárták fel a kőszénképződési terület határait (1. ábra). A kőszéntelepes összlet neve, Ajkai Kőszén Formáció (AKF). A ma már Ajkához tartozó Csingervölgy területén 1865-ben kezdődött meg a kőszén feltárása. Ezt követően több bánya működött a völgyben és környékén, az ajkai szénmedencében (2. ábra). 1978-ban indult el az ajkai kőszén-előfordulás távolabbi környezetében az újabb készletek feltárását célzó komplex földtani és geofizikai kőszénkutató. Az eredmény Káptalanfa-Gyepükaján-Csabrendek térségében jelentős kőszénvagyonot tártak fel, viszont új bányászás nem történt. 2004-ben az utolsó mélyművelésű bányát is bezárták az ajkai medencében.

Az AFK mélyfekvőjét a szerkezeti mozgások és lepusztulási folyamatok hatásaként változatos, de hézagos megjelenésű triász, kréta időszerű üledékes kőzetekből álló rétegsor képviseli. A terület legidősebb, általános elterjedésű képződményei a szürke, barnásszürke, cukorszövetű, szilánkos törésű, karsztosodott, karsztvizet tároló nori földolomit (Földolomit Formáció) és a szintén több száz méteres vastagságú, uralkodóan világosszürke színű, vastagpados, kagylós törésű rhaeti dachsteini mészkő (Dachsteini Mészkő Formáció). A santoni előtti alaphegységre a terület nyugati részén vékony (0,5-2,0 m) míg a déli területen vastagabb (20 m) bauxitos agyag, agyagos bauxit, és bauxit összetételű szárazföldi képződmény települ, a Halimbai Bauxit Formáció [35]



1. ábra

A kőszénképződési területek fácieszónái [16] módosítva.

1 A santoni képződmények elterjedési határa, 2 a kőszénképződési terület határa, 3 uralkodóan a tengeri képződmények - műrevaló kőszéntelep nincs, 4 a kőszénképződés optimális területe, 5 teresztrikus beszállítódású delta üledékek, 6 folyóvízi-tavi üledékek

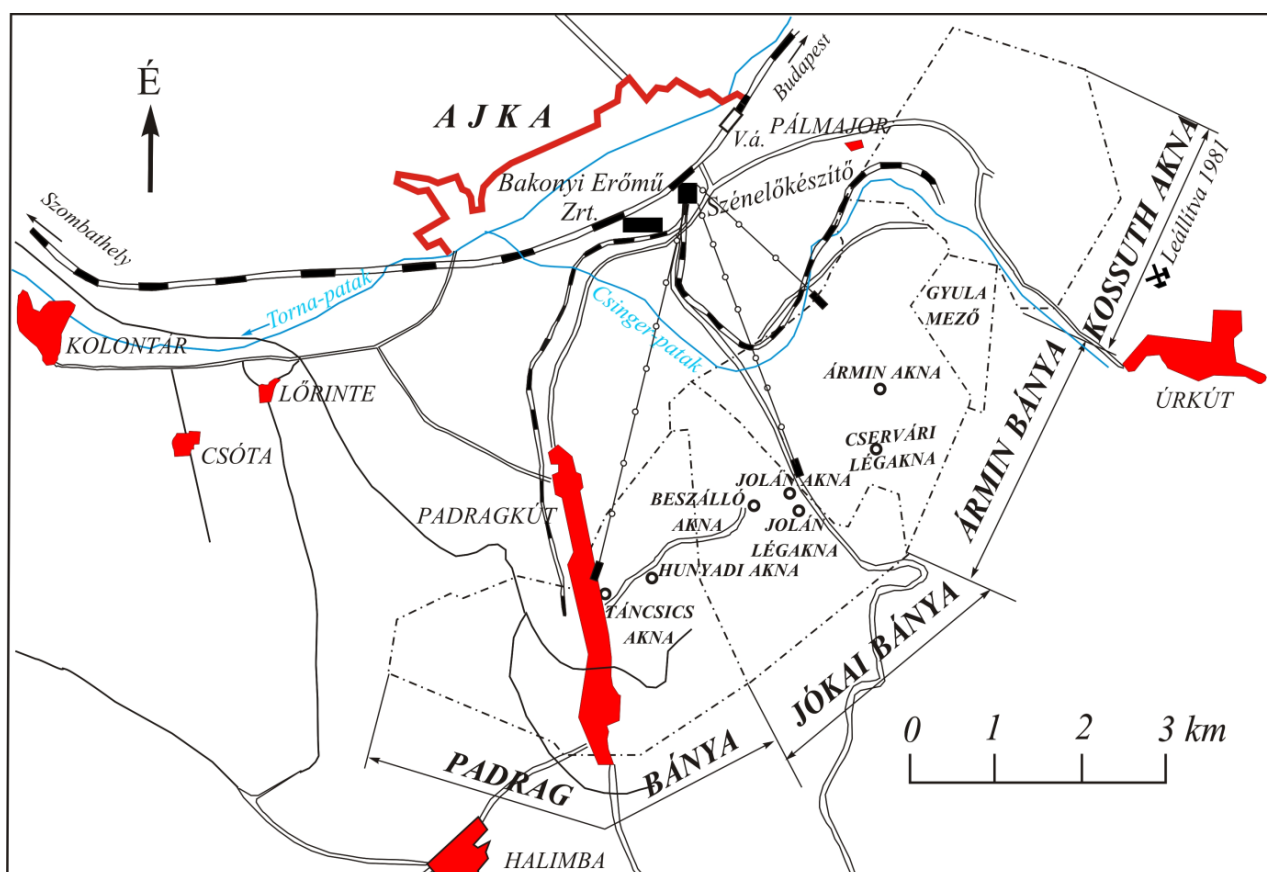
A felső kréta üledékgyűjtőben mélyített fúrások mintáinak különböző elemzési adatainak felhasználásával készített fejlődéstörténeti modell szerint, a santoni előtti szerkezeti mozgások során, a területen ÉK—DNy-i irányú kiemelt háta és köztük keskeny süllyedékek (É-i, Központi és D-i vagy Ajkai-medence) alakultak ki (1. ábra). Ezekben a körülményektől függően bauxitakkumuláció, kőszénképződés jöhetett létre. A részmedencék folyamatosan nem voltak kapcsolatban egymással, ezért fejlődéstörténetük többé-kevésbé eltérő. A kőszénképződésre alkalmas fejlődéstörténeti szakaszban, azaz a santoniban és a campani kezdetén, az egyes részmedencékben az üledékképződés minősége és mennyisége, ezáltal a telepek vastagsága különböző. A tektonikai lezökkenések eredményeként létrejött térszín-differenciáció is megfigyelhető az egyes részmedencék között. Addig, amíg a D-i telepei a felszínhez közeli helyzetűek, a központi és É-i-medencék települési mélysége több száz méteres, de egyes helyeken eléri az ezer métert, sőt meghaladja azt [16].

Ajkai Kőszén Formációnak nevezzük a dunántúli-középhegységi felső kréta üledékciklusba tartozó, a teresztrikus Csehbányái Formáció fölött, települő kőszéntartalmú kőzetek (kőszén, agyagos kőszén, kőszenes agyag), sötétszürke, szürke, barnás-szürke homok, aleurolit, agyag, agyagmárga, márga, világosszürke mészmárga, mészkő köztípusok sűrű ciklusos váltakozásából felépülő egységet [8].

Az AKF üledékösszetételében édesvízi-brakkvízi és tengeri faunatársulások váltakoznak, amelyek a rész-medencékben az oszcillációs mozgások következtében kisebb fáziseltolódással követik egymást [4].

Az AKF helyenként tömeges mennyiségben tartalmaz molluszká (uralkodóan Gastropoda) vázakat. Tavi-édesvízi és csökkentsósvízi mocsári fáciesű. Felszínén csak Ajka környékén ismert. Vastagsága 100 m körüli. Kora santoni-alsó campani [14].

Az AKF három részmedencében (Ajka, Magyarpolány-Devecser, és Gyepükaján) koncentrálik. Az egymástól keskeny hátsággal elválasztott ajkai és devecser-magyarpolányi részmedencében közel azonos környezeti viszonyok uralkodtak. A csabrendek-gyepükajáni részmedence környezeti viszonyai és fejlődési szakaszai csaknem azonosak az Ajkai-medencéével [5, 43].

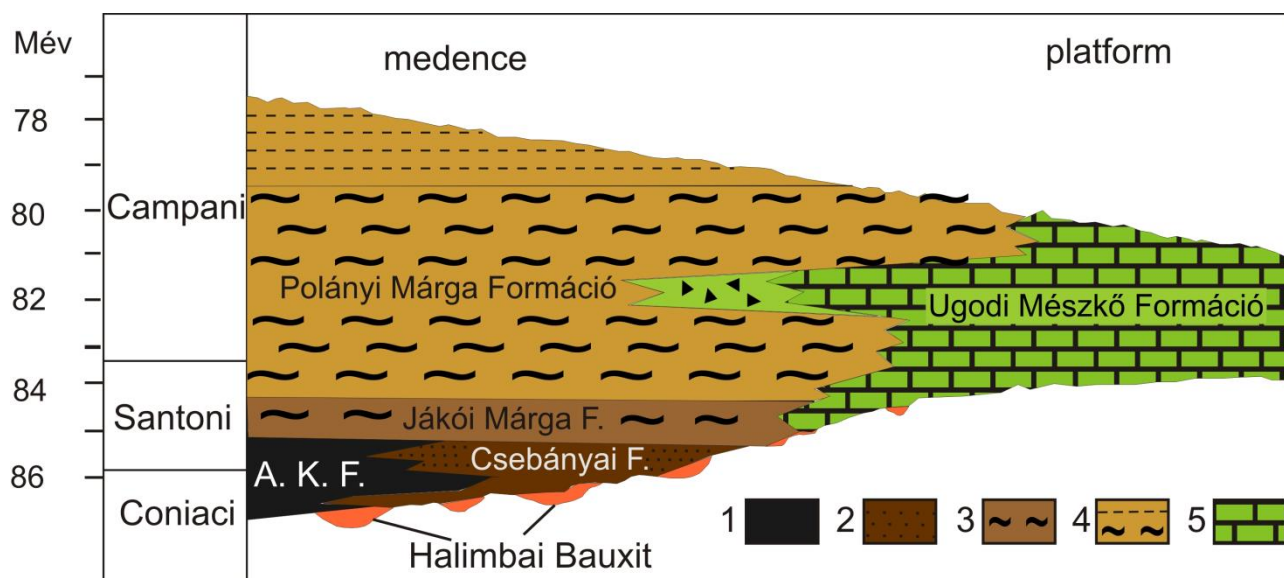


2. ábra

Az ajkai szénmedence átnézeti térképe [27] módosítva.

Az AKF közvetlen fedője a Jákói Márga Formáció, melynek 50–100 m vastag anyaga rosszul rétegzett, szublitórális fáciesű korallós–molluscás márga. A kőszéntelepes összlet a Zalai-medence irányában az Ugodi Mészke Formáció mintegy 100–300 m vastag platform fáciesű rudistás mészkőve felé ékelődik ki. A felső kréta összlet legfelső részét a helyenként nagy vastagságban (max. 800 m) kifejlődött hemipelágikus és pelágikus medence fáciesű Polányi Márga Formáció alkotja, melynek anyaga jól rétegzett, szürke, agyagos mészkő, mészmárga, márga és kőzetlisztes márga [41].

A harmadidőszakot a középső eocén Szóci Mészke Formáció gyakran nagy nagyumós szerkezetű, és sokszor kőzetalkotó mennyiségű nagy foraminiferát tartalmazó („főnummulinás mészkő”), sekélytengeri szublitórális fáciesű kőzetei, az oligocén-alsó miocén korú Csatkai Formáció ciklusos felépítésű folyóvízi agyag, aleurit-agyagmárga, valamint kavics-konglomerátum és homok-homokkő, váltakozó rétegei alkotják. A Csatkai Formáció alsó és középső részén továbbá, lokálisan tavi-mocsári, barnakőszén betelepülések is előfordulnak. A legfelső rétegtani egység a felső miocén-pliocén Újfalvai Homokkő Formáció. Litorális eredetű, homokkő, aleurolit és agyagmárga sűrű váltakozásából áll. Szenesedett növénymaradványok gyakoriak benne, ezek helyenként rétegeket is alkotnak [14, 15].



3. ábra. A Bakony késő-kréta képződményeinek elvi szelvénye [17] módosítva.

1. lápüledékek széntelepekkel (A.K.F. Ajkai Kőszén Formáció); 2. folyóvízi törmelékeny üledékek, 3. korallmolluszkás márga; 4. pelágikus medencefáciesű márga és aleurolit; 5. rudistás zátonymészke

2. AZ AKF TELEPTANA, A BARNAKŐSZENEK NÉHÁNY PARAMÉTERE

A kőszéntelepes összlet vastagsága 40 és 110 m között változik, átlagosan 100 m. Kiterjedése a központi medencében a legnagyobb, ahol ÉK–DNy-i irányban 35–40 km hosszan és 5–8 km szélességben követhető. A D-i medence D-i és DK-i irányban a santoni képződmények eróziója által határolt, míg az É-i legmélyebben fekvő medencéről csak néhány fúrás adatai állnak rendelkezésre [41].

A mintegy 120 m vastag kőszéntelepes összlet közel 130 szénpadot tartalmaz és a jól azonosítható meddőbeágyazásokkal alsó, középső és felső telepcsoportra (tagozatra) osztható. Az alsó telepcsoport 14–25 m vastag, és a legtöbb, legértékesebb széntelepet tartalmazta [32, 26]

Az alsó kőszén-telepcsoport alulról felfelé a VI., V., IV., III. és II. telepeket foglalja magába. A telepeket egymástól kevésbé kőszenes ún. közkörétegek választják el, amelyek főképpen molluszkás kőszenes márgából állnak.

Az alsó telepcsoport fedőjében egy 10–20 m vastag szürke agyag (helyi elnevezéssel tégli) rétegcsoporthoz az 5–8 m vastag középső telepcsoport települt, amelyben a szeszélyes vastagságváltozásokat mutató produktív I vagy borostyán telep fejlődött ki.

Az I. telep feletti agyagmárgában több szinten található vékony kőszenes rétegek. A felső kőszéntelepes tagozat fölött legközelebbi meglévő kőszenes képződményeket nevezzük 0-ás telepnek, amely lencsés településű és nem műrevaló. Az I-es telep felett védőrétegül szolgáló szürke agyagos-márgás összlet 0–38 m vastag. E fölött a felső kréta mészkő, mészmárga, illetve az alsó eocén mészkő következik.

A kőszénben és kísérőközeteiben gyakran jelenlévő pirit a meddő szürke agyagrétegekben gumók, a kőszenes rétegekben fészkek, hintések alakjában jelenik meg. A szürke agyagban 20 cm átmérőjű gömbös megjelenésű piritgumó is előfordul. A kőszenes rétegekben a réteglapok és repedések mentén található pirit áramló oldatokban másodlagosan képződött [22,35].

Az ajkai kőszénnek magas összes kén-tartalmúak. A Jókai akna kőszénének kén-tartalma 1.57–9.34% közötti, az átlag 3.39% [11], ill. 2.1–9.7 % (átlag 4.9%) [38]. A magas kén-tartalom oka, a képződési környezet vizének lúgosodása a karbonátos környezet hatására, és az emiatt megnövekedett bakteriális tevékenység [45].

A művelésbe vont telepek anyaga alacsony szénültésű, a vitrintreflexió értéke 0,47–0,48% közötti értéktől 0,56%-ig változik, azaz fényes barnakőszén, (szubbitumenes kőszén). Átlagos fűtőértéke 8–16,7 MJ/kg között, nedvességtartalma 12–30% között alakul. Az átlagos nedvességtartalom 11% körüli [41].

Az ajkai medence legállandóbb kifejlődésű és általában legvastagabb (2.5–5.5 m) telepe a legalsó (VI.), fűtőértéke 20 MJ/kg [35].

3. AZ AJKAI KŐSZENEK EGYEDI TULAJDONSÁGAI

3.1 Ajkait a fosszilis gyanta

Miután 1865-ben Puzdor Gyula (1849-ig Armpruszter Gyula) ajkai földbirtokos ösztönzésére elkezdődtek a településtől DK-re található csingervölgyi kőszénkibívásoknak a feltárása, majd a kőszén bányászata, hamarosan ismerté vált, hogy a kőszén gyantát tartalmaz.

A kőszenekkel foglalkozó cikkekben sárga vagy barna gyantakiválásról [44], a rétegcsoport felső ún. *borostyántelep* (Bernsteinflöz) jelenlétéről [18] írtak a szerzők. Az 1878-as francia folyóiratban [20], ismeretlen szerzőtől a következő olvasható: „Ajkite. Résine voisine de l’ambre; de Ajka en Hongrie” Ajkit a borostyánhoz hasonló gyanta Magyarországról, Ajkáról.

(Megjegyzendő a XX században az I telepet illeték borostyántelep névvel, használták a gyantás telep megjelölést is, de a III telepben található a legszebb „ajkait” borostyánkővek [10]. A középső telepcsoportban az I. telep, az ún. borostyántelep, amely minden híresztelés ellenére sem tartalmazott több ajkaitot (borostyánt), mint a többi [31].)

A természetes gyanta ragacsos növényi eredetű anyag gyűjtőneve, amely szerves vegyületek keveréke. A legfontosabb fagyantatermelő növény családok a nyitvatermők között, a fenyőfélék (*Pinaceae*), araukáriák (*Araucariaceae*), ciprusfélék (*Cupressaceae*), illetve a zárvatermőknel a pillangósvirágúak (*Leguminosae*) a balzsamfafélék (*Burseraceae*), a boszorkánymogyoró-félék (*Hamamelidaceae*), a nyálkafafélék (*Combretaceae*) [33]. Ezen növények által termelt ragacsos anyagokból az „érés” (a könnyen illó terpenoidok távozása után, a maradék anyagból polimerizáció, ciklizáció) során jönnek létre a különböző fosszilis fagyanták, azaz borostyánok vagy borostyánkővek.



4. ábra. Ajkait az Ajkai Bányászati Múzeum, Ásvány-, Kőzet- és Őslénytárában

A borostyánok szilárd, környezetétől elkülönülő szerves anyagok (főleg terpenoid és fenol vegyületek, valamint kis mennyiségű alkoholok, savak komplex keveréke), amelyek a szénben és más üledékekben makroszkopikus (borostyán) vagy mikroszkopikus (rezinit) részecskéként találhatók, amelyek őskori fák által termelt gyantákból fosszilizáció útján jöttek létre [2]. Kezdetben az ajkai kőszén gyantáit is borostyánkőnek gondolták. A kémiai és műszeres vizsgálatok eredményei azonban mást mutattak.

Már a kezdeti elemzések alapján megállapították, hogy az ajkai gyanta vegyi összetétele alapján tulajdonságai a retinit (latin megfelelője rezinit) és a trinkerit illetve tasmanit között helyezkednek el [19]. (A retinit a különféle fosszilis gyanták általános elnevezése, különösen azokra, amelyek barnaköszénből kerültek elő, és megjelenésükben borostyánra hasonlítanak. Ugyanakkor borostyánkősav nem nyerhető ki belőlük, mint pl. a borostyán változatból a gedanitból sem.)

1. táblázat Különböző fosszilis gyanták elemi analízise [¹3; ²1; ³39; ⁴21; ⁵19; ⁶50; ⁷36]

A fosszilis gyanta neve	C %	H %	O %	S %
Balti borostyánkő (succinit) ¹	78.63	10.48	10.47	0.42
Mükénéi borostyán gyöngyszem ¹	78.60	10.08	10.98	0.34
Rezinit barnaköszénből (Victoria, Ausztrália) ²	79.78	10.19	10.00	0.03
Rezinit (Bombicit) barnaköszénből (Victoria, Ausztrália) ²	75.17	9.47	15.31	0.06
Különböző borostyánok ³	67-87	8.5-11	15-ig	0.26-0.34
Cedanit (Kanada) Klebs ⁴	78.15,	9.89,	11.20,	0.31
Gedanit (Gdansk) Klebs ⁴	80.30	10.35	9.02	0.11
Gyanta barnaköszénből (Ajka) ⁵	81.59	10.20	6.34	1.87
Ajkait (világos) ⁶	80.38	11.00	7.20	1.42
Ajkait (sötét) ⁶	79.01	9.89	9.61	1.49
Trinkerit barnaköszénből (Carpano Istria) ⁵	81.1	11.2	3.0	4.7
Trinkerit (Gams bei Hieflau, Stájerország) ⁷	81.9	10,9	3.1	4.1
Tasmanit ⁵	79.34	10.41	4.93	5.32

A későbbi kémiai vizsgálatok eredményei is megerősítették azt, hogy az ajkait kéntartalma, a többi gyantához képest az alacsony és a nagy kéntartalmúak között helyezkedik el: 0-0.5 % S: retinit, gedanit, cedarit, borostyánkő; 1.5 % S: ajkait; 4-5% S: trinkerit, tasmanit. Az ajkait tehát a fosszilis gyanták érdekes válfaja, egyes tulajdonságai alapján a succinithoz és a retinitekhez hasonlít, de tőlük, alkalmas módszerekkel, biztosan megkülönböztethető [50].

A kőszén kőzettani vizsgálata szerint a kőszéntelepek felépítésében az alárendeltebb harasztok mellett elsősorban tülevelűek és lombos fák vettek részt [37].

A palinológiai vizsgálatok alapján az ajkait nem származik a légszakos polleneket termelő fenyőféléktől, így a *Pinus* nemzetségtől sem. Ilyen fenyőfélék a kőszénes öszzlet üledékgyűjtő medencéjének közelében nem tenyésztek, ellenben nagy gyantatartalmú, *Agathis*-szerű fenyőfélékből sok nőtt a területen [13].

A műszeres vizsgálatok további információkat szolgáltattak az ajkai gyantákról. A Balaton-felvidéken mélyült Barnag Bat-2 fúrás rétegsorában talált felső triász gyantamaradvány ásványtani szempontból nem mutatja a balti borostyán jellegét. Infravörös spektruma sok szempontból hasonlít az észak-olaszországi felső triász előfordulás gyantájának spektrumképeéhez, de még nagyobb a hasonlóság a magyarországi kréta ajkait- előfordulásokkal [7]

Az ATR FTIR technika (gyengített teljes reflexió /ATR: „Attenuated Total Reflectance”/ Fourier-transzformációs /FTIR/ infravörös spektrométer) alkalmazásával vizsgálták többek között, az iharkúti késő kréta ösgerinces lelőhelyről ismert borostyánokat, illetve az AKF-ből előkerült ajkaitokat. A gyanták spektrumi igen jó egyezést mutattak, ezért valószínűsíthető, hogy az iharkúti borostyánok is ajkait változatnak tekinthetők. Bár az AKF és a Csehbányai Formáció iharkúti feltárásának növényvilágát a zárwatermők uralták a borostyánok infravörös elnyelési sávjai alapján a zárwatermő eredet kizárható. A „Balti váll” hiánya miatt a nyitwatermők közül a fenyőfélék is kizárhatóak. Mindkét formációból ismertek araukária félék és nem zárható ki a krétában elterjedt *Cheirolepidiaceae* csoport jelen léte sem. Valószínűleg ezek között kell keresnünk az ajkaitok és az iharkúti ajkait változatok anyanövényeit is [25].

3.2. Radioaktivitás

Már az 1950-es évek elején Szalay Sándor felfigyelt a dunántúli, a Pécs és Ajka környéki kőszének magas radioaktivására Ezt a Mecsek illetve a Velencei hegység gránitjának évmilliók során történt lepusztulásával, a belőlük oldatba ment radioelemeknek a szenekben való megkötődésével magyarázta [46].

Az uránium mocsarakban, lápokban, víz alatt, oxigén-szegény körülmények között humifikálódó növényi anyagban a rendkívül híg oldatból nagymértékben koncentrálik a humusz-savak kation kicserélő hatása következtében. Ez a koncentráció Szalay laboratóriumi vizsgálatai szerint tízezerszeres dúsítási tényezőt

okoz. Az ajkai medence U-tartalma telepenként változik, átlagosan cca 69 g/t kőszén. Legmagasabb U-koncentrációt a VI. telepben mérték, amelynek a hamutartalma is a legmagasabb [47].

Az 1960-as években az Ajka-Halimbai medence szénészlelésében folytatott további kutatások szerint, az anomálishan magas radioaktív intenzitásértékek az alsó telepcsoportban, leginkább a legalsó VI. és V. telepben mutatkoztak és fölfelé az észlelés csökkenő urántartalmat mutatott. Az egész szénmedencéből gyűjtött minták átlagos U-tartalma 40 g/t, de a VI. telepben nem egy mintában a 0,1%-ot is meghaladta. Ugyanakkor az urántartalmú szén és salakok fémtartalmának kinyerésére irányuló kísérletek azt jelezték, hogy sem az eredeti aknaszénből, sem annak elégetése után nyert hamuból az uránt gazdaságosan kinyerni nem lehet [30].

Ismert volt, hogy az ajkai kőszén, illetve az elégetések (Ajka Hőerőműben, majd Bakonyi Hőerőműben) keletkező salak és pernye ^{238}U -aktivitáskoncentrációja a világtáznál 20-szor nagyobb. A mérésekből kiderült, hogy a szálló pernye zöme az erőmű körüli kb 10-15 km sugarú körön belül hullott ki, de jelenléte még a Balaton mindkét partján is észlelhető volt. 20 ajkai többszelvényes talajminta gamma-spektrometriai mérésének eredménye alapján a talaj legfelső, 0-2 cm-es szelvényében az ^{238}U -sor tagjainak antropogén (erőművi és nem geológiai) eredetű feldúsulását legalább 5,8-szorosra valószínűsítették [8].

A további talaj, szálló por, növényi állati termékek radioaktivitás mérési eredményeiből a becsült lakossági többlet-sugárterhelés 350 $\mu\text{Sv}/\text{év}$, míg a lakosságra vonatkozó javasolt átlagos dózis, lehetőleg ne legyen nagyobb, mint 1 $\text{mSv}/\text{év}$ [9].

4. BÁNYÁSZATI VESZÉLYEK

4.1. Tűzveszély

A kőszén anyagi tulajdonságai miatt a bányák tűzveszélyes besorolásúak voltak. Az egyes telepek tűzveszélyessége szerzőként eltérő. Rozlozsnik [42] az I-es telepet tartotta tűzveszélyesnek, míg Kozma cikkében [28] a II-es és VI-os telepek művelésekor lehetett fokozott tűzveszéllyel számolni. A tüzek döntő többsége endogén eredetű volt, mégis a legnagyobb emberáldozatot egy exogén tüzeset követelte. 1909. január 14-én 55 Ármin aknai bányász veszítette életét a bányamező szellőztetését ellátó légaknában keletkezett tűz miatt. Az eseményről illetve a vizsgálat megállapításairól, a hatósági vizsgálatot végző Pauszperl Károly, budapesti m. királyi bányakapitány írásából kaphatunk tájékoztatást [40].

A katasztrófánál sem szénpor, sem bányalégrobbanás nem játszott közre, hanem egyedül a fa és részben a tetőről lehullott szén égési terményei voltak a tömeges halál közvetlen okozói. A katasztrófát előidézett tűz keletkezését a bányahatósági vizsgálat nem derítette ki. Megállapították, hogy a ventilátor fa-alkatrészei porrá égtek, de éppúgy elégték a közvetlen közelében levő ácsolatfák is, de a gyulladás közvetlen oka, helye nem ismeretes. A villamos berendezés rövidzárlatát azért kell kizártnak venni, mert ez esetben a biztosítékok kiégtek volna s a ventilátor magától állott volna meg, ami tudvalevőleg nem történt meg, mert a ventilátort Páhi maga állította meg. ... a ventilátor megállása folytán ennek szívó légvezető hatása megszűnt, a légáram megfordult és a tűz folytán keletkezett mérges és fojtó gázokat a menekülés és a munkások értesítése közben nyitva hagyott légajtón keresztül a legrövidebb úton sodorta a munkások menekülése helyére, hol az életküzdelem rettenetes zűrzavarában megakadt személyszállítás alatt az elszerencsétlenültek a pusztító elemek megmengethetetlen áldozatai lettek.*

*Páhi Sándor gépkezelő

4.2. Sújtólégveszély

Az 1970-es évek elejéig az ajkai szénbányák nem minősültek sújtólégveszélyesnek, bár Rozlozsnik Pál 1935-ben említést tesz a cservári mező fejtéseinek jelentkező, kék lánggal égőgázzal [28].

A három metánfellobbanást (1965-ben Padrag Bányán, 1966-ban Jókai Bányán és 1971-ben Ármin Bányán) követően a bányáüzemeket I. osztályú (a munkanapi fajlagos metánfejlődés bármelyik termelő légosztályban legfeljebb 5 m^3 metán/tonna nyers szén) sújtólégveszélyes bányáknak minősítették [12]. A karbidlámpa helyett akkumulátoros és biztonsági benzinlámpa használata lett kötelező.

4.3. Vízveszély

Régóta ismert, hogy a Dunántúli Középhegység több medencéjében (dorogi, tatabányai, pilisi, ajkai) a barnakőszén mellett a bauxit bányászatot is veszélyezteti a triász korú mészkő és dolomit, valamint az eocén korú nummulinás mészkő kavernáiban tárolt karsztvíz [48].

Az ajkai szénmedencében kétirányú karsztvízveszéllyel kell megküzdeni, nevezetesen, a széntelepes összlet fekvését képező felső triász mészkő és dolomitból, valamint a fedőben levő eocén mészkőből származó vízzel. A fekvővizek az állandó vízhozamuk miatt veszélyesek, míg a fedővizek azért veszélyesek, mert a betörések lökésszerűen jelentkeznek és mennyiségük, ha rövid időre is, de veszélyesen nagy és kiszámíthatatlan. A tapasztalat szerint a karsztvízveszély a hegyképződéssel kapcsolatos elmozdulások folytán keletkezett vetőkkel és az azok mentén a mészkőben, illetve dolomitban bekövetkező karsztosodással kapcsolatos. A dolomit a karsztosodással szemben jobban ellenáll, minek következtében a vetődések mentén nincsenek nagyobb kavernaképződések, sem nagyszelvényű vízjáratok, ezért a dolomitból katasztrofálisan nagy vízbetörések nem várhatók.

A szénmedence vízbetöréseinek elemzése szerint, a vetődések és vízbetörések között az ajkai szénmedencében is szoros összefüggés áll fenn. A fekvővíz betörések 86%-a vetők mentén, vagy a vetők töredezt zónájában következett be, a fedővíz betörések 85%-a vezethető vissza a vetőkre [49].

A vetők hatására ugyanis a védőréteg teljesen elnyíródhat, s így gyakorlatilag a vetőlap mentén a védőréteg értéke nulla. A fekvővíz veszély szempontjából legkedvezőtlenebb a legalsó a VI-os telep. Felfelé haladva a magasabb szinten lévő telepek (V., IV., III., II. és I.) a fekvővízzel szemben fokozatosan kedvezőbb helyzetűek [23].

A vízzáró alsó eocén agyagok és márgák felett fokozatos átmenettel milliolinás-alveolinás mészkő jelenik meg, amelynek vastagsága 20-40 m között van. Majd a középső eocén főnummulinás mészkő következik 50-140 m vastagságban. Mindkét mészkő karsztosodásra hajlamos és erősen karsztosodott is. Ezek a karsztosodott járatok jelentik a fedővíz tároló helyét. A nagyobb tömeget a fekvővíz képviseli tehát, azonban a nagyobb költségeket mégis a fedővizek jelentik. A fedővíz betörések ugyanis sokkal gyakrabban és több helyen jelentkeznek és bár vízhozamuk gyorsan csökken, a termelő munkát sokkal többször zavarják meg [29].

A fekvő- és fedővíz között jellegzetes eltéréseit foglalta össze [34].

1. Nagyságrendi különbségeket tapasztaltak a két vízbetörés között. Míg a fekvővíz betörések maximuma 3-4.3 m³/perc, addig a fedővíz betörések mértéke elérte 23-27 m³/perc értéket.

2. A fekvővíz betörések vízhozama éveken, sőt évtizedeken át úgyszólván teljesen konstans, a fedővíz betörések óriási tömege néha napokon, sőt órákon belül is már lényegesen lecsökken (5-6 m³/percre). Ez a vízhozáfolyás azután 1-3-5 hónapig meglehetősen egyenletes, majd azután többnyire csak pár 100 liter/percre tovább csökken. Az ilyen lecsökkent vízmennyiség azután éveken át folyik. Ez azt jelenti, hogy az eocén kavernák esetenként sokkal nagyobbak a triász-kavernáknál, viszont vízutánpótlásuk nem olyan intenzív, hogy a vízbetörés eredeti mennyiségének megfelelően állandó maradjon.

3. A fedő- és fekvővíz között a lényeges különbség az, hogy míg utóbbinak egységes veszélyes szintje megállapítható, előbbinek az egész szénmedencére kiterjedő egységes felső nivója nincs.

Az aknaüzemek fekvő-fedő vízveszélyességével a +220 mBf. karsztvízszint alatt művelt területeken kellett számolni. Az évek során összesen 195 vízbetörés volt; Kossuth aknán 11, Ármin aknában 34, Jókai bányában 76, Padrag Bányán 74. Az összes vízbetörésből 160 a fedő-, 35 a fekvő kőzetekből származott [28].

IRODALOMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Anderson K.B., Botto R.E., Dyrkacz G.R., Hayatsu R. and Winans R.E. 1989: *Analysis and comparison of two Victorian Brown Coal resinite samples*. Am. Chem. Soc., Div. Fuel Chem. Prepr. **34/3**, 752-758.
- [2] Anderson K.B., and Crelling J.C., 1995. *Introduction*. In Anderson K.B., and Crelling J.C. (eds.), *Amber, Resinite, and Fossil Resins*. ACS Symposium Series No. 617. American Chemical Society ix-xvii. Washington DC.
- [3] Beck C. W. 1966: *Analysis and Provenience of Minoan and Mycenaean Amber, I*. In: Bilitz J.J. and Willis W.H. et al (eds.) *Greek, Roman and Byzantine studies*, **7/3**, Duke University Press, 191-211 Durham (USA, Észak-Karolina).
- [4] Czabaly L. 1988: *Az Ajkai Kőszén Formáció ökoszisztémái viszonyai a kagyló és csiga fauna alapján*. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1986-ról, 211-227, Budapest.
- [5] Császár G & Góczán F. 1988: *A bakonyi felső kréta kőszénkutató és kőszénláp vizsgálat*. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1986-ról, 155-178, Budapest.
- [6] Császár G. (szerk.) 1996: *Magyarország litosztratigráfia alapegységei. Kréta*. Kiadja a Magyar Állami Földtani Intézet, 61-76, Budapest.
- [7] Csillag G. & Földvári M. 2005: *Felső triász gyantatörések a Balaton-felvidékről*. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2005-ről, 37-46, Budapest.

- [8] Daróczy S., Dezső Z., Pázsit I., Bolyós A., Nagy J. 1993: *Az ajkai talaj és mohák radioaktivitása*. Fizikai Szemle **XLIII/5**, 192–196, Budapest.
- [9] Dezső Z., Papp Z., Daróczy S. 1997: *Hőerőművi eredetű radioaktív szennyezés és lakossági sugárterhelés Ajkán*. Fizikai Szemle **XLVII/8**, 244–248, Budapest.
- [10] Edelstein M. 1937: *Az ajkai szén szénközetani vizsgálata*. Földtani Közlöny. **LXVII**, 4–6, 109–131, Budapest.
- [11] Fejér L., Oswald Gy., Széles L. 1989: *A magyarországi kőszének kéntartalom-felmérésének módszere és eredménye*. Központi Földtani Hivatal, 49, Budapest.
- [12] Fodor B. 2006: *Magyarország szénhezkötött metánvagyona*. Földtani Közlöny **136/4**, 573–590 Budapest.
- [13] Góczán F. 1961: *A Déli-Bakony szenon képződményeinek palynológiája*. A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve **XLIX/3**, 635–643, Budapest.
- [14] Gyalog L. (szerk.) 1996: *A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása*. Magyar Állami Földtani Intézet és a Magyar Olaj- és Gázipari Rt. közös finanszírozása. 171 o., Budapest
- [15] Gyalog L. (szerk.) 2005: *Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása), 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, 188 o., Budapest.
- [16] Haas J., Jocháné Edelenyi E., Császár G. & Partényi Z. 1986: *A bakonyi szenon kőszénösszetétel képződési körülményei*. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1984-ről, 343–354, Budapest
- [17] Haas J., Budai T., Hips K., Krivánné Horváth Á. (szerk.), Bércziné Makk A., Harangi Sz., Józsa S., Konrád Gy., Kovács S., Less Gy., Pelikán P., Pentelényi L., Piros O., Rálicsné Felgenhauer E., Török Á., Velledits F. 2004: *Magyarország geológiája. Triász*. ELTE Eötvös Kiadó, 384 o. Budapest.
- [18] Hantken M., 1878: *A magyar korona országainak széntelepei és szénbányászata*. Légrády testvérek 163–183, Budapest.
- [19] Hlasiwetz 1871: *Harz aus der Braurikohlen von Ajka im Veszprimer Comit. Verhandlungen der k. k. Geol. Reichsanstalt*, **11**, 191–192, Wien.
- [20] Ismeretlen szerző 1878: *Extraits de diverses publications*. Bulletin de la Société minéralogique de France **1/8**, 125–146.
- [21] Klebs R. 1897: *Cedarit, ein neues bernsteinähnliches fossiles Harz Canada's und sein Vergleich mit anderen fossileu Harzen*. Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst. 199–230, Berlin.
- [22] Klespitz J. 1968: *Adatok Jókai bánya hidrogeológiájához*. Földtani Kutatás, MGSZ., **11/2**, 24–35, Budapest.
- [23] Klespitz J. 1971: *Az ajkai barnakőszén-medence Jókai bánya területének földtani viszonyai* Földtani Kutatás, MGSZ., **14/1–2**, 6–14, Budapest.
- [24] Kopek G. 1961: *A Bakony-hegység felső kréta kőszéntelepes összetételének ősföldrajzi és hegységszerkezeti vázlat*. Földtani Közlöny **91/4**, 413–420, Budapest.
- [25] Kovács I., Udvardi B., Falus G., Földvári M., Fancsik T., Kónya P., Bodor E. R., Mihály J., Németh C., Czitják G., Ósi A., Vargáné Barna Zs., Bhattoa H. P., Szekanecz Z. & Turza S. 2015: *Az ATR FTIR spektrometria gyakorlati alkalmazása néhány – elsősorban földtani – esettanulmány bemutatásával*. Földtani Közlöny **145/2**, 173–192, Budapest.
- [26] Kozma K. 1991: *Az ajkai szénbányászat története*. Veszprémi Szénbányák kiadványa, 531 o., Veszprém.
- [27] Kozma K. 1996: *Az ajkai erőmű története*. Bakonyi Erőmű Rt (In Hungarian), 399 o., Ajka
- [28] Kozma K. 2005: *Élt 139 évet, befejezte termelését az ajkai szénmedence utolsó aknaüzeme: Ármin bánya*. Bányászati és Kohászati Lapok **BÁNYÁSZAT 138/2**, 24–30, Budapest.
- [29] Lugosi Gy. 1963: *Fedővízbetörések vizsgálata az ajkai szénmedencében*. Bányászati Lapok **96/4**, 262–267, Budapest.
- [30] Majoros Gy. 2002: *Uránkutatói munkák története és néhány eredménye a Balaton-felvidéken*. In: Szakáll S. és Morvai G. (szerk.): *Ércutatói munkák Magyarországon a 20. században*, 39–55, Miskolc–Rudabánya.
- [31] Makrai L. 2005: *Közel 50 év a közép-dunántúli, szénmedencék földtani irányításában*. In Horn J. (szerk.): *Főgeológusok visszaemlékezései*. Bányász Kultúráért Alapítvány, 129–155, Budapest.
- [32] Martényi Á., Szűts H. 2008: *Volt egyszer egy... Veszprémi Szénbányák*. Bányászati és Kohászati Lapok. **BÁNYÁSZAT 141/5**, 15–21, Budapest.
- [33] Martínez-Delclós X., Briggs D.E.G. & Penalver E. 2004: *Taphonomy of insects in carbon and amber*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **203/1–2**, 19–64.
- [34] Meinhardt V. 1953: *Ajka és Úrkút hidrológiai viszonyai a szénbányászat szempontjából*. Hidrológiai Közlöny **33/5–6**, 207–211, Budapest.
- [35] Némedi Varga Z. 2010: *Kőszénföldtan*. Bfbor Kiadó, 245 o., Miskolc.
- [36] Niedzwiedzki J. 1871: *Trinkerit von Gams bei Hieflau in Steiermark*. Verhandlungen der k. k. Geol. Reichsanstalt **8**, 132–133, Wien.
- [37] Paál Á.–né 1961: *Az ajkai kréta kőszéntelepek kőszénközetani vizsgálatának eredményei*. A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve **XLIX/4**, Műszaki Könyvkiadó, 871–938, Budapest.
- [38] Pápay L. 1996: *The distribution of sulphur in Upper Cretaceous brown coals from Ajka (Central, Transdanubia, Hungary)*. Acta Mineralogica–Petrographica, **XXXVII**, 89–98, Szeged.
- [39] Pastorelli G. 2009: *Archaeological baltic amber: degradation mechanisms and conservation measures*. Dottorato di ricerca, 103+72 Appendixes, Università di Bologna.
- [40] Pauszpertl K. 1909: *Az ajkai bányászati szerencsétlenség* Bányászati és Kohászati Lapok. **XLII/1**, 5. sz. 273–283, Budapest
- [41] Püspöki Z. (főszerk.) 2018: *A hazai szénvagyon és hasznosítási lehetőségei*. Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat 38–43, Budapest.
- [42] Rozlozsnik P. 1933–35: *A csingervölgyi bányászat múltja, jelene és jövője*. A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése **3.**, 1179–1230, Budapest.

- [43] Siegléné Farkas Á. 1988: *Az Ajkai Kőszén Formáció palynosztratigráfiája és fejlődéstörténete*. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1986-ról, 179–209, Budapest.
- [44] Szabó J. 1871: *Az ajkai kőszéntelep a Bakonyban*. Földtani Közlöny **1/7**, 124–130, Budapest.
- [45] Szádeczky–Kardoss E. 1952: *Szénkőzetan*. Akadémiai Kiadó, 33–35, Budapest.
- [46] Szalay S. 1952 *Hazai kőszéntelepek radiológiai vizsgálata* MTA Műszaki Tud. Oszt. Közl. **V/3**, 167–185, Budapest.
- [47] Szalay S., Almássy Gy., Pesty L., Lovas I. 1959: *Magyarország egyes fontosabb kőszénterületeinek átvizsgálása uránium nyomelőfordulás szempontjából*. Atomki Közlemények **I/1**, 7–26, Debrecen.
- [48] Vígh F. 1950: *Karsztvízprobléma a bányászatban*. Bányászati és Kohászati Lapok **LXXXIII**, 661–674, Budapest.
- [49] *Vígh E., Szentés F.* 1957: *Az ajkai szénmedence hidrológiai viszonyai és a vízveszély elleni védekezés módzatai*. Bányászati és Kohászati Lapok **90/6**, 308–320, 398–412, Budapest.
- [50] Zechmeister L. 1926: *Adatok az ajkait, egy hazai fosszilis gyanta ismeretéhez*. Matematikai és Természettudományi Értesítő **43**, 332–341, Budapest.