

Magyarországi eocén kőszenek és bányászatuk fő veszélyei az ÉK-Dunántúli-középhegységben

Hungarian Eocene coals and the main hazards of their underground mining in the NE Transdanubian Mountain Range

PÁPAY László

Szegedi Tudományegyetem, Geológiai Tanszék,
Szeged Egyetem u. 2 6701 Szeged Pf. 651
papay@geo.u-szeged.hu

Abstract

Middle Eocene brown coals had been mined in several basins in the NE part of the Transdanubia Mountain Range, in some areas for more than two hundred years. The examined coal seams form part of the approx. 40-45 Ma old Dorog Formation.

The vitrinite means random reflectance of exploited coals varied between 0.4-0.53 %, the gross calorific values were below 24 MJ/kg, and their average total sulfur content was high, more than 3 wt%. Taking into account the distribution between different forms of sulfur bonds (sulfur distribution), organically bound sulfur accounts for more than 50 % of the total sulfur content of coals.

The Eocene underground coal mining was hindered by collapses, fires, methane and coal dust explosions, as well as water inflows most of the time.

Keywords: brown coal, Dorog Formation (DF), coal seam, mining hazards.

Kivonat

A Dunántúli-hegység ÉK-i részén több medencében közép eocén barnakőszent bányásztak, egyes területeken több mint kétszáz éven keresztül. A vizsgált kőszentelek a kb. 40-45 millió éves Dorogi Formáció részét képezik.

A kitermelt kőszenek vitrinitreflexió értékei 0,4-0,53 % között változott, az égéshő értékek 24 MJ/kg alattiak, az átlagos összes kén tartalmuk magas, több mint 3 m/m%. A különböző kén kötésiformák közötti megoszlását (kéneloszlást) figyelembe véve, a szerves kötési kén a szén összes kén tartalmának több mint 50%-át teszi ki.

Az eocén földalatti kőszénbányászatot leggyakrabban, omlások, tüzek, sújtólég és szénporrobbanások, valamint vízbetörések hátráltatták.

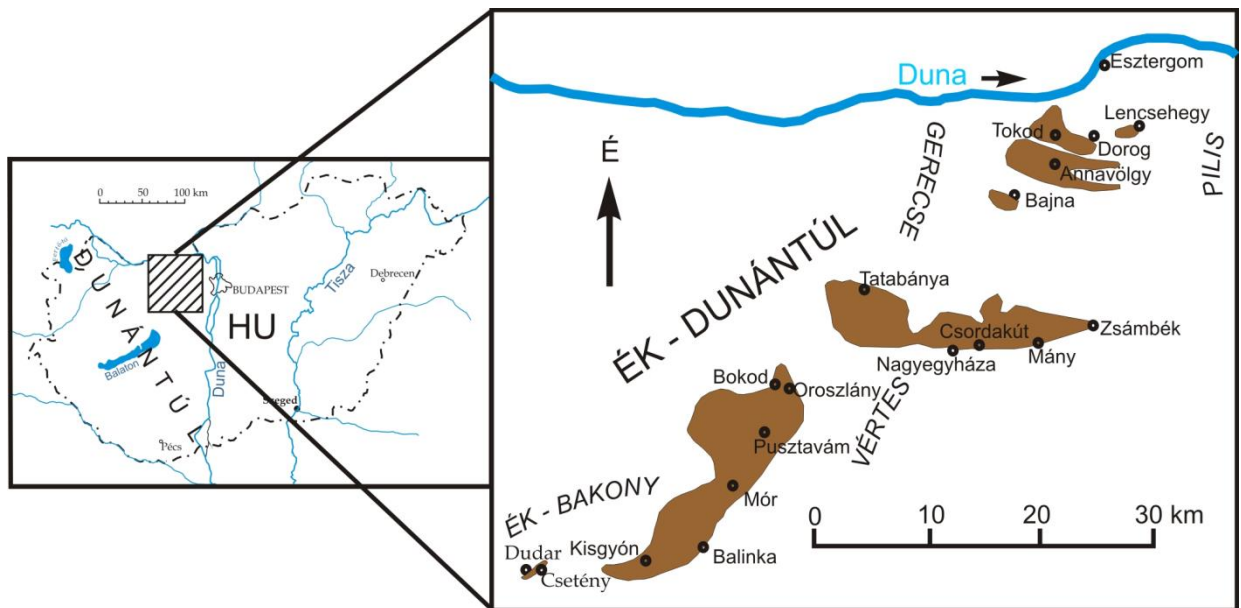
Kulcsszavak: barnakőszén, Dorogi Formáció (DF), kőszentelep, bányászati veszélyek.

1. Az ÉK dunántúli kőszentelek kora, földtani, rétegtani viszonyai

A Dunántúli-középhegységben a larámi tektonikai mozgások eredményeként egy sor részben összefüggő, részben egymástól elkülönült medence jött létre. Ezek közül, ebben az összeállításban, a Vértes és a Gerecse között (Tatabánya), a Gerecse DK-i előterében (Nagygyháza-Csordakút-Mány), a Vértes ÉNy-i előterében (Oroszlány-Bokod-Pusztavám), az ÉK-i Bakonyban (Kisgyón-Balinka ill. Dudar-Csetény), a Gerecse és a Pilis között (Dorog-Tokod) találhatóak, kőszeneivel foglalkozunk. A kőszentelepes összletek a Dorogi Formáció (DF) részét képezik.

A DF-t, barnakőszén, szenes agyag, tarka és szürke agyag, bauxitos agyag, homok, kavics, édesvízi mészkő és mészmárga építi fel, folyóvízi- tavi-lápi fáciesű. A rétegsor alján a Nagygyházi-, Mányi-medencékben vastag dolomittörmelék van, bauxitlencsékkel [19].

A DF, a Dunántúli-középhegységben a Bakonytól ÉK-i irányba a Vértesen át a Budai-, Visegrádi-hegység Ny-i oldaláig jól lehatárolható, kőszénmedencékben fejlődött ki (1. ábra). A kőszénképződés az ÉK-Bakony és az ÉK-Dunántúl teljes területén a nannoplankton adatok alapján, megerősítve a magnetosztatográfiai vizsgálatok eredményeivel, egyidejűleg indult el, a középső eocén, lutetiai emeletében [4].



1. ábra. A Dunántúli-középhegység eocén képződményeinek elterjedési térképe [4] módosítva

Az alább bemutatott három medence rétegsora általánosságban, a többi medencében is hasonló, de vannak egyedi eltérések is. Ilyen különbségek például, hogy a Nagygyházi- és Mányi-medencében a triász dolomitból álló alaphegységre egy bauxitlepeket is magába záró áthalmazott, üledékes dolomit-breccsa összlet települt, a jura, kréta üledékek hiánya miatt [57, 58]. A dorogi Lencsehegy eocén, oligocén rétegeiben pedig a vulkáni (dacit) kőzet nyomult be [38, 39].

Ismeretes, hogy a Dudar-Csetény, Kisgyón-Balinka és Mór-Pustavám-Oroszlány környéki kőszénlepek rétegsorában igen nagy a hasonlóság. Ezért korábban is feltételezték egykori összefüggésüket. A rétegtani és geofizikai vizsgálatok megerősítették ezt a feltételezést, hogy a három kőszén előfordulás egy medencéhez kapcsolódik, egymással összefüggnek. A fenti medencék általános rétegtani felépítése a következő.

Az alaphegység legidősebb kőzete a felső triász időszi nóri 600-700 m vastag földolomitja (főkarsztvíz tároló) valamint a rhaeti dachsteini mészkőve. Felette többnyire jura mészkőveket találunk, melyeken helyenként középső kréta apti emeleti crinoideás mészkő települ. Az előző kőzeteket összefoglalóan főkarszt-kőzeteknek nevezzük. A főkarszt-kőzetekre települve jelentős területen megtaláljuk a kréta, apti emeleti legalább 150 m vastag agyag- és márgacsoportot (Polányi Márga Formáció). Jó vízzáró tulajdonságokkal rendelkezik, így a főkarsztvízzel szemben fontos védőréteget képez a triász karbonátok és a kőszénlepek között. Az apti agyagra kréta, albai emeleti requieniás, orbitolinás mészkő ülepedett (karsztvíztároló). Az albai mészkővekre felső kréta glaukonitos és turrilitészes márga települt, amely szintén jó védőréteg a karsztvízzel szemben. A felsorolt kőzetek alkotják a kőszén medence alját, és erre a mezozoos képződményekre vagy a Gánti Bauxit Formációra települt az eocén kőszénlepes összlet a Dorogi Formáció (DF), amelynek vastagsága helyenként meghaladhatja az 50 m-t. A DF felett folyamatos átmenettel molluszkos márga (Csényei Formáció) majd foraminiferás agyagmárga, aleurolitos márga (Csolnoki Formáció) rétegeket találunk, melyek a medenceperemeken gyakran összefogazódnak a Szöci Mészkő Formáció alsó szakaszával. Ezután változó mésztartalmú agyag, aleurit, homok, kavics összlet, következik (Tokodi Formáció), főként az alsó szakaszán nagy mennyiségű, áthalmazott faunaelemmel, felső részén helyenként kőszénrétegekkel (Lencsehegyi Tagozat). Az eocén rétegsort szürke, aleuritos márga, tufás-tufitos, bentonitos csikkokkal és változó vastagságú homokkő-kőzetelepekkel a Padragi Márga Formáció zárja le, illetve esetenként ősmaradványokban gazdag, világos, sárgásszürke mészkő (Szöci Mészkő Formáció).

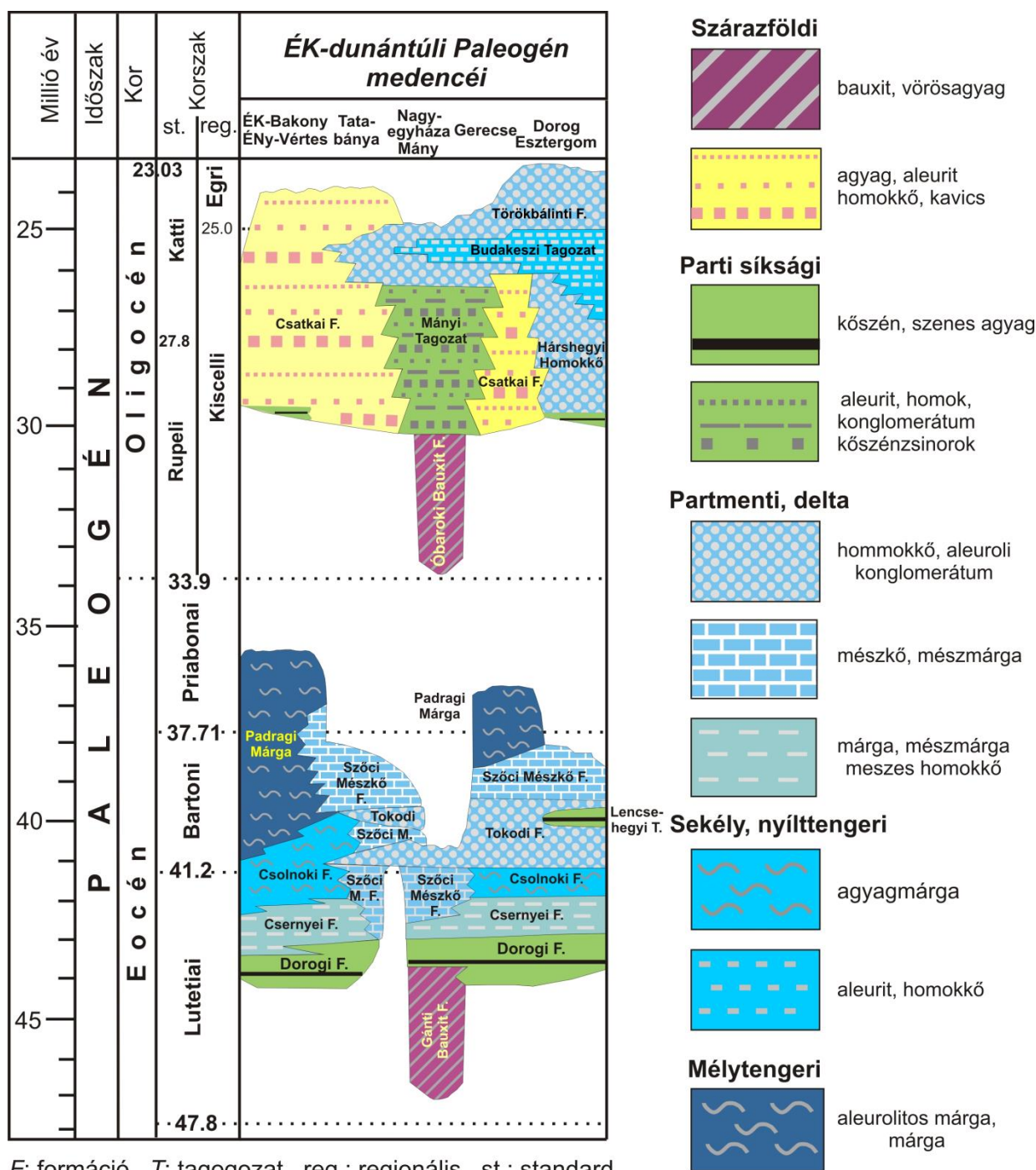
Felettük az oligocént a következő képződmények alkotják. Áthalmazott bauxittörmelékes és kavicsos szakaszokból felépülő Óbaroki Bauxit Formáció. A főként tarka, aleurolit és agyag, közép- és finomszemű homokkő, kavics és meszes agyag váltakozásából álló Csatkai Formáció, alsó részében az Északi-Bakonyban szénlepes összlet különíthető el (Szápári Rétegtag). Az uralkodóan durva-, helyenként finomszemcsés homokkő, kavicsos homokkő, konglomerátum váltakozásából felépülő Hárshegyi Homokkő Formáció, amelynek alsó része Esztergom környékén szén összletet is tartalmaz. Durva-, közép- és finomszemcsés homokkőből áll a Törökbálinti Formáció, benne gyakoriak a finomhomokos aleurit, aleuritos agyag kőzetelepek. Nyugat felé kifejlődése a Mányi Tagozat, melyben az aleurit és homok váltakozása mellett konglomerátum, kőszén-sinór és tarkaagyag-betelepek is elő fordulnak. A Mányi Tagozat alján limnikus-paralikus barnakőszénrétegek (Mogyorósbányai Rétegtag) jelennek meg. A Kiscelli Agyag Formáció

nyugati része finomhomokos aleurolitból áll, gyakori homokkő-betelepülésekkel ez a Budakeszi Tagozat, amely a vele össze is fogazódó Hárshgyi Homokkőből fejlődött ki folyamatosan.

Felettük alsó miocén agyag, agyagmárga, mészmárga, homok, homokkő, kavics, konglomerátum rétegek következnek. A rétegsort pliocén homok és pleisztocén lösz zárja. [2, 37].

Megjegyzendő, hogy az alább tárgyalt medencékben az eocén kőszéntelepek felett, oligocén kőszéntelepek is képződtek a Mátyi Tagozat alján, (Mogyorósbányai Rétegtag). Műrevaló vastagságban azonban csak néhány helyen fordultak elő, ahol bányászták is. A Tatabánya közeli Zsemle (ma Vértessomló) község határában 1780-1893 mélyművelésben folyt a termelés. Majd 1987-1997 között ismét művelés alá vonták a területet. A földtani kutatások lehetővé tették a Vértessomló II.-es (eocén), Vértessomló III. (oligocén) külfejtések és a mélyművelésű Zsigmond-akna (1989-1994) létesítését [15, 47].

Az előbbi kőszéntelepek a Dorogi-medence kőszéntelepeivel korrelálhatók [17], ahol szintén folyt kőszénbányászat, a Sárissáp közeli Annavölgyben 1795-1975, (Hantken M. szerint kb.1805-től [23]) illetve Mogyoróson (ma Mogyorósbánya) 1828-1994 között [55].



2. ábra. Az ÉK-dunántúli Paleogén medencéinek rétegszelvénye [2] módosítva

2. Hazai eocén kőszeneink osztályozása, kéntartalmuk szerinti besorolásuk

A következő fejezetekben tárgyalt kőszeneink minőségi besorolására, az UN. ECE. (ENSZ, Európai Gazdasági Bizottság) által kiadott kodifikációs rendszerben foglaltak vonatkoznak [56]. Az osztályozáskor a fűtőérték (nedvesség és hamumentes állapotban) és a vitrinit „random” reflexió érték a mérvadó. Amennyiben a bruttó fűtőérték, azaz Gross Calorific Value (GCV), kevesebb, mint 24 MJ/kg és a vitrinitreflexió értéke kisebb, mint 0,6 % a kőszene az *alacsony szénülségű kőszene* (lignit, szubbitumenes kőszene) közé tartoznak. További felosztás: ha a bruttó fűtőérték kevesebb, mint 15 MJ/kg és a nedvesség tartalom kevesebb, mint 75 m/m% a megnevezés *ortholignit*; amennyiben a bruttó fűtőérték egyenlő, vagy nagyobb, mint 15 MJ/kg, de kevesebb, mint 20 MJ/kg a megnevezés *metalignit*. Ha a bruttó fűtőérték egyenlő, vagy nagyobb, mint 20 MJ/kg, de kevesebb, mint 24 MJ/kg és a vitrinitreflexió értéke kisebb, mint 0,6 % a megnevezés *szubbitumenes kőszén*.

A magyarországi eocén kőszene vitrinitreflexió értékei 0,40-0,53 % közöttiek [6, 24, 31].

Elsősorban Európa országaiban az alacsony szénülségű kőszene egy részére a *barnakőszén* kifejezést használják. A barnakőszén tradicionálisan két féle kőszent takar. Az alacsonyabb bruttó fűtőértékű (<20 MJ/kg) és vitrinitreflexió értékű (0,45 %-ig) kőszén megnevezése *fénytelen barnakőszén*, míg a nagyobb fűtőértékű (≈20 – ≈24 MJ/kg) és a kb. 0,6 %-ig vitrinitreflexió értékű kőszén megnevezése *fényes barnakőszén*. A különböző rendszerekben használt kifejezések között a fénytelen barnakőszén az ENSZ rendszerében a metalignitnek felel meg, míg szubbitumenes kőszén a fényes barnakőszén kifejezést fedi le.

A kőszene egyik minőségrontó mutatója a kéntartalom. Az eocén kőszeneink összes kéntartalma átlagosan 3 m/m% feletti. Nemzetközi összehasonlításban ez azt jelenti, hogy a magas kéntartalmú kőszene közé tartoznak [7]. A magas kéntartalom oka, a képződési környezet vizének lúgosodása a karbonátos környezet hatására, és az emiatt megnövekedett bakteriális tevékenység [51], valamint nem zárható ki a tengeri hatás sem. A különböző kén kötési formák közötti megoszlását (kéneloszlást) figyelembe véve, a szerves kötési kén a szén összes kéntartalmának több mint 50 %-át teszi ki [29, 42].

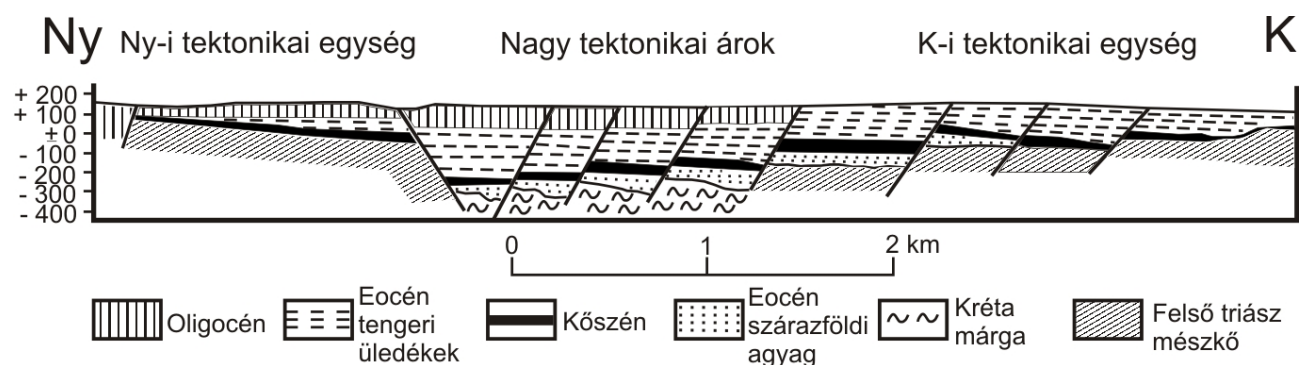
3. Az ÉK dunántúli középső-eocén barnakőszéntelepek

3.1 A tatabányai barnakőszéntelepek

A Tatabányai-medencét É-on és ÉK-en a Gerecse, K-en és D-en a Vértes felső triász dachsteini mészkő és dolomit rögei határolják. ÉNy és Ny felé a medence nyitott. A medence produktív területe mintegy 41,5 km².

A hegyszerkezeti mozgások hatására a medence, töréses szerkezetű, hasonlóan mint az alább tárgyalt többi medencéé. Az ÉÉNy-DDK-i irányú nagy harántvetők a medencét három, a tektonikai egységre bontják. Ezek a *K-i tektonikai egység*, *nagy tektonikai árok*, *Ny-i tektonikai egység* (3. ábra). Az 1-3 kőszéntelep közül a főtelepet bányászták, a másik kettő vagy kisméretű fejlődött, vagy nem művelhető.

A főtelep (alaptelep) az egész kőszénmedence legvastagabb telepe. A teljes vastagsága néhány méter és néhány tíz méter között változott. Dőlése 6-10° ÉK-i irányban. A főtelep nem homogén, hanem két – minőségileg elkülöníthető – padra, illetve teleprészre, az alsó égőpalára (agyagos szén, a helyiek „karós szénnek” hívták) és a felső jó minőségű barnakőszénre oszlik.



3. ábra. A Tatabányai-medence geológiai szelvénye [22] módosítva

A keleti tektonikai egységben három kőszéntelep fejlődött ki a fő-, a kísérő- és a kistelep. Az utóbbi két telep vastagsága általában nem érte el az 1 m-t, ezért nem bányászták, kivéve a kistelepet, amely

helyenként elérte a 2 m-t. A középső, nagy tektonikai árokban csak a főtelep található 200-400 m mélységben. Dőlése 4-7° ÉK-i irányban. Jó minőségű felső része nagy kátránytartalmú kőszén. A nyugati szerkezeti egységben is csak a fő telep található 60-160 m mélységben. Dőlése 6-12° ÉK-i irányban. A kőszénnek néhány paramétere az 1. táblázatban látható [3].

A tatabányai kőszénmedencében az 1896-1987 közötti termelési időszak alatt a külfejtéstől a nagyobb mélységekig (külszíntől 300-400 m mélységig) terjedő szinteken 26 bányauzemben és 5 külfejtésben termeltek barnakőszént [8].

1. táblázat A tatabányai barnakőszénnek néhány paramétere [3]

Medence		Telep	Pad	Fűtőérték MJ/kg	Hamu- tartalom m/m%	Összkén- tartalom m/m%	Telep vastagság m	Megjegyzés
Tatabányai kőszénmedence	K-i tektonikai egység	Fő (alap)	felső	20-23	9-11	2,7-5	3-20	illóanyag tart. 37-41 %
			alsó	14	32	2,1-2,2	7-12	égőpala
		Kísérő (köztes)		20	8	3,5	0,2-0,6	nem műrevaló
		Kis (záró)		20	8	3,5	0,2-2	helyenként műrevaló
	Nagy tektonikai árok	Fő	felső	21-22	8.6	2,8	3-5	kátránytartalom 15-16 %
			alsó	13	33	3,1-32	5-10	égőpala
	Ny-i tektonikai egység	Fő	felső	20-23	12	2,7	2-12	
			alsó	13	33			égőpala

3.2 A nagyegyházi kőszéntelepek

A tatabányai kőszénmedencétől 3-4 km-rel keletre a nagyegyházi, mellette átlag 400 m-es elvetési magasságú vetővel elválasztva a csordakúti, majd a mányi kőszénmedence helyezkedik el (4. ábra).

A Nagyegyházi-medence aljzatát felső triász dolomit alkotja. Erre települt a változó (30-80 m) vastagságú áthalmazott üledékes dolomit összlet, és az ipari minőségű bauxitlep (fő bauxitszint) [45], amely helyenként a 15-18 m vastagságot is eléri. A kőszéntelepeket magába foglaló terület nagysága kb. 8 km². A kőszéntelepességet két telepből áll. Az alsó, aránylag egynemű telepet, egy átlag 20-30 m vastag édesvízi mészkő-mésmárga illetve agyag-agyagmárgából álló közkö választja el a tagoltabb felső teleptől (5. ábra). A széntelepek átlagos dőlése 8-14° DK felé [3].

Az alsó telep legvastagabb (13-14,1 m) a medence D-i részének közepe táján, K felé a löngatói határvetőig 6-11 m vastagságban követhető, 19 MJ/kg átlagos fűtőértékű, hamutartalma 9,4-10,1 m/m%.

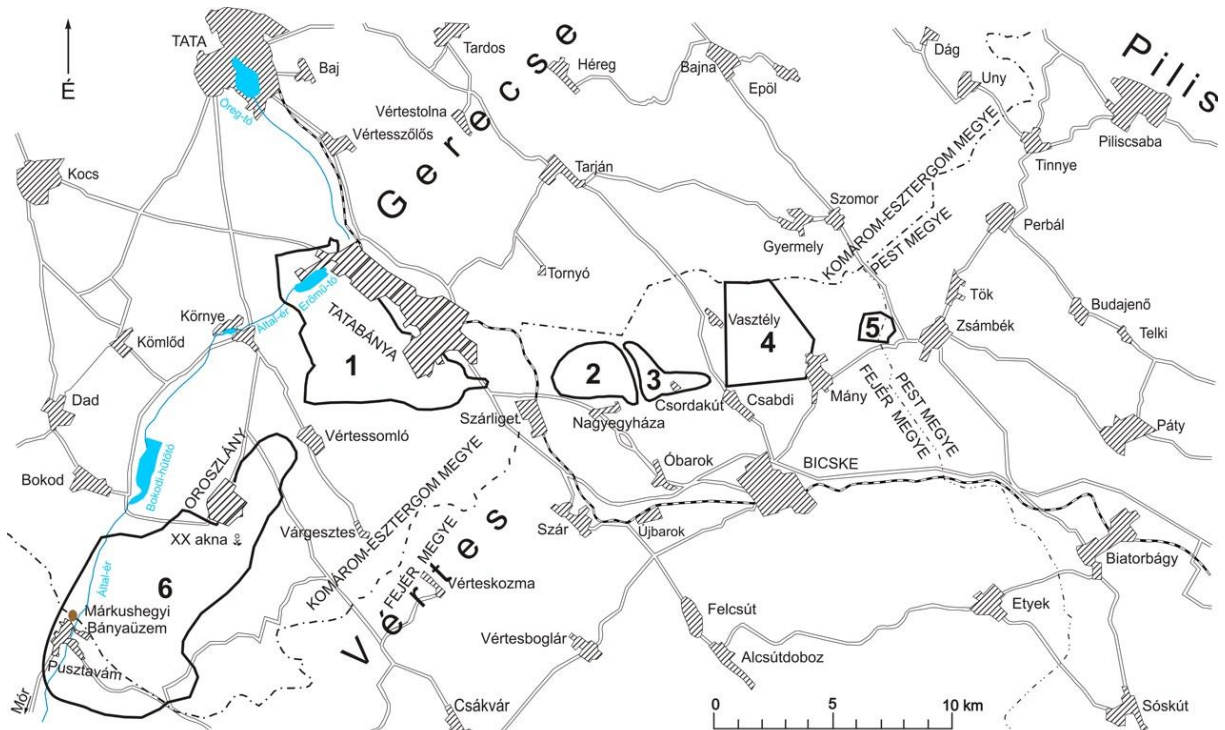
A felső telep lényegesen vékonyabb és tagoltabb, mint az alsó telep. Édes- és brakkvízi anyagok, homokos agyagok és édesvízi mészkőpadok a telepet 2-3, nem ritkán, főleg a medence DK-i részén, 4-6 padra osztják. Az egyes szénpadok együttes vastagsága maximálisan 3,0-4,0 m, a telepes összlet vastagsága maximálisan 9 m. A felső telep ugyancsak jó minőségű barnakőszénpadokból áll, melyeknek átlag fűtőértéke 18,65-19,98 MJ/kg között változott [3, 40].

A kőszéntelepek kén tartalma minimum 0,84 m/m%, a maximum 7,12 m/m%, az átlag 4,79 m/m%. A telepek kén tartalmának területi eloszlása szabálytalan, a magasabb kén tartalom értékek az alsó padban fordulnak elő [11].

A „kéttermékes” bányában 1981-1989 között folyt a termelés. A Nagyegyházi Bányauzem Közép Európa legmodernebb bányája volt, azonban a jelentős talpduzzadás és a kedvezőtlen hidrogeológiai viszonyok hátráltatták működését. 1990-ben megkezdődött a víz felengedése és a termelést ideiglenesen szüneteltetése, ami végül is „végleges” lett [47].

3.3 A csordakúti kőszéntelepek

Az oligocén végén lévő nagyobb mozgások hozták létre a Lóingató-hegy–Hársas-hegy Ny-i lábánál húzódó, átlag 400 m-es elvetési magasságú vetőt, amely a medencét elválasztja a vele korábban egységes Nagyegyházi-medencétől. A Csordakúti-medence fekszik magasabban. A kőszéntelepeket magába foglaló terület nagysága 3,5-4,0 km². [3].



4. ábra. A Tatabánya környéki medencék átnézeti térképe [14] módosítva

1 Tatabányai-medence; 2 Nagyegyházi-medence; 3 Csordakúti-medence;
4 Mányi-medence; 5 Mányi I/A kőszénmező; 6 Oroszlány-Pusztavámi-medence

A széntelepes összlet két telepből és az őket elválasztó édesvízi "közkből" áll [5. ábra]. Az alsó telep nem mindenütt fejlődött ki és általában 1-4 szénpadból áll. A tiszta szénre számított vastagsága 0,8-9,7 m között változik, 13-17 MJ közötti fűtőértékkel. A két telepet elválasztó "közke" zömében mészkőből, illetve agyagmárgából, mészmárgából áll.

A felső telep is több pados. A tiszta szénre számított nettó vastagsága csak 0,7-2,9 m, fűtőértéke 17-19 MJ vagyis jobb, mint az alsó telepé [48].

A terület kéntartalma, minimum 0,30 m/m%, maximum 9,61 m/m%, az átlag 4,20 m/m%. A nagyobb kéntartalom az 1. telepben fordul elő [11].

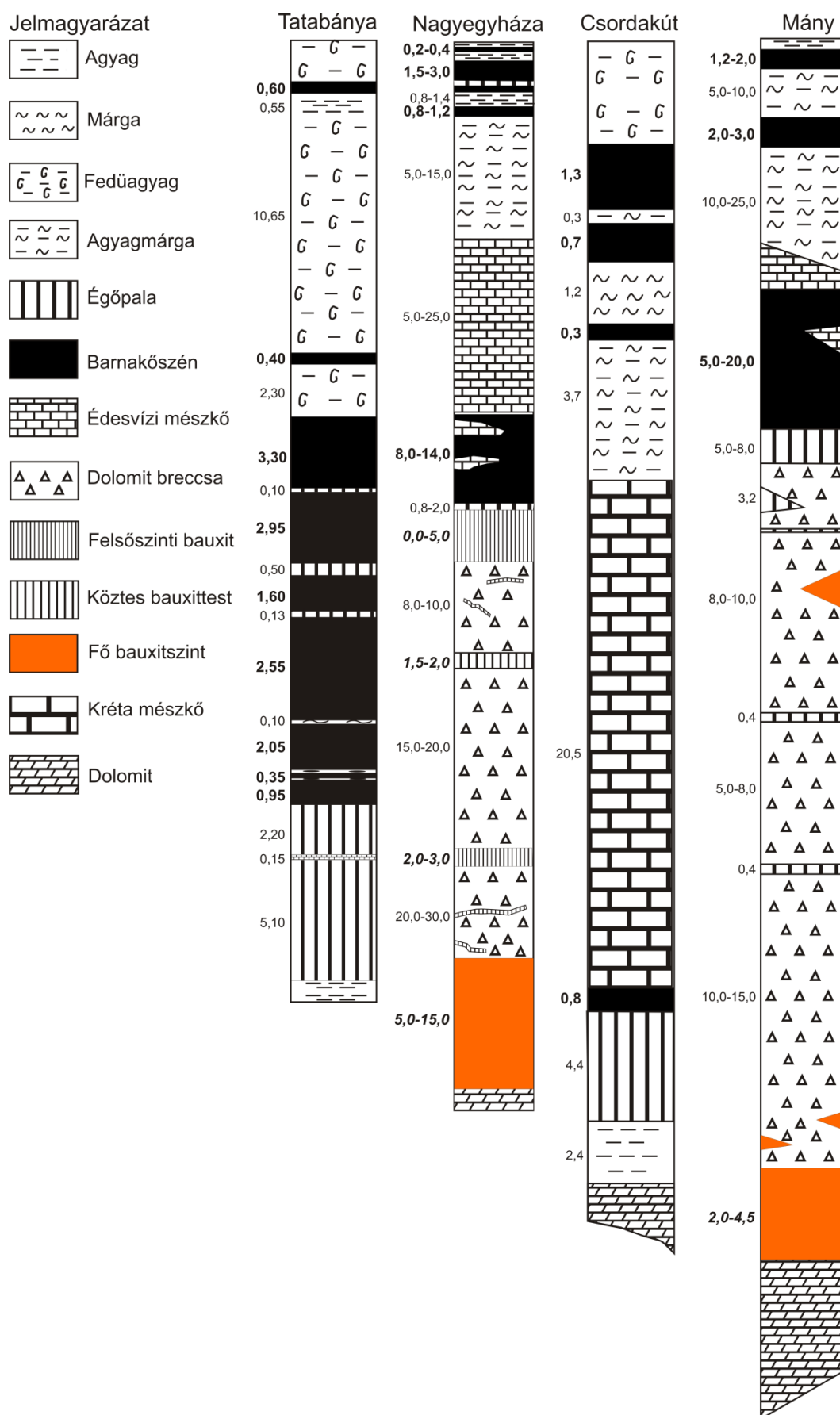
A Csordakúti Bányáüzemben 1973-ban indult a termelés. Az egyre növekvő vízemelés gazdaságtalanná tette a mélyművelésű kőszéntermelést és 1988-ban először a karsztvíz szint alatti területek kerültek elárasztásra, majd 1991-ben a bányáüzem teljes egészében bezárt [47].

3.4 A mányi kőszéntelepek

A Mányi-medencében az alaphegység triász alsó karni dolomitból és dolomitmárgából áll. Az egész medence területén megtalálható a 0-80 m közötti vastagságú (átlagvastagság 30-40 m) bauxittörmeléseket tartalmazó áthalmazott dolomit összlet, melyre a három (alsó, középső, felső) művelésre érdemes kőszéntelep fejlődött ki (5. ábra). A medence 14,6 km², a produktív terület 7,8 km².

Az alsó kőszéntelep a legvastagabb (2-20 m), átlagosan 14,7 m. A medence középső részén az alsó telepbe települő édesvízi mészkő bontja meg a telep homogenitását. Fűtőértéke 13,00-18,85 MJ/kg között változott, mivel minőségi megoszlása kb. 60 % barnakőszén, 40 % égőpala. Az alsó telep felett 3-30 m vastagságú agyag, agyagmárgából álló közbtetelepülésre települt a középső kőszéntelep. Vastagsága 1,6-2,5 m, fűtőértéke 17-20 MJ/kg. A felső teleptől 3-8 m vastag agyag, agyagmárga közbtetelepülés választja el. A felső telep a legvékonyabb 1,0-2,0 m vastagságú, fűtőértéke 16-17 MJ/kg [3, 14].

A három kőszéntelep kőntartalma minimum 1,96 m/m%, maximum 9,10 m/m%, átlag 4,49 m/m%. A nagyobb kőntartalom a felső széntelepben található [11].



5. ábra. A Tatabányai-medence jellemző telepszelvény a VI/a bányaiüzem területéről [13], ill. a Tatabányai-medencétől K-re fekvő barnakőszén medencék jellemző telepszelvényei [3] módosítva

A Nagygyeháza-Mány kőszénterületen jelentős a kőszének radioaktívanyag-tartalma. Többféle ritkafém is koncentrált a telepekben [22]. A geofizikai (karotázs) mérések egyértelműen kimutatták, hogy a Gerecse hegység DK-i előterében lévő kőszénréteteknek az alsó része radioaktív sugárzással rendelkezik. A kőszén nem tartalmazott annyi urániumot és egyéb fémeket (vanádiumot, molibdént, stronciumot stb.), amellyel érdemes lett volna foglalkozni, azonban elégetése után visszamaradt hamu és pernye már ércnek minősült [47].

A Mányi Bányászati Üzem 1985-ben megkezdte az üzemszerű termelését, azonban az átlagos vízemelés évről évre történő drasztikus növekedése miatt 1988-ban bezárásra került. A bányászat Mányi I/a Bányászati Üzem területén folytatódott, ahol a széntelepek kisebbik része a karsztvízszint felett helyezkedtek el, a 2004-i leállásig. [47]. A területen nem nori földolomit, hanem karni márga képezte az alaphegységet. Ez a helyzet lényegesen javította a hidrogeológiai helyzetet [46]. Ugyanakkor Mányon a telepek mikrotektonizáltsága, a gyakran 1-6 m-es elvetési magasságú vetők miatt, a fejtési-frontok kialakítása nagy nehézségekbe ütközött. A rendszeres vágatállékonysági problémák is, hátráltatták a termelést [1].

3.5. Az Oroszlány környéki kőszéntelepek

A medence a Vértes hegység nyugati előterében helyezkedik el, kiterjedése 50,8 km². A széntelepek Ny–DNy felé 3-7°-os telepdőlésűek. A medencére a kéttelepes kifejlődés a jellemző [18].

Az Oroszlány-Pusztavámi-medence kialakulása megegyezik a Tatabányai-medencénél leírt fejlődéssel és annak DNy-i folytatásaként fogható fel.

A földtani kutatás az 1895-ben Vértessomló határában lemélyített fúrással kezdődött. majd csak 1930-ban a XVI-os akna területén a kutatófúrás által harántolt 2 m vastagságú, jó minőségű felső, majd 60 cm elegyesvízi agyagos kőzék alatt, a 2,5 m vastagságú égőpala minőségű alsó pad felfedezése után, indultak el a bányanyitási tárgyalások. A termelés 1937-ben kezdődött [52] és a XX. akna 2000. évi befejezésével végződött [20].

A medence jelentős részén, két művelhető telep fejlődött ki. A II. sz. alsó telep (főtelep) palás-agyagos barnakőszén, az I. sz. felső telep fényes, kagylós törésű, szabálytalan nagylencsés formációban ismert. Gyakori a jó minőségű, de nem művelhető kísérő telep. A telepek közel vízszintesek, tektonikailag egymásra merőleges irányokban szabdalta, a nagyobb elvetési irányok a móri árokka párhuzamosan helyezkednek el [33].

Amíg a két szénpadra osztott főtelep felsőpadja viszonylag egységes, jó minőségű kőszén, addig az alsó padja minőségileg nem homogén. Felső része jó minőségű, fűtőértékben megközelíti a felső padot, míg alsó része égőpala [3].

A Pusztavám község közelében 1944-1971 között bányászott kőszén háromtelepes kifejlődésű. Az egyes telepek jelölésük a legalsó (III.), az alsó (II.) a felső (I.). A II. telep csak foltokban, jellemző agyagos kifejlődéssel van jelen [40].

Az oroszlányi kőszénmedence legnagyobb bányája, a Márkushegyi Bányászati Üzem, 1981-2014 között működött. A Vértes hegység nyugati előterében Pusztavám külterületén helyezkedett el. Magyarország utolsó széntelepe bezárt, mélyművelésű, barnakőszén-bányájában három telep fejlődött ki, az alsó kísérő telep (III.), a főtelep (II.), a felső telep (I.) [40]. További adatok a 2. táblázatban.

3.6 A Kisgyón, Balinka környéki kőszéntelepek

Az Északi-Bakony ÉK-i előterében kialakult medence 40 km² területű, benne a háromtelepes kőszén rétegsor 30-50 m vastag. Kisgyón térségében kibúvásoktól a felszín alatti 100 m mélységig, Balinka térségében pedig a felszíntől 100 m és 550 m közötti mélységben települt. A művelhető széntelepeket felülről lefelé haladva I., II. és III. számmal jelölik [35].

A medence DNy-i része a kisgyóni, a középső Balinka I., míg az ÉK-i része a Balinka II. elnevezést kapta. A kőszén összlet 6°-kal dől ÉK felé [40]. A kőszének néhány paramétere a 3. táblázatban látható.

A balinkai fúrás- és résmintáinak összevont elemzése alapján az összes kőszén-tartalom minimuma 2,56 m/m%, maximuma 4,97 m/m%, az átlag 3,64 m/m% [11].

A kisgyóni bánya 1922-1972 között működött, míg a balinkai területen 1952-2003 között termeltek kőszént [40].

3.7 A Dudar, Csetény környéki kőszéntelepek

A Bakony hegység É-i előterében kialakult medencében 8-10 m vastag háromtelepes kőszén összlet

keletkezett. A legalsó III. telep 0,2-1,3 m vastag, nem műrevaló. Az alsó II. telep a dudari területen 1,4-1,9 m vastag, fűtőértéke 15,1 MJ/kg, hamutartalma 12-16 m/m%, a csetényi területen 1,0-1,6 m vastag, fűtőértéke 12,55 MJ/kg. A felső I. telep a dudari területen 0,8-1,5 m vastag, fűtőértéke 16,75 MJ/kg, hamutartalma 11-13 m/m%. A csetényi területen a telep 1,5-2,5 m vastag, átlagfűtőértéke 15,1 MJ/kg. [40].

Iharosné Laczó I. szerint a felső vagy I. telep barnaköszén alapanyagát fa- és kéregeredetű huminiték alkotják, 5–25% bituminittartalommal. A dudari I. telep közel azonos összetételű a balinkaival, azzal a különbséggel, hogy az utóbbiban a barnaköszén bituminittartalma még magasabb, így a belőle kinyerhető kátránytartalom is 10-15%-ra növekszik. A vizsgálatok szerint a kátránytartalom a telepen belül horizontálisan és vertikálisan egyaránt egy-két méteren belül is változik [28].

A két telep összeskén-tartalma minimum 1,21 m/m%, maximuma 10,46 m/m%, az átlag 3,22 m/m%. A 10,46 m/m%-os maximális kéntartalom az 1. sz. telepben volt [11].

Dudar-bánya 14,9 km²-es területén 343 m átlagmélységben 1944-1991 között folyt a bányászat. Az 1993-ban megalakult DUSZÉN Kft. a köszén magas huminsav tartalma miatt termel 2-3 kt/év mennyiséget. A forgalmazott Dudaritot mezőgazdasági és környezetvédelmi célokra használják. Hatásosan csökkentette a 2010. október 4-i vörösiszap katasztrófa erősen lúgos pH-t.

2. táblázat Az Oroszlány, Pusztavám környéki barnaköszének néhány paramétere [3¹, 6², 11³, 40⁴, 41⁵, 53⁶, 54⁷]

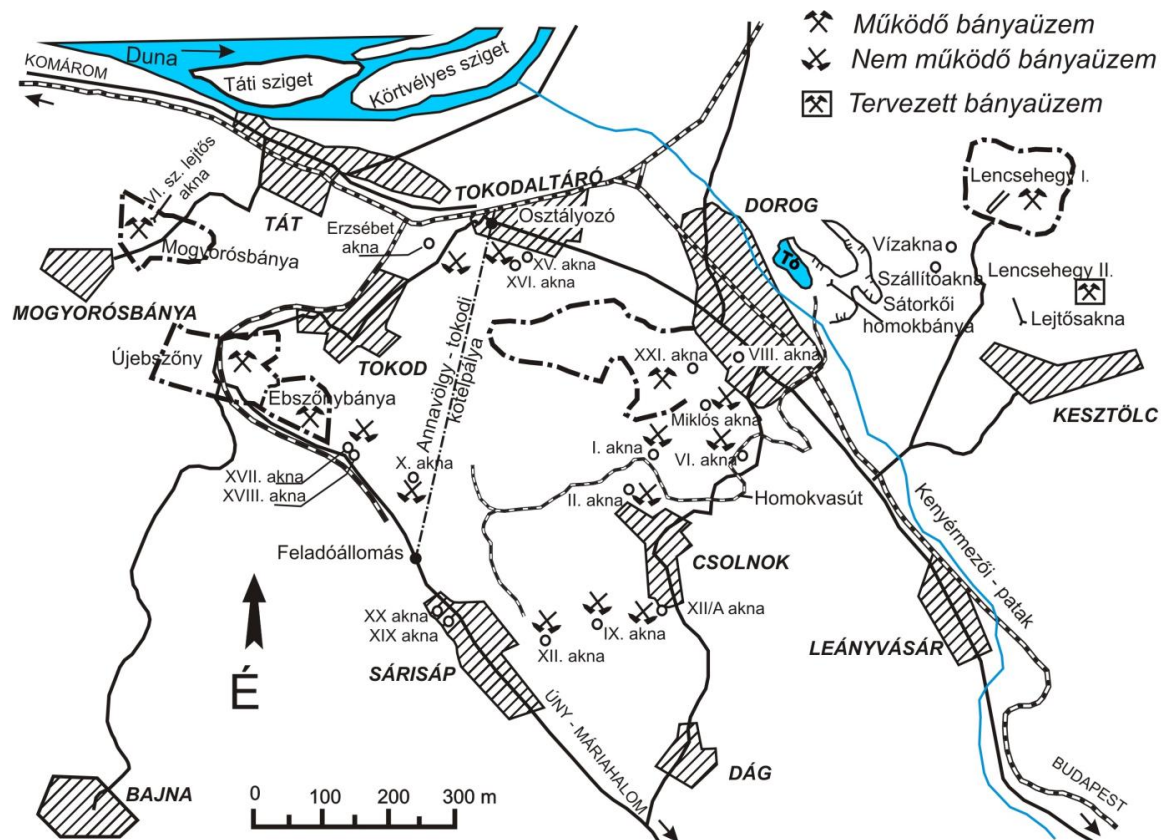
Medence Bányahely	Telep	Pad	Fűtőérték MJ/kg	Hamu- tartalom m/m%	Összkén- tartalom m/m%	A telep vastagsága m	Megjegyzés
Oroszlány- Bokod	II. vagy Fő	felső	18,8-23,0 ⁶	13 ¹	3,6 ¹	0,6-2,0 ⁶	fényes barnaköszén
		alsó felső r.	15,6-18,8 ⁶			0,4-0,7 ⁶	
		alsó alsó r.	10,0-14,6 ⁶	38 ¹	3,8 ¹	1,7-2,5 ⁶	égőpala
Pusztavám	Felső (I.)		átlag 18,6 ⁷			1,4-2,7 ⁷	
	Alsó (II.)		11,3-13,8 ⁷			2,2-3,1 ⁷	
	Legalsó (III.)		14,65 ⁴			0-max. 1,4 ⁴	nem műrevaló
Márkushegy	Felső (I.)		17,9-21,6 ⁵	14 ⁴	3,0-6,5 ²	1,8-2,2 ⁵	A telepek kéntartalma 1,71-5,98 %, átlag 3,53 % ³
	Fő (II.)		13,5-16,5 ⁵	27 ⁴	4,2-10,3 ²	1,4-4,0 ⁵	
	Kísérő (III.)		12,14 ⁴	32 ⁴		1,4-1,5 ⁴	agyagos köszén

3. táblázat A Kisgyón, Balinka környéki köszeneinek néhány paramétere [11¹, 32², 36³, 40⁴]

Medence Bányahely	Telep	Fűtőérték MJ/kg	Hamutart. m/m%	Összkén-t. m/m%	A telep vastagsága m	Megjegyzés
Kisgyón	I. vagy Fő	13,4 ⁴			átlag 2 ⁴	
	II.	11,7 ⁴			kb.1,5 ⁴	
	III.	14,65 ⁴			átlag 2,5 ⁴	
Balinka	I.	11,0-16,0 ²	25 ²	2,56-4,94 ¹ átlag 3,64	2,3-4,5 ²	
	II.	8,4-14,25 ⁴			átlag 0,8 ⁴	nem műrevaló
	III.	13,2 ⁴	22,3 ⁴		átlag 1,5 ⁴	
Balinka II.	I.	8,32-18,80 átlag 14,4 ³	13,5-44,6 átlag 25,2 ³		1,2-6,1 átlag 2,7 ³	fúrásokból

3. 8 A Dorog környéki kőszéntelepek

A Gerecse és a Pilis hegység között a Duna vonalától délre elhelyezkedő Dorogi-medence K–Ny-i irányban mintegy 20 km, É–D-i irányban 8-16 km kiterjedésű. A kb.130 km² produktív területen 1781 kezdődött a kőszénbányászat [6. ábra]. A kőszéntelepek és padok elkülönítése függ a közbetelepült meddő kőzetek, különféle márgák, illetve édesvízi mészkövek vastagságától, ezért a kőszén összetétel elég változatos kőzet összetételű. Az északi tektonikai egységben, Tokodaltáróban egy főtelepet (3-10 m) és egy kísérő telepet (3 m) tartottak nyilván. Más bányahelyeken 6-8 telepet is elkülönítettek. A számozás felülről lefelé történt a 0-s alatt három telep (I., II., III.) volt a legjobb minőségű. A középső és déli szerkezeti egységben általában a 3 telepes kifejlődés volt jellemző [40].



6. ábra. A dorogi bányaterületek áttekintő térképe [27] módosítva

A sok telep nem azt jelentette, hogy mindegyik műrevaló. A tokodi Erzsébet-aknában a 0-ás telep vastagsága 0,30-0,50 m között változott, mellette hét műrevaló telepet tartottak számon [16]. A lencsehegyi bányában négy telepet műveltek (4. táblázat)

4. táblázat A Dorogi-medence kőszeneinek néhány paramétere [11¹, 40²]

Medence Bányahely	Telep	Fűtőérték MJ/kg	Hamutart. m/m%	Összkén- tart. m/m%	A telep vastagsága m	Megjegyzés
Az egész Dorogi- medence		8,8-22,6 ²	7-50 ²	2,4-7,0 ²	2,0-12,0 ²	
Lencsehegy	I.	22,98 ²		3,89-16,81 átlag 6,33 ¹	2,3 ²	
	II.	22,65 ²			3,8-4,8 ²	
	III.	22,59 ²			3,8 ²	3 pados
	IV.	20,24 ²			4,5-5,5 ²	legalsó telep

A dorogi barnaköszén terület ÉK-i részén, a Lencsehegy kutatási területén végzett kutatófúrások anyagának vizsgálatakor ismertté vált, hogy az eocén és oligocén rétegekben lakkolit formájú vulkáni kőzet, elsősorban biotitdacit, kisebb mennyiségben gránátos biotitdacit fordul elő. A dacit kitörés legerősebben a lencsehegyi fáciesegységet érintette. [38, 39].

Az 1781-től a kisüzemi bányászkodás kezdetétől a Lencsehegy II. bánya bezárásáig, a dorogi köszén-medencében a több mint 200 éve folyó köszéntermelése, befejeződött. A Dorogi Szénbányának a felszámolása 2003. január 6-án lezárult, a vállalatot a cégnyilvántartásból törölték [34].

4. Az eocén köszén bányaművelést fenyegető veszélyek és katasztrófák

A térség köszénbányászatát, területileg némileg változóan, az omlás-, tűzveszély, sújtólég-, szénpor-robbanás, valamint vízveszély hátráltatta. Valamennyi termelő üzem területén a szilikózis, mint foglalkozási ártalom jelen volt. Alább a legsúlyosabb bányakatasztrófák kerülnek felsorolásra.

4.1 Omlás

1962. május 12-én a tatabányai XV/a akna K-i bányamezőjében frontfejtési omlasztási munkák végzése során hét vājár vesztette életét [5].

A Dorogi-medence bányáinak kőzetviszonyai kedvezőtlenek voltak. Viszonylag gyakran történtek a kőzethullásból eredő kisebb balesetek, de számos halálesetet okozott a szakszerűtlenül elvégzett biztosítás is. Omlásból eredő tömegkatasztrófa volt 1980. május 9-én a Lencsehegy I. bányamező +67-es szintjén, amikor az acéltámas frontfejtés részleges összeomlása hat bányász életét követelte [34].

4.2 Tűz

A közismerten vízveszélyes dorogi bányászat másik legnagyobb gondja a tűzveszély elhárítása volt. Az első feljegyzett bányatűz a Dorogi-medencében 1854-ben Ótokodon történt. 1893-ban 20, 1896-ban 3 bányász lelte halálát bányatűz miatt az ótokodi Vilmos-aknában. Az 1893-ban bekövetkezett annavölgyi bányatűz 3 ember életét követelte. 1947. január 20-án az Annavölgy X-es akna Zsigmondy-mező vágatában keletkezett tűz következtében 31 bányász vesztette életét [55].

A tatabányai köszénmedence telepei öngyulladásra erősen hajlamosak. Az 1935. VII. 14-én délelőtt a IX. aknában bekövetkezett tűz is a köszén öngyulladásából keletkezett. A tűz áterjedt a főkihúzó légvágat faácsolataira. és nagysága akkora volt, hogy a vasszerkezetű aknatorony a nagy hőtől meglágyult és össze-rogyott. Az eset 4 halálos áldozatot is követelt.

Hasonló jellegű és nagyméretű bányatűz történt 1959. november 15-én éjjel a X. sz. aknában, ahol azonban a kihúzó légaknának vízzel való locsoló-elárasztásával a tornyot sikerült megmenteni és biztonsági intézkedések révén az emberáldozatot elkerülni [3].

4.3 Sújtólég- és szénporrobbanás

Ismeretes, hogy a szénképződési folyamat során metán is keletkezik, és ennek egy része magában a köszénben tárolódik. A tárolt/kötött metán részben spontán szabadul fel, más esetben a kigázoltatáshoz serkentés, stimuláció szükséges. Ezt az indító folyamatot idézzük elő, amikor kőszén bányászunk. A bányatérsekbe beáramló metán a levegővel keveredve 5-15 %-os koncentráció esetén robbanóképes elegyet, sújtóléget alkotva, az egyik veszélyforrása a mélyművelésű köszénbányáknak. Az eocén bányák általában I. osztályú ($\leq 5 \text{ m}^3$ metán/tonna nyers szén) sújtólég besorolásúak voltak. Néhány közülük (a Dorog közeli sárisápi XIX. akna, a tokodi Erzsébet-akna, csolnoki X., XII. akna, valamint a Tatabánya környéki VII/a., XII., XII/a., XV., XV/a. aknák) II. osztályú (5 m^3 /tonna nyers szén mennyiséget meghaladja, de legfeljebb 15 m^3 metán/tonna nyers szén) minősítést kapott. A termelő egységek között a sújtólégrobbanás szempontjából igen nagy eltérések voltak. Balinkán nem történt robbanás, de a metán jelenlétét észlelték az öregési műveletekben [12].

Ugyanakkor a Dorogi-medencében 1871. április 1-én a tokodi Gusztáv-aknában 18 fő, 1942. július 31-én a tokodi Erzsébet-aknában 51 bányász lelte halálát sújtólégrobbanás következtében [34].

A Tatabányai-medencében szinte a bányászat kezdetétől jelen volt a metán, melyet az akkori szokások szerint a műszak elején elégetéssel semmisítették meg. 1899-ben a II. sz. akna egy elővájásában hat halálos áldozatot követelő sújtólégrobbanás következett be [3].

1963. december 4-én, a tatabányai XV/a aknán, az éjjeli műszak megkezdésekor sújtólégrobbanás történt, 26 bányász halálát okozva, majd ugyan itt 1965. december 8-án az újabb sújtólégrobbanásban 3 ember vesztette életét [5].

A Tatabányai Szénbányák Keleti II. sz. bányüzem XII/a aknaüzemének Síkvölgy II. elnevezésű bányamezejében 1978. február 16-án a sújtólégrobbanás következtében, 26 dolgozó meghalt, 22 dolgozó megsérült [44].

1983. június 22-én hajnalban a Márkushegyi Bányászati Üzem 109/6 sz. elővájási munkahelyén, a főszellőztető tartós állása után történt robbantási munka hatására keletkezett sújtólégrobbanás következtében, 33 magyar és 4 lengyel bányász vesztette életét [25].

Sajnálatos tapasztalat, hogy az esetek egy részében a sújtólégrobbanást szénporrobbanás kíséri. Az első öt éves terv nyitó évében, 1950. december 30-án következett be a magyar bányásztörténet legnagyobb bányaszerencsétlensége. A tatabányai XII-es akna nyugati mezejében (a keleti tektonikus egységben), nagy területre kiterjedő sújtólég- és szénporrobbanás történt. A 81 halálos áldozat tragédiájára emlékezünk minden évben december végén a tatabányai Bányászok Emléknapján [5].

Az 1988. december 4-i Dorogi-medence lencsehegyi bánya-robbanása a magyarországi szénbányászat egyik utolsó nagy balesete volt. A nem engedélyezett provokációs robbantást követő szénporrobbanásban 11 bányász halt meg [9].

4.4 Vízveszély

Néhány kivételtől eltekintve az eocén kőszéntelepek a karsztvízszint alatt helyezkedtek el, egyetemen a nagygyházi és mányi bauxit rétegekkel, valamint a környék többi bauxitbányáival. A fekvővíz (karsztvíz, triászvíz) betörések gyakran hátráltatták a bányászatot. Ezért a mélyművelésű bányák termelésének zavartalanításához, a hidrológiai viszonyok megismerése, alapvető fontosságú volt.

Szádeczky-Kardoss munkáiból vált ismertté, hogy a karsztvíz az egész Dunántúli-középhegységben egyetlen összefüggő rendszert alkot [49, 50].

A karsztvíznek abszolút értelemben nincs nyugalmi szintje, csak a gyakorlati élet szemszögéből nézve beszélhetünk ilyenről, de ekkor is csak hozzávetőlegesen, mert szintje főképpen a vízutánpótlás és a megcsapolás (vízkiemelés) hatására változik. A csapadékból a föld mélyébe szivárgó vizek igen változatos útját csak a lehető legritkább esetben követhetjük és akkor is csak igen rövid szakaszon, így egy biztosnak nevezhető földalatti állapot elképzelésében elméletekre vagyunk kényszerítve. A szivattyúzás megszűnése esetén a víztükör rövid idő alatt ismét eredeti szintjére emelkedik. Karsztvíz-diagrammon ez az emelkedés meredek, szivattyúzás hatására a süllyedés minden egyes esetben laposabb parabolikus pályát követ [26].

Karsztrendszereken végzett vizsgálatok szerint az egyedi fúrásokból kapott értékek a vetőktől kissé távolabbi térrészben csak a térbeli résrendszert jellemzik, és semmi esetre sem alkalmasak bányamezők jellemzésére. Ez a megállapítás Nagygyháza, Mátyás, Csordakút térségében sajnálatos módon bebizonyosodott, mert az egyedi fúrásokból számított transzmisszibilitás értékeket a bányászok annyira nem igazolták, hogy a bányabeli vízbetörések alapján számított értékek egy nagyságrenddel nagyobbak bizonyultak [1].

Annak eredményeképpen, hogy a bányászat csak intenzív víztelenítéssel működhetett, az 1980-as évekre a szén- és bauxitbányászati víztermelés során a Dunántúli-középhegység karsztrendszerében, a régió teljes területén legalább 30 m-t csökkent a karsztvíz szintje. Jelentkeztek a környezeti károk, kiapadtak a karsztlápok, az összes karsztforrás az eocén bányászat területén, a Móri-árokotól É-ra eső térségben kiapadtak a langyos források (esztergomi, sárisápi, tatai), csökkent a budai langyos források nyomásszintje.

A térség vízháztartási egyensúlyának biztosítására, a vízhasználati és bányászati céllal emelhető karsztvíz mennyiségét 230 m³/perc értékben rögzítették 1987-ig. 1988. I. felében 190 m³/perc értékre, ill. 1991. után 160 m³/perc értékre csökkentették, ezen belül a bányászatnak 26 m³/perc jutott. [1].

A bányászati vízkiemelés limitjének csökkentésével lényegében leállították a karsztvízszint alatti bányászatot, hiszen Csordakúton a K-i bányamezőben a rendszeres csapolási tevékenység következtében a bánya vízemelése 1986-ban 42 m³/perc volt. A Mátyási bányában a csapolt és a fakadó vizek együttes mennyisége az 1985. évi 13,5 m³/percről 1987-re 39,5 m³/percre emelkedett [2]. A Nagygyházi Bányában 1987-ben az emelt víz mennyisége összességében kb. 105 m³/perc volt [5]. Lencsehegyen a sorozatos vízbetörések hatására 1991 végén a bánya vízemelése meghaladta a 40 m³/perc értéket [10].

A Dorog-vidéki bányákban a legnagyobb gondot a karsztosodott alaphegységből származó vízbetörések leküzdése okozta. Az annavölgyi Vilmos-akna volt a karsztvíz-betörés első áldozata, amely 1875-ben fulladt el a 20 m³/perc hozamú vízbetörés következtében. Ezt követően az 1800-as években még további 8 akna elfulladását jegyezték fel. A folyamat a XX. században is folytatódott. A tokodi XV. akna 1968 decemberében, a tokodi Erzsébet-akna és a XVII. akna 1971-ben fulladt el. A bányákból kiemelt

vízmenyiség éves átlaga 1967-ben érte el a csúcspontot, amikor is 230 m-es átlagos geodetikus emelési magassághoz 137,6 m³/perc vízemelés tartozott [27].

A Dorogi-medencében mintegy 700 nyilvántartott vízbetörése közül egyetlen olyan sem ismeretes, amely közvetlenül emberéletet követelt volna. Bányászati szempontból kisebb jelentőségű a középső eocén széntelepeket kísérő, helyenként vízdús homokos összletből (ún. úszóhomokból) fakadó víz, ami megfelelő technológiával lecsapolható volt [34].

Az Oroszlányi-medence hidrogeológiai viszonyai mind a karsztvizek, mind a rétegvizek szempontjából kedvezőek. A triász és kréta korú fő-karsztvíztároló is csak gyengén karsztosodott és a művelt telepek, valamint a fő-karsztvíztároló között nem ritka a több száz métert meghaladó vastagságú a vízzáró réteg. Ez alól csak az északi terület a kivétel [33]. Sajnálatos módon a XVIII. Bányáüzemben 1956. április 2-án tragikus vízbetörés következett be. A III. alapközlelei öreg műveletekben összegyűlt, kb. 5-6000 m³ víz egy kamrapillér fejtésben, vető menti kőzetmozgás következtében lecsapolódott. A vízbetörésben hét bányász életét vesztette, többen 72 órán át lent rekedtek a mentés megérkezéséig [25].

A 5. táblázat a régió többi medencéjében történt vízbetörésekről ad tájékoztatást.

5. táblázat Vízbetörések száma és nagysága Tatabánya környéki medencékben [3]

Medence	Időszak	10m ³ /perc alatti db	10m ³ /perc feletti vízbetörések
Tatabánya	1929-1979	49	7 db 10-20 m ³ , 2 db 20-25 m ³ , 1db 63m ³
Nagyegyháza	1981-1989	25	1 db 27 m ³ , 1 db 39 m ³
Csordakút	1975-1986	23	1 db 20 m ³
Mány	1981-1988	8	1 db 10,8 m ³ , 1db 14 m ³
Mány I/a	1989-1993	3	

Balinkán két nagy vízbetörés történt. 1952. december 23-án Balinka aknában a kréta karsztvíz-betörés 20 m³/perc hozammal elfulladásztotta a bányát. 1964. május 1-én a keleti mező 50. sz. fejtésében történt triász karsztvíz-betörés 36 m³/perc hozammal. Az elsőt sikerült termelésbe állítani, az utóbbinál a mező feladásáról döntöttek [43].

Dudaron a bányászkodást mind a kréta, mind a triász karsztvíz fenyegette. A kisebb kréta vízbetörések mellett történt, egy nagy, 1961. október 15-én az Iker-akna É-i mezőjében. A 30 m³/perc triász vízbetörés következtében a mező víz alá került. Az É-i mezőben a termelés – a sikeres vízelzárási és víztelenítési munkák után – 1964-ben indult újra [21].

A köszénbányászatot akadályozó vízbetöréseknek lett egy pozitív hatása, nevezetesen az, hogy a kiemelt bányavízet bekapcsolták a vízgazdálkodásba és a regionális vízművekbe. A XIV/A és XV/C vízaknák vize mind máig segíti Tatabánya és a környék településeinek ellátását. A víztermelés ugyanis a köszéntermelés megszűnte után is folytatódhatott [30].

Irodalmi hivatkozások

- [1] Alföldi L., Kapolyi L. (szerk.) 2007: *Bányászati karsztvízszint-süllyesztés a Dunántúli-középhegységben. Rekviem a Dunántúli-középhegység karsztvízszint alatti bányászkodásáért*. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest.
- [2] Babinszki E. et al. (szerk.) 2023: *Magyarország litosztratiográfiai egységeinek leírása II. Kainozoos képződmények*. Kiadja a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Budapest.
- [3] Bajkó A. et al. 1994: *A tatabányai szénbányászat története 1894-1994*. Tatabányai Bányák Vállalat Alfadat-Press Nyomdaipari Kft, Tatabánya.
- [4] Báldiné-Beke M. 2003: *A dunántúli eocén köszénösszletek fedőképződményeinek rétegtana és paleoökológiája nannoplankton alapján*. Földtani Közlöny, **133/3**, 325-343, Budapest.
- [5] Balogh Cs. 2019: *A tatabányai szénbányászat 1946-2004. Az államosítástól az „eocén program” végéig*. BKL. Bányászat, Kőolaj és Földgáz, **152/2-3**, 44-49, Budapest.
- [6] Bechtel A. et al. 2007: *The middle Eocene Márkushegy subbituminous coal (Hungary): Paleoenvironmental implications from petrographical and geochemical studies*. International Journal of Coal Geology **72/1**, 33-52.
- [7] Chen-Lin Chou 2012: *Sulfur in coals: A review of geochemistry and origins*. International Journal of Coal Geology, **100**, 1-13.
- [8] Csics Gy. 1987: *A tatabányai szénmedence bányáüzemei 1896-1987*. Kiadja: Az OMBK Tatabányai Csoportja és a Komárom megyei Munkásmozgalmi és Ipartörténeti Múzeum. Tatabánya.
- [9] Csuha J. 2015: *A dorogi szénbányászat történetének áttekintése*. BKL–Bányászat, **148/1**, 24-27, Budapest.
- [10] Fehér E. 1998: *A Lencsehegyi Szénbánya Kft. jelene és jövője*. BKL–Bányászat, **131/5**, 455-461 Budapest.
- [11] Fejér L., Oswald Gy., Széles L. 1989: *A magyarországi köszének kéntartalom-felmérésének módszere és eredménye*. Központi Földtani Hivatal, Budapest.

- [12] Fodor B. 2006: *Magyarország szénhezkötött metánvagyona*. Földtani Közlöny **136/4**, 573-590, Budapest.
- [13] Gerber P. et al. (szerk..) 1975: *Bemutatjuk a Tatabányai Szénbányákat*. BKL–Bányászat, **108/6**, 355-369, Budapest.
- [14] Gerber P. 1978: *A Tatabánya–Nagyegyháza–Mány terület földtan-teleptani viszonyai*. Földtani Közlöny, **108/1**, 18-28, Budapest.
- [15] Gerber P. 1987: *Vértessomló környékének földtana a barnaköszén-kutatások tükrében*. Földtani kutatás, **30/4**, 45-54, Budapest.
- [16] Gidai L. 1972: *A dorogi terület eocénje*. Magyar Állami Földtani Intézet évkönyve **55/1**, 7-100, Budapest.
- [17] Gidai L. 1986: *A Vértessomló–Majkpuszta–Oroszlány környéki oligocén barnaköszéntelepek kutatásának lehetőségei*. BKL–Bányászat **119/2**, 90-98, Budapest.
- [18] Gondozó Gy., Reményi V. 1988: *50 éves az oroszlányi szénbányászat*. Földtani kutatás, **31/1**, 69-74, Budapest.
- [19] Gyalog L. (szerk.) 2005: *Magyarázó Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása), 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- [20] Györfi G. 2015: *Márkushegy előtt*. BKL–Bányászat **148/5**, 4-6, Budapest.
- [21] Jármái E. 1986: *Negyvenéves a dudari szénbányászat*. BKL – Bányászat **119/7**, 476-489, Budapest.
- [22] JUHÁSZ Á. 1983: *Évmilliók emlékei. Magyarország földtörténete és ásvány kincsei*. Gondolat Könyvkiadó, 190-197, Budapest.
- [23] Hantken M. 1878: *A magyar korona országainak széntelepei és szénbányászata*. Légrádi Testvérek 187-188, Budapest.
- [24] Hámor-Vidó M., Hámor T. 2007: *Sulphur and carbon isotopic composition of power supply coals in the Pannonian Basin, Hungary*. International Journal of Coal Geology, **71/4**, 425-447.
- [25] Kardics I. 2014: *Oroszlány, a 60 éves bányaváros és az oroszlányi szénbányászat rövid története*. Montázs Press Kft. Oroszlány.
- [26] Kassai F. 1948: *Paleogén szénbányászatunk, a karsztvíz és a védekezés módjai*. Hidrológiai Közlöny, **48/1-4**, 4-48, Budapest.
- [27] Kmety I., Szenczi Gy. (szerk) 1975: *Bemutatjuk a Dorogi Szénbányákat*. BKL–Bányászat, **108/12**, 792-800, Budapest.
- [28] Kopek G. 1980: *A Bakony hegység ÉK-i részének eocénje*. MÁFI évkönyve **63/1**, 5-131, Budapest.
- [29] Kovatsits M.-né, Wolf Gy. (1980): *A hazai kereskedelmi széntermékek minőségi katasztere*. Központi Bányászati Fejlesztési Intézet és Magyar Szénbányászati Tröszt kiadványa, Budapest-Tatabánya.
- [30] Kovács G. 2022: *Víztermelő bányaüzemek szerepe Tatabánya vízellátásában, különös tekintettel az 1964–1974 közötti időszakra*. In: B. Stenge Cs. (szerk.): Tanulmányok Tatabánya történetéből III. Alfadat-Press Nyomdaipari Kft., 49-72, Tatabánya.
- [31] Laczó I. 1982: *Magyarországi vitrinitreflexió adatok földtani értékelése*. MÁFI évi jel. 1980-ról, 417-437, Budapest.
- [32] Markó L. 1998: *Balinkabánya földtani és vízföldtani viszonyai, szénvagyona*. BKL–Bányászat **131/1**, 25-30, Budapest.
- [33] Martényi Á., Barabás M., Vadász E. 2004: *Volt egyszer egy... Oroszlányi Szénbányák*. BKL–Bányászat **137/2-3**, 2-7, Budapest.
- [34] Martényi Á., Sziklai E., Vadász E. 2004: *Volt egyszer egy ... Dorogi Szénbányák*. BKL–Bányászat **137/1**, 13-17, Budapest.
- [35] Martényi Á., Szűts H. 2008: *Volt egyszer egy... Veszprémi Szénbányák*. BKL–Bányászat **141/5**. 15-21, Budapest.
- [36] Matyi-Szabó F. 1965: *A Balinka-Pusztavám közötti reménybéli barnaszén-terület vizsgálata*. Bányászati lapok, **98/9**, 604-610, Budapest.
- [37] Matyi-Szabó F. 1967: *Eocén korú reménybéli barnaköszén területek az Északi Bakonyban és a Vértessomló környékén*. BKL–Bányászat, **100/4**, 243-252, Budapest.
- [38] Muntyán I., Muntyánné Békési M. 1971: *A lencsehegyi dácitelfordulás földtani jellege és kora*. Földtani kutatás, **14/3**, 8-14, Budapest.
- [39] Nagy G., Szabó N. 1967: *Az Esztergom-lencsehegyi eocén barnaköszén-kutatás*. Földtani kutatás, **10/1**, 7-11, Budapest.
- [40] Némédi Varga Z. 2010: *Köszénföldtan*. Bíbor Kiadó, 100-136 Miskolc.
- [41] Öveges I. 2015: *A Márkushegyi Bányaüzem földtani környezete*. BKL–Bányászat **148/5**, 17-18, Budapest.
- [42] Pápay L. 1996: *Néhány hazai olajpala oldható szerves anyagának jellemzése, olajpaláink és barnaköszéneink kémjegyzéke*. PhD értekezés. JATE Ásványtani, Geokémiai és Közöttani Tanszék, Szeged.
- [43] Pera F. 1998: *A kisgyón-balinkai szénbányászat története*. BKL–Bányászat, **131/1**, 9-13, Budapest.
- [44] Petricsek J. 2023: *A Tatabánya XII/a bányában 1978. február 16-án bekövetkezett sújtólégrobbanás tudományos igényű ismertetése*. Bányászati és Kohászat Lapok, **156/1**, 24-31, Budapest.
- [45] Sóki I. 1973: *Nagyegyháza, Csordakút, Mány-környéki bauxit előfordulások*. BKL–Bányászat, **106/2**, 119-124, Budapest.
- [46] Sóki I., 2005: *Több mint három évtized a tatabányai köszénmedence szolgálatában*. In: Horn J. (szerk.) Főgeológusok visszaemlékezései. Bányász Kultúráért Alapítvány, Innova-Print Kft., 157-187, Budapest.

- [47] Sóki Imre 2021: *A Tatai-medence és környéke földtani kutatásainak története (1740-2004)*. Tatabányai Bányász Hagyományokért Alapítvány, Alfadat-Press Kft, Tatabánya.
- [48] Szabó L. 1994: *Nem csak az ipar kenyere... A 100 éves tatabányai szénbányászat krónikája*. Tatabányai Bányász Hagyományokért Alapítvány, Tatabánya.
- [49] Szádeczky-Kardoss E. 1941: *A Dunántúli középhegység karsztvizének néhány problémájáról*. Hidrológiai Közlöny **21/1-6**, 67-92, Budapest. Vízükör adatok
- [50] Szádeczky-Kardoss E. 1948: *A Dunántúli Középhegység karsztvíz térképe*. Hidrológiai Közlöny, **48/1-4**, 2-3, Budapest.
- [51] Szádeczky-Kardoss E. 1952: *Szénkőzetan*, Akadémiai Kiadó, 33-35, Budapest.
- [52] Széles L. 2005: *Közel 40 év az Oroszlányi-köszénmedence, majd a magyar kőszénbányászat szolgálatában*. In: Horn J. (szerk.) *Főgeológusok visszaemlékezései*. Bányász Kultúráért Alapítvány, Innova-Print Kft., 209-227, Budapest.
- [53] Szentiványi F. 1964: *Az oroszlányi barnaszén medence bányaföldtani és hidrológiai viszonyai*. Bányászati lapok, **97/4**, 236-245, Budapest.
- [54] Szili J. 1979: *A Pusztavámi szénbányászat történeti áttekintése*. BKL. Bányászat **112/7**, 484-494, Budapest.
- [55] Tóth T. 1981: *Szénbányászat a dorogi medencében 1781-1981*. Révai Nyomda 75-81, Budapest.
- [56] UN. ECE. 2002: *Low rank coal utilization international codification system*. + In French, Russian. Economic Commission for Europe. United Nations, New York and Geneva, (Document/ ECE/ENERGY/50), 64 p.
- [57] Végh S-né 1977: *A Nagyegyháza-Csordakút-Mányi medencék kőszénfekvő képződményei*. Földtani kutatás, **XX/4**, 5-8, Budapest.
- [58] Vitális I. 1948: *A Nagyegyháza-Mesterberek-Csordakút puszta területe alatt felkutatott paleogén fényes barnaszén*. Bányászati és kohászati lapok, **81/2**, 33-39, 66-75, 97-108, Budapest.