

# Változó természet, megújuló erőforrások, szénhidrogén képződés a földkéreg (litoszféra) alatt

VERBÓCI JÓZSEF okl. geofizikus mérnök, okl. bányamérnök



*Rövid dolgozatomban arra szeretnék rávilágítani, hogy a szubdukcióval mélybejutó üledékes rétegek biogén tartalma – algák, egyéb elhalt állatok, növények, mikroorganizmusok – az agyagrétegekből felszabaduló és egyéb módon lejutó víztartalom bázisán a mélységben lejároló fizikai-kémiai reakciók biztosíthatják a szénhidrogének folyamatos képződését. A nagy mélységben képződött szénhidrogének felszínre, illetve geológiai és termodinamikai csapdákig való áramlását – a viszkozus köpeny kéreg alatti áramlásain és a közegen belüli térfogatsúly-különbségen alapulva – elsősorban a csillagászati erőforrás – a keringtető szivattyú szerepét betöltő, a Hold-Nap-Föld keringési viszonyaiból fakadó – úgynevezett szilárd és fluid árapály jelenség ingyenesen szolgáltatja immár földtörténeti idők óta. Újra felfedezett „konceptióm” a biogén eredet egy megközelítése.*

## Inspirációk

Szűkebb régióm, Baranya megye természeti kincsekben és ezen belül is ásványok és kőzetek sokaságában kiemelkedően gazdag. Van karbon korú antracitunk, perm korú uránunk, alsójura fekete szenünk, miocén korú lignitünk, tőzegünk, miocén olajpala indikációknak, triász-jura bauxitunk, riolitufánk, vulkanikus kőzeteink (andezit, fonolit, riolit tufa), különböző korú mészköveink, építési homokjaink, agyagjaink, hatalmas termásvíz kincsünk és immár olajunk és földgázunk is, félreértés ne legyen, mindez a megyénkben. Célszerűnek látom a mai földtani állapot „visszafejtését” az egyes kincsek eredetéig, bemutatva, hogy a földtörténet során az egyes ásványok-kőzetek mely földtörténeti korban, milyen ösföldrajzi környezetben keletkeztek, mely szélességi és hosszúsági fokok környezetében, mennyiben érintettek a képződmények a lemeztektonikai mozgásokban, az ösföldrajzi változásokban. Mindezt azért, hogy a mai litoszféránk összeállítását magyarázni tudjuk a megye és környezete nagyközönsége, de – megkockázatom – a föld és bányászati tudománnyal érintkező helyi szakértők számára is. Országos szinten ez már megfogalmazódott, és tettek is követték, ennek igen értékes megjelenése a 95 jeles magyar szakértő és segítők által Karátson Dávid (ELTE Természetföldrajzi Tanszék) főszerkesztésével készült 11 kötetből álló, 585 oldalas „Magyarország Földje – Kitekintéssel Kárpát-medence egészére” című 1997-ben elkészült remekmű. A mű hatalmas kiterjedésű, de amikor csak a környezetemet akartam a benne foglaltak alapján is összefoglalni, rájöttem, hogy ez lehetetlen. Lehetetlen ezt a földtani szempontból esodálatos országot egy tanulmányban minden oldalúan és minden részletre és régiókra lebontva bemutatni egyetlen összefoglaló műben, másrészt olvasva az alapművet megyei patriotaként – és igaz laikusként – hiányérzetem támadt a magyarázatok vonatkozásában egyes keletkezési kérdésekben.

Irodalmi előtanulmányaim során a szénhidrogének genezise témában kétségem támadt az uralkodó nézet

kizárólagossága vonatkozásában, elsősorban hazai szerzők, így Szatmári Péter [1], Hédervári Péter [2] és Szádeczky-Kardoss Elemér [2] inspirációinak hatására.

A szénhidrogén-keletkezés uralkodó nézete közismert, minek lényege, hogy a természetben található kőolaj és földgáz az őskori növényi és állati szervezetek tengeri-tavi környezeti körülmények közötti bomlási folyamataiban keletkezett. Ez a hagyományos és elfogadottabb ún. *biogén* megközelítés. Mások nem szerves eredetűnek tartották és tartják, amit összefoglalóan *abiogén* fogalommal illetnek.

A szénhidrogénipar „vezetőit” a geneziselméletek különbözősége jelenleg nem igazán zavarja, vagy nem adják ennek jelét. A gáz- és olajvagyon felkutatására, monopolhelyzetük védelmére, kitermelési technológiára helyezik szinte kizárólagosan a hangsúlyt. Kitüntető, hogy hazánkban a MOL (Magyar Olaj- és Gázipari Rt.) a mezők keletkezési folyamatának időbelisége és elkülönülése tisztázását fontosnak tartja, többek között a telepek azonosítása érdekében, mint ahogy olvashatjuk *Koncz István* BKL Kőolaj és Földgáz szakfolyóiratban megjelent cikkeiben [3].

A máig uralkodó két geneziselméleti modellről eltérő „hipotézisem” érlelődésében a végső lökést számomra a *Horn János* olajmérnök által szerkesztett, a hazai jeles kutatók életpályáit bemutató könyvsorozata egyik szerzőjének eszmefuttatása adta. Szatmári Péter „Életutam a geológiában” című írásának a braziliai kőolajkutatói munkálataiban való részvételét ismertető részében [1] fejtegeti, hogy a kőolajképződés jelentős jelzést jelent az olajtelepek „közelségére”, majd ezt követően foglalkozott beszámolójában a biogén/abiogén szénhidrogén-képződés kérdéskörével. (Ezzel kapcsolatban előadást is tartott 2005-ben Calgary-ban a „Biogén és/vagy abiogén” című konferencián.) Kifejtette, hogy a kőolaj nagy nikkel- és vanádiumkoncentrációja (10 ppm) miatt elképzelhetetlen, hogy „ezek az elemek felhalmozódhattak diagenetikusan az élő anyagban, amiből a kőolaj képződik”. Tanulmányozta a mesterséges szénceppfolyósítás „Fischer-Tropsch” eljárását. Már csupán a felvetései elemi ins-

pirációkat jelentettek számomra. Végül is az volt írásának a konklúziója, hogy a kőolaj-felhalmozódás „a nem élő anyag által kontrollált folyamatokkal egyszerűbben magyarázható”. A másik inspiráló tanulmányomban Hédervári Péter „Születő Óceánok – Haldokló tengerek – A földtudományok forradalma” című könyvében [2] a szerző egységbe foglalta bolygónk egész fejlődésmenetét a leíraskori legmodernebb ismereteket felhasználva. Így a kéreg alatti mélyáramlások, kontinensvándorlások, azaz a lemeztektonika kérdéskörét érintve olyan fontos részterületeket, mint a paleoklimatizáció, paleomágneses vizsgálatok, pólusvándorlások, tágulási folyamatok, éghajlati vizsgálatok, a tehetetlenségi nyomtér szerepe, szeizmicitás, tektonikus fluxus eloszlás, nagy, közepes és kisebb törések rendszerezése, szubdukció, gőzpárna modell fogalmakat. E helyütt a szubdukció és a gőzpárna modell kategóriák lényegét érinteném, mivel a két kategória „modellem” fontos pillére.

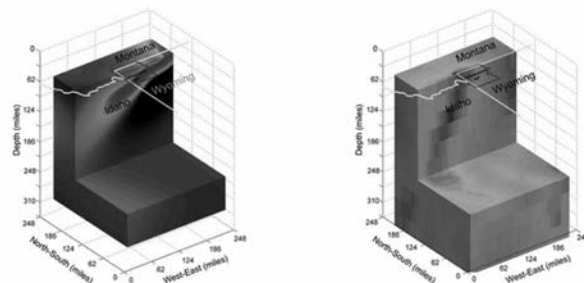
### Szubdukció, gőzpárna modell, a bizonyíthatóság kérdése

A szubdukció (alábukás) fogalma: „Földszerkezeti változás, melynek során az óceáni kőzetlemez a rajta levő üledékek egy részével ferde sík mentén egy másik kőzetlemez alá süllyed”. A litoszféra a Föld külső, a kéregből és a felső földköpeny merev szilárd részéből álló kőzetburok, amely a köpeny asztenoszféra nevű képlékeny részén úszik.

A litoszféra táblák felismerését, az óceánaljzat szét-sodródását, valamint a táblák ütközése elméletének megalapozását a földrengések műszeres megfigyelésének tömeges elterjedése, hálózatba szervezése, mindezekkel egyidejű felszíni jelenségek feltárása, és vulkanológiai megfigyelések alapozták meg. Az együttes értékelés eredményezte az 1970-es években az értékálló fogalomalkotást. A mai Föld törésvonalainak nyomvonalai többé-kevésbé közzismertek, összes hosszuk bizonyára meghaladhatja akár a Föld területének többszörösét is. (A múltbeli és ma is élő törésvonalak hossza szerény véleményem szerint ma még megbecsülhetetlen.)

Hédervári leginkább ismeretterjesztő szakkönyve ismerteti többek között, hogy Szádeczky-Kardoss szerint a szubdukcióval mélybe jutó litoszféra agyagos rétegeiből nagy hőmérsékleten és nyomáson kristályvíz szabadul fel. Véleménye szerint a „víztelenedés már 40 km mélységben elkezdődik és erőteljesen zajlik 160 km-ig. A legszámottevőbb víztelenedés régiójában 5-600 °C közötti, esetleg valamelyest még nagyobb hőmérséklet uralkodik. Az agyagásványokból származó gőz mennyisége és nyomása is jelentős, és ahogy a fedőréteg (litoszféra) alatt felhalmozódik, a gőzcentrum úgy viselkedik, mint valamiféle *kenőanyag*”. Ez Szádeczky-Kardoss szerint az ún. *gőzpárna modell*. Több szakértő vallja vagy véli még Szádeczky-kívül, hogy a szubdukciós mélységben rengeteg H<sub>2</sub>O van.

Konkréten hivatkozom a [www.origo.hu/hirmondo/tudomany](http://www.origo.hu/hirmondo/tudomany) webes tájékoztatóra [4], miszerint: „A Yellowstone alatti magma-feláramlási terület kiterjedését korábban szeizmikus vizsgálatokkal, azaz a földrengéshullámok sebességváltozásai alapján térképezték fel, a Föld belső struktúrára ugyanis a földrengéshullámok terjedése alapján lehet következtetni. A rengéshullámok terjedési sebességét befolyásolja, hogy milyen sűrű közegen haladnak át. Korábbi, 2009-ben készített felvételek forró kőzetolvadékok 'oszlopát' mutatták ki, ami a Yellowstone-parktól ereszkedik lefelé, 60 fokos szögben, mintegy 240 kilométerre nyúlva nyugat-északnyugati irányban (Montana és Idaho állam határáig), minimum 660 kilométeres mélységig (lehet akár mélyebb is, a szeizmikus módszer azonban csak e mélységig 'lát le' a mélybe). Egy új vizsgálat során, mely az elektromos vezetőképességen alapult (úgynevezett magnetotellurika módszere) kimutatták, hogy a megdőlt tornádó alakú magmatározó sokkal finomabban, mintegy 40 fokban ereszkedik, és valószínűleg 640 kilométer távolságra nyúlik nyugat felé. A módszer azonban csak 320 kilométerre lát a felszín alá, így a mélységi adatokban nincs új eredmény. A két kép hasonló struktúrát mutat, az eltérő méretek abból fakadhatnak, hogy kissé eltérő metodikákkal készítették felvételt. Míg a szeizmikus képek a rengéshullámokat lelassító, olvadt vagy részlegesen olvadt kőzeteket emelik ki, addig a geoelektromos módszer az elektromos áramot vezető, sós folyadéokra érzékeny.” A kutatók eredményeikről a *Geophysical Research Letters* folyóiratban számoltak be (1. ábra).



1. ábra: A magmakamra kiterjedése (*Geophysical Research Letters*)

Robert B. Smith geofizikus, a kutatás egyik vezetője szerint a különbség azt bizonyítja, hogy több folyadék van a mélyben, mint eddig gondolták. Az enyhébb dőlésszög pedig arra utalhat, hogy a szeizmikusan feltérképezett területet egy részben olvadt kőzetekből, részben forró, sós folyadékból álló burok veszi körül.

A soproni MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet által végzett magnetotellurikus mérések a litoszféra alatti mélységet megcélozva, szintén kimutatták a jó vezetőképességű tartományt. Amint összefoglalójukban is rámutatnak (*Ádám A, Szarka L, Novák A, Wesztergom V.*) [20], a magnetotellurikus anomáliák egyik oka a víz. A felszíni geofizikai mérésekre alapozott értelmezés döntő ellenőre azonban a fizikai feltárás, amely a legfőbb bizonyítékát adhatja az értelmezés

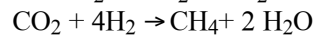
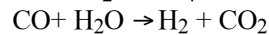
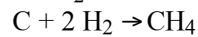
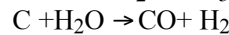
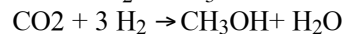
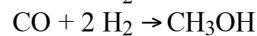
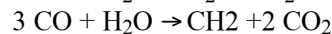
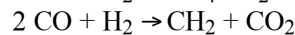
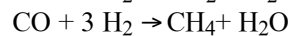
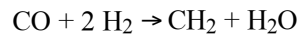
helyességének. A szóban forgó 30-300 km mélységben feltárni akár csak fűrésszel is lehetetlennek tűnik. A mecseki szénbányászat működése során a főfeltáró váratok és szintek közötti szeizmikus átvilágítások mért időadataiból a feldolgozás érdekében kifejlesztett Algebrai Rekonstrukciós Technikával (*Bodoki, Dianiska, Herman, Verbóci*) készített szeizmikus sebesség eloszlás térképekkel az időben ismételt mérésekkel nyomon lehetett követni a feszültségmentesülő-lazuló zónák térbeli kiterjedését. Minderről európai geofizikai fórumon (43rd EAEG 1981 Velence) [5], bányászati világkongresszuson (1982 Belgrád) [6] és hazai szakmai fórumon [7] számoltunk be. A rendkívül bonyolult, összetett folyamatok „felismerési és értelmezési sokaságán” nem lehet csodálkozni, természetesnek kell venni, de azon alkalmazó, aki szerencsésen kiválasztja a valósághoz legvalószínűbbet, előnyökhöz juthat.

### Szénelgázosítás, szénecseppfolyósítás külszíni zárt rendszerben

Egykori cégemben (CALAMITES Mérnöki és Tanácsadó Kft.), melynek alapítója (1997) voltam, a Máza-Váralja-Dél-i hatalmas feketeköszén-vagyion földtani kutatási joga birtokában óhatatlanul előkerült a szén zártrendszerű felszíni elgázosításának, cseppfolyósításának, és vegyi hasznosítása elvi lehetőségének vizsgálata. A szén elgázosításának hazánkban évszázados története van, hivatkoznék *Vajta László, Szabényi Imre* „Kémiai technológia” c. egyetemi tankönyvére [8], melyben foglalkoznak a világítógáz történelmi szerepével, a szénecseppfolyósítási kísérletekkel, mely témákat Magyarországon értékelésük szerint a történelem befejezetté tette, a természetes szénhidrogének ki-termelhetősége (költségei) és beszerezhetősége függvényében. Részletesebb taglalást ad az elgázosítási folyamatról *H. G. Frank – A. Knopp* „A szénfeldolgozás kémiai technológiája” c. könyve [9], amely mű a szén-kémiai reakciók ismertetésének alapja, közzétehetően tárgyalja a lezajló folyamatok fizikai-kémiai folyamatait. A megszűnt hazai szénbázisú gázgyártási tapasztalatokkal rendelkező magyar közreműködőkkel szerkesztett kiváló könyvből kitűnik, hogy nem sok – igaz, nem akármilyen – fizikai feltétel szükséges az ásványi szén iparszerű elgázosításához, cseppfolyósításához. A nélkülözhetetlen hőenergiát autoterm módon a darabosított szén anyagveszteséggel járó elégetésével vagy pedig alloterm módon külső hőként, pl. a „reaktor edények” falát hővel táplálva, vagy beépített fűtőelemekkel lehet bevinni a folyamatba. Ma már valamennyi nagyiparilag üzemeltetett szénelgázosító technológia autoterm módon működik, bár a szerzők az alloterm hőközlést, a nukleáris erőművek ilyen irányú hasznosítását sem vetik el a várható költségelőnyök miatt. Ismertetnek is német kezdeményezést. (Magyarországon konkrét adaptálási előkészületeivel – egyben a téma kutatója – *Hargitai Róbert* foglalkozik és készített az interneten is elérhető általános ismertetőt a szerves iszapok, kommunális hulladékok és más karbon-

tartalmú anyagok, zártrendszerű energiatermelésre történő környezetbarát felhasználásának „Thermo-Chemical Gasification Technology” alkalmazására és a „TCGUC System” bevezetésére. (Sikerében elsősorban környezetvédelmi, valamint urbanizációs okokból nagyon bízom.) Jelentős kísérlet az MBFSZ kiadásában, *Püspöki Zoltán* főszerkesztésében létrejött, a magyar szénvagyion jövőbeni hasznosítását elemző mű [10], mely a korszerű feldolgozásokat is megcélozza. A Magyar Mérnöki Kamara Szilárdásványbányászati Tagozata szintén készített e témában tanulmányt.

A szénvegyészeti alapműből külszíni elgázosítás kémiai folyamataiból az elgázosításhoz szükséges molekula összetevők kiolvashatók:



Az ipari elgázosítás tapasztalata, hogy a fémkatalizátorok jelenléte gyorsítja a reakciókat. A metanizálás katalizátoraiként  $\text{SiO}_2$  vagy  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hordozós nikkelt katalizátorokat használnak.

Véleményem szerint a szubdukcióval mélybe jutó – oxigéntől elvont – környezetben a karbontartalmú anyagok el sem tudják kerülni az elgázosodást, mert biztosított a természetes folyamatok eredményeként a nagy nyomás és hőmérséklet, a víz. *Kerkai* [11] igen értékes elemzést ad könyvében a hatalmas folyamatok biológiai hordképességéről, táplálva a kontinentális szegélyek biológiai feldúsulását. A kőolaj-keletkezéséhez a szénecseppfolyósítási technológiák tapasztalatai kevés támpontot nyújtanak, mert a legsikeresebb technológiák a szénhidrogénezésén alapultak. *Alexander Goncsarov*, a washingtoni Carnegie Intézet tudósa munkatársaival bebizonyította [12], hogy lehetséges a kőolajképződés az asztenoszférában. Metánt ( $\text{CH}_4$ ) hevítettek  $1500 \text{ K}^\circ$ -ra (Kelvin fokra), majd azt a nyomást fejtették ki rá, ami 100 km vastagságú szilárd kőzet alá temetve érné a metánt. Az eredmény bámulatos volt, a metán könnyedén alakult át a nyersolaj két általános alkotó elemévé, butánná és a propánná. ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ). „Ez azt bizonyítja, hogy a szénhidrogének 70-150 kilométer közötti mélységeken is kialakulhatnak. Ha elég nagy repedések vannak a kéregben, a nyomás elég közel juttathatja a Föld felszínéhez, hogy onnan kinyerhető legyen.”

A fenti sztöchiometriai megközelítésekből látható, hogy a szubdukciós folyamat általi szénhidrogén-képződés molekuláris feltételei ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) garantálhatóak, hisz az alábukó litoszféra-lemez kőzetei visznek mindent, így azokat a kőzeteket is, melyek az új termodynamikai feltételek között garantálják a szükséges gázok, gőzök felszabadulását és a szénhidrogén-képző-

déshez szükséges kémiai folyamatok lejátszódását. A mészkő (kalcium karbonát) többségében kagylótetemekből képződött (biológiai eredetű) és apró kalcitkristályokból áll. Ez 900-1000 °C-on történő hevítés hatására szén-dioxidra és kalcium-oxidra esik szét:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CaO}$ , így a  $\text{CO}_2$  is garantálható adott mélységtől. *Tehát anyag oldaláról a feltételek adva vannak a nagy mélységben lejátszódó spontán szénhidrogén-képződéshez*, alloterm, azaz a mélységben uralkodó és állandóan „működő”, környezeti oxigént „nélkülöző (?)” hőenergia szolgáltatást élvezve.

### Az árapály jelenség szerepe a feláramlások generálásában

Hogyan és miért tud ez az igen értékes képződemény a felszín közelébe jutni, netán a felszínre törni? Ezt véleményem szerint a természet maga megoldja. Dr. Steiner Ferenc egyetemi tanár (NME) 1968-ban oktatta a földfizika tantárgyat az „ipari” bányageológus évfolyamunknak. A rövid kurzus alatt a következő fogalmakat ismertük meg: geoid-unduláció, függővonal elhajlás, árapály jelenség a Nap-Hold-Föld mozgások függvényében, és hogy immár a tengerfelszín, illetve a földkéreg teljes felszínének mozgása adott helyre vonatkozóan bármelyik napszakra előre kiolvasható az e célra összeállított almanachokból. Közvetlen tapasztalásra is volt lehetőségem már a végzést követő 10 éven belül. Az MTA Soproni Geodéziai Kutató Intézet küldöttsége dr. Ádám Antal vezetésével megkereste munkáltatómat, a Mecseki Szénbányákat, hogy függővonal-elhajlási méréseket szeretnének végezni egy mélységben lévő ideiglenes geofizikai-geodéziai laboratóriumban. A mérések feltételeinek megteremtése a vállalat Kutatási Osztálya geofizikai csoportja vezetőjeként személyes feladatomban lett, amit a szüneteltetés alatti Széchenyi István akna mélysíntjén, a külszíntől számított 310 m mélységben lévő egykori gázlecsapoló fülkében, a vizsgálat számára kiépített laborban biztosítottunk. A méréseket Mentés Gyula és Bartha Gábor soproni kutatók végezték. A közel egy évig tartó mérésorozat konklúziója az volt, hogy ez a mélység egyáltalán nem hozott újdonságot a felszíni függővonal-elhajlási mozgási folyamatok ismereteihez képest. Mentés Gyula közlése szerint a Hold átlagos árapály hatására 50 cm-es elmozdulási sávval jó közelítést kapunk. Az árapály jelenség közismert, de az óceánok partjaitól távol lévő szárazföldi országokban az kevésbé van köztudatban, hogy milyen mértékben van jelen ez a szilárd kéregben. Steiner Ferenc nem hagy kétséget a „Föld fizikája” c. egyetemi tankönyvében [13], hogy a bolygóközi gravitációs hatásokra létrejövő anyagi mozgások mindaddig létrejönnek a földkéregben, amíg a belső rétegek még plasztikusak, azaz nyíró szilárdsággal nem rendelkeznek. Mindez azon véleményalkotásomat sarkallta, hogy a Nap-Hold hatások ciklikussága, mint egy keringető szivattyú szívja, nyomja a valószínűleg folyadék állapotú egyébként illékony párlatokat a felszín irányába, a mozgás által

sűrűsödő ritkuló plasztikus rétegen, majd a nyíró szilárdsággal is rendelkező litoszféra nyíló és záródó pórus-, illetve repedésrendszerén keresztül. Véleményem, hogy minden feltétel adott a litoszféra alatti köpenyben az oda lejutó szerves eredetű, karbontartalmú anyagból a szénhidrogének földtörténeti időket átfogó képződésének és felszín közelítő folyamatos áramlásának. A csapdák már kialakulnak a kristályos, illetve metamorf kőzetek repedéseiben is [14], amennyiben azokat záró réteg fedi. Nyilvánvaló, hogy a koncentrációkat lehetővé tehetik és teszik is a felszín közeli földtani körülmények, melyek leírására hatalmas geológiai szakirodalom áll rendelkezésre. Amennyiben a feláramlás nem kerül csapdahelyzetbe, úgy a gázok a Föld levegőjébe eliminálódnak, a kőolaj napszintre kerülve kitermelési lehetőséget biztosított a történelmi időkben világítás, gyógyítás, harci eszközök stb. számára. De csapdahelyzetet jelenthetnek a tengerek, óceánok fenekének termodinamikai körülményei is. Az ott feláramló metán „metánhidrát” formájában rögzül. Valcz Gyula metánhidráttal kapcsolatos kiváló cikke [15] a felfelé áramló metánmolekulák gázhidráttá alakulásának keletkezési (földtani, termodinamikai, geokémiai) feltételeivel, viszonyaival foglalkozik konkrét lelőhelyi és kitermelési bemutatással, értékes nemzetközi és hazai irodalmi bemutatással.

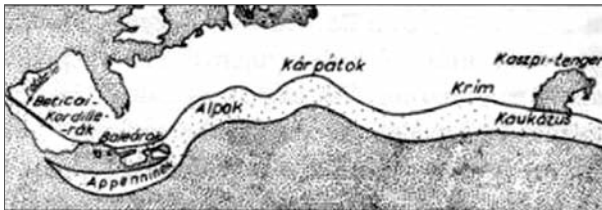
Miután sajátos „modellem” összeállt, merültem el a hagyományos elmélet és az abiogén elméletek lényegének megismerésében, majd kezdtem kutakodni a megtalált lelőhelyek földtani-földrajzi környezetével, vajon visszaigazolható-e az „elgondolásom”. Úgy gondolom, helyes a felvetésem, de valószínűen nem lehet kizárólagos a hagyományos elméletekkel szemben.

### Hol valószínűsíthetők a jövő nagy szénhidrogén találatai?

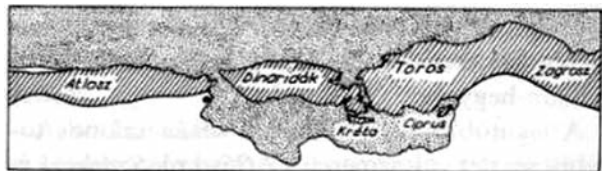
Már évekkel ezelőtt a *Bárdosi-Lelkesné* szerzőpáros [16] tájékoztatást adott arról, hogy a nemzetközi szénhidrogénvagyonok nincsenek auditálva, szerintük ehhez országonként, érdekcsoportonként politikai érdek fűződik. Megállapításukat messze visszatükrözi a Római Klubnak 2014. szeptember 21-i budapesti ülése, melyről *Lontai Zoltán* adott ismertetőt ([www.balatongroup.org](http://www.balatongroup.org)).

Kérdés lehet, hogy van-e a mai nagy volumenű feltárt vagyonoknak valami közös földtani azonossága? Szerény „hipotézisem”, hogy igen. Erre kutakodásom végén találtam magyar hivatkozást is, igaz, másokra hivatkozva *Balogh Kálmán* Szedimentológia III. című művében [17]. Talán helyes a felismerésem, hogy ha vizsgáljuk a kéreg alá nyúló törésvonalak – akár ma is működő – szubdukciós környezetét, akkor a „felszállo” oldalon szinte mindenhol jelentős vagyonok váltak felismerhetővé és lettek kitermelésükkel a világgazdaság alakítói. Példák legnyugatabbról indulva, az Észak- és Dél-Amerika nyugati partvonalára alá lenyúló litoszféra anyagból megjelentek Venezuela, Ecuador, USA, Kanada ipari kőolaj és földgáz telepei tipikusan

a szubdukció okozta hegység-képződményeket követő síksági környezetben. Afrika és Európa ütközése eredményezte a mai észak-afrikai és Öböl-menti lelőhelyeket szinte kiapadhatatlan mennyiségben (Szaúd-Arábia, emírségek, Kuvait, Líbia, Algéria, Tunézia, Egyiptom), és nem csodálkozhatunk a törökök, görögök, ciprusiak és izraeliek meg-megújuló, akár hadi eseményekkel is járható konfliktusain. A térség szubdukciós előéletét a Hédervári tanulmány részleteiben nemzetközi hivatkozások bázisán már bemutatta, miközben a szubdukcióval járó kőolaj-földgáz keletkezés lehetőségét még nem feltételezte. Az Arab (Perzsa) öböl környezetének már a morfológiája is kínálja, hogy itt a feláramló szénhidrogén molekulákat – az alapanyagot – kiváló üledékes csapdák várják, hasonlóan a kaukázusi környezet (Afganisztán, Irak, Azerbajdzsán, Üzbegisztán, Irán stb.) országai felfedezéseihez. A dél-európai-kisázsiai Tétisz északi geoszinklinálisának közölt ábrája ugyancsak elgondoltató, hogy micsoda tektonikai erők dolgoztak a mai megjelenésig, mennyi szubdukciós folyamatot eredményezve. Lásd a Hédervári könyv 83. ábrái (2. a és b ábrák).



2. a ábra: A Tétisz északi geoszinklinális (Carey nyomán)



2. b ábra: A Tétisz déli geoszinklinális (Carey nyomán)

Az eurázsiai ütközés is hozott vagyont az Ural környezetében. Európa északi gázmezői is bizonyára érintettek voltak vagy vannak szubdukciós folyamatokkal. *Valcz Gyula* metánhidrátos közölt térképe és elemzése a megtalált lelőhelyekről és prognózisról számomra kétséget sem ébreszt, mint ahogy a dél-kínai tenger uralmáért sem a halállomány miatt kezdődött sok nemzet harca.

Goncharov úgy véli, az olajtársaságok kutatási programjai túl szűklátókörűek, kizárólag olyan területekre koncentrálnak, ahol az általánosan elfogadott nézetek szerint kell keresniük. Anélkül, hogy felmérnék a teljes földkérgét, a tudósok nem zárhatják ki a lehetőségét a nagy, kereskedelmileg értékes nembiogén (abiogén) kőolajkészletek létezésének, amik csak a kiaknázásra várnak. „Nehéz megmondani, mennyi anyag termelődhet a köpenyben.” – ismerte el Goncharov. „Azonban összességében lehetőség lenne még ki nem aknázott lelőhelyek felfedezésére. Talán

más kritériumok alapján is kutathatnának az új olajmezők után.”

A *Balogh Kálmán* szerkesztette *Szedimentológia* III. kötetén [17] belül a 31.2 Szénhidrogének fejezet (*Somfai Attila, Völgyi László, Jámbor Áron, Bérczi István, Balogh Kálmán*) a 330-331. oldalon érdekes véleményt közöl, miután a szerzői kollektíva a hagyományos képződési modell mellett tette le a voksát: „Mások szerint az óriásmezők kialakulása a kontinensek szegélyzónáihoz kötődik. A földkéreg mélytöréseinek, lemeztektonikai szubdukciós övezeteinek szénhidrogén-generáló szerepére a szerves és szervesetlen elméletek hívei egyaránt hivatkoznak. A Szibériai-pajzs mélytöréseitől távolodva valóban ugrásszerűen csökken a szénhidrogéntelepek száma. A 20-30 km szélességű törésszerű övek szerkezetalakító szerepén kívül a törések menti hóáramoknak a kőzetek szerves anyagaira gyakorolt hatása mozdíthatja elő a kőolaj- és földgáztelepek kialakulását.” Ugyancsak ezen szerzői társulás ad összefoglalót a jelentősebb abiogén elméletekről.

Az üledékes kőzetekben való kőolajképződés rendhagyó elméletét *Papp László* [18] ismertette. A cikk útkeresést jelez a hagyományos kerogén elmélet (Hunt 1973) [14] alternatívájaként.

Tépelődésem bezárásaként *id. Ősz Árpád* „Érett mezők újraélesztése” című konferencia tájékoztatóját (19) idézném, miszerint: „A konferencián ismét bebizonyosodott *dr. Gyulay Zoltán* bányamérnök egyetemi tanár intelme, amelyet frissen végzett olajmérnökeinek mondott búcsúzóul: Uraim, ne feledjék: Az olajmezők sosem halnak meg”. Szerintem ez a mondás prófécia, ugyanúgy, mint Biot professzoré, aki szerint „a formális tudás fontos, de az életben mindennek próbaköve a valóság”. Gondolom, a dél-baranyai olajtálatat sokunknak okozott örömet, a találat reményt kelthet az újonnan kiírt koncessziós pályázatok sikerére, de új szellemű megközelítésekre is.

## Epilógus

Munkamódszerem az volt – és ez remélem a dolgozattól kiderült –, hogy az inspirációk hatására, az ipari bányageofizikai kutatói – szentes innovációs-vállalkozói – tapasztalataim alapján fel tudtam vázolni a bevezetésben foglaltakat. Ennek lefektetése után kezdtem irodalomkutatásba a kőolajgenezis oktató anyagaiban, ami eléggé elbizonytalanított, de csak abban, hogy a szubdukciós genezis mellett a hagyományos táblás genezisnek is lehet létalapja. De hogy a dolgozatot lezártnak hittem ismét tanulmányoztam *Dank Viktor* egyetemi tankönyvét [14] észrevettem, hogy az irodalomjegyzéke tartalmaz szubdukcióval foglalkozó cikket [21], annak ellenére, hogy a tankönyv érdemi része meg sem említi a természeti folyamatot. A cikk a Földtani Kutatás digitális tárában kinyitható, melyet elolvasva megtaláltam sugallatom lényegét [21]. Idézet a műből: „Az 1971. évi dolgozat feltevése szerint a szubdukciós övezetekkel hidrodinamikus kapcsolatban

álló, csapdaképzésre alkalmas tárolóközetekben nagymérvű szénhidrogén-felhalmozódás történik. Ilyenszerű elképzeléssel Hedberg (1971) is foglalkozott, de azt példákkal nem támasztotta alá. Az 1971. évi dolgozatunk e kapcsolatot konkrét példák alapján fejtette ki: a Kárpátok külső peremi öve romániai, kárpátukrajnai, lengyelországi, csehországi és ausztriai szénhidrogéntelepei a kárpáti szirtöv szubdukciójával korrelálnak; a magyarországi szénhidrogén és CCh telepek a (azóta pontosabban is kidolgozott) hazai szubdukciós rendszerhez kapcsolódnak. Hasonló kapcsolatok a Tethys többi részén és a Cirkumpacifikus övben is kimutathatók: ezek kőolajtelepeinek régi szelvényeiben mai szemmel részben típusos szubdukciós jellegeket ismerhetünk fel. A szubdukciós típusú szénhidrogéntelepekkel szemben a másik szélsőséget a táblás területek nagy medencéinek szénhidrogéntípusa képviseli. Egyelőre e két típusra egyszerűsítve a viszonyokat, fontos új összefüggésre következtethetünk a kőolaj kémiai összetétele és a földtani szerkezet közt.

Modellünkben az következik, hogy az ilyen módon megkülönböztethető 9 típus közül 8 főleg a szubdukciós telepekben, míg az ezekkel szemben álló szélsőséges 9. típus főleg a táblás területek kőolajjában jöhet létre. (E kérdéssel külön dolgozatban foglalkoztunk.) E modell szerint a prognosztikus készlet-számítás közhasználatú WEEKS-féle eljárása alapvető módosításra szorul: egyrészt nagy súllyal tekintetbe veendő a mélyben rejtőző, nagy mélységre tolódott szubdukció üledékei, másrészt a szénhidrogénképződés szempontjából eddig érdektelennek számító hazai idősebb kőzetek is potenciális anyakőzetek lehetnek. Az üledékek betolódása a mélységet lehűti (1. 23. pont), az üledék esetleg évmilliók múlva melegedik fel annyira, hogy belőle hőmérsékletileg és nyomással „geokémiailag” aktivált organikus anyagú kőolajképzők szabadulnak fel.”

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *Szatmári Péter*: Életutam a geológiában, Horn János szerkesztésében: Földtudományok, bányászat, fenntartható fejlődés; életutak 2011 Budapest, 205-233
- [2] *Hédervári Péter*: Születő óceánok – haldokló tengerek. Kossuth Könyvkiadó/1974
- [3] *Szalay Á., Koncz I.*: Szénhidrogén-képződési és migrációs folyamatok a délkeletalföldi és a Dráva-süllyedékekben. *Kőolaj és Földgáz* 13, 177–186. 1980
- Koncz István*: Az algyői telepek szénhidrogénjeinek eredete és migrációs modellje. *Bányászat - Kőolaj és Földgáz* 151. évf. 1-2 sz. 6-11.o.
- Koncz István*: A Battonya – Pusztaföldvár gerinc szénhidrogén rendszerei *Bányászat – Kőolaj és Földgáz* 2019/2-3. sz. 33-39 o.

- [4] <https://www.origo.hu> > hirmondo > tudomany a 2011. máj. 9.
- [5] *Dianiska L., Hermann, L., Verbóci, J.*: Determination of seismic velocity distribution for monitoring stress changes in mines, 43rd EAEG Meeting, Venice, 1981, May 26-29.
- [6] *Verbóci J., Bodoky T., Kapolyi L., Szirtes L.*: A bányászati és természeti rendszerek együttműködése új irányítási rendszere, 11. World Mining Congress, Belgrád, 1982.
- [7] *Bakai János, Bánhegyi Mihály, Verbóci József*: A szeizmikus tomográfia bányabiztonsági információszerzésben betöltött szerepe és fejlődése. A PAB, az MGE és az OMBKE közös előadó ülése, Pécs, 1987. szept. 23.
- [8] *Vajta László, Szébényi Imre*: „Kémiai technológia” Tankönyvkiadó 1979
- [9] *H. G. Franck, A. Knopp*: A szénfeldolgozás kémiai technológiája, Műszaki Könyvkiadó 1986; A fosszilis nyersanyagok, keletkezésük és összetételük 15-23, Szénelgázosítás 153-193,204-224, Széncseppfolyósítás 238-261
- [10] *Püspöki Z. főszerk.*: A hazai szénvagyon és hasznosítási lehetőségei. MBFSZ 2018
- [11] *Kerkai*: A kőolaj és a földgáz vegyi összetétele és keletkezése. Akadémiai Kiadó, 1972
- [12] *Goncharov A.*: Kiaknázatlan kőolajforrás a földköpeny. *Nature Geoscience* 2009. július 29. Hunter
- [13] *Dr. Steiner Ferenc*: Árapály jelenségek merevnek feltételezett Földön. A Föld Fizikája kézirat, Tankönyvkiadó Budapest 1969. 69-77.
- [14] *Dank Viktor*: Kőolajföldtan Tankönyvkiadó 1990 kézirat 447. o.
- [15] *Valcz Gyula*: A metánhidrát, *Bányászat – Kőolaj és Földgáz* 2019/5-6. 22-30.
- [16] *Bárdossy György, Lelkesné Felvári Gyöngyi*: Gondolatok és kételyek Földünk szénhidrogén-készleteivel kapcsolatosan, *Magyar Tudomány* 2006/1. szám 64. o.
- [17] *Balog Kálmán és társai (Somfai, Völgyi, Jámor, Bérczi, Pogácsás)* Szedimentológia III. Szénhidrogének 330. o.
- [18] *Dr. Papp László*: Kőolaj és földgáz keletkezése rendhagyó elmélettel, valamint a képződött fluidum túlnyomásának és migrációjának lényege, üledékes kőzetekben. *BKL Kőolaj és Földgáz* 2014/7 18-23. o.
- [19] *id. Ősz Árpád*: Érett mezők újraélesztési konferencia *Bányászat – Kőolaj és Földgáz* 2019/5-6. szám
- [20] *Ádám A., Szarka L., Novák A., Wesztergom V.*: Key results on deep electrical conductivity anomalies in the Pannonian Basin (PB), and their geodynamic aspects. *Acta Geodaetica et Geophysica* 52: 2 pp. 205-228., 24. p. (2017)
- [21] *Szádeczky-Kardoss Elemér*: A módszeres szubdukció vizsgálat a hasznosítható telepek kutatásának szolgálatában. *Földtani Kutatás* 17. évf. 3. sz. 1974.

**VERBÓCI JÓZSEF** okl. geofizikus mérnök (1969), okl. bányamérnök (1983), nyugdíjas, a Magyar Mérnöki Kamara, az Országos Magyar Bányászati Egyesület, valamint a Magyar Geofizikusok Egyesülete tagja.