

# Palagázról közérthetően – nem csak környezetvédőknek

HOLODA ATTILA PhD okl. olajmérnök, MBA menedzser, ügyvezető igazgató Aurora Energy Kft.



*Jelen összeállítás nem csak és nem elsősorban a szakmában járatosoknak készült, így a szakmával foglalkozók számára jól ismert elveket és gondolatokat is tartalmaznak. Ez azért indokolt megközelítés, mert a közös Alma Mater, az egyesület és hagyományaink mellett a bányászati szakma is igen erősen specializálódott – így pl. más felfogásban ismerik a földtani-geológiai jelenségeket a vizesek, a geotermikusok, az érc-, vagy éppen a szénbányászok, sőt a szénhidrogén-bányászatra is jelentős specializálódás jellemző. Gondoljunk csak a fűrösokra, a lyukbefejezőkre, a műveléstervezőkre, vagy éppen a kőolaj- és földgázszállítókra és még számos más különleges szakterületen dolgozókra. Az összeállítás tudatosan azt az olvasóközönséget célozza meg, amelyik nem, vagy csak érintőlegesen foglalkozik ezzel az igazán speciális szakterülettel. Nem titkolt cél a sokszor szakmailatlan téma-megközelítések valódi, reális bemutatásával eloszlatni, vagy legalább minimálisra mérsékelni azokat az aggályokat, amelyek a „palagáz kutatás-termelés” tevékenységével kapcsolatosan mind hazai, mind nemzetközi szinteken is – leginkább a környezet védelméért aggódók körében – egyfajta indokolatlan és a realitásokat nélkülöző, vagy éppen tudatosan félreértelmező „veszély-érzeteket” generálnak.*

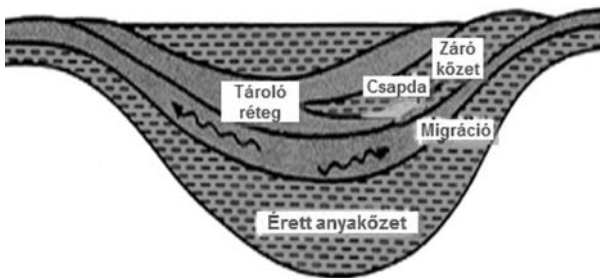
## A szénhidrogének és keletkezésük

A szénhidrogének olyan szerves vegyületek, amelyek kizárólag szén és hidrogén atomokból állnak, ezek képezik a kőolaj és a földgáz alapját. A kőolaj és a gáz-kondenzátum (melyet az ipari terminológia rendszerint könnyű olajként aposztrofál) gyakorlatilag pentánt ( $C_5H_{12}$ ) és annál nagyobb szénatom-számú ( $C_6$ ,  $C_7$  és így tovább) szénhidrogén vegyületeket tartalmaz. Természetes formájában ezenkívül tartalmaz még más anyagokat is, mint rétegvíz, földgáz, kén és más ásványi anyagok. Ezzel szemben a földgáz főként metánt tartalmaz, illetve kisebb mennyiségben etánt, propánt, butánt és változó, ám általában nem jelentős mennyiségű, nehezebb szénhidrogéneket is. A kőszén és a szénhidrogének keletkezésének két, széleskörűen ismert elmélete van. Mi most maradjunk a leginkább elfogadott és keletkezésével logikusabban származtatott elméletnél, ez a *biogén* elmélet. Ennek a könnyen érthető lényege az, hogy az általános iskolai biológia órákról jól ismert fotoszintézis során a növények a napenergia felhasználásával a szén-dioxidot oxigénre és szénhidrátokra bontják. A növények elpusztulását követően az elhalt növényeket tartalmazó üledék egyre mélyebbre és mélyebbre temetődik el, s ahogy növekszik az eltemetődés mélysége és az ezzel együtt járó magas nyomás és a hőmérséklet, a szénhidrátok átalakulnak szénhidrogénekké. Ez a folyamat az úgynevezett anyakőzetekben játszódik le, amelyek általában finom-szemcsés kőzetek, közismertebb néven fekete agyagmárga vagy szénpala. A kőszén többnyire felszíni eredetű növényekből alakul ki. A kőolaj, mely folyékony szénhidrogén, nagy valószínűséggel egyszerű tengeri növények és állatok (planktonok) maradékából származik, míg a gáz halmazállapotú földgáz egyéb szárazföldi és tengeri eredetű szerves hulladékokból jön létre, a szén és a kőolaj keletkezésénél sokkal magasabb nyomáson és hőmérsékleten. E tények alapján, ismerve az adott geológiai szerkezet törté-

netét (a szerkezet-kialakulás sebességét, a nyomás- és hőmérsékletváltozásokat az évmilliók során), a geológiai kutatások megtervezésekor nagy valószínűséggel meg lehet becsülni nem csupán a szénhidrogének előfordulási helyét, de azt is, hogy milyen szénhidrogént várhatunk a kutatásainkból. Földünk emberi léptékkel mérve nem igazán ifjonti, hiszen több mint 4,5 milliárd éves, és története során bőven belefértek ezek az igen hosszú „képződési” időszakok, amelyek sok-sok millió évet, egyes esetekben több százmillió évet jelentenek a szénhidrogének keletkezése szempontjából. Érthető, hogy ez igen nehezen felfogható a mi érzéseinkkel, hiszen rohanó világunkban sokszor még a másodpercek is hosszúnak tűnnek, különösen, ha hozzátesszük, hogy az emberiség nagyjából 6-12 ezer évesnek tekinthető a Földön. Így mindaz, amiről most beszélünk nagyságrendekkel korábban kezdődött el. Természetesen az is igaz, hogy ezek a folyamatok nem fejeződtek be, így szénhidrogének például most is keletkeznek, de ez a keletkezési folyamat szabad szemmel nem követhető lassúságú, ezért senkinek nem javaslom, hogy odaüljön egy ilyen kísérlet mellé, hacsak nincs ráérő 10 millió éve.

A keletkezett szénhidrogéneket a földkéregben az egymáson kialakult különböző kőzetretegek, azaz a geológiai szerkezetekben folyamatosan jelenlévő hatalmas nyomás arra készíti, hogy a kisebb ellenállás irányába, a jobb áteresztő-képességű kőzetek felé vándoroljanak (migráció) a különböző kőzetek között, egészen addig, míg valahol egy üledékes kőzetben (legtöbbször homokkő vagy mészkő alapú kőzetekben) csapdázódjanak. Csapda hiányában egészen a felszínig is eljuthatnak a szénhidrogének. A természetben sokféle fordulnak elő olajkibúvások (például a kiváló írónk, Gárdonyi Géza: Egri csillagok című könyvéből is jól ismert szurok), vagy gázkifúvások is. Tehát a szénhidrogének nem valamiféle föld alatti nagy üregekben, barlangokban található, hanem az üledékes kőzetek porúsáiban. A könnyebb érthetőség kedvéért képzeljünk el egy

igen kemény és szabad szemmel nem is látható, pici pórusokat és azokban kőolajat és földgázt tartalmazó szerkezetet, mely igen hasonlít a közismert szivacshoz. Az esetek nagy többségében ez a „szivacs” a homokkő. A szénhidrogének sok millió éves föld alatti „vándorlásukat” akkor fejezik be, ha egy olyan kőzettel (agyagmárga, vagy csak egyszerűen márga) találkoznak, aminek sokkal, de sokkal rosszabb az átteresztő-képessége. Itt megállnak és felhalmozódnak, azaz csapdázódnak (1. ábra). Ezeket a geológiai csapdaszerkezeteket kutatják a geológusok, hogy vízre (ivóvízre és geotermikus termálvízre), olajra vagy földgázra leljenek. A köznyelv is jól ismeri a vízzáró rétegnek nevezett agyagot, ami ilyenformán egy csapdaként lehetővé teszi számunkra, hogy az adott helyre lefúrva vízhez, vagy éppen szénhidrogénhez jussunk.

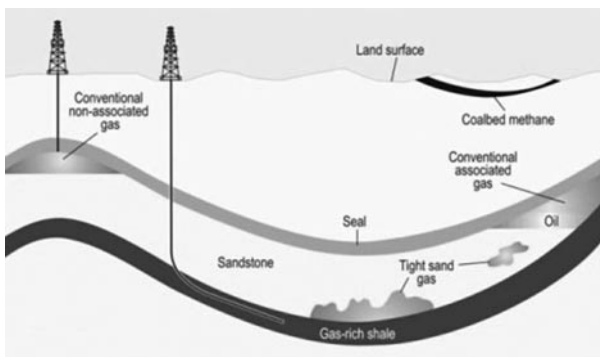


1. ábra: Migráció és csapdázódás

### Palagáz, vagy mi?

Igen gyakran a sokmillió éves földtörténetünk során keletkezett szénhidrogének olykor már ezekben az agyagmárga kőzetekben (anya-kőzet) is – rögtön keletkezésükkor – beszorultak, és egyáltalán nem voltak képesek sehova sem odébbvándorolni, migrálni. Ezek az úgynevezett nem-hagyományos szénhidrogének. És itt álljunk meg egy szóra!

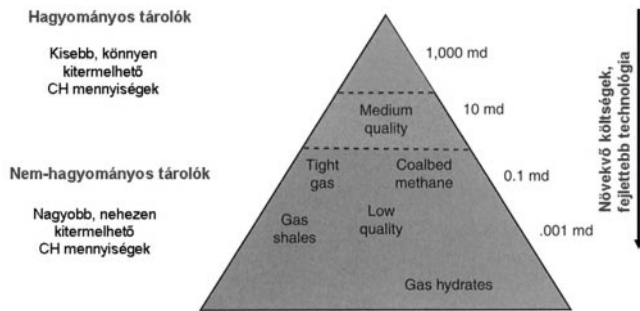
A közvélekedésben egyszerűen „lepalagázozott” nem-hagyományos vagy nem-konvencionális szénhidrogén egy gyűjtőfogalom (2. ábra). A palagáz ugyan szintén nem-hagyományos szénhidrogén, de nem minden nem-hagyományos földgáz palagáz! Sőt, a „palagáz” kifejezés is önmagában egy elég helytelen fordítás ered-



2. ábra: Földgáz-előfordulások sematikus ábrája: konvencionális nem társult gáz, homokkő, záróréteg, gázban gazdag pala, tömött homokkő-gáz, konvencionális (olajjal) társult gáz, szénben kötött metán

ménye, sokkal jobban kifejezi a valódi lényegét, ha inkább agyagmárga-gáznak hívjuk. Fogadjuk el, olyan, hogy olajpala (mely a nem-hagyományos kőolaj egyik, de nem egyedüli formája) létezik, de palagáz nem, nevezük a könnyebb érthetőség kedvéért egyszerűen így: márgagáz! De ahogy említettem is, a márgagáz csupán egyik előfordulása a nem-hagyományos földgáznak, amelynek ezenkívül még több formája is létezik. Ilyen például a szénben megkötve előforduló metán (*coal bed methan* = CBM), amely a szénbányászok életét megkezesítő és sajnos sokszor elvevő sújtóléggrobbanásokért felelős. Hazánkban nagyobb mennyiségben ilyen metángáz a Mecsekben fordul elő, az idő előtt felhagyott szénkészletekben. De a nem-hagyományos földgázok csoportjába tartozik a néhány éve közismert Makói-árokban lévő előfordulás is, melyet a szaknyelv medence-közepe gázfelhalmozódásnak (*Basin Centered Gas Accumulation* = BCGA) hív, mely a következő nagy csoport bizonyos előfordulási formája. Ez a nagy csoport a nem-konvencionális gázok között, a tömött homokkő tárolókőzetekben előforduló „tömött gáz” (*tight gas*), amely jelentősen különbözik a márgagáztól, hiszen nem az agyagmárga pórusaiban szorult meg a földgáz, hanem egy igen tömött állagú, rendkívül rossz átteresztőképességű homokkőben. A Makói-árokban lévő szénhidrogén is ilyen homokkőben szorult be az árok lecsülyedésekor, így lett belőle BCGA, azaz medence-közepe gázelőfordulás. Tehát: a makói előfordulás NEM palagáz (márgagáz). Mint ahogyan a sokat emlegetett lengyel „palagáz forradalom” sem csak márgagázokról szól, hanem több területen „tömött gázzal” beszélhetünk. Tudjuk be ezt a tévedést a szakmailag inkompetens sajtómunkások – sok esetben bántóan – leegyszerűsítő nyelvezetének, amelyet azután szívesen vesznek át politikusok és az egyszerű olvasók egyaránt. A nem-konvencionális szénhidrogén legnagyobb csoportját viszont nem is a márgagáz, nem is a szénben ágyazódott metán vagy a tömött tárolókőbe szorult gáz jelenti, hanem a mélytengerek alján megrekedt gázhidrát-előfordulások. A gázhidrát egy speciális képződmény, amely földgázból és vízből jön létre, bizonyos hőmérséklet és nyomás hatására, és leginkább a „hőkásához” hasonlítható. Ez a „gázhidrát” sokszor megkeseríti a földgáz szakemberek életét, amikor a vezetékben kialakulva megakadályozzák a gáz áramlását, komoly műszaki és baleseti problémákat okozva. (Zárójelben jegyzem meg, hogy a gázelőkészítési technológia feladata éppen az, hogy egyáltalán ne legyen víz a földgázban, mert a hidrátképződés megakadályozná a rendszerek működését. Ennek ismeretében igazságtalan azzal vádolni a gázipari szakembereket, hogy szánt szándékkal „vizezik” a gázt! Éppen ellenkezőleg.)

Jelenlegi ismereteink szerint a nem-hagyományos szénhidrogének mennyiségüket tekintve sokszorosan meghaladják a hagyományos úton (keletkezés, vándorlás, csapdázódás) létrejövő kőolaj- és földgáztelepekben megkutatott és kitermelés alatt lévő, vagy éppen megkutatás előtt álló szénhidrogéneket. Erre szívesen alkalmazzuk is a szénhidrogénfajták „piramisábrázolását”



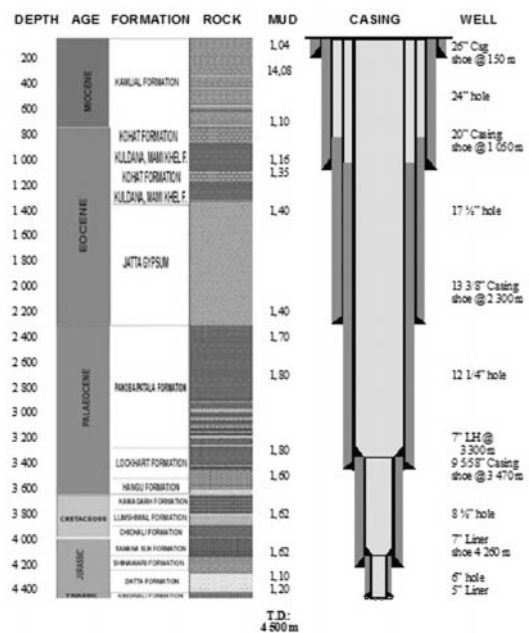
3. ábra: Szénhidrogénfajták piramisa

(3. ábra), melyben a hagyományos szénhidrogének csúpán a piramis csúcsát jelentik!

Nagyon fontos tudni: a nem-hagyományos kőolaj és földgáz nem csupán keletkezésében, de kitermelési technológiáját tekintve is „nem hagyományosnak” mondható, a piramis alkotóelemeinek nagy részéhez például még nem is áll rendelkezésünkre megfelelő technológia. Tekintsük át most egy kicsit a kőolaj és földgáz kutatásához és kitermeléséhez szükséges tudást és technológiát.

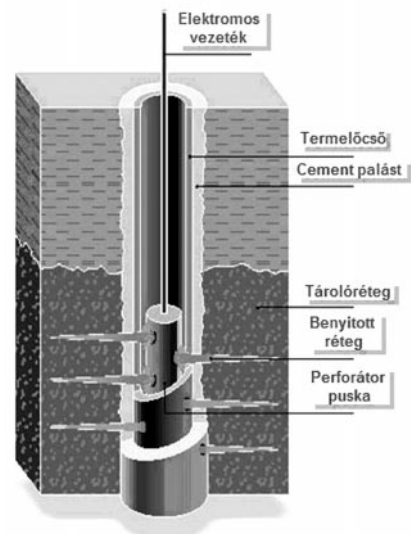
#### A kőolaj és földgáz kutatása és termelése

Eredetileg a szénhidrogének első kutatási próbálkozásait a felszínen valahol megjelent (leginkább kőolaj) kibúvások nyomán, illetve véletlenszerű feltárások nyomán (például kútásás, vízkútúrás) feltárt előfordulások megtalálásából eredeztetjük. Ma már természetesen a tudomány és a technika fejlődésével korántsem a véletlenlen múlik a szénhidrogének felfedezése, hiszen azt hosszú geológiai elméleti kutatómunka és gondosan megtervezett kutatási tevékenység alapozza meg. A szénhidrogének kutatása során a geológusok felhasználják a korábban feltárt és rendszerezett földtani ismereteket, geológiai adatbázisokat, térképeket és tanulmányokat. Tekintettel a szénhidrogének keletkezése fejezetben taglalt elméletekre, leginkább korábban felfedezett, de még nem feltárt üledékes kőzetek keletkezési helyére fókuszálva, különböző további vizsgálatokkal, földtörténeti elméletekkel alapozzák meg a leendő kutatás helyét. A perspektivikusnak ítélt területeken a legkorszerűbb geofizikai módszerek alkalmazásával szeizmikus méréseket végeznek el a szerkezeti és sztratigráfiai csapdázódások lehetőségeinek beazonosítására. A kijelölt objektumokat, geológiai szerkezeteket fúrások kutatással tárják fel. Ezt hívjuk kutatófúrásnak (*wild cat*). A fúrással érhetők el a célobjektum sokszor több kilométer mélységben lévő rétegei. A fúrás a szénhidrogének kutatásának és termelésének egyik leglátványosabb és egyben legveszélyesebb tevékenysége. A tevékenység során egymáshoz csavart rudazat végén lévő speciális fúró forgatásával roncsolják szét az átfúrássra szánt rétegeket, lyukat mélyítve egészen a megcélzott rétegeig. A fúrás során elmart kőzeteket a fúrási iszap segítségével öblítik ki a felszínre, és egyúttal ennek a víz-alapú fúrási iszapnak feladata az is, hogy az átfúrt rétegekben lévő különböző folyadékok (víz, olaj, gáz) fel-



4. ábra: Fúróluk-szelvény mélység, (földtani)kor, formáció, kőzet, iszap(sűrűség), béléscsővezés, kút

sínre áramlását is megakadályozza, mivel az éppen alkalmazott fúrási folyadék (iszap) sűrűségét ennek megfelelően határozzák meg és állítják be. A fúrás mélyítésével a használt és cementezéssel rögzített béléscsővek mérete egyre szűkül, így az elkészült fúróluk a végén egy teleszkópos, fejtetőre állított távcsőre emlékeztet (4. ábra). Azt, hogy hol, milyen átmérőjű és szilárdságú csövet alkalmazzanak, a betervezett rétegsor és a várható nyomás-hőmérséklet páros határozza meg. A fúrás során kiöblített kőzetek elemzésével mindenkor pontosan tudjuk, hogy milyen kőzetben járunk, és ott milyen folyadékkal (vagy gázzal) telített az adott réteg. A fúró átmérője természetesen nagyobb lyukat készít, mint a behelyezett acélcső, ezért a cső fala és a megfúrt kőzet közötti teret cementtel töltjük ki, ami megszilárdul, így nem csupán biztonságosan rögzíti a béléscsövet az át-

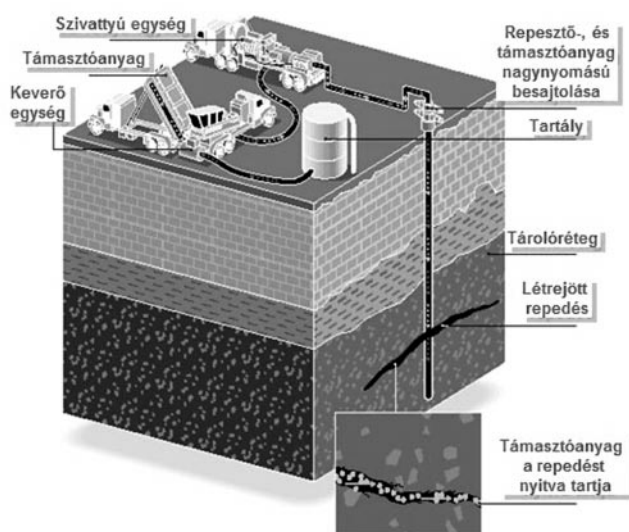


5. ábra: Perforálás

fúrt kőzetrétegekhez, hanem egyúttal megakadályozza, hogy az egyik rétegből kikerülő folyadék (vagy gáz) átáramoljon a másik rétegbe, mondjuk az olaj a vizet tartalmazó rétegekbe. A lecsövezett lyukakban a bélés-csőveken belülre beépítenek egy – jóval kisebb átmérőjű – kifejezetten a szénhidrogén felszínre hozatalát szolgáló, ún. termelőcsövet is. Ahhoz, hogy szénhidrogént tartalmazó rétegekből a kőolaj vagy a földgáz bejusson a cső belsejébe, és ezáltal a felszínre hozható legyen, a béléscsövet perforálni kell, azaz egy mélységbe lejuttatott szerkezet (perforátorpuska) segítségével, kis „lyukakkal” kell „átlóni” a béléscsövet, így teremtve meg a réteg és a kút közötti közvetlen kommunikációt (5. ábra). Ezt követően a cső belsejében, a benne lévő folyadék sűrűségének csökkentésével, a rétegnomásnál kisebb nyomást hozunk létre, aminek következtében a rétegből a folyadék/gáz a kisebb nyomású helyre, tehát a kútba és azon keresztül – amennyiben a réteg energiája (nyomása) elegendő ehhez – a felszínre áramlik. A perforációt követően a kút, illetve ezen keresztül a réteget tesztelik, hogy a pontos áramlási kapacitásokat és folyadéktulajdonságokat meghatározassák. Ilyenkor van lehetőség a jobb beáramlás stimulálására is, amit legtöbbször a rétegek savazásával vagy rétegrepesztéssel szoktak elérni. És itt álljunk meg ismét egy kitérőre!

### Rétegrepesztés, a mumus

A nem-hagyományos szénhidrogének kitermelésének környezetvédelmi és alkalmi „vádlói” rendszeresen emlegetik a rétegrepesztést, mint mumust, ami minden bajok okozója. Jól látható, hogy a rétegrepesztést, mint beáramlást stimuláló eszközt már igen régen (több évtizede!) alkalmazzák a kőolaj- és földgázbányászatban, tehát egyáltalán nem újdonságról, valamilyen új és különösen veszélyes tevékenységről van szó. Sőt, általában is elmondható, hogy a nem-hagyományos és hagyományos szénhidrogének fúrási technológiája és eszközei semmilyen nem különböznek egymástól. Ugyanazok a fúróberendezések, ugyanazok a kútban alkalmazott eszközök, semmilyen titkos (különösen nem eltitkolt!) technikai trükk nincs. A repesztés során lehetővé tesszük, hogy a rossz átteresztőképességű kőzetek pórusai között jobb, hatékonyabb legyen a kommunikáció, azaz mesterséges csatornákat hozunk létre a kút és a szénhidrogént tartalmazó rétegek között. Ehhez vízbázisú, úgynevezett repesztő folyadék (vagy tiszta víz = *slick water treatment*) benyomásával megrepesztjük a több kilométer mélységben lévő réteget (és csak azt!), majd a korábban szivattyúkkal benyomott folyadék visszanyerésével, egy szintén mesterséges műhomokkal (proppant) töltjük ki a repedést, nehogy összezáródjanak ezek a kis csatornácskák! Itt természetesen nem méteres kiterjedésű repedésekről van szó, hanem egészen kis átmérőjű, néhány centiméteres/milliméteres repedésrendszerekről, amelyek átteresztőképessége természetesen sokkal jobb az áramlás szempontjából, mint a kőzet eredeti átteresztőképessége (6. ábra).

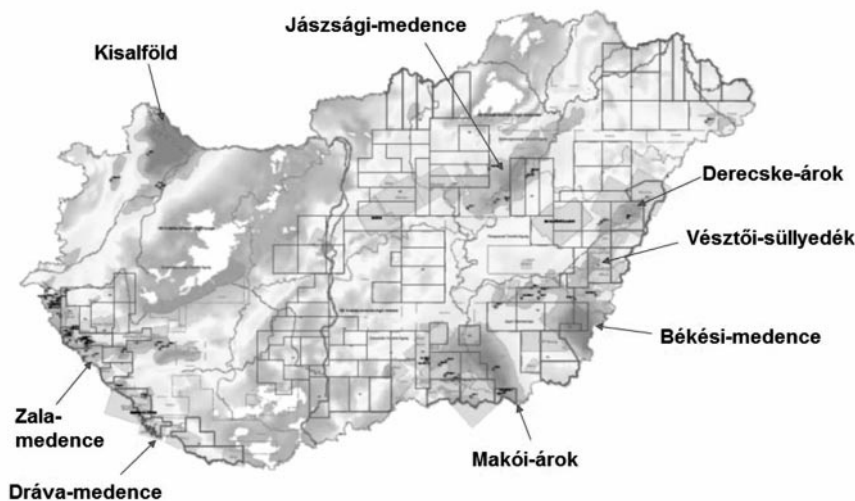


6. ábra: Rétegrepesztés

Fontos tudni: a repesztésre szolgáló folyadékot (víz és repesztőanyag) teljes egészében *visszatermeljük* a kútból, mely tisztítás után ismét ugyanolyan víz lesz, mint korábban volt, azaz nem helytálló az a környezetvédelmi ríogatás sem, hogy iszonyatos mennyiségű vizet pocskólnak el a repesztések során, ezzel is környezetvédelmi kárt okozva! Való igaz, egy ilyen művelethez igen sok, akár több ezer köbméter vízre is szükség lehet. Ám jól látható, hogy az csak eszközként lesz felhasználva, majd ezt követően ismét felhasználható, akár egy újabb repesztéshez is felhasználható. A mai technikai színvonal lehetővé teszi, hogy a repesztés során alkalmazott folyadékrendszerek *teljesen zárt technológiában* működjenek, így a repesztő folyadék sem a kútban lévő egyéb vízadó rétegeket, sem pedig a felszíni környezetet nem szennyezi. A kút mélyítése során átfúrt, vizet tartalmazó rétegek védelmét szolgálja a korábban vázolt cementezési technológia is – azaz szó sincs róla, hogy az átfúrt víztartó rétegek a művelet során károsodnának.

Ahogy arról korábban beszéltünk, a nem-hagyományos szénhidrogének esetén a kőzet átteresztőképessége igen rossz, gyakorlatilag nulla, így repesztés nélkül a kőolaj vagy földgáz képtelen eljutni a kútba, illetve azon keresztül a felszínre, mert a saját pórusai (amelyekben ott a bezáródott kőolaj vagy földgáz) között semmilyen összeköttetés nincs. Mivel a rétegrepesztésekkel ezekben az igen kemény és nagy szilárdságú kőzetekben nagyon nehéz repedésrendszereket létrehozni, így egy-egy repesztés hossza jó esetben is csupán 100-150 m lehet. Ez viszont azzal jár, hogy ilyen kutakból sokkal többet kell fúrni ahhoz, hogy a rétegekben lévő szénhidrogént a lehető legnagyobb mértékben kitermelhessük. Tehát a leglátványosabb különbség a hagyományos és nem-hagyományos szénhidrogén termelésbe állítása között, hogy nagyságrendekkel több kútra van szükség, mint normál esetben.

Csak példaként, a jobb érthetőség végett: a legnagyobb magyarországi hagyományos szénhidrogén mező az Algyő-mező. Ennek letermeléséhez az elmúlt közel



7. ábra: Mély medencék Magyarországon

50 év során ezeregynéhány kútra volt szükség. Ez borzasztóan nagy szám, de ha hozzátesszük, hogy az algyői mezőben egymás felett és alatt több tucat földgáz, és kőolajréteg található – ezek eléréséhez és szeparált termeléséhez szükséges volt egy ilyen mértékű kúthálózat kialakítása. Ugyanakkor a Makói-medence feltárásához, csak az ismert nagyságát tekintve – amennyiben valóban igazolódik a gázelőfordulás műrevalósága – 30 év alatt legalább 2000 kút fúrására lesz majd szükség. Ez mennyiségben az algyői kútszámnak a duplája, míg időben alig több mint a fele. Most arra külön nem is térnék ki, hogy ehhez a mennyiségű kúthoz, nemhogy Magyarországon, de egész Európában sincs elegendő fúróberendezés. Egy ilyen feladat végrehajtásához azt is tudni kell, hogy csak hazánkban több ilyen mély medence van (a 7. ábra ezeket mutatja be), nem csupán a Makói-árok, és Európában több ország – mostanság leginkább Lengyelország – készül hasonló nem hagyományos készletek feltárására, tehát komoly szervizoldali fejlesztésekre lesz szükség ahhoz, hogy ebből bármi is valóra váljon.

#### Félelmek, kockázatok a márgagáz fúrása és kitermelése során

A reális lehetőségek megismeréséhez szükséges áttekinteni azokat a részben jogos, legtöbbször viszont alaptalan félelmeket és kockázatokat, amelyek a márgagáz (palagáz) európai meghonosítását övezik, leggyakrabban a környezetvédők részéről. Őszintén remélhetjük, hogy a politikai kommentelőktől már megszokott és számukra bizonyára teljes kielégülést okozó stílussal ellentétben, a harcos környezetvédőkhöz is eljut ez az írásos anyag, vagy akár az interneten is elolvashatják ezt a bejegyzést, mielőtt éles kritikai megjegyzésekkel támadnák ezt a tevékenységet, hátha megkapják benne a válaszokat azokra a tipikus kérdésekre, amikkel a márgagázkutatásokat támadni szokták. Azért fogalmaztam meg ezt a gondolatot előre, mert igen rossz tapasztalataim vannak e téren, és rendre azzal találkozom, hogy csak el kellett volna olvasni, mielőtt kritizálni kezdik a

témát – hiszen él az a közmondás, miszerint: „ha hallgattál volna, bölcs maradtál volna”.

Először is kezdjük a leggyakoribb tévedéssel, miszerint a földgáznál rosszabb/drágább/szennyezőbb a márgagáz (palagáz). Nincs itt semmi csoda, a palagáz is „igazi” földgáz, pontosan ugyanolyan alkotóelemekből – javarészt metánból – áll, és az égadta világon semmi különbség nincs közöttük. Ha elfogadjuk azt a közismert mondást axiómának, miszerint egyik tojás olyan, mint a másik, akkor példaként azt tudnám mondani, hogy a palagáz és a földgáz között annyi a különbség,

mint a svéd tyúktojás és a magyar tyúktojás közt, azaz semmi. Viszont könnyen elképzelhető, hogy a tyúkok fenn északon, mondjuk a hideg és a kevés napfény miatt, kevesebbet és nehezen tojnak, így fajlagosan a svéd tojás előállítására több kerül, mint a magyar, de amikor a serpenyőben sül, addigra ez már senkit nem érdekel. A tojás az tojás. Tehát megállapíthatjuk, hogy a palagáz se nem jobb, se nem rosszabb, mint a földgáz, hanem ugyanaz.

A másik közismert vélekedés, hogy a márgagáz (palagáz) mélyebben található, ezért lassabban jön fel a felszínre. Nos, ez sem feltétlenül igaz, mert a kérdés azonnal az: mihez képest mélyebben? Az európai nem-hagyományos készletek 3500-8000 méteres mélységben találhatóak, míg az észak-amerikai kontinensen a gázforradalmat okozó „palagáz” készletek ennél sokkal magasabban (kevésbé mélyen), 500-2000 méteres mélységben már előfordulnak. Szóval, önmagában a mélység nem definitív eleme a nem-hagyományos földgáznak. Erre jellemző példa lehet, hogy a horvát-magyar határon található Barcs-Nyugat földgázmező, amelynek a mélysége átlagosan 4000-4300 méter – noha kétszer olyan mélyen van, mint az USA-ban található márgagáz-készleteket tároló szerkezetek – nem márgagáztároló-szerkezet, hanem normál, hagyományos földgáztároló. Való igaz, az európai hagyományos előfordulásokhoz képest a nem-hagyományos földgáz esetén komolyabb mélységről beszélhetünk, ami egyértelműen drágább technológia és technika alkalmazását jelenti. Viszont – és erre majd még visszatérünk – ez a jelentős mélységbeli különbség az amerikai és az európai előfordulások között egyértelmű és határozott különbözőséget is jelent azok egyéb környezeti és felszín alatti vízkészletekre gyakorolt hatását tekintve. Miközben sokszor és sokfelé szívesen hangoztatjuk különbözőségünket más országok és kontinensek gyakorlatához és az ott lévő körülményekhez képest, ez esetben a harcos környezetvédők szívesen és gyakorta hangoztatják aggályait, kizárólag az amerikai analógiákra alapozva. (Ebből is látszik, hogy az alapos és a helyi körülményeket és sajátosságokat is figyelembe vevő utánajárás

bizony nem az erőssége ezeknek a szervezeteknek. Ha a Greenpeace azt mondta, hogy veszélyes és környezet-szennyező a palagáz, akkor az szerintük az és kész.)

Egy újabb gyakorta hangoztatott „nyomás érv”, hogy (és ezt most szó szerint idézném, mert ekkora sületlenséget nem tudnék magamtól még kigondolni sem): „Míg a megfúrt földgázlencséből a kőzetrétegek nyomása miatt évekig „magától” jön fel az energiahordozó, a palagáz kinyeréséhez éjjel-nappal robbantani kell, vagy pumpálni a mélybe a vegyszeres vizet.” Ez az állítás olyan mértékben nélkülözi az azonosságot a valósággal, hogy még bírálattal foglalkoznom is szakmai megaláztatást jelent, de mégis kivételt teszek. Miközben korábban arról írnak, hogy mennyivel mélyebben van és emiatt mennyivel nagyobb a rétegben lévő nyomás a nem-hagyományos előfordulások mélységében, mint a hagyományosnál, egy könnyed logikai fordulattal a bíráló immár arról beszél, hogy ez mégiscsak kevés, és a márgagáz nem képes magától felszállni a kútban. Érdekes logikai bukfcenc, különösen megfejelve egy „éjjel-nappal robbantani kell” kitételrel, aminek aztán az égvilágon semmi köze nincs amúgy a rétegnomáshoz, a „vegyszeres víz pumpálásáról” nem is szólva. Ahogyan azt a repesztésről szóló fejezetben is leírtam, a rétegek repesztéséhez leggyakrabban nem robbantanak, különösen nem „láncrobbantanak”, hanem folyadéknomás segítségével megrepesztik a kőzetet. Viszonylag sokszor kell ilyet csinálni, mivel a repedések könnyen összezáródhatnak, de azért az „éjjel-nappal” kifejezés még az írói szabadsághoz is kissé durva elrugaskodás a valóságtól. A „vegyszeres víz pumpálása” pedig vélhetően arra a savazási műveletre utal, amely a hagyományos szénhidrogén-termelésben is szokásos (tehát megint csak nem a palagáztermeléshez kapcsolódó újdonságról van szó!) savas áztatást jelenti, melynek az a funkciója, hogy kiáztassa a repedésekből mindazon mechanikai-kőzettani szennyeződések, amelyek akadályozzák a gáz beáramlását a kútba. Tehát megint szó sincs folyamatos és éjjel-nappali műveletről, időnként kell ilyet elvégezni, amikor csökken a beáramló gáz hozama.

A repesztéshez kapcsolódó félelmek gyakori felna-gyított kiváltója a repesztések okozta szeizmikus rengések, kisebb-nagyobb földrengések. Nem zárható ki, hogy azokban a térségekben, ahol a természetes földrengések kialakulása gyakorinak mondható, valóban lehet veszélye annak, hogy szeizmikus hatások felerősítik azok kialakulását, úgymond „rásegítenek” a kisebb földrengésekre. Ezt ugyan eddig valójában sehol nem sikerült minden hitelt érdemlően bebizonyítani, a többnyire „független” szakértői véleményekről utóbb mindig kiderült, hogy valamilyen egyéb lobbierdekek szolgálatában születtek. Jellemző a téma felvetésére, hogy ha a palagáz-kitermelésben leginkább érintett – ráadásul földrengések valószínűségét tekintve is kiemelt pozíciót elfoglaló – Egyesült Államok földrengésszámaikat nézzük meg, akkor egy *amerikai geológiai konferencián előadást tartó, dr. Andrew Michael nevű geológus* kutatásaira hivatkozva megállapította, hogy a „*Jövőben bekövetkező nagyobb erejű földrengések valószínűsége nem*

*nőtt, igaz nem is csökkent*”. A hazai nem-hagyományos előfordulások tekintetében egyértelműen megállapíthatjuk, hogy – mivel a hazai földrengések bekövetkezésének valószínűsége és az eddigi földrengéstörténetben tapasztalt mérete is igen alacsony – a magyarországi márgagázkutatások földrengések kialakulására gyakorolt hatása minimális, gyakorlatilag kizárható. Ugyanakkor jogosan elvárható, hogy a kutatásokat végző vállalatok gondoskodjanak ilyen irányú állandó szeizmikus megfigyelő rendszerek kialakításáról.

### **Káros- és veszélyesanyag-kibocsátás, mérgező anyagok a repesztésnél**

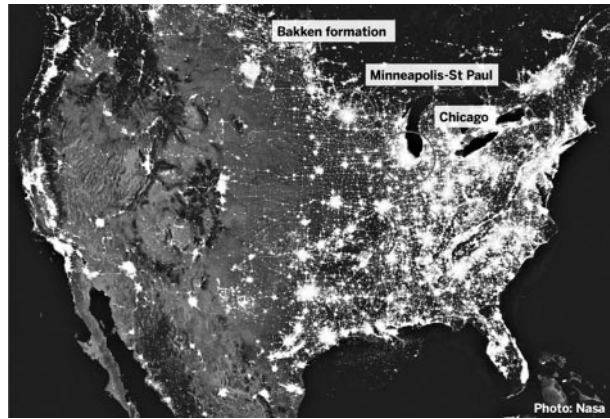
Térjünk most rá az egyéb szennyezésre vonatkozó félelmekre, úgy mint zaj- és légszennyezés, metánkibocsátás, radioaktív anyagok emissziója, illetve a repesztések során használt vegyi anyagok veszélyei.

Mint minden iparszerű tevékenységnek, úgy a földgázkutak fúrásának is létezik zajártalma, és a rengeteg, a fúróberendezés működtetéséhez szükséges eszköz szállítása miatt magas a szállópor-szennyezettség. Az előbbi mondatból is feltűnhetett: ez nem mondható csak a palagázkutatás sajátosságának, hiszen mint korábban is említettem, ugyanaz a fúróberendezés, ugyanazok az eszközök végzik a hagyományos fúrást is, mint a nem-hagyományos esetében, így pontosan ugyanazokat a zajvédelmi és levegőszennyezés elleni előírásokat kell betartani, mint egyéb, normál fúrási műveletek során. Tehát az ezen a területen felmerülő kockázatot igen alacsonynak tekinthetjük, a létesítési engedélyek kiadása-kor valamennyi szakhatóság előzetesen megadja azokat az előírásokat, melyeket a tevékenység során rendszeresen ellenőriznek is, így az ebbéli félelmeket mesterségesen gerjesztettnek és erősen eltúlzottnak tekinthetjük.

A *radioaktivitás* jelenlétének emlegetése mindenkor „kiváló” pánik-generálónak bizonyul, így a nyilatkozók nem sok kockázatot vállalnak egy ilyen kijelentéssel, elég csak bedobni a köztudatba, és máris zajos ellenállásba ütközik az engedélyezés – függetlenül annak igazságtartalmától. Lássunk tisztán: a kőolaj- és földgázkutatás nem radioaktív tevékenység. Radioaktív anyagokat kizárólag egyes geofizikai mérések során alkalmaznak, igen kis mennyiségben, és az ilyen jellegű szennyezés kibocsátásának mértéke gyakorlatilag zéró, földgázkút fúrásával kapcsolatosan senki soha nem hallott még csekély mértékű sugárzásról sem. Tehát egy újabb, mesterségesen gerjesztett, valótlan vádaskodásról van szó.

A következő ilyen – minden valós alapot nélkülöző – sztereotípiá, hogy „a palagáz-kitermelés során azonban 4-8 százaléknál *metán is felszabadul*”. Az, hogy ez a műszaki nonszensz honnan került a „köztudatba” és mire alapozva forog média-szerte, az kideríthetetlen. Miért/honnan szabadulna fel metán, és ha igen, akkor miért/mitől több ez, mint a hagyományos gázkitermelésnél? Ahogyan azt korábban is bemutattam, a gázkútból kiáramló gáz egy acélcsővön keresztül érkezik a felszínre, ahol egy újabb vezetékbe csatlakozva kerül be a gázgyűjtő állomásokra. Minden gázkút szerkezetének

kialakítása során úgynevezett „gáztömör” menetekkel ellátott termelőcsöveket használnak, éppen az esetleges szivárgások elkerülése érdekében. Ismételten hangsúlyozni szükséges: ezek ugyanazok a termékek, mint a hagyományos gázkutak esetén, és a kapcsolódó rendszerek is azonosak. A fúrások idején, illetve olyan területeken, ahol még hiányzik a gázinfrastruktúra a gázmezők környezetében, valóban szükséges velejárója lehet a fúrási műveletnek a fáklyázás, melynek során a kitermelt gázt (éppen azért, hogy ne nyers – többek között az üvegházhatást a CO<sub>2</sub>-nél jobban erősítő „metánban dús” – állapotban kerüljön ki a légkörbe) elégetik. A fáklyázás mennyiségének csökkentése komoly környezeti és gazdasági probléma. Korábban a szibériai orosz kőolajtermelőket vádolták jogosan azzal, hogy az olajtermelés intenzifikálásával nem fordítottak elég gondot a nyersolajjal együtt kitermelt földgáz hasznosítására (ott a problémát az infrastruktúra szűkössége mellett a Gazprom vezetékhálózatainak monopol helyzete is fokozta), hanem inkább elégették azt, ezzel komoly levegőszennyezést okoztak Szibéria felett. Magam is sokszor láttam repülön szállva, micsoda éktelen füstgomolyok festették feketére az egyébként gyönyörű tajga felett az égboltot. Az orosz vezetés azonban – félve az EU-ban egyre erősödő és az orosz olajat importáló tagállamokat akár komoly szankciókkal is sújtó elképzelésektől – az utóbbi években komoly változásokat vezetett be az előírások szigorításában. Ugyan a kutatás során még továbbra is egyedüli megoldásként a fáklyázással szabadulnak meg a termelt gáztól, de a tartós kitermelést már csak abban az esetben engedélyezik, ha az olajkísérő gáz valamilyen módon (helyi áramtermelés, rétegyomlás fenntartási célú visszasajtolás stb.) hasznosításra kerül. Nemrégiben viszont többen is arról cikkeztek, többek között a *Financial Times* is, hogy az USA palagáz központjaiban (Észak-Dakotában és Texasban) olyan mennyiségben fáklyázzák el a számukra haszontalannak és túl olcsó melléktermékeknek bizonyuló gázt, ami egy nagyobb amerikai város, mint Chicago vagy Washington teljes ellátására elég lenne. Ahogyan azt a MOL-os barátaim által üzemeltetett elemzői blogban is megjegyezték: „Tulajdonképpen mindenki olajat vagy hasonló folyadékokat szeretne találni, ezért már annyira olcsó a gáz, hogy inkább melléktermékek minőségű. Ilyen alacsony árak mellett nem térül meg az olajtermeléssel felszínre kerülő gáz elszállításához szükséges vezetékek, tankerek építése. Kellő infrastruktúra hiányában ezért sok cég úgy látja, nincs más választása, mint a fáklyázás.” Ugyan a magam részéről ezt erős túlzásnak tartom, és az ezt igazoló fotó (8. ábra) is nagy valószínűséggel manipulált, de a jelenség bizony egyre erőteljesebben jelentkezik, igen komoly környezetterhelést okozva. Viszont igen fontos idézni ismét csak a fentebb említett szakmai blogot: „...Összességében – bár ezt a környezetvédők feltehetően kevésbé hangsúlyozzák – az USA CO<sub>2</sub>-kibocsátása még a fáklyázás ellenére is jócskán csökkent azáltal, hogy több gázt égetnek és kevesebb szénet...” Meggyőződésem, hogy előbb-utóbb kormányzati vagy USA-államok szintjén, szabályozókkal be fognak avatkozni a fáklyázások



8. ábra: Műholdas éjszakai fénykép az USA-ról

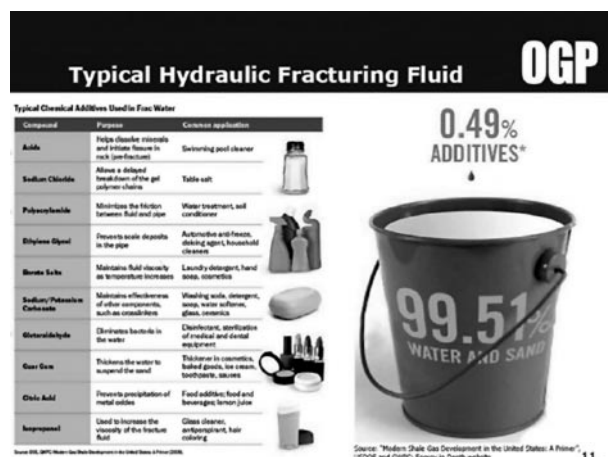
ilyen mértékű elburjánzásába, és büntető adókkal, valamint a szükséges infrastruktúra kiépítésének támogatásával csökkenteni fogják ezt a pazarlást és környezet-szennyezést. Mindazonáltal lényeges hangsúlyozni, hogy ennek a nehezen érthető pazarlásnak a fő oka – ahogy fentebb is idéztem – abban keresendő, hogy az amerikai palagáztermelők – talán paradox módon – ma már nem gázra, hanem a gázzal együtt kitermelt könnyű olajra hajtanak, mivel annak piaci ára jelentősen meghaladja a termelt gázét.

Beszéljünk akkor most a repesztések során használt, és ugyancsak szívesen ostorozott vegyi anyagokról. Az igen komoly vád így hangzik: „...A repesztéshez felhasznált vegyi anyagok jelentős része veszélyes anyag: savak, biocidok, köztük számos rákkeltő, hormonrendszert károsító anyag. Egy amerikai felmérés szerint a repesztés során a földbe sajtolt folyadékban található 300 anyag 60 százaléka károsíthatja az agyat és az idegrendszert, 40 százaléka károsítja a hormonrendszert és a harmada lehetséges rákkeltő...” Először is a 300 anyag erős költői túlzás, nagyságrendileg sincs ennyiféle vegyi anyag a repesztőfolyadékban. Ebben a hatalmas számértékben vélhetően már maga a H<sub>2</sub>O is külön vegyi anyagként szerepel, hozzá valamennyi – a természetben előforduló és a vízekben természetes formájában található – vegyülettel együtt. Az az állítás is, hogy ennek 60%-a károsítja az agyat, csupán feltételezés, amelyek a hivatkozott forrásokban sincsenek sem igazolva, sem bármiféle gyakorlati vizsgálattal alátámasztva. Manapság gyakran lehet ebben a témában olyan kijelentésekkel, megfogalmazásokkal találkozni, hogy olyan cikkekre hivatkoznak, amelyekben még csupán kutatási téma felvetésről számolnak be, és még nem igazoltak semmit. Érdekes és szükséges tételesen számba venni, milyen anyagokat is használnak a repesztés során. Ezek: hipó, nátrium-klorid, citromsav, etilén-glikol, poliakril-amid, szóda, glutar-aldehid, izopropanol, guargumi, bórsavak. Borzasztóan hangzik, csupa ismeretlen, vagy éppen ismert, de veszélyesnek hangzó vegyület! Csakhogy ezek mindegyike használatos a mindennapi életünk során, nap mint nap az itt használt mennyiség többszörösével érintkezünk, kenjük magunkra vagy esszük meg (9. ábra). Bizony, ezeket a ronda, „hormonrendszer-károsító” és „rákkeltő” vegyületeket. Bizony ezek az anyagok talál-

hatók a mosó-, mosakodó- és egyéb tisztítószerekben, a nők száján pompázó ajakrúzsban, a dezodorjainkban, ezzel sózzuk meg az ételt, ezt keverik a gumicukorba és a jégkrémbe, ezzel ízesítik az üdítőitalainkat. Hát ez tényleg rettenetes – és hogy fokozzam még a megdöbbenést elárulom, hogy a repesztő folyadékok 99,51%-a nem más mint víz és homok, a maradék 0,49% csupán a fentebb felsorolt „iszonytató” anyagok keveréke. Hát ez tényleg elkéserítő, nem? Főleg annak tudatában, hogy mint korábban említettem, a repesztés maga egy zárt rendszerben történik, a lejuttatott folyadék jelentős részét visszatermelik és újra felhasználják, vagy éppen megtisztítják. Amennyiben a technológiában semmilyen szivárgás nincs, így azoknak a környezetbe való kerülését kizárhatjuk. A felszín alatti vizeinket pedig védi a fúrás során elhelyezett cementpalást.

### Víz, víz, a drága víz!

Itt egy másik felvetésre kell reagálni, a felszín alatti vizeink védelme, mint egyik legkritikusabb és leggyak-



9. ábra: Egy tipikus repesztőfolyadék összetétele (az adalékok külön táblázatban)

### A repesztővízben használt tipikus kémiai adalékok

Adalék	Célja	Hétköznapi alkalmazás
savak	segít az ásványok szétoldásában/feloldásában iniciálja a repedéseket (repesztés előtt)	úszómedence-tisztítás
nátrium-klorid	késlelteti a polimerlánc szétesését	asztali só
poliakril-amid	csökkenti a folyadék sűrűdését a csővezetékben	vízkezelés, talajszilárdítás
etilén-glikol	megakadályozza a vízkőképződést a csőben	autó-fagyálló, jégtelenítő, háztartási tisztítószer
borát	biztosítja a folyadék viszkozitását nagy hőmérsékleten	mosószer, szappan, kozmetikumok
nátrium/kálium-karbonát	szabályozza az egyéb komponensek működését	mosósóda, mosószer, vízlágyító szappan, üveg, kerámia
glutar-aldehyd	antibakteriális	fertőtlenítő, orvosi eszközök sterilizálása
guargumi	vízűritő a homok szállításához	kozmetikai, élelmiszeripari sűrítő (pékárúk, jégkrém, fogkrém, szószok)
citromsav	megakadályozza a fémoxidok kiválását	élelmiszer-adalék, citromlé, üdítőitalok
isopropanol	viszkozitásnövelő	üvegtisztító, hajszínezés

rabban emlegetett veszélyforrás. Az előzőekben már szó volt róla, hogy az európai és az észak-amerikai palagáz-előfordulások mélység szempontjából erősen különböznek egymástól, míg a felszín alatti víztároló rétegek itt is, ott is a felszíntől körülbelül 1800-2300 méteres mélységben találhatóak. Ebből következően az észak-amerikai kontinensen, ahol a gázkészletek és a vízkészletek között csekély (néhány százméternyi) a távolság, valóban több esetben előfordult, hogy a repesztés során használt anyagok, illetve a repesztéssel felszabadított földgáz megjelent a farmerek kútjaiban, meg lehetett gyújtani a csapból kifolyó gázt, illetve megmérgezték a vízzel megitatott állatokat. Erről készült az USA-ban igen komoly környezetvédelmi, majd társadalmi visszhangot kiváltó *Gasland* (Gázország) című dokumentumfilm is. Csakhogy – és itt utalnék vissza az észak-amerikai analógiák egy az egyben történő hivatkozásának helytelenségére – az európai kontinensen, a vízáadó rétegek és a nem-hagyományos gázelőfordulások közötti távolság nem néhány száz, hanem több ezer méter. A hatalmas hőmérséklet- és nyomáskülönbségek mellett tehát a legfontosabb különbség a mélységben keresendő. A legsikeresebb repesztések sem képesek 150-200 méteres távolságnál nagyobb hosszúságban a kőzetekben repedéseket létrehozni, azaz nincs olyan repesztési technológia, amely a hazai – és általában az európai – adottságok mellett össze tudná repesztetni az aquifer rétegeket és az „európai” márgagáz rétegeket! Ez műszakilag egyszerűen lehetetlen (10. ábra). Tehát minden erre hivatkozó és ezzel a veszéllyel riogató vészkiáltás nem más, mint indokolatlan és alaptalan hangulatkelés. Ugyancsak felesleges pánikgenerálás azzal való ijesztgetése a gyanútlan honpolgároknak, hogy ez a technológia elfogyasztja előlünk a drága vizet, ki fogunk száradni, földjeink el fognak sivatagosodni. Nos, ez utóbbi lehetséges ugyan, de annak oka a klímaváltozásban keresendő, és nem a márgagáz-termelés technológiájában. Igaz ugyan, hogy valóban nagy mennyiségű víz szükséges a repesztéshez, és egy-egy kútban 10-20

