



## Nem konvencionális szénhidrogének helyzete a világban és hazánkban

Az Energetikai Szakkollégium Jendrassik György emlékfélévének 2013. október 17-i előadásán a nem konvencionális szénhidrogén készletek helyzetével ismerkedhettünk meg, kiemelten az amerikai példán keresztül bemutatott nem hagyományos gáz előfordulásokkal. Az előadás megtartására Kiss Károly okleveles geológust kértük fel, aki a MOL Nyrt. kutatási projektvezetőjeként nagy tapasztalattal rendelkezik ezen a szakterületen.

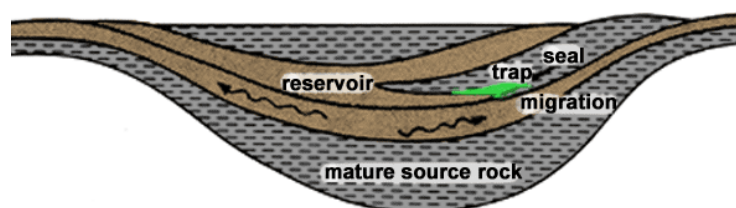
A nem konvencionális szénhidrogének az olajipar számára is új területet jelentenek, annak ellenére, hogy maguk az előfordulások már meglehetősen rég ismertek. Ami a téma aktualitását az adja, hogy a nem konvencionális készletek jelentősége a világban, elsősorban Észak-Amerikában igen komolyan megnőtt, aminek meghatározó következményei érzékelhetők mind szénhidrogén-ipari, mind energiapolitikai szempontból.

### Nem konvencionális előfordulások kialakulása

Az előadás első felében a hagyományos rendszerek alapvető tulajdonságait ismerhettük meg, hiszen ez a nem hagyományos előfordulások sajátosságainak megértéséhez feltétlen szükséges.

A szénhidrogén-készletek, mint földtani rendszerek a geológiai múltban, jelenben és térben működő egységek. Egyes alapelemek- kiemelten az anyakőzet, a migráció és a csapdázódás - megfelelő kombinációja eredményez számunkra hasznosítható szénhidrogén előfordulásokat.

A szénhidrogén keletkezése több fontos lépésből áll. A szerves anyagok betemetődnek és lerakódnak egy adott

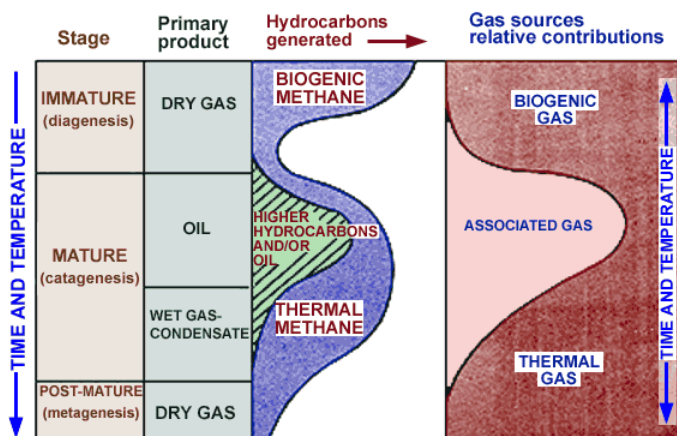


1. ábra

Szénhidrogén földtani rendszer

környezetben, majd a mélybe kerülés, lesüllyedés során egy részük lebomlik, egy részük megmarad. Utóbbi átalakulásának eredményeképpen kapjuk a szénhidrogéneket. A lerakódott szervesanyag-tartalom körülbelül 1/20 része hasznosítható, ugyanis megfelelő mértékű migráció szükséges ahhoz, hogy számunkra kinyerhető előfordulás alakuljon ki.

A szénhidrogén-képződés egy nagyon bonyolult folyamat, amelyet két alapvető befolyásoló tényező határoz meg, a kiinduló szerves anyag összetétele és az átalakulás környezete. Négy szerves anyag típust különböztetünk meg. Elsőként beszélhetünk alga típusról, mely tengeri mikro planktonok, mikro élőlények maradványaiból áll, ami alapvetően olajgeneráló képességű. Létezik kevert típus, mely tengeri és szárazföldi eredetű keverékből áll, amelyből olaj és gáz keletkezik. A harmadik típus szárazföldi növényekből származó szerves anyag, melyből gáz generálódik. Végül pedig a negyedik típus foglalja össze azokat az előfordulásokat, amelyek annak ellenére, hogy szerves anyagokat



2. ábra

Környezeti körülmények és az idő hatása az átalakulásra

tartalmaznak, nem képesek szénhidrogént generálni.

Anyakőzeteket a szervesanyag-tartalom alapján osztályozzuk, 4% szerves anyag tartalom felett már a legkiválóbb minőségről beszélünk. Ahogy említettük, a körülmények nagymértékben hatással vannak a kialakuló szénhidrogénre, a 2.ábra mutatja az eltelt idő és környezeti körülmények hatását az átalakulásra.

A migráció folyamata az, mely nagymértékben eltér a konvencionális és nem konvencionális előfordulások esetén. Hagyományos esetben a szénhidrogén az anyakőzetből az elsődleges migráció révén egy jobb átvezető képességű képződménybe vándorol, majd ott a megfelelő nyomásgradiensek mentén elindul egy adott irányba (másodlagos migráció). Ha egy olyan geológiai réteggel, szerkezettel kerül szembe, mely képes csapdába ejteni, akkor megindul a felhalmozódás. Az esetek nagy részében viszont nem áll elő ilyen helyzet, ekkor a szénhidrogén akár a felszínig szivároghat.

Az ilyen migrációs mechanizmusok létrejöttéhez megfelelő tulajdonságú kőzetek jelenléte szükséges. A tárolóképesség szempontjából számunkra két releváns tulajdonság mérvadó, a porozitás és a permeabilitás. A porozitás azt mutatja meg, mekkora a kőzetet alkotó ásványok, szemcsék közötti tér, melyben a szénhidrogén, vagy bármely más folyadék helyet tud foglalni. A porozitás mértékét a kőzet teljes térfogatához képest százalékos alakban határozzuk meg, ami egyfajta tároló képességet jellemez számunkra. A porozitás magas értéke

még nem elegendő, ugyanis csak pórusok közötti utak, átjárók révén (effektív porozitás) biztosítható a migráció, melyet a permeabilitás jellemez.

A nem hagyományos előfordulások esetén a kőzetek alacsony permeabilitással és porozitással rendelkeznek, mely a migrációt gátolja. Emellett a kőzetrendszerben kialakulhat egy olyan nyomásrendszer, mely révén egy olyan mechanizmus jön létre, ami nem engedi a szénhidrogén migrációját, és egyben csapdázódási feltételeket is teremt. Ezt kapilláris zárásnak nevezzük. E két hatás következtében jönnek létre nem hagyományos szénhidrogén mezők.

A nem konvencionális előfordulásokra jellemző, hogy folytonosak, hiszen nincsenek olyan csapdászervek, mint a hagyományos esetekben. Ez azt jelenti, hogy ezek az előfordulások térben jóval nagyobb kiterjedésűek lehetnek, mint az eddig kutatott konvencionális források. Jellemzően az egykori medencék mély részén találhatóak, és alapvetően termogén gáz-, olajtartalommal rendelkeznek. A fentebb részletezett migráció hiányának köszönhetően nem jönnek létre sűrűség hatására szeparációs zónák (gáz, víz határ), így egy elegyként jellemezhetőek a közegben található fluidumok.

## Nem konvencionális szénhidrogének

A nem konvencionális szénhidrogének megkülönböztetését a konvencionális szénhidrogénektől az elmúlt évtizedekben a kitermelés gazdasági feltételeiből kiindulva tettük meg. A marginális haszonnal, vagy csak gazdaságtalanul kitermelhető szénhidrogéneket, függetlenül azok halmazállapotától, összefoglaló néven „nem konvencionális szénhidrogénnek” nevezték. Az utóbbi évek műszaki, tudományos és technológiai fejlődése, a konvencionális szénhidrogének esetében a földtani és ipari készletek korlátozottsága és fogyása, valamint a kőolaj és földgáz világpiaci árának drasztikus növekedése azonban új megvilágításba helyezte ezeket a forrásokat. Ez a folyamat együtt járt a nem konvencionális szénhidrogének definíciójának módosulásával is. A kitermelés gazdasági megközelítését, mint meghatározási alapot felváltotta egy objektívebb geológiai meghatározás, amely már egyértelmű különbséget tesz a konvencionális és nem konvencionális szénhidrogének között. Előbbi a gravitációs szegregáció (felhajtóerők) által indukált, geometriailag meghatározható kiterjedésű szerkezeti, vagy tektonikus csapdákból felhalmozódott szénhidrogéneket jelenti, ezzel szemben minden olyan természetes szénhidrogén előfordulás, amely nem tesz eleget az előbbi feltételeknek, a nem konvencionális szénhidrogének csoportjába sorolandó.[1]

A 3. ábrán látható háromszögben lévő szénhidrogén előfordulás típusok elhelyezkedése nem véletlenszerű, jól szemlélteti az egyes típusok földtani készletét, és kitermelésének nehézségeit.

Az előadás további részében a tightgas és a shalegas előfordulások részleteit ismertette Kiss Károly, hiszen ezek a generálisabban hasznosítható típusok, melyek kitermelésének részaránya egyes területeken már vetekedik a hagyományos előfordulásokéval.

A tightgas (gáz tömött tárolóban) hagyományos körülmények között lerakódott, elsősorban homokköves sorozatban található gázelőfordulásokat jelent, amelyekben azonban a homokkőréteg rossz szemcseméretéből, szemcseeloszlásból, vagy egyéb körülményekből fakadóan a szénhidrogén nem képes megfelelően mozogni.

Az ilyen előfordulásban végzett furás esetén azt tapasztaljuk, hogy a kezdetben jelentkező hozam rohamosan csökken, majd egy alacsony értékre áll be. Megoldást nyújtanak erre a problémára a különböző rétegkezelési eljárások, manapság leggyakrabban rétegrepesztést alkalmaznak ilyen kutak esetén, ennek részleteit a későbbiekben taglalta az előadó.

A shalegas előfordulások nagyban hasonlítanak a tightgas-ra, itt azonban az anyakőzet az, amelyben a szénhidrogén kötve marad, ugyanis a kőzet olyan alacsony permeabilitással rendelkezik, amely teljes mértékben meggátolja a migrációt.

## Az amerikai sikerpélda

A nem konvencionális előfordulások már az 1800-as években ismertek voltak, az 1820-as években végezték az első fúrásokat shalegas tárolóba. Először 1926-ban termeltek gázt ilyen jellegű kutakkal, de ezek jelentősége az akkor még nagy mennyiségű, gazdaságosabban kitermelhető konvencionális kutak mellett eltörpült.

A tightgas termelés már 40 éve alkalmazott eljárás, így ez jóval jelentősebb múltra tekint vissza, mint más nem konvencionális technológia. Amerikában a 70-es évek közepétől nem találtak jelentős méretű konvencionális készleteket, aminek eredményeképpen a nagyvállalatok külföld felé kezdtek nyitni. A kisebb cégek, akik nem engedhettek meg ilyenfajta politikát, állami támogatásra alapozva komoly kutatásokat végeztek a nem konvencionális előfordulások megművelési technikáira vonatkozóan. Kiemelkedő eredményeket elérve a repesztési eljárások területén, lehetővé vált az eddig kiaknázatlan

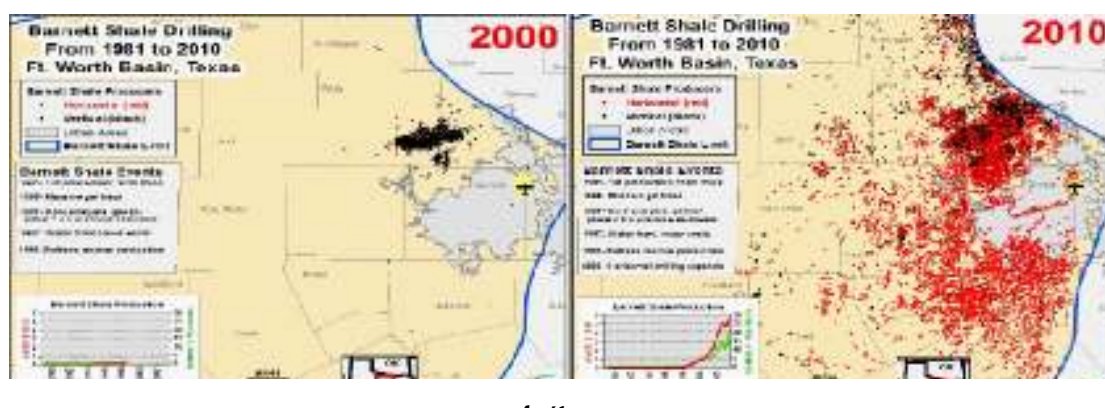


3. ábra

Szénhidrogén piramis

szénhidrogénforrások sikeres kitermelése. Ennek következtében az USA-ban a 90-es években a tightgas termelés mértéke nagyságrendileg a konvencionális termeléssel vetekedett (40%-os részarány). A 2000-es évek elejére a termelés növekedésének üteme a fejlődő repesztési technológiák ellenére csökkent, ami a területek kiürülésével, és az újonnan belépő területek rosszabb minőségével magyarázható.

A shalegas előfordulásokkal már a 80-as években foglalkoztak, de jelentősebb mértékű növekedést a 2000-es évek elején jelentkező technológiai áttörések jelentették. A repesztési technológiában, és a repesztés során használt folyadékrendszerben véghezvitt fejlesztések a shalegas kutak robbanásszerű elterjedését vonták maguk után, melyet jól reprezentál a 4. ábra. A repesztési eljárásban a vízszintes kútmunkálatok, és a területileg optimalizált kútkiosztás jelentették az előrelépést.



4. ábra

Barnetshale megművelésének változása 2000-2010 között

Ahogy említettük, ezen kutatások, fejlesztések kivitelezői nem a nagy tradícióval rendelkező vállalatok voltak, hanem kisméretű, független cégek, melyek a mai napig a kutak üzemeltetői.

A shalegas kutaknak az észak-amerikai piacra való belépése következtében az USA 7 év alatt elérte, hogy önellátó lett földgáz energiahordozóból, és jó úton halad, hogy olajszükségleteit nagymértékben saját termeléséből biztosítsa. A jelenség nem csak időleges, az USA az előzetes számítások szerint 50-100 évre tudja fedezni saját gázigényeit. Ennek hatására már elkezdődött egy energiapolitikai változás, mely az erőművi rendszer minél nagyobb mértékű átalakítását tűzte ki gázos alkalmazásokra a jelenlegi szenes típusokról. Emellett a közlekedés átállítása is megkezdődött gáz üzemanyagot igénylő típusokra.

2008 környékére tehető a robbanásszerű termelés csúcspontja, ami a nagymértékű gáztermelés hatására bekövetkező árcsökkenéssel járt együtt. A shalegas-termelő területek folyamatos tőke investíciót követelnek meg, ami az alacsony gázárak miatt egyes cégeknél nem volt kivitelezhető. Ekkor jelentek meg külső befektetők és olajipari nagyvállalatok, akik komoly tőkebefektetésre voltak

hajlandóak, „nem hagyományos” projekt tapasztalatok, és egyes területek jogaiért cserébe. Másik opcióként, az eddig nem kihasznált, hasonló struktúrájú nem konvencionális olaj (shaleoil) előfordulások kitermelését irányozták elő egyes cégek, így fedezve másbéli kiadásait, ugyanis a gázpiac telítődésével a termelt olaj nagyobb felvevőértékkel bírt, finanszírozva ezzel a gázpiac alacsony, vagy zéró nyereségét. Ennek a tendenciának hatására az olajkitermelés napjainkra oly mértékűvé vált, hogy az USA mára a kőolaj szükségleteinek 40%-át saját forrásból biztosítani képes.

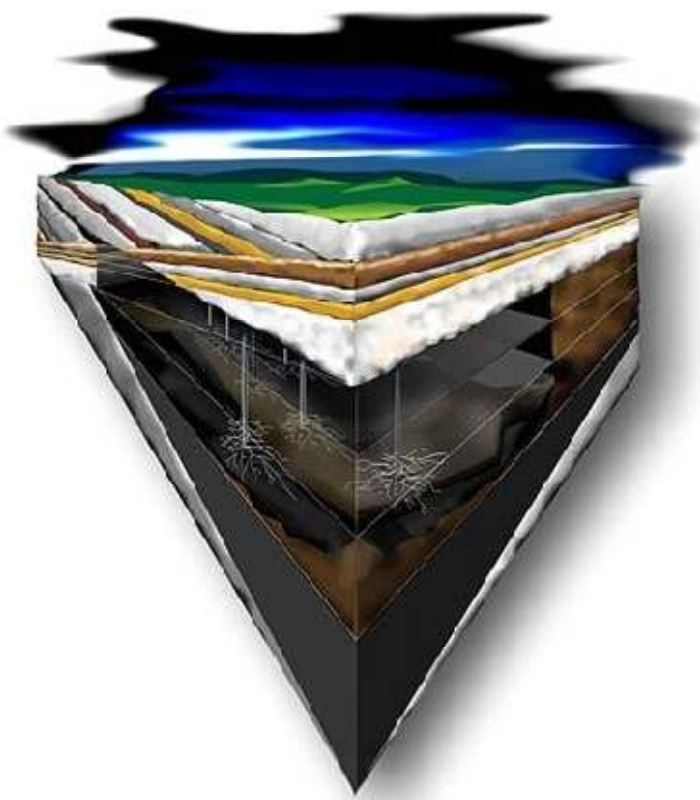
Az eddigi gáz importfüggőség miatt az USA jelentős mennyiségű LNG fogadóállomást épített ki, de a most jelentkező többlet miatt arra kényszerül, hogy ezen állomásokat úgy alakítsa át, hogy gázt tudjon exportálni, ezzel belépve a nemzetközi piacra. Ez jelentős hatással lesz a világpiacra, amellet, hogy normalizálódik a belpiaci helyzet is.

Az Egyesült Államok a nem konvencionális gázkészletek terén lépéselőnybe került a világ többi országával szemben, ugyanis azon felül, hogy rengeteg ilyen típusú előfordulással rendelkeznek, helyben van a tudásuk, fejlesztésük, a pénzük, és a piacuk.

## Nem hagyományos szénhidrogének termelésének sajátosságai, technikája

Előadónk az amerikai példa után rátért a kitermelés jellegzetességeire. Először is, ha megvizsgáljuk egy nem konvencionális szénhidrogén kitermelésére alkalmas terület struktúráját, azt fogjuk észlelni, hogy a kutak lokálisan egy-egy pont, az ún. sweet spot körül sűrűsödnek. Ezek a sweet spotok a legproduktívabb térrészek, melyek valamely földtani szempont (medence alak, szerves anyag tartalom) miatt jobb minőségű, nagyobb mennyiségű szénhidrogént tartalmaznak.

A hatékony termelés feltétele - ahogy már említettük - a masszív rétegrepeztségi technológia alkalmazásán alapul. A repeztsés



5. ábra

Rétegrepeztsés

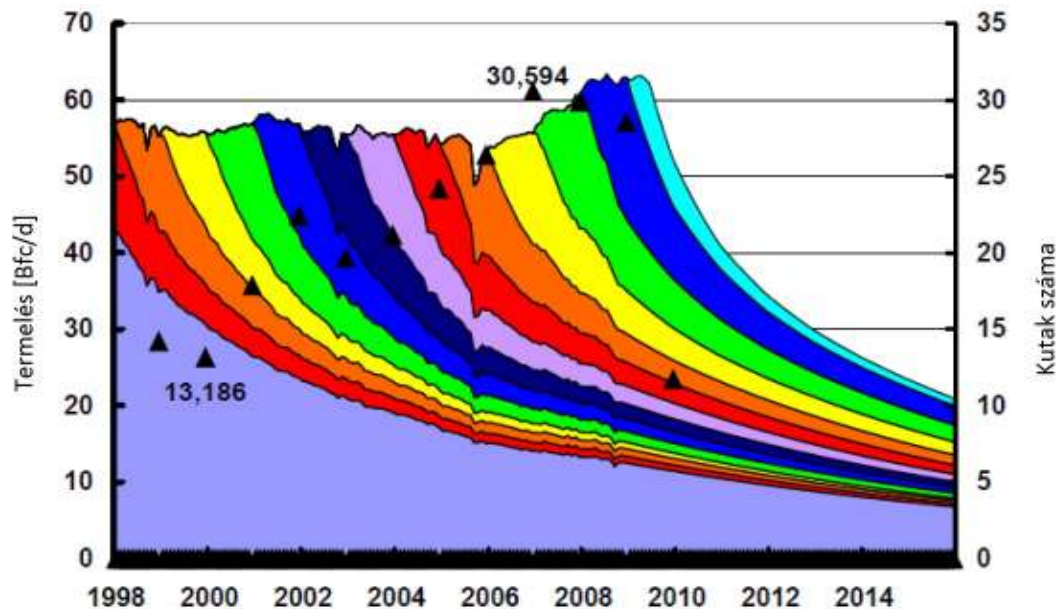
lényege, hogy a kőzetben lévő, közvetlenül a gázzal érintkező felületet megnöveljük, így fokozzuk az egy kúttal elérhető terület nagyságát, így emeljük annak hozamát. A repesztés hidraulikus elven történik, mely során nagy nyomással, nagy mennyiségű folyadékot és egyéb adalékanyagokat sajtolnak a rétegbe. Ez az eljárás nem újkeletű, hiszen már a 40-es, 50-es évek során végeztek hasonló műveleteket, azonban a shalegas kutak esetében eltérő folyadékot használnak, és maga a folyamat is jóval összetettebb.

A repedés kiterjedését, terjedelmét, irányát nem lehet a repedés elindulása után kontrollálni, ezt a kőzetben lévő feszültségi viszonyok, geológiai struktúrák határozzák meg. A repesztés során először egy géles ún. PAD fluidot sajtolnak a kőzetbe, melynek funkciója a repedés terjedésének biztosítása, és a nyomás fenntartása. Ezt követően adagolják be a kitámasztó anyagot hordozó géles folyadékot, mely magában hordozza a repesztés kitágítására és fenntartására szolgáló kitámasztó anyagot. Ez az anyag kitölti a kialakított repedésrendszer teljes térfogatát. Ez a gél több előnnyel is rendelkezik, amiből kifolyólag felváltotta a vizes repesztési eljárásokat. Legfőbb pozitívuma, hogy magában tartja a bekevert kitámasztóanyagot, ami így képes a repedésrendszerben közel egyenletesen elhelyezkedni, és ennek megfelelően nagy térrészen jó átteresztőképességet biztosítani. Ennek köszönhetően az ilyen anyagot használó kutak merőben nagyobb hatékonysággal tudnak termelni. A gél a repesztést követően lebomlik, folyadékként visszatermeltethető. A kitámasztóanyag, az ún. proppant a tároló kőzet és a kút típusától függően eltérő összetételű lehet.

Nagy problémát jelent, hogy előzetesen meglehetősen nehezen prognosztizálható a repesztés hatása. Ez geológiai modellek alapján készült numerikus modellezési, modellalkotási eljárások segítségével, szimulációk futtatásával jelezhető elő. E mellett a terület adatainak statisztikai elemzése szolgálja a legjobb előrejelzéseket számunkra. A kivitelezett repesztés eredményét, eredményességét pontosan nem ismerjük, esetleg a termelési adatokból tudunk következtetni ennek kimenetelére. Az egyik legjobb eszköz, mely a kezünkben van a valós repesztési geometria feltérképezésével kapcsolatban, az a mikroszeizmikus mérési technológia. Az eljárás során a repedési mechanizmus közben létrejövő szeizmikus jeleket tudjuk érzékelni a felszínen, vagy párhuzamos kútakban, ún. geofonok segítségével. A kinyert adatok felhasználásával megalkotható a repedési hálózat térképe, amelyből a geometria mellett a repesztés effektivitására is tudunk következtetni. Szeizmikus jelekről beszélünk, de – ahogy arra előadónk felhívta figyelmünket – a félreértések elkerülése végett le kell szögeznünk, hogy itt szó sincs földrengésekről. A geofonok által érzékelt jelek erőssége 1-es Richter skála alatti érték, mely több nagyságrenddel alacsonyabb az ember érzékenység határánál.

A létrehozott kutak hozama a repesztés hatására jelentős mértékben megugrik, viszont a kezdeti magas értékek után meredek csökkenést mutat. A megnyitott rétegekből először nagy mennyiségű szénhidrogén tud beáramolni a csatornába, de a kőzet rossz permeabilitása miatt a hozam egy exponenciális

jellegű csökkenés után egy relatíve alacsony értéken stabilizálódik. Ez a jelenség teszi szükségessé a terület meghatározott pontjaiban, folyamatos ütemben új kutak nyitását. Utóbbi miatt a kitermelés csak jelentős beruházás, bevétel-visszaforgatás árán tartható fent. A 6. ábrán látható, hogy az új kitermelő állomások létesítésével hogyan alakítható a terület összhozama. A kutak egymáshoz viszonyított elhelyezése komoly mérnöki feladat, ugyanis ha egymáshoz túl közel létesülnek, akkor negatív hatást gyakorolnak egymásra,



6. ábra

#### Kútrendszer hozamának alakulása

másrészt a túlságosan ritka topográfia a terület nem megfelelő kiaknázásával jár. Az optimális kialakítás érdekében numerikus szimulációk alkalmazásával próbálják segíteni az elhelyezés problémáját. Továbbá termelési modellek révén becslések adhatók az adott terület hozamára, melyek azonban sokszor nem fedik a valós értékeket.

Érdekes még beszélnünk a repesztési technológia, és a technológia által használt anyagok, berendezések környezeti hatásáról. Az iparágat legtöbbször a repesztési folyadék, fluidum miatt érik támadások, ugyanis egyesek állítása szerint ez a folyadék mérgező és rákkeltő anyagot is tartalmaz, mely az eljárás során a környezetbe jut, ami révén szennyezheti ivóvízkészleteinket. Azonban előadónk rámutatott, hogy a repesztő folyadék 99,5%-ban vizet és homokot, proppant-ot tartalmaz. A 0,5% adalékanyag összetételét vizsgálva szembesülhetünk azzal, hogy ezek az anyagok a mindennapi élet számos más területén is megtalálhatóak, nap mint nap találkozhatunk velük. A másik sarkalatos pont a technológia vízfogyasztása, mely veszélyezteti az adott terület vízkészleteit. Ez a probléma a technológia kezdeti időszakában valóban fennállt, de a folyamatos fejlesztések eredményeképp, ma már a besajtott víz 80%-át vissza tudjuk nyerni, és fel tudjuk használni a következő lépésben, így visszaforgatva azt.





Látható tehát, hogy a repesztési eljárás és a mezőfejlesztés egy nagyon összetett folyamat, rengeteg különböző terület együttműködése szükséges ahhoz, hogy a mezők termelése megfelelő módon, optimálisan, gazdaságosan működni tudjon.

7. ábra

A repesztési technológia együttműködő területei

## Az európai és magyarországi helyzet

Az észak-amerikai készletek felfedezése és a termelés sikeres beindítása után a világ minden területén elkezdtek feltérképezni a lehetséges nem konvencionális előfordulásokat. A kutatások eredményei azt mutatták, hogy a világ óriási készletekkel rendelkezik, de ezen készletek gazdaságos kitermelése csak igen kis százalékban lehetséges. Az eredmények után kevés helyen indultak meg tényleges munkálatok, minimális mértékben vannak működő telepek, ugyanis az ilyen kutakhoz szükséges tudás, és infrastruktúra hiányzik, több évtizedes lemaradás mutatkozik Amerikához képest. Ezt a képet jól támasztja alá, hogy a világon fellelhető ilyen típusú repesztő berendezések 70%-a Észak-Amerikában található.

Európa is hasonlóan jellemezhető. Potenciális forrásokkal bizonyítottan rendelkezik, megvan a pénzügyi támogatás, az importfüggőség miatti szükségszerű igény is. Viszont az igazolt előfordulás ritka, konkrét termelés még csak kis mértékben folyik, illetve gazdaságossága is megkérdőjelezhető. Az európai helyzetet megnehezíti a hosszadalmas engedélyezési folyamat, ugyanis jelentősen negatívabb a repesztési eljáráshoz való hozzáállás. Európában a lengyelországi területeket övezte a legnagyobb érdeklődés, 2010-ben egy év leforgása alatt az összes terület licensze elkelt. Ennek ellenére a mai napig nem érkeztek biztató eredmények, találtak ugyan szénhidrogéneket, de az áttörés még várat magára.

Az előadás utolsó részében a magyarországi helyzettel ismerkedhettünk meg. Országunk érett szénhidrogén-kutatási környezettel rendelkezik, régóta folytatnak ipari termelést a régióban. Az első ipari mértékű felfedezés 1937-re tehető, ami azt jelenti, hogy már több mint 75 éve zajlanak kutatási-termelési tevékenységek a konvencionális szénhidrogének terén. Ez közel 1400 telepet, több mint 8000 kutat jelent. A termelés aranykorát a 60-as évektől a 90-es évek végéig élte, azóta jelentős hozamcsökkenés figyelhető meg, ami a konvencionális készletek kimerülésével magyarázható. A magyarországi területek erősen

megkutatottak, aminek eredményeként jól ismert a geológiai, szénhidrogén földtani rendszerünk.

A Kárpát-medencét 10 millió évvel ezelőtt még víz borította. A Pannon tenger a hegyek felől érkező folyóvizek által táplált beltenger volt, mely az idők során olyan 6-8 millió év alatt üledékes kőzetekkel töltődött fel. Kiss Károly előadásában kihangsúlyozta, hogy ez a rendszer az amerikai medencékhez képest jelentősen fiatalabb, ami a konszolidált nem hagyományos tároló és szénhidrogén rendszerek kialakulásának valószínűségét csökkenti.

A nem konvencionális szénhidrogének utáni kutatás a mélymedencei rétegekben zajlott, olyan környéken, ahol a nagy területigényű kútrendszer kialakítása lehetséges volt. A régi konvencionális kutak adataiból már következtetni lehetett arra, hogy mely területek mélyzónái rejthetnek nem konvencionális szénhidrogéneket. Jelentősebb kutatások, kútfúrások három kiemelt zónában - Makói-árok, Derecskei-árok, Békési-medence – zajlottak. Különböző együttműködések során kutatófúrások mélyítésére is sor került, leginkább a legfelső tightgas zóna tesztelését hajtották végre. Az eredmények mutattak szénhidrogén-beáramlást, viszont a rétegből a vízbeáramlás is jelentős volt, ami a gazdaságos kitermelés lehetőségét csökkenti.

Magyarországon a nem konvencionális előfordulások jelenléte bizonyítottá vált, a potenciáljuk jelentős, viszont a fizikai környezet nehézségei, az ebből adódó magas költségek, valamint a rétegek tesztelése során kapott eredmények azt mutatják, hogy a gazdaságos kitermelhetőség igen megkérdőjelezett.

## Összefoglalás

Az előadás alapján kijelenthetjük, hogy a nem konvencionális szénhidrogének kitermelése egyre jelentősebb mértékű a világban, egyes országokban a hagyományos kitermeléssel vetekszik. Az energiahordozóban rejlő óriási potenciál és robbanásszerű megjelenése mindenképp arra ösztönzi a világ országait, hogy komoly figyelmet fordítsanak ezen – az évszázad energiaéhségét hosszú távon csillapítani tudó – energiaforrásra. A globális kitermelés megindulása nagymértékben átalakíthatja a világ energiapolitikai helyzetét, és átrendezheti az energia-nagyhatalmak sorrendjét. A nem konvencionális szénhidrogének kitermelése körülményesebb, de a közeljövő műszaki fejlesztései lehetővé teszik az egyre nagyobb mértékű gazdaságos kitermelést, második esélyt adva a lassan leáldozóban lévő szénhidrogén-függő világnak.

**Dobai Attila**

**Energetikai Szakkollégium tagja**

[1] Cím: A nem konvencionális szénhidrogének jelentősége a XXI. században  
Szerző: Lakatos István és Lakatosné Szabó Julianna