

Vizinger Diána

Nemzeti Közszolgálati Egyetem

Hadtudományi és Honvédtisztképző kar

dianavizinger@gmail.com

## A KANADAI OLAJHOMOK- OLAJPALA- ÉS PALAGÁZ-KITERMELÉS KÖRNYEZETKÁROSÍTÓ HATÁSAI

### ENVIRONMENTAL IMPACTS OF CANADA'S OIL SANDS, OIL SHALE AND SHALE GAS MINING

#### *Absztrakt*

*Dolgozatomban a kanadai olaj- és gázipar energia- és környezetbiztonsági következményeit vizsgálom fel, majd kitérek a nem-konvencionális kitermelési eljárás környezetkárosító hatásaira. Az olajtermelés hatására az észak-amerikai ország gazdasági-stratégiai helyzete egyértelműen megváltozott, azonban a nem hagyományos termelési technológiát rengeteg támadás éri a környezetvédő csoportok részéről. A nem-konvencionális energiatermelés nagyon megosztó a politikusok körében is, hiszen a fosszilis energiahordozók új korszaka visszaveti a zöldenergia fejlődését.*

#### *Abstract*

*This study provides information about the oil and gas exploitation of Canada regarding energy- and environmental security. The study pays particular attention at the non-conventional ways of exploiting and the consequential damage of the environment. The impact of oil production changed the economical and strategical importance of the north-american country but the way of exploitation is not accepted among some non-governmental actors.*

**Kulcsszavak:** energiabiztonság, környezeti biztonság, olajhomok, palaolaj, palagáz, ~ energy security, environmental security, oil sands, shale oil, shale gas,

#### **A DOLGOZAT CÉLJA, AKTUALITÁSA**

Dolgozatom célja, hogy bemutassam a Kanadában zajló olajhomok- és palagáz-kitermelés gazdasági- és energia- és környezetbiztonsági hatásait. A fogalmak tisztázása és a kitermelés általános bemutatása után számolok be Kanada új világgazdaságban elfoglalt szerepéről és az olajkitermeléshez fűződő vitákról.

A téma aktualitását több tényező is igazolja. Napjainkban már az Európai Unió területén is végeznek kísérleti jellegű kutatásokat, többek között Lengyelországban, Nagy-Britanniában és Magyarországon a Makói medencében is. Lengyelországban pedig tervezik a technológia

kiépítését és a fúrások megkezdését. Európának azonban figyelembe kell venni a kanadai példát. Ugyanis környezetvédelmi szempontból megkérdőjelezhető az olajhomok-kitermelés.

Kanadában a zöld szervezetek egyre szaporodó földrengésekről számolnak be, amelyek a földalatti robbantásoknak és fúrásoknak köszönhetőek, továbbá a nem hagyományos technológia és a kitermelendő olajhomok elhelyezkedése miatt a talajvíz szennyezésének lehetősége is nagymértékben fennáll. Mindezek mellett az Albertában élők között rohamosan szaporodnak a rákbetegségek, a kitermelés miatt pedig egész erdőket kellett kipusztítani, és a termelés globális éghajlatváltozást is negatívan befolyásolja. A nem-konvencionális energiatermelés nagyon megosztó a politikusok körében is, hiszen a fosszilis energiahordozók új korszaka visszaveti a zöldenergia fejlődését.

## BEVEZETÉS

### Gazdasági biztonság

„A gazdasági biztonság fő területei az értékesítés-biztonság (piacbiztonság), az ellátás biztonsága, az energiabiztonság, a technológiai biztonság, és az állam szerepe a gazdasági biztonságban.”[1] Dolgozatomban csak azokat a biztonsági területeket vizsgálom, amelyek szorosan érintik a témát, s azokat is eltérő súllyal, így az ellátásbiztonságról csak pár sort írok, az energiabiztonsággal ellenben részletesebben foglalkozom.

Az ellátásbiztonság részét képezi a nyersanyaggal való ellátás biztonsága, amelynek négy fő eleme van: a termelési volumen; a termelési, szállítási hajlandóság; a kitermelt nyersanyag vagy energia világpiaci ára; és a szállítás biztonsága. A szállítás pedig két részre bontható: a szabad tengeri vagy szárazföldi, illetve a hálózathoz kötött (olaj, gáz, villamos energia).[2]

### Energiabiztonság

„Az energia napjainkban a fenntartható fejlődés három dimenziójának mindegyikével – a gazdasággal, a környezet megóvásával s a társadalmi jóléttel is – szoros kapcsolatban áll. Az energiával kapcsolatos politikákat két kritérium mentén lehet azonosítani. A jó energiapolitikáknak egyfelől egyensúlyi helyzetet kell elérnie az említett három dimenzió között, másfelől pedig aktív kockázatkezeléssel és diverzifikálással a lehető legalacsonyabb szintre kell csökkentenie az energiafüggésből adódó kockázatokat. Ezt az elérendő célt számos globális tendencia vázolja mind távolabbra. A megújuló energiaforrások költségeinek csökkentése folyamatosságot biztosít és hatékony politikákat kíván. A stabil energiaellátás a fenntartható fejlődésre irányuló politika egyik pillére.”[3]

Az 1973-as olajembargót követően megalakult az OECD<sup>1</sup> keretein belül a Nemzetközi Energiaügynökség (International Energy Agency), amely 28 tagország kormányközi konzultációs szervezete. Célja, hogy a lakosság számára kiszámítható, megfizethető és környezetbarát energiaellátást biztosítson. A nemzetközi energiabiztonság fennmaradásához az államoknak bizonyos elveket be kell tartaniuk. „Az első az ellátás diverzifikálása, a beszerzési források számának növelése. A második a rugalmasság, amely bizonyos mozgásteret és védelmet nyújt az ellátás megszakítása esetén. A harmadik az integráció realitásának felismerése, hiszen csak egy komplex, világméretű olajpiac létezik, amely mindegy 86 millió hordó olajat fogyaszt naponta. A negyedik az információ fontossága, amelynek felelőse az IEA, amit a Nemzetközi Energiaforum (International Energy Forum)[4] egészít ki.”

---

<sup>1</sup> OECD countries: Australia, Austria, Belgium, Canada, Chile, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Japan, Korea, Luxembourg, Mexico, the Netherlands, New Zealand, Norway, Poland, Portugal, the Slovak Republic, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, the United Kingdom, the United States.

Az Amerikai Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériumának legfrissebb becslései szerint 2035-ig a világ energiaigénye 50%-kal fog növekedni. Egyes kutatók szerint a fosszilis tüzelőanyagok új korszaka miatt elhúzódhat a globális éghajlatváltozásra kidolgozandó megoldás, és a megújuló energiaforrások is háttérbe szorulhatnak.

A jövőt tekintve a kőolaj és a földgáz egyértelmű stratégiai nyersanyagok lesznek. A jelenlegi piacon uralkodó termelő országokban fennálló politikai instabilitás megnehezíti az energiafüggésben lévő fejlett államok helyzetét. A felvásárló országok szempontjából a megbízható piac és a mérsékelt árak jelentik ebből a szempontból a gazdasági stabilitás és növekedés feltételét. A termelő országok számára pedig ugyanúgy elengedhetetlen a piac stabilitása, ami kiszámíthatóvá teszi a keresleti viszonyokat. A biztonságos infrastruktúra, azaz a termelés és a fogyasztás helyszíne közötti biztonságos szállítás pedig szintén mind a termelők, mind a fogyasztók közös érdeke.[5]

### **Környezetbiztonság, Ökológiai biztonság**

„Környezetbiztonságról akkor beszélhetünk, amikor az egyén és annak különböző szintű, helyzetű és összetettségű csoportjai antagonisztikus ellentmondásoktól mentes összhangban, harmóniában vannak az egyes társadalmak, de szélesebb és célszerűbb értelemben véve az egész emberiség természeti, társadalmi-gazdasági és politikai kulturális környezetével.”[6]

A környezetvédelem szoros összefüggésben áll az ökológiával. Az ökológia tudománya az élőlények egymáshoz és a környezethez való viszonyát vizsgálja. Tanulmányozza az élő szervezetek reakcióit, alkalmazkodását és egymásra ható kölcsönhatásukat. Tehát az ökológiai biztonság témakörének is részét képezi az olajkitermeléshez fűződő vita. A kanadai olajipar negatív hatásai nemcsak a regionális ökoszisztémát károsítják, hanem globális szinten is komoly károkat okoznak.

### **KANADA MINT OLAJNAGYHATALOM**

Az 1970-es évek első felében az Amerikai Egyesült Államok olajtermelése elérte a csúcspontját. Az OPEC és a nemzeti olajtársaságok ellenőrizték a világ olajkincsének többségét, így az Egyesült Államoknak el kellett fogadnia, hogy nagymértékben függő helyzetbe került. Amerika igyekezett megoldást találni a kialakult helyzetre, hiszen a Közel-Keleti instabil régióktól való olajfüggőség nem ideális egy óriási iparral rendelkező ország számára. Washington elsősorban az energiadiverzifikációra törekedett, így igyekezett minél szélesebb körből importálni olajszükségletét. A kialakult helyzetben a kanadai olajhomok-kitermelés volt az USA energiafüggőségének csökkentésére a legmegfelelőbb megoldás.

Az olajhomok kitermelése és feldolgozása évtizedeken át túl drágának bizonyult, hiszen maga a feltárás időszaka is egy meglehetősen hosszúra nyúló beruházási időszakot igényel, de idővel kifizetődőbbé vált, azaz olcsóbbá, mint a megújuló energiaforrásokba való befektetés. Az olajhomok Kanadát olyan energia-szuperhatalommá tette, amely képes enyhíteni az Egyesült Államok függőségét az OPEC-országoktól. Északi szomszédja egy barátságosabb és sokkal stabilabb forrás az USA számára. A nemzetközi olajtársaságok több milliárd dollárt fektetnek be ebbe a technológiába. 2000 óta a napi 600 ezer hordóról 1,5 millió hordóra nőtt az új technológiával kitermelt szintetikus olaj mennyisége.

Az olajárak folyamatos emelkedése és az olajkészletek egyre nehezebb elérhetősége miatt Kanada olajhomokjának és Colorado olajpalájának költséges kinyerése előtt már nem áll gazdasági akadály. A technológia mára már egy reális lehetőség, ami átírja a világ olaj-térképét. Kanada máris energia-nagyhatalomnak nevezi magát,[7] azt állítva, hogy igazolt kőolaj készletei elérik a 174 milliárd hordót, amivel csak Szaúd-Arábia előzi meg. A kanadai olajhomok készleteket 1700 milliárd hordóra becsülik, amiből a jelenleg folyamatban levő fejlesztésekkel 315 milliárd hordónyi válik kitermelhetővé.

A kőolaj világgpiaci ára évről évre emelkedik, így az egyes országok komoly befektetéseket eszközöltek, nemcsak a kitermelést fokozták, hanem növelték az energiahatékonyságot is. Kanada és az Amerikai Egyesült Államok a már évtizedekkel korábban felfedezett észak-amerikai területeken rejlő kőolaj kitermelésének technológiáján dolgozott. Amint kidolgozták a megfelelő eljárásokat, megindult az olaj kitermelése, melynek köszönhetően gyakorlatilag módosult a világ energiaterképe.

Az olajhomok és az olajpala kitermelése nemcsak Kanada gazdaságának kedvez. (A nem-hagyományos készletei a világon a második helyre sorolják az észak-amerikai országot az olajnagyhatalmak listáján, közvetlenül Szaúd-Arábia után.) A nem-hagyományos készleteknek köszönhetően csökken a Közel-Kelet kiemelt szerepe a világ energia ellátásában. Ez azt jelenti, hogy a földünk stratégiai térképe is kiegyensúlyozottabbá válik, hiszen sok esetben egyes közel-keleti országok fegyverként használhatják fel meglévő olajkincsüket. A témában David L. Goldwyn nyilatkozott a The New York Times-nak. Goldwyn korábban az amerikai külügyminisztérium nemzetközi energiaügyekért felelős koordinátora volt.[8]

A fosszilis üzemanyagok korszaka évtizedekkel kitolódhat. A nem konvencionális olaj- és gázkitermelési módszerek viszont még technológiai fejlődésük elején tartanak."[9]

## KITERMELÉSI ELJÁRÁSOK

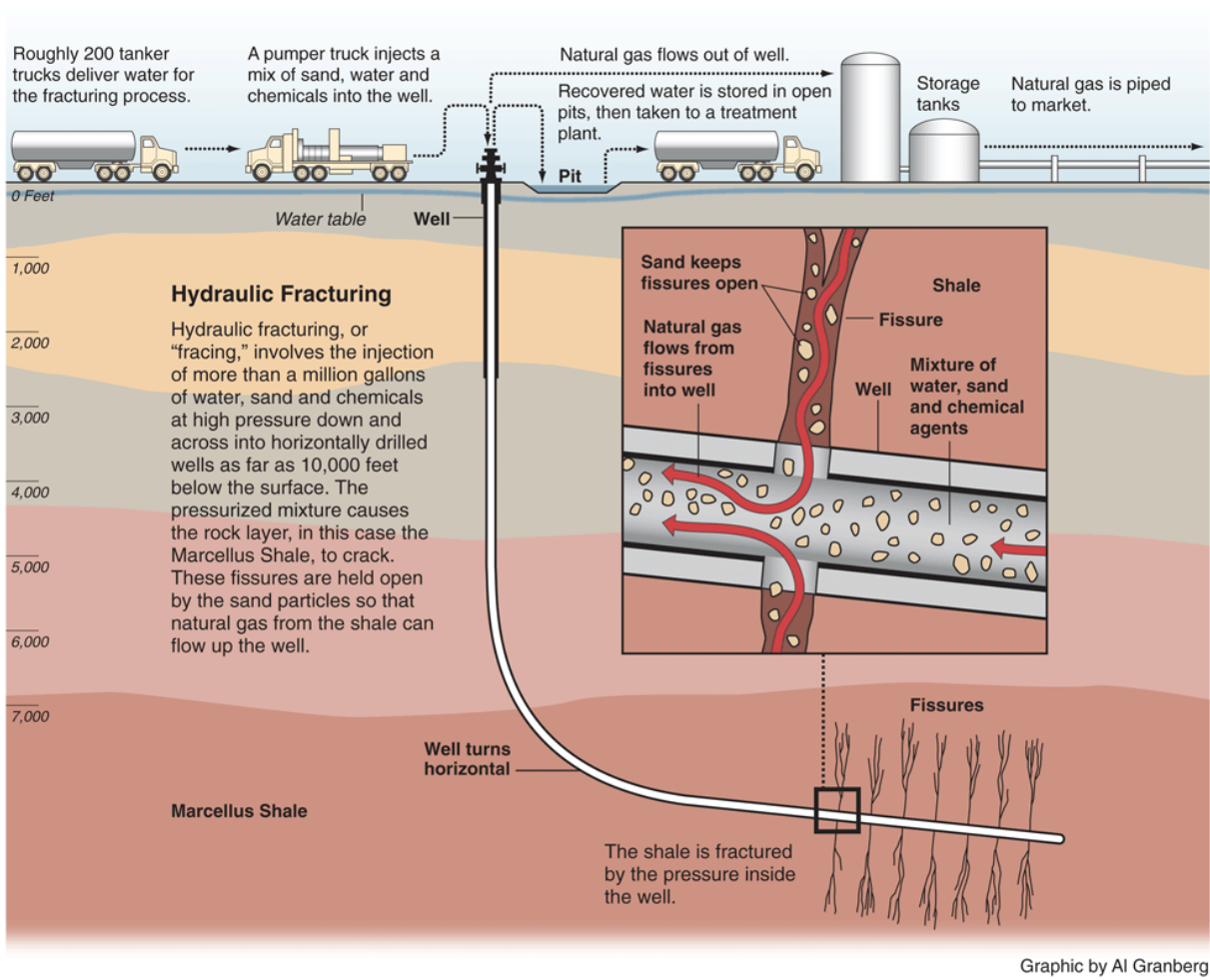
A nem-hagyományos szénhidrogén-kitermelésben *ex-situ* és *in-situ* módszereket is alkalmaznak. Az olajhomok és az olajpala esetében az *ex-situ* művelet során magát a kőzetet kell kitermelni. Az olajhomokban a szemcsék között rekedt olajat hőkezelés útján lehet előállítani, az olajpalát először aprítani kell, majd kb. 350-500°C-on hevíteni, így nyerik ki belőle a szénhidrogént. A felszín alatti műveletek során magas nyomású gőzt juttatnak a talajba (*in-situ*), ahol évek alatt kioldja az olajat, amely később hagyományos úton kitermelhető lesz. A palagáz esetében a hidraulikus törés és a vízszintes fúrás technológiája segít kinyerni a szénhidrogént. A hidraulikus rétegrepesztéses *in-situ* eljárás jelenleg a legfejlettebb technológia.

### Hidraulikus rétegrepesztés

A sűrű szénhidrogén-tartalmú geológiai képződmények közös vonása az alacsony áteresztőképesség. Emiatt a palagáz, a beágyazott gáz, és a szénhez kötött metán kitermelésében használt módszerek nagyon hasonlóak. Mennyiségi szinten mindazonáltal van közöttük különbség. Mivel a palagáz-formációk a legkevésbé áteresztő anyagok, így esetükben a repesztés (*fracking=hydraulic fracturing*)[10] eljárást kell alkalmazni a szénhidrogének kitermelése során.

A technológia röviden a következő: a fúróberendezés függőlegesen lefúr a gázt tartalmazó palarétegbe. A réteg vastagságától függően fúrhatnak csak függőleges lyukat, de ezeket akár vízszintes fúrólyukká alakíthatják. Amikor a palarétegben robbantanak, apró hasadékokat hoznak létre a bélésű perforálásával. Ezeket a repedéseket tovább tágítják, amihez túlnyomással alkalmazott vizet használnak, amellyel feltöltik a repedéseket.

A víz megnyitja az apró hasadékokat, és ezzel a még több pórushoz hozzáfér. Az eljárás végén csökkentik a nyomást, a kőzetrétegből kioldott nehézfémekkel vagy radioaktív fémekkel kevert szennyvíz a gázzal együtt visszafolyik a felszínre. A vízhez támasztóanyagot, többnyire homokszemcséket is kevernek, hogy nyitva tartsák a repedéseket, és lehetővé tegyék a gáz további kitermelését. Ehhez a keverékhez vegyi anyagokat is adnak, hogy gél képezve lehetővé tegyék a támasztóanyagok homogén eloszlását, csökkentsék a súrlódást, a repesztési folyamat végén végül lebontsák a gél szerkezetét, hogy a folyadék visszaáramolhasson.



1. kép: Rétegrepesztési eljárás

Forrás: How Does Hydraulic Fracturing ("Fracking") Work?

Inerneten: <http://stateimpact.npr.org/texas/tag/fracking/>

## A KITERMELÉS KÁROS KÖRNYEZETI HATÁSAI

### Radioaktív anyagok

A kőzetekben természetes formában található radioaktív részecskék (pl. urán, a tórium és a rádium) mennyisége elenyésző, az egymilliárdod és egymilliomod közötti tartományban található. „Az USA-ban a legtöbb fekete pala urántartalma 0,0016-0,002 százalék között mozog.”[11] Azonban a hidraulikus rétegrepesztési folyamat révén ezek a visszaáramló folyadékkal a felszínre kerülnek. A természetben előforduló radioaktív anyagok (N.O.R.M.) a kőzet repedésein keresztül a felszín alatti és a felszíni vizekbe is bekerülhetnek.

A repesztő folyadékokkal esetenként speciális célokból radioaktív részecskéket is befecskendeznek. A radon bomlástermékei lerakódnak a csövek, kezelőegységek, szivattyúk és szelepek belső felületén, amelyek érintkeznek a propilén-, etán- és propánfeldolgozó áramokkal.

### Veszélyes anyagok használata

A repesztő folyadék körülbelül 98%-ban vizet és homokot tartalmaz, és 2%-ban kémiai adalékanyagokat, amelyek között allergén, mérgező, mutagén és rákkeltő anyagok is vannak. Első ránézésre nem tűnhet nagy mennyiségnek a mérgező anyagok százalékos mennyisége, azonban egy repesztési eljárás során 15 millió liter vizet használnak el, és ez esetben a mérgező anyagok már 300 ezer litert tesznek ki.

A repesztő folyadékok olyan vegyi anyagokat tartalmaznak, amelyek hivatalos besorolása: rákkeltő, idegméreg, mutagén, allergén, szaporodásgátló, hormonrendszert mérgező, és olyan mérgező vegyületek, mint a benzol, toluol, etil-benzol, és xilol.

„A kereskedelmi titok miatt az adalékanyagok összetételét nem hozzák teljes mértékben nyilvánosságra.[12] New York állam egy 260 anyagból álló listán végzett elemzést, a következő eredményekkel:

- A 260 anyag közül 58-nak van egy vagy több aggályos tulajdonsága.
- 6 anyag szerepel az 1. listán az elsőbbségi anyagok 1–4. listája közül, amelyeket az Európai Bizottság az emberre vagy környezetre gyakorolt potenciális hatásaik miatt azonnali figyelmet igénylő anyagoknak tart fenn: az akrilamid, a benzol, az etil-benzol, az izopropil-benzol (kumol), a naftalin, a tetranátrium-etilén-diamin-tetraacetát.
- Egy anyag (a bisz(izopropil)naftalin) esetében most vizsgálják, hogy mennyire perzisztens, bioakkumulatív és mérgező(PBT).
- 2 anyag (a naftalin és a benzol) szerepel a 2000/60/EK vízügyi keretirányelv X. mellékletében – jelenleg az elsőbbségi anyagokról szóló irányelv (2008/105/EK irányelv) II. melléklete – felsorolt 33 elsőbbségi anyag elsőlistáján.
- 17 anyagot a vízi szervezetekre mérgezőként soroltak be (akut és/vagy krónikus).
- 38-at akut toxiként soroltak be (emberi egészség), köztük a 2-butoxi-etanol.
- 8 anyagot ismertén rákkeltőként osztályoztak, köztük például a benzolt (GHS osztályozás: Carc. 1A) és az akrilamidot, az etilén-oxidot és különböző, aromás anyagokat tartalmazó, kőolaj alapú oldószereket (GHS5osztályozás: Carc. 1B).
- 6 anyagot feltételezetten rákkeltőként (Carc. 2) soroltak be, például a hidroxilamin-hidrokloridot.
- 7 anyagot soroltak be mutagénként (Muta.1B), például a benzolt és az etilén-oxidot.
- 5 anyagot osztályoztak úgy, hogy hatással van a reprodukcióra (Repr. 1B, Repr. 2)” [13]

## Vízhasználat

Az olajhomok kitermelése nagyon vízigényes, átlagosan egy hordó olaj kitermeléséhez 3, míg olajpala esetén 2-5 hordónyi vízre van szükség. Az olajhomok kitermeléshez használt víz elsődleges forrása az Athabasca folyó, melynek vízszintje már ma is kritikusan alacsony szinten van, miközben jelenleg az olajtermelők évi 2.3 milliárd hordó vizet emelnek ki belőle. A felhasznált víznek csak 5-10%-a kerülhet vissza a folyóba, a többi, toxikus szennyvízzel akár 50 km<sup>2</sup>-es területű mesterséges tavakba öntik, az eljárás következtében szennyezetté válik a talaj és a talajvizek is.

A palagáz kitermelése során a hidraulikus rétegrepesztésnél a hagyományos olajtermelési eljáráshoz képest körülbelül tízszer több vizet használnak a kút stimulálására, amihez túlnyomás alatt álló vizet juttatnak a mélybe, hogy repedések jöjjenek létre. Minden egyes repesztési művelet kb. 15 millió liter vizet igényel, és egy palagázkútnál akár 10-szer is végezhetnek repesztést.

„Durva becsléssel kutanként nagyjából 15 000 m<sup>3</sup> tűnik reálisnak a Barnett Shale (USA) területén. A palagáz kitermeléséhez fűrt kutaknál ráadásul előfordulhat, hogy teljes működési idejük alatt számos alkalommal végeznek bennük repesztést. Minden újabb repesztési eljáráshoz több vízre lehet szükség, mint az azt megelőzőhöz. Egyes esetekben a kutakat akár 10 alkalommal is újrarepesztik.”[14]

Telep/régió	Összesen (kutanként)	Csak rétegrepesztés	Forrás
Barnett Shale	17000		Chesapeake Energy 2011
Barnett Shale	14000		Chesapeake Energy 2011
Barnett Shale	nincs adat	4500–13250	Duncan 2010
Barnett Shale	22500		Burnett 2009
Horn River Basin (Kanada)	40000		PTAC 2011
Marcellus Shale	15000		Arthur et al. 2010
Marcellus Shale	1500–45000	1135–34000	NYCDEP 2009
Utica shale, Québec	13000	12000	Questerre Energy 2010

1. táblázat: A palagáz-kitermelésre használt különböző kutak vízigénye (m<sup>3</sup>)  
 Forrás: A palagáz és palaolaj kitermelésének hatásai a környezetre és az emberi egészségre, 27. p. Interneten: [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)

## Vízszennyezés

A nem-hagyományos szénhidrogének kitermelése veszélyezteti a környék vízrendszereit is. A folyókban és a halakban felgyülemelő mérgező anyagok aggodalommal töltik el a közelben élő öslakos közösségeket, és a környezetvédő szervezeteket egyaránt.

A repesztési művelet során használt veszélyes anyagok pontos adatait nem teszik közzé az üzemeltetők, mivel nem kötelesek a technológiát megosztani. Az Amerikai Egyesült Államok egyik rétegrepesztési telepén, a Marcellus Shale-en állítólag 133 tonna vegyianyagot használnak, többek között hidrogén-kloridot, ammónium-perszulfátot és kálium-hidroxidot.[15]

A használt, visszafolyt repesztő folyadék (flowback) kezelése, tisztítása szintén szennyezéssel járhat. 2011-ben került nyilvánosságra, hogy több millió liternyi, mérgező vegyianyagoktól hemzsegő sugárzó szennyvizet engedtek Pennsylvania folyóiba és patakjaiba. A legtöbb USA-beli állam megköveteli, hogy a szennyvizet földalatti tározókutakban tartsák, de Pennsylvania engedélyezte kútúrók számára, hogy szennyvíztisztító telepeken keresztül a folyókba engedjék szennyvizüket.[16]

„Az esetleges vízszennyezést a következők válthatják ki:

- A fúróiszap, a visszafolyás vagy a sós víz kiömlése a maradékból vagy a tároló tartályokból, ami a víz szennyezését és elsavasodását okozza.
- Szivárgások vagy a felszíni tevékenységekből eredő balesetek, pl. a folyadék- vagy szennyvízcsövek vagy medencék szivárgása, szakszerűtlen kezelés vagy előregedett berendezések.
- A kutak nem megfelelő cementezéséből eredő szivárgás.
- Szivárgás a geológiai struktúrákon keresztül, természetes vagy mesterséges repedéseken vagy hasadékokon át.

A hidraulikus rétegrepesztéssel szembeni panaszok legnagyobb része valójában a felszín alatti vizek lehetséges beszennyezése miatt van. Alapjában véve a túlfolyás konkrét esetei mellett a központi kérdés a repesztő folyadék vagy a mélyebb szerkezetekből származó metán bekerülése a vizekbe.”[17]

A repesztéshez használt vegyszerek a föld alatt természetesen előforduló veszélyes anyagokkal keveredve további kockázatot jelenthetnek. A föld alatt természetes állapotban jelen lévő radioaktív anyagok és nehézfémek bejuthatnak a repesztési műveletből

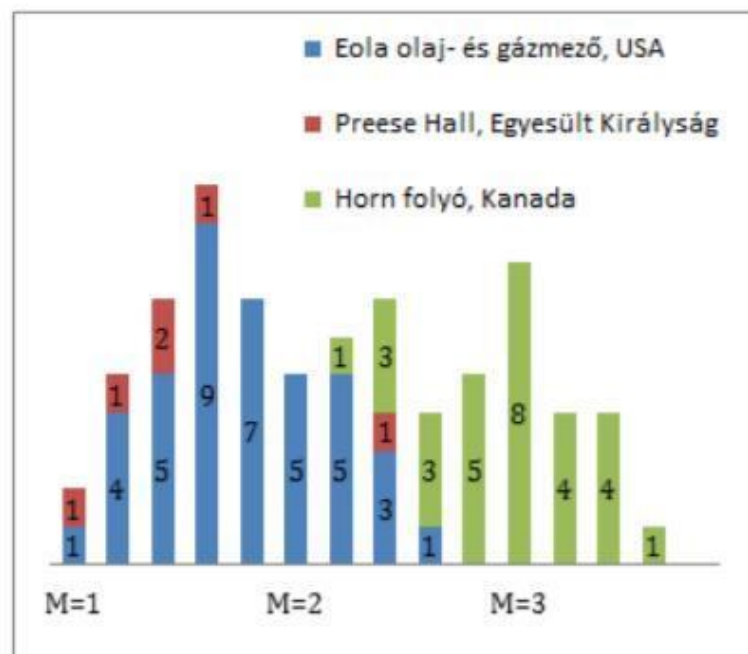


visszaáramló folyadékba, vagy a föld alatt felhalmozódhatnak. A kutak közelében különösen magas környezetszennyezés kockázata, hiszen a nem megfelelő használat, vagy egy berendezés meghibásodása következtében a mérgező anyagok nagy mennyiségben juthatnak a környező területekre, akár a talajvízbe, veszélyeztetve ezzel a lakosságot, az állat- és növényvilágot.

## Földrengések

Az Amerikai Egyesült Államokban is végeznek nem-hagyományos szénhidrogén-kitermelést. 2008 óta több mint négyszeresére nőtt a hármás erősségű vagy annál nagyobb földrengések száma az Államok középső területén. Az Ohioi Természeti Erőforrások Hivatala szerint ezek az események nagy biztonsággal a rétegreperesztés során keletkező szennyvizet tározó földalatti kutak használata miatt történtek. Például Arkansásban az utóbbi években tízszeresére emelkedett a kis földrengések száma.[18]

Hidraulikus rétegreperesztéshez köthető indukált szeizmicitást eddig csak három palagázmezőnél (egy angliai, egy amerikai és egy kanadai gázmezőnél) azonosítottak. Az eljárás a Richter-skála szerinti 1–3-as erősségű földrengéseket idézhet elő. A legnagyobb egy 3,8-as magnitúdójú földrengés volt, amit a Kanadában található, brit-kolumbiai Horn folyó medencéjében észleltek. Ez már érezhető volt, de bejelentett károkat nem okozott. A 3. ábrán látható, hogy a palagáz reperesztése 79 olyan szeizmikus eseményt eredményezett, amelynek a magnitúdója nagyobb, mint 1.[19]



1. ábra: A palagáz reperesztése 79 1-nél nagyobb magnitúdójú rengést idézett elő  
 Forrás: Milyen erősségű földrengéseket okozhat a reperesztés?, DEI Összefoglaló jegyzet, Interneten:

[https://www.dur.ac.uk/resources/refine/ResearchBrief\\_InducedSeismicity\\_Hungarian2.pdf](https://www.dur.ac.uk/resources/refine/ResearchBrief_InducedSeismicity_Hungarian2.pdf)

## Légszennyezés

Az Amerikai Egyesült Államokban a reperesztési eljárás során kibocsátott szennyező anyagokat már egyértelműen kimutatták a levegőben, többek között benzolt, és egyéb mérgező szénhidrogéneket, mint az etil-benzol, a toluol és a xilol, amelyek szemirritációt, fejfájást, torokfájást, légzési nehézségeket és a rákos megbetegedéseket okozhatnak.

Az USA-ban több farmer arról számolt be, hogy állatainak kórosan hullani kezdett a szőre, több állat el is pusztult, az embereknek pedig gyakran voltak fejfájási és ájulási



panaszaik. Ezért az USA szövetségi Környezetvédelmi Ügynöksége (EPA) bevezetett egy szigorúbb szabályozást az egész olaj- és gázipar légszennyezésének csökkentésére, különös tekintettel a palagázra. ez a szabályozás 2015-től lép hatályba.[20]

A légszennyezés a következőforrásokból eredhet:

- fáklyázásból származó kibocsátás a fúrófejeknél
- a kamionok és a fúróberendezések kibocsátásai (zaj, szemcsés anyagok, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC és CO);
- a földgáz feldolgozásából és szállításából származó kibocsátások (zaj, szemcsés anyagok, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC és CO);
- a szennyvíztároló medencékben lévő vegyi anyagokból elpárolgó kibocsátások;
- a túlfolyásból és a kutak kitoréseiből származó kibocsátások (a fúró vagy repesztő folyadék szétszóródása az üledékből származó részecskékkel keveredve).
- a föld alatt található természetesen előforduló veszélyes kémiai anyagok párolgása vagy elpárolgotatása.

A fúróberendezések működtetéséhez nagy mennyiségű üzemanyagra van szükség, amely az égése során CO<sub>2</sub>-t bocsát ki. Emellett a termelés, a feldolgozás és a szállítás során valamennyi illékony metán is kiszabadulhat, ez pedig az üvegházhatást okozó gázok közé tartozik.[21]

## **Gázkibocsátás**

„Kanada üvegházhatású gázkibocsátása 26%-kal növekedett 1990 óta, holott a kiotói egyezményben 6%-os csökkenést ígértek. Ez nagyon nagy veszéllyel jár a bolygó klímájára nézve. Nem palahegységekből és olajhomokból kellene olajat fakasztani, hanem előtérbe kellene helyezni az energiatakarékosságot, energiahatékonyságot és az alacsony széndioxid-kibocsátású energiatermelést.” A témában Figeczky Gábor, a WWF Magyarország természetvédelmi igazgatója nyilatkozott.[22]

A nem hagyományos kőolaj kitermelésének módszerei sokkal több energiát igénylenek, mint a hagyományos technológiák. Ez azt jelenti, hogy rengeteg energiát kell felhasználni ahhoz, hogy valamivel többet állítsunk elő. Az olajhomok feldolgozásának egyes fázisainál ugyanis nagy mennyiségű földgázra van szükség, például az olaj kioldásánál, illetve elkülönítésénél használt meleg víz, vagy forró vízgőz előállításához.

„Kimutatások szerint 2004-ben ilyen célokra összesen mintegy 17 millió köbméter földgázt égettek el, és a szakértők úgy becsülik, hogy ez a szám 2015-re akár a 65 millió köbmétert is elérheti. Ennyi gázzal egyébként Kanada háztartásainak negyede oldhatná meg éves fűtési gondjait. Az olajvállalatok a növekvő szükséglet fedezésére egy 1200 km hosszú gázvezeték építését tervezik, amely az északi földgázmezőkről szállítaná a kitermelés helyszínére a kívánt mennyiséget. A beruházás kalkulált költsége 16 milliárd dollár.”[23]

A feldolgozás során felhasznált nagy mennyiségű energia azonban nemcsak anyagi károkat okoz, de a bolygó ökoszisztémáját is tönkre teheti. Ennek oka, hogy az olajhomok feldolgozása háromszor nagyobb szén-dioxid-kibocsátást termel a hagyományos eljárásokhoz képest. Ez azt jelenti, hogy a kanadai olajhomok-kitermelés következtében közel 15%-kal növekedne bolygónk légkörének szén-dioxid-tartalma. Ebből pedig az következik, hogy a Föld átlag hőmérséklete kb. két fokot emelkedne. Tehát ez a folyamat egyértelműen felgyorsítaná bolygónk klímaváltozását. A mindig félve emlegetett klímakatasztrófa tehát előbb bekövetkezhet, ha a kanadai olajtermelés következtében kipuштul a növény- és állatvilág.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> „A kutatás eredményei szerint a megkérdezettek 59 százaléka tekinti csak komoly problémának a globális felmelegedést, míg 37 százalék szerint nem aggasztó a helyzet. Ami a felmelegedés okát illeti, a megkérdezettek 40 százaléka szerint az emberi tevékenység okolható a problémáért, 42 százalék azonban úgy véli, a planetáris ciklusok a felelősek, míg 7 százalék szerint egyéb ok tehető felelőssé.” Forrás: *Az amerikaiak nem akarnak*

Az olajhomok finomítása, amely földgáz elégetésével történik, sokkal több szén-tartalmú anyagot köt le, mint a legtöbb más eredetű nyersolaj finomítása, annak ellenére, hogy 1990 óta 40%-kal csökkentették az egy hordónyi olaj előállításához szükséges szén-dioxid kibocsátást. Elsősorban az olajpala termelés hatalmas mennyiségű kén-dioxidot, nitrogén-oxidokat, szén-dioxidot és más szennyezőanyagot juttat a levegőbe.

A legnagyobb problémát a környezetkárosítás jelenti. A Pembina Institute környezetvédelmi csoport szerint az olajhomok kitermelése kétszer-háromszor annyi szén-dioxidot termel, mint a hagyományos olajkitermelés. Azonban a kanadai kormány ígéretet tett a károsanyag-kibocsátás csökkentésére, ami azt jelenti, hogy hamarosan évente két százalékkal csökkenti az olajhomok projektek mentén kitermelt szén-dioxid mennyiséget.[24]

	<b>A motor mechanikus teljesítménye szerinti kibocsátás</b> [g/kWh <sub>mec</sub> ]	<b>A motor üzemanyag-bevitele szerinti kibocsátás</b> [g/kWh <sub>dízel</sub> ]	<b>A kút földgázban számított átmenőteljesítménye szerinti kibocsátás</b> [g/kWh <sub>NG</sub> ]
SO <sub>2</sub>	0,767	0,253	0,004
NO <sub>x</sub>	10,568	3,487	0,059
PM	0,881	0,291	0,005
CO	2,290	0,756	0,013
NM VOC	0,033	0,011	0,000

2. táblázat: A fűrészhez, hidraulikus rétegreprezisztálás és befejezéshez használt, helyben álló dízelmotorokból származó légszennyezőanyagok jellemző kibocsátásai

Forrás: A palagáz és palaolaj kitermelésének hatásai a környezetre és az emberi egészségre, 25. p. Interneten: [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)

### *Kilépés a Kiotói Egyezményből*

Kanada 2011. December 12-én bejelentette, hogy kihátrál a Kiotói Egyezményből, mivel szerinte az nem segít a klímaváltozás elleni küzdelemben. Az eset alapjaiban rázta meg az államok közötti megállapodást, mivel eddig még egy ország sem bontotta fel az egyezséget.[25]

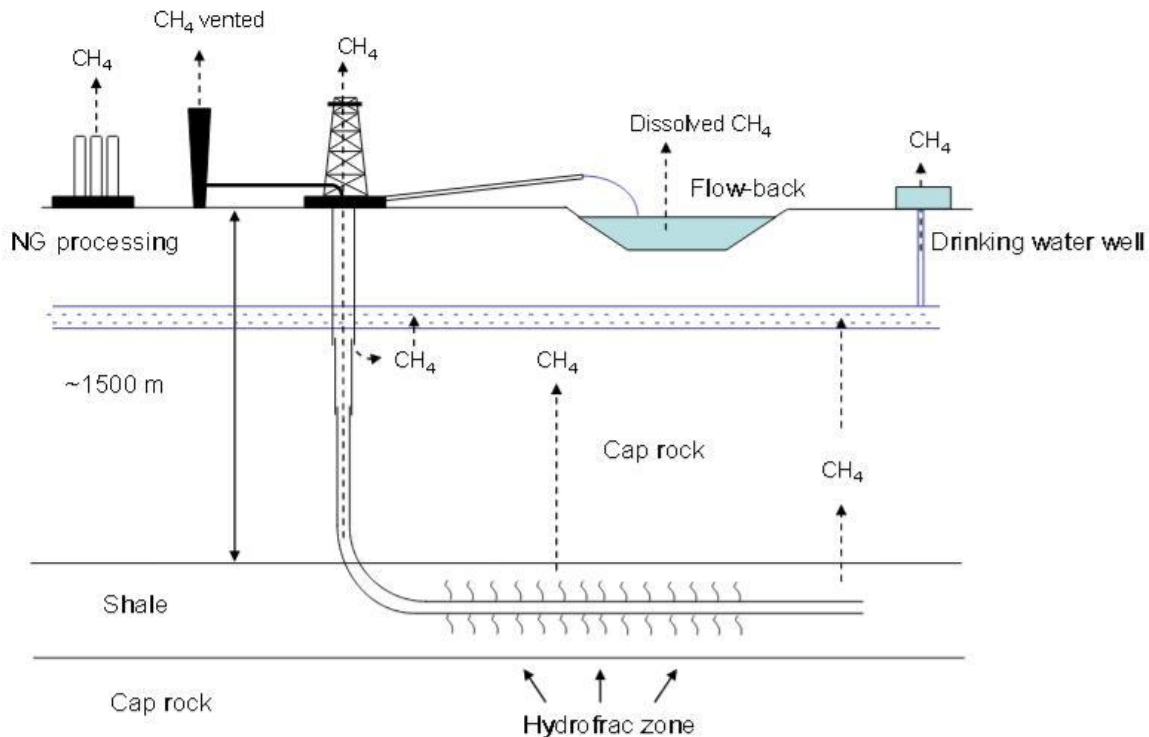
Az egyezményt 1997-ben Kiotóban fogadták el annak érdekében, hogy megfékezzék, vagy legalábbis enyhítsék a globális klímaváltozást a szennyezőanyagok kibocsátásának mérséklésével. A megállapodás értelmében a részt vevő országoknak évente jelenteniük kellett a kibocsátásaikról. Kanada ezt elmulasztotta, sokak szerint azért, mert jóval túllépte a szerződésben meghatározott kibocsátási normát. Nem sikerült csökkentenie a szennyezőanyag-kibocsátást, mivel az albertai olajhomok kitermelés következtében ugrásszerűen megnőtt az ország szén-dioxid-kibocsátása.

A Kiotói Egyezmény helyett, Ottawa beleegyezett, hogy a kibocsátást 607 megatonnára korlátozza 2020-ig.[26] A National Inventory Report szerint a kibocsátás 2010-ben 692 megatonna volt. A jelentés kimutatta, hogy a fosszilis tüzelőanyag-ipara csökkentette a kibocsátást 2005 és 2010 között. A gáztermelés 17%-os csökkenése, részben ellensúlyozta az olajhomok-termelés a 48%-os emelkedését.[27]

Az illékony metán kibocsátása jár a legnagyobb veszéllyel. A nem hagyományos gáz-kitermelésből és annak feldolgozásából származó károsanyag-kibocsátás kutanként eltérő

lehet. A globális felmelegedés tekintetében 1 gramm metán ( $\text{CH}_4$ ) egyenértékű 25 gramm szén-dioxiddal ( $\text{CO}_2$ ). A palagáz feltárásából, kitermeléséből, feldolgozásából és a visszaáramló folyadékból is származhat  $\text{CH}_4$ -kibocsátás. A hidraulikus rétegrepezítés után végzett kifúrás is metánkibocsátást eredményez. A kibocsátott metán kb. 50%-át be lehet fogni és fáklyázni, hogy csökkenjen az emisszió.

A tudósok arra figyelmeztetnek, hogy ha a globális klímaváltozás mértékét nem sikerül csökkenteni, akkor olyan változások mehetnek végbe a környezetünkben, amelyeknek már visszafordíthatatlan következménye lesz.



2. ábra: A palagáz feltárásából, kitermeléséből és feldolgozásából származó  $\text{CH}_4$ -kibocsátások

Forrás: A palagáz és palaolaj kitermelésének hatásai a környezetre és az emberi egészségre, 21. p. Interneten: [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)

### Egészségügyi hatás

„A sérült boreális erdőkből elkezdtek visszahúzódni a karibuk, az erdőhatártól északra élő eszkimók, és nagy veszély fenyeget olyan különleges vizes élőhelyeket is, mint a vándormadarak számára kulcsfontosságú McClelland-láp.”[28] Az Alberta tartományban található tajgaerdőben lévő tavak, mocsarak a vándormadarak számára fontos pihenőhelyet jelentettek, de ezen területek szennyezettsége miatt az állatok elpusztulhatnak, vagy éppen a még szennyezetlen pihenőhelyek hiánya miatt gyengülhetnek le. Továbbá a mérgezés a kanadai őslakos indián törzsek vadász- és halászterületeit is fenyegeti.

Kanada kormánya nem törődik a környezeti hatásokkal, sokkal inkább a pozitív gazdasági tényezők izgatják. Már olajnagyhatalomként definiálja magát, és teljes gőzzel termel, hiszen az ország olajhomokra épülő ipara folyamatosan nő, és a hatalmas beruházásoknak köszönhetően a növekedés üteme várhatóan tovább fokozódik.

### Szivárgások, szállítás

Kanadában 2013 nyara óta több baleset is történt az olaj szállítása közben. Júliusban Lac-Mégantic városában egy nyersolajat szállító tehervonat kisiklott, és a tartálykocsik közül több

felrobbant. A balesetben 47 ember halt meg, a város központja lángokban állt. Évtizedek óta nem volt ilyen súlyos vonatbaleset Észak-Amerikában.[29] 2013 októberében Albertában egy vízmentes ammóniát szállító szerelvény, Saskatchewanban pedig egy kenőolajat szállító vonat siklott ki, utóbbi esetről olajszivárgásról is beszámoltak a hatóságok. Október 19-én hajnalban Gainford mellett siklott ki egy 13 tartálykocsit szállító vonat, a települést biztonsági okokból kiürítették. A szerelvényből kilenc vagon nyersolajat, a többi pedig propángázt szállított, ezek közül három kigyulladt a balesetben. [30] A kanadai kormány október végén új szabályokat vezetett be, amelyek értelmében meg kell vizsgálni a Kanadába érkező nyersolaj-szállítmányokat.

### **Hatás a Környezeti Tájra**

Kanada Alberta tartományában, ahol a Föld olajhomok-készletének 85%-a található, a felszínen az ökológiailag fontos északi, boreális erdőségek terülnek el. „Az olaj is egy csaknem másfél Magyarországnyi tajgaerdővel borított területről nyerhető ki. A munkálatok eredményeképpen óriási erdőterületeket tettek tönkre a hatalmas járművekhez szükséges utak, a csővezetékek, a külszíni termelést folytató bányák és a szennyezett vízzel megtöltött tavak is.”[31] A tajgaerdők pusztítása során nemcsak az egyes állatfajok otthona veszik el, de a Föld globális éghajlatváltozása is felgyorsul.

A területhasználat a legszembevetőbb probléma, hiszen a fúrási alapok és a szállító kamionok számára kiépített létesítmények hatalmas területeket foglalnak el. A palagáz kitermeléséhez a kútalapokat sűrűn kell elhelyezni. „Pennsylvaniában a fúrási és rétegrepesztési szakaszban egy több kútból álló kútalap jellemzően 4–5 acre (16 200–20 250 m<sup>2</sup>) területet foglal el. A részleges helyreállítást követően a kitermeléshez használt alap átlagosan 1–3 acre (4050–12 150 m<sup>2</sup>) között lehet. (...) A hagyományos gáz- vagy olajmezőkön az USA-ban jellemzően 640 acre területre jut egy kút (1 kút / 2,6 km<sup>2</sup>). 2010 végére a Barnett palán közel 15 000 lyukat fúrtak, miközben a pala teljes területe 13 000 km<sup>2</sup>. Ennek következtében a kútsűrűség 1,15 kút / km<sup>2</sup>.”[32]

### **ÖSSZEĞZÉS**

A világ globális energiaigénye a következő száz év alatt több mint négyszeresére fog nőni. Ezt hagyományos szénhidrogénekből nem lehet kielégíteni. A nem hagyományos szénhidrogének termelése egyelőre számos technikai, technológiai kérdés megoldását igényli: a kitermelés hatásfok javítása, a környezeti károk mérséklése, a költségsökkentés és a szénhidrogének világpiaci árának alakulása.

Szükséges egy paradigmaváltás a jövőben, egyrészt az interdiszciplináris kutatás-fejlesztésben, másrészt a mérnöki ismeretek alkalmazásának területén. Ha az olajipart vagy csupán az üzleti világot nézzük, akkor sokan profitálnak az új technológiának köszönhetően: az idővel egyre olcsóbbá váló technológia felfoghatatlan mennyiségű olajat lesz képes előállítani, ami a projektben részt vevő cégeknek hasonlóan felfoghatatlan mennyiségű pénzt hoz majd. Továbbá ez az új technológia pótolni tudja a Földön lassan elapadó kőolaj- és földgázforrásokat, és geopolitikai hatása sem elhanyagolható. Beigazolódni látszik, hogy a gázkitermelés beváltja a hozzáfűzött reményeket, tehát a Közel-Kelet veszít gazdasági súlyából. Ha azonban az ökológiai fenntarthatóság, a környezeti károk súlya, a bolygó éghajlatváltozására tett hatások szempontjából vizsgáljuk a projektet, be kell látnunk, hogy ennél pusztítóbb gazdasági tevékenységet még nem tapasztalt az emberiség. Etikailag szempontból is erősen megkérdőjelezhető a szénhidrogének új típusú kitermelése. Sőt, ez a technológia nem csak hosszú távon ártalmas, hiszen kifejezetten rövid idő alatt betegedett meg a lakosság, és halt ki a növényzet vagy az állatvilág az adott területen.

## Felhasznált irodalom

- [1] Gazdag Ferenc, Biztonsági tanulmányok- Biztonságpolitika. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2011, 140. o.
- [2] Vö. Gazdag Ferenc, Biztonsági tanulmányok- Biztonságpolitika. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2011, 140. o.
- [3] Gazdag Ferenc, Biztonsági tanulmányok- Biztonságpolitika. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2011, 145. o.
- [4]Gazdag Ferenc, Biztonsági tanulmányok- Biztonságpolitika. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2011, 148-149. o.
- [5] Vö. Az új típusú biztonsági kihívások új elméleti keretben,  
[http://biztpol.corvinuembassy.com/?module=corvinak&module\\_id=4&cid=1](http://biztpol.corvinuembassy.com/?module=corvinak&module_id=4&cid=1)
- [6] Dr. Damjanovich Imre, Környezetbiztonság, Elérhető:  
<http://inventor.hu/ceco/kock/konyv/kbikt.pdf>
- [7] *Olajnagy hatalom lesz Kanada – akár klímakatasztrófa árán is*, WWF,  
<http://wwf.hu/archivum/2008ev/5/olajnagy hatalom-lesz-kanada-8211-akar-klimakatasztrofa-aran-is> (2011. október 24.)
- [8] Farkas Károly, Az olajhomok és a palagáz újrarajzolja a világ energiaterképét, Elérhető:  
[http://energiainfo.hu/cikk/az\\_olajhomok\\_es\\_a\\_palagaz\\_ujrarajzolja\\_a\\_vilag\\_energiaterkepet.25875.html](http://energiainfo.hu/cikk/az_olajhomok_es_a_palagaz_ujrarajzolja_a_vilag_energiaterkepet.25875.html)
- [9] Farkas Károly, Az olajhomok és a palagáz újrarajzolja a világ energiaterképét, Elérhető:  
[http://energiainfo.hu/cikk/az\\_olajhomok\\_es\\_a\\_palagaz\\_ujrarajzolja\\_a\\_vilag\\_energiaterkepet.25875.html](http://energiainfo.hu/cikk/az_olajhomok_es_a_palagaz_ujrarajzolja_a_vilag_energiaterkepet.25875.html)
- [10] Indian Oil sands and gas Canada, Elérhető: <http://www.pgic-iogc.gc.ca/eng/1376503280533/1376503308718>
- [11] A palagáz és palaolaj kitermelésének hatásai a környezetre és az emberi egészségre, Elérhető: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI\\_ET%282011%29464425\\_HU.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI_ET%282011%29464425_HU.pdf) 30. p.
- [12] Wood R., Gilbert P., Sharmina M., Anderson K. (2011). Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts. January 2011
- [13] Wood R., Gilbert P., Sharmina M., Anderson K. (2011). Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts. January 2011 32. o.
- [14] Wood R., Gilbert P., Sharmina M., Anderson K. (2011). Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts. January 2011 27. o.
- [15] Vö. Palagáz, Nem hagyományos és nemkívánatos, Elérhető:  
[http://www.mtvosz.hu/dynamic/energia\\_klima/mtvosz\\_palagaz\\_jelentes\\_magyar.pdf](http://www.mtvosz.hu/dynamic/energia_klima/mtvosz_palagaz_jelentes_magyar.pdf)  
12. p.

- [16] Vö. Palagáz, Nem hagyományos és nemkívánatos, Elérhető:  
[http://www.mtvsh.hu/dynamic/energia\\_klima/mtvsh\\_palagaz\\_jelentes\\_magyar.pdf](http://www.mtvsh.hu/dynamic/energia_klima/mtvsh_palagaz_jelentes_magyar.pdf)  
12. p.
- [17] A palagáz és palaolaj kitermelésének hatásai a környezetre és az emberi egészségre, Elérhető: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI\\_ET%282011%29464425\\_HU.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI_ET%282011%29464425_HU.pdf) 27. o.
- [18] Vö. A palagáz és palaolaj kitermelésének hatásai a környezetre és az emberi egészségre, Elérhető: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI\\_ET%282011%29464425\\_HU.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI_ET%282011%29464425_HU.pdf) 30. p.
- [19] Vö. Milyen erősségű földrengéseket okozhat a repesztés?, DEI Összefoglaló jegyzet, Elérhető:  
[https://www.dur.ac.uk/resources/refine/ResearchBrief\\_InducedSeismicity\\_Hungarian2.pdf](https://www.dur.ac.uk/resources/refine/ResearchBrief_InducedSeismicity_Hungarian2.pdf)
- [20] Vö. Milyen erősségű földrengéseket okozhat a repesztés?, DEI Összefoglaló jegyzet, Elérhető:  
[https://www.dur.ac.uk/resources/refine/ResearchBrief\\_InducedSeismicity\\_Hungarian2.pdf](https://www.dur.ac.uk/resources/refine/ResearchBrief_InducedSeismicity_Hungarian2.pdf)  
23-24. p.
- [21] Milyen erősségű földrengéseket okozhat a repesztés?, DEI Összefoglaló jegyzet, Elérhető:  
[https://www.dur.ac.uk/resources/refine/ResearchBrief\\_InducedSeismicity\\_Hungarian2.pdf](https://www.dur.ac.uk/resources/refine/ResearchBrief_InducedSeismicity_Hungarian2.pdf)  
23. o.
- [22] Olajnyaghatalom lesz Kanada – akár klímakatasztrófa árán is, WWF, Elérhető:  
<http://wwf.hu/archivum/2008ev/5/olajnyaghatalom-lesz-kanada-8211-akar-klimakatasztrofa-aran-is>
- [23] Götz Attila, Kanada gyorsítaná a globális felmelegedést, Index,  
<http://index.hu/tudomany/kornyezet/kanada5896/> (2011. október 24.)
- [24] Canada's oil boom, Building on sand, The allure and perils of investing in Alberta's oil sands, The Economist 2007. május 26. Elérhető: <http://www.economist.com/node/9231894>
- [25] Az amerikaiak nem akarnak kevesebb energiát fogyasztani, Elérhető:  
<http://zoldtech.hu/cikkek/20110725-uj-energiaforrasok-fogyasztascokkent>
- [26] Canada emissions figures put 2020 target in doubt, Elérhető:  
<http://www.bbc.co.uk/news/world-us-canada-17685982>
- [27] National Inventory Report 1990-2010, Elérhető:  
[http://www.ec.gc.ca/Publications/A91164E0-7CEB-4D61-841C-BEA8BAA223F9/Executive-Summary-2012\\_WEB-v3.pdf](http://www.ec.gc.ca/Publications/A91164E0-7CEB-4D61-841C-BEA8BAA223F9/Executive-Summary-2012_WEB-v3.pdf)
- [28] Akár klímakatasztrófa árán is – Kanada olajnyaghatalom lesz, Info Világ,  
[http://infovilag.hu/hir-12320-akar-klimakatasztrofa\\_aran\\_is\\_kanada\\_ola.html](http://infovilag.hu/hir-12320-akar-klimakatasztrofa_aran_is_kanada_ola.html) (2011. október 24.)

[29] Canada train blast: At least one dead in Lac-Mégantic, Elérhető:  
<http://www.bbc.co.uk/news/world-us-canada-23212541>

[30] Tanker train carrying oil and gas derails west of Edmonton, Elérhető:  
<http://globalnews.ca/news/912397/emergency-workers-battling-massive-tanker-fire-west-of-edmonton/>

[31] Dr. Lakatos, I., Lakatosné Dr. Szabó, J. (2008): A nem konvencionális szénhidrogének jelentősége a XXI. században. In: Kőolaj és Földgáz, 2008/2.szám, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest

[32] A palagáz és palaolaj kitermelésének hatásai a környezetre és az emberi egészségre, Elérhető: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI\\_ET%282011%29464425\\_HU.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI_ET%282011%29464425_HU.pdf) 21. o.