

Földtani Kihívások

a

Földgáz

Kutatásban

AVAGY GÁZ NÉLKÜL GÁZ VAN

Dr. BÉRCZI István

Tartalom#1: CH felhalmozódások

1. Szénhidrogén felhalmozódások
2. Szénhidrogének keletkezése
3. Teleptípusok
4. Vagyon és készletszámítás
5. A földgáz jövője;
6. Következtetések

7.

CH felhalmozódások

HAGYOMÁNYOS TELEPEK

Könnyű, közepes olaj, égethető CH gáz

NEM-HAGYOMÁNYOS TELEPEK

Kis perm.olaj

Kis perm. gáz

Sűrű/nehéz olaj

Bitumenes homok

Gáz hidrát, „sújtólég”

Olajpala

Palagáz

Hagyományos vs. nem-hagyományos CH előfordulások

HAGYOMÁNYOS TELEPEK

Könnyű, közepes olaj, égethető CH gáz

NEM-HAGYOMÁNYOS TELEPEK

Kis perm. olaj Kis perm. gáz

Sűrű/nehez olaj

Bitumenes homok

Gáz hidrát, „sújtólég”

Olajpala

Palagáz

NEM HAGYOMÁNYOS TELEPEK

▶ Tömör homokkővek (a másodlagos migráció első állomása)

▶ ++++++

▶ Nehéz olaj telepek (részben degradált hagyományos telepek)

▶ Bitumenes homokkő telepek (teljesen degradált hagyományos telepek)

▶ ++++++

▶ Palagáz, palaolaj: (nem volt másodlagos migráció = „anyakőzet”)

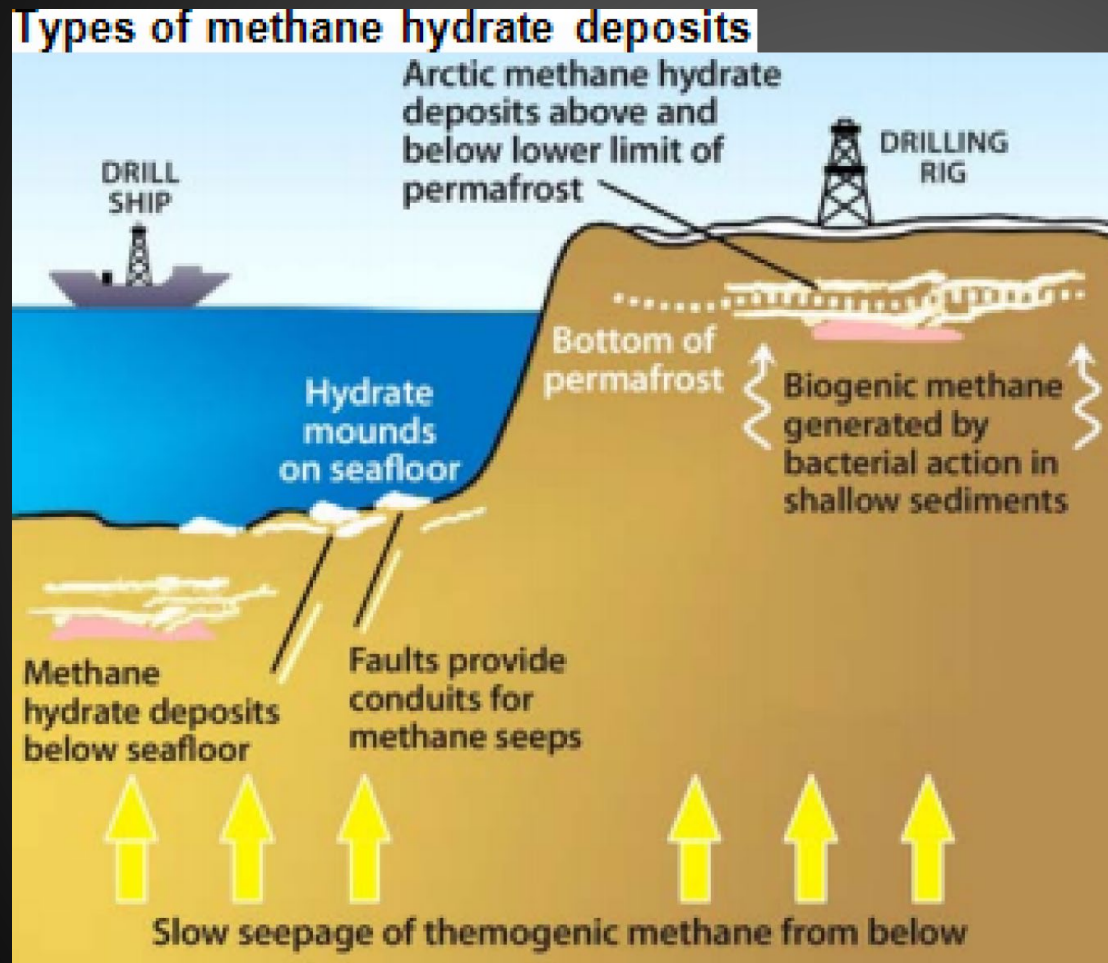
▶ ++++++

▶ Metán kőszéntelepben („sújtólég”)

▶ ++++++

▶ Mélytengeri, permafrost gázhidrátok („egzotikum”)

Egzotikus kiterő: Gázhidrát előfordulás típusok



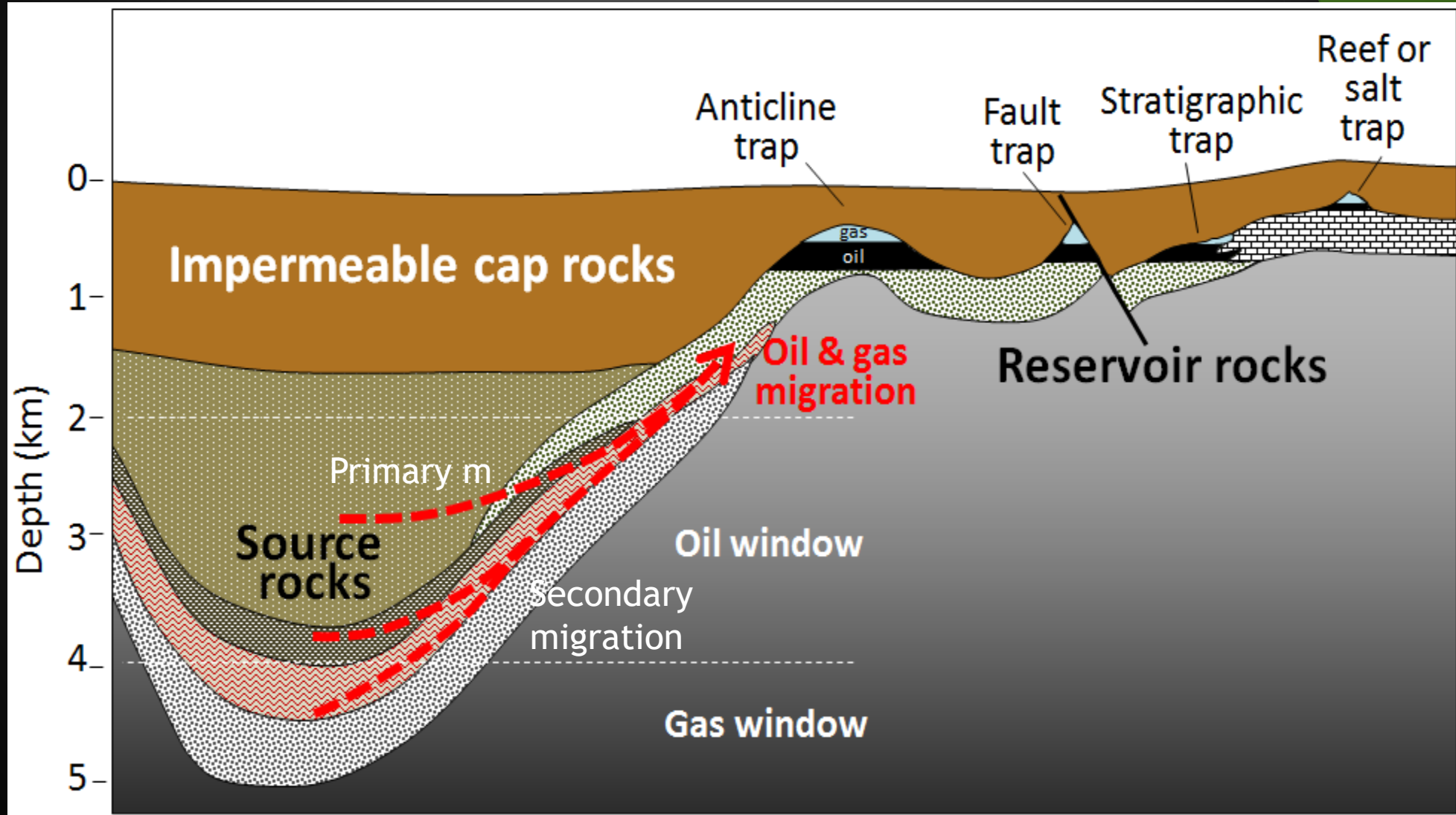
Valcz Gyula-
Bánhidi István
(2023) nyomán.

Tartalom#2: CH-ek keletkezése

1. Szénhidrogén felhalmozódások
2. Szénhidrogének keletkezése
3. Teleptípusok
4. Vagyon és készletszámítás
5. A földgáz jövője;
6. Következtetések

7.

Generation, migration and accumulation of petroleum



Szénhidrogén felhalmozódások fajtái, keletkezésük, lebomlásuk

HAGYOMÁNYOS TELEPEK

Könnyű, közepes olaj, égethető CH gáz

NEM-HAGYOMÁNYOS TELEPEK

Kis perm. olaj Kis perm. gáz

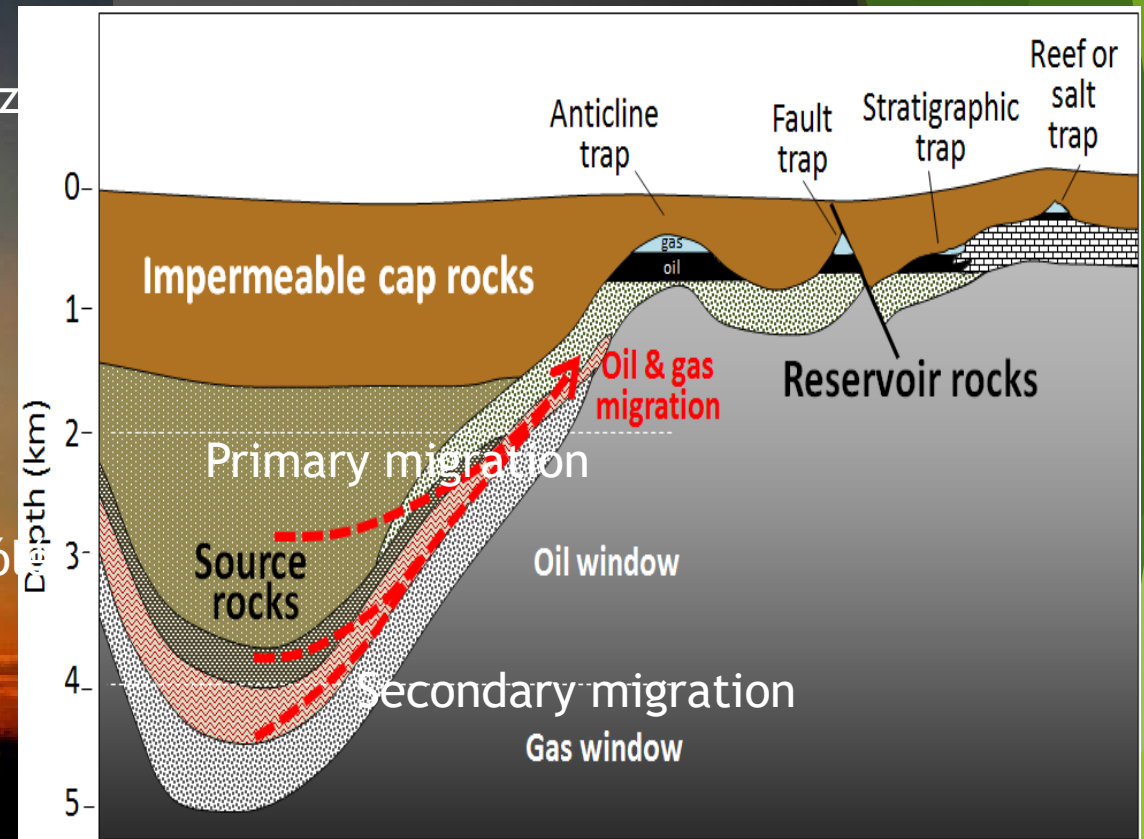
Sűrű/nehéz olaj

Bitumenes homok

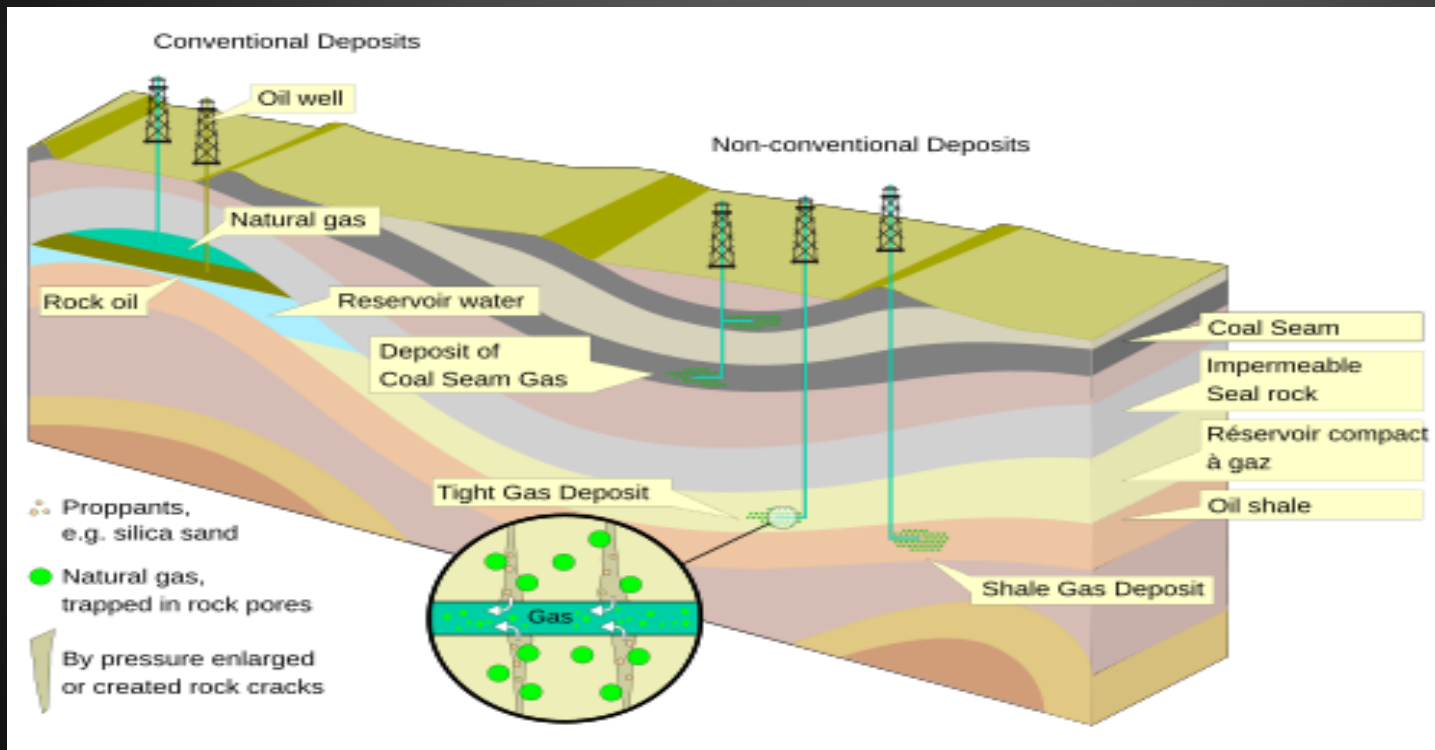
Gáz hidrát, „sújtó"

Olajpala

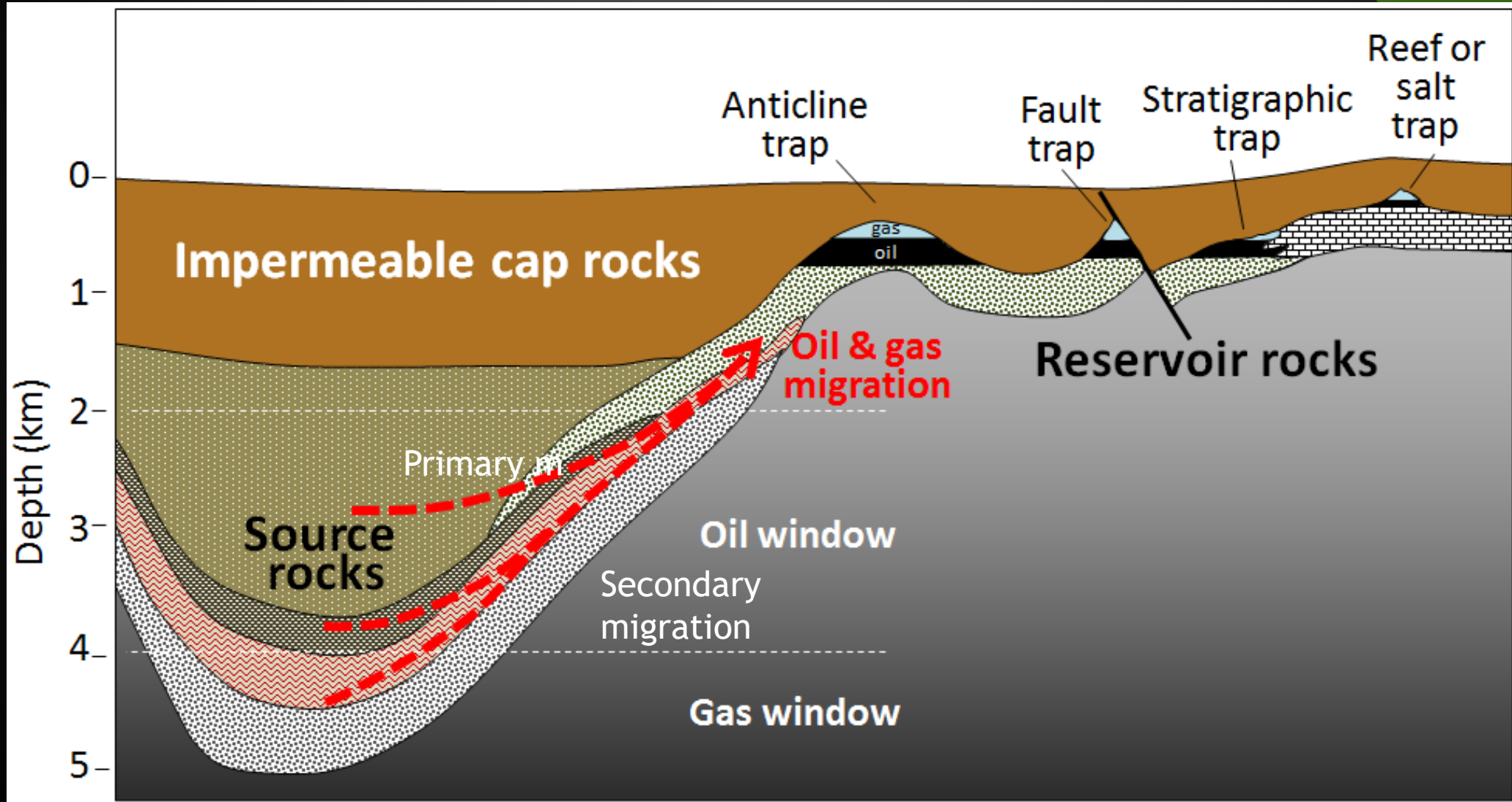
Palagáz



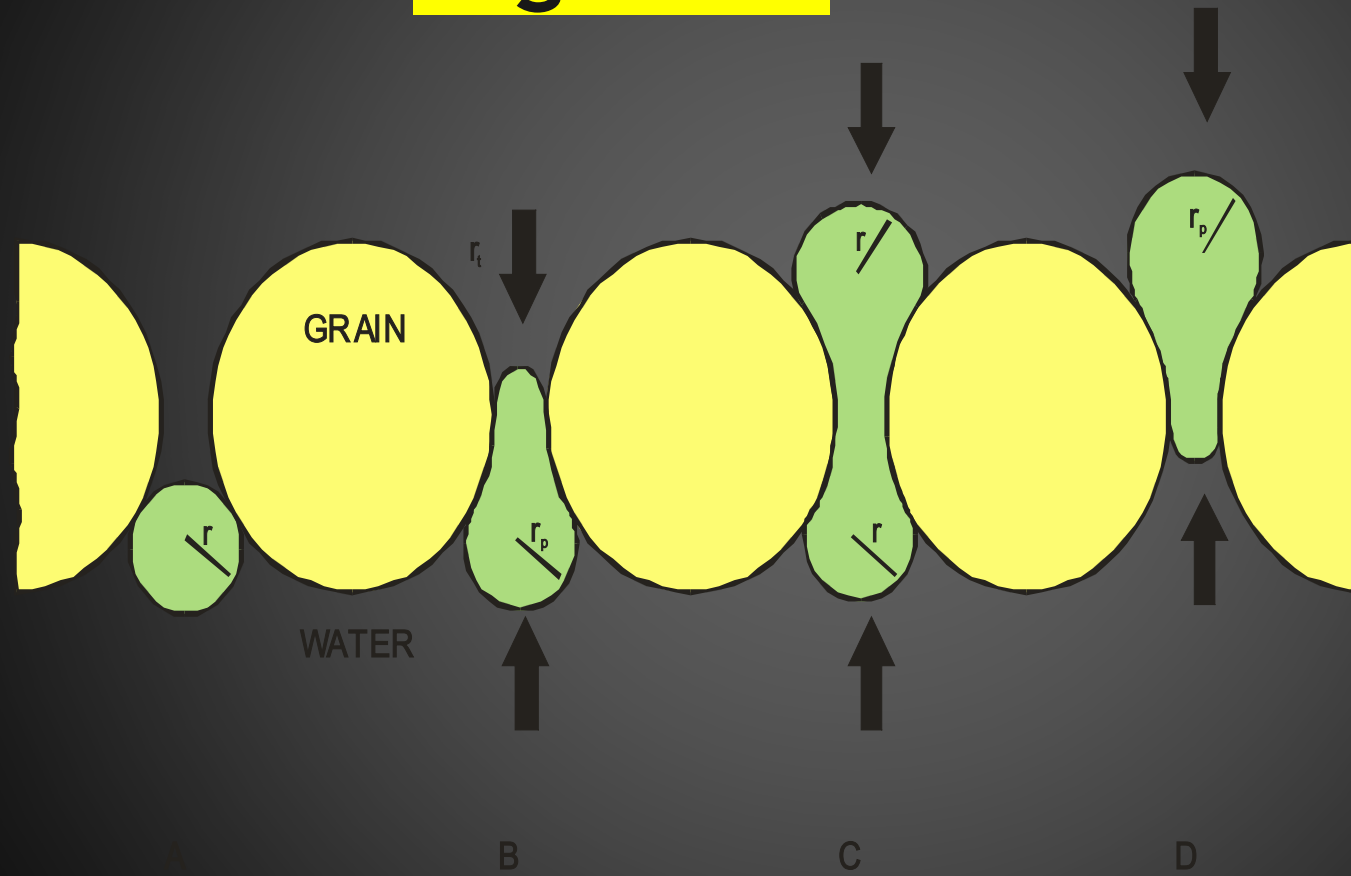
Tömör homokkövek vs. Bitumenes homokkövek



Focus on migration and accumulation



A Simplified Model of the Secondary Migration



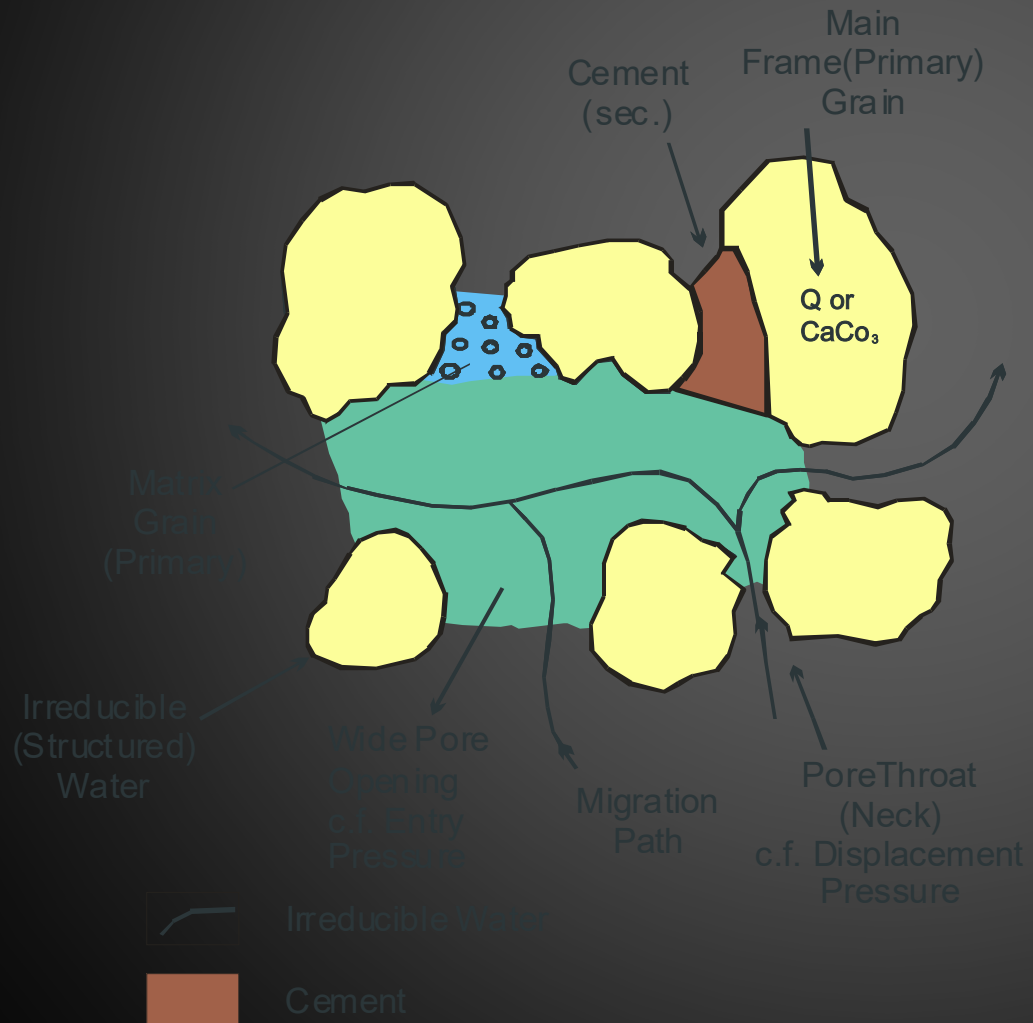
$$P_0 = \frac{2\sigma}{r}$$

$$\frac{2\sigma}{r_t} > \frac{2\sigma}{r_p}$$

$$\frac{2\sigma}{r} = \frac{2\sigma}{r}$$

$$\frac{2\sigma}{r_t} < \frac{2\sigma}{r_p}$$

Micro - world of an intergranular pore



Az elsődleges migráció kihívásai

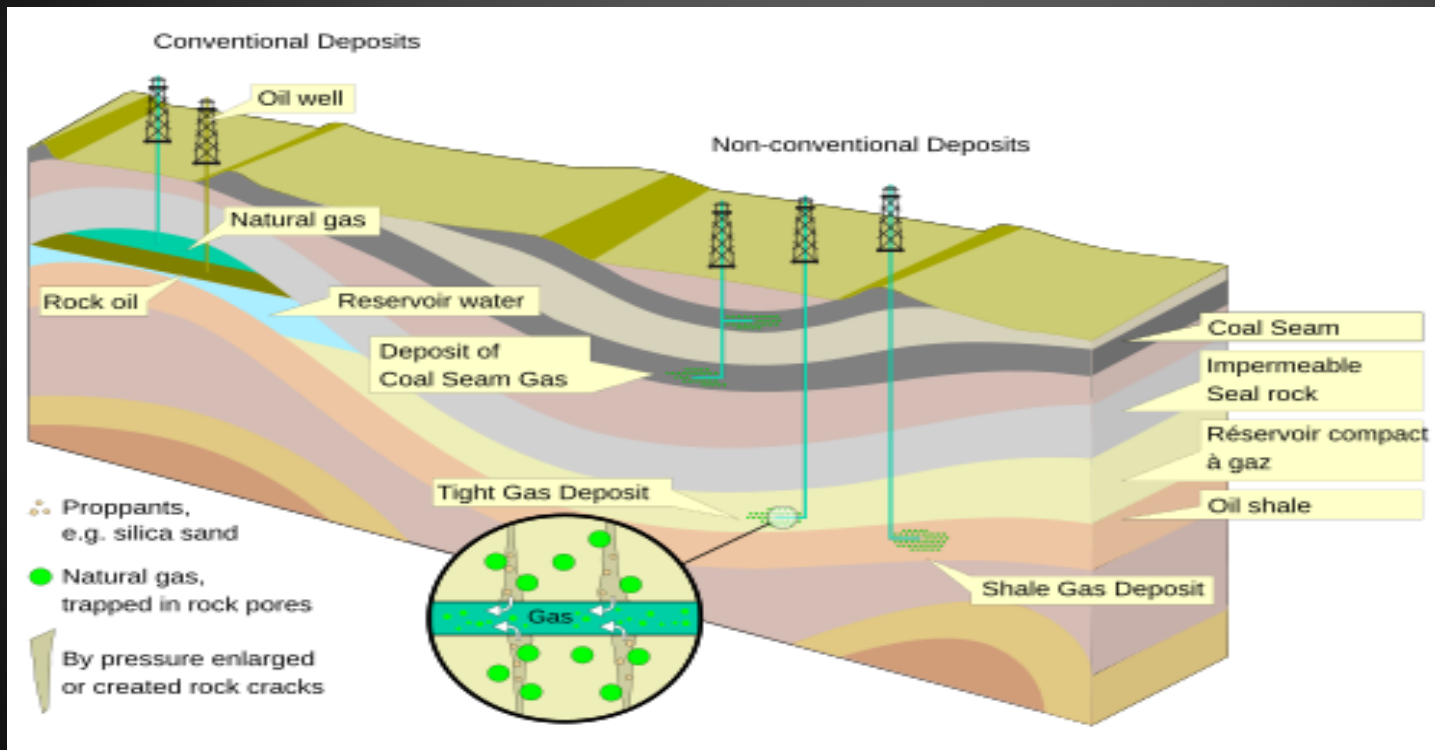
Petroleum Research Corporation, Denver, 958- 1969? Kidolgozta a másodlagos migráció elméletét. Az elsődleges migráció kihívásaira nem adott választ

- ▶ Nincs áteresztőképes pórusrendszer: hogy vándorolhat agyagban a frissen keletkezett CH keverék?
- ▶ Mikro-repedéseken történő migráció?
- ▶ Meg lehet-e csapolni a visszamaradt szénhidrogéneket?

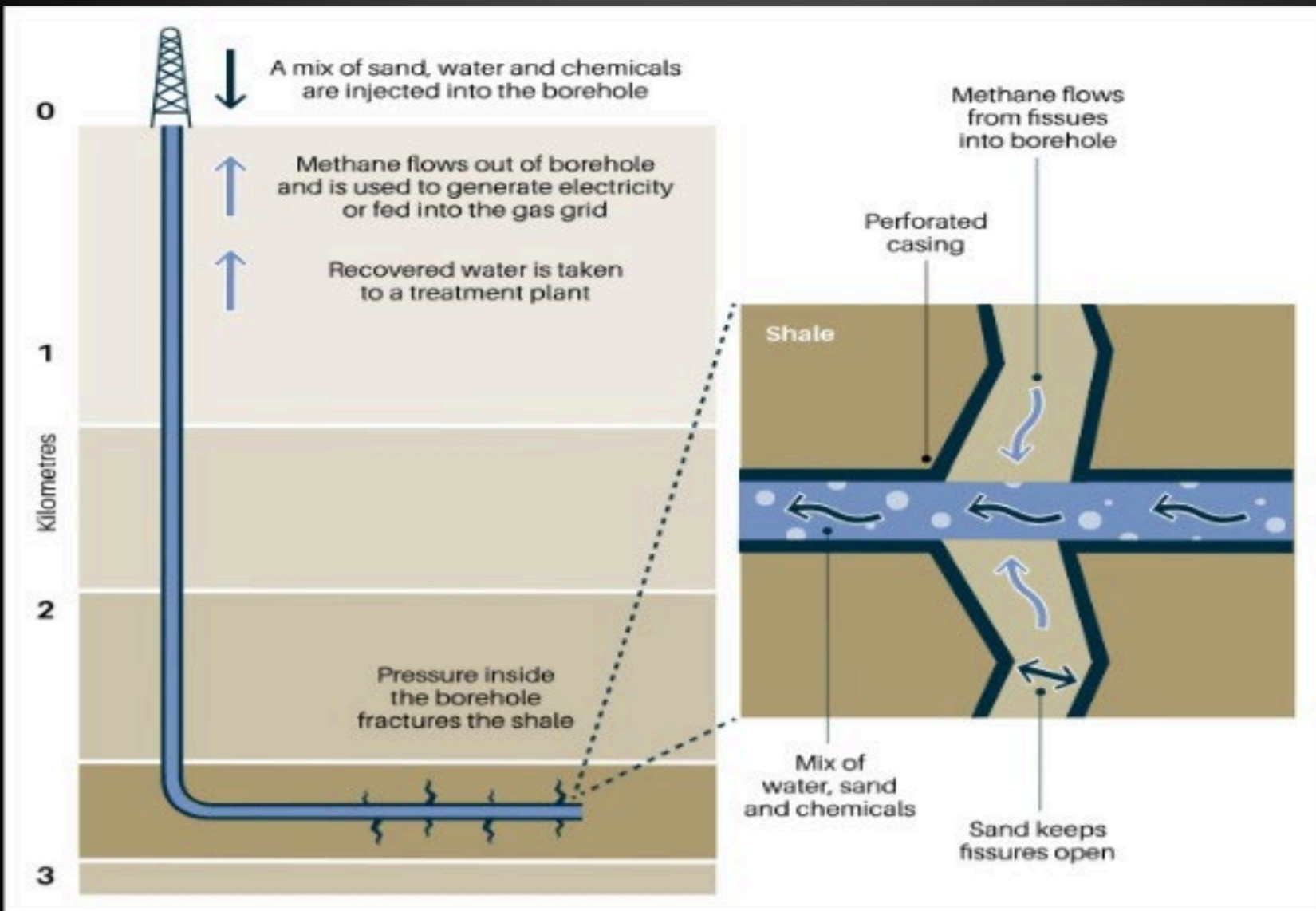
Ipari Ötlet

- ▶ Repesszük meg a kőzetet mint a tömör homokköveket: a tér minden pontján bármelyik folyadék előfordulhat; folyamatos (szét nem különült) folyadék fázisok.
- ▶ Ez vezetett a palagáz telepek felfedezésére

Tömör homokkövek vs. Bitumenes homokkövek



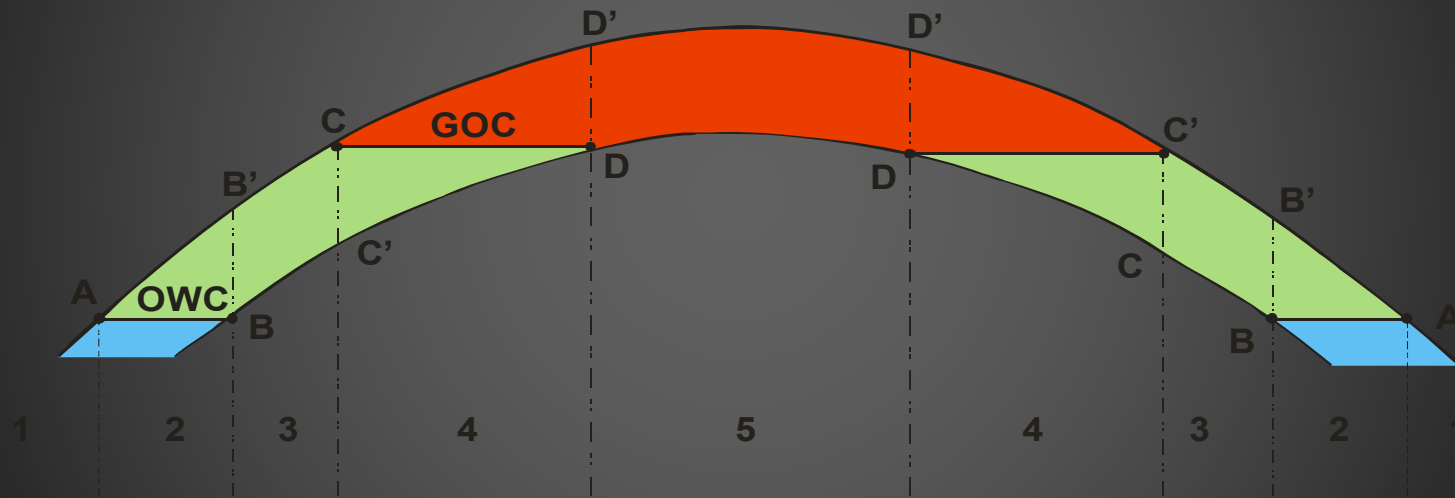
Tipikus palagáz-kútkiképzés



Tartalom#3: Teleptípusok

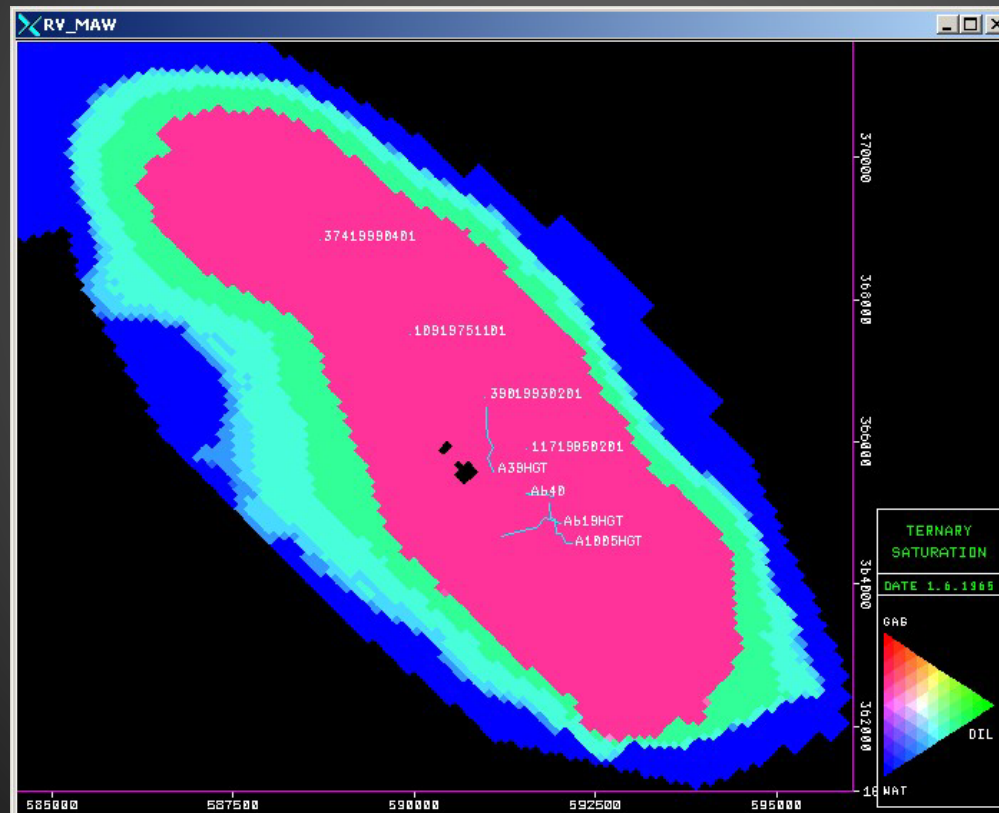
1. Szénhidrogén felhalmozódások
2. Szénhidrogének keletkezése
3. **Teleptípusok**
4. Vagyon és készletszámítás
5. A földgáz jövője;
6. Következtetések

Conventional Edge Water Oil Reservoir with Gas Cap

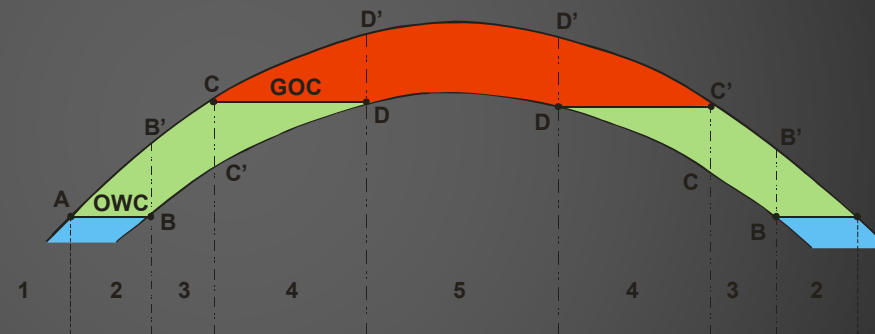
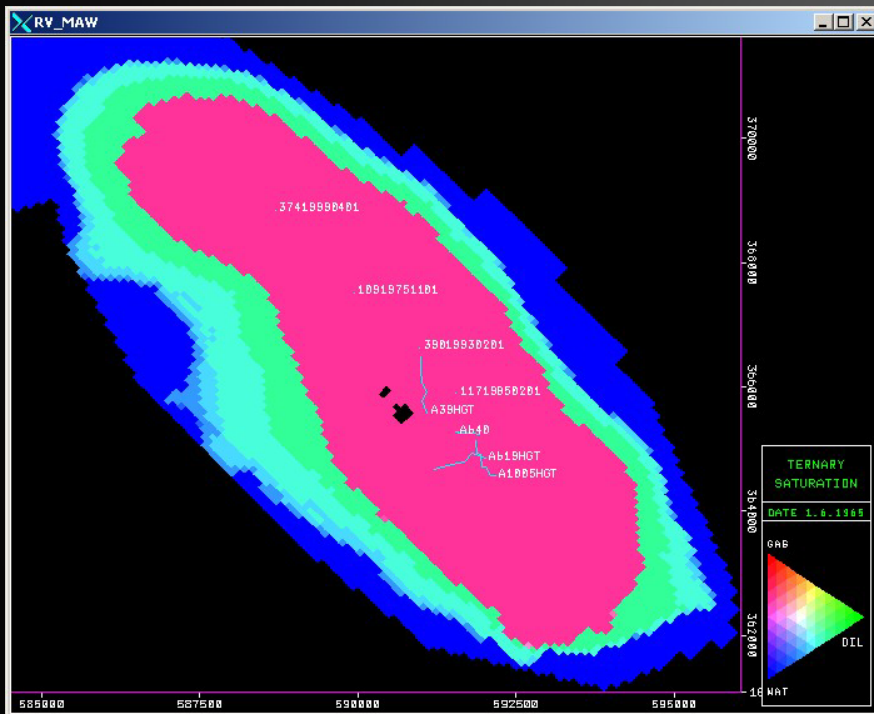


A, D = h net pay oil = 0
 C, C' = h net gas = 0
 A, B, C, C', B', A' = h net pay oil = h net
 D, D' = h net pay gas = h net

Gázsapkás olajtelep CH telítettség eloszlás térképe

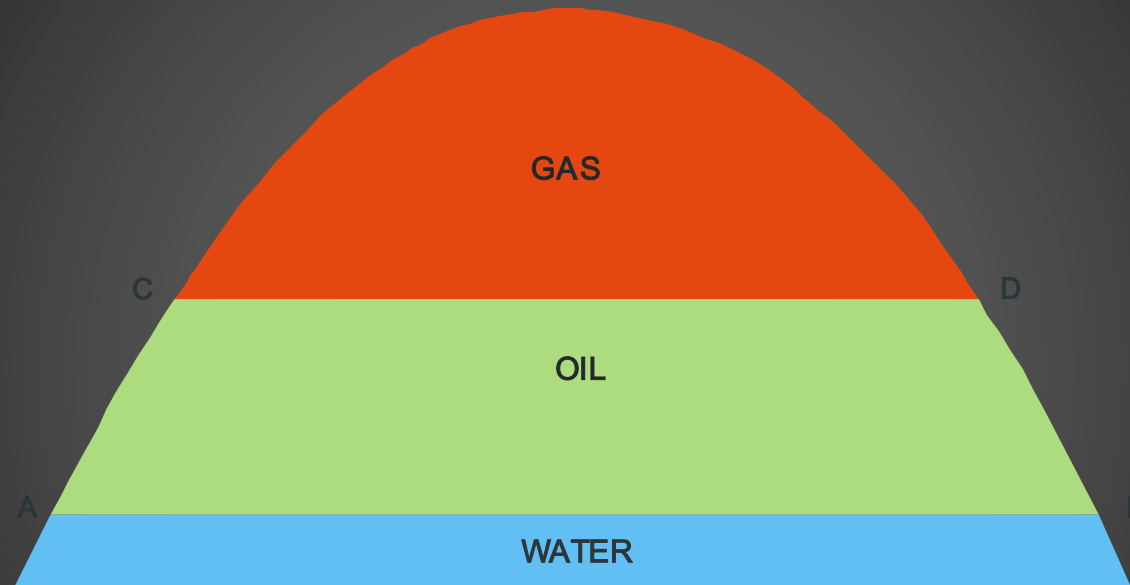


Telítettség határok geológiai szelvényben



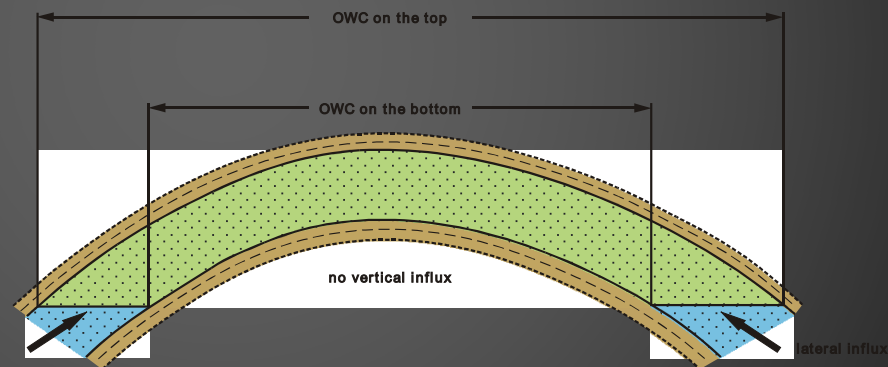
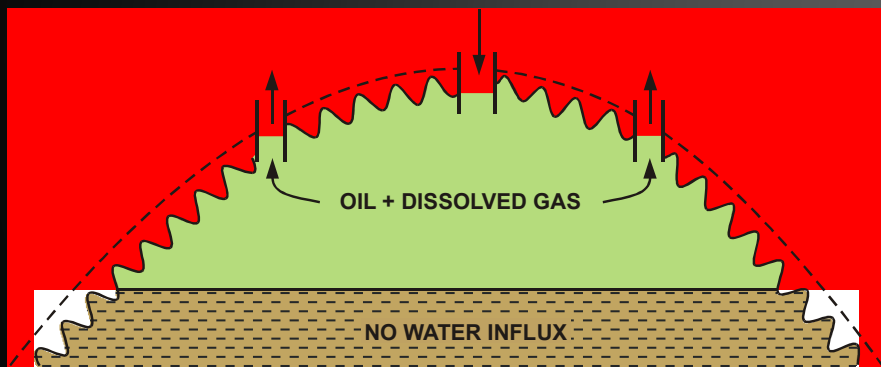
- A,D = h net pay oil = 0
- C,C' = h net gas = 0
- B'CBC'(3) = h net pay oil = h net
- D'D'DD(5) = h net pay gas = h net

A Bottom Water Drive Reservoir



A, B: $h_{\text{net pay oil}}=0$
C, D: $h_{\text{net pay gas}}=0$

Szabad gáztelepek: zárt vs. peremi víz,



Mit keressék? Hol keressém?

Geokémiai tanulmányokkal bizonyítottan CH telepeket generáló medencékben

- ▶ Boltozatos mélyföldtani alakulatok,
- ▶ Boltozatok peremének futó rétegfejeket („kiékelődések”)
- ▶ Kőzet minőség változási zónákat
- ▶ Vetőzónák: felfelé vezető migrációs utak, és csapdaképző elemek is egyben

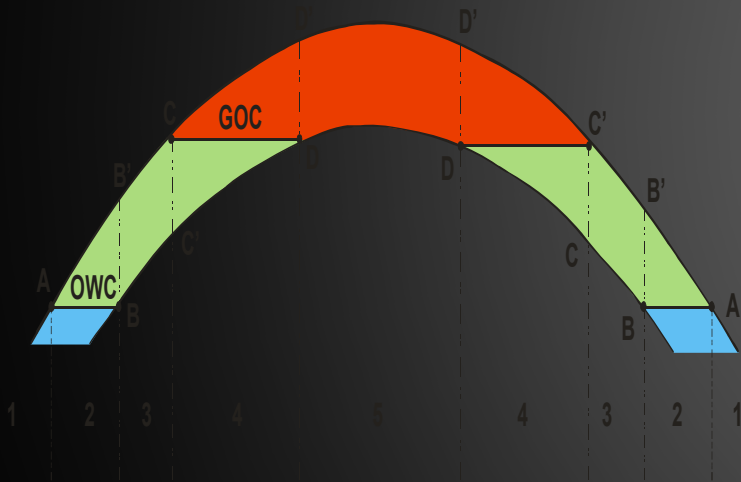
Tartalom#4: Vagyon és készlet számítás

1. Szénhidrogén felhalmozódások
2. Szénhidrogének keletkezése
3. Teleptípusok
4. Vagyon és készletszámítás
5. A földgáz jövője;
6. Következtetések

Alapadatok

Hagyományos telepek

▶ $V_{ch} = A_{m2} \times heff_m \times S_{ch} \times 1/b_{chi}$



A,D = h net pay oil = 0
C,C' = h net gas = 0
B'CBC'(3) = h net pay oil = h net
D'D'DD(5) = h net pay gas = h net

Hatósági kontroll (SEC): kényes kérdései

- ▶ Vertikális lehatárolás: a legmélyebb CH telítettség mélysége;
- ▶ Laterális lehatárolás: OVH a tetőn vagy egy beáramlási sugárnyi távolság a legszélső kúttól
- ▶ Vetőn túl nem lehet vagyont számolni akkor sem, ha a szerkezet emelkedő

Mi mennyi? A vagyon számítás kihívásai#1

Fogalmak

- ▶ Földtani vagyon
- ▶ Kitermelhető vagyon
- ▶ Készlet

Alapadatok, forrásai, diszkussziója

- ▶ Rétegtető, rétegtalp (ha értelmezhető)
- ▶ Tárolóképes vastagság (mélyfúrás, felszíni geofizikai mérések)
- ▶ Porozitás (labormérések, mélyfúrás geofizika)
- ▶ CH-telítettség (labormérések, mélyfúrás geofizika)
- ▶ Gázexpanziós hányados: b_{ch}

Alapképlet

$$V_{ch} = A_{m2} \times heff_m \times S_{ch} \times 1/b_{chi}$$

Uncertainties in resource assessment as indicated by SEC „Hot-Points”

- ▶ Lateral extension of the CH saturation (intersection of the structural top and gas-water contact)
- ▶ Downward limit of the CH saturation (LKH=Lowermost Known Hydrocarbon indication)
- ▶ One-inflow radius rule in lateral extension
- ▶ No proved reserves are allowed for upward extension of the pool across a fault without well control
- ▶ Well control is superior to seismic data

List of SEC Hot-Button topics

- ▶ PUDs
- ▶ Appropriate Reserve Calculation Methods
- ▶ Recovery factors
- ▶ Proper Use of Analogies
- ▶ Reliance upon Seismic
- ▶ Determination of LKH
- ▶ Thickness
- ▶ Areal Extend of Reserves
- ▶ Reservoir Simulation
- ▶ Prices
- ▶ Revenue from Sale of Non-Hydrocarbons
- ▶ Cased and Capped wells
- ▶ Market Assurance
- ▶ Plants
- ▶ Ownership
- ▶ Net Profits Interest
- ▶ Economic Limit
- ▶ OPEX

Flow Test Requirements

Shale gas: no way to apply volumetrics conventional accumulations

Assessment of TRR from shale gas layers

- ▶ Geological/geochemical/geophysical analysis of the formation
- ▶ Analysis of the 3D extension of the formation
- ▶ Definition of Assessment Units
- ▶ Evaluation of well performance
- ▶ Monte Carlo simulation
- ▶ Aggregation of results
- ▶ Search for comparison to production history of analogue fields

Assessment of Shale Gas Resource consists of 5 Main Steps

- ▶ Geological analysis
- ▶ Definition of Assessment Units
- ▶ Evaluation of well performance
- ▶ Monte Carlo simulation
- ▶ Aggregation of results

After Gautier, R. 2010, USGS

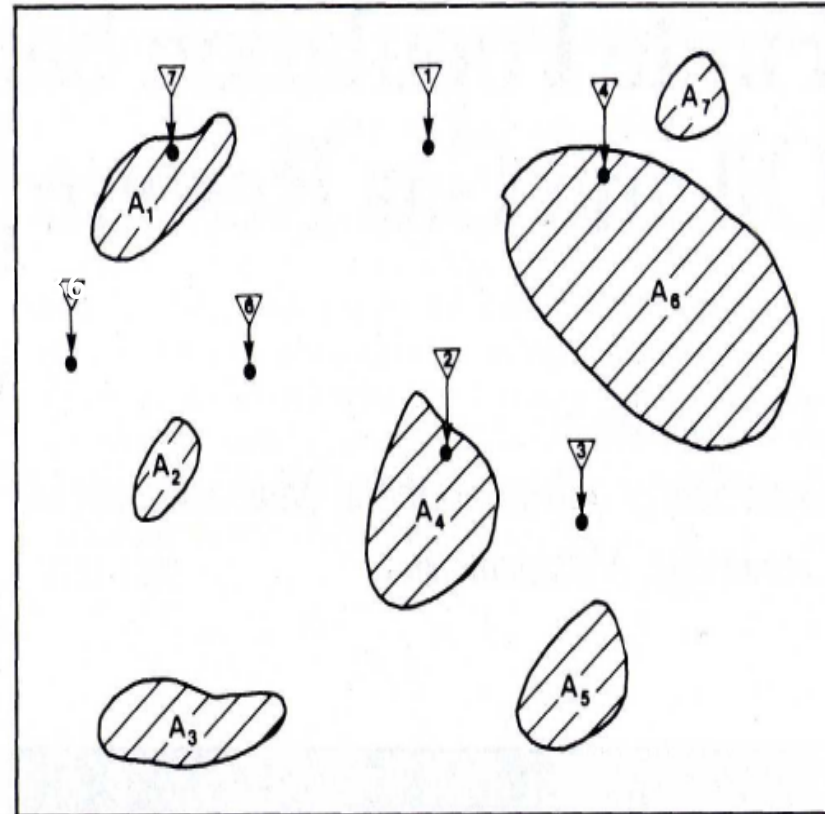
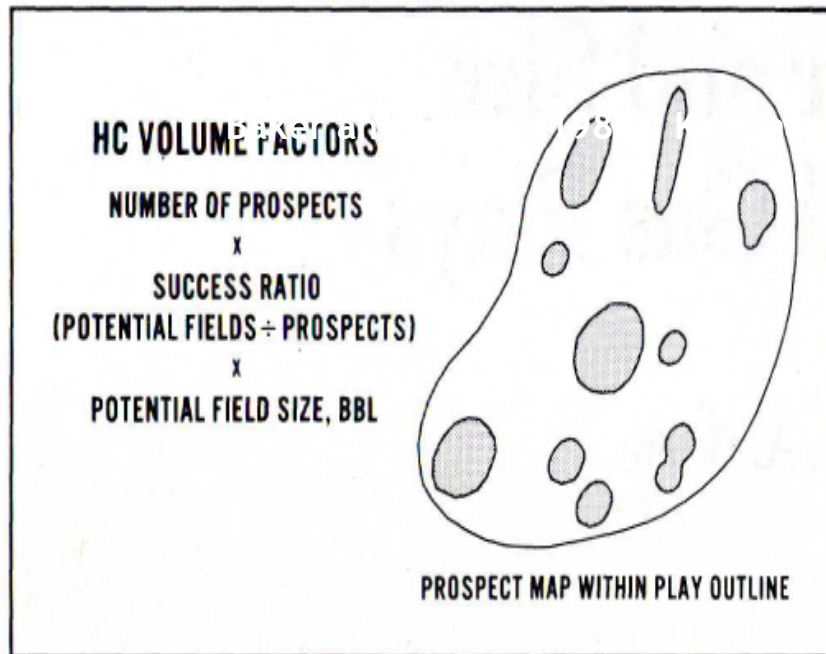
Parameters for Geological Screening and Assessment Unit Definition

- ▶ Total Organic Carbon (TOC > 1-2 wt %)
- ▶ Thickness, extent, gamma-ray interval
- ▶ Types of kerogen; Rock-Eval data
- ▶ Thermal maturity; extent of oil/gas generation)
- ▶ Pressure regimes
- ▶ Lithology, mineralogy, mechanical stratigraphy
- ▶ Evidence of desorbed gas/oil (DST's, mud log shows, production data, desorption data)

after Gautier, R. 2010, USGS

Applying assessment methodology for conventional resources has pitfalls


- ▶ Requires estimates of numbers and sizes of discrete accumulations
- ▶ Continuous accumulations are laterally extensive



Tartalom#5: a földgáz jövője

1. Szénhidrogén felhalmozódások
2. Szénhidrogének keletkezése
3. Teleptípusok
4. Vagyon és készlet számítás
5. A földgáz jövője;
6. Következtetések


Anno 2015



**From Petroleum Scarcity to Abundance:
Opportunities and Implications for the
U.S. and World**

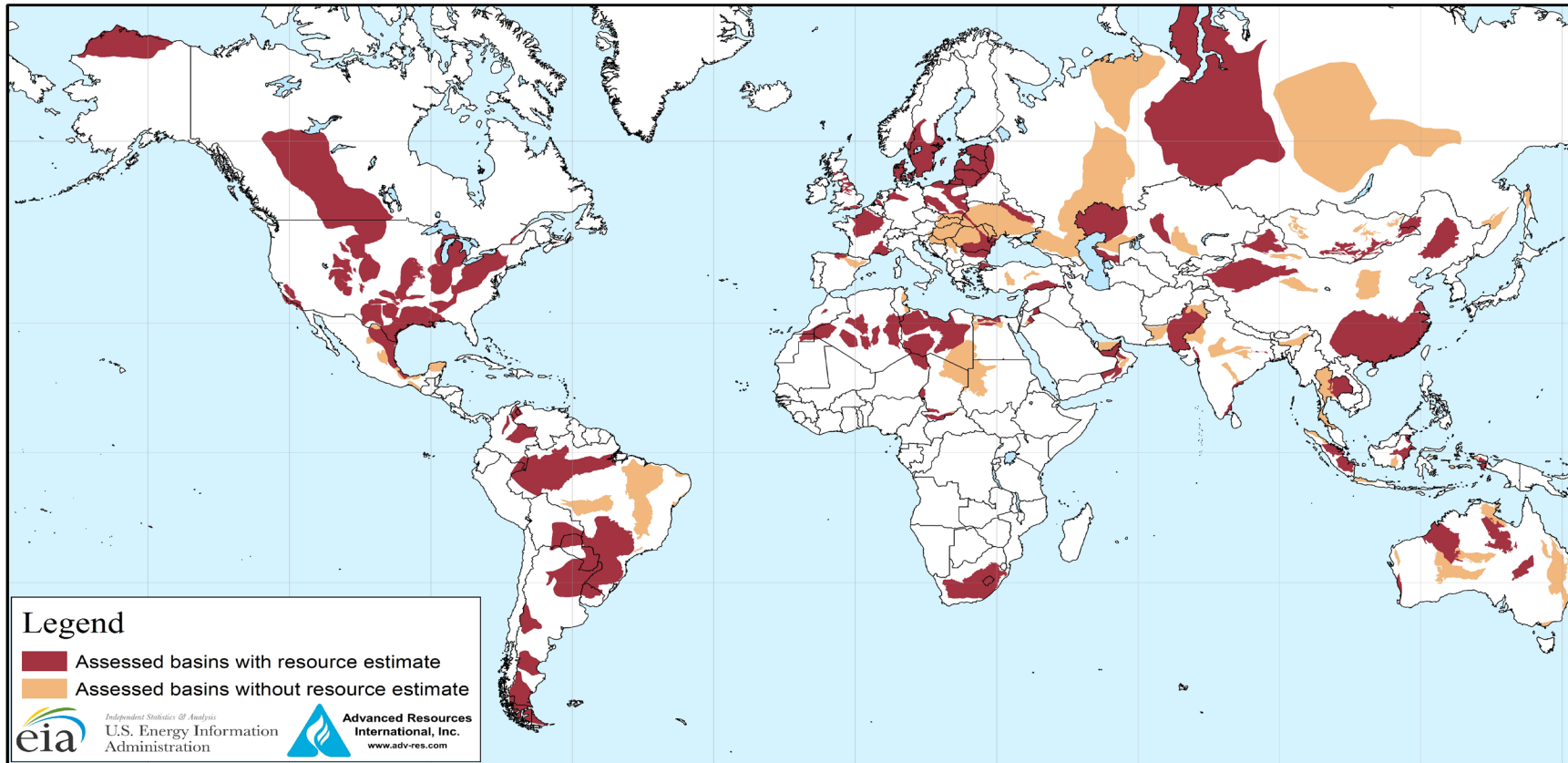
**2015 AAPG Michael Halbouty Lecture
Denver, Colorado**

Thanks to USGS Colleagues; Pete McCabe; Pete Stark IHS; APEX Engineering; David Knapp, Energy Intelligence Group, OPEC, IEA, IEF, TPA;
World Energy Consortium (48 Organizations)



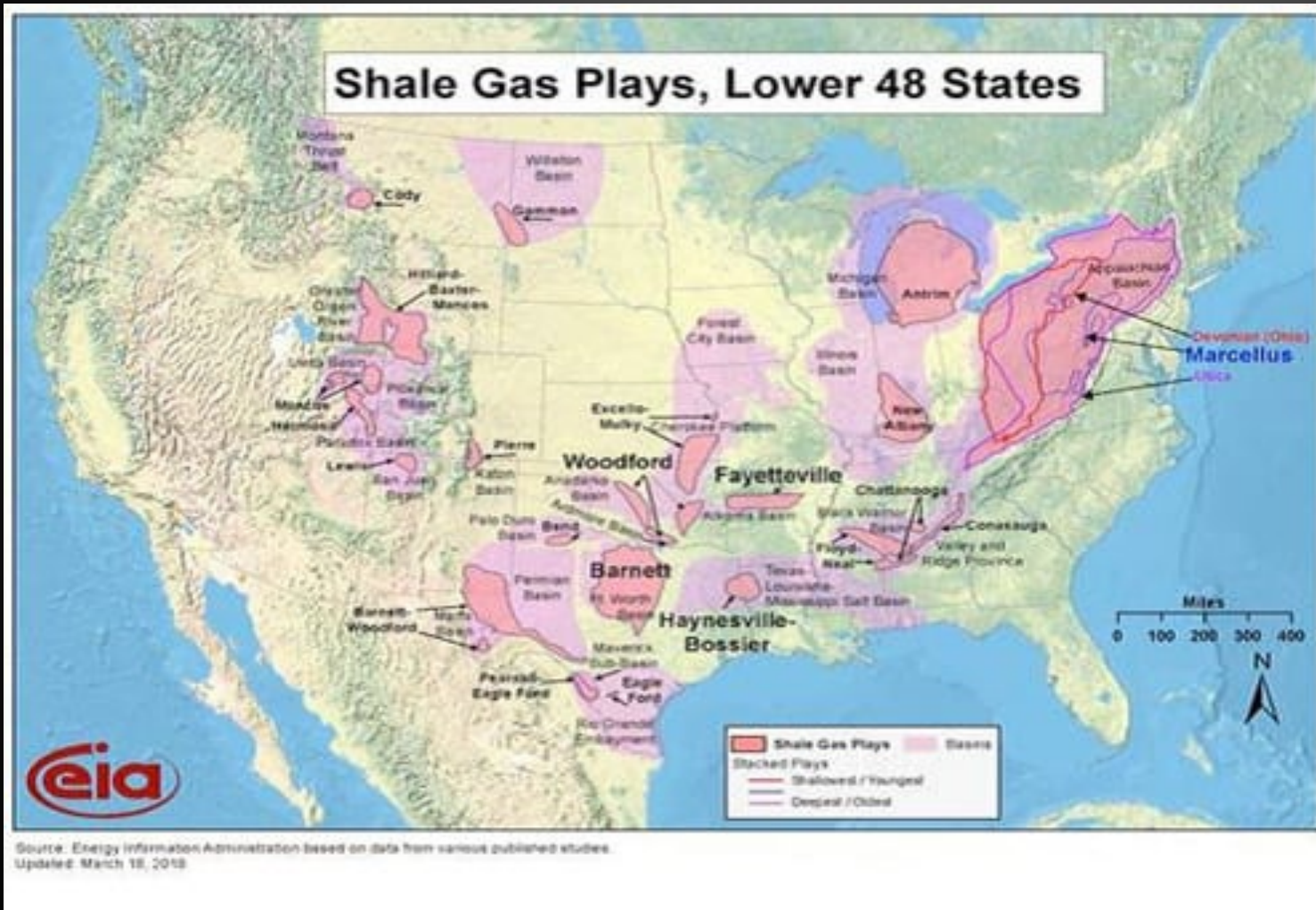
Natural Gas in the world

conv.: 13907Tcf; unconv.: 6544Tcf

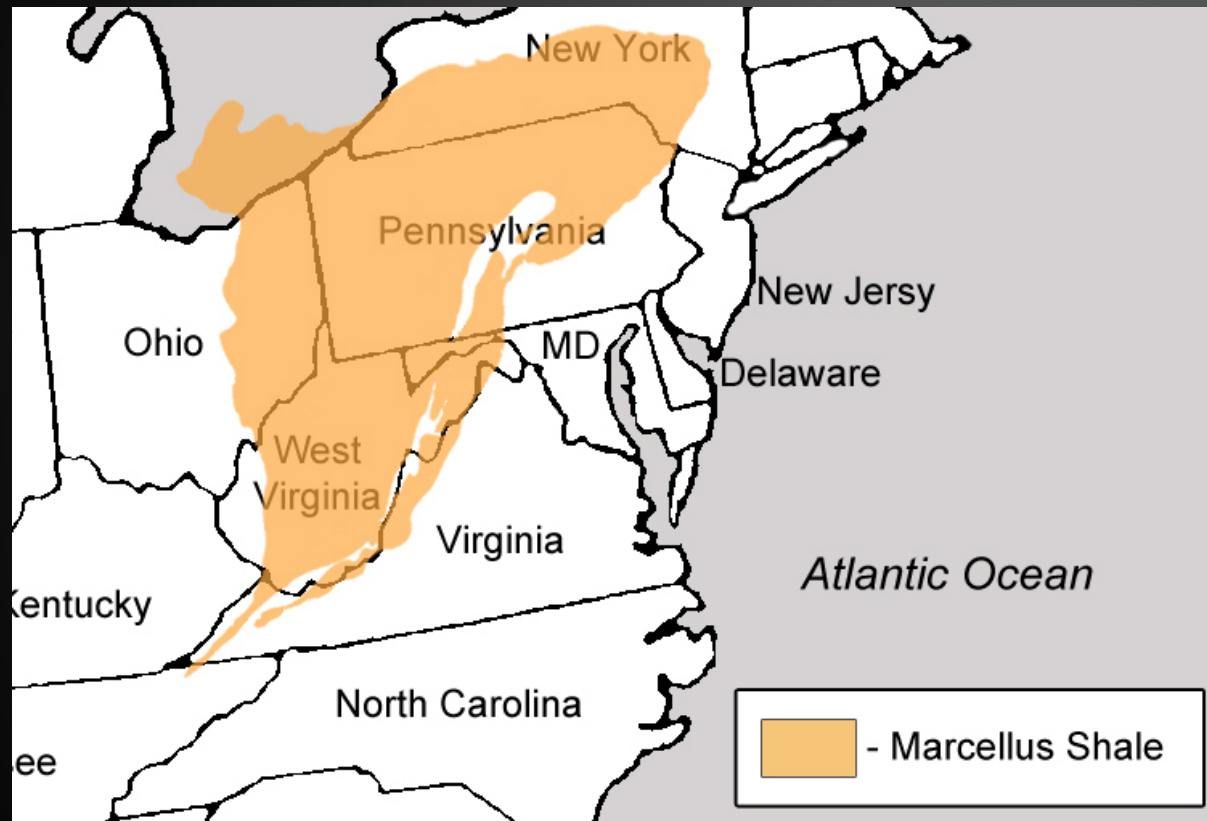


Shale Gas provinces in the USA

conv.: 318Tcf; unoncv.: 665Tcf



Marcellus shale: #1 az USA-ban



Shale gas in Russia: conv.: 1688Tcf
unconv.: 285Tcf

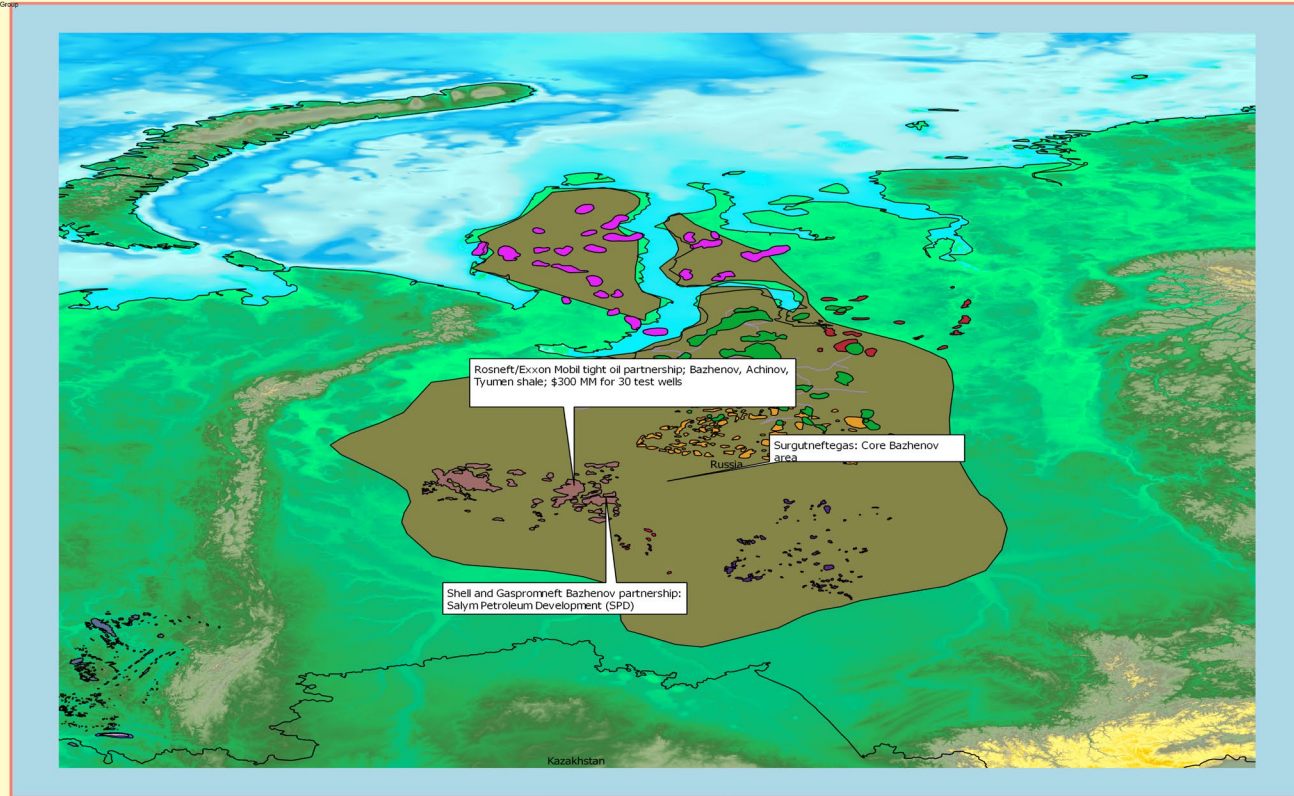


Bazhenov shale, Russia



The Energy Consulting Group

Bazhenov Shale Activity Appears to Be Heating Up



The Energy Consulting Group

Copyright©2013

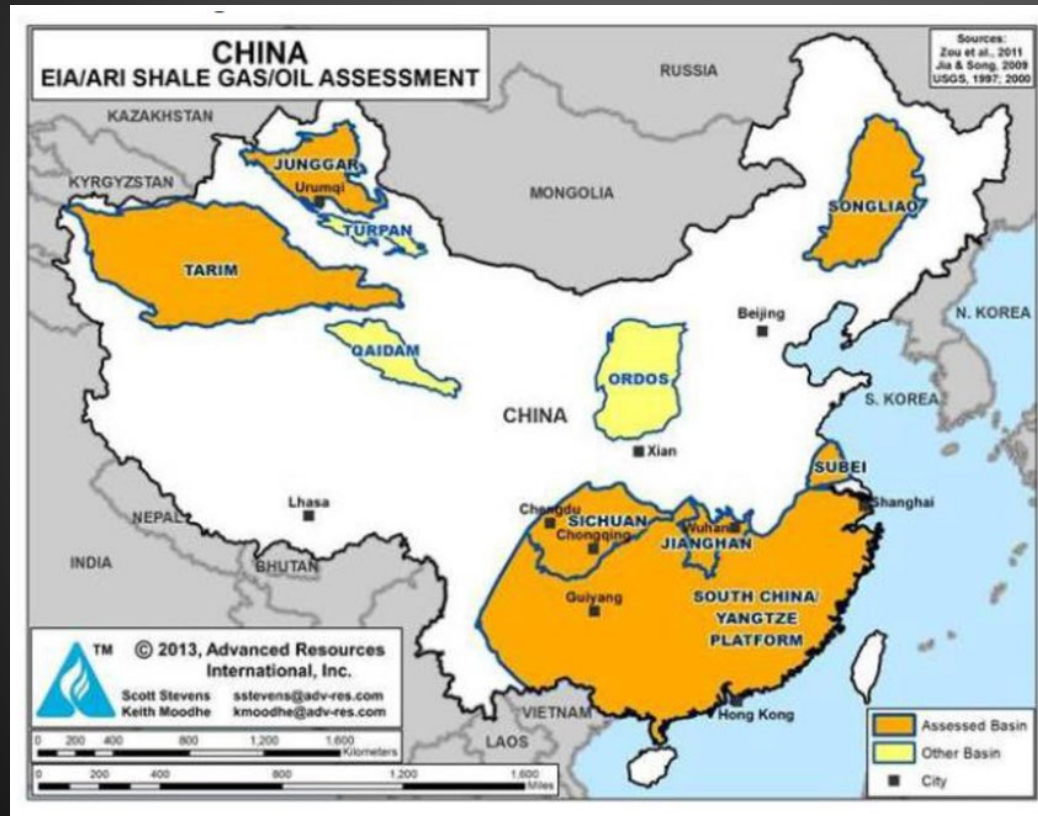
William Severns All Rights Reserved

All representations are approximate and are subject to change without notification.

Source: Tabula Rasa

Shale gas in China

conv.: 124Tcf; unconv.: 1115Tcf



Evolúció vagy Revolúció?

Lehet-e az USA palagáz sztorit másolni

USA

- ▶ Gyors sikerek az elején;
- ▶ A vártnál nagyobb vagyonok, gyors termelés felfutás;
- ▶ Támogató pénzügyi és szabályozási környezet;
- ▶ Nagy és deregulációs belső piac;
- ▶ A kormányzat és a lakosság támogató hozzáállása (energia függetlenség, olcsó energia árak)
- ▶ Átmeneti energia forrásnak minősül

Európában?

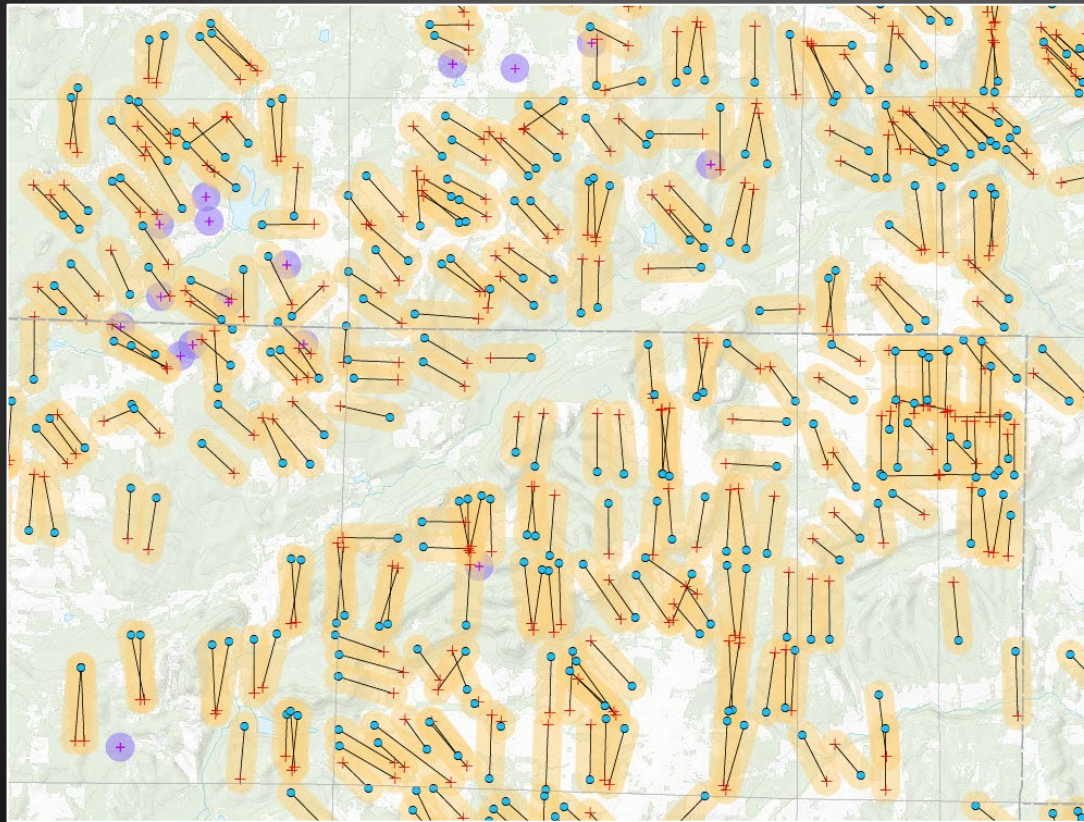
Európa

- ▶ Sikertelen fúrások sora, instabil termelési eredmények;
- ▶ A rétegrepesztéstől való húzódozás;
- ▶ Sűrű kúthálózatától való félelem;
- ▶ Társadalmi nyomás a drága és veszélyes műveletek miatt;
- ▶ EU döntésekre várakozás;
- ▶ Európai szolgáltatók és technológia hiánya;
- ▶ Lassú gazdasági növekedés;

ÉS A GEOLÓGIA? A FŐ TÉNYEZŐ???

Palagáz: extrém sűrű kúthálózat

Fayetteville Shale - Conway County, Arkansas



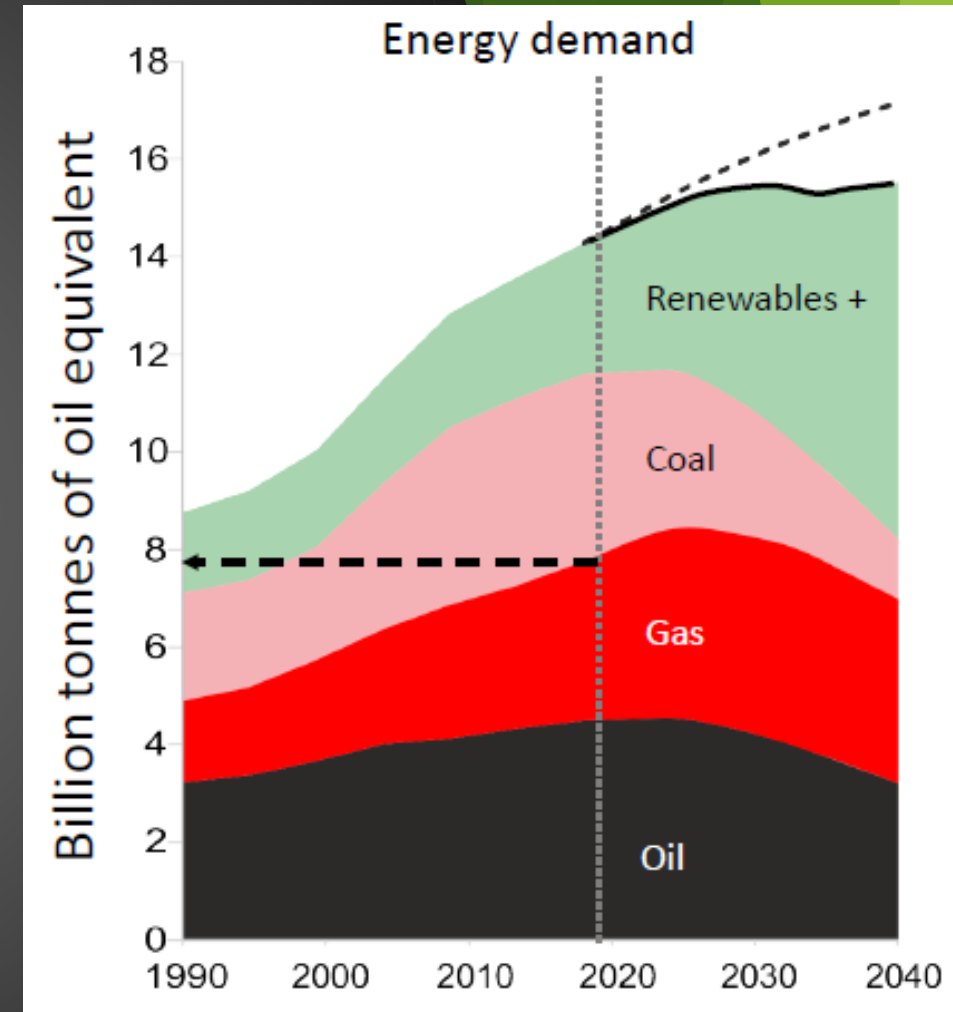
*Well buffers
- 200 m
radius*

After Klett, T., 2010, USGS

Action Net Zero by 2050

- Pre-pandemic the world used 7758 mtoe of oil and gas/year (mtoe = million tonnes of oil equivalent energy)
- To replace this with low carbon sources requires an example combination of
 - ~ 737 Nuclear power plants +
 - ~ 12 Largest-scale hydro-electric facilities +
 - ~ 5.8 Billion state-of-the-art photovoltaic cells +
 - ~ 1.1 million state-of-the-art wind turbines +
 - ~ 49,481 large scale geothermal plants +
 - ~ 27x increase in UK levels of biomass electricity generation
- Note this is in combination not as alternatives
- This assumes no growth in energy demand and does not account for coal (+3838 mtoe) or the petrochemical uses of hydrocarbons

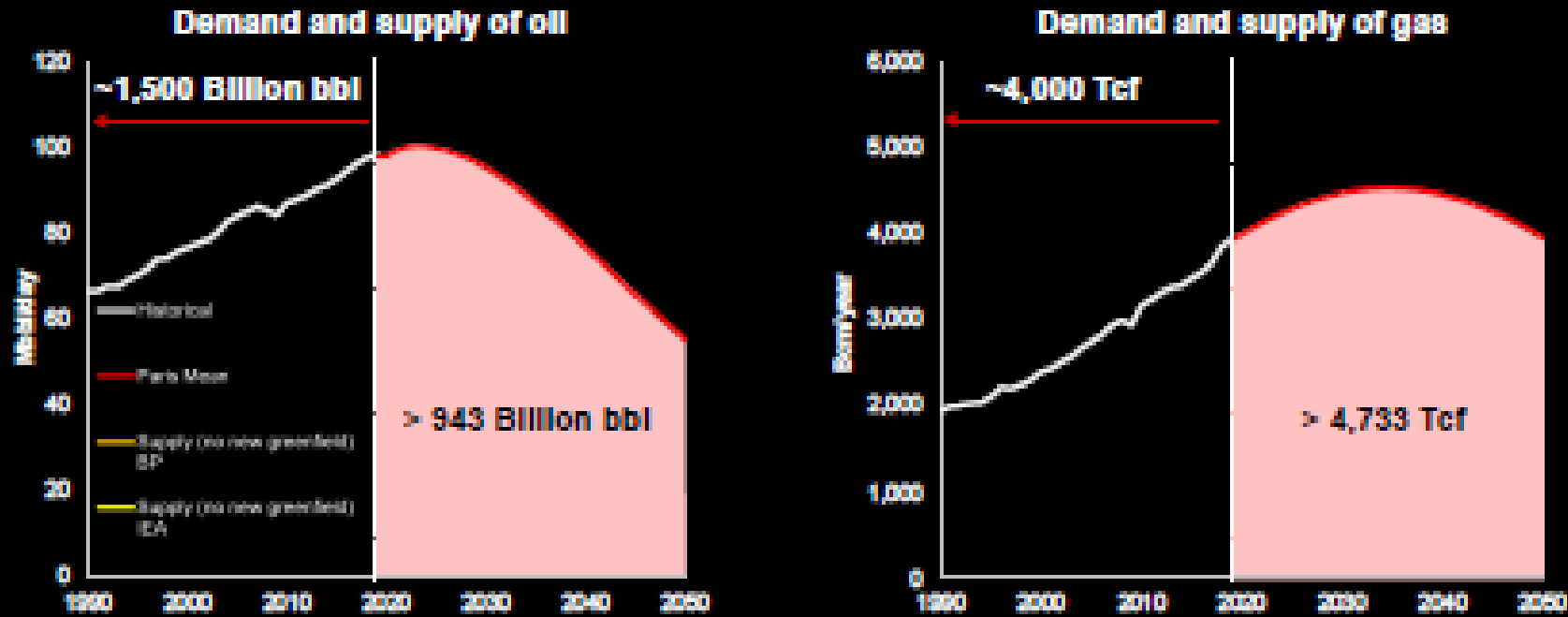
Data from the BP Energy Outlook



after Davies&Simmons, 2022

Project Net Zero (Paris Agreement) Oil and gas demand by 2050

Demand and Supply of Hydrocarbons: Rapid Energy Transition

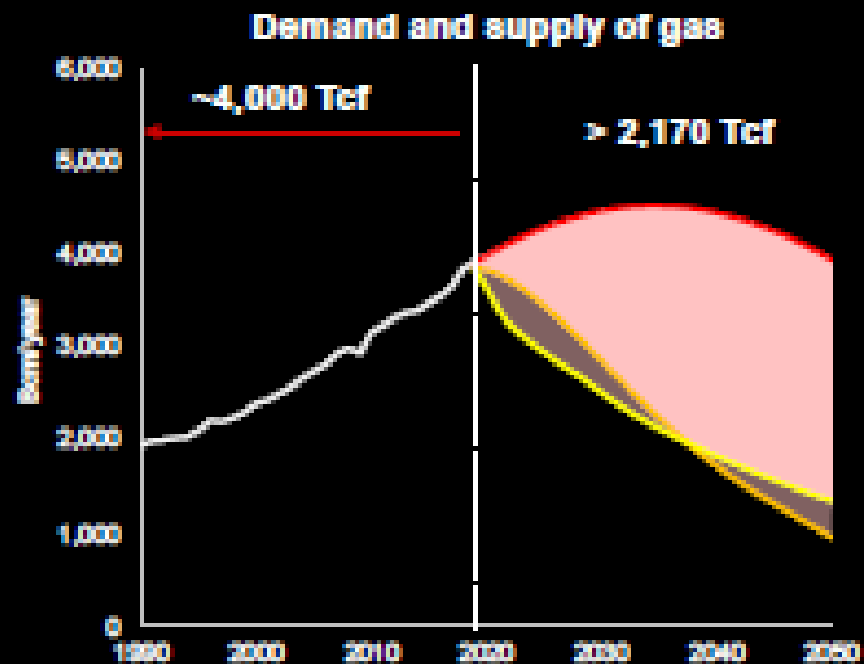
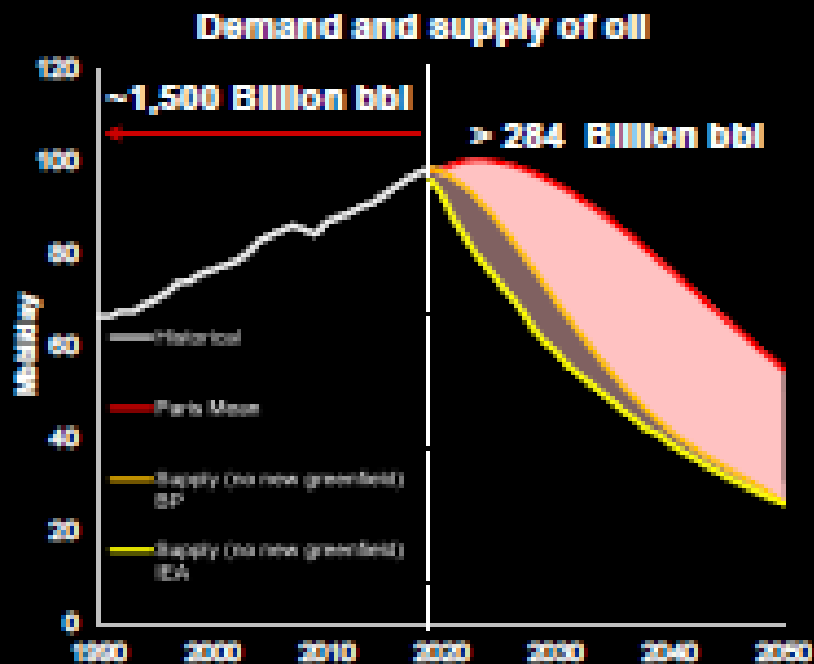


In a rapid energy transition we will require oil equivalent to 60% of that previously used and 125% of all the gas previously used

From Davies & Simmons, 2021

A „Net Zero” project földgázigénye

Demand and Supply of Hydrocarbons: Mind the Gap



In a rapid energy transition we will need to find oil equivalent to finding 'a new Saudi Arabia' and gas equivalent to finding 'a new Russia'

From Davies & Simmons, 2021

after Davies and Simmons 2022

Energia Fordulat#1: mítoszok és realitás,

2008

Myths:

- Unlimited availability of oil&gas ;
- Fast transition from carbon to post – carbon era;
- Energy transition can be managed under the current economic financial and social models;

Realities:

- Renewable energy sources are now on low scale, bio-mass is a challenge of food production;
 - Energy transitions take time and are expensive (play and pay system, research funding and talent management, co – operation of government, private, academia);
 - Breakthroughs in electricity storage and transmission technology needed;
- after Tinker, Scott W., 2008

Energia Fordulat #2: figyelmeztetés, 2009

- ▶ "Carbon is not the enemy; carbon is life."
- ▶ "There is no need to antagonize renewables and alternative energies, the world will need both to grow."
- ▶ "The climate policy should not ignore energy security.... Politicians should not concern about the environment only.. "we also have a concern over energy access. If you take only one (concern with you), we are dead and we don't want to die."

Christph de MARGERIE, late CEO, TOTAL Group in ENERGY DAILY Paris (UPI) Oct 27, 2009

Energia Fordulat#3: valóság 2020-2023

- ▶ „A világon 2,5 millárd ember él olyan területeken, ahol nincs hozzáférési lehetősége elektromos energiához. Itt kell és lehet kipróbálni a megújuló források alkalmazását, nem pedig a fejlett országokban jól működő rendszerek lebontásával ugrani a sötétbe.” (Tinker, Scott, 2020, <https://explorer.aapg.org/story/articleid/56100/the-myopia-of-a-carbon-only-lens>)
- ▶ “At the same time, energy security once again became a priority for governments in the face of an “energy war” in Europe, high prices and shortages. COP27 in Sharm El Sheikh, Egypt, did not produce dramatic agreements that some would have expected. Although there was a pledge on “loss and damage,” the structure and funding of the mechanism have yet to be worked out.” (Tinker, Scott W. February, 2023. CERA Week)
- ▶ “Ambitions for climate action must be matched with actions on climate finance and transfer of technology...”(Narendra Modi, PM of India, Bloomberg News, 09.06.2023)

Tartalom#6: Következtetések

1. Szénhidrogén felhalmozódások
2. A szénhidrogének keletkezése
3. Teleptípusok
4. Vagyon és készletszámítás
5. A földgáz jövője;
6. **Következtetések**

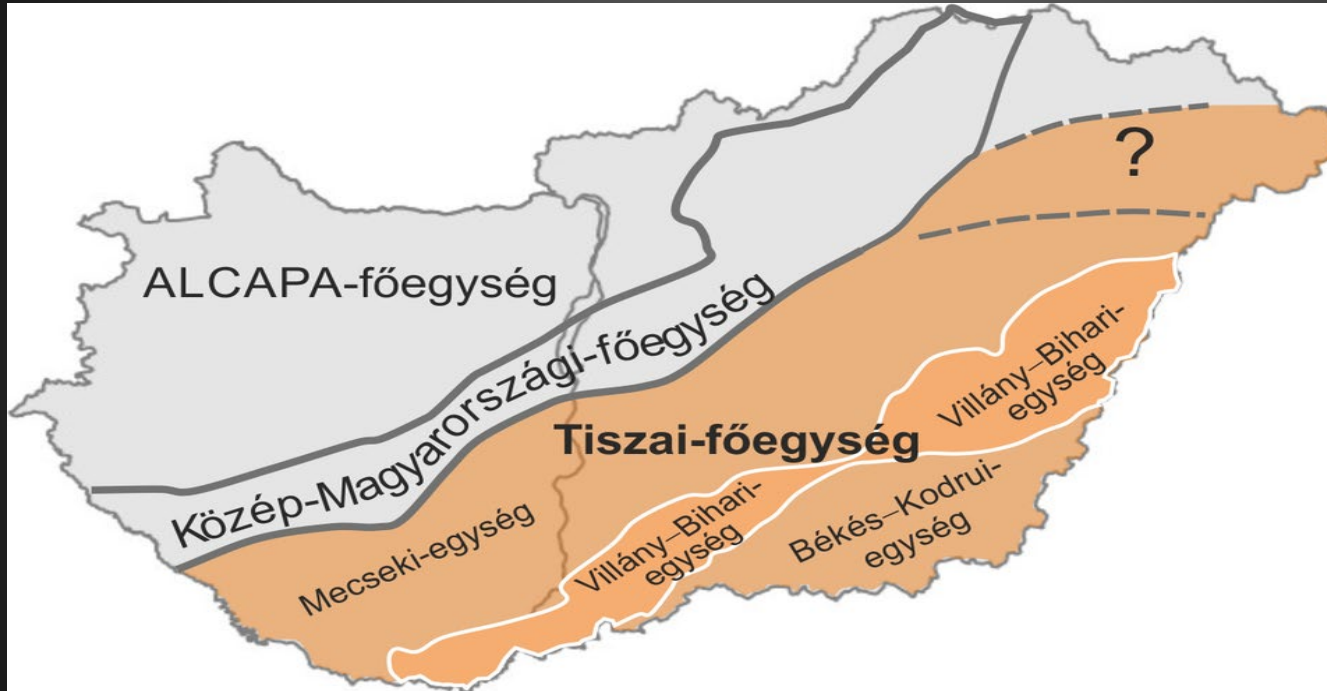
7.

Következtetések

A földgáz (és a többi fosszilis energiaforrás a 22. századig megkerülhetetlen, ha fenn akarja tartani az emberiség a 20. század 2. felére a nyugati világban elért és irigyelt életszínvonalat. A földgáz – mint leginkább „zöld” energia forrás ebben kiemelt szerephez jut majd. Azonban:

- 2022 szeptembere óta a földgáz stratégiai fegyver lett. Ki kell mondanunk, hogy ezentúl Magyarország számára is csak a határokon belül kitermelhető fosszilis energiahordozókhoz való hozzáférés garantálható – megfelelő belbiztonsági védelem mellett. Ezért fel kell mérni
 - a már (energia)termelő egységek rövidtávon megvalósítható termelési kapacitás növelésének technikai lehetőségét és költségeit (igen/nem binér rendszerben a „gazdaságosság” nem értelmezhető).
 - a középtávon a korábban tervezett, de különböző okokból ejtett kőszén és CH kutatási és termelési elképzelések re-aktíválásának lehetőségét.
 - Javaslatot tenni új, hazai és regionális földtani példák alapján perspektívikus kőszén és CH előfordulási helyek, földalatti alakulatok mielőbbi megkutatására. Az földgáz vonatkozásában felhívom a figyelmet a medencéink aljzatában több helyen kimutatott feltolódások alatt található, helyben maradt, repedezett „autochton” blokkokra., amelyek körzetében valódi esetleges paleozóos mezozóos,, anyakőzetek, palagáz előfordulások meglétét is vizsgálni kellene.
 - az egyéb, alternatív energiaforrások megvalósíthatóságának és hatásuknak újragondolása

Magyarország paleozoós - mezozoós nagyszerkezeti vonalai



Köszönöm a Figyelmet!

Jó Szerencsét!