

# **Palaolaj a finomítóban**

## **Következmények, hatások**

**Csorba Benjámín**

**2022.03.04.**

**BME**

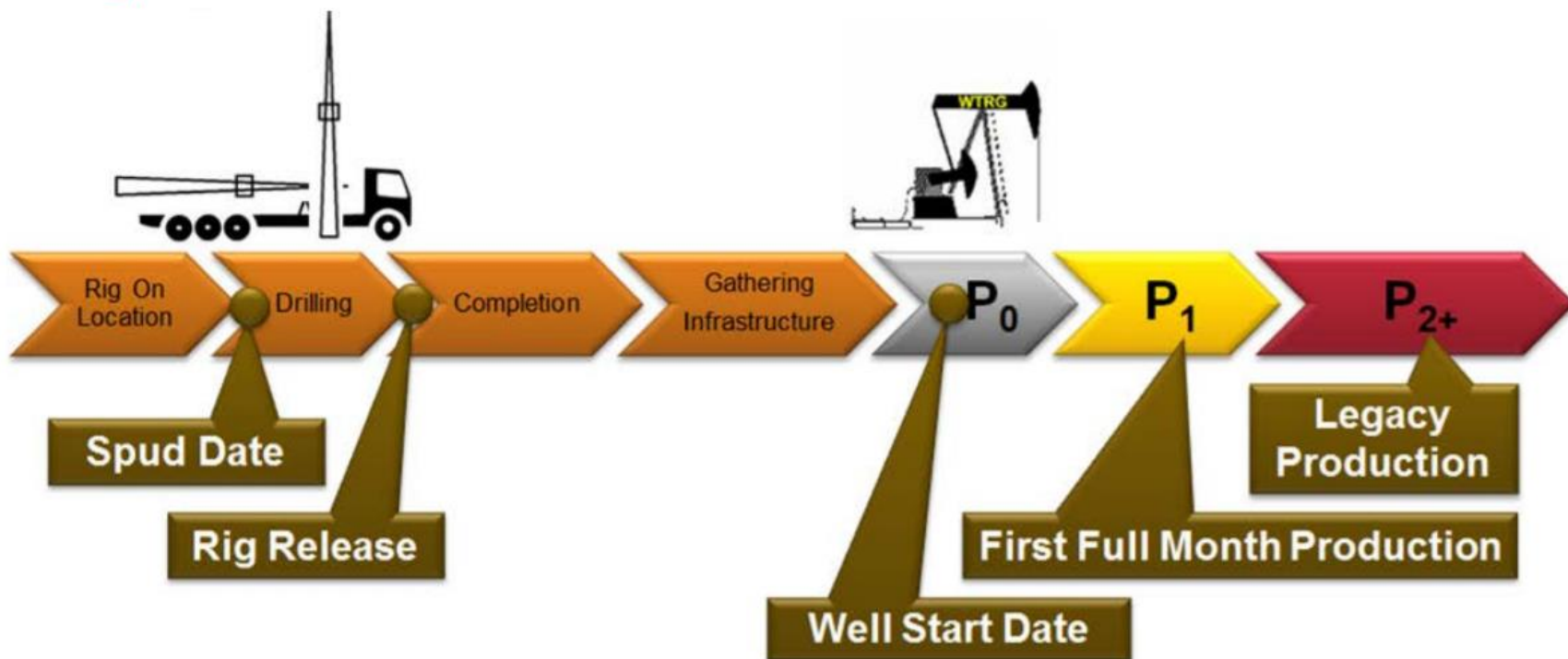
**Köszönet Fürcht Ákosnak a diasor alapjáért.**

# Általános definíciók

- **Rotary rig**
  - A fúrótorony a fúrócső forgatása révén mélyíti az új kutat, kőolaj ill. földgáz kutatása, kút kiépítése vagy termelési célból
- **Aktív rotary rig**
  - A fúrás megkezdésétől a célmélység eléréséig eltelt időben működő fúrótorony
- **Rotary rig count (weekly)**
  - Az aktívan kutató, ill. kiépítési célból üzemeltetett fúrótornyok heti rendszerességű számbavétele (változása fontos indikátora az iparág (vissza)fejlődésének)
- **Directional well**
  - A függőleges iránytól eltérő irányban fúrt kút, tipikusan abban az esetben, amikor a kutat nem lehet közvetlenül a rezervoár fölött kiépíteni.
- **Vízszintes kút**
  - A vízszintes kút a „directional well” altípusa, amikor a kút irányának a függőlegessel bezárt szöge nagyobb, mint  $80^\circ$ , vagy amikor a kút alsó része párhuzamos a termőréteggel
  - Általában a rezervoárral kontaktusban lévő kúthossz meghosszabbítása a cél, a termelés fokozása érdekében

# Kútfúrás folyamatábrája

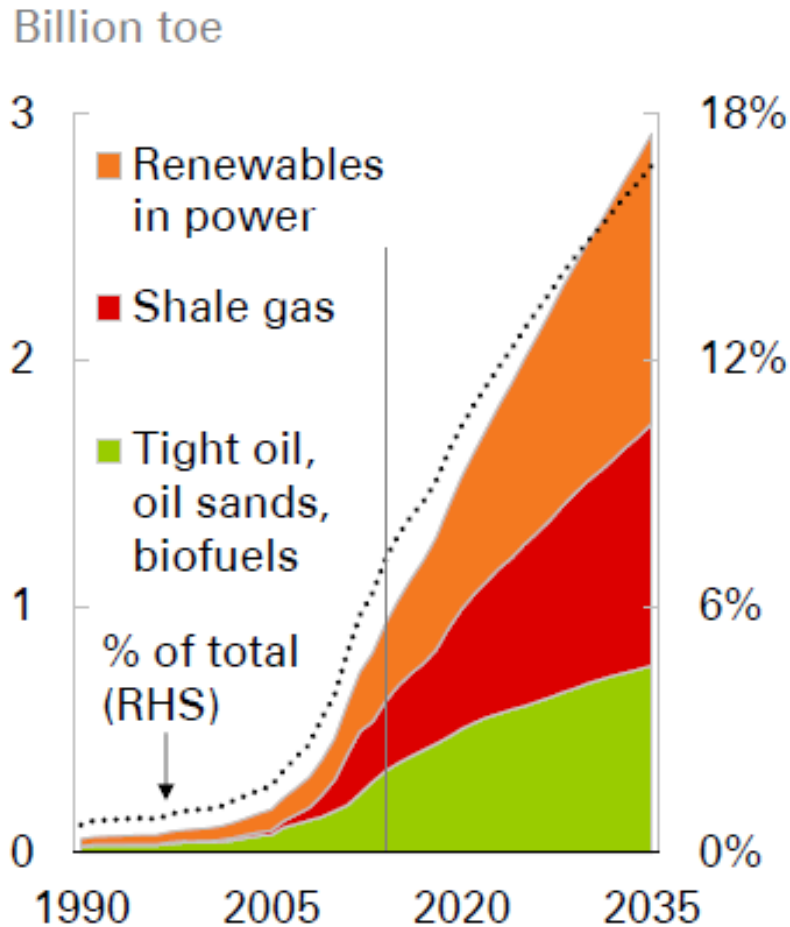
Drilling process flow chart



**Új kút hozama**(kezdeti hozam): a P<sub>1</sub> periódus napi hozama

**Miért fontos?**

# Előrejelzés 2035-re



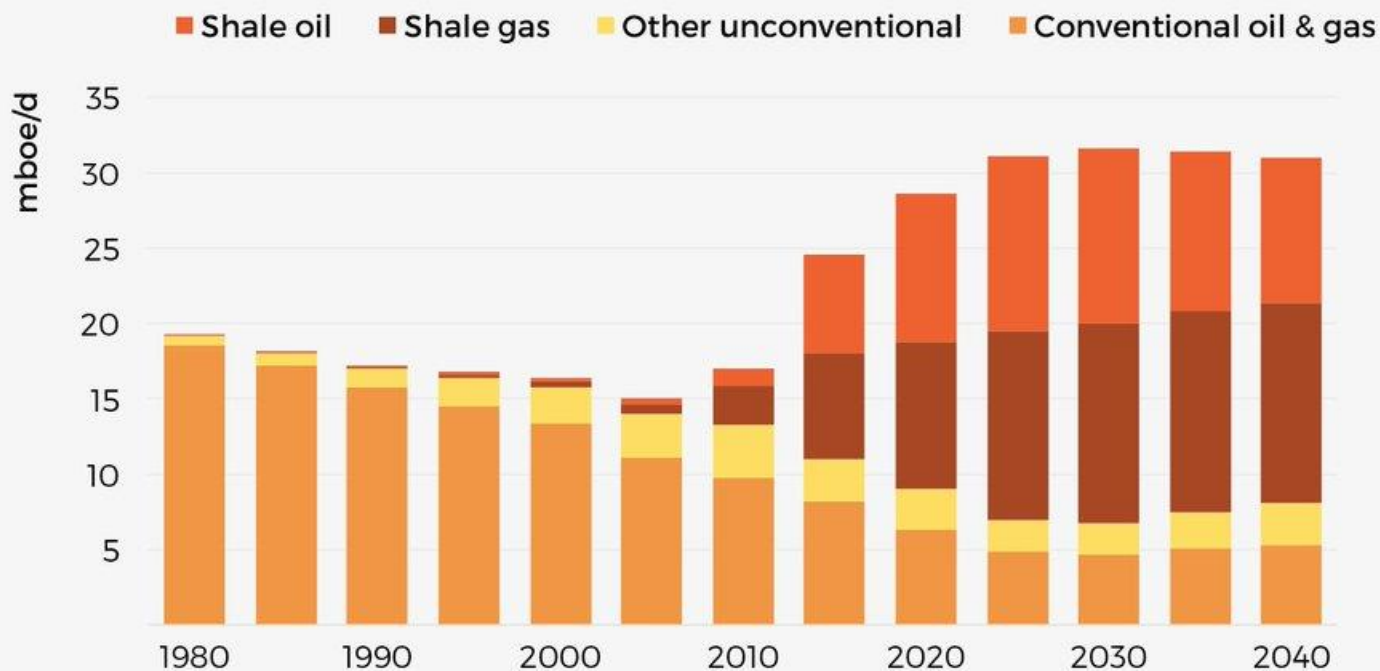
**Elsődleges energiaforrások aránya**

- 2015-2035 között megháromszorozódnak a nem-hagyományos energiaforrások
- Növekedésük a teljes növekedés ~45%-át teszi ki
- A kiaknázatlan termelési potenciálok a gazdasági erőviszonyok átrendeződését vetítik előre

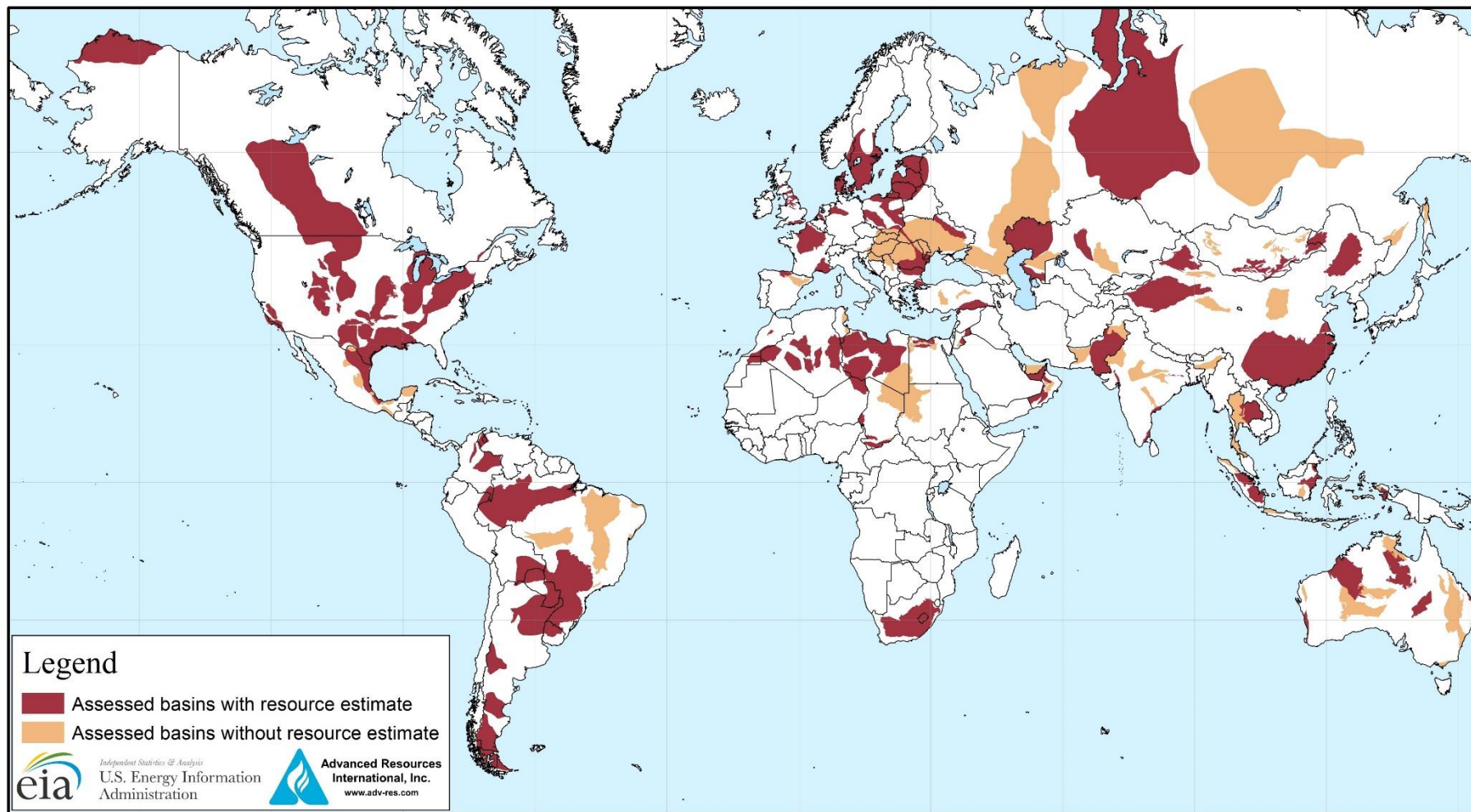
# Előrejelzés 2040-ig

## Oil and gas production in the United States

World Energy Outlook 2017



# Világ palaolaj/gáz mezőí





# Műszakilag kitermelhető palaolaj/gáz készletek - 1

Helyezés	Ország	Mrd hordó
1	Oroszország	75
2	USA	58
3	Kína	32
4	Argentína	27
5	Líbia	26
6	Ausztrália	18
7	Venezuela	13
8	Mexikó	13
9	Pakisztán	9
10	Kanada	9
	<b>Összesen</b>	<b>345</b>

## Palagáz kutak száma (2012)

- USA: ~110 000
- Egyéb: ~200

## Energiatermelés (2012)

- USA: 99,9%
- Egyéb: 0,1%

# Műszakilag kitermelhető palaolaj/gáz készletek - 2

Remaining technically recoverable resources

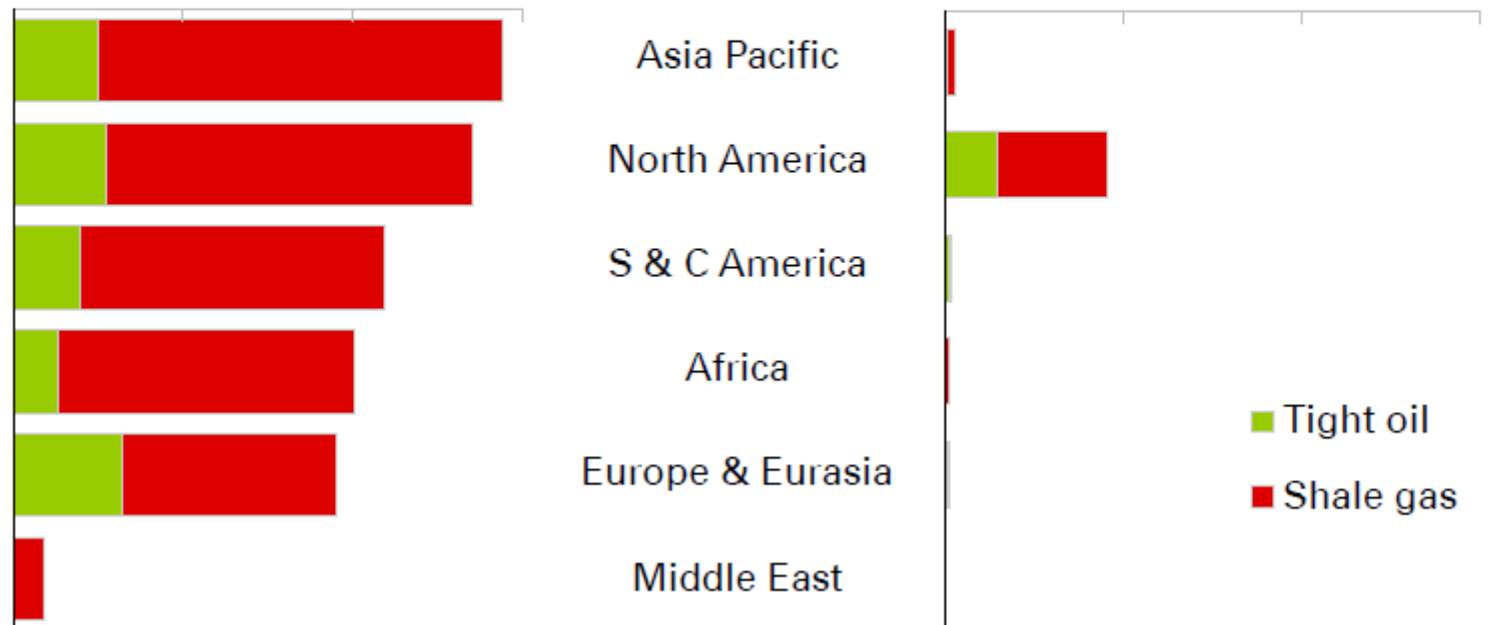
Cumulative production 2013-35

Billion toe

Billion toe

0 20 40 60

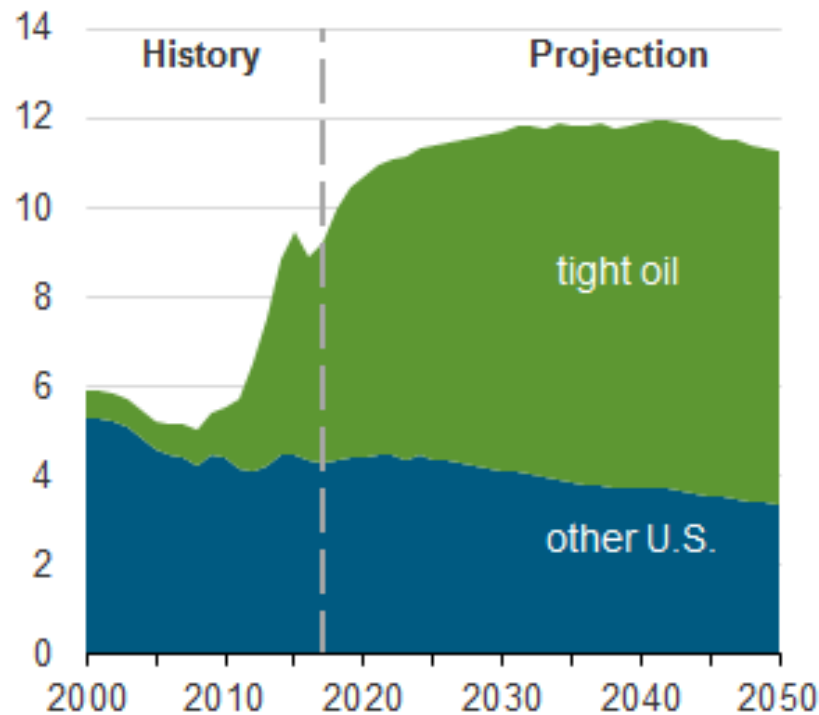
0 20 40 60



# Palagáz és palaolaj részesedése a teljes termelésből az USA-ban - előrejelzés

Figure 5. U.S. crude oil and dry natural gas production, Reference case

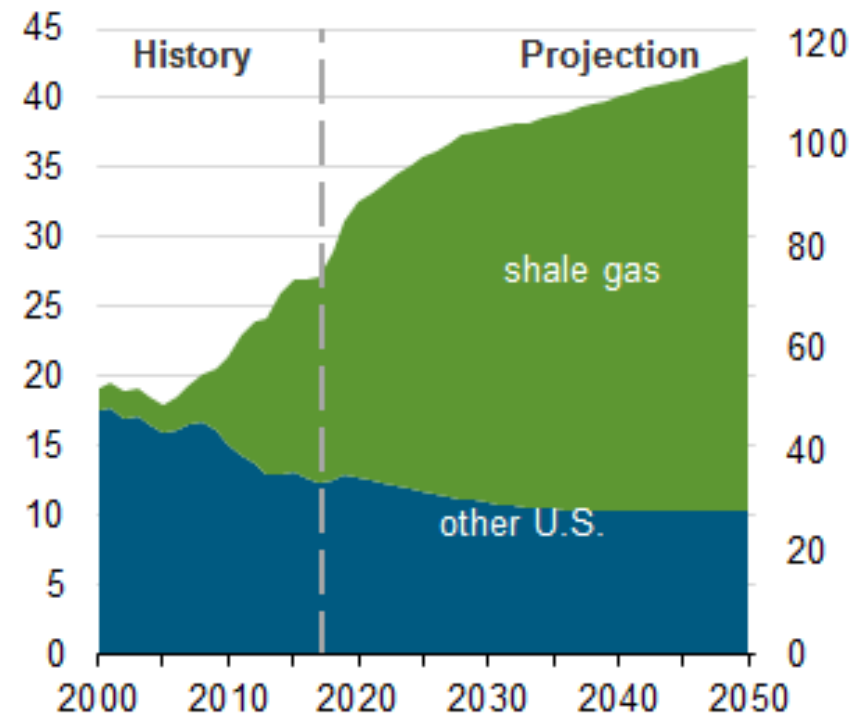
crude oil production  
million barrels per day



dry natural gas production

trillion cubic feet

billion cubic feet per day



Note: Shale gas production includes associated natural gas from tight oil plays.

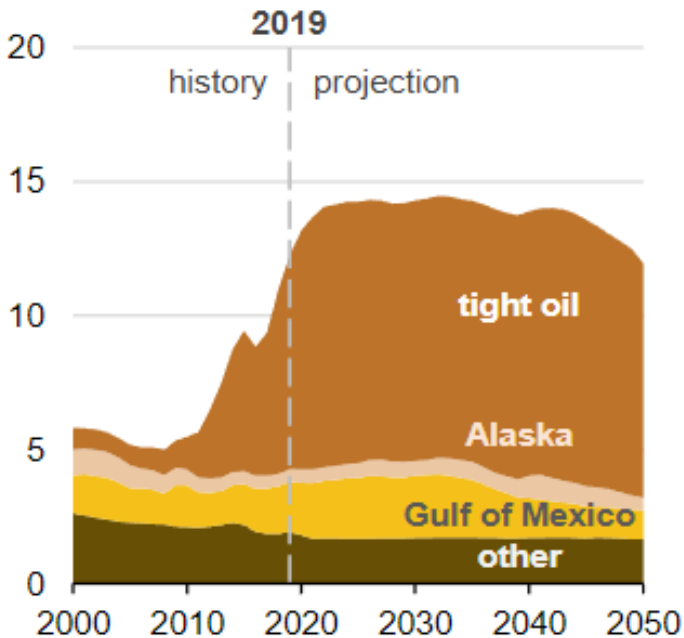
Source: U.S. Energy Information Administration, *Annual Energy Outlook 2018* Reference case

# USA kőolaj és földgáz termelés – megoszlás forrás szerint, előrejelzés

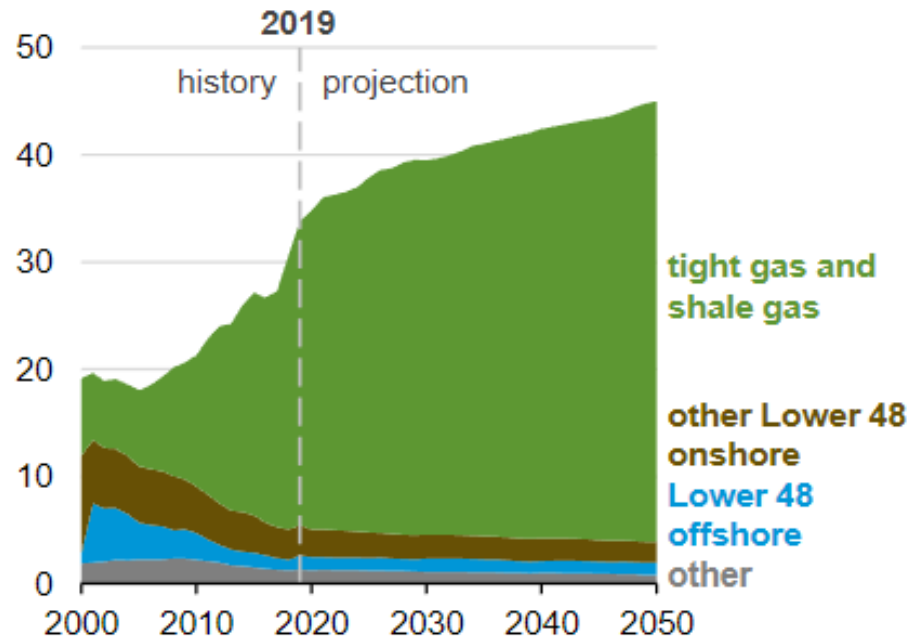
U.S. crude oil and dry natural gas production (AEO2020 Reference case)



crude oil production  
million barrels per day



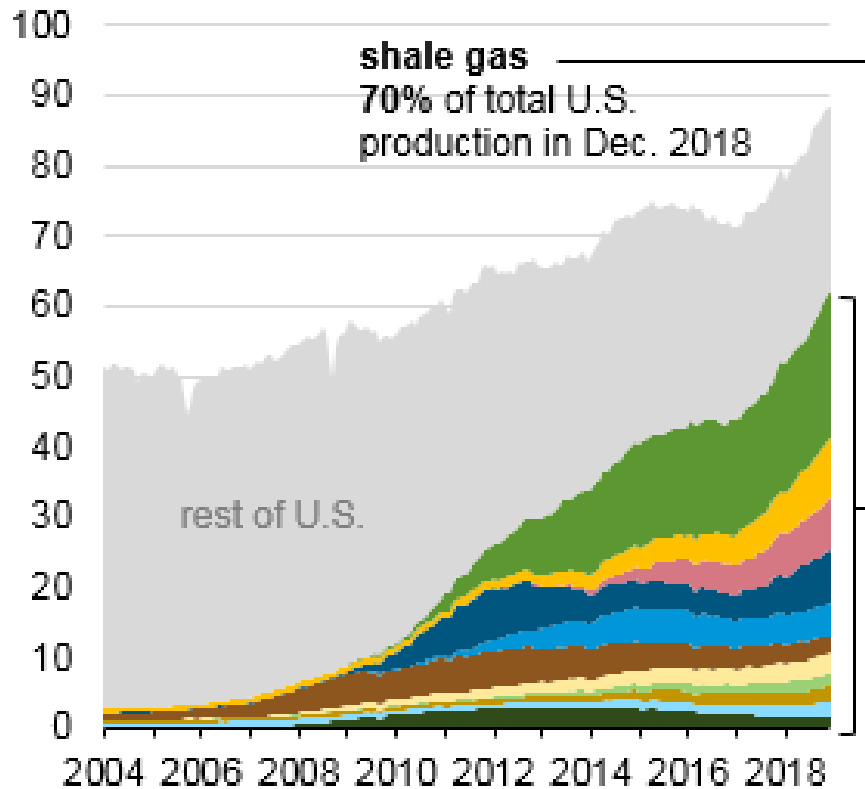
dry natural gas production  
trillion cubic feet



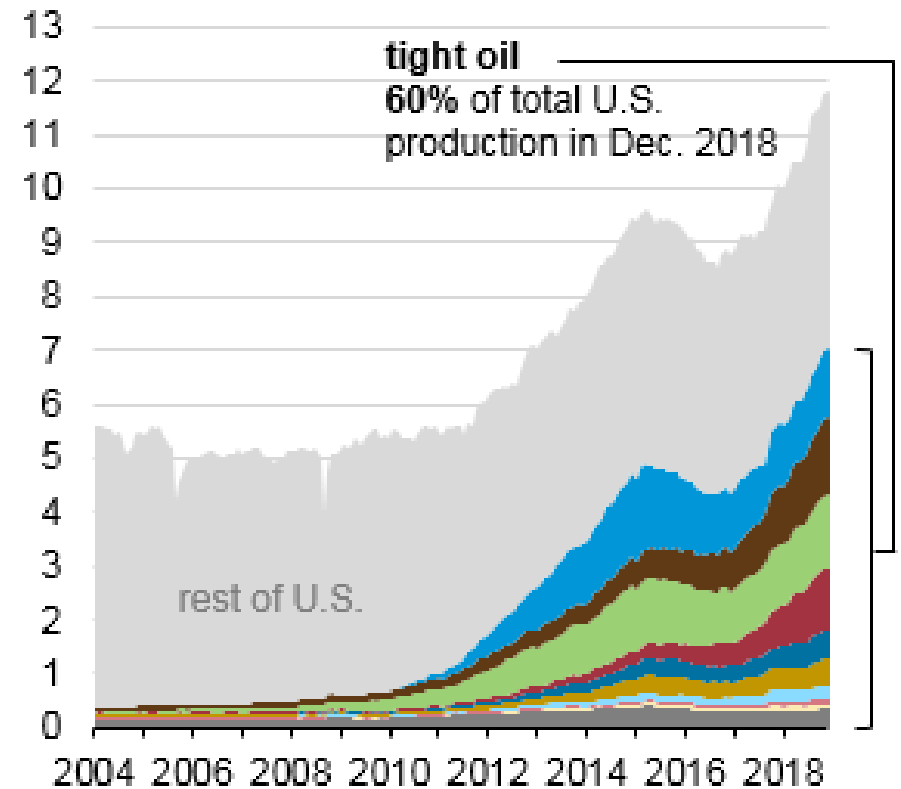
Source: U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2020

# Palagáz és palaolaj részesedése a teljes termelésből az USA-ban

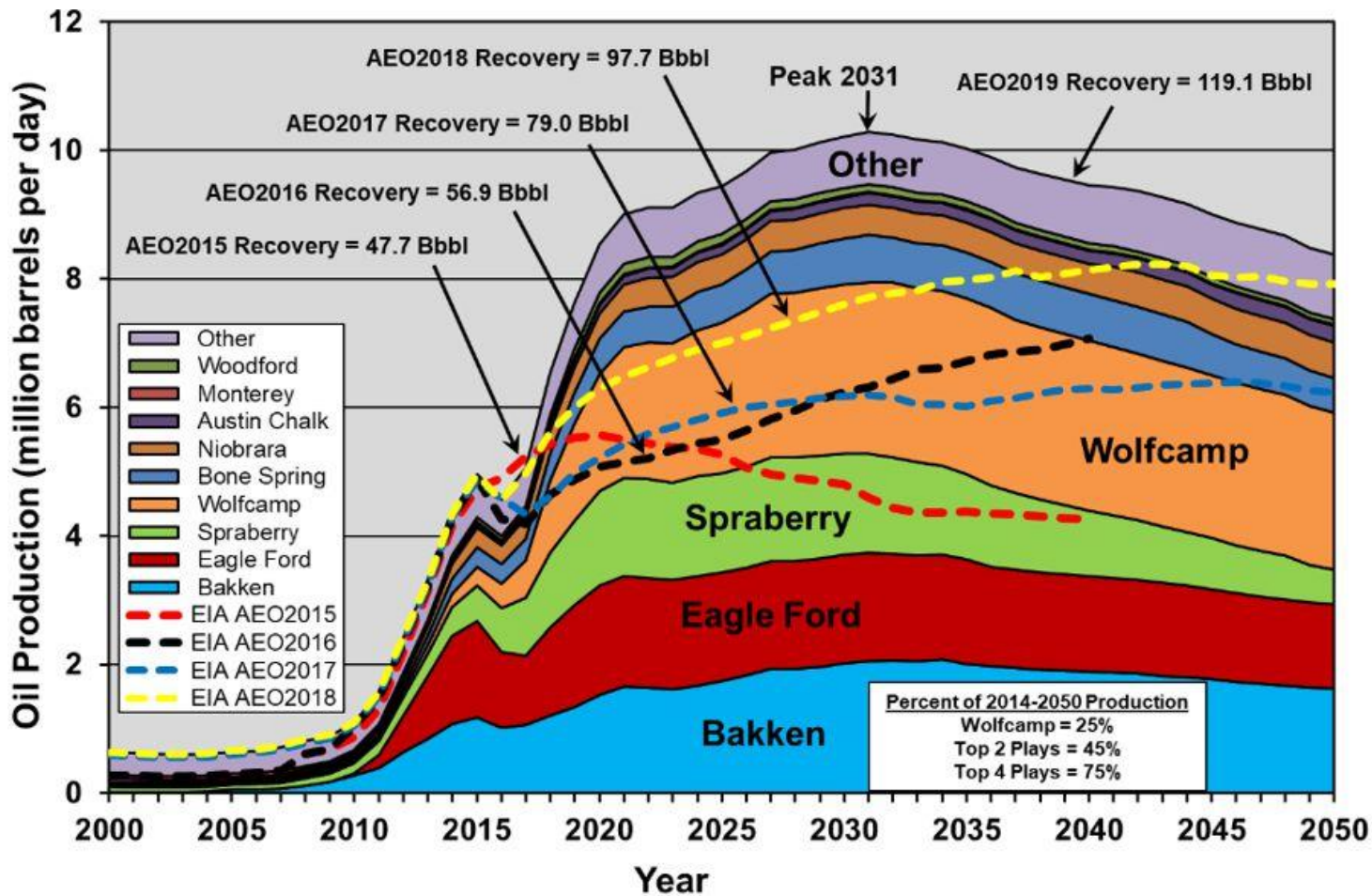
U.S. dry natural gas production (2004-2018)  
billion cubic feet per day



U.S. crude oil production (2004-2018)  
million barrels per day



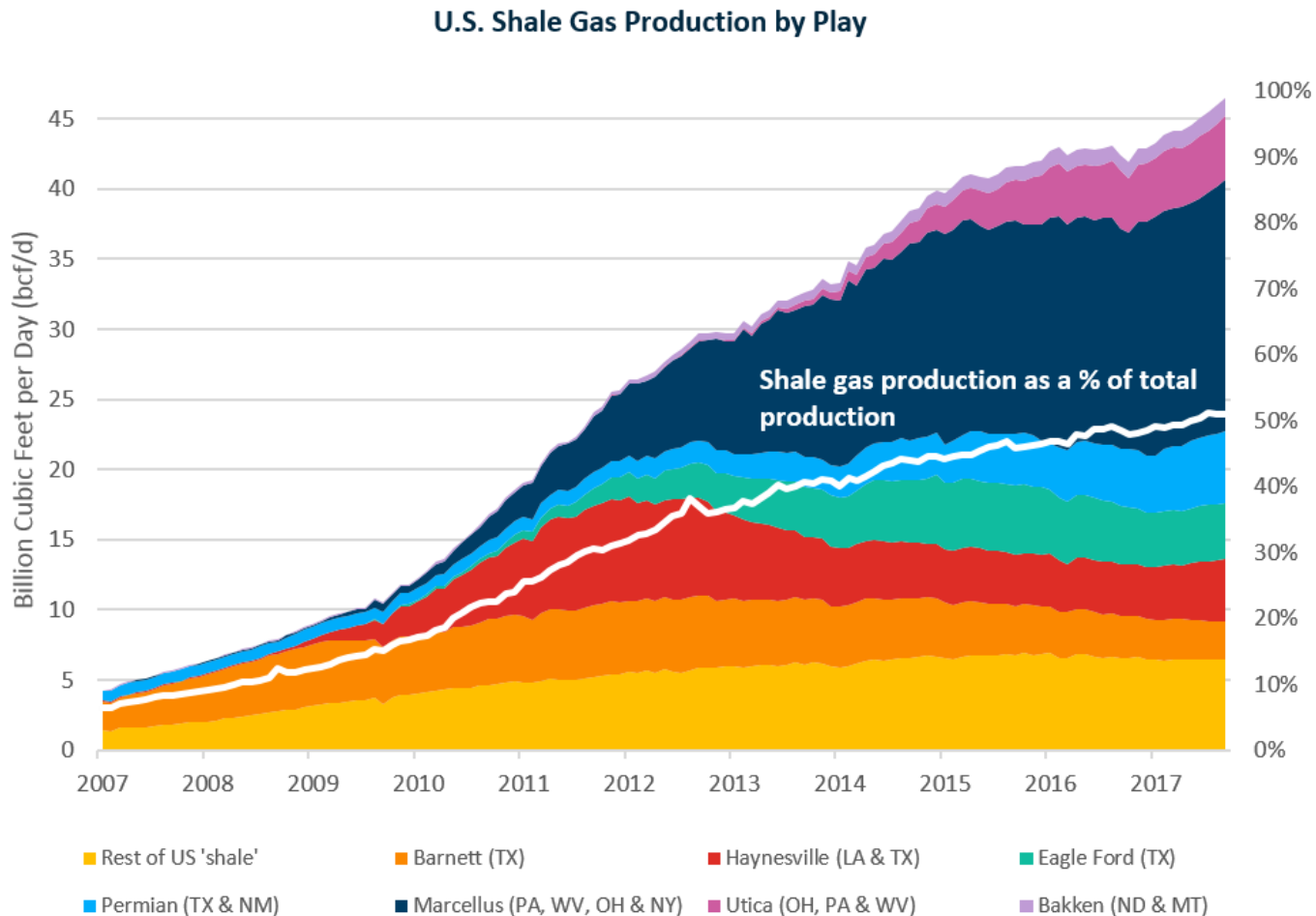
# Egyes mezők múltbéli és várható jövőbéli termelése



© Hughes GSR Inc, 2019

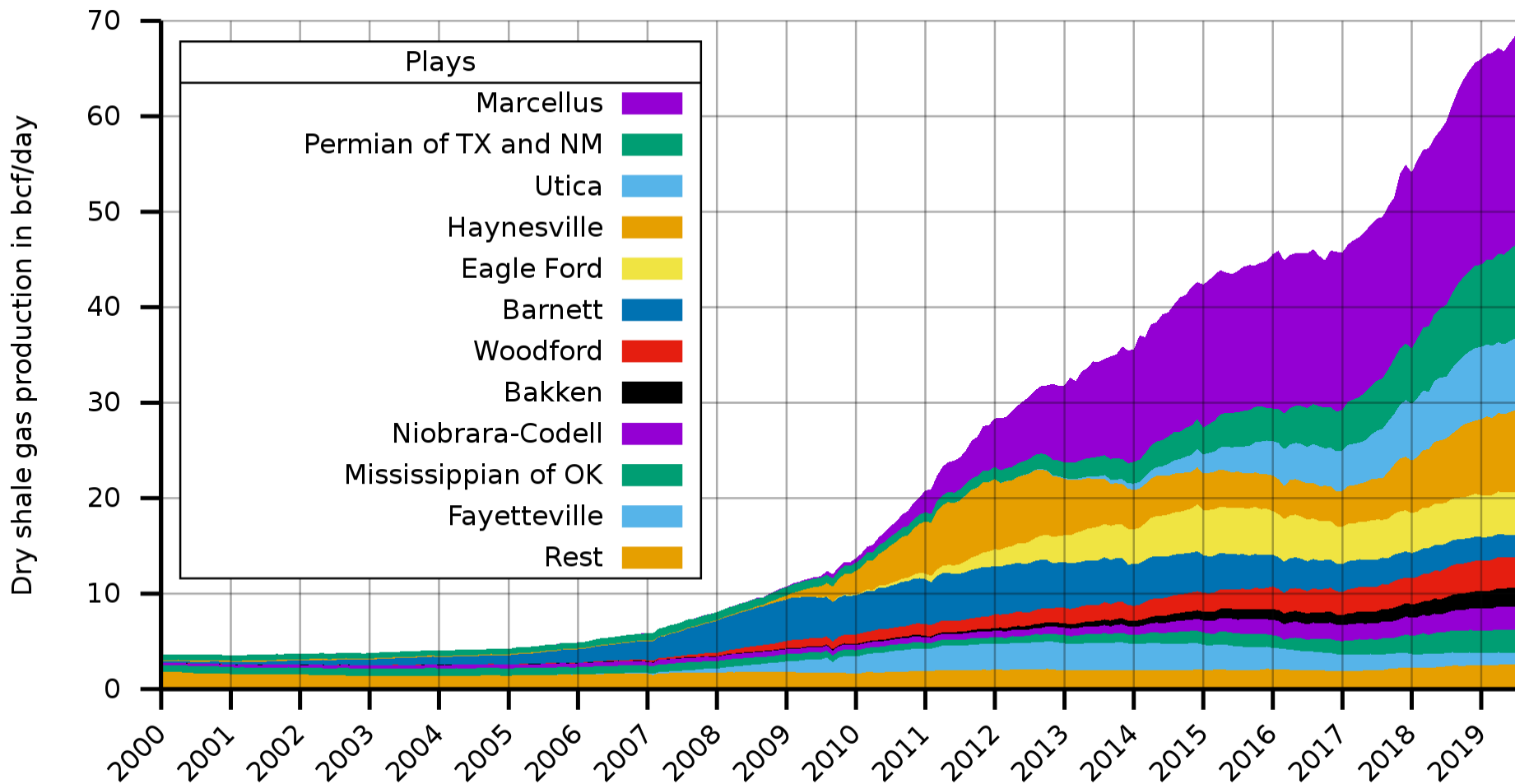
(data from EIA AEO2015, AEO2016, AEO2017, AEO2018 and AEO2019)

# Egyes mezők termelése és a palagáz részese- sedése a teljes termelésből az USA-ban



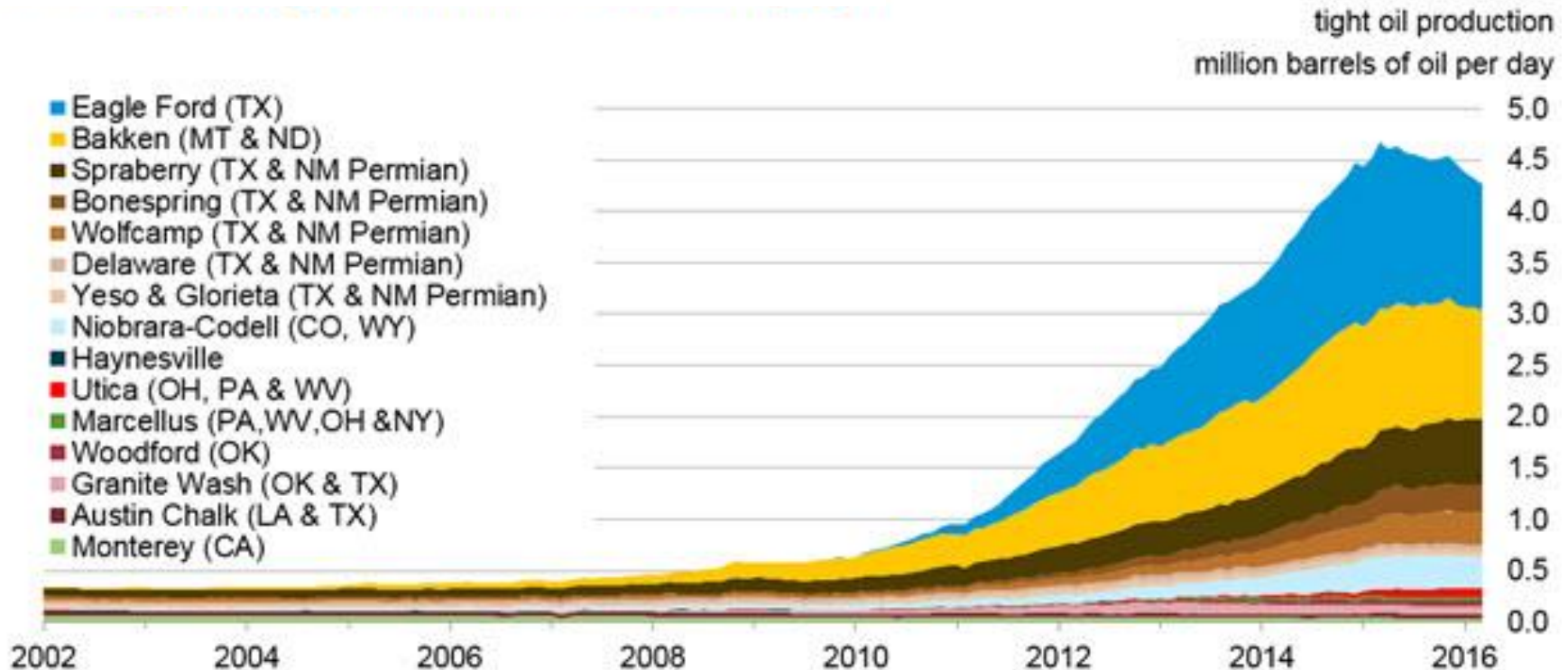
Center for Strategic and International Studies | Energy and National Security Program  
Source: Adapted from U.S. Energy Information Administration Data (October 2017).

# USA palagáz termelés – mezők szerint





# USA palaolaj termelés – **mezők szerint**

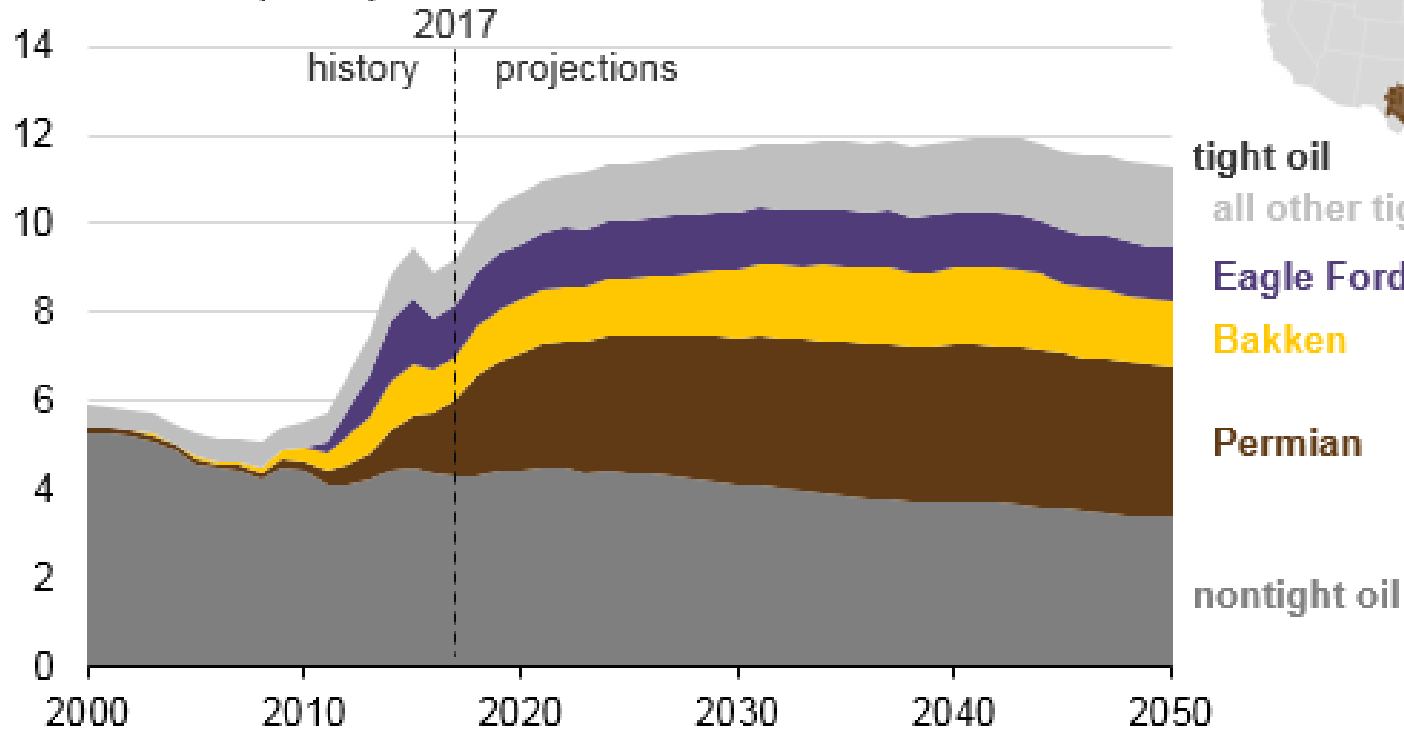


Sources: EIA derived from state administrative data collected by DrillingInfo Inc. Data are through March 2016 and represent EIA's official tight oil estimates, but are not survey data. State abbreviations indicate primary state(s).

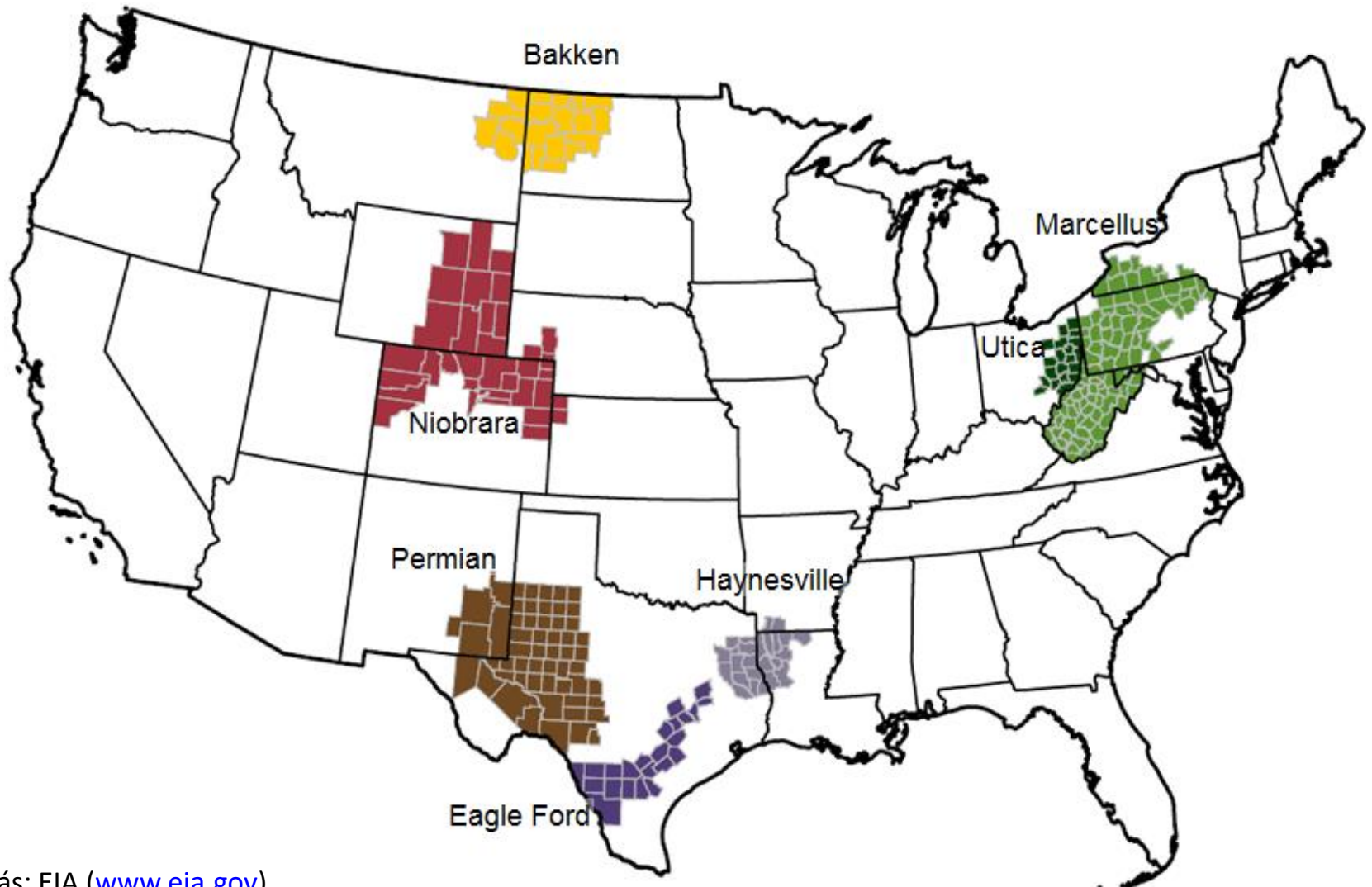
# USA kőolaj termelés – mezők szerint, előrejelzés

U.S. crude oil production in AEO2018 Reference case (2000-2050)

million barrels per day



# USA palaolaj/gáz **mezők**



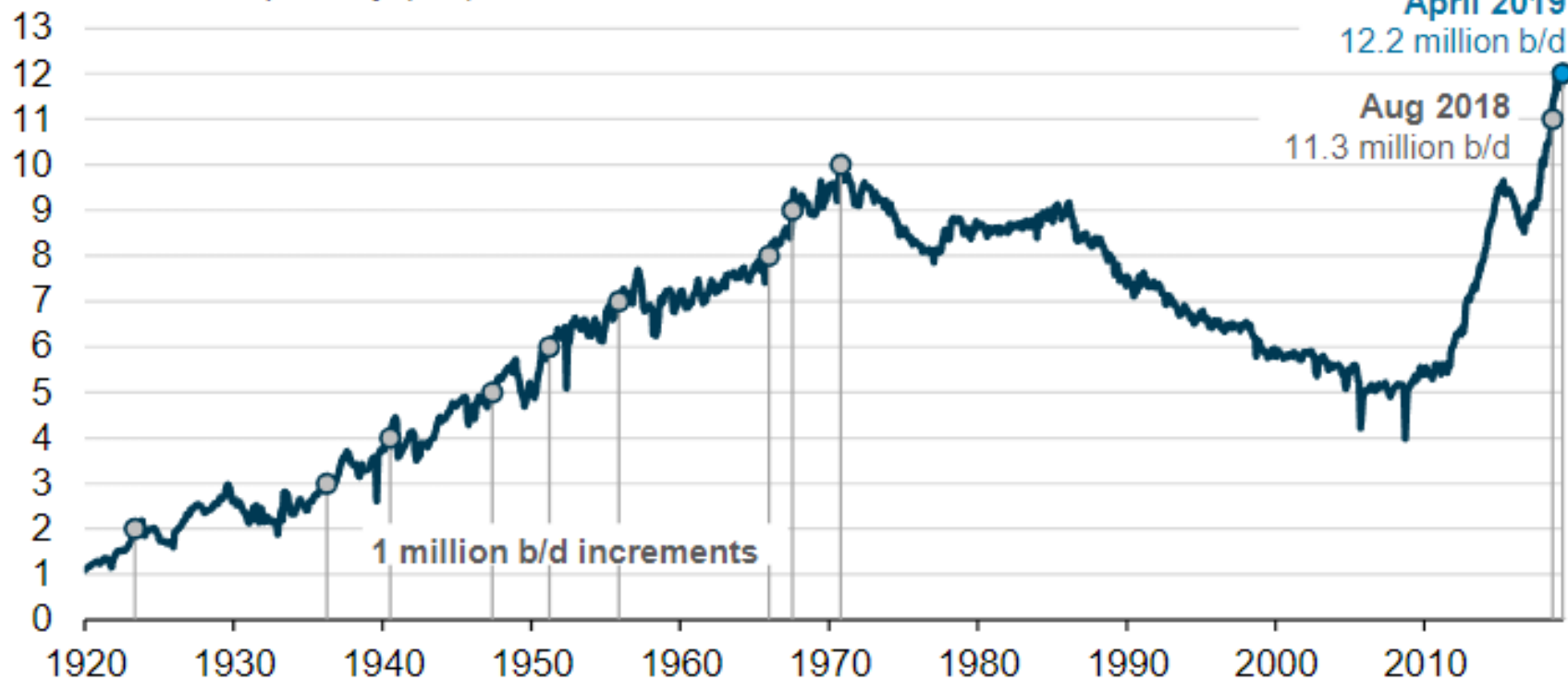
# Főbb termelési adatok 2015/03

- **Texas – Permian mező**
  - 2000 thbpd olaj
  - 6400 mcftpd gáz
- **Texas – Eagle Ford mező**
  - 1700 thbpd olaj
  - 7500 mcftpd gáz
- **North Dakota – Bakken mező**
  - 1300 thbpd olaj
  - 1500 mcftpd gáz
- **Pennsylvania/West Virginia – Marcellus mező**
  - 60 thbpd olaj
  - 16800 mcftpd gáz

# Az **USA** kőolajtermelése 1859-2019

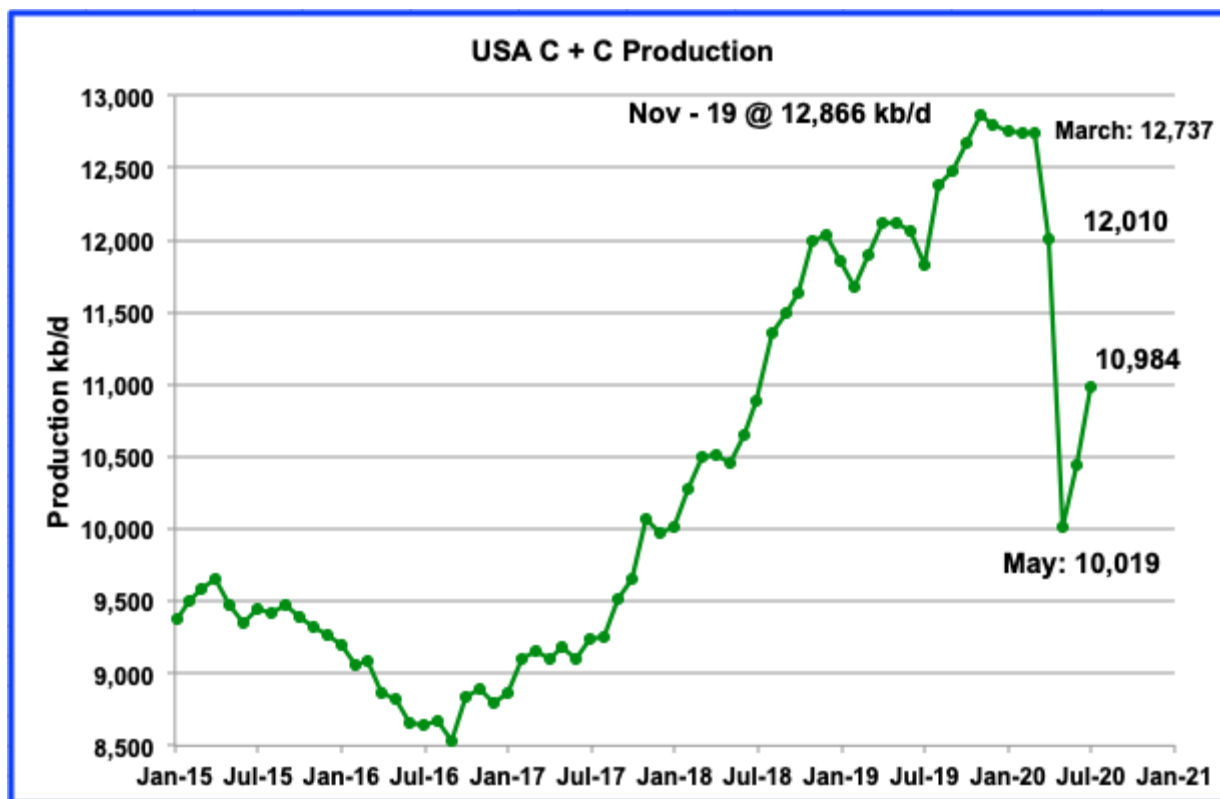
Monthly U.S. field production of crude oil (Jan 1920-Apr 2019)

million barrels per day (b/d)



Source: U.S. Energy Information Administration, *Petroleum Supply Monthly*

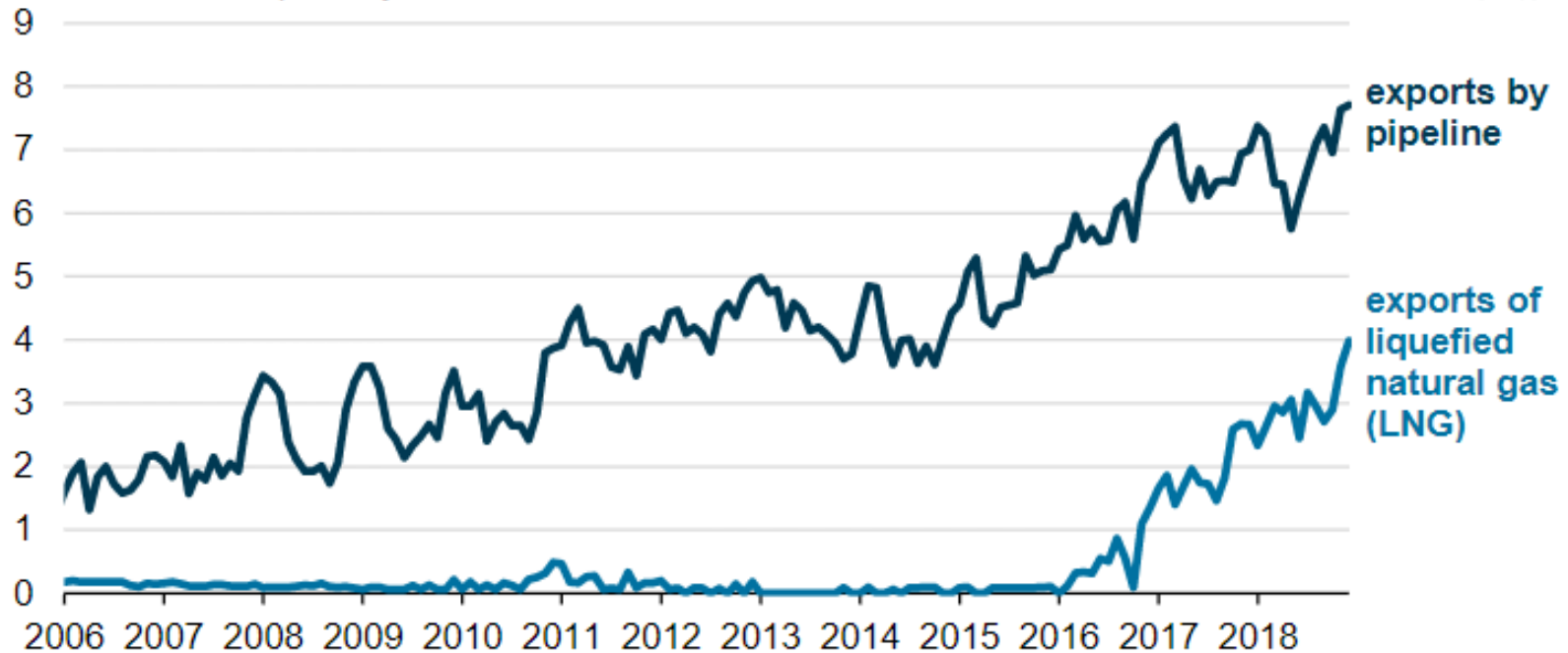
# Az **USA** kőolajtermelése 2015-



# USA földgáz export

Monthly U.S. natural gas exports (2006-2018)

billion cubic feet per day

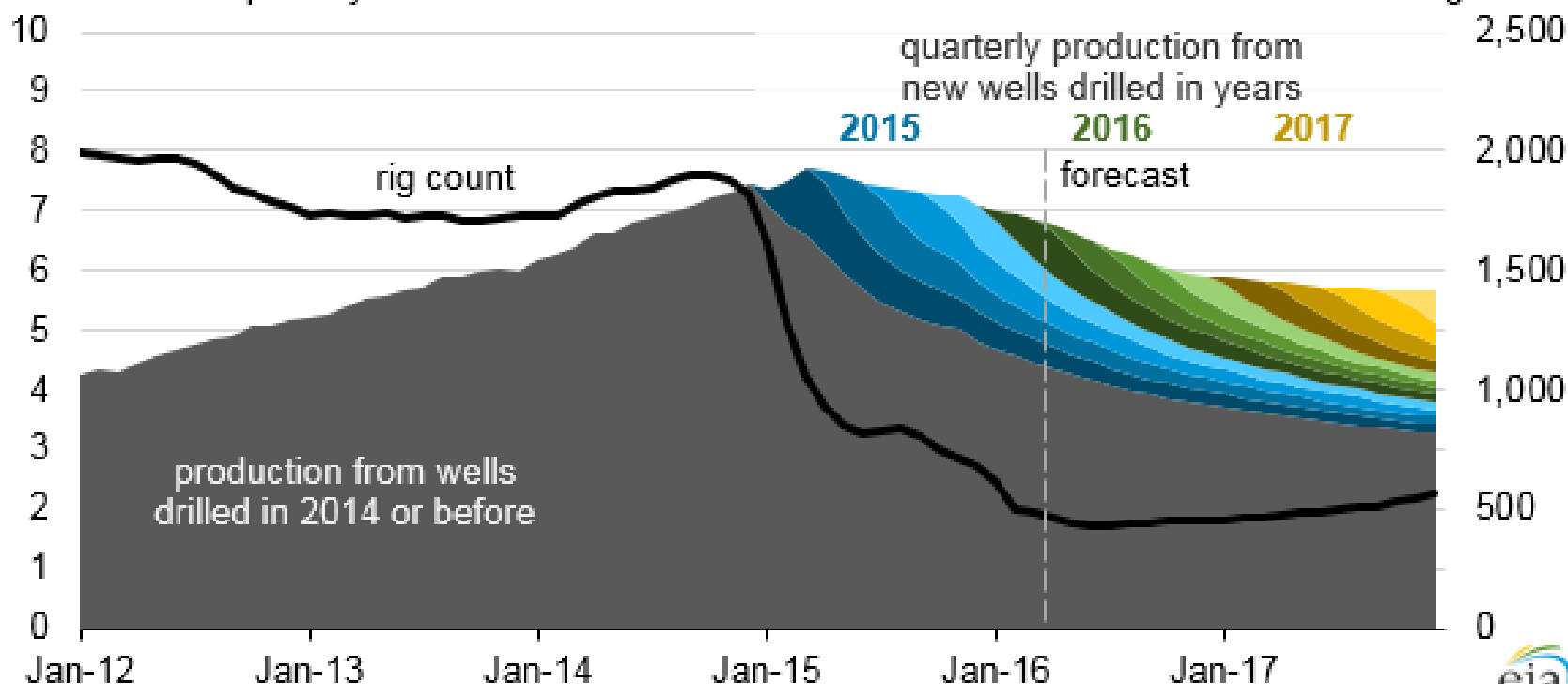


Source: U.S. Energy Information Administration, *Natural Gas Monthly*

# Az **USA** új kút termelése 2015-

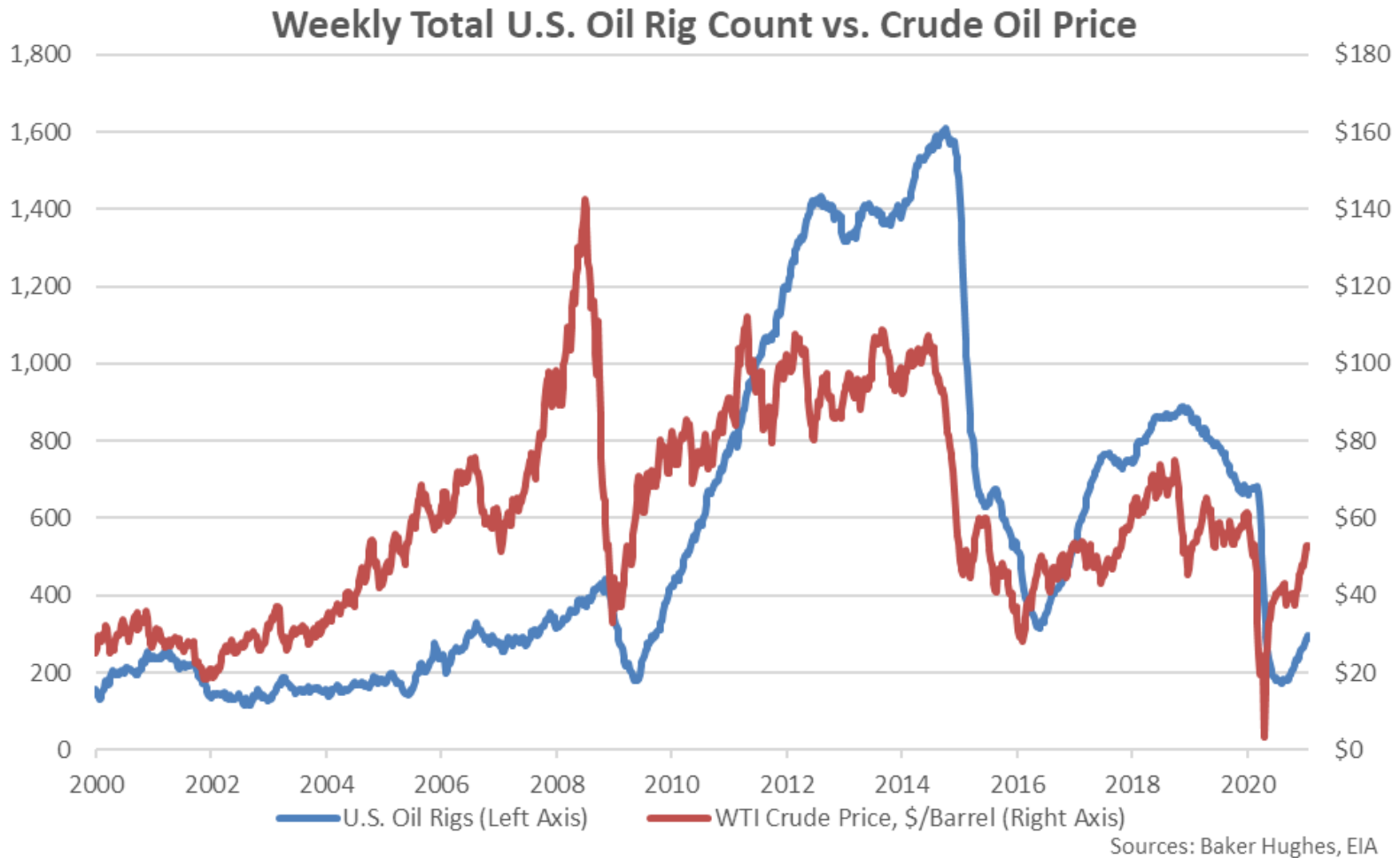
Monthly Lower 48 crude oil production (2012-17)

million barrels per day



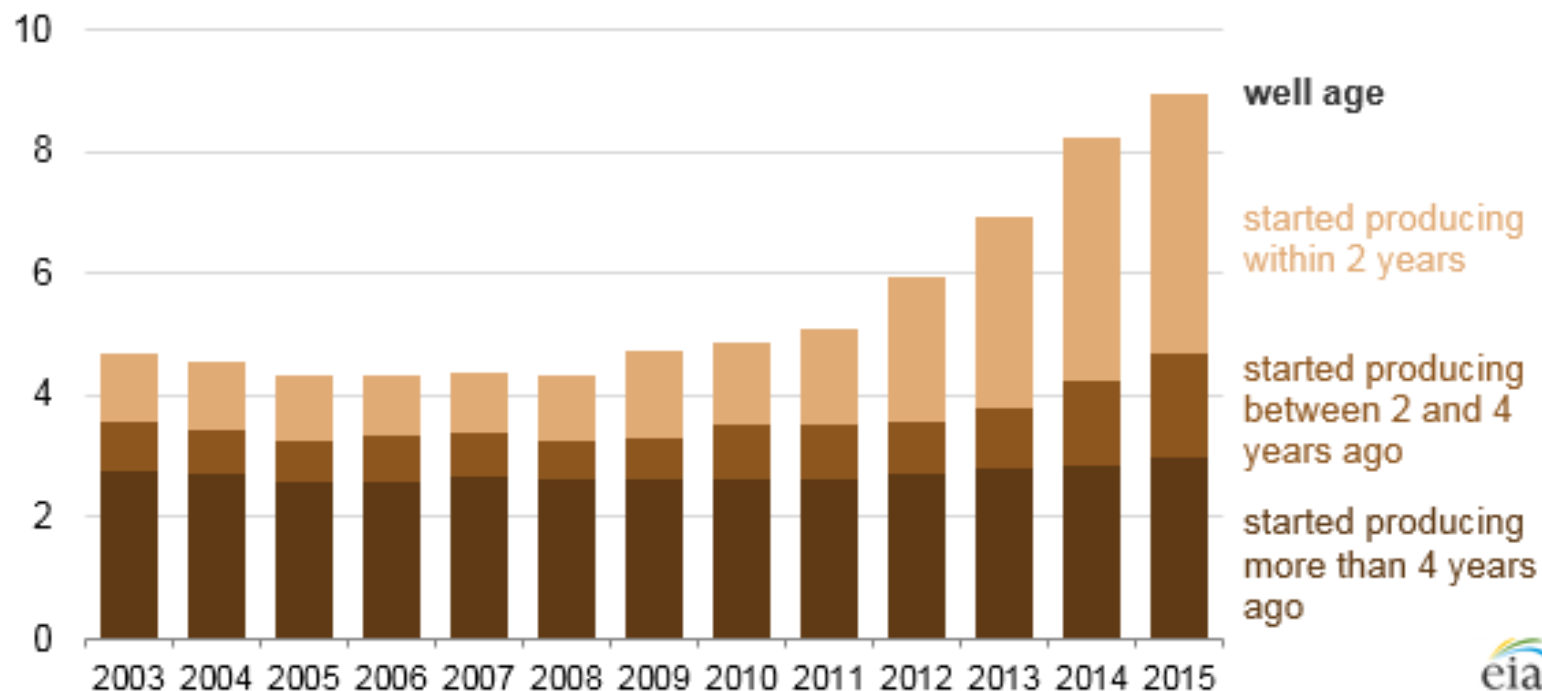


# USA új kút szám vs. WTI ár



# Termelés a **kút kora** szerint

U.S. crude oil production by age of well  
million barrels per day



# Hozadékok

# Dakota Prairie Refining

- **40 év óta az első zöldmezős finomító az USA-ban**

- Helyszín: Dickinson, Észak Dakota
- Építés kezdete: 2013. március
- Átadás: 2015. május
- Becsült költség: 430 m\$ (eredeti becslés: ~300 m\$)
- Kapacitás: 20000 bpd (MOL DF: ~150000 bpd)
- Alapanyag: helyi palaolaj (Bakken mező)
- Termékek:
  - 7000 bpd dízel (végtermék)
  - 6500 bpd nafta (köztitermék – más finomítóba)
  - 6000 bpd pakura (köztitermék – más finomítóba)
  - 300 bpd NLG (helyi földgázfeldolgozóba)
- 2016. június: a veszteségek miatt (50% olajár) eladták a Tesoro-nak, aki az egyetlen É-Dakotai finomítót üzemelteti

# Dakota Prairie Refining (Tesoro)



# USA kőolajexport

- **2016. január: 40 év óta az első export tétel**
  - 1975-óta tilos volt az USA-ból kőolajat exportálni
  - Csak a feldolgozott termékek (benzin, gázolaj) exportja volt engedélyezett
  - Exportőr: CononcoPhillips
  - Tankerhajó neve: Theo T
  - Importőr: Vitol (kereskedő cég)
  - Célállomás: Marseilles

# Metanol gyártás palagáz alapon

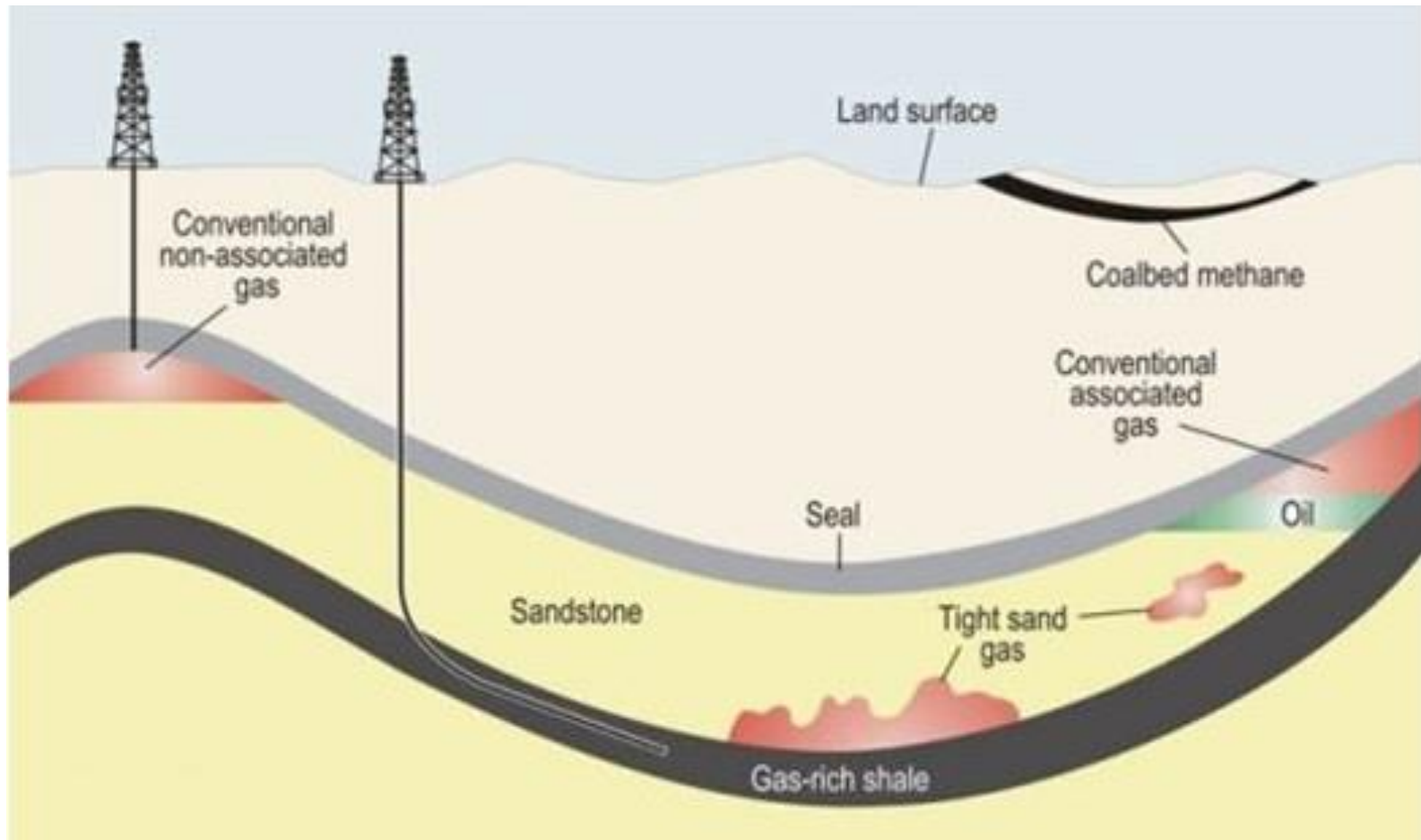
- **80'-as, 90'-es évek:**
  - USA világelső metanol gyártásban 10 mt/év (MTBE gyártás)
- **2004-re:**
  - MTBE betiltás (2002) hatására, ill. a gázár emelkedés miatt 8%-ra csökkent a kapacitás (a korábbi csúcshoz képest)
- **2012-2015:**
  - Palagáz forradalom miatt a gázár az 1/3-ára csökkent
  - 7 új metanol üzem építését/felújítását jelentették be
  - Az új kapacitások megközelítik a korábbi csúcst

**Fogalmak**



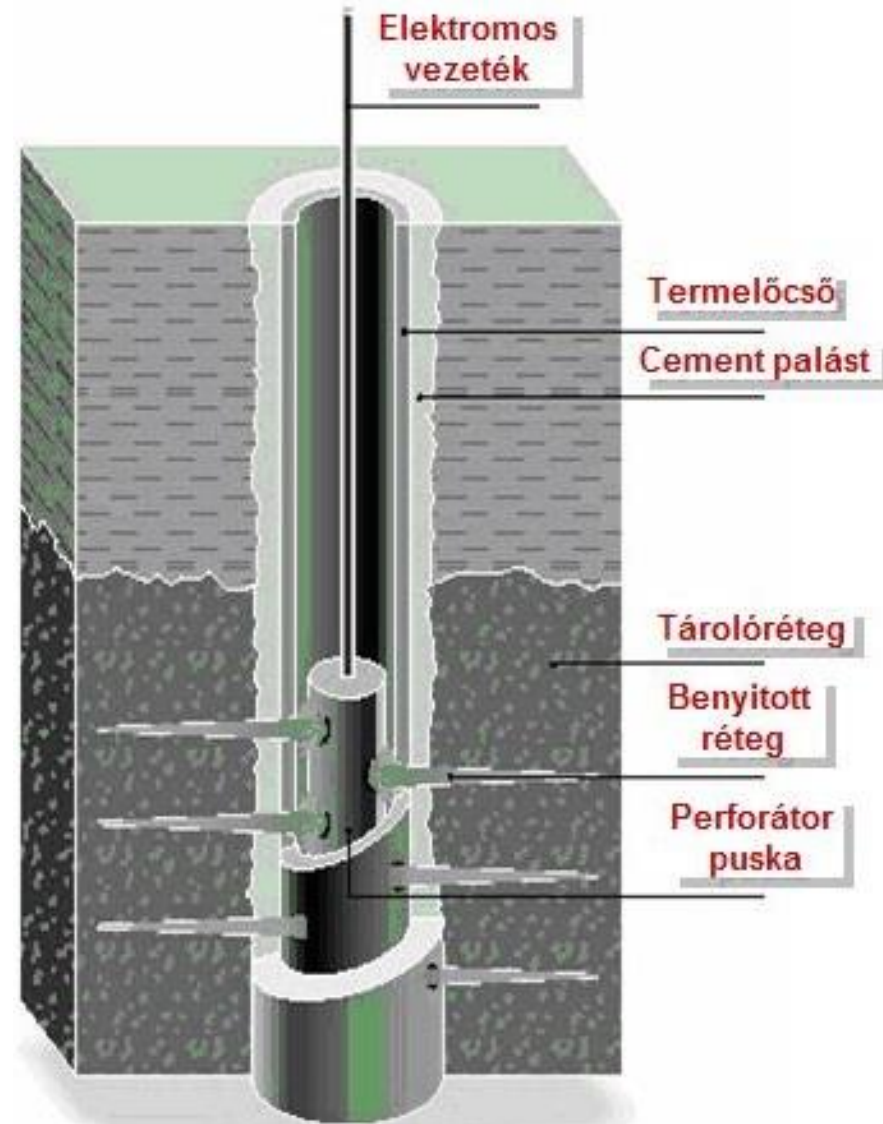
- **Anyakőzet**
  - Finom szemcsés kőzetek, melyek pórusaiban, járataiban a szénhidrogén képződik/felhalmozódik az évmilliók során
- **Migráció**
  - A keletkezett szénhidrogén vándorlása a nagyobb nyomású helyekről a jellemzően kevésbé mélyen fekvő kisebb nyomású helyek felé
- **Csapdázódás**
  - A szénhidrogén felgyülemzése egy jelentősen kisebb áteresztőképességű rétegnél (ld. vízzáró réteg analógiája)
- **Hagyományos szénhidrogén előfordulás**
  - Csapdázódás következtében összegyűlt gáz/olaj
- **Associated natural gas**
  - Kőolajjal együtt előforduló csapdázódott földgáz
- **Non-associated natural gas**
  - Önállóan (kőolaj nélkül) előforduló csapdázódott földgáz

# Szénhidrogén előfordulások módjai



- **Nem-hagyományos szénhidrogén előfordulás**
  - Az anyakőzet tömörsége miatt a keletkezés helyén megrekedt szénhidrogén
- **Tight gas – homokkő és mészkő gáz**
  - Az anyakőzet a homokkő és a mészkő
  - 1980 körül kezdődött a termelés
- **Shale gas – palagáz/márga gáz**
  - Az anyakőzet a márga
  - 2000 körül kezdődött a termelés a Barnett mezőn
- **Coalbed methane – szénben kötött földgáz**
  - Az anyakőzet a kőszén
- **Tight oil = Shale oil – palaolaj**
  - Általánosan a nem-hagyományos előfordulásból kinyert kőolaj

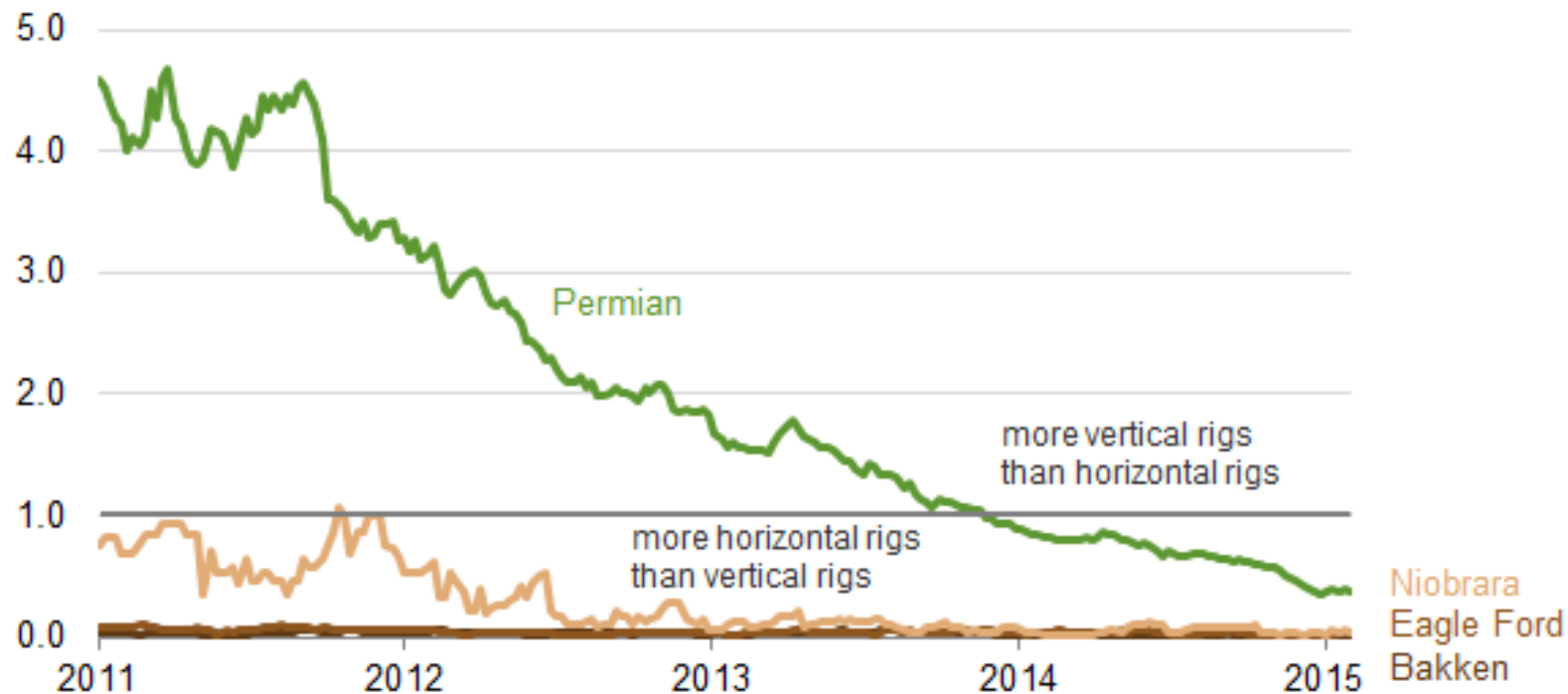
# Szénhidrogén-nyerő kút szerkezete



- **Horizontal drilling – vízszintes fúrás**
  - A kútmélyítés során a rétegek szerkezetéhez igazodó, vízszintes irányú fúró technika
- **Hydraulic fracturing – hidraulikus repesztés**
  - A rossz átteresztőképességű anyakőzetben létrehozott mesterséges csatornarendszer (hasonlít egy fa gyökérrendszeréhez)
  - Repesztőfolyadék segítségével (ezért hidraulikus) képezzük a repedéseket, amit a folyadékban lévő mesterséges homok kitölt, megakadályozva a repedések összezáródását
  - Zárt technológiás módszer, a felhasznált repesztőanyag gyakorlatilag teljes mértékben visszanyerésre kerül.
  - A repedésrendszer kiterjedése ~100-150 m („sok” kutat kell fúrni, amik viszont „hamar” kimerülnek)

# A vízszintes fúrás elterjedése

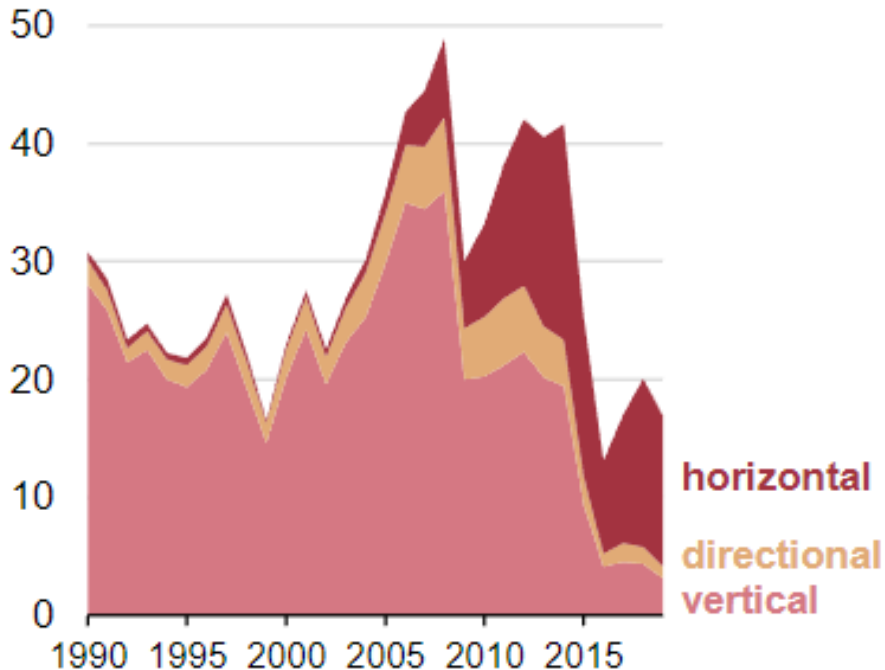
Ratio of vertical to horizontal rigs  
ratio



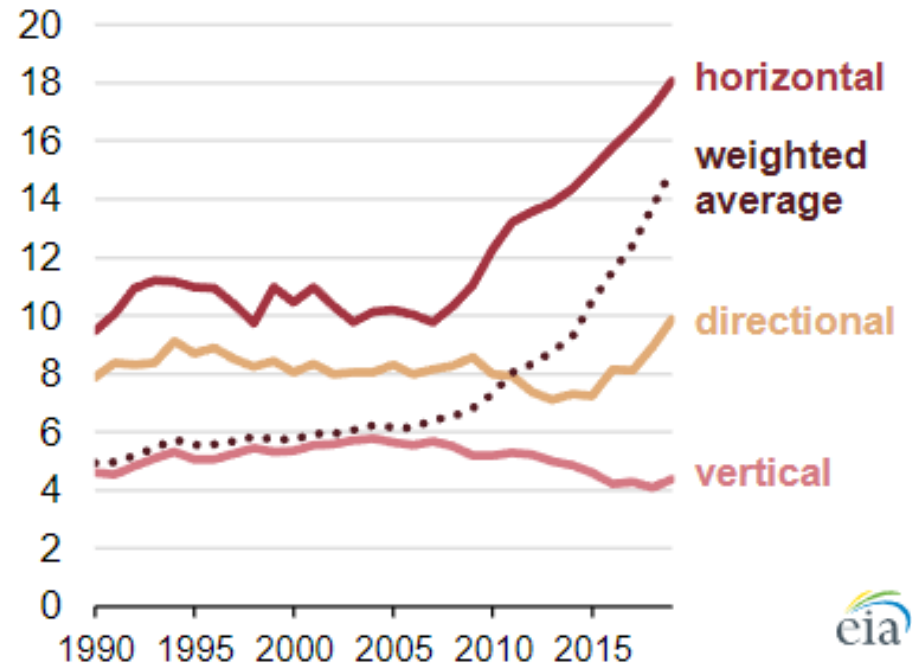
# A vízszintes fúrás elterjedése

U.S. annual new well counts and average footage per well (1990–2019)

well count  
thousands



drilled footage per well  
thousand feet

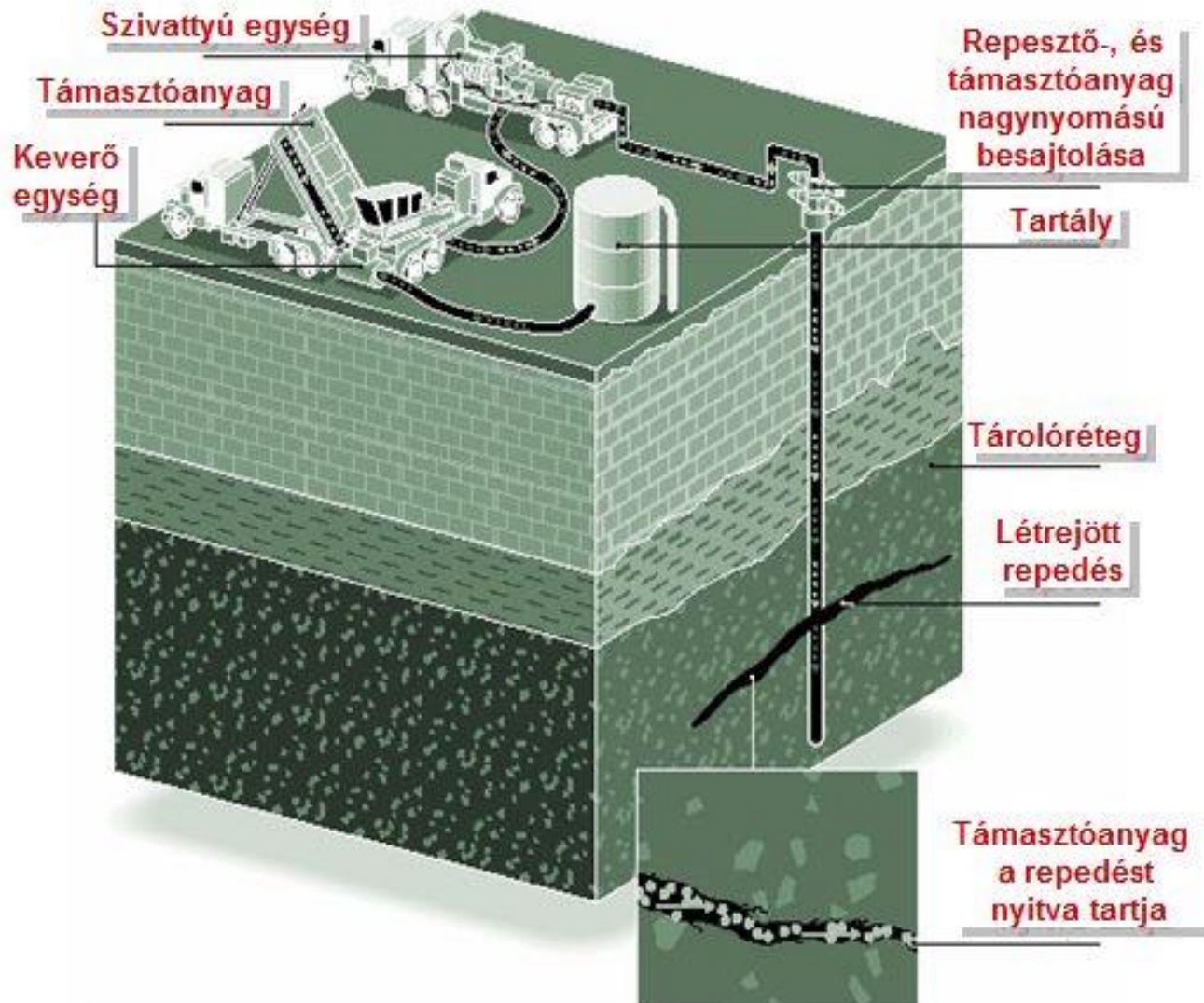


Source: U.S. Energy Information Administration, based on IHS Markit data

Note: Well count data for 2019 are incomplete and may be revised.



# A rétegrepezés technológiája





# Feldolgozás

# Palaolaj tulajdonságai

- **Könnyű olaj**

- Tisztán nem dolgozható fel egy régebbi finomítóban, kapacitásproblémák (alulterheltség) jelentkeznek a maradékfeldolgozási vonalon (Kokszoló)
- Túlterheltségi problémák lehetnek a desztilláló üzem fejkörén
- FCC hőmérleg felborul, hőhiányos lesz a rendszer (könnyen krakkolódik, kevés koksz képződik)

# Palaolaj tulajdonságai

- **Paraffinos jellegű olaj**

- Inkompatibilitási problémák: keverve az aszfalténes jellegű egyéb olajokkal lerakódást, dugulás indukálhat a desztillációs üzem hőcserélősorán (romlik az aszfaltén stabilitás, nő a lerakódási hajlam)
- Emulzióképződési problémák tárolásnál, ill. a sómentesítőnél: megnövelt mennyiségű emulzióbontó adalékkal csökkenthető a probléma
- Petróleum/kerozin minőségi problémák adódhatnak, amit pl. a vágási pontok módosításával lehet csökkenteni

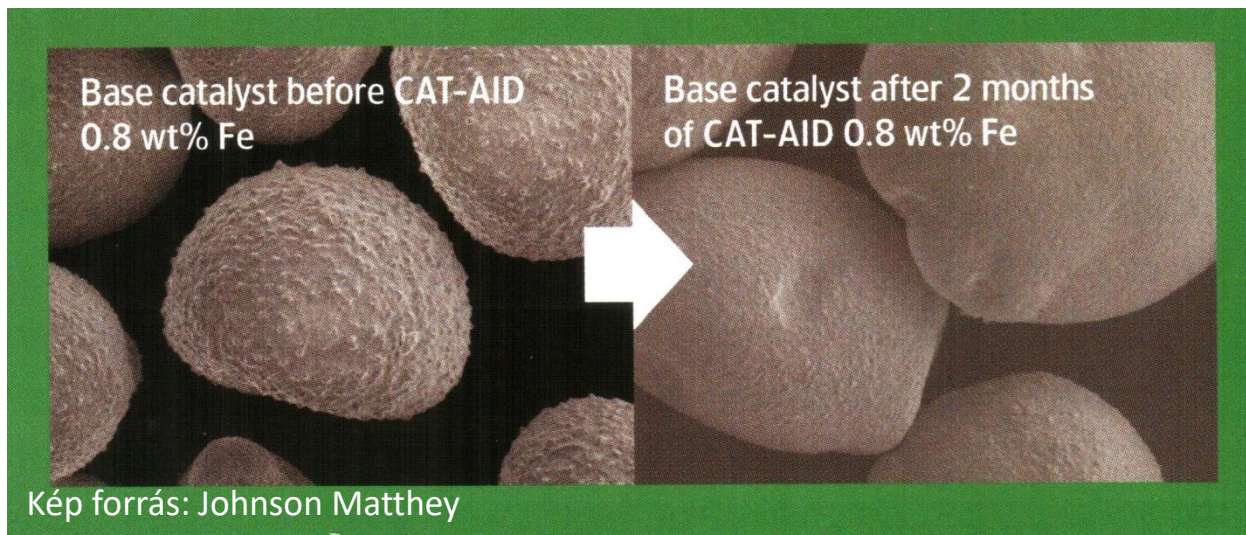
# Palaolaj tulajdonságai

- **Változó minőségű olaj**

- A palaolaj minősége jelentősebben változhat egy adott mezőn belül is, függően az adott kút elhelyezkedésétől
- Nagyobb odafigyelést igényel a feldolgozás során a minőségek tartása
- Érdemes keveréssel minél jobban kiegyenlíteni a minőséget a feldolgozás megkezdése előtt
- Flexibilisen követhető pl. az FCC-ben az egyes alapanyag szennyezők megfutása speciális katalizátor adalékok alkalmazásával
- Emulzióképződési problémák a sómentesítőben: több és finomabb szemcseméretű szilárd anyag, ill. vegyszer, mint a hagyományos kőolaj esetén. Ez fokozott korróziós veszélyt jelent és dugulási problémákat okozhat. megnövelt mennyiségű emulzióbontó adalékkal csökkenthető a probléma.

# Új **szennyező** komponensek - **Vas**

- Akár korróziós termékként, akár naftenát formában a katalizátorágy eltömődését okozza, növelve ezáltal a **reaktor nyomásesését** (HDT üzemben)
- Nagyobb pórusterű, speciális katalizátorrétegek alkalmasak a szennyezés megfogására (HDT üzemben)
- FCC katalizátor esetén a szemcse külső rétegének megnövekszik a sűrűsége, csökken a belső felület megközelíthetősége, ill. fluidizációs problémák léphetnek fel a megnövekedett átlagsűrűség miatt – speciális adalékok megakadályozzák a vasszemcsék képződését (Pl. Intercat CAT-AID)



# Új **szennyező** komponensek

- **Arzén** – nagyobb koncentrációban a palaolajban
  - A nehézbenzin/petróleum frakciókban található a legnagyobb mennyiségben
  - 50 ppb felett az FCC előkezelőben katalizátor **aktivitási problémákat** okoz, mert a katalizátor aktív fém centrumaihoz kötődik
  - Arzén kötő katalizátor rétegeket lehet alkalmazni a probléma kiküszöbölésére (akár 300-500 ppb szintig)
- **Foszfor** – a bányászati segédanyagok növelik a mennyiségét
  - A katalizátor külső rétegén rakódik le
  - Különböző pórusméretű katalizátorok alkalmazhatók a probléma kiküszöbölésére

# Felhasznált irodalom

- Holoda Attila: Palagázról közérthetően – nem csak környezetvédőknek, [osztommagam.blog.hu](http://osztommagam.blog.hu), 2013.02.15
- Processing Shale Feedstocks 2014, Petroleum Technology Quarterly special edition