

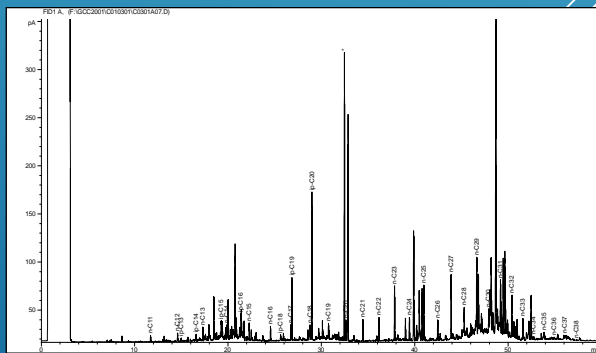
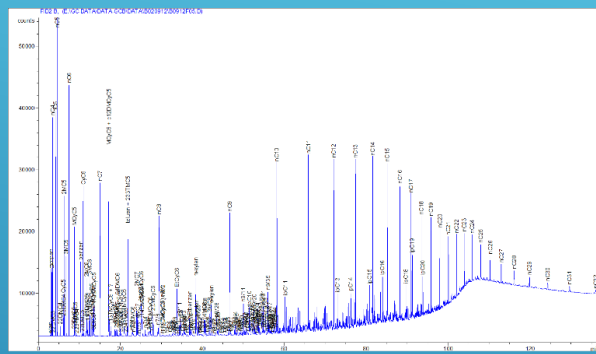
ORGANICKÁ HMOTA V SEDIMENTECH

- ❖ Původ, zdroj
- ❖ Klasifikace
- ❖ Tepelná zralost, přeměna
- ❖ Vstup do prostředí
- ❖ Možnosti analýzy

200 μm

The image is a micrograph showing a complex, textured surface of organic matter in sediments. The color palette is primarily yellowish-brown and olive green, with numerous dark, irregular spots and patches scattered throughout. The texture appears fibrous and somewhat porous. In the bottom right corner, there is a white horizontal scale bar labeled "200 μm".

Organická hmota sedimentárních hornin



Sedimenty bohaté organickou hmotou

In the fossil record:

- Dark colored sediments - periods of time favorable to organic matter accumulation
- White or red colored sediments or rocks - devoid of organic matter



Chemické složení

C, H,

O, N, S

Hlavní stavební prvky živých organismů

Uhlovodany – cukry, bílkoviny, celuloza

Proteiny – polymery aminokyselin

Lipidy – nerozpustné ve vodě, rozpustné v tucích

Vosky – vysokomolekulární alkoholy a mastné kys.

Přiskyřice – nenasycené polycyklické kyseliny

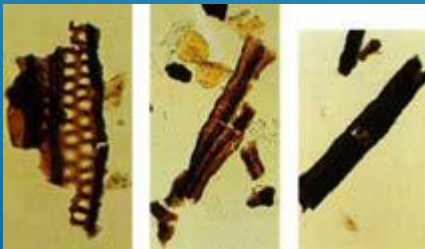
Přeměna OH

Diagenese

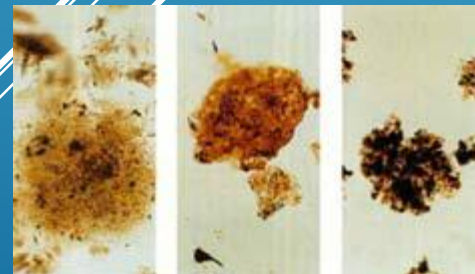
- biologická, chemická a fyzikální přeměna, do 50 °C
- bakteriální rozklad a redukce, produkce CH₄, CO₂, H₂O
- poměr H:C zůstává stejný

Kerogen

- rozptýlená organická hmota v sedimentu
- nerozpustný v organických rozpouštědlech
- Složen z C, H, O plus minoritní N a S



Fytoklasty (rostlinné zbytky)



Amorfní organická hmota

Kerogen Types

- **Type I (Algal)**

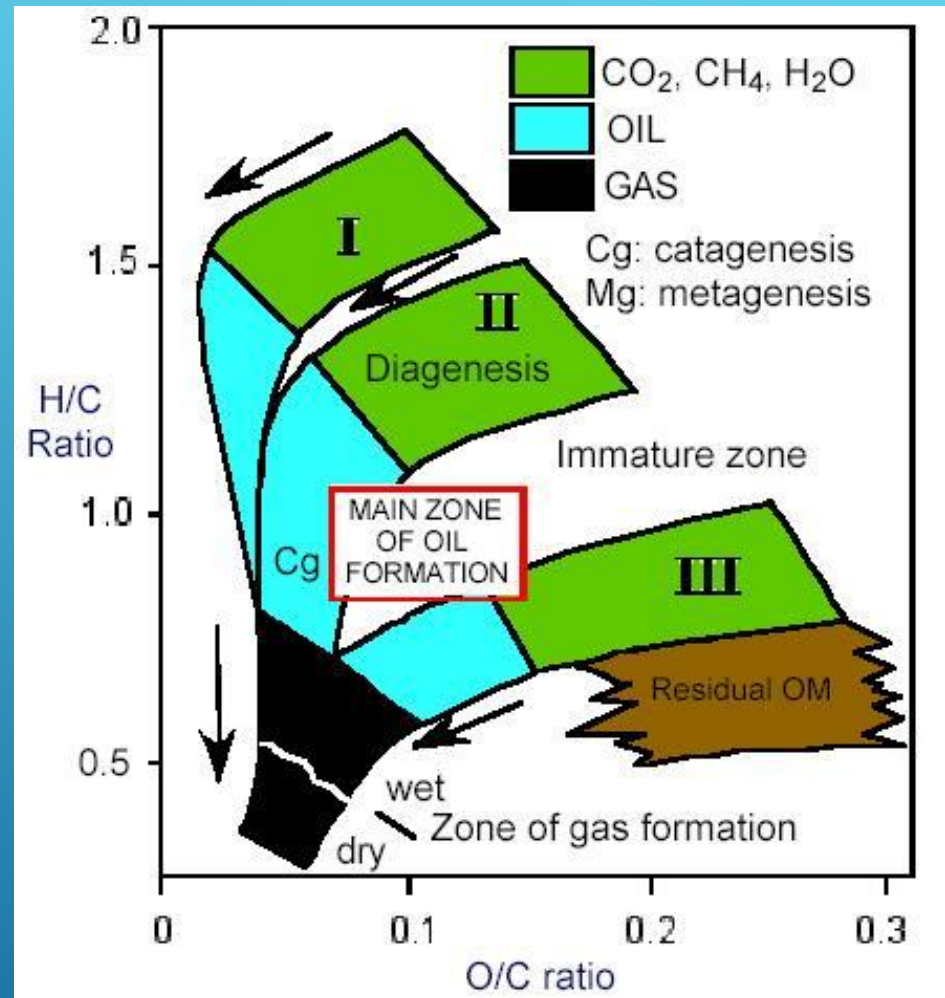
High H:C ~1.65
Low O:C
rich in lipids
Oil prone

- **Type II (Liptinic)**

Intermediate H:C ~1.25,
Interm O:C
Algal + Zooplankton
Oil and Gas prone

- **Type III (Humic)**

Low H:C ~0.84,
High O:C
Plant material and coal
Gas Prone

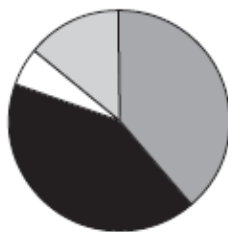


Types of Kerogen and Their Hydrocarbon Potential

Environment	Kerogen Type	Kerogen Form	Origin	HC Potential
Aquatic	I	Alginite	Algal bodies	Oil
		Amorphous Kerogen	Structureless debris of algal origin	
			Structureless planktonic material, primarily of marine origin	
Terrestrial	II	Exinite	Skins of spores and pollen, cuticle of leaves and herbaceous plants	Gas, some oil
	III	Vitrinite		Mainly gas
	IV	Inertinite	Oxidized, recycled woody debris	None



type I kerogen
(Uinta Basin)

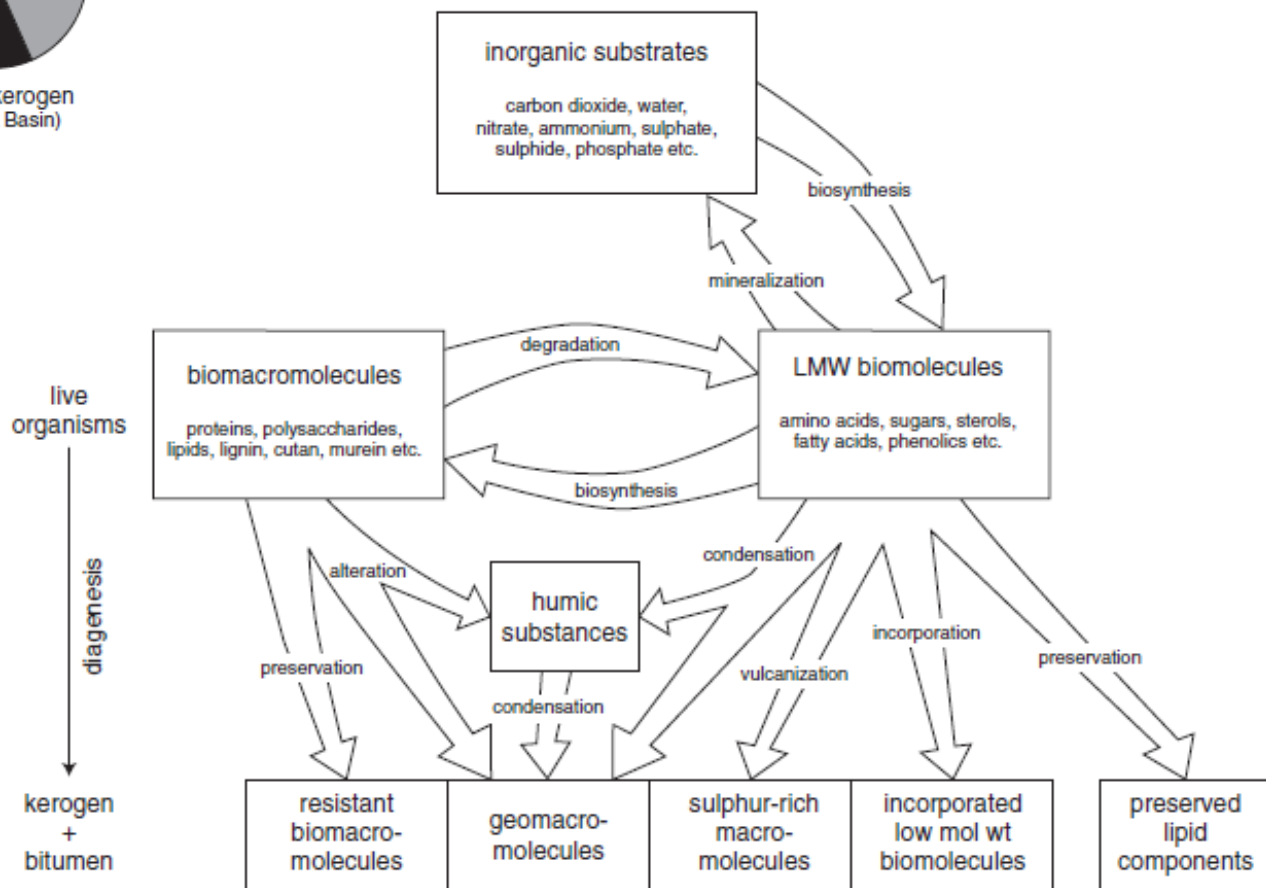


type II kerogen
(Paris Basin)



type III kerogen
(Douala Basin)

- n*-alkanes
- branched alkanes
- cycloalkanes
- aromatics



Diagenesis

Catagenesis

Metagenesis

Living organisms

Lignin

Carbo-
hydrates

Proteins

Lipids

Microbial degradation
Polymerization
Condensation

Unaltered
molecules

Minor alteration
retaining carbon
skeleton

Recent
sediment

Fulvic acids
Humic acids
Humin

Geochemical fossils

Kerogen

Release
of trapped
molecules

Thermal
degradation

Principal zone
of oil formation

Hydrocarbons
Low to medium MW

Crude
Oil

Cracking

Cracking

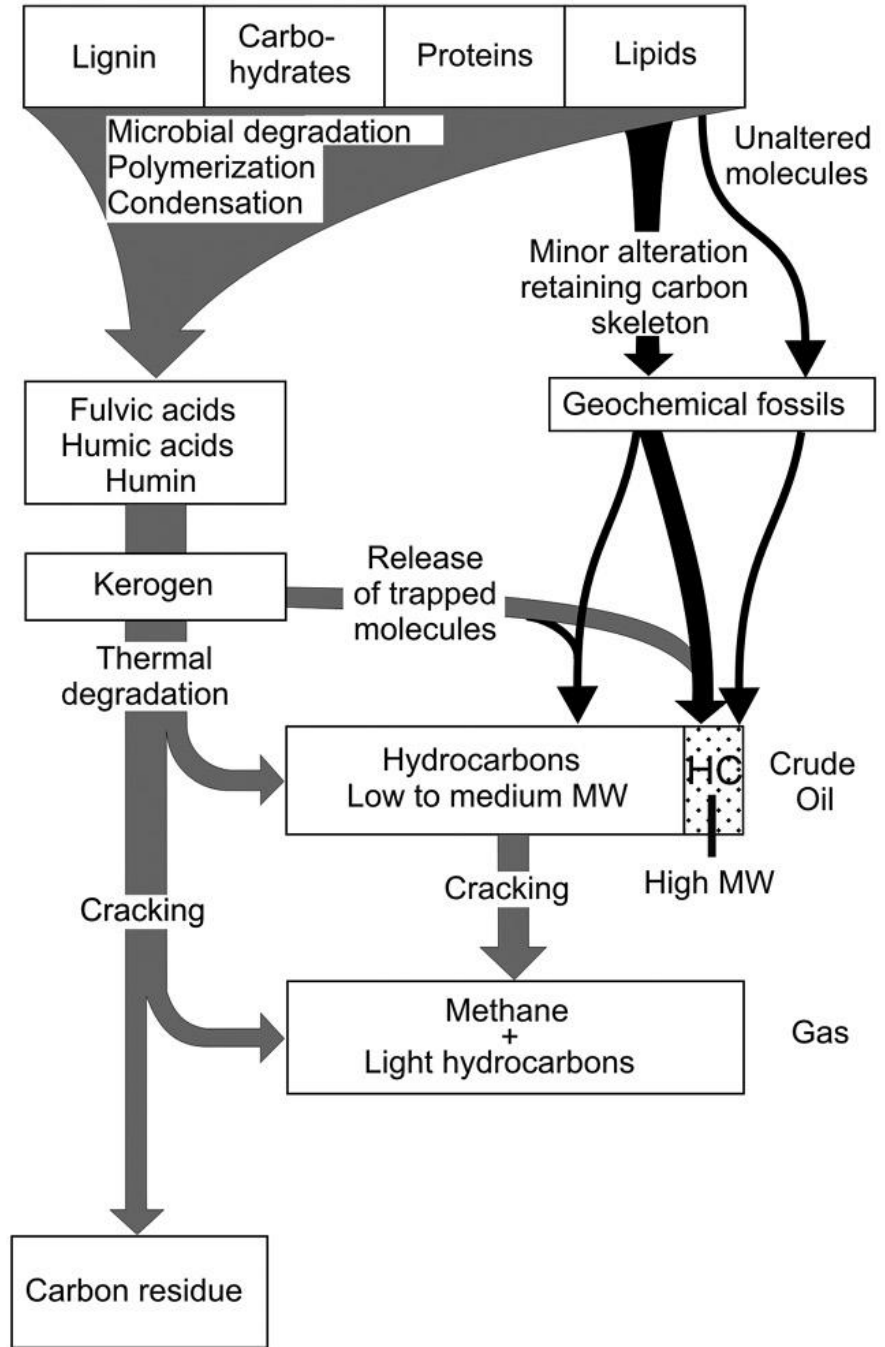
High MW

Zone of
gas formation

Methane
+
Light hydrocarbons

Gas

Carbon residue





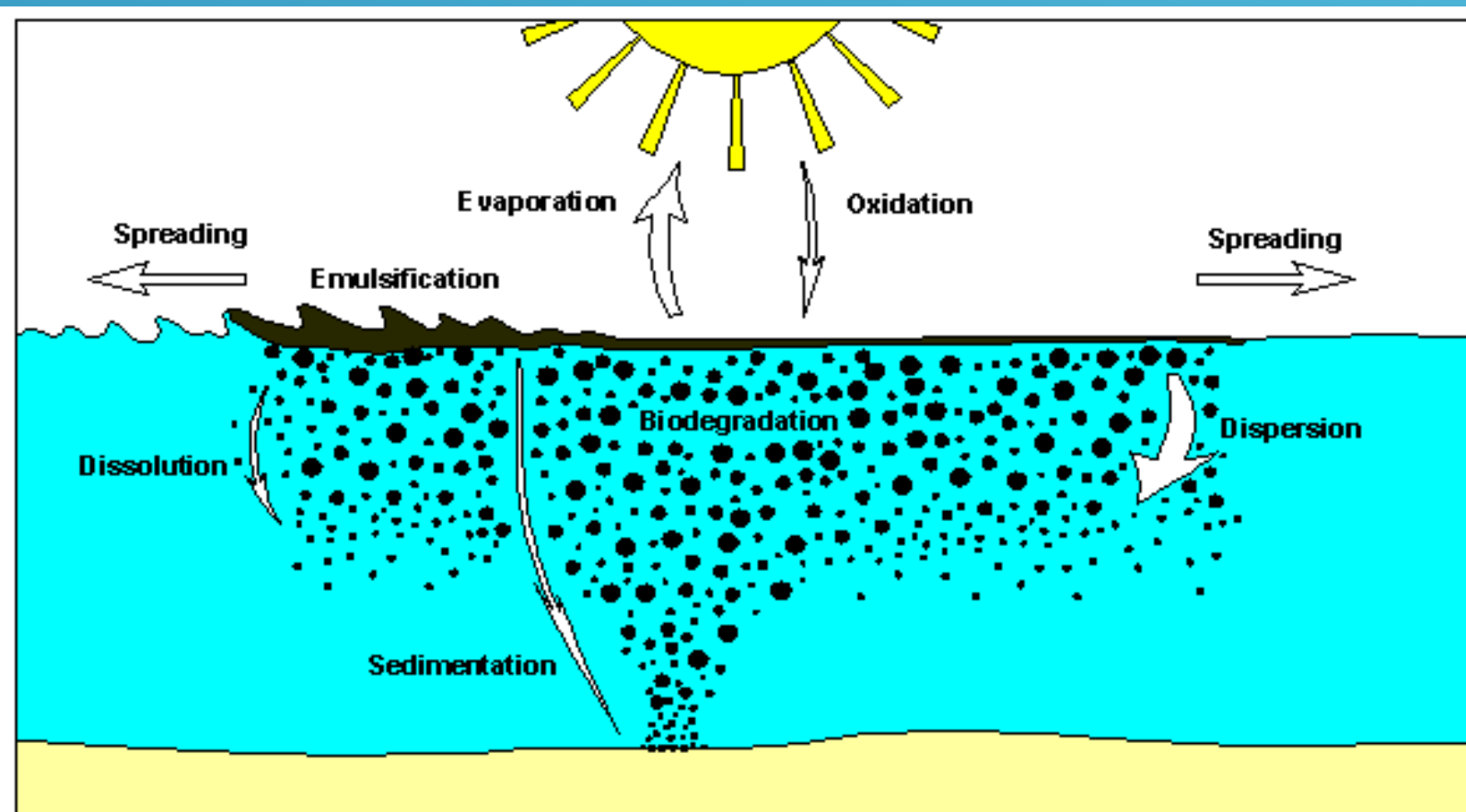
ROPNÉ ÚNIKY OIL SPILLS



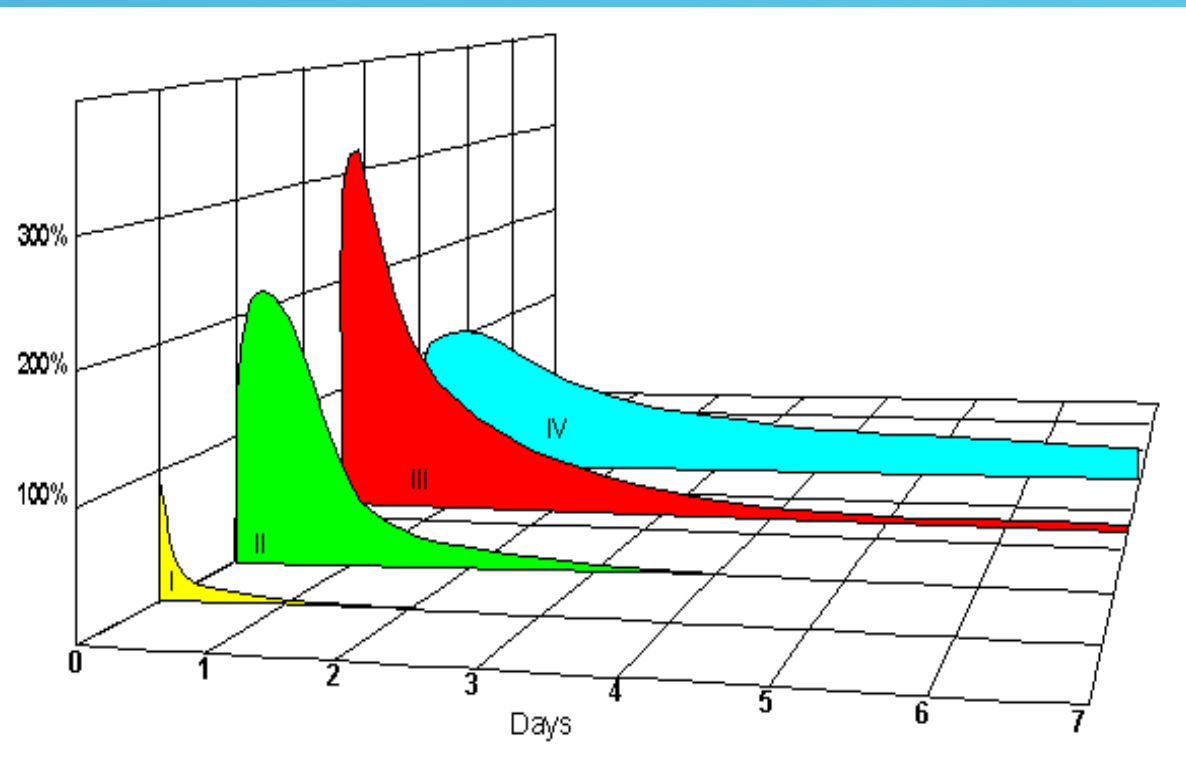
Ropa se používá při výrobě
nejrůznějších materiálů, cca spotřeba
88milion barelů každý den. •

ÚNIK ROPY

- únik kapalného ropného uhlovodíku do životní prostředí lidskou činností
- průsak přírodní
- únik ropy z tankerů, vrtné plošiny, vrtu



VLIV NA ŽP PODLE TYPU ROPY



Toxické složky ropy

Typ I
(bp < 150 ° C):
vysoká akutní toxicita
(Benzen, toluen, xylen)

Typ II + III
(bp: 150-450 ° C):
• Mírná akutní a
chronická toxicita,
(Naftalen)

Typ III
(bp > 450 ° C):
• Mírná akutní toxicita
• Vysoká chronická toxicita,
(Benzopyren)

	<i>hustota</i>	<i>označení</i>
Group I	less than 0.8	Gasoline, Kerosene
Group II	0.8 - 0.85	Gas Oil, Abu Dhabi Crude
Group III	0.85-0.95	Arabian Light Crude, North Sea Crude
Group IV	greater than 0.95	Heavy Fuel Oil, Venezuelan Crude Oils

<u>Spill / Vessel</u>	<u>Location</u>	<u>Dates</u>
Torrey Canyon	United Kingdom, Isles of Scilly	March 18, 1967
Amoco Cadiz	France, Brittany	March 16, 1978
Exxon Valdez	United States, Prince William Sound, Alaska	March 24, 1989
MV Braer	United Kingdom, Shetland	January 5, 1993
Sea Empress	United Kingdom, Pembrokeshire	February 15, 1996
Nestucca	United States	December 23, 1988
Gulf War oil spill	Iraq, Persian Gulf	January 23, 1991
Deepwater Horizon	United States, Gulf of Mexico	April 20, 2010 – July 15, 2010
Mumbai-Uran pipeline spill	India, Mumbai, Arabian Sea	January 21, 2011
Nigeria oil spill	Nigeria, Bonga Field	December 21, 2011
Sundre, Alberta oil spill	Canada, Sundre	June 8, 2012

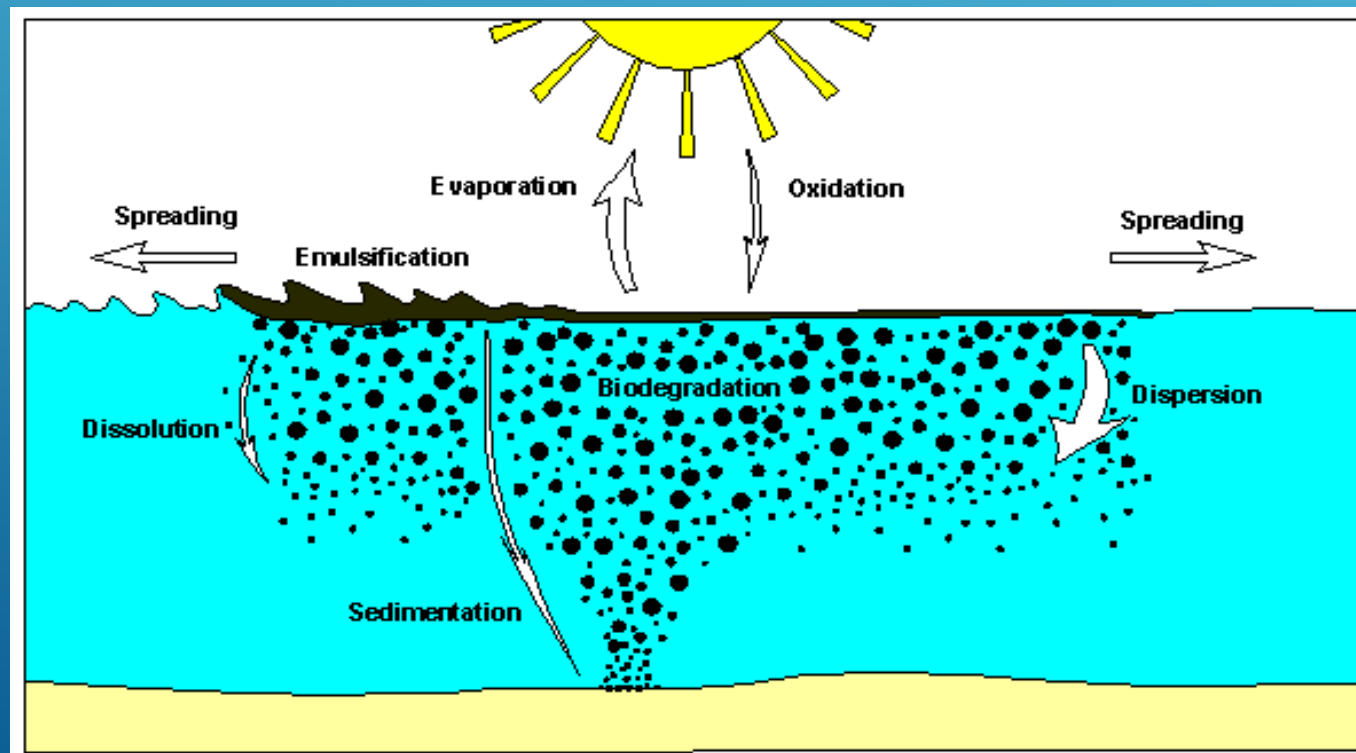
DOPADY ROPNÝCH HAVÁRIÍ



- ▶ **Likvidace mořských živočichů**
- ▶ **Destabilizace mořského prostředí (mangrovníky, oslabení celého potravního řetězce oblasti)**
- ▶ **Snižování druhové pestrosti**
- ▶ **Vliv na zdroj obživy, ekonomické následky rybolov**
- ▶ **Dopad na životní podmínky místních obyvatel**

ODSTRANĚNÍ ROPNÝCH SKVRN

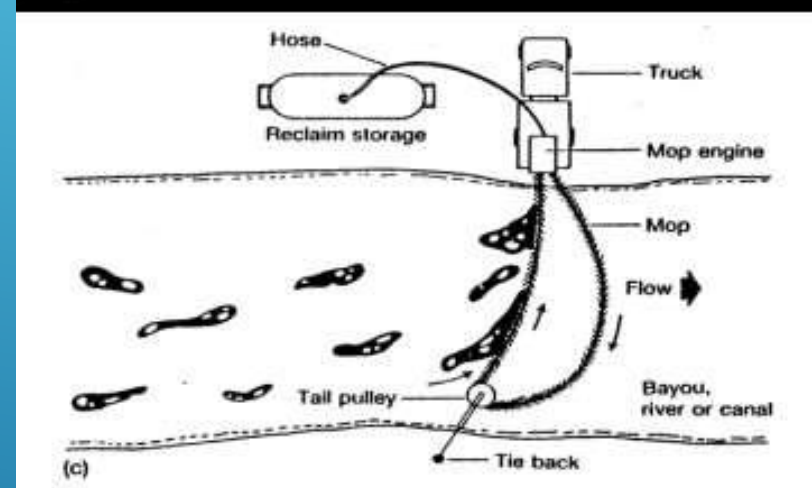
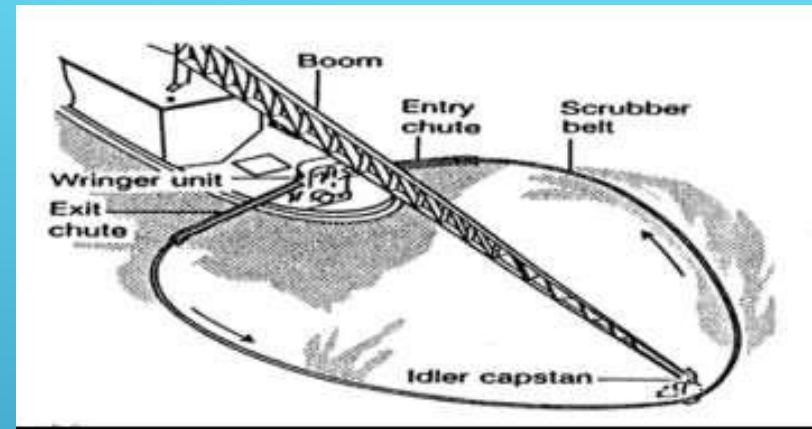
- A. Přirozené zotavení – atenuace
- B. Mechanické čištění
- C. Chemické a biologické metody
- D. Bioremediace



B. Mechanické čištění

Izolace

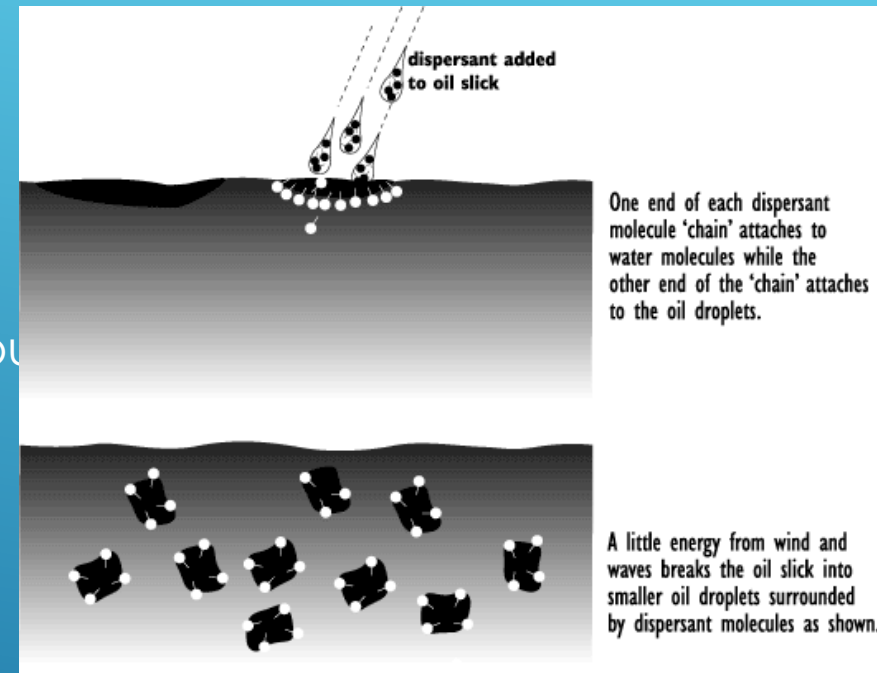
- norné stěny - speciálně navržená plovoucí fyzická bariéra umístěná na hladině s cílem odklonit nebo zbránit dalšímu šíření ropu.
- Odsávání ropu
- Míšení s neutrálním materiálem



C. Chemické a biologické metody

V kombinaci s mechanickým čištěním

1. Dispergátory: snižují povrchové napětí olej / voda
2. Solidifikátory - polymery
10–45 procent objemu, ropa ztuhne
3. Mikroby – degradace, pouze pokud jsou dostupné nutrienty N, P,



EXXON VALDEZ - USA (24. BŘEZNA 1989)



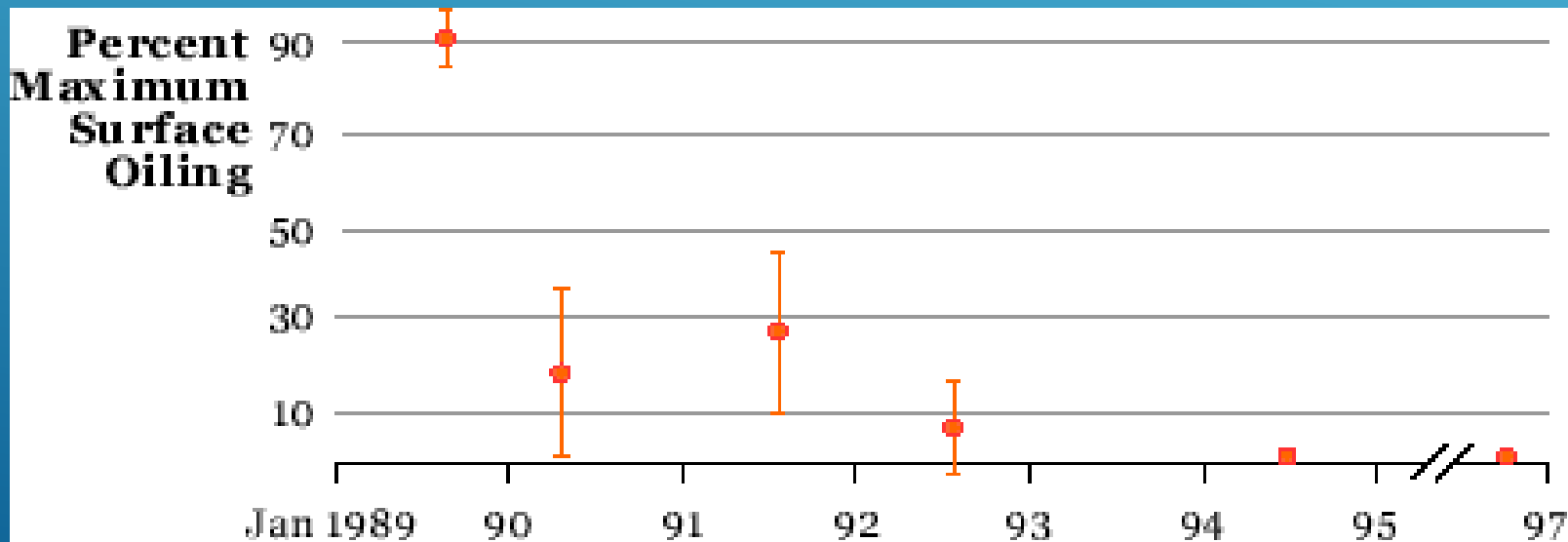
Americký tanker na cestě do Long Beach v Kalifornii ztroskotal v zátoce Prince Williama

- ♣ 1989 únik ropy na jaře, uvolnilo se 41 000 tun ropy
- ♣ Více jak 1,900 km pobřeží pokryto ropnou vrstvou
- ♣ Uhynulo 3,500 - 5,500 mořských vyder
- ♣ Uhynulo 200 tuleňů
- ♣ Uhynulo 260,000 - 580,000 ptáků
- ♣ 60 to 70% redukce kolonií




OIL REDUCTION IN INTERTIDAL SHORELINES

Záliv prince Wiliama



REMAINING IMPACTS TO INTERTIDAL HABITATS

- ✧:část hluboce zasáklé ropy prosakuje z několika pláží
 - ✧na řadě míst jsou zbytky ropy
 - ✧přílivová zvířata, jako jsou mušle, jsou stále kontaminována
 - ✧skalní útesy čištěná vysokotlakou nebo horkou vodou jsou stále holá
- 

CASE STUDY - SOME LESSONS LEARNED



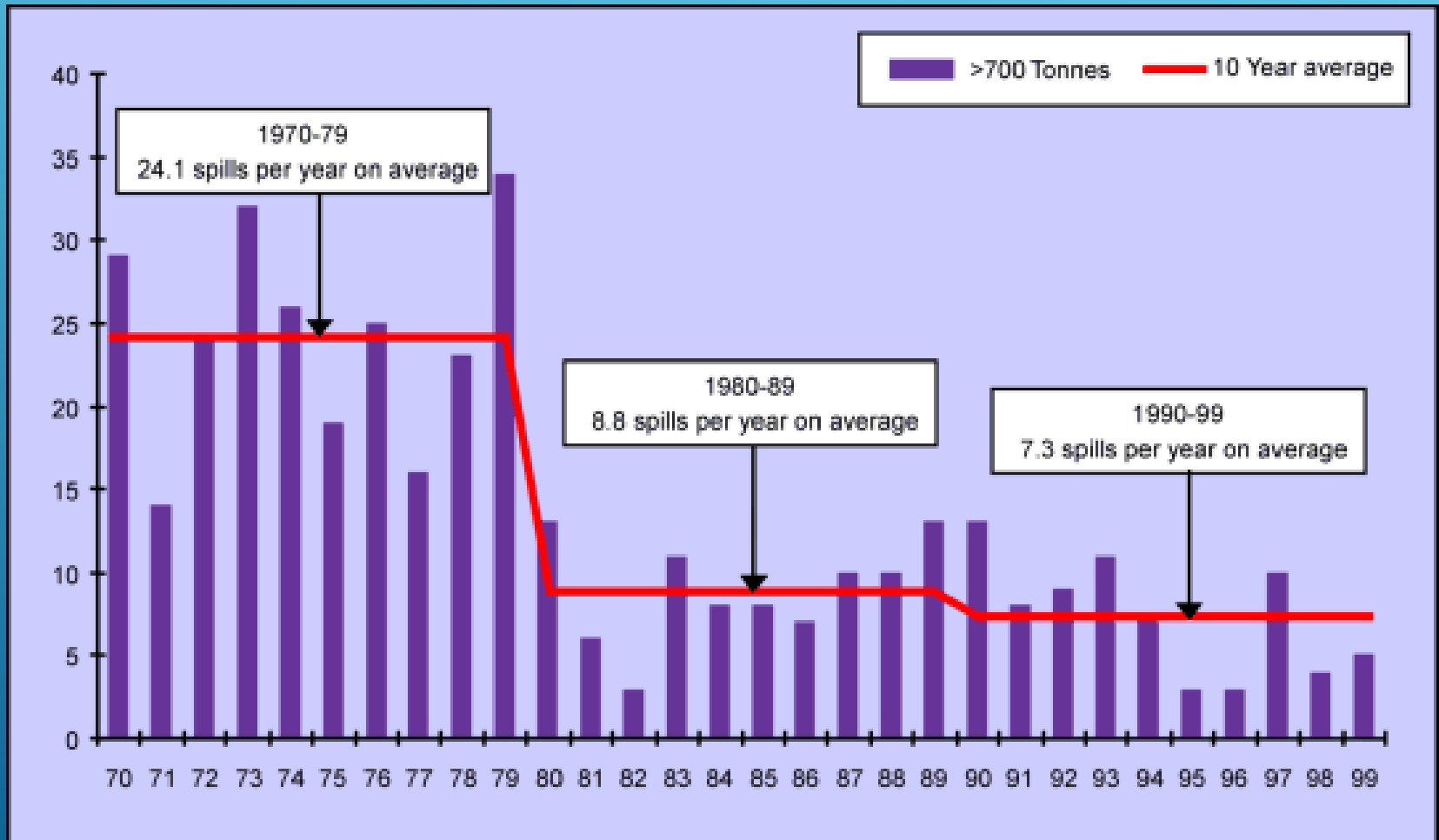
Přirozená činnost vlny a bouře mnohem efektivnější a lepší při obnově než

mopy, hadice a hrábě.

Úsilí o záchranu a rehabilitaci divoké zvěře mělo příznivý účinek na obnovu populací ptáků a savců.

ochrana je lepším řešením než zmírňování škod

SPILL TREND - 1970 TO 1999



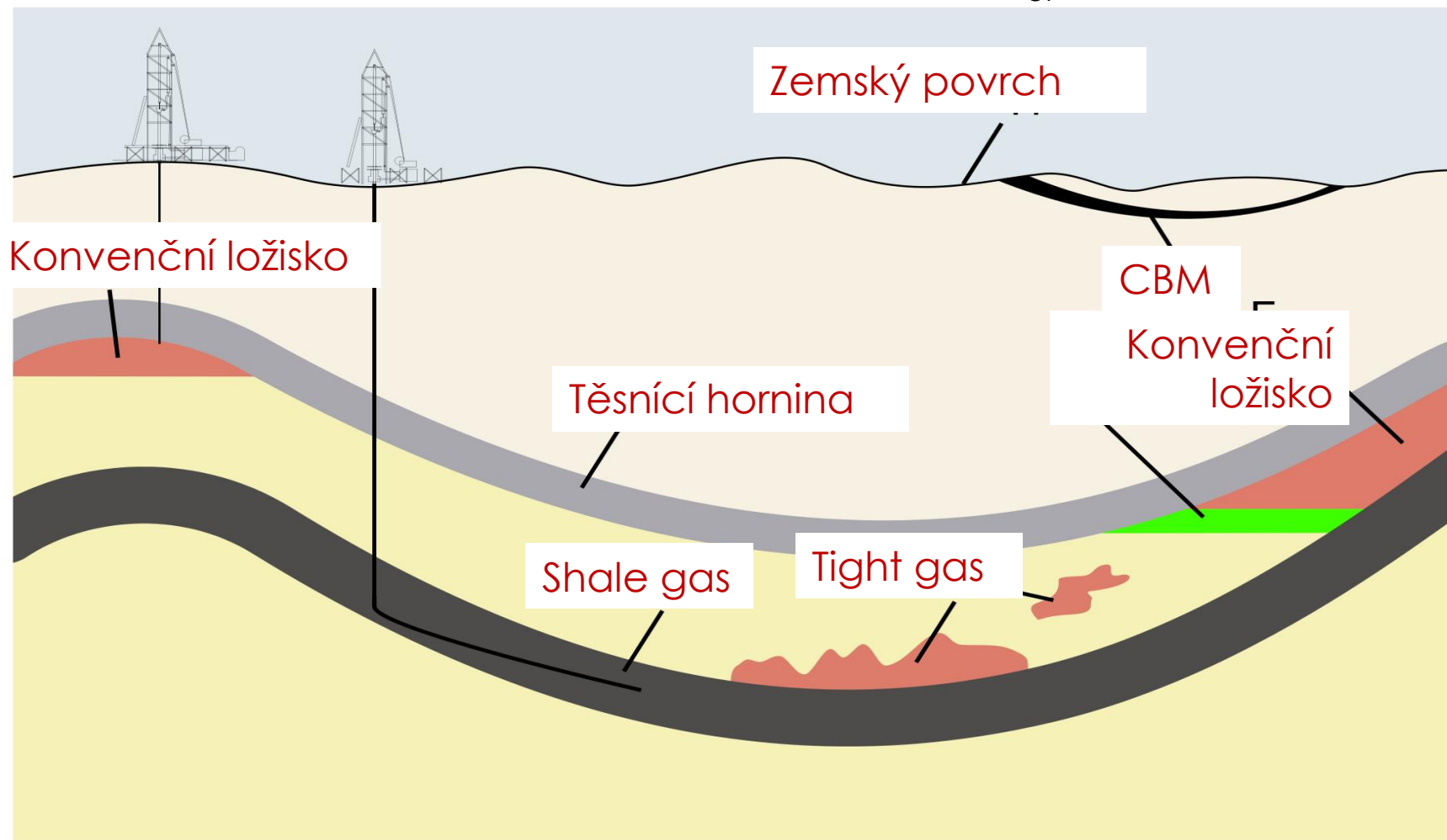


EKONOMIKA ROPY A PLYNU

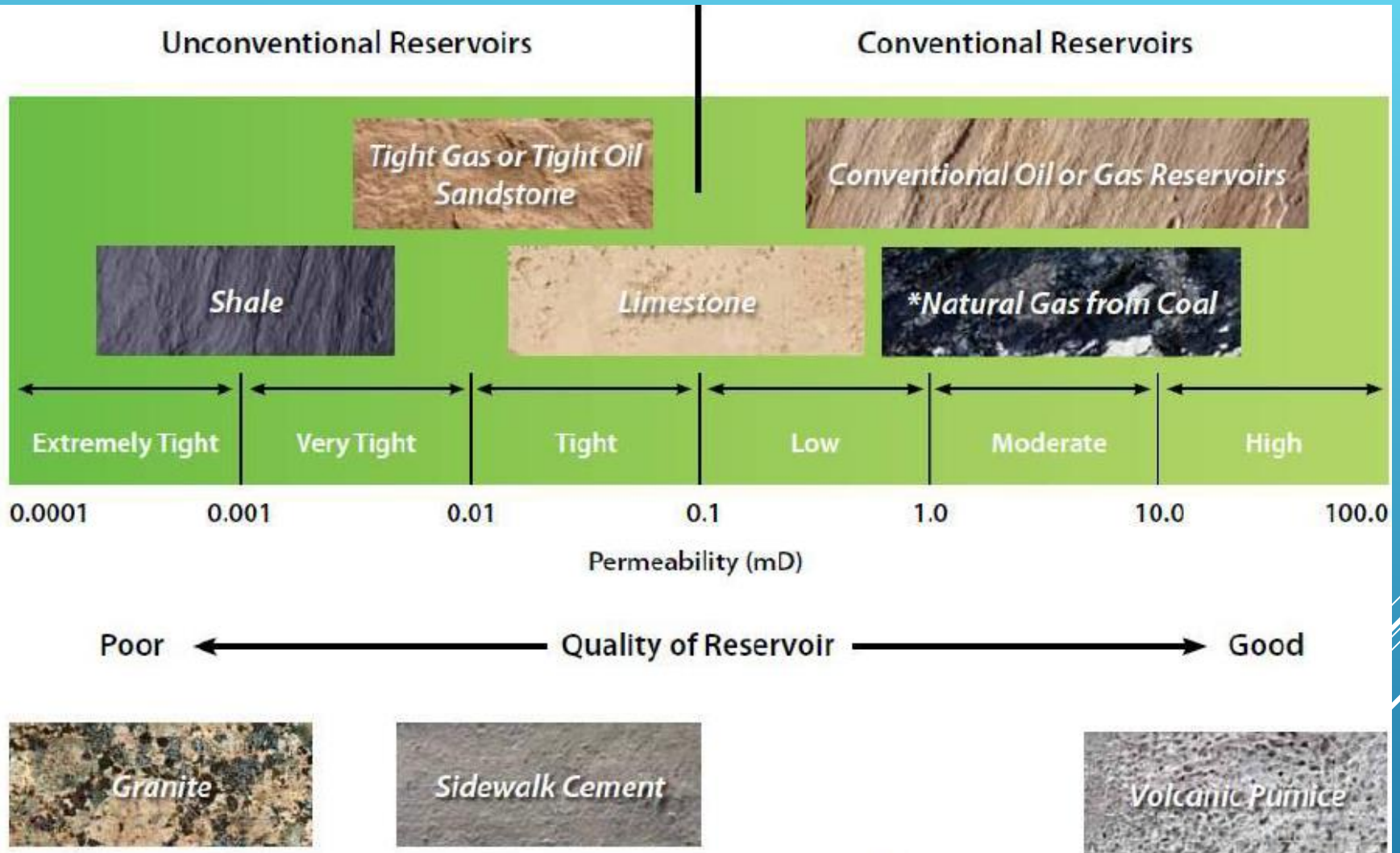
- ▶ Většina ložisek ropy a plynu se nachází v geologicky mladých jednotkách
- ▶ >100 My; mostly Cenozoic or late Mesozoic (Cretaceous)
 - ▶ 85% z celkové produkce je z 5% ropných polí
 - ▶ 65% je z 1% polí
 - ▶ 15% známých zásob je na území středního východu

Konvenční x Nekonvenční

Podle US Energy Information Administration



Why is Hydraulic Fracturing Needed?



**Natural Gas from Coal reservoirs are classified as unconventional due to type of gas storage*

BŘIDLICOVÝ PLYN

Co je břidlicový plyn

Rozlišení fikce od faktů je obtížné
a způsobuje potíže při rozhodování

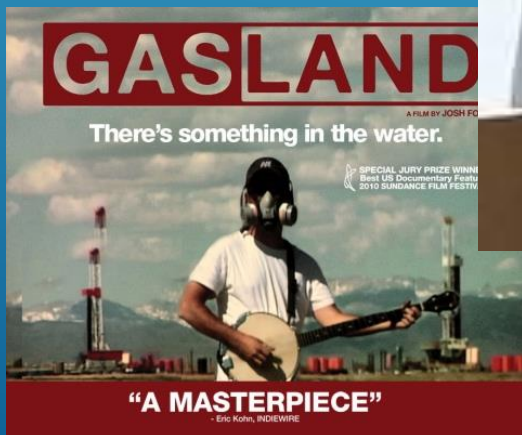
V zájmu ochrany životního prostředí se
ztrácí transparentnost a racionální
zhodnocení

Etické otázky převažují

A co si z toho vybrat



BŘIDLICE- CO JE SKUTEČNÝ PROBLÉM?

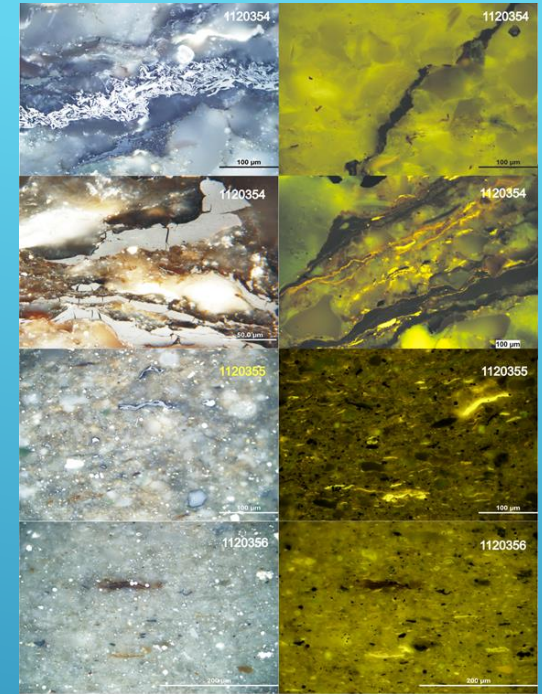


SHALE GAS – BŘIDLICOVÝ PLYN

- Přírodní plyn složený převážně z metanu
- Tzv. nekonvenční
- Zdroj a rezervoár = jedno a to samé
- Nízká permeabilita (micro- až nanodarcy)
- Ložiska se nacházejí na větší ploše a množství těžitelného plynu je nižší v porovnání s konvenčními ložisky
- Ložiskové vlastnosti vyžadují speciální postupy těžby
 - ❖ horizontální vrtání
 - ❖ hydraulické štěpení

JAK VYMEZÍME LOŽISKO BŘIDLICOVÉHO PLYNU

mocnost zájmové jednotky
množství OH
porosita, permeabilita
teplotně/tlaková historie jednotky
Je plyn přítomen?



Možno použít hydraulické štěpení?
mechanické vlastnosti horniny
mineralogie
vlastnosti současného zlomového systému
Ekonomická návratnost

ORGANICKÁ HMOTA

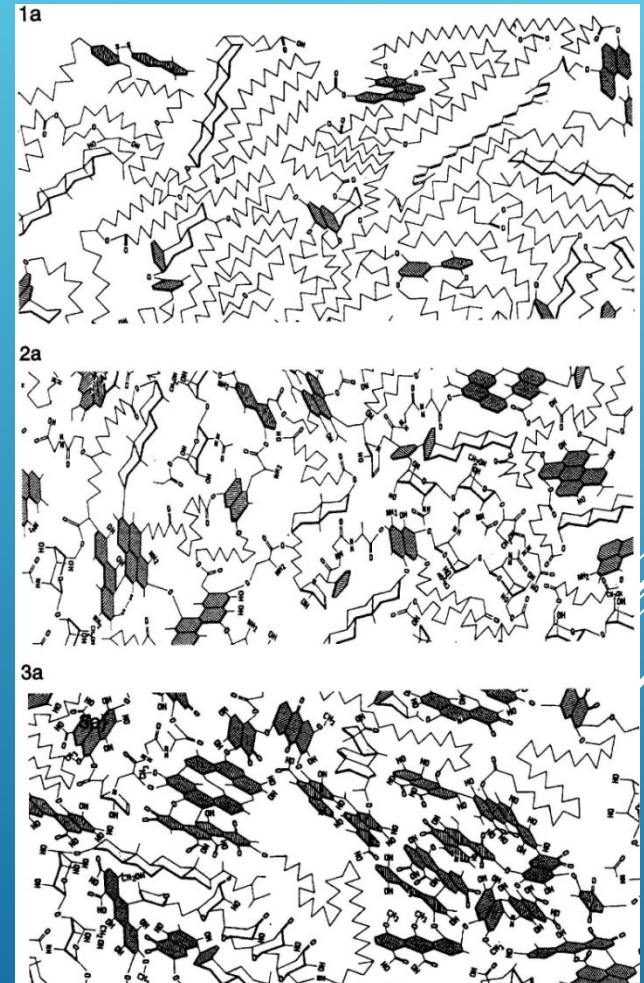
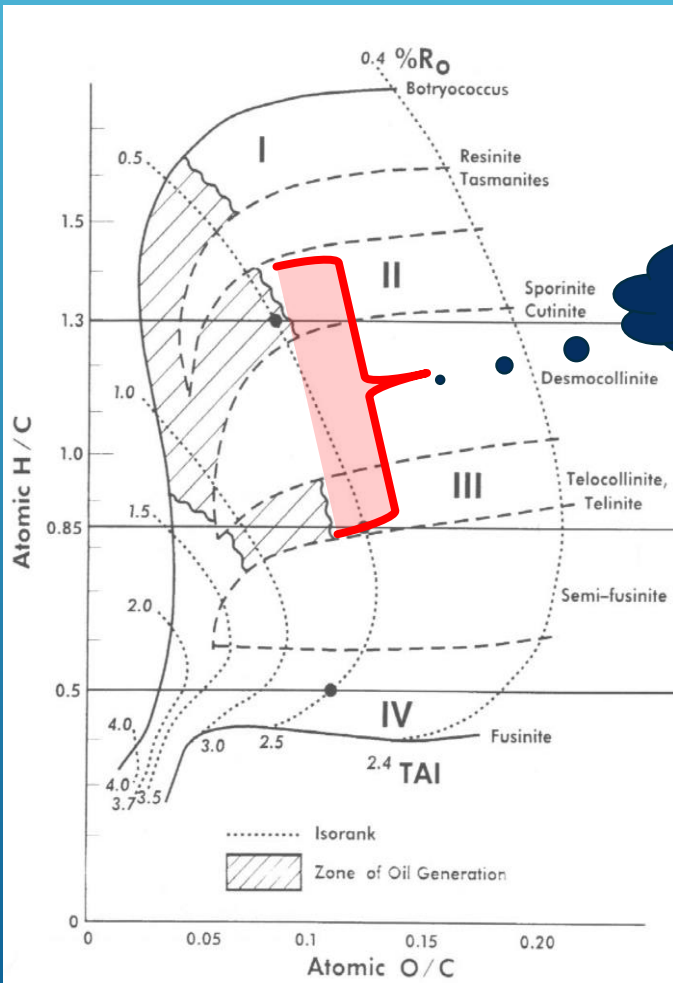
Typ kerogenu - určuje ropo-plynový potenciál

Kerogen Type I


PLYN

Kerogen Type II

Kerogen Type III



POHLED SPOLEČNOSTI

- ▶ Levný břidlicový plyn způsobí plýtvání energií
 - ▶ Těžba ovlivňuje kvalitu podzemní vody
 - ▶ Těžba způsobuje výstup plynů do zvodní
- 
- A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying lengths, slanted upwards from left to right, located in the bottom right corner of the slide.

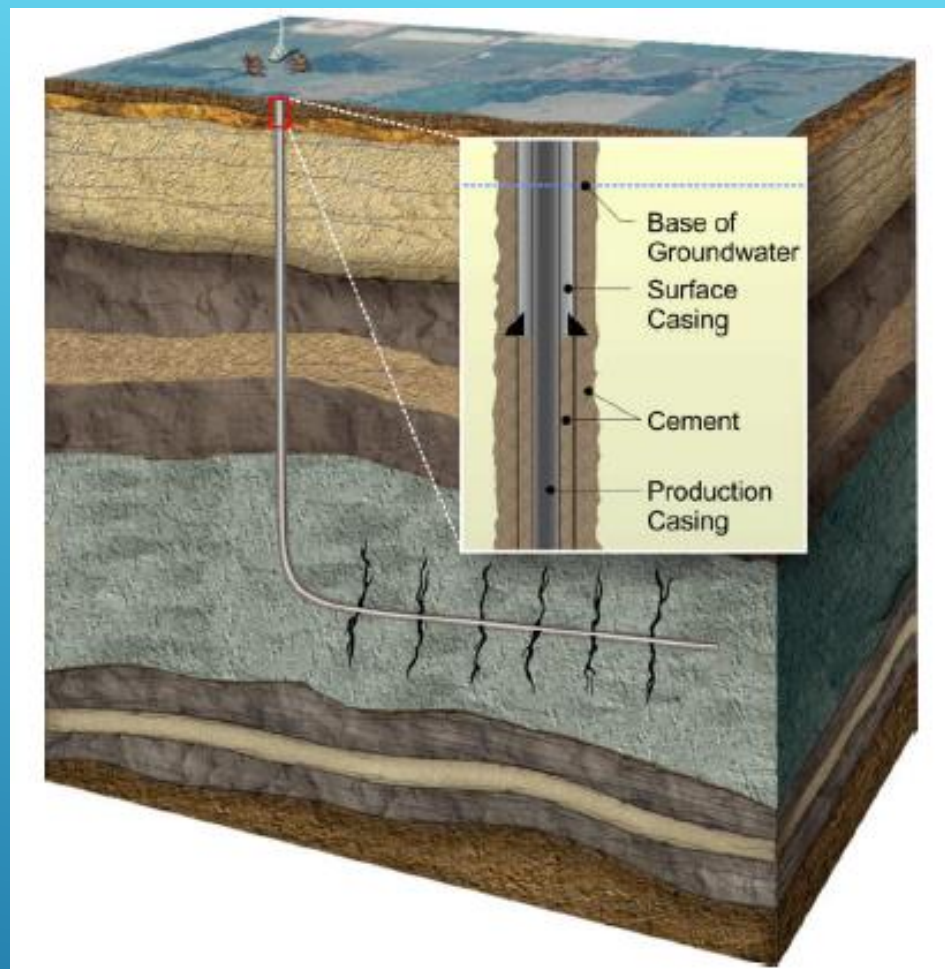
Břidlicový plyn – krok za krokem

1. Vyhledávání – kolik plynu je přítomno ve vrstvě?
2. Průzkum – kolik plynu je těžitelného?
3. Těžba – komerční produkce břidlicového plynu



ZÍSKÁNÍ BŘIDLICOVÉHO PLYNU

- ▶ **Hydraulické štěpení**
 - ▶ **Horizontální vrtání – vrtání ve vrstvě – maximální dosah štěpení**
 - ▶ **Hydraulické štěpení (“frakování”) – zvýšit množství plynu který může být extrahován – těžba**
 - ▶ **Vrt je vyztužen ocelovými pažnicemi**



HISTORIE – HYDRAULICKÉ ŠTĚPENÍ

Od r. 1860
Intenzifikace
těžby

- Ropa
- Plyn
- Voda



+ 75 (90)%

- Nitroglycerin
- Kyselina
- Benzin +
palmový olej
- Ropa
- + písek
- 1953 - gely



1950, Vtláčení motorem Allison
letecký motor, 2. svět. válka

HYDRAULICKÉ ŠTĚPENÍ

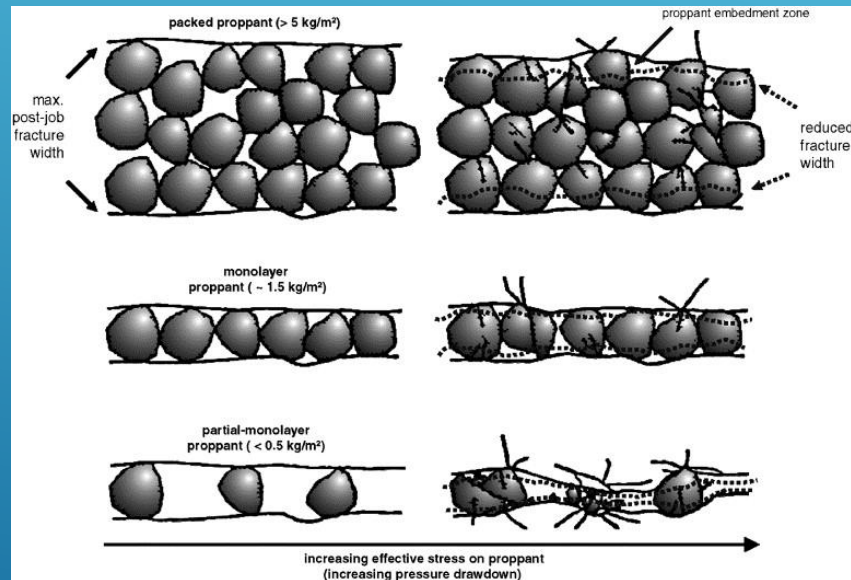
Historie: cca 2,8 m³ kapalin + 180 kg písku

Dnes: cca 227 m³ kapalin + 45 t písku



Proppant

- Písek
- Plastové kuličky
- Ocelové broky
- Zrna bauxitu
- Zrna zirkonu



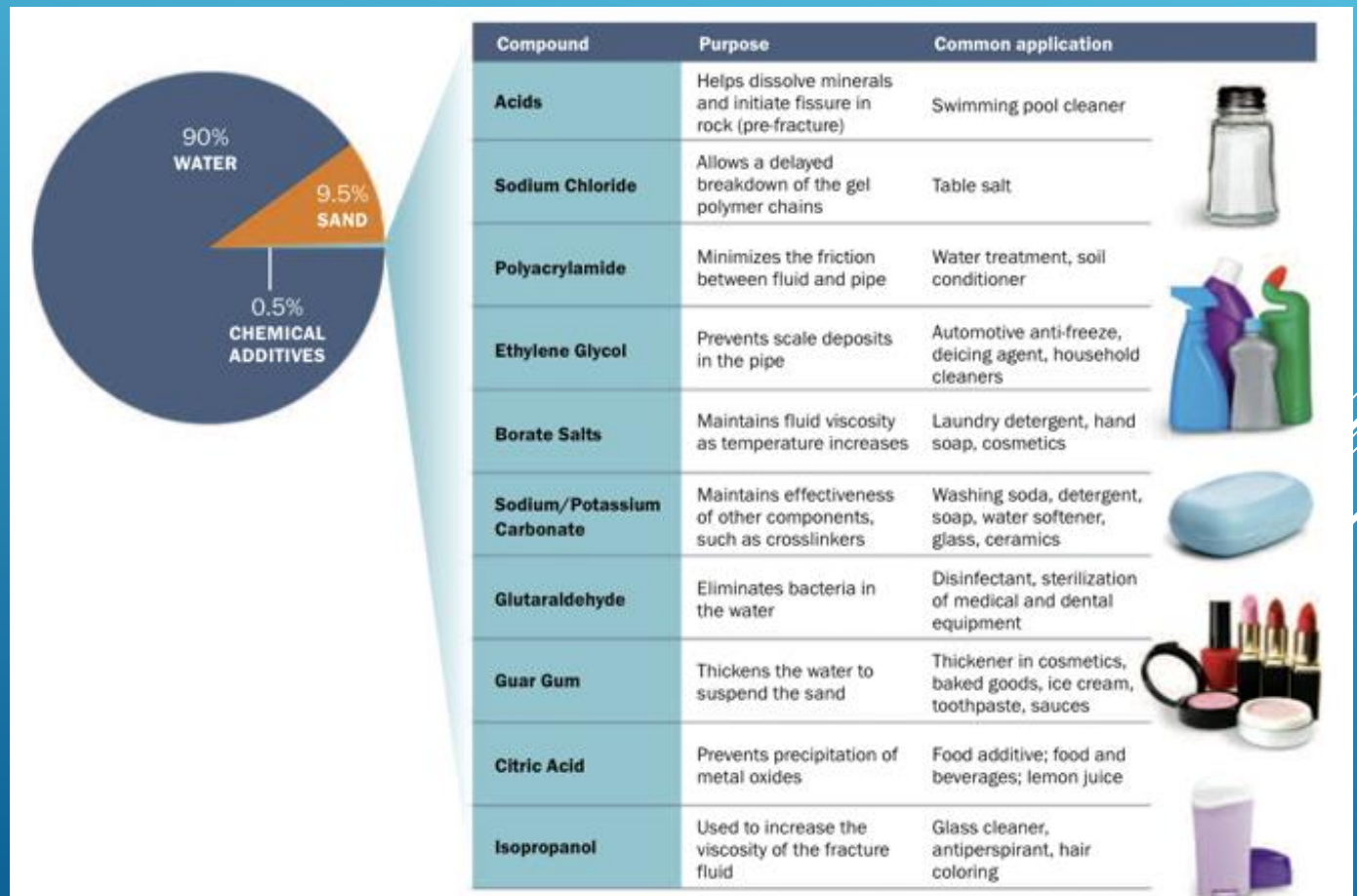
Nároky

- Teplota
- Tření
- Cena

> 98% H₂O + aditiva 600-2400 kg/m³

1976 – Othar Kiel
16 000 l/min
700 kPa – 140 MPa

- ▶ Voda, písek a aditiva
- vznik vlasových trhlin, které umožní uvolnění plynu
- frakovací fluida se mohou vrátit zpět jako tzv. (“flow back” fluid)
- uvolněný plyn může hořet, vzplanout nebo být odveden při průzkumu a těžbě



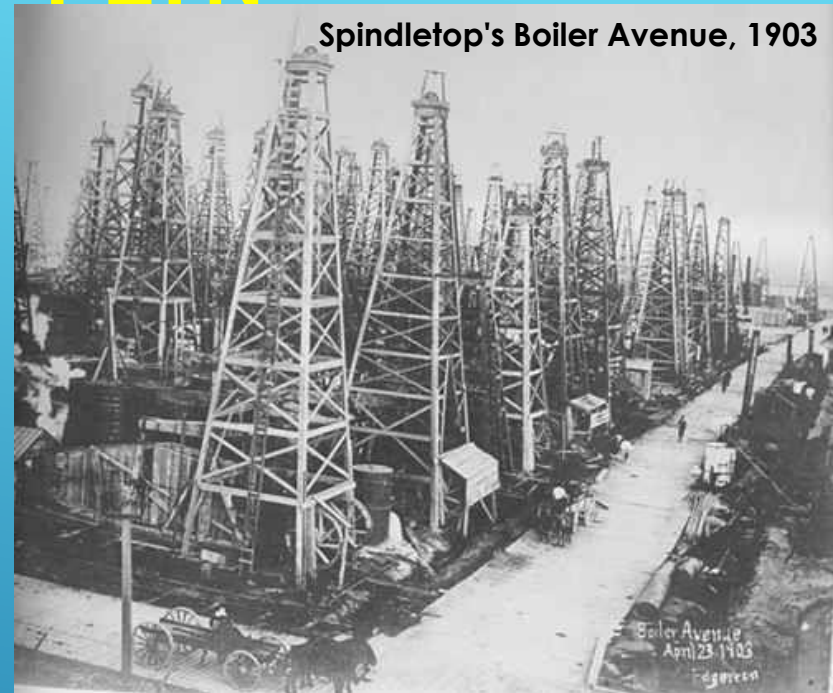
HISTORIE – BŘIDLIČNÝ PLYN

USA – 1825

1. vrt do břidlic,
které
uvolňovaly
plyn

Dalších 30 let
rozvoj techniky

ROPA ... ROPA+PLYN ... PLYN



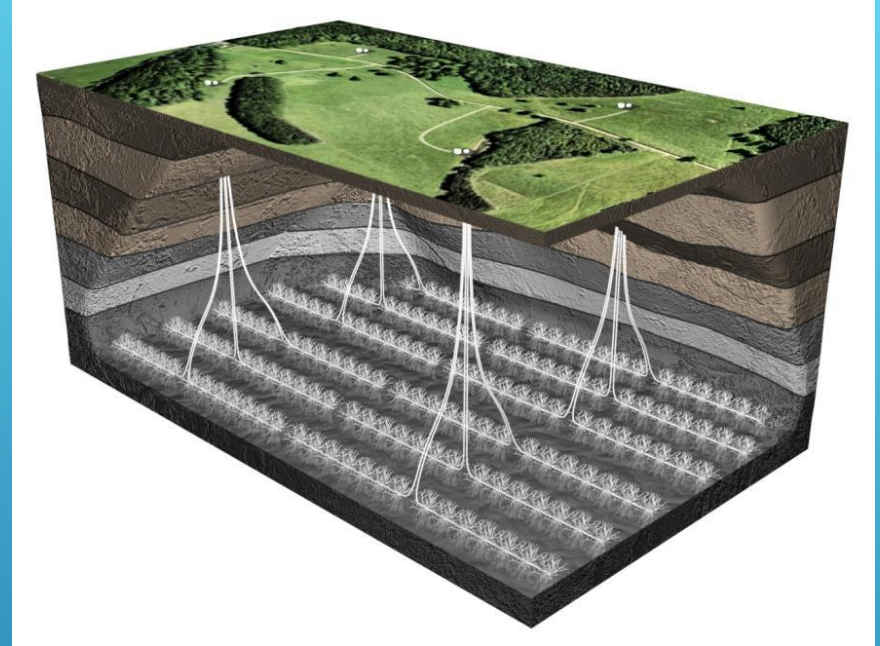
HYDRAULICKÉ ŠTĚPENÍ



14 Oilfield Service

JAK VYPADÁ TĚŽBA BŘIDLICOVÉHO PLYNU ?

- Plocha ca. 2 ha
- Jeden vrt pokryje cca 2,000 metrů horizontálně
- po vyvrtání – zůstane je těžební zařízení

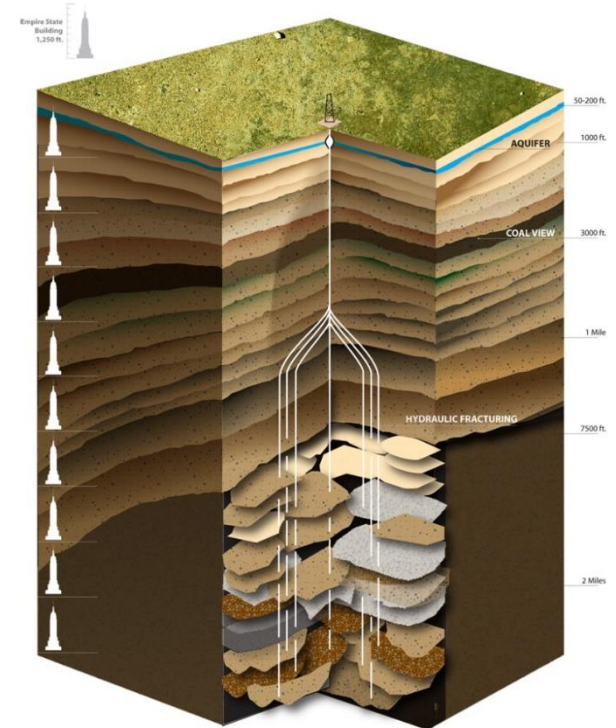


Drilling



Frac Suite on Preese Hall-1



Going Deep:WELL STIMULATION TECHNOLOGY DEPLOYED
THOUSANDS OF FEET BELOW THE WATER TABLE.

Podzemní voda

Štěpení se děje v hloubce 2 000 – 3 000 m.
Zvodně se vyskytují v mělkých hloubkách
(do 100 m)

Naštepění se projevuje obvykle
v dosahu do 350 m

- Utajené a neznámé problémy se projeví
- Aktivity regulovány a posuzovány orgány státní správy orgánů
- Neexistence detailní studie před počátkem těžby

Povrchová voda



Kontaminace povrchových vod,
půdy

„Flowback water“

Obsahuje minerály, aditiva

- Recyklace a čištění vod

Zdroje – nekontrolované úniky
provozních a frakovacích fluid

Skladování

Monitoring



SPOTŘEBA VODY V OBLASTECH S AKTIVNÍ TĚŽBOU BŘIDLÍČNÉHO PLYNU

Table 2.6 Comparative Water Usage in Major Shale Plays

Play	Public Supply	Industrial/ Mining	Irrigation	Livestock	Shale Gas	Total Water Use (Bbbls/yr)
Barnett TX	82.7%	3.7%	6.3%	2.3%	0.4%	11.1
Fayetteville AR	2.3%	33.3%	62.9%	0.3%	0.1%	31.9
Haynesville LA/TX	45.9%	13.5%	8.5%	4.0%	0.8%	2.1
Marcellus NY/PA/WV	12.0%	71.7%	0.1%	<0.1%	<0.1%	85.0

Source: ALL Consulting

- Produkce metanu, VOC, nebezpečných látek a skleníkových plynů.
- Metan má 25x vyšší účinnost než CO₂
- Emise z plynu jsou poloviční ve srovnání s uhlím
- Nedostatek dat na zhodnocení

EMISE DO OVZDUŠÍ

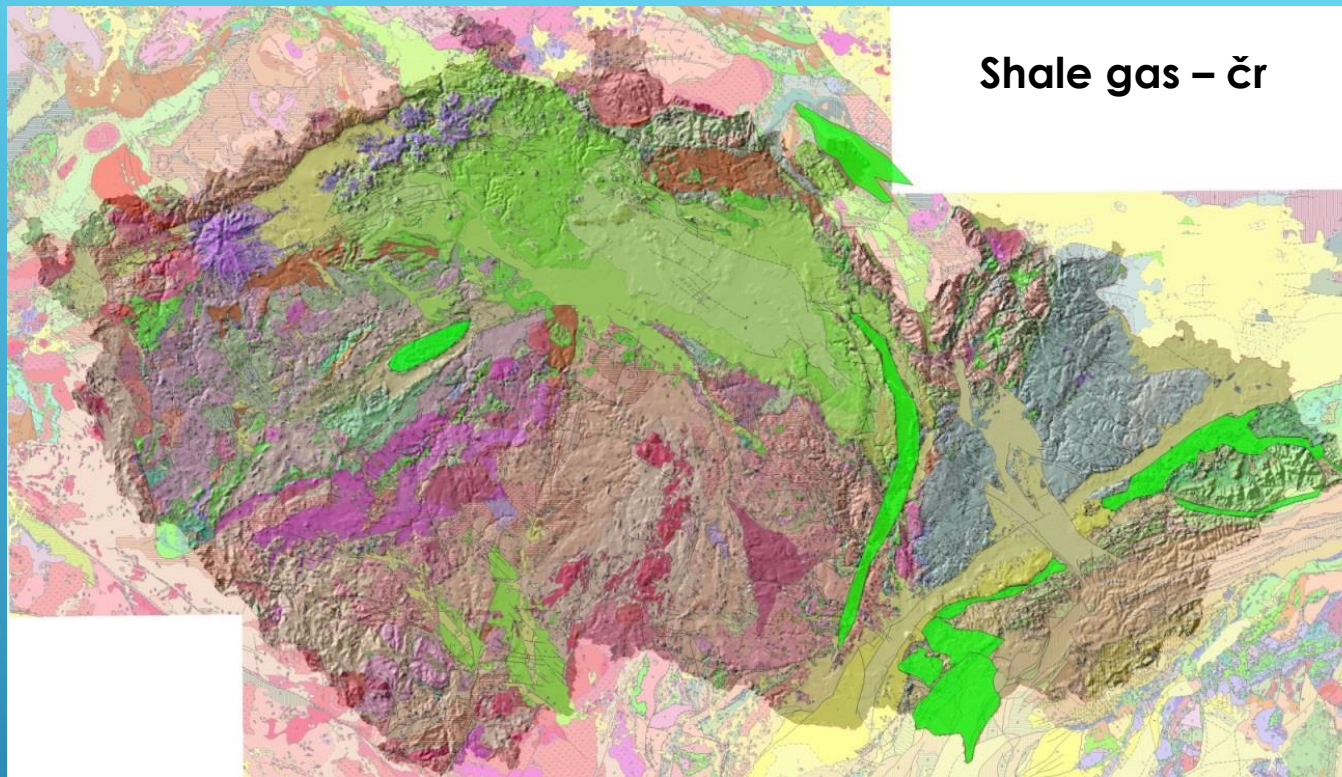


Břidlicový plyn ČR

– hodnocené parametry

1. Typ organické hmoty, její zralost - zdrojová hornina
2. Mineralogie a permeabilita matrix
3. Současná hloubka a architektura
4. Tektonická porušenost
5. Obsah vázaného plynu
6. Porozita, gas/water saturation





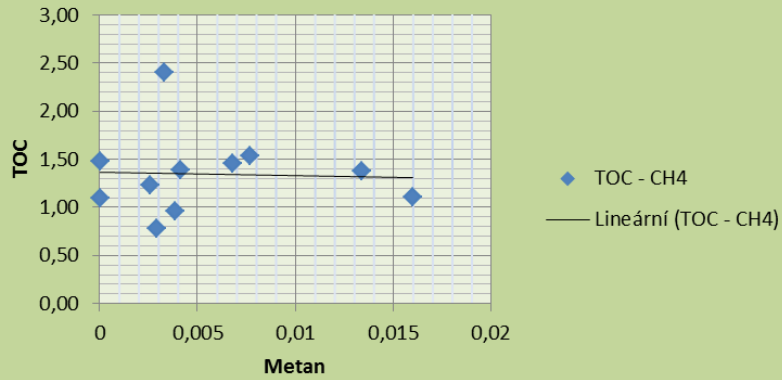
Nekonvenční zemní plyn z břidlic (NZPB) Dvořáková et al. (2011)

- Vyčlenily oblasti potenciálního zájmu

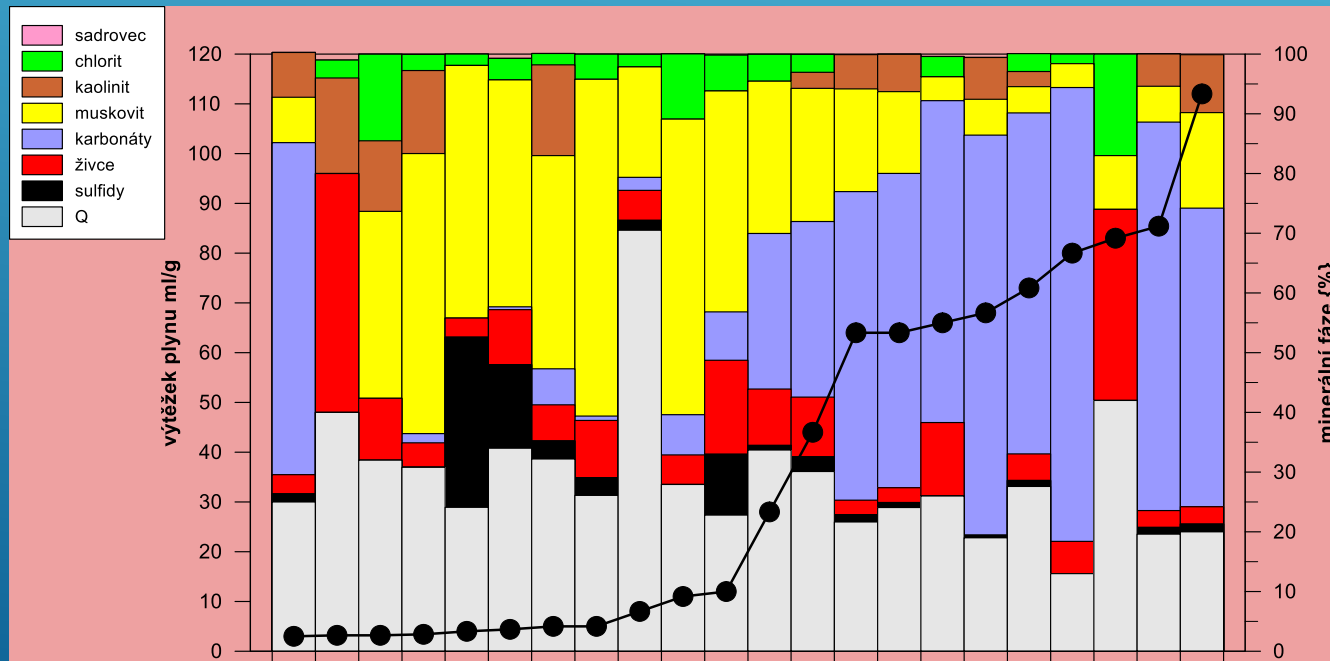
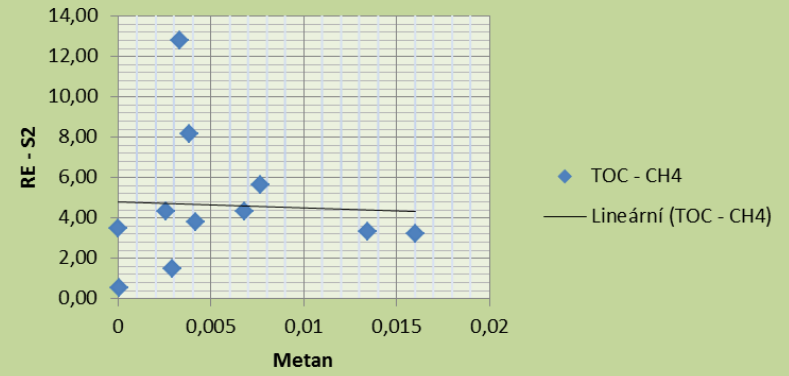
ALE byly vymezeny na základě archívních analýz:

- 30 let staré
- provedeny na hodnocení konvenční ropy a zemního plynu

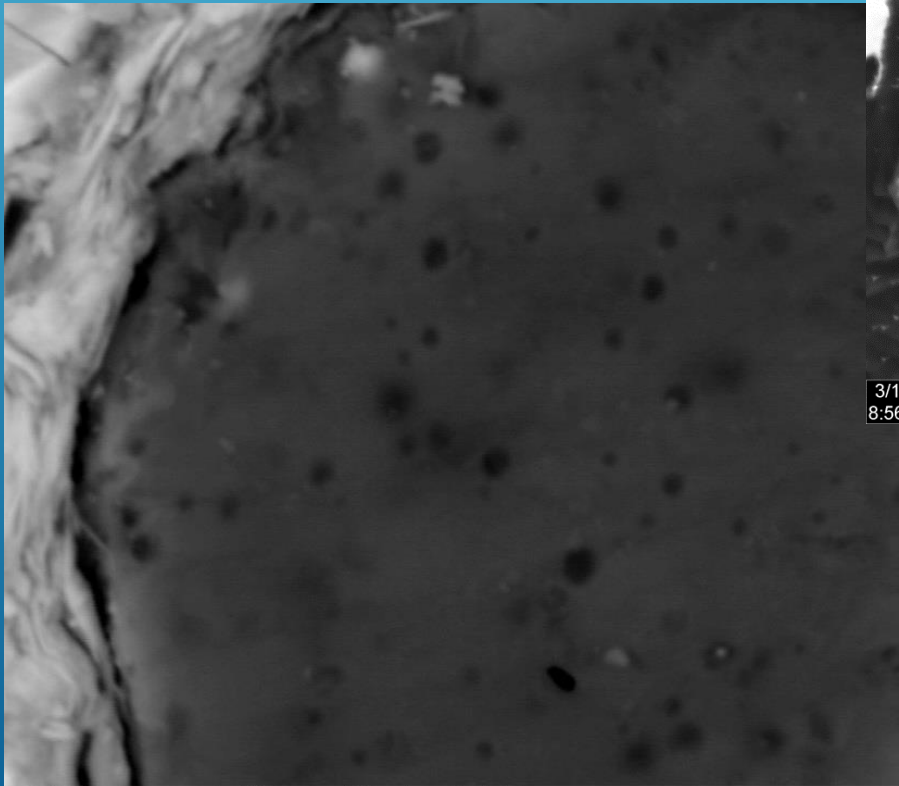
TOC - CH4 výtěžek



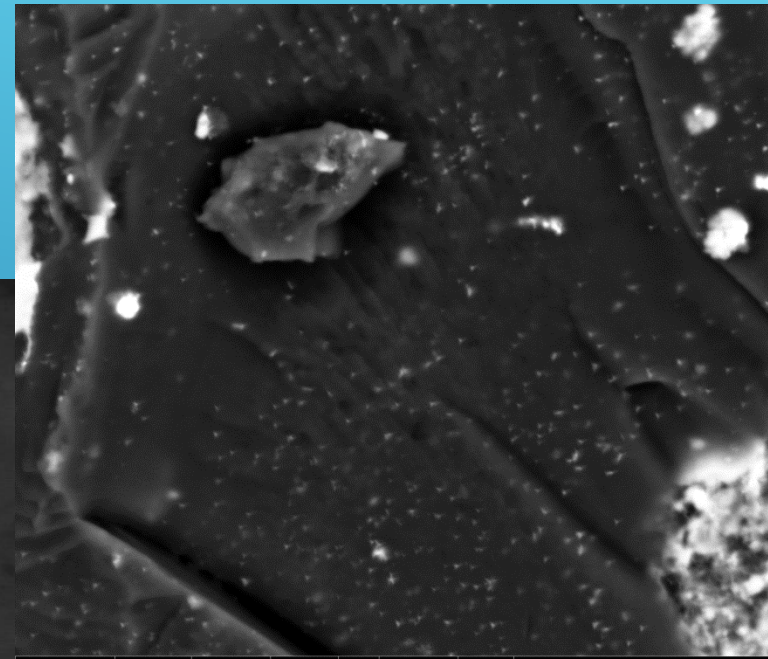
S2 - CH4 výtěžek



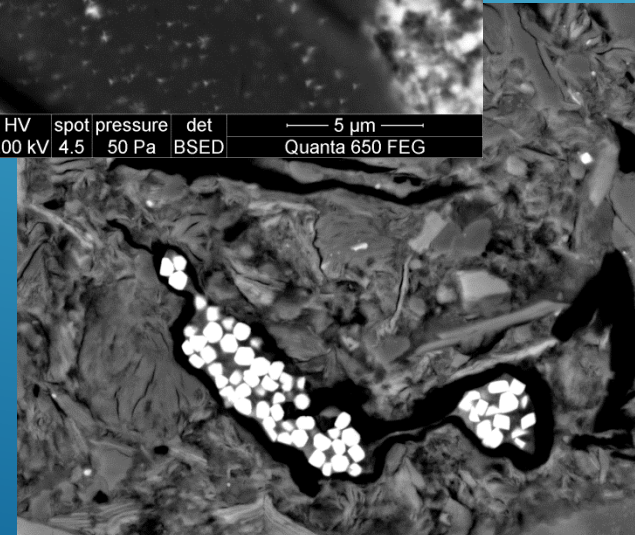
Charakter vazby plynu



9/6/2012	mag □	WD	HV	spot	det	5 μm
3:35:20 PM	23 331 x	11.4 mm	15.00 kV	6.0	BSED	Quanta 650 FEG



3/11/2013	mag □	WD	HV	spot	pressure	det	5 μm
8:56:55 PM	10 765 x	10.4 mm	9.00 kV	4.5	50 Pa	BSED	Quanta 650 FEG



1/31/2013	mag □	WD	HV	spot	pressure	det	10 μm
4:10:24 PM	6 263 x	9.3 mm	11.00 kV	5.0	75 Pa	BSED	Quanta 650 FEG