

## C9500 Užitá chemie

2. lekce

# Neobnovitelné zdroje energie

Mgr. Ing. Radka Kopecká, Ph.D.

[175344@mail.muni.cz](mailto:175344@mail.muni.cz)

# Surovinová základna chemie

**Surovinou** obvykle označujeme vytěženou neústrojnou (anorganickou) látku, vypěstovanou ústrojnou (organickou) látku rostlinného nebo živočišného původu, které dosud nebyly nijak zpracovány a nachází se tak v původním přírodním stavu i tvaru.

## Základní přírodní suroviny

Podle původu rozdělujeme suroviny chemického průmyslu:

1. **Nerostné**
2. **Fosilní**
3. **Rostlinné**
4. **Živočišné**
5. **Odpadní suroviny**

# Zdroje energie

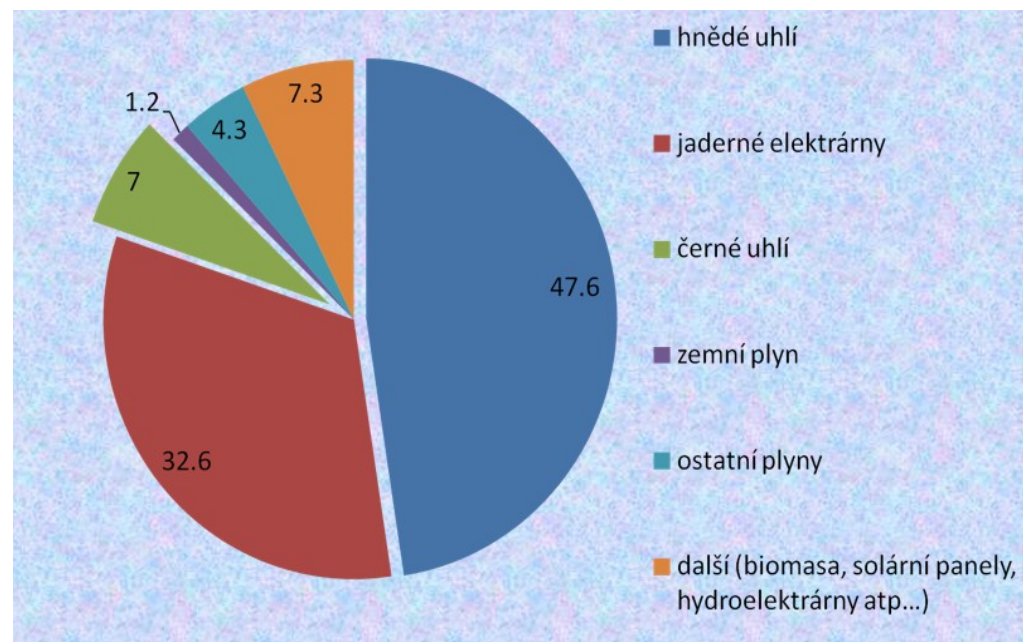
- **Neobnovitelné zdroje energie** jsou zdroje energie, jejichž vyčerpání je očekáváno v horizontu maximálně stovek let, ale jejichž případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle. K tradičním neobnovitelným zdrojům patří fosilní paliva - uhlí, ropa, zemní plyn, adt.
- **Obnovitelné zdroje energie** jsou zdroje energie, které se v lidském časovém měřítku přirozeně obnovují. Patří mezi ně sluneční záření, vítr, déšť, příliv, vlny a geotermální teplo, biomasa, atd.



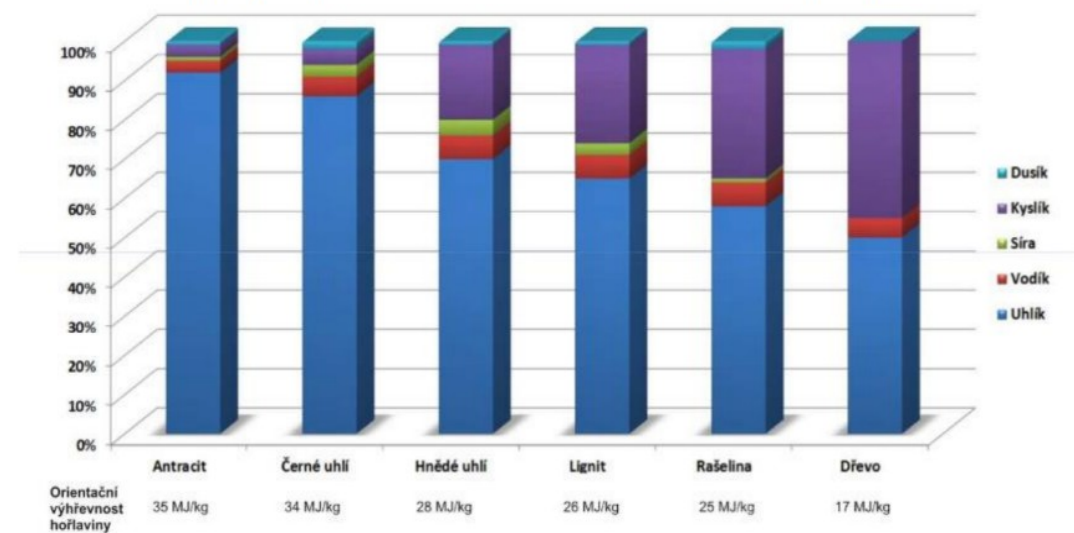
# Důležité fosilní organické suroviny chemického průmyslu

Fosilní palivo je nerostná surovina, která vznikla přeměnou odumřelých rostlinných či živočišných těl bez přístupu vzduchu. Patří sem zejména **ropa, uhlí a zemní plyn**.

Graf paliva v roce 2010 v ČR



Čím je palivo geologicky starší, tím obsahuje více uhlíku a méně kyslíku. Velice názorný je graf prvkového složení hořlaviny různých paliv.



Podle stupně prouhelnění můžeme sestavit následující řadu: dřevo-rašelina-lignit-hnědé uhlí-černé uhlí-antracit.

# Ekologie

- Znečišťují životní prostředí, ovzduší, podílí se na skleníkovém efektu, znečišťují veškeré vodstvo.
- I přesto jsou důležitá pro průmysl.



[http://www.youtube.com/watch?v=LAPT62o\\_ANc](http://www.youtube.com/watch?v=LAPT62o_ANc)

# Uhlí

Uhlí je **hořlavá hornina** složená převážně z elementárního **uhlíku**, která vznikla přeměnou biologických materiálů, např. prvohorních přesliček či plavuní (karbon) za vysokých teplot a tlaků.



**Proces uhelnatění:**  $(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow n CO_2 + 3n H_2O + n CH_4 +$

**4n C**  
**Chemické složení uhlí:**

Uhlí je vedle čistého uhlíku je složeno z mnoha organických látek o nejrůznějších molekulových hmotnostech, z dalších prvků v něm nalezneme vodík H, kyslík O, dusík N a síru S.

Kromě toho uhlí obsahuje vždy určitý podíl vody a minerální látky, tzv. popelovinu (= nehořlavé podíly, které spálením přecházejí v popel, př. oxid křemičitý, křemičitany, uhličitany, sírany, fosforečnany).

# Složení uhlí

Představu o množství hořlaviny  $h$ , popeloviny  $A$  a vody  $w$  v uhlí nám poskytují data z hrubého rozboru.

$$h + A + w = 1$$

Hořlavinu můžeme dále rozepsat pomocí prvkového rozboru (index  $h$ ).

$$C^h + H^h + N^h + O^h + S_{spal}^h = 1$$

Pak je složení surového uhlí (index  $r$ ):

$$C^r + H^r + N^r + O^r + S_{spal}^r + A^r + w^r = 1$$

Složení se vyjadřuje ještě v suchém (index  $d$ ) a analytickém vzorku (index  $a$ ).

# Fyzikální vlastnosti uhlí:

## Barva a lesk

Barvy různých uhlí jsou od žluto hnědých, hnědých, šedých až po lesklé či matné černé tóny.

## Spalné teplo, výhřevnost

Teplo, které se uvolní dokonalým spálením jednoho kilogramu paliva při ochlazení spalin na počáteční hodnotu, přičemž zkondenzuje vodní pára, se nazývá spalné teplo  $Q_n^r$ . Pokud by spaliny nezkondenzovaly, jednalo by se o výhřevnost  $Q_i^r$ .

Rozdíl tedy tvoří výparné teplo vody, které je při 20°C 2453,5 kJ.kg<sup>-1</sup>. Jedná se o vodní páru jak z paliva, tak vodní páru vzniklou spalováním vodíku.

$$Q_i^r = Q_n^r - (w^r + 9 \cdot H^r) \cdot 2453,5 \quad [kJ \cdot kg^{-1}]$$

Jak je vidět, vysušením se dá zvýšit výhřevnost paliva, jelikož dojde ke zvýšení podílu hořlaviny a zároveň k úbytku vody v palivu. Hodnoty výhřevnosti a spalného tepla se tedy přibližují.

Spalné teplo nebo výhřevnost uhlí lze určit i výpočtem z prvkového složení hořlaviny. Výpočtových vzorců je celá řada, nejstarším je vzorec Dulongův. Vzorce nejsou univerzální, platí pouze pro určitá uhlí. Dulongův vzorec je použitelný spíše pro geologicky starší uhlí.

$$Q_i^r = 33,91 \cdot C^r + 121,42 \cdot H^r - 15,18 \cdot O^r + 10,47 \cdot S^r - 2,45 \cdot w^r \quad [MJ \cdot kg^{-1}]$$

Spalné teplo se jinak určuje laboratorně:

- 1g vysušeného uhelného prášku
- Kyslíková atmosféra
- Tlak cca 2,5 MPa
- Kalorimetrická bomba ponořená ve vodní lázni
- Ohřev vodní lázně  $\approx$  spalné teplo
- Korekce hodnoty





# Energie z uhlí

Uhlí se těží a jako surovina může být buď přímo páleno jako zdroj energie či dále zpracováno.

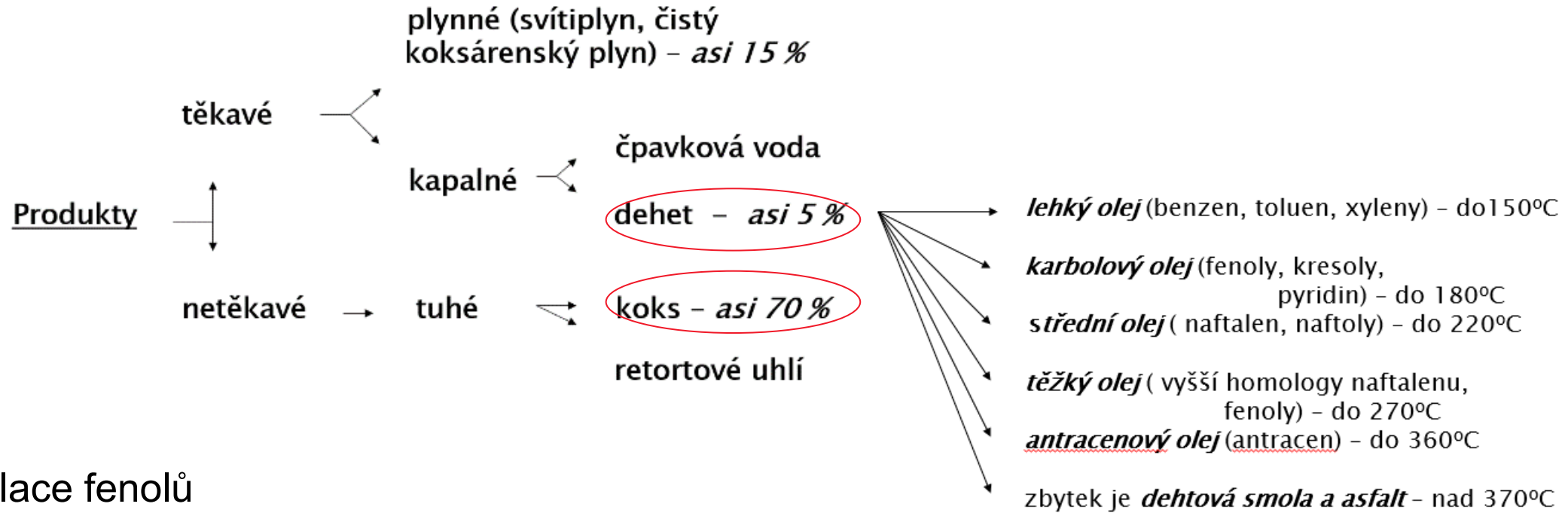
Principiálně lze k výrobě chemických primárních výrobků z uhlí použít tyto postupy:

- 1) karbonizace uhlí
- 2) zplyňování uhlí na syntézní plyn ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) a jeho přeměnu na základní organické chemikálie
- 3) hydrogenace nebo hydrogenační extrakce uhlí

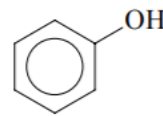
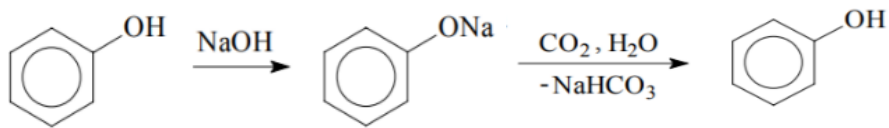
## Karbonizace uhlí

Karbonizace je chemický proces, při kterém se na uhelnou hmotu působí teplem za nepřístupu kyslíku. V průběhu karbonizace dochází k rozkladu uhelné hmoty a k složitým přeměnám primárně vznikajících produktů. Postupným zahříváním dochází k chemickým reakcím a fyzikálním změnám.

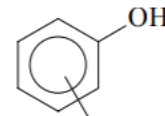
Hlavními produkty karbonizace jsou koks (téměř čistý uhlík), uhelný dehet a karbonizační plyn.



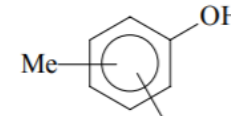
## Izolace fenolů



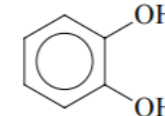
fenol



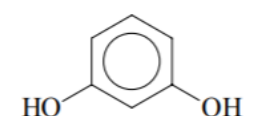
kresol



xylenol



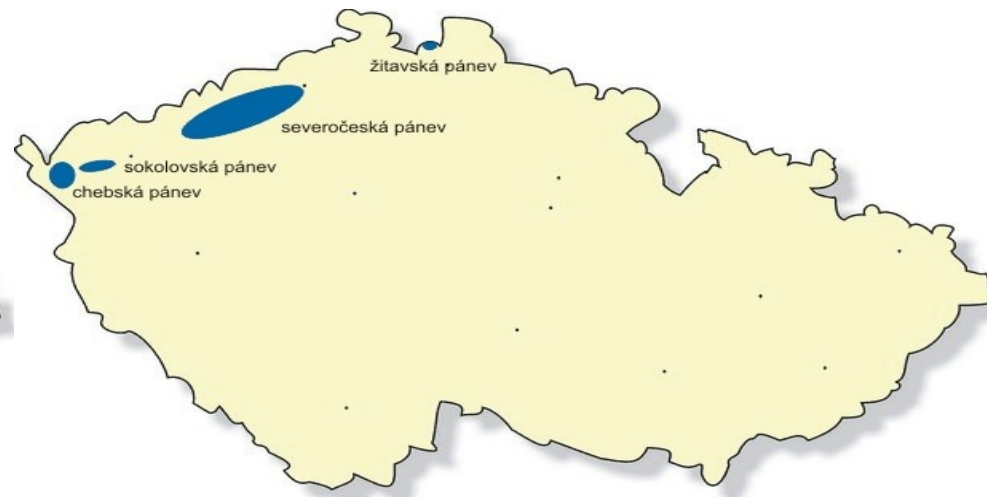
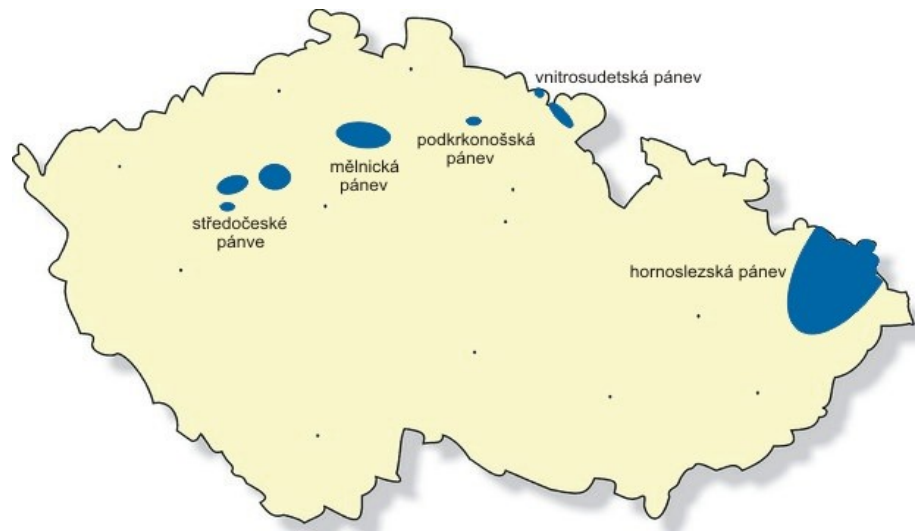
pyrokatechol



resorcinol

# Typy uhlí

- **Černé uhlí**
- **Hnědé uhlí**
- **Antracit**



# Ropa

Ropa hýbe světem.



Ropa je hnědá až černá fosilní kapalina, která se vytvořila před mnoha miliony let rozkladem rostlinné a živočišné hmoty, zejména mořského původu.

## Chemické složení

Je tvořená směsí kapalných, pevných a plyných uhlovodíků s menším množstvím sloučenin kyslíku, dusíku, síry a vysokomolekulárních látek.

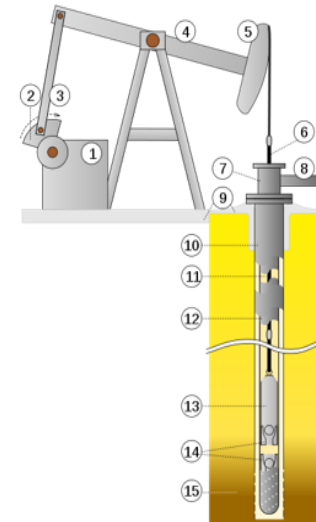
- Uhlík 84 – 87 %
- Vodík 11 – 14 %
- Kyslík , dusík, síra 2 – 3 %

## Získává se z ní:

- benzín
- petrolej (palivo letadel)
- plyný olej (Dieslové motory)
- mazut (k topení na lodích)
- některé léky, hnojiva, pesticidy

Schéma těžební věže

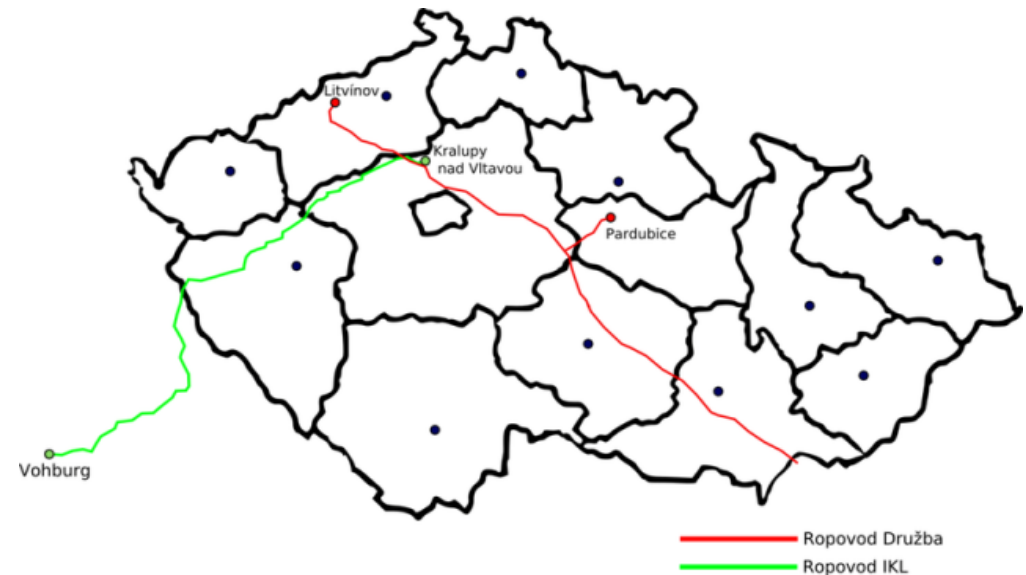
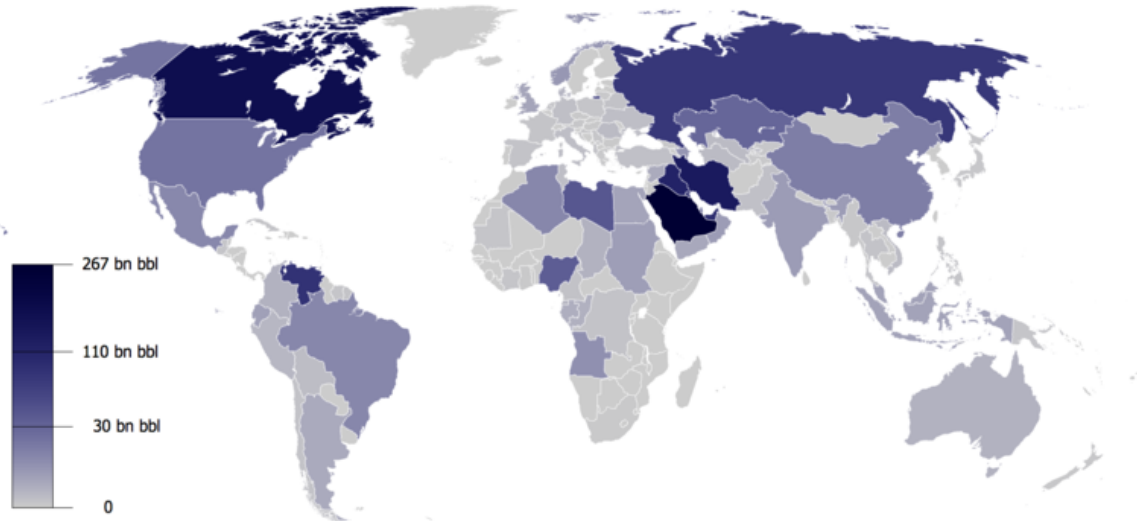
- ▶ 1. Motor
- ▶ 2. Protiváha – závaží
- ▶ 3. Ojnice
- ▶ 4. Hlavní rameno
- ▶ 5. Hlava
- ▶ 6. Lano
- ▶ 7. Ústí vrtu
- ▶ 8. Ropovod
- ▶ 9. Betonový základ
- ▶ 10. Vnější plášť
- ▶ 11. Táhlice
- ▶ 12. Potrubí
- ▶ 13. Čerpadlo
- ▶ 14. Ventily
- ▶ 15. Ropné písky



Ropa se těží ropnými vrty, ze kterých je na povrch vytlačována samočinně nebo pumpami.



Největší naleziště ropy se nacházejí v okolí Perského a Guinejského zálivu, Kaspického moře a v oblastech Severní a Střední Ameriky, Indonésie, Sahary a Sibíře.



# Zemní plyn

Zemní plyny = směs plynů, převážně **methanu CH<sub>4</sub>**, ale i nižších alkanů (**ethanu C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>**, **propanu C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>**, **butanu a isobutanu C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>**), **oxidu uhličitého CO<sub>2</sub>**, **dusíku N<sub>2</sub>** a případně i **helia He** (zdrojem helia na Zemi).

Zemní plyn je často pro svoji výhřevnost využíván jako palivo a **zdroj energie**.



Vznikl současně s ropou, uhlím.

Využití:

topení, svícení, pohonné palivo pro automobily

**Výhody:** Levné, splňuje emisní limity

**Nevýhody:** Vyšší náklady na vozidla (přestavba, zakoupení nového), prostorná tlaková nádrž

Můžeme jej tankovat ve formě:

- a) stlačeného plynu CNG
- b) zkapalněného plynu LNG



V ČR jezdí 1 000 aut

# Jaderná energie

JE založena na získávání energie z jádra atomu.

Jaderné reakce jsou doprovázeny radioaktivitou.

## Suroviny pro jadernou energetiku

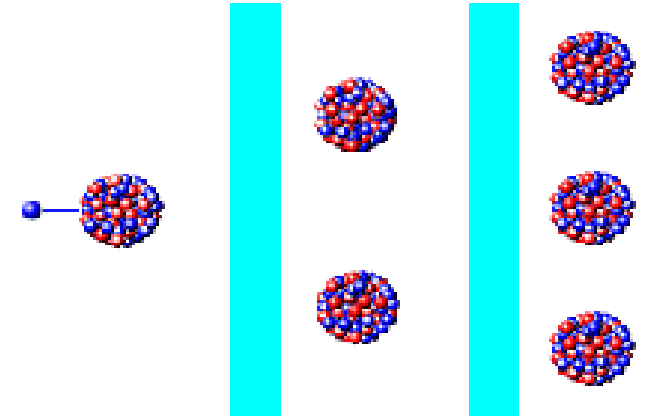
Základním palivem současné jaderné energetiky je zejména uran. V přírodě se vyskytuje ve třech izotopech:  $^{234}\text{U}$  (z celkového množství uranu je ho v přírodě 0,005 %),  $^{235}\text{U}$  (z celkového množství uranu je ho v přírodě 0,74 %),  $^{238}\text{U}$  (z celkového množství uranu je ho v přírodě 99,28 %). V jaderných reaktorech se využívá  $^{235}\text{U}$ .

## Palivový cyklus

Začíná těžbou uranové rudy a jejím chemickým zpracováním. Výroba paliva začíná přeměnou na oxid uraničitý  $\text{UO}_2$ , který se lisuje do malých pelet ). Pelety se vkládají do uzavřených trubek ze zirkonové slitiny a vytvářejí palivové proutky. Svazek palivových proutků tvoří palivovou kazetu.

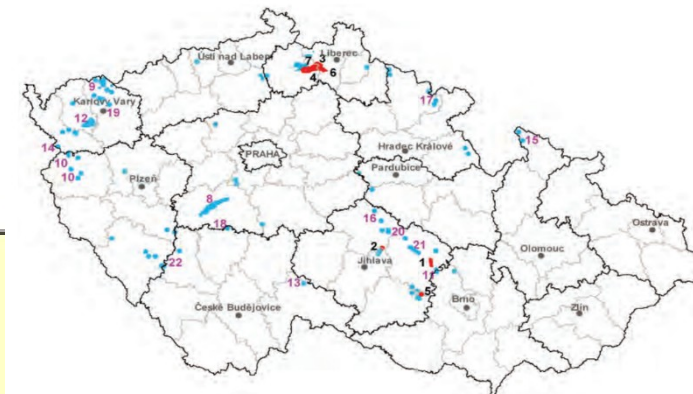
Použité palivo se po několika letech nahrazuje palivem čerstvým a ukládá se do hlubinného úložiště použitého paliva.

Přepracování je v současné době technicky i ekonomicky velmi náročné.



## Jaderný reaktor – PWR (Pressurized light-Water cooled and moderated Reactor)

# Z našich jaderných elektráren



## Dukovany

Počet reaktorů: 4  
Celkový elektrický výkon: 1 720 MW



Areál



Šachta reaktoru



Palivové kazety

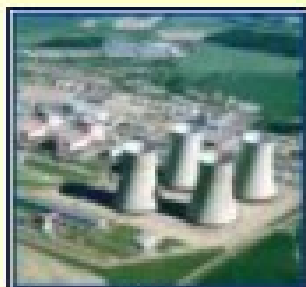


Turbogenerátor

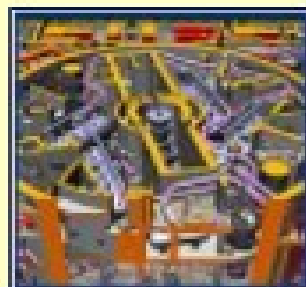
■ výhradní evidovaná ložiska ■ vytěžená ložiska a ostatní zdroje

## Temelín

Počet reaktorů: 2  
Celkový elektrický výkon: 1 962 MW



Areál



Řez kontejnmentem



Chladicí věž



Informační střed.