

## C9500 Užitá chemie

2. lekce

# Zdroje energie – neobnovitelné a obnovitelné

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.

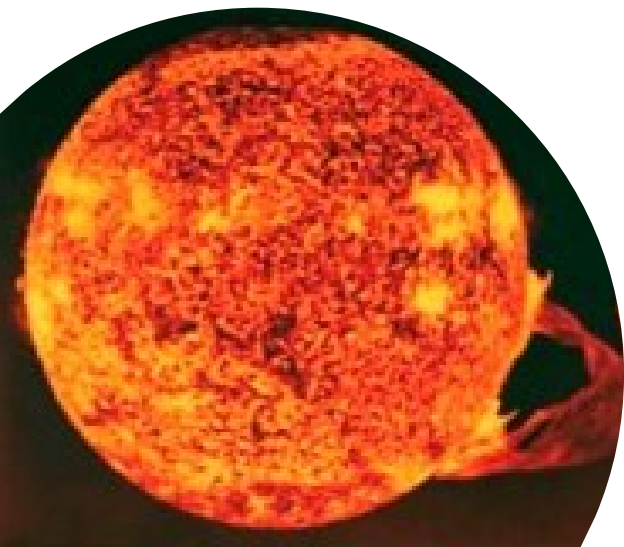
## Základní přírodní suroviny

Podle původu rozdělujeme suroviny chemického průmyslu:

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

# Zdroje energie

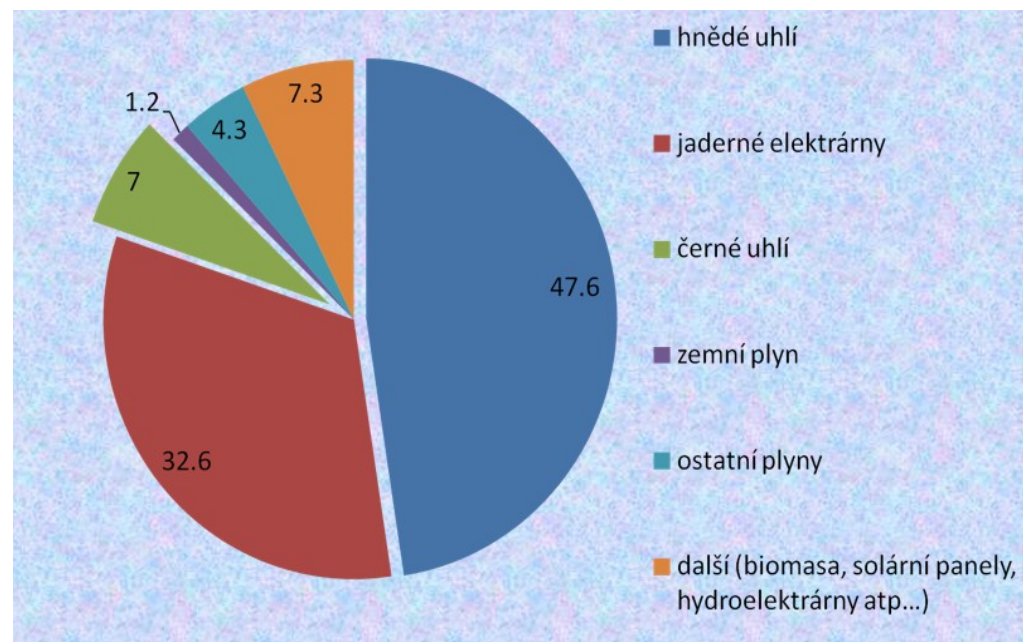
- **Neobnovitelné zdroje energie** jsou zdroje energie, jejichž vyčerpání je očekáváno v horizontu maximálně stovek let, ale jejichž případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle. K tradičním neobnovitelným zdrojům patří fosilní paliva - uhlí, ropa, zemní plyn, atd.
- **Obnovitelné zdroje energie** jsou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



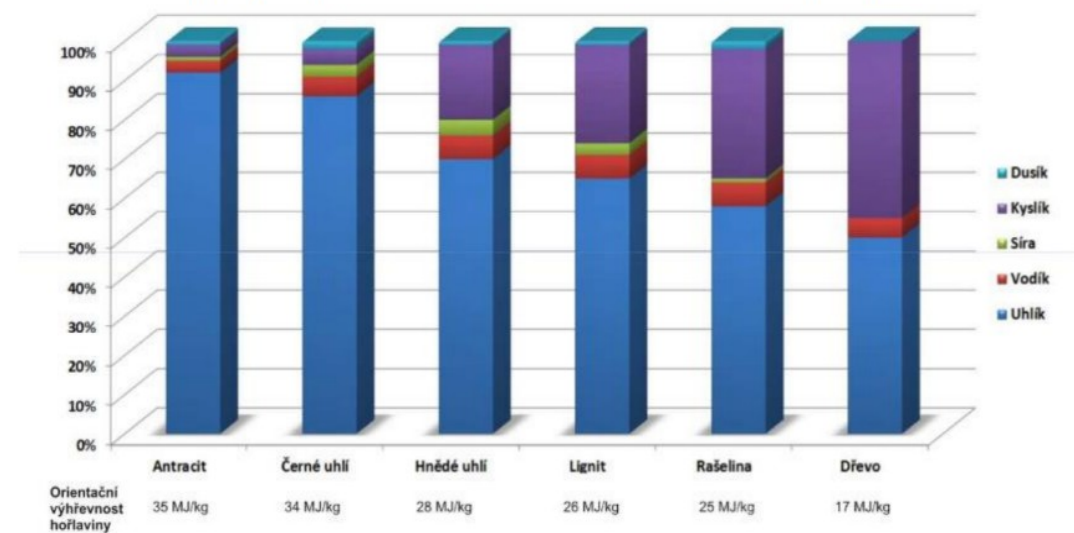
# Důležité fosilní organické suroviny chemického průmyslu

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.

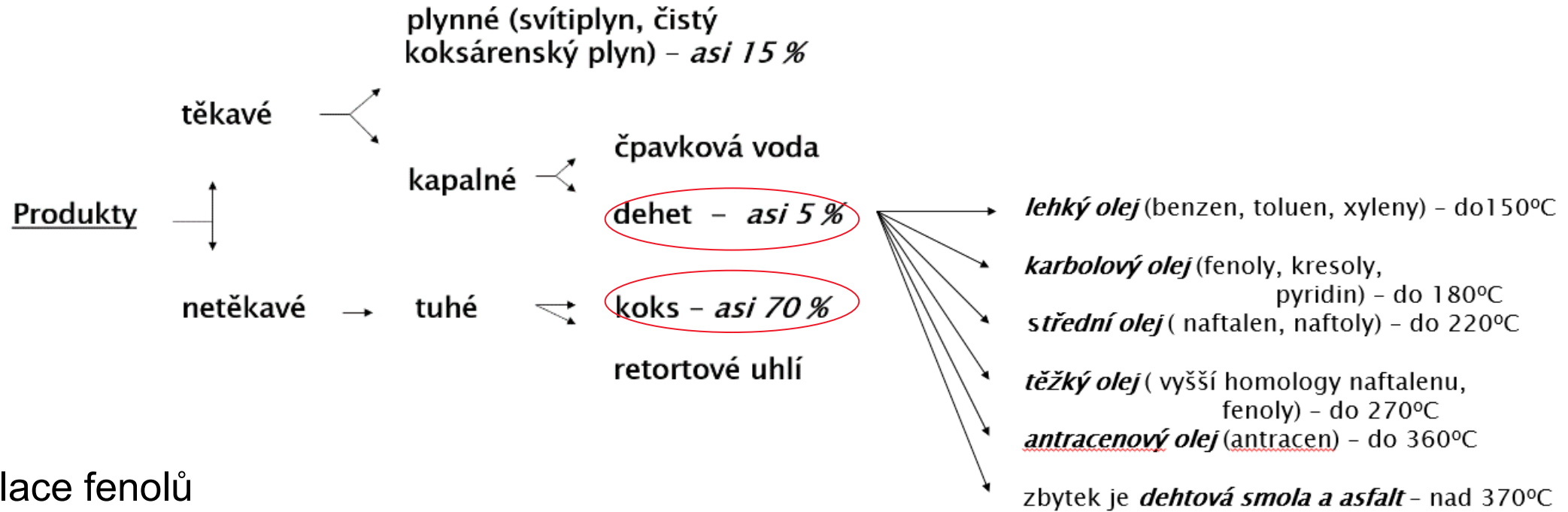
Principiálně lze k výrobě chemických primárních výrobků z uhlí použít tyto postupy:

- 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

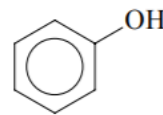
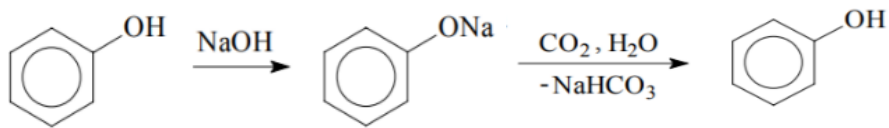
## Karbonizace uhlí

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.

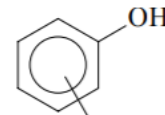
Hlavními produkty karbonizace jsou koks (téměř čistý uhlík), uhelný dehet a karbonizační plyn.



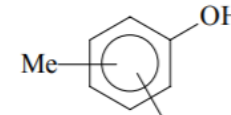
## Izolace fenolů



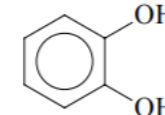
fenol



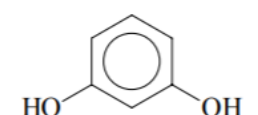
kresol



xylenol



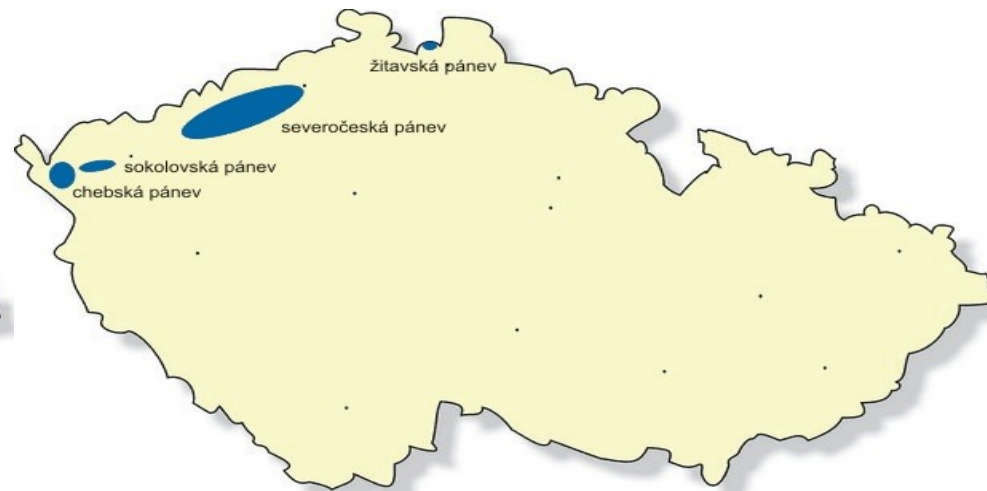
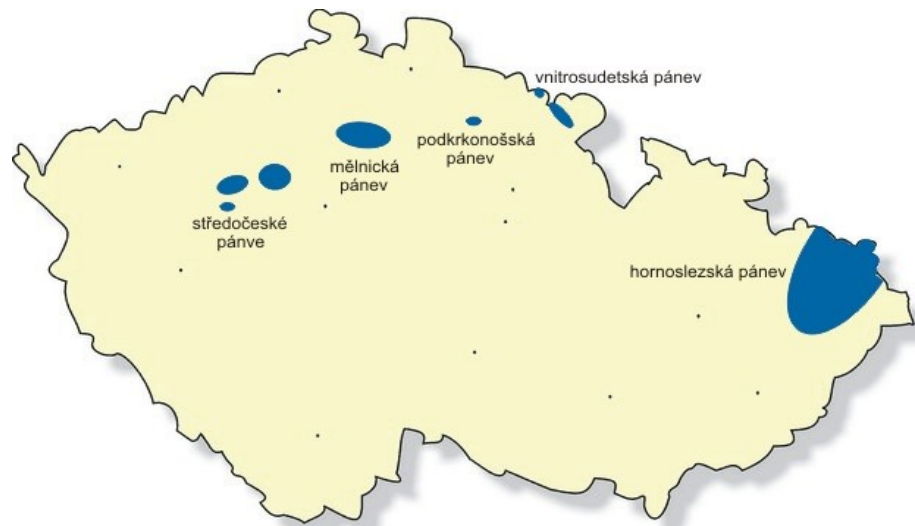
pyrokatechol



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.

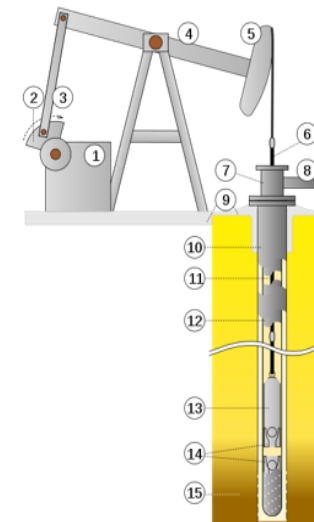
- Uhlík 84 – 87 %
- Vodík 11 – 14 %
- Kyslík, dusík, síra 2 – 3 %

## Získává se z ní:

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

Schéma těžební věže

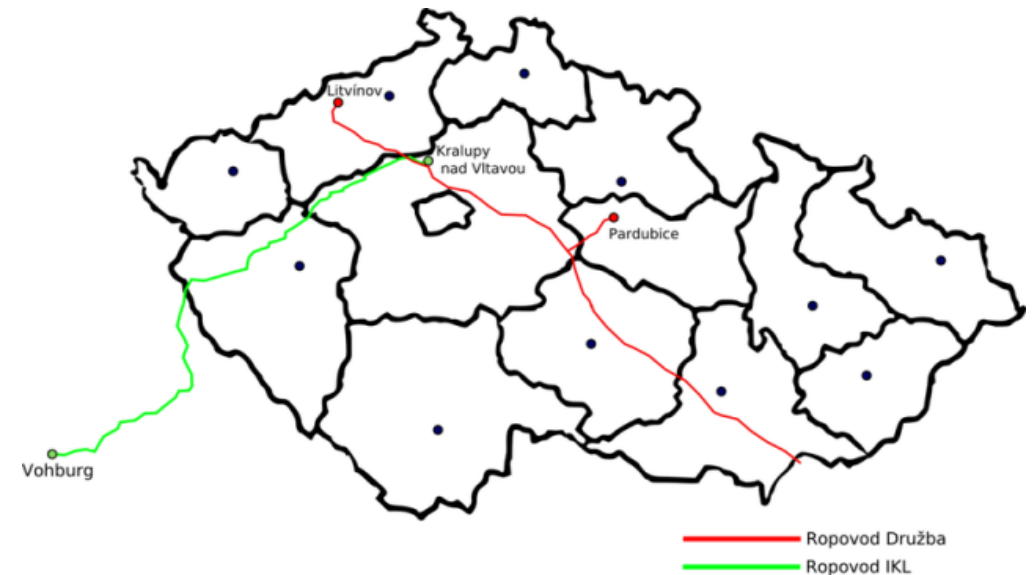
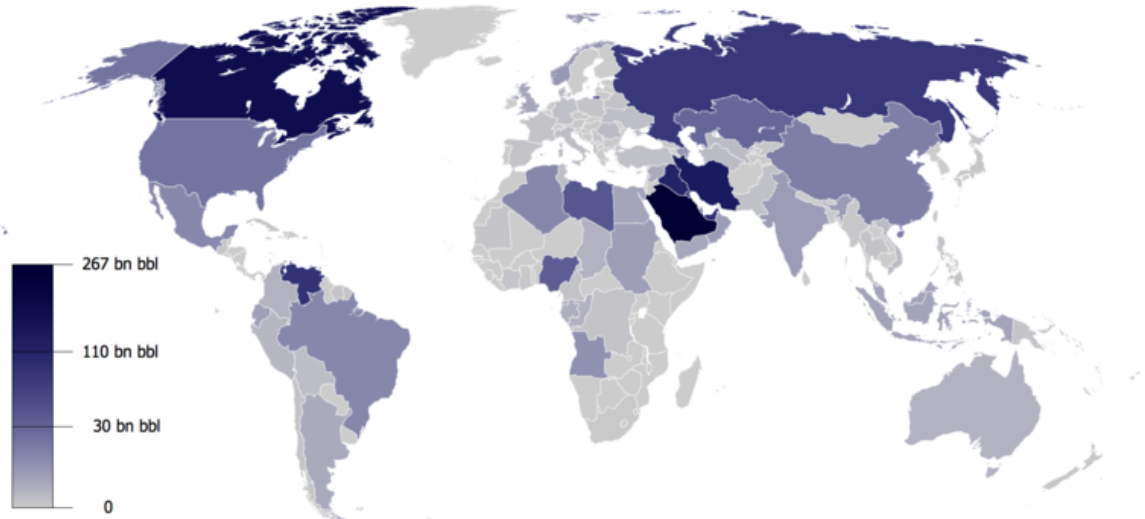
- ▶ 1. Motor
- ▶ 2. Protiváha – závaží
- ▶ 3. Ojnice
- ▶ 4. Hlavní rameno
- ▶ 5. Hlava
- ▶ 6. Lano
- ▶ 7. Ústí vrtu
- ▶ 8. Ropovod
- ▶ 9. Betonový základ
- ▶ 10. Vnější plášť
- ▶ 11. Táhllice
- ▶ 12. Potrubí
- ▶ 13. Čerpadlo
- ▶ 14. Ventily
- ▶ 15. Ropné písky



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

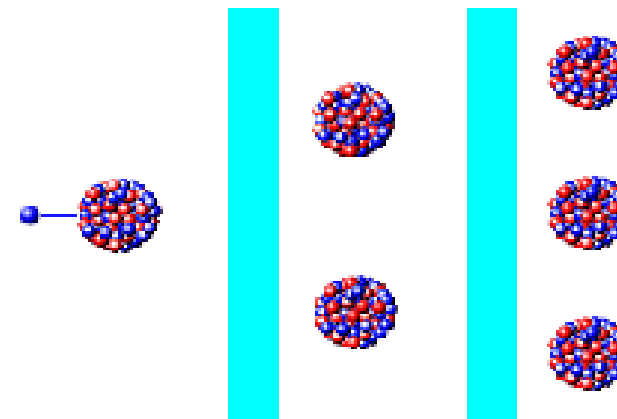
Základním palivem současné jaderné energetiky je zejména uran. V přírodě se vyskytuje ve třech izotopech:  $^{234}\text{U}$  (z celkového množství uranu je ho v přírodě 0,005 %),  $^{235}\text{U}$  (z celkového množství uranu je ho v přírodě 0,74 %),  $^{238}\text{U}$  (z celkového množství uranu je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

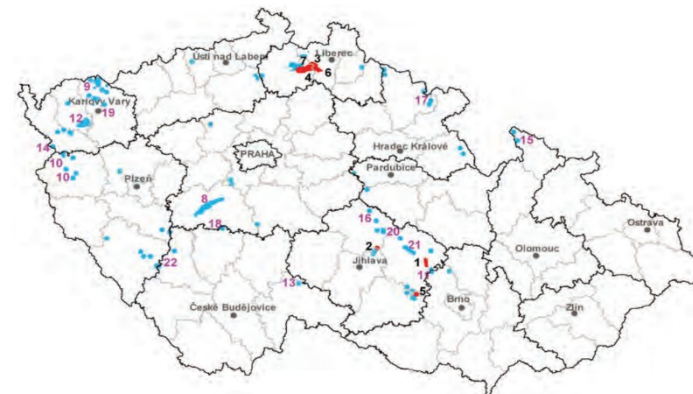
Použité palivo se po několika letech nahrazuje palivem čerstvým a ukládá se do hlubinného úložiště použitého paliva.

Přepracování je v současné době technicky i ekonomicky velmi náročné.



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

# Z našich jaderných elektráren



■ výhradní evidovaná ložiska    ■ vytěžená ložiska a ostatní zdroje

## Dukovany

Počet reaktorů: 4  
Celkový elektrický výkon: 1 720 MW



Areál



Šachta reaktoru



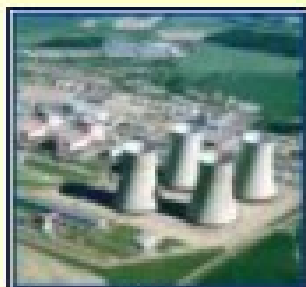
Palivové kazety



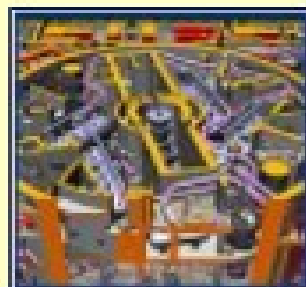
Turbogenerátor

## Temelín

Počet reaktorů: 2  
Celkový elektrický výkon: 1 962 MW



Areál



Řez kontejnmentem



Chladicí věž



Informační střed.



# Sluneční energie

- Sluneční energie (sluneční záření, solární radiace) představuje drtivou většinu energie, která se na Zemi nachází a využívá.
- Vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce. Vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob vodíku na Slunci je očekáváno až v řádu miliard let, je tento zdroj energie označován jako obnovitelný.
- Solární neboli sluneční energie patří k obnovitelným zdrojům energie, podobně jako biomasa, větrná nebo vodní energie.
- Solární energii lze přímo využít k ohřevu vody nebo přitápění pomocí solárních kolektorů nebo k výrobě elektřiny pomocí fotovoltaických panelů.
- Solární energie je jediný obnovitelný zdroj, který má dostatečný potenciál dlouhodobě pokrýt energetické potřeby lidstva bez vedlejších následků. Na většinu domů dopadne za rok více sluneční energií, než kolik činí jejich roční spotřeba tepla a elektřiny.

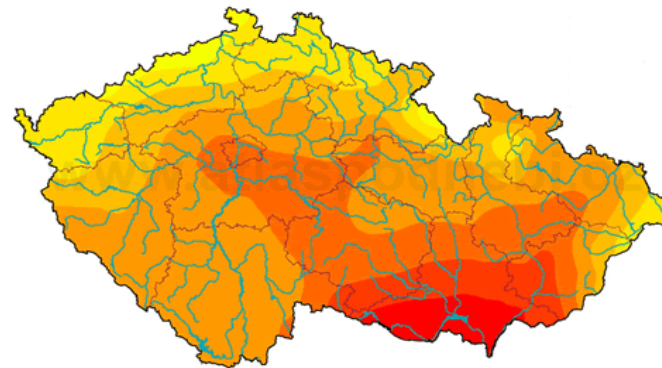
# Využití solární energie

## přímé

- pro výrobu elektrické energie (obvykle [fotovoltaický článek](#) ale také [stirlingův motor](#)),
- v zemědělství (skleníky),
- zpracování užitkové vody (ohřev, ale též [desalinace](#) a desinfekce),
- vytápění.

## nepřímé

- potenciální energii vody (využívaná ve vodních elektrárnách),
- kinetickou energii vzdušných mas (vítr),
- chemickou energii biomasy (včetně fosilních paliv, kde akumulace sluneční energie proběhla před dlouhou dobou).
- Fotosyntéza je biochemický proces, při kterém se mění přijatá energie světelného záření na cukry a kyslík.



- Průměrné množství slunečního záření v ČR.

# Větrná energie

- Vítr je pohyb vzniklý důsledkem rozdílných tlaků, které ovlivňuje teplota.
- Vznik větru ovlivňuje otáčení Země, rozmístění pevnin a moří, zemský povrch.
- Vítr roztáčí větrnou turbínu umístěnou na stožáru a větrná energie je přeměněna na mechanickou, kterou generátor přemění na elektrickou a ta je dále rozvedena do sítě.



## Větrné elektrárny

**Výhody:** Větrné elektrárny neprodukují tuhé či plynné emise, nemají odpad, nezatěžují půdu, estetika je o individualním názoru.

- **Nevýhody:** proměnlivost větru, hluchnost, složité umístění (CHKO).
- Podíl na výrobě elektřiny v ČR 4 %.



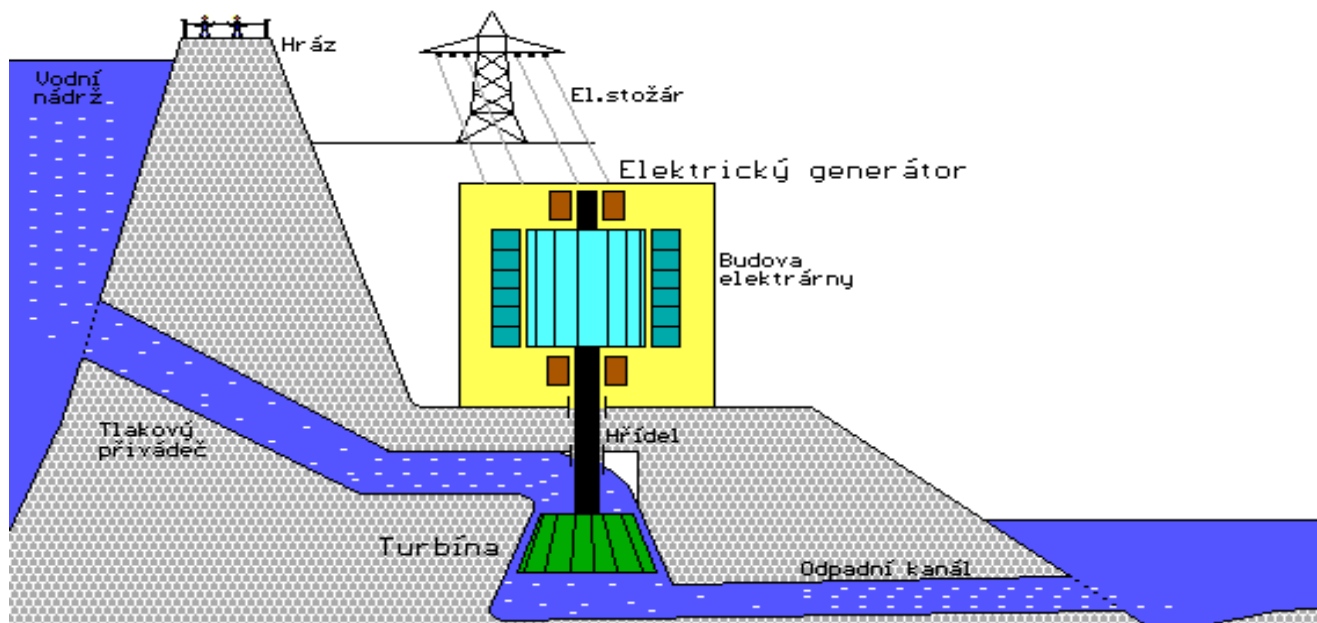
## Geotermální energie

- Vyrábí elektřinu z tepelné energie z nitra Země (horká pára, prameny).
- Výstavba ve vulkanicky aktivních oblastech.
- Island, Itálie, Nový Zéland



# Vodní energie – vodní elektrárny

- Proudící voda roztáčí turbínu, generátor přeměňuje mechanickou energii na elektrickou a ta se transformuje do míst potřeby.



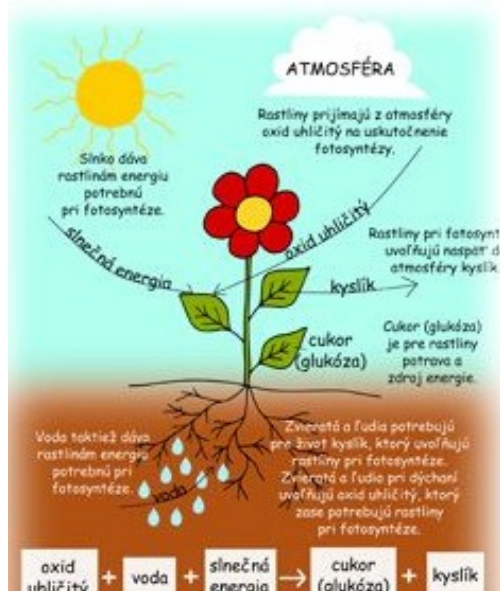
- **Výhody:** Neznečišťuje ovzduší, nedevastuje krajinu, jsou bezodpadové, vysoce bezpečné.
- **Nevýhody:** závislost na průtoku vody, zatopení velkého území, stavba časově náročná.

# Biomasa

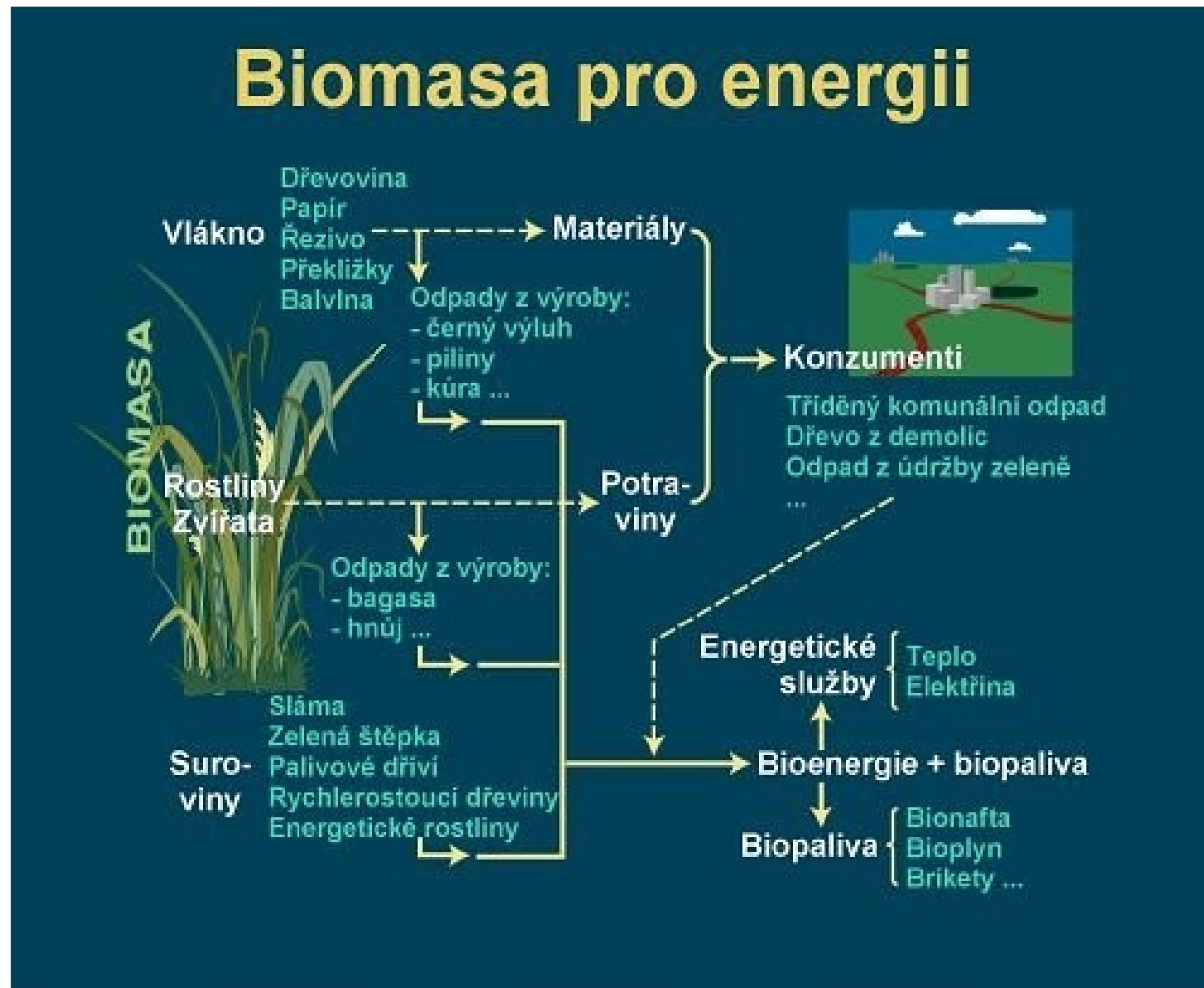
- Je organická hmota.
- **Výhody:** nízká emise CO<sub>2</sub>, která je rovna spotřebě nově narůstajících rostlin; využití odpadu; dostupnost zdroje; využití

• Podíl na výrobě elektřiny v ČR - 28 %

## FOTOSYNTÉZA



idy.  
ání uhlí,  
el.



# Přehled zdrojů energie v ČR

