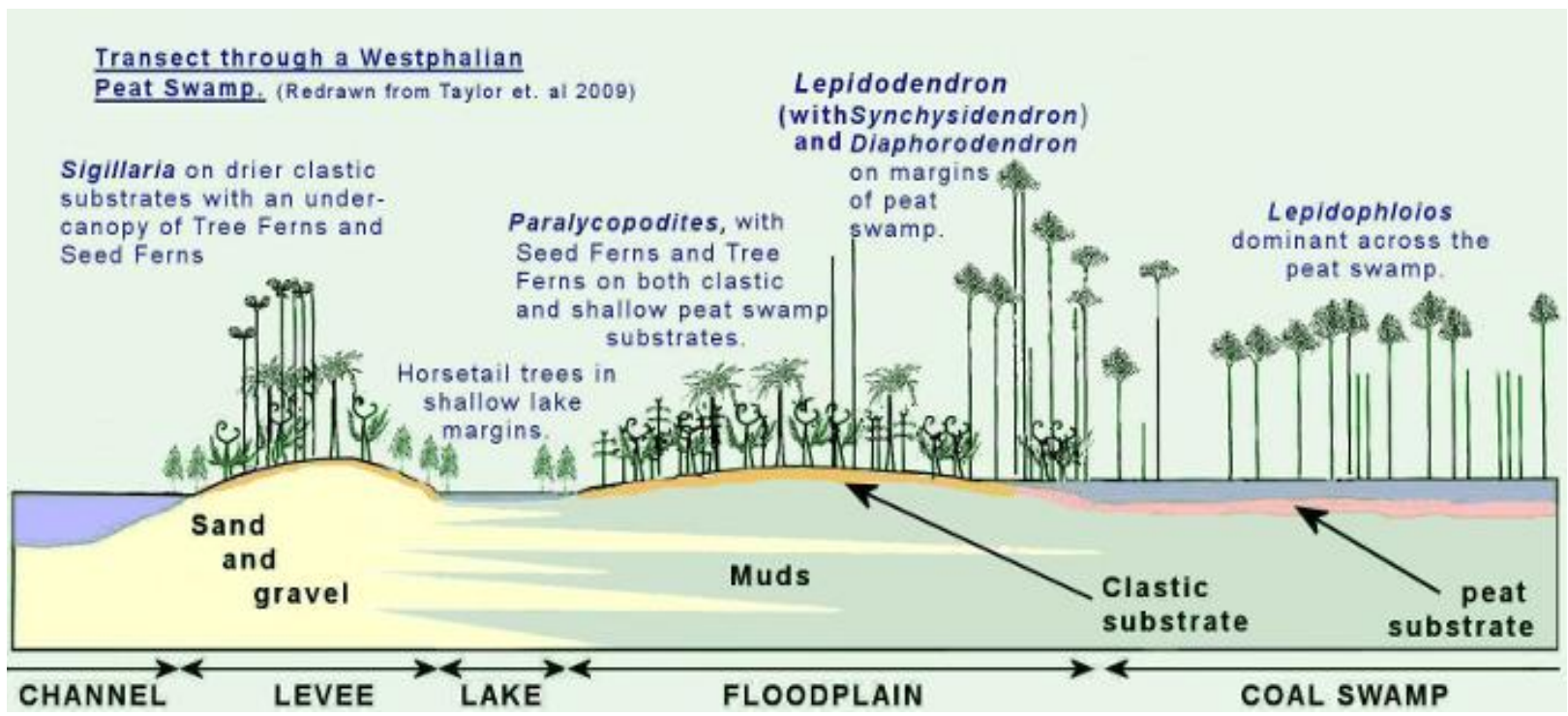


# Uhlí

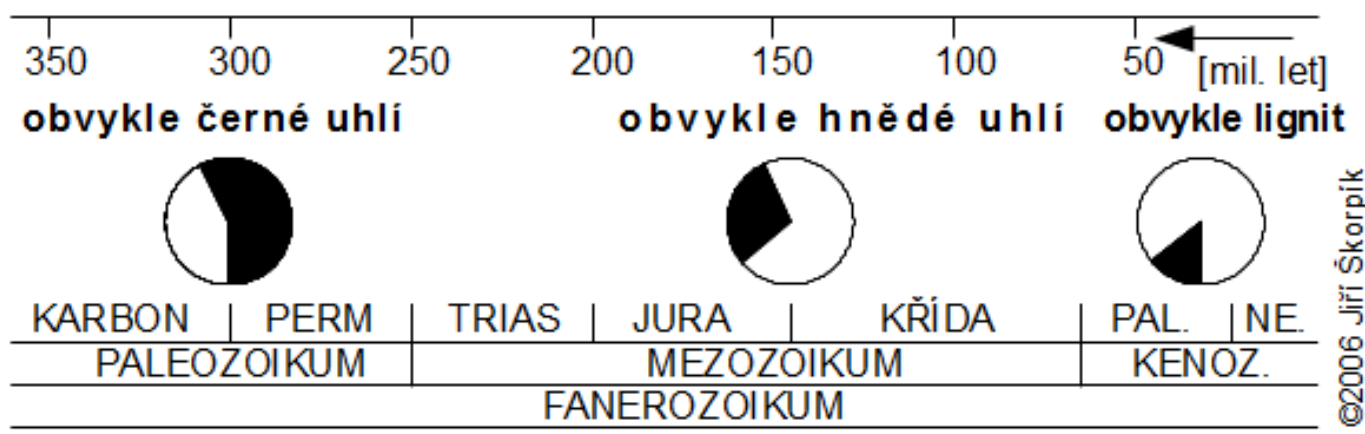


1. Co je uhlí, vznik, zdroje, využití
2. Spalování uhlí
3. Tepelné elektrárny



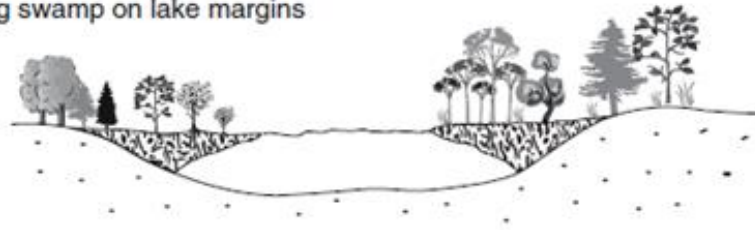


- Nejpriznivější podmínky: před 360 miliony až 290 miliony let, během karbonu.



Mechanismus vzniku rašeliniště:  
Zanesení vodní plochy  
Vzestup hladiny podzemní vody

Floating swamp on lake margins



Diverse and luxuriant flora

Extensive low lying swamp



Restricted flora

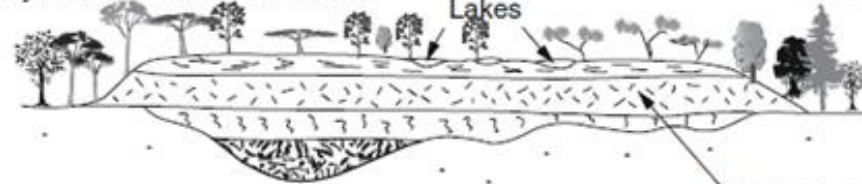
Raised swamp



Very restricted and stunted flora

Lakes

Raised swamp



Vertically zoned peat

# Uhlí co to je?

Prvkové složení	<b>C</b>	<b>65-95%</b>
	<b>H</b>	<b>2-7%</b>
	<b>O</b>	<b>&lt;25%</b>
	<b>S</b>	<b>&lt;10%</b>
	<b>N</b>	<b>1-2%</b>
Proximate Analýza	<b>Char</b>	<b>20-70%</b>
	<b>Ash</b>	<b>5-15%</b>
	<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>2-20%</b>
	<b>VM</b>	<b>20-45%</b>

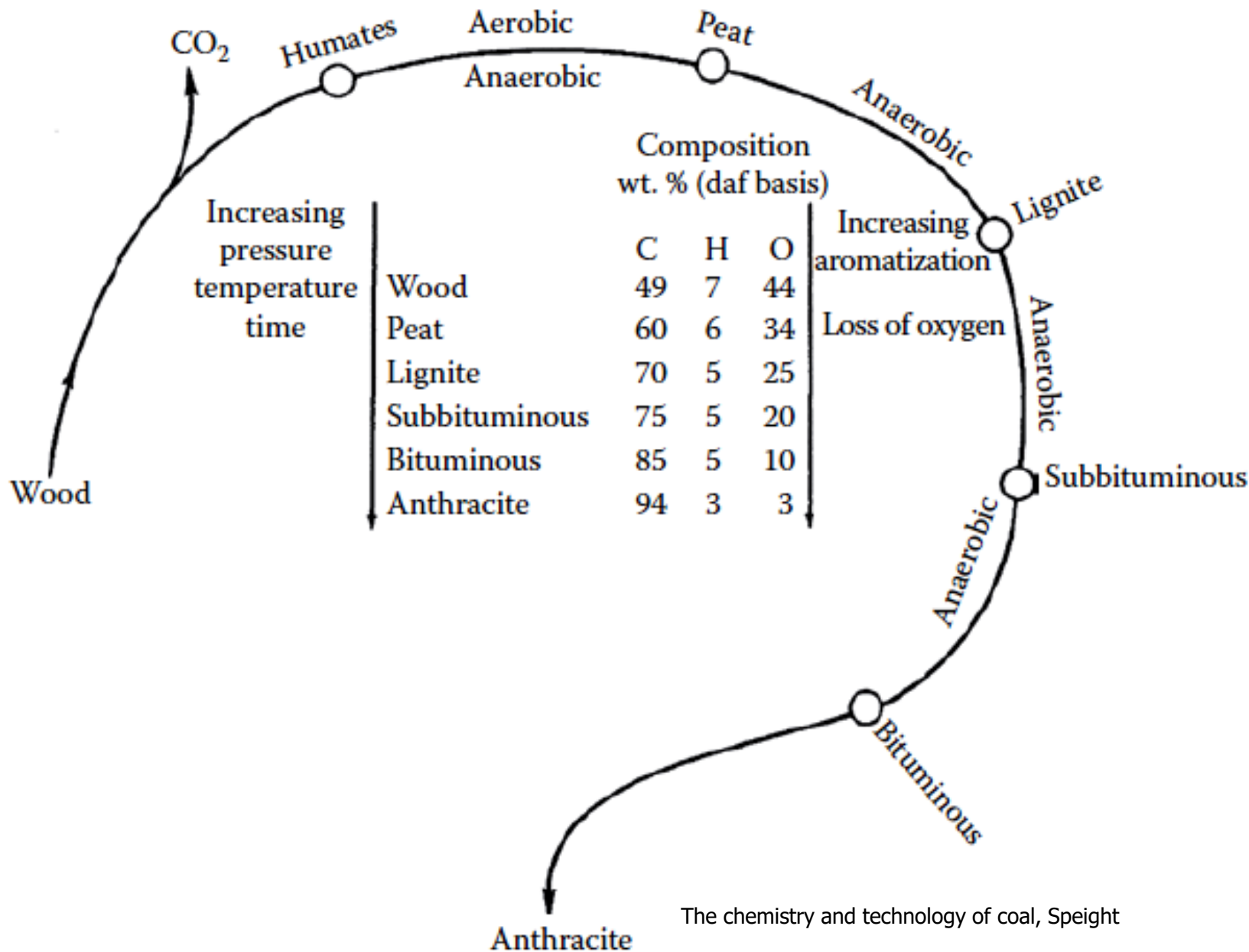
- Nehomogenní organické palivo tvořené rozloženým rostlinným materiálem (mech, kapradiny, řasy, části stromů).

- Dosud rozlišeno více jak 1200 typů uhlí

- prouhelněním vznikají:  
(rašelina)  
lignit  
hnědé uhlí  
antracit  
(grafit)

čas, teplota

stupeň  
prouhelnění



1. obrovské globálně distribuované zásoby
2. těžba má velké dopady na životní prostředí
3. představuje zdravotní riziko
4. Náročnější přeprava
5. Produkce 2x více CO<sub>2</sub>
6. Vznik velké množství popela
7. Vznik SO<sub>x</sub> and NO<sub>x</sub> ve spalinách

v letech 1920 - 2009 se těžba zvýšila 4x





Dřevo bylo prvním palivem člověka - používá se  
3 000 až 4 000 let.

Dřevěné uhlí je částečně spálené (pyrolýzované)  
dřevo.

Uhlí se v Číně a na Středním východě - 2 000 let.

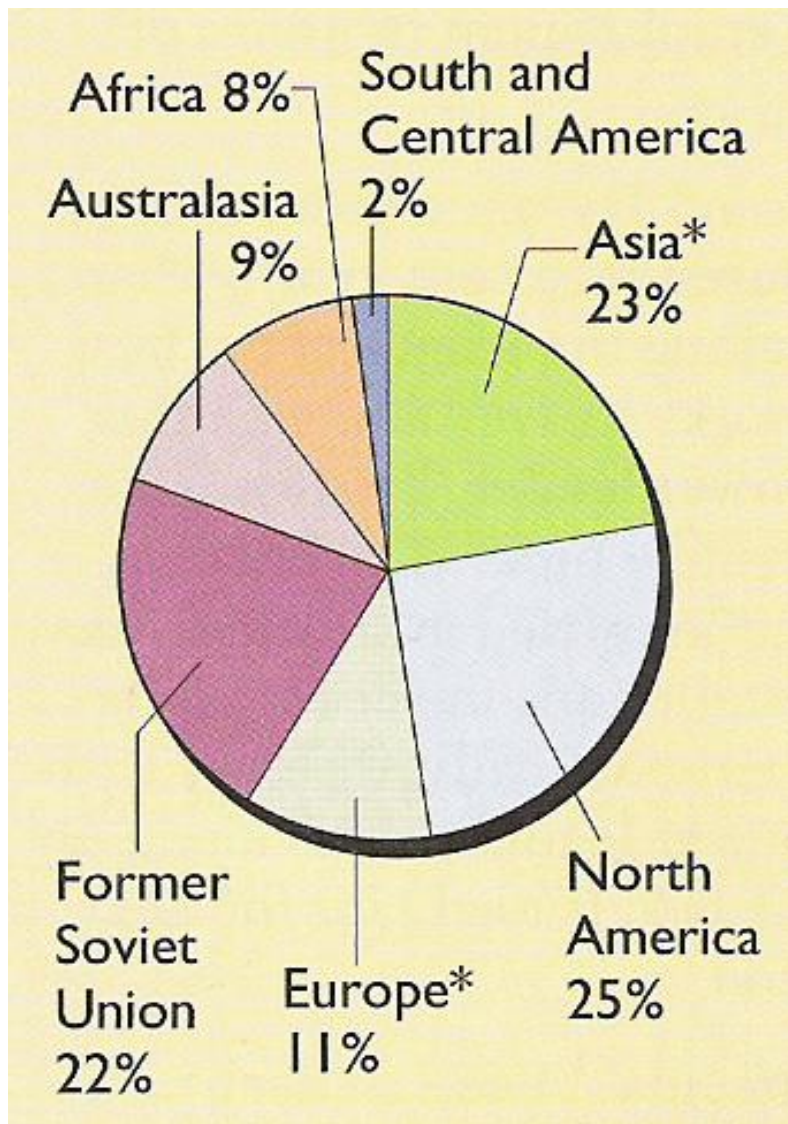
„uhlí na pobřeží“ vyplaveno z podmořských ložisek  
Sběr vysoce kvalitního paliva.

Těžba začala v době římské  
Cihlové komíny možnost spalování dřeva  
a uhlí uvnitř budov  
Od roku 1680 dovoz uhlí do Británie.

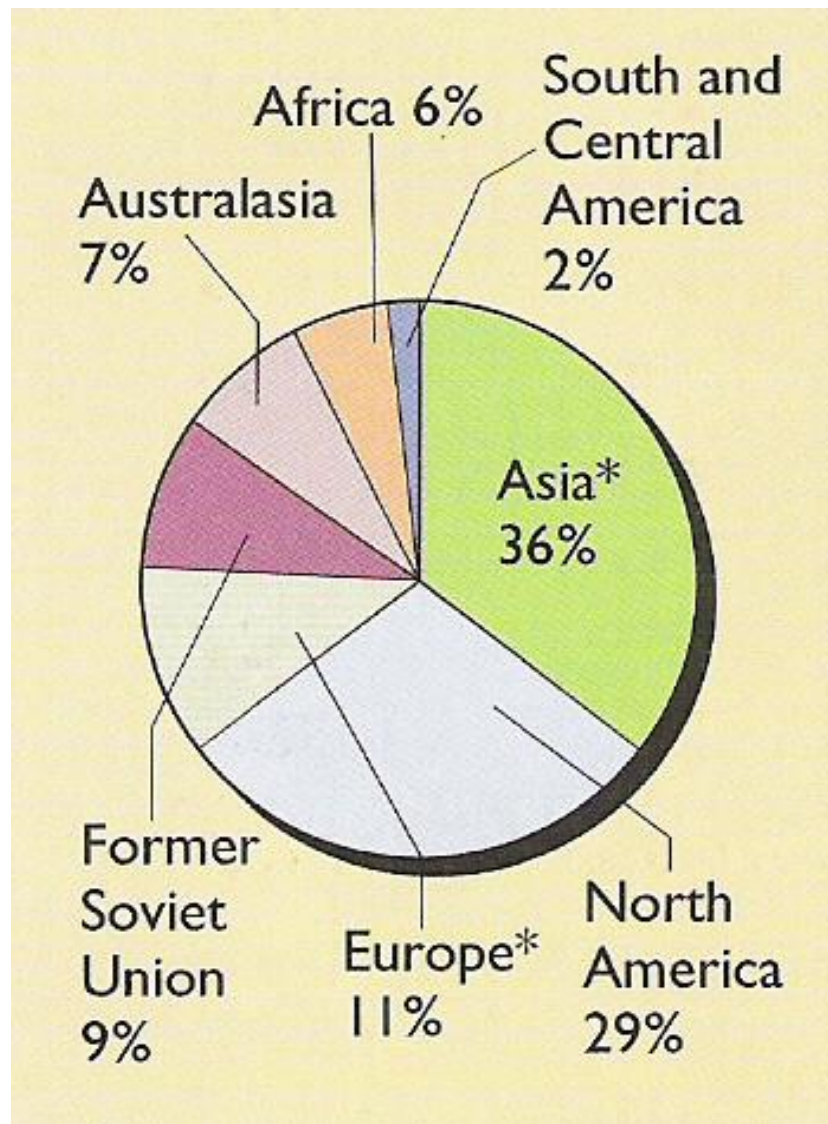


- Uhlí je světově nejvíce využívaný zdroj energie

Zásoby



Těžba





# USA

25% celosvětových zásob

- Zásoby na 245 let
- Východ
  - Hlubinná těžba, kvalitní uhlí
- Západ
  - Povrchová těžba, hnědé uhlí, nízká výhřevnost, transport k spotřebiteli – cena

# Čína

## Využití uhlí roste

- Zásoby na 38 let
- Ložiska na severu a západě, ale využití na jihu a východě
- Transport – vlakem, auty
- Převaha hlubinných dolů
  - Nízká bezpečnost cca 5 tis úmrtí za rok
  - Výbuchy metanu, požáry
  - Vysoký obsah síry  $\geq 5\%$
  - Kyselá dešť

## Rusko

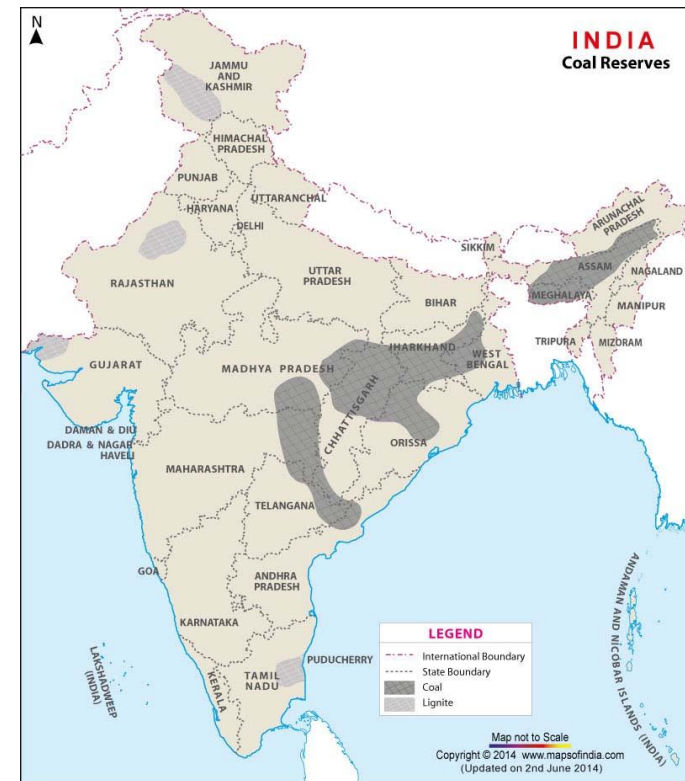
- Zásoby na >500 let
- Produkce upadá, ekonomická situace

## Indie

- Zásoby na 105 years
- Nízká kvalita, malá výhřevnost,
- vysoký obsah popela,
- Dovoz uhlí z Austrálie

## Austrálie

- Méně než 10% celosvětových rezerv
- Zásoby na 186 let
- Povrchové doly u železnice
- Největší vývozce
  - 40% do Japonska
  - Uhlí do evropských oceláren
  - Blízký východ, Asie (India, China)



Hluboké doly, šachty – 1 500 m.

Metoda longwall - vodorovný povrch uhelné sloje.

Mechanizace, dopravní pásy k přepravě uhlí pro přepravu z dolu.

## **Výhody nevýhody**

přístupu k hlubokým ložiskům

poklesy půdy, seismická

haldy hlušiny, uhlí, metan

změna vodního režimu

nehody

v letech 2008-9,  
70% uhlí v USA  
60% uhlí v UK



## **Výhody nevýhody**

Jednodušší;

Méně nákladné,

efektivnější;

Bezpečnější pro horníky.

Dopady povrchové těžby na životní prostředí jsou však extrémní..



dvě třetiny vytěženého uhlí se používají k výrobě elektřiny.

Aby se zabránilo přepravě uhlí z dolů, jsou elektrárny umístěny v blízkosti dolů

„uhlí je přenášeno do drátů“  
2-6% ztráty.



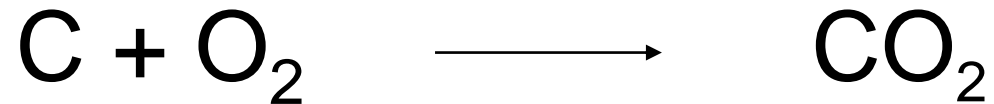
Koks se stále používá k tavení a výrobě oceli.  
spotřeba koksu v roce 2009 činila 800 milionů tun.  
Polovina spotřeby koksu připadá na Čínu

# Spalování uhlí

Emission	tonnes	problem?
N <sub>2</sub> (from air for combustion)	2000	little harm
CO <sub>2</sub>	650	GHG !
Steam (H <sub>2</sub> O)	150	harmless (energy loss)
NO <sub>x</sub>	1	acid-rain, health
SO <sub>x</sub>	1 - 20	acid-rain, health
Fly ash	20	health
Mercury vapor	30 g	health

---

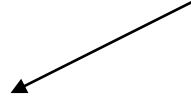
# Oxid uhličitý



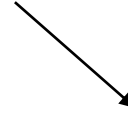
99% C přítomného v uhlí se přemí na CO<sub>2</sub>

snížení úrovně emisí CO<sub>2</sub> – změna technologie  
Spalování přechod od klasického (účinnost 37%) na  
technologie zplyňování uhlí (účinnost 60%).

Polétavý prach



Bottom Ash



Fly Ash (popílek)

PM složení je dáno:

1. Vlastnosti uhlí
2. Metoda spalování
3. Provoz kotle
4. Zařízení na kontrolu znečištění

V elektrárnách při úplném spalování je emitovaný polétavý prach primárně tvořen anorganickým podílem.

# Metody eliminace PM

Metody po spalování:

<b>Elektrostatické odlučovače (ESP)</b>	<b>99% (for <math>0.1 &gt; d(\mu\text{m}) &gt; 10</math>) &lt;99% (for <math>0.1 &lt; d(\mu\text{m}) &lt; 10</math>)</b>
<b>Filtry pevných částic</b>	<b>As high as 99.9%</b>
<b>Mokrý pračka</b>	<b>95-99%</b>
<b>Cyklóna</b>	<b>90-95% (<math>d(\mu\text{m}) &gt; 10</math>)</b>



# Stopové prvky

Chování prvku je dáno – obsahem prvku v uhlí, fyzikálními a chemickými vlastnostmi, podmínkami spalování.



Třída 1  
Obsah v popílku a  
popelu srovnatelný  
(Mn, Be, Co, Cr)

Třída 2  
Vyšší obsah v  
polétavém prachu  
(Ar, Cd, Pb, An)

Třída 3  
Přítomny hlavně v  
plynné fázi  
(Hg).

# Organické látky

Zahrnují těkavé, semivolatilní a kondenzovatelné organické sloučeniny přítomné v uhlí nebo vytvořené jako produkt nedokonalého spalování.

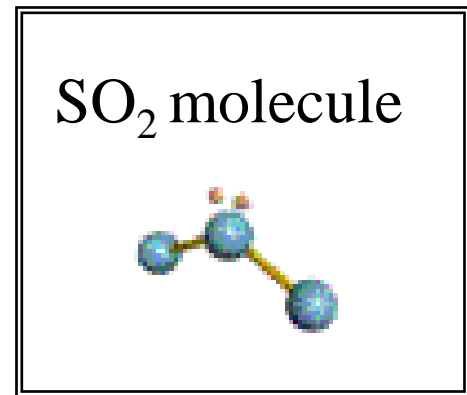
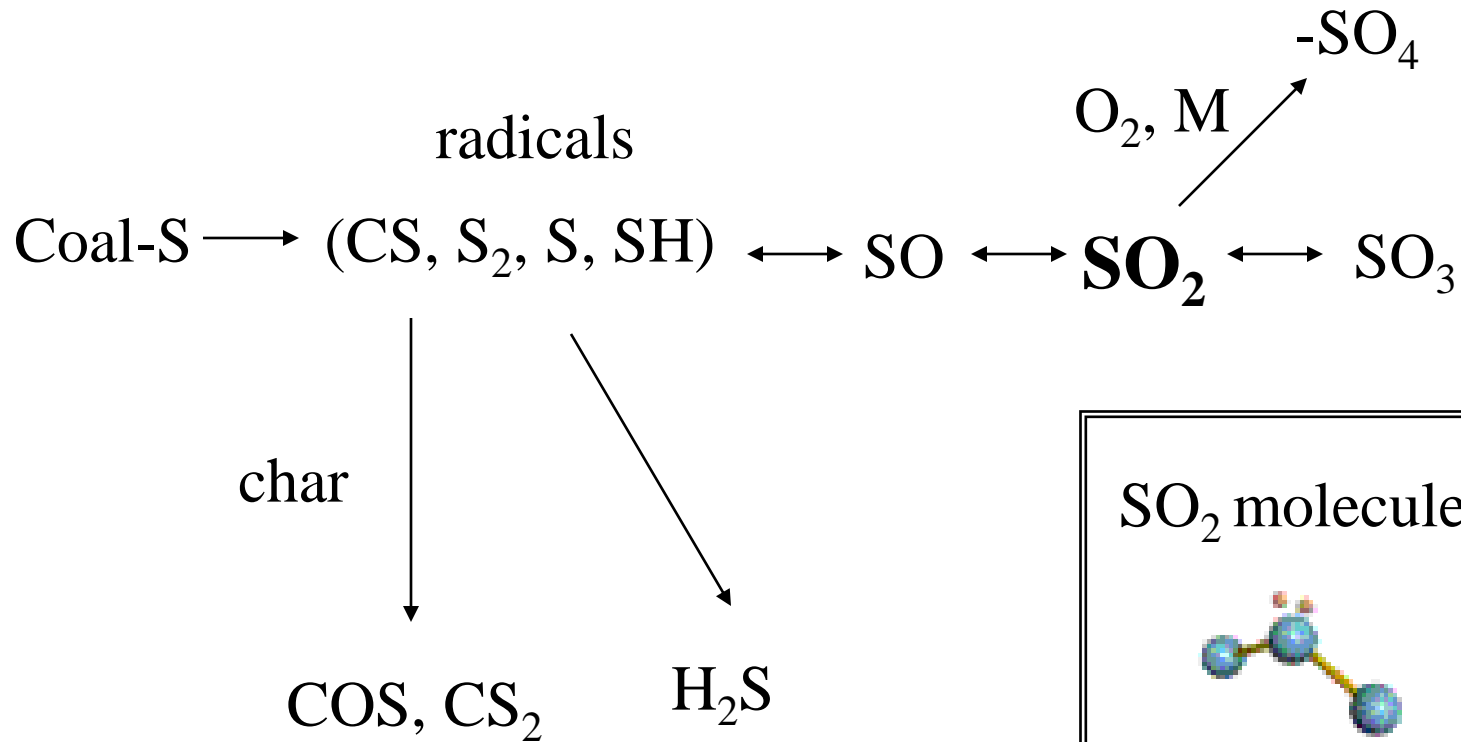
1. alkany, alkeny, aldehydy, alkoholy a substituované benzeny.
2. tetrachloro- přes oktachlor dioxiny a furany.
3. polycyklická organická hmota (POM).

# Síra v uhlí (<10%)

1. Organická síra (40%)
2. Chemicky vázaný na uhelnou matrici - thiofeny, thiopyron a thioly.
3. Anorganická síra (60%) – pyrit, markazit
4. síran vápenatý / železo / barnatý.

Žádné neškodné druhy síry!

# SOx Formation



# SO<sub>x</sub> odstranění

## **Odstranění před spalováním:**

- Fyzické čištění (30-50% odstranění anorganické síry)
- Chemické a biologické čištění (90% odstranění organické síry)

## **Konfigurace spalování:**

systemy zplyňování s kombinovaným cyklem

odstranění po spalování:

mokrý odsiřování spalin (FGD) (80-98%)

zachycení síry na suchý sorbent (DSI) (50%)