



# Předmět: Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

Studijní program: Management udržitelného rozvoje

 Univerzita Tomáše Bati  
Centrum polymerních systémů

## Cíle předmětu

Cílem předmětu je seznámit studenty se současně využívanými technologiemi výrob s důrazem na jejich dopad na populaci a životní prostředí.

V rámci předmětu budou identifikovány, popsány a diskutovány rizikové faktory v jednotlivých průmyslových odvětvích. Nedílnou součástí je také seznámení s technologií zneškodňování odpadů a nejaktuálnějším vývojem v oblasti ekologicky šetrných výrob, včetně zasazení probírané látky do platného legislativního rámce dle aktuální politiky EU.

Výuka bude probíhat formou prezentací s diskuzí a zpráv vypracovaných studenty v rámci seminářů předmětu, ve kterých si posluchači, mimo jiné, prohloubí znalosti práce s informačními zdroji.

# Obsah

## 1. Základní definice, energetické a materiálové toky.

2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalších využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Základní definice, energetické a materiálové toky

## Základní definice

### Materiál:

- je každá pevná látka, která je určena pro další technologické zpracování ve výrobě
- vlastnosti materiálu společně s výrobní technologií určují vlastnosti finálního výrobku

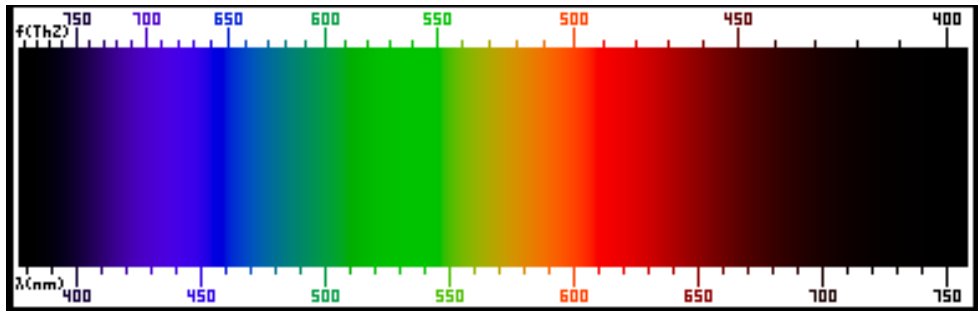
### Hmota:

- látka nebo materie (z lat. materia, řec. hylé, angl. matter) je filosofický pojem, který označuje **stálou, beztvárovou a spíše až netečnou stránku smyslové skutečnosti**
- filozofická kategorie, která označuje objektivní reality v jejím **ustavičném pohybu a vývoji**
- hmota působí na **naše smyslové orgány**, a tím se odráží v našem vědomí
- lze ji rozdělit do dvou hlavních skupin - na **pole** a **látky**.
- formy hmoty mají dualistický charakter; u pole převládá vlnový charakter, u látek částicový charakter (korpuskulární)

# Pole

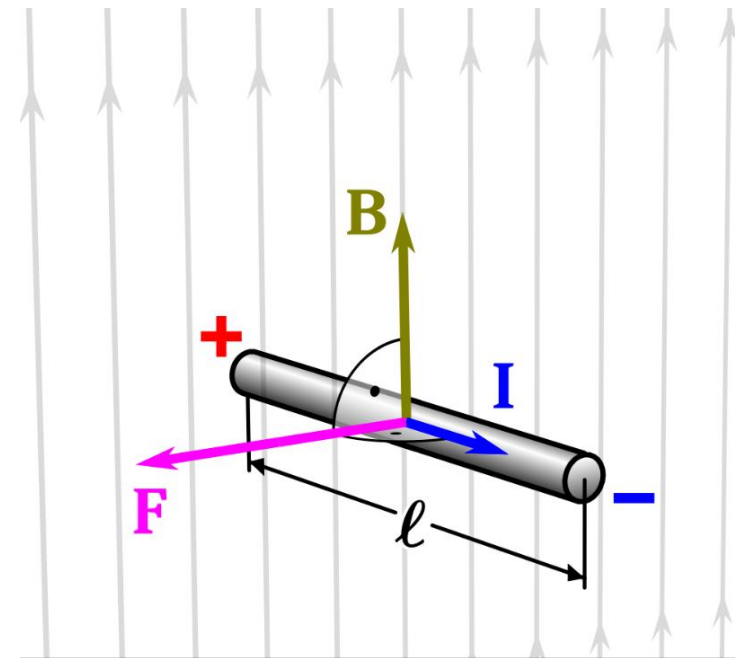
- např. elektrické, magnetické, gravitační, ...
- **Elektromagnetické pole** se prostřednictvím elementárních kvant (fotonů záření) účastní většiny chemických, fyzikálních i biologických procesů
- Z elektromagnetického záření různých vlnových délek je nejvýznamnější záření: **světlo**

Frekvence světla vidíme jako barvy (od červené s nejnižší frekvencí a nejdelší vlnovou délkou až po fialové s nejvyšší frekvencí a nejkratší vlnovou délkou).



Autor: [Army1987](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Srgbspectrum.png#/media/Soubor:Srgbspectrum.png) from [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/), [CC BY-SA 3.0](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Srgbspectrum.png#/media/Soubor:Srgbspectrum.png),  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Srgbspectrum.png#/media/Soubor:Srgbspectrum.png>

Příklad **magnetického pole**, kdy Lorentzova síla mění směr pohybu nabité částice, aniž by ovlivnila změnu velikostí její rychlosti.



Autor: [MikeRun](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnetic-force-on-wire.svg#/media/Soubor:Magnetic-force-on-wire.svg) – Vlastní dílo, [CC BY-SA 4.0](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnetic-force-on-wire.svg#/media/Soubor:Magnetic-force-on-wire.svg),  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnetic-force-on-wire.svg#/media/Soubor:Magnetic-force-on-wire.svg>

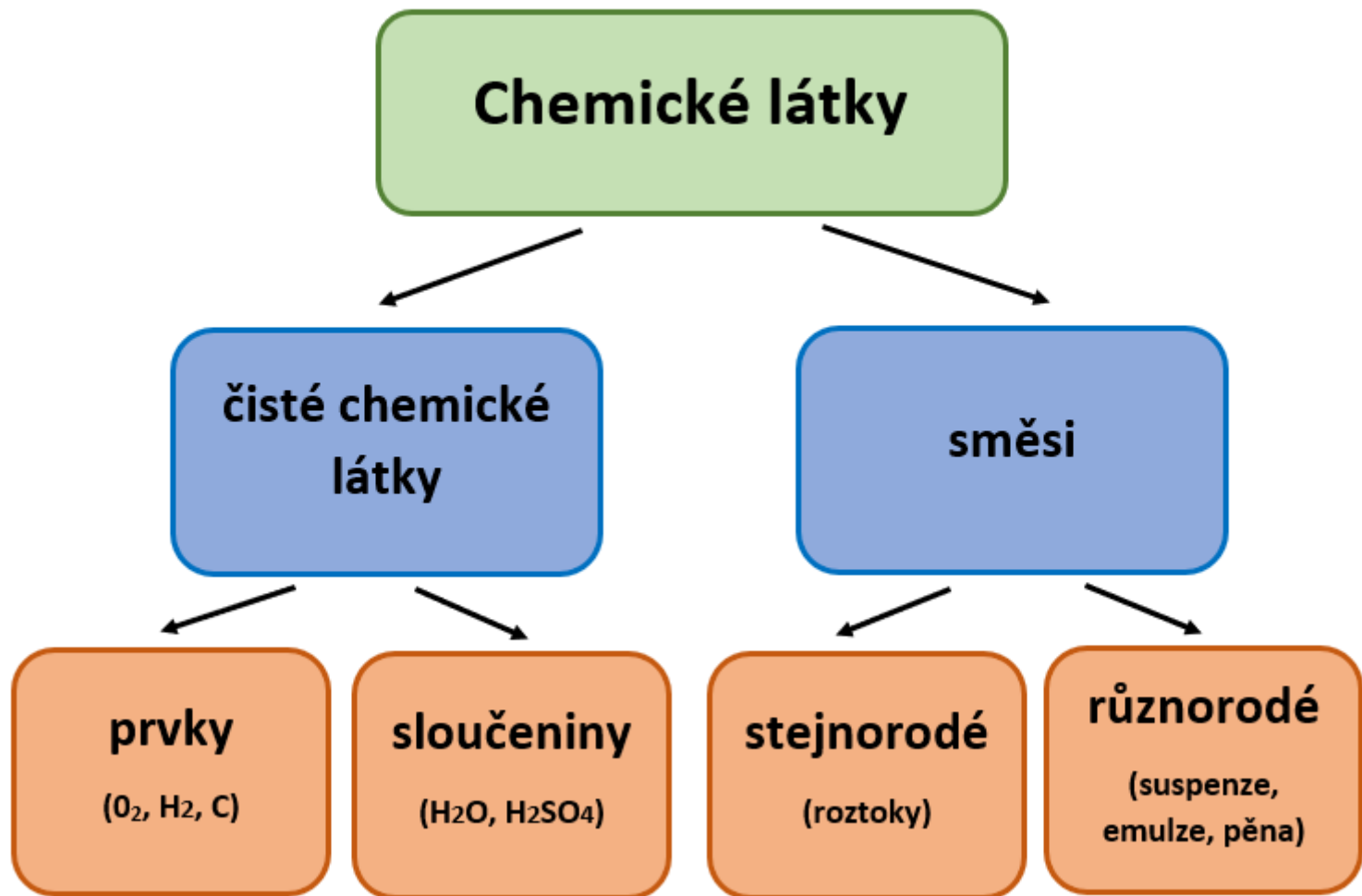
# Látky

- formy hmoty, mají částicový (korpuskulární) charakter
- vnímáme je jako konkrétní objekty (tělesa)
- liší se navzájem druhem stavebních částic (atomy, molekuly, makromolekuly) a jejich uspořádáním - **strukturou**, která určuje vlastnosti látek.
- Vlastnosti látek se projeví při **dějích**.

Rozlišujeme:

- ❖ **Děje fyzikální** - nemění se kvalita látky (např. změna skupenství)  
- vlastnosti charakterizující fyzikální děj - **fyzikální vlastnosti** (např. teplota tání, varu).
- ❖ **Děje chemické (chemické reakce)** - látka se při ději změní (např. koroze, tepelný rozklad  $\text{CaCO}_3$ , reakce  $\text{H}_2$  s  $\text{O}_2$ ). Vlastnosti charakterizující chemický děj - **vlastnosti chemické**.

# Chemické látky – materiály, ze kterých jsou složeny tělesa

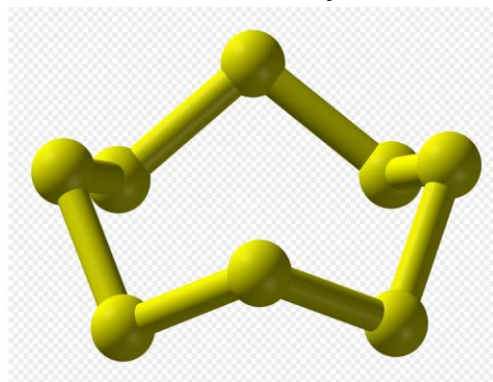


# Čisté chemické látky

- v celém svém objemu mají stejné chemické složení
- jsou tvořeny atomy, molekulami – jedním druhem částic

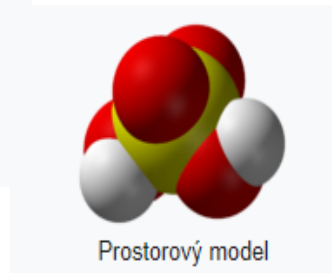
Dělí se na:

- ❖ **Prvky:** vyjadřují se chemickou značkou (např. Ni, Fe, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, S<sub>8</sub>)  
obsahují jen jeden druh atomu
- ❖ **Sloučeniny:** lze je vyjádřit chemickým vzorcem (KNO<sub>3</sub>, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)  
obsahují nejméně dva druhy atomů



Autor: [Didier Descouens](#) – Vlastní dílo, [CC BY-SA 4.0](#)  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Soufresicile2.jpg#/media/Soubor:Soufresicile2.jpg>

Autor: [Wikimedia Commons](#), [CC BY-SA 4.0](#),  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cyclooctasulfur-above-3D-balls.png#/media/File:Cyclooctasulfur-above-3D-balls.png>



Autor: [Wikimedia Commons](#), [CC BY-SA 4.0](#),  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sulfuric-acid-3D-vdW.png#/media/Soubor:Sulfuric-acid-3D-vdW.png>



# Chemický prvek

- látka, složená z atomů ze stejným protonovým číslem
- protonové číslo: „Z“ – udává počet protonů v jádře atomu
- celkově existuje 92 prvků, ostatní jsou již uměle připraveny
- chemická značka prvku je odvozena podle jeho názvu z latinštiny (např. Mg - magnesium, Cu – cuprum, značky obsahují 1-3 písmena, objevitelem je J.J. Berzelius na zač. 19. století)



Zinek



Uhlík (diamant)



Kyslík

Autor: [Wikimedia Commons](#), [CC BY-SA 4.0](#);

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zinc.jpg>; <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diamond.jpg>; <https://wikimedia.org/>

# Chemická sloučenina

- látka, která se skládá ze **dvou a více prvků**
- **chemický vzorec sloučeniny**: poskytuje informaci o druhu a počtu atomů vázaných v molekule sloučeniny
- názvy anorganických sloučenin obsahují **přípony** odvozené od **oxidačního čísla** (J. S. Presl, 19. století); (-ný, -natý, -ičitý, ...)
- V roce 1918 bylo přijato moderní názvosloví (A. S. Batěk a E. Votoček)



Sůl kamenná



Skalice modrá



Sacharóza

Autor: [Wikimedia Commons](#), [CC BY-SA 4.0](#);

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NaCl-zoutkristallen\\_op\\_Schott\\_duran\\_100\\_ml.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NaCl-zoutkristallen_op_Schott_duran_100_ml.JPG); [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CuSO4\\_sc.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CuSO4_sc.JPG); [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cuboid\\_sugar.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cuboid_sugar.jpg)

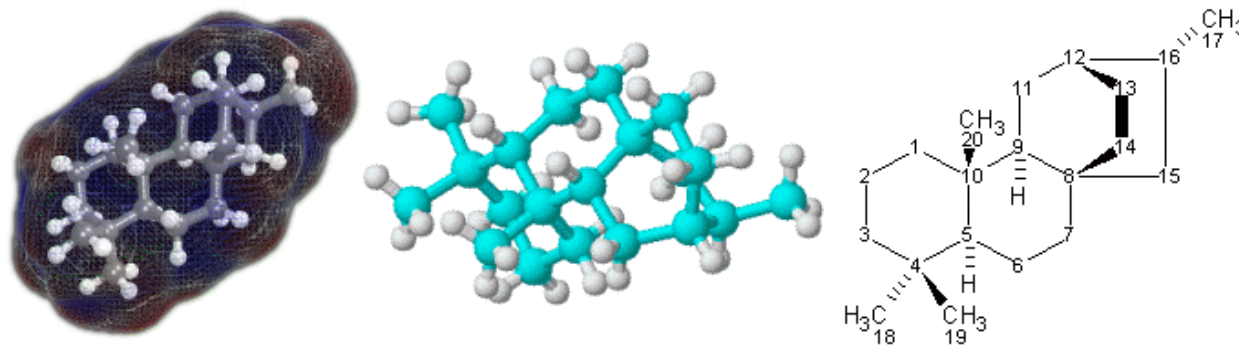
# Atom a molekula

## ❖ Atom:

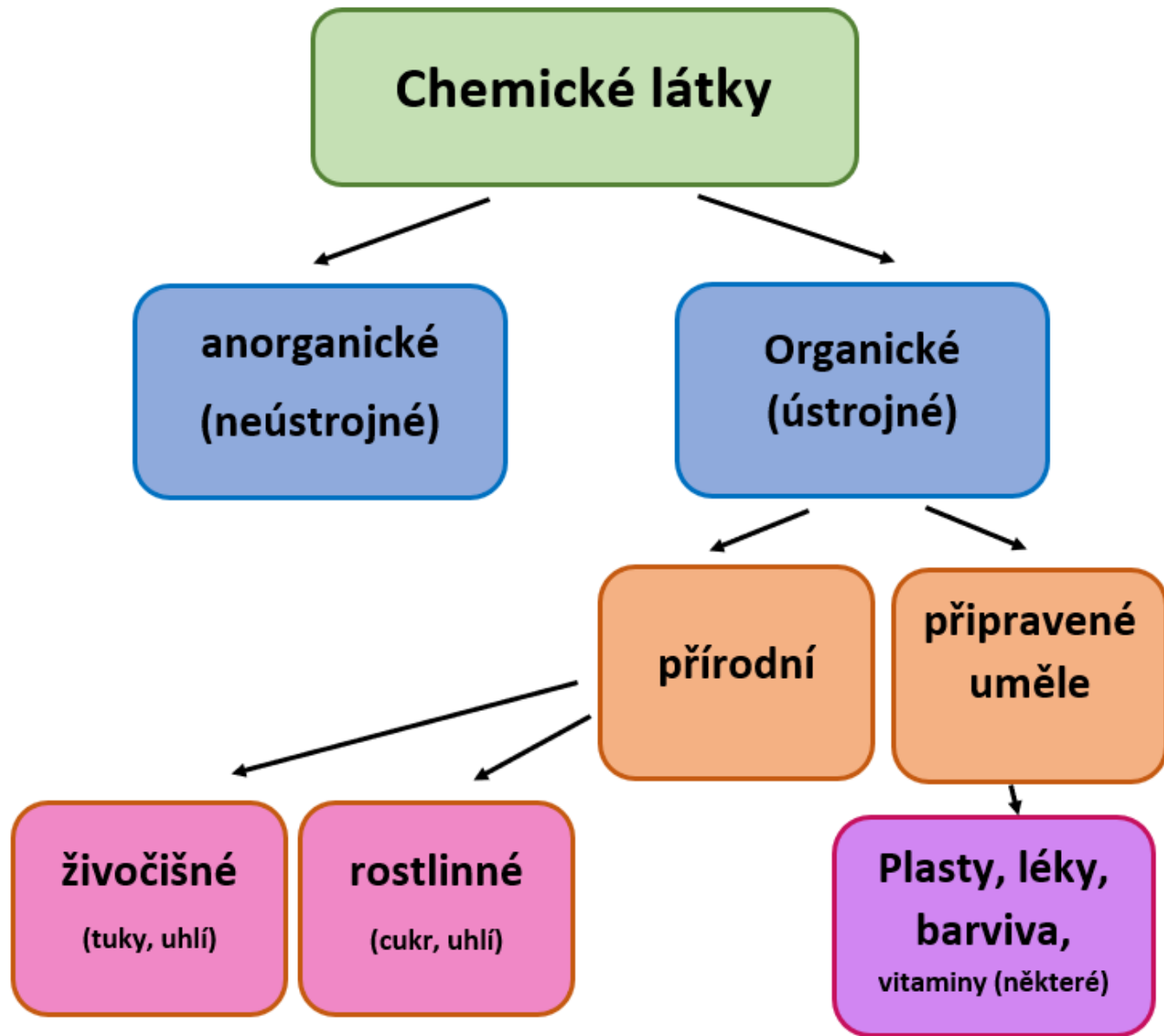
- nejmenší částice hmoty, nelze ji dále dělit
- protonové číslo se píše vlevo dole před značkou ( ${}_8\text{O}_2$ ) - u prvku
- počet atomů ve sloučenině představuje dolní index za značkou prvku ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) – u sloučeniny

## ❖ Molekula:

- částice chemické látky obsahující dva a více atomů
- počet molekul (molů) chemických látek v chemické vyjadřuje **stechiometrický koeficient** ( $4\text{Na}_2\text{CO}_3$ )



Různá vyobrazení molekul



# Směs

- Soustava složená z několika různých chemicky čistých látek - složek, které lze od sebe oddělit fyzikálně-chemickými metodami
- **Homogenní směs**
  - Má ve všech svých částech stejné vlastnosti, velikost částic: menší než  $10^{-9}$  m. Např. roztoky solí
- **Heterogenní směs**
  - Skládá se ze dvou, případně více homogenních oblastí, velikost částic: větší než  $10^{-7}$  m. Např. zinek se sírou
- ❖ **Disperzní soustavy**
  - **hrubě disperzní soustavy:**
    - průměr částic větší než  $5 \cdot 10^{-7}$  m.
    - např. suspenze, emulze, pěna, aerosol (dým, mlha)
  - **Jemně disperzní soustavy:**
    - velikost částic  $10^{-9}$  až  $5 \cdot 10^{-7}$  m
    - např. nepravé tzv. koloidní roztoky (částice se neusazují), např. vaječný bílek, ( $10^{-9}$  až  $10^{-7}$  m)

# Rozdělení dispersních soustav dle skupenství látek

Disperzní soustava		Disperzní podíl		
		Plyn	Kapalina	Pevná látka
Disperzní prostředí	Plyn	<b>Netvoří</b> (Plyny jsou mísitelné)	<b>aerosol (mlha)</b> mlha	<b>aerosol (dým)</b> kouř, mrak
	Kapalina	<b>Pěna</b> šlehačka, pивní pěna	<b>Emulze</b> mléko, majonéza, krémy na ruce	<b>Sůl</b> inkoust, krev, barviva
	Pevná látka	<b>Tuhá pěna</b> aerogel, pemza, pěnové plasty	<b>Suspenze</b> černý fosfor	<b>Tuhý sol</b> drahokamy, barevná skla

## Chemická reakce

- proces, který je výsledkem vzájemného působení dvou nebo více látek, kdy se původní látky (**reaktanty**) mění na jiné látky, které mají ovšem odlišné vlastnosti (**produkty** reakce). Chemické reakce popisujeme pomocí **chemických rovnic**.

### Rychlost chemické reakce ovlivňují tyto faktory:

- příznivá orientace reagujících částic při srážce
- dostatečná energie částic látek ( ovlivněno jejich teplotou)
- velikost styčné plochy reagujících látek
- koncentrace látek
- přítomnost katalyzátoru

# Chemické reakce - podle některých základních hledisek:

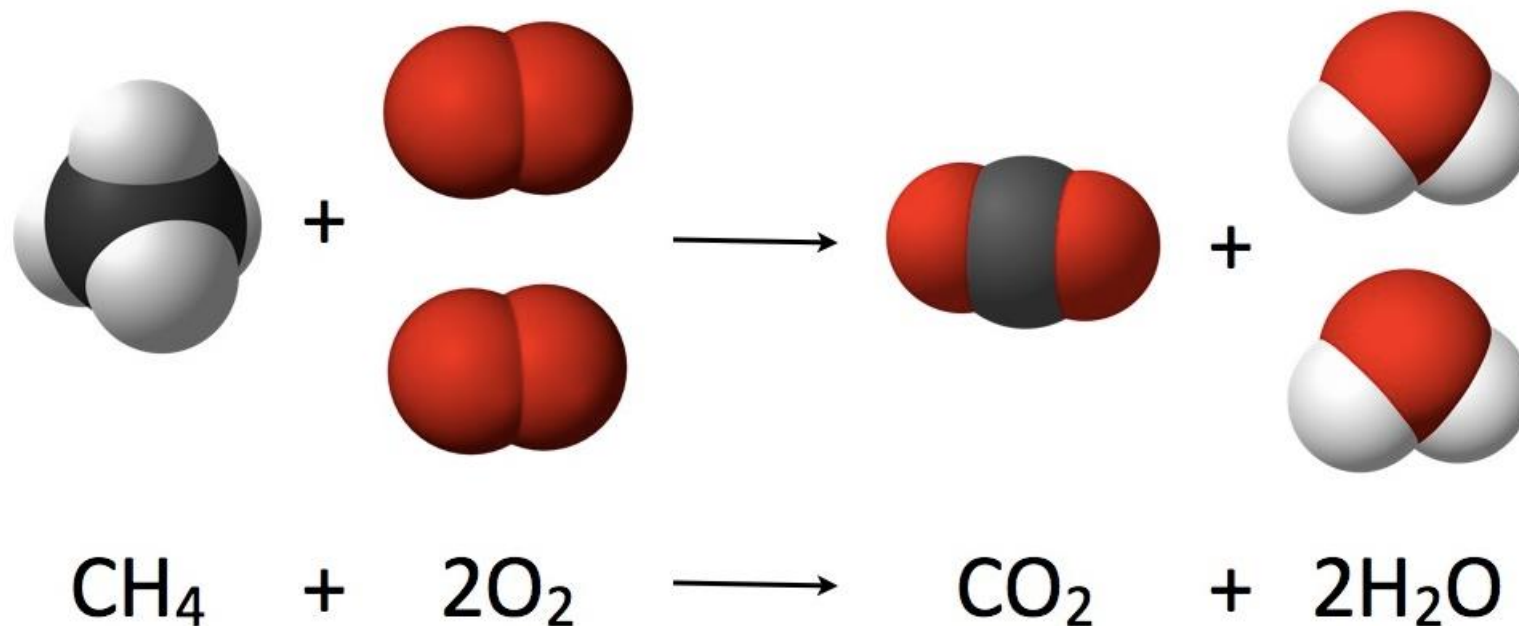
- podle skupenství reagujících látek (reakce heterogenní nebo homogenní)
- podle druhu přeměny (slučování, rozklad, substituce, podvojná záměna)
- podle průběhu (zvratné, postupné, řetězové)
- podle přítomnosti katalyzátoru (katalyzované/ nekatalyzované)
- podle tepelných změn při reakci (exotermické a endotermické)
- podle druhu reagujících látek (acidobazické neboli neutralizační)

## Chemické reakce můžeme rozdělit podle více kritérií:

- podle **vnější změny** ( syntéza, substituce, konverze, hoření, dekompozice atd.)
- podle **reakčního mechanismu** (adice, eliminace, substituce, izomerizace atd.)
- podle **typu přenášených částic** (oxidačně-redukční, acidobazické, komplexotvorné atd.)



## Chemická reakce – např. hoření metanu



Vlevo: látky, které do reakce vstupují - **reaktanti**, např. metan a kyslík  
Vpravo: látky, které v reakci vznikají - **produkty**, např. oxid uhličitý voda

- uplatňuje se zde **Zákon zachování hmotnosti** (celková hmotnost látek po reakci zůstává stejná jako hmotnost látek před ní)

# Základní chemické zákony

## ❖ **Zákon zachování hmotnosti**, Lomonosov (1748)

- Hmotnost všech látek do reakce vstupujících je rovna hmotnosti všech produktů.

## ❖ **Zákon zachování energie**, Lomonosov (1748)

- Celková energie izolované soustavy je v průběhu chemické reakce konstantní.

**VSTUP + VZNIK = VÝSTUP + AKUMULACE**

# Analytická chemie

- **Analytická chemie** je jedním z oborů chemie, který se zabývá zkoumáním chemického složení vzorků látek a směsí. V zásadě se dělí na dva podobory: **analytickou chemii kvalitativní a kvantitativní**

Kvalitativní – Co?

Kvantitativní – Kolik?

- **Analytická chemie** se zabývá zkoumáním složení látek (jejich kvalitou) a množstvím látek (jejich kvantitou)
- **Kvalitativní analýzy** – dokazuje přítomnost prvků, sloučenin, látek nebo skupin sloučenin
- **Kvantitativní analýza** – stanovuje množství, hmotnost nebo koncentraci analyzovaných prvků, látek, sloučenin v daných jednotkách
- K provedení správně provedené analýzy – předpoklad, že je potřebné mít **vhodný vzorek** (vhodně připravený, měl by být stejnorodý a mít průměrné složení zkoumané látky)

# Hlavní pilíře průmyslu v ČR

- Průmysl tvoří v České republice významné odvětví naší ekonomiky.
- tvoří až 35 % českého hospodářství (služby: 62,3 %, zemědělství: 2,8 %)
- zaměstnává přes 40 % všech ekonomicky aktivních obyvatel
- nejvýznamnější: průmysl strojírenský, hutnický, chemický a potravinářský.
- další důležité složky: průmysl energetický, stavební a spotřební

## 1. Strojírenský průmysl

- nejtradičnější průmyslové odvětví, nejdůležitější součástí je **automobilový průmysl**, který se značně podílí na exportu ze země, zaměstnává tak 120 tis. zaměstnanců
  - **osobní automobily:** Škoda Auto Mladá Boleslav, TPCA Kolín, Hyundai Nošovice
  - **nákladní automobily:** Tatra Kopřivnice, Daewoo Avia Praha
  - **autobusy:** Iveco-Karosa Vysoké Mýto, SOR Libchavy, TEDOM Třebíč
  - **trolejbusy, tramvaje, metro:** ŠKODA Plzeň
  - **lokomotivy a vagóny:** ŠKODA Plzeň, LOSTR Louny
  - **traktory:** Zetor Brno
  - **motocykly:** Jawa Týnec nad Sázavou
  - **letadla:** Aero Vodochody, Let Kunovice, Moravan Otrokovice
  - **lodě:** České loděnice Děčín

## 2. Hutnický průmysl

- **Hutnický průmysl** často navazuje na průmysl strojírenský. V současnosti je toto odvětví nejvíce soustředěno v oblastech **těžby spotřebních surovin** (černé uhlí, vápenec), tedy především v okolí města **Ostrava**. **Železná ruda**, jako nezbytná surovina pro výrobu **oceli**, se musí dovážet. Důležitým sektorem jsou pak **elektrárny** zpracovávající např. uhlí z těžby atd.

### Významné firmy hutnického průmyslu

- Arcelor Mittal Ostrava
- Evraz Vítkovice Steel, Ostrava
- Třinecké železárny, Třinec
- ŽDB Group, Bohumín
- Poldi Hütte, Kladno



Elektrárna Třebovice v Ostravě

### 3. Chemický průmysl

- je **měřítkem ekonomické vyspělosti státu**, protože potřebuje kvalifikované pracovní síly, dostatek nerostných surovin, vody a elektrické energie. **Výroba však zatěžuje životní prostředí** (znečištěné vody, půdy, ovzduší).
- je nejvíce koncentrován v oblasti **severních Čech** (od **Ústí nad Labem až po Hradec Králové**). Na Moravě je to **Moravská chemická oblast** (převážně na středním a dolním toku řeky **Moravy**).
- pro **zpracování ropy** je důležitá blízkost ropovodů (**Litvínov, Kralupy nad Vltavou**).

#### Významné firmy v chemickém průmyslu:

- **petrochemie** – Chemopetrol Litvínov, Paramo Pardubice, Koramo Kolín, Česká rafinérská Litvínov, Benzina Praha
- **základní chemie** – Spolana Neratovice, Lovochema Lovosice, Spolchemie Ústí nad Labem, Setuza Ústí nad Labem, Syntezia Pardubice, Semtex Semtín, Deza Valašské Meziříčí, Precheza Přerov
- **gumárenský** – Kaučuk Kralupy nad Vltavou, Barum Otrokovice, Gumotex Břeclav, Gumárny Zubří, Rubena Náchod
- **plasty** – Fatra Napajedla, Technoplast Chropyně, Plastimat Liberec, Advanced Plastics Vrbno pod Pradědem
- **farmaceutický a kosmetický** – Zentiva Praha, Galena Opava, Chemopharma Ústí nad Labem, Dermacol Praha

## 4. Potravinářský průmysl

- nachází se na celém území České republiky
- základní suroviny pochází ze **zemědělských produktů, produktů lesního a vodního hospodářství a z dovážených surovin.**
- významným odvětvím je **výroba piva** (2 miliony hektolitrů piva se ročně vyveze). Největší producenti piva: **Prazdroj Plzeň, Staropramen Praha a Budvar České Budějovice.**

### Významné firmy v potravinářském průmyslu:

- **výroba masa a masných výrobků:** Kostelecké uzeniny, Hamé Babice, Krahulík Krahulčí, Agropol Vodňany, Masokombinát Ostrava-Martinov
- **výroba surových tuků a olejů:** Setuza Ústí nad Labem, Unilever Nelahozeves
- **úprava a zpracování mléka:** Danone Benešov, Olma Olomouc, Mlékárna Kunín, Madeta České Budějovice
- **výroba přírodního cukru:** Moravskoslezské cukrovary Hrušovany nad Jevišovkou, Cukrovary TTD Dobrovice, Cukrovar Vrbátky
- **výroba piva:** Plzeňský Prazdroj, Budvar České Budějovice, Pražské pivovary, Velkopopovický kozel, Pivovar Krušovice, Radegast Nošovice
- **výroba alkoholických nápojů:** Stock Plzeň, Bohemia sekt Starý Plzenec, Becherovka Karlovy Vary, Moravské vinařské závody Bzenec, Znovín Znojmo, Chateau Lednice, Templářské sklepy Čejkovice, R. Jelínek Vizovice
- **výroba nealkoholický nápojů:** Mattoni Karlovy Vary, Karlovarská Korunní Stráž nad Ohří, Poděbradka Poděbrady, Hanácká Kyselka Horní Moštěnice, Dobrá voda Byňov, Jupí Ostrava

## Dodržování platných norem dle legislativního rámce jednotlivých výrobků, produktů

Např. Migrace látek v environmentu (dle skupenství)

- V rámci kvality produktů z různých výrobních průmyslových sektorů (např. chemický, potravinářský průmysl atd.) je potřebné zajistit **kvalitní a zdravotně nezávadné produkty**. K tomu nám slouží metody na úrovni analytických metod, které umí stanovit složení daných výrobků, a dále zda nedošlo např. k překročení nežádoucích látek dle platné legislativy.

**Příklad:** pro materiály určené k obalování potravin (obalové materiály) je nutné dodržet uvedené předpisy, pokud je daný produkt určen ke konzumaci

### ❖ Odstavec předpisu 38/2001

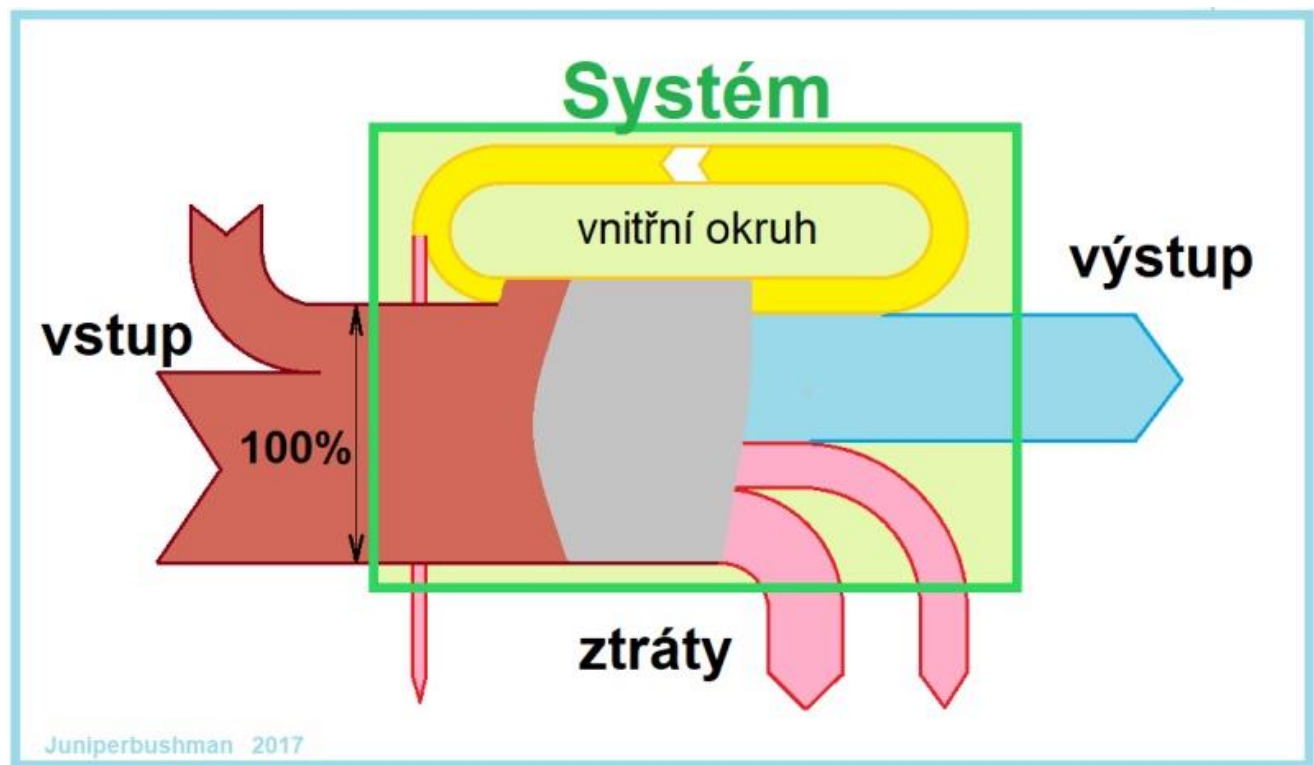
Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 38/2001 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy § 13

- ❖ **Pokyny Unie k nařízení (EU) č. 10/2011** o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami



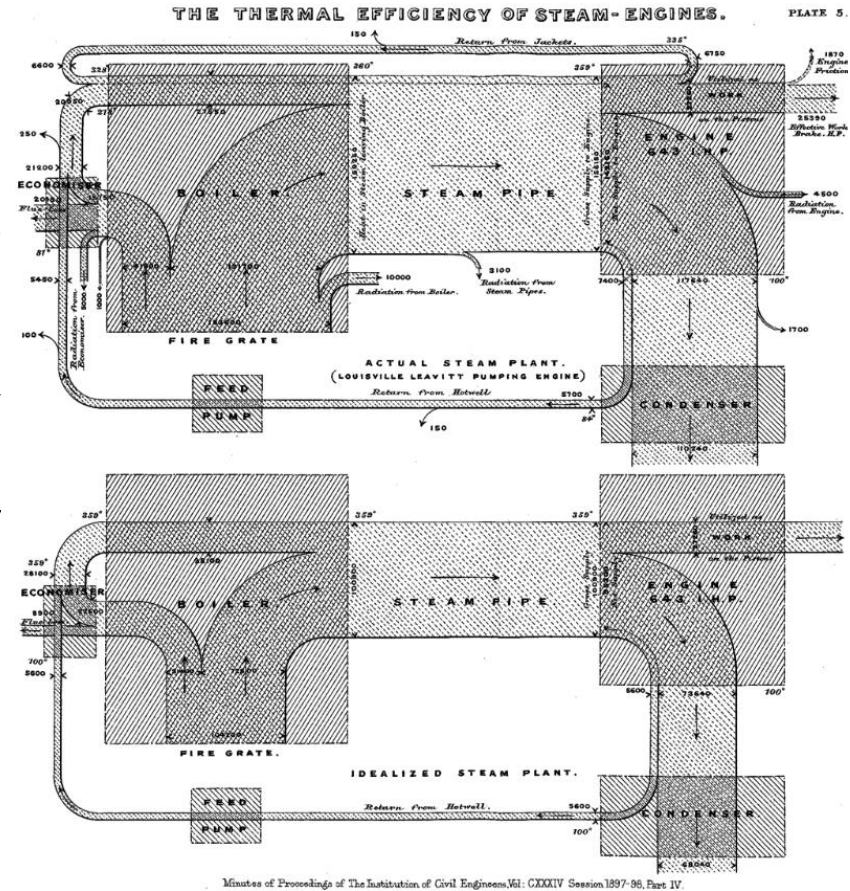
# Sankeyův diagram

- neboli *bilanční diagram*; je grafické znázornění složení a časového průběhu stavu určité veličiny v určitém systému
- Nejčastěji se používá v technice pro znázornění účinnosti nějakého zařízení. Např. může být sledovanou veličinou energie (práce). Může ale také znázorňovat pohyb materiálu, financí, lidí a pod. v určitém časovém úseku (cyklus, den, rok,...).



# Sankeyův diagram

- [Sankeyův diagram, podle irského inženýra M. H. P. R. Sankeye, 1853–1921], který jej vytvořil použil pro zobrazení účinnosti parního stroje v roce 1898
- představuje obecné grafické znázornění složení určité veličiny tak, že šířka proužků oddělujících se od základny je úměrná poměrné velikosti části vzhledem k jeho celku
- Vhodný pro znázornění dynamických procesů
- Příklad: spotřeba energie v podniku produkce skleníkových plynů z dopravy produkce emisí z energie při výrobě paliv pro letectví a lodní dopravu znázorňuje účinnost různých zařízení



Originál schématu Sankeyova diagramu z roku 1898 pro parní stroj

# Energie

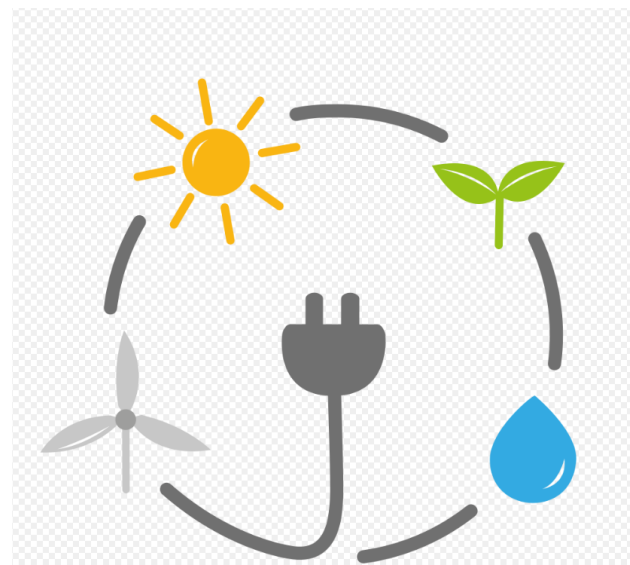
- Energie popisuje schopnost hmoty konat práci.
- Energie se může měnit z jednoho druhu na jiný, nelze ji vytvořit ani zničit, v izolované soustavě však její celkové množství zůstává stejné.
- Součet velikosti práce, které těleso nebo pole vykoná, a vydaného tepla se rovná úbytku jeho energie, která se přemění v jinou formu.

**Jednotka:** značka E, **joule**, J,

(práce, kterou vykoná síla 1 N působící po dráze 1 m.)

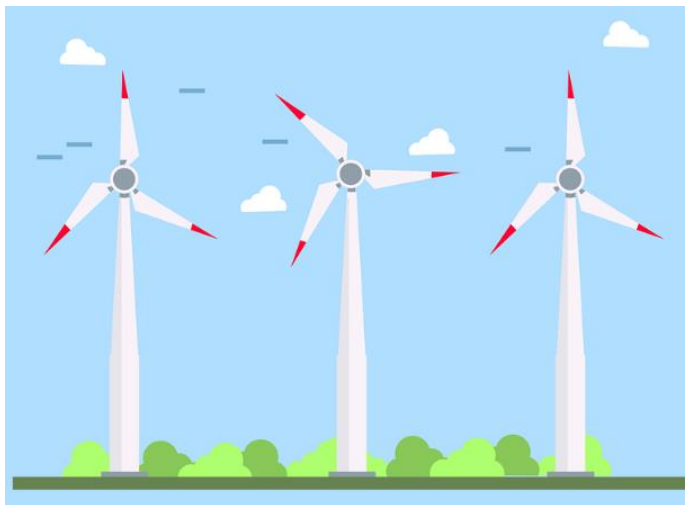
1 cal = 4,185 J

Ekvivalentem jednotky joule je **wattsekuda** (značka **Ws**), používá se oblasti energetice a silové elektrotechnice pro elektrickou práci nebo pro elektrickou energii.



## Podle působící síly rozeznáváme :

- Mechanická energie
- Kinetická (pohybová) energie
- Potenciální (polohová) energie
- Elektrická energie
- Magnetická energie
- Energie záření
- Energie vln
- Vnitřní energie (termodynamická energie)

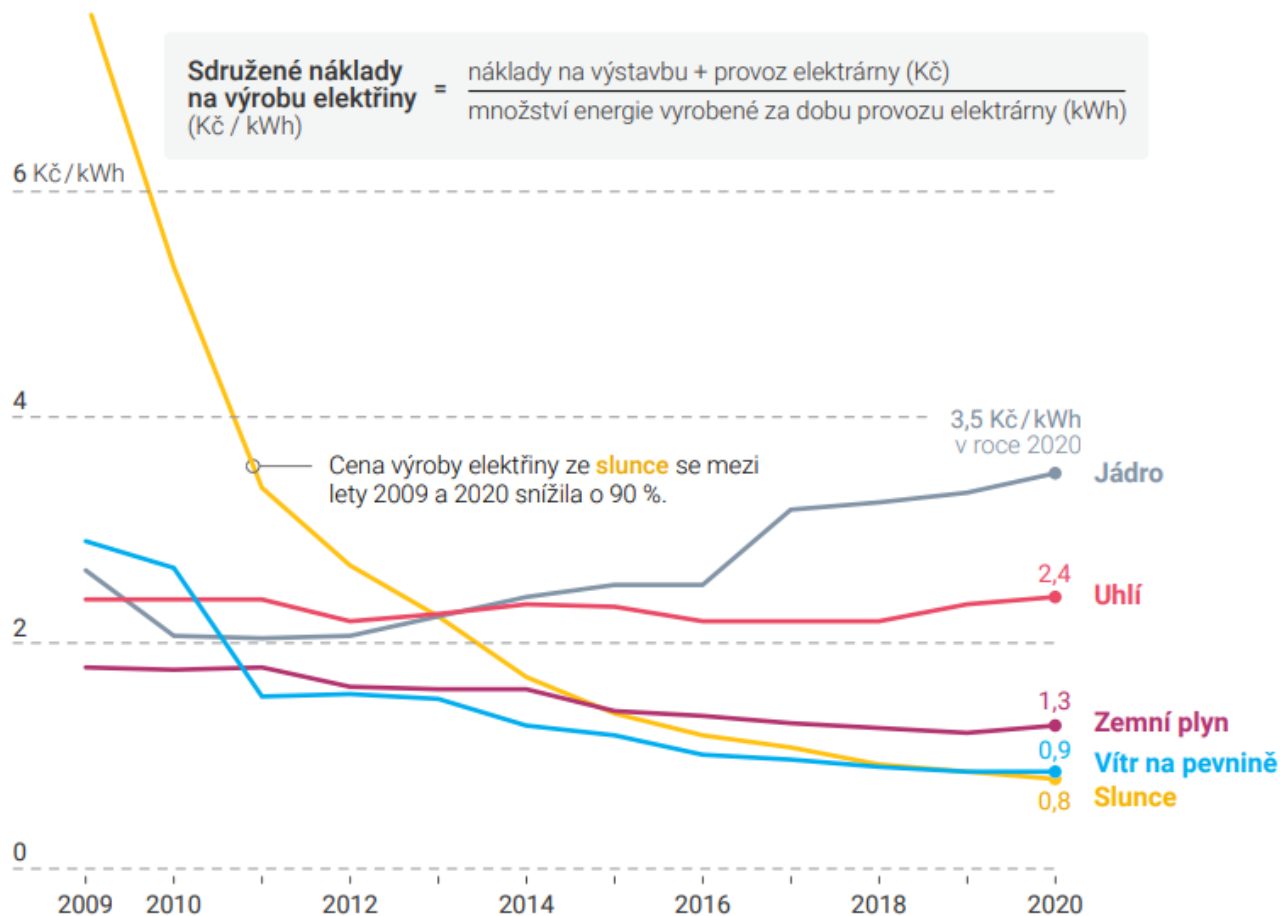


## Podle zdroje:

- Sluneční energie
- Vodní energie
- Větrná energie
- Geotermální energie
- Energie mořských vln
- Parní energie
- Svalová energie
- Světelná energie
- Energie ohně
- Jaderná energie

# VÝVOJ SVĚTOVÝCH CEN ELEKTŘINY PODLE ZDROJŮ

Ceny výroby elektřiny ze slunce a větru v poslední dekádě výrazně klesly a dnes tyto obnovitelné zdroje energie patří ve světě mezi nejlevnější.



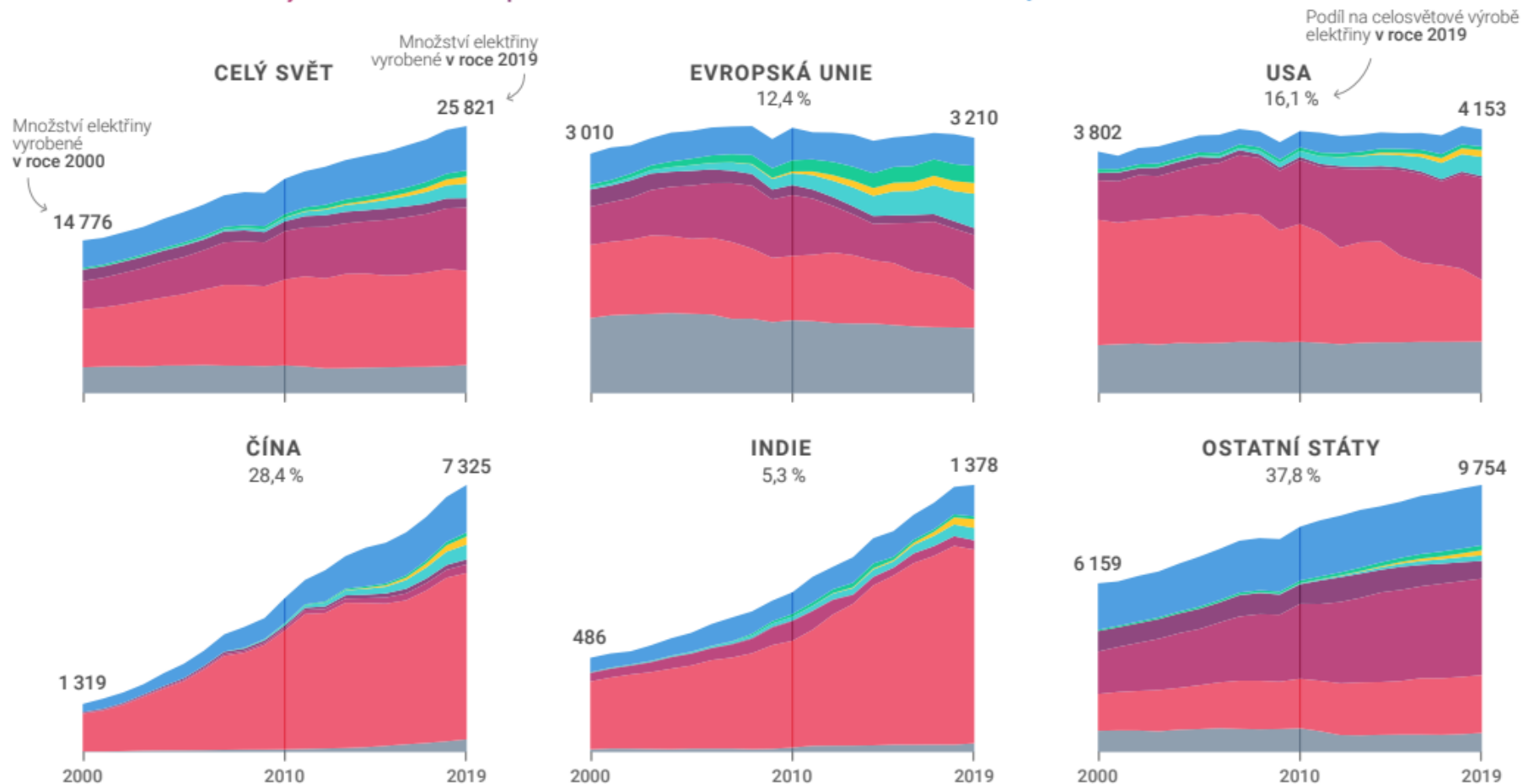
## Proč ceny elektřiny ze solárních a větrných elektráren klesají?

- **Technologie** výroby solárních panelů a větrných elektráren za poslední dekádu **výrazně vyspěla**.
- Využívání větrných a solárních elektráren ve větším měřítku přináší výhody v podobě **úspor z rozsahu**.
- Růst odvětví obnovitelných zdrojů láká další a další společnosti. **Větší konkurence snižuje cenu**.
- S rozšířením větrných a solárních elektráren **klesají rizika spojená s investicemi** do stavby těchto zdrojů

# VÝROBA ELEKTŘINY VE SVĚTOVÝCH REGIONECH

Vývoj celkové výroby elektřiny podle jednotlivých zdrojů v letech 2000–2019 celosvětově a pro jednotlivé regiony. Hodnoty jsou uváděné v TWh na rok.

■ Jádno ■ Uhlí ■ Plyn ■ Ostatní fosilní paliva ■ Větr ■ Slunce ■ Biomasa ■ Hydro



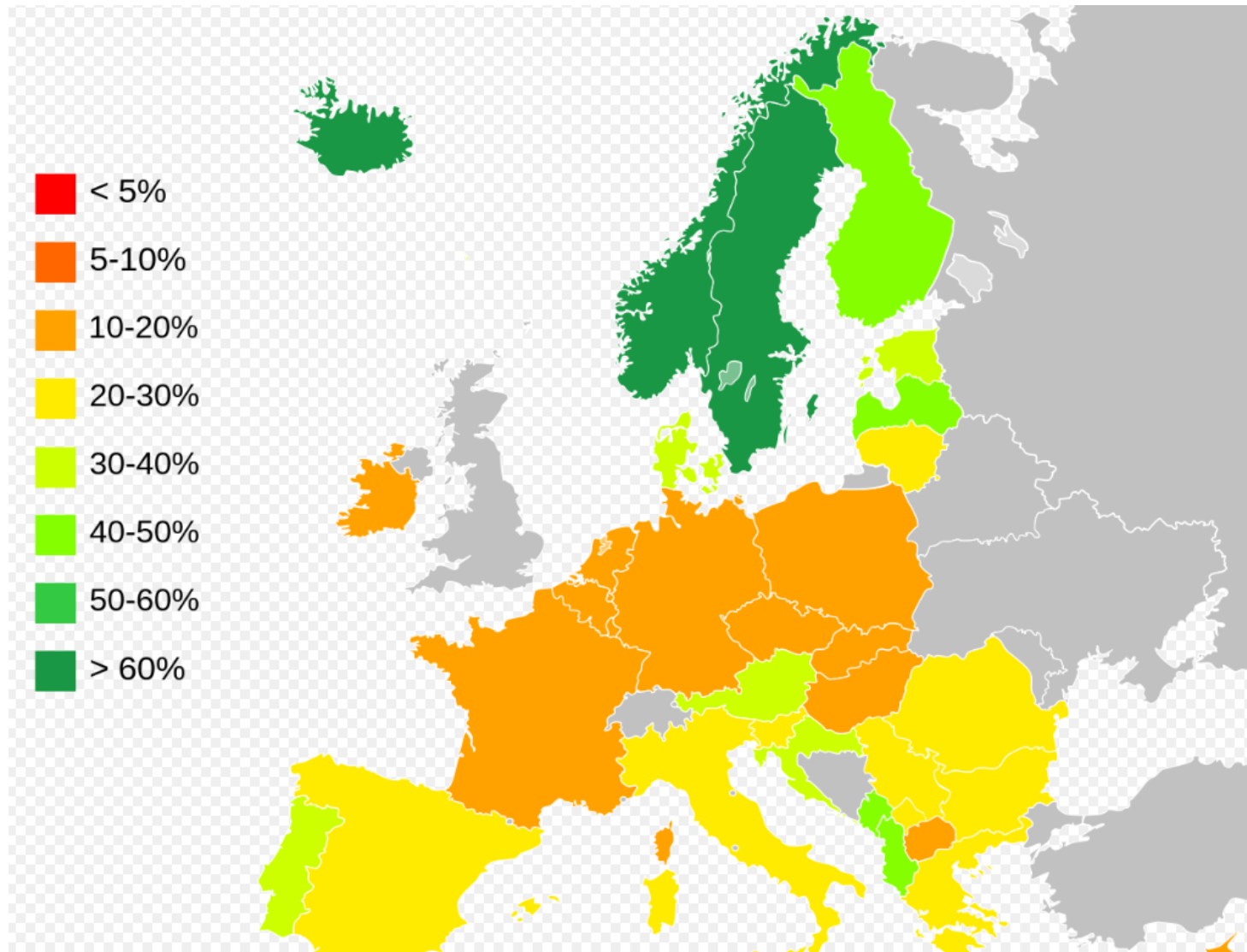
VERZE 2021-01-18 LICENCE CC BY 4.0

více info na [faktaoklimatu.cz/elektrina-svet](https://faktaoklimatu.cz/elektrina-svet)

zdroj dat: Ember

[Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů detailně](#) od autora [Fakta o klimatu](#), licencováno pod [CC BY 4.0](#).

## Podíl **obnovitelných zdrojů energie** na hrubé konečné spotřebě ve vybraných evropských zemích (2019 - 2020)



# Klíčové procesy v technologických výroбах

## ➤ Ohřev / sdílení tepla

- Vedením (konvekci)
- Prouděním (kondukcí)
- Sáláním (zářením, radiací)

V praxi dochází ke kombinaci.



## Ustálené vedení tepla v nehybném prostředí

Homogenní rovinná deska:

$$\dot{Q} = A \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum \frac{\delta_j}{\lambda_j}}$$

Q – tepelný tok (W)  
 $t_{1,2}$  – teploty povrchů (K)  
A – plocha (m<sup>2</sup>)  
 $\delta$  - tloušťka vrstvy (m)

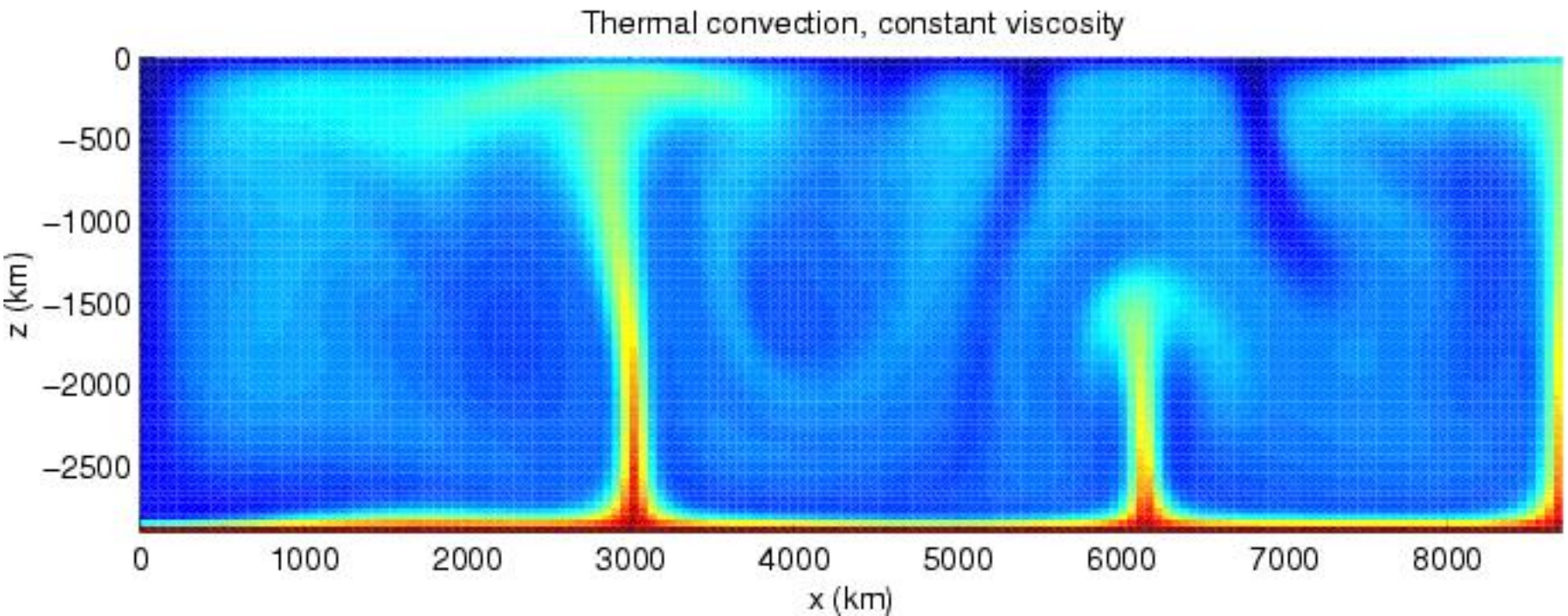
Rovinná stěna složená z n vrstev:

$$\dot{Q} = \lambda A \frac{t_1 - t_2}{\delta}$$



# Model tepelné konvekce v zemské plášti

- barvy blízké červené - teplé oblasti
- modré barvy - chladné oblasti

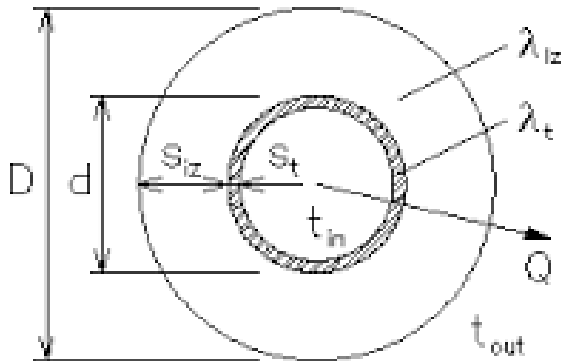


# Sdílení tepla vedením

- Příkladem je **vedení tepla rovinnou stěnou**.
- Vyskytuje se u **pevných materiálů**, kde každá látka má **součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$**  (koeficient úměrnosti mezi hustotou tepelného ( $q$ ) v dané látce a **gradientem teploty ( $T$ )**).
- **Tepelná vodivost** - schopnost látky vést teplo přes daný materiál, s jakou rychlostí se teplo šíří z jedné teplejší do druhé chladnější části.

➤ **Součinitel tepelné vodivosti :  $\lambda$**

**$\lambda$  (W/m.K)**



$$\frac{Q}{tS} = \lambda \frac{\Delta T}{d}, \text{ resp.}$$

$$\lambda = \frac{d}{tS\Delta T} Q,$$

$$[\lambda] = \frac{\text{W}\cdot\text{m}}{\text{m}^2\cdot\text{K}} = \text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$$

**Q** – množství tepla , které projde mezi dvěma plochami o obsahu **S**, o vzdálenosti **d**, mezi nimiž je teplotní rozdíl  **$\Delta T$**   
**W** – watt; **m** – metr, **K** - Kelvin

Látka	$\lambda$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]
diamant	895-2300
stříbro	429
měď	386
zlato	317
hliník	237
mosaz	120
železo	80,2
platina	71,6
olovo	35,3
rtuť	8,514
křemen	7-12
led (0°C)	2,2
sklo	1,35
voda	0,6062
olej	0,13
dřevo	0,04-0,35
vlna	0,04
polystyrenová pěna	0,033
vzduch (normální tlak)	0,0262

## Sdílení tepla vedením

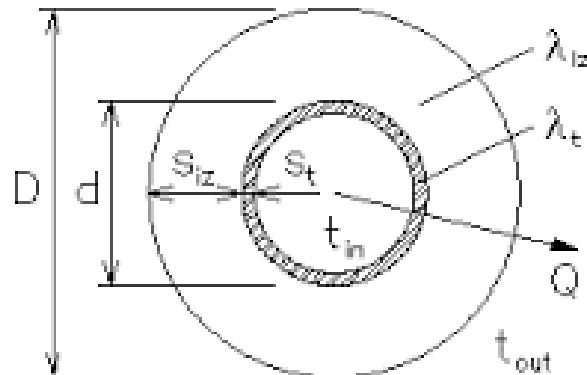
Homogenní válcová vrstva:

$$\dot{Q} = 2\pi L \lambda \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{d_2}{d_1}}$$

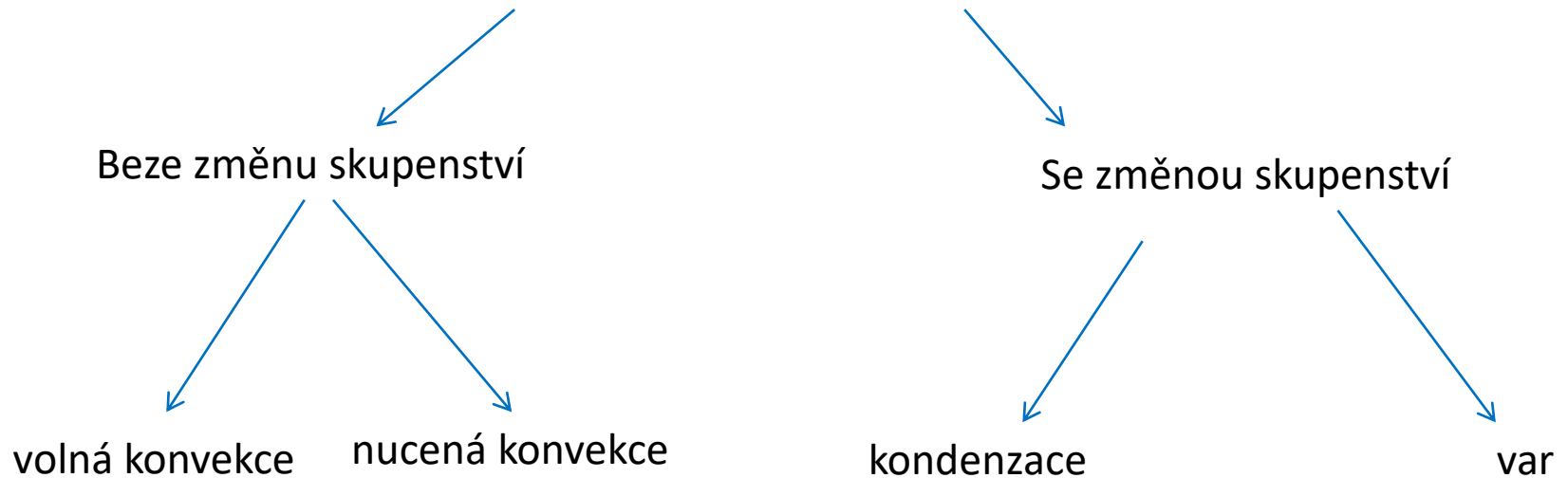
L – délka (m)  
d – průměr (m)  
t – teplota (K, °C)

Složená válcová vrstva:

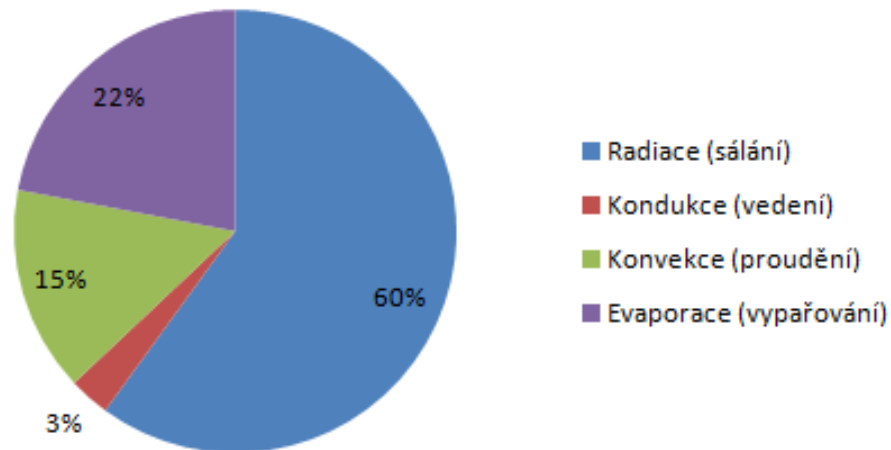
$$\dot{Q} = 2\pi L \frac{t_1 - t_2}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\lambda_j} \ln \frac{d_{j+1}}{d_j}}$$



## Sdílení tepla proděním (konvekcí)



## Ztráty tepla nahého člověka



## Při výpočtech koeficientu přestupu tepla se používají kritéria:

- Grashofovo

$$Gr = \frac{gl^3}{\nu^2} \beta \Delta t$$

- Nusseltovo

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$$

- Pécletovo

$$Pe = \frac{vl}{a}$$

- Prandltovo

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{c_p \eta}{\lambda}$$

- Reynoldsovo

$$Re = \frac{vl}{\nu}$$

$a$  – teplotní vodivost ( $\text{m}^2/\text{s}$ ),  $c_p$  – měrné teplo ( $\text{m}^2/\text{s}^2\text{K}$ ),  $\beta$  - teplotní objemová roztažnost ( $1/\text{K}$ ),  
 $\lambda$  tepelná vodivost ( $\text{W}/\text{mK}$ ),  $\nu$  - kinematický viskozita ( $\text{m}^2/\text{s}$ ),  $v$  – rychlost ( $\text{m}/\text{s}$ ),  
 $\alpha$  - koeficient přestupu tepla ( $\text{m}/\text{s}^3 \text{K}$ ),  $l$ - délka ( $\text{m}$ )

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

$\eta$  - dynamická viskozita ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$ )

## Volná konvekce do neomezeného prostoru

$$Nu = C(GrPr)^n$$

C, n – konstanty

Platí pro  $Pr \geq 0,7$

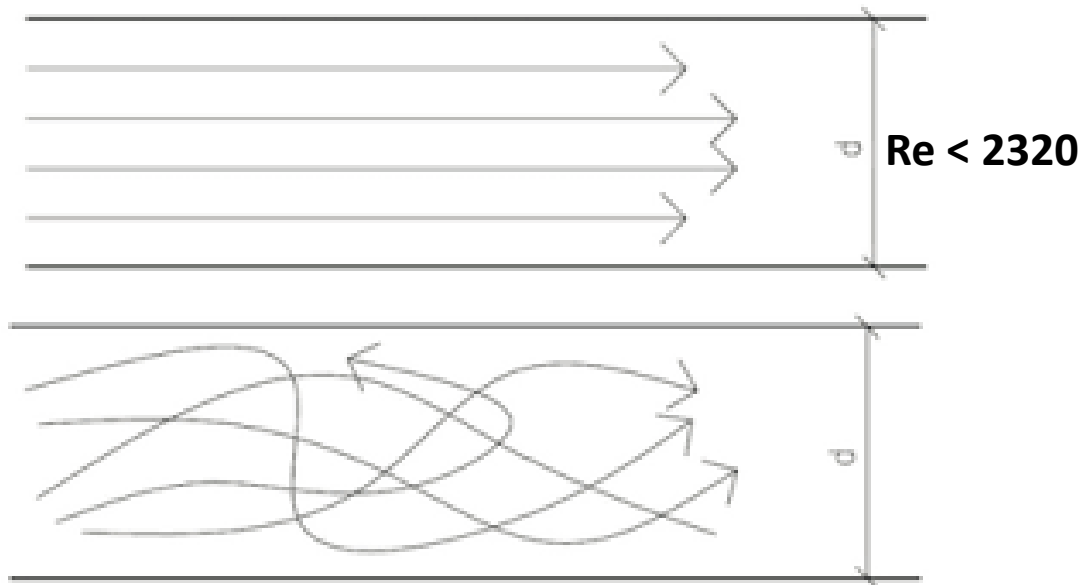
GrPr	C	n
$<10^{-3}$	0,5	0
$1 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	1,18	1/8
$5 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^7$	0,54	1/4
$2 \cdot 10^7 - 1 \cdot 10^{13}$	0,135	1/3

$$t_{st} = 0,5(\bar{t} + t_w)$$

Tok uvnitř trubky

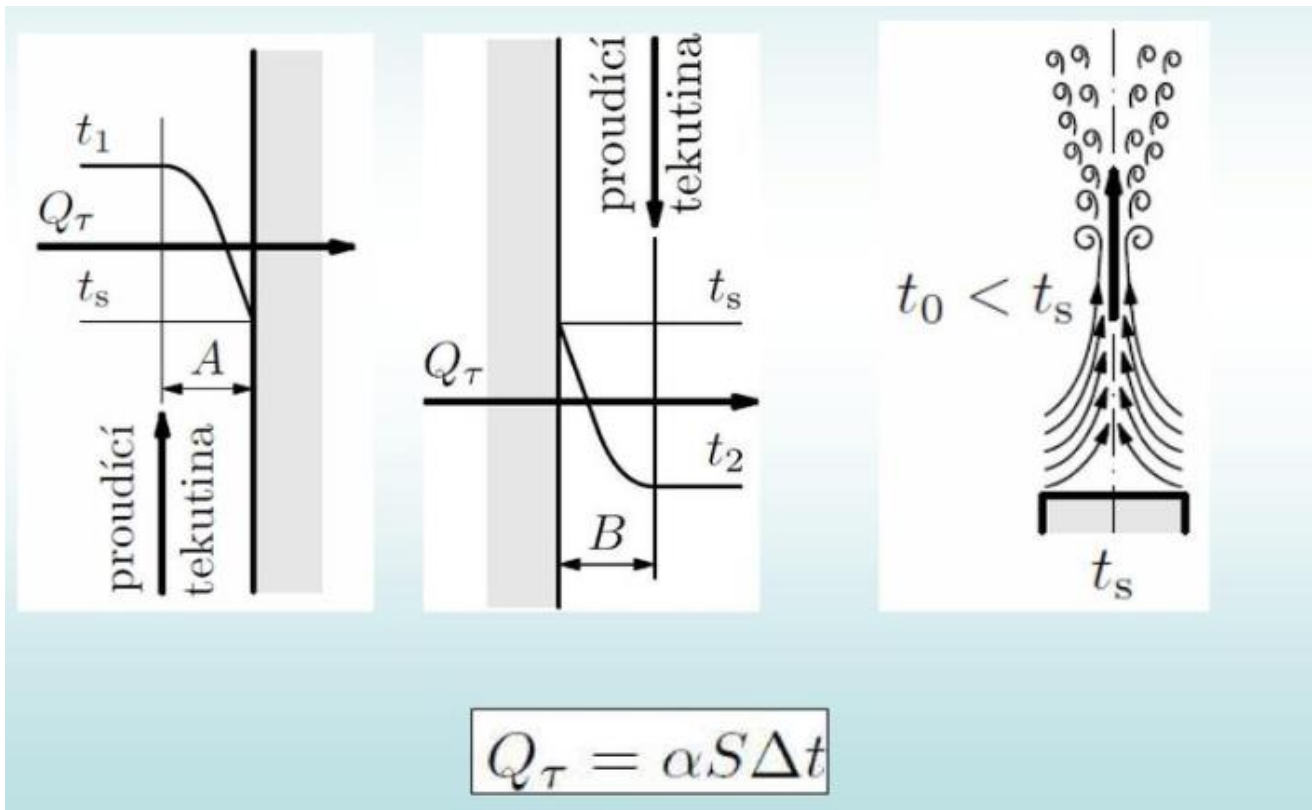
Laminární proudění

Turbulentní proudění



# Sdílení tepla prouděním

- nastává mezi 2 povrchy těles
- např. při styku kapaliny nebo plynu s pevnou stěnou
- nejprve jsou ohřívány předměty a pak vzduch



# Sdílení tepla sáláním

- **Sálání** (vyzařování, radiace) je fyzikální proces, při kterém látka emituje do prostoru energii ve formě **elektromagnetického záření**.
- Na rozdíl od přenosu tepla vedením nebo prouděním se může prostřednictvím sálání teplo přenášet i ve vakuu, tzn. bez zprostředkování přenosu látkovým prostředím.
- Energie, která je sáláním vyzařována, závisí na několika faktorech:
  - teplotě,
  - barvě prostředí (termosky, chladiče),
  - obsahu plochy
- Proto se sálání liší od vedení a proudění, protože tepelná energie se může přenášet i v prostoru, který není vyplněn látkou (vakuum).
- Podstatou je elektromagnetické záření, které ke svému přenosu hmotu nepotřebuje.
- Samovolným šířením tepla (bez konání práce) se zabývá obor zvaný **termokinetika**.



## Ustálený prostup tepla mezi dvěma tekutinami

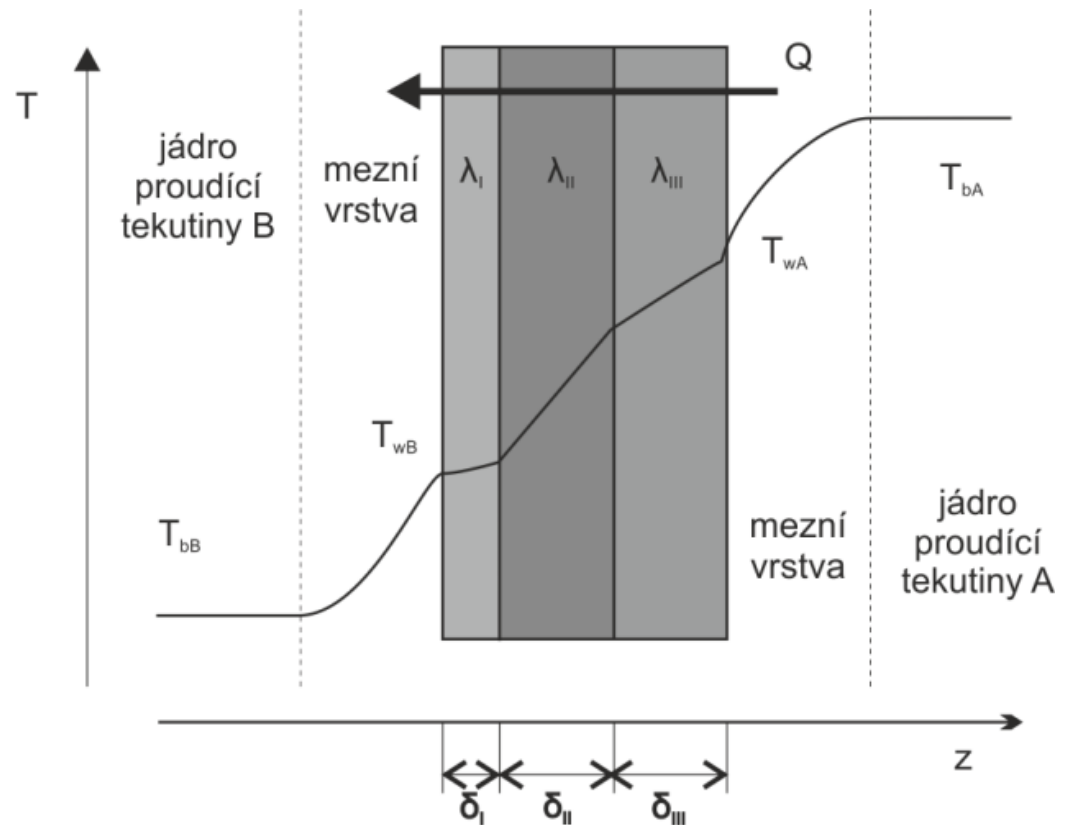
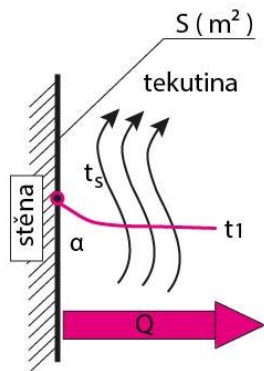
$$\dot{Q} = kA(t_A - t_B)$$

$k$  – koeficient prostupu tepla

$t$  – teplota

$A$  – plocha

$Q$  – tepelný tok



Tekutiny jsou odděleny rovinnou přepážkou složenou z  $n$  vrstev:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_A} + \sum_{j=1}^n \frac{\delta_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_B}$$

$\alpha$  - koeficient přestupu tepla,  $\delta$  - tloušťka vrstvy

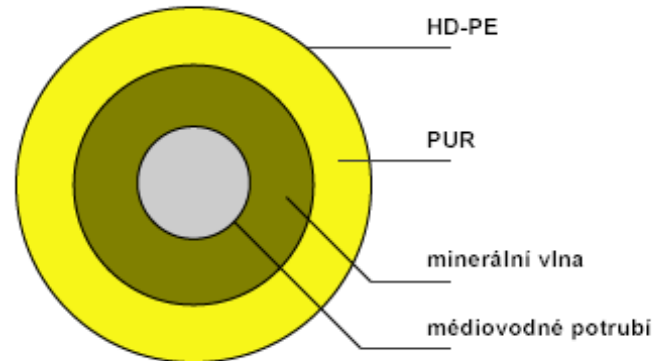
$\lambda$  - tepelná vodivost

Tekutiny jsou odděleny válcovou přepážkou (trubkou) složenou z n vrstev:

$$\dot{Q} = k_L A (t_A - t_B)$$

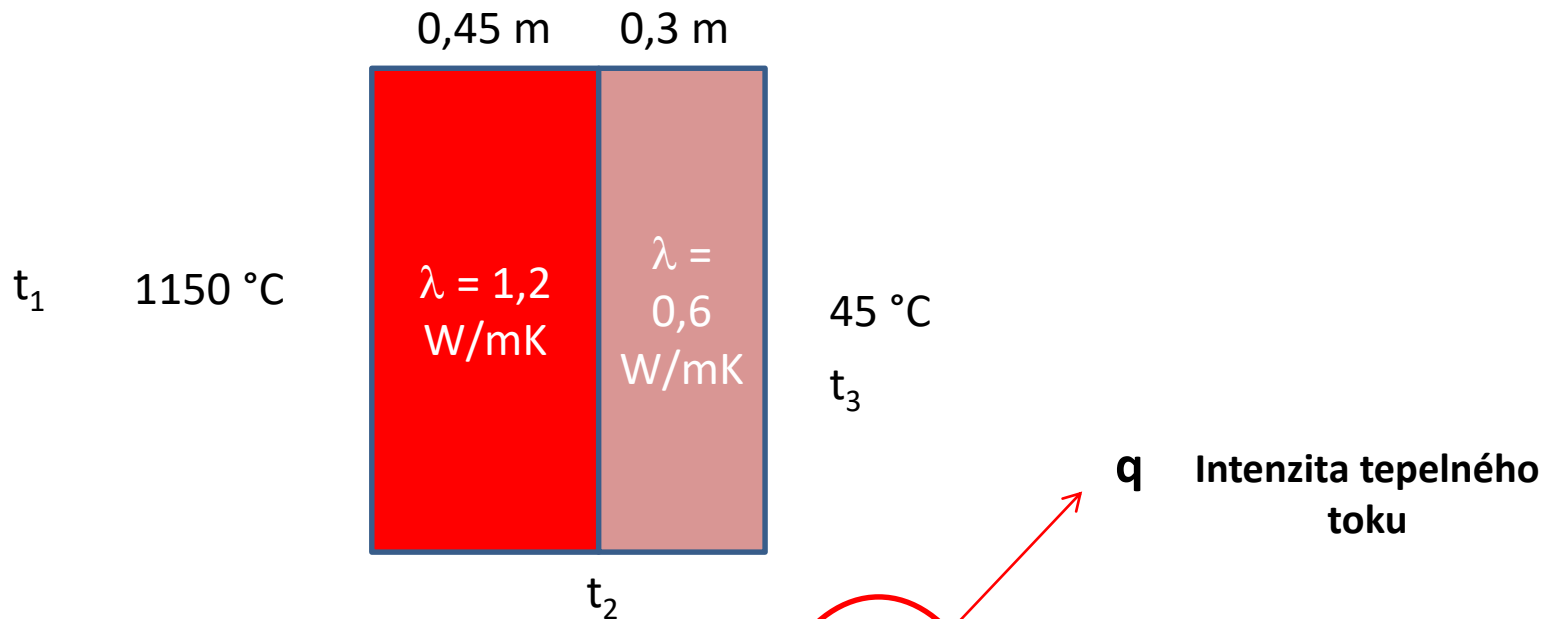
$$\frac{\pi}{k_L} = \frac{1}{\alpha_A d_A} + \frac{1}{\alpha_B d_B} + \sum_{j=1}^n \frac{\ln\left(\frac{d_{j+1}}{d_j}\right)}{2\lambda_j}$$

$\alpha$  - koeficient přestupu tepla,  $\delta$  - tloušťka vrstvy  
 $\lambda$  - tepelná vodivost,  $d$  – průměr pláště vrstvy



### ❖ Praktický příklad:

Stěna pece má dvě vrstvy zdiva: vnitřní z žáruvzdorných cihel (tloušťka = 0,45 m) a vnější ze stavebních cihel (tloušťka 0,3 m). Teplota vnitřního povrchu stěny je 1150 °C, vnějšího 45 °C. Vypočtete **intenzitu tepelného toku** stěnou pece do okolí a teplotu na rozhraní obou vrstev.



$$\dot{Q} = A \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum \frac{\delta_j}{\lambda_j}}$$



$$\dot{Q} = A \frac{t_1 - t_3}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$$



$$q = \frac{\dot{Q}}{A}$$

$$q = \frac{t_1 - t_3}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}} = \frac{1150 - 45}{\frac{0,45}{1,2} + \frac{0,3}{0,6}} = 1195 \text{ W/m}^2$$

Intenzita tepelného toku stěnou pece je 1195 W/m<sup>2</sup>.

- K určení teploty rozhraní obou vrstev využijeme skutečnosti, že při ustáleném stavu musí být tepelný tok (pro rovinnou stěnu také intenzita toku tepla) každou vrstvou stejný jako stěnou celou.

$$q = \frac{\delta_2}{\lambda_2} (t_2 - t_3) \quad \longrightarrow \quad t_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} q + t_3 \quad \longrightarrow \quad t_2 = \frac{0,3}{0,6} 1195 + 45 = 642,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Na rozhraní obou vrstev zdíva je teplota 642,5 °C

## ❖ Příklad 2

Předeheřtá olejová frakce se řerpá vodorovným potrubím o vnitřním průměru 45 mm a délce 4 m rychlost 0,5 m/s. Střední teplota oleje je 60 °C. Střední teplota vnitřní stěny trubky je 40 °C. **Určete koeficient přestupu tepla ( $\alpha$ ).**

Fyzikální vlastnosti oleje při 50 °C: měrné teplo  $c_p = 1,89$  J/kgK, teplená vodivost  $\lambda = 0,17$  W/mK, kinematičká viskozita  $\nu = 0,73 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>.s, hustota  $\rho = 900$  kg/m<sup>3</sup>,  $\lambda$  - teplotní oběhová roztažnost

Nejprve určíme **Reynoldsovo říslo**. Pokud je menší než 2300, tak se jedná o laminární proudění.

$$Re = \frac{vl}{\nu} = \frac{0,5 \cdot 0,045}{0,72} = 308,2$$

$$t_{st} = 0,5(60+40) = 50 \text{ °C}$$

$$Gr = \frac{gl^3}{\nu^2} \beta \Delta t$$

$$Pe = Re \cdot Pr$$

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{c_p \eta}{\lambda}$$

Pokud je  $Re < 2300$ ,  $Pe > 1800$ ,  $GrPr < 3,6 \cdot 10^6$  a  $L/d > 50$ , tak se použije následující vztah

$$Nu = 0,74 Pe^{0,2} (GrPr)^{0,1} \qquad Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$$

Spojením dostáváme:  $\alpha = 0,74 \frac{\lambda}{d} Pe^{0,2} (GrPr)^{0,1}$

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{c_p \eta}{\lambda} = (1,89 \cdot 10^3 \cdot 0,73 \cdot 10^{-4} \cdot 900) / 0,17 = 730,4$$

$$Gr = \frac{gl^3}{\nu^2} \beta \Delta t = \frac{9,81 \cdot (0,045)^3}{(0,74 \cdot 10^{-4})^2} \cdot 3 \cdot 10^{-4} \cdot (60 - 40) = 1,007 \cdot 10^3$$

$$Gr \cdot Pr = 7,355 \cdot 10^5$$

Pokračování:

$$Pe = 308,2 \cdot 730,4 = 2,251 \cdot 10^4$$

$$\alpha = 0,74 \frac{\lambda}{d} Pe^{0,2} (GrPr)^{0,1} = 0,74 \frac{0,17}{0,045} (2,251 \cdot 10^5)^{0,2} (7.335 \cdot 10^5)^{0,1} = 126,9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Koeficient přestupu tepla je **126,9 W/m<sup>2</sup>K**.

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Definujte pojem materiál, hmota, pole, látka
- Jak rozdělujeme látky z chemického hlediska
- Jaký je rozdíl mezi chemicky čistou látkou a směsí
- Jaký je rozdíl mezi prvkem a sloučeninou, atomem a molekulou
- Co víte o chemických reakcích
- Jaké jsou hlavní chemické zákony
- Co je to Sankyeův diagram, co může znázorňovat
- Jaké druhy energie znáte, podle jakých kritérií se dělí
- Které průmyslové odvětví představuje opěrný pilíř české ekonomiky a proč
- Co představuje pojem „vedení tepla“
- Jaký je rozdíl mezi vedením, prouděním a sáláním tepla
- Co je to elektromagnetické záření
- Uveďte praktický příklad pro každý druh vedení tepla



## Doporučené odkazy:

- Kratochvíl, B., Švorčík, V., Vojtěch, D. 2005. Úvod do studia materiálů, 1. vydání [online]. VŠCHT, Praha, ISBN 80-7080-568-4 Dostupné z: [http://147.33.74.135/knihy/uid\\_isbn-80-7080-568-4/pages-img/002.html](http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-568-4/pages-img/002.html)
- Teplotní roztažnost, přenos tepla, kinetická teorie plynů, 2023. Volně stažitelné - volné dílo, [online]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/13892613-Teplotni-roztaznost-prenos-tepla-kineticka-teorie-plynu.html>
- Křížek, M., Šíma, J. 2015. Analytická chemie [online]. České Budějovice. ISBN 978-80-7394-486-5. Dostupné z: [http://kch.zf.jcu.cz/vyuka/download/Analyticka\\_chemie\\_komplet.pdf](http://kch.zf.jcu.cz/vyuka/download/Analyticka_chemie_komplet.pdf)

## Použitá literatura:

- Wikipedie, 2023. Světlo [online].[cit. 12.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Btlo>
- Wikipedie, 2023. Elektromagnetické pole [online].[cit. 23.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9\\_pole](https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_pole)
- E-chembook.eu, 2023. Směsi Světlo [online].[cit. 27.2.2023]. Dostupné z: <http://e-chembook.eu/smesi>
- Wikipedie, 2023. Chemická reakce [online].[cit. 18.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Chemick%C3%A1\\_reakce](https://cs.wikipedia.org/wiki/Chemick%C3%A1_reakce)
- Wikipedie, 2023. Zákon zachování energie [online].[cit. 26.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1kon\\_zachov%C3%A1n%C3%AD\\_energie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1kon_zachov%C3%A1n%C3%AD_energie)
- Wikipedie, 2023. Průmysl v Česku [online].[cit. 10.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFmysl\\_v\\_%C4%8Cesku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFmysl_v_%C4%8Cesku)
- Wikipedie, 2022. Sankeyův diagram [online].[cit. 30.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Sankey%C5%AFv\\_diagram](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sankey%C5%AFv_diagram)
- Křížek, M., Šíma, J. 2015. Analytická chemie [online]. České Budějovice. ISBN 978-80-7394-486-5. Dostupné z: [http://kch.zf.jcu.cz/vyuka/download/Analyticka\\_chemie\\_komplet.pdf](http://kch.zf.jcu.cz/vyuka/download/Analyticka_chemie_komplet.pdf)
- Wikipedie, 2019. Šíření tepla prouděním [online].[cit. 21.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0%C3%AD%C5%99en%C3%AD\\_teplo\\_proud%C4%9Bn%C3%ADm](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0%C3%AD%C5%99en%C3%AD_teplo_proud%C4%9Bn%C3%ADm)
- Wikipedie, 2022. Tepelná vodivost [online].[cit. 3.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Tepeln%C3%A1\\_vodivost](https://cs.wikipedia.org/wiki/Tepeln%C3%A1_vodivost)



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Domincová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně,  
reg. č. NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

 Univerzita Tomáše Bati  
Centrum polymerních systémů



# Obsah

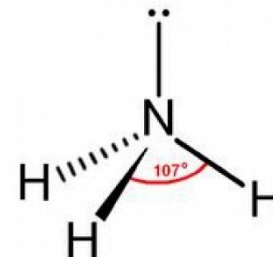
1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
- 2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.**
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Výroba, využití a vlastnosti nejdůležitějších chemikálií v ČR

- ❖ Amoniak -  $\text{NH}_3$
- ❖ Kyselina dusičná -  $\text{HNO}_3$
- ❖ Kyselina sírová -  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- ❖ Hydroxid sodný -  $\text{NaOH}$
- ❖ Hydroxid draselný -  $\text{KOH}$
- ❖ Chlorid sodný -  $\text{NaCl}$



# Výroba chemikálií - amoniak (NH<sub>3</sub>)



Výroba amoniaku je velmi důležitá z hlediska zajištění potravin.

**Amoniak** a z něj vyráběná **kyselina dusičná** jsou základními surovinami pro výrobu dusíkatých hnojiv.

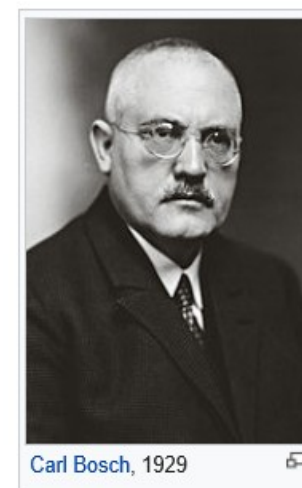
Okolo 5 % světové výroby energie je spotřebovááno na výrobu průmyslových hnojiv, vysokotlaká syntéza amoniaku (300 atmosfér) na tom má velký podíl.

V roce 2006 byla světová průmyslová výroba amoniaku odhadována na 146,5 mil. tun

Dnes používanou metodu výroby (Haber-Boschův proces) objevil německý chemik Fritz Haber, za což dostal roku 1918 Nobelovu cenu.



Haberův proces se dnes používá především při výrobě průmyslových hnojiv. Během 1. světové války umožnil Německu získat amoniak potřebný na produkci výbušnin, náhradou původně užívaného chilského ledku (nitratin)



- Amoniak je vyráběn **reakcí dusíku s vodíkem** při teplotách okolo 360 °C (i vyšších) a tlaku 300 atm (20 – 100 MPa).



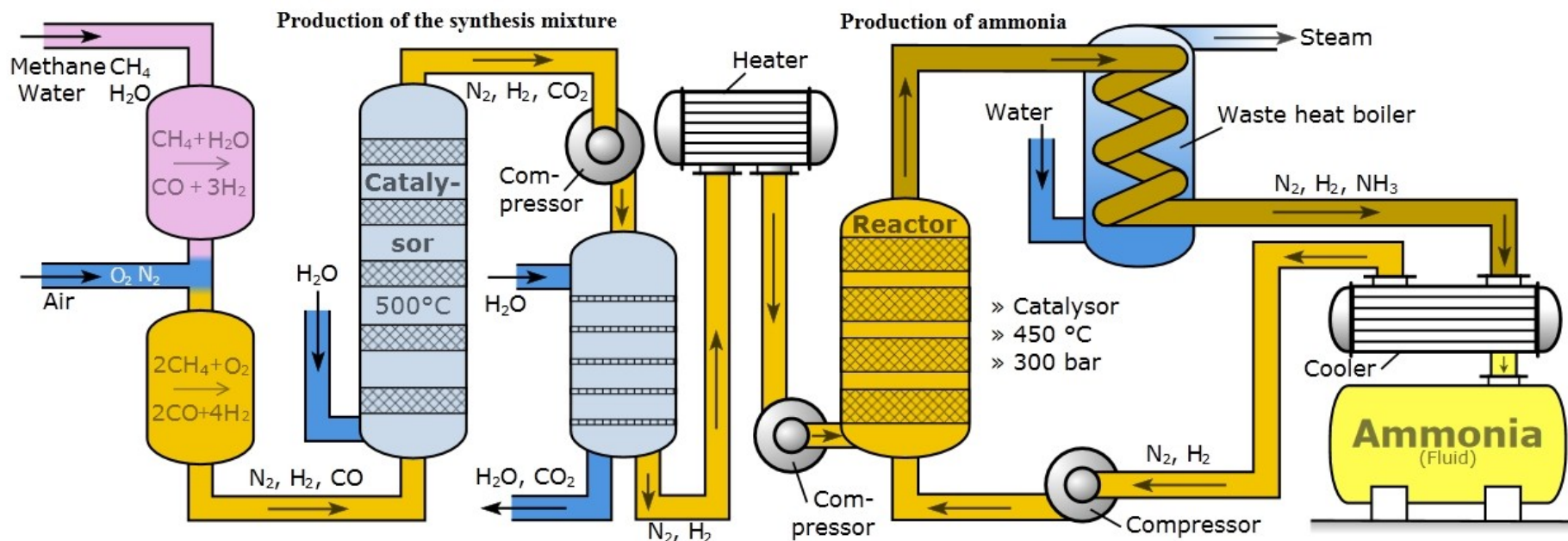
*1 fyzikální atmosféra (atm) = 101 325 pascalů (Pa) = 1,01325 bar*



- Vodík je vyráběn většinou tzv. **parním reformingem**, což je vysokoteplotní štěpení metanu (zemního plynu) vodní parou ( $t = 750 \text{ °C}$ )
- Při výrobě vznikají 3 tuny oxidu uhličitého na tunu vodíku !

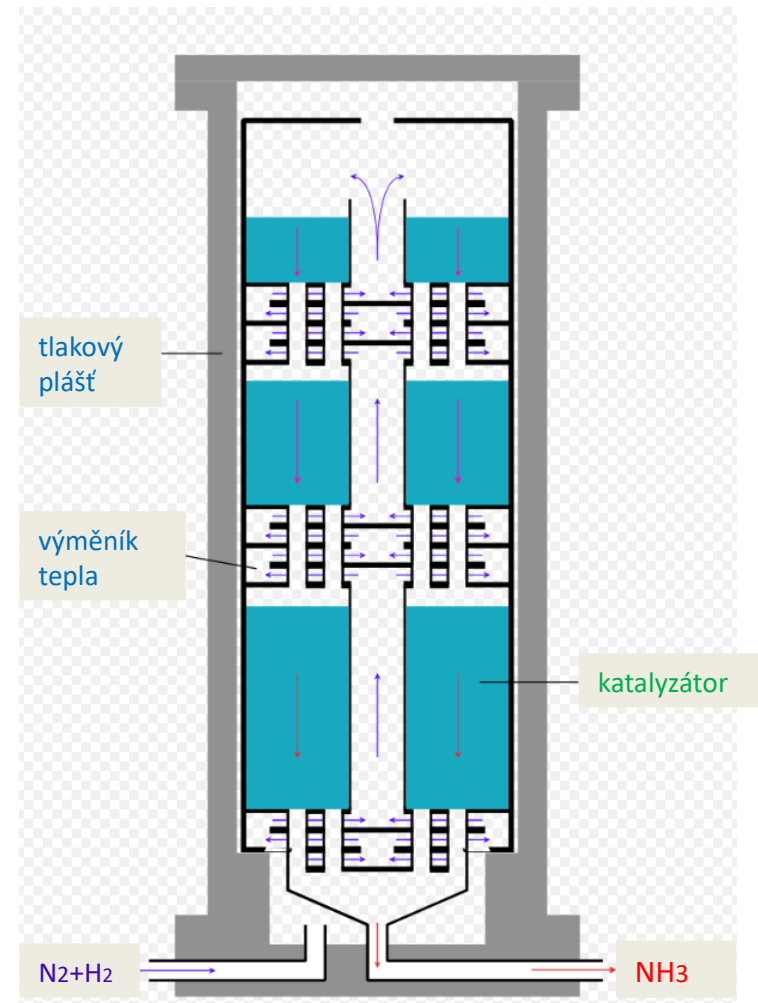
# Průmyslová výroba amoniaku

- Reakce probíhá nejčastěji při tlaku 15–25 MPa a teplotě 400–500 °C. Plyny (dusík a vodík) procházejí čtyřmi vrstvami katalyzátoru, jsou chlazeny kvůli efektivitě procesu (udržení rovnovážné konstanty). Nezreagované plyny jsou recyklovány a výsledná konverze dosahuje asi 97 %.





Vysokotlaký ocelový reaktor postavený v roce 1921 pro výrobu amoniaku „Haberovým procesem“, (nachází se v Technologickém institutu v Karlsruhe)

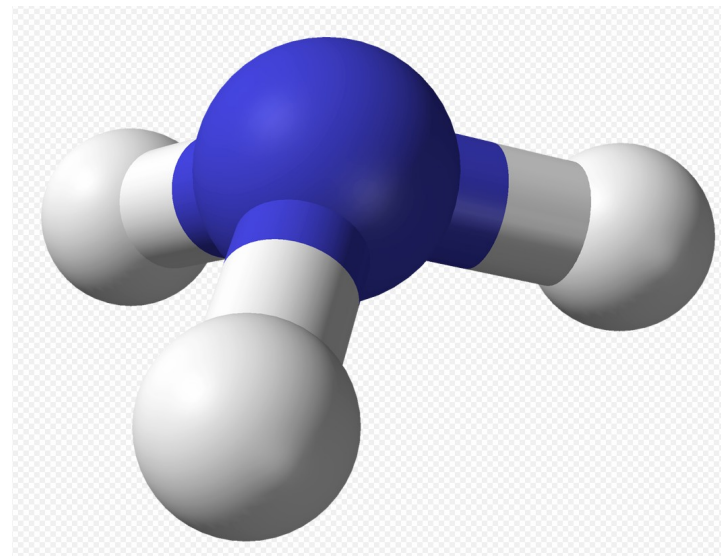


Autor: Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0,  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ammoniak\\_Reaktor\\_BASF.jpg#/media/File:Ammoniak\\_Reaktor\\_BASF.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ammoniak_Reaktor_BASF.jpg#/media/File:Ammoniak_Reaktor_BASF.jpg);  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ammoniakreaktor\\_MS.svg#/media/Soubor:Ammoniakreaktor\\_MS.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ammoniakreaktor_MS.svg#/media/Soubor:Ammoniakreaktor_MS.svg)

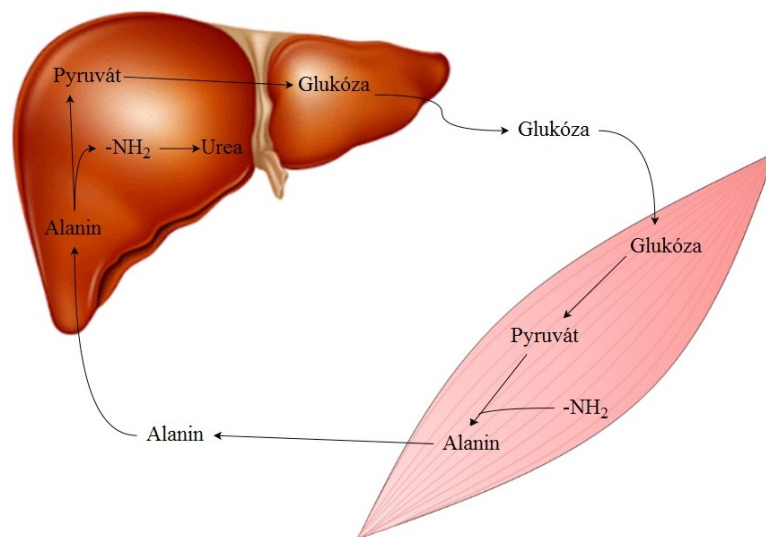


# Amoniak – vlastnosti

- systematická název „azan“
- triviální název „čpavek“ (zapáchá)
- bezbarvý, štiplavý plyn
- toxická, nebezpečná látka zásaditého charakteru
- lehčí než vzduch
- poškozují sliznici
- rozpustný ve vodě, při 0 °C ve 100 ml, vzniká zásaditý roztok – hydroxid amonný
- běžný odpadní produkt živočichů, je přítomen v močovinovém cyklu, odbourává se v glukózo-alaninovém cyklu



Model molekuly amoniaku



Glukózo – alaninový cyklus

# Amoniak

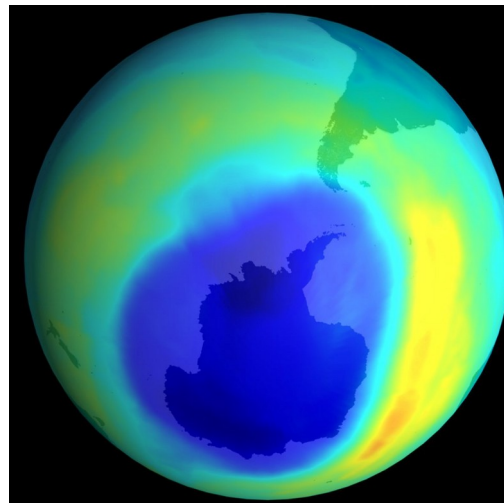
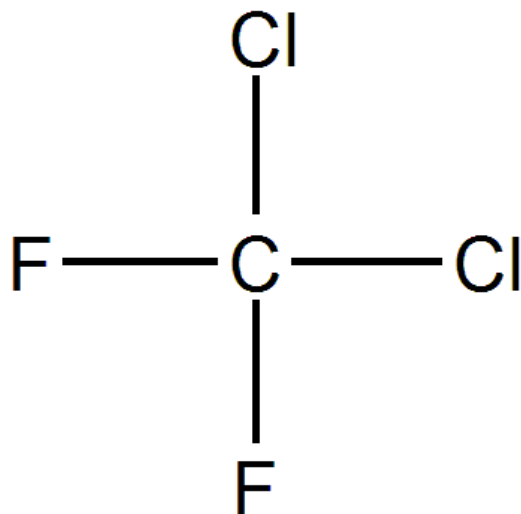
- Amoniak je skladován a transportován ve zkapalněném stavu.
- Při havarijním úniku kapalného amoniaku se vytvoří **podchlazený toxický oblak**, přispívá ke vzniku **kyselých dešťů**, protože se v atmosféře mění na oxidy dusíku.
- Hlavním zdrojem úniků však není chemický průmysl, ale **zemědělství**, kde je uvolňován ze stájí a nezakrytých skladů hnoje a jiných živočišných odpadů.
- Zkapalněný amoniak představuje riziko i mimo výrobní podnik. Po zákazu výroby tzv. **FREONU** je amoniak používán jako **pracovní plyn ve velkokapacitních chladicích zařízeních a v zimních stadionech**, které jsou situovány uvnitř občanské zástavby. Havarijní únik by tedy mohl ohrozit obyvatele v okolí.



Amoniak je skladován a transportován ve zkapalněném stavu

## Pozn. **Freony** - nebezpečné látky

- jsou komerční označení pro skupinu halogenderivátů uhlovodíků (podmnožinu chlor-fluorovaných uhlovodíků), které obsahují alespoň 2 vázané halogeny, z nichž alespoň jeden je být fluor.




Oslabení ozónové vrstvy,  
Antarktida 2000

Freony uvolňují v ozonové vrstvě **chlor**, který ničí **ozonovou vrstvu Země**.

Dochází pak k **úbytku ozonové vrstvy** a **UV záření** proniká tak na povrch Země, důsledkem jsou různé nemoci, např. zánět spojivek, rakovina kůže a poškození očí atd. Freony se taktéž řadí mezi **skleníkové plyny**.

## Hořlavé plyny (vodík a amoniak)

- **Vodík** stlačený na vysoký tlak představuje riziko vytvoření **explosivního oblaku**. 
- K havárii tohoto typu došlo ve společnosti Duslo Šala. Explose vedla k totálnímu zničení výroby. Při úniku se destruktivně projevila i kompresní práce uložená v plynu.
- **Amoniak** je rovněž hořlavým plynem, po explozi se může vytvořit **oblak** např. při havárii kapalného amoniaku se vytvoří **podchlazený toxický oblak**, který se drží při zemi a pohybuje se krajinou.



GHS01  
výbušné látky



GHS02  
hořlavé látky



GHS03  
oxidační látky



GHS04  
plyny pod tlakem



GHS05  
korozivní a žíravé látky



GHS06  
toxické látky



GHS07  
dráždivé látky



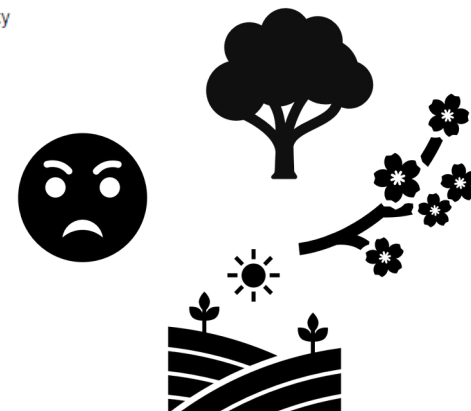
GHS08  
látky nebezpečné pro zdraví



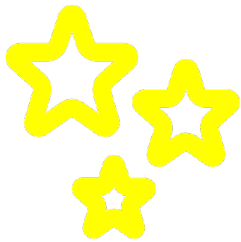
GHS09  
látky nebezpečné pro životní prostředí



GHS10  
látky s neznámými vlastnostmi



## Výskyt amoniaku



- vzniká **mikrobiálním rozkladem organických zbytků, exkrementů a moči živočichů**, přičemž se většinou váže ve formě **amonných solí**
- ryby vylučují většinu odpadního dusíku ve formě amoniaku. Ve velmi malém množství se nachází i v zemské atmosféře. Ve formě **chloridu amonného** se vyskytuje jako minerál **salmiak** zejména v okolí oblasti sopek – kde je součástí vulkanických jevů.
- ve velkém množství je obsažen **v planetách** (Jupiteru, Saturnu, Uranu a Neptunu) a také **v atmosféře** Saturnova měsíce **Titanu**
- Nalezen byl i v **kometách**. Je také jednou z molekul, nacházejících se v mezihvězdném prostoru.



Minerál salmiak



## Využití amoniaku

- **Hnojiva** – cca 83 % amoniaku se používá pro hnojiva, ve formě solí nebo roztoků. Výroba amoniaku spotřebovává více než 1 % energie vyrobené člověkem – **velmi významná složkou světové spotřeby energie.**
- **Složka chladících systémů** (ledničky, zimní stadiony) – složky čisticích prostředků pro různé účely, čištění skla, porcelánu a nerezavějící oceli, v čističích pro trouby, grily apod., kdy odstraňuje napečené nečistoty. Koncentrace amoniaku v těchto roztocích se pohybuje okolo 5 – 10 %.
- **Čpavková voda** - používá se na oxidaci povrchu nových zinkových povrchů plechů a okapů – na čerstvém povrchu barva neulpívá rovnoměrně, ale vytváří fleky. Tímto postupem "zestaříme" čerstvý zinek, takže poté na něm již barva bude držet a povrch bude dobře očištěný: 2-3 % roztokem čpavkové vody (dle návodu výrobce)



Chladivo R-134a



Antiseptický roztok aplikovaný na problematické místo

# Využití amoniaku

- je přímým nebo nepřímým **prekurzorem dusíkatých sloučenin**. Lze z něj vyrobit téměř všechny syntetické a anorganické sloučeniny dusíku.
- např. **Chladivo (R717)** - na základě jeho termodynamických vlastností, se mohlo uvedené chladivo běžně používaných ještě před objevem freonů.
- za 2. světové války se používal v Belgii jako **palivo pro autobusy**, ještě dříve se využíval **do motorů** a pro **zařízení založená na sluneční energii**.
- Kapalná forma amoniaku se používala jako **raketové palivo** (letoun X-15). Nemá vysokou výhřevnost jako jiná paliva, nezanechává v motorech saze a jeho hustota je zhruba stejná jako u kyslíku (využitý jako **oxidant**, pro zjednodušení konstrukce zařízení)
- Rovnice hoření :  $4 \text{NH}_3 + 7 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{NO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- V posledním období se amoniak řadí mezi **alternativy k fosilním palivům** pro využití ve **spalovacích motorech** (spalné teplo: 22,5 MJ/kg, - polovina oproti naftě)
- v současných motorech se využívá jen s menšími úpravami karburátorů
- V budoucnu by bylo vhodné zvýšit jeho výrobu: pomocí **obnovitelných zdrojů**, i pomocí **energie z uhlí nebo jádra**. Účinnost je však nižší než u akumulátorových baterií.

# Kyselina dusičná (HNO<sub>3</sub>)

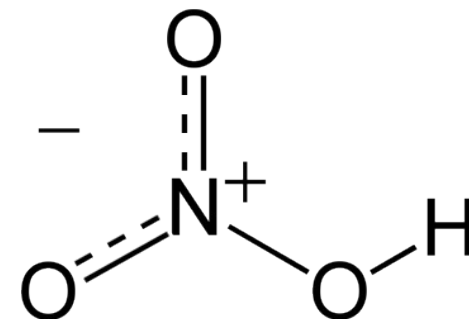
- vzniká **oxidací amoniaku pomocí vzduchu** na hustých platinových sítích
- směs NO a NO<sub>2</sub> - směs oxidů je pak ochlazena a ve vodném roztoku je oxidována vzduchem na kyselinu dusičnou
- Vyrábí se **Ostwaldovým procesem** – vzdušnou oxidací amoniaku na katalyzátoru při teplotě 700–850 °C a tlaku 900 kPa. Meziproduktem je oxid dusnatý :



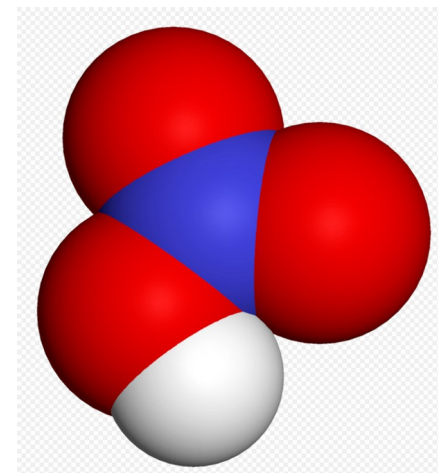
**Použití.** výroba průmyslových hnojiv dusičnan amonný, organických nitrolátek (například nitrobenzenu a barviv), výbušnin, čištění a moření kovů- a různých organických sloučenin dusíku.

## ➤ **Ekologická rizika spojená s výrobou kyseliny dusičné:**

- problematika, že koncové odpadní plyny z výroby kyseliny na **oxid dusný (N<sub>2</sub>O)**, jenž spadá mezi **mezinárodně sledované skleníkové plyny**, v důsledku jeho dlouhé životnosti v atmosféře, představují riziko pro ŽP
- 📄 ve výrobnách kyseliny dusičné jsou proto aplikována opatření pro snížení jeho vzniku



Strukturální vzorec  
HNO<sub>3</sub>



Model molekuly  
HNO<sub>3</sub>

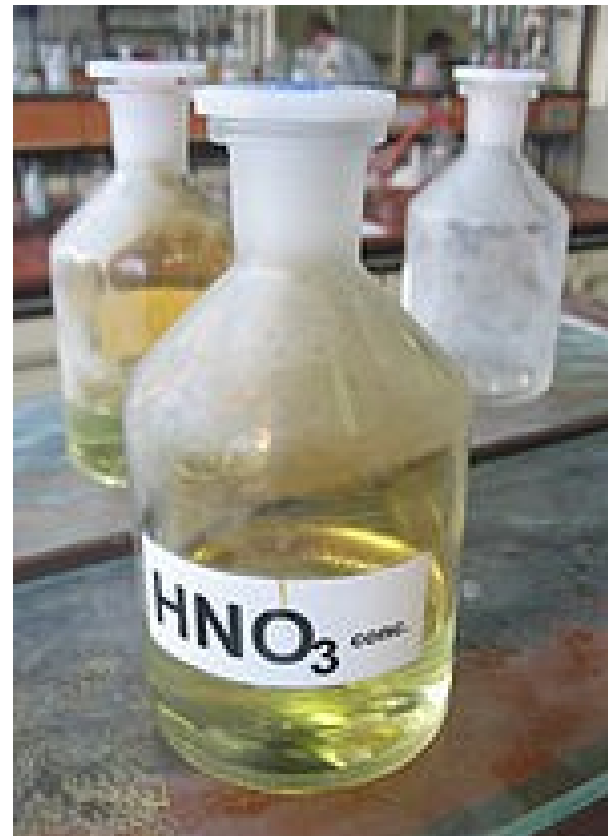


## Fyzikální vlastnosti HNO<sub>3</sub>

- Čistá bezvodá kyselina dusičná (100%) je bezbarvá kapalina s hustotou 1,513 g/cm<sup>3</sup>, při teplotě -42 °C tuhne a vytváří bílé krystaly, vře při 83 °C.
- Na světle a vzduchu se za pokojové teploty rozkládá na kyslík, oxid dusičitý a vodu:



- Oxid dusičitý se následně rozpustí ve zbývající kyselině dusičné a zabarvuje ji tak do žluta, za vyšších teplot do červena.
- Čistá kyselina má tendenci vypouštět do vzduchu bezbarvý dým, znečištěná kyselina - zbarvením tohoto dýmu do červenohnědá (**dýmavá kyselina dusičná** - 86 %).
- Koncentrovaná (68,4%), s vodou vytváří azeotropickou směs - 1 l váží cca 1 400 g.
- Je nestálá, na vzduchu a světle se rozkládá na žlutohnědý jedovatý plyn (**NO<sub>x</sub>**), nazývané jako **nitrozní plyny** (uskaldnění v lahvích s tmavým sklem a dvojitým uzávěrem).



# Chemické vlastnosti HNO<sub>3</sub>

- silná jednosytná kyselina, velmi silné oxidační činidlo schopné nitrovat velké množství organických sloučenin a látek
- **Její chemické vlastnosti lze rozdělit:**
- **Acidické** - typická kyselina reaguje s hydroxidy, zásadotvornými oxidy a solemi slabších kyselin za vzniku vlastních solí, dusičnanů. Ve vodném prostředí se zcela disociuje, dochází k uvolnění aniontu NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a vodíkového kationtu, který však následně vytvoří **oxonium**:



- **Oxidační vlastnosti** - reakce s kovy (mimo Au, Ag, Pt) – jsou to velmi silná oxidační činidla, proto většinou při reakcích s kovy neodštěpuje vodík. Kyselina reaguje s kovy, zlato a platina se však rozpouští v lučavce královské. Při reakci koncentrované kyseliny se uvolňuje oxid dusičitý:



- **Reakce s nekovy** - s výjimkou (Si a halogenů) probíhají za vzniku oxidu dusíku, vody, za vzniku oxidu nekovu:  $\text{C} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



- **Reakce s organickými látkami** - organické látky se působením kyseliny dusičné oxidují nebo nitrují (žloutnutí kůže při polití - s bílkovinami - **xantoproteinová reakce** a používá se k důkazu bílkovin).

# Nebezpečnost a reaktivita HNO<sub>3</sub>

- **Velmi silná žiravina!!!** Způsobuje těžké poleptání. Při tepelném rozkladu může docházet ke vzniku toxických zplodin – např oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>).
- Při zahřátí hrozí prudké chemické reakce, uvolňuje se kyslík podporující hoření. Tvoří žíravé roztoky. Látka je silně kyselá i ve zředěných roztocích!

- **Věty o nebezpečnosti:**

H272 Může zesílit požár; oxidant (GHS 03)

H290 Může být korozivní pro kovy.

H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí (GHS05)

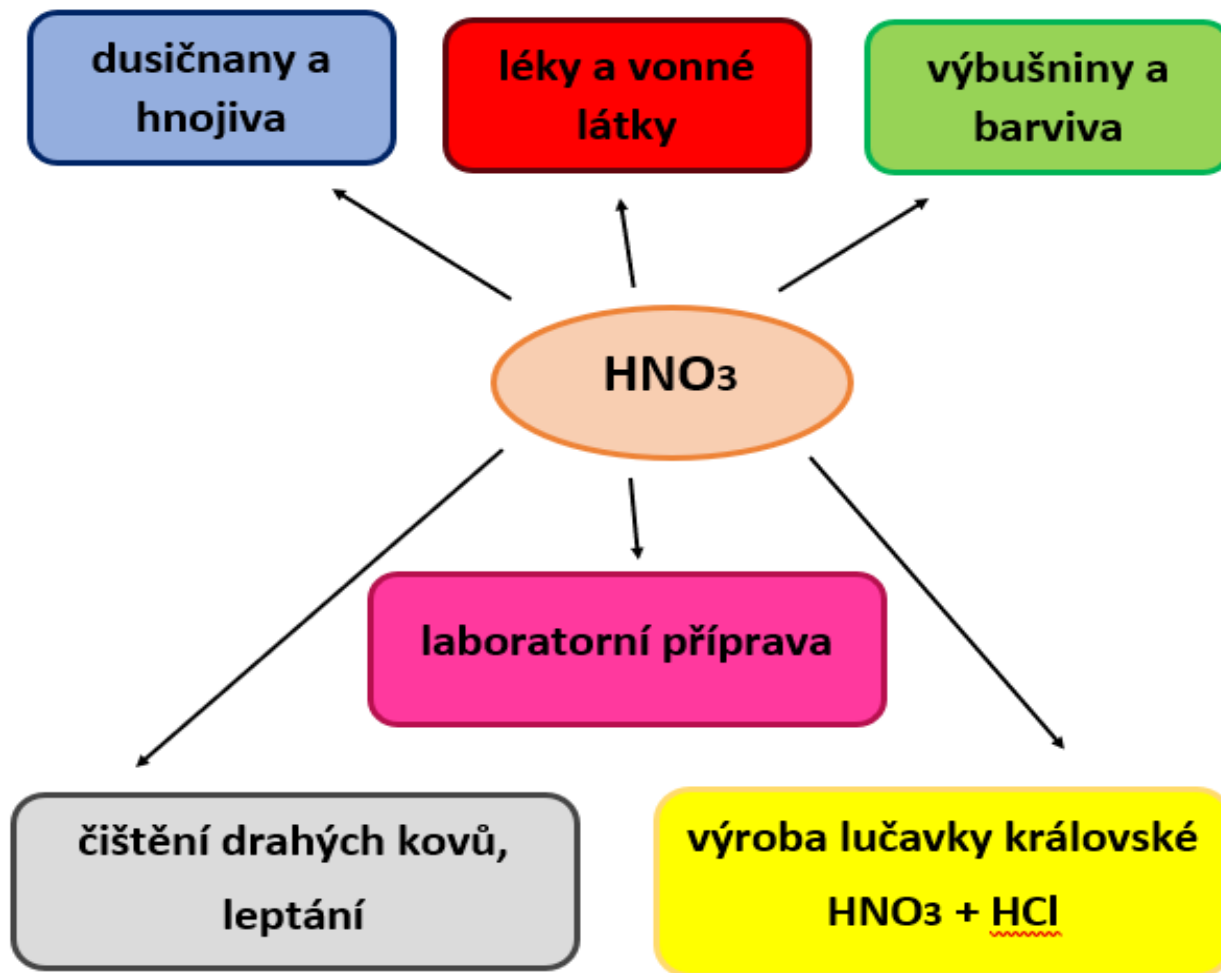


## Chemická stabilita:

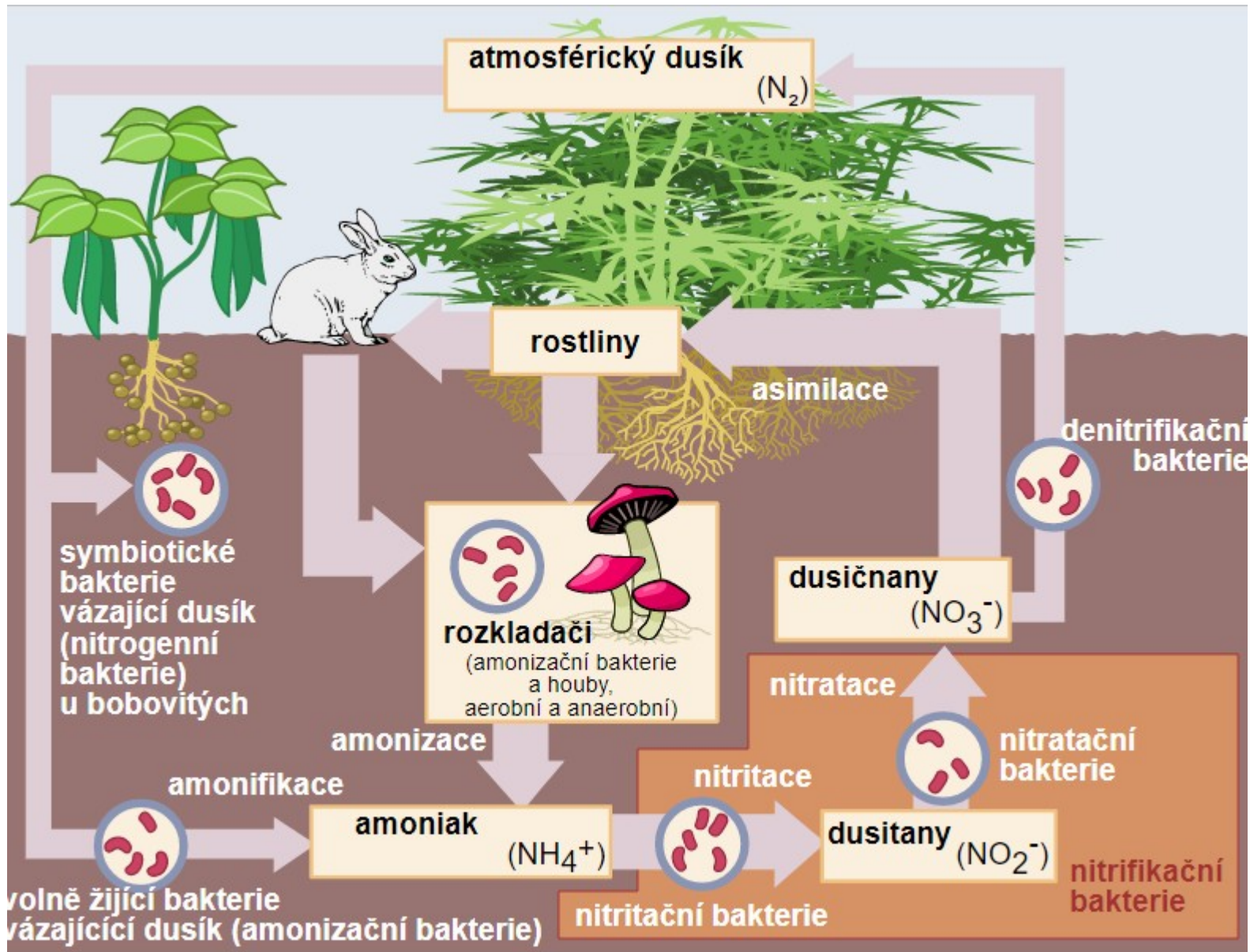
- stabilní za běžných skladovacích podmínek
- **hrozí nebezpečné chemické reakce:** kromě reakcí s kovy mohou být nebezpečné i reakce s redukčními činidly a vodou (tvoří silně žíravé roztoky)
- třeba zamezit intenzivnímu zahřívání látky
- **neslučitelné materiály:** izolovat od lehce zápalných látek a kovů, organických materiálů, (dřevo, papír, org. chemikálie) a anorganických okysličovadel

# Využití kyseliny dusičné

- má velké upotřebení a využití v průmyslu, např. pro výrobu výbušnin pomocí nitrace, výroba dusíkatých hnojiv, barviv a laků, léků a různých organických sloučenin
- v chemickém průmyslu, laboratořích a raketové technice se používá jako oksylichovadlo

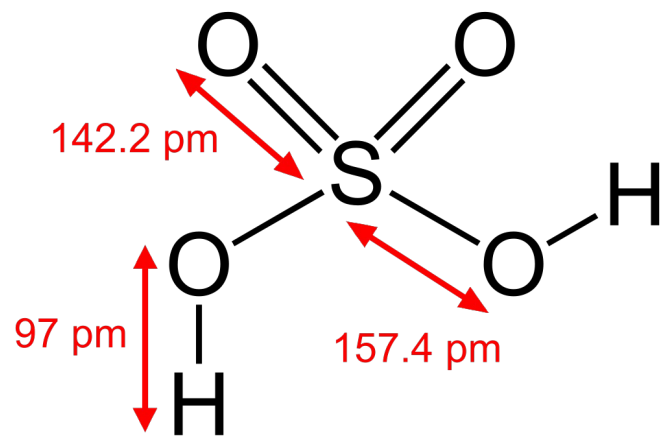


# Schéma koloběhu dusíku v přírodě

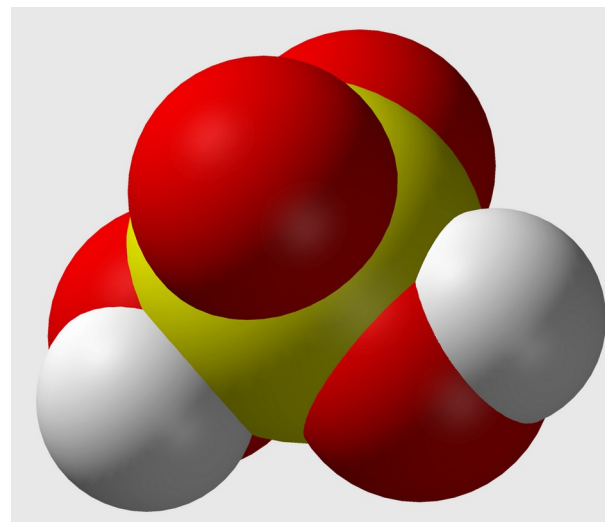


## Kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

- Neboli „*vitriol*“ je silná dvojsytná kyselina
- jednou z nejdůležitějších průmyslově ve velkém množství vyráběných chemikálií
- sumární vzorec: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> značí, že se skládá ze dvou atomů vodíku, jednoho atomu síry a čtyř atomů kyslíku
- Odvozené soli od kyseliny sírové jsou sírany



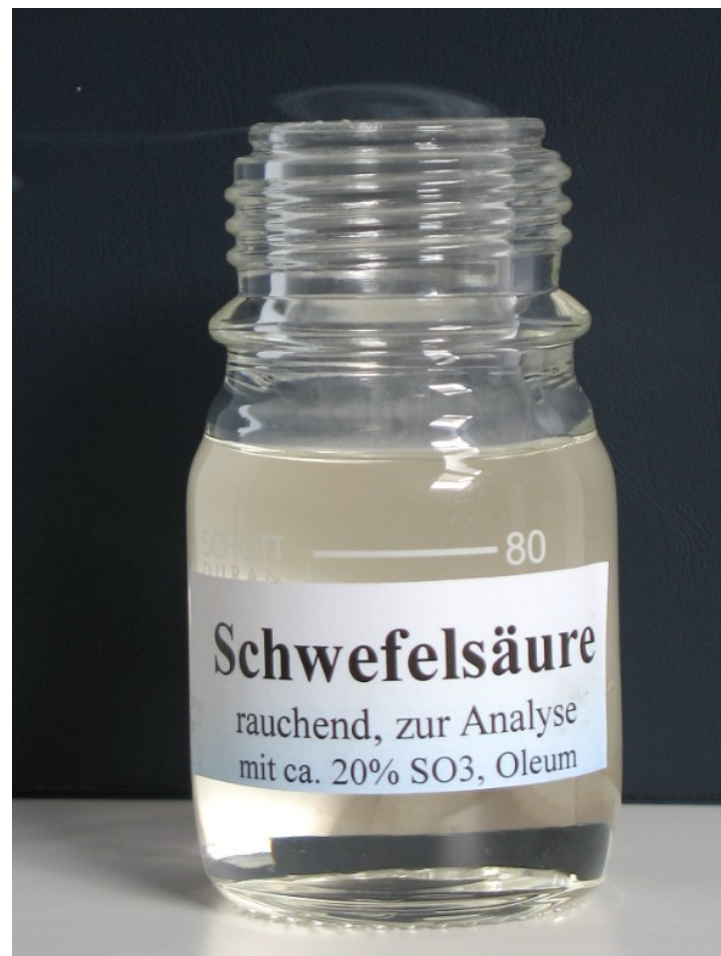
strukturní vzorec



prostorový model

# Oleum – derivát kyseliny sírové

- Reakcí oxidu sírový ( $\text{SO}_3$ ) s vodní párou v  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vzniká „Oleum“ - dýmavá kyselina sírová
- Oleum tedy obsahuje cca 20 % oxidu sírového
- nad hladinou se tvoří aerosol („dým“) vzniklý uvedenou reakcí:  
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{oleum}$
- představuje kyselinu disírovou  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
- kyselina sírové se získá zředěním olea pomocí vody



# Výroba kyseliny sírové

## 1. Laboratorně: tří krokový proces:

- příprava oxidu siřičitého (SO) spalováním síry (S), nebo pražením pyritu (FeS<sub>2</sub>) nebo markazitu (FeS<sub>2</sub>), popř. pražením sulfidu železnatého (FeS) nebo jiných sulfidů
- oxidace SO<sub>2</sub> na SO<sub>3</sub>, uplatňuje se zde katalyzátor oxid vanadičný (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) využívá se tzv. kontaktní způsob nebo komorový způsob
- reakcí oxidu sírového (SO<sub>3</sub>) s vodou vzniká kyselina sírová :



## 2. Průmyslově: voda je nahrazena konc. kyselinou sírovou (96 -98 %);

- nejdříve vzniká kyselina disírová (H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)
- poté oleum, jeho zředěním lze získat kyselinu sírovou o žádané koncentrace:

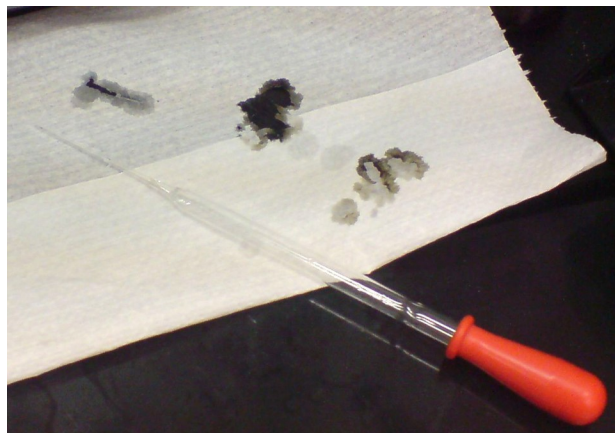




## Chemické vlastnosti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

- v koncentrovaném stavu je to hustá olejnatá kapalina, neomezeně mísitelná s vodou.
- ředění této kyseliny je považován za silně **exotermní proces**
- koncentrovaná (96–98%) má silné **dehydratační a oxidační účinky** (zvláště za horka)
- je **hygroskopická**, tj. pohlcuje vodní páry
- představuje velmi nebezpečnou **žiravinu**, způsobuje **dehydrataci** (zuhlňatění) organických látek
- zředěná kyselina oxidační schopnosti nemá a reaguje s neušlechtilými kovy za **vzniku vodíku a síranů**
- je velmi reaktivní, reaguje téměř se všemi kovy kromě Fe , Pb, Au, Ag, Pt, W, Cu
- roztok oxidu sírového v kyselině sírové se nazývá **oleum**
- tvoří dva typy soli– sírany a hydrogensírany, její soli tvoří hydráty

Příklad „žiravé“  
vlastnosti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



Autor: Rifleman 82 -Vlastní dílo, Volné dílo;  
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_s%C3%ADrov%C3%A1#/media/Soubor:Sulfuric\\_acid\\_burning\\_tissue\\_paper.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_s%C3%ADrov%C3%A1#/media/Soubor:Sulfuric_acid_burning_tissue_paper.jpg)

# Popis technologie výroby H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

- stlačení a skladování kapalně síry
  - spalování síry a výroba páry
  - katalytická oxidace SO<sub>2</sub> and SO<sub>3</sub>
  - absorpce SO<sub>3</sub>
  - skladování a expedice H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- V současné době jsou největšími výrobci v ČR:
- ❖ **Spolana Neratovice a**
  - ❖ **Precheza Přerov**
- (~230 tis. tun H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/rok)



Pohled na Spolanu s.r.o. V Neratovicích

## Síra – vstupní surovina k $\text{H}_2\text{SO}_4$

- jako čistý prvek se síra vyskytuje především v oblastech s bohatou vulkanickou činností nebo v okolí horkých minerálních pramenů
- hlavní oblasti těžby síry jsou Polsko, Povolží, Kazachstán a USA
- vyskytuje se i ve vázané formě: např: galenit ( $\text{PbS}$ ), sfalerit ( $\text{ZnS}$ ), pyrit  $\text{FeS}_2$
- při hoření se taví do krvavě rudé barvy, hoří modrým plamenem, nejlépe je vidět za tmy



## ❖ Spalování síry a výroba páry

- sušení vzduchu v sušící věži
- spalování elementární síry v přebytku sušeného vzduchu ve spalovací peci, kde probíhá reakce:  $S + O_2 \rightarrow SO_2$
- koncentrace  $SO_2$  ve spalinách: 10 - 11,5 obj. %
- teplota: spalin 1000 - 1100 °C
- snížení teploty spalin před vstupem do kontaktního reaktoru – **dochází k produkci páry**

## ❖ Katalytická oxidace $SO_2$ na $SO_3$

- kontaktní reaktor (více-etážový)
- katalyzátor  $V_2O_5$
- reakce která zde probíhá:  $SO_2 + 1/2O_2 \leftrightarrow SO_3$
- dva stupně oxidace - konverze na 95 %
- druhý stupeň konverze na **99,8%**
- vzniklé teplo se využije pro výrobu páry

## ❖ Absorpce SO<sub>3</sub>

- absorpce SO<sub>3</sub> : v 98,3 – 98,7 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o teplotě 70-85 °C v absorpčních věžích,
- Rakce která zde probíhá:



- **Demistry** – odlučovače kapek H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> unášených programem chlazení H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
v trubkových výměnících

Demistérům se říká rovněž: **Absorbéry - Odlučovače kapek;**

- jsou velmi důležité neboť v průmyslu je velmi potřebné a žádoucí odloučení kapalné fáze z odtahových nebo výfukových plynů
- je tím zamezeno především korozi, zmizí pára z odtahů, z komínů a při nízkém rosném bodu přestane „pršet“

# Charakteristika a použití produkované $H_2SO_4$

## ❖ Technická $H_2SO_4$ , 94-97 %

### Používá se nejvíce na výrobu:

- 📄 titanové běloby
- 📄 pigmentů a barviv
- 📄 léčiv
- 📄 plastů
- 📄 výbušnin
- 📄 Elektrolyt
- 📄 hnojiv

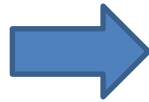
### Má využití:

- 📄 v potravinářském, papírenském a textilním průmyslu
- 📄 při úpravě rud
- 📄 zpracování ropy,
- 📄 při úpravě pH vody
- 📄 odvodňování a sušení látek

- nejvýznamnější kyselina v chemickém průmyslu: nazývána „Krví Chemie“
- spotřeba kyseliny sírové na jednoho obyvatele souvisí s **technickou vyspělostí/úrovní státu**

## Emise SO<sub>x</sub> z výroby

- Znečišťující látky: **oxidy síry, především oxid siřičitý SO<sub>2</sub>** - hmotnostní tok: okolo 15 kg SO<sub>2</sub>/den,  
emisní faktor: 0,8 kg SO<sub>2</sub>/t 100% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



**Kyselá dešť**

způsobuje

- oxid siřičitý se řadí mezi plyny, které do velké míry přispívají k tvorbě tzv. **kyselých dešťů**, protože po vstupu do atmosféry se oxidují na **kyselinu sírovou**: **SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**
- Hlavním zdrojem emisí oxidu siřičitého nejsou výrobní kyseliny sírové, ale **spalování sirných uhlí** (hnědé uhlí 0,5 – 2 % S) a **neodsířených topných olejů**.

## ❖ Staré ekologické zátěže

- souvisí s použitím **kyseliny sírové k těžbě uranu**
- při těžbě uranu docházelo k tomu, že do podloží bylo čerpáno ohromné množství kyseliny sírové, která rozpouštěla sloučeniny uranu, do vrtů byl roztok čerpán a zpracováván k získání sloučenin uranu.
- v současnosti se tento způsob těžby již nevyužívá, ale v důsledku jeho použití v minulosti jsou známy značné a rozsáhlé škody v oblasti **zásob spodní vody v okolí České Lípy, neboť voda je znehodnocena přítomností kyselých vod.**
- 
- hrozí však nebezpečí rozšíření kyselých vod do postižených oblastí na další území, je třeba učinit vhodné opatření k nezvětšování postižených území
- čerpání bude pokračovat ještě několik desítek let, projekt provádí společnost DIAMO, Stráž pod Ralskem
- z výluhu je možné získat využitelné produkty, například **síran hlinitoamonný (hnojivo)**



# Hydroxid sodný (NaOH), hydroxid draselný (KOH) -

## spojeno s výrobou chlóru

- uvedené sloučeniny se vyrábějí **současně elektrolýzou chloridů**, při výrobě hydroxidu sodného je surovinou **chlorid sodný**, při výrobě hydroxidu draselného **chlorid draselný**
- jedním z problémů výroby je právě skutečnost, že jsou oba dva typy produktů spřaženy s produkcí chlóru a louhů (chlór se odštěpuje ze vstupní suroviny)
- **výroba chlóru** je výrobou, která je velmi často předmětem kritiky chemického průmyslu aktivistických organizací, neboť jeho výroba, doprava, skladování a použití představují riziko pro zaměstnance a okolní obyvatele.
- **Vzniklé sloučeniny leptají sklo – proto se skladují v plastových lahvích (PET)!**
- **Běžné použití hydroxidů:**
  - výroba celulosových vláken, celofánu, celulosy, mýdla
  - výroba povrchově aktivních látek
  - detergentů a pracích prostředků
  - oxidu hlinitého
  - neutralizace v rafinériích ropy
  - úprava vody

# Hydroxid sodný (NaOH)

- **Řazen mezi hydroxidy** - chemické sloučeniny, které obsahují **ion  $\text{OH}^-$**  a **kovový kation** či  **$\text{NH}_4^+$**
- nejdůležitější hydroxid – **hydroxid sodný**: vyrábí se **elektrolýzou solanky**.  
Reakce probíhá takto:
  - $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
  - $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$
  - $\text{Cl}^- - \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^0$
- Jelikož reakce probíhá ve **vodném prostředí** a sodík reaguje s vodou, probíhá reakce dále takto:
  - $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- jako finální produkt průmyslové prvovýroby hydroxidu sodného je jeho vodní roztok obsahující 50 % NaOH

**Elektrolýza** je děj, při němž průchodem stejnosměrného elektrického proudu roztokem nebo taveninou elektrolytu dochází k látkovým změnám

**Elektroda** – vodič elektrického proudu 1. třídy (tj. kov, např. železný plíšek), který je vodivě spojen s nekovovou vodivou částí obvodu (nejčastěji roztokem elektrolytu).

**Elektrolyt** – vodič elektrického proudu 2. třídy, tj. látka, která při rozpouštění nebo tavení disociuje (štěpí se) na volně pohyblivé nabitě částice (ionty).

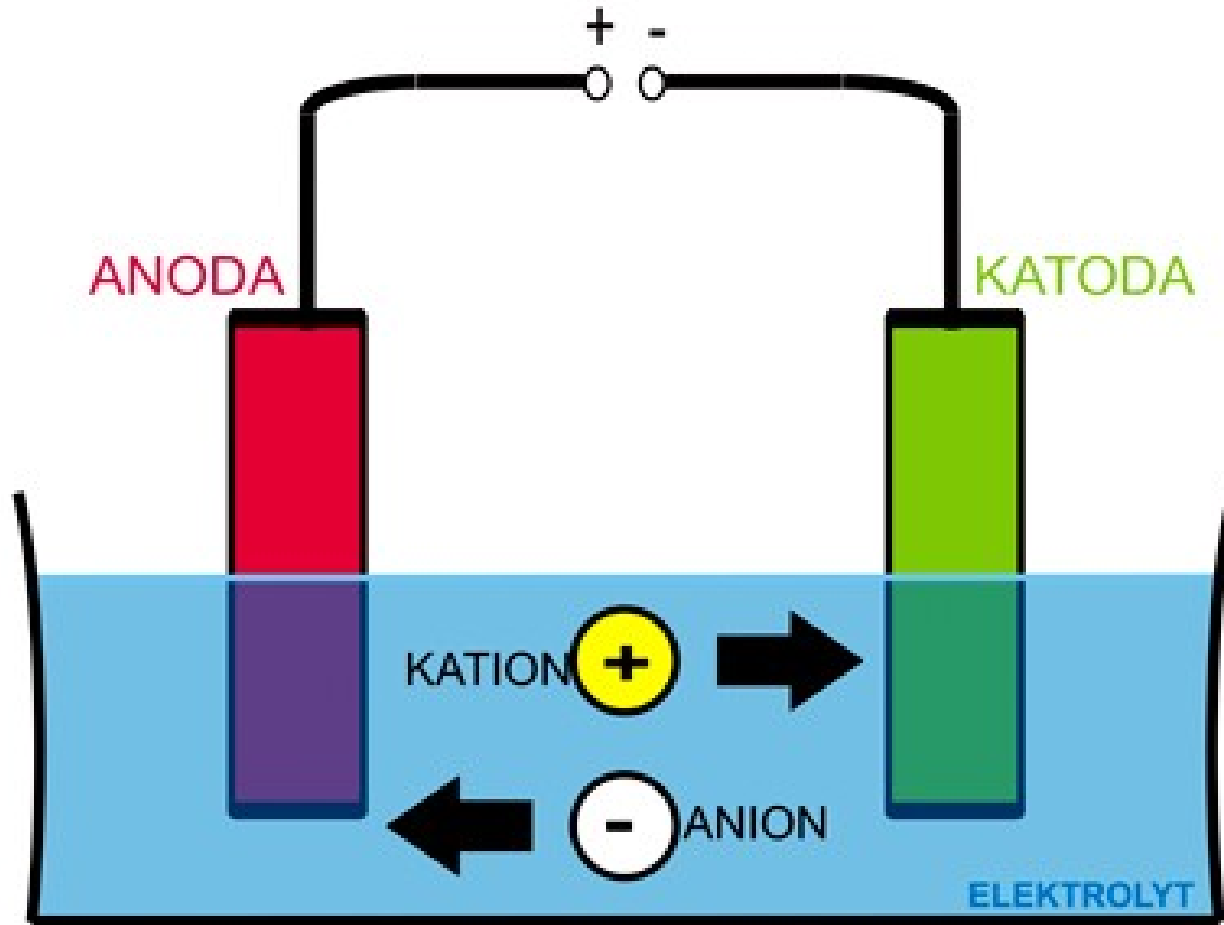
**Elektrolyty jsou především kyseliny, zásady a soli**, např. **chlorid sodný NaCl**.

Kovové vodiče tedy vedou elektrický proud prostřednictvím elektronů a průchodem proudu se chemicky nemění, zatímco roztoky a taveniny elektrolytů vedou proud prostřednictvím iontů a průchodem proudu se naopak rozkládají na ionty, které podléhají chemickým změnám.

**Anoda** – elektroda, která je připojená ke kladnému pólu zdroje elektrického proudu, proto je nabitá kladně.

**Katoda** – elektroda, která je připojená k zápornému pólu zdroje elektrického proudu, proto je nabitá záporně.

# Obecné schéma elektrolýzy



**Elektrolýza** je složena ze dvou chemických dějů – **oxidace** a **redukce**.

### **Oxidace:**

- děj, při kterém se **zvyšuje oxidační číslo** částic obsažených v elektrolytu
- **částice odevzdává své přebytečné elektrony** elektrodě
- elektrony mají záporný náboj - děj probíhá na **anodě** (kladná elektroda)
- **záporně nabitě částice (anionty)** putují k **anodě**, kde se **oxidují**.

### **Redukce:**

- **děj opačný k oxidaci**
- dochází ke **snižování oxidačního** čísla částic v elektrolytu
- částice **přijímají elektrony**
- proces probíhá na katodě, která „**má přebytek elektronů**“ - je **záporně nabitá**
- od zdroje k ní putují elektrony – teče k ní elektrický proud
- **kladně nabitě částice (kationty)** putují ke **katodě**, kde se **redukuje**.

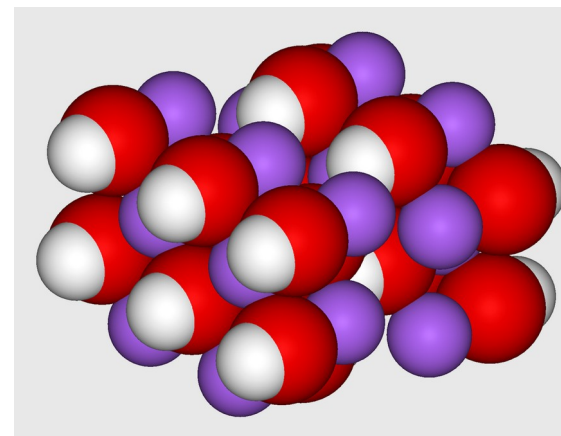
- ❖ **Anoda** – kladně nabitá elektroda (naváže chlór)
- ❖ **Katoda** – záporně nabitá elektroda (naváže sodík)

## Vlastnosti NaOH

- zastarale - **natron** nebo **louh sodný**
- silně zásaditá anorganická sloučenina
- žíravina
- v potravinářství je označován **E 524**
- v čistém stavu je to pevná bílá látka ve formě peciček, lístečků nebo granulí, silně **hygroskopická** a pohlcující  $\text{CO}_2$  ze vzduchu, za vzniku  $\text{NaCO}_2$  - uchovávání v hermeticky uzavřených obalech
- bezbarvá čirá viskózní kapalina , při teplotě pod  $10\text{ }^\circ\text{C}$  krystalizuje
- dobře se rozpouští v alkoholech a ve vodě, je nerozpustný v diethyleteru
- při rozpouštění se uvolňuje **značné množství tepla**



pecičky NaOH



krystalická mřížka NaOH

Molární hmotnost:

39,997 g/mol

Hustota: 2,13 g/cm<sup>3</sup>

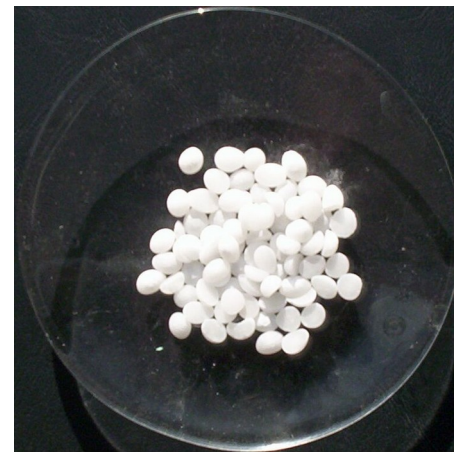
Bod tání: 318 °C

# Využití NaOH

- široké využití v chemickém, textilním, potravinářském a papírenském průmyslu:
  - čištění ucpaného odpadního potrubí (žíravina)
  - čištění sazí
  - v organické i anorganické chemii
  - zmydelnění tuků - výroba mýdel
  - koagulace bílkovin, odnímá z tkání vodu
  - titrační činidlo
  - textilní průmysl
  - papírenský průmysl – výroba papíru atd.

# Hydroxid draselný (KOH)

- druhý nejvýznamnější hydroxid vyráběný v ČR
  - známý jako **louh draselný** či draselný hydrát
  - silně **zásaditá** sloučenina
  - bílá krystalická látka
  - silně **hygroskopická**
  - velmi dobře rozpustná ve vodě a nižších alkoholech
  - rozpustný také v ostatních polárních rozpouštědlech (exotermní reakce, při níž se teplota roztoku může zvýšit i o více než 100 °C)
  - vytváří pevné hydráty: monohdrát  $\text{KOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$   
dihdrát  $\text{KOH}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
tetrahydrát  $\text{KOH}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$
- používán jako velmi silné sušidlo pro chemickou syntézu



pecičky KOH

Molární hmotnost 56,105 g/mol

Teplota tání 406 °C

Teplota varu 1 327 °C

Hustota 2,04 g/cm<sup>3</sup>



## Využití KOH

- důležitá chemikálie pro průmysl, používaná k výrobě řady průmyslového zboží a produktů:
  - používá se při výrobě čokolády, kakaa, a slazených nápojů
  - při barvení textilu
  - roztok hydroxidu draselného se používá jako **elektrolyt** do různých druhů baterií – **galvanických článků**
  - má korozivní vlastnosti, proto se někdy používány při čištění a dezinfekce odolných vrstev na materiálech
  - např. může naleptat povrch a texturaci fotovoltaických článků, čímž se sníží odrazivost povrchu a zvýší se jejich účinnost

### ❖ Výroba KOH

- **dříve:** vyráběn starou metodou vaření roztoku uhličitanu draselného s hydroxidem vápenatým (hašeným vápnem):  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{KOH}$
- **dnes: elektrolýzou chloridu draselného**, při níž vzniká jako vedlejší produkt chlór  $\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{KOH}$ , **současně probíhá oxidace chlóru.**

# Chlorid sodný (NaCl)

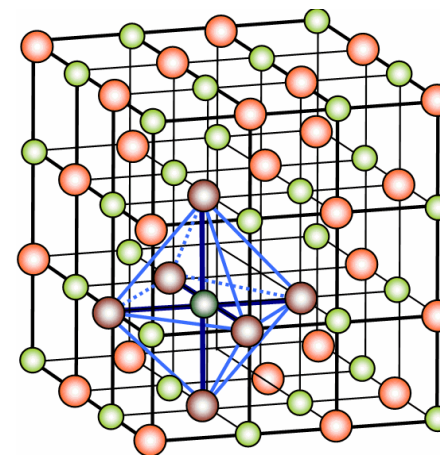
- známý v běžném životě pod označením **kuchyňská sůl**, prostě **sůl**
- je chemická sloučenina, vyskytující se v přírodě v podobě nerostu **halitu** , známého též pod označením *sůl kamenná*
- je to velmi důležitá sloučenina potřebná pro životní funkce většiny organismů
- krystalický, bezbarvý nebo bílý, průhledný, skelně lesklý
- má krychlovou odlučnost
- Molární hmotnost: 58,443 g/mol
- Teplota tání : 801 °C, Teplota varu : 1 413 °C
- Hustota: 2,163 g/cm<sup>3</sup> 1,197 g/cm<sup>3</sup> (20 °C, 26% roztok)



pevná forma NaCl



krystal halitu NaCl

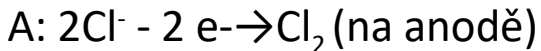
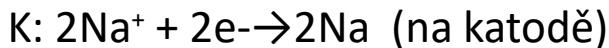


krystalická mřížka NaCl

# Výroba NaCl

## ❖ Zpracovávání NaCl:

- Na i NaOH jsou průmyslově významné látky, a obě vyráběny z halitu
- z něj se vyrábí (získává) především díky jeho dostupnosti a snadnému získávání **elektrolýzou taveniny NaCl – výroba sodíku**
- Děje, které při elektrolýze probíhají jsou následující:



## • Výroba chlóru:

skladování a použití představují **riziko** (zaměstnanci, obyvatelé)

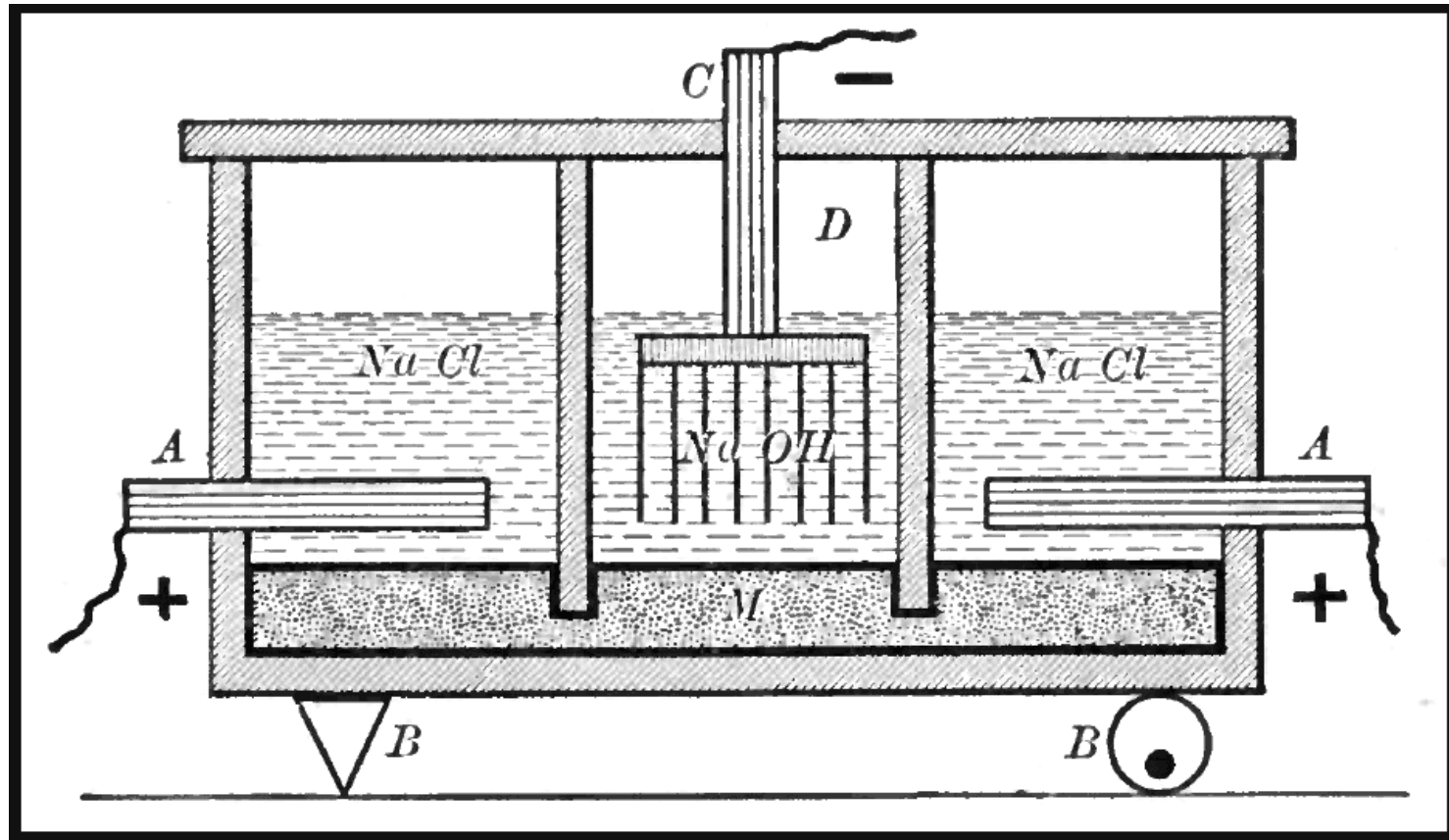


Solné doly v  
Německu - Merkes



Sůl vytěžena v  
Portugalsku - Aveir

# Schéma zařízení pro elektrolytickou výrobu chlóru



- Elektrolytem je vodný roztok chloridu sodného  $\text{NaCl}$ , jenž je disociován na kladné ionty sodíku  $\text{Na}^+$  a záporné ionty chlóru  $\text{Cl}^-$ . Elektrody mohou být např. uhlíkové

# Využití NaCl

- důležitá surovina pro potravinářský a chemický průmysl:
  - v potravinářství se kromě běžné úpravy potravin (a ochucení) používá při konzervaci masa nasolením
  - v chemickém průmyslu je vstupní surovinou **pro výrobu Na, jedlé sody, Cl, HCl** a mnoha dalších sloučenin
  - další využití je například v mýdlovarnictví, sklářství, metalurgii a v papírenském průmyslu, či při výrobě barev
  - významné je též jeho využití ve zdravotnictví ve formě 0,9% roztoku - **fyziologický roztok**.
  - využívá se ve velkém na zimní posyp komunikace
  - a jiné



## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Které chemikálie jsou důležité pro český průmysl a proč
- Jak se vyrábí amoniak a jaké má vlastnosti a využití
- Co víte o kyselině dusičné, její výrobě a využití
- Jaký je rozdíl mezi kyselinou sírovou a dusičnou
- Jak se vyrábí a průmyslově využívá kyselina sírová
- Definujte pojem freony a oleum
- Co má společné hydroxid draselný a sodný
- Jaké je jejich využití
- Jaký je princip elektrolýzy
- K čemu se využívá kuchyňská sůl z chemického hlediska
- Jak vzniká chlór a sodík

## Doporučené odkazy:

- McEnaney, J., M. et al., 2017. Ammonia synthesis from N<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O using a lithium cycling electrification strategy at atmospheric pressure. Energy Environ. Sci., 10, 1621-1630. Dostupné z: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/ee/c7ee01126a>
- Greenwood, N., N., Earnshaw, A. 1997. Chemistry of the elements. Informatorium, Praha. ISBN: 80-85427-38-9.
- Kizlink J. 2011. Technologie chemických látek a jejich použití. VUTIUM, Brno Fakulta Chemická. ISBN 978-80-214-4046-3.
- Vohlídal, J., Štulík, K., Julák, A. 1999. Chemické a analytické tabulky. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, ISBN 80-7169-855-5.

## Použitá literatura:

- Akademon, 2017. Jinak na amoniak [online].[cit. 15.3.2023]. Dostupné z: <https://archiv.akademon.cz/Article/Detail?name=Jinak%20na%20amoniak&source=0717>
- Wikipedia, 2023. Haber-Boschův proces [online].[cit. 22.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Haber%C5%AFv%E2%80%93Bosch%C5%AFv\\_proces](https://cs.wikipedia.org/wiki/Haber%C5%AFv%E2%80%93Bosch%C5%AFv_proces)
- Wikipedie, 2022. Amoniak [online].[cit. 22.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Amoniak>
- Wikipedie, 2022. Kyselina dusičná [online].[cit. 28.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_dusi%C4%8Dn%C3%A1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_dusi%C4%8Dn%C3%A1)
- Wikipedie, 2023. Kyselina sírová [online].[cit. 30.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_s%C3%ADrov%C3%A1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_s%C3%ADrov%C3%A1)
- Wikipedie, 2023. Síra [online].[cit. 10.3.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADra>
- VSCHT, 2016. Kyselina sírová [online].[cit. 5.4.2023]. Dostupné z: [http://uchi.vscht.cz/uploads/pedagogika/ChTPI/Pr07\\_Kyselina-sirova\\_2016.pdf](http://uchi.vscht.cz/uploads/pedagogika/ChTPI/Pr07_Kyselina-sirova_2016.pdf).
- Wikipedie, 2023. Hydroxid sodný [online].[cit. 28.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Hydroxid\\_sodn%C3%BD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hydroxid_sodn%C3%BD)
- Wikipedie, 2022. Hydroxid draselný [online].[cit. 7.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Hydroxid\\_draseln%C3%BD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hydroxid_draseln%C3%BD)
- Wikipedie, 2023. Elektrolýza [online].[cit. 18.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrol%C3%BDza>
- Wikipedie, 2023. Chlorid sodný [online].[cit. 15. 4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Chlorid\\_sodn%C3%BD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Chlorid_sodn%C3%BD)



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022



# Obsah



1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
- 3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.**
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Těžký průmysl

- označován taky jako **báňský** nebo **hutní průmysl**
- průmysl, kde se nevytváří a nevyrábí výrobky a produkty zaměřené pro přímou spotřebu obyvatelstva

## Zahrnuje:

- ❖ Těžbu surovin
- ❖ Hutnictví
- ❖ Strojírenství
- ❖ Energetiku
- ❖ Chemický průmysl
- ❖ Zbrojní průmysl



Elektrárna Třebovice v Ostravě

## ❖ Těžba surovin

- těžba surovin z nerostných zdrojů (ropy, horniny, uhlí, kaolin, rašelina, popř. jiné suroviny: jako sůl, síra, kámen) z povrchu či pod povrchem Země
- dobývání přírodních zdrojů z povrchu Země
- oblasti těžby – lomy, doly, ropné vrty atd.
- speciálním případem je těžba soli – pomoci odpařování mořské vody
  
- Potřebné následné úpravy vytěžených surovin:
  - drcení a mletí
  - čištění: zahrnující fyzikálně-chemické procesy
  
- životní prostředí těžbou surovin narušeno:
  - na skládkách končí až 20 miliard tun nezprac. materiálů ročně
  - v ovzduší mnoho nebezpečných a toxických látek: olova, síry, prachové částice

Těžební důl v Africe



## ❖ Těžba surovin

➤ Těžba nerostných surovin v ČR zahrnuje především:

- pro výrobu železa: těžba železné rudy  
koku (uhlí)  
vápence



Hematit - železná ruda

- těžba neželezných rud: olovo  
hliník  
měď  
cín

- pro výrobu cementu a vápna z vápence



vápenec v Turecku

## ❖ Průmysl výroby kovů – hutnictví

- zabývá se výrobou základních kovů, hutních a kovárenských výrobků
- značné přínosy k rozvoji ekonomiky naší země
- na druhé straně ovšem způsobuje výrazné dopady na životní prostředí, (např. uvolňování škodlivých látek do ovzduší)
- výroba železa, ocele, barevné kovy
- důležité jejich další zpracování
- uplatnění fyzikálně – chemických procesů při zpracování surovin
- kovy se dále používají ve strojírenském průmyslu



Zařízení na povrchovou těžbu uhlí

## ❖ Průmysl hutnický a strojírenský

### ➤ Hutnický průmysl:

- velká spotřeba nerostných surovin a energií, plochy, spotřební vody, investičně velmi náročný
- **značně narušuje životní prostředí**
- soustředěno do velkých závodů s vysokým počtem zaměstnanců (několik tisíc)
- **Výroba železa a oceli** – černá metalurgie (železo, ocel, válcované materiály)
  - oblast Ostravska (Vítkovické železářny, Nová Huť), Brněnska a Středních Čech (Kladensko, Třinecké elektrárny)
- **Neželezné kovy** – barevná metalurgie, základem je dovoz surovin a zpracování barevného šrotu
  - oblast Středních Čech; Mníšek pod Brdy, Břidličná – hliník, Příbram - olovo

## ❖ Průmysl hutnický a strojírenský

### ➤ Strojírenský průmysl

- ovlivňuje technický a technologický pokrok v dopravě, zemědělství i v dalších sektorech průmyslu, má bohatou tradici
- **Obory:**
  - - strojírenství
  - dopravní stroje
  - obráběcí stroje
  - mechanika
  - optika, a měřící zařízení
  - elektronika a elektromechanika
- **Nejdůležitější oblast:**
  - Střední Čechy: Praha a Mladá Boleslav
  - Jižní Morava: Brno , Adamov a Blansko
  - Ostravsko: Ostrava a Opava

## ❖ Průmysl hutnický

### ➤ Charakteristika hutnictví železa:

**suroviny:** železná ruda, koks, vápenec, voda, vzduch

- **nejčastější výrobky:** trubky, roury, kolejnice, ocel, traverzy, strojní díly a součásti, různé odlitky, plechy, dráty, ocelové profily, nosníky
- vyskytuje se v místě těžby železné rudy, uhlí a v blízkosti dopravních cest
- **oblasti:** Třinec, Frýdek-Místek, Ostrava, Nový Bohumín, Kladno - dřívěji
- **technologie:** lití – kontinuální, válcování za tepla, válcování za studena, výroba odlitků – ve slévárnách
- - další opracování (kování, žíhání, lisování, protlačování, kovoobrábění, stříhání a ohýbání, kalení a cementování, temperování, svařování atd).
- spřaženo s doprovodnými obory: koksárny, plynárenství, těžké strojírenství a slévarenství



# Hutnictví železných a neželezných kovů

## Technické dělení kovů

- **podle strojírenské praxe:**

černé – litina šedá, temperovaná, tvárná, konstrukční ocel, nástrojařská ocel, nerezavějící ocel, žáruvzdorná ocel apod.

barevné – např. Cu, Zn, Sn, Pb, Al a jejich slitiny

vzácné a ušlechtilé – Ag, Au, Pt, Hg aj.

- **podle hustoty:**

lehké –  $\rho < 4,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  – Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al aj.

těžké –  $\rho > 4,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  – Fe, Co, Ni, Pb, Cd, Cu, Hg, Zn, Sn aj.

- **podle bodu tání**

lehko tavitelné (b.t. pod 800 °C) – Li, Na, K, Sn, Pb, Zn, Mg, Cd aj.

těžko tavitelné (b.t. nad 800 °C) – Fe, W, Co, Ti aj.

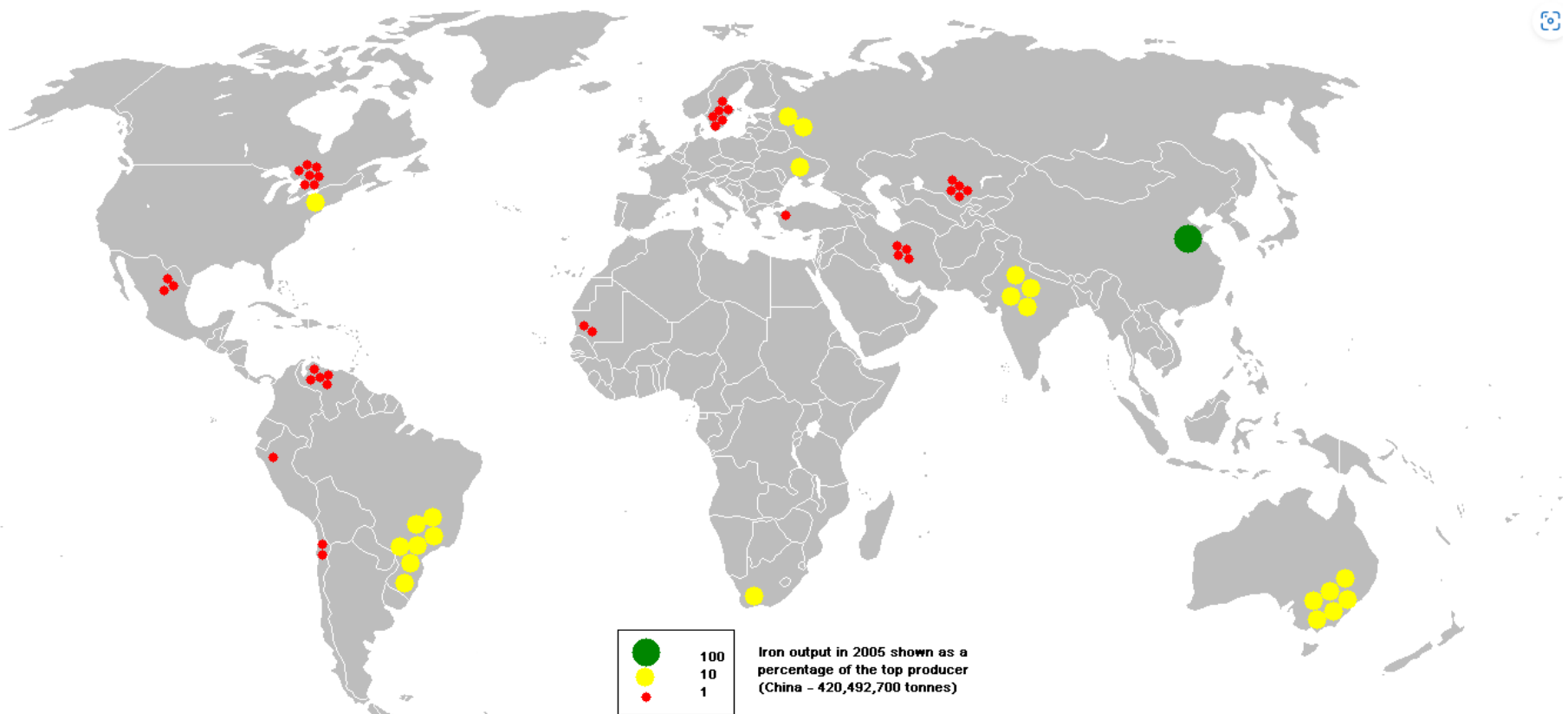
- **podle chemických vlastností např.:**

alkalické – Li, Na, K, Rb, Cs, Fr alkalických zemin – Be, Mg, Ca, Sr, Ba

feromagnetické – Fe, Co, Ni vzácných zemin – lanthanoidy (např. Ce, Eu, Nd)

platinové kovy – Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt

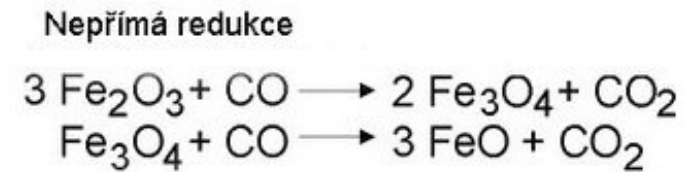
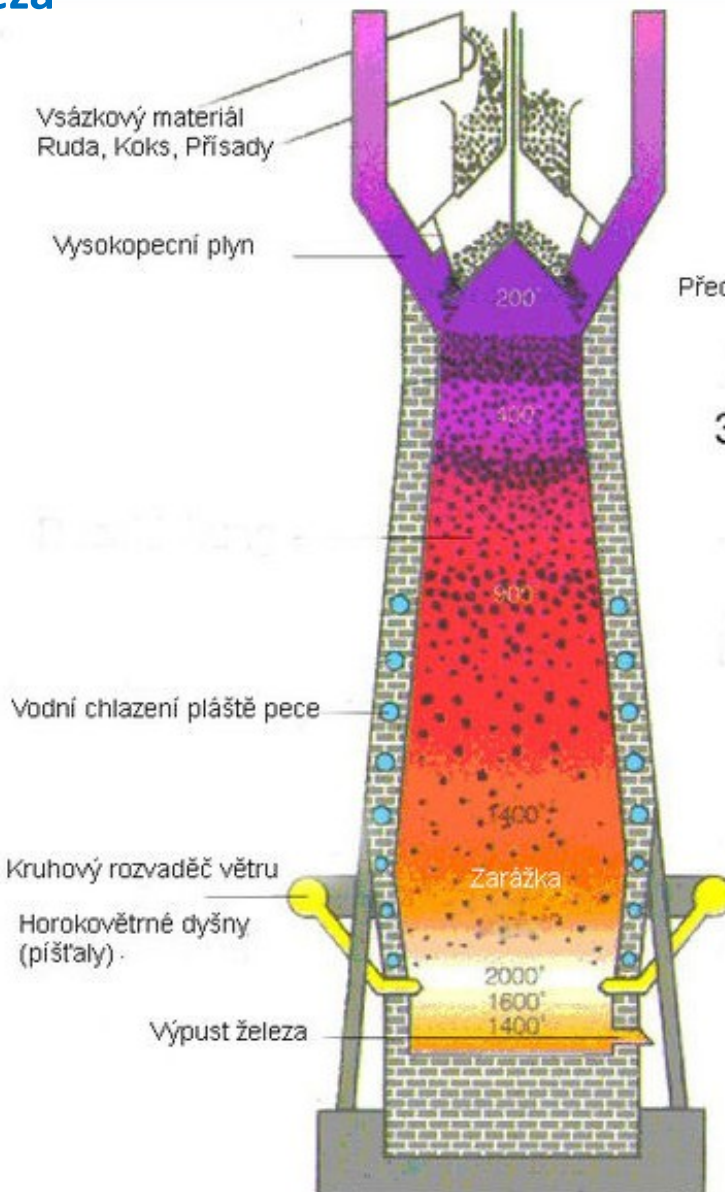
## Těžba železa ve světě - 2005



- Na prvním místě v těžbě železa je **Čína** (cca 420 milióny tun), následuje **Brazílie** (cca 300 miliónů tun) a na třetím místě je **Austrálie** (cca 250 miliónů tun)

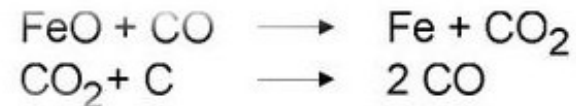
# Výroba železa – vysoká pec

Schématické znázornění vysoké pece a probíhající reakce i uvnitř pece.



## REDUKČNÍ ZONA

**Přímá redukce**



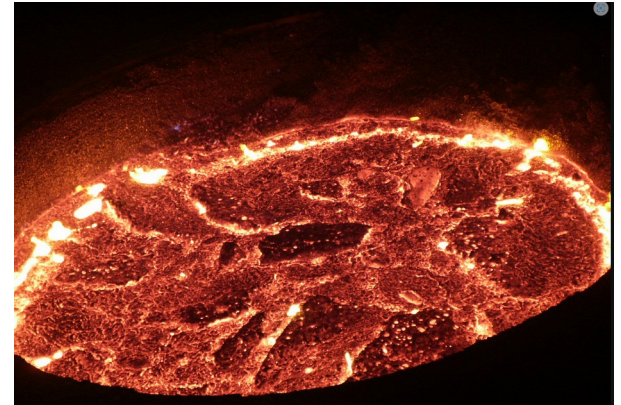
**Zona nauhličování**

**Zona tavení**

# Výroba železa

## ➤ Železné rudy – vstupní surovina:

- **magnetovec** (magnetit) –  $\text{Fe}_3\text{O}_4$
- **krevel** (hematit) –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- **hnědel** (limonit) –  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$
- **ocelek** (siderit) –  $\text{FeCO}_3$
- **pyrit** –  $\text{FeS}_2$



Roztavené surové železo



Housky – odlitky surového železa

# Koks - vstupní surovina pro výrobu železa

- produkt z černého uhlí
- vzniká zahříváním rozemletého černého uhlí bez přístupu vzduchu za teploty cca **1 000 °C** (**pyrolýzou**).
- během koksování je zachycován koksárenský plyn, z něhož jsou dále oddělovány jednotlivé chemické výrobky (dehet, benzol, síran amonný, pevná síra)



koks



koks – vpravo, antracit - vlevo

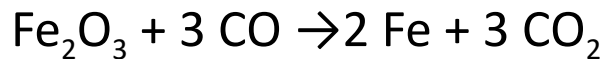
## Proces koksování

- manipulace s uhlím (vykládka uhlí, vzorkování, skládkování v zásobnících)
- příprava vsázky (dávkování, mletí, míchání, vlhčení a vzorkování)
- vysokoteplotní karbonizace (vsazování uhlí)
- koksování, vytlačování koksu, chlazení koksu)
- manipulace s koksem (drcení, třídění, vzorkování a nakládka do železničních vozů)
- chlazení a čištění surového koksárenského plynu a získávání vedlejších chemických produktů

Železo je v současnosti nejrozšířenějším kovem. Vyrábí se především z kyslíkatých rud obsahujících oxid železitý  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  redukcí oxidem uhelnatým a uhlíkem ve vysoké peci.

## Vysoká pec

Vysoká pec je 30 až 50 m vysoká o průměru až 15 m, vyzděná žáruvzdorným materiálem. Plní se shora nepřetržitě **rudou, koksem a vápencem** (struskotvorná přísada). Do spodní části pece se vhání horký vzduch obohacený kyslíkem. V horní části pece se suroviny nejprve vysuší a řadou reakcí dochází k **redukci oxidů železa uhlíkem a vznikajícím oxidem uhelnatým na železo**.



Ve spodní části pece se vzniklé železo taví a rozpouští v sobě uhlík. Z hlušiny a vápence vzniká **kapalná struska**, která chrání povrch roztaveného železa před oxidací. Struska i roztavené železo se vypouštějí zvlášť (odpich).

## Pohled na vysokou pec v Třineckých železárnách



## Vysoká pec ve Španělsku - Sagunt



## Dyšny vysoké pece v Brazílii



- **Dyšny** – série trubek, přes které je vháněn horký proud vzduchu (může být i obohacený kyslíkem) – spodní část pece
- chemické reakce probíhají v celé peci, když materiál klesá dolů
- konečnými produkty je roztavený kov a struska odpichovaná ze dna a odpadní plyny (spaliny) vystupující z horní části pece



# Struska

Struskou označujeme hrubozrnný materiál černého zabarvení s ostrými hranami a skelným leskem. Se struskou se můžeme setkat téměř všude - třeba ve stavebnictví a při údržbě chodníku v zimním období.

## Surové železo (litina)

*Vlastnosti:* obsahuje **uhlík** (asi 4%) a další prvky (např. Si, P, Mn, S), je tvrdé, ale křehké



*Použití:* výroba topných těles, částí strojů, potrubí, odlitků atd., většina se zpracovává na **ocel**; snížením příměsí (C, Si, ...) se získá pevná, kujná, obrobitelná ocel

**Druhy oceli:** nerezavějící, chirurgická, nástrojová, betonářská



Ocelové osičky

Většina surového železa se zpracovává v ocelárnách na **ocel**. Toto zpracování – zkujňování – spočívá na **snižování** obsahu uhlíku a dalších přimíšených prvků.

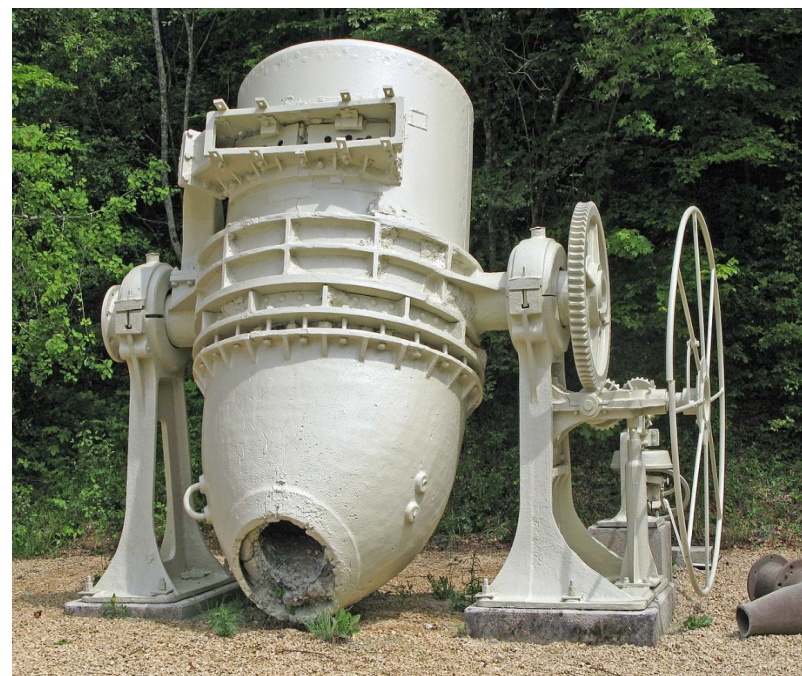
Provádí se dvěma způsoby:

a) **v konvertorech** – k roztavenému železu se vhání kyslík, který oxiduje přimíšené prvky na oxidy. Některé unikají z taveniny jako plyny ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ) a některé se stávají součástí strusky ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ )

Bessemerův konvertor



Thomasův konvertor

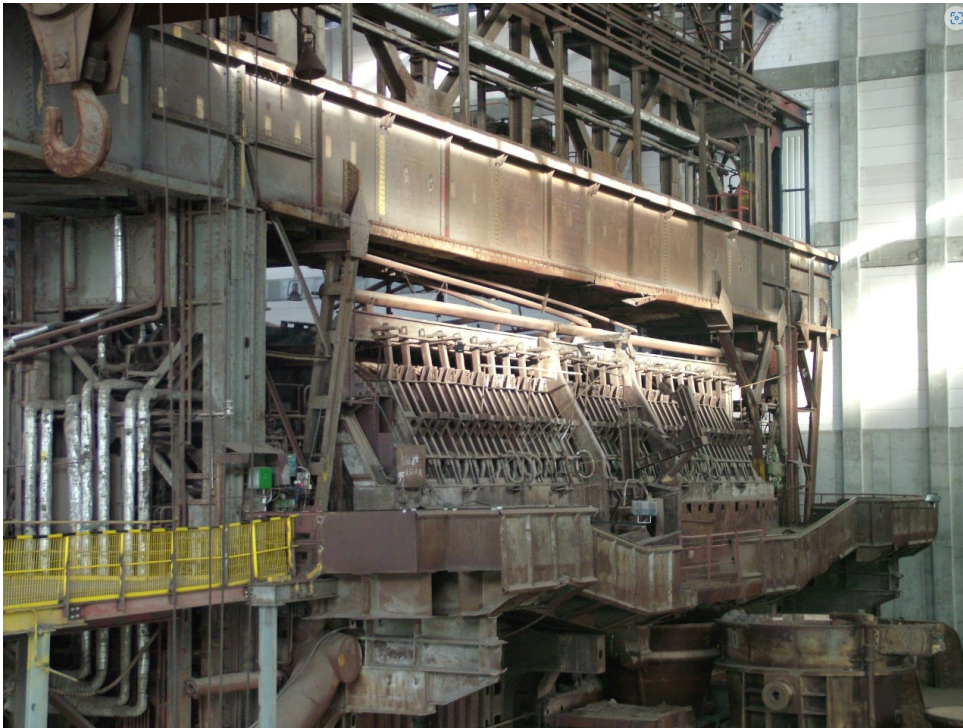


Autor: Frank Vincentz – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12078746>

Autor: Cornischong na projektu Wikipedie v jazyce lucemburština – Vlastní dílo, CC BY-SA 1.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14894424>

b) **v nístějových pecích** – k surovému železu se přidává železný šrot a směs se taví. Přimíšené prvky se oxidují kyslíkem vázaným v oxidech železa.

- Nejčastěji se používá tzv. **Siemensova-Martinova pec**: vanová pec, kde dochází k přeměně surového železa na ocel



Siemensova-Martinova pec

- **Nístěj** je spodní část hutní pece (vysoké pece, ocelářské pece), shromažďuje se v ní vytavené železo a struska, které se z ní vypouštějí tzv. odpichovým otvorem

Na rozdíl od surového železa je **ocel měkčí a je kujná**. Její vlastnosti se dají výrazně zlepšit přidavkem některých kovů (např. titanu, vanadu, chromu, manganu, niklu atd.).

Získají se tak různé druhy ocelí, např. nerezová ocel, žáruvzdorná ocel, zvláště tvrdá ocel pro obráběcí nástroje apod.



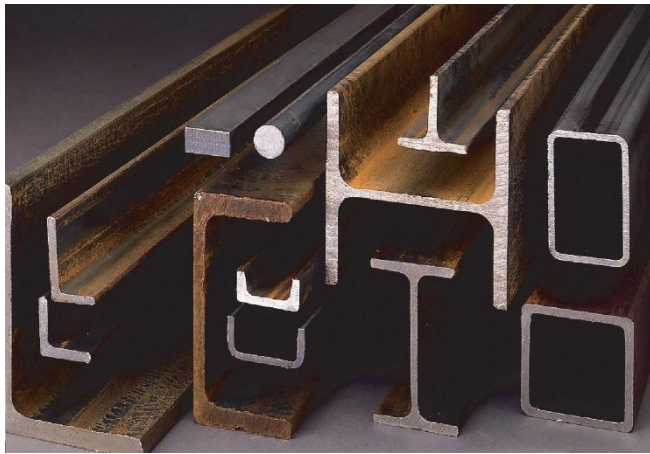
## Další zpracování oceli

mechanické opracování (kování, válcování)

tepelné zpracování

**a) popouštění** – pomalé ochlazování rozžhavené oceli – vzniká méně tvrdá a snáze ohýbatelná ocel

**b) kalení** – prudké ochlazení rozžhavené oceli – vzniká tvrdá a lámavá ocel (zakalená ocel)



Ocelové profily



Nosník z ocele –  
stropnice v domě

## Ochrana ovzduší

➤ **Při ochraně ovzduší je nejdůležitější:**

📁 zajištění standardních podmínek **výrobního procesu**  
a řízenou **údržbu** ekologických  
zařízení

- průběžné **monitorování technologií**

- pravidelná měření pro optimální řízení výroby

V této oblasti se uplatňuje ohledně plnění podmínek **Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb.**, včetně návazných vyhlášek, a dodržování povinností vyplývajících z dalších zákonů (např. O integrované prevenci, **Obchodování s emisemi skleníkových plynů**) atd.

Pro splnění zákonných požadavků je prováděno zpoplatněné hlášení: hlášení do integrovaného systému, plnění ohlašovacích povinností (ISPOP) a integrovaného registru znečišťování (IRZ).

Pro obdržení a získání podkladů nutných k výpočtu množství emisí a dokladování plnění emisních limitů a emisních stropů je prováděna celá řada kontrolních a autorizovaných měření.

Množství emisí skleníkových plynů je každoročně zkoumáno externím auditem.

# Problém bobtnající strusky použité ve stavebnictví

## Kde jsou problémy např:

- dálnice D1 v Ostravě
- vstupní objekt Fakultní nemocnice v Ostravě-Porubě
- stará část Avion Shopping Parku v Ostravě-Zábřehu
- silnice v Ostravě-Hrabové
- silnice z Ostravy do Bohumína
- obchodní centrum Ostrava-Svinov
- kanalizace ve Staré Vsi
- prodejna aut ve Frýdku–Místku

Vylévání vysokopecní strusky v Ostravě při budování silnice



# Neželezných kovy

- kovy kromě železa (nejvýznamnější: hliník, měď, olovo, nikl, cín, zinek)
- finálními produkty jsou např. hliníkové folie, hliníkové plechy, měděné plechy, dráty, pásy a ložiska ze slitin niklu a mědi, olověné, zinkové a cínové tyče a trubky, stříbrné anody a výrobky z ušlechtilých kovů (stříbro, zlato, wolfram, tantal, palladium)
- výrobu neželezných kovů zajišťuje rovněž slévárenský obor, který zahrnuje výrobu odlitků z šedé litiny (LLG), ocelolitiny, tvárné litiny (LKG), temperované litiny a slitin z neželezných kovů
- produkce neželezných kovů je materiálově a energeticky velmi náročná, spotřeba paliv a energií v hutnictví a zpracování kovů přesahuje až **24 GJ na tunu produkce**
- situaci monitoruje nejenom odvětví neželezných kovů v ČR, ale nemalá pozornost je této problematice věnována i ze strany **Evropské komise** v rámci skupiny **pro energeticky náročná odvětví (EII)**.



## Dělení neželezných kovů

- Hlavním kritériem pro rozdělení neželezných kovů je **teplota tání**, s přihlédnutím k dalším fyzikálním a chemickým vlastnostem (**hustota, chemická stálost**)
- v technické praxi se rozdělují :
  - kovy s nízkou teplotou tání (Bi, Sn, Cd, Pb, Sb, Zn)
  - lehké kovy (Mg, Al, Ti, Be)
  - kovy se střední teplotou tání (Cu, Co, Ni, Mn)
  - ušlechtilé kovy (Ag, Au, Pd, Pt, Rh, Ir)
  - kovy s vysokou teplotou tání (Cr, Nb, Mo, Ta, V, W, Zr)
- používá velké množství neželezných kovů a slitin, nejvíce se mezi používané technické neželezné kovy řadí **měď, hliník, olovo, cín a jejich slitiny**
- jsou obvykle dražší než železo, využívají se pro své příznivé vlastnosti, jako je nižší hustota (hliník), vyšší elektrická vodivost (měď, hliník) nebo například odolnost vůči korozi
- jsou z nich vyráběny **různé slitiny**: mosaz, dural, bronz, zvonovina, měkké pájky a liteřina
- používají se ve velké míře také jako **legující prvky** při výrobě speciálních ocelí
- celosvětově tvoří neželezné kovy a jejich slitiny jen 5%; 95% tvoří slitiny železa

# Olovo

- modrobílý na vzduchu šedoucí kov
- známý od pravěku
- chemická značka Pb (plumbum)
- těžký kov, toxický kov
- nízkou teplota tání, dobře kujný, odolný vůči korozi
- slévá se i svařuje a pájí dobře, supravodič. 1. třídy
- používá se při výrobě akumulátorů, elektrických plášťů kabelů, trubek a slitin
- vyrábí se z **galenitu** (PbS):
  1. pražení – získání oxidů
  2. redukce v šachových pecích na surové olovo (92% čistota)
  3. rafinace



Galenit,  
olověná ruda

# Hliník

- stříbrolesklý kov, bělavé až šedé barvy
- lehký, chemická značka Al (aluminium)
- v přírodě se vyskytuje ve formě sloučeniny – např. **bauxit** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ )
- dobrý vodič elektrického proudu
- používaný v elektrotechnice a ve formě slitin (dural, magnalium), v leteckém průmyslu a v dalších aplikacích (obalové aplikace)
- dobře svařitelný, používá se pro konstrukční účely
- čistý hliník je špatně slévatelný, málo pevný, snadno oxiduje
- oxid hlinitý se používá při výrobě brusných a žárovzdorných materiálů



hliník: 2,6 g

# Hliník

- základní surovinou pro výrobu hliníku je **bauxit** - sedimentární hornina skládající se ze směsi **hydratovaných oxidů hlinitých**: sloučeniny oxidu hlinitého ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), oxidu křemičitého ( $\text{SiO}_2$ ) a sloučeniny železa (Fe) atd.
- název dostal podle vsi Les Baux de Provence v jižní Francii
- velké ložiska bauxitu má Austrálie, Brazílie, Čína, Indie, Jamajka
- v Česku se vyskytuje v okolí Rychnova nad Kněžnou
- na Slovensku se vyskytuje v malých, ekonomicky nevýznamných ložiscích (Mojín).
- významným minerálem je **kryolit**: hexafluorohlinitan sodný  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , používaný jako tavidlo pro snížení teploty tání oxidu hlinitého při elektrolytické výrobě hliníku
- minerály na bázi oxidu hlinitého  $\text{Al}_2\text{O}_3$  patří mezi velmi významné i cenné: **korund** - na 9. místě Mohsovy stupnice tvrdosti
- oxid hlinitý se liší příměsí, je základem **drahých kamenů**: rubín, safír, atd.



safír



rubín



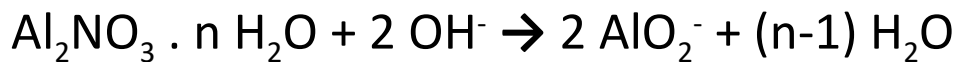
přírodní korund

## Výroba hliníku

- Výroba hliníku z bauxitu se skládá ze dvou částí: nejdříve se chemickou cestou získá **čistý oxid hlinitý** a z něho se pak **elektrolýzou vyrobí hliník**;
  - a) extrakce, čištění a dehydratace bauxitu
  - b) elektrolýzou  $\text{Al}_2\text{O}_3$  rozpuštěného v roztaveném kryolitu  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$

Důležitý proces:

→ tzv. **Bayerův proces**; reakce horkým, roztaveným roztokem NaOH, oddělení od kalu, vysrážení trihydrátu a kalcinaci při 1200 °C



- Oxid železitý se při tomto procesu mění na hydroxid železitý a dále vznikají křemičitany železa. Roztok obsahující anionty  $\text{AlO}_2^-$  se potom filtruje, chladí a napouští oxidem uhličitým ( $\text{CO}_2$ ). Při tom dochází k reakci:



- Před dalším zpracováním bauxitu je třeba odstranit  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  a sloučeniny Fe.

# Výroba hliníku

- vzniklá směs se opět zahřívá na **1000 °C**
- hydroxid hlinitý (  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ) se rozkládá na oxid hlinitý (  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ) a vodu (  $\text{H}_2\text{O}$  )
- vzniklý oxid hlinitý už neobsahuje molekulárně vázanou vodu a je velmi čistý\*



- \* rafinovaný bauxit se rozpustí v roztaveném kryolitu o teplotě 950 – 980 °C; provádí se **elektrolýza**. Čistota takto získaného hliníku je **cca 99.98 %** a po **další elektrolytické rafinaci 99.99 %**




bauxit, vstupní surovina/ruda pro výrobu hliníku

## Výroba hliníku - vliv na ŽP


- podobně jako výroba železa: jedná se i v případě výroby hliníku o **energeticky a materiálově náročný proces, spotřeba velkého množství elektřiny:**

-  na 1 kg asi 20 kWh, vody

-  a základní suroviny – bauxitu: na 1 kg hliníku je potřeba asi **4 kg bauxitu**

- zároveň se vyprodukuje velké množství **toxického odpadu:**

-  na 1 tuny Al cca **0,5 tuny odpadu**



-  toxický kal obsahující jíly z bauxitu a látky použité při výrobě jako jsou sloučeniny fluoru (F), chromu (Cr), arsen (As), rtuť (Hg) a hydroxid sodný (NaOH)

-  kal se ukládá na tzv. odkaliště

## Ekologické havárie a při těžbě rudy pro výrobu hliníku

- na jednu tunu vytěženého hliníku může vzniknout **až 3,7 tuny toxické látky**, která může způsobit velké ekologické škody
- Např. jednalo se o únik toxického kalu při výrobě hliníku do okolního prostředí způsobil obří ekologickou katastrofu v Maďarsku v říjnu 2010
- havárie hliníkárnny v maďarském městě Ajka, kde v roce 2010 po protržení hráze odkaliště uniklo přes **700 tisíc kubíků této látky**
- toxický kal, který v Maďarsku unikl z protržené nádrže, se dostal až do **Dunaje**: nejprve pronikl do řeky Ráby, odtud do dunajského ramene Mošoňský Dunaj a později tak pronikl do hlavního koryta **Dunaje**.

### ❖ Předcházet podobným haváriím:

-  omezovat výrobu hliníku **jeho důslednou recyklací**, kterou se navíc významně šetří energie a primární suroviny (úspory činí až 95 %).
-  v ČR se nacházejí dva velké závody na výrobu hliníku: součástí průmyslové zóny patřící do katastru obce **Havraň u Mostu**



# Měď

- načervenalý, měkký, tažný kov
- chemická značka Cu (cuprum)
- zařazena mezi **ušlechtilé kovy**, používaný již od pravěku
- výborný vodič tepla i elektřiny
- odolává dobře povětrnostním vlivům
- po delší době se na povrchu vytváří vrstva **oxidu měďnatého** – ochrana před korozí
- odolná proti mořské vodě a slabším organickým kyselinám
- lze ji dobře opracovávat, pájet, při teplotě nad 650 °C, nevhodná pro odlévání (odlitky nejsou hezké, pórovité) – uvolňují se plyny při tavení, nevhodné i pro obrábění



Přírodní měď

# Cín

- stříbrolesklý, až bílý kov
- znám již od doby bronzové, součást slitiny - bronz
- chemická značka Sn (stannum)
- má nízký bod tání, dobře kujný, dobře slévateľný, tvárný, lze jej válcovat za studena
- odolný vůči korozi, odolný na vzduchu
- využití – výroba slitin (bronz, pájky, ložiskový kov), redukci z cínových rud:

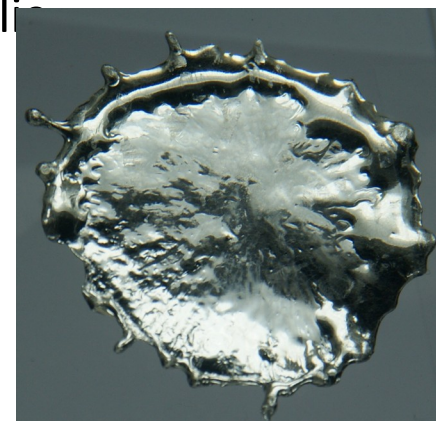
cínovec

v potravinářství pro pocínování konzerv, cínové fólie  
výroba uměleckých předmětů

ztuhlá kapka cínu



cínovec- ruda



# Výroba cementu

- **cement**: látka - pojivo, obsahující anorganické suroviny, jenž má schopnost tuhnout a vázat další materiály dohromady
- nejběžnějším cementem je **portlandský cement**, který obsahuje především **oxid vápenitý a křemičitý**
- cement se vyrábí v cementárně společným vypalováním tzv. **výpalem vápence a jílu**, nebo též **písku** (někdy i ve formě horniny, obsahující složky ve vhodném poměru)
- při teplotách okolo **1450 °C**
- vyrobený slínek se pak rozemílá, někdy i s příměsí (vysokopecní struskou, trasem, popílkem)
- vzniklý šedivý prášek - **cement** - smíchaný s vodou vytváří pojivovou (hydraulickou) **složku betonu** či **malty**

# Naleziště vápence v ČR a jeho využití

## Výskyt:

- Český a Moravský kras
- Olomoucko
- Prostějovsko
- Pavlovské vrhy
- Prachovce
- Štramberk
- Sušice



vápenec v Českém krasu – „Malá Amerika“



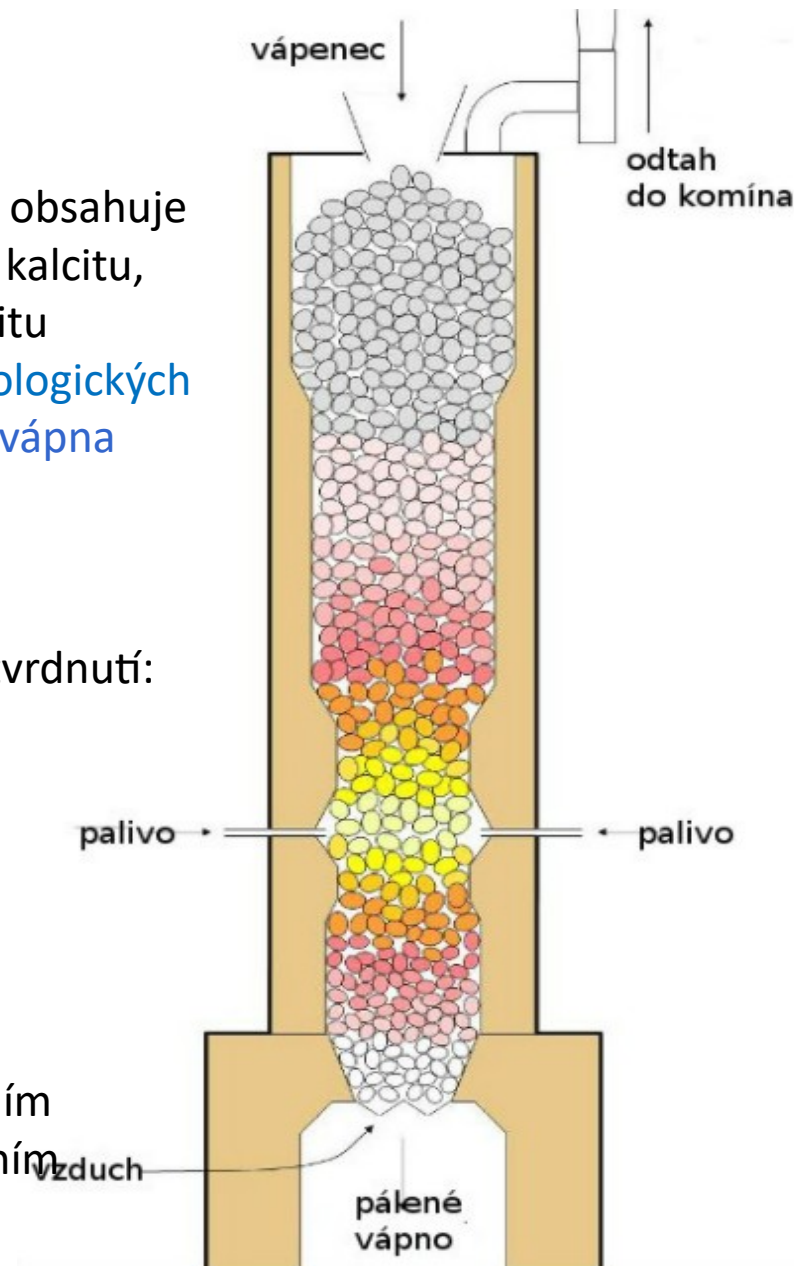
těžba vápence v Polabí - Úpohlav

## Využití:

- hutnictví
- výroba celulózy
- odsiřování
- cukrovary – čistý vápenec min. 94%  $\text{CaCO}_3$

# Výroba vápna

- vápno se vyrábí z **vápence**: sedimentární hornina, obsahuje nad 80% uhličitanu vápenatého ( $\text{CaCO}_2$ ) ve formě kalcitu, nebo aragonitu, příměsi se pak nacházejí v dolomitu
- **vápenka** - jedná se o soubor **průmyslových technologických celků**, kde hlavní roli zastává **pec** určená k výrobě **vápna**
- souhrnná chemická rovnice popisující tuto reakci:  
$$\text{CaCO}_3 + \text{teplo} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$
- rovnice chemického procesu výroby vápna až po tvrdnutí:
  - pálení vápna:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
  - hašení vápna:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
  - tvrdnutí vápna:  $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- **Pece** pro výrobu vápna mohou být: šachtové s vnějším topením (dřevo, uhlí), šachtové s vnitřním topením (koks) nebo šachtové s plynovým topením (plyn) viz. obr.



## Vliv na ŽP

- v České republice produkují cementárny okolo **3,5 mil. tun CO<sub>2</sub>** ročně (3,1 %)
- výrobou vápna ve vápenkách, kde probíhají podobné procesy, jako při výrobě cementu, vzniká **okolo 1,5 mil. tun CO<sub>2</sub>** ročně
- souhrnně se výroba stavebních hmot (cementu a vápna) podílí na celkové produkci **skleníkových plynů** v ČR cca **4 %**.
- pro výrobu **cementu** je totiž v pecích potřeba **velmi vysoké teploty** (cca **1500 °C**, **vápno** se vypaluje okolo **1000 °C**)
- spalováním paliva, které z cca **60 %** tvoří **černé uhlí**, a vypalováním vápence dochází k vzniku **emise CO<sub>2</sub>** a **ke znečištění ovzduší suspendovanými částicemi velikostních frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>**.

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Které sektory zahrnuje těžký průmysl
- Které nerostné suroviny se nejvíce v ČR těží a proč
- Jak je těžbou nerostných surovin ovlivněno životní prostředí
- Co vše zahrnuje výroba železa, jaké jsou vstupní suroviny, jaké jsou produkty
- Jaké procesy probíhají ve vysoké peci, popište ji
- Charakterizujte výrobu železa a produktů - ocel, slitiny
- Co jsou to neželezné kovy a které znáte
- Kde všude se můžou uplatnit
- Jak se vyrábí cement a jak vápno
- Jaký dopad mají stavební materiály na životní prostředí
- Jak předcházet vzniku emisí při těžbě nerostných surovin

## Doporučené odkazy:

- Vojtěch, D. 2006. Kovové materiály [online]. VŠCHT v Praze. ISBN 80-7080-600-1. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Speci%C3%A1ln%C3%AD:Zdroje\\_knih/80-7080-600-1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Speci%C3%A1ln%C3%AD:Zdroje_knih/80-7080-600-1)
- Karásek, B. 1949. 700 let československého hornictví. Praha: Orbis, NKP-CNB: cnb000714360 - dostupné online v [Digitální knihovně UKB](#)
- Markus, M. 1957. Výroba surového železa. Díl I. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 2., upr. vyd., v SNTL 1. vyd. Výroba surového železa : učební text pro průmyslové školy hutnické. Dostupné v [Digitální knihovně Jihočeská vědecká knihovna v Českých Budějovicích](#)

## Použitá literatura:

- Vše o průmyslu, 2023. Hutnický průmysl [online].[cit. 25.4.2023]. Dostupné z: <https://www.vseoprumyslu.cz/inspirace/firemni-novinky/liberty-prebira-arcelormittal-a-do-nove-globalni-ocelarske-skupiny-integruje-radu-svych-podniku.html>
- Wikipedie, 2023. Metalurgie [online].[cit. 23.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Metalurgie>
- Wikipedie, 2023. Těžba [online].[cit. 13.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/T%C4%9B%C5%BEba#T%C4%9B%C5%BEbn%C3%AD\\_pr%C5%AFmysl](https://cs.wikipedia.org/wiki/T%C4%9B%C5%BEba#T%C4%9B%C5%BEbn%C3%AD_pr%C5%AFmysl)
- Vojtěch, D. 2006. Kovové materiály [online]. VŠCHT v Praze. ISBN 80-7080-600-1. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Speci%C3%A1ln%C3%AD:Zdroje\\_knih/80-7080-600-1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Speci%C3%A1ln%C3%AD:Zdroje_knih/80-7080-600-1)
- Wikipedie, 2022. Vysoká pec [online].[cit. 14.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Vysok%C3%A1\\_pec](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vysok%C3%A1_pec)
- Wikipedie, 2023. Konstrukční ocel [online].[cit. 30.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Konstruk%C4%8Dn%C3%AD\\_ocel](https://cs.wikipedia.org/wiki/Konstruk%C4%8Dn%C3%AD_ocel)
- Wikipedie, 2023. Struska [online].[cit. 28.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Struska>
- iDnes, 2023. Bobtnající struska nezná v Ostravě slitování. Ničí další budovy [online].[cit. 4.5.2023]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/bobtnajici-struska-nezna-v-ostrave-slitovani-nici-dalsi-budovy.A111205\\_169608\\_9\\_ostrava-zpravy\\_jog](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/bobtnajici-struska-nezna-v-ostrave-slitovani-nici-dalsi-budovy.A111205_169608_9_ostrava-zpravy_jog)
- Wikipedie, 2023. Olovo [online].[cit. 28.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Olovo>
- Wikipedie, 2023. Hliník [online].[cit. 30.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hlin%C3%ADk>
- Wikipedie, 2023. Vápenec [online].[cit. 1.5.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1penec>





# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
- 4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.**
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Petrochemický průmysl

- petrochemický průmysl zpracovává **ropu**, zahrnuje i **těžbu ropy** a **zemního plynu**
- zabývá se **krakováním ropy a ropných produktů** – benzín, olej, mazut
- nejvíce rozvinut v Rusku, Kanadě a USA
- provozovny tohoto průmyslového odvětví se nazývají **rafinerie**
- přepravuje se pomocí tankerů a ropovodů
- ropa má široké využití v **průmyslu**: od léků, plastů, pohonných hmot až po textil



Petrochemické závody v Saúdské Arábii

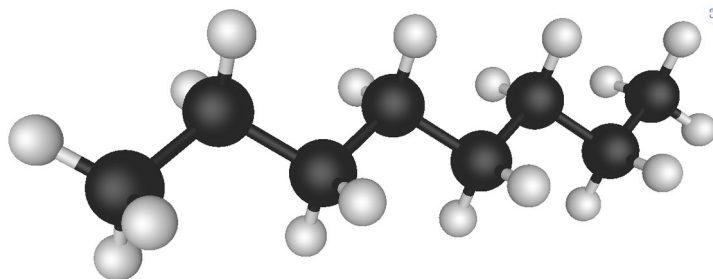


Slovnaft – rafinerie na Slovensku v Bratislavě

Autor: Secl – Vlastní dílo, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7500704>

Autor: Frettie – Fotografie je vlastním dílem, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7650023>

## ❖ Ropa



model molekuly oktanu ve 3D



vzorek ropy

- **ropa** - (surová) nafta, zemní olej, černé zlato
- hnědá až nazelenalá hořlavá kapalina tvořená směsí uhlovodíků, především alkanů
- mineralogicky patří mezi tzv. "kaustobiolity"
- geochemiky všeobecně uznávaná teorie vzniku ropy říká, že vznikla z **odumřelých mořských mikroorganismů a drobných živočichů před mnoha miliony lety**
- nachází se ve svrchních vrstvách zemské kůry, v sedimentárních pánvích jako jsou kontinentální šelfy, hlubokovodní pánve zahrnující kontinentální svahy i abysály, riftové zóny, předpolní pánve horských řetězců, ale i deformované vrásové struktury některých hor

## ❖ Ropa

- základní surovina petrochemického průmyslu
- naleziště ropy jsou pod nepropustnými vrstvami, v hloubkách od několika set metrů až do hloubek přes 10 km
- při těžbě buď vyvěrá pod tlakem, nebo je čerpána
- vyskytuje se společně se zemním plynem
- tvoří se geochemickými procesy z matečných hornin
- tvoří se neustále, ale v geologickém čase v rozmezí několika miliónů nebo desítek miliónů let
- z hlediska lidského bytí se jedná o **neobnovitelný zdroj!**

## ❖ Ropa

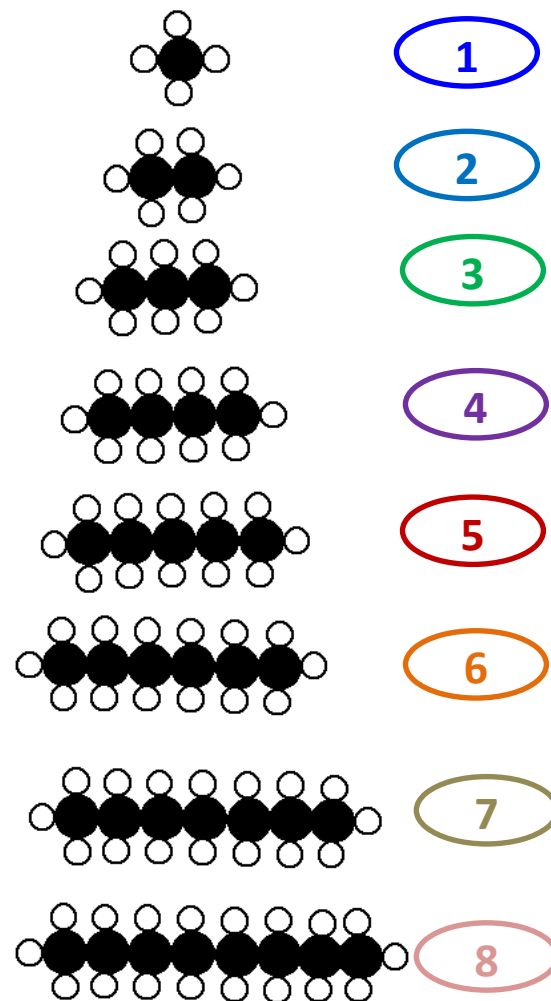
- je žlutohnědá až téměř černá olejovitá hořlavá kapalina s **hustotou mezi 700 až 850 kg/m<sup>3</sup>** - jen výjimečně blíží se hustotě vody
- obsahuje tisíce organických sloučenin různé struktury
- převažující strukturní skupinou jsou **uhlovodíky** (až 86 % hm.)
- dále obsahuje významné strukturní skupiny **heterosloučeniny** a **vysokomolekulární sloučeniny**
- těžby ropy může probíhat na pevnině i pod vodou v mořích



těžba ropy při vietnamském pobřeží

# Kuličkový diagram alkanů

- Ropa je složena převážně z uhlovodíků - alkanů
- podle počtu atomů uhlíku v řetězci molekuly pak dostávají svůj název:
  - 1=metan
  - 2=etan
  - 3=propan
  - 4=butan
  - 5=pentan
  - 6=hexan
  - 7=heptan
  - 8=oktan



# Složení ropy

- na základě elementárních analýzy obsahuje ropa především: **uhlík, vodík, síru**, dále pak **dušík**, kyslík a kovy (V a Ni)

## Složení ropy udávají uvedené hmotnostní podíly daných prvků:

C: 84-87 %; H<sub>2</sub>: 11-14 %; O<sub>2</sub>: až 1 %; S: až 4 %; N<sub>2</sub>: až 1-2 %

- **v běžné ropě** „průměrných vlastností“ se **obsah síry** pohybuje mezi **1 – 3 %**
- **nízkosírné ropy**, obsahující **méně než 0,5 % S**, jsou z hlediska kvality nejžádanější a označují se jako „sladké“ (Sweet Crudes)
- **vysokosírné ropy**, obsahující nad **1,5 % S**, se obvykle označují jako „kyselé“ (Sour Crudes)
- ze „sladkých“ rop je v Evropě nejvýznamnější severská **směsná ropa „Brent“** s obsahem 0,37 % síry, ještě „sladší“ je americká standardní ropa **„West Texas Intermediate“** obsahující jen 0,24 % síry
- některé ropy jsou prakticky bezsírné, např. lehká ropa **„South Louisiana“** (0,0 % S) nebo **„Nigerian Light“** (0,1 % S)



## ❖ Ropné produkty a možnosti nových paliv

- mezi ropné produkty, používané v dopravě jako pohonné hmoty patří: **benzín, nafta, topný olej a letecký petrolej**
- většina paliv, označených jako **alternativní**, také vznikají z **fosilních zdrojů**
- z ropy pochází **ropný zkapalněný plyn (LPG)**
- ze zemního plynu se vyrábí **stlačený zemní plyn (CNG)** a **zkapalněný zemní plyn (LNG)**
- nefosilním palivem budoucnosti se stává **vodík** ( $H_2$ ), který se již začíná uplatňovat v dopravě – tzv. **hybridní automobily, palivové články** atd.
- vodík však může mít své výhody i nevýhody:
  - **výhody**: šetrný pro životní prostředí – vznik málo škodlivých oxidů dusíku, recyklovatelnost vodíkových palivových článků
  - **nevýhody**: použití vzácných kovů (platina, iridium) - u palivových článků, což snižuje recyklační technologie článků, dále pak nutnost skladovat vodík pod vysokým tlakem – vodík je velmi malá molekule a pronikne, tam, kde ostatní jiné plyny ne
- hledají se **nové přístupy pro skladování vodíku**: např. slovenská společnost Matador Group ve spolupráci s Technickou univerzitou představili unikátní projekt pro uskladnění  $H_2$  na základě nízkotlakových absorpčních metod ( $H_2$  je uskladněn v menších nízkotlakových nádobách pod nižším tlakem, které obsahují speciální materiál, jenž na sebe  $H_2$  váže za určité teploty, za jiné teploty ho lze od sud uvolnit)
- další možností pro paliva do automobilů může být **elektrina** nebo **syntetická paliva** (z biomasy, výroba nafty a benzínu z  $CO_2$  a  $H_2$ ) – prozatím v teoretickém řešení

# Těžba ropy



Vrtná souprava na souši



Vrtná souprava na moři

Autor: The Pinedale Field office of the BLM Wyoming State Office – Cover photographs of several documents issued by the U.S. Bureau of Land Management (BLM) in the second half of the 2000s regarding the Supplemental Environmental Impact Statement (SEIS) on the Pinedale Anticline Oil and Gas Exploration and Development Project, Sublette County, Wyoming, see, e.g., 2008 FSEIS and 2008 ROD SEIS., Volné dílo,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2741221>

Autor: ST33VO – Flickr: Global Santa Fe Rig 140, CC BY 2.0 Generic, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16570871>

# Čerpání ropy pomocí pumpy na souši



- čerpání ropy pomocí pumpy - jen v případech, kdy tlak ložiska je příliš malý
- např. pokud se nachází v malé hloubce nebo ložisko je z větší části už vytěžené

## Způsob těžby ropy:

➤ **Primární** - pomocí **vrtů**

většinou je v nalezišti společně s ropou přítomen **zemní plyn**, který zajišťuje potřebný tlak, a tak **může ropa samovolně vytékat**  
jedná se o primární (snadný) způsob těžby  
lze získat okolo **20 %** ropy obsažené v nalezišti

➤ **Sekundární** - čerpání ropy pomocí **pump** nebo udržování **podzemního tlaku vodní injektáží**

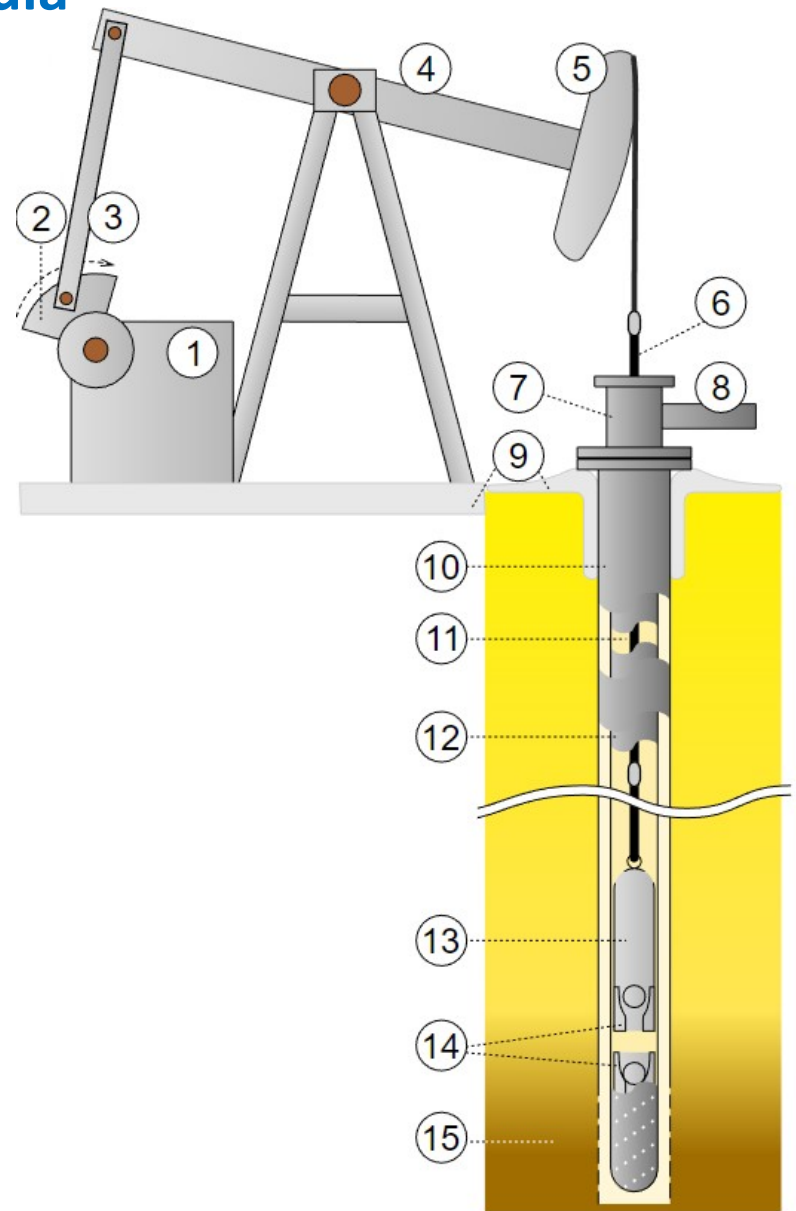
zpětným pumpováním zemního plynu, vzduchu, příp. CO<sub>2</sub>  
společně s primárními a sekundárními metodami lze vytěžit **25–35 %**  
celkového množství ropy

➤ **Terciární** - principem je **snížení viskozity** zbývající ropy

většinou pomocí **injektáží horké vodní páry**  
terciární metody dovolují vytěžit dalších **5–15 %** ropy v nalezišti

# Schématické znázornění těžby ropy z vrtu na souši pomocí ropného čerpadla

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



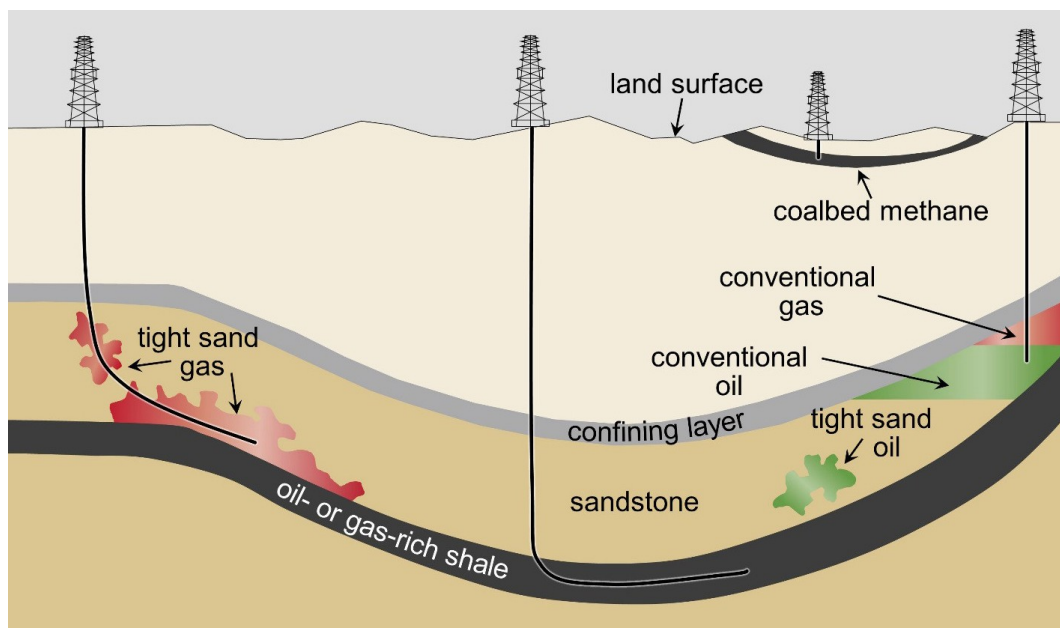
# Hlavice těžebního vrtu



- ropa, plyn a voda vytékají na povrch země pod tlakem ložiska bez pomoci pumpy
- průtok se reguluje manuálně pomocí ventilů
- vytěžené produkty poté odtékají potrubím směrem k procesní stanici (vpravo)

## ❖ Nekonvenční ropa

- ropa, která je získaná jinými než tradičními těžebními metodami
- je ovšem finančně a energeticky nákladnější a některé typy mají závažnější ekologické důsledky než tradiční těžba ropy
- jejími zdroji mohou být: **dehtové písky, ropné břidlic, biopaliva**, dále pak **termální přeměna uhlí a zemního plynu na kapalné uhlovodíky a termální depolymerizace organické hmoty na kapalné uhlovodíky** pomocí tzv. Fisher-Tropschovy syntézy
- uvedené zdroje ropy se v budoucnu mohou stát **alternativní náhradou**, neboť konvenční ropa se postupně vyčerpává



- Schématické znázornění uložení konvenčních a nekonvenčních zdrojů ropy a zemního plynu
- břidlicová ropa (*shale oil*) je produkována z ropných břidlic (*oil shale*)
- LTO (*light tight oil*) z těsného pískovce (*tight sandstone*)

# Charakteristika ropy a její typy:

- Mezi základní technologické charakteristiky ropy patří její **hustota**, jenž se stanovuje při teplotě 20 °C
  - Podle hustoty se ropa dělí na:
    - **lehkou** – s hustotou 0,61 – 0,85 g/cm<sup>3</sup>
    - **středně těžkou** – s hustotou 0,85 – 0,93 g/cm<sup>3</sup>
    - **velmi těžkou** – s hustotou 0,93 – 1,05 a víc g/cm<sup>3</sup>
- Mezi hlavní světové typy **konvenční ropy** patří:
  - směsná ropa **Brent**, jež zahrnuje 15 druhů ropy z nalezišť v Severním moři
  - **WTI**: za její cenu se prodává severoamerická ropa
  - **Dubai**: ropa Blízkého východu určená pro asijskoupacifickou oblast
  - **Tapis**: ropa z Malajsie, za její cenu se prodává lehká ropa z Dálného východu
  - **Minas**: ropa z Indonésie pro Dálný východ
  - **OPEC** (Organizace zemí vyvážejících ropu): zahrnuje ropu ze Saudské Arábie, Nigérie, Spojených arabských emirátů, Mexika, Indonésie, Alžírsko a Venezuele

**Cena ropy** se pohybuje **podle jejího druhu** (množství síry, hustotě) a **podle původu**



## Ropa – dostupnost ve světě

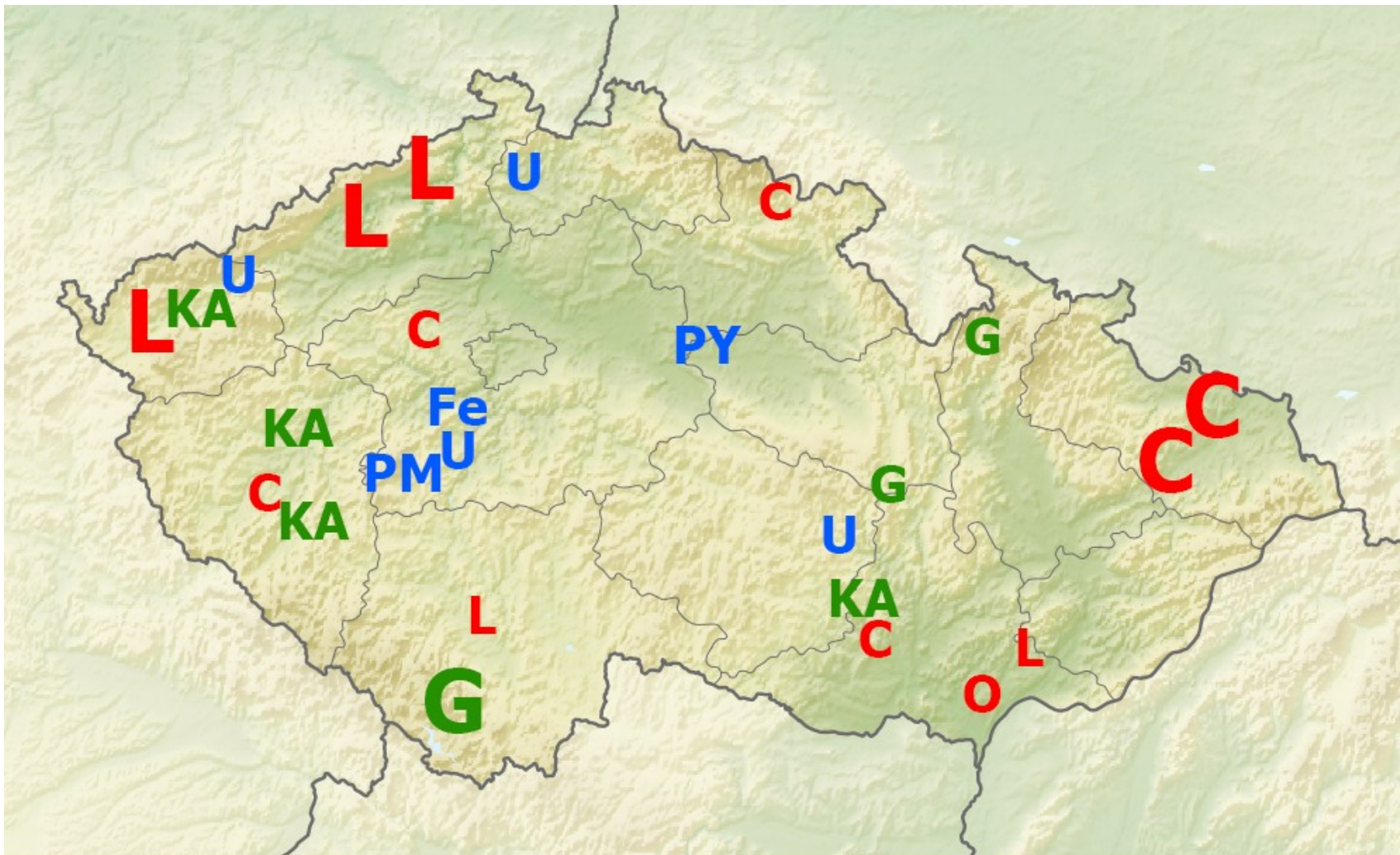
- ropa je nejvýznamnější strategickou surovinou současnosti, za kterou zatím **neexistuje plnohodnotná náhrada**
- dostupné světové zásoby ropy jsou odhadovány na **1,65 bilionu barelů**
- při současném tempu těžby - okolo 87 - 90 mil. barelů ropy denně by stávající světové zásoby vydržely zhruba **54 let**
- nejvyšší podíl **rezerv** má **Střední Východ a Venezuela**
- málo rezerv vůči těžbě má **Rusko, USA a Norsko**
- na celkové **světové těžbě** se nejvíce podílí **Blízký východ** (32 %), **Rusko** (12,9 %) a **Severní Amerika** (USA, Kanada a Mexiko), která těží 17 % světové těžby ale má jen 5,5 % zásob
- denní průměrná **světová spotřeba ropy** - v roce 2014 byla cca **90 mil. barelů**, o něco vyšší než těžba
- nejvíce ropy na světě spotřebuje asijský a pacifický region, Severní Amerika, Evropa a Rusko (23,5 %)
- největší spotřebu ropy z jednotlivých zemí má **USA** (20 %), **Čína** (11 %) a **Japonsko** (9%)
- v Evropě má největší spotřebu **Německo** s podílem na celosvětové spotřebě 2,7 %.

# Zásoby ropy ve světě

1 barel = 159 litrů

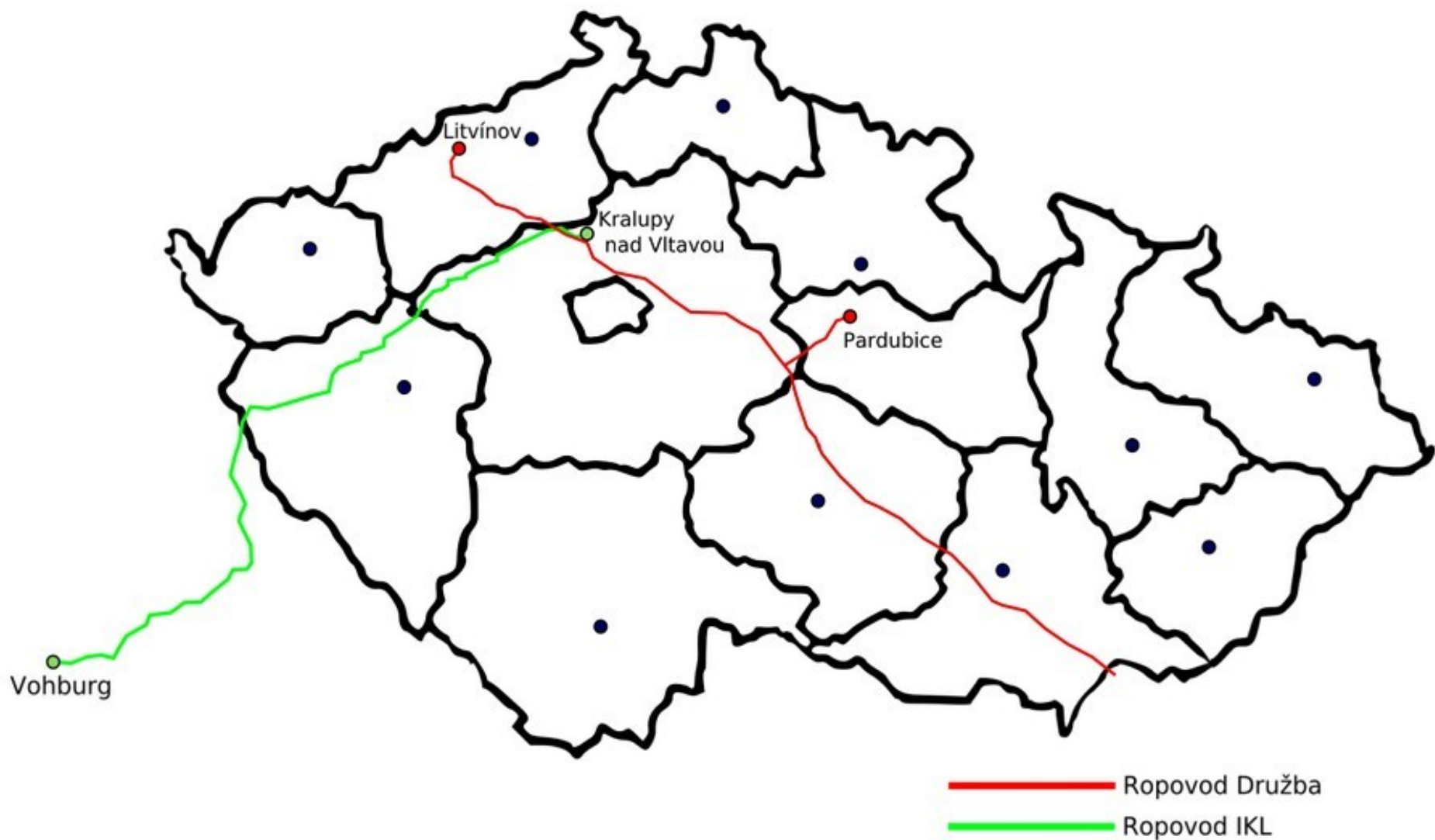
1. Venezuela – 48,7 bilionů litrů (306,3 miliard barelů)
2. Saúdská Arábie – 43,9 bilionů litrů (276 miliard barelů)
3. Kanada – 28,3 bilionů litrů (178 miliard barelů)
4. Írán – 25,7 bilionů litrů (161,6 miliard barelů)
5. Írán – 25,7 bilionů litrů (161,6 miliard barelů)
6. Kuvajt – 17 bilionů litrů (106,9 miliard barelů)
7. Spojené arabské emiráty – 16 bilionů litrů (100,6 miliard barelů)
8. Rusko – 13,1 bilionů litrů (82,4 miliard barelů)
9. Libye – 7,9 bilionů litrů (49,7 miliard barelů)
10. Nigérie – 6,1 bilionů litrů (38 miliard barelů)

# Přírodní zdroje surovin v České republice



Fe - železná ruda, PY - pyrit, PM - měď, zinek, olovo, U - uran, C - uhlí, L - hnědé uhlí, O - ropa (Břeclavsko, Hodonínsko - Jihomoravský kraj, Vídeňská pánev), G - grafit, KA - kaolin

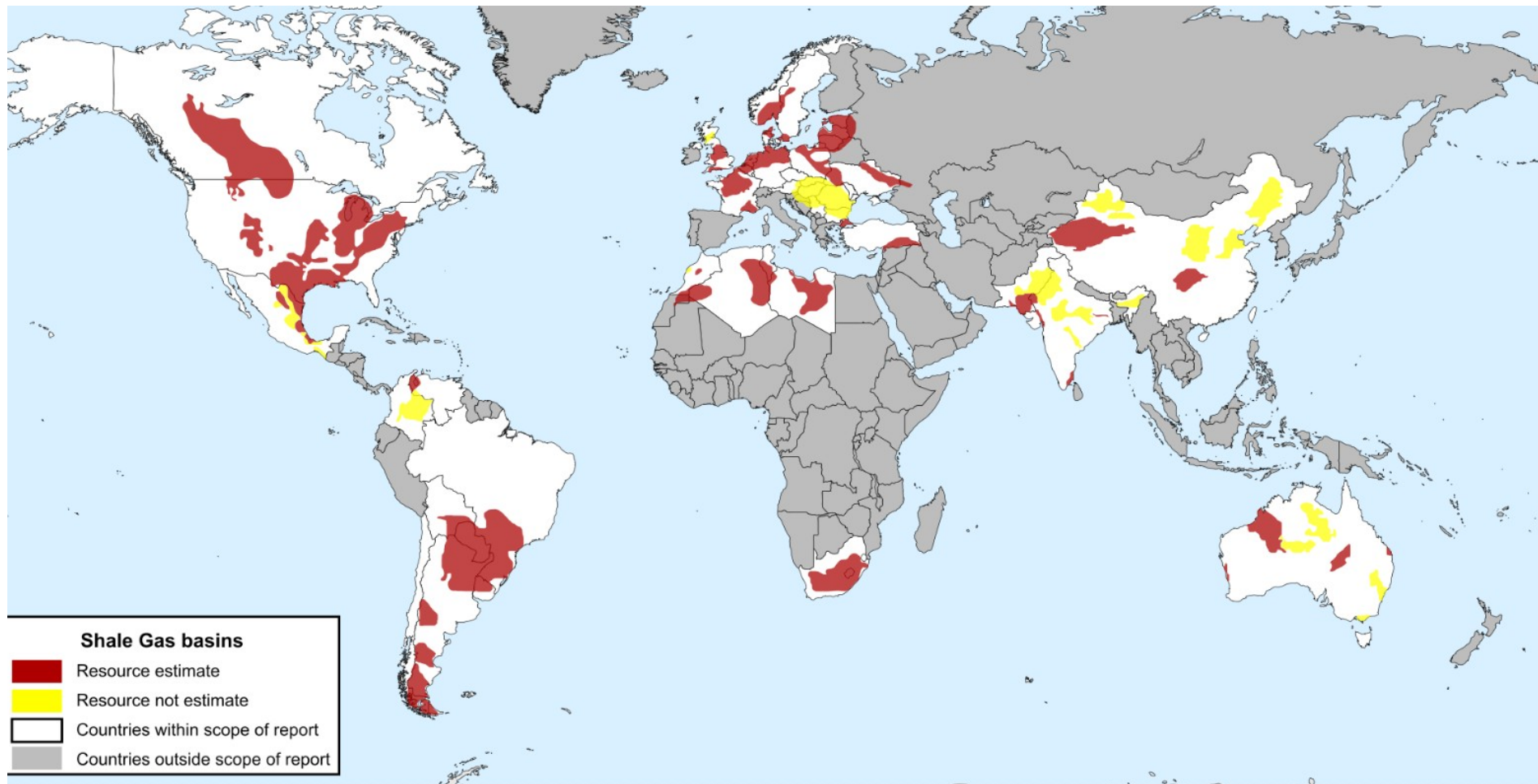
# Mapa ropovodů a rafinérií v České republice



## Ropné rafinerie v České republice

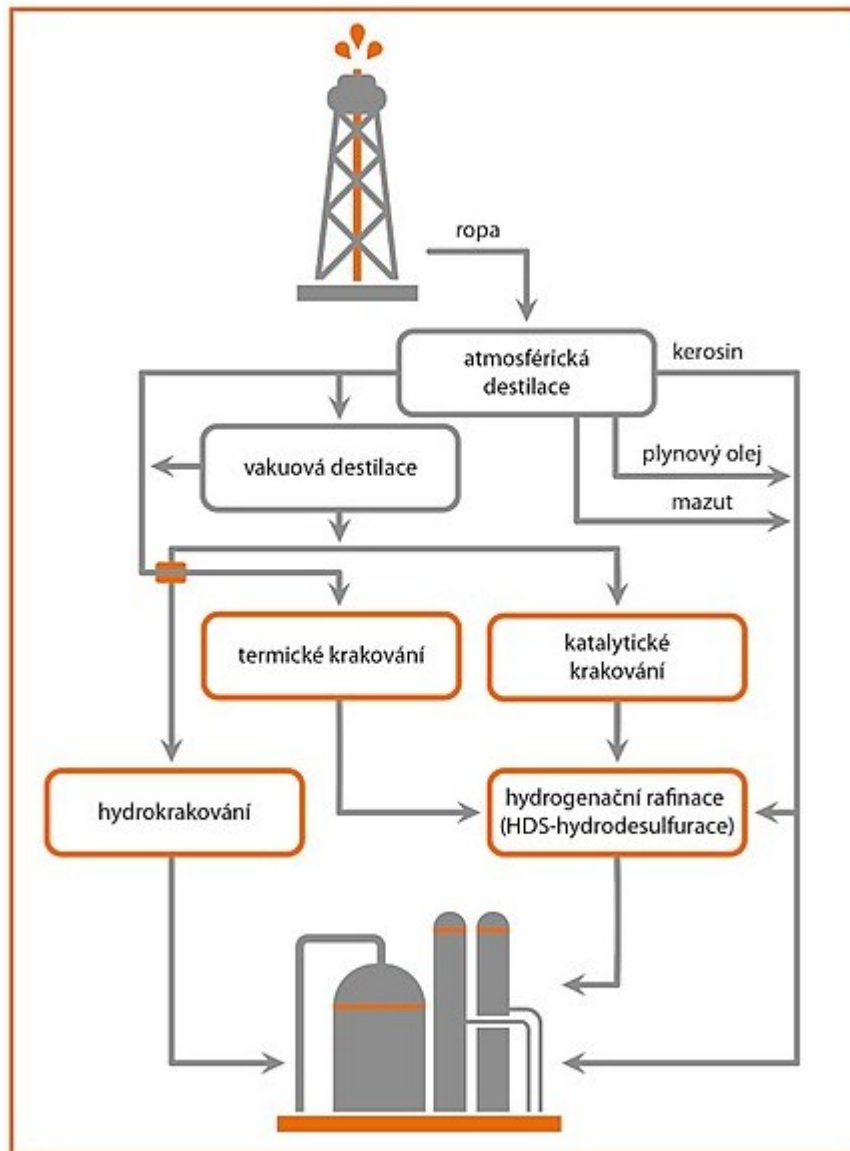
- V ČR jsou provozovány 3 ropné rafinerie ve společnosti:
  - **UNIPETROL**, jenž má své provozovny v **Litvínově** a v **Kralupech nad Vltavou**
  - **PARAMO** má svou provozovnu v **Pardubicích**
- naše rafinerie jsou závislé na dodávkách ropy ze zahraničních ropovodů
- rafinerie v Kralupech odebírají ropu z **ropovodu IKL** (Ingolstadt – Kralupy – Litvínov) z Německa
- všechny tři rafinerie (Litvínov, Kralupy nad Vltavou a Pardubice) jsou napojeny na **ropovod Družba** z Ruska
- cca 60% ropy pro ČR je dováženo z Ruska (**ropovod Družba má nižší přepravní kapacitu oproti ropovodu IKL**, kterým je dováženo přes 40% ropy pro ČR), tedy v případě potřeby může plně nahradit ropovod Družba

# Těžba břidlicového plynu ve světě



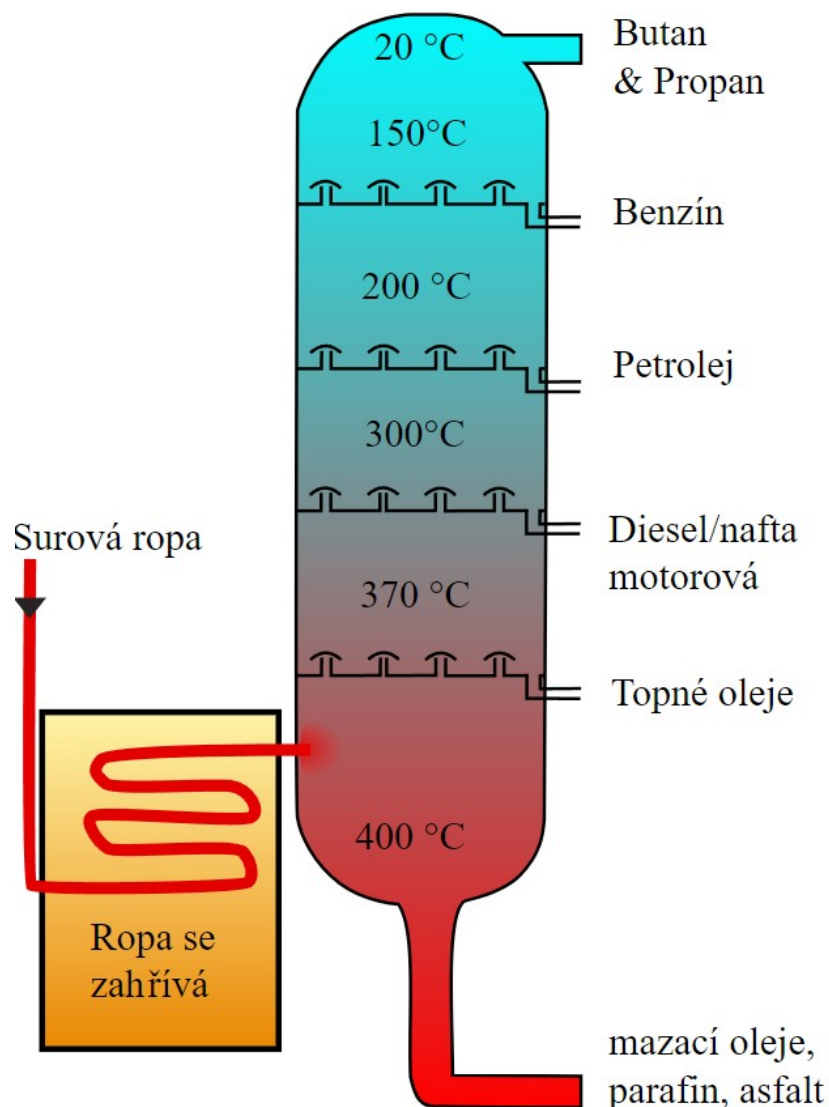
- podle agentury U.S. Energy Information Administration: 48 pánví se nachází jako zdroj zemního plynu v 38 zemích světa

# Zpracování ropy – procesy



- **frakční destilace**: za atmosférického tlaku (oddělení frakcí dle teploty varu)
- **vakuová destilace** : destilační zbytek (mazut)
- **krakování**: tepelný rozklad uhlovodíků s delšími řetězci na kratší řetězce k získání kapalných a plyných uhlovodíků
- **další úpravy** : **hydrokrakování** (přítomnosti  $H_2$  se získávají další kratší uhlovodíky, vzniká petrolej, nafta) nebo **hydrogenační rafinace** (snížení síry a dalších příměsí) pro výrobu paliv do automobilů

# Schéma frakční destilace ropy



- v rektifikační koloně dochází k oddělování ropných frakcí na základě různého bodu varu jednotlivých frakcí
- nejtěkavější frakce jsou odváděny vrchem kolony (butan, propan), ty nejstálejší při spodku (mazací oleje, parafin, asfalt)

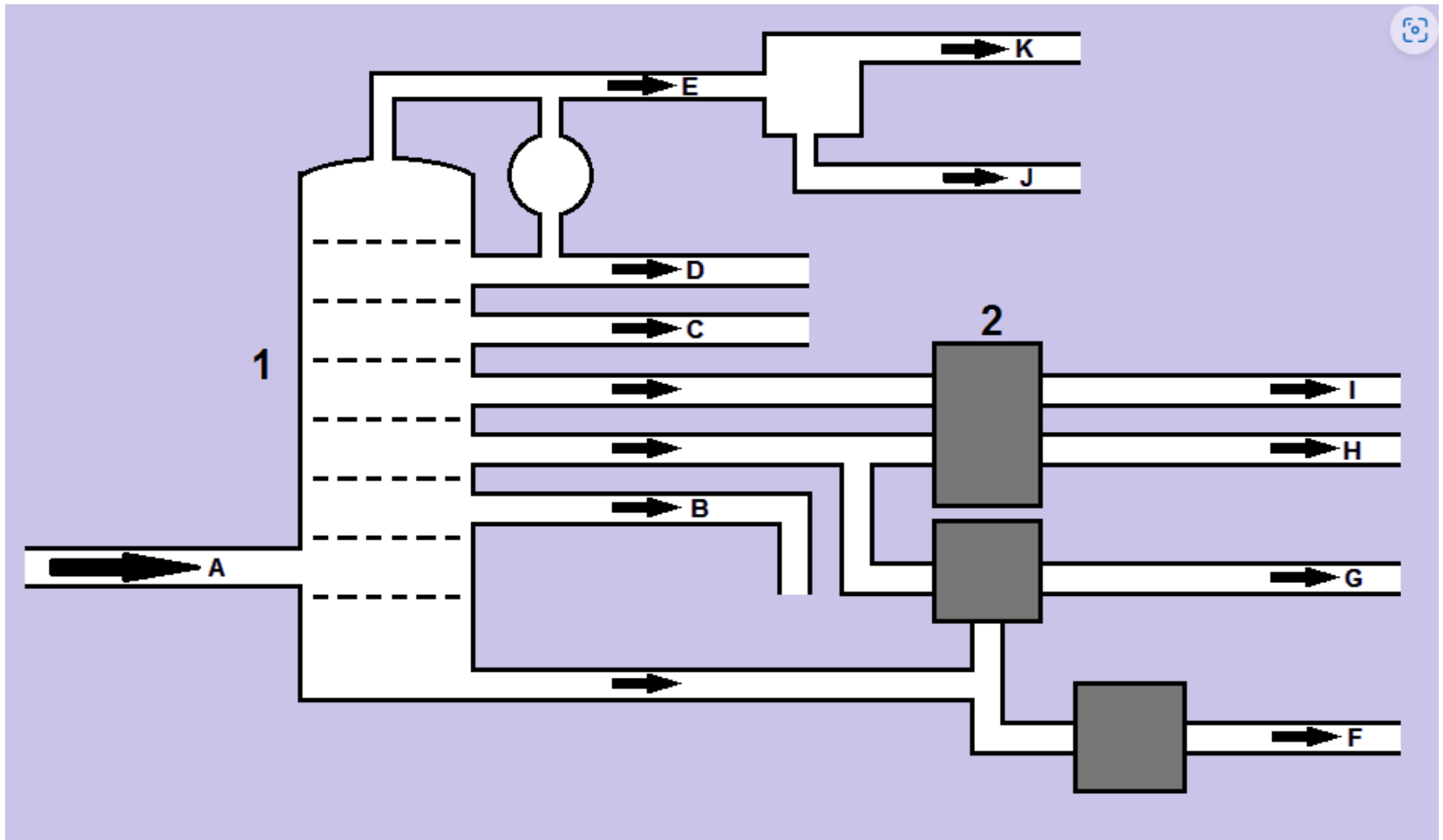


# Kolony pro průmyslovou frakční destilaci



- rafinace ropy probíhá v **rafinériích**, na které mohou navazovat **petrochemické závody**
- ropa se nejdříve odsoluje, následně se atmosférickou a vakuovou destilací „rozdestiluje“ na několik užších frakcí, které se následně zpracovávají odděleně
- základem zpracování ropy je **frakční destilace**, při níž jsou odděleny jednotlivé složky uhlovodíků podle jejich bodu varu
- zpracování ropy lze do 4. kroků:
  1. Odsolování ropy
  2. Atmosférická destilace ropy
  3. Vakuová destilace mazutu
  4. Petrochemická výroba

# Schéma destilační věže s vyznačenými odebíranými produkty



1 – destilační věž 2 – pomocná věž A – ropa B – mazací olej C – petrolej D – benzín E – plynné uhlovodíky F – mazut G – těžký topný olej H – lehký topný olej I – nafta J – propan-butan K – rafinační plyn

## Jednotlivé získané frakce po frakční destilaci ropy

Produkt	Podíl
propan a butan	~3 %
surový benzin	~9 %
motorový benzín	~24 %
kerosin pro tryskové motory	~4 %
motorová nafta a lehký topný olej	<21 %
těžký topný olej	~11 %
asfalt, těžký topný olej	~3,5 %
mazadla	~1,5 %
ostatní + ztráty	~2 %

- nejvíce se lze získat motorového benzínu, motorové nafty a lehkého topného oleje (20 – 25 %)

## Zpracování ropa a její využití

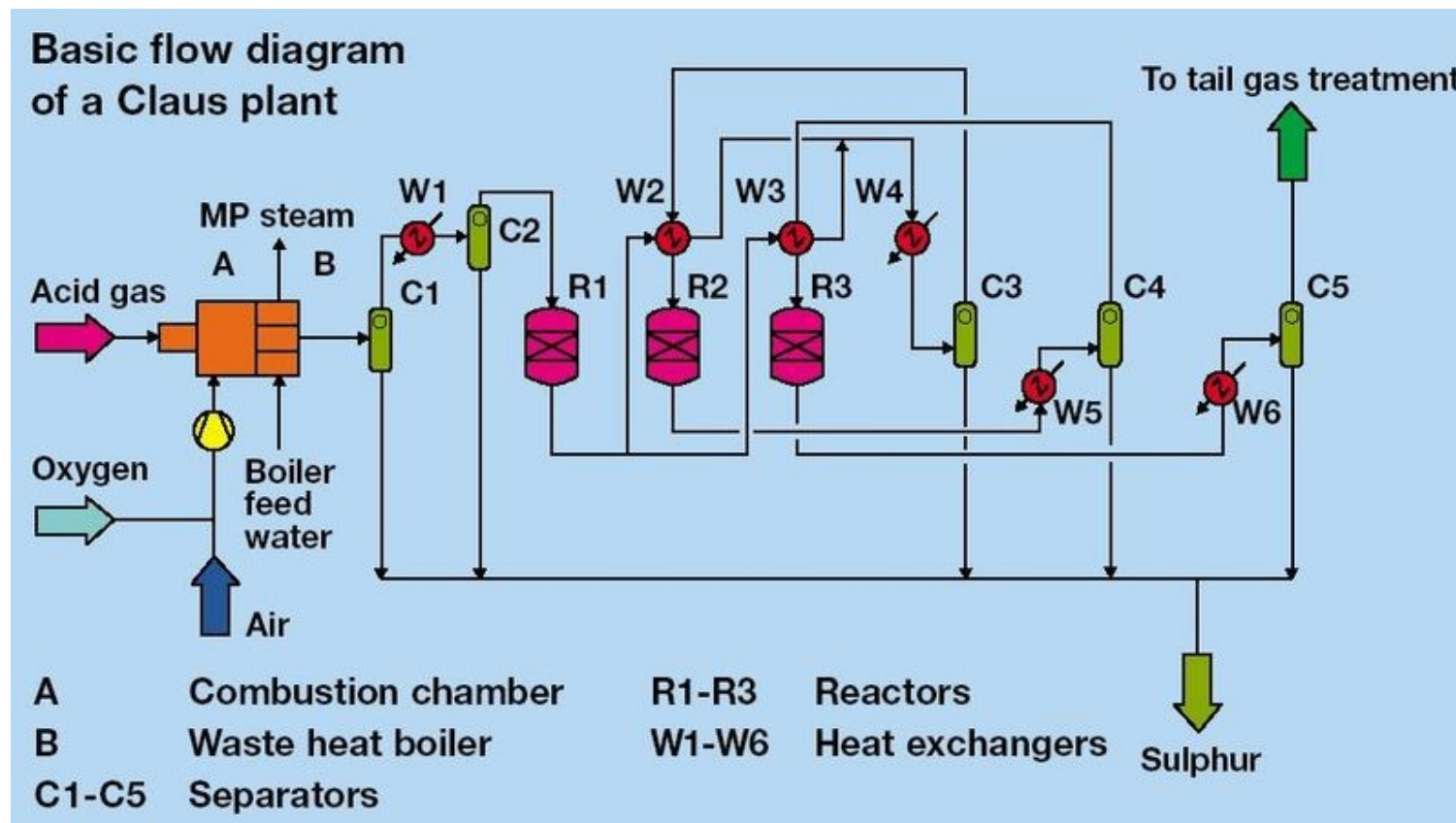
- základní frakce uhlovodíků získaných atmosférickou destilací ropy, destilační rozmezí a příklady jejich využití:

Frakce	Destilační rozmezí	Produkt
<b>plyny</b>	pod 30 °C	topné plyny, zkapalněné uhlovodíkové plyny
<b>benzín</b>	30-200 °C	složky automobilového benzínu
<b>petrolej</b>	180-270 °C	palivo leteckých motorů
<b>plynový olej</b>	250-360 °C	motorová nafta
<b>mazut</b>	destilační zbytek	topný olej, těžký olej, asphalt

- produkty zpracování ropy jsou základními palivy v dopravě, dále pak se řadí k nejdůležitějším surovinám pro výrobu plastů, hnojiv a dalších látek po chemické úpravě
- jen malé množství produktů z ropy se využívá přímo pro spalování s cílem vyrobit elektrickou energii a teplo

# Úprava ropy a zemního plynu - odsiřeni

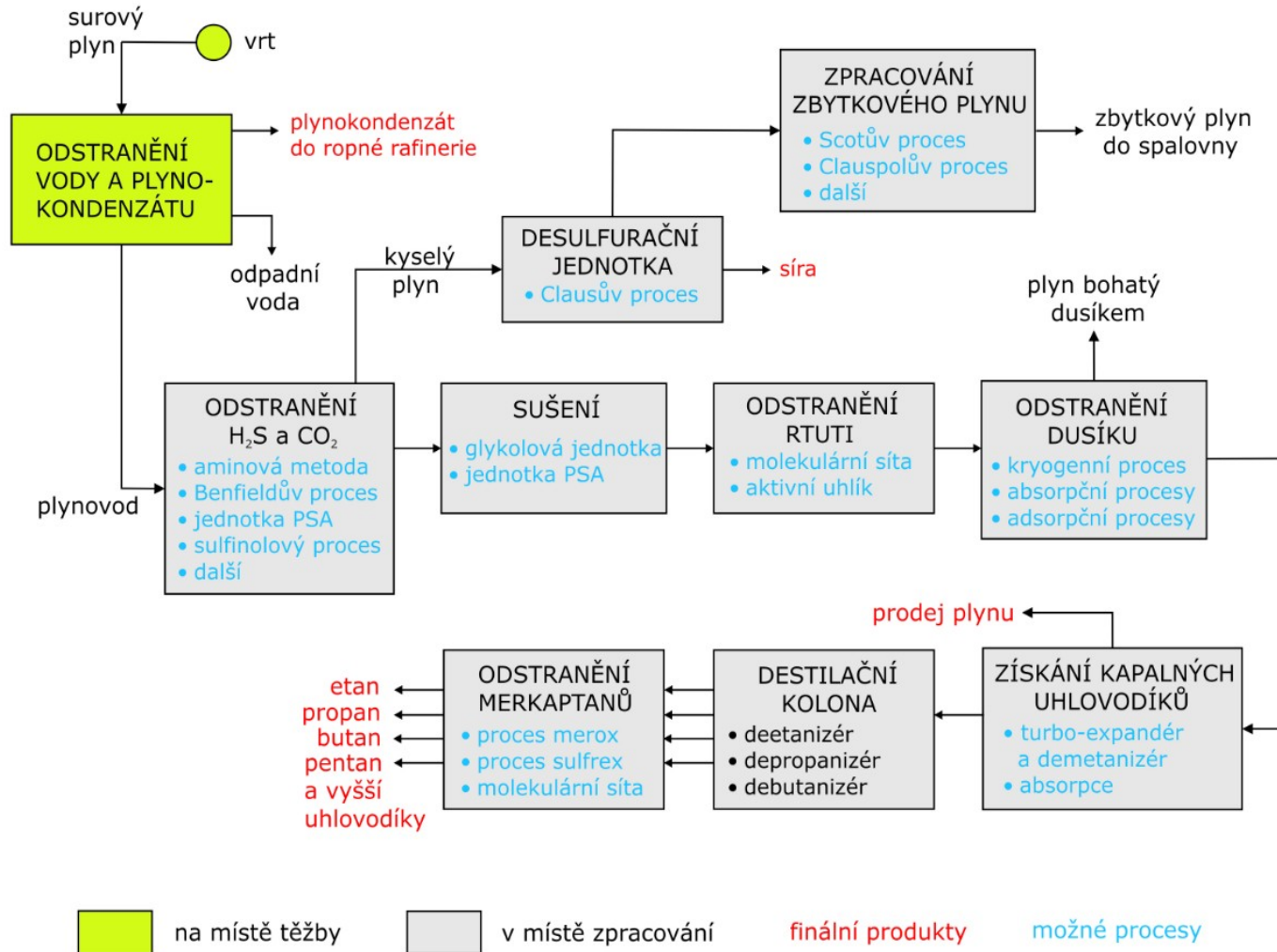
- pomocí tzv. **Clausova procesu**, kdy vzniká síra z ropy a zemního plynu
- dochází ke spalování sulfanu na oxid siřičitý a následně katalytickou reakcí oxidu siřičitého se zbylým sulfanem
- průmyslový proces výroby síry, nazváno podle německého chemika Carla Friedricha Clause (1831)



Proudové schéma Clausova procesu

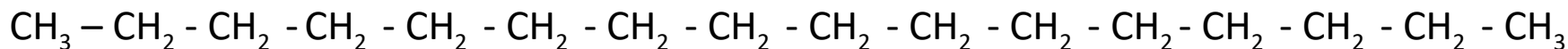
# Zpracování a využití zemního plynu

- využití zemního plynu – spalování pro získání energie jako jeho koncové využití
- není zpracováván v rafineriích jako ropa, pouze se kvůli přepravě zbavuje už v oblasti těžby nežádoucích příměsí



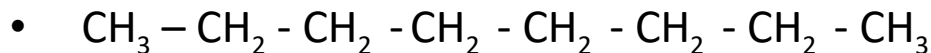
## Krakování ropy - úprava

- odvození: z anglického slova „crack“ - prasknout
- tepelný rozklad uhlovodíků s delšími řetězci na uhlovodíky s kratšími řetězci
  - a) Za vysoké teploty (900° C); do 600 °C - **krakování**, nad 600 °C - **pyrolýza**
  - b) Za zvýšené teploty a přítomnosti katalyzátorů
- dochází k rozštěpení vazeb mezi atomy uhlovodíku C-C a vznikají kapalné a plynné uhlovodíky s menším počtem uhlíků v řetězci
  
- např. **krakování petroleje** – hexadekanu (C<sub>16</sub> H<sub>34</sub>)



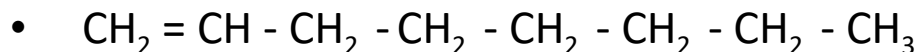
Krakováním (vzniká)

**Oktan** (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>)



+

**Okten** (C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>)



# Krakování ropy - úprava

- např. 2: **krakováním petroleje** – hexadekanu  $C_{16}H_{34}$  vzniká:
  - Ethen  $CH_2 = CH_2$
  - Propen  $CH_2 = CH - CH_3$
  - Butan  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
  - Hepten  $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
- **krakování - zpracování ropy: štěpné procesy:** **plynné produkty:** uhlovodíky C1-C4, **kapalné produkty** : benzín, plynový olej – motorová nafta, oleje, **tuhé produkty:** petrolojový koks, mazut, vakuový zbytek
- **typy štěpných procesů:** termické krakování, katalytické krakování, hydrogenační krakování (hydrokrakování)
- **podmínky štěpných procesů:**
  - **teplota** – vyšší teplota → vyšší podíl plynů, méně kapalných látek → u těžších surovin – stoupá tvorba koksu
  - **tlak** – zvyšování tlaku → podporuje tvorbu kapalných produktů → snižuje výtěžky plyných produktů a koksu
  - **reakční čas** – prodlužování času → nejprve se zvyšuje tvorbu kapalných produktů, poté se zvyšuje tvorba plynů a koksu
  - **recirkulace** – po rozdestilování se vrací těžké podíly → snížení vzniku koksu
  - **surovina** – lehčí suroviny (kratší řetězce) → obtížnější rozklad těžší suroviny (delší řetězce) → snadnější rozklad



## ❖ Benzín

- je směs uhlovodíků pentanu až dekanu, upravená pro zlepšení vlastností tzv. aditiv (příměsemi)
- jeho kvalitu udává **oktanové číslo** - hodnotí kvalitu jeho spalovacích vlastností
- základem oktanového čísla je **hodnota heptanu (0%) a izooktanu (100%)**
- např. Natural 95 = 95% izooktanu a 5% heptanu
  
- jedná se o kapalinu ropného původu, používaná hlavně jako **palivo v zážehových spalovacích motorech**, ale i jako rozpouštědlo, zejména pro ředění nátěrových hmot
- obsahuje především alifatické uhlovodíky získávaných frakční destilací ropy, nazývaný „**panenský**“ nebo **přímý benzin** (přímý ropný destilát), nesplňuje však požadavky pro moderní motory, používá se jako součást směsi, obsahuje přísady **isooktanu** nebo aromatických uhlovodíků **toluenu a benzenu**, což vede ke zvýšení oktanového čísla
- běžně se přidávají malá množství různých aditiv, např. pro zlepšení výkonu motorů a snížení škodlivých emisí
- některé směsi mohou obsahovat významné množství **etanolu** jako část **alternativního paliva**

## ❖ Motorová nafta

- směs kapalných uhlovodíků
  - získává se destilací a rafinací z ropy, obvykle při teplotách 150 - 370 °C
  - její kvalitu udává tzv. **cetanové číslo**, které vyjadřuje její vznětovou charakteristiku
- **Cetanové číslo** - veličina označovaná zkratkou CČ nebo CN, udávající kvalitu motorové nafty z hlediska její vznětové charakteristiky  
Udává množství **n-hexadekanu** (cetanu) **v objemových procentech ve směsi** s aromatickým uhlovodíkem 1-methylnaftalenem.

## ❖ Legislativní normy pro stanovení CČ:

- stanovení cetanového čísla předepisují technické normy **ČSN EN ISO 5165(1998)** a **ASTM D 613**
- na speciálních měřicích vznětových motorech se uskuteční měření pro porovnání konkrétních vzorků paliva s referenčním vzorkem
- sleduje se, zda je průběh vznětu v obou případech při změnách kompresního poměru stejný nebo značně porovnatelný

## ❖ Petrolej

- je směsí uhlovodíků podobné struktury jako má benzín
  - velké množství se zpracuje **krakováním na benzín**, dříve byl používán v petrolejových lampách
  - v současnosti je používán v letadlech s tryskovým pohonem
  - druh petroleje známý jako **RP-1** spalovaný s kapalným kyslíkem se používá jako **raketové palivo**
  - lze jej použít také jako kosmetický přípravek - na odstranění vši z vlasů, to je ale bolestivé a nebezpečné
  - lze v něm chovat látky s redukčními schopnostmi, například alkalické kovy
- ❖ **Plynový olej** - podobný petroleji s tím, že klesá obsah alkanů a isoalkanů, zvyšuje se počet cyklických uhlovodíků
- ❖ **Směs petroleje a plynového oleje** se pod názvem **motorová nafta** používá jako palivo do **vznětových motorů** (dieselův motor)

## ❖ Olejové destiláty

- uplatňují se jako mazací oleje
- k hodnocení jejich mazacích schopností se používá tzv. [viskozitní index](#)
- část se zpracovává na benzín, petrolej a plynné uhlovodíky

## ❖ Mazut

- je destilační zbytek z atmosférické destilace ropy
- používá se jako palivo nebo se dále zpracovává na jiné uhlovodíky

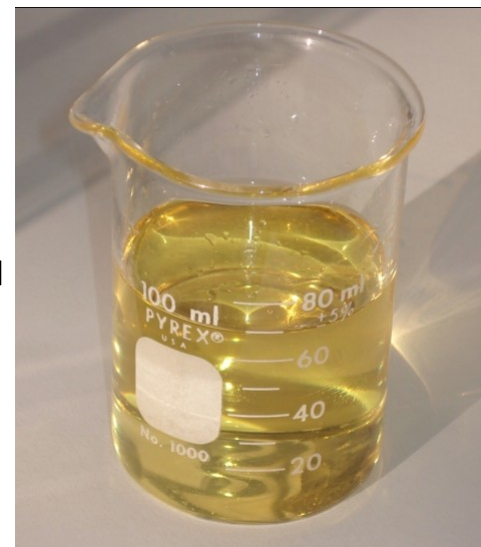
## ❖ Asfalt

- tmavá, pevná látka, která obsahuje asfalteny (látky podobné pryskyřicím), ropné pryskyřice a nejtěžší olejové podíly
- je to ta **nejhustší složka ropy s nejvyšším bodem varu, taje při 100 °C**, snadně se zapálí a hoří plamenem svítivým a silně čmoudícím
- používá se na povrchovou úpravu vozovek a jako izolační materiál proti vlhkosti

# Ekologická paliva: bionafta

## ❖ Bionafta

- palivo pro vznětové motory na bázi metylesterů nenasycených mastných kyselin rostlinného původu
  - vyrábí se rafinačním procesem zvaným **transesterifikace**
  - lze ji použít jako palivo bez jakékoliv úpravy ve vznětovém motoru (dieselu)
  - její uplatnění a spotřeba v EU neustále stoupá
  - v dnešní době musí výrobci povinně přimíchat **5 % bionafty** do nafty vyrobené z ropy – pravidlo se mění **dle platné legislativy**
- na trhu v České republice je možné se setkat se směsnou motorovou naftou (řidčeji též SMN nebo **Eko diesel**), která obsahuje **31 % biosložky** a 69 % klasické fosilní motorové nafty



bionafta ze  
sójového oleje

# Výroba bionafty

- **bionaftu** (FAME – fatty acid methyl ester) lze vyrábět z jakéhokoliv **rostlinného oleje** (řepkový, slunečnicový, sojový, použité fritovací oleje, živočišné tuky - odpady z restaurací ...)
- v České republice se nejčastěji používá k výrobě olej získaný **z řepky olejné** - náročná rostlina, která pro svůj růst potřebuje především hodně živin, proto by se měla na polích pěstovat pouze každý třetí až čtvrtý rok
- **výroby řepka z ekonomického hlediska**: výnos u nás je přibližně 3t/ha; z toho se vylisuje ca 1t/ha oleje, tedy na 1ha se používá 140 až 160 kg dusíkatých hnojiv
- **vzniklé chemická reakce – transesterifikace** probíhá za tzv. katalýzy, kdy jednotlivé postupy výroby se liší zejména **použitým katalyzátorem a podmínkami reakce**
- Neustále se vyvíjí se nové postupy výroby:
  - přeměna rostlinných olejů za pomoci **enzymatických katalyzátorů**
  - použití speciálních **pevných katalyzátorů**
  - výroba **bez použití katalyzátoru**

## ❖ Bioetanol

- vyrábí se **kvašením rostlin** (obiloviny, kukuřice, některé trávy, dřevo a cukrová třtina, pomocí speciálních kvasinek)
- v případě použití **sacharidů z kukuřice** se musí provést **chemické konverze sacharidů na cukr** (10 % etanolu se získá po fermentaci) – energeticky náročný proces oddělit etanol od zbytkového materiálu
- bioetanol se získá následně **destilací získaného alkoholu**
- čistý bioetanol lze použít **přímo v autech**, ale jen ve **speciálně upravených motorech**, nebo **ve směsi s benzínem** (je třeba zajistit **bezvodý etanol**), poté není potřeba žádných speciálních modifikací motorů
- v současnosti jej lze považovat **za náhradu benzínu**, neboť většina automobilů může jezdit na směs benzínu s bioetanolem o obsahu až 10 % bioetanolu
- automobily s flexibilním palivem snesou až **85% etanolu** a některé automobily jsou speciálně navrženy pro provoz **na 100 % bioetanolu**
- kdežto **bionafta je náhradou nafty a pouze pro dieselové motory**, bez úprav
- technicky je použití čisté bionafty jako paliva možné, ale vyžaduje **zásadní úpravy motoru**

## ❖ Náhrada benzínu – bioetanol x bionafta

- **palivo E85** je ekologicky šetrnou pohonnou hmotou, obsahující **85 % etanolu** a **15 % Naturalu 95**
- hlavním přínosem tohoto paliva jsou především výrazně **nižší emise výfukových plynů**, díky **vyššímu oktanovému** číslu pak též **vyšší výkon** a v neposlední řadě jeho **výroba z obnovitelných zdrojů**
- uvedená technologie je však finančně náročná pro současnou společnost – hledání alternativních řešení (např. vodík)
- většina výrobců vozidel vydává seznamy aut, které mohou jezdit na „**100% bionaftu** (Scania a Volkswagen).
- nebo např. ve Velké Británii se poskytuje záruka pouze na motory, v nichž se spaluje maximálně **5 % bionafty** ve směsi s 95 % klasické nafty – někteří např. v EU tento postoj považují za přehnaně opatrný
- opačně se k tomu staví např. automobilky **Peugeot a Citroen**: v jejich motorech se může spalovat směs s **30% bionafty**
- v ČR je máme k dispozici **směsnou motorovou naftu (Eko diesel)**, **31 % biosložky** a 69 % klasické fosilní motorové nafty



# Vliv těžby ropy na životní prostředí

- změna klimatu – vznik skleníkových plynů oxidu uhličitého ze spalování ropy
- těžba ropy narušuje životní prostředí
- těžba ropy a průzkum na moři narušuje okolní mořské prostředí
- úniky ropy – při haváriích tankerů (Aljaška, Mexiko, Francie, Galapágy atd.) poškodily ekosystémy a životní podmínky naší planety
- havárie vrtné plošiny (Řecko) – únik vysokého množství emisí, zamoření vodstva nebezpečnými látkami
- úhyn mořských živočichů; ptactva, savců, měkkýšů, dalších organismů i na souši
- dehtové koule: kapky surové ropy zvětrané v oceánu
- únik ropy lidskou činností - při seismickém průzkumu, vrty, těžba, rafinace
- přítomnost ropy v životním prostředí nemusí mít vždy za následek člověk: průsaky, dehtové jámy vznikají bez člověka



ropná skvrna na silnici

## ❖ Ropné havárie

- **ABT Summer:** ropný tanker, který roku 1991 při cestě do Rotterdamu začal hořet, uniklo 260 000 tun ropy
- **Válka v Perském zálivu:** v roce 1991 válka způsobila jeden z největších úniků ropy v historii, celkem uniklo 1 360 000 -1 500 000 tun ropy
- **Torrey Canon:** supertanker, který ztroskotal v roce 1967 na západním pobřeží Cornwallu, celkem uniklo do moře 120 000 tun ropy, jednalo se o jednu z prvních velkých havárií v Evropě
- jen Wikipedie uvádí přes **162 událostí**, které spadají do oblasti ropných havárií na celém světě (dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam\\_ropn%C3%BDch\\_hav%C3%A1ri%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_ropn%C3%BDch_hav%C3%A1ri%C3%AD), text v rámci licence [CC BY-SA 3.0](#))

## Ochrana zdraví

- ropa a ropné produkty jsou sloučeniny **toxického charakteru**, které kromě své **hořlavosti, výbušnosti a negativního vlivu na životní prostředí**, mají i **biologický účinek na člověka**
- kromě živočichů jsou úniku ropných látek, jejich produktů a jejich vlivu vystaveni zejména hasiči
  - S ropnými látkami mohou pracovat pouze osoby zdravotně způsobilé, osoby které netrpí chorobami krve, pokožky, jater a dýchacích orgánů
  - Působení těchto látek se může hlavně projevit:
    - kožním onemocněním
    - dráždivým účinkem na dýchací a jiné orgány
    - poruchou krvetvorby
    - poruchou centrálního nervového systému
    - karcinogenitou

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Co vše zahrnuje petrochemický průmysl a kde se nejvíce v ČR/ve světě koncentruje a proč
- Definujte pojem „ropa“ z chemicko-fyzikálního hlediska, které sloučeniny obsahuje
- Jak probíhá těžba ropy, zemního plynu - na souši a jak na moři
- Co jsou to rafinérie a které důležité ropovody prochází přes ČR
- Jak se ropa zpracovává, které procesy se zde uplatňují
- Definujte pojem „frakční destilace“ ropy
- Co je to Clausův proces v procesu odsiřování ropy a zemního plynu
- Co je to krakování ropy a jaké produkty můžeme získat
- Jaké využití mají produkty ropy a zemního plynu v lidské společnosti
- Co je to oktanové číslo a co je cetanové číslo
- Jaký je rozdíl mezi bionaftou a bioetanolem
- Jaký dopad na ŽP má ropa a její produkty
- Znáte nějakou ropnou havárii za poslední období ve světě
- Co bude palivem budoucnosti automobilů – váš názor

## Doporučené odkazy:

- Rybín, M. 1985. Spalování paliv a hořlavých odpadů v ohništích průmyslových kotlů (2. vydání), Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 417 s., Signatura C 249.594. Dostupná v [Jihočeské knihovně v Českých Budějovicích](#)
- KOLÁŘ, K.; a kol. 1997. Chemie II (organická a biochemie). Olomouc: SPN - pedagogické nakladatelství, ISBN 80-85937-49-2. [Elektronická učebnice - ELUC \(ikap.cz\)](#)
- Hrdina, R., Machalický, O. 2002. Uhlíkaté suroviny a jejich zpracování [online]. Katedra technologie organických látek, Chemicko-technologická fakulta, Univerzita Pardubice, [cit. 2007-03-11]. PDF formát. Dostupný z: <http://www.upce.cz/priloha/ktol-csuroviny>
- Wiseman, P. 1988. Základy petrochemie. Praha: SNTL- Nakladatelství technické literatury, s.260. Signatura C 262.074

## Použitá literatura:

- Wikipedie, 2022. Ropná rafinérie [online].[cit. 22.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ropn%C3%A1\\_rafinerie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ropn%C3%A1_rafinerie)
- Ložiska ČR, 2022. Ložiska nerostů České republiky [online].[cit. 28.4.2023]. Dostupné z: [http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska\\_cr.html](http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska_cr.html)
- Wikipedie, 2023. Ropa [online].[cit. 1.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ropa>
- Finmag, 2023. Je vodík palivem budoucnosti? Nastupující trend očima expertu [online].[cit. 5.5.2023]. Dostupné z: <https://finmag.penize.cz/veda-a-technika/430830-je-vodik-palivem-budoucnosti-nastupujici-trend-ocima-expertu>
- VTM, 2023. Elektřina, vodík, nebo syntetická paliva: Velká a důležitá bitva o pohon budoucnosti [online].[cit. 4.5.2023]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/clanky/elektrina-vodik-nebo-synteticka-paliva-velka-a-dulezita-bitva-o-pohon-budoucnosti/sc-870-a-221389/default.aspx#part=1>
- ROPA.cz, 2023. Těžba ropy [online].[cit. 21.4.2023]. Dostupné z: <https://www.ropa.cz/tezba-ropy/>
- Geologie.cz, 2023 Využití ropy a zemního plynu [online].[cit. 30.4.2023]. Dostupné z: [http://geologie.vsb.cz/Loziska/suroviny/vyuziti\\_ropy.html](http://geologie.vsb.cz/Loziska/suroviny/vyuziti_ropy.html)
- Wikipedie, 2023. Clausův proces [online].[cit. 7.5.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Claus%C5%AFv\\_proces](https://cs.wikipedia.org/wiki/Claus%C5%AFv_proces)
- Wikipedie, 2023. Krakování [online].[cit. 12.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Krakov%C3%A1n%C3%AD>



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

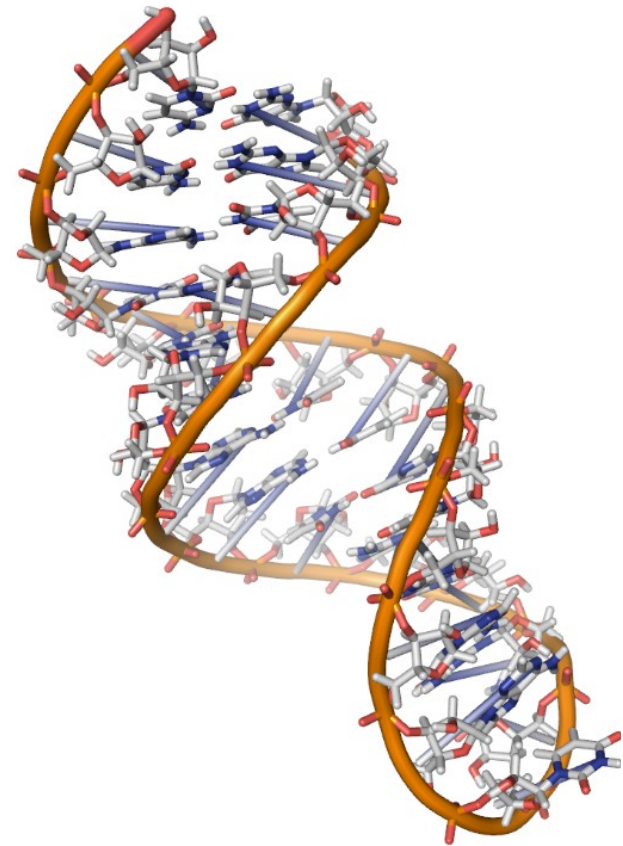
ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
- 5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.**
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Biotechnologie

- obecně zahrnují postupy, které využívají **metabolismu (přeměny látek) živých organismů** pro různé, především **hospodářské účely**
- za jedny z **nejstarších biotechnologií** lze považovat **kvasné procesy**, které využívají vyšlechtěné **mikroorganismy** pro výrobu některých **potravin a nápojů** (sýry, víno, pivo)
- uplatňují při **úpravě odpadů a organických materiálů** (kompostování, anaerobní digesce, mechanicko-biologická úprava)
- Využívají se k **remediaci znečištěné zeminy** (bioremediace)
- široké uplatnění nalézají v **medicině** (výroba antibiotik, některých aminokyselin apod.)
- progresivním odvětvím jsou **genetické manipulace**, při které se do jednoho organismu cíleně vnáší určitý gen či geny jiného organismu – takový organismus se označuje jako **GMO (geneticky modifikovaný organismus)**



DNA  
(deoxyribonukleová kyselina)



# Biotechnologické procesy v oborech

- Genové inženýrství
- Molekulární biologie
- Genetika
- Technologické procesy ve výrobě



Reaktor produkující farmaceutika z mechu



Fluorescenční barevné proteiny získané z GM bakterií



Salmonella typhimurium (červená) napadající lidské buňky

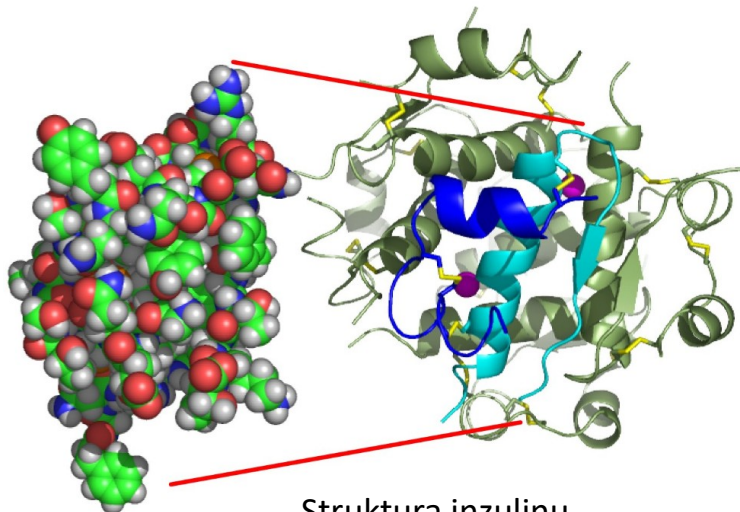
- Tkáňové inženýrství
- Proteinové inženýrství
- Příprava a využití monoklonálních protilátek

## Biotechnologie zahrnuje:

- historická - tradiční kvasné procesy – fermentace
- obecná biotechnologie
- rostlinná biotechnologie
- živočišná biotechnologie
- biotechnologie životního prostředí
- biotechnologie enzymů
- mikrobiální a buněčná biotechnologie
- vývoj diagnostik, farmaceutik



Octomilka (*Drosophilla*) hojně využívaná pro genetické výzkumy



Struktura inzulinu

## Uplatnění v sektorech:

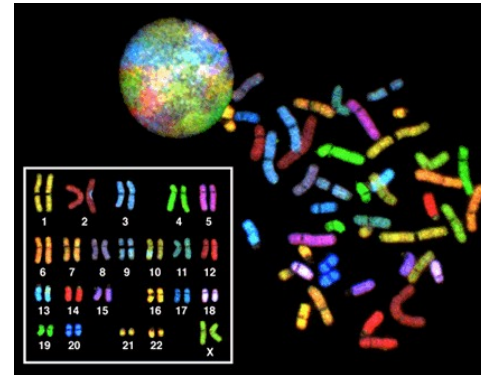
- potravinářství a krmivářský průmysl
- farmaceutický průmysl
- chemický průmysl
- textilní průmysl
- zemědělství
- lesnictví
- ekologie
- a jiné

# Biotechnologie

- v užším slova smyslu se pod biotechnologiemi rozumí **záměrný přenos genů** významných z hlediska užitkových vlastností
- podstatou moderních biotechnologických postupů je tedy tzv. **horizontální přenos genů** (z anj. Horizontal Gene Transfer - **HGT**)
- rozvoj moderních biotechnologií nastal až v době, kdy molekulární biologie a genetika nabídla postupy umožňující přenos genů kódujících požadované vlastnosti

## Milníky v biotechnologii:

- 1859: CH. Darwin - evoluční teorie
- 1866: J. G. Mendel - zákony dědičnosti
- 1953: J. Watson + F. Crick - struktura DNA
- 1990 -2003: Human Genome Project (USA) - přečtení lidského genomu
- 2010: J. C. Venter – příprava syntetického organismu



Autor: U.S. Department of Energy, Human Genome Project – <http://www.ornl.gov/hgmis>, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2485616>

Autor: Courtesy: National Human Genome Research Institute – Found on :National Human Genome Research (USA)This image was copied from wikipedia:en., Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7853183>

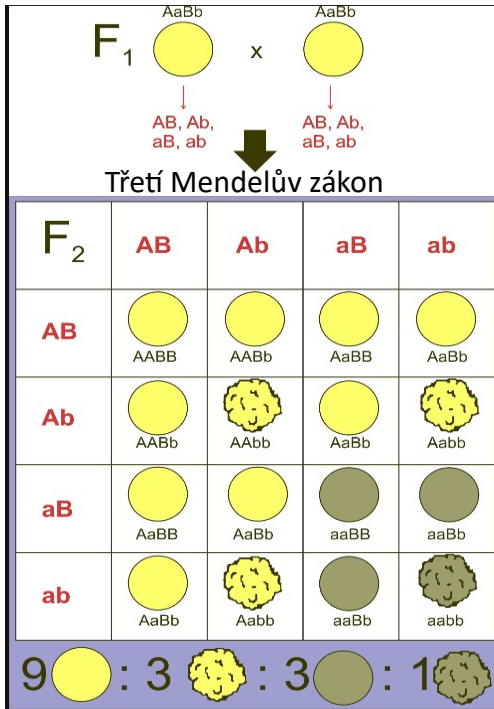


# Gregor Johann Mendel \*1822 - †1884

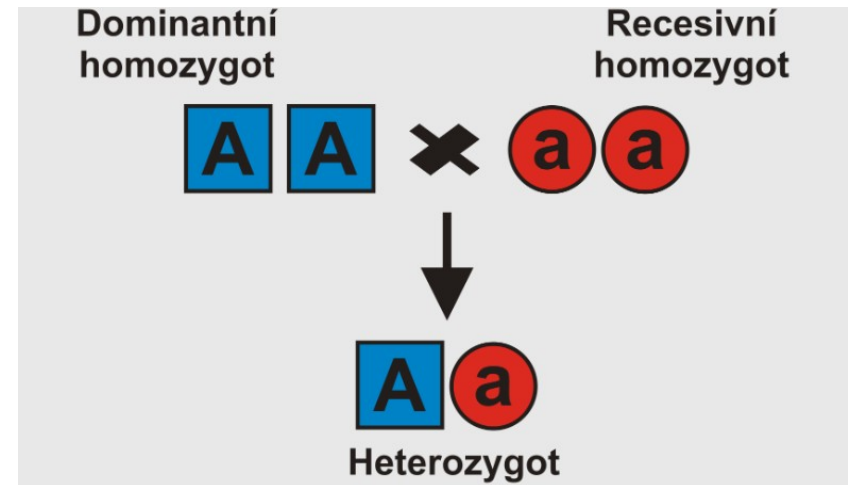
- formuloval **základní zákony dědičnosti** formuloval v roce 1866 na základě analýz genetického křížení mezi vyšlechtěnými kmeny (poskytujícími potomstvo se stejnými znaky jako mají rodiče) **hrachu setého**
- jeho práce položila **základ nové vědní disciplíně**, která zkoumá přenos dědičných informací z generace na generaci a vzájemné vztahy mezi dědičnými jednotkami a znaky, a jejich vztahu k prostředí



G. J. Mendel



Hrách setý



Heterozygot vznikne vždy zkřížením dvou různých homozygotů, například AA × aa.

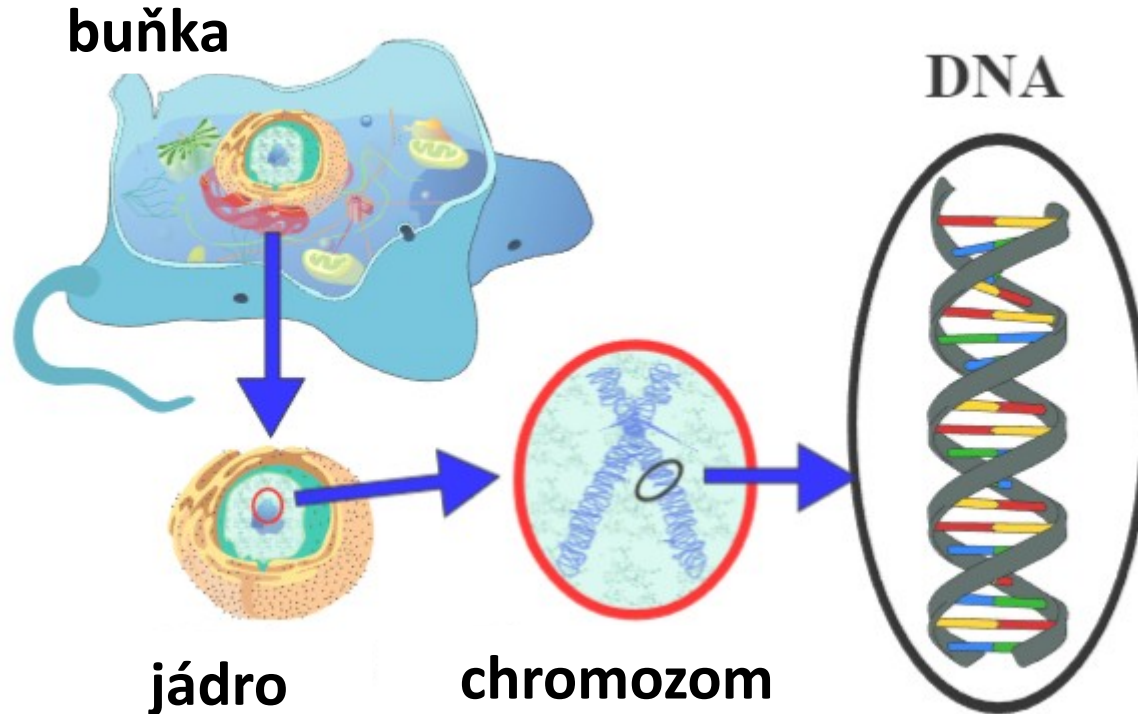
# Sedm znaků hrachu popsaných G. J. Mendelem při jejich křížení

semeno		květ	plod		stonek	
tvár	dělohy	barva	tvár	barva	umístění květů	velikost
						
kulatý	žluté	bílá	klenutý	žlutý	úžlabní	vysoké rostliny
						
hrnatý, svraskalý	zelené	fialová	zaškrcovaný	zelený	vrcholové	nízké rostliny
1	2	3	4	5	6	7

- Sedm charakteristik hrachu pozorovaných Mendelem a popsaných v práci „**Pokusy s rostlinnými hybridy**“, uplatněn 1. zákon o uniformitě hybridů F1 generace homozygotů
- Mendel formuloval **2 fenotypové zákony** a **3 genotypové zákony**:
  - 1. Zákon o uniformitě hybridů**
  - 2. Zákon o štěpení v potomstvu hybridů**
  - 1. Zákon o samostatnosti alel**
  - 2. Zákon o segregaci alel**
  - 3. Zákon o nezávislém kombinaci alel**

## ❖ Složení buňky (eukaryotická, živočišná)

- buňka obsahuje jádro. uvnitř je chromosom, který je nositelem DNA



- buňka je základní stavební a funkční jednotka těl živých organismů
- výjimku tvoří nebuněční (viry, viroidy, virusoidy)
- je obklopena membránou a uvnitř se nachází cytoplasma (koncentrovaný vodný roztok různých látek)
- v jádru obsahují genetický materiál, proto je buňka schopná dělit

## Schéma bakteriální buňky (*Escherichia Coli*)

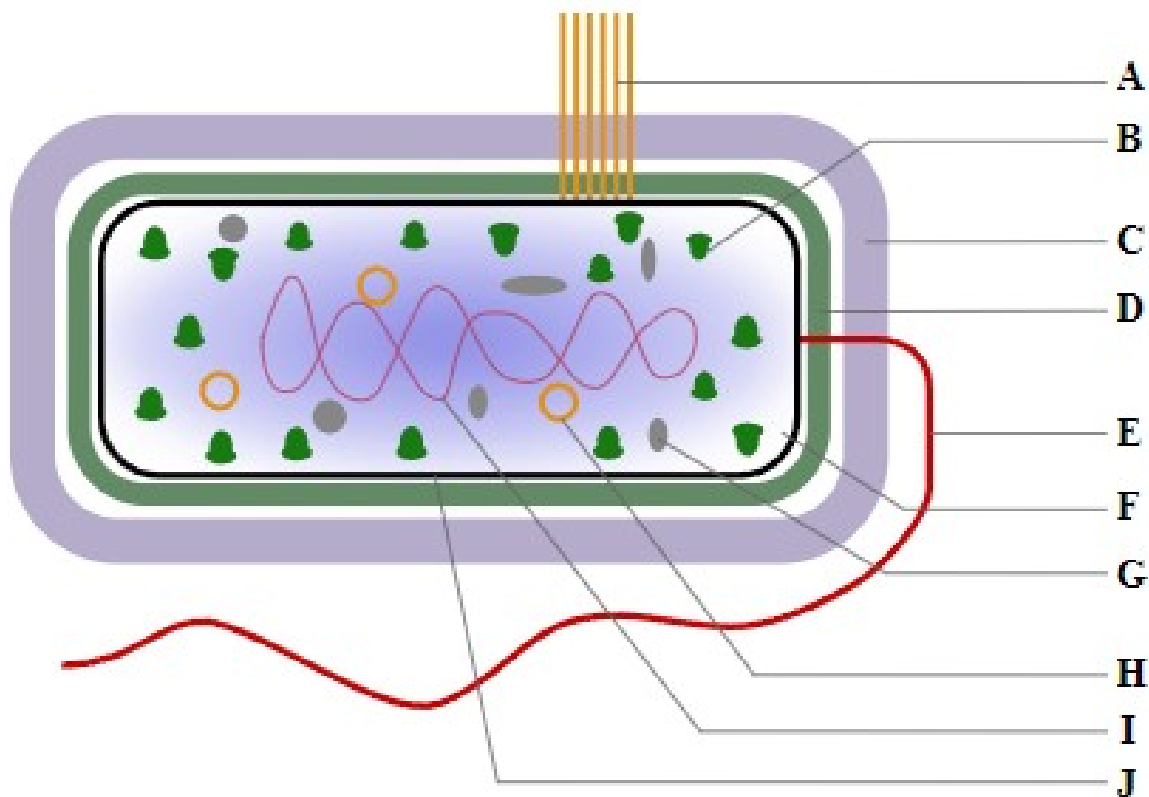
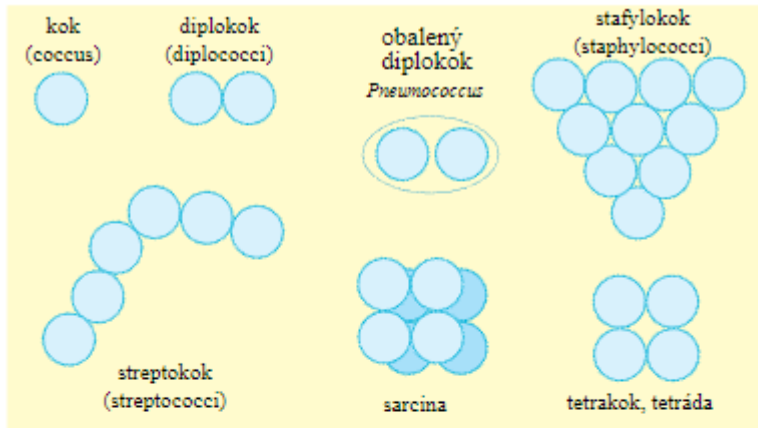


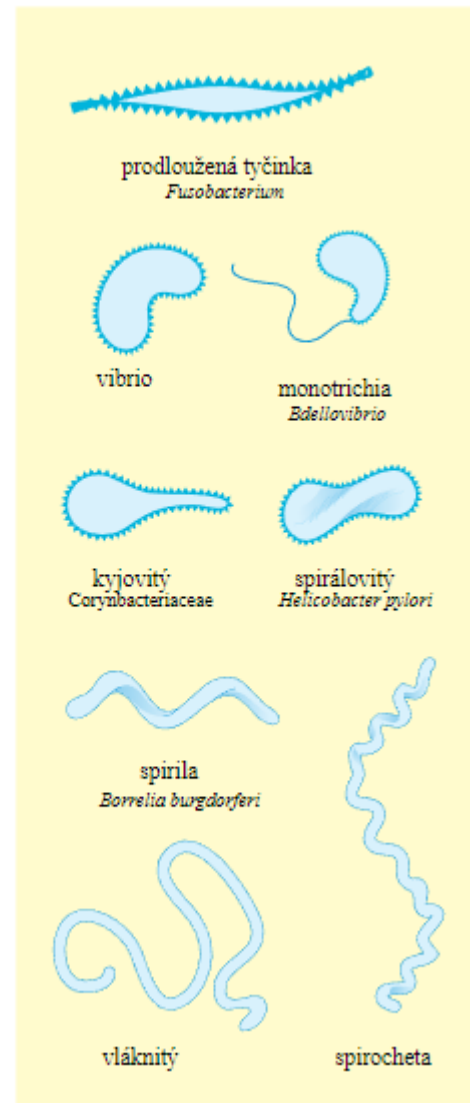
Schéma buňky *E. coli*: A – pilus, B – ribozom, C – kapsula, D – buněčná stěna, E – bičík, F – cytoplazma, G – vakuola, H – plazmid, I – nukleotid, J – cytoplazmatická membrána

# Základní tvary bakterií

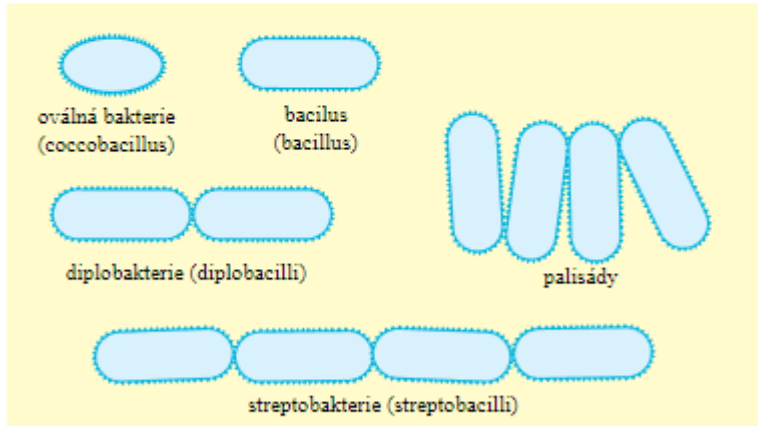
## koky (cocci)



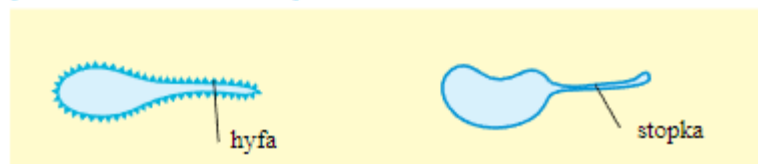
## jiné



## tyčinkovité bakterie (bacilli)

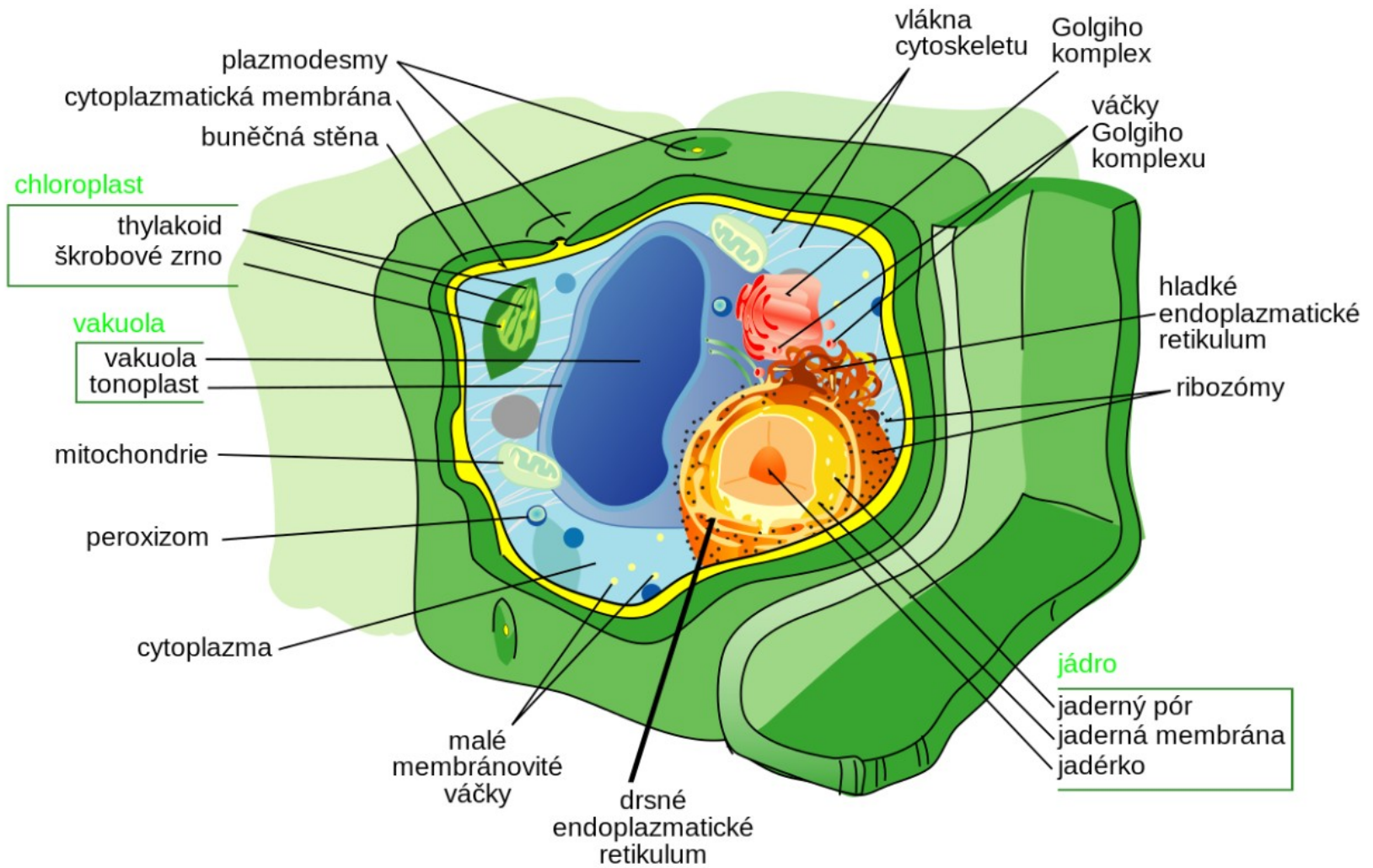


## pučící bakterie a bakterie s přívěskem

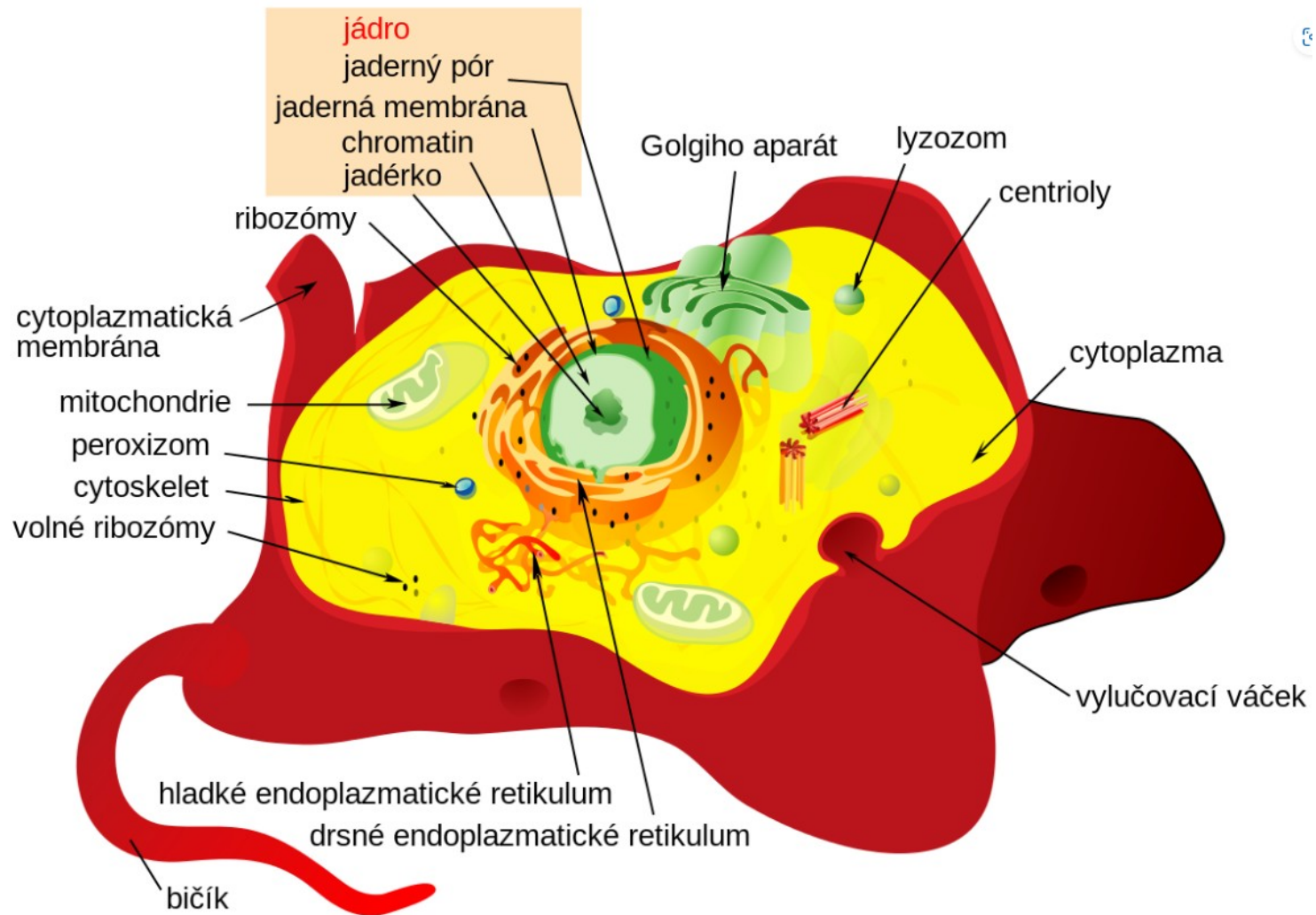




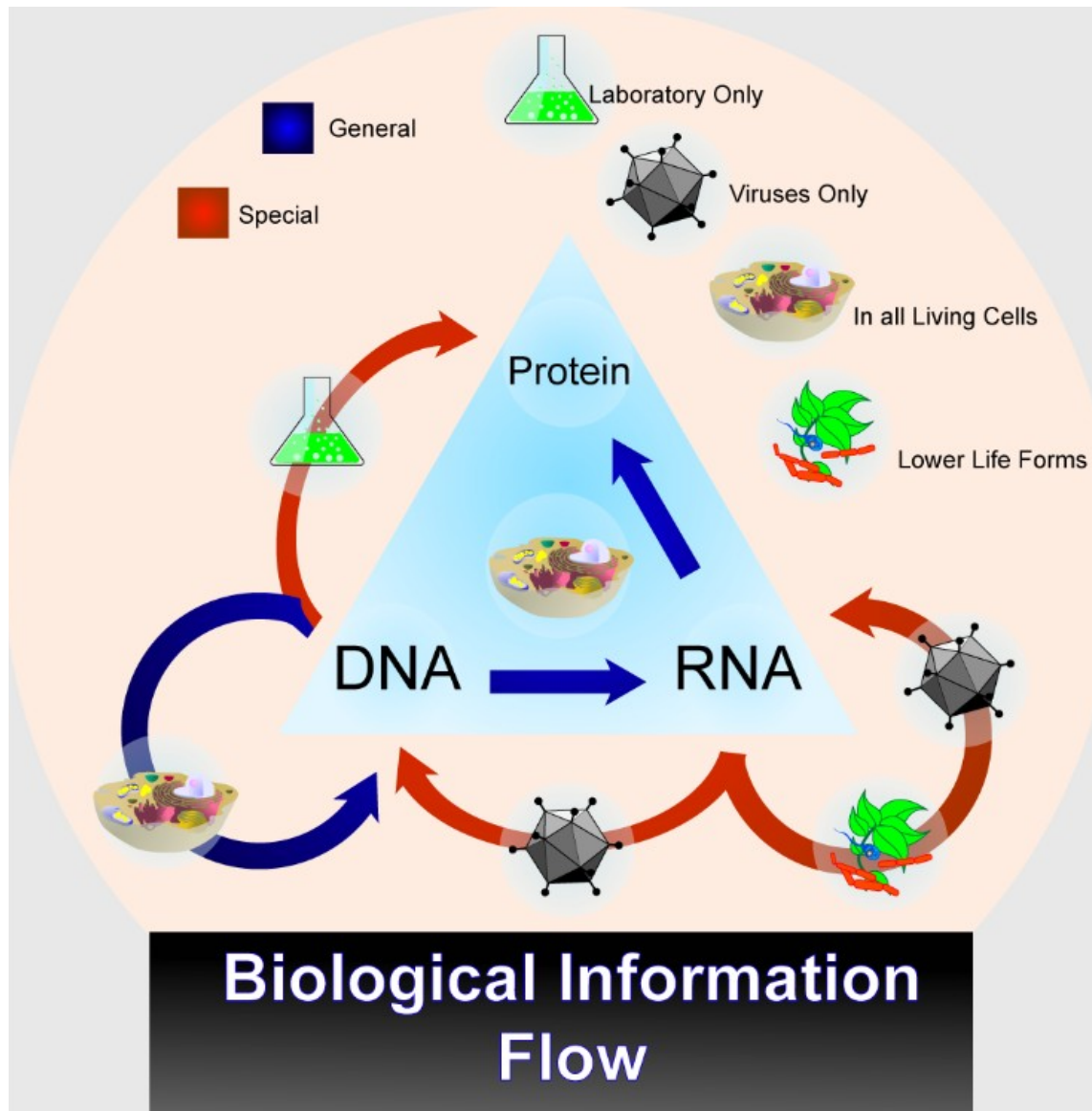
# ❖ Rostlinná buňka



# ❖ Živočišná buňka



# Centrální dogma molekulární biologie



- pohyb biologické informace v organismech
- cesta přenosu informace mezi biopolymery (DNA, RNA, proteiny)
- přepis mezi nukleovými kyselinami a překlad z RNA do proteinů
- znemožněno přenos toku informací z bílkovin do nukleových kyselin – zanášet změny zpět do genetické informace
- Replikace DNA
- Transkripce do RNA
- Translace z RNA do proteinů

# Centrální dogma molekulární biologie

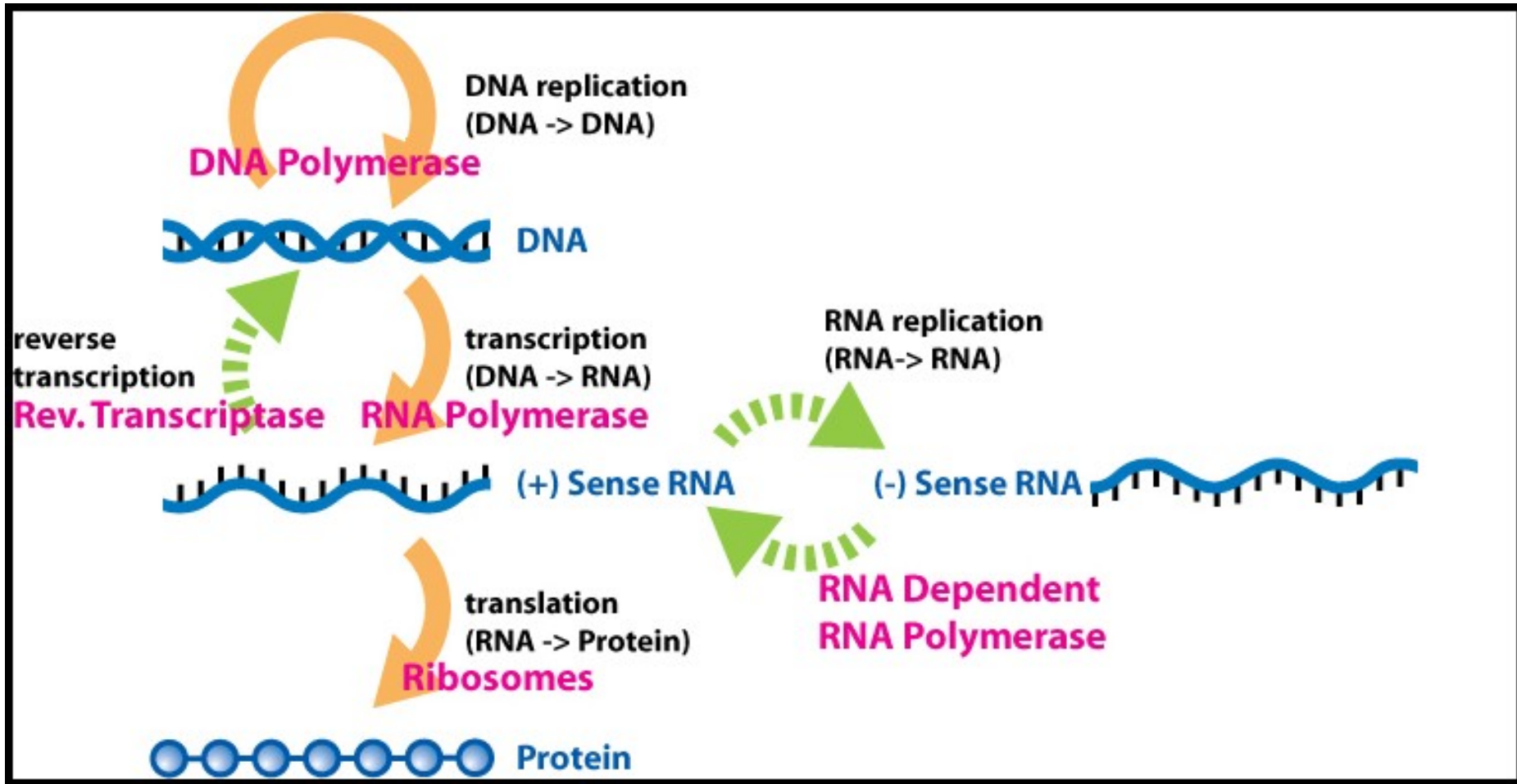
- přenos informací, zahrnuje:
  - **1. Replikace DNA** (duplikace) – k přenosu informace do další generace musí být docíleno toho, že buňka před každým dělením zdvojnásobí množství genetické informace - **DNA replikace**: vznikne **komplementární vlákno** k původnímu vláknu; proces zprostředkovávají **enzymy**, zejména **helikázy** - rozvolňují/rozplétají šroubovici, **polymerázy** - přikládají jednotlivé báze, **ligázy** - spojují báze, v závěru procesu vznikají dvě identické dvoušroubovice DNA
  - **2. Transkripce** (přepis) – **přepis DNA do molekuly mRNA**, zprostředkovávají **enzymy k rozplétání DNA a připojování bází k RNA**, výsledkem je pak **RNA**, která je schopna **přenášet informaci** z jádra do cytoplazmy
  - **3. Translace** (překlad) – na ribozomech se překládá pořadí nukleových kyselin na RNA do primární struktury proteinů připojováním aminokyselinových zbytků, proces probíhá podle genetického kódu, jenž určuje párování AMK (pořadí aminokyselin) - **triplet (vzniká tRNA)**, je tak určena primární struktura proteinů
  - **Reverzní transkripce** – uvedený proces se uplatňuje u **retrovirů**, kteří dokáží svou **RNA přepsat do DNA** a začlenit ji do genomu hostitele pomocí enzymu tzv. **reverzní transkriptázy** (uplatnění v biotechnologii, např. při vytváření knihovny DNA (cDNA))

## ❖ Zjednodušeně znázornění:

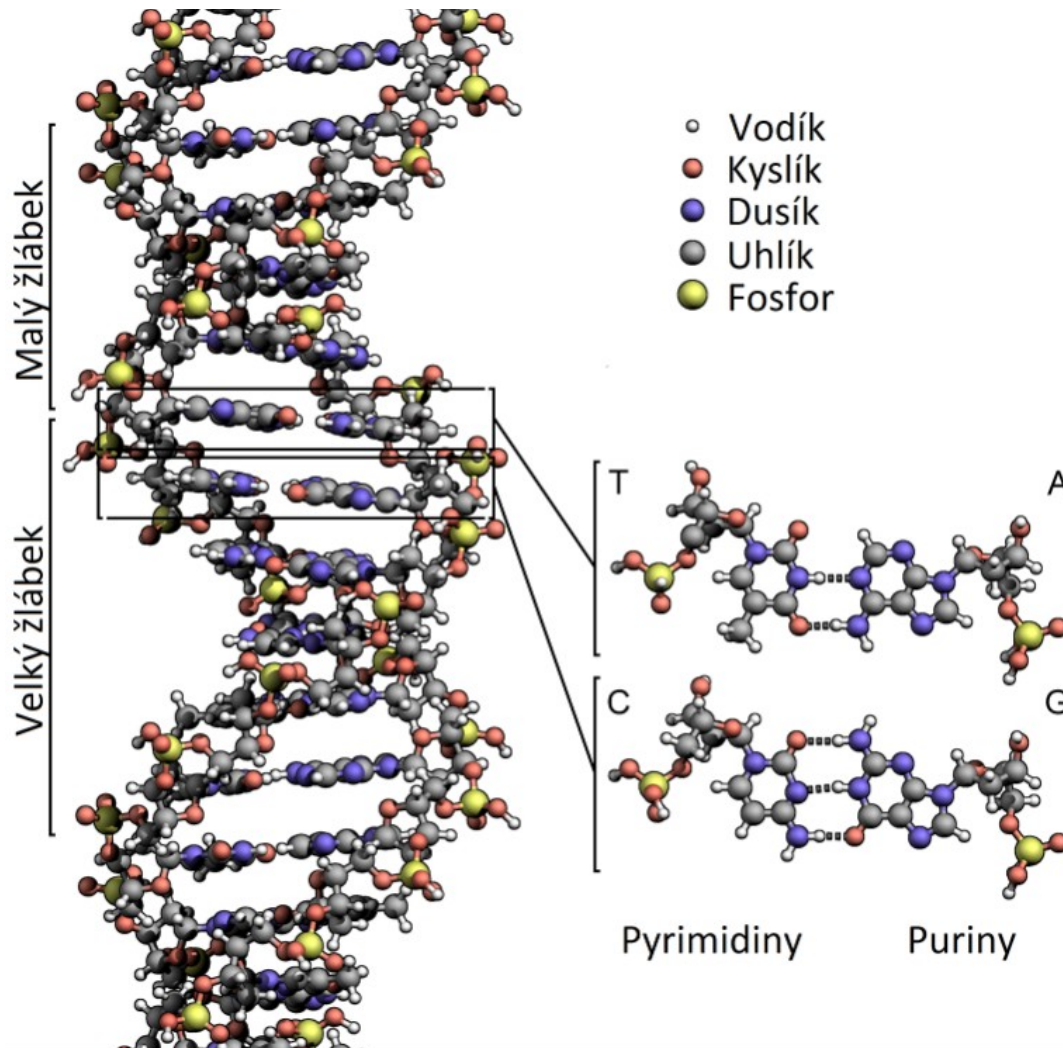
**gen (DNA) → mRNA se standardní sekvencí → funkční protein → normální funkce/znak**

- ❖ Proces, kdy je v genu uložená informace **převedena do reálně existující buňky** (buněčné kultury a funkce) se nazývá - **exprese genu**

Znázornění „Centrální dogmy molekulární biologie“, která zahrnuje všechny buněčné procesy zapojené do toku genetické informace, jejímž výsledkem je genová exprese (exprese genu)



# Struktura dvoušroubovice DNA



➤ v této formě se vyskytuje většina DNA např. v lidských buňkách

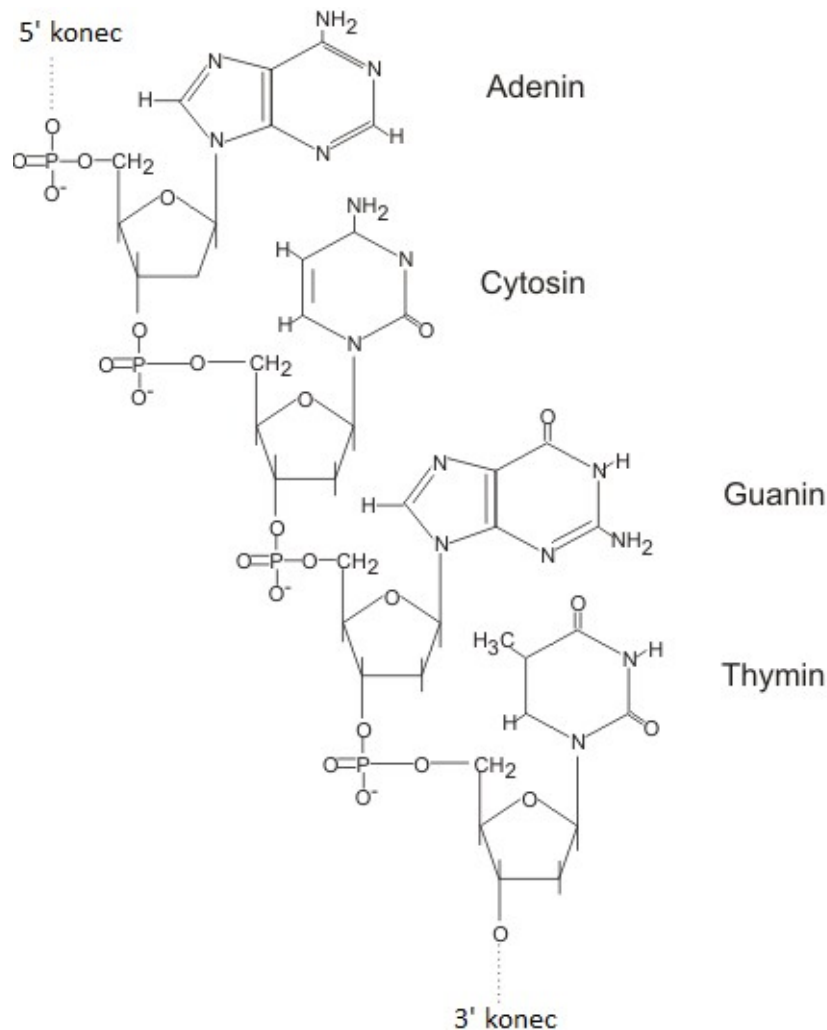
- je tvořena dvěma řetězci nukleotidů v rámci párování dusíkatých bází:
- G ≡ C (trojná vazba)
  - T = A (dvojná vazba)

**Animace otáčejícího se prostorového modelu dvoušroubovice DNA,**

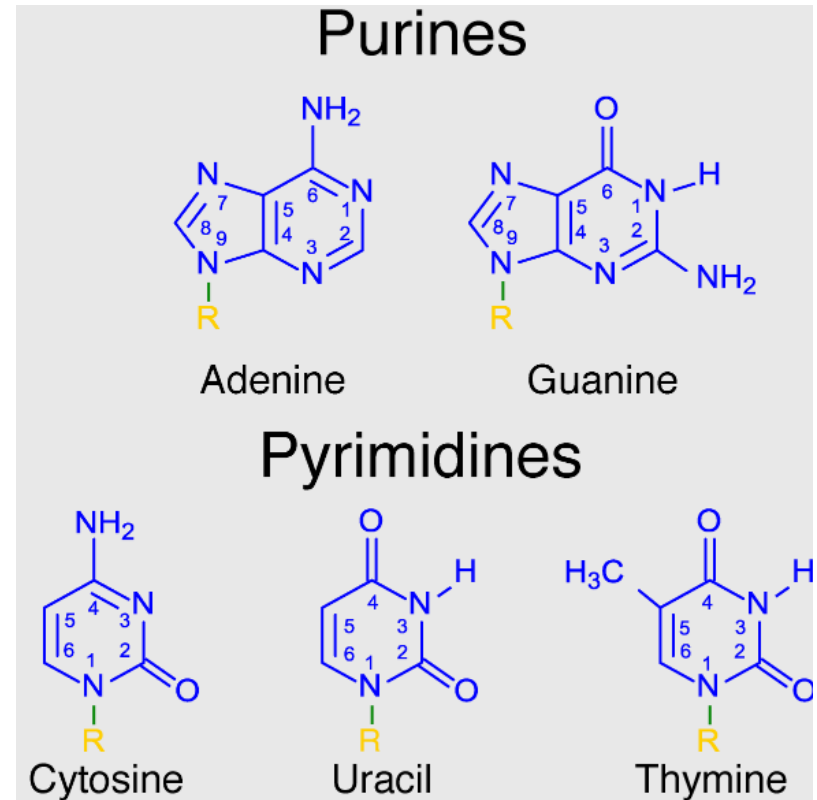
Autor: brian0918&#153; – Vlastní dílo, Volné dílo,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=404735>

# Chemická struktura úseku DNA



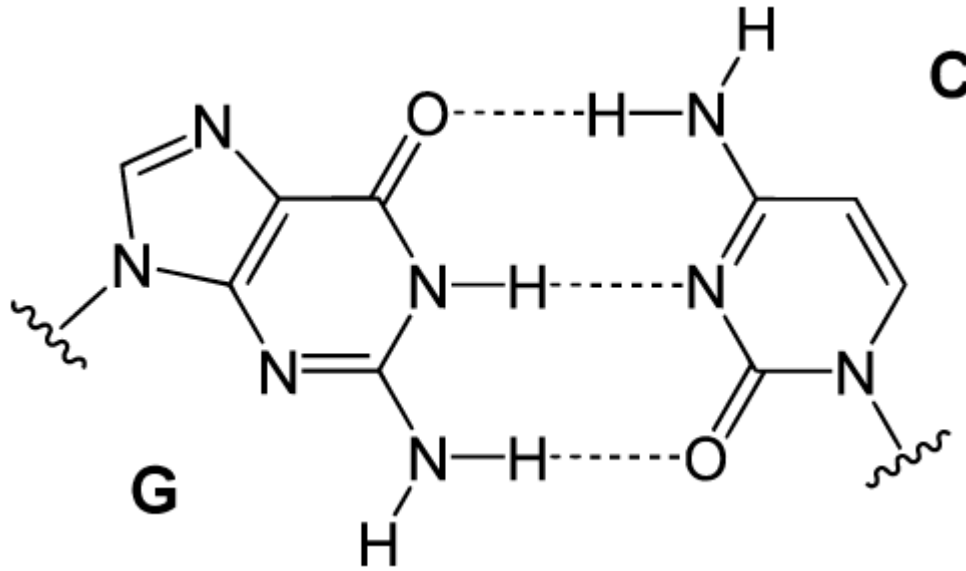
# Dusíkaté báze DNA/ RNA\*



\* RNA obsahuje místo thyminu: **uracil**

- v každém ze čtyř nukleotidů se vyskytuje deoxyribóza (cukerná složka), fosfátová skupina a dále jedna náhodná nukleová báze (ze čtyř možných typů bází)

# Párování dusíkatých bází



## Purinové báze:

A - adenin

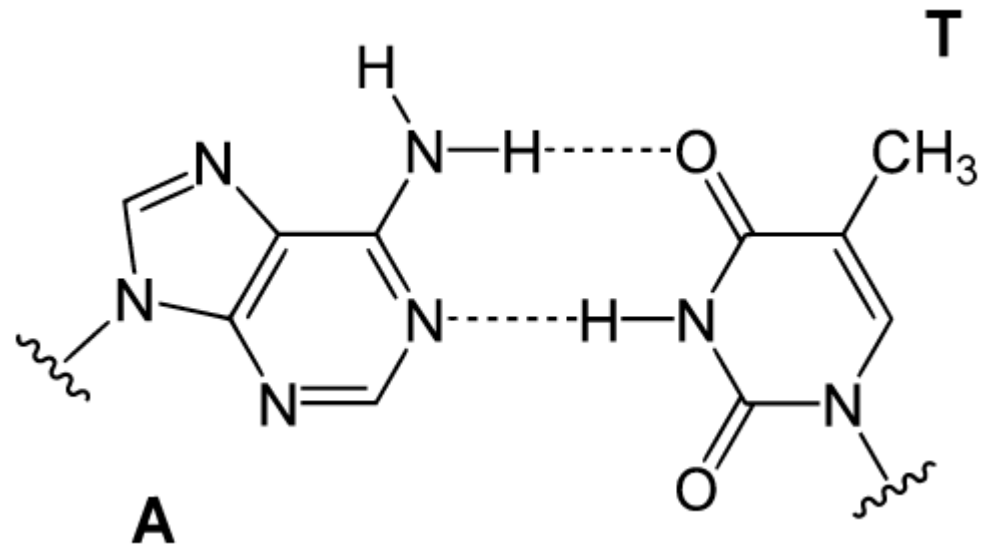
G - guanidin

## Pyrimidinové báze:

T - tymin

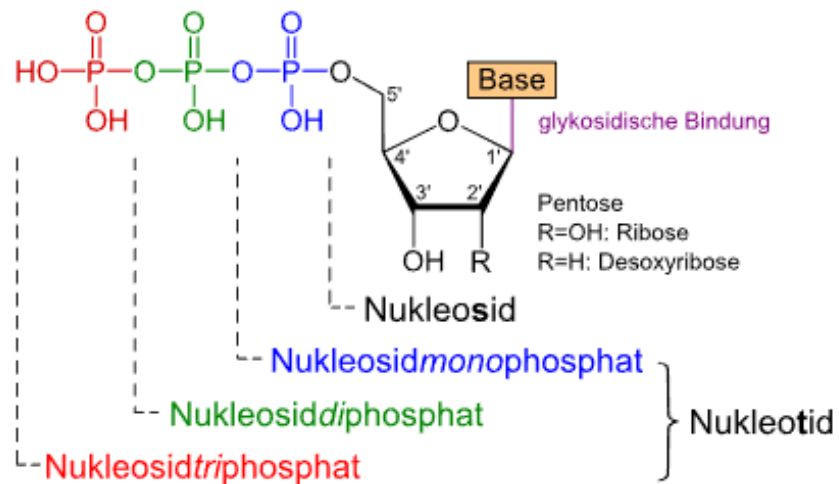
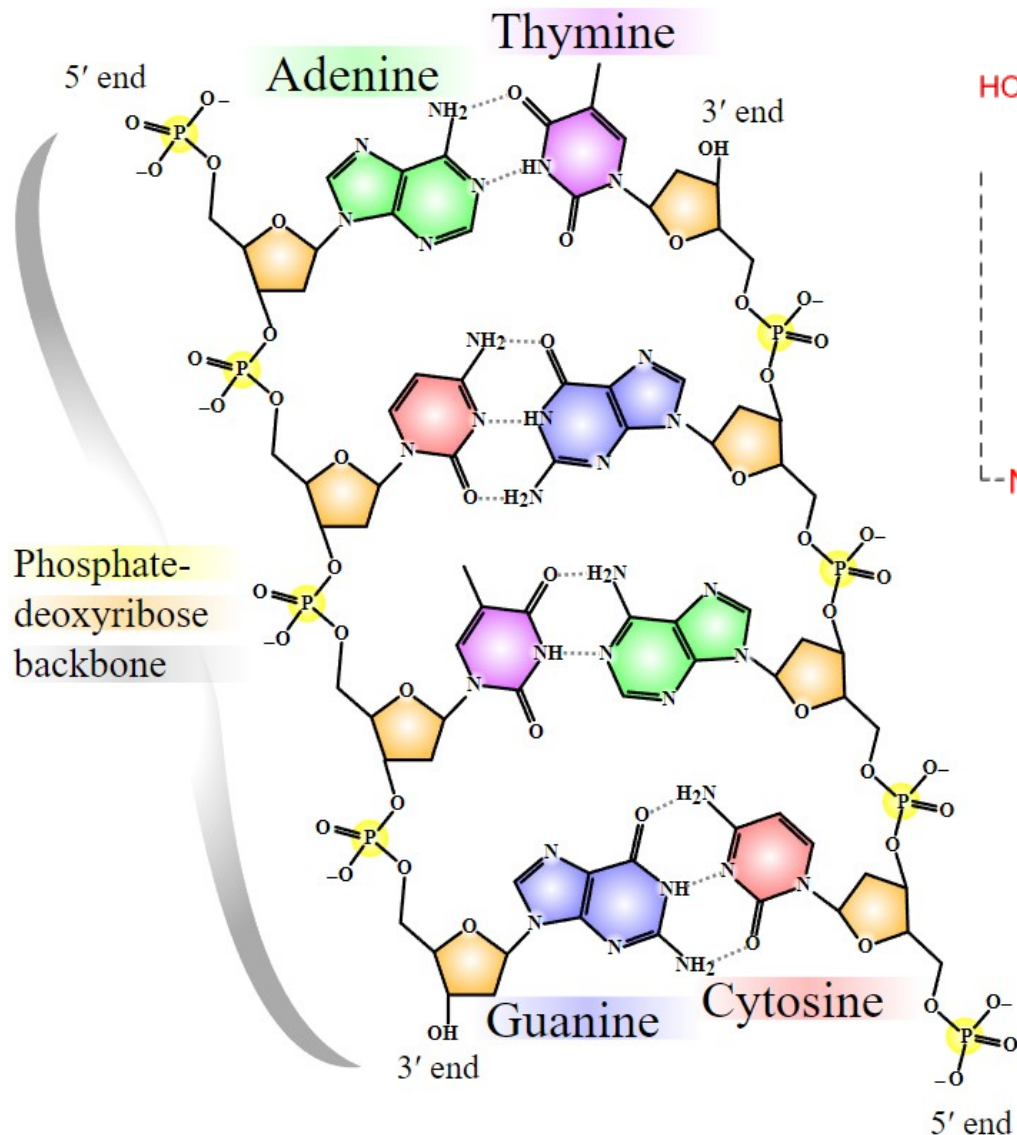
C – cytosin

U – uracil (u RNA)





# Struktura dvoušroubovice DNA



- vodíkové vazby mezi jednotlivými nukleotidy
- fosfátová skupina propojuje cukernou složku + nukleovou bázi
- **Nukleotid**: cukerná složka + nukleová báze + fosfátová skupina
- **Nukleosid**: cukerná složka + nukleová báze

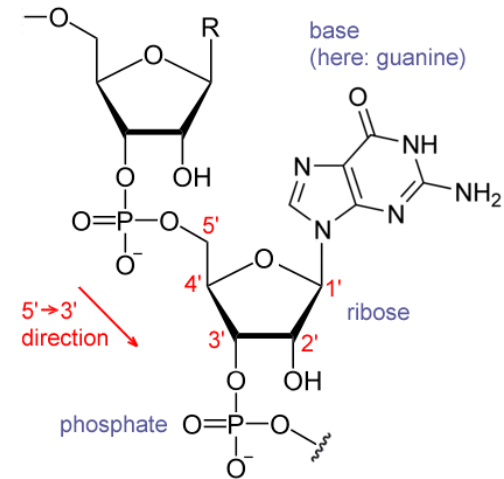
# Rozdíl mezi DNA a RNA

- RNA molekula obsahuje jen **jedno vlákno** složené z polynukleotidů (DNA má vlákna dvě)
- cukernou složku v RNA tvoří **D-ribóza** (u DNA je to 2-deoxy-D-ribóza)
- u RNA je přítomen **uracil** jako dusíkaté báze (u DNA je to thymin)

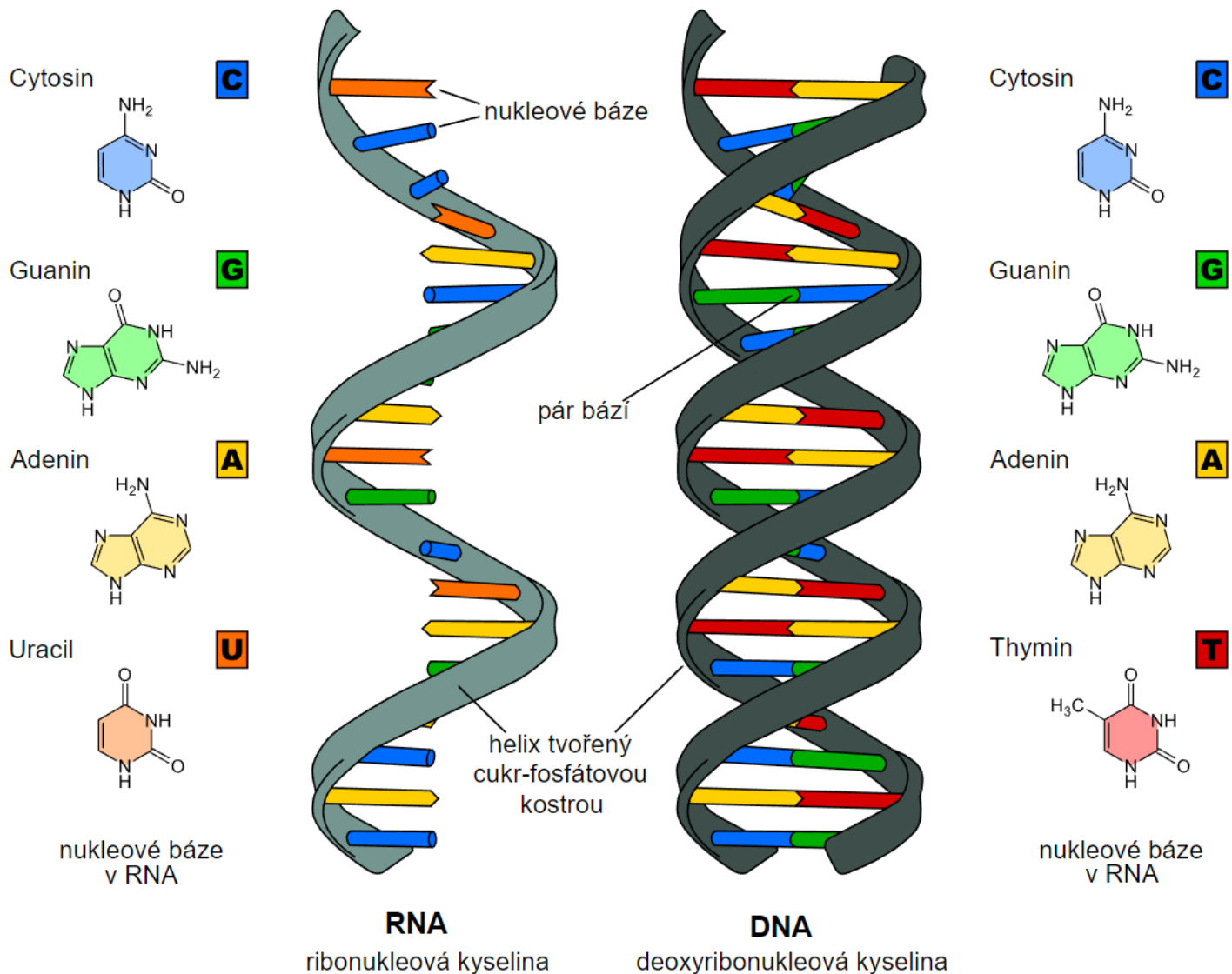
## ➤ Druhy RNA:

- **mediátorová** (neboli informační) **RNA (mRNA)**: vzniká přepisem z DNA, obsahuje informaci z DNA o primární struktuře proteinových molekul syntetizovaných v buňce
- **transferová** (neboli přenosová) **RNA (tRNA)**: přenáší aminokyseliny na místo syntéz na bílkoviny
- **ribozomová RNA (rRNA)**: je součástí ribozómů (části buněk), na nichž probíhá syntéza na proteiny

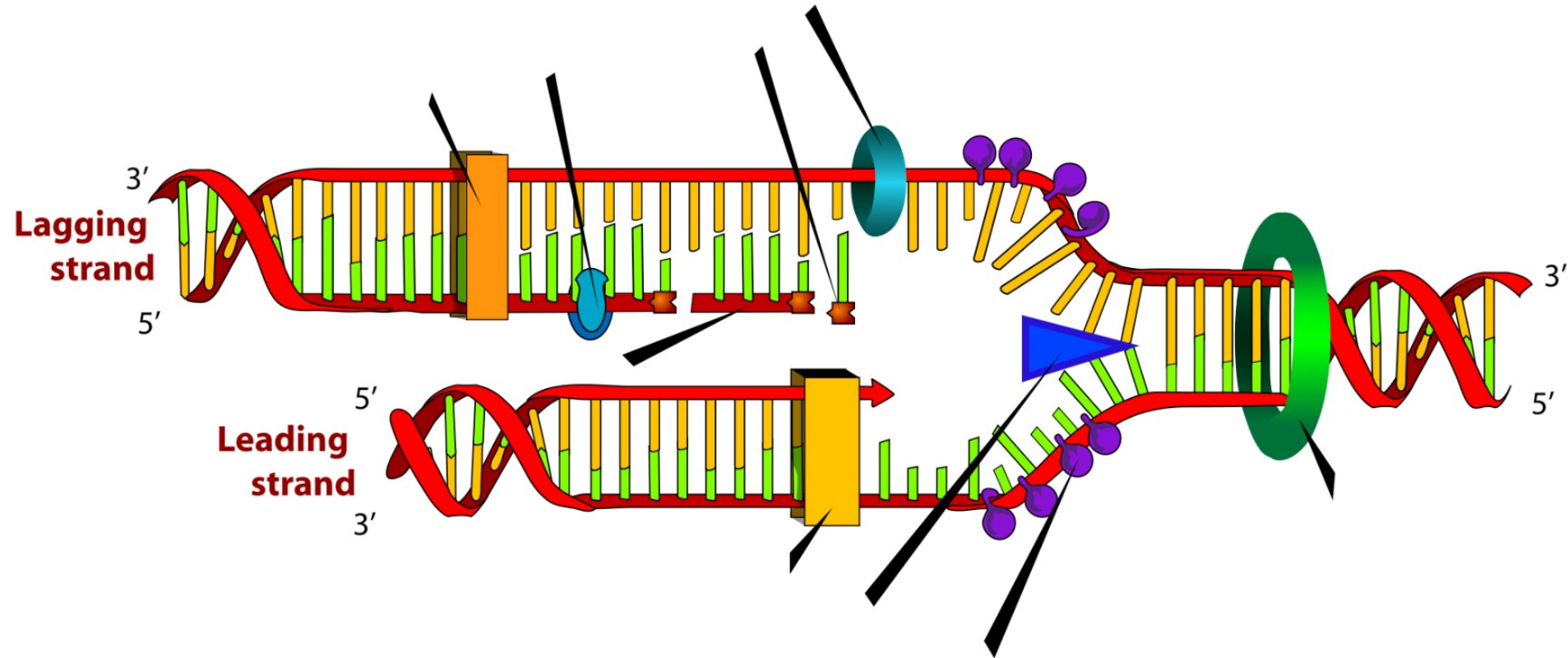
Struktura RNA



# Rozdíl mezi RNA a DNA



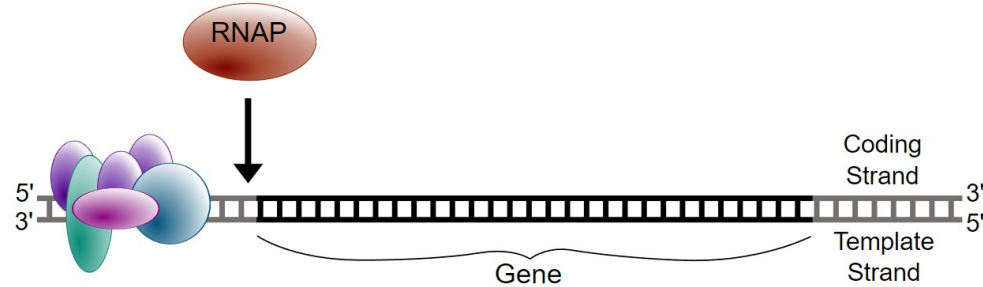
## Proces replikace DNA : vznik 2 molekul DNA



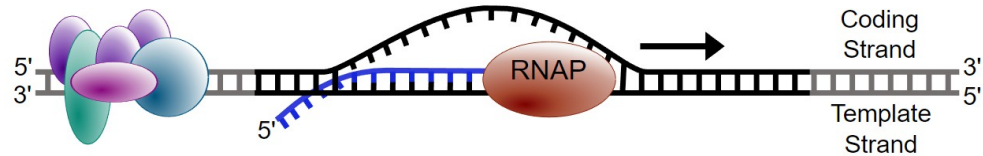
- při replikaci DNA vznikne obvykle z jedné dvou-vlákněné DNA **dvě dvoušroubovice**
- původní DNA se označuje jako *matrice* nebo *templát*
- nově vytvořená DNA se označuje jako *replika*

# Schéma transkripce

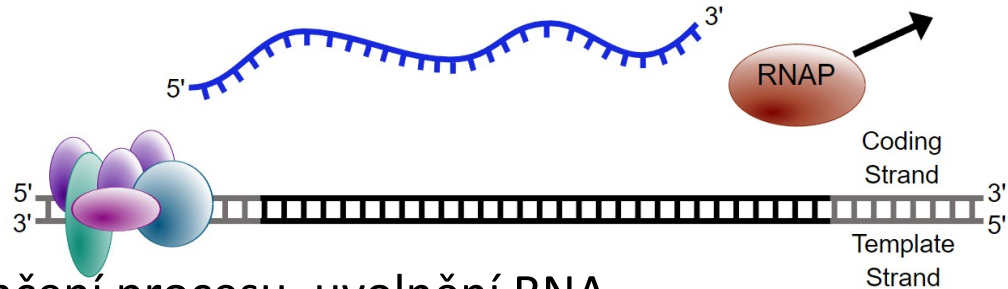
- přepis DNA do RNA
- u eukaryot probíhá **v jádře**
- u bakterií v **cytoplazmě**
- má 3 fáze:



**1. Inicace** (RNAP = RNAP polymeráza) – rozvine se DNA, vytváří se RNA



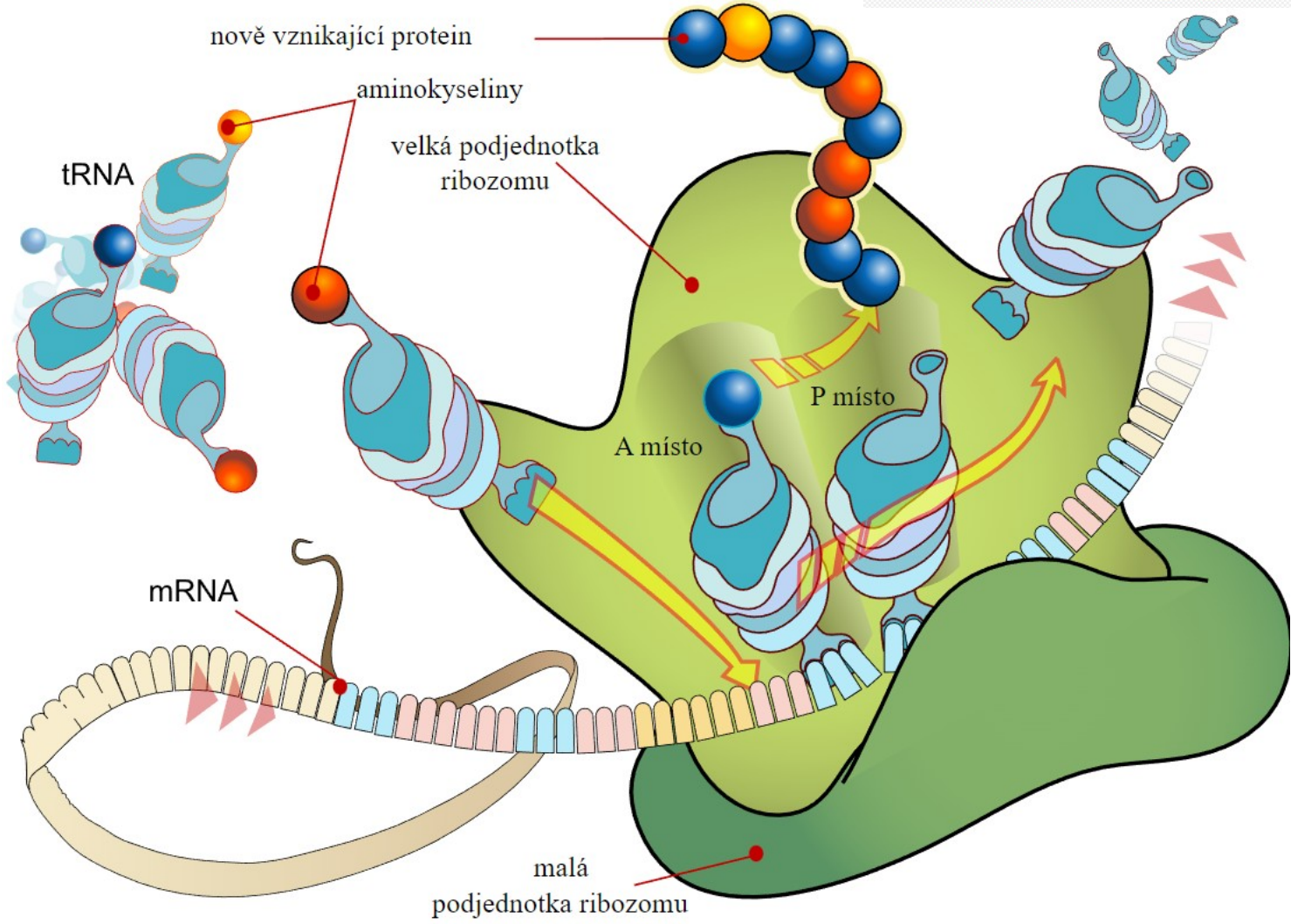
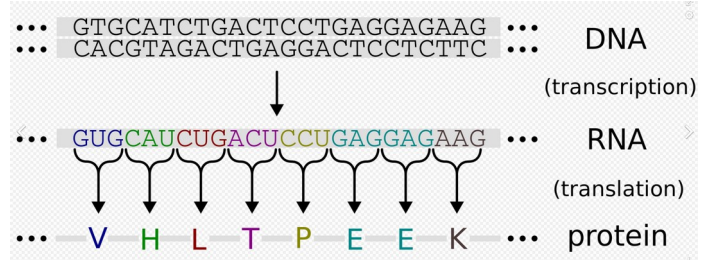
**2. Elongace** – prodlužování řetězce



**3. Terminace** ukončení procesu, uvolnění RNA

- ve směru 5' --> 3', potřebné transkripční faktory

# Schéma translace



Tripletový kód DNA (genetický), prostřednictvím mRNA na ribozomech je nápomocný k syntéze **proteinu**

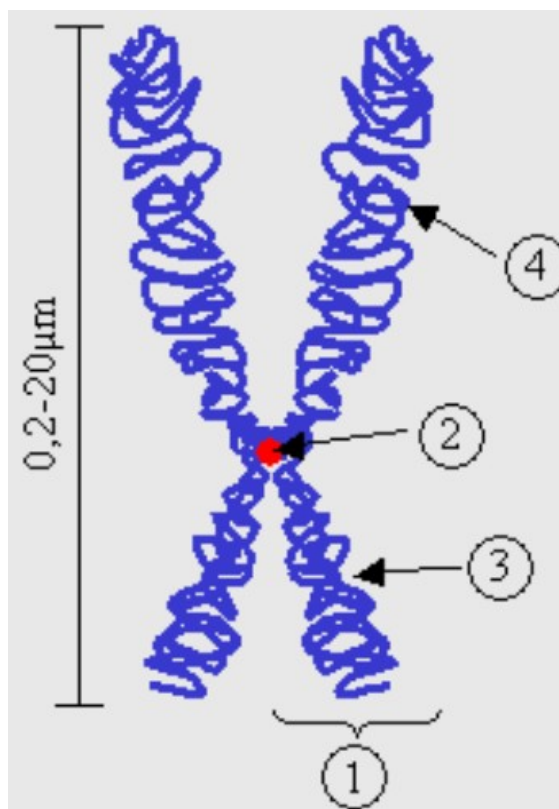
# Chromozom a DNA

## Chromozomy:

- usnadňují rovnoměrné rozdělení genetické informace do dceřiných buněk
- soubor všech chromozomů – **karyotyp**
- Je tvořen **DNA** a **histony** (proteiny) - jsou bazické proteiny, obsahují hodně argininu a lysinu
- v lokalizace v buněčných jádrech

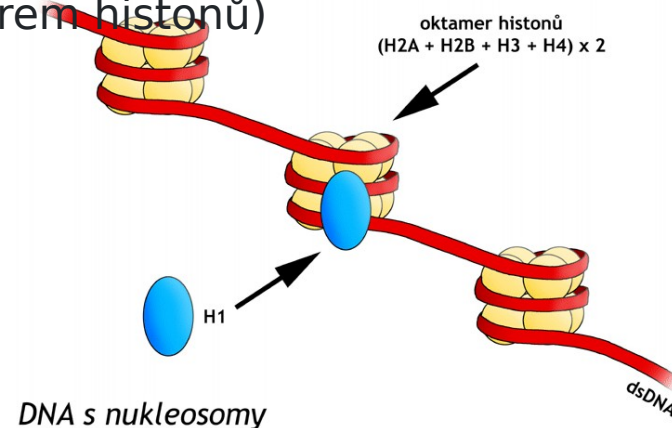
## Struktury DNA:

- **primární** - sekvence nukleotidů
- **sekundární** - dvoušroubovice
- **terciální- nukleosomový řetězec:** v pravidelných intervalech se v něm dvoušroubovice DNA ovine dvěma otáčkami (úsek cca 140 párů bází, kolem proteinového jádra, tvořeného oktamerem histonů)



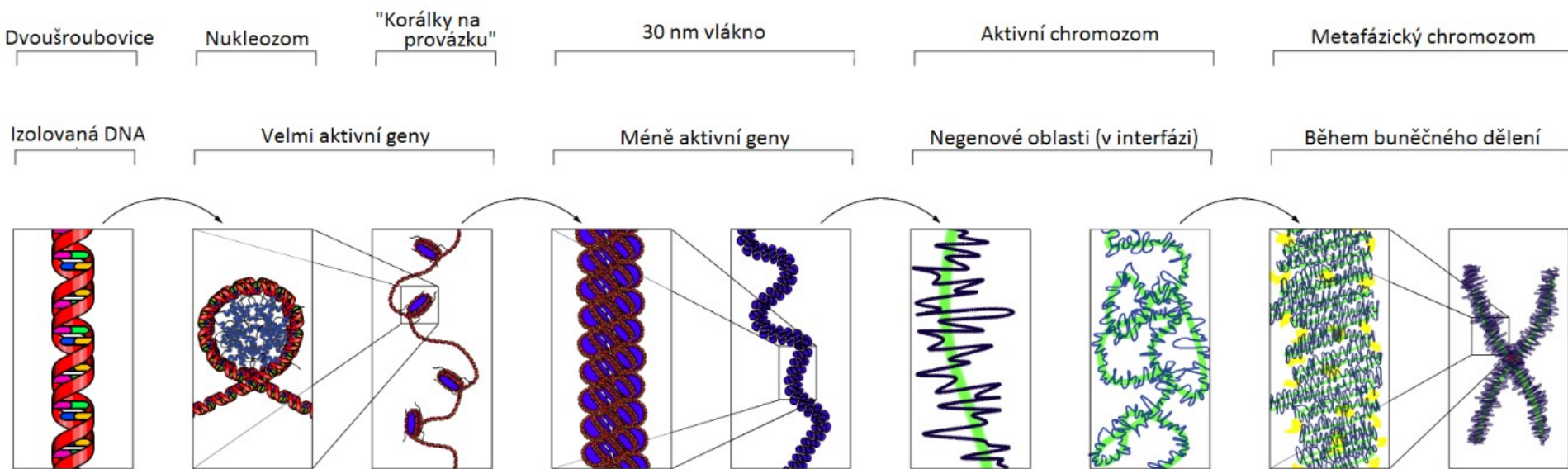
### Chromozom:

1. chromatida
2. centromera
3. krátké rameno chromatidy
4. dlouhé rameno chromatidy



# Stavba chromozomu na několika úrovních

- v buňce se DNA shlukuje do komplikovaných kondenzovaných útvarů, přičemž k nejvyšší kondenzaci dochází během dělení buňky



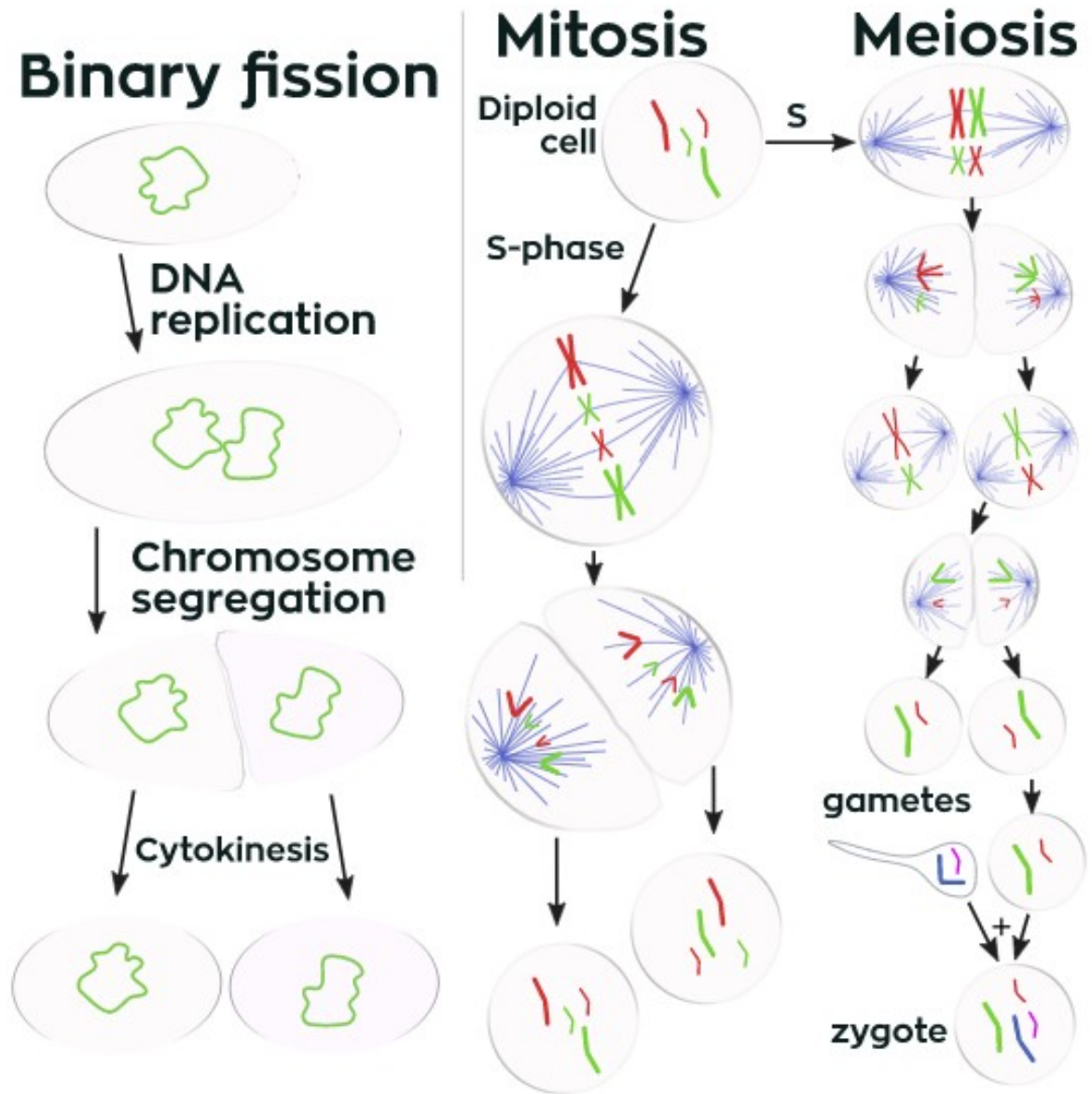
## Struktura chromatinu má několik úrovní:

- základní jednotka: **nukleozom**, tvořený histonony omotanými vláknem DNA (80 párů bází)
- vyšší struktura: **solenoid**, spiralizované uspořádání nukleozomů (1 závit - 6 nukleozomů, 1 200 párů bází)
- solenoidy se uspořádávají do smyček, 18 smyček okolo základní proteinové matrice - **základní segment chromozomu**



# Buněčné dělení

- Jednobuněčné organizmy – rozmnožování x  
mnohobuněčné organizmy – zvýšení buněk v těle
- **Karyokineze** - dělení jádra, 4.fáze x **Cytokineze** – dělení buňky:
  - **1. Amitóza** – přímé dělení (poškozené, nádorové buňky)
  - **2. Mitóza** – nepřímé dělení (somatické buňky)
  - **3. Meióza** – redukční dělení (pohlavní buňky)



Tři základní typy buněčného dělení

# Biotechnologické aplikace – uplatnění

- dle průzkumů je na světě téměř 7 miliard obyvatel, do roku 2050 se očekává dvojnásobek
- zásadním cílem bude zajištění potravinové a surovinové dostupnosti – celosvětový problém



- biotechnologické disciplíny lze rozdělit na základě oblasti, ve které je použit výsledný biotechnologický produkt:
- ❖ **Červená biotechnologie**: využívaná v lékařství a farmacii (např. bakterie produkující antibiotika nebo lidský insulin, rekombinantní adenoviry používané v genové terapii)
- ❖ **Bílá biotechnologie** (šedá): aplikovaná při průmyslové výrobě chemických látek, použití živých organismů nebo enzymů v průmyslové výrobě pro lepší ekonomii výroby a prospěch pro životní prostředí (méně odpadu)
- ❖ **Zelená biotechnologie** (používaná v zemědělství), např. bakteriální kmeny používané ke kompostování nebo transgenní plodiny (**GMO**), či rostlinné explantáty

# Biotechnologické přístupy

- 1) využívající rostlinné buňky
- 2) využívající mikroorganismy
- 3) molekulární biofarmy („Biopharming“)
- 4) experimenty na lidech zakázány!



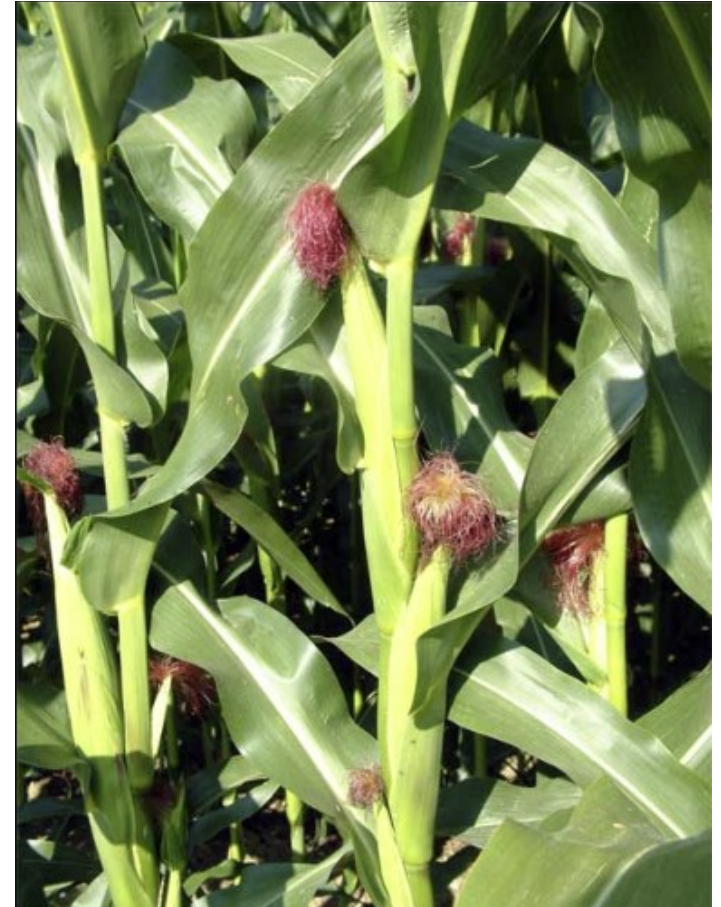
rozdílnost ve velikosti zeleniny

# Biotechnologické produkty

- ❖ pomocí biotechnologických přístupů lze získat nové produkty s novými vlastnostmi, např.:
  - potraviny
  - léčiva (vakcíny, antibiotika)
  - geneticky modifikované organismy (GMO)
    - rostlinného původu
    - živočišného původu



Ovečka Dolly – první klonované zvíře (1996)



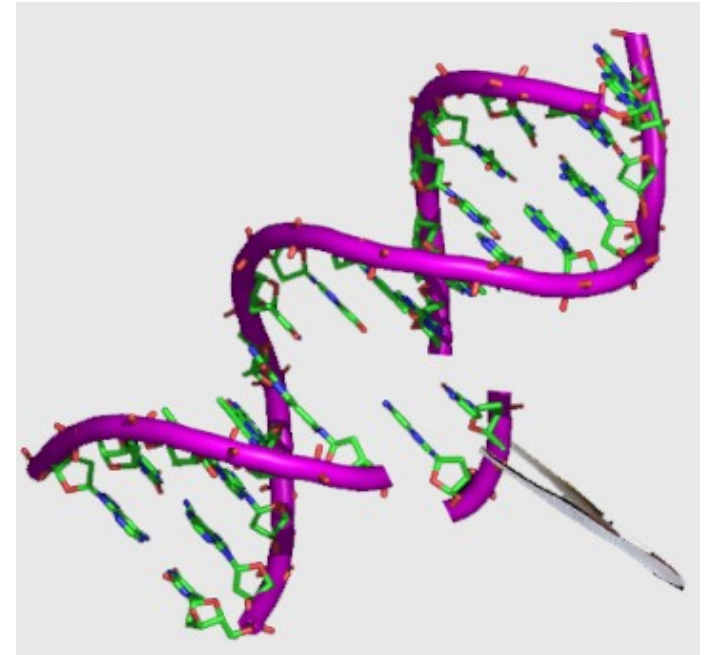
GM kukuřice je s bavlnou nejčastěji používaná GM plodina

# Geneticky modifikovaný organismus

(GM organismus, **GMO**)

- je organismus, jehož genetický materiál (DNA, příp. RNA u RNA virů) **byl úmyslně změněn**, a to způsobem, kterého se nedosáhne přirozenou rekombinací u živočichů, rostlin a mikroorganismů

Laické znázornění  
principu GMO



## Výhody GMO:

- **vylepšení některých druhů plodin** směřující k jejich **odolnosti vůči herbicidům, různým škůdcům, houbám či virům, nepříznivým klimatickým podmínkám**
- produkce **léčebné či dokonce očkovací látky** (byly např. vyvinuty geneticky modifikované brambory obsahující toxin cholery, které mají po požití stejný efekt jako očkovací látka)
- tvorba druhů, **rozkládající toxický odpad**, který běžné organismy nejsou schopny rozložit (např. modifikace liliovníku tulipánokvětého, jež je schopna růst v oblastech zamořených velmi toxickou rtutí a přeměňovat ji na méně jedovaté formy)

# Geneticky modifikovaný organismus

- ❖ **Transgenoze** - proces vložení cizího genu do jiného organismu, proto takové organismy označujeme jako – **transgenní**
- ❖ nejprve byly cizí geny přenášeny jen do bakterií a kvasinek, později také do buněk vyšších organismů (savci, krytosemenné rostliny)
- ❖ genetické modifikace se provádějí za účelem zlepšení vlastností daného organismu, neboť tradiční šlechtění umožňuje křížit jen jedince stejného nebo velmi příbuzného druhu, **genové inženýrství** však umožní přenos genů mezi druhově velmi vzdálenými organismy, lze tak přispět ke vzniku **nových genů**
  
- ❖ **Hlavním cílem GMO je:**
  1. připravit léčiv ve větším množství a vhodnější kvalitě
  2. zvýšit výnos, odolnost a nutriční hodnotu zemědělských plodin
  3. zvýšit produkci hospodářských zvířat, drůbeže a ryb, atd.
  4. zlepšit chuť, trvanlivosti a kvalitu potravin
  5. Pěstovat mikroorganismy vhodné pro ekologické čištění vody a půdy

# Geneticky modifikovaný organismus

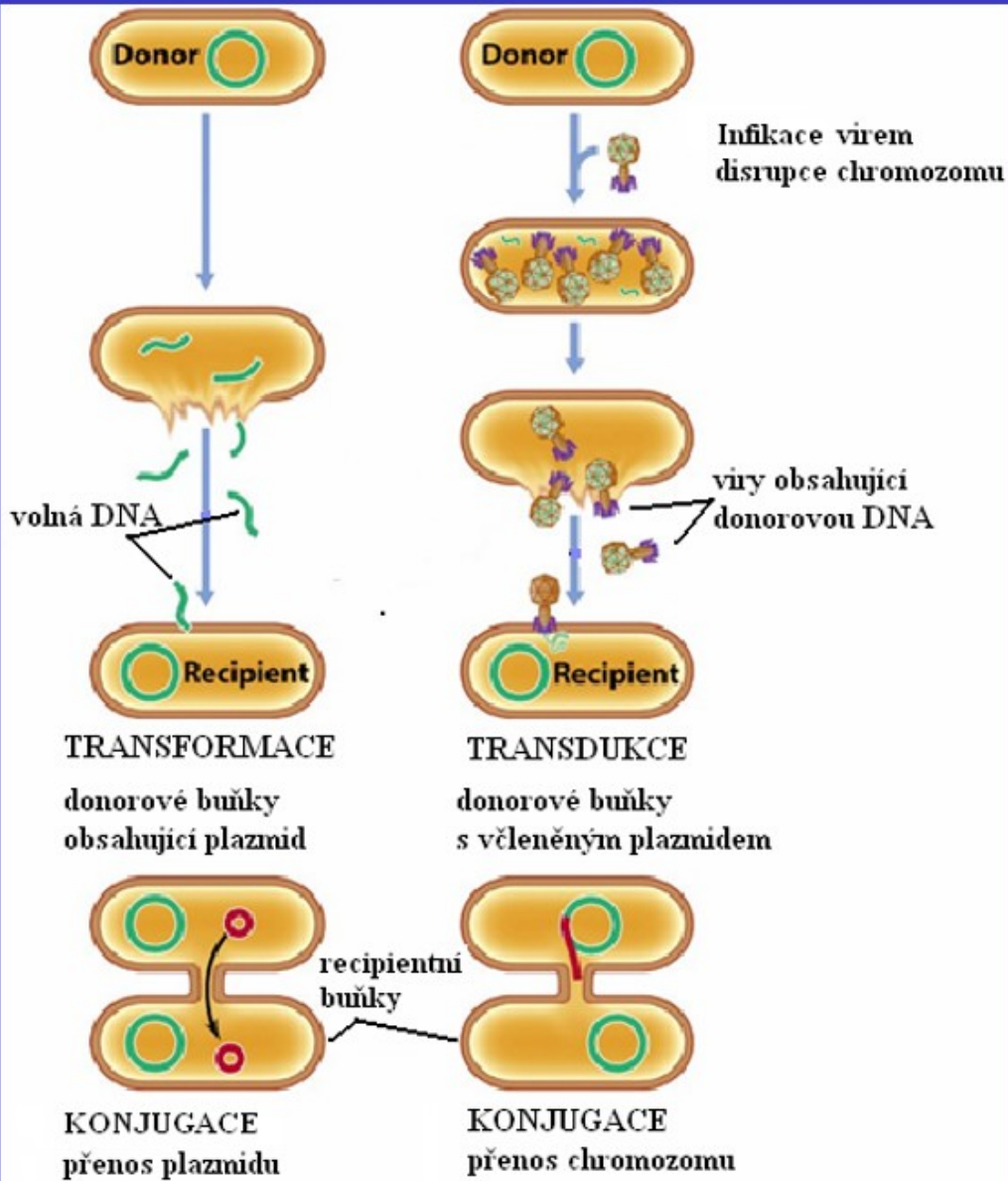
## ❖ zásahy do genetického materiálu:

- **náhodné**, působením **mutagenů nebo ionizujícího záření** (odrůdy pšenice, řepky, jiné plodiny) – nejsou to GMO, **nevztahují se na ně regulace vyplývající ze zákona o nakládání s GMO (zákon č. 78/2004 Sb.)**
- cílené, vnesení nebo deaktivování konkrétních genů do organismu, např. do rostliny byl pomocí bakterie vnesen gen pro odolnost k herbicidům, insekticidům (RR sója, Bt kukuřice aj.)

## ❖ **GM bakterie a kvasinky: výroba inzulínu** (rekombinantní DNA ze slinivky břišní přeneseny *Escherichia coli* nebo *Saccharomyces cerevisiae*, které poté syntetizují inzulín

## ❖ **GM rostliny:** používají se nejčastěji **metody transformace** pomocí agrobakterií (agroinfekce), kdy se využívá bakterie *Agrobacterium tumefaciens*, která přenáší vlastní geny do buněk rostlin přes **Ti-plazmidy** a **biobalistické metody** “nastřelení“ předem vysrážená DNA na povrchu velmi drobných těžkých kovů do buněčného jádra.

## ➤ Existuje i jiné metody, např. přímý **přenos do protoplastů**



## Horizontální přenos genetické informace (HTG)

(Valková a kol., 2005)

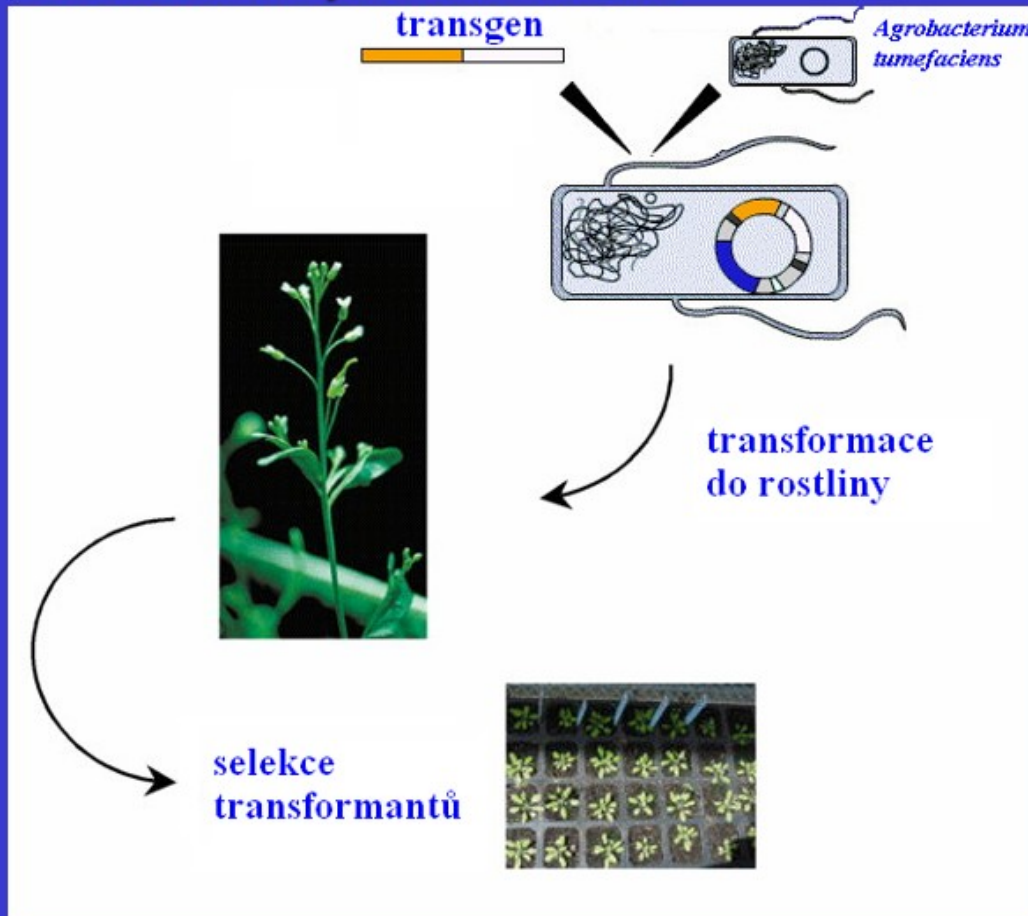
- Typy HTG: transformace  
transdukce  
konjugace
- Přenášejí se jednotlivé geny nebo skupiny genů, nebo celé plazmidy
- Mezi různými druhy hmyzu
- Mezi člověkem a bakterií
- Mezi rostlinou a bakterií
- Mezi houbami a bakterií



# GMO : organismus, jehož genetický materiál byl pozměněn

## Příprava GM rostliny :

- transformace : přenos genu s požadovanou vlastností např. z *Agrobacterium tumefaciens* pomocí Ti plasmidu do genomu rostliny
- selekce získaných transformantů



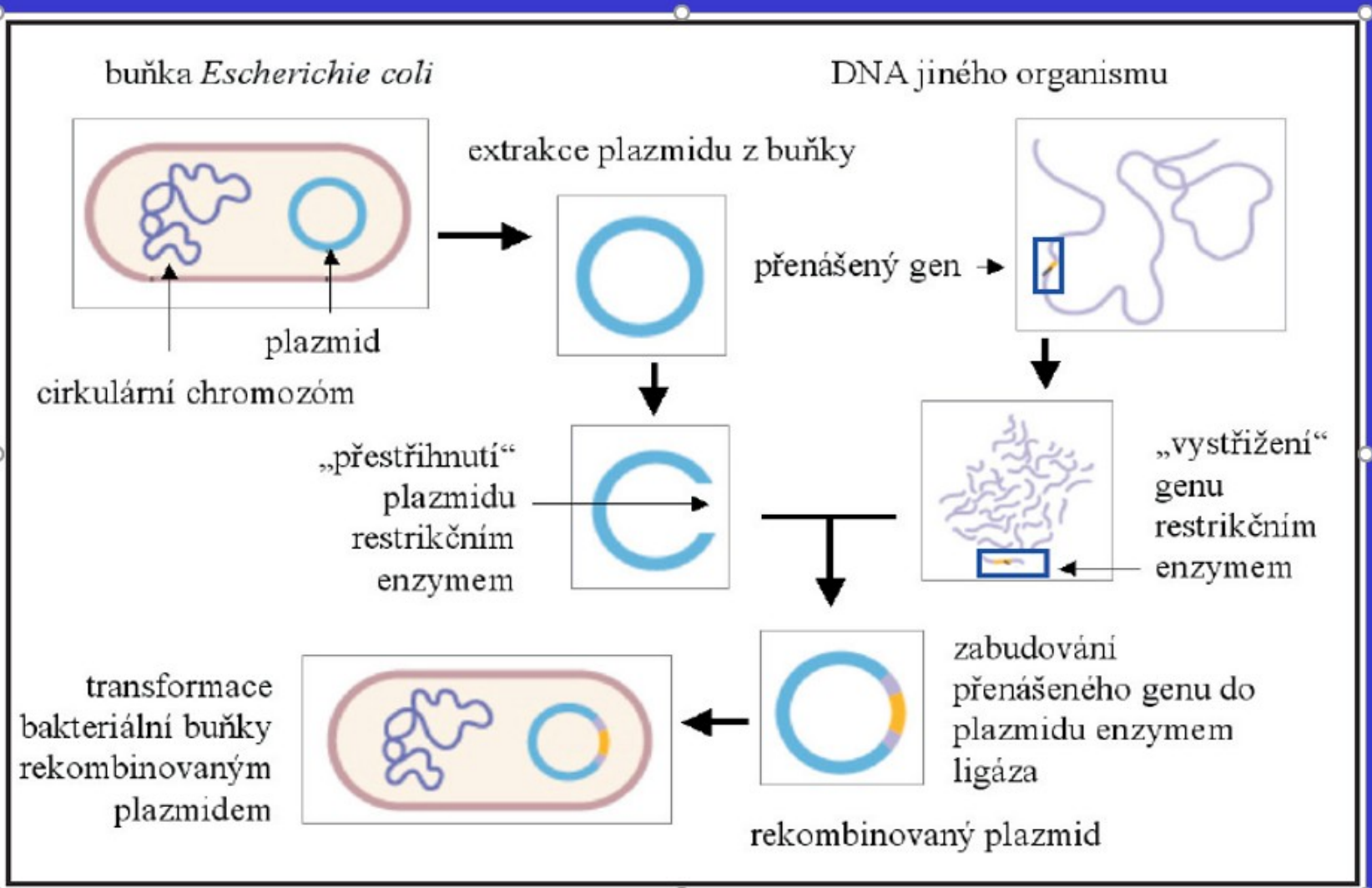
## GM rostliny :

- sója (Roundup Ready)
- Bt kukuřice (Bt-176, MON810)
- Roundup Ready kukuřice (NK603)

## Transgeny :

- *epsps* - tolerance na herbicid (glyfosát)
- *cry1(A)b* gen - rezistence proti hmyzím škůdcům (insekticidy)

# Schéma metody získání bakterií nesoucích rekombinované plazmidy (Vejl, 2007)



# Geneticky modifikovaný organismus

## ❖ Nejčastěji pěstované GM plodiny v ČR:

- **GM brambora Amflora:** schválena Evropskou komisí od roku 2010, jedná se o modifikaci **vyřazení syntézy amylozy**, škrob se tvoří jen amylopektinem, vhodné pro využití v průmyslu textilním a papírenském, kde není žádoucí amyloza a odděluje se
- **kukuřice NK 603 a RR sója:** povoleny od 90. let 20. století, je známá pod obchodním názvem **Roundup Ready** od firmy Monsanto, rostliny jsou odolné vůči enzymu glyfosátu, který je účinnou složkou totálního herbicidu Roundup. Odolnost je získána na základě vloženého genu z bakterie *Agrobacterium tumefaciens*, který produkuje bakteriální enzym 5 enolpyruvyl-šikimát 3 fosfát syntázu (CP4-EPSPS). Transgenní rostliny jsou tak odolné i po postřikání herbicidem, neboť nemají utlumen gen pro syntézu AMK
- **Bt kukuřice MON810:** povolena od r. 1998, transgenní rostliny jsou odolné vůči škůdci zavíječi kukuřičném, protože obsahují vložený „cry“gen z bakterie *Bacillus thuringiensis*, který v jejich zažívacím traktu způsobí perforaci střeva, hmyz hyne

## Využití Bt-kukuřice ve světě (Drobník, 2006)

- \* Kukuřice je původem z Mexika, v Evropě se setkala s můrkou *Ostrinia nubilalis* : **zavíječem kukuřičným**.
- \* Zavíječ se rychle šíří, jeho larvy se zavrtávají do stěny rostliny.
- \* Napadané rostliny se **lámou** a rostou na nich **plísně** vytvářející rakovinotvorné **mykotoxiny**.
- \* Chemický postřik ničí zbytečně hodně druhů hmyzu, ale pokud není „přesně“ načasován, nefunguje. Proto je **nejúčinnější ochrana** : Bt-kukuřice.



**Zavíječ kukuřičný**



**Běžná odrůda**



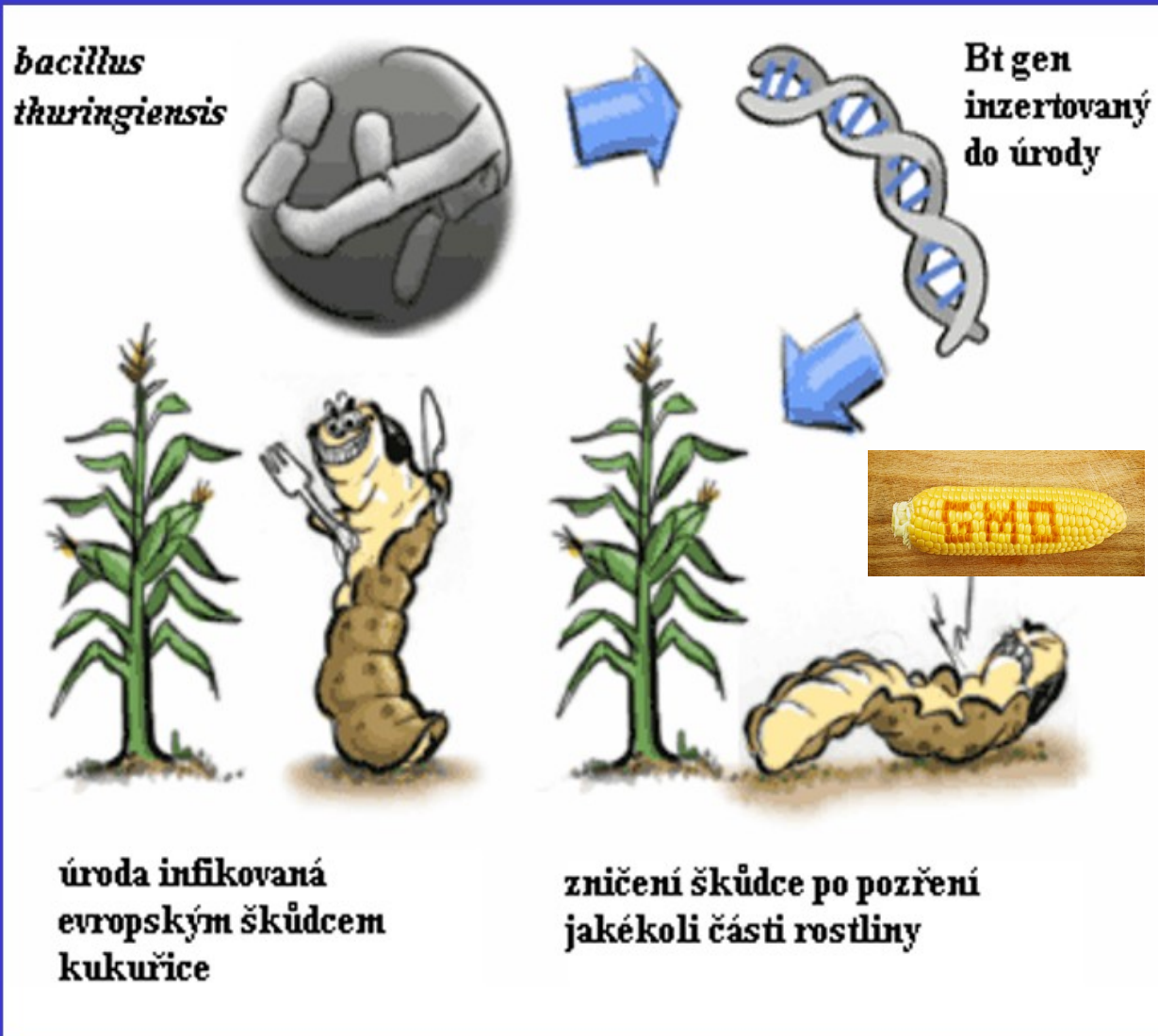
**Bt-kukuřice**



**Napadnutí plísněmi**

# Princip působení *cry1A(b)* proteinu u Bt-kukuřic

(Drobník, 2006)



\* *Bacillus thuringiensis* tvoří **cry-protein**, ten se ve střevě hmyzu rozštěpí a štěp se naváže na spec. skupinu na povrchu střevních buněk. Zničí je a **hmyz hyne**.

\* Štěp proteinu působí jen ve střevě na skupiny hmyzu, které mají na střevních buňkách příslušné **spec. vazebné skupiny (receptory)**.

\* Do rostliny se zavede gen, který v jejích buňkách vytvoří „**cry-protein**“ : **Bt-odrůda**. Hmyz, který skonzumuje buňky Bt-odrůdy do střeva, **zahyne**.

## ❖ Nejčastěji pěstované GM plodiny ve světě:

- celosvětově se GM plodiny pěstují celkem na cca 114 mil. ha orné půdy
  - k předním světovým pěstitelům GM plodin patří **USA, Argentina, Brazílie, Kanada, Indie a Čína**
  - ze zemí EU se GM plodiny nejvíce pěstují ve **Španělsku, České republice, Portugalsku, Německu, Slovensku, Rumunsku a Polsku**
  - v současné době **není v Evropské unii povolena produkce GMO živočišného původu** (ryby, prasata, drůbež aj. hospodářská zvířata) pro potravinářské účely
  - krmiva určená pro výživu hospodářských zvířat v současné době mohou obsahovat složky získané z GM plodin (nejčastěji GM sója a kukuřice) či GM mikroorganismů (biomasa z GM kvasinek či bakterií)
  - maso a mléko získané od zvířat krmených krmivem se **neliší** od produktů získaných od hospodářských zvířat krmených „klasickými“ krmivem, jsou zcela bezpečné. Na takovéto produkty se nevztahují pravidla pro označování (zdroj: [www.bezpecnostpotravin.cz](http://www.bezpecnostpotravin.cz), MZe).
- ❖ V r. 2011 bylo vydáno stanovisko Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) týkající se geneticky modifikované sóji pro potravinářské a krmivářské účely, je ve **shodě s nařízením (ES) č. 1829/2003 o GM potravinách a krmivech**

## ❖ GM plodiny ve světě

- **Čína**- největší dovozce GM plodin na světě (především dováží sóju, jako krmivo pro hospodářská zvířata,
- Čína investuje miliardy dolarů do biotechnologických výzkumů za účelem získání **nových variant plodin**, které mají vyšší výnosy nebo jsou rezistentní proti škůdcům; společnost **Syngenta Group**: největší agrochemická společnost na světě
- Čína produkuje GM varianty: **bavlny, papáji, petúnií, topolů, rajčat, sladké papriky a tabáku** (ten by zrušen v roce 1998) – nové bezpečnostní regulace
- mezi další GM plodiny, které čekají na povolení ke komerčnímu pěstování, ve světě patří: **rýže, kukuřice, sója, brukev řepka olejka a cukrová řepa**
- od roku 2004 zaznamenán nespočet případů ilegálně pěstované GM rýže, GM kukuřice a GM sóji; přítomnost GM rýže (nepovolená) byla opakovaně zjištěna i v zásilkách směřujících do Evropy
- v roce 2005 společnost Syngenta vyvinula tzv. „**zlatou rýži 2**“, která obsahuje až 23krát více karotenoidů v porovnání s původní verzí („zlatá rýže 1“) – byla zavedena kvůli **hladomoru v zemích třetího světa**, modifikovaná rýže obsahuje zvýšené množství karotenu, z něhož v lidském těle vzniká provitamin A, jeho nedostatek způsobuje poruchy zraku, může dojít k oslepnutí a deficitu vitamínu se smrtelnými následky

## Výhody pěstování GM plodin:

- především **odolnost vůči škodlivým činitelům** - škůdcům, chorobám, chladu, suchu apod.
- **tolerance vůči postřiku neselektivním herbicidem**, který ničí všechny ostatní, nežádoucí rostliny (plevelle), např. Bt kukuřice, RR sója
- nově získané vlastnosti by měli přinést konkrétní **výhody především pro pěstitele**, např. v podobě úspor nákladů, zvýšeného výnosu, zkvalitnění produkce a vyšší šetrnosti k životnímu prostředí
- GM plodin by měli mít přímý **přínos pro spotřebitele** - např. GM plodiny s vyšším obsahem či lepší skladbou **nutričních látek** (produkce vyššího množství vitamínů, karotenoidů a jiných – esenciální aminokyselin
- GM plodiny s **antikarcinogenními účinky**
- výhody pro jiné než zemědělské obory - např. biodegradovatelné plasty, náhrada fosilních paliv, odstraňování znečištění aj.
- nápomocné při **bioremediaci krajiny** (dekontaminace půdy, vody)



## GM živočichové

- **transgenní zvířata** – geny mohou být do zvířat vloženy tzv. **transfekcí**
- použity metody genetického inženýrství k předání určitých genů z jednoho organismu na druhý; organismy jsou následně využívány ve **výzkumu a medicíně**, využití tzv. **knock-out genů**
- **první transgenní zvíře s lidskými geny** (Bělorusku v roce 2006, Běloruská národní akademie věd, narodila se tři kůzlata)

### ➤ **Metody transfekce:**

- **lipofekce** (prostřednictvím micel z lipidů)
- **transfekce** (pomocí retroviru)
- **mikroinjekce** (vstříknutí genového konstruktů do jednobuněčného zárodku)
- **embryonální kmenové buňky** (modifikace buněk a vpravení zpět do vyvíjejícího se zárodku)
- **klonování** (přenos jádra buňky ověřeného transgenního organismu do oocyтуů)

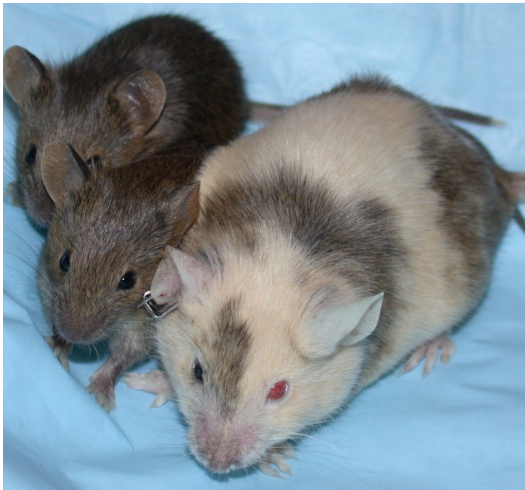
Ovšem metody mají nízkou účinnost (do 5%), proto je nutná selekce

- ❖ nejvýznamnější aplikace: **GM bunky křečka** (1994), pěstovaných v kultuře a syntetizovaných deoxyribonukleázou, pro léčbu pacientům s **cystickou fibrózou**, vliv působení této modifikace na **rozpuštění hlenu** hromadící se v plicích, který způsobuje zadušení

# GM živočichové a jejich využití pro společnost

Několik případů vzniku transgenních živočichů ve světě:

- transgenní hmyz (nepřenášející nemoci, např. malárii)
- transgenní drůbež (vyšší nosnost vajec)
- transgenní ryby (fluoreskující látky pro medicínu; kvalita a chuť masa)
- transgenní obojživelníci (žáby – základ pro klonování Dolly)
- **transgenní savci** např.: hlodavci (výzkumné a medicínské využití)



Chimérický myší gen zaměřený na barvu srsti a jeho potomci, chiméra – organismus, jenž má dva i více různých populací odlišných buněk, pocházejí ze 2 zygot

skot (zlepšit kvalitu masa a jeho proporce; menší produkce metanu do ŽP)

koza (produkce léků užitečných pro lidi)

muflon (záchrana ohroženého druhu)

kočka (komerční účely)

opice (ověření technologie jako byla u Dolly)

prase (lepší trávení fosforu, odpad neničí ŽP)

**ovce** (mléko obsahovalo vysoké množství **lidského faktoru pro srážení krve (faktor X)**, který se

**používá pro léčbu hemofilie**

# GM živočichové a jejich využití pro společnost

## Výhody




- optimalizace pro studie celého genomu
- výhody pro hospodářská zvířata a zdraví člověka
- výzkum nemocí např. rakovina, cystická fibróza, slepota, hemofilie aj.
- výroba léčiv, farmaceutických látek pro medicínu
- dárcovství orgánů a tkání
- vznik genových bank pro zabránění vyhynutí druhů



## Nevýhody

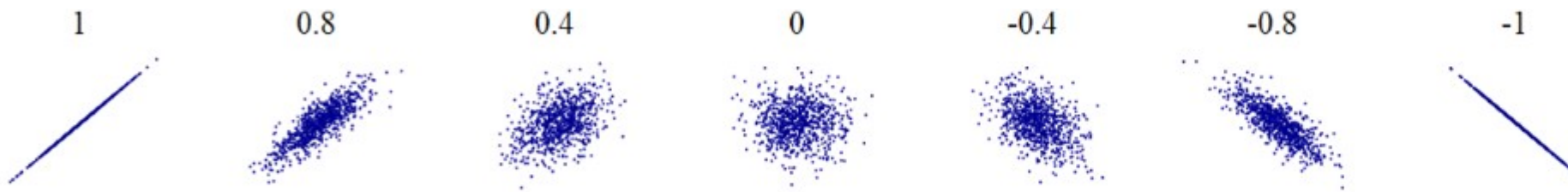
- náhrada stávajících druhů může ohrozit původní druhy
- možnost vzniku alergií - z exprese nových proteinů tam, kde dříve žádné neexistovaly
- umístění nového genu v genomu může být nejisté a očekávaný výsledek může být nesprávný
- při používání živých zvířat je velmi důležité provést etický přezkum a zajistit, aby výsledky pokusu byly co nejaktuálnější a nejzákladnější

# Rizika GMO

- ❖ některá rizika jsou považována pouze za možná, jiná se již skutečně projevila: rostliny modifikované pro snášení vysokých dávek pesticidů, ale obsahují pak rezidua těchto látek (např. glyfosát, jejíž konzumace může vyvolat zvýšené riziko tzv. non-Hodgkinova lymfonu ( zhoubného onemocnění lymfatických žláz)
- ❖ teoreticky připuštěným ale dosud nezaznamenaným rizikem je **přenos odolnosti vůči antibiotikům z modifikovaných organismů na bakterie**, které se vyskytují ve střevech
- ❖ **problém má také i značný socio-ekonomický aspekt** – např. modifikace u osiv jsou finančně náročná na výrobu, dostupnost takového osiva je pak pro rozvojové země značně nedostupná
- ❖ princip modifikace DNA nebyl **doposud úplně pochopen** – hrozí vedlejší účinky
- ❖ GM není specifická, přesná a předvídatelná
- ❖ GM segmentů DNA nemá pouze jediný efekt – vedlejší účinky
- ❖ genetické inženýrství může mít škodlivý účinek na další organismy.
- ❖ Mohou vzniknout **resistence vůči pesticidům** → jejich spotřeba
- ❖ **Podezření na podílu zvýšení**
  -  potravinových alergií
  -  výskytu autismu
  -  diabetu
- Toxinogenita - schopnost organismů tvořit toxiny

## Rizika GMO - kalkulace

- ❖ **korelace** - *vzájemný statistický vztah* mezi dvěma proměnnými  
např. čím více knih dítě přečetlo, tím lepší má student známky
- ❖ **kauzalita** označuje *příčinnou souvislost* mezi dvěma proměnnými,  
např. výše by to tedy znamenalo, že dítě má lepší známky proto, že přečetlo více knih.
- ❖ **korelační koeficient** se udává v rozmezí od -1 do 1  
1 - úplná korelace, 0 - mezi proměnnými není žádný vztah,  
a -1 značí antikorelaci, tedy že stoupající hodnoty jedné proměnné jsou provázeny klesajícími hodnotami druhé proměnné



Korelace nedokazuje vztah příčiny a následku → platí i pro GMO

- podle **Úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA)**, **Evropské komise** a dalších institucí, jako je např. **Expertní rada evropských akademií (EASAC)**, jsou geneticky modifikované plodiny **stejně bezpečné** jako jejich konvenční protějšky

# Legislativa pro GMO

## ❖ Zákon č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty

### „Kritéria bezpečnosti geneticky modifikovaných mikroorganismů:

Pro splnění požadavků na bezpečnost pro zdraví a životní prostředí podle § 1 odst. 2 písm. b) musí uzavřené nakládání s geneticky modifikovaným mikroorganismem vyhovovat následujícím kritériím:

- a) geneticky modifikovaný mikroorganismus musí být jasně definován, identita kmene musí být určena a ověřena, modifikace musí být známy a ověřeny,
- b) musí být poskytnut důkaz bezpečnosti organismu a doložen potřebnou dokumentací,
- c) musí být prokázána genetická stabilita, jestliže by nestabilita mohla nepříznivě ovlivnit bezpečnost,
- d) geneticky modifikovaný mikroorganismus nesmí být schopen způsobit onemocnění nebo újmu zdravému člověku, rostlině nebo živočichu; protože patogenita zahrnuje jak toxinogenitu, tak alergenitu nesmí geneticky modifikovaný mikroorganismus
  1. vytvářet zvýšenou toxinogenitu jako výsledek genetické modifikace ani u něj nesmí být známy toxinogenní vlastnosti,
  2. vytvářet zvýšenou alergenitu jako výsledek genetické modifikace, nesmí se jednat o známý alergen“

# Legislativa pro GMO

## ❖ Zákon č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty

**e)** „nesmí v sobě obsahovat náhodně získané škodlivé prvky, jako jsou jiné mikroorganismy, aktivní nebo latentní, které existují vedle nebo uvnitř geneticky modifikovaného mikroorganismu a jež by mohly poškozovat zdraví lidí, zvířat, složky životního prostředí nebo biologickou rozmanitost,

**f)** je-li jeho změněný genetický materiál přenesen, nesmí vyvolat poškození ani nesmí být autoinfekční či přenosný s větší frekvencí než ostatní geny přijímajícího nebo rodičovského mikroorganismu,

**g)** nesmí mít bezprostřední ani následné nepříznivé účinky na životní prostředí nebo biologickou rozmanitost v případě, že dojde k úniku geneticky modifikovaného organismu do životního prostředí“.

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Co představuje pojem “biotechnologie“, ve kterých oborech/ sektorech se především uplatňuje
- Jaké nejdůležitější milníky biotechnologie z historického hlediska znáte
- Kdo položil základy dědičnosti a jaké zákony sestavil
- Definujte pojem horizontální přenos genů
- Popište rostlinnou a živočišnou buňku
- Jaký je rozdíl mezi DNA a RNA, popište je
- Zkuste stručně charakterizovat buněčné dělení
- Co je to chromozom a co nukleozom
- Co představuje pojem „Centrální dogma molekulární biologie“ a popište její jednotlivé etapy (nejdůležitější procesy)
- Co je to exprese genu
- Jaké znáte biotechnologické přístupy a kde se uplatňují
- Definujte pojem „GMO“ a uveďte příklady transgenních rostlin i živočichů
- Které GM plodiny se pěstují v ČR a které ve světě, jaké jsou jejich přednosti
- Jaké výhody a nevýhody mají transgenní organismy
- Který zákon definuje GMO
- Jaký je váš názor na GMO



## Doporučené odkazy:

- Stryer, L., Berg, J. M., Tymoczko, J. L. 2002. Biochemistry, . H. Freeman & Co, 5th ed., ISBN: 0-7167-4684-0
- Alberts, A., Bray, D., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. 2005. Základy buněčné biologie. Espero Publishing, 2th ed., ISBN: 80-902906-2-0
- Vodrážka Z. 1998 Biochemie, Praha Academia, 3th ed., ISBN: 80-200-0600-1
- Kočárek, E. 2008. Genetika: obecná genetika a cytogenetika, molekulární biologie, biotechnologie, genomika. 2 vydání, Praha: Scientia 211s. ISBN 978-80-86960-36-4. Dostupné z: <https://worldcat.org/cs/formats-editions/316673843>
- Šuta, M. 2007. Biotechnologie, životní prostředí a udržitelný rozvoj, Společnost pro udržitelný život, Praha, ISBN 987-80-902653-1-2

## Použitá literatura:

- Wikipedie, 2023. DNA [online].[cit. 2.3.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/DNA>
- Wikipedie, 2023. RNA [online].[cit. 2.3.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/RNA>
- Wikipedie, 2022. Centrální dogma molekulární biologie [online].[cit. 15.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Centr%C3%A1ln%C3%AD\\_dogma\\_molekul%C3%A1rn%C3%AD\\_biologie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Centr%C3%A1ln%C3%AD_dogma_molekul%C3%A1rn%C3%AD_biologie)
- Wikiskripta, 2018. Replikace DNA [online].[cit. 18.3.2023]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Replikace\\_DNA](https://www.wikiskripta.eu/w/Replikace_DNA)
- Wikipedie, 2022. Translace (biologie) [online].[cit. 17.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Translace\\_%28biologie%29](https://cs.wikipedia.org/wiki/Translace_%28biologie%29)
- Wikipedie, 2021. Transkripce (DNA) [online].[cit. 22.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Transkripce\\_%28DNA%29](https://cs.wikipedia.org/wiki/Transkripce_%28DNA%29)
- Wikipedie, 2023. Exprese genu. [online].[cit. 22.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Exprese\\_genu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Exprese_genu)
- Wikipedie, 2022. Chromozom [online].[cit. 14.3.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Chromozom>
- Wikiskripta, 2018. Eukaryotické chromozomy [online].[cit. 25.3.2023]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Eukaryotick%C3%A9\\_chromozomy](https://www.wikiskripta.eu/w/Eukaryotick%C3%A9_chromozomy)
- Wikipedie, 2023. Geneticky modifikovaný organismus [online].[cit. 2.3.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Geneticky\\_modifikovan%C3%BD\\_organismus](https://cs.wikipedia.org/wiki/Geneticky_modifikovan%C3%BD_organismus)
- iFenomen.cz. 2023. Co jsou to GMO potraviny? [online].[cit. 27.3.2023]. Dostupné z: <https://ifenomen.cz/aktualne/co-jsou-to-gmo-potraviny>
- FitnessGym, 2023. Geneticky modifikované potraviny [online].[cit. 1.4.2023]. Dostupné z: <https://www.fitnessgym.cz/magazin/gmo-potraviny/>
- Agri Zemědělství, 2023. GM plodiny – Pěstování geneticky modifikovaných plodin online.[cit. 3.4.2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/gmo-geneticky-modifikovane-organismy/>
- GMO Awareness, 2023. GMO Risks [online].[cit. 4.4.2023]. Dostupné z: <https://gmo-awareness.com/all-about-gmos/gmo-risks/>
- Jíme Jinak, 2023. Modifikované potraviny a jejich rizika – fakta o GMO [online].[cit. 5.4.2023]. Dostupné z: <https://www.jimejinak.cz/modifikovane-potraviny-a-jejich-rizika-fakta-o-gmo/>
- Wikiskripta, 2021. Transgenní zvířata [online].[cit. 6.4.2023]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Transgenn%C3%AD\\_zv%C3%AD%C5%99ata](https://www.wikiskripta.eu/w/Transgenn%C3%AD_zv%C3%AD%C5%99ata)



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

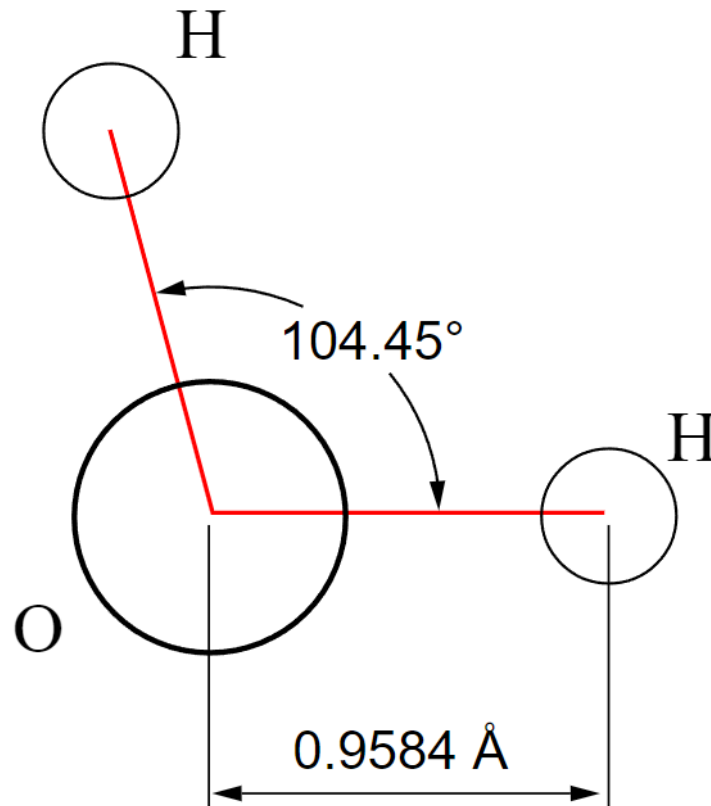
# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
- 6. Technologie dekontaminace kapalin.**
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Voda - nejrozšířenější kapalina

## Složení vody

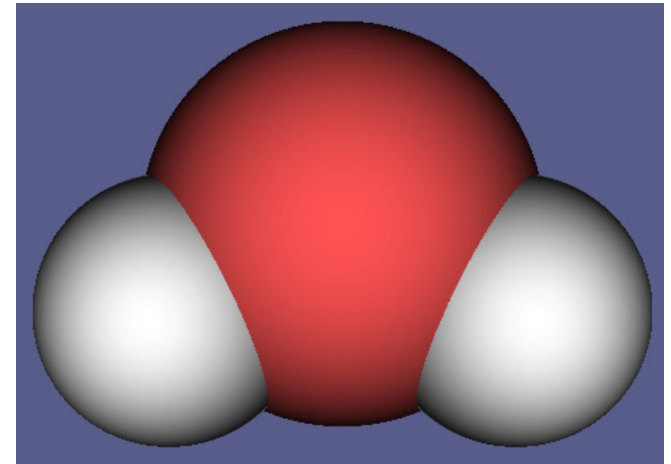
- kapalina  $\text{H}_2\text{O}$ , bez chuti a zápachu
- nejdůležitější kapalina naší planety
- s teplotou mění skupenství a objem
- různé skupenství: kapalina, led, vodní pára
- obsahuje látky a mikroorganismy v přírodě
- důležitost chemických, fyzikálních a biologických vlastností
- významné rozpouštědlo (tvorba vodných roztoků)
- velmi reaktivní: katalyzátor velké řady reakcí
- při  $1\ 800^\circ\text{C}$  se rozkládá na  $\text{H}_2$  a  $\text{O}_2$



struktura molekuly  
vody (oxidan)

# Základní charakteristika vody

- dvouprvková sloučenina **kyslíku** a **vodíku** (sumární vzorec:  $H_2O$ )
- biologicky nejdůležitějším **polárním rozpouštědlem** a **nejrozšířenější sloučeninou na Zemi**
- pokrývá **70,7 %** zemského povrchu
- je nezbytná pro všechny živé organismy
- voda v živých organismech zaujímá **více než polovinu** (cca 60–99 %) jejich objemu v závislosti na druhu organismu
- podílí se na termoregulaci, přenosu látek, udržuje pH, odstraňuje zplodiny metabolismu a figuruje jako reakční prostředí
- v lidském organismu je podstatnou složkou např.: krve, potu, moči, žaludeční a střevní šťávy



model molekuly vody



kapka vody

# Vlastnosti vody - charakteristika

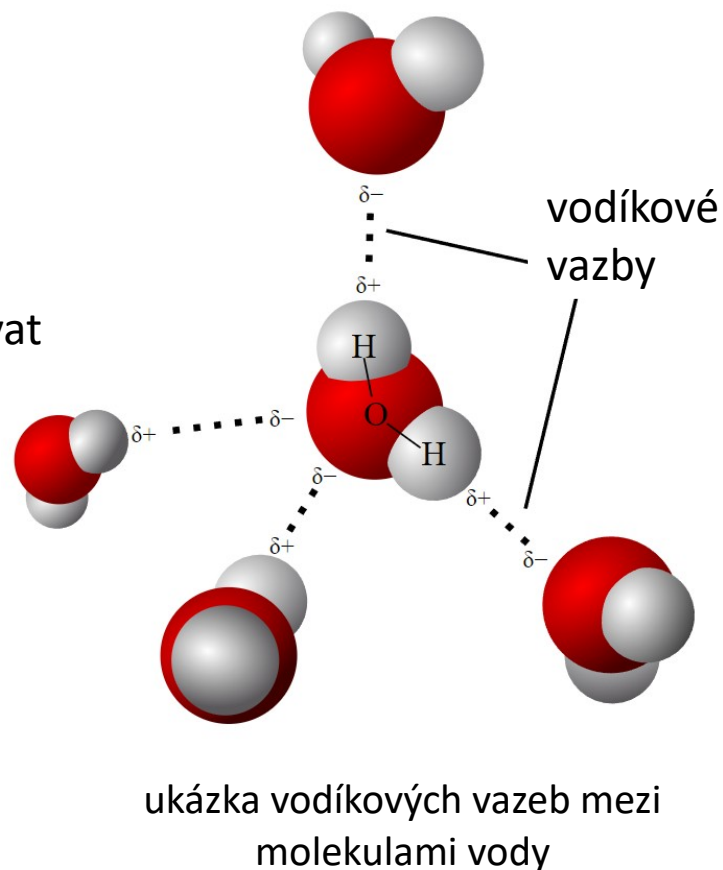
- Chemické vlastnosti
- Fyzikální vlastnosti
- Biologické vlastnosti

## ➤ Chemické vlastnosti vody:

- ovlivněno obsahem některých chemických prvků a sloučenin – důležitost tyto látky sledovat

parametr	jednotka
<b>molární hmotnost</b>	<b>18,015 g/mol</b>
<b>pH</b>	<b>7</b>
<b>teplota tání</b>	<b>0 °C</b>
<b>teplota varu</b>	<b>100 °</b>
<b>hustota</b>	<b>0,99997 g/cm<sup>3</sup></b>
<b>tepelná vodivost</b>	<b>0,597 W/m.K</b>
<b>viskozita</b>	<b>1 mPA.s</b>
<b>index lomu</b>	<b>1,33</b>

Obecná charakteristika vody



## ❖ Chemické vlastnosti vody

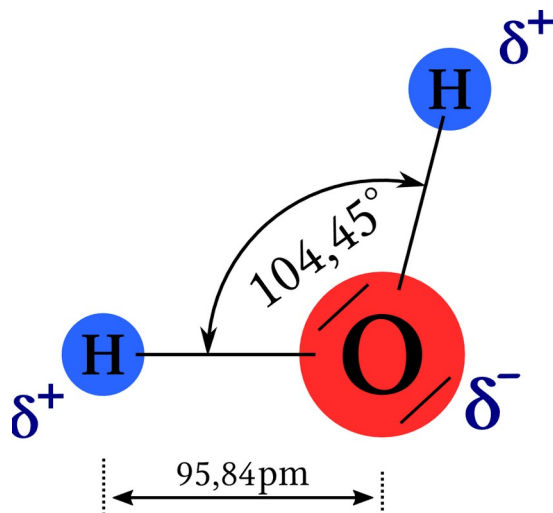
- přítomnost vodíků umožňuje tvorbu **vodíkových můstků**
- vodíkové můstky ovlivňují chemické i fyzikální vlastnosti a to zejména polaritu, teplotu tání, teplotu varu a skupenství
- molekula H<sub>2</sub>O obsahuje 2 kovalentní sigma ( $\sigma$ ) vazby
- celá molekula je **polární** díky **polaritě vazeb mezi O a H a dipólovému momentu**.
- → voda je významným **polární rozpouštědlem** – rozpouští látky:

– polární, s iontovou vazbou – ve vodě se štěpí za

hydratovaných iontů (elektrolytická disociace)

– plynné (NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, halogenvodíky,..)

– nepolární (cukry, alkoholy)



Geometrie molekuly vody s vyznačenými kovalentními sigma ( $\sigma$ ) vazbami

## Teplota:

- např. v akváriích a bazénech je to nejsledovanější fyzikální parametr
- mění skupenství při 0 °C
- měření teploty pomocí teploměrů (rtuťové, lihové)
- závisí na: teplotě okolí  
proudění  
ohřevu



ledovec- tři skupenství vody po hromadě

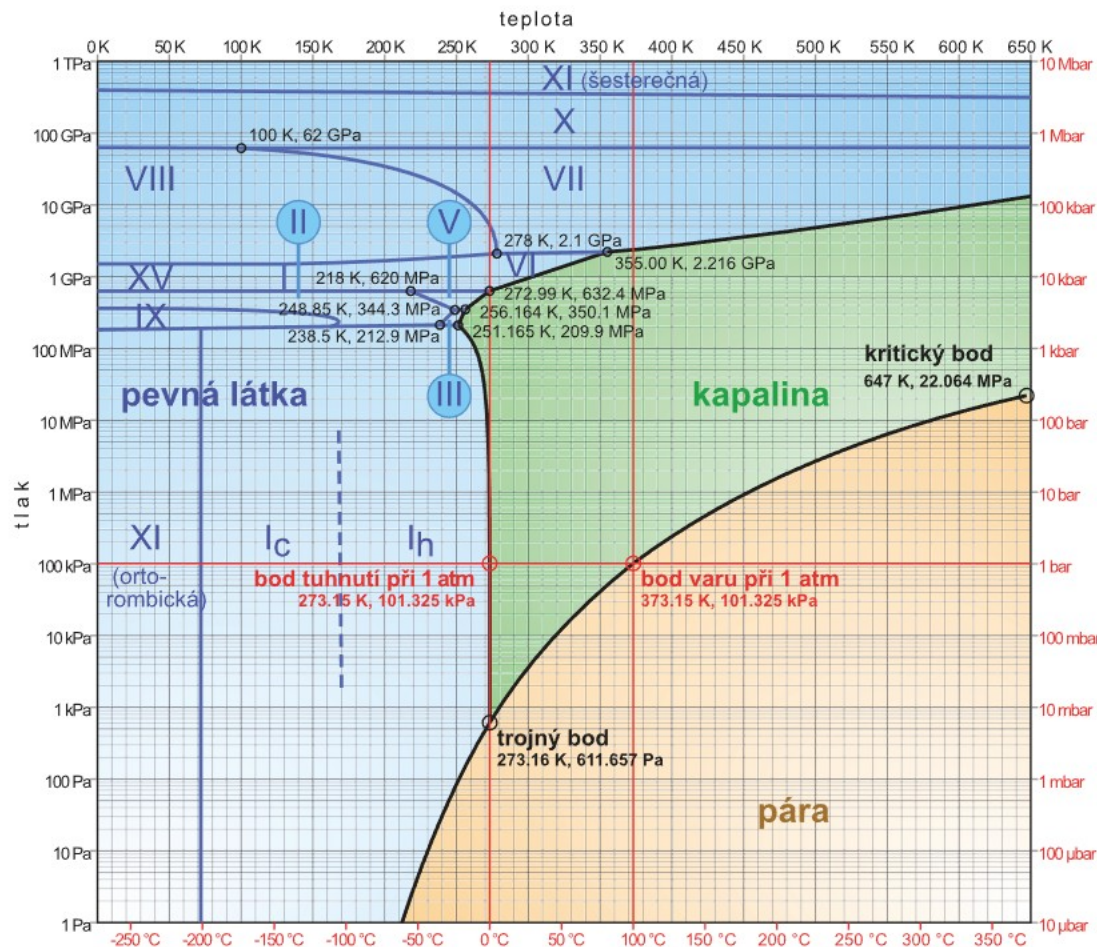
## Skupenství:

- plynné: odpařuje se v závislosti na teplotě
- kapalně: srážení vodních par
- pevné: při 0 °C
- **plynné skupenství** - molekuly se pohybují volně prostorem, vodní pára, nemají stálý tvar ani objem, potenciální energie je nízká
- **kapalně skupenství** - tvořeno shluky molekul vody, mají větší potencionální energii než v plynné fázi, zachovávají stály objem, nemají však stály tvar
- **pevně skupenství** – při tuhnutí vody (pod 0 °C) vzniká tuhá látka (sníh, led), molekuly vody jsou k sobě vázány a vytváří krystalickou mřížku, voda zvětšuje svůj objem, led má menší hustotu a plave



# Fázový diagram vody

- **trojný bod T:** protíná všechny 3 křivky, tedy při této teplotě a tlaku se vody vyskytuje ve všech skupenství pohromadě
- **kritický bod K:** bod, kde končí křivka par
- mezi kapalinou a plynnou fází vody zmizí rozhraní a stane se látkou stejnorodou



# ❖ Fyzikální vlastnosti vody

## - Tvrdost vody

Pitná voda	mmol/l	°dH	°F
velmi tvrdá	> 3,76	> 21,01	> 37,51
tvrdá	2,51–3,75	14,01–21	25,01–37,5
středně tvrdá	1,26–2,5	7,01–14	12,51–25
měkká	0,7–1,25	3,9–7	7–12,5
velmi měkká	< 0,5	< 2,8	< 5

- **tvrdá voda** – vyšší obsah rozpuštěných **minerálů** (Ca, Mg, popř. Sr, FeO a Mn)
- přechodnou a trvalou tvrdost vody – obsah **síranů**, vede ke vzniku vodního kamene
- tvrdá voda ovlivňuje životnost spotřebičů, zanáší vodní potrubí, poškozují povrch na vodovodních bateriích, vyšší náklady na čisticí prostředky, vysušuje pokožku a vlasy, nepůsobí v ní dobře saponáty



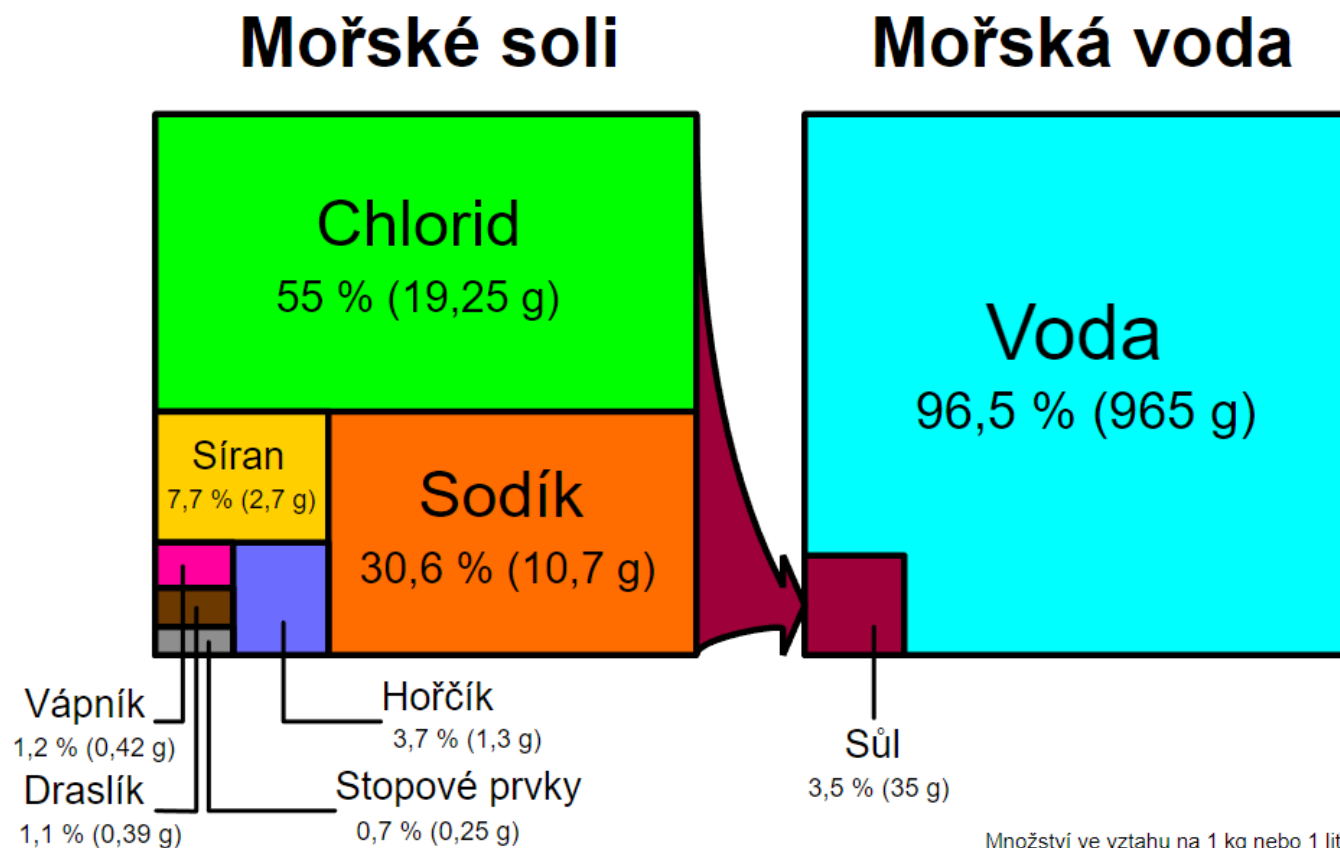
Vodní kámen usazený na vodovodním kohoutku

## ❖ Fyzikální vlastnosti vody

### - hustota vody: závisí na typu vody

- **slaná voda** (mořská, oceánská) obsahuje jiné složení než voda sladká, chemické látky způsobují její salinitu: zejména přítomnost **NaCl, síranů, uhličitánů** a dalších solí, proto je **hustota mořské vody je jiná než u vody sladké**, nebo zcela jiná, než mají další kapaliny

**Složení mořské vody – celkový poměr jednotlivých prvků a aniontů v mořské vodě**



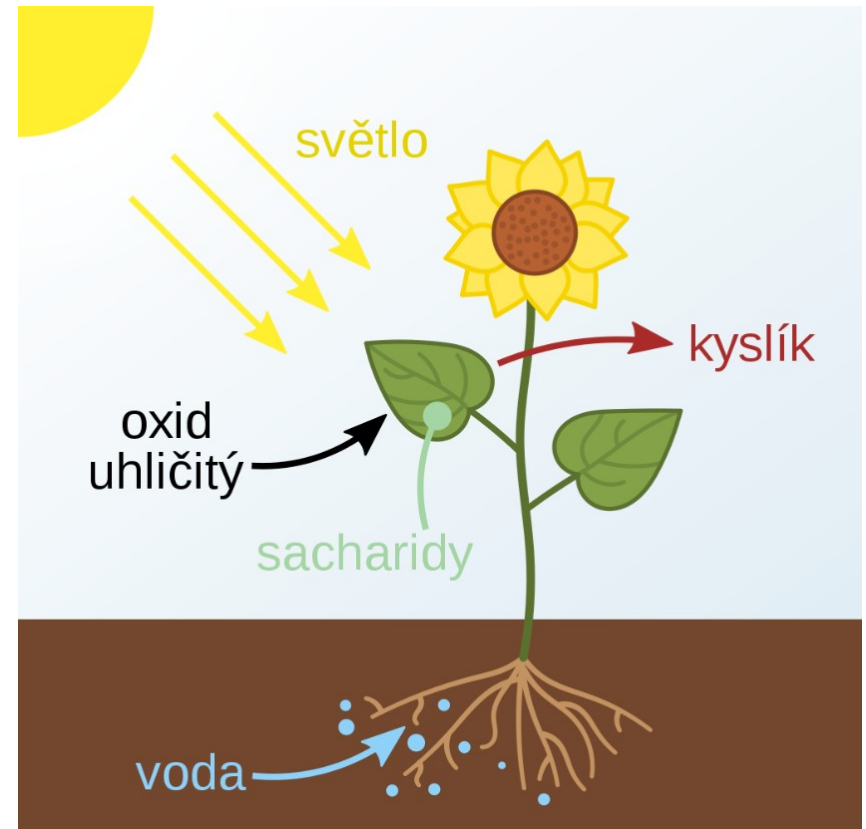
Odměrný válec naplněný obarvenými kapalinami různé hustoty

Množství ve vztahu na 1 kg nebo 1 litr mořské vody.

## ❖ Biologické vlastnosti vody

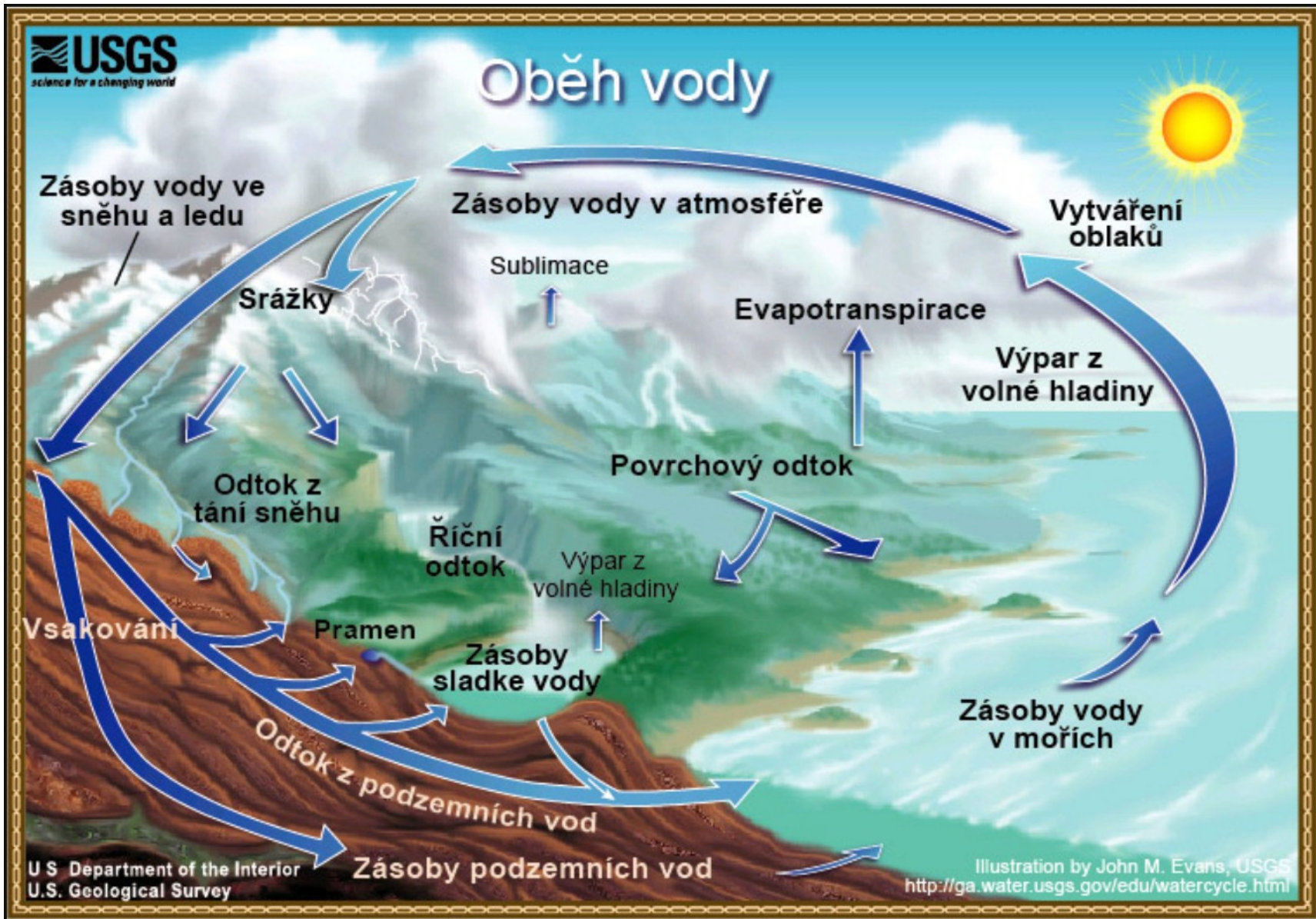
### Biochemie a voda

- proniká všemi částmi buněk a tkání
- tvoří základní prostředí, v němž probíhají biochemické děje
- potřebná pro všechny živé organismy
- většina organických i anorganických látek je rozpuštěna ve vodě
- umožňuje transport látek
- štěpí látky na ionty - tzv. disociace látek
- aktivní účast při chemických reakcích
- je činitelem v acidobazických dějích-štěpení látek
- napomáhá homeostáze vnitřního prostředí, ovlivněno stálostí pH vnitřního prostředí
- neutrální, polární molekula, další molekuly přitahuje pomocí vodíkových vazeb (viz. chemické vlastnosti)



Voda je důležitá např. při fotosyntéze u rostlin

# Koloběh vody na zemi



# Druhy vod

## ➤ A) Podle obsahu minerálních látek

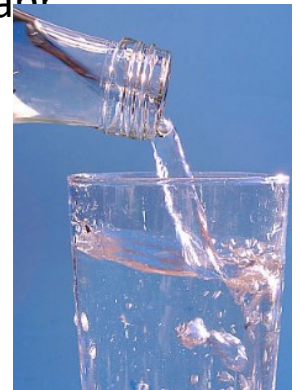
**1) Slaná voda** (oceány, moře) – tvoří většinu hydrosféry (97%), obsahuje průměrně 3,5% rozpuštěných látek

**2) Minerální voda** – obsahuje značné množství minerálních látek a rozpuštěných plynů (např. oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ ), některé druhy mají léčivé účinky (např. Vincentka, Ottovka, Šarlatica atd.)

**3) Tvrdá voda** – je voda, která prochází vrstvami zemské kůry a obsahuje větší množství rozpuštěných minerálních látek (především vápenaté a hořečnaté soli)

**4) Měkká voda** – obsahuje velice málo rozpuštěných minerálních látek, např. voda dešťová a voda v potocích a řekách

**5) Destilovaná voda** – je voda připravená destilací, je to chemicky čistá látka, čirá, bezbarvá, v silné vrstvě namodralá kapalina, bez chuti a zápachu, používá se v laboratořích, do chladičů a akumulátorů v automobilech, do napařovacích žehliček apod.



# Druhy vod

## ➤ B) Podle obsahu nečistot

**1). Pitná voda** : je voda, která je zdravotně nezávadná, získává se z podzemní vody nebo

úpravou povrchové vody ve vodárnách např. pomocí ozonu, nebo řadou čistících procesů)



Mapa světa, kde lze pít pitnou vodu (kohoutkovou)

- v přímořských zemích s velmi teplým podnebím (např. v Kuvajtu, Saúdské Arábii, nebo v Somálsku, Izraeli, JAR, atd.) se **pitná voda získává odsolováním mořské vody** (využívá se slunečního záření, kondenzace vodní páry nebo **reverzní osmóza**), odsolování však může narušovat životní prostředí a přispívat ke změně klimatu, jedná se též velmi energeticky náročná proces



Reaktorová hala jaderné elektrárny a odsolovací stanice Ševčenko (u Kaspického moře), princip reverzní osmózy



**2) Užitková voda** – neobsahuje látky poškozující lidské zdraví, používá se k mytí, praní prádla, zalévání rostlin, napájení zvířat apod.

**3) Odpadní voda** – je znečištěna činností člověka, vzniká při průmyslové a zemědělské výrobě, před vypouštěním do vodních toků **je nutné ji čistit**, aby nedošlo k narušení přírodní rovnováhy a úbytku organismů

### Podle druhu znečištění se používají metody:

- *fyzikální*: usazování, filtrace
- *chemické*: působení chemickými látkami (např. kyslíkem)
- *biologické*: využívání mikroorganismů k odstraňování organických látek

### Samočištění vody:

- je přirozený děj, který probíhá ve vodních tocích
- dochází při něm k postupnému odstraňování nečistot z vody činností mikroorganismů a kyslíku
- při velkém znečištění se zpomaluje až zastavuje.

## ❖ Odpadní voda

- voda, jejíž kvalita byla zhoršena lidskou činností
- znečišťující látky mohou být rozpuštěné (různé soli), nerozpuštěné (písek), biologicky rozložitelné (tuky), nebo nerozložitelné (plasty), usazené, neusazené
- **Znečištění vody** představuje celosvětový problém, je příčinou řady onemocnění a úmrtí (např. kontaminace těžkými kovy: As, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, pesticidy, PAH, a dalšími nebezpečnými látkami), denně zemře ve světě až **na 14 000 lidí** v důsledku znečištění vody!
- **komunální odpadní voda:**
  - vzniká každodenní lidskou činností, pochází z domácností, škol, úřadů, živnostníků...
  - podobné složení mají **splašky**
  - v případě jednotné kanalizace obsahuje i **oplachové vody** (vodu z mytí ulic) a dešťovou vodu ze srážek a dále pak odpadní vody z průmyslu a služeb
  - zpracovává se na městských čistírnách odpadních vod (ČOV)



Zelené řasy a sinice ve vodě signalizují znečištění vody vysokým obsahem N<sub>2</sub> a P

# Znečištěná voda

## Příčiny znečištění vody:

- látky, které znečišťují vodu jsou chemického, patogenního, fyzikálního původu
- Když jsou vodní plochy a toky jsou znečištěny, je zhoršena kvalita vodních ekosystémů např. uhynutí ryb, nebo kontaminace sedimentů
- rostliny nevyužívají přebytku dusíku v zemědělské formě, proto jsou z půdy vyplaveny do vod (zhruba 45 kg /na ha)
- vodu znečišťují i pesticidy ze zemědělství, zahrádkaření atd.
- škodlivé látky – rezidua: produkty, suroviny, odpady, přípravky, léky, se dostávají do odpadních vod vlivem působení člověka, průmyslu, zemědělství, dopravy atd.

## • Základní skupiny škodlivých látek:

- a) **směs sůl-voda** obsahuje různé rozpuštěné částice soli (sodík, vápník, draslík, síran atd.).
- b) **těžké kovy** rozpustné, nebo nerozpustné sloučeniny kovů se dostávají do vod z různých technologických procesů např. Zi, Cu, Ni, Cr, As, Hg, Pb, Fe, Co, Cd....
- c) **vliv radioaktivity**
- d) **pevné látky** - do vody se dostanou toxické, nebo netoxické částičky pevných látek vlivem eroze, zvířením usazenin, přímé vypouštění výkalů, havárie

# Znečištění vody ve světě



Voda kontaminovaná pevným odpadem, Bangladěš



Voda obsahující Fe, přírodní zbarvení, železnaté podloží, Španělsko



Voda znečištěná ropou – ropná havárie, Francie

## Základní pojmy – znečištění vody:

- **Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)** - udává množství kyslíku, které je potřebné k úplné oxidaci biologicky odbouratelných látek obsažených ve zkoumané vodě
  - podle doby inkubace – BSK<sub>5</sub>, BSK<sub>7</sub> (severské země).
  - jeden EO vyprodukuje 60 g BSK<sub>5</sub>
- **Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)** - udává spotřebu kyslíku potřebnou k oxidaci všech látek, tedy nejen těch, které mohou být odbourány biologickou cestou
  - jde o stanovení míry znečištění vody organickými a oxidovatelnými anorganickými látkami
- ❖ provádí se titrace manganistanem draselným tzv. **Kubelova metoda**, popř. další metoda je titrace dichromanem draselným
  - manganometrické stanovení CHSK (dle Kubela) probíhá v prostředí okyseleném **kyselinou sírovou**, vzorek se zahřívá v uvedených sloučeninách při teplotě 96–98 °C po dobu 10 minut, část manganistanu se redukuje oxidovatelnými látkami přítomnými ve vzorku atd.
  - metoda se používá pro stanovení vzorků s nízkou koncentrací organických látek, pitných a podzemních vod, často se doplňuje celkového organického uhlíku (TOC)
  - pro stanovení ve vodách odpadních se nepoužívá

# Čističky odpadních vod (ČOV)

- kapalně odpady vznikají zejména v čistírnách odpadních vod (ČOV) jako **čistírenské kaly**, dále pak v úpravnách uhlí jako **kaly uhelné** a konečně v petrochemickém průmyslu a rafinériích minerálních olejů jako **ropné kapalně odpady**
- **ČOV** je zařízení, kde se čistí odpadní vod z průmyslových podniků, zemědělské výroby, bytů a domů
- nejčastějším typem používaných ČOV v ČR je **mechanicko-biologická čistírna odpadních vod**



Čistička Praha-Bubeneč, Císařský ostrov



Čistírna odpadních vod v Německu, Wilhelmshavenu

# Čistička odpadních vod (ČOV)

- čistírny odpadních vod jsou rozdělovány **podle velikosti**, tj. podle schopnosti zpracovat určité množství OV a tím i množství látkového znečištění
- látkové znečištění je definované tzv. **ekvivalentním obyvatelem (EO)**
- **Jeden EO: 1 obyvatel rodinného domu produkující OV – odpovídá průměrnému množství 150 litrů odpadní vody za den a znečištění 60 g BSK5 za den**

## Dělení ČOV

- 1) Kategorie 5 – 50 EO - ČOV označované jako **domovní**
- 2) Kategorie 50 – 500 EO - ČOV pro malé a střední zdroje odpadních vod
- 3) Kategorie nad 500 EO - **komunální ČOV**

vlevo – znečištěná voda (šedá),  
vpravo – přečištěná voda - vzniká  
tzv. bílo-žlutá voda



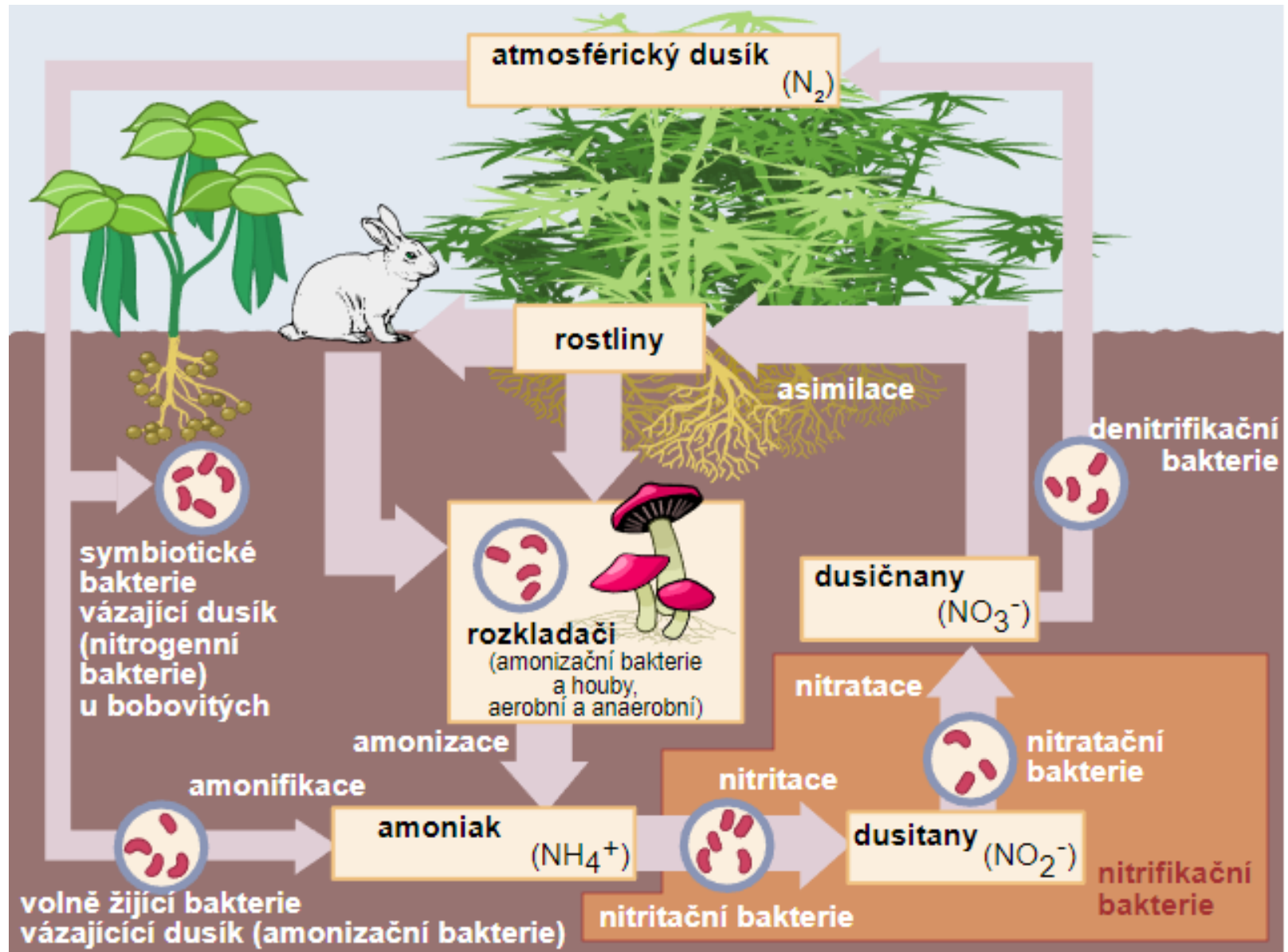
# Základní pojmy: znečištěná voda

## Nerozpuštěné látky v odpadních vodách (NL)

- **žumpa** - bezodtoká nádrž, jímka, ze které jsou veškeré odpadní vody odváženy fekálním vozem na centrální (městskou) čistírnu odpadních vod
- **septik** - dvou, tří nebo vícekomorová nádrž s odtokem; slouží k usazování znečištění; dochází v něm k částečnému odstraňování organického znečištění bez přístupu vzduchu a u dna pak dochází k anaerobní stabilizaci kalu
- ❖ **nitrifikace** - amoniakální forma dusíku v odpadních vodách je oxidována na dusitany a dusičnany
- ❖ **denitrifikace** - denitrifikace je opakem nitrifikace; znamená redukci dusičnanů a dusitanů oxidované formy dusíku přítomné v odpadní vodě na dusík nebo kyslíčnky dusíku
- ❖ nitritační a nitratační bakterie se celkově nazývají – **nitrifikační bakterie**



# Schéma koloběhu dusíku



## Legislativa – nakládání s kapalným odpadem

- ❖ „Nařízení vlády č. 401/2015 o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech“

**Emisní standardy:** přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m)<sub>5</sub> a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK <sub>Cr</sub>		BSK <sub>5</sub>		NL		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		N <sub>celk</sub>		P <sub>celk</sub>	
	p	m	p	m	p	m	průměr	m	průměr	m	průměr	m
do 500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500 - 2000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2001 -10000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10001 - 100000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
nad 100000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

## Legislativa – nakládání s kapalným odpadem

- méně než 1,6 % vzorků vod překročí limitní hodnoty parametrů dané vyhláškou pro pitnou vodu (**Vyhláška č. 252/2004 Sb.**, kterou se stanoví hygienické požadavky na **pitnou a teplou vodu** a četnost a rozsah kontroly pitné vody
- **Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. *Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech***
- **Vyhláška č. 70/2018 Sb. *Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů – **upravená vyhláška*****
- **Vyhláška č. 273/2021 Sb. *Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady***
- **Vyhláška č. 244/2021 Sb. *Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů***

# Způsoby čištění odpadních vod

Základnější rozdělení způsobu čištění odpadních vod: **kategorie ČOV**

- mechanické čištění (odstranění hrubých nečistot)
- biologické čištění (pomocí mikroorganismů)
- a terciální stupeň čištění (dočištění)

**Fyzikální, chemické a fyzikálně-chemické metody:**

- sedimentace (usazování) – (lapák štěrku, písku, usazovací nádrž ...)
- vzplývání a flotace (lapák tuků)
- odstředování
- filtrace
- magnetická separace
- membránové procesy- separace
- Iontová výměna
- koagulace
- Neutralizace
- atd.

**Biologické metody:**

- aerobní procesy - aktivační systémy,  
biofilmové reaktory
- anaerobní procesy



Čistírna odpadních vod v Německu (Kiel)

# Mechanické čištění odpadních vod

- odpadní voda je na ČOV přiváděna hlavní stokou ze stokové sítě
- na jejím konci je umístěn **lapák štěrku**, dále pak **česle** – pro odstranění hrubých plovoucích nečistot
- následuje **lapák písku**, často v kombinaci s lapákem tuků a filtry
- posledním zařízením pro mechanické čištění je **usazovací nádrž**

Odpadní voda je zde rozdělena na tři frakce:

- **surový kal se ukládá (sedimentuje)** na dno nádrže, který je odčerpáván a odváděn do anaerobního stupně (**vyhřívací nádrže**)
  - **uprostřed se nachází mechanicky vyčištěná voda obsahující pouze 10 % nečistot**
  - zcela na povrchu se nachází lehké usazeniny, které jsou shrnovány do lapáku
- voda poté vstupuje do **dosazovací nádrže**, kde dochází k oddělení vyčištěné vody od **aktivovaného kalu** v důsledku jeho sedimentace, část kalu se vrací do aktivační nádrže
- ❖ **usazovací nádrž slouží k separaci usaditelných látek suspendovaných ve vodě**
  - to může probíhat **mechanicky** nebo pomocí **srážedel**
  - pracují buď na principu dekantace (dekantér), nebo nepřetržitě (průtočná nádrž, z níž se kal odstraňuje bez přerušení provozu); průtok vody může být horizontální i vertikální



Hlavní čistírna odpadních vod v Praze:  
vlevo - nádrže na II. sedimentaci,  
uprostřed - aktivální žlaby,  
vpravo - nádrže na I. sedimentaci

usazovací nádrž



biologická fáze čištění vody



Autor: Grds Dmnk – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27265646>,

Autor: Pokud má díla používáte mimo projekty Wikimedia, ocenil bych upozornění. Více z mé práce najdete v mé osobní galerii. – Fotografie je vlastním dílem, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2539066>, Autor: Gardasdmnk – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2726584>

# Zpracování kalů

- surový i aktivovaný kal se zpracovávají ve **vyhřívací nádrži**, kde se za stálého míchání udržuje konstantní teplota 38 °C
- zde probíhá tzv. **anaerobní stabilizace** (proces přeměny za nepřístupu vzduchu), při níž dochází k přeměně většiny rozložitelných organických látek na **bioplyn**)



Čistírenský kal s desikačními prasklinami

- ❖ **Bioplyn** je plyn produkovaný během anaerobní digesce organických materiálů, složený zejména z metanu ( $\text{CH}_4$ ) a oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ )

## Bioplyn je produkovaný zejména v:

- přirozených prostředích, jako jsou mokřady, sedimenty, trávicí ústrojí (zejména u přežvýkavců),
- zemědělských prostředích, jako jsou rýžová pole, uskladnění hnoje a kejdy,
- odpadovém hospodářství na skládkách odpadů (zde je označován jako skládkový plyn), na anaerobních čistírnách odpadních vod (ČOV), v bioplynových stanicích (bioplynky).

## ❖ Bioplyn

- uskladňuje se v plynojemu
- čistírna ho využívá k ohřevu vlastních vyhnívacích nádrží nebo na produkci **tepla a energie**
- průměrná produkce bioplynu představuje asi 30 m<sup>3</sup> z jedné tuny kalu
- používá se k pohodu dopravních prostředků (auta, autobusy, vlaky, zemědělská technika)



Bioplynová stanice v Dánsku



Vlak na bioplyn ve Švédsku



## Odvodňování kalů

- z vyhnívací nádrže se kal přečerpává do uskladňovací nádrže, pak se kal **odvodňuje dekantální odstředivkou**
- likvidace čistírenských kalů, dalších odpadů zachycených v procesu čištění, se provádí v souladu se **zákonem o odpadech (novelizovaný: v roce 2020: č. 541/2020 Sb.)**
- veškeré čistírenské kaly jsou odvodněny na obsah **sušiny cca 25%** a následně předány firmě nebo větším společností, které mají oprávnění pro jejich další zpracování na **rekultivační substrát**
- do přírody lze pak vypustit **přečištěnou vodu**



Vyčištěná voda v odtoku do Labe z ČOV z Děčína

## Správné odpovědi - shrnutí



## ❖ Biologické čištění odpadní vody

- proces probíhá v srdci ČOV, v tzv. **aktivačních nádržích**
- principem je využití **aerobních bakterií** (pracují za přítomnosti vzduchu), které ve svém metabolismu odstraňují až **99 %** organického znečištění vody
- za neustálého vhánění vzduchu do nádrží probíhá proces **mineralizace**, kdy se odbourávají organické látky za vzniku  $\text{CO}_2$  a vody
- čištění pomocí bakterií, je sice efektivní ale nákladný proces
- probíhá v biologickém reaktoru, kde je znečištění odstraňováno
- pomocí **mikroorganismů** : vzniká **aktivovaný kal** (v reaktoru je kultivován buď jako suspenze (aktivační systémy), nebo na pevném nosiči (biofilmové reaktory))
- aktivovaný kal pak z odpadní vody umí odstranit značné množství organického znečištění i sloučeniny dusíku a fosforu
- směs vody a aktivovaného kalu poté odtéká do **dosazovací nádrže**, kde dochází k oddělení **vyčištěné vody od aktivovaného kalu** v důsledku jeho sedimentace -
- část aktivovaného kalu se vrací zpět do biologického reaktoru jako tzv. **vratný kal** a část je oddělena jako **přebytečný kal** a odváděn ke zpracování do kalového hospodářství

# Procesy biologického stupně čištění odpadních vod: spojeno s mechanickým stupněm

## • Mechanický stupeň

- česle
- lapač písku
- I. sedimentace
  - povrchový odpad
  - mechanicky vyčištěná voda
  - surový kal

## • Biologický (aerobní) stupeň

- mineralizace
  - aerobní respirace
  - amonifikace
- nitrifikace
- imobilizace
- detoxifikace
- II. sedimentace
  - aktivovaný kal
    - vratný aktivovaný kal
    - přebytečný aktivovaný kal
  - vyčištěná odpadní voda

## • Biologický (anaerobní) stupeň

- vyhnílý kal
- bioplyn



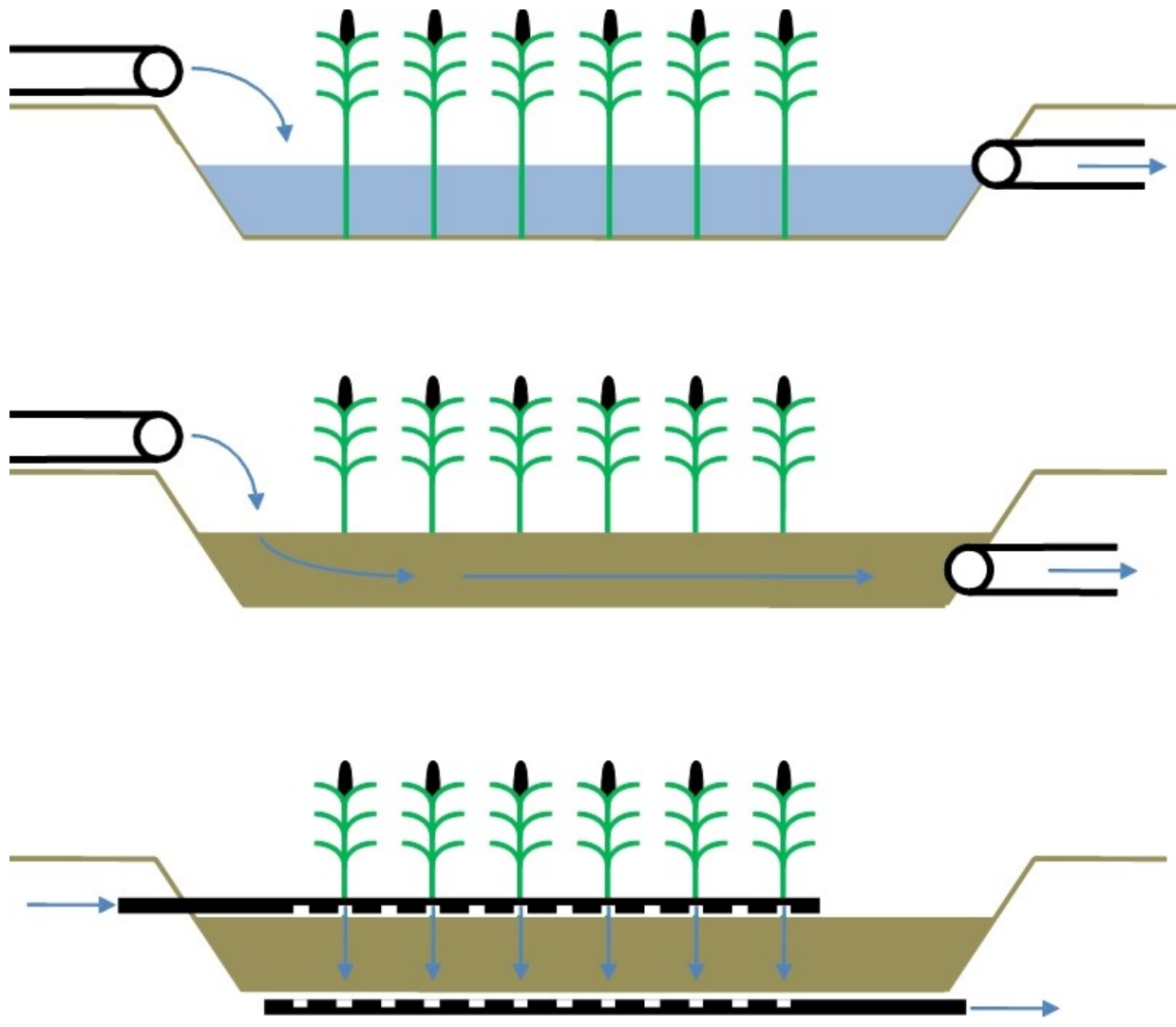
Vzorky aktivovaného kalu z čistírny odpadních vod

## ❖ Domovní čistírny odpadních vod

- jsou určeny k biologicko-mechanickému nebo chemickému čištění komunálních odpadních vod (OV).
- biologická ČOV umožňuje nahradit septik či jímku (žumpu), využívá se proto nejčastěji k čištění splaškových odpadních vod z rodinných domů, penzionů nebo chat

Kvalita čištění	Průměrné hodnoty	Maximální hodnoty	Účinnost
	mg / l	mg / l	%
BSK 5	6,3	16,1	98,4
CHSK Cr	34,6	70,7	96,1
NL	10,3	30,0	97,7
N-NH 4	4,5	19,6	94,0
N c	38,2	62,0	61,9
P c	3,3	5,5	84,5
<i>Escherichia coli</i>	1107 KJT / 100ml	8000 KJT / 100ml	-
<i>Enterokoky</i>	950 KJT / 100ml	950 KJT / 100ml	-

## Schéματα kořenových čistíren OV



- horizontální průtok nádrží s vodou, horizontální průtok pod povrchem, vertikální průtok čistírnou, uplatnění na zahradách, chatách atd.

## Nečistota z kapalných odpadů - souhrn

➤ znečištěné odpadní vody, i průmyslové odpadní vody, lze proměnit na **tři druhy materiálu**:

- **vyčištěná voda**, splňující přísné limity kanalizačního řádu, která se řízeně vypouští **do kanalizačního systému**
- **kal**, jsou to nečistoty, které po vyčištění vzniknou, obsahují velké množství vody, lisují se pod obrovským tlakem v kalolisu, kde se z nich stává **tuhá hmota**, podobná jílové hlíně, materiál se dále upravuje v **dekontaminačním zařízení**, nebo je převezen na **skládku nebezpečného odpadu**
- **olej**, který se odlučuje především z průmyslových odpadních vod, oleje jsou následně zpracovávány, odstraňuje se z nich voda a mechanické nečistoty, následně jsou převezeny **do rafinerií**, kde se z nich vyrábějí **oleje nové**, např. do auta

❖ **nejmodernější ČOV v ČR**: společnost **Kaiser servis**,

- zde se zpracovávají průmyslové kapalně odpady a odpadní vody
- čistička dokáže vyčistit až 6 kubíků odpadů/hod, při ideálním stavu 144 kubíků/den
- chemicky znečištěnou vodu vyčistí a vrací zpět do ekosystému
- čisticí proces probíhá pod dohledem kontrolních úřadů (Česká inspekce životního prostředí)

➤ kapalně odpady zpracováváme v režimu zákona č. **185/2001 Sb.**, o odpadech, odpadní vody pak dále na základě schválených provozních řádů v režimu zákona č. **254/2001 Sb.**, o vodách

## Procesy zneškodnění:

- **Deemulgace** - kyselým nebo alkalickým postupem: fyz-chem. proces; pro **zneškodnění ropných látek ve vodě**, popř. či **anor. kyselin** a jejich směsí a alkalických odpadů. Jedná se o **zrušení schopnosti emulgačního prostředku rozpustit ropnou látku ve vodě pomocí přidání látky do emulze ropných látek**, následně se voda dočišťuje v ČOV, pevný podíl - kal je uložen na skládce
- **Neutralizace** – chemická reakce mezi **kyselým a zásaditým roztokem**. Kyselý reagující odpad se **neutralizují roztoky sody nebo vápenným mlékem** a naopak alkalický reagující odpad se neutralizují kyselinami. Produkty této reakce jsou příslušná **sůl a znečištěná voda**. Ty jsou dále zpracovávány **sedimentací a separací**. Vzniklé koncentrované kaly jsou zahuštěny na kalolisech nebo dekantačních odstředivkách. Jedná se zejména o různé **anorganické kyseliny** nebo jejich **směsi**, ať už s obsahem **kovů** či bez, **nebezpečné látky** (kyanidy atd.)
- **Solidifikace** – fyz-chem. metoda; stabilizace **vápenocementovou metodou** pro homogenizaci odpadů zpracovaných do podoby vodného roztoku a/nebo suspenze **s pojivy a dalšími přísadami** pro odstranění jejich **nebezpečných vlastností a snížit mobilitu škodlivých látek v odpadech**. Výsledný produkt - stabilizát (solidifikát), lze následně uložit na skládku ostatních odpadů. Upravují se tak **popílkové směsi**, louhy, anorganické kyseliny, pevné odpady z čištění plynů či technologická voda



## Další kapalnÉ odpady - oleje

- **Zákon č. 185/2001 Sb.**, o odpadech **Odpadní olej** – jakékoliv minerální, syntetické mazací nebo průmyslové oleje, které se staly nevhodnými pro použití, pro které byly původně zamýšleny.
- **Přepřacování odpadních olejů** - činnosti zaměřené k tomu, aby umožnily využívání odpadních olejů, tj. jejich regeneraci nebo spalování

### ❖ Povinnosti původce odpadních olejů

- 📁 přednostně zajistit regeneraci upotřebených olejů
- 📁 zajistit spalování odpadních olejů v souladu s požadavky **Zákona o odpadech**
- 📁 zajistit skladování dle platných předpisů, pokud není regenerace, ani spalování možné z technických důvodů
  - zajistit, aby nedošlo k mísení s jinými nebezpečnými odpady
- **Povinnost dodavatele**  
Zpětný odběr (za dodržení předepsaných podmínek)

# Způsoby přepracování upotřebených olejů

## 1. Regenerace

- přepracování s ropou v rafinérii

## 2. Energetické využití

- spalovny nebezpečných odpadů.

## Regenerace olejů

- „jakýkoliv proces, kterým je možno vyrobit **základové oleje rafinací odpadních olejů**, zejména odstraněním kontaminujících složek, oxidačních produktů a aditiv obsažených v takových olejích (**Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech**)“
- ❖ **POZOR: Jen zbavení mechanických nečistot a vody není regenerace!!!**



# Obecné požadavky

## ➤ Požadavek na kvalitu vstupního produktu - olej

- minimální obsah vody
- obsah mechanických nečistot – zejména kovů

## ➤ Organizace sběru

- sběr použitých olejů
- skladování
- převoz do zpracovatelských závodů

## ➤ Energetické využití

- Dřevo – obecně (20%) 14,23 MJ/kg
- Tuhý komunální odpad 15,0 MJ/kg
- Těžký topný olej 35,9 MJ/kg
- Motorová nafta 42,6 MJ/kg
- Černé uhlí 25,1 MJ/kg



# Nakládání s kapalnými látkami - olej

## ❖ Spalování oleje jen pro získání tepla

- malé lokální topeniště
- velké spalovny
- ve speciálních kotlech

➤ možné pouze v zařízeních, která jsou k nakládání s odpady podle **Zákona o odpadech určena** (§ 12 odst. 2 a § 14 odst. 1).

## ❖ Zplynění a následné spálení ve spalovacích motorech, nebo spalovacích turbínách

## ❖ Spalování při výrobě cementu

- spálení v cementárenské rotační peci (až 2 100°C)

 veškeré tuhé produkty vzniklé **spálením maziva** se stávají součástí slínky – cementu

 úspora klasických paliv

- regenerace asfaltových směsí

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Jaké vlastnosti má voda po chemické, fyzikální a biologické stránce
- Charakterizujte jednotlivé skupenství vody
- Co je to „Trojný bod“ a co „Kritický bod“
- Které fyzikální veličiny ovlivňují vodu a proč
- Jaké znáte druhy vod, podle jakých kritérií se dělí
- Co jsou znečištěné vody, odpadní vody, komunální vody
- Které činnosti a látky nejvíce znečišťují vodu
- Co je to chemická a co biochemická spotřeba kyslíku
- Podle čeho se rozdělují ČOV (2. kritéria)
- Které procesy probíhají v ČOV, charakterizujte podrobněji každý proces
- Co je to surový a aktivovaný kal, co je dosazovací a vyhnívací nádrž
- Jak se zpracovává kal
- Co je výsledným a vedlejším produktem ČOV
- Kde vzniká bioplyn a na co se dále používá
- Co jsou to domovní čističky a co kořenové čističky OV
- Jak se zneškodňují oleje
- Které důležité zákony o nakládání kapalných odpadů znáte
- Jakým způsobem by jste předcházeli znečištění řek, jezer, moří

## Doporučené odkazy:

- ADMIN, 2021. Vodní hospodářství [online]. [cit. 16.4.2023]. Dostupné z: <https://vodnihospodarstvi.cz/problematika-kaloveho-hospodarstvi/>
- Chorazy, T., Raček, J., Žižlavská, A., et al. 2021. Biologická dostupnost fosforu z upraveného čistírenského kalu a gastro odpadu. Vodní hospodářství. Roč. 71, čís. 10, s. 7–13. ISSN 1211-0760. Dostupné z: [https://www.vodnihospodarstvi.cz/ArchivPDF/vh2021/vh\\_10-2021.pdf](https://www.vodnihospodarstvi.cz/ArchivPDF/vh2021/vh_10-2021.pdf)
- Kolektiv autorů, 2007. Oceán: poslední divočina světa. Praha: Knižní klub, s. 34. ISBN 978-80-242-1876-2.
- Zákony pro lidi, 2023. Nařízení vlády č. 401/2015. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>
- Zákony pro lidi, 2023. Zákon č. 185/2001 Sb., Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>

## Použitá literatura:

- Wikipedie, 2023. Voda [online]. [cit. 16.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/DNA>
- Wikipedie, 2023. Hydrosféra [online]. [cit. 16.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hydrosf%C3%A9ra>
- Wikiskripta, 2023. Fyzikální a chemické vlastnosti vody [online]. [cit. 16.4.2023]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Fyzik%C3%A1ln%C3%AD\\_a\\_chemick%C3%A9\\_vlastnosti\\_vody](https://www.wikiskripta.eu/w/Fyzik%C3%A1ln%C3%AD_a_chemick%C3%A9_vlastnosti_vody)
- AV EQUEN, 2023. Vlastnosti vody a rizika [online]. [cit. 16.4.2023]. Dostupné z: <https://www.av-equen.cz/wp-content/uploads/2021/01/Ultima-pracovni-postupy-pro-stabilizaci-provozni-vody-velkoobjemovych-topnych-systemu.pdf>
- Biologie-chemie.cz, 2023. Biologické, chemické a fyzikální vlastnosti vody [online]. [cit. 17.4.2023]. Dostupné z: <https://biologie-chemie.cz/biologicke-chemicke-a-fyzikalni-vlastnosti-vody/>
- Wikipedie, 2020. Čistírna odpadních vod [online]. [cit. 17.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cist%C3%ADrna\\_odpadn%C3%ADch\\_vod](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cist%C3%ADrna_odpadn%C3%ADch_vod)
- ZAKRA, 2023. Jak funguje čistička odpadních vod (ČOV)? [online]. [cit. 17.4.2023]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/jak-funguje-cisticka-odpadnich-vod/>
- České stavby.cz, 2020. Jak funguje kořenová čistička odpadních vod a na kolik vás přijde [online]. [cit. 19.4.2023]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/jak-funguje-korenova-cisticka-odpadnich-vod-a-na-kolik-nas-prijde-27726.html>
- EKOSYSTEM, 2023. Čištění vod: Biologické a chemické čištění vody a chemická úprava [online]. [cit. 19.4.2023]. Dostupné z: <https://www.ekosystem.cz/cs/cisteni-vody>
- Odpady, 2023. Jakým způsobem nakládat s odpadními oleji? [online]. [cit. 19.4.2023]. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/jakym-zpusobem-nakladat-s-odpadnimi-oleji/>



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

# Obsah

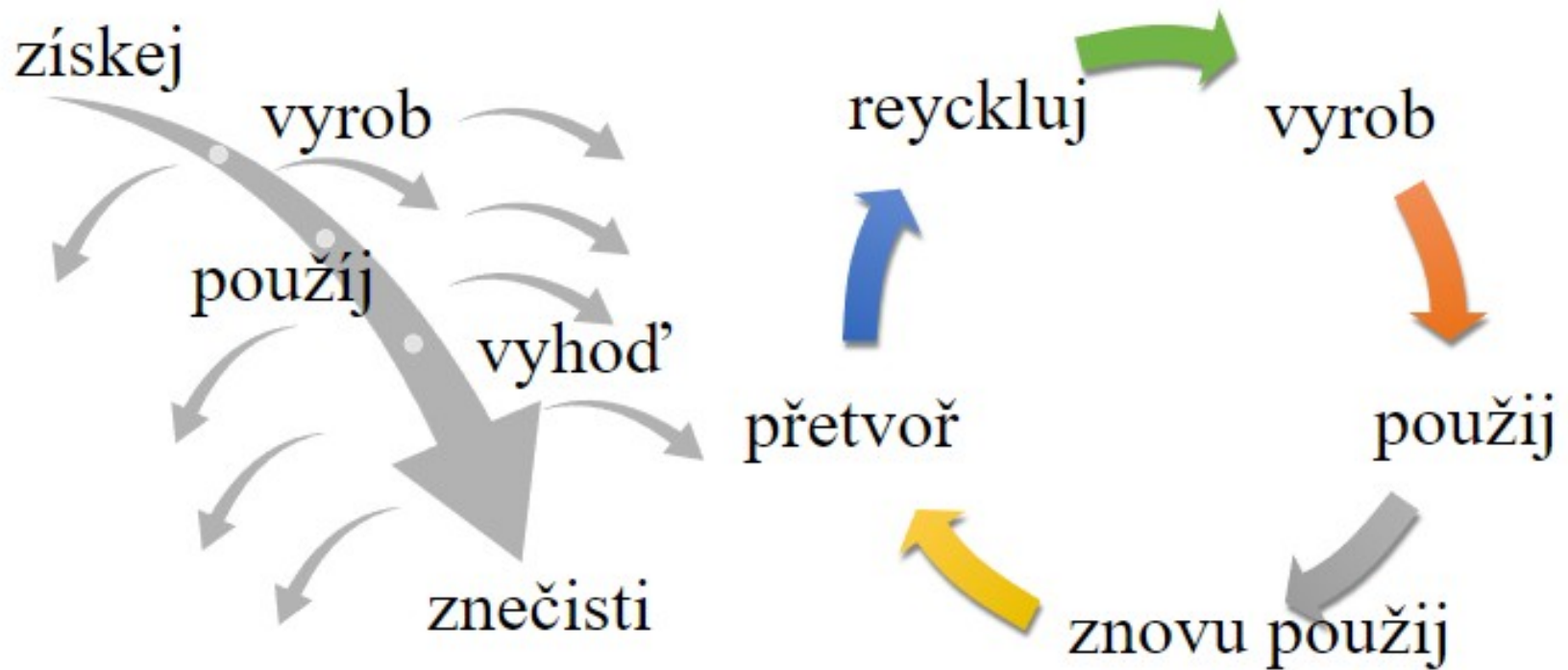
1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
- 7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.**
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.



# Nakládání s odpadem

- v kontextu oběhového hospodářství/cirkulární ekonomiky

## Rozdíl mezi lineární a cirkulární ekonomikou



# Odpady

- neustálý narůst odpadu, především **komunálního – směsného odpadu**
- kombinace s **plastovým odpadem a bioplasty**
- problematické **zneškodňování odpadu**, potřeba dodržovat legislativní rámec
- potřeba najít **vhodné technologie pro globální zpracování všech složek odpadu**

❖ **Odpad:** „každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se zbavit, definuje ji **Zákon č. 541/2020Sb. , o odpadech ...**”

❖ **Odpadové hospodářství (OH)** - činnosti:

předcházení vzniku odpadů

nakládání s odpady

následná péče o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrola



❖ Vyspělé země se začaly odpadovým hospodářstvím intenzivně zabývat v 80. letech minulého století.

❖ *V ČR vznikl 1. zákon o odpadech v 1991*

❖ **Zákon o odpadech (zákon č. 185/2001 Sb.)**, novelizovaný v roce 2020

## Vznik odpadu

- vznik odpadů může být důsledkem neefektivního využívání zdrojů
- může mít nežádoucí dopady pro lidstvo, životní prostředí
- nesprávné nakládání s odpady způsobuje:
  - emise vypouštěné do ovzduší, vody a půdy
  - hluk a jiné obtěžování
  - přispívají k ekologickým problémům a přinášejí ekonomické náklady
- **Odpadové hospodářství: strategie**
  - směřuje k minimalizaci ohrožení ŽP a zahrnuje kombinaci:
    - prevence odpadů
    - materiálové recyklace (popř. chemické, biologické)
    - energetického využití
    - různé varianty odstraňování
  - Pojem předcházení vzniku odpadu definuje rámcová **směrnice EU o odpadech č. 98/2008** (o odpadech a o zrušení některých směrnic)

## ❖ Druhy odpadu

- **komunální odpad:** veškerý odpad vznikající při činnosti fyzických osob (domácností) na území obce
- **tuhý komunální odpad (TKO):** komunální odpad, který si za běžných atmosférických podmínek uchovává svůj tvar
- **zbytkový komunální odpad:** složka komunálního odpadu, která zbývá po vytrídění využitelných a nebezpečných složek a rovněž objemného odpadu
- **domovní odpad:** odpad z domácností a z činností spojených s úklidem obytných objektů, např. běžný odpad z denní spotřeby domácností
- **biologicky rozložitelný odpad:** odpad, který je schopen anaerobního nebo aerobního rozkladu (potraviny, odpad ze zeleně, papír, atd.)

### ➤ Dělení:

- **podle skupenství hmoty:** pevné, kapalné, plynné,
- **podle původu:** odpady z těžby, průmyslu, zemědělství a komunální odpady
- \*specifickým druhem odpadu jsou odpady z výroby, především strojírenské (kovové třísky, zbytky tyčového materiálu atd.)
- **podle legislativy:** nebezpečný odpad (NO)  
ostatní odpad (SO)

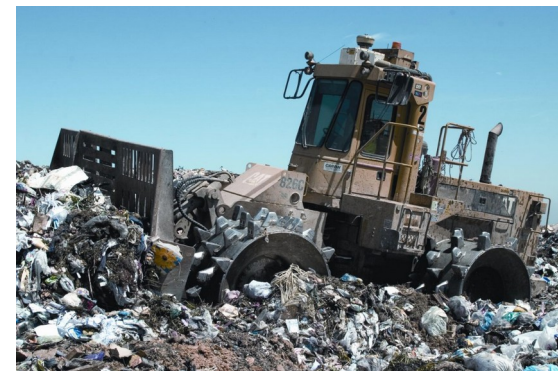
## ❖ Komunální odpad

- „veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání
- **Třídění odpadu** (komunálního): je definováno jako sběr jednotlivých druhů **odpadů** (papír, sklo, plasty, bioodpad...) odděleně od ostatních. Tím se tedy rozumí správně roztríděný komunální **odpad** podle své materiální podstaty, který lze posléze opětovně recyklovat a znovu začlenit do výroby
- **Sběrný dvůr:**
- Sběrný nebo "recyklační" dvůr - místo, kde můžeme odevzdat odpady, které se nevejdou do běžných kontejnerů
- Ve sběrných dvorech jako v zařízeních pro nakládání s odpady je povinností provozovatele vést řádnou evidenci odpadů/výrobků určených ke zpětnému odběru, proto je požadován po občanech průkaz totožnosti (či jiný doklad) a od podnikatelských subjektů jsou požadovány základní identifikační údaje (název a sídlo, IČ). Z důvodu následného nakládání s odpady je nutné odpady odkládat do nádob – kontejnerů dle jednotlivých druhů (bioodpad, objemný odpad, kovy, sklo, apod.) a řídit se pokyny obsluhy sběrného dvoru..“

# Technologie zneškodňování tuhých odpadů

**V praxi jsou využívány tři základní technologie zneškodňování odpadů:**

- kompostováním
- termickými postupy (nejdražší)
- skládkováním (nejlevnější)



- V EU provozuje uvedené typy technologií jedna firma nebo sdružení firem a obcí, obvykle se jedná o neziskové společnosti
- všechny firmy působící v oblasti odpadového hospodářství jsou ze zákona povinny evidovat původce, tedy dodavatele odpadu, množství a kvalitu odpadu předaného k přepracování nebo zneškodnění
- rovněž evidovat způsob naložení s převzatým odpadem

Autor: Jan HabartOriginal uploader was Antonín Slejška at cs.wikipedia – Biom.czTransferred from cs.wikipedia; transferred to Commons by User:Sevela.p using CommonsHelper., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8922663>,

Autor: VitVit – Vlastní dílo, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=113376137>,

Autor: Ropable – Vlastní dílo, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=530271>

## ❖ **Kompostování**

- dle **směrnice EU „o skládkování** je uloženo členskými zeměmi snížit množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů (BRKO) tak, aby podíl této složky činil v roce:
  - r. 2010 max. 75 %
  - r. 2013 50 %
  - r. 2020 35 %

z celkového množství BRKO uložených do skládek v roce 1995, předpokládá se, že přednostně bude tato složka komunálních odpadů zpracována na **průmyslové komposty**“

## ❖ **Směrnice 1999/31/ES o skládkování odpadů**

### **CÍL SMĚRNICE:**

- „směrnice má za cíl předcházet, nebo maximálně omezit negativní dopady skládek na povrchové vody, podzemní vody, půdu, ovzduší a lidské zdraví, tohoto cíle dosahuje zaváděním přísných technických požadavků“

## ❖ Kompostování – biologický rozklad

- ke kompostování je použitelný jen biologicky, přesněji biochemicky rozložitelný odpad, především následující skupiny organických materiálů:
- **tuhé komunální odpady:** jedná se obvykle o zbytky rostlin (ovoce, zeleniny, okopanin, obilnin, travin, dřevin, listů, slupky z brambor, ovoce apod.)
  - **zemědělské odpady** různého původu
  - **odpady z těžby a zpracování dřeva** – větve, kůra a dřevěné odpady (piliny, hobliny, třísky aj.)
  - **stabilizované (vyhnilé) čistírenské kaly**
  - **odpady z potravinářského průmyslu**, např. cukrovarů, škrobáren, mrazíren a lihovarů, atd.





# Průmyslové kompostování

- v kompostovaném materiálu je třeba sledovat obsah složek, které zhoršují, či zcela vylučují kompostování, (např. ropné látky) nebo vnášejí do kompostu cizorodé látky (např. těžké kovy, PCB)
- jejichž obsah musí být v kompostech limitován
- ❖ Na průmyslově vyráběné komposty se vztahuje **ČSN 465735 „Průmyslové komposty“**
- kompost by měl mít tmavě hnědou až černou homogenní hmotu drobné až hrudkovité struktury bez nerozpojitelných částic
- neměl by páchnout – bez přítomnosti nežádoucích látek
- obsah rizikových prvků by měl být v následujících max. koncentracích:

## Sledovaná látka: max. koncentrace (mg/g):

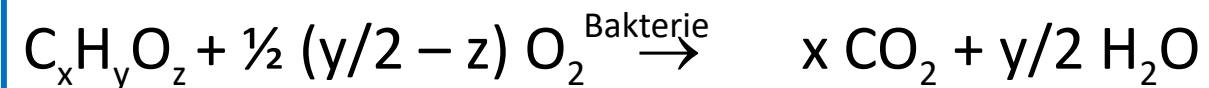
- ✓ Arsen: 50
- ✓ Kadmium: 13
- ✓ Chrom: 1000
- ✓ Měď: 1200
- ✓ Rtuť: 10
- ✓ Molybden: 25
- ✓ Nikl: 200
- ✓ Olovo: 500
- ✓ Zinek: 3000 (mg/g)



## ❖ Technologie kompostování

- **Aerobní kompostování** (oxidační proces) – probíhá za přístupu vzdušného kyslíku, odpad musí být provzdušňován nuceným přívodem vzduchu nebo mechanicky opakovaným převrácením nebo přesýpáním vrstev surového kompostu – převážkou, přehrnováním, překopáním apod.

Během mineralizace se z objemu materiálu uvolňuje oxid **uhličitý a voda**



- **Anaerobní kompostování** (redukční proces) – probíhá bez přístupu vzdušného kyslíku, za anaerobních podmínek probíhá biochemický rozklad části kompostovaných organických látek optimálně při teplotě mezi 35 - 45 °C.

Kyslík a energii získávají mikroorganismy z organických aj. kyslíkatých sloučenin. Část organických látek s nižší molekulovou hmotností se působením mikroorganismů přeměňuje na plynné produkty – **bioplyn** – obsahující hlavně **oxid uhličitý** (obvykle 40 % obj.) a **methan** (zpravidla 60 % obj.). Bioplyn zároveň obsahuje desetiny % obj. amoniaku a sulfanu



# Technologie kompostování

## ❖ Aerobní kompostování

- fáze kompostování: **mesofilní, termofilní a dozrávání**

## ❖ Anaerobní kompostování:

- vznik bioplynu (**oxid uhličitý** - 40 % obj. a **methan** 60 % obj.) \*(podobné jako u ČOV- u anaerobního procesu biologického čištění vod)
- **Kvalita kompostů/kompostáren:** ovlivněno podmínkami kompostování - teplota, vlhkost, přítomnost nebo nepřítomnost kyslíku a mikroorganismů atd.
- **Využití:** EU – aerobní kompostárny, USA: anaerobní kompostárny technologické \*  
(podobný přístup jako u ČOV)

## ❖ Legislativa o kompostování:

- V ČR je komunitní kompostování definováno **novelou zákona o odpadech: Zákon 314/2006 Sb.**, kterým se mění zákon č. **185/2001 Sb., o odpadech**) - za jakých podmínek může být kompostování realizováno, a definuje, jaké odpady lze tímto způsobem kompostovat ve městech a obcích
- **Vyhláška č. 273/2021 Sb.**, o podrobnostech nakládání s odpady § 54 (technologické požadavky na zpracování rostlinných zbytků v komunitní kompostárně.....)

## Fáze aerobního kompostování

- 1. mesofilní** - rozvoj bakteriálních kultur a plísní, probíhá rozklad jednoduchých organických sloučenin typu cukrů, škrobů, bílkovin, teplota substrátu postupně vzrůstá. Je potřebné, aby mesofilní fáze započala co nejdříve, aby neproběhly nežádoucí fermentační procesy bílkovin a lipidů, kdy vznikají páchnoucí látky
- 2. termofilní** – pokračující rozvoj bakteriálních kultur a aktinomycet – hub, nastupuje odbourávání organických látek s vyšší molekulovou hmotností – proteinů, lipidů, celulózy a ligninu. Vznikají tak stabilní organické látky s obsahem humusu – teplota dosahuje hodnot 60 - 70 °C
- 3. dozrávání** – stabilizace vlivem autochtonní mikroflóry – doběh fáze termofilní s postupným poklesem teploty. Pokles teploty kompostu signalizuje zpomalení - ustávání rozkladných procesů. Hmota kompostu je homogenní a nezapáchá

# Kompostování je negativně ovlivněno

- ❖ zbytky plevele (kořeny, oddenky, semeny), které se špatně rozkládají a mohou dále růst
- ❖ hmyzem a jeho larvami
- ❖ fytopatogenními houbami, plísněmi a jimi produkoványými mykotoxiny
- ❖ přítomností hlodavců a jejich výkalů
- ❖ přítomností cizorodých látek (např. popelovin z uhlí, střepů, kovů, zbytků fólií, termoplastů atd.)
- ❖ zvýšeným obsahem sloučenin těžkých kovů, ropných látek nebo jejich derivátů a toxických látek
- ❖ zápachem šířícím se a obtěžujícím okolí pocházejícím z karboxylových kyselin (octové, máselné, valerové) vznikajících v první fázi rozkladu
- ❖ nezájmem potenciálních odběratelů kompostu z titulu jeho kvality a ceny, a vysokých dopravních nákladů

## Podmínky kompostování

- ❖ materiál je před kompostování **drcen, tříděn** (mechanicky, pneumaticky, a elektromagneticky, případně i manuálně) s cílem **odstranění maxima cizorodých látek**, které by zhoršovaly kvalitu nebo omezovaly až vylučovaly použitelnost kompostu
- ❖ během drcení je materiál zároveň promícháním **homogenizován**
- ❖ optimální poměr **C : N v substrátu v substrátu je 30 : 1**
- ❖ je nutná přítomnost i dalších **biogenních prvků a stopových prvků** pro urychlení růstu mikrobiálních kultur a tím i biochemický rozkladů kompostovaného materiálu, zároveň je zajištěna i vyšší kvalita produkovaného kompostu
- ❖ **vlhkost materiálu musí být 50 - 60 % H<sub>2</sub>O**,
- ❖ teplota surového kompostu nesmí klesnout **pod 19 °C**, kdy se zpomalují až zastavují metabolické procesy mikroorganismů, při kompostování teplota postupně vzrůstá až na **60 - 70 °C**,
- ❖ **pH výluhu** surového kompostu je neutrální, v mezofilní fázi klesá na hodnoty **4 – 5** v důsledku **vzniku karboxylových kyselin**, po jejich rozkladu v termofilní fázi pH výluhu stoupá až na **8,5**.

# Technologická zařízení kompostáren

## Aerobní systémy

### ➤ Průmyslové velkokapacitní kompostárny:

- jsou na straně příjmu materiálu vybaveny třídící a drtící linkou
- **surový kompost** - rozdrčený materiál je dávkován do rotačního bubnu, kde zůstává několik desítek hodin, minimálně 48 hodin
- buben se sklonem do 50° o průměru kolem 4 m a délce cca 20 m se otáčí 1 až 2 x za minutu
- kompostovaný materiál se dále **homogenizuje a provzdušňuje**
- v bubnu se „nastartuje“ mezofilní fáze biochemického rozkladu a rozvíjí se

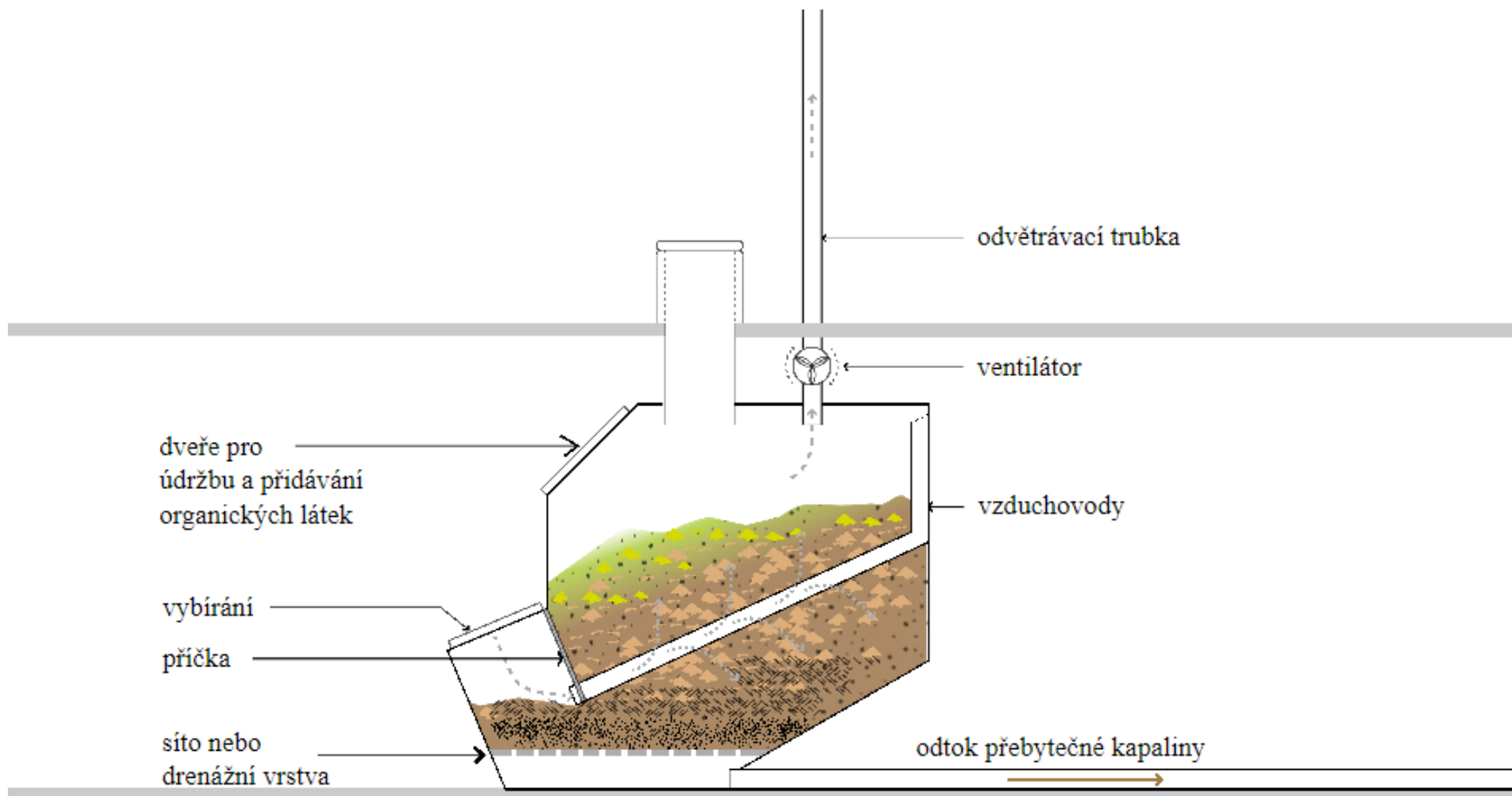
### fáze termofilní

- z rotačního bubnu je čerstvý kompost dopravován pásovými dopravníky na hromady do boxů umístěných v kryté uzavřené nebo polo-uzavřené hale (**zrání kompostu** také může probíhat v těchto bubnech za přístupu vzduchu)

## Anaerobní systémy

- technologické zařízení linek pro anaerobní kompostování je složitější a **dražší**, pokud jsou v zahraničí stavěny, jedná se výhradně o **průmyslové velkokapacitní kompostovací linky**

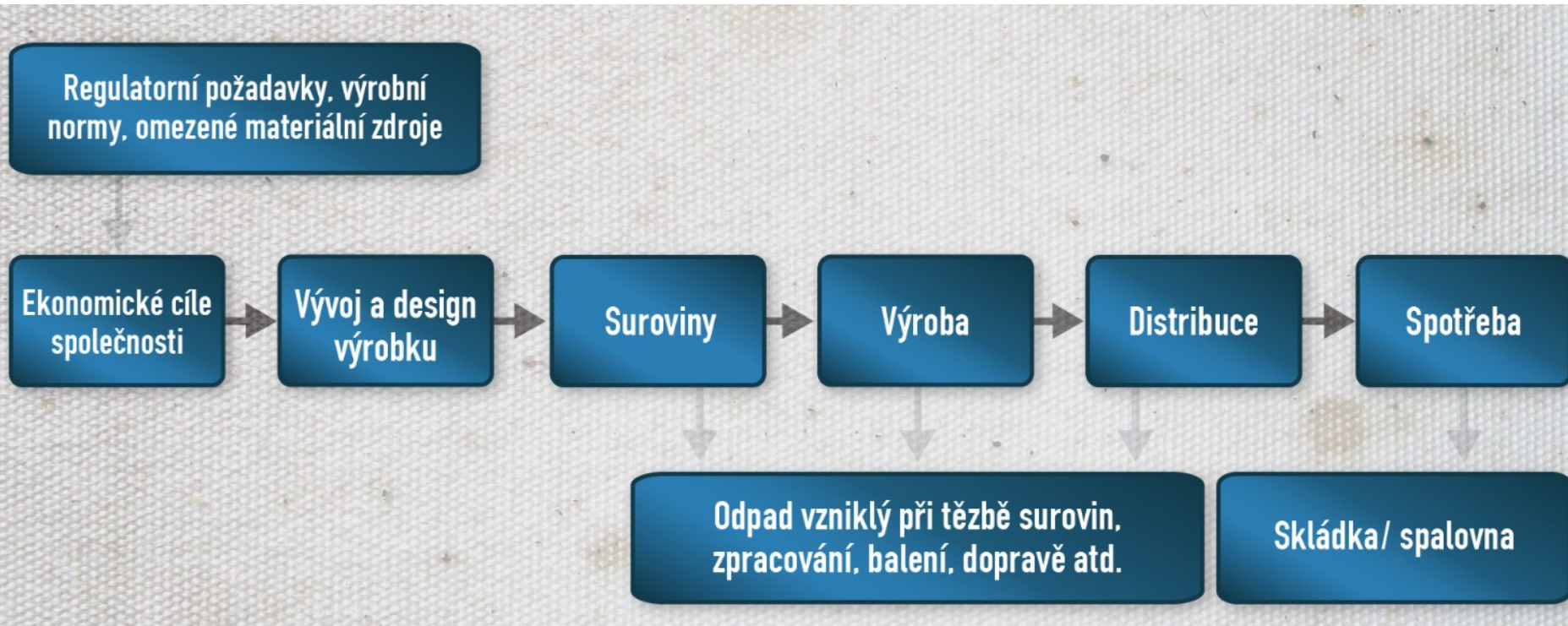
# Schéma kompostovací komory (domácí)



- kompostovací komora je pod sedákem toalety

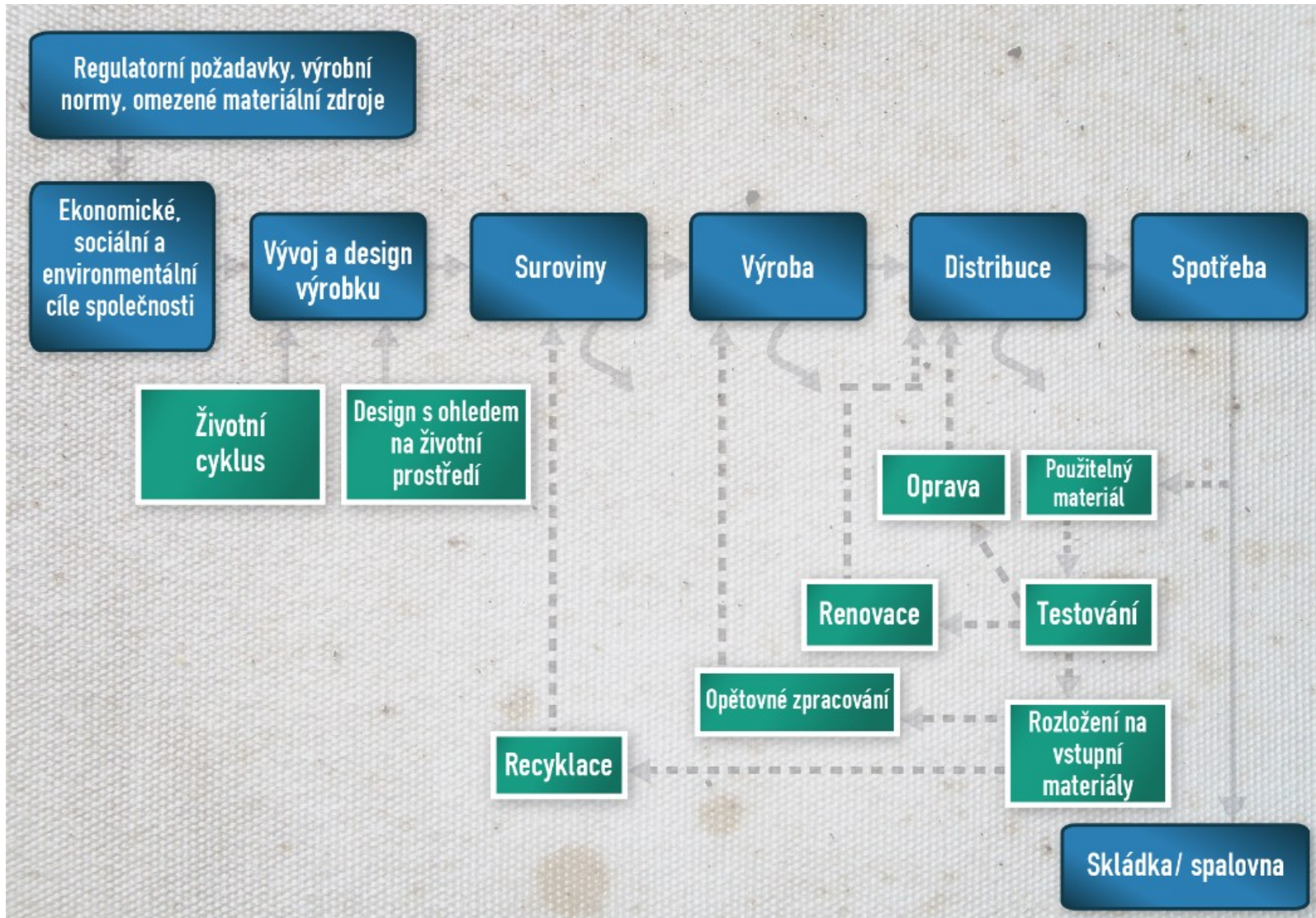


# Produkční řetězec podle konvenčního produkčního schématu



- likvidace odpadu pouze přístupem skládkování nebo spalování

# Zelený produkční řetězec



➤ likvidace odpadu přístupem skládkování nebo spalování, ale i možnosti rozložení/recyklace

## Termické procesy likvidace tuhých odpadů (komunálních)

### ❖ Mezi typické termické procesy řadíme:

- **pyrolýza**: jedná se o termickou degradaci organických materiálů za nepřístupu vzduchu
- **zplyňování** – částečná oxidace materiálu
- **spalování** – úplná oxidace materiálu

### ❖ Reakční podmínky:

- pyrolýza: 250 – 800 °C, 100 kPA, atmosféra: interní nebo dusík
- zplyňování: 500 – 160 °C, 100 – 450 kPA, procesní atmosféra: kyslík, voda
- spalování: 100 – 1450 °C, 100 kPA, procesní atmosféra: vzduch

### ❖ Výchozí produkty z procesu:

- pyrolýza: voda, vodík, uhlovodíky, oxid uhelnatý, dusík, pyrolýzní oleje
- zplyňování: voda, vodík, oxid uhelnatý, oxid uhličitý, dusík, metan, škvára a popel
- spalování: voda, oxid uhličitý, dusík, kyslík, popel, škvára

### ❖ procesy jsou neekologické – tvorba nebezpečných škodlivin, hledání alternativ

# Termické metody zneškodňování odpadů

- spalování
- pyrolýza
- zplyňování

- **termické metody** zneškodňování odpadů zahrnují především jejich spalování, dále pyrolýzu, různé systémy zplyňování nebo zkapalňování odpadů, případně mokrou oxidaci

## Výhody a cíle termických metod

- ❖ „**energetické využití** odpadních materiálů pro přípravu teplé užitkové vodyTUV, vytápění, výrobu elektřiny nebo pro technologické účely
- ❖ **produkce kapalných nebo plyných paliv**
- ❖ **snížení objemu odpadů** přibližně na desetinu původního objemu, úspora skládkového prostoru a prodloužení životnosti skládek
- ❖ **pokles emisí oxidovatelných plynů do atmosféry**
- ❖ nezvýší se absolutní množství CO<sub>2</sub> emitovaného do atmosféry
- ❖ **řízené spalování a vícestupňové čištění spalin** s kontinuálním monitorováním obsahu znečišťujících látek sníží počet a celkové množství škodlivin emitovaných do atmosféry
- ❖ **inertizace zbytkového nespalitelného podílu**
- ❖ **odstranění většiny nebezpečných vlastností odpadů,**
- ❖ **vitřifikace sloučenin těžkých kovů** do škváry formou ve vodě omezeně rozpustných sloučenin“

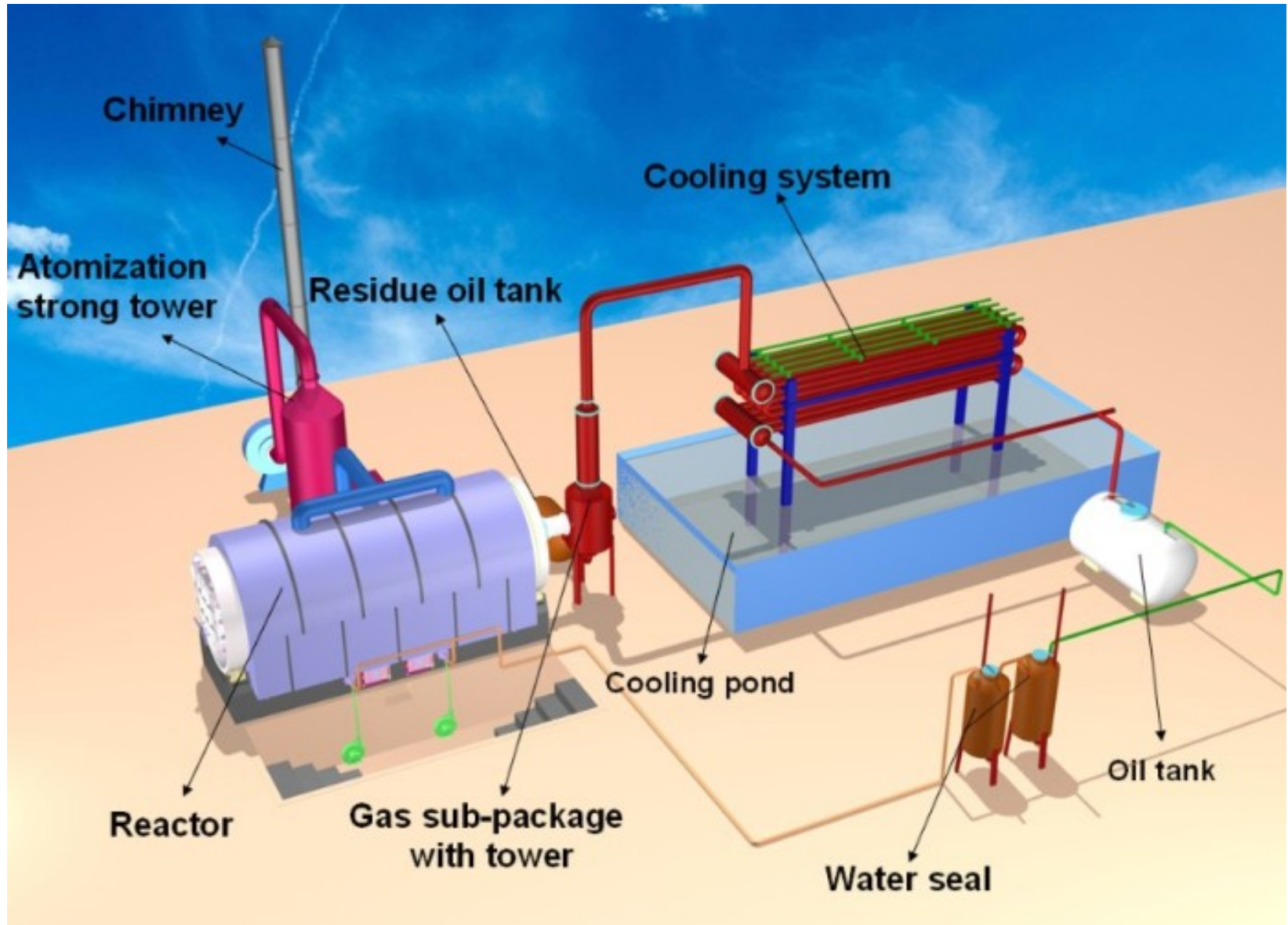
## ❖ Pyrolýza tuhých odpadů

- pyrolýza tuhých odpadů je alternativou spalovacích procesů, je používána především pro termické zneškodnění odpadů s naprostou převahou **organických látek** a s nízkým obsahem popelovin
- představuje **termický rozklad makromolekul organických látek za vzniku směsi jednoduchých převážně alifatických nasycených i nenasycených uhlovodíků a koksu**
- průběh pyrolýzy odpadních materiálů je zásadně ovlivněn **reakční teplotou, výchozím chemickým složením odpadů, obsahem organických látek a vlhkostí**
- **Na základě teplot, při kterých probíhá pyrolýza, jsou rozlišovány pyrolýzní procesy:**
  - nízkoteplotní – při reakční teplotě do 500 °C,
  - středoteplotní – při teplotě 500 – 800 °C,
  - vysokoteplotní – při teplotě nad 800 °C
- **Produkce hořlavého dehtu/ biooleje a uhlí**
  - dehet- hustá olejovitá látka, směs několika set chemických látek, tmavohnědé až černé barvy



dehet

# Pyrolýza – zařízení a jeho jednotlivé části



## ❖ Zplyňování tuhých odpadů

- je proces, který přeměňuje organické materiály na hořlavé plyny
- produkce hořlavého plynu, vodíku, syntetická paliva
- uplatňují se technologie:
  - **zplyňování plazmovým obloukem**
  - **zplyňování plazmou** – produkce syntézních plynů, vodíku a oxid uhelnatého (pro palivové články, výrobu elektřiny pro pohon do plazmového oblouku)
  - jednostupňový proces
  - čištění syntézního plynu představuje vypírku NaOH, elektrostatický odlučovač tuhých částic a filtr s aktivním uhlím
  - anorganické složky se taví při vysoké teplotě až 1650 °C, odchází v dolní části zařízení
  - železné kovy se oddělí
  - inertní frakce lze použít jako stavební materiál
- dosavadní stav techniky:
  - procesy zplyňování a pyrolýza mohou dosáhnout účinnosti tepelné přeměny (palivo na plyn) až 75%
  - prozatím **proces úplného spalování** je lepší z hlediska **účinnosti přeměny paliva**

## ❖ Spalování odpadů

- všeobecně je považováno za **neoddělitelnou součást odpadového hospodářství**
- použití spalování ke zneškodnění odpadů je oprávněné v těch případech, kdy jsou již z **odpadů vytríděny některé důležité komponenty a to:**
  - recyklovatelné materiály
  - biologicky rozložitelné kompostovatelné odpady
  - nebezpečné látky a materiály (např. výbušniny, munice, tlakové nádoby a jiné)
- 📖 jiná metoda vhodná pro odstranění nebezpečných vlastností odpadů a je neúčinná či málo účinná anebo je příliš drahá



spalovna v Malešicích u Prahy



spalovací kotel v Malešicích u Prahy



## ❖ Spalování odpadů

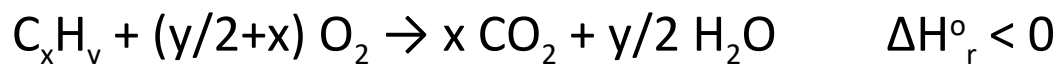
- spalování odpadů představuje **oxidaci spalitelných látek** – uhlovodíků a jejich derivátů
- musí být zajištěn **přebytek vzduchu** (kyslíku) obvykle na úrovni 10 – 30 % vůči stechiometrickému poměru
- při spalování **komunálních odpadů** musí být teplota ve spalovací komoře vždy **vyšší než 850 °C**
- při spalování **průmyslových odpadů** musí být za spalovací komorou instalována tzv. **dohořivací komora**, kde je zajištěno zvýšení teploty spalin nad 1200 °C po dobu min. 2 sec na základě pomocného hořáku na zemní plyn nebo na topný olej

Spalovna komunálních odpadů v Brně -  
SAKO

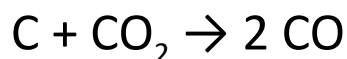
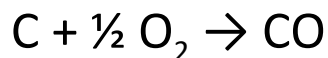


## ❖ Spalování odpadů

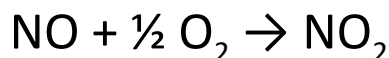
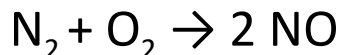
- spalování zajišťuje chemickou přeměnu organických sloučenin převážně exotermními reakcemi přednostně **na vodu a oxid uhličitý**, tj. látky přirozeně se nacházející v životním prostředí:



- při **nedostatku kyslíku** v systému, malém přebytku vzduchu, vzniká přímo **oxid uhelnatý** nebo vzniká v redukční zóně redukcí oxidu uhličitého:



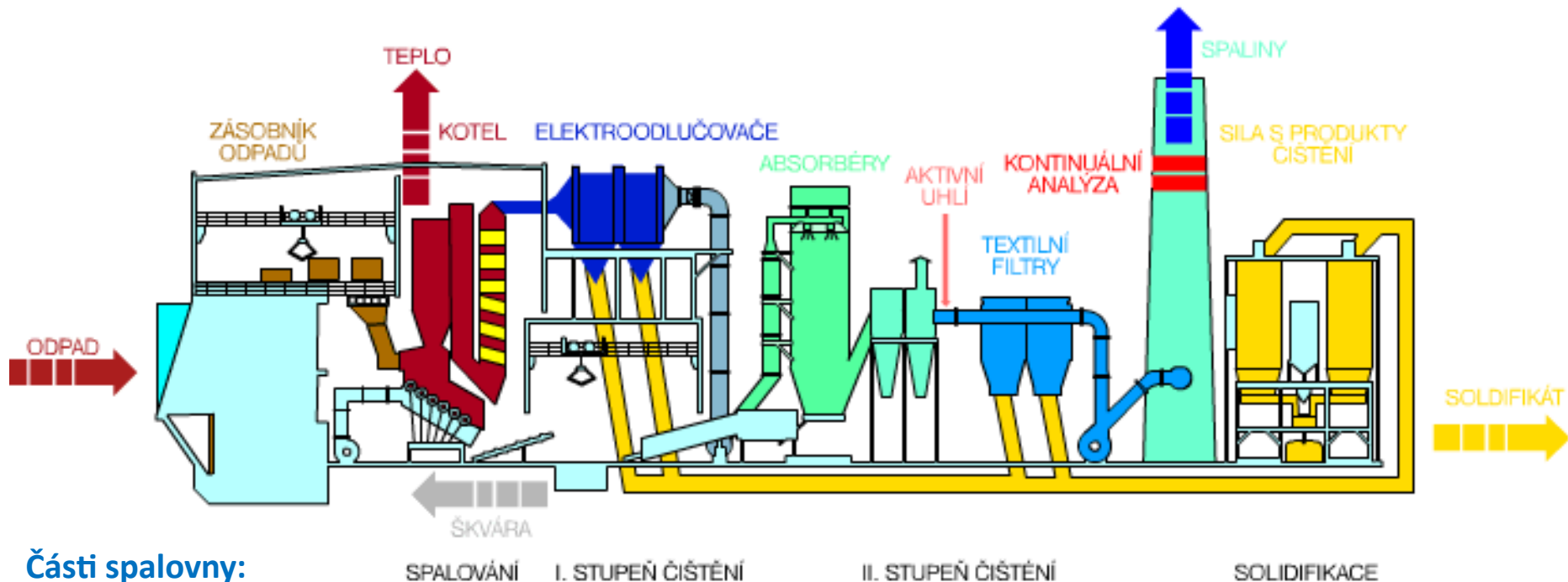
- v průběhu spalování dále vznikají ze sloučenin přítomných ve spalovaných odpadech **oxidy síry a dusíku**
- oxidy dusíku vznikají ve větší míře s teplotou rostoucí nad 1000 °C ve spalovacím prostoru jak z palivového dusíku, tedy dusíku obsaženého v palivu, a dusíku ze vzduchu použitého v přebytku pro spalování:



## ❖ Spalování odpadů

- pokud má spalování odpadů probíhat **bez potřeby pomocného paliva** (zemní plyn, lehký nebo těžký topný olej), **musí spalovaný materiál obsahovat:**
  - pod 50 % vody (vlhkosti)
  - pod 40 % popelovin a nespalitelných látek v sušině spalovaného materiálu
  - nad 25 % prchavé hořlaviny
- spalovna odpadu představují **technickou jednotka se zařízením** určeným ke spalování odpadu
- **odpad:** převážně zde dochází ke spalování komunálního odpadu, který nelze kompostovat/rozložit a ani recyklovat či skládkovat
- **zařízení:** s využitím nebo bez využití vzniklého tepla, přímým oxidačním spalováním
- jedná se i o zařízení určené pro jiné způsoby tepelného zpracování odpadu (pyrolýza; zplyňování; plazmové procesy, pokud jsou vzniklé látky následně spáleny)
- **spoluspalovací zařízení:** je zařízení pro **využití energie nebo výrobu hmotných výrobků** a které používá odpad způsobem obdobným jako základní nebo přídatné palivo

# Schéma spalovny – Brno, SAKO



## Části spalovny:

- spalovací linky
- zařízení pro příjem odpadu, skladování a předzpracování odpadu přímo na místě
- systém přívodu odpadu, paliva a vzduchu
- kotle (více)
- zařízení pro čištění odpadních plynů
- komíny
- místní zařízení pro skladování tuhých zbytků a vod
- zařízení a systémy pro řízení a ovládání spalovacího procesu a pro jeho monitorovací

# Spalování odpadu – spalovna: Brno, SAKO

## ❖ Procesy čištění spalovny

„I. stupeň čištění - odloučení pevného úletu ze spalin na elektrostatických odlučovačích, **redukce oxidů dusíku** pomocí redukčních roztoků

II. stupeň čištění - **polosuchá vápenná metoda čištění spalin**, odstranění těžkých kovů, dioxinů a jiných POPs typu PCDD/F, PCB a PAU

**Kontinuální analýza** - vyčištěné spaliny jsou před vstupem do komína kontrolovány

**Solidifikace** - odpadní produkt z II. stupně čištění obsahuje množství solí a těžkých kovů, které by mohly být vyluhovány kyselým deštěm, proto se upravuje **solidifikací (stabilizace produktu)**“

- spalováním se redukuje původní hmotnost odpadu na 25 % a objem na 10 %, likvidují se choroboplodné zárodky v odpadu
- **vzniká,,: škvára, solidifikát, železo, teplo - výhřevnost**

## ❖ Spalování odpadů

- spalování **tuhých odpadů** je technicko - technologicky nejsložitější proces
- tuhé kusovité a velkoobjemové odpady musí být před spalováním **rozdrčeny** pomocí **nožových nebo trnových drtičů**, pro zajištění rychlejšího průběh procesu - všech fází spalování
- proto je doba zdržení spalovaného materiálu ve spalovací komoře i 2 – 3 hodiny
- Samotné spalování tuhých odpadů se uskutečňuje prostřednictvím **spalovacích komor**:
  - roštové (rošty přesuvné)
  - rotační
  - fluidní
- **tuhé zbytky po spalování: škvára a popílek** jsou odváděny ze spalovacích komor a dohořivacích komor spodní částí zařízení přes vodní uzávěry, kde se **ochlazují**
- popeloviny se též mohou **tavit** v topeništi, následně odtékají v podobě **taveniny** do vodních uzávěrů – tzv. **vitrifikace tuhých odpadů** s minimálním rizikem vyluhovatelnosti sloučenin těžkých kovů atd.

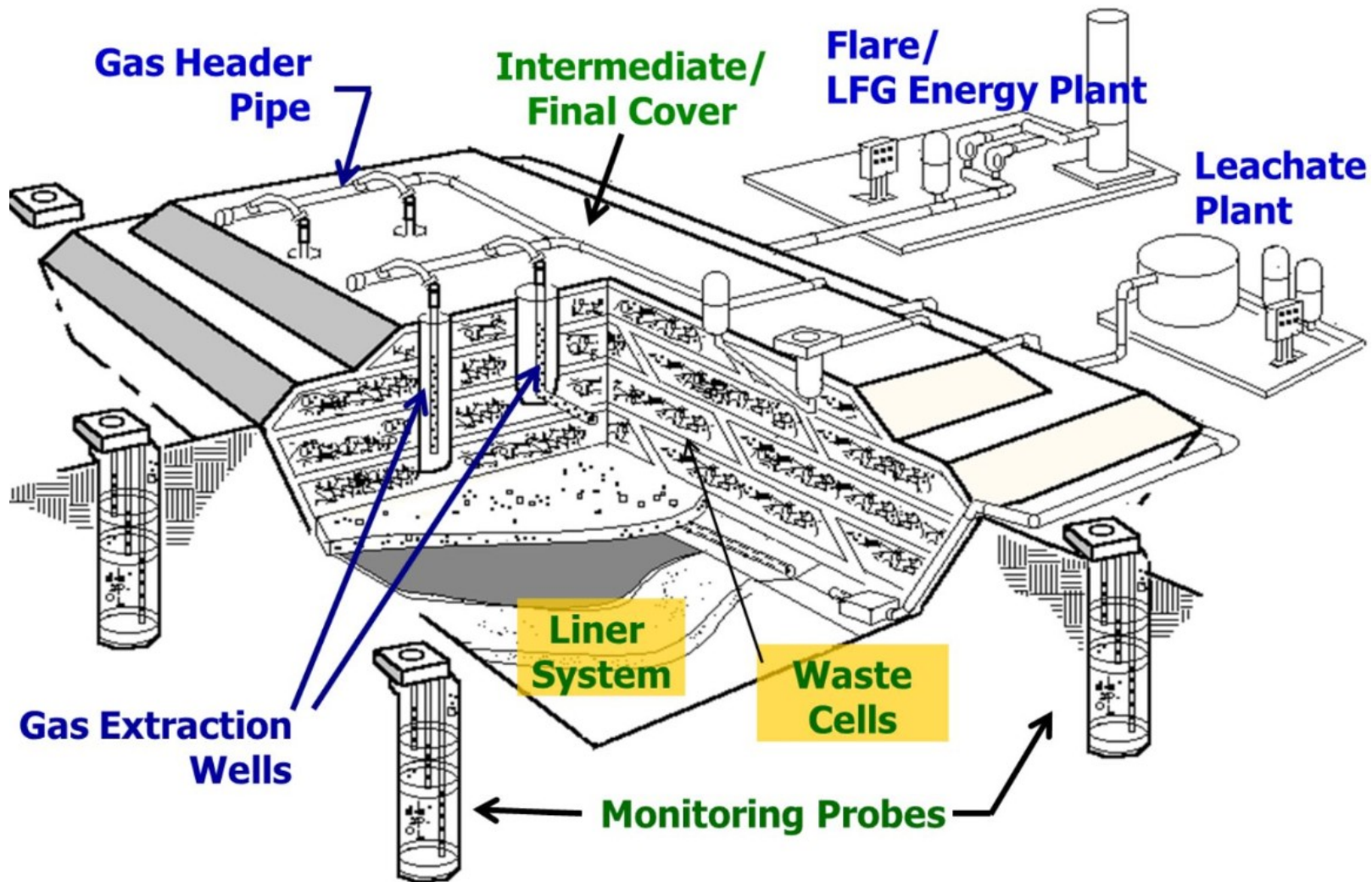
## ❖ Skládování

- nejstarší, nejjednodušší, nejlacinější a nejrozšířenější forma likvidace odpadu
- nejméně ohrožuje životní prostředí
- chrání půdu a celý ekosystém, pokud je skládování správně provedeno a monitorováno
- celkově se zhruba více než 90% tuhých odpadu se skládkuje, přičemž v dalším období by se jeho množství mělo podstatně snížit díky novým technologiím nakládání s odpadem

### **Skládky odpadů – důležité podmínky a předpoklady :**

- nalezení vhodného místa (vzdalování od měst), např. lomy, neobhospodařované volné plochy, vhodné geologické podmínky
- minimalizace vlivu na životní prostředí: nalezení vhodných hydrogeologické podmínek
- vhodná úprava dna a stěn skládek – musí být nepropustné
- zajištění drenáží: vliv na vodní a plynové hospodářství
- důležitost rozhrnování a zhušťování odpadu
- překrytí zeminou pro zabránění vznícení a úletu lehkých částic
- v neposlední řadě důležitost: estetického vzhledu krajiny

# Sběr plynu na skládce



- během rozkládání odpadu na řízené skládce lze odebírat bioplyn pro energetické účely



## Dělení skládek ve vztahu k úrovni terénu

- **Podúrovňové** - příkré svahy  
nutnost odčerpávat veškerou průsakovou vodu
- **Nadúrovňové** - bezpečný provoz, jednoduchá dlouhodobá kontrola a monitoring procesů  
gravitační odtok průsakových vod  
protihluková zábrana
- **Svahové** - zřizují se v bývalých lomech, nebo pískovnách a jílovištích  
po uzavření a rekultivaci vylepšují vzhled krajiny
- **Zákopové** - odpad se rozhrnuje a zasypává se zeminou získanou z hloubení  
vyhloubené jámy
- **Podzemní** - nachází se v dostupné hloubce a vhodném podloží
- **Kombinované** – kombinace nadzemních a svahových skládek  
nebo jiných variant
- Mimo řízených a monitorovaných či neřízených skládek, existují **černé skládky**, kam je nelegálně odpad ukládán

# Skládky a legislativa

- Základní pravidla pro nakládání s odpady: **zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech** a jeho prováděcími právními předpisy
- **Vyhláška č. 273/2021 Sb.** Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady – **novelizace: Vyhláška č. 383/2001 Sb.** Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podrobnostech nakládání s odpady



skládka komunálního odpadu u Jihlavy  
(v obci Výskytná)



Zmenšování velikosti skládky pomocí stroje

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Definujte odpad a komunální odpad a jeho základní rozdělení
- Jaké jsou činnosti a strategie/cíle oběhového hospodářství
- Jak předcházet vzniku odpadu
- Jaké existují technologie pro likvidaci především komunálního odpadu
- Co vše lze kompostovat, které faktory kompostování mohou ovlivnit
- Co je to průmyslové kompostování
- Jaký je rozdíl mezi aerobním a anaerobním kompostováním
- Jaké existují techniky termické likvidace tuhých odpadů
- Jaké jsou výhody a nevýhody uvedených technik
- Co má společné pyrolýza a zplyňování, jaké produkty vznikají
- Popište princip spalování tuhých odpadů, důležité podmínky procesu
- Které odpady je vhodné skládkovat a proč
- Jaké existují druhy skládek, znáte nějakou v okolí
- Které odpady jsou vhodné pro kompostování, které pro spalování a skládkování
- Jakou strategii likvidace tuhých odpadů byste doporučil vzhledem k ŽP v kontextu cirkulární ekonomiky
- Jaké znáte další alternativní řešení nakládání s komunálním odpadem
- Uveďte nejdůležitější zákony (vyhlášky) pro nakládání s tuhým odpadem

## Doporučená odkazy:

- Kizling J. 2014. Odpady: sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa. 3. upr. a rozš. vyd., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 483. ISBN 978-80-7204-884-7
- Kuraš, M. 2014. Odpady a jejich zpracování. Vyd. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, s. 343. ISBN 978-80-86832-80-7
- Malčková, H. 2014. Průvodce odpadovým hospodářstvím: praktická příručka. Praha: Linde Praha, s 255. ISBN 978-80-7201-905-2

## Použitá literatura:

- McDonough, W., Braungart, M. 2022. Cradle to Cradle: Remaking the way we make things. 1. vyd. New York: North Point Press, s 193. ISBN 978-0-86547-587-8 S. 4. Dostupné online
- Straka, F. 1991. Metody likvidace a energetického využití odpadů. C.A. Publishing, Sdružení Koneko, Vuste Apis, Praha, s.237
- ČSN 06 3090. 1997. Zařízení pro termické zneškodňování odpadů. Český normalizační institut, Praha. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-06-3090-063090-165456.html>
- Ekokom. 2023. Ekonomika odpadového hospodářství v roce 2020 [online].[cit. 17.2.2023]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/ekonomika-odpadoveho-hospodarstvi-v-roce-2020/>
- Zákony pro lidi. 2020. Zákon č.185/2001 Sb. [online].[cit. 17.2.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>
- Wikipedie, 2022. Zákon o odpadech [online].[cit. 17.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1kon\\_o\\_odpadech](https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1kon_o_odpadech)
- Wikipedie, 2023. Odpad [online].[cit. 19.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Odpad>
- Wikipedie, 2023. Cirkulární ekonomika [online].[cit. 19.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Cirkul%C3%A1rn%C3%AD\\_ekonomika](https://cs.wikipedia.org/wiki/Cirkul%C3%A1rn%C3%AD_ekonomika)
- Wikipedie, 2022. Domácí kompostování [online].[cit. 19.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%A1c%C3%AD\\_kompostov%C3%A1n%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%A1c%C3%AD_kompostov%C3%A1n%C3%AD)
- Wikipedie, 2022. Kompost <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kompost>
- EUR-Lex, 2020. Skládky odpadů [online].[cit. 19.2.2023]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/CS/legal-content/summary/landfill-of-waste.html>
- Wast en, kolektiv autorů, 2018. Energie z odpadů. Výzva pro 21. století II [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: <https://wasten.cz/wp-content/uploads/2021/08>
- Enwiki, 2019. Spalovna odpadů [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: [Spalovna odpadů – Enviwiki](#)
- Wikipedie, 2023. Energie odpadu [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Energie\\_z\\_odpadu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Energie_z_odpadu)
- Wikipedie, 2022. Zplyňování [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Zply%C5%88ov%C3%A1n%C3%AD>
- Wikipedie, 2020. Skládka [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Skl%C3%A1dka>
- Zákony pro lidi, 2020. Zákon č. 541/2020 Sb. [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-54>



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
- 8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.**
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Plynné polutanty

## Anorganické

- SO<sub>x</sub>
- CO, CO<sub>2</sub>
- NO<sub>x</sub>
- O<sub>3</sub>
- těžké kovy



## Organické

- těkavé organické látky\*
- PAH
- PCB

\*těkavost souvisí se schopností látky přecházet z kapalného do plynného skupenství

➤ **tenze par** (tzn. koncentraci molekul v plynném skupenství nad povrchem kapaliny)

**Příklad:** slunečnicový olej má při pokojové teplotě tenzi par pod 100 Pa, což je 25x méně než voda

- motorová nafta méně než 100 Pa (podobně jako slunečnicový olej),
- technický benzín 17 200 Pa (menší molekuly),
- voda 2 300 Pa (velmi malé molekuly, ale velká polarita).

# Polutanty

- **polutant** - plynná, tekutá či pevná chemická látka, která má v určitých koncentracích a délce působení škodlivý vliv na živé organismy
- mohou být **antropogenního** nebo **přírodního původu** a znečišťují všechny složky životního prostředí (vodu, půdu, ovzduší)
  - **antropogenní původ**: např. průmyslově vyráběné chemikálie, spalování benzínu v motorech, spalování uhlí, dřeva v kotlích...
  - **přírodní zdroj**: produkce CH<sub>4</sub> skotu, vulkanická/sopečná činnost (F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, ...)
- **jakákoliv lidská aktivita** je potenciálním zdrojem znečištění životního prostředí

## Rozdělení polutantů z hlediska vzniku:

- **primární polutanty** – polutanty vypouštěné (z různých zdrojů) přímo do životního prostředí.
- **sekundární polutanty** – vznikají v životním prostředí účinkem fyzikálních dějů nebo chemickými reakcemi z primárních polutantů.



# Znečištění ovzduší v praxi



Diesellové motory – velký zdroj znečištění PM



Písečná bouře v Texasu – přírodní znečištění ovzduší



Výbuch sopky Mount. St. Helens, uvolnilo se velké množství škodlivin: S, Cl, sopečný popel

Autor: Zakysant, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=428277>

Autor: Austin Post – Huge tif converted to jpeg and caption from USGS Mount St. Helens, Washington May 18, 1980 Eruption Images, Volné dílo,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3157557>

Autor: NOAA George E. Marsh Album, theb1365, Historic C&G Collection – <http://www.photolib.noaa.gov/htmls/theb1365.htm> (direct link), Volné dílo,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=460937>

# Polutanty v ovzduší

- **Emise:** znečišťující látky unikající přímo **ze zdroje znečištění**

## Dělení : podle skupenství:

- **na tuhé** - prach, popílek, saze, kapalné a plynné (sloučeniny S, C, N, Cl, Fl...)
- **kapalné** - aerosoly škodlivých látek, (oxidů síry, oxidů dusíku, amoniak a další anorg. nebo org. sloučeniny.

**Faktory ovlivňující vznik kyselých dešťů** - oxidy síry a oxidy dusíku, které v kontaktu s vodní parou tvoří zředěné, silné kyseliny, snižují pH dešťové vody

- kyselá deště působí na rostlinu při dopadu na **nadzemní části**

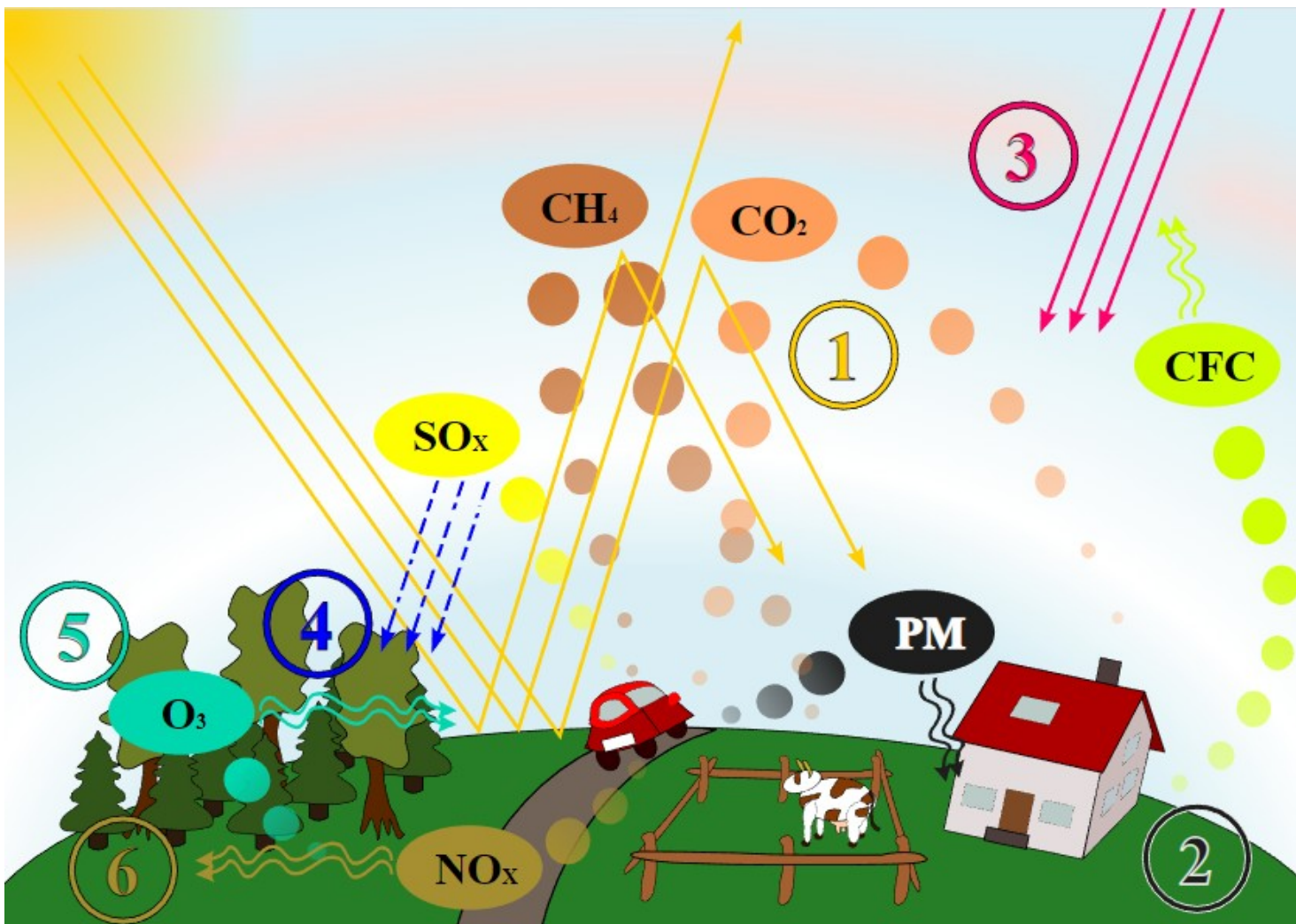
- **Imise:** vznikají chemickou přeměnou emisí, které již pronikly do prostředí (do půdy, vody nebo do rostlin

- některé látky získávají nové vlastnosti a může být zvýšena i jejich původní toxicita

## Dělení : podle skupenství:

- **plynné** - sloučeniny síry, dusíku, halogenových prvků, oxidů uhlíku a některých dalších
- **tuhé imise** - prach a aerosoly anorg. i org. původu, dopadají na zem a pronikají do půdy, pokrývají listy, snižují propustnost pro světlo, ucpávají průduchy, po ovlhčení působí agresivně

# Látky a děje, které znečištění ovzduší způsobují

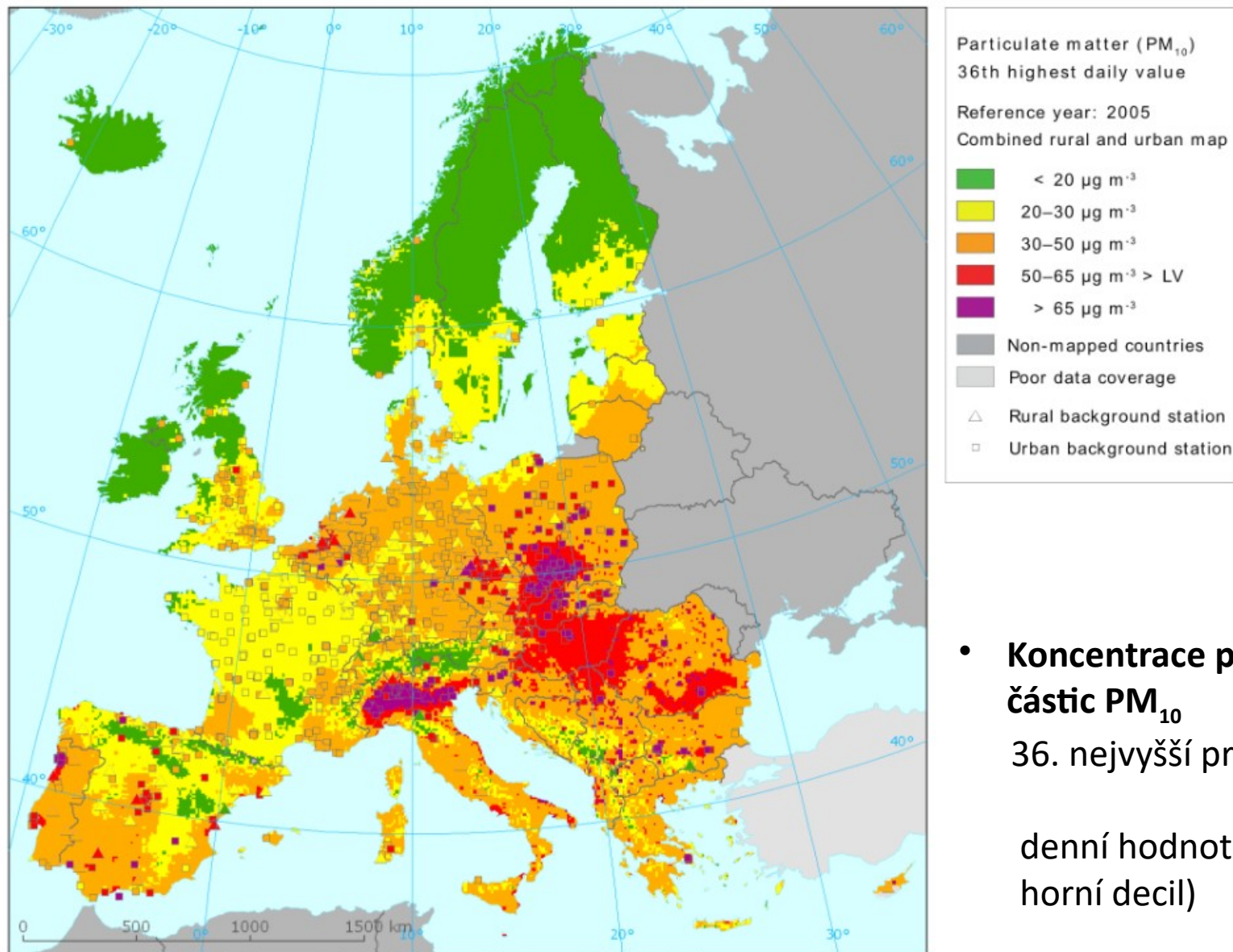


1. skleníkový efekt, 2. znečištění pevnými částicemi, 3. zvýšené UV záření, 4. kyselá dešť, 5. zvýšené množství přízemního ozonu, 6. znečištění způsobené oxidy dusíku

## Znečišťující látky – příčiny / následky

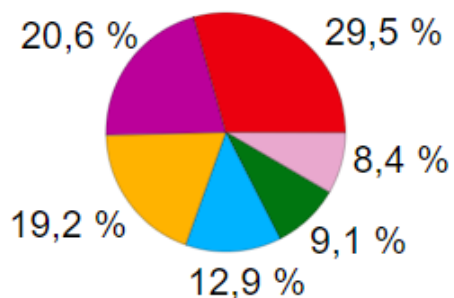
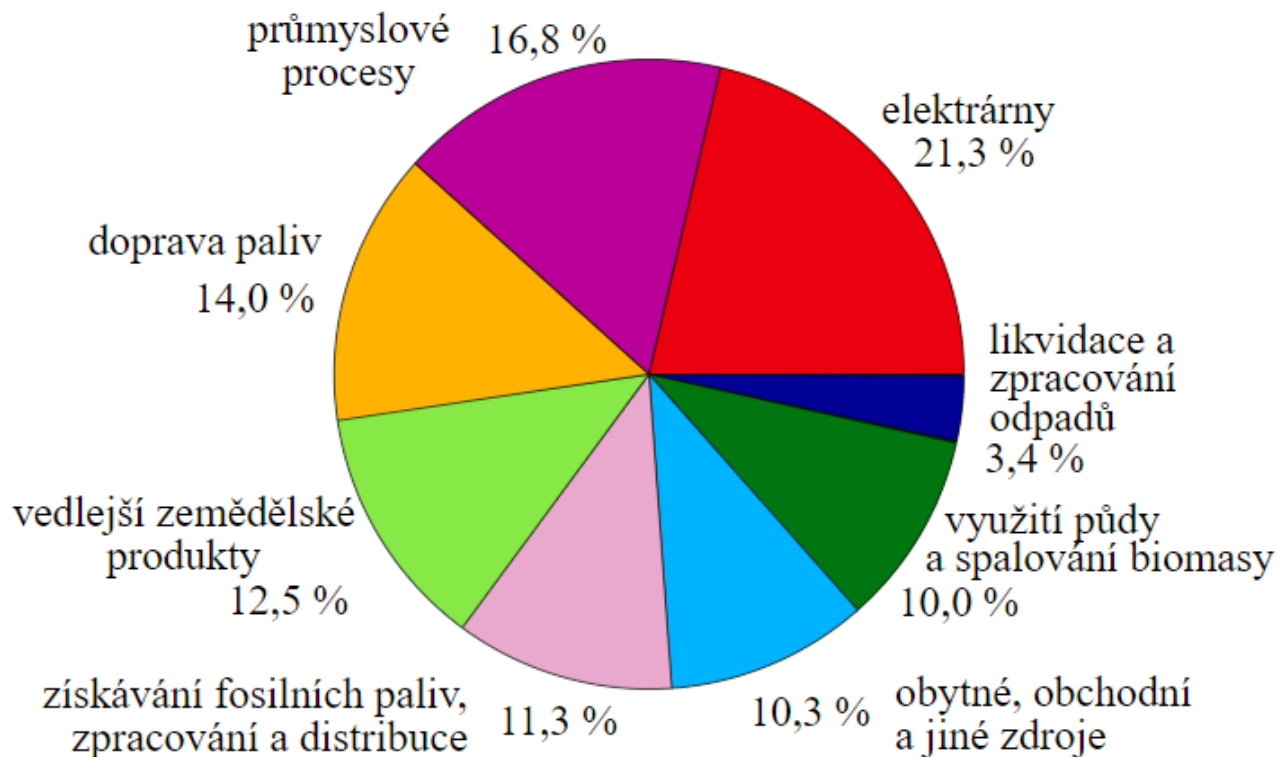
- **oxid uhličitý** - vypouštěny z výfukových plynů a výroby energie
- **metan** - vypouštěný dobyt看em (skot)
- **oxidy síry** - vypouštěny z odpadních plynů a z průmyslu
- **chlór/fluorované uhlovodíky (CFC)** - vypouštěny z chladicích médií a pohonných hmot
- **oxidy dusíku** - vypouštěny z výfukových plynů a průmyslu
- **ozon** - vypouštěn ze vzdušného kyslíku, katalyzovaný přítomností oxidů dusíku
- **saze a pevné částice (PM)** – vypouštěny z výfukových plynů a průmyslu
- **skleníkový efekt** - je způsobený zadržením tepelného a světelného záření odraženého od zemského povrchu
- **znečištění pevnými částicemi** - ovlivňuje dýchací systémy
- **zvýšené UV-záření** - způsobené úbytkem ozonové vrstvy
- **kyselá dešť** - způsobující kyselost půdy a umírání lesů, flóry
- **zvýšené množství přízemního ozonu** - ovlivňuje dýchací systém
- **znečištění způsobené oxidy dusíku** - ovlivňuje dýchací systém

# Koncentrace částic o velikosti PM<sub>10</sub> v Evropě (rok 2005)

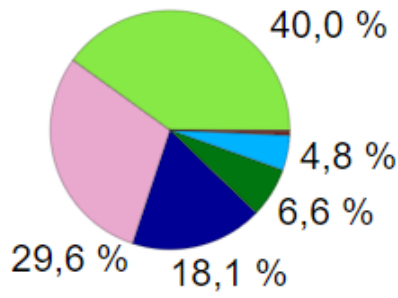


- **Koncentrace pevných částic PM<sub>10</sub>**  
36. nejvyšší průměrná denní hodnota (tzv. horní decil)

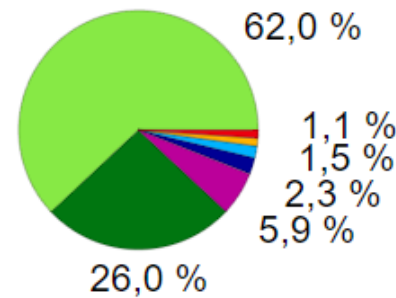
# Emise skleníkových plynů dle průmyslu, níže pro 3 nebezpečné látky (2000)



**oxid uhličitý**  
(72 % z celkových)

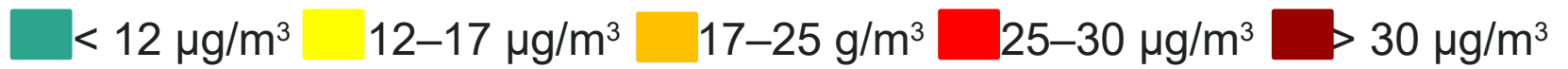
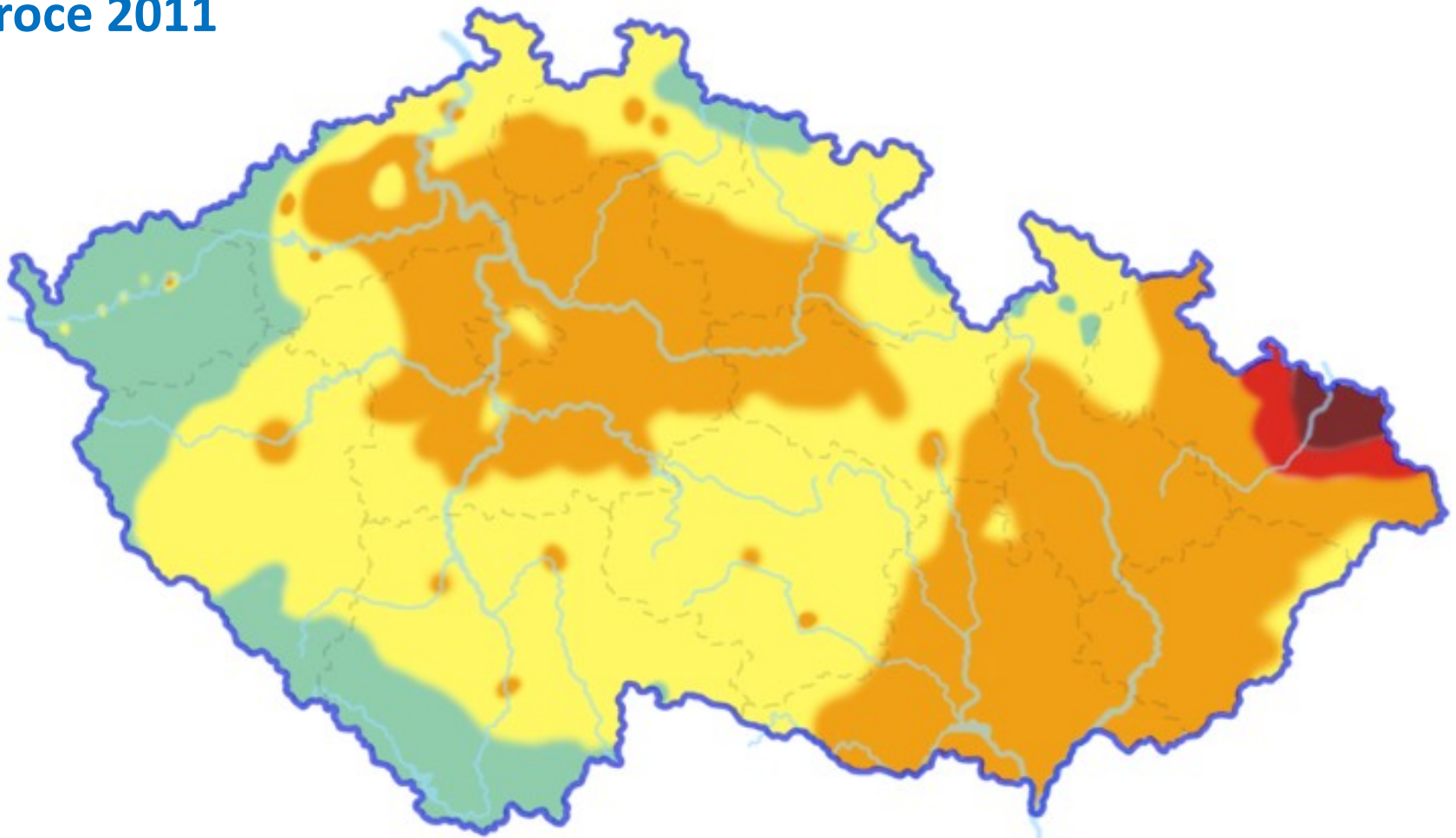


**metan**  
(18 % z celkových)



**oxid dusný**  
(9 % z celkových)

# Průměrná roční koncentrace pevných částic PM<sub>2,5</sub> v Česku v roce 2011



## Rok 2018 - bilance

### ❖ Klimatický systém roku 2018:

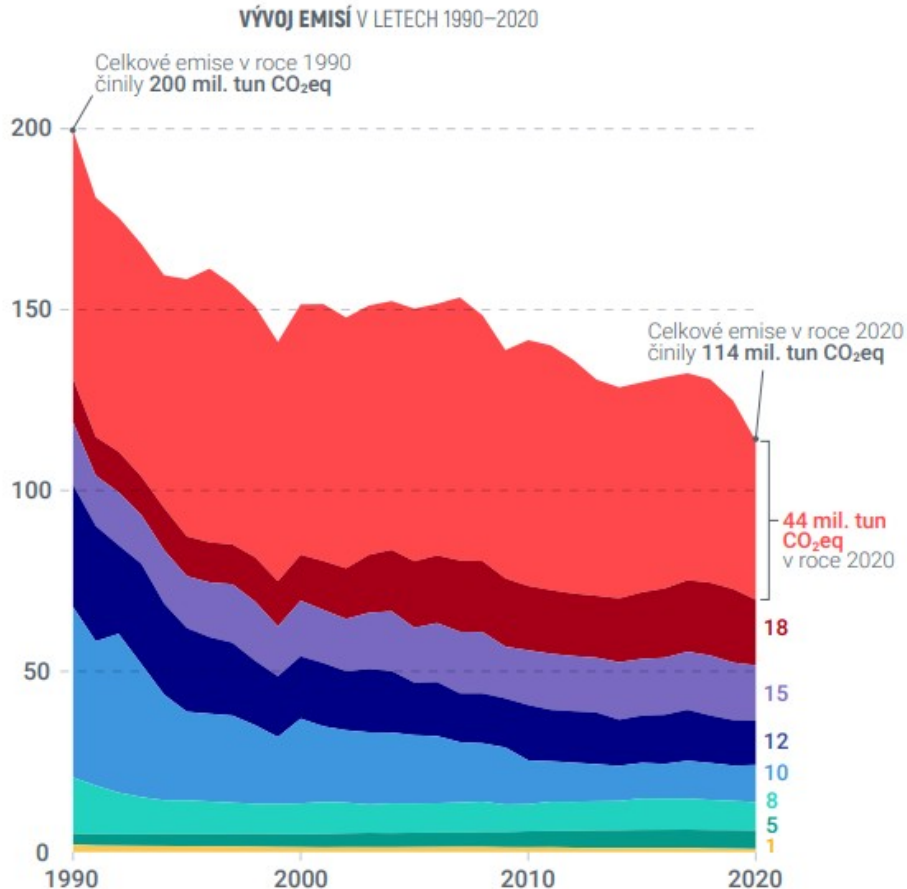
- na území ČR byl rok 2018 **teplotně mimořádně nadnormální**, průměrná roční teplota vzduchu 9,6 °C byla o 1,7 °C vyšší než normál z 1981–2010
- letní období (červen–srpen), bylo společně s létem roku 2003 **nejteplejší od roku 1961**; vyskytlo se až 71 letních dní (nejvíce v historii) a 19 tropických dní, **srážkově byl rok 2018 podnormální**, roční úhrn srážek jen 522 mm - druhý nejnižší od roku 1961
- **léto 2018 zasáhlo výrazné sucho**, na jeho konci poklesla vláhová bilance srážek v nejsušších oblastech ČR pod - 350 mm, sucho roku 2018 bylo výjimečné až extrémní **hodnoty zásob vody v půdě na konci srpna poklesly na většině území ČR s výjimkou horských poloh pod kritickou hodnotu 10 % využitelné vodní kapacity**
- **emise skleníkových plynů v ČR: 1990–2017 poklesly o 35,1 %** a o 0,9 % v meziročním srovnání
- **meziročně poklesly emise z energetiky a průmyslu**
- **rostoucí trend měly emise z odpadů** (o 46,6 % od roku 2000), zejména emise ze skládkování odpadu
- došlo k **nárůstu emise skleníkových plynů z dopravy**, od roku 2000 vzrostly o **53,8 %**



# EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ V ČR V LETECH 1990–2020

Emise **nejvíce klesaly v 90. letech** díky opouštění těžkého průmyslu.

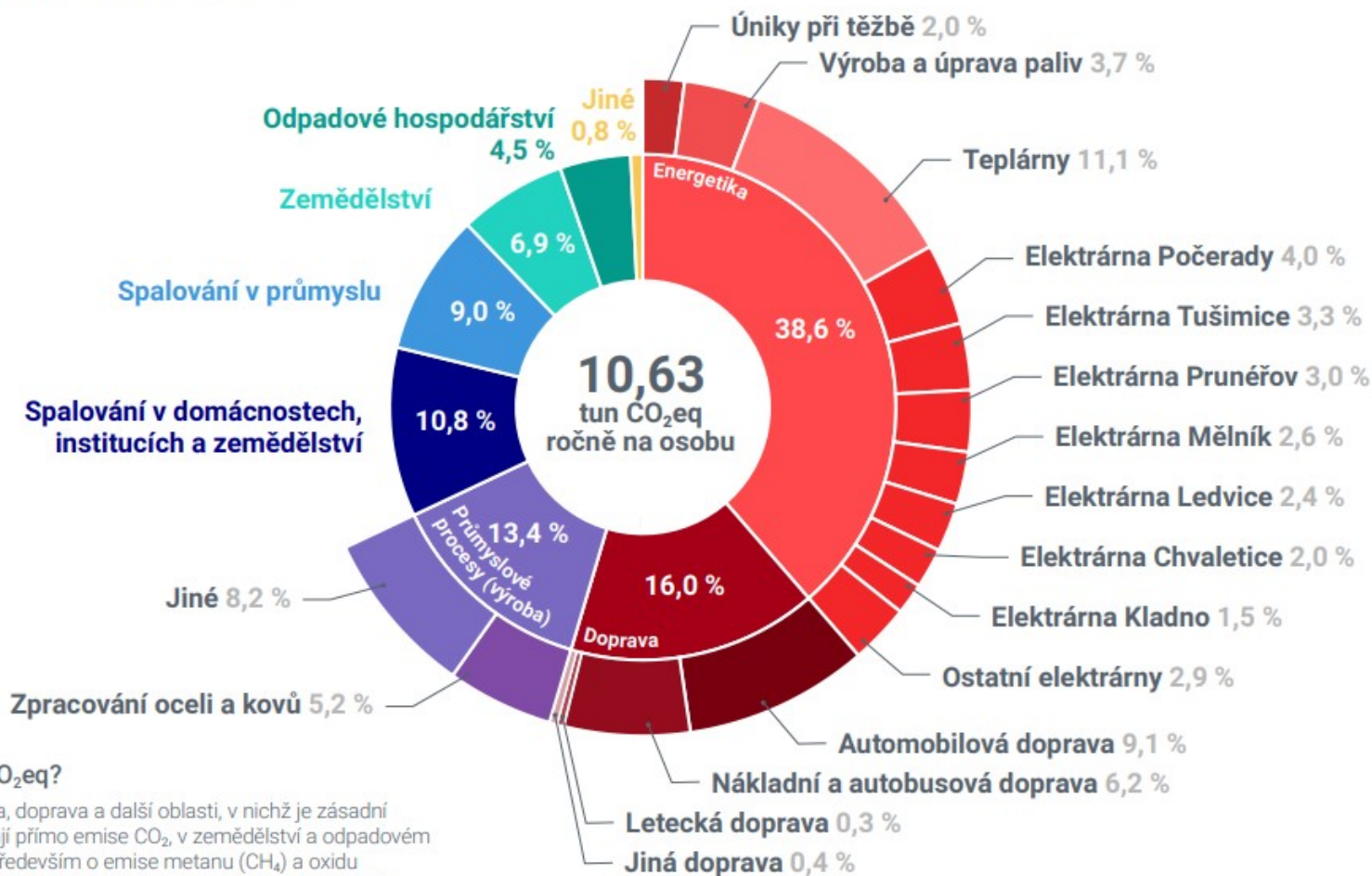
■ Energetika ■ Doprava ■ Průmyslové procesy ■ Spalování v domácnostech, institucích a zemědělství ■ Spalování v průmyslu a stavebnictví ■ Zemědělství ■ Odpadové hospodářství ■ Jiné



Emise skleníkových plynů (v tunách CO<sub>2</sub> ekvivalentu) v ČR v jednotlivých sektorech lidské činnosti, od roku 1990 ( emise: 200 mil. tun CO<sub>2</sub>eq), v roce 2018 klesly o více než třetinu na 129 mil. tun CO<sub>2</sub>eq

# EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ V ČR PODLE SEKTORŮ DETAILNĚ

Celkové emise ČR za rok 2020



## Co znamená CO<sub>2</sub>eq?

Zatímco energetika, doprava a další oblasti, v nichž je zásadní spalování, produkují přímo emise CO<sub>2</sub>, v zemědělství a odpadovém hospodářství jde především o emise metanu (CH<sub>4</sub>) a oxidu dusného (N<sub>2</sub>O). Ty se přepočítávají na množství oxidu uhličitého, které by mělo stejný oteplovací efekt (ekvivalent CO<sub>2</sub>).

VERZE 2023-03-28 LICENCE CC BY 4.0  
více info na [faktaoklimatu.cz/emise-cr-detail](https://faktaoklimatu.cz/emise-cr-detail)

Emise z lesnictví a využití půdy nezobrazujeme.  
zdroj dat: Evropská agentura pro životní prostředí

# Anorganické polutanty

## ❖ Oxidy síry (SO<sub>x</sub>): SO<sub>2</sub> (oxid siřičitý) SO<sub>3</sub> (oxid siřičitý)

- vzhledem k produkovanému množství lze **SO<sub>2</sub> považovat za nejrozšířenější a nejnebezpečnější plynný polutant**;
- základním zdrojem SO<sub>2</sub> je **spalování uhlí a ropy**
- **uhlí obsahuje 0,3 – 7% síry** v anorganické i organické formě;
- **ropa obsahuje 0,2 – 1,7% síry** v organické formě;
- nejvýznamnější příměsí uhlí s obsahem síry je **pyrit (FeS<sub>2</sub>)**/ spalování uhlí → vznik SO<sub>2</sub>:

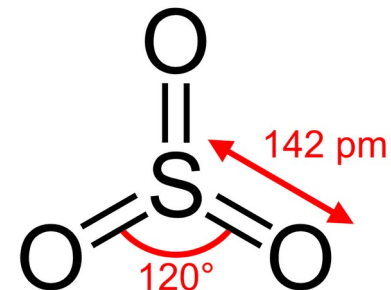
## Legislativa

### ❖ Imise (dle Nařízení vlády č. 597/2006 Sb.)

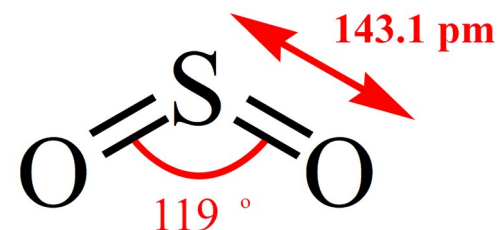
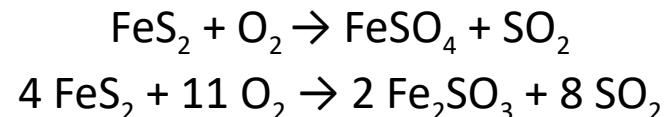
- Imisní limity pro SO<sub>2</sub> jako součást limitů pro ochranu zdraví
- Imisní limit pro ochranu ekosystémů a vegetace

### ❖ Emise (dle Nařízení vlády č. 146/2007 Sb.)

- Emisní limity pro SO<sub>2</sub> ze spalovacích procesů
- Pro ZV, V a S zdroje (zvláště velké, velké střední a střední zdroje)
- Podle druhu paliva
- Podle data uvedení do provozu



Autor: Jynto – Vlastní dílo, based on File:Sulfurtrioxide-2D-dimensions.png, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12423204>



# Technologie odsiřování

Požadavky na kvalitu paliv z hlediska ochrany ovzduší

- **Vyhláška MŽP č. 13/2009 Sb. Základní způsoby odsíření spalin:**
  - optimalizace spalovacího procesu (fluidní spalování až 38 % vyšší účinnost)
  - odsiřování uhlí
  - odsiřování spalin
  - spalování nízkosirnatých paliv

## Produkce emisí SO<sub>2</sub>

- **antropogenní zdroje:**
  - zejména spalování fosilních paliv obsahujících síru
  - různé průmyslové procesy
- **přírodní zdroje:**
  - bakteriální činnost, vulkanická činnost, požáry vegetace, aerosoly z mořské tříště, kyselá deště



Jizerské hory zasažené kyselým deštěm

# Odsiřování uhlí - problematické

## Metody:

- mechanické
- chemické
- biologické

Síra je v uhlí ve 3 formách:

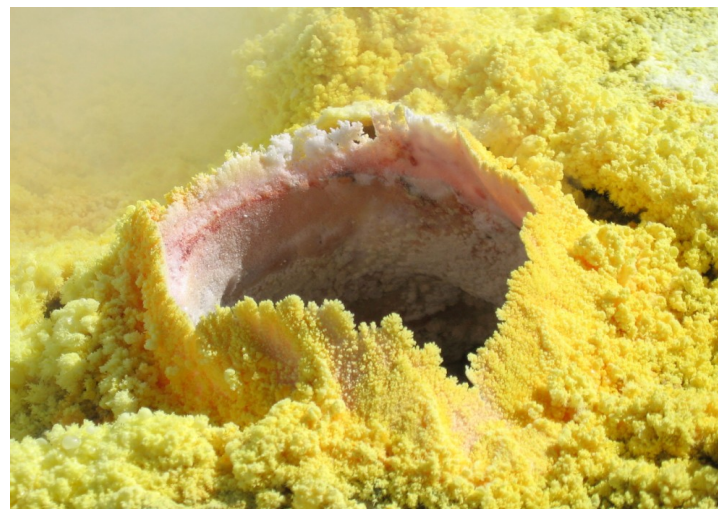
- pyritická ( $\text{FeS}_2$  – v uhlí)
- sulfátová/sulfidová (sulfáty v  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- organická (methylsulfonylmetan: MSM)



síra



přírodní krystalická síra - pyrit



síra sopečného původu

Autor: Ben Mills – Vlastní dílo, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2116193>

Autor: Didier Descouens – Vlastní dílo, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7215316>

Autor: Brisk g – Vlastní dílo, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2686991>

# Odsíření

- **odsíření** - proces odstranění (zpravidla nežádoucí) příměsi síry z určité látky, či sloučeniny, materiálu
  - nejčastěji se používá ve smyslu odstranění síry z **vypouštěných zplodin nebo odpadů** (viz. spalování tuhých odpadů)
  - lze odsířit i **tekutou látku – nafta**, aby se ve spalinách motorů minimalizoval obsah sloučenin síry (minulá přednáška)

## ➤ Odsíření elektráren

- odsíření se využívá v především **v uhelných elektrárnách**
- využívá se **mokrú vápencová vypírka** v odsířovacích jednotkách, které zachytávají oxidu siřičitého

- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
- $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{SO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$



Elektrárny v Ústeckém kraji - Prunéřov

# Odsiřování uhlí

## ❖ Mechanické postupy :

📁 separace **pyritické síry**

## ❖ Chemické postupy

📁 převedení uhlí do kapalné nebo plynné fáze a následné snížení obsahu síry

📁 loužení uhlí pomocí vody → **vylouhování síranové síry**

## ❖ Biologické postupy

📁 snižování obsahu pyritické síry pomocí bakterií - **desulfurační bakterie**,

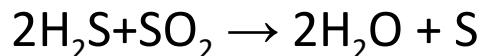


**Nevýhody:** nízká účinnost, komplikované, drahé,  
často se nevyužívají

## Odsiřování kapalných paliv

Obsah S může být významný, zejména jako  $\text{H}_2\text{S}$

Odstraňování – proces Claus



# Odsiřování uhlí

## ❖ Dělení podle hlediska regenerace činidla:

- metody regenerativní (absorpce vodou - MgO (magnezitová metoda)
- metody neregenerativní (suchá/mokrý aditivní vápencová metoda)
  - $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
  - $\text{CaO} + \text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$

## ❖ Další dělení podle hlediska fáze:

- suché metody
- polosuché metody
- mokré metody

## ❖ Dělení podle hlediska místa procesu odsiřování:

- odsiřování přímo v kotli
- odsiřování za kotlem



Elektrárna Dětmarovice,  
spaluje černé uhlí

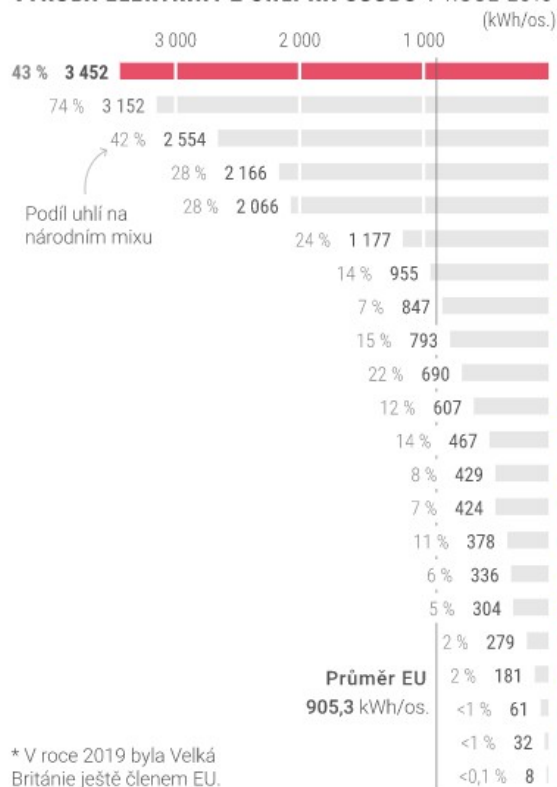


# UHELNÝ PHASE-OUT VE STÁTECH EU

Čtvrtina světových emisí CO<sub>2</sub> vzniká v uhelných elektrárnách. Země EU plánují tzv. uhelný phase-out, náhradu uhlí v energetice čistšími zdroji. Tyto plány srovnáváme s jejich výrobou elektřiny z uhlí.

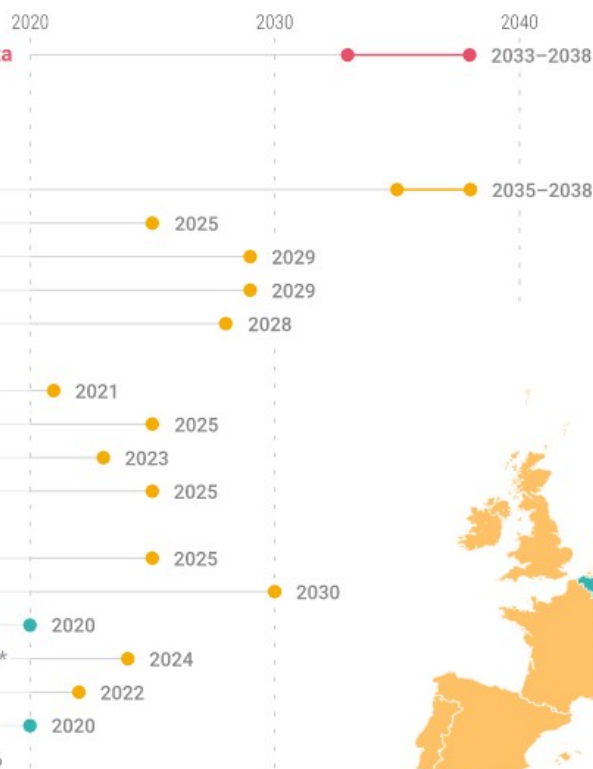
■ Termín není a nehladá se ■ Probíhá hledání termínu ■ Termín stanoven ■ Phase-out dokončen ■ Zanedbatelná uhelná kapacita

## VÝROBA ELEKTŘINY Z UHLÍ NA OSOBU V ROCE 2019 (kWh/os.)

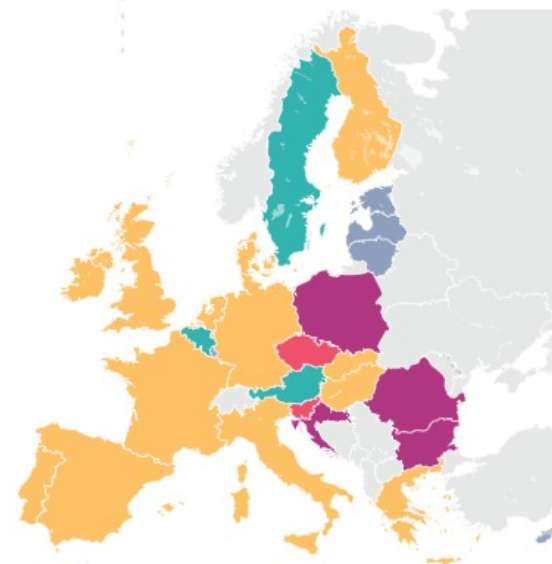


\* V roce 2019 byla Velká Británie ještě členem EU.

## PLÁNOVANÝ TERMÍN PRO UHELNÝ PHASE-OUT



Kypr  
Litva  
Lotyšsko  
Lucembursko  
Malta  
Estonsko



zdroj dat: Ember, Europe Beyond Coal, OSN

VERZE 2021-04-28 LICENCE CC BY 4.0

více info na [faktaoklimatu.cz/uhelny-phaseout-eu](https://faktaoklimatu.cz/uhelny-phaseout-eu)

Stav uhelného phase-outu v zemích EU ke konci ledna 2022, hodnoty produkce elektřiny z uhlí jsou uváděné v kWh na osobu za rok

Uhelná phase-out ve státech EU od autora [Fakta o klimatu](https://faktaoklimatu.cz), licencováno pod [CC BY by 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

# Odsiřování spalin

➤ existuje řada způsobů odsiřování:

❖ **Dělení podle hlediska regenerace činidla:**

- metody regenerativní
- metody neregenerativní

❖ **Dělení podle hlediska fáze:**

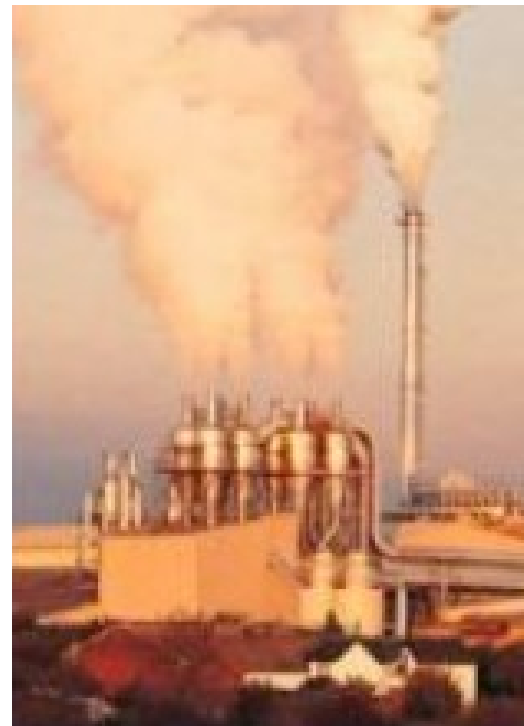
- suché metody
- polosuché metody
- mokré metody

❖ **Dělení podle hlediska místa procesu odsiřování:**

- odsiřování přímo v kotli
- odsiřování za kotlem

**Kritéria pro výběr odsiřovací metody:**

- splnění emisních limitů
- složitost technologie
- prostorová náročnost
- provozní spolehlivost
- investiční a provozní náklady
- vyřešení problematiky likvidace produktu odsiřování



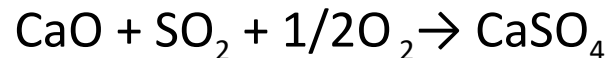
# Odsiřování spalin

## ❖ Neregenerativní metoda :

- suchá/mokrý aditivní vápencová metoda
- nástřik suchého aditiva do ohniště nad zónu plamene

## Používaná aditiva:

- $\text{CaCO}_3$
- $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (uhličitan hořečnatovápenatý – dolomit)



## ❖ Regenerativní metoda:

**Mokrý metoda** – absorpce vodou -  $\text{MgO}$  (magnezitová metoda)  
(citrátová, karbonátová, sulfitová)  
s následnou oxidací na energosádrovec

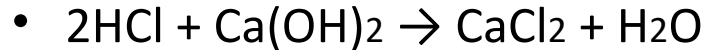
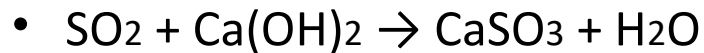
**Suchý metoda** - aktivovaná sorpce na  $\text{CuO}$

# Odsiřování spalin

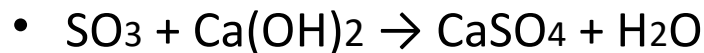
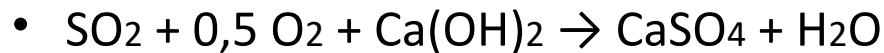
## ❖ Odsiřování spalin z tepelného zdroje

- suchá metoda dávkování přímo do spalovacího procesu

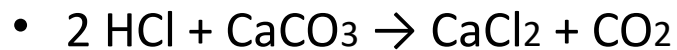
- polosuchá metoda odsiřování



Dále také paralelně probíhají vedlejší reakce:



- mokrá vápencová metoda



# Kyselé deště a smog

❖ způsobují ho především **oxidy síry a dusíku**

❖ **důsledky kyselých dešťů:**

- **úhyn ryb:** zvýšení pH vody → zabraňuje růstu fytoplanktonu  
ryby hladoví, umírají
- **poškození listů na stromech** → náchylnost k mrazu, houbám a hmyzu
- **zpomalení růstu kořenů** → uvolňování toxických iontů v půdě  
(užitečné ionty se vylouhuji pryč)

❖ **důsledky smogu:**

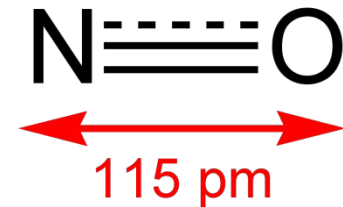
- oxidační, agresivní, dráždivé a toxické účinky na organismus
- problémy respirační
- poškození očí
- poškození sliznice
- zvětšování ozónové vrstvy
- negativní vliv a vegetaci, zemědělské plodiny



oxidační smog na rozhraní města a oblohy

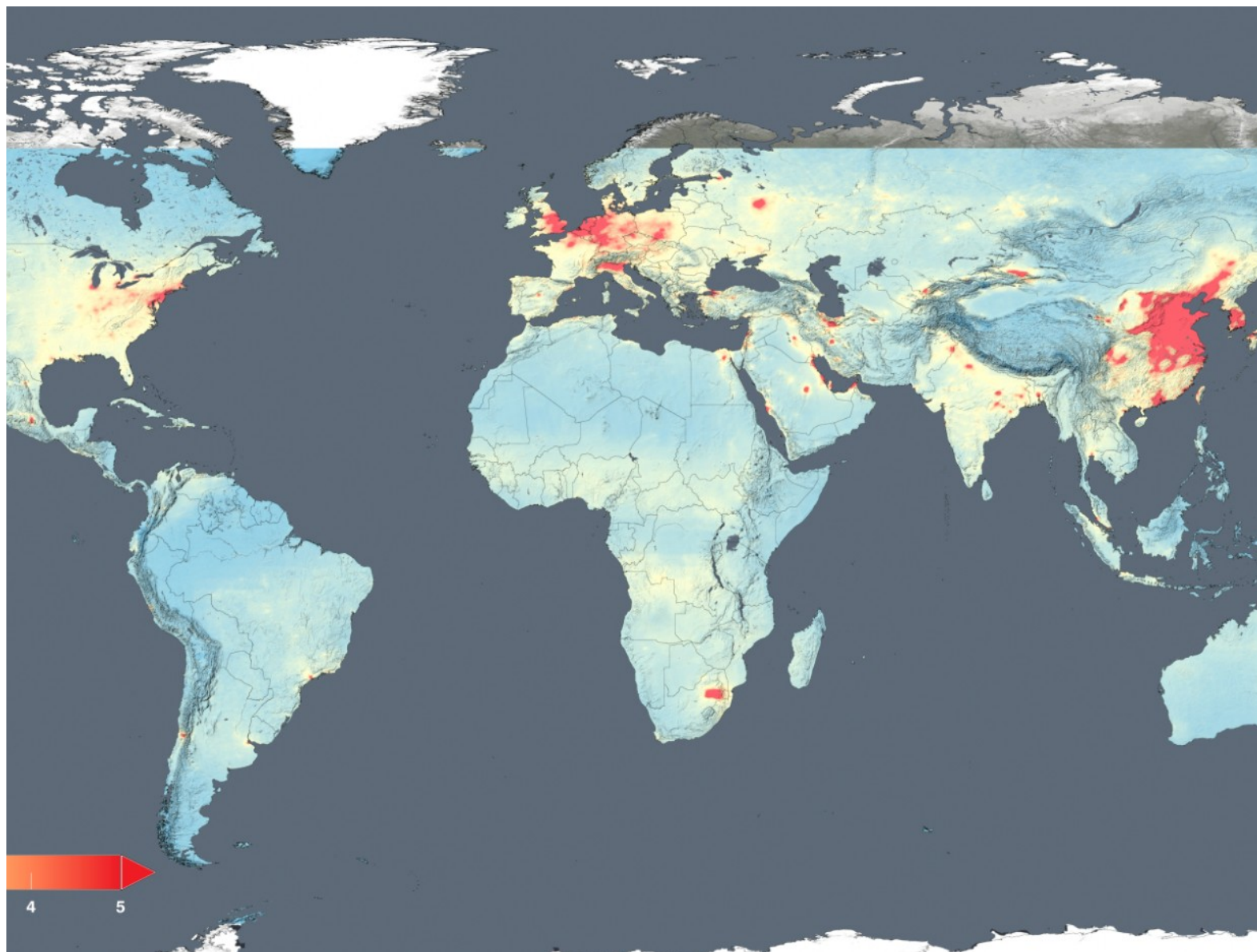
## ❖ Snižování obsahu oxidů dusíku ve spalinách

Vznik oxidů dusíku při spalovacím procesu,  
**NO –velmi jedovatý !**



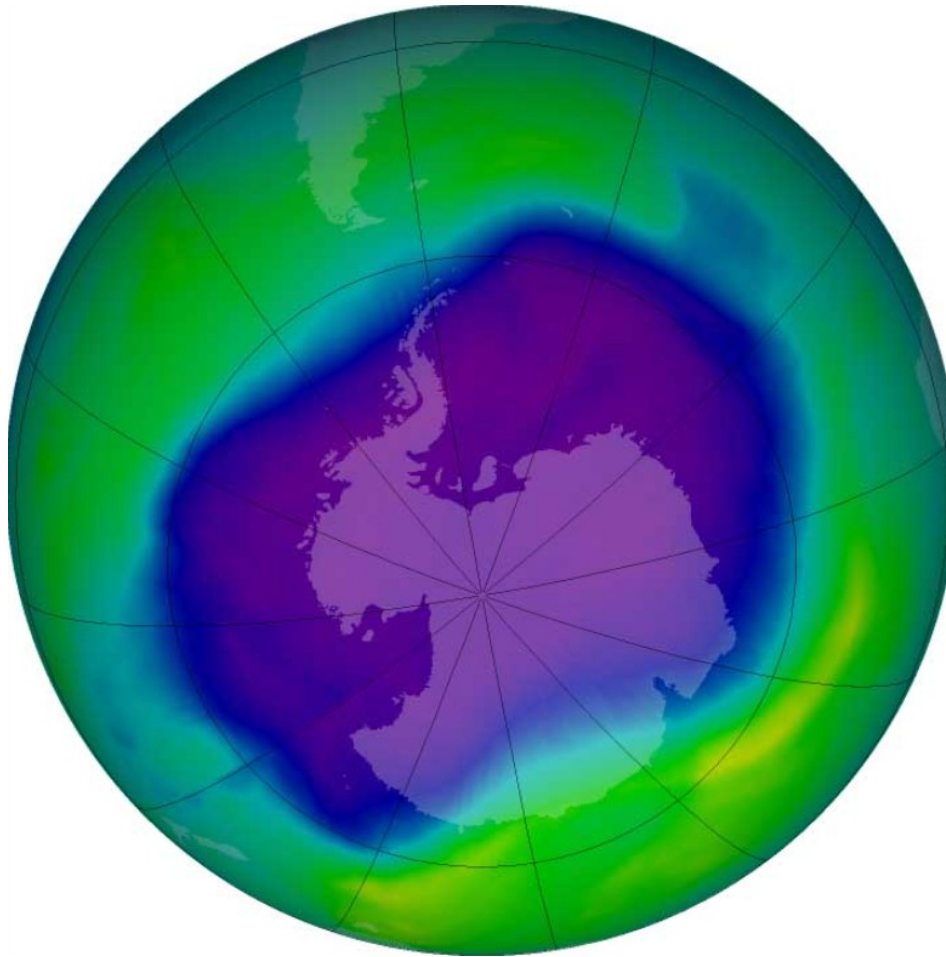
- oxidy dusíku vznikají v zásadě **třemi základními mechanismy**:
  - oxidací dusíku ze spalovacího vzduchu za vysoké teploty (**vysokoteplotní NO<sub>x</sub>**)
  - oxidací chemicky vázaného dusíku v palivu (**palivové NO<sub>x</sub>**)
  - z chemicky vázaného dusíku radikálovými reakcemi na rozhraní plamene (**promptní NO<sub>x</sub>**)
- při uvedených mechanismech vzniká **oxid dusnatý**, který se pomocí kyslíku dále oxiduje na **NO<sub>2</sub>**
- rychlost této oxidace je úměrná koncentraci **NO**
- při nízkých koncentracích spalin, je však rychlost velmi pomalá, tedy na celkovém obsahu NO<sub>x</sub> ve spalinách se **NO<sub>2</sub> podílí nejvýše okolo 10%**

## Koncentrace oxidu dusičitého v atmosféře (rok 2015)

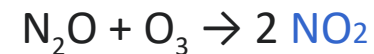


Autor: NASA – <http://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/15-233-global.jpg>, Volné dílo,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45651413>

# Ozónová díra nad Antarktidou v roce - modrofialová oblast



- **oxid dusný** v současné době představuje **největší nebezpečí** pro ozonovou vrstvu **Země** (větší než freony)
- způsobuje to reakce ozonu s oxidem dusným: **ozon se oxiduje**



- 2/3 ročních emisí - 20 milionů tun se uvolňují z půdy přirozenou cestou
- **1/3 je výsledkem lidské činnosti**: např. výroby a užívání průmyslových hnojiv



# Snižování obsahu oxidů dusíku ve spalinách - primární/sekundární

## ❖ Primární opatření - úprava spalovacího procesu

### Základní směry:

- snížení teploty hoření (ne vždy efektivní)
- snížení lokální koncentrace kyslíku (při nejvyšší teplotě)
- zkrácení doby zdržení v pásmu vysoké teploty

## ❖ spalování s nízkým přebytkem vzduchu

- při snížení množství spalovacího vzduchu, se dosáhne snížení teploty plamene
- nenáročný zásah, nevyžaduje žádné úpravy na zařízení
- u elektrárenských kotlů je to však neúčinné - vzhledem k optimalizaci spalovacího poměru
- nevýhodou je i tvorba sazí, koroze v redukční atmosféře, zvýšená produkce oxidu uhelnatého a ztráty nedopalem

## ❖ snížení předeřevu spalovacího vzduchu

- podobně technologické nenáročné, efekt není příliš velký a provází jej též nevýhody např. snížení tepelné účinnosti, ztráty nedopalem, problémy s hořením

# Snižování obsahu oxidů dusíku ve spalinách

## ❖ nestechiometrické spalování:

- dávkování spalovacího vzduchu ve dvou úrovních
- 1. fáze: proběhne spalování za nedostatku vzduchu, při nízké teplotě
- 2. fáze: zbytek paliva a zplodiny nedokonalého spalování se spalují v přebytku vzduchu

## ❖ recirkulace spalin:

- zásah do spalovacího procesu na stávajících zařízeních
- část spalin se odebírá za ekonomizérem, následně pak jejich zavedení zpět do topeniště
- je docíleno snížení obsahu kyslíku, i snížení teploty
- nejúčinnější - míchání spalin do spalovacího vzduchu
- až 50% pokles  $\text{NO}_x$ , ale tím je snížena i účinnost spalovacího procesu

# Snižování obsahu oxidů dusíku ve spalinách

## ❖ moderní konstrukce hořáků:

### ➤ směšovací hořák s postupným přívodem vzduchu

- primární vzduch přichází spolu s vnášeným palivem dovnitř proudu

hořáku sekundárního vzduchu

- uvedené množství sekundárního vzduchu se musí udržovat na takové hodnotě, aby **palivový dusík** přecházel **na dusík elementární**

- dále pak terciární vzduch se přidává mimo hrdlo hořáku, slouží pro konečné spálení paliva

### ➤ hořák používané pro recirkulaci spalin

- primární vzduch přichází společně s palivem

- sekundární a terciární vzduch je pak přiváděn společně s recirkulovanými spalinami

❑ **Hořáky na supernízkýmobsah  $\text{NO}_x$**  – pracují na principu **dvojího přívodu paliva**: v primárním hořáku dochází ke spalování hlavního podílu paliva, další podíl se přivádí nad hlavní zónu hoření. Dochází tak k vytvoření redukčního prostředí, nakonec se přivádí vzduch pro konečnou oxidaci spalin

# Denitrifikace plyných spalin

## ❖ Denitrifikace:

- snížení znečišťujících látek, především sloučenin NO<sub>x</sub> z plyných spalin
- vznikají při spalování paliv za vysokých teplot (řádově teploty přesahující 1100 °C), kdy především vznikají termické sloučeniny dusíku
- do spalin se uvolňují **palivové sloučeniny** vázané právě v hořlavině daného paliva také rozkladem

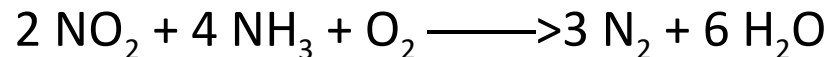
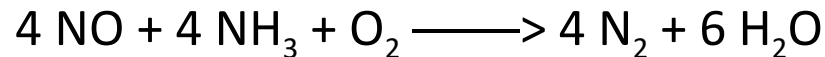
## ➤ Použití 3 odlišné způsoby snižování těchto škodlivin:

- Opatření upravující samotný spalovací systém
- Konstrukční zásah do spalovací komory
- Kombinace dvou předešlých metod

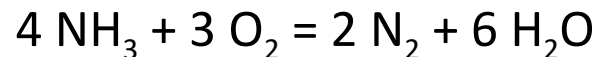
# Sekundární opatření - denitrifikační metody

## ❖ Selektivní katalytická redukce (SKR)

- princip metody: reakce **NO<sub>x</sub>** s přidávaným **plynným čpavkem na dusík**:



- reakce probíhá při teplotách **nad 300°C** (80 - 450) za přítomnosti **na katalyzátoru**
- čpavek se přidává jen v malém přebytku oproti stechiometrii reakce, je přeměněn i pomocí nedokonalého průběhu redukce a oxidací:



- používají se katalyzátory na bázi **kovových aktivních složek** (oxid vanadičný,  $\text{WO}_3$  a  $\text{MoO}_3$ ), nebo na bázi **zeolitů** a na bázi **aktivních uhlíkových materiálů**
- životnost katalyzátoru je však značně limitována, zejména **druhem paliva**: (6 až 7 let u plynu, jen např. 3 roky u uhlí)

## Sekundární opatření: denitrifikační metody

### ❖ Selektivní nekatalytická redukce (SNKR)

- reakce při teplotách **800 až 900°C**



- nežádoucí reakce:  $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 = 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$

- 1. reakce probíhá **do teploty 1000°C**
- 2. druhá reakce probíhá **nad 1000°C** a působí ztráty  $\text{NH}_3$  a dochází ke zvýšení obsahu  $\text{No}_x$
- 1. reakce probíhá s maximální účinností v poměrně úzkém rozsahu teplot (900 - 1000°C)
  - účinnost lze navýšit přidáním vodíku nebo zemního plynu vzhledem ke čpavku
  - vzhledem k poměru  $\text{H}_2$  ku  $\text{NH}_3$  - **2:1**, probíhá tato reakce již při **700°C**.
- je potřebné dávkovat čpavek **pomocí trysek**, které jsou zabudované v několika optimalizovaných úrovních do stěny kotle
- pokud dochází ke změně výkonu procesu, teploty v kotli mění a tím pádem klesá i účinnost
- nevýhodou SNKR jsou ovšem i **emise čpavku**, které jsou podstatně vyšší než u SKR (řádově až desítky  $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

## Sekundární opatření - denitrifikační metody

### ❖ Redukce NO<sub>x</sub> na aktivním koksu:

- princip procesu je velmi podobný jako u **odsíření spalin metodou Bergbau-Forschung**
- metoda získává na významu v kombinaci **odsíření a denitrifikace spalin**
- základem je požití **aktivního koksu** (podobný původnímu koksu pro desulfuraci)
- aktivní koks se získává **nízkoteplnou karbonizací černého uhlí** (černé uhlí se karbonizuje při 600°C, mele a formuje do požadovaných tvarů a reaktivuje parou při 900°C)
- zde, při teplotě 80°C v přítomnosti čpavku probíhají reakce, popsané zcela přesně jako u SKR
- Pokud porovnáme uvedenou metodu s metodou SKR, lze konstatovat, že tato metoda je **výhodná svou nízkou pracovní teplotou**, avšak nevýhodou jsou řádově menší prostorové rychlosti, které vedou k mnohonásobně větším reakcím

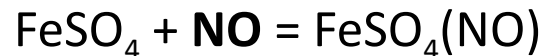
## Sekundární opatření - denitrifikační metody

### ❖ Mokrý metody

- rozdílné chování obou oxidů dusíku: NO se chová prakticky jako inert a nemá snahu přecházet do vodného roztoku, zatímco NO<sub>2</sub> je reaktivní a ve vodě dobře rozpustný

### Proces SHL:

- Základem je **reakce železnaté soli s oxidem dusnatým:**



- schopnost vytvářet **nitrosokomplex** má jen **dvojmocné železo**
- aby se nemohl oxidovat kyslíkem na trojmocné železo musí se navázat do **komplexu s kyselinou ethylendiamintetraoctovou (EDTA)**
- regenerace roztoku se provádí přidávkem **alkalického siřičitanu**
- vzniká volný komplex a **síran**, v dalším stupni se vysráží na **sádrovec (CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O)**



## Sekundární opatření - denitrifikační metody

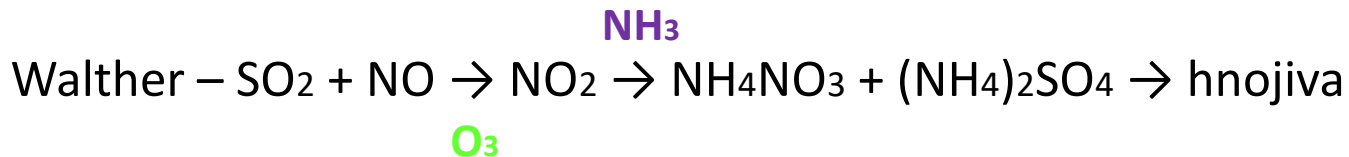
### ❖ Mokrý metody

#### ➤ Kombinovaný způsob Walther:

- je prokázáno, že nejperspektivnější z metod aplikujících oxidaci NO na NO<sub>2</sub> je **Waltherova metoda**

principem je **oxidace ozónem z ozonizátoru** a následující **vypírka čpavkovým roztokem**, kde se NO<sub>2</sub> zachycuje jako **dusičnan amonný**

➤ roztoky z obou absorbérů se mísí v takovém poměru, v jakém se požaduje poměr síranu a dusičnanu amonného v hnojivech



➤ odpaření roztoku se následně provádí zcela stejně jako u původního způsobu technologie – Walther, pro zbavení škodlivin z ovzduší

# Znečištění ovzduší v dopravě

## ❖ Vliv konstrukce motoru na obsah škodlivin ve výfukových plynech

### ➤ Zážehové motory

- z možností **úpravy motoru** je třeba uvést
- úpravy vedoucí ke zlepšení přípravy palivové směsi
- zdokonalení zapalování
- recirkulace výfukových plynů
- snížení tolerancí ve spalovací části motoru
- přechod na chudé směsi



### Vznětové motory:

- emise závislé na konstrukci spalovací komory
- osobní automobily - motory s tlakovou předkomůrkou
- nákladní automobily - motory s přímým vstřikem paliva do válce

## Znečištění ovzduší v dopravě

- opatření na straně výfukových plynů – snížení množství emitovaných škodlivin za použití termické nebo katalytické likvidace



lambda sonda – Volvo 240

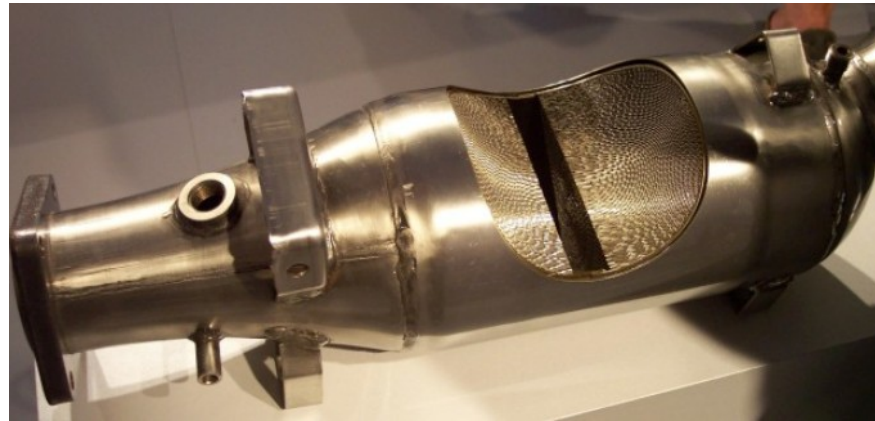
### Zážehové motory:

- katalytická likvidace škodlivin umožňuje jak **dospálení CO a uhlovodíků**, tak i **redukci Nox**
- podstatou je redukce  $\text{NO}_x$  pomocí uhlovodíků a CO a oxidaci zbytku redukujících látek **kyslíkem**, přičemž oba tyto kroky mohou být za určitých podmínek spojeny do jednoho
- systém, ve kterém probíhá současně oxidace i redukce, se nazývá **trojcestný**
- snížení všech tří typů škodlivin na minimum lze dosáhnout ve velmi úzkém rozmezí koeficientu v přebytku vzduchu
- je vyžadována velmi dokonalá **regulace poměru palivo:vzduch**, která se realizuje pomocí **lambda-sondy\***, tedy čidla citlivého na obsah kyslíku ve výfukových plynech

- **\*Lambda sonda** - kyslíkový senzor umístěný ve výfukovém potrubí aut se zážehovým motorem, které mají katalyzátor, výfukových plynů. Senzor porovnává referenční vzduch (okolní vzduch) s výfukovými plyny. Řídicí jednotka na základě údajů vyhodnocuje správný směšovací poměr paliva a vzduchu, který je důležitý pro snížení škodlivých emisí ve výfukových plynech

# Znečištění ovzduší v dopravě

- do automobilů se jako katalyzátor používá **speciální keramika voštinového typu**, potažená **aluminou**, impregnovanou vlastním katalyzátorem - obvykle **směsí platiny a rhodia**, jejichž poměr je různý
- v modernějších konstrukcích se uplatňuje především systém **dvojitého lože katalyzátoru**:
  - **1. stupeň: třícestný katalyzátor**, pracující spíše **v redukční atmosféře**, dochází zde k **redukci s vysokou účinností NO<sub>x</sub>**, uhlovodíky a CO zčásti zůstávají nezlikvidováni
  - **2. stupeň: přidává se vzduch a následuje oxidace na katalyzátoru**, tvořeném směsí **platiny a paladia**



Průřez třícestným katalyzátorem s kovovým jádrem

# Znečištění ovzduší v dopravě

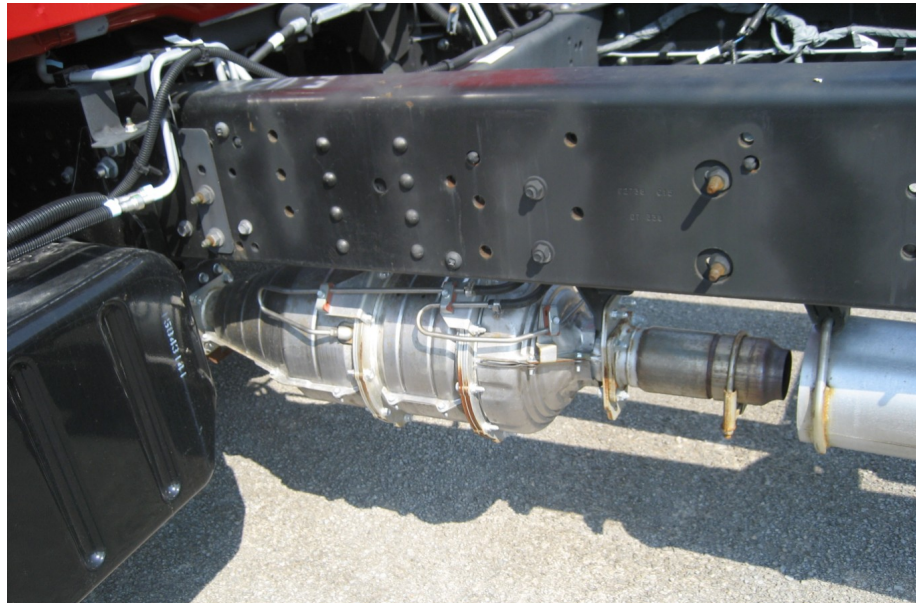
- opatření na straně výfukových plynů - zachycování **tuhých emisí u vznětových motorů**
- vzhledem ke spalování s vysokým přebytkem vzduchu nelze použít systém třícestného katalyzátoru, je možná pouze **katalytická oxidace oxidu uhelnatého a uhlovodíků**,
- v souvislosti se zaváděním zákonných omezení emisí tuhých látek ([Nařízení vlády č. 121/2020 Sb.](#)) se používají **filtrační systémy**
- jsou to monolitická **keramická porézní tělesa** nebo **systém trubek**, ovinutých keramickými vlákny.
- lze je současně použít jako **spalovací katalyzátory pro snížení emisí CO a uhlovodíků**
- **filtry** – musí se periodicky regenerovat vypálením při teplotě nejméně 500°C, což vyžaduje dodatečné přehřívání výfukových plynů.



# Znečištění ovzduší v dopravě

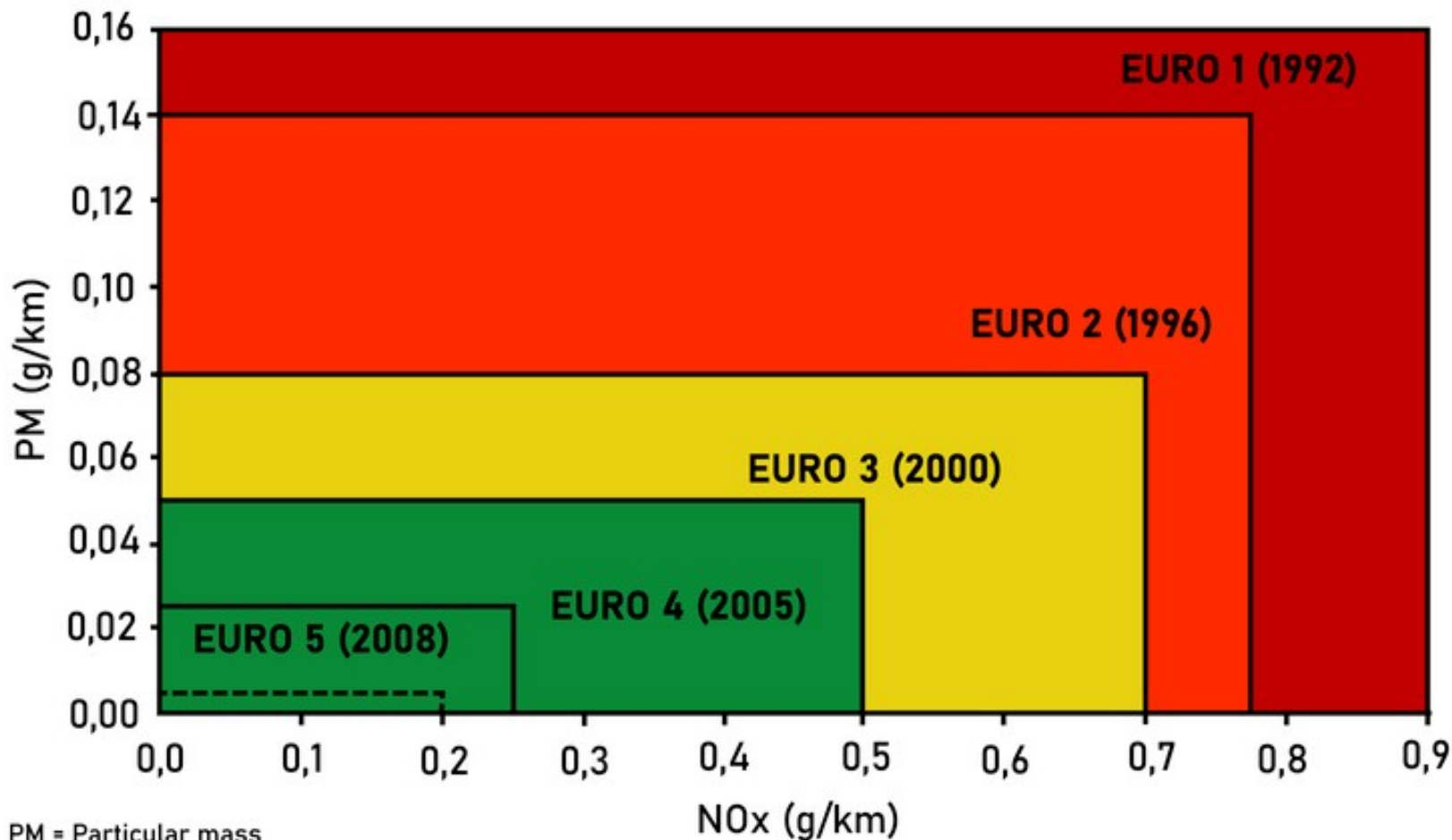
## ❖ Filtr pevných částic

- od roku 2005 platí nová emisní norma Euro 4, která oproti Euro 3 - **nařizuje snížit produkci pevných částic** v naftovém motoru **na polovinu** (ale i snížení oxidů dusíku NOx)  
toho lze dosáhnout u hodně současných automobilů pouze použitím **filtru pevných částic**



Filtr pevných částic u vozu GM

# Normy oxidy dusíku a prachových částic pro dieselové auta



➤ normy pro výfukové plyny v EU pro auta s naftovým motorem pro období 1992 - 2008

## Znečištění ovzduší v dopravě

- opatření na straně výfukových plynů - zachycování tuhých emisí u vznětových motorů, řešení:
- ❖ **Filtr pevných částic**
- emisní normy Euro přikazují snížit produkci pevných částic v naftovém motoru, používají se filtry pevných částic
- některé nové motory (např. 3.0 TDI v Audi A6 a A8) zvládají plnit normy i bez filtru pevných částic, i když produkují saze v omezené míře
- s filtrem jsou dosahované výsledky podstatně lepší, např. **PSA** uvádí, že jejich filtr zvládne odstranit z výfukových plynů více než **95 procent všech pevných částic**
- filtr je tvořen dalších **křemičitou sloučeninou, která vytváří porézní filtr podobný včelí plástvi**, po průchodu výfukových plynů se velké pevné částice, jenž nemohou projít, zachytí
- filtr se postupně ucpává a výfukové plyny procházejí s větší tlakovou ztrátou



## Znečištění ovzduší v dopravě

- opatření na straně výfukových plynů - zachycování tuhých emisí u vznětových motorů:
- ❖ **Filtr pevných částic (stejně jako katalyzátor) nepatrně snižuje výkon**
- občas se zvýší teplota výfukových plynů natolik (550 °C), aby se pevné částice dodatečně spálily – vypálily
- pokud se spaluje nafta, výfukové plyny takovou teplotu nemají, vstříkuje se při regeneraci do motoru **více paliva** aby došlo ke **zvýšení teploty hoření** o 200 a 250 °C.
- část nespálených uhlovodíků, které vzniknou při tomto vstřiku, se spálí v oxidačním katalyzátoru na vstupu do filtru pevných částic, zvýší se teplota
- **kompletní obnova filtru trvá zhruba dvě minuty** a měla by se provádět cca každých 500 km, přičemž interval je variabilní a závisí na znečištění filtru
- k obnově je třeba aditivum, ovšem filtr je nutno **po cca 80 tis. km vyměnit**

## Znečištění ovzduší v dopravě

- opatření na straně výfukových plynů - zachycování tuhých emisí u vznětových motorů:
- bezúdržbový filtr (**DPF**), není třeba měnit, zůstává ve výfukovém potrubí po celou dobu životnosti motoru - funkce je stejná jako u popsaného typu filtru, k obnově není nutné aditivum
- je pokryt katalytickou vrstvou – nahrazuje funkci aditiva, při spalování pevných částic se teplota výfukových plynů zvyšuje na **600 °C**. Spalování sazí závisí na znečištění filtru – jakmile se částečně ucpe, tedy při přetlaku, řídicí jednotka spustí **regeneraci filtru**
- pro **pasivní regeneraci filtru DPF** dochází především při jízdách po dálnicích, kdy mají výfukové plyny teplotu 350 až 500 °C a saze se spalují samovolně.
- pokud je motor jen částečně zatížený, např. v **městském provozu**, nastupuje **aktivní regenerace**: Každých **1000 až 1200 km** se teplota výfukových plynů řízeně (vstřikem paliva) zvýší na 600 °C a dochází k odstranění zachycených nečistot

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Co je to polutant a které plynné polutanty znáte
- Jak se rozdělují polutanty, co je to emise, imise, PM a jejich rozdělení
- Které děje a látky se podílejí na znečištěném ovzduší
- Které sektory se podílejí na nárůstu plynných polutantů a proč
- Jak se vyvíjí situace ohledně škodlivin v ovzduší za posledních 10-15 let
- Které důležité zákony a nařízení vlády znáte vzhledem k plynným polutantům
- Ve kterých oblastech v rámci ČR je nejvíce znečištěné prostředí a proč
- Jaké znáte technologie pro snižování škodlivin na bázi oxidů síry
- Která zařízení snižují škodliviny na bázi oxidů síry
- Jaká znáte technologie pro snižování škodlivin na bázi oxidů dusíku
- Které technologie pro snižování nebezpečných látek se používají v dopravě
- Proč se používá katalyzátor u automobilů
- Co je to filtr pevných částic
- Jakým způsobem předcházet vzniku emisí do ovzduší

## Doporučená odkazy:

- Cotton F. A., Wilkinson J.. 1973. Anorganická chemie, souborné zpracování pro pokročilé, ACADEMIA, Praha, s 1102
- Holzbecher Z. 1974. Analytická chemie, SNTL, 2. vydání, Praha, s 508. ISBN NULL
- Kizling J. 2014. Odpady: sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa. 3. upr. a rozš. vyd., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 483. ISBN 978-80-7204-884-7

## Použitá literatura:

- Wikipedie, 2023. Znečišťující látky [online].[cit. 19.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Zne%C4%8Di%C5%A1%C5%A5uj%C3%ADc%C3%AD\\_%C3%A1tk](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zne%C4%8Di%C5%A1%C5%A5uj%C3%ADc%C3%AD_%C3%A1tk)
- Wikipedie, 2023. Pevné částice [online].[cit. 19.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pevn%C3%A9\\_%C4%8D%C3%A1stice](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pevn%C3%A9_%C4%8D%C3%A1stice)
- Fakta od klimatu, 2023. Emise skleníkových plynů podle sektorů detailně [online].[cit. 19.2.2023]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/emise-cr-detail>
- Wikipedie, 2023. Zmírňování změny klimatu [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Zm%C3%ADr%C5%88ov%C3%A1n%C3%AD\\_zm%C4%9Bny\\_klimatu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zm%C3%ADr%C5%88ov%C3%A1n%C3%AD_zm%C4%9Bny_klimatu)
- Zákony pro lidi, 2023. Nařízení vlády č.59/2006 Sb. [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-597>
- Wikipedie, 2018. Odsíření. [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ods%C3%AD%C5%99en%C3%AD>
- Cez.cz, 2023. Technologie pro snižování emisí SO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> [online].[cit. 20.2.2023]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/technologie\\_5.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/technologie_5.html)
- Wikipedie, 2022. Selektivní katalytická redukce [online].[cit. 22.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Selektivn%C3%AD\\_katalyck%C3%A1\\_redukce](https://cs.wikipedia.org/wiki/Selektivn%C3%AD_katalyck%C3%A1_redukce)
- Autolexicon.net, 2023. Emise výfukových plynů [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/emise-vyfukovych-plynu/>
- Wikipedie, 2022. Denitrifikace [online].[cit. 22.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Denitrifikace>
- Wikipedie, 2022. Katalyzátor výfukových plynů [online].[cit. 22.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Katalyz%C3%A1tor\\_v%C3%BDfukov%C3%BDch\\_plyn%C5%AF](https://cs.wikipedia.org/wiki/Katalyz%C3%A1tor_v%C3%BDfukov%C3%BDch_plyn%C5%AF)
- Wikipedie, 2023. Lambda sonda [online].[cit. 23.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Lambda\\_sonda](https://cs.wikipedia.org/wiki/Lambda_sonda)
- Zákony pro lidi, 2023. Nařízení vlády č.121/2020Sb. [online].[cit. 23.4.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-121>



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
- 9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.**
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

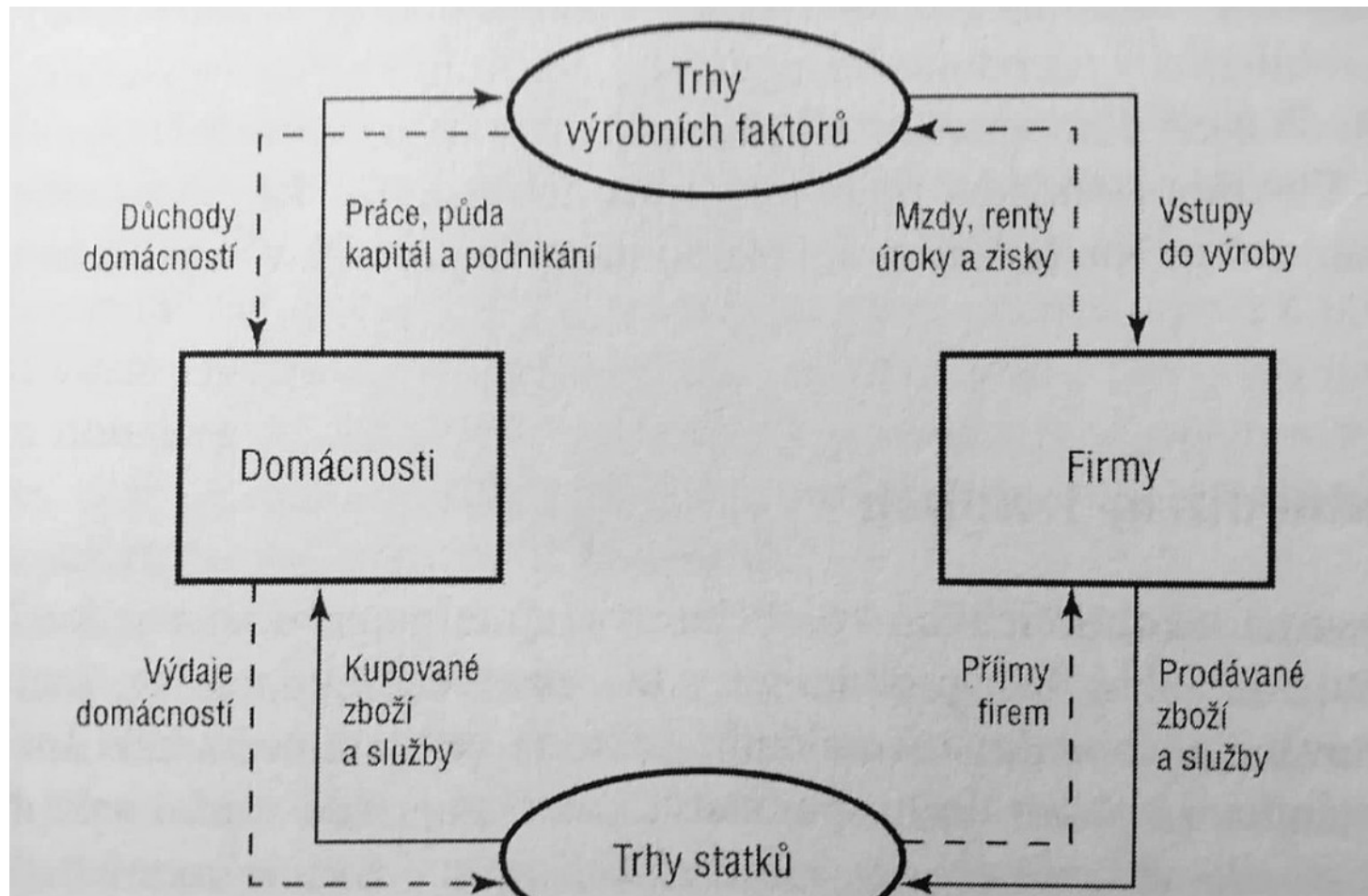
# Nakládání s materiály vzhledem k cirkulární ekonomice

## Cíl cirkulární ekonomiky/ oběhového hospodářství:

- zvyšování kvality životního prostředí a lidského života na základě zvyšování efektivity produkce
- **využívání materiálových úspor**, opětovného použití, oprav, procesů recyklace atd.
- **zastává koncept** : „**bezodpadového hospodářství**“ – vše co je vyrobeno jde znovu použít
- navrhuje tzv. **uzavírání toků všech materiálů** ve funkčních a nekončících cyklech, např. čerpání energie z obnovitelných a udržitelných zdrojů a vytváření udržitelných produktů a služeb
- nutnost **hledání úspor** potřebných materiálu bez vlivu na kvalitu výrobku, efektivní využití materiálu ve výrobě, s nejmenším množstvím odpadů a zbytků
- **opětovné použití materiálů** pro výrobu dalšího nového produktu
- snaha o **opravu poškozených výrobků**, aby mohly dále sloužit
- cesta k naplnění cílů udržitelného rozvoje pro dosažení uspokojení základních potřeb současných i budoucích generací, zároveň však aby **byly zachovány přirozené funkce ekosystému**
- uvedený přístup je v současné době součástí **politiky Evropské unie**, (podpora udržitelnosti)

# Jednoduchý národohospodářský koloběh

- 5 agregovaných (sdružených) sektorů, vzájemně působí v tržním prostředí: **domácnost, firmy, vláda, finanční systém, zahraničí** - podle politiky EU





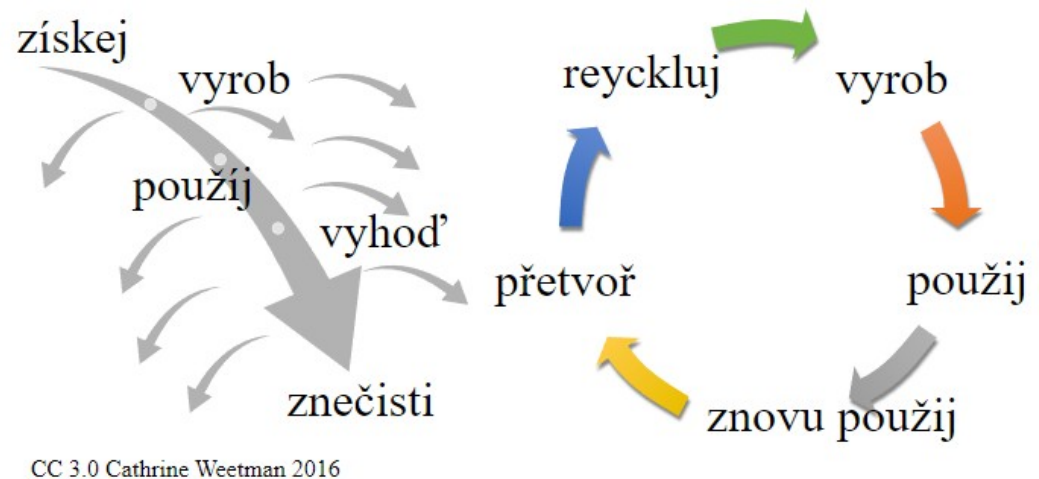
# Nakládání s materiály/odpady

## ❖ Odpadové hospodářství:

- činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, dále pak kontrola těchto činností
- problematika odpadového hospodářství je právně ošetřena mnohými zákony a dalšími prováděcími předpisy

## ❖ Hlavní činnosti v OH:

- Nakládání
- Shromažďování
- Skladování
- Sběr
- Výkup
- Úprava atd.



# Nakládání s materiály/ odpady

❖ **Odpad:** „každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit“

## ❖ **Odpadové hospodářství (OH)**

„Směřuje k minimalizaci ohrožení ŽP a zahrnuje kombinaci:

Prevence odpadů

Materiálové recyklace

Energetického využití

Různé varianty odstraňování“

## ➤ **Legislativa**

- vyspělé země se začaly odpadovým hospodářstvím intenzivně zabývat v 80. letech minulého století, v České republice vznikl 1. zákon o odpadech v 1991
- pojem předcházení vzniku - definuje rámcová **směrnice EU o odpadech č. 98/2008**
- **Zákon o odpadech (zákon č. 185/2001 Sb.)**
- **Zákon č. 229/2014 Sb.** (zákon, kterým se mění zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů)

➤ **Zákon o odpadech (zákon č. 541/2020 Sb.)** - **novelizovaný**; „stanovuje v souladu s právem EU pravidla pro: předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany ŽP, ochrany zdraví člověka a trvale udržitelného rozvoje, nakládání (zacházení) s odpady, práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy“

# Nakládání s materiály/ odpady - legislativa

- ❖ **Právní předpisy - Sbírka zákonů**, legislativně souvisí s EU
  - **zákon: obecně závazný právní předpis přijatý zákonodárným sborem (parlamentem)**,  
podléhá Ústavě a ústavním zákonům, je-li v rozporu s úst. pořádkem, může jej zrušit Ústavní soud
  - **nařízení komise EU /vyhlášky**: např. (č. 1179/2012 – skleněné střepy)
  - **směrnice EU**: nepřímá aplikovatelnost, implementace do právních řádů, musí projít Sb. zákonů (novela), dotčené směrnicí např. Odpadové hospodářství: **Směrnice evrop. Parlamentu a Rady 2006/12/ES ze dne 5.4.2006, o odpadech, ve znění směrnice 2008/98/ES.**
  
- ❖ **Právní předpisy EU**: ne ve Sb. zákonů, ale v ČR závazné např. (č. 1179/2012), střepy nejsou odpadem, dáno místní, věcnou a časovou působností právního předpisu
  
- ❖ **Zákon o odpadech (zákon č. 185/2001 Sb., zákon č. 229/2014 Sb.)** :
  - obecně závazný právní předpis ČR
  - povinnost řídit se jím po dobu jeho účinnosti
  - prováděcí právní předpis : vyhlášky MŽP ČR a nařízení vlády ČR ve Sb. zákonů
  - metodický pokyn ministerstva – doporučení pro úředníky (Věstník ministerstva), není předpisem

# Nakládání s materiály/ odpady

## Důležité zákony OH po roce 1989:

### ➤ **Zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech**

- první ucelenější právní úprava v oblasti OH

### ➤ **Zákon č. 125/ 1997 Sb., o odpadech**

- zavedení poplatků za ukládání odpadů na skládkách  
- stanovení hierarchie nakládání s odpady

### ➤ **Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech**

- zavedení evropského katalogu odpadů  
- nárůst poplatků za skládkování odpadů  
- implementace evropské legislativy

- + **Zákon č. 477/2001 Sb. o obalech**

### ➤ **Zákon č. X/2013., o odpadech**

- novelizovaný předpis (účinnost od roku 2014)  
- ekonomické nástroje – podpora energetického využívání odpadů  
- oddělení zpětných odběrů výrobků do samostatného předpisu

- **Nový zákon o odpadech č. 541/2020 Sb.**



# Nakládání s materiály/ odpady

- Směrnice Evropské unie č. 98/2008 (ES) v článku 3 definuje pojem “*recyklace*” jako:
    - „ jakýkoli způsob využití, jímž je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky, ať pro původní nebo pro jiné účely. Zahrnuje přepracování organických materiálů, ale nezahrnuje energetické využití a přepracování na materiály, které mají být použity jako palivo nebo jako zásypový materiál“.
- —Evropský parlament,
- Směrnice ES č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic*

## Statistika dle Eurostatu:

- míra recyklace odpadů se v ČR už každoročně zvyšuje
- míra třídění od roku 2000 k roku 2016 je až čtyřnásobná
- Česko v celkové míře recyklace a využití obalových odpadů – 6. místo v EU (2015):
  - přes 307 000 barevných nádob na třídění
  - recyklovací místa jsou v 6100 obcích (2016), dostupné do 100 m
  - 70% občanů třídí odpad, nejčastěji se recykluje papír (2015)
  - v EU se vytrídilo 67 % obalového odpadu (v ČR 75 %) a 46 % komunálního odpadu (v ČR 34 %)
- **Cíle EU pro rok 2035:** recyklace obalového materiálu 70 % (ČR k roku 2019 splňuje) a komunálního odpadu 65 % (ČR k roku 2019 nesplňuje)
- oproti ostatním zemím Evropy, výrazně zaostáváme v oblasti **třídění biodpadů** (čtvrtina z celkového odpadu)

# Nakládání s materiály/odpady

## Dělení odpadu:

- ❖ **Využitelný:** papír, sklo, plasty, kovy, nově nápojové kartony a odpad ze zeleně (bioodpad).
- ❖ **Objemný:** odpad, který se pro svoje rozměry nebo hmotnost nevejde do klasické nádoby na odpad (používání kontejnerů – sběrné dvory), části nábytku, podlahové krytiny, sanitární keramika a jiné rozměrné vybavení domácností
- ❖ **Nebezpečný:** odpad, který obsahuje jednu nebo více složek nebezpečných pro lidské zdraví, nebo pro ŽP, nebo má alespoň jednu nebezpečnou vlastnost, např. barvy, laky a lepidla obsahující těžké kovy a rozpouštědla, obaly od těchto látek, prostředky domácí chemie, nebo látky na hubení škůdců či plevelů, minerální oleje a tuky, provozní kapaliny z motorových vozidel, akumulátory a většina baterií...
- ❖ **Směsný:** odpad, který by měl po vytrídění předchozích složek skončit v popelnici (komunální).  
Z pravidelně prováděných rozborů domovního odpadu však vyplývá, že současná průměrná česká popelnice obsahuje až 30% objemu plastů, až 20% objemu papíru, 8% skla, velké množství bioodpadu a také nebezpečné odpady.

➤ Objemný, nebezpečný a směsný odpad lze zanechat ve **sběrných dvorech**

## ❖ Recyklace

- proces nakládání s odpadem, které vede k jeho **dalšímu využití**
- jedná se o **opětné cyklické využití odpadů** a jejich vlastností jako druhotné suroviny ve výrobním procesu



- **vratnost odpadů do výrobního cyklu byla podle jednotlivých odvětví velmi rozdílná:** např. železná substance se vracela téměř z 90 %, u textilních materiálů jen 65 %, u papírenských surovin z jedné poloviny, u neželezných kovů dle druhu jen 10 až 38 %, u skla více než jedna třetinu, u mazacích olejů 29 %, u plastů přibližně 20 % a u pryže pouze 12 %  
- potřebnost v dalších letech více materiálů/odpadů vrátit **do recyklačního koloběhu**

## Třídění odpadu

- představuje **sběr jednotlivých druhů odpadů** (papír, sklo, plasty, kovy, nápojové kartony, bioodpad, elektro...) odděleně od ostatních druhů materiálu
- je potřebné **správně roztrdit komunální odpad** podle své materiální podstaty, který lze poté opětovně recyklovat a znovu začlenit do výroby



- Obr. vpravo - třídění plastů na dotřídňovací lince v Olomouci (Technické služby města Olomouc)  
- třídí se na modré PET láhve, zelené PET láhve, průhledné PET láhve, igelitové sáčky, zbývající plasty vhodné ke zpracování, zbylý drobný plastový a neroztrditelný materiál je odvezen do spalovny odpadů



## ➤ Recyklační nádoby - kontejnery

- **Modrá** – papír
- **Oranžová/oranžovo černá** – nápojový karton
- **Zelená** – sklo
- **Žlutá** – plast
- **Hnědá** – bioodpad
- **Červená** – nebezpečný odpad, popř. elektroodpad
- **Bílá** – bílé sklo
- **Šedá** – hliník (kovové obaly)
- **Černá** – směsný odpad (nejedná se o recyklaci)



Autor: cs:Šjů –Vlastní dílo, CC BY 3.0,

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Kontejnery\\_na\\_t%C5%99%C3%ADD%C4%9Bn%C3%BD\\_odpad,\\_DOD\\_%C5%98epy.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Kontejnery_na_t%C5%99%C3%ADD%C4%9Bn%C3%BD_odpad,_DOD_%C5%98epy.jpg)

Autor: Michal Klajban – Pořízeno s vybavením z grantového projektu Wikimedia ČR „Fotoaparát“, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19109729>

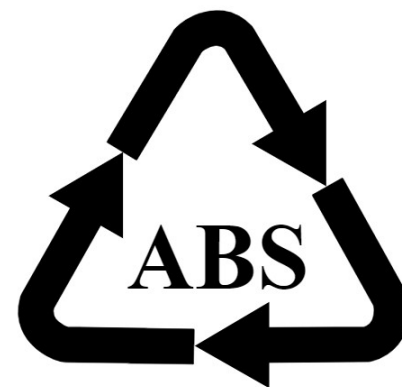


## Recyklace a její výhody

- jednoznačně **nejvýhodnějším zpracováním** všech odpadů je jejich **recyklace**
  - opětovným využíváním materiálů se šetří přírodní zdroje a současně omezuje zatěžování prostředí škodlivinami
  - dochází ke snížení nákladů při výrobě nových výrobků a snížení ekologické zátěže prostředí, např. vliv na uhlíkovou stopu výrobku
  - posbíraný odpad je odvezen k vytrídění a pak může být vhodný k recyklaci
  - **velká část odpadu se vrací zpět do oběhu**, třeba i v jiné formě výrobku
  - opětovné využití materiálů se tak může pohybovat od **50 do 80 %**
  - životní prostředí je tak významně chráněno proti zhoubným vlivům nebezpečných látek, které tento odpad obsahuje neboť:
    - nedojde k nekontrolovatelnému úniku škodlivin do ovzduší v případě spalování nebo skládkování, jenž by mohlo mít negativní následky pro ekosystém, zdraví člověka atd.
    - v důsledku jeho druhotného využití se nebudou čerpat primární suroviny na výrobu dalšího nového výrobku, což je prospěšné pro naše životní prostředí
- ☐ Průměrně každý občan ČR vyprodukuje ročně cca **550 kg odpadu**, jen cca **20 kg** z toho je použito na recyklaci a **většina odpadu** tak končí na **skládkách**, kde se z něj využije jen opravdu malá část. To je třeba změnit → → → **Správným tříděním odpadu, lze pak použít recyklační technologie.**

## Recyklace

- plasty
- sklo
- textil
- stavební materiál
- elektroodpad
- kovy
- oleje
- bioodpad



### ➤ Recyklační symboly:

vedeny na obalech produktů:

označují z čeho jsou vyrobeny, kam s nimi, např.:

- 01 - PET (polyethylentereftlát – plast)
- 41 - ALU (hliník)
- 84 - kompozitní materiál (papír nebo lepenka + plast a hliník)
- ABS - akrylonitrilbutadienstyren (termoplastický kopolymer)

Autor: User:Tomia – Vlastní dílo, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=591680>

Autor: User:Moebius1 – Tento vektorový obrázek byl vytvořen programem Inkscape ., CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=845837>

Autor: User:Amakukha – Tento vektorový obrázek byl vytvořen programem Inkscape ., CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3852506>

Autor: Inc ru – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16851928>

## ❖ Recyklace plastů

### ➤ Recyklace se dělí na přímou a nepřímou:

- **Přímá recyklace** - znovuvyužití věci, materiálu bez další úpravy (např. znovuvyužití automobilových součástek z vrakoviště)
- **Nepřímá recyklace** - znovuvyužití pomocí znovuzpracování materiálu z odpadu (např. použití sběrového papíru při výrobě nového)

- **Mechanická** (nejčastěji používaná)
- **Tepelná** (různé technologie)
- **Biologická** (ekonomicky i energeticky nákladná)

- nejběžnější se používá recyklace **mechanická**
- ovšem není hodná pro všechny druhy odpadů/materiálů, především pro **kompozitní materiály** nebo pro **kombinace různých druhů materiálů** např. konvenční plasty z ropných derivátů (PET, PP) v kombinaci s biopolymery (PLA, celulóza)
- řešením může být **další technologický přístup**: **kombinace chemické a mechanické recyklace** – v oblasti řešení a výzkumu

# ❖ Mechanická recyklace plastů



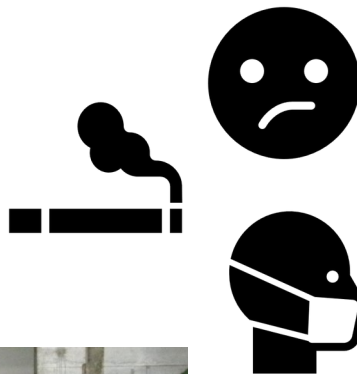
+



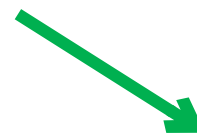
sběr



třídění



spalovna



další zpracování

- třídění
- drcení
- praní/separace
- sušení
- zpracování/modifikace
- výroba

➤ **RECYKLACE**

Autor: ImGz – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3781690>

Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=298564>

Autor: Michal Maňas – Vlastní dílo, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19337438>

Autor: Users Cbuckley, Jpowell on en.wikipedia – Originally from en.wikipedia; description page is (was) here01:07, 31 May 2006 Cbuckley 777x733 (1,998 bytes) (== Popis == Universal recycling symbol outline version with green (#009900) fill.)17:06, 30 May 2006 Jpowell 767x723 (2,670 bytes) (Author: Chris Buckley), Volné dílo,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=825615>

Autor: Petr Opletal – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25962871>

## ❖ Mechanická recyklace plastů

- Všeobecně recyklace jakéhokoliv materiálu jsou podmíněny správným vytríděním odpadu, přičemž nedbalost při třídění odpadů vede ke zvyšování nákladů na jeho další zpracování, neboť se musí následně třídit/dotřídit na třídících linkách, a to ručně.

### ❖ Postup při zpracování odpadu

- odpad se sváží na třídící linky, poté se třídí podle druhů, materiál se dále lisuje do balíků, a z něj pak možné vyrábět re-granuláty nebo jiné látky, které mohou být použity při výrobě koncových produktů a tím se mohou vrátit na trh

#### ☐ Příklad 1: PET láhve

- 📁 třídí se podle barev na čiré, modré, zelené a zbývající barvy
- 📁 poté se lisují se do balíků (lisy), šetřící místo i čas při likvidaci
- 📁 dodávají se k dalšímu zpracování firmám, tam se nadrtí, přeperou a vyrábí tzv. **flaky** a dále ze z toho můžou vyrobit vlákna, textilie, láhve, výplně do interiéru aut...

#### ☐ Příklad 2: Plastové fólie

- třídí se na polyethylenové fólie (PE) čiré a zvláště na barevné, - poté se lisují se do balíků a dodávají se dále ke zpracování na **re-granulát**
- ten se přidává do směsi, ze které je možné vyfukovat nové fólie

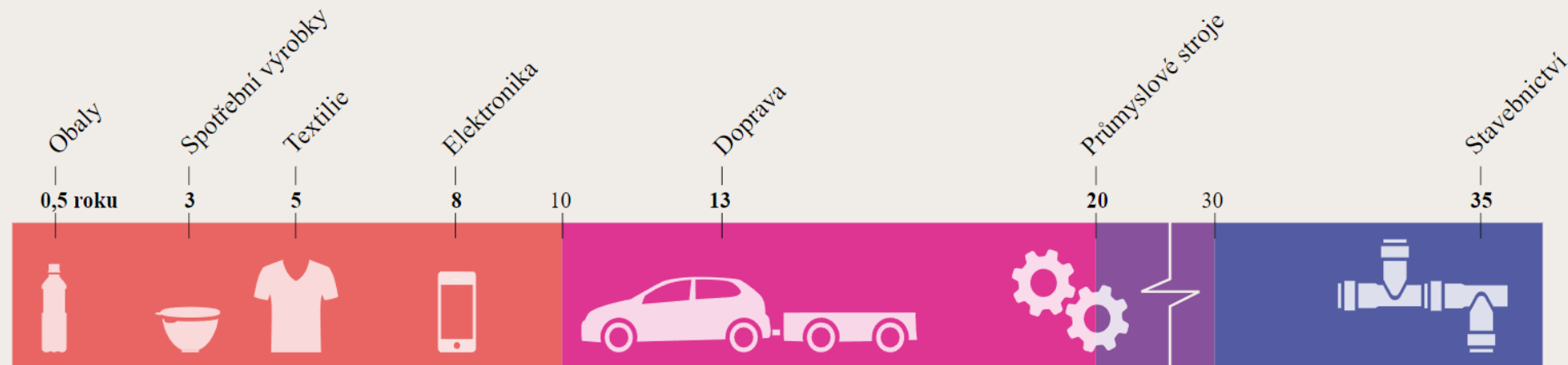
#### ☐ Příklad 3: Plastové polyethylenové duté obaly (obaly kosmetiky z HDPE)

- třídí se a lisují do balíků
- následné zpracování je podobné jako zpracování PET lahví a PE fólií (z flaků či re-granulátů vznikají nové výrobky)

# Průměrná doba použitelnosti různých plastových výrobků podle průmyslového sektoru (v letech)

## ŽIVOT JE KRÁTKÝ

Průměrná doba použitelnosti různých plastových výrobků podle průmyslového sektoru (v letech)



Autor: Heinrich-Böll-Stiftung, Break Free From Plastic. Český překlad připravila pražská kancelář Heinrich-Böll-Stiftung společně s Hnutím DUHA – <https://cz.boell.org/sites/default/files/2020-09/Atlas-plastu-2020-webovy.pdf> Atlas plastů, str. 12, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=95088471>

## ❖ Recyklace skla

- představuje specializovaný technologický proces, kdy se nejméně jednou již vyrobené a použité sklo se vrací zpět do výroby skla, či jiných výrobků jiných materiálů ze skla
- sklo – velmi významná druhotná surovina
- dobře **recyklovatelná** a **mnohonásobně ji lze zpětně použít**
- recyklaci skla vždy předchází vhodný systém separace a sběru použitého skla, (zdrojem skla jsou domácnost, průmyslové výroby a další lidské činnosti (např. stavebnictví, doprava)
- **Zpracování skla:** třídění na čiré a barevné, dále pak na ploché okenní sklo, sklárny vytríděné sklo využijí pro výrobu **nového, většinou obalového skla**





# Recyklace skla - proces



- **Separace skla a odvoz skla z domácností**
- **Třídění skla dle jeho barevnosti**
- **Kontrolování vhodnosti substrátu pro výrobu nového produktu**
- **Přímá recyklace ve výrobě**
- **Recyklace mimo výrobu:**
  - zbavení nečistot, popř. nevhodných příměsí (keramika, porcelán, kamenina, či korek, papír, plasty, dřevo, kovy, uzávěry, fólie, zbytky potravin, nápojů) tedy veškerého nežádoucího materiálu
- **Speciální recyklace – autoskla**
  - bezpečnostní skla obsahující bezpečnostní fólie, nebo barevně tónovaná skla
  - sklo putuje do skláren nebo je odváženo do běžných recyklačních linek

# Recyklace skla

## Hlavní výhody při výrobě skla:

- **úspora primárních surovin**, zejména křemičitého písku (sklářského písku)
- **úspora výrobních energií** - až 1 % stěrů snižuje spotřebu energie při tavení skloviny asi o 0,25 % na tunu (10 kg stěrů na 1 tunu)
- výrazně **snížená produkce CO<sub>2</sub>** (nižší emisní faktory), neboť 22 % jeho produkce pochází ze vstupní suroviny

## Při výrobě jiných materiálů

- výroba skelné moučky
  - výroba pěnového skla
  - výroba speciálních abraziv (brusných materiálů)
  - Výroba skelných vláken ,využití v optice)

Při výrobě lahví používají sklárny průměrně 60 procent starého skla



# Recyklace skla

**Sklo je možné recyklovat opakovaně pokud je splněn předpoklad, že se jedná o materiál bez příměsí!**

## ❖ PŘÍNOS RECYKLACE SKLA:

- sklo můžeme jako jediný materiál recyklovat donekonečna bez ztráty kvality
- může vzniknout obal na potraviny a nápoje, či kosmetiku, v ideálním případě vyrobený až z 98 % ze stěpů
- např. v **Kyjově na Hodonínsku**, v tamních sklárnách každoročně spotřebují velké množství starých stěpů při výrobě a proto podíl nových skleněných výrobků roste
- recyklační linka tak v třísměnném procesu zpracuje i 110 000 tun stěpů za jeden rok provozu

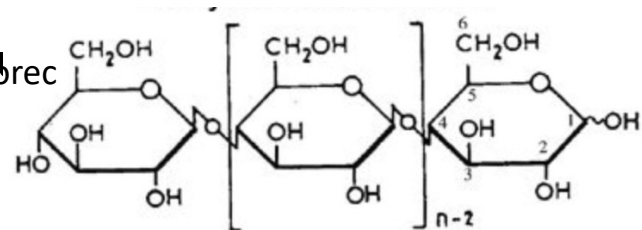


## ❖ Recyklace papíru – výroba papíru

- papír se vyrábí z **vláken celulózy** (celulóza je řetězovou molekulou uhlohydrátů)
- jako vstupní suroviny pro výrobu papíru mimo zrecyklovaného papíru (46 %) se používá **chemická buničina a „dřevo stromů“** (9 %), popřípadě bavlněné hadry či konopí
- dané suroviny se namočí do vody a pomalým mletím se z nich získávají **vlákna celulózy**
- po dalším čištění se tato vlákna naloží na síto, aby se nechala okapat voda, zbylá směs se vysuší a slisuje
- princip výroby papíru se od dob středověku příliš nezměnil - pouze se **zmechanizoval**
- pouze je pozměněné to, že v současné době na papír hodně tiskneme a již méně píšeme, než v dřívějších dobách
- rovněž jej používáme na balení věcí, a v kombinaci s jinými materiály je používáme na výrobu dalších produktů
- zhruba polovina veškerého vyrobeného papíru

Autor: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4329004>  
v jazyce čeština – Na Commons přenesl z cs.wikipedia uživatel Jitka., Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4329004>

Strukturální vzorec  
celulózy



# Recyklace papíru

## ➤ Zpracování papíru:

- podle norem **ČSN/EN 643** se papír třídí až na cca 50 skupin materiálů:  
např. noviny, časopisy, kancelářský papír, vlnitá lepenka, ořezky papíru atd.
- vytríděný papír se poté lisuje do balíků, ty posléze podle daných technických podmínek putují do papíren
- ze sběrového papíru lze vyrobit 100% nový papír anebo se přidává do směsi, vždy podle úrovně technologie jednotlivých papíren
- papír lze recyklovat **vícekrát** – uvádí se, že jedno papírenské vlákno se dá v průměru recyklovat **5 až 7krát**, záleží na několika parametrech
- Recyklovaný papír lze dále využít např. na výrobu tepelných izolací, nasávané kartonáže, příměsí do stavebních hmot, pro energetické využití, dokonce ho můžeme použít na tvorbu **kompostu a bioplynu**



Auto na svoz tříděného papíru

## ❖ Recyklace textilu

- systém sloužící k **racionálnímu využití** odložených a dále již nevyužívaných oděvů a textilních odpadů
- nejprve se musí textil zesbírat, dále pak roztřídit a následuje použití starých textilií novým spotřebitelem (secon-hand) nebo jejich úpravy spolu s textilními odpady na **druhotnou surovinu**, tedy na využití pro tvorbu nového výrobku
- použití různých procesů, stříhání, drcení, přečištění, praní, chemické úpravy atd.
- použité textilie sbírali nebo skupovali po domech již dříve (18. až do 20. století hadráři, haderníci) a prodávali je nejdříve papírnám, pak trhárnám na přípravu k **výrobě příze**
- **systematická recyklace textilií (účelná)** byla poprvé zavedena na začátku 19. století v Anglii zpracováním vlněných odpadů na přízi

Autor: ŠJů, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25941246>  
Autor: Eugène Atget – kunstmagazinberlin.de/0711/art\_fotomalerei.shtml, Volné dílo,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4164658>



Kontejnery na textil, mívají i bílou barvu – oblečení pro kojence atd.



Hadrář z Paříže (1899)

## ❖ Recyklace stavební suti

- **Bylo zjištěno, jak je důležité a účelné, klást při třídění během demoličních prací důraz zejména na:**
  - oddělení kontaminovaných materiálů od nekontaminovaných
  - oddělení cizorodých materiálů od minerálních suti určených k recyklaci (zejména dřeva, lepenky, sádkartonů, plastů, kovů atd.).
- s tím souvisí vytvoření třídícího **logistického systému**, kdy jsou tyto materiály oddělovány v několika kontejnerech, je důležité, aby byly odděleny tyto materiály:
  - **kovy** (železo, drahé kovy, těžké kovy)
  - **organické materiály** - zejména použité dřevo
  - některé **minerální látky** - kamenivo, maltoviny
  - další (zejména nebezpečné) odpady - nátěrové hmoty, azbesty, apod.

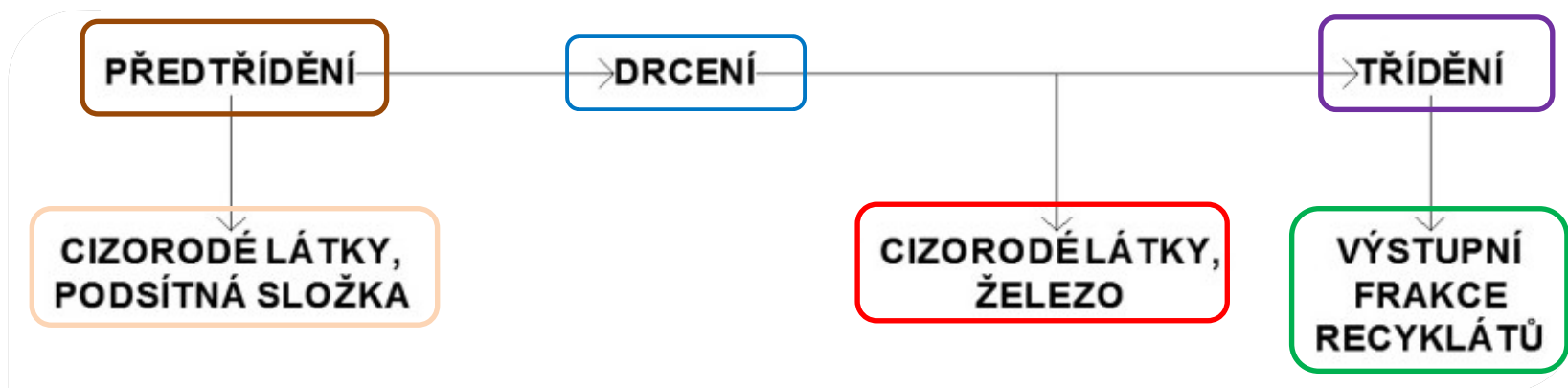
### **Roztřídění suti - na žádané stavební materiály:**

- cihelná stavební suť
- betonová suť
- živičné suti (kry)
- výkopová zemina



## ❖ Recyklace stavební suti

- **sutiny** - označovány pozůstatky po zřícené nebo zbourané budově či jiném stavebního objektu, ve stavebnictví se tento výraz používá pro zbytkový materiál, který již nelze nijak dále využít
- **jedná se o minerální odpad a stavební materiály** : beton, cihly, zbytky omítek nebo malty, dlaždice a obkladačky, skleněné tvárnice, keramika, kamení nebo písek
- I když je rozvoj recyklačních technologií v současnosti již značný, je však potřebné se pokusit **o zpětné využití a získání všech vstupních složek a surovin ze stavebních suti nebot'**:
  - sníží se **tím ekologická zátěž**
  - šetříme **přírodní zdroje surovin**
  - podporujeme **úsporu nákladů na ukládání a dopravu odpadů**
  - dochází k **úspoře nákladů oproti nákupu nových surovin**





## ❖ Recyklace suti

- V dnešní době se většinou využívá **směsný (příp. cihlový) recyklát jako zásypový materiál** (např. pro rozvody energií) či pro **stabilizaci podkladů a nestmelených vrstev vozovek**
- kvalitní tříděné recykláty lze využít na daleko vyšší úrovni!

## ❖ Cihelný recyklát

- se u většiny drtících linek se získává zrnitostí do cca 80 mm, třech frakcích 0-16 mm, 16- 32 mm a 32-80 mm, přičemž producenti tohoto materiálu jsou schopni vytrít i jiné požadované frakce

## ❖ Cihlobeton

- je možno ho používat jako **výplňové zdivo** ve skupině monolitických konstrukcí, dále pro výrobu prefabrikovaných prvků k přípravě vibrolisovaných tvárnic, stěnových prvků (slisováním by se eliminovalo možné dotvarování konstrukce pod zatížením vzhledem k nižší hodnotě statického modul). Pokud se **přidává jako pojivo** - může se dosáhnout různých pevností malt od **1 do 10 MPa**.
- využívá se ve stabilizovaných podkladech a nestmelených vrstvách vozovek
- v současnosti se výrobí nepálené lisované cihly z daného materiálu

# Recyklace suti

## ❖ Betonový recyklát

- plnivo do betonů, dle výzkumných prací a laboratorních a poloprovozních výsledků bylo zjištěno:

- obsah **drceného betonu** nepříznivě ovlivňuje konzistenci betonové směsi, proto pro zachování její potřebné konzistence je nutné **zvýšit dávku záměsové vody** (projeví se na pevnostech betonu)

- snižuje se objemová hmotnost zatvrdlého betonu

- pevnost v tlaku se snižuje o 10-15 %

- modul pružnosti je nižší o 15-20 %

- zvyšuje se součinitel dotvarování až o 50 %

- zvyšuje se smršťování a to o 20-40 %

„**Použití betonového recyklátu** - je dnes zakotveno i **v některých normách**, využití: např. v podkladních vrstvách vozovek stmelených cementem, ochranných vrstev silničních komunikací a pražcového podloží (jako mechanicky zpevněná zemina), dále pak především jako náhrady přírodního kameniva do konstrukčních betonů

Využití betonového recyklátu do živičných směsí pro výstavbu a opravy živičných vozovek za předpokladu dodržení receptur a pracovních postupů předepsaných příslušnými normami, jako např. **ČSN 73 6121 - "Hutněné asfaltové vrstvy"**.

# Recyklace sutí

## ❖ **Asfaltový recyklát**

- „**asfaltové recykláty** jsou velmi vhodné zejména pro technologie za studena za použití **emulzí, nebo** v kombinaci s **cementem**, kdy dochází k **obalení ekologicky závadných částic** a tím ke snížení možnosti znehodnocení odpadních vod a blízkého okolí
- nevhodnější využití asfaltového recyklátu za studena je těmito způsoby:
  - **bez přidání nového pojiva k recyklátu s použitím pro málo zatížené vozovky, pro spodní podkladní vrstvy a pro zpevnění štěrkopískových podsypných vrstev s přidáním hydraulického pojiva** (cementu, popř. vápna či strusky) pro provedení nové stmelené podkladní vrstvy
  - **s přidáním emulze k recyklovanému materiálu**, vhodné zejména tam, kde staré úpravy obsahují **dehtové pojivo**
  - **kombinovaný způsob**, kdy k recyklovanému materiálu se přidává **emulze i cement**, což je vlastně zlepšení předchozího způsobu a firma prokázala, že tento způsob dosáhl **nejlepších výsledků a že vlastnosti těchto směsí je prokazatelně možné srovnat se směsmi typu OK** (obalované kamenivo) zpracovávanými **za horka“**

## ❖ Recyklace elektroodpadu

- **6 milionů tun elektroodpadu** se ročně vyprodukuje v rámci evropských států
- Přičemž objem elektronického odpadu roste neustále tempem **3 až 5% ročně**
- možnost získat z použitých elektrospotřebičů získat **železné, neželezné a drahé kovy, sklo, plasty a další suroviny**
- Elektrické zařízení určená k recyklaci se zpracovávají pomocí několika zařízení:
  - nejprve se získává šrot, který se drtí na čelistových drtičích
  - velké části plastových skříní, železných rámců a jiných částí se poté odstraní
- poté se **šrot z odpadu** odvede do kulového mlýna, kam je vstříkovan **kapalný dusík**, aby zajistil zkřehnutí a šrot se může rozemlít
- následně se šrot třídí různými **magnetickými separacemi**, provádí se **provzdušňování**, roztrídí se zbylý materiál na **plasty, keramiku, hliník a měď**

## ❖ Recyklace elektroodpadu

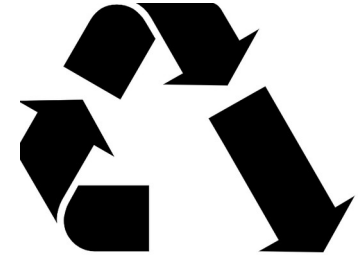
- Některé technologické postupy při získávání drahých kovů z elektroodpadu
  - **Extrakce drahých kovů v tavenině olova** – různé součástky (konektory a integrované obvody) se v peci mísí s **roztaveným olovem**, plasty vyhoří, části kovů vyplavou na povrch, odkud se stahují, tavenina se poté prohání vzduchem, dochází k **oxidaci** a vytvoří se **struska obsahující těžké kovy**, následně se stáhne a zbytek olova se rafinuje
  - **Kyanidové loužení** – způsob, pro získání zlata, které je nejvíce zastoupeným kovem v elektroodpadu, loužení se provádí zředěnými **roztoky alkalických kyanidů**, přitom nejčastěji jsou na bázi mědi, zinku a niklu, pozlacený materiál ale musí být v kontaktu s **roztokem**
  - **Elektrolýza** – při zpracovávání televizí a monitorů se **musí řešit zpracovávání skla obrazovky** (tvoří až ½ hmotnosti přístroje). Pro další využití, se musí zbavit **luminiscenční vrstvy**, která je nanesena na vnitřní straně. Luminofor je totiž toxický, sklo by nemohlo být jinak dále využito, protože luminifor mění jeho optické vlastnosti. Proto se zde uplatňuje **mokrý či suchá cesta čištění skel** (vzniká pak kal luminofor). Kvůli obsahu nebezpečných látek je ukládán jako **toxický odpad**. Sklo se pak může zpracovat jako druhotná surovina pro vznik nového výrobku.

# Downcycling

- některé materiály není možné plnohodnotně využít pro recyklační technologie a „navodit jim další plnohodnotný život“ v rámci recyklovatelného materiálu (např. **nápojové kartony**) - takovýto materiál se pak označuje jako „**downcycling**“

## Downcycling materiály mají:

- nižší znovupoužitelnost než u recyklace
- nízký počet průchodů cyklem, poté s každým cyklem dochází ke:
  - snížení hodnoty materiálu
  - snížení kvality
  - slevování z nároků na materiál, norem nebo možností ho znovu použít
- po posledním průchodu cyklu má daný materiál hodnotu běžného nerecyklovatelného směsného odpadu (řazen jako komunální odpad)
  
- **Příklady:** obalové nápojové vícevrstvé krabice z **kartonu** a **alobalu**, různé směsné palety a podobně, může to být i guma, papír, WC papír, dřevotříska
- 
- za downcycling lze označit i **činnost**, která se neprovádí průmyslově ale představuje určité ekonomické využití materiálu nebo produktu v méně náročných podmínkách např. zdrčení, nastrohání tvrdého pečiva **na strouhanku**, upotřebení látky ze starých, obnošených šatů **na běžný hadr** do domácností nebo použití **polovybitých baterií** do méně náročných spotřebičů (dálkový ovladač, hodiny)



## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Jaký je cíl cirkulární ekonomiky vzhledem k nakládání s materiály/odpady
- Jaké jsou hlavní činnosti a strategie oběhového hospodářství
- Jak je definován odpad a které důležité zákony se vztahují na nakládání s odpady
- Co vše zahrnuje pojem „recyklace“ a které materiály lze recyklovat
- Jaké jsou výhody recyklačních technologií
- Které procesy se uplatňují v případě recyklace plastů
- Co vše lze z recyklátů vyrobit
- Co víte o recyklaci skla, papíru a textilu
- Proč je vhodné se zabývat recyklací stavební sutě
- Které materiály ze stavebnictví by se měly recyklovat a proč
- Jakým způsobem probíhá recyklace stavební sutě, které recykláty jsou výhodné získat
- Jaké přístupy se uplatňují v případě recyklace elektroodpadu
- Do jaké míry lze recyklovat plast, papír či textil
- Co znamená pojem „downcycling“
- Jaký je váš názor z globálního hlediska na recyklace odpadů

## Doporučená odkazy:

- Kizling J. 2014. Odpady: sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa. 3. upr. a rozš. vyd., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 483. ISBN 978-80-7204-884-7
- Kuraš, M. 2014. Odpady a jejich zpracování. Vyd. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, s. 343. ISBN 978-80-86832-80-7
- Malčková, H. 2014. Průvodce odpadovým hospodářstvím: praktická příručka. Praha: Linde Praha, s 255. ISBN 978-80-7201-905-2
- Urban, J. 2015. Teorie národního hospodářství. 4., aktualizované vyd. Praha: Wolters Kluwer, a. s., s 480. ISBN 978-80-7478-725-6
- McDonough, W., Braungart, M. 2002. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. s. 193. ISBN 061-39-1987-4

## Použitá literatura:

- Odpady-zdrojem.cz, 2023. Cirkulární ekonomika [online].[cit. 23.2.2023]. Dostupné z: <https://www.odpad-zdrojem.cz/>
- Ministerstvo životního prostředí, 2023. odpady [online].[cit. 23.2.2023]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/odpady\\_podrubrika](https://www.mzp.cz/cz/odpady_podrubrika)
- ECO Servis, 2023. Odpadové poradenství [online].[cit. 23.2.2023]. Dostupné z: <https://ecoservis.eu/sluzby/sluzby/>
- Wikipedie, 2022. Ekonomika [online].[cit. 23.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ekonomika>
- Wikipedie, 2023. Zákon č.185/2001 Sb. [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>
- Wikipedie, 2023. Recyklace [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Recyklace>
- Inspiri, 2023. Třídění odpadu: Návod, jak správně třídít odpad [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: <https://www.inspiri.cz/trideni-odpadu-navod-jak-spravne-tridit-odpad/>
- Odpady, 2023. Koloběh materiálů [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/kolobeh-materialu/>
- Wikipedie, 2023. Recyklace textilií [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Recyklace\\_textili%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Recyklace_textili%C3%AD)
- Třídění odpadu.cz, 2023. Textil. [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/textil>
- ESTAV.cz, 2023. Jak třídíme plasty a jak se dále využijí? [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/2955.jak-tridime-plasty-a-jak-se-dale-vyuziji>
- Wiki, 2023. Recyklace skla [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: [https://czwiki.cz/Lexikon/Recyklace\\_skla](https://czwiki.cz/Lexikon/Recyklace_skla)
- Wikipedie, 2022. Celulóza [online].[cit. 25.2.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Celul%C3%B3za>
- Normy.biz, 2023. Náhrady ke zrušené normě [ČSN 73 6121 \(736121\)](#) z července 1994 [online].[cit. 24.2.2023]. Dostupné z: <https://shop.normy.biz/nahrady/16393>
- Bareko, 2023. Stavební odpady [online].[cit. 25.2.2023]. Dostupné z: [https://bareko.cz/sluzby/stavebni-odpady/?gclid=CjwKCAjwvJyBhApEiwAWz2nLXPnoqDFEFqXEcuP3x-eOA7n4q-Tkd1BH5v0fxskE472bGTR5Z7HLRoC9zQQA\\_VD\\_BwE](https://bareko.cz/sluzby/stavebni-odpady/?gclid=CjwKCAjwvJyBhApEiwAWz2nLXPnoqDFEFqXEcuP3x-eOA7n4q-Tkd1BH5v0fxskE472bGTR5Z7HLRoC9zQQA_VD_BwE)
- BETON server, 2011. Základní druhy recyklátů a možnosti jejich využití + jakostní normy [online].[cit. 26.2.2023]. Dostupné z: <https://www.betonserver.cz/aktuality/zakladni-druhy-recyklatu-a-moznosti-jejich-vyuziti-jakostni-normy>





# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

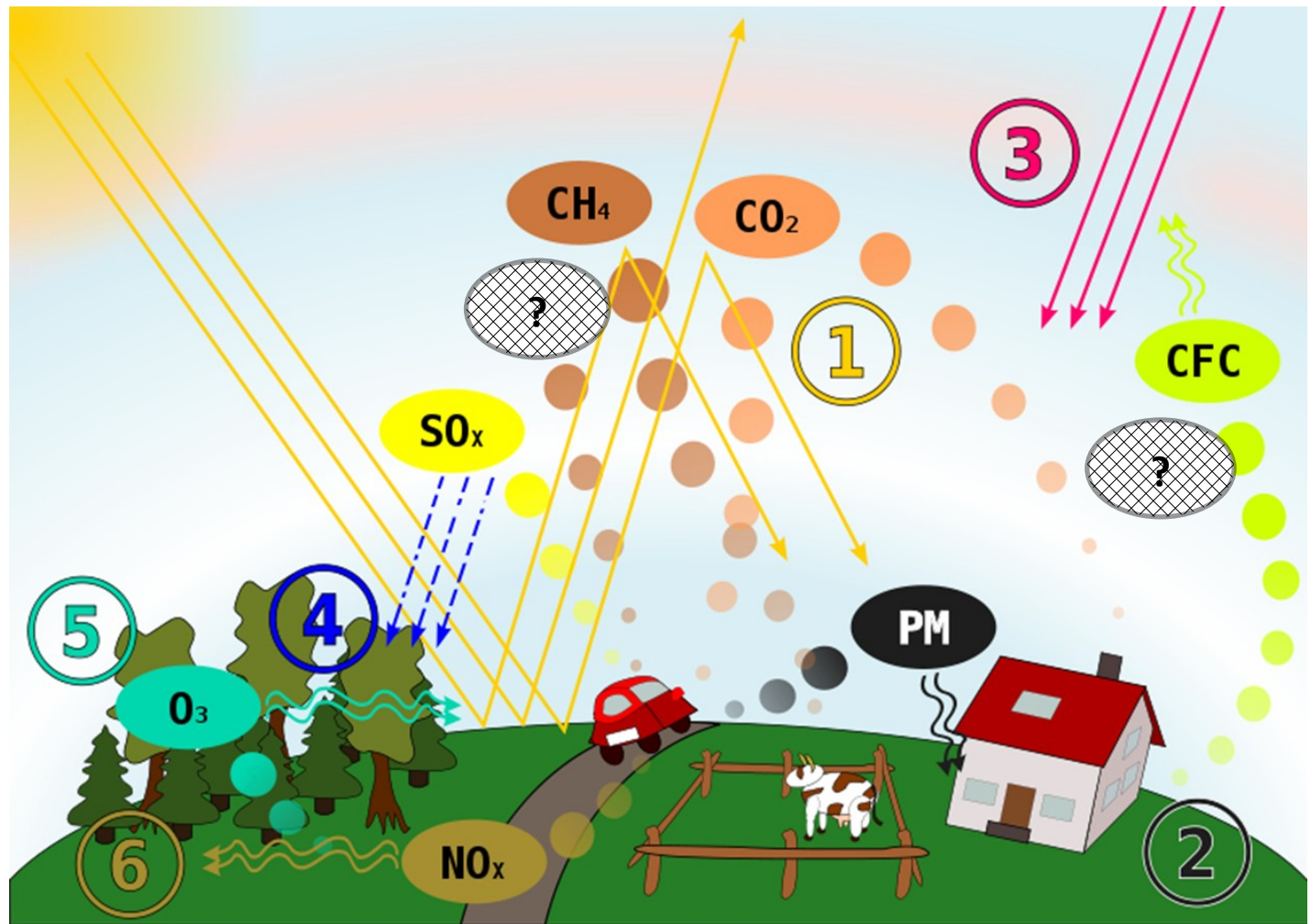
ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plyných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
- 10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.**
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Analytické techniky pro detekci anorganických polutantů

- $\text{CO}_2$
- $\text{SO}_x$
- $\text{NO}_x$
- $\text{O}_3$
- PM
- kovy
- polokovy
- minerály



# Analytické techniky pro stanovení environmentálně důležitých látek

- 1. Oxid uhličitý  $\text{CO}_2$  - Infračervená spektroskopie (IČ)
- 2. Oxidy síry  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  - Instrumentální metody (coulometricky, spektrometricky, fluorescenčně)
- 3. Oxidy dusíku,  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  a  $\text{NO}_2$ ) – Instrumentální metody (chemiluminescenčně, FT-IR spektrometrie)
- 4. Stanovení ozónu  $\text{O}_3$  - ampérometricky, fotometricky
- 5. Stanovení prachových částic - podle velikosti částic PM



## Měření kvality ovzduší

- **používají se stacionární nebo mobilní automatické měřicí stanice**, které ve městech (převážně na hranici pásma hygienické ochrany průmyslového komplexu, nebo v otevřené krajině) detekují a zaznamenávají složky znečištění ovzduší způsobené dopravou, tepelnými a energetickými zdroji, chemickými provozy a sekundárními vlivy probíhajícími v atmosféře (např. působením slunečního záření na primární složky znečištění)
- výše zmíněná automatická měření mohou být doplněna odběrem vzorků plyných i prachových polutantů k pozdější analýze v laboratořích
- **měří se zejména veličiny:**
  - oxid siřičitý
  - oxidy dusíku
  - oxid uhelnatý
  - polétavý prach
  - ozón
  - i organické látky jako:
    - suma uhlovodíků
    - těkavé organické látky
    - polycyklické aromatické uhlovodíky, atd.



# Metody pro stanovení škodlivin

- **Spektroskopie** (absorpce, emise, fluorescence): AAS, FT-IR
- **Chromatografie** (kapalná, plynná, gelová): HPLC, GC, GPC.../MS
- **Fyzikální:** ampérometrie, coulombometrie
- **Speciální:** laserová, mikroskopická: Dynamic light scattering



**Vhodný zdroj : Pavel Klouda, Moderní analytické metody 2017, 2020**

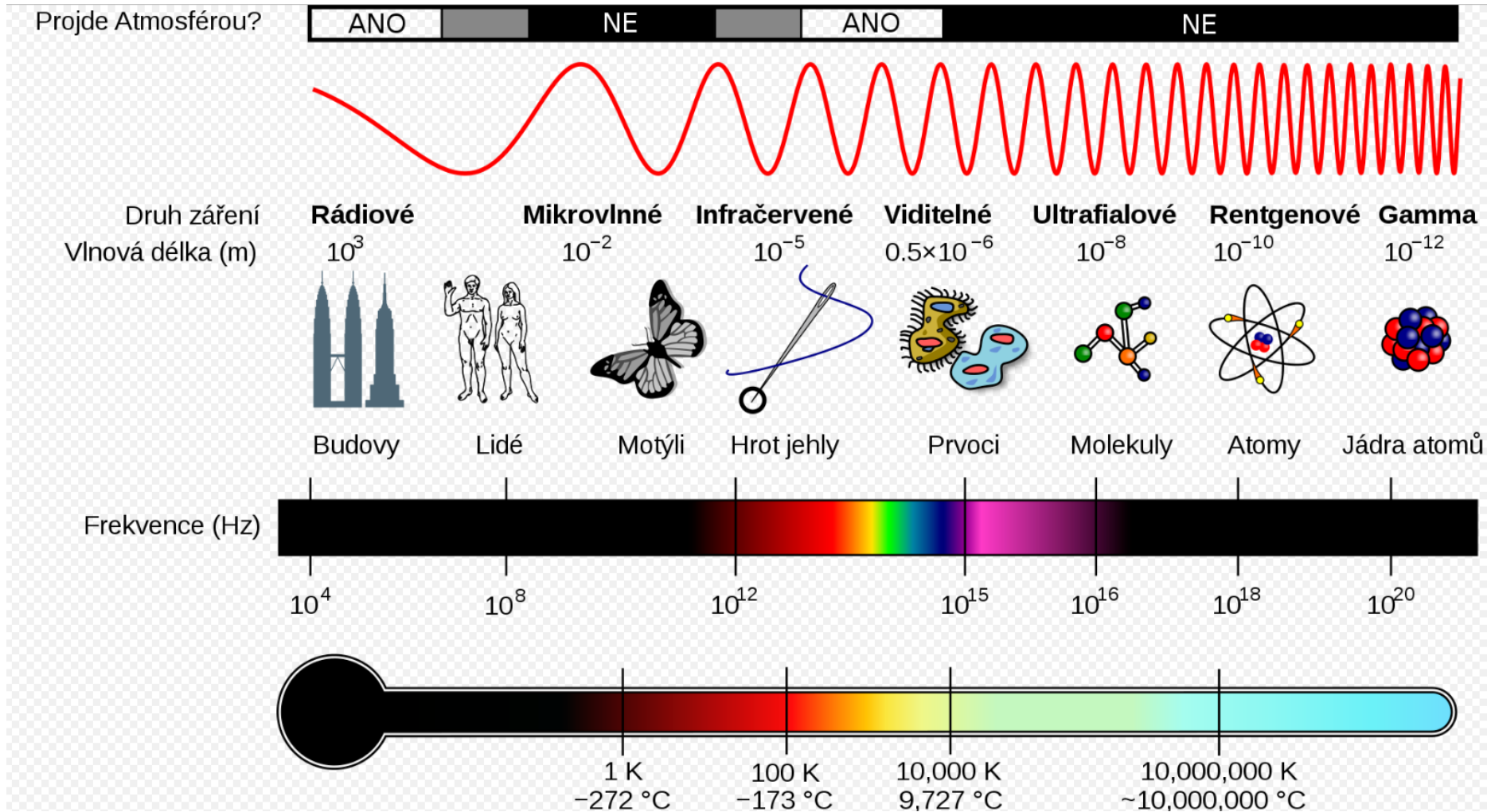
## Elektromagnetická spektroskopie (spektroskopie)

- zabývá se, jak se mění u elektromagnetického záření intenzita záření s vlnovou délkou záření (*spektrální rozdělení*)
- **změny spektrálního rozdělení nastávají při:**
  - průchodu prostředím: *absorpční spektrum*
  - odrazu na rozhraní dvou prostředí: *reflexní spektrum*
  - vyzařování světla prostředím: *luminiscenční nebo fluorescenční spektrum*
- spektroskopie je vhodná pro bezkontaktní a nedestruktivní získání informací o analyzovaných látkách (o jejich složení, teplotě atd.).

### Princip infračervené spektroskopie:

- při průchodu infračerveného záření přes vzorek dochází k jeho **absorpci**
- dochází ke změnám rotačně vibračních stavů molekuly v závislosti na změně dipolového momentu
- používá se v mnoha oblastech analýzy, např. **forenzní chemie**
- při analýze se použije **porovnání** naměřeného spektra se spektrem látky, případně v databázi spekter v počítači

# Spektrum elektromagnetického záření





# Rozdělení spektroskopie podle použité techniky měření:

## ❖ Absorpční spektroskopie

- látka je prosvětlena zdrojem světla (laser, halogenová lampa)
- analýza změny spektrálního rozdělení při procházení látkou
- míra absorpce je závislá na tloušťce látky

## ❖ Emisní spektroskopie

- látka je excitována světelným zdrojem, teplem, elektrickým proudem a emituje elektromagnetické záření (luminiscence, fluorescence nebo fosforescence)
- podle druhu excitace (vybuzení) se luminiscence rozděluje na:
  - **elektroluminiscenci** (buzení pomocí elektrického proudu)
  - **fotoluminiscenci** (buzení pomocí světla, nebo laseru)
  - **tepelnou luminiscenci** (buzení pomocí tepelného záření) aj.

## ❖ Ramanova spektroskopie

- principem je detekce záření rozptýleného na krystalické mřížce/v molekule
- zdrojem záření je laser s úzkou spektrální čarou, záření interaguje s krystalickou mřížkou látky nebo s molekulou a dochází ke změně vlnové délky díky čemuž lze stanovit, o jakou látku se jedná
- vhodné pro identifikaci materiálů v dané látce, rozlišení krystalické a amorfni fáze např. v křemíku, určování poloměru nanokrystalů v nanomateriálech

## ❖ Rozdělení podle spektrální oblasti

- podle části spektra, se kterým spektroskopie pracuje se rozlišují:
  - spektroskopie ve viditelné oblasti
  - UV spektroskopie
  - infračervená (IR) spektroskopie
  - a další (spektroskopie gama záření, terahertzová spektroskopie,...)

## ❖ Spektroskopie ve viditelné oblasti

- nejrozšířenější nejstarší spektroskopická metoda
- stanovení vlastností polovodičových materiálů (kompozitních)
- např. stanovení spektrální klasifikace hvězd v astronomii

## ❖ UV spektroskopie








- pomocí této spektroskopie lze stanovit vlastnosti ionizovaných atomů a nevodičů

## ❖ IR spektroskopie

- absorpce světla vibrační a rotační hladiny molekul v IR části spektra
- identifikace vazeb mezi atomy (jednoduché, dvojné, trojné uhlíkové vazby)
- nejčastěji se používá FTIR spektroskopie

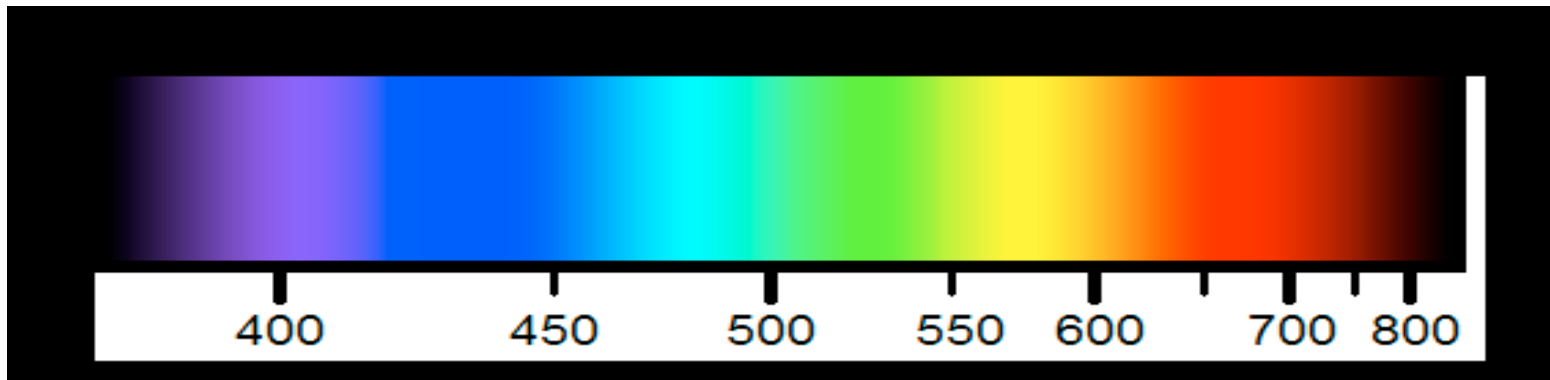
# Spektrometrie

- látky obsahují valenční elektron, který může být excitován do vyšší energetické hladiny elektromagnetickým zářením
- taková látka pak absorbuje záření o určité vlnové délce s energií fotonů odpovídající rozdílu energií obou elektronových hladin
- pokud absorbované záření leží ve viditelné oblasti spektra, pro lidské oko se bude tato látka jevit barevná (barva doplňková k barvě absorbovaného světla)

Absorbovaná vlnová délka (nm)		Odpovídající barva	Doplňková barva	
380–435		fialová	žlutozelená	
435–480		modrá	žlutá	
480–490		zelenomodrá	oranžová	
490–500		modrozelená	červená	
500–560		zelená	purpurová	
560–580		žlutozelená	fialová	
580–595		žlutá	modrá	
595–650		oranžová	zelenomodrá	
650–760		červená	modrozelená	

# Stanovení CO<sub>2</sub> - Infračervené spektroskopie (IR)

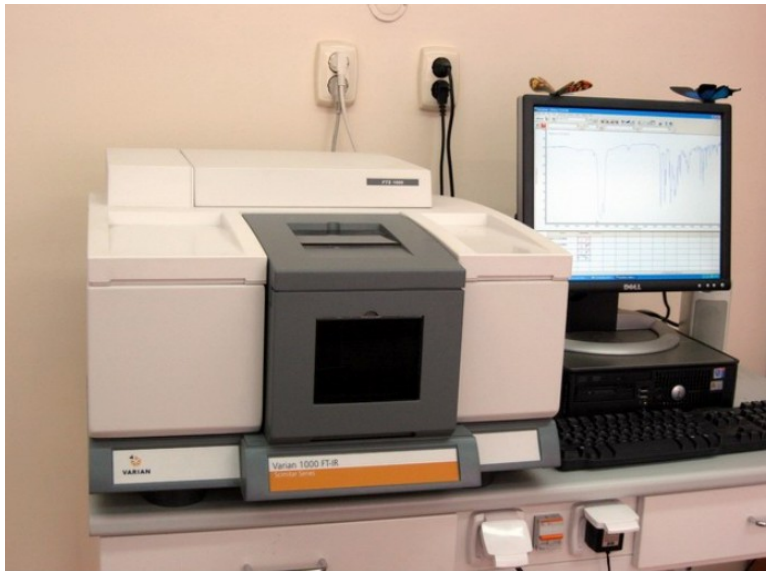
- spektroskopická metoda analytické chemie
- patří mezi metody **elektromagnetické spektroskopie**
- poskytuje velice přesnou identifikaci izolované látky, tak ji lze využít i pro kvantitativní analýzu směsi
- podle energie použitého infračerveného záření rozlišujeme IČ spektroskopii ve vzdálené (vlnová délka 20-1000 μm), střední (2,5-20 μm) a blízké oblasti (0,8-2,5 μm)



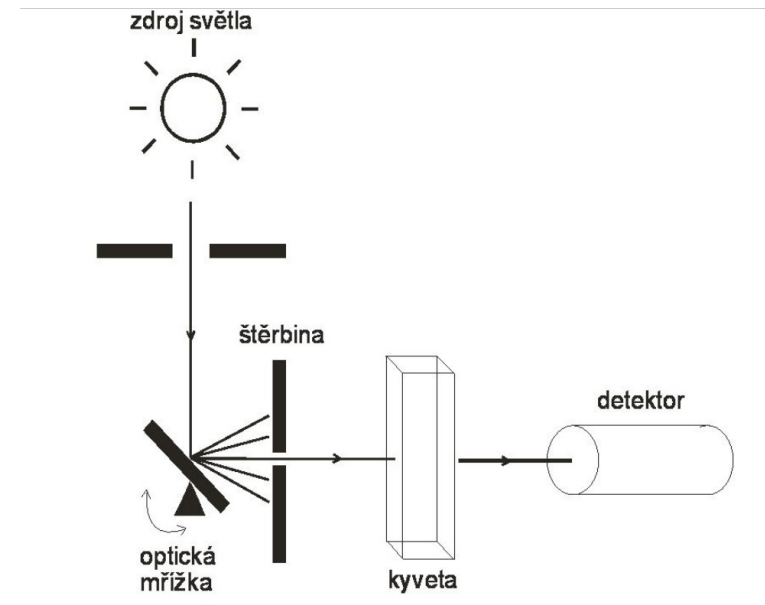
Spektrum viditelného světla: frekvence  $3,9 \times 10^{14}$  Hz do  $7,9 \times 10^{14}$  Hz  
vlnová délka: v rozmezí 380 – 740 nm

# Infračervené spektroskopie (IR)

- principem je absorpce IR záření při průchodu vzorkem, při které proběhnou změny rotačně vibračních energetických stavů molekuly vzhledem ke změnách dipólového momentu molekuly
- výsledné IR spektru je funkční závislostí energie ( $\nu$  % transminace nebo  $\nu$  v jednotkách absorbance na vlnové délce dopadajícího záření)
- IR spektroskopie slouží pro převod signálů z časové oblasti do oblasti frekvenční



spektrofotometr s příslušenstvím



uspořádání spektrofotometru

Autor: Martin Vejražka – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3860818>

Autor: S.Levchenkov – Vlastní dílo, Volné dílo, [https://cs.frwiki.wiki/wiki/Spectroscopie\\_infrarouge](https://cs.frwiki.wiki/wiki/Spectroscopie_infrarouge)

Autor: Julien-Léopold Boilly – <https://www.gettyimages.com.au/license/169251384https://wellcomecollection.org/works/b4qh352u>, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3308441>

## ❖ Fourierova transformace (FT-IR spektroskopie)

- FTIR spektroskopie (angl. Fourier transform infrared (spectroscopy) pracuje na principu **Michelsonova interferometru** – obsahující dělič paprsků (monochromátor), pohyblivé a pevné zrcadla (optický systém)
- na děliči paprsků dochází k rozdělení odrážených paprsků, paprsky se rekombinují a vytvářejí **interferenci** (skládání)
- FT-IR spektroskopie dokáže analyzovat různorodé **plynné směsi** v širokých koncentračních rozsazích
- hlavní výhodou je využitelnost až pro desítky plynných složek současně
- je navíc vhodná jak pro plyny v koncentracích několika **desítek procent**, tak i v koncentracích **pod úroveň ppm**
- výstupem z FT-IR měření je **infračervené spektrum** (na vodorovné ose je uvedena energie/vlnová délka/vlnočet infračerveného záření) a na svislé ose je znázorněna míra absorpce záření vzorkem
- každá IČ aktivní vazba má charakteristické pásy ve spektru, z těchto pásů lze stanovit jaké vazby (atomy, molekuly) se ve vzorku nacházejí a podle výšky těchto pásů lze stanovit i jeho koncentraci



**Jean-Baptiste-Joseph de Fourier**  
(1768-1830)  
Objevitel spektroskopie s  
Fourierovou transformací (FT-IR)

## FTIR spektroskopie - využití

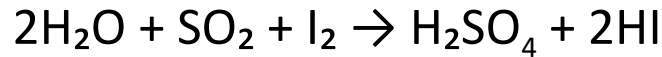
- analýzou procházejícího světla zjistíme, kolik energie je absorbováno při každé vlnové délce, k tomu slouží tzv. **Fourierovy transformace** - k měření všech vlnových délek **současně**
- následně lze vygenerovat *propustnost* nebo **absorbční spektrum**, což ukazuje, na jaké IR vlnové délky se vzorek absorbuje
- stanovení absorpčních vlastností vzorku odhaluje podrobnosti o **molekulární struktuře vzorku**
- obecně lze konstatovat, že téměř jakýkoli vzorek lze vyhodnotit pomocí metody FTIR spektroskopické analýzy (**pevná látka, kapalina nebo plyn**)
- menší vzorky lze analyzovat v přístroji; větší vzorky se analyzují pomocí příslušenství externího mikroskopu (FTIR ze SEM), přičemž mikroskop lze také použít k zaměření na konkrétní část vzorku
- nejčastěji se analyzují pevné látky a kapaliny pomocí FTIR spektroskopie
- např. **pevné materiály** mohou být termosetové nebo termoplastické materiály, pryžové materiály, potahy, vlákna, popřípadě jakýkoli vyrobený výrobek
- **u kapalných vzorků** je potřebné si dát pozor na maziva, rozpouštědla, znečištění odstraněné z povrchu a další kapaliny, které je třeba identifikovat
- z plynů se nejčastěji detekuje **oxid uhličitý** nebo **metan**

# Stanovení oxidů síry

❖ **Instrumentální metody** : stanovení oxidů síry (SO<sub>2</sub> a SO<sub>3</sub>)

- jsou založeny na několika principech:

A) **Semikontinuální coulometrické stanovení SO<sub>2</sub>** - je výhodné v případech, kdy celkový obsah ostatních sirných složek a dalších rušivých látek nepřekročí 5 % celkového obsahu SO<sub>2</sub>. Oxid siřičitý a další látky s redukčními účinky přítomné ve vzorkovaném plynu reagují s elektrolyticky generovaným činidlem, kterým je jod nebo brom:



B) **Plamenová emisní spektrometrie**, při jejíž aplikaci jsou v plameni spalujícím proudící plynný vzorek stanoveny látky, které způsobují emise světelného záření (**chemiluminiscenci**)

C) **Spektrální metoda** - založená na detekci **fluorescenčního záření** – stanovení obsahu SO<sub>2</sub> v odpadních plynech, vznik absorpce ultrafialového záření molekulami SO<sub>2</sub>



## Coulometrické stanovení

- metoda založená na měření náboje potřebného k úplné přeměně stanovované látky na pracovní elektrodě
- coulometrickou analýzu lze provádět za konstantního potenciálu (potenciostatická coulometrie), nebo za konstantního proudu (coulometrická titrace)

**Využívaná - sekundární titrace**, během kterých stanovovaná látka reaguje s účinnou látkou vznikající na elektrodě z vhodného elektrolytu



## Spektrální metody

- spektrální metody založené na **detekci fluorescenčního záření**, které vzniká **absorpcí ultrafialového záření molekulami SO<sub>2</sub>** se používají ke kontinuálnímu stanovení obsahu SO<sub>2</sub> v odpadních plynech
- **oxidy síry** jsou v odpadních plynech přítomny v převážné míře ve formě oxidu siřičitého (SO<sub>2</sub>), kterou vzácně doprovází částice oxidu sírového (SO<sub>3</sub>) a kapičky kyseliny sírové (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- oxid siřičitý je velmi reaktivní látka, jejíž chemické a molekulové vlastnosti jsou základem široké škály různých analytických reakcí pro manuální stanovení a fyzikálně-chemických jevů - stanovení pomocí instrumentální zařízení
- pro stanovení SO<sub>x</sub>/SO<sub>2</sub> v odpadních plynech ze stacionárních zdrojů platí normovaná **manuální metoda** stanovení (**ČSN EN 14791**) a **mezinárodní norma** uvádějící požadované charakteristiky automatizovaných měřicích metod (**ČSN ISO 7935**)

# Plamenová emisní spektrometrie (fotometrie)

- plamenová fotometrie je založena na principu emisní spektrální analýzy
- využívají se při ní **atomová spektra v UV a VIS** pro kvalitativní a kvantitativní stanovení látek (např. Na, K, Li, Ca, aj.)
- stanovení některých prvků (Na, K, Li atd. ) lze provést měřením intenzity světla určité vlnové délky emitovaného po excitaci atomů daného prvku plamenem
- zředěný vzorek se rozpráší na jemnou mlhu
- mlha se přivádí do bezbarvého **propanového nebo acetylenového plamene**, v němž dojde ve velmi krátkém sledu k vysušení rozpouštědla, atomizaci (rozbití kovalentních vazeb molekul), **excitaci atomů** a spontánní deexcitaci, při níž se uvolní **foton**
- foton putuje přes monochromátor k detektoru, např. fotonásobiči, přičemž je zaznamenávána **intenzita záření, která je úměrná koncentraci měřeného prvku ve vzorku**
- pro zajištění spolehlivých výsledků je nutné použít **vnitřní standard** (obvykle soli lithia nebo draslíku), které kompenzují výkyvy tlaku plynu a tedy plamene a nestabilitu detektoru
- vzhledem k náročnosti měření, obtížné automatizaci a problematické interpretaci některých výsledků není dnes v klinické biochemii plamenová fotometrie rozšířena, nahrazuje se především elektrochemickými metodami s **využitím iontově selektivních elektrod (ISE)**

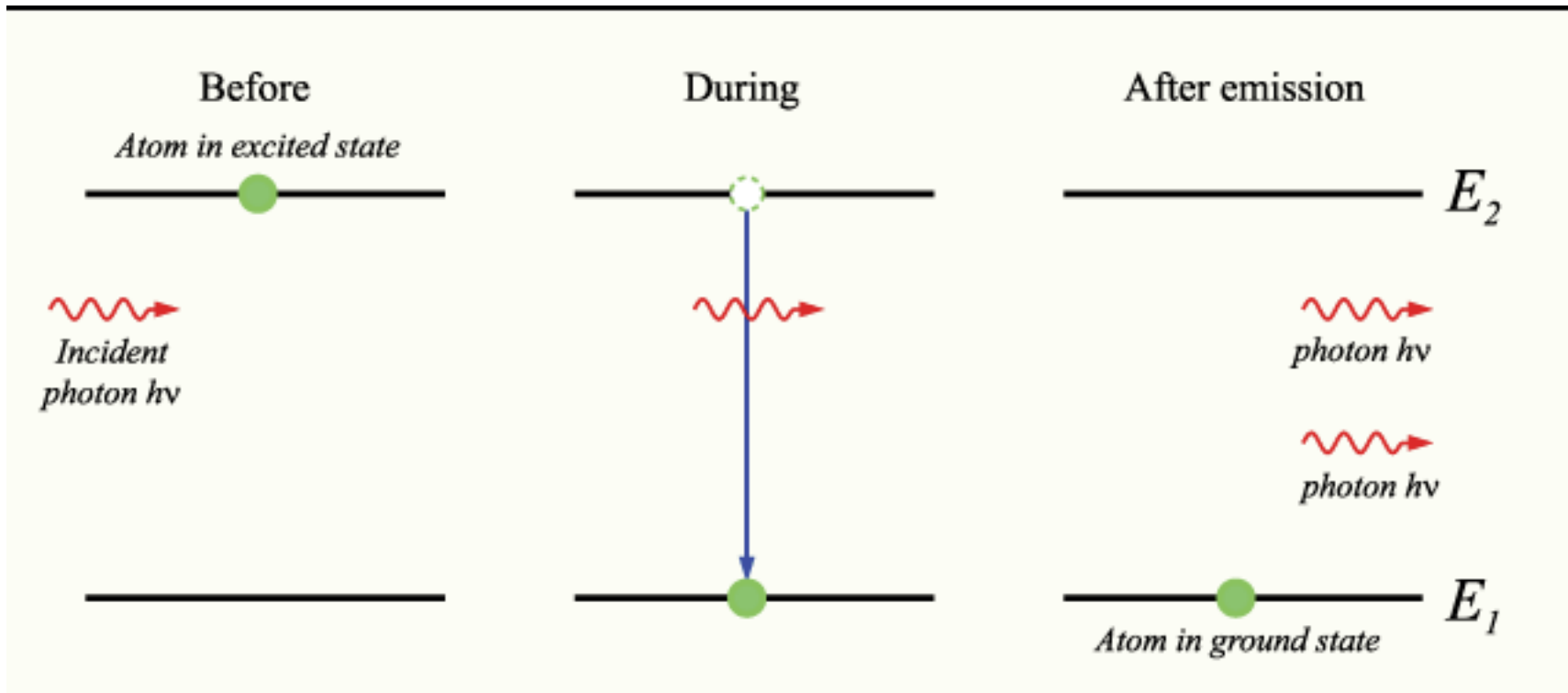
# Plamenová emisní spektrometrie (fotometrie)

## ➤ schéma emise:

📖 vlevo: atom v excitovaném stavu a dopadající foton

📖 uprostřed: přechod atomu do základního stavu a emise fotonu

📖 vpravo: atom v základním stavu a dva odchozí fotony stejné vlnové délky, polarizace směru



## Stanovení NO<sub>x</sub>

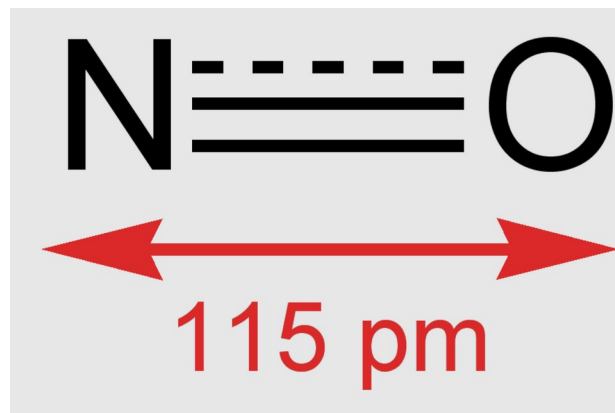
- oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) jsou významnou skupinou chemických sloučenin, které znečišťují ovzduší, přičemž představují rodinu cca **sedmi sloučenin**
- **oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>)** je nejběžnější formou oxidů dusíku v atmosféře produkovanou lidskou činností, je nejen důležitou látkou znečišťující ovzduší, ale také reaguje v atmosféře za vzniku **ozónu a kyselých dešťů**
- **oxid dusičitý** reaguje na slunečním světle v přítomnosti vzduchu a ultrafialového světla za vzniku **ozonu a oxidu dusnatého (NO)** - reaguje s volnými radikály v atmosféře, které vytváří UV paprsky, - ovlivňují těkavé organické sloučeniny (VOC)
- volné radikály pak přeměňují **oxid dusnatý na oxid dusičitý**, každá molekula oxidu dusnatého produkuje ozon vícekrát, oxid dusnatý a oxid dusičitý jsou nejhojnějšími oxidy dusíku ve vzduchu
- instrumentální metody stanovení oxidů dusíku (NO a NO<sub>2</sub>) využívají v převážné míře **chemiluminiscenční stanovení** NO<sub>x</sub> založené na reakci oxidu dusnatého s **ozonem**, při níž přechází určitá část molekul NO<sub>2</sub> do excitovaného stavu
- kromě uvedené chemiluminiscenční metody se používá rovněž metody **FT-IR spektrometrie** (infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací)

## Stanovení oxidů dusíku NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>)

- **chemiluminiscence** - chemické světlo vzniká přímou **přeměnou chemické energie na světelnou**
- uvolněná chemická energie převádí atomy nebo molekuly do energeticky bohatšího, tzv. excitovaného stavu, které takto získanou energii uvolňují ve formě **světelných kvant** (fotonů)

**Oxidy dusíku** jsou sloučeniny dusíku a kyslíku, zejména:

- ❖ oxid dusný (N<sub>2</sub>O)
- ❖ oxid dusnatý (NO)
- ❖ oxid dusitý (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- ❖ oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>)
- ❖ oxid dusičný (N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

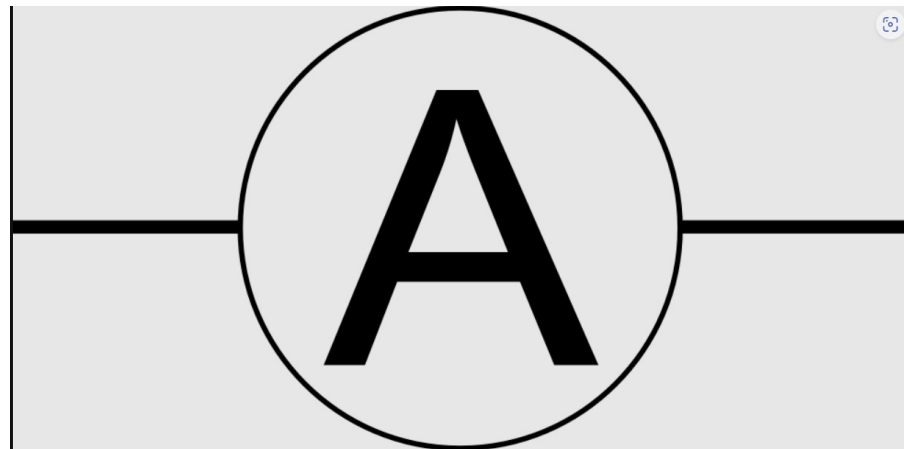
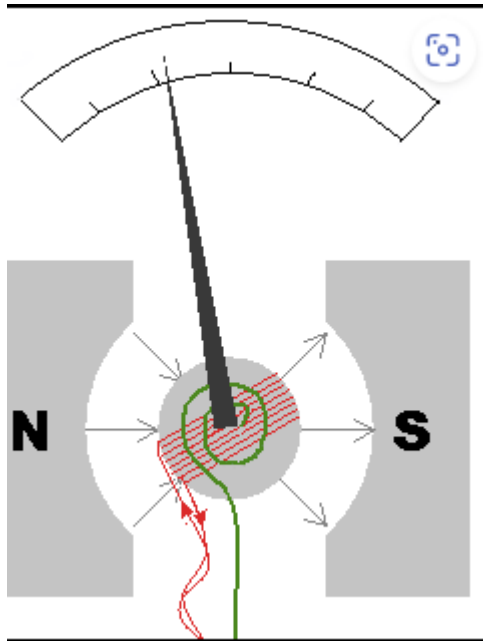


2D schéma molekuly NO

Z hlediska znečištěného ovzduší je nejvýznamnější : (NO a NO<sub>2</sub>), které se v atmosférické chemii označují všeobecně vzorcem y:nNO<sub>x</sub>

## Stanovení $O_3$

- koncentrace ozonu v ovzduší může být měřena **amperometricky**, tj. pomocí elektrochemických senzorů, nebo **fotometricky v UV oblasti**
- k přibližnému určení koncentrace lze použít **testovací proužky**
- princip **amperometrie**:
  - na pracovní elektrodu je vložen konstantní potenciál a měří se proud jí tekoucí v závislosti na čase; velikost tohoto proudu v přítomnosti analytu (depolarizátoru) je mírou jeho koncentrace



Schematická  
značka  
ampérmetru

Autor: Theresa Knott – This diagram was created with the drawing tools that come with en:Microsoft Word. See en:Wikipedia:How to draw a diagram with Microsoft Word for advice on how to draw diagrams like this., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=51267>

Autor: User:Bangin – Vlastní dílo, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2830218>

## Stanovení prachových částic – Particulate matter (PM)

- **Aerodynamický průměr částice D** - průměr koule o hustotě  $1\text{gcm}^{-3}$  se stejnou ustálenou rychlostí způsobenou gravitační silou v klidném ovzduší, jako má částice za obvyklých podmínek týkajících se teploty, tlaku a relativní vlhkosti
- **Vdechovatelná (inhalable) frakce** - hmotnostní frakce polétavého prachu, která je vdechnuta nosem a ústy
- **Thorakální (thoracic) frakce** - hmotnostní frakce vdechovaných částic pronikajících za hrtan
- **Respirabilní (respirable) frakce** - hmotnostní frakce vdechovaných částic, které pronikají do dýchacích cest, kde není řasinkový epitel
- z hlediska zdravotního jsou důležité částice: o velikosti **PM10** – částice menší než  $10\ \mu\text{m}$ , **PM2,5** – částice menší než  $2,5\ \mu\text{m}$  (ne celoplošně), **PM1** – částice menší než  $1\ \mu\text{m}$  (méně často), **PM0,1** – částice menší než  $100\ \text{nm}$  (výjimečně).



# Stanovení prachových částic – Particulate matter (PM)

- vdechovatelné, thorakální a respirabilní částice - jako procenta z polévatého prachu, stanovení dle pro pracoviště:

## ČSN EN 481 Ovzduší na pracovišti:

- vymezení velikostních frakcí pro měření poletavého prachu
- **PEL** (přípustný expoziční limit) - celosměnový časově vážený průměr koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž mohou být podle současného stavu znalostí vystaveni zaměstnanci při osmihodinové pracovní době aniž by u nich došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jejich pracovní schopnosti a výkonnosti.

## Stanovení PM

- Gravimetricky x použitím on-line zařízení (laser)



přístroj na měření polévatého prachu, kombinovaný nefelometr pro monitor PM 2,5 částic

# Stanovení distribuce velikosti částic PM

## ➤ **Dynamický rozptyl světla (DLS) – Dynamic light scattering**

- metoda vhodná pro měření velikosti částic v submikronové oblasti
- stanovuje tzv. **Brownův pohyb částic** a přiřazuje ho k velikostem částic
- měření fluktuační intenzity rozptýleného světla laserového paprsku okolo jeho průměrné hodnoty
- malá částice osvětlená zdrojem světla (laser), částice bude rozptylovat světlo ve všech směrech
- obraz vzniklý tímto rozptýleným světlem lze zobrazit na stínítku, nebo **detektoru**
- malé částice pohybují rychle a velké částice pomaleji

## ➤ **Laserová difrakce – pro stanovení velikosti částic**

- princip spočívá v kontinuálním průtoku částic měřicí celou, na kterých **difraktuje laserový svazek**. Informace o velikosti a tvaru částic jsou obsaženy v difrakčním obraze, odtud pomocí Fourierovy transformace převedeny na distribuční křivku
- laserový paprsek je namířen na soubor částic rozptýlených buď v kapalině, nebo ve vzduchu, výsledný vzor vychýlení úhlů rozptylu laseru je charakteristický pro velikost částic materiálu a detekován příslušným senzorem

# Měření prvků na pracovišti v praxi (prvkové stanovení)

## Elementární analýzy (kovy, polokovy, minerály)

- **AAS: atomová absorpční spektroskopie** – stanovení (stopových) množství prvků, kovů (těžké kovy), minerálů – (ng/l – mg/l)
- **EDX-RF: Energiově disperzní X-ray analýza – Rentgen** – orientační stanovení množství prvků ve vzorku (hm. %); cca 60 prvků PT
- **FLASH: stanovení množství S, H, O, N, C v (hm. %)**
- **TOC/TN: stanovení celkového (organického i anorganického) C a celkového N**



TOC/TN analyzátor



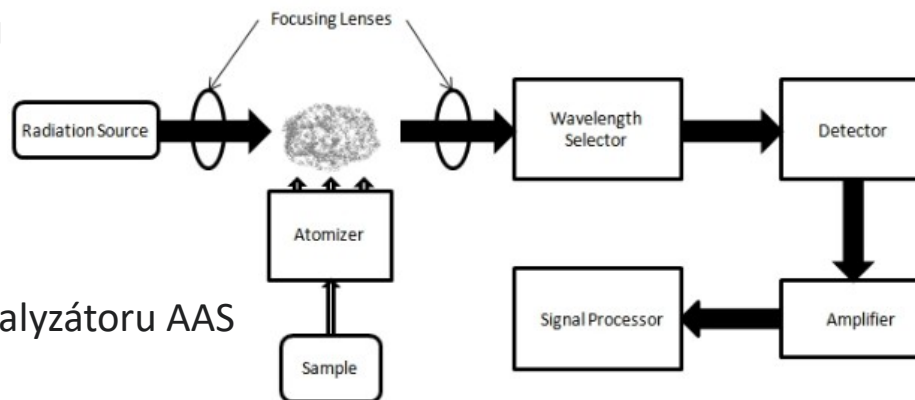
EDX spektrofotometr



AAS

## ➤ Atomová absorpční spektrometrie (AAS)

- spektrometrická analytická metoda slouží ke stanovení obsahu stopových i významných koncentrací jednotlivých prvků v analyzovaném roztoku
- lze analyzovat **přes 60 prvků** periodické tabulky s citlivostí **od setin do stovek ppm**
- ve forenzní se používá především k detekci těžkých kovů a rovněž ke stanovení zbytků střeliva
- vzorek ve formě roztoku je zmlžěn a vzniklý aerosol je zaveden do **plamene** nebo **grafitového atomizátoru**, kde dochází k **atomizaci** (odpaření vzorku, rozrušení chemické vazby v molekulách přítomných sloučenin)
- plamenem prochází paprsek světla ze speciální výbojky (halogenová lampa), jehož fotony jsou při setkání s atomy analyzovaného prvku absorbovány, atom prvku přechází do příslušného vzbuzeného (excitovaného) stavu
- dochází k úbytku intenzity procházejícího světla, který je dán **Lambertovým-Beerovým** zákonem, založeného na intenzitě budícího záření
- výsledkem je pak, že míra intenzity záření je přímo úměrná **koncentraci atomů analyzovaného prvku**



Schematické uspořádání analyzátoru AAS

## ➤ Rentgenová fluorescenční spektrofotometrie (EDX - RF)

- pro identifikaci **prvků** v látce v daném materiálu
- nedestruktivní metoda, vhodná pro analýzu **širokého spektra materiálu**, prostupnost **rentgenového paprsku** i neprůhledným materiálem, založena na stimulaci vnitřních elektronů atomu (vybuzení elektronů v atomu do jiných energetických hladin)
- využívá aktivitu v prvních 3. elektronových orbitalů: **K, L a M**, kde K je nejbližší k jádru, každý elektronový orbital odpovídá specifické a unikátní energetické úrovni daného prvku
- prvek je identifikovaný jeho **charakteristickou emisí záření** - vlnovou délkou ( $\lambda$ ) nebo energií (E)
- množství přítomných prvků je určeno **měřením intenzity jeho charakteristické vlnové energie**
- metoda je vhodná pro identifikaci typů slitin, nejhojnějších prvků v keramice, hornin, skla, glazury a různých pigmentů, velmi rychlá a nevyžaduje žádné velké přípravy vzorku
- v praxi se metoda využívá též pro stanovení nebezpečných látek, například **těžké kovy, polokovy**, nebo při zvýšeném množství některých **minerálů** v pevných, kapalných či v pevných vzorcích

## Chromatografie – HPLC (anorganické látky)

### ➤ HPLC – vysoce účinná kapalinová chromatografie

- (z angl. high-performance liquid chromatography)
- chromatografická technika sloužící k separaci složek vzorku za účelem **stanovení jejich přítomnosti a koncentrace ve vzorku**
- popř. k izolaci jednotlivých složek směsi (tzv. preparativní chromatografie)
- vhodná pro stanovení biochemických, organických i **anorganických látek** (slitiny kovů, stavební materiály, porcelán, zemina – přítomnost kontaminantů atd.)

### ➤ Plynová chromatografie – GC (anorganické látky)

- (z anj. Gas chromatography) - typ separační metody pro oddělení složek
- obsažených ve vzorku a které mohou být převedeny **do plynné fáze**, aniž by došlo k jejich rozkladu
- stacionární (nepohyblivá) fáze interaguje se složkami vzorku, který je unášen mobilní (pohyblivou, plynovou) fází - při pohybu se zdržují
- do stacionární fáze (na konec) se tedy dostávají dříve složky méně zdržované, signál z detektoru pak určí z časového průběhu intenzity signálu **druh a kvantitativní zastoupení složek**
- vhodná pro stanovení **těkavých látek v pevných nebo kapalných vzorcích**

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Které environmentálně anorganické polutanty znáte
- Při kterých globálních dějích vznikají
- Jaké analytické techniky jsou vhodné pro stanovení jednotlivých polutantů
- Co je to spektroskopie podle čeho ji rozdělujeme (dle jakých hledisek)
- Jaký je princip IR a FT-IR spektroskopie
- Jaký je rozdíl mezi atomovou absorpční a emisní spektroskopií
- Co víte o fluorescenční spektrometrii
- Které metody jsou vhodné pro stanovení oxidů síry a oxidů dusíku
- Které metody jsou vhodné pro stanovení oxidu uhličitého a ozonu
- Které metody jsou vhodné pro stanovení prachových částic
- Znáte některou z norem pro stanovení škodlivých polutantů v prostředí
- Jakým způsobem lze stanovit těžké kovy, polokovy a minerály
- Jaké látky lze stanovit pomocí chromatografických technik
- Které nebezpečné polutanty jsou z vašeho pohledu nebezpečné pro životní prostředí a proč – jak by jste je detekovali

## Doporučené odkazy:

- Klouda, P. 2020. Moderní analytické metody. Pavko, s 176. ISBN: 80-86369-07-2
- Ellis, D.I. and Goodacre, R. 2006. Metabolic fingerprinting in disease diagnosis: biomedical applications of infrared and Raman spectroscopy, Analyst (131), s. 875-885. [DOI:10.1039/b602376m](https://doi.org/10.1039/b602376m)
- Prosser, V. 1989. Experimentální metody biofyziky, 1. vyd. Praha : Academia. ISBN 80-200-0059-3
- Amesz A., Hoff, A. J. 1996. Biophysical Techniques in Photosynthesis. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers,s. 411. ISBN 0-7923-3642-9
- Atkins, P., de Paula, J. 2013. Fyzikální chemie. VŠCHT Praha, 1. vydání, 915. ISBN 978-80-7080-830-6
- Lakowicz R. J. 2006. Principles of Fluorescence Spectroscopy. ISBN 0-387-31278-1
- Gauglitz, G., Vo-Dinh, T. 2014. Handbook of spectroscopy. ISBN 978-3-527-32150-6
- Valeur B., Bronchon J.-C. 2001. New trends in fluorescence spectroscopy. Application to chemical and life sciences. Berlin. ISBN 3-540-67779-8
- Ševčíková, P. Ka,špárková, V., ěra; Krejčí, J., Vltavská, P. 2014. Dynamický rozptyl světla v analýze koloidních systémů. Chemické listy. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2014\\_05\\_479-482.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2014_05_479-482.pdf)

## Použitá literatura:

- Envitech, 2023. Měření kvality ovzduší [online].[cit. 12.4.2023]. Dostupné z: <https://www.envitech-bohemia.cz/produkty/monitorovaci-systemy/mereni-kvality-ovzdusi>
- Wikiskripta, 2019. Spektrofotometrie [online].[cit. 13.4.2023]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Spektrofotometrie>
- Wikipedie, 2022. Elektromagnetické spektrum [online].[cit. 12.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9\\_spektrum](https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_spektrum)
- Wikipedie, 2021. Infračervení spektroskopie [online].[cit. 12.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Infra%C4%8Derven%C3%A1\\_spektroskopie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Infra%C4%8Derven%C3%A1_spektroskopie)
- Wikipedie, 2022. Atomová emisní spektroskopie [online].[cit. 14.4.2023]. Dostupné z: [Atomová emisní spektrometrie – Wikipedie \(wikipedia.org\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Atomov%C3%A1_emisn%C3%AD_spektroskopie)
- Wikipedie, 2023. Atomová absorpční spektrometrie [online].[cit. 14.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Atomov%C3%A1\\_absorp%C4%8Dn%C3%AD\\_spektrometrie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Atomov%C3%A1_absorp%C4%8Dn%C3%AD_spektrometrie)
- Zsbozp, 2023. Prašnost na pracovišti [online].[cit. 15.4.2023]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/rizikove-factory/fyzikalni-factory/prasnost-na-pracovisti>
- Automatizace.hw.cz, 2019. Kvalita vzduchu v uzavřených místnostech -5. Co jsou to PM částice? [online].[cit. 15.4.2023]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/kvalita-vzduchu-v-uzavrenych-mistnostech-5-co-jsou-pm-castice.html>





# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
- 11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.**
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

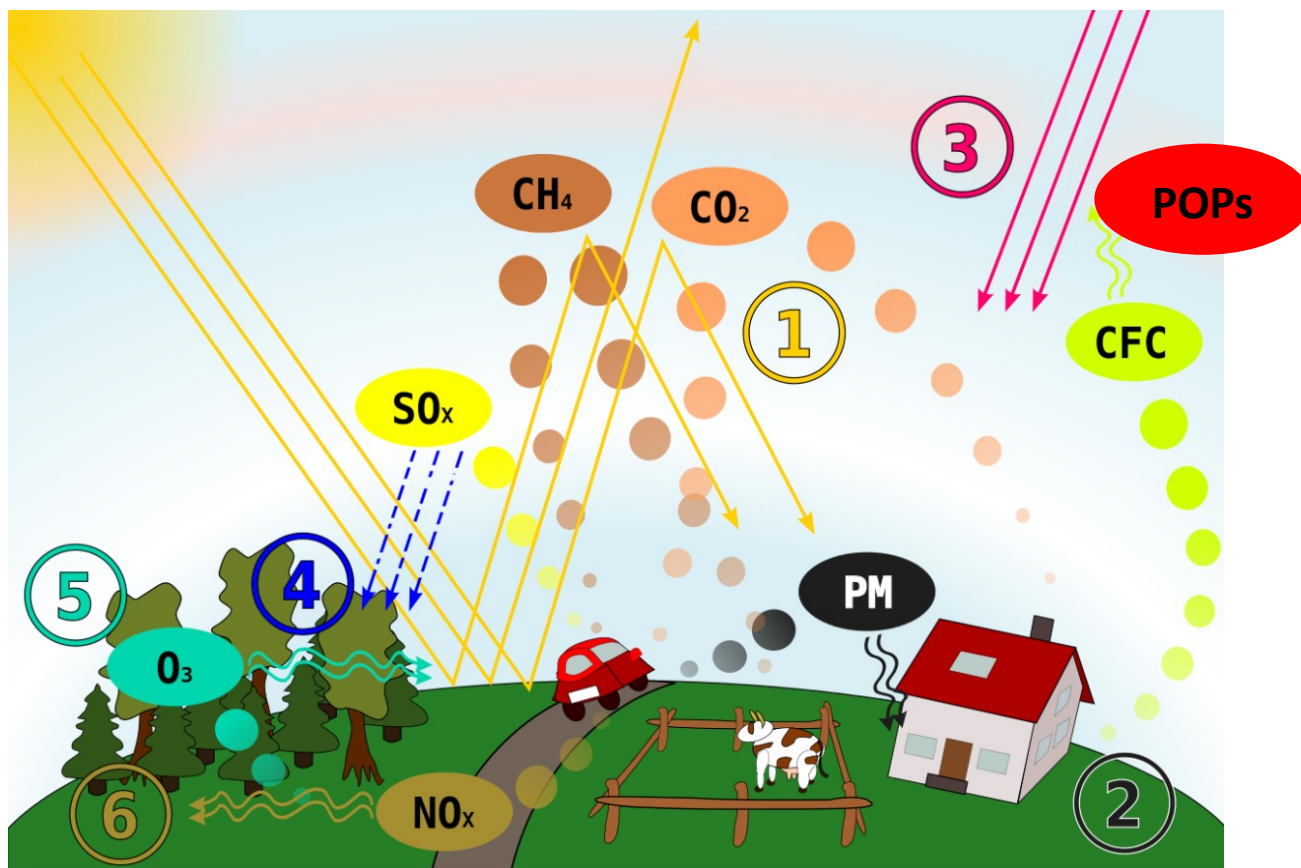
# Analytické techniky pro detekci organických polutantů

## Organické látky

### POPs:

- PCB
  - CFC
  - PBDE
  - PAH
  - polyfenoly
- 
- CH<sub>4</sub>
  - mykotoxiny

- léčiva
- drogy
- syntetické

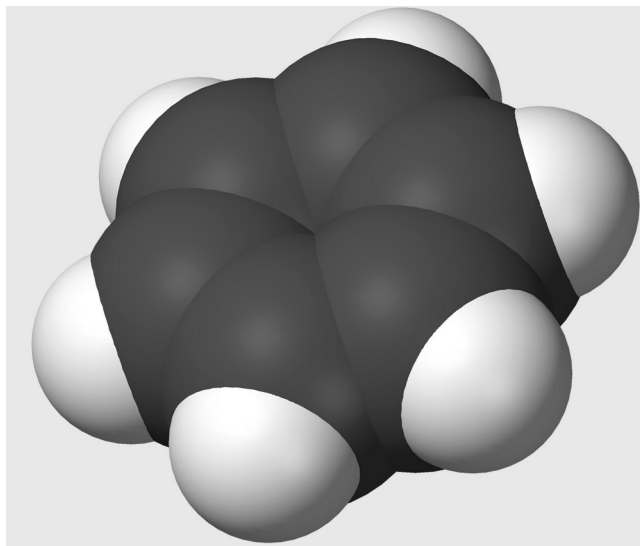


PCB - polychlorované bifenyly, CFC - chlór-fluorované uhlovodíky, PBDE - polybromované difenyletery, PAH - polyaromatické uhlovodíky, MeOH - metanol

# Organická sloučenina

- chemicky čistá látka, jejíž molekuly obsahují jeden nebo více atomů uhlíku
- uhlík představuje „život“ na zemi – proto název „organické“ sloučeniny
- mohou obsahovat i atomy dalších prvků, např. H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, S a P a jiných prvků
- **Lze je rozdělit z několika hledisek:**
  - **podle struktury** (cyklické, necyklické, nasycené, nenasycené)
  - **podle funkčních skupin:**
    - uhlovodíky – kromě uhlíku obsahují jen vodík a žádné specifické funkční skupiny
    - halogenderiváty – obsahují místo jednoho nebo více atomů vodíku atom halogenu (F, Cl, Br, nebo I)
    - hydroxylové deriváty – obsahují jednu nebo více hydroxylových skupin OH
    - sloučeniny s dvojně vázaným kyslíkem
    - sloučeniny obsahující dvojmocnou síru atd.
- **Typy atomu uhlíku**
  - podle počtu navázaných atomů uhlíku a vodíku na dalším atomu uhlíku se rozdělují dle pořadí uhlíku na **primární** (3 navázané atomy H – CH<sub>3</sub>R), **sekundární** (2 atomy H – CH<sub>2</sub>R<sub>2</sub>), **terciární** (jeden atom H – CHR<sub>3</sub>) a **kvartérní** (žádný atom H – CR<sub>4</sub>)
  - tyto typy atomu uhlíku se v některých případech liší svojí reaktivitou

# Organická sloučenina/ látka



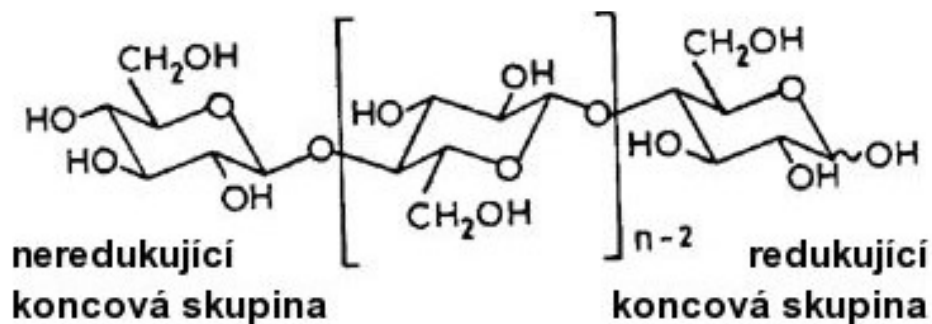
model benzenu – nejjednodušší  
aromatická sloučenina (aren)

**Organická látka:** materiál, tvořený převážně organickými sloučeninami, může obsahovat příměsi anorganických sloučenin, je to různorodá směs, může mít homogenní nebo heterogenní strukturu

**Organická sloučenina:** chemicky čistá látka, složená z jednoho druhu molekul



dřevo – typická organická látka složená  
desítkami sloučenin, kde převažuje celulóza

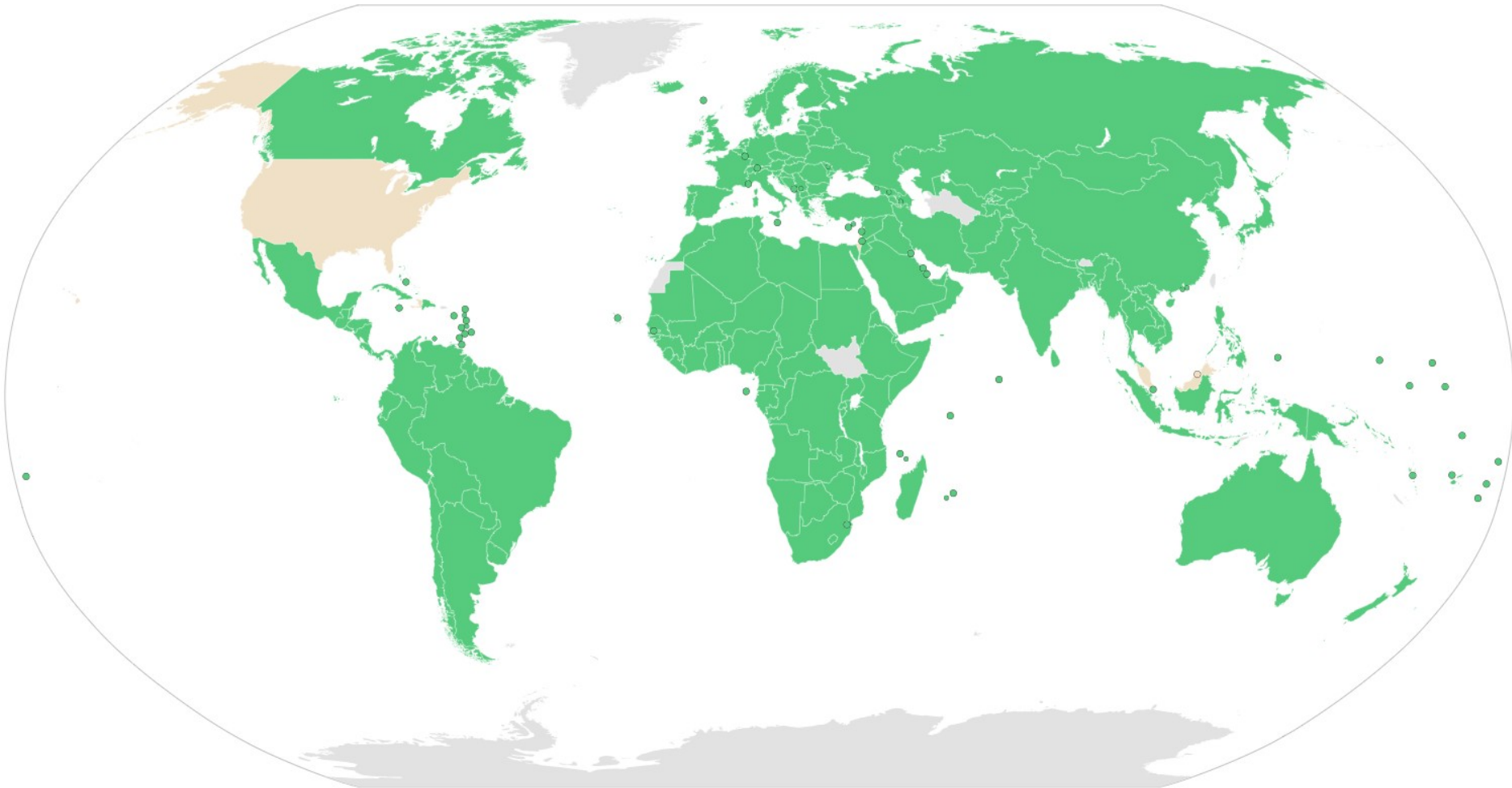


strukturní vzorec celulózy

## Organické polutanty

- **Perzistentní organické látky** (anglická zkratka POPs, *Persistent Organic Pollutants*) látky, které **dlouhodobě setrvávají v prostředí**, např. dioxiny, aldriny, nebezpečné DDT a polychlorované bifenyly (PCB)
- je známo, že napodobují chování **hormonů** a již ve velice malých dávkách mohou způsobit různé hormonální změny, poruchy či ohrozit reprodukci živočichů včetně člověka
- uvedené látky mohou způsobovat řadu nemocí, např. rakovinu, infarkt, další srdeční a imunologické onemocnění
- mají schopnost putovat až tisíce kilometrů od svého zdroje a rozšířit se tak do prostředí
- vznikají buď **přírodními procesy** např. při sopečné činnosti, či při lesních požárech, ve velké míře však vznikají **činností člověka**, např. při výrobě různých plastů, pesticidů a dalších chemických produktů
- výrobu a použití POPS látek reguluje tzv. „**Stokholmská úmluva o persistentních organických látkách**“ (závazná mezinárodní dohoda, jejímž cílem je eliminace vybraných nejnebezpečnějších látek)

# Země Stokholmské úmluvy o persistentních organických látkách



- POPs jsou také předmětem regulace v rámci nové chemické politiky Evropské unie (REACH)
- v říjnu 2008 byl zveřejněn Evropskou chemickou agenturou (ECHA) oficiální seznam 15 prioritních nebezpečných látek, zahrnující i perzistentní látky

# Persistentní organické polutanty (POPs)

- jsou organické látky
  - které vykazují **toxické vlastnosti**
  - které jsou **persistentní**
  - které se **bioakumulují**
  - u nichž dochází k dálkovému přenosu v ovzduší přesahujícím hranice států a k depozicím, \* u nichž je pravděpodobný významný škodlivý vliv na lidské zdraví nebo škodlivé účinky na životní prostředí
- POPs se vyskytují buď jako **jediná chemická látka** anebo jako **směs chemických látek**, které tvoří specifickou skupinu tím, že:
- mají podobné vlastnosti a dostávají se do životního prostředí společně
  - tvoří směs, která je dostupná jako určitý **technický přípravek**
- POPs představují v současnosti **celosvětový problém** a k omezování jejich vzniku a šíření prostředím se zavazují všechny civilizované země včetně České republiky



# Vlastnosti POPs

## ❖ Toxicita

- toxické/jedovaté pro různé organismy
- toxické látky mohou způsobovat vznik rakoviny, či jiné onemocnění a podporovat jeho průběh, řada z nich způsobuje vznik imunologických, reprodukčních, vývojových a dalších poruch

## ❖ Persistence

- schopnost látky zůstat v prostředí po dlouhou dobu beze změny
- látky, které mají tuto schopnost jsou odolné vůči chemickému, fotochemickému, termickému i biochemickému rozkladu
- proto mohou kolovat v prostředí a akumulovat v půdách, sedimentech i v živých organismech

## ❖ Bioakumulace

- hromadění látek v živých organismech
- proces, během kterého živé organismy zachytávají a koncentrují chemické látky z okolního prostředí, ve kterém žijí, nebo nepřímo z jejich potravy

## ❖ Dálkový transport

- potenciál látky cestovat od původního zdroje do oblastí vzdálených stovky až tisíce kilometrů, v místě, kde se nikdy dříve nevyráběly a nepoužívaly (například v oblasti Arktidy a Antarktidy)

# Polutanty v pedosféře

- kontaminaci půdy způsobují látky, které pronikají do půdy nebo jiného přírodního prostředí půd a mění ji
- jedná se o látky, které **člověk vyrobil** (např. nebezpečné průmyslové chemikálie)
- kontaminace půd vede k **závažným ekologickým důsledkům**, např. vodní a větrná eroze, degradace půdy, úbytek organické hmoty, narušení vodního režimu a acidifikace půd → vede k **procesům**, které **nepříznivě ovlivňují produkční a ekologické funkce půdy**
- mezi největšími producenty polutantů v půdě patří: **průmysl** (těžba a zpracování nerostných surovin, ukládání odpadů, havárie) a **intenzivní zemědělství** (umělá hnojiva, **pesticidy**, ropné produkty) atd.

➤ významným kontaminantem půdy jsou velmi často **pesticidy aplikované zemědělci**



# Pesticidy

- biocidní látky, které se používají na ochranu užitkových rostlin v zemědělství a lesnictví, proti plevelům, houbám a živočišným škůdcům
- jsou do přírodního prostředí aplikovány s **cílem usmrtit konkrétní živočišné druhy**, avšak tyto jedy vstřebávají i ostatní organismy
- jsou aplikovány na více než 90 % zemědělsky využívané půdy ve světě
- pronikají do **všech složek životního prostředí**
- **Rizika, které způsobují:**
  - 1) **nespecifický účinek** – intoxikují, až usmrčují i jiné druhy organismů, především půdní mikroflóru
  - 2) **rezidua** se přes potravní řetězec dostávají i **do lidského organismu**
  - 3) dochází k **rezistenci** na tyto látky
- konkrétně se jedná o: insekticidy, fungicidy, herbicidy, moluskocidy...)
  - **insekticidy**: látky namířené proti hmyzím škůdcům
  - **fungicidy**: látky namířené proti houbovým (plísňovým) chorobám
  - **herbicidy**: látky používané pro likvidaci nežádoucích rostlin (plevelů)
  - **moluskocidy**: látky používané na hubení měkkýšů (slimáků)
- uvedené pesticidy jsou komerčně prodávány ve formě **různých přípravků** pro zemědělské a zahradnické účely

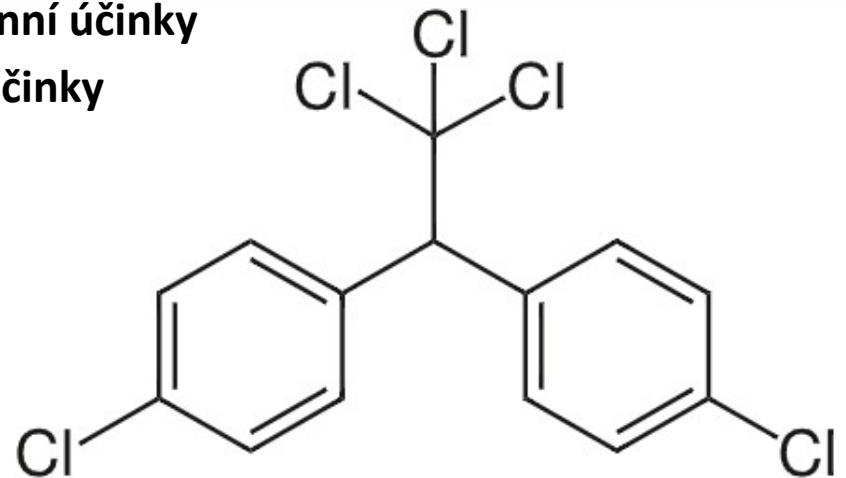
## Fyziologické účinky pesticidů

- působí na žlázy s vnitřní sekrecí a negativně ovlivňují normální funkci hormonů, jsou řazeny mezi **endokrinní disruptory**
- vyvolávají **poruchy reprodukčních schopností** a snižují reprodukční potenciál organismů
- na základě svých kumulativních vlastností nejvíce působí na organismy, které se vyskytují na **horních příčkách potravní pyramidy** (živočichové, člověk)
- při metabolické detoxikaci v organismu vyšších živočichů mohou vznikat látky **toxičtější než byl primární pesticid** (mutagenní účinky, karcinogenní účinky, imunomodulační účinky, změny metabolismu)
- laboratorní studie potvrdily, že mnohé pesticidy používané v dnešní době v rámci EU mohou působit toxicky na vývoj **nervové soustavy**, v souvislosti s nevratným a vážným **poškozením mozku**
- rovněž bylo prokázáno, že používání pesticidů v domácnostech může ovlivnit **vývoj motoriky dětí**
- vystavení pesticidům může také zvyšovat riziko **vzniku dětské leukémie**
- mezi další nežádoucí důsledky nadměrného nebo nesprávného používání pesticidů patří například i **hynutí včel**, neboť je díky těmto látkám **kontaminován i pyl**
- v zemědělské půdě se nacházejí i roky zakázané pesticidy, nejméně zakázaných pesticidů je v USA

# Pesticidy

## ❖ DDT: 1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan

- aromatická halogensloučenina (organochlorid)
- insekticid používaný na **ošetřování zemědělských plodin a na likvidaci přenašečů infekčních chorob** (z čeledi komárovitých rodu *Anopheles*)
- v EU již není vyráběn a používán, v bývalém Československu bylo používání jako pesticidu zakázáno v roce **1974**
- vyráběn byl ve **Spolaně Neratovice** jako surovina pro výrobu Neraditinu, Nerakainu a Pentalidolu (přípravky proti hmyzu, vším, dřevokaznému hmyzu a houbám)
- všechny výroby byly ukončeny v letech **1978-1983**
- jsou prokázány jeho **mutagenní a karcinogenní účinky**
- je **toxické pro reprodukci, má teratogenní účinky**
- je považován za **endokrinního disruptora** (ovlivnění hormonů)

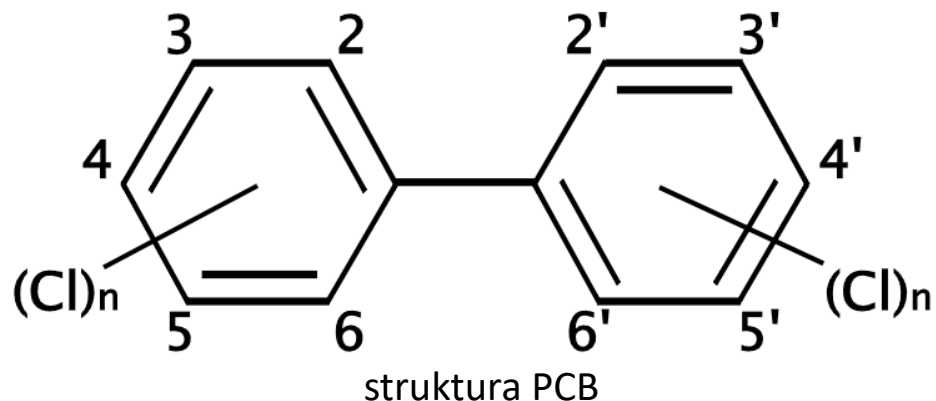


strukturní vzorec DDT

# Pesticidy

## ❖ Polychlorované bifenyly (PCBs)

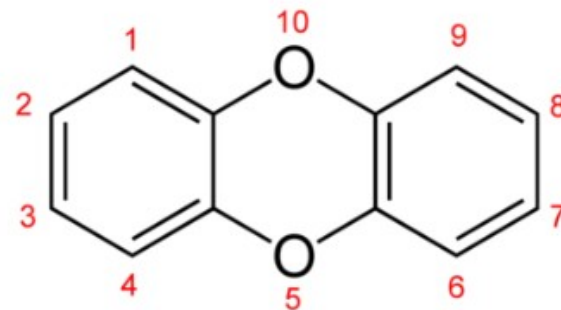
- jsou skupinou perzistentních látek vznikajících chlorací bifenyly
- technická směs 170- 210 kongenerů (příbuzné látky se 4 navázanými atomy Cl) široce využívané **v průmyslu** pro své výjimečné vlastnosti
- jsou přítomny v **uzavřených zařízeních**: jako chladicí náplně elektrických transformátorů, dielektrické kapaliny v kondenzátorech, teplosměnné kapaliny, antikorozi hydraulické kapaliny a mazadla
- v **otevřených systémech** se používají: **na výrobu impregnačních materiálů a barviv**, lepidel, aditiva do stavebních hmot, dále jako těsnicí kapaliny, na **výrobu pesticidů**
- výroba byla v bývalém Československu zakázána v roce **1984**, úhrnná produkce se uvádí až 24 000 t
- v současné době se používají pouze **v uzavřených systémech**
- velká množství jsou uložena a čekají na likvidaci přijatelným způsobem, je známo, že nezanedbatelná část produkce byla pravděpodobně v minulých letech likvidována **nelegálně**
- **účinky na živé organismy**: kumulace v tukových tkáních, poškození jater, krvetvorné tkáně, reprodukčních schopností organismů, rovněž podezření z karcinogenních účinků



# Pesticidy

## ❖ Dioxiny

- toxické **polychlorované organické heterocyklické**
- sloučeniny
- vznikají při **spalování organických látek obsahujících chlór** (např. odpadů z PVC)
- nejznámějším **TCDD** - vzniká nedokonalým spalováním chlorovaných organických látek, např. **dichlorbenzenu**
- vznikají také v metalurgii, při výrobě cementu, bělení buničiny chlórem či při nejrůznějších požárech, při chemických výrobách různých sloučenin, při kterých se syntézám **používá chlór** (např. výroba pesticidů – **agent orange**)\*
- **\*Agent Orange** - kódové označení pro **herbicid a defoliant**, jeden z „takticky nasazených“ tzv. duhových herbicidů, amerického herbicidního válečného programu během **operace Ranch Hand ve válce ve Vietnamu v letech 1961 až 1971**, kde mu bylo vystavěno až čtyři miliony lidí. Vietnamská vláda uvádí, že až tři miliony lidí utrpěly **onemocnění** a Vietnamský Červený kříž odhaduje, že až jeden milion lidí je **zdravotně postižených nebo má zdravotní problémy** v důsledku kontaminace tímto pesticidem (výskyt leukémie, Hodgkinova lymfomu, rakoviny, vrozené vady u dětí postihnutých vojáků aj.)
- Má mimořádně toxické látky, způsobuje poškození reprodukčních funkcí živočichů i člověka, poškozuje hormonální soustavu a imunitní systém, jsou prokázány karcinogenní účinky

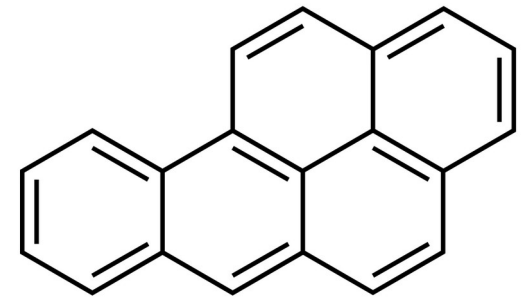


strukturální vzorec dioxinu

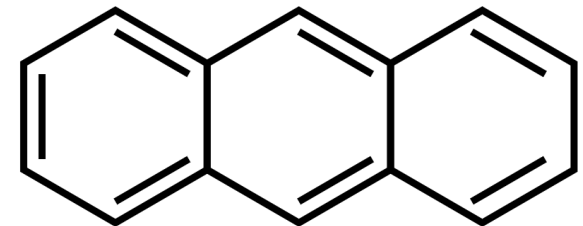
# Pesticidy

## ❖ Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs)

- polycyklické aromatické uhlovodíky, obsahující v molekule nejméně **2 kondenzovaná benzenová jádra**
- vznikají při **nedokonalém hoření organických látek, ale také při kouření a tepelné úpravě potravin** (uzení, pečení, smažení a grilování masa nad 200 °C), např. i hoření svíček, kdy mohou vznikat toxičtější dusíkaté sloučeniny (NPAH)
- k jejich vzniku významně přispívá i **průmysl**: výfukové plyny z dopravy, výroba železa, oceli, hliníku, koksu, dehtu, sazí, zvláště při použití zastaralých technologií v teplárnách, elektrárnách, hutích, chemických závodech atd.
- jsou prokázané **mutagenní teratogenní a karcinogenní účinky**
- značně poškozují **imunitní systém a reprodukční funkce organismu**
- při metabolické detoxikaci produkují tzv. **sekundární karcinogeny**, které mohou být ještě více toxičtější, než primární
- u pokusných zvířat bylo zjištěno **snížení plodnosti a vývojové vady u potomků**
- vysoké hodnoty benzo(a)antracenu byly zjištěny v **Ostravě** a v **Karvině** (průměrná denní koncentrace byla více jak 30 ng/m<sup>3</sup>) – 2011
- **nejrozšířenější PAHs:**



strukturní vzorec benzo[a]pyrenu



strukturní vzorec antracenu

fenanthren, antracen, fluoranten, pyren, benzo(a)antracen



## Cesty průniku POPs do lidského organismu

- POPs vstupují do prostředí z **různých zdrojů**
- proto mohou pronikat do potravních řetězců:
  - např. **spalování odpadu**, kdy může docházet k úniku jejich **emisí do ovzduší** (pokud nejsou spalovny vybaveny odpovídajícími stupni čištění spalin) a dále jsou vázány vysoké koncentrace POPs na **povrchu částic popílku**
- pokud tedy není tento odpad ukládán na specializovaných skládkách, mohou se POPs dostávat **do ovzduší, dále pak do vod i půd a mohou tak pronikat až do potravních řetězců**
- množství POPs, které se dostávají do lidského organismu dýcháním, požíváním potravy nebo kontaktem s pokožkou, **nepředstavují okamžité ohrožení zdraví (akutní otravu)**
- působení POPs je **dlouhodobé**, nelze jasně říci, že jen na základě vystavení pesticidů může člověk onemocnět, neboť na jeho organismus i jiných druhů nepůsobí pouze POPs, ale celá řada **dalších faktorů a látek**
- **hranice propuknutí některé tzv. civilizační choroby** je u každého jedince zcela individuální, v současné době ji nelze jednoznačně určit
- dosud je k dispozici málo informací **o synergických účincích více různých POPs** přítomných v organismu vedle sebe, nebo jejich spolupůsobení s dalšími chemickými látkami

# Účinky POPs na organismus

- POPs jsou **všudypřítomné** a expozici živých organismů těmito látkami se **nelze** po praktické stránce věci **vyhnout**
- je nutné pomocí nejrůznějších cest: od mezinárodních dohod až po každodenní činnost každého občana, abychom množství, které se každodenně dostává do organismu, nepřekročilo jistou, ještě tolerovatelnou hranici
- laboratorní experimenty publikované v odborné literatuře potvrzují fakt, že řada **persistentních organických polutantů má škodlivé účinky na lidské zdraví** (tedy mnohé z nich mohou poškozovat vnitřní orgány (játra, ledviny, žaludek), mohou poškozovat imunitní, nervový a dýchací systém, působí na hladiny jaterních enzymů, způsobují reprodukční poruchy (například poškození plodu, jeho sníženou hmotnost, spontánní potraty), narušují hormonální rovnováhu
- některé z nich také vyvolaly u experimentálních zvířat **vznik zhoubných nádorů**
- vysoké dávky dioxinu, furanu a PCBs (profesionální expozice, konzumace potravin náhodně kontaminovaných vysokými hladinami těchto látek) vedou ke vzniku znetvořujících, těžko léčitelných vyrážek, tzv. **chlorakné**
- neexistují přímé důkazy o poškození zdraví běžné lidské populace při expozici **obvyklými denními dávkami POPs**, i když existují předpoklady vycházející z dlouhodobých studií, že odpovědnost například za zvyšující se **výskyt rakoviny prsu** mohou mít látky, jako jsou PCBs, DDT, nebo jeho metabolit DDE (dichlordifenylidichlorethylen)

# Látky řazené mezi POPs: shrnutí

## 1. Pesticidy:

- insekticidy používané na hubení škodlivého hmyzu nebo jeho vývojových stádií nebo fungicidy používané na hubení hub, plísní: Aldrin, **DDT**, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, **hexachlorbenzen (HCB)**, Chlordekon, Lindan, Mirex, Toxafen; výroba většinou zakázána v 70.-80. letech

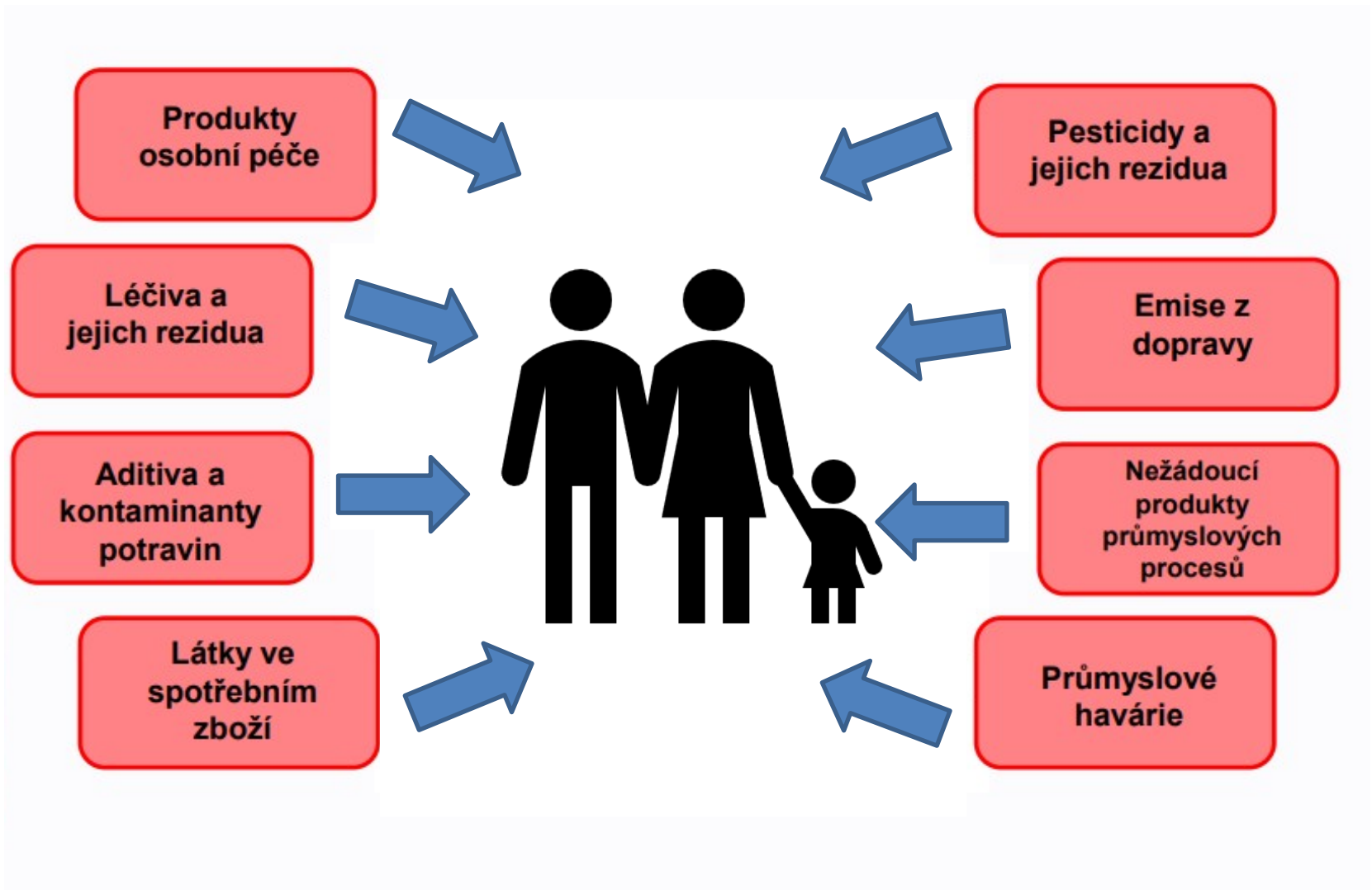
## 2. Průmyslové chemikálie:

- - **hexabrombifenyly** – zhášecí hoření
- - **hexachlorbenzen (HCB)** – použití v pyrotechnice, výroba kaučuku, hliníku
- - **polychlorované bifenyly (PCBs)** – směs 210 kongerenů, náplň do elektr. transformátorů, kondenzátorů, barviv, plastů, mazadel atd. Výroba uzavřena v roce 1984, současně se používají pouze v uzavřených systémech, značná část jich čeká stále na likvidaci

## 3. Nežádoucí vedlejší produkty: pesticidů, PVC, chlorované rozpouštědla

- - **polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDDs; dioxiny)**
- - **polychlorované dibenzofurany PCDFs; furany)**
- - **polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs)** – vznik při spalovacím procesu, hoření uhlí, dřeva, olejů, vznik při automobilové dopravě
- - **hexachlorbenzen (HCB)** – při produkci průmyslových chemikálií, spalování odpadů, bělené buničiny chlórem

# Vystavení organismu nebezpečným látkám



# Legislativa:

## ➤ Dříve: do roku 2001

- povinnost měřit emise POPs, byla legislativa nedostatečná:

- „vyhláška č. 117/97 Sb. obsahuje pouze tato ustanovení:
- – § 13, odst. 4) ukládá u elektráren, tepláren a výtopen s kotli o jmenovitém tepelném výkonu 50 MW a vyšším, spalujících tuhá nebo kapalná paliva, zjistit ve spalinách jednorázovým měřením emise těžkých kovů a POPs (PCB, PCDD/F, PAH)
- § 14, odst. 2) písm. d) ukládá u spaloven zvláštního a nebezpečného odpadu, s výjimkou komunálního odpadu
- § 15, odst. 2 písm. d) ukládá u všech spaloven komunálního odpadu zjistit jednorázovým měřením jednou v kalendářním roce součtový obsah PCDD/F, v němž jsou jednotlivé složky přepočteny pomocí ekvivalentu toxicity podle přílohy č. 6 vyhlášky.

## ➤ Novější:

- ❖ **Sdělení č. 80/2010 Sb. m. s.** Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání **Protokolu o perzistentních organických polutantech** k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979, přijatého v Aarhusu dne 24. června 1998
- ❖ **Přípravky na ochranu rostlin jsou definované v nařízení EP a Rady (ES) č. 1107/2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh.** Jsou určeny k ochraně rostlin a rostlinných produktů před škodlivými činiteli
- ❖ od roku 2020 řeší problematiku přípravků na ochranu rostlin **Oddělení bezpečnosti potravin (eAGRI)**

Brožura,mzp.cz, 2001. Perzistentní organické polutanty. [online].[cit. 18.4.2023]. Citováno z:

[https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/A0750BCC7925B390C1256FAF0048ADF9/\\$file/chlatky1.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/A0750BCC7925B390C1256FAF0048ADF9/$file/chlatky1.pdf)

eAGRI, 2023. Životní prostředí. Udržitelné používání pesticidů. Citováno z: <https://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/udrzitelne-pouzivani-pesticidu/>

## Další organické nebezpečné látky:

- ❖ **Mykotoxiny** - toxické sekundární **metabolity** vláknitých hub (plísní), který jim pomáhá v boji o potravu a přežití
  - toxické pro vyšší organismy včetně lidí, vyvolává **akutní nebo chronické intoxikace**
  - název vznikl spojením řeckého výrazu „mykes“ **pro houbu** a latinského „toxicum“ **pro jed**
  - **výskyt v:** plesnivých potravinách, jako rezidua v živočišných tkáních a produktech, výrobky získané s využitím kulturních plísní (sýry, jogurty), produkty z biotechnologických výrob
- ❖ **Metan** – nejjednodušší alkan, nejjednodušší stabilní uhlovodík, při pokojové teplotě je to plyn bez barvy a zápachu, lehčí než vzduch
  - je zdrojem **emisí při biologických procesech bez přístupu kyslíku** (vyhánění) jako konečným produkt redukce organických látek
  - **mezi přírodní zdroje emisí metanu patří:** všechny druhy mokřadů (50% přírodních emisí), výměna plynů mezi atmosférou a oceány, termiti
  - **mezi antropogenní činnost vzniku emisí metanu patří:** chov domácích zvířat (skotu), emise z těžby ropy a zpracování fosilních paliv, spalování biomasy a odpadů, koksárenství, ČOV, pěstování rýže, výroba chemikálií atd.
  - **dopad na ŽP:** **skleníkový plyn** – přispívá k **oteplování atmosféry** a podporuje **poškození ozonové vrstvy Země**, u lidí hrozí pouze udušení při krátkodobé expozici vysokých koncentrací metanu
- ❖ **Léčiva, drogy, syntetické látky** - látky, které mají při určitých dávkách (vysoké koncentrace) negativní dopad na organismus, mohou být toxické a navodit smrt, popřípadě způsobit vážné onemocnění

# Přehled metod pro analýzu organických sloučenin/polutantů

## ❖ JEDNODUŠŠÍ METODY

Vázková analýza – gravimetrie  
Odměrná analýza – volumetrie  
Optické metody – molekulová spektrometrie  
Elektroanalytické metody  
Separační techniky  
Tandemové techniky

## ❖ SPOJENÍ CHROMATOGRAFICKÝCH TECHNIK/ HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE

Kapalinová chromatografie  
Plynová chromatografie  
Gelová permeační chromatografie  
MALDI -MS  
Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií  
Kapalinové chromatografie s hmotnostní spektrometrií  
Kapilární zónová elektroforéza a izotachoforéza  
Afinní kapilární elektroforéza  
Gelová elektroforéza

## ❖ ELEKTROANALYTICKÉ METODY

Voltametrická analýza  
Ampérometrie  
Coulometria

## ❖ SPEKTRÁLNÍ METODY

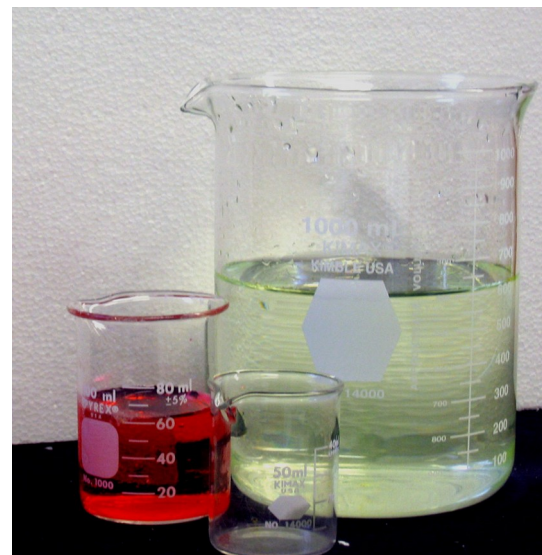
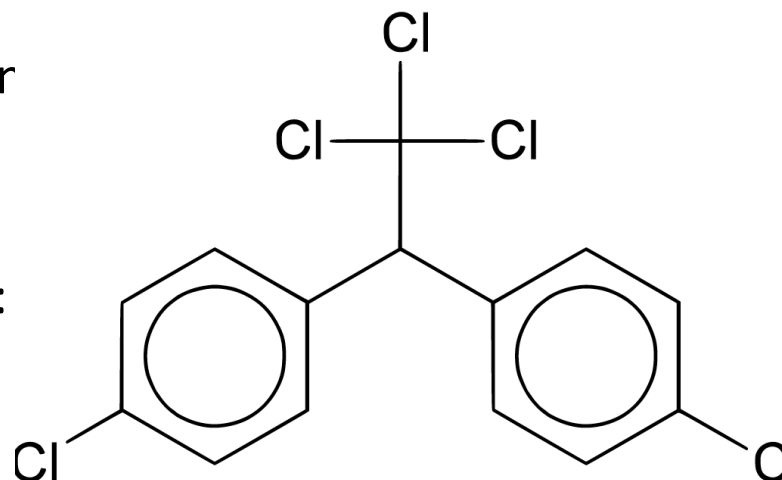
UV-VIS spektrofotometrie  
Luminiscenční metody  
Infračervená spektroskopie  
Ramanova spektrometrie  
NMR spektroskopie

# Metody pro stanovení škodlivin organického původu

- **Spektroskopie** (absorpce, emise, fluorescenc)  
AAS, FT-IR
- **Chromatografie** (kapalná, plynová, gelová):  
HPLC, GC, GPC..../MS
- **Fyzikální:** ampérometrie, coulombometrie
- **Speciální:** laserová, mikroskopická: Dynamic light scattering

## ❖ Doporučený zdroj :

Pavel Klouda, Moderní analytické metody 2017; novější vydání 2020





## Metody, vhodné pro analýzu organických polutantů:

- ❖ Metody pro stanovení organických polutantů se v některých případech neliší od metod/technik, které se používají pro stanovení **anorganických polutantů** ...viz. předešlá přednáška: „ [Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu](#)“:

### ➤ Spektroskopie

- **Infračervená spektroskopie (IR)**
- **FT-IR spektroskopie** (Fourierova transformace)
- **Spektrální metody:** fluorescence, chemiluminescence, emisní, absorpční spektroskopie

### ➤ Fyzikální metody

- **Colourometrické stanovení** – colourometrie
- **Ampérometrické stanovení** – ampérometrie

**Pro organické polutanty především vhodné :**

### ➤ Chromatografické metody

- kapalinová chromatografie (HPLC)
- plynová chromatografie (GC)
- plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií (GC-MS)

### ➤ Elementární analýzy

- **TOC-L** (stanovení C, N) – **organický C**
- **FLASH** (stanovení C,H,N,S,O) – **organické látky**

# Chromatografické metody

- umožňují získání **kvalitativní i kvantitativní informace o vzorku**
- principem je rozdílná distribuce dělených látek mezi **dvě různé nemísitelné fáze**, podle mobilní fáze lze chromatografii rozdělit na **plynovou (GC)** a **kapalinovou chromatografii (LC)**
- chromatografii je možno využít např. pro analýzu reakčních směsí, detekci vedlejších produktů, sledování reakcí (kinetika), stanovení přísad/kontaminantů v polymerních matricích, stanovení **organických i anorganických látek**
- ❖ **HPLC: Vysokotlaková kapalinová chromatografie**
  - vhodná pro stanovení látek absorbujících v UV oblasti
  - umožňuje analýzu jak v izokratickém (neměnném), tak i v gradientním režimu
- ❖ **GC: Plynová chromatografie**
  - využívá chromatografické stanovení sloučenin (rozpouštědla, monomery, další sloučeniny), automatická analýza, dělení probíhá na kapilárách

## ❖ Vysoce účinná kapalinová chromatografie (HPLC)

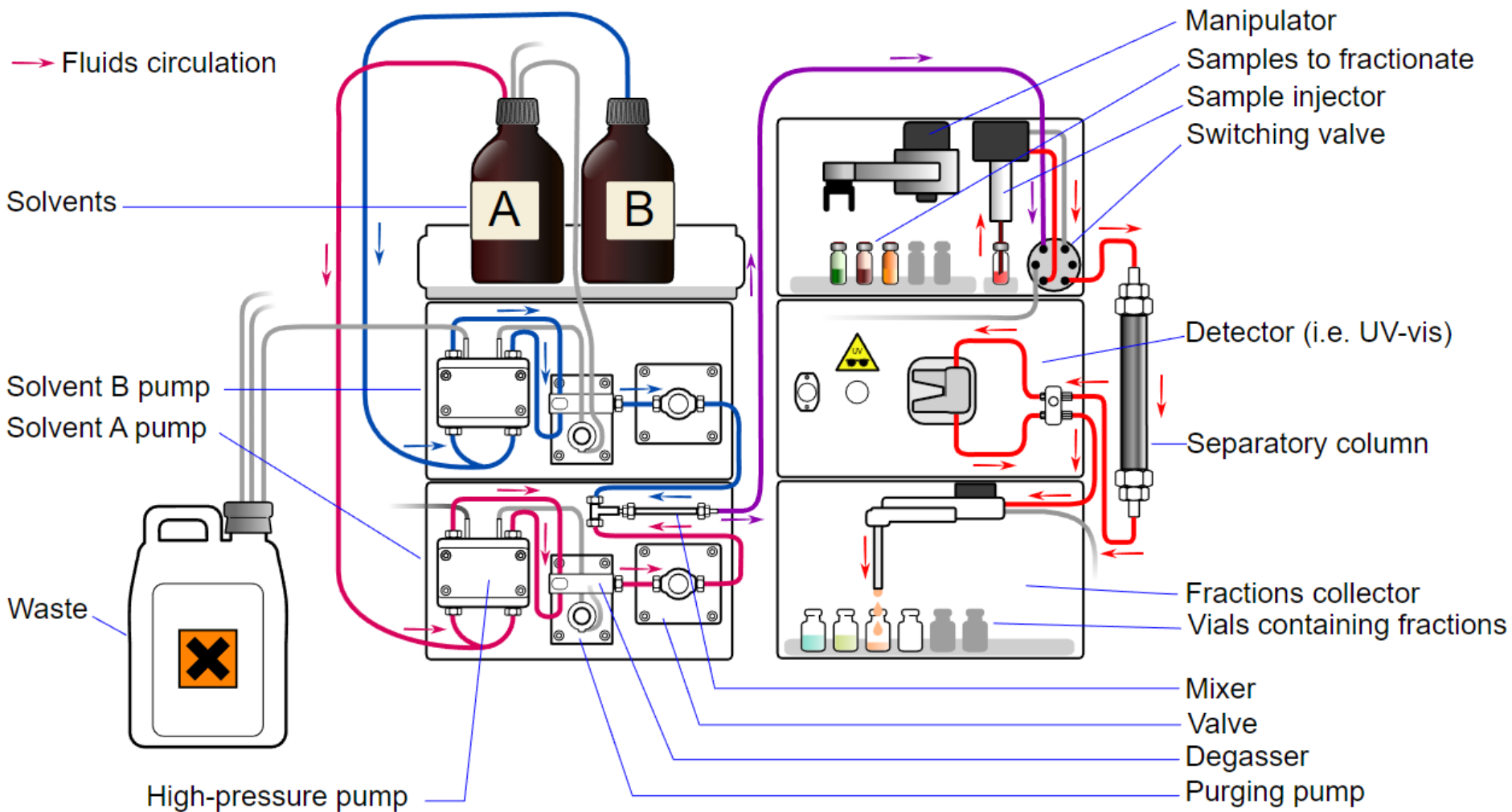
( z angl. high-performance liquid chromatography)

- chromatografická technika sloužící k separaci složek vzorku za účelem stanovení jejich **přítomnosti i koncentrace ve vzorku organického i anorganického původu**, popř. i k izolaci jednotlivých složek směsi (tzv. preparativní chromatografie)
- metoda je vhodná pro dělení **organických méně těkavých kapalných a tuhých látek**, které jsou rozpustné ve vodě, v organických rozpouštědlech nebo zředěných kyselinách
- pro separaci se využívá distribuce látek mezi dvě fáze, **mobilní/pohyblivou a stacionární/nepohyblivou**
  - **mobilní fáze:** unáší složky vzorku stacionární fáze
  - **stacionární fáze:** adsorbuje složky z mobilní fáze, separace probíhá na základě efektivních rozměrů molekul
- dochází k separaci analytů na základě **jejich distribuce mezi stacionární a mobilní fází**, která je vždy kapalná
- stacionární fáze je zakotvená v chromatografické koloně, dochází k mnoha typům interakcí, především se uplatňují interakce analytů s mobilní fází, interakce mobilní fáze se stacionární fází a sorpce analytů na stacionární fází

## ❖ Vysoce účinná kapalinová chromatografie (HPLC)

- zařízení obsahuje vysokotlaké čerpadlo (umožněn průtok mobilní fáze kolonou menších rozměrů, v níž je stacionární fáze vázaná na částice o velikosti několik mikrometrů, vzhledem k uvedenému uspořádání dosahuje **HPLC vyšší účinnost separace látek za kratší dobu** ve srovnání s klasickou sloupcovou chromatografií
- vzorky jsou dávkovány pomocí tzv. dávkovacího ventilu do mobilní fáze, která unáší jednotlivé složky vzorku na kolonu, zde dochází k ustanovení rovnováhy mezi mobilní a stacionární fází, jehož důsledkem dojde k separaci analytů na základě fyzikálně-chemických vlastností
- analyty jsou detekovány po průchodu separační kolonou v mobilní fázi pomocí **detektoru** (UV/Vis: 180 – 800 nm)
- je stanovena fluorescence, absorbance, index lomu, elektrická vodivost, přičemž výstupem z detektoru je **grafický záznam (chromatogram)**: závislost odezvy detektoru na retenčním čase, je hodnocena plocha nebo výška píku
- **kvantitativní analýza** se provádí na principu odečtení výsledku z kalibrační křivky

# Schéma HPLC zařízení



## ❖ Plynová chromatografie (GC)

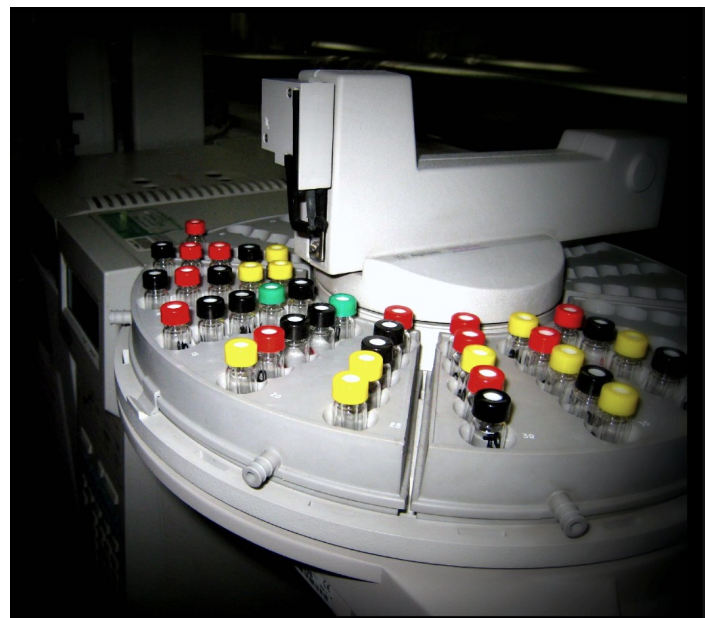
(z anj. Gas chromatography)

- separační metoda, pro oddělení složky obsažené ve vzorku a které mohou být převedeny **do plynné fáze**, aniž by došlo k jejich rozkladu
- stacionární (nepohyblivá) fáze interaguje se složkami vzorku, který je unášen mobilní (pohyblivou, zde plynovou) fází, a proto se při pohybu zdržují
- na konec stacionární fáze se tedy dostávají dříve složky méně zadržované
- vzorek se dávkuje do proudu plynu a je unášen kolonou - mobilní fáze nazývá nosný plyn
- vzorek je transportován a přeměňuje se na plyn
- v koloně se složky separují na základě **různé schopnosti různě silně se poutat se stacionární fází**
- složky, které opouštějí kolonu identifikuje následně detektor, přičemž signál z detektoru se vyhodnocuje a na základě časového průběhu intenzity signálu se určí **druh a kvantitativní zastoupení složek**
- zdrojem nosného plynu je dusík, helium, nebo argon
- detektorů může být více: **ECD** (detekce vychytáváním elektronů)  
**FID** (detekce ionizací plamenem)  
**TCD** (detekce změny tepelné vodivosti přes analyt)

# Zařízení GC



plynový chromatograf Hewlett Packard



autosampler GC



dvě kolony uložené v termostatu

Autor: Mcbort – [:<http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Gaschromatograph.jpg>], Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4123732>

Autor: Hey Paul from Sacramento, CA, USA – Autosampler, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18244555>

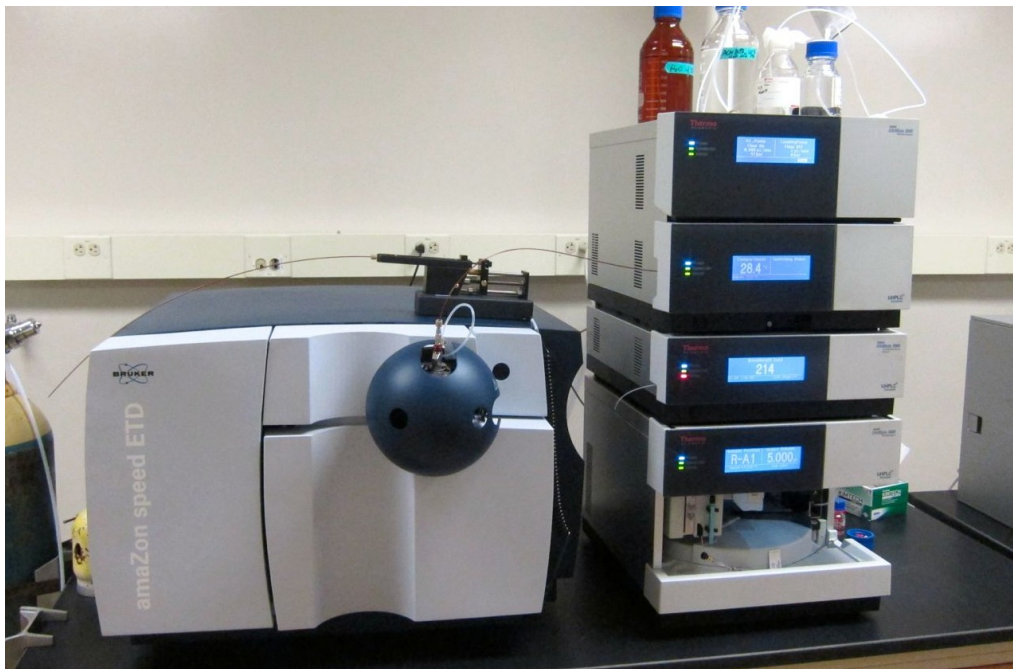
Autor: User Dubaj on sk.wikipedia – w:sk:Obrázok:Kolony.png, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1320568>

## ❖Kapalinová chromatografie s hmotnostní spektrometrií (LC-MS)

- metoda využívající k oddělení složek **kombinaci HPLC a k jejich následné analýze hmotnostní spektrometrii**
- kapalinový chromatograf odděluje jednotlivé složky směsi, zatímco hmotnostní spektrometr analyzuje jejich strukturu s vysokou specifitou a citlivostí
- lze tak analyzovat jí biochemické, **organické** i anorganické **látky**, pocházejících **ze životního prostředí nebo biologického původu**
- metoda se využívá v mnoha oblastech, jako jsou biotechnologie, zpracování potravin, výroba léčiv, agrochemie, kosmetika atd.
- součástí aparatury je zařízení, které přeměňuje látky oddělené pomocí LC na **zdroje iontů pro MS** - toto rozhraní umožňuje složkám vzorku přejít z mobilní fáze, kterou je stlačená kapalina, do hmotnostního spektrometru (tlak okolo  $10^{-4}$  Pa) a zároveň přenést co nejvyšší část analytů a co možná nejméně mobilní fáze, přitom nezměnit jejich chemické vlastnosti
- **nejčastěji používaná LC/MS rozhraní jsou založena na:**
  - elektrostatické ionizaci (ESI)
  - chemické ionizaci za atmosférického tlaku (APCI)
  - fotoionizaci za atmosférického tlaku (APPI)



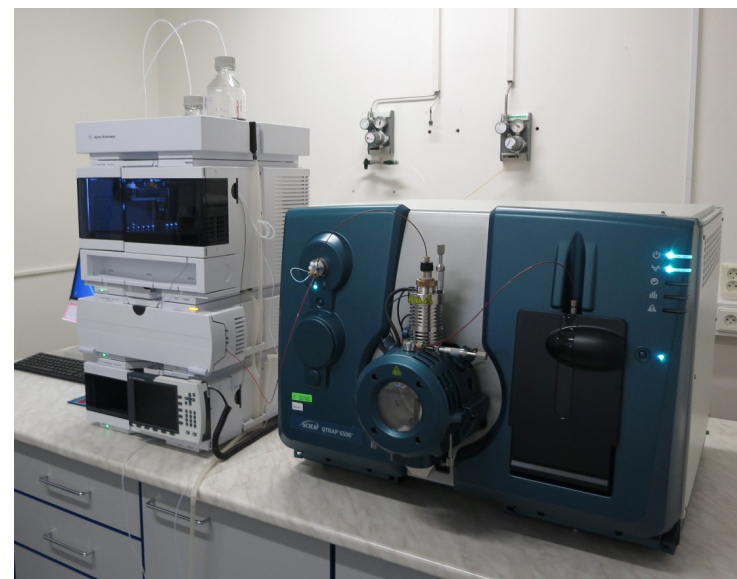
# LC-MS zařízení



hmotnostní spektrometr a kapalinový chromatograf

Kapalinový chromatograf s hmotnostním spektrometrem pracujícím na principu **doby letu v kombinaci s kvadrupolovým analyzátozem (qTOF)**

Umožňuje měření v tzv. vysokém rozlišení a slouží zejména k tzv. necílové analýze **biologicky aktivních látek (např. nepovolená léčiva a rostlinné toxiny) v potravinách**



kapalinový chromatograf s hmotnostním spektrometrem pro stanovení **reziduí pesticidů v potravinách**

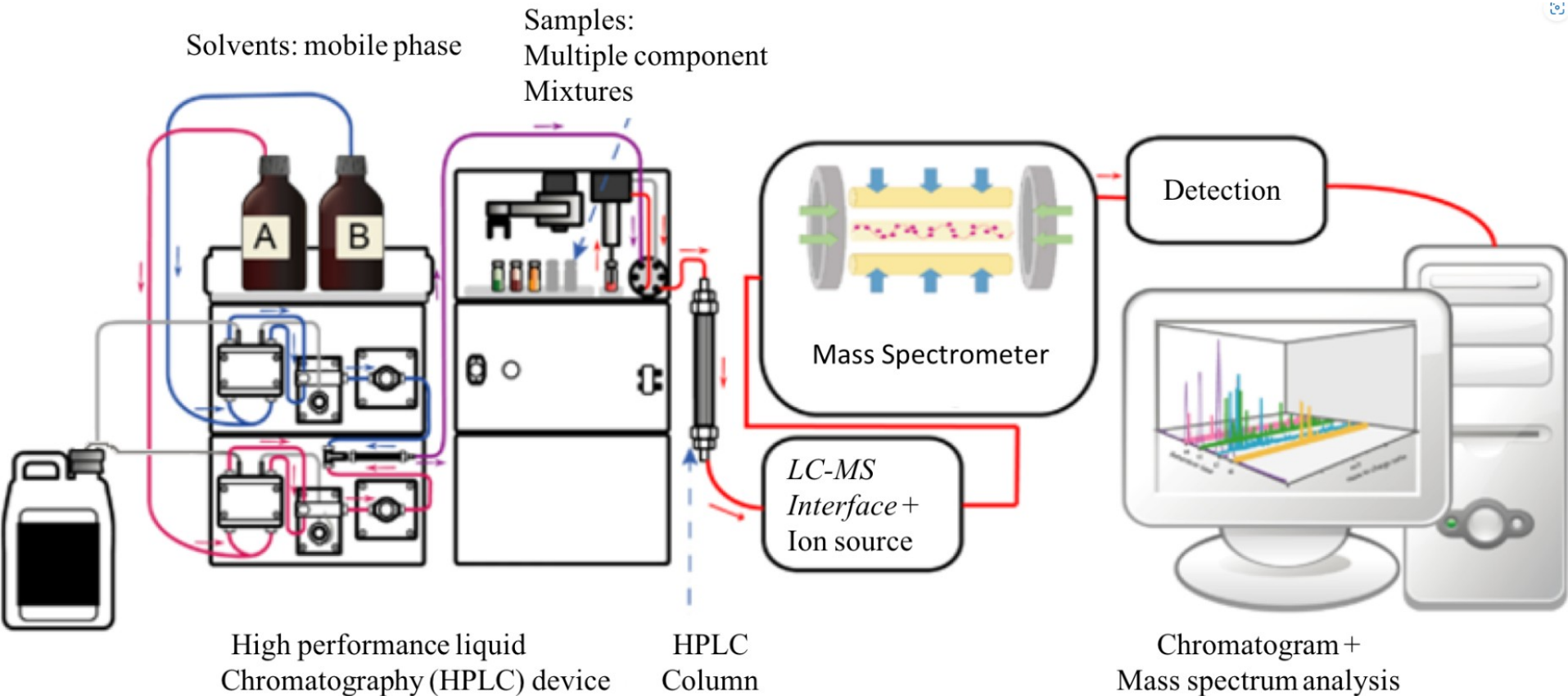


Autor: Kermit Murray – Vlastní dílo, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=48094543>

Autor: Sarka Na kopci – Vlastní dílo, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=98879631>

Autor: Sarka Na kopci – Vlastní dílo, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=98877300>

# Schéma LC-MS

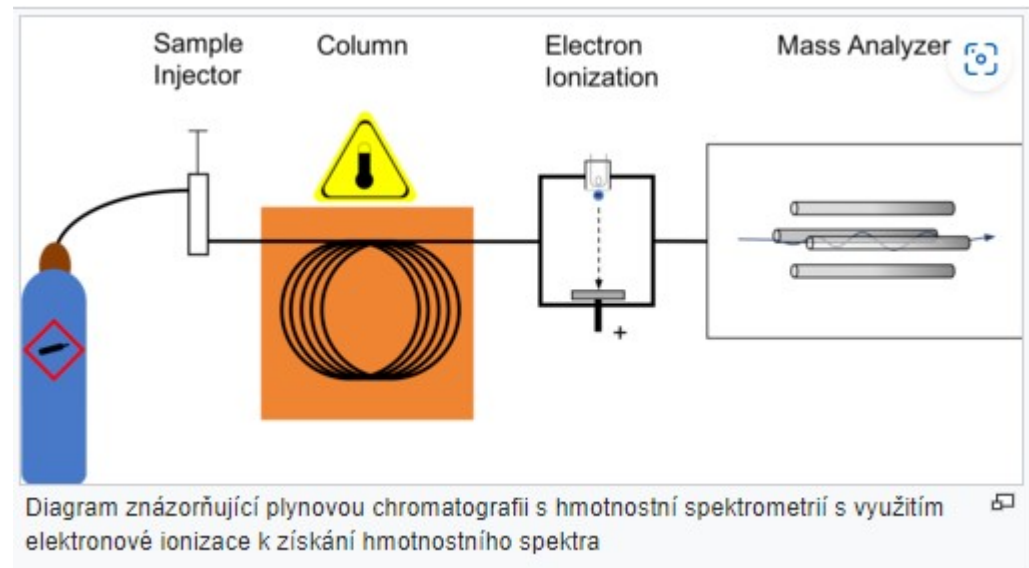


## ❖ Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií (GC-MS)

- metoda využívající k oddělení složek směsi plynový chromatograf a k jejich následné analýze hmotnostní spektrometrii.
- využívá se například při **detekci drog, vyšetřování požárů, analýze výbušnin látek v životním prostředí** či neznámých vzorků, jako například zkoumání **hornin z Marsu**. Také ji lze využít při zajišťování bezpečnosti na letištích k určení látek přítomných v zavazadlech. Podobně jako LC-MS umožňuje prokázat i **velmi nízké koncentrace látek ve vzorku**.
- je považována za standardní metodu při **forenzí identifikaci látek**, protože je 100% specifická při určování konkrétní látky. Nespecifickými metodami je možné určit pouze skupinu látek, což může vést k nesprávné identifikaci.



[Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií – Wikipedia \(wikipedia.org\)](https://cs.wikipedia.org)



# Elementární analýza

## ❖ TOC-L elementární analyzátor pro stanovení:

- stanovení celkového (TC), organického (TOC) i anorganického uhlíku (IC) v kapalných látkách a celkového dusíku (TN) v kapalných látkách, celkového uhlíku v pevných látkách
- metody jsou založeny na **termické nebo mokré chemické oxidaci** organického uhlíku na **oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)** - dochází k převedení všech forem organického uhlíku na oxid uhličitý, u dusičných látek na dusík, poté jsou zaznamenány **detektorem a kvantitativně** vyhodnoceny jako množství uhlíku nebo dusíku v koncentračních jednotkách (g/l)\*
- používá se **InfraRed – infračervený detektor**

\*v případě **tekutých vzorků** získáváme stanovené množství uhlíku nebo dusíku v **(g/l) – koncentrační jednotky**

\*\* v případě stanovení množství uhlíku **u pevných vzorků**, získáme množství uhlíku v **(mg) – hmotnostní jednotky**



# Elementární analýza

## ❖ FLASH elementární analyzátor pro stanovení:

- celkového množství **uhlíku, dusíku, vodíku, kyslíku a síry** v **organických** i anorganických látkách v tekutém nebo v kapalném stavu
- vhodná pro stanovení **biologických vzorků či matric životního prostředí**, pro čisté chemikálie, aktivní **farmaceutické ingredience**, kosmetiku, v ropu, uhlí, další petrochemické produkty, pro **stanovení celkových proteinů v potravinách** atd.
- poskytuje užitečnou informaci pro charakterizaci materiálů rozličných původů, slouží ke **kontrole kvality produktů ve výrobním procesu**
- **Princip metody:** dynamické bleskové spálení vzorku v hliníkovém kelímku ve spalovací peci v proudu kyslíku při vysoké teplotě (960 °C), kde produkty katalytické reakce jsou **CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O a SO<sub>2</sub>**, které jsou následně nesený **proudem hélia** přes **separační plynově chromatografickou** kolonu s **koncovkou TCD detektoru** a následně detekovány **tepelně vodivostním detektorem** (uložen v cínové nebo stříbrné kapsli). Jednotlivé oddělené složky jsou detekovány na základě **kalibrační křivky** vytvořené z navážky standardů a identifikovány pomocí softwaru přístroje.



FLASH analyzátor

## Co by jste měli umět vysvětlit

- Které environmentálně důležité polutanty organického původu znáte a jak vznikají
- Co je to organická sloučenina a jaký je rozdíl mezi ní a organickou látkou
- Jak by jste definovali organický polutant a pesticid
- Co jsou to POPs a jaké mají vlastnosti především na lidský organismus
- Co zahrnuje Stokholmská úmluva/ + legislativa o POPs (vyhlášky, sdělení)
- Které nejdůležitější POPs znáte, uveďte příklady, jakým způsobem vznikají, kde se nejvíce využívají/využívaly, jak jsou nebezpečné pro naše prostředí
- Které metody/techniky jsou vhodné pro stanovení organických polutantů
- Které metody/techniky jsou společné pro stanovení organických i anorganických polutantů
- Jaký je princip chromatografických metod
- Jaký je rozdíl mezi kapalinovou a plynovou chromatografií
- Které látky lze detekovat pomocí LC-MS a GC-MS, jejich princip
- Které metody z elementárních analýz lze využít pro stanovení organických látek
- Na jakém principu tyto elementární techniky pracují
- Které polutanty jsou podle vašeho názoru více nebezpečné: organické či anorganické a proč

## Doporučené odkazy:

- Klouda, P. 2020. Moderní analytické metody. Pavko, s 176. ISBN: 80-86369-07-2
- Holoubek, I. 1996. Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs) v prostředí, Český ekologický ústav, Praha, ISBN 80-85087-44-8
- Šuta, M., 2008. Chemické látky v životním prostředí a zdraví. Ekologický institut Veronica, Brno. ISBN 987-80-87308-00-4. Dostupné z: <https://www.veronica.cz/publikace-ke-stazeni?i=66>
- Roubal., J. 1998. Základy analytické chemie. Dostupné z: [http://www.chesapeake.cz/chemie/download/skripta/analyticka\\_chemie.pdf](http://www.chesapeake.cz/chemie/download/skripta/analyticka_chemie.pdf)
- Čáslavský, J., Ševčík, J. G. K. 2002 Organická analýza, 2 THETA, ISBN 978-80-88279-17-4

## Použitá literatura:

- Wikipedie, 2022. Perzistentní organické látka [online].[cit. 18.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Perzistentn%C3%AD\\_organick%C3%A1\\_l%C3%A1tk%C3%A1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Perzistentn%C3%AD_organick%C3%A1_l%C3%A1tk%C3%A1)
- ECHA, 2023. O perzistentních organických znečišťujících látkách [online].[cit. 18.4.2023]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/understanding-pops>
- Wikipedie, 2023. Organická sloučenina [online].[cit. 18.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Organick%C3%A1\\_slou%C4%8Denina](https://cs.wikipedia.org/wiki/Organick%C3%A1_slou%C4%8Denina)
- Brožura.mzp.cz, 2001. Perzistentní organické polutanty [online].[cit. 18.4.2023]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/A0750BCC7925B390C1256FAF0048ADF9/\\$file/chlatky1.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/A0750BCC7925B390C1256FAF0048ADF9/$file/chlatky1.pdf)
- Wikipedie, 2023. Pesticid [online].[cit. 18.4.2023]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Pesticide>
- Wikipedie, 2022. DDT [online].[cit. 19.4.2023]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/DDT>
- Wikipedie, 2022. Polychlorované bifenyly [online].[cit. 19.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Polychlorovan%C3%A9\\_bifenyly](https://cs.wikipedia.org/wiki/Polychlorovan%C3%A9_bifenyly)
- Wikipedie, 2022. Polyaromatické uhlovodíky [online].[cit. 19.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Polyaromatick%C3%A9\\_uhlovod%C3%ADky](https://cs.wikipedia.org/wiki/Polyaromatick%C3%A9_uhlovod%C3%ADky)
- Bezpečnost potravin, 2023. Persistentní organické látky [online].[cit. 20.4.2023]. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/persistentni-organicke-polutanty/>
- Zákon pro lidi, 2023. Sdělení č.80/2010 Sb. m. s. [online].[cit. 18.4.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/ms/2010-80>
- eAGRI, 2023. Životní prostředí [online].[cit. 20.4.2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/udrzitelne-pouzivani-pesticidu/>
- HPST, 2023. HPLC – Vysokoučinná kapalinová chromatografie –základy a principy [online].[cit. 20.4.2023]. Dostupné z: <https://hpst.cz/hplc-vysokoucinna-kapalinova-chromatografie-zaklady-principy>
- Wikipedie, 2023. Kapalinová chromatografie s hmotnostní spektrometrií [online].[cit. 20.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kapalinov%C3%A1\\_chromatografie\\_s\\_hmotnostn%C3%AD\\_spektrometri%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kapalinov%C3%A1_chromatografie_s_hmotnostn%C3%AD_spektrometri%C3%AD)



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022



# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
- 12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.**
13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.

# Environmentálně šetrné technologie – Green technologie

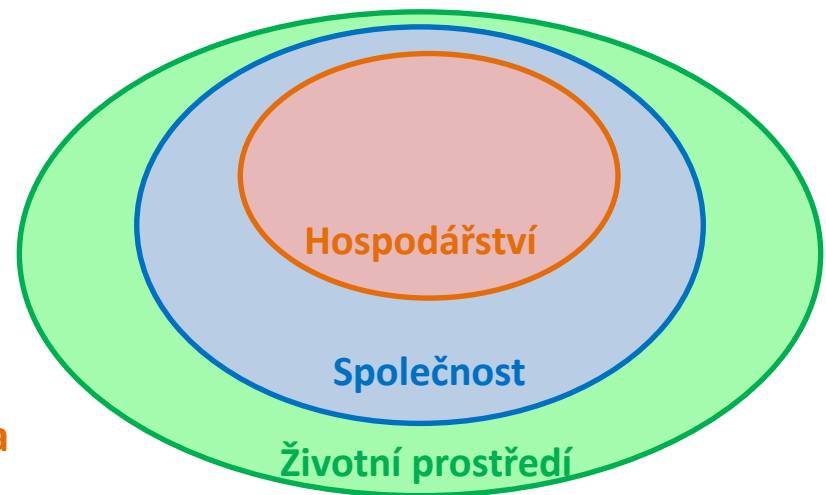
- šetrné k životnímu prostředí
- ❖ **Udržitelnost** – uspokojování potřeb současné společnosti bez omezování dalších generací
- ❖ **„Cradle to cradle“** – uzavřený systém, kde je materiál, výrobek znovu využit/recyklován → „nový život“
- ❖ **Snížování zdrojů znečištění** – snížování produkce odpadů prostřednictvím snížení produkce a spotřeby
- ❖ **Inovace** – vývoj alternativ současných technologií a materiálů (např. nahrazení fosilních paliv)

Tři pilíře udržitelnosti:

➤ **hospodářství – ekonomika**

➤ **společnost**

➤ jsou omezené **prostředím, ve kterém žijeme**



## Green technologie – základní pojmy

- ❖ **Udržitelný rozvoj**: způsob rozvoje lidské společnosti, který uvádí v soulad hospodářský a společenský pokrok s plnohodnotným zachováním životního prostředí
- Evropský parlament definuje udržitelný rozvoj jako: „zlepšování životní úrovně a blahobytu lidí v mezích kapacity ekosystémů při zachování přírodních hodnot a biologické rozmanitosti pro současné a příští generace“.
- Podle českého zákona o životním prostředí je jím: „takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů“ (**§ 6 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí , novelizován v roce 2001**).

**Cíl:** zachování životního prostředí budoucím generacím v co nejméně pozměněné podobě, je postavený na **sociálním**, **ekonomickém** a **environmentálním** pilíři

# Pilíře udržitelného rozvoje - rozšířené o další o jeho další vlastnosti

➤ snesitelný

➤ spravedlivý

Sociální

Snesitelný

Spravedlivý

Udržitelný

Environmentální

Života-  
schopný

Ekonomický

➤ udržitelný

➤ života-schopný

# Green technologie

- **Zelená technologie** je výklenek technologických procesů, metod a produktů, které **nemají negativní dopad na životní prostředí**
- z hlediska výroby, skladování, dodavatelského řetězce, spotřeby a likvidace nepřidáváme do okolního prostředí **žádný uhlík navíc, další znečišťující látky ani teplo**
  
- **Zelená technologie má v oboru mnoho jmen, a to jsou následující:**
  - Udržitelná technologie
  - Zelená technologie
  - Environmentální technologie
  - Čistá technologie
  - Klimatická technika
  - Clean-Energy Tech
- pokud jakákoli technologie, která nepřináší do přírody rozsáhlé znečištění a uhlík a **pomáhá snižovat riziko emisí uhlíku**, je také považována za **odvětví „zelených technologií“**



# Cíle Green technologií

**Hlavním cílem zelených technologií je pomoci ostatním technologiím dosáhnout udržitelného růstu, aniž by v dlouhodobém horizontu nepoškozovaly okolní prostředí.**

## Další významné cíle:

1. **„Rovnováha energetických zdrojů** – snížit spotřebu neobnovitelné energie tak, aby objem spotřebované neobnovitelné energie odpovídal obnovitelným energiím používaným v průmyslu.
2. **Šetření obnovitelné zdroje energie** – kontrola spotřeba obnovitelné energie na úroveň, kdy není překročen objem její výroby.
3. **Záchrana přírody před nadměrným vykořisťováním** – zajištění lidské a průmyslové aktivity jenž nepřekročí regenerační a absorpční kapacitu přírody
4. **Vytváření čisté energie** - zajištění snadného přístupu ke spolehlivé, moderní, udržitelné a cenově dostupné energii.
5. **Energetická účinnost** - zlepšení energetické účinnosti všech konvenčních a nových průmyslových procesů za účelem snížení emisí a příjmu energie.
6. **Prosazování obnovitelných zdrojů energie ve všech odvětvích** - zvyšování podílu obnovitelné energie v globálním mixu všech typů spotřeby energie.
7. **Snížování obchodních nákladů** - poskytovat lepší výkon a produkční kapacitu podnikových procesů při nižších nákladech.
8. **Podpora zachování zdrojů** – pomáhání průmyslu a domácnostem využívat přírodní zdroje zodpovědně a efektivně s nulovým odpadem, hledání způsobů jak snížit znečištění, plýtvání a spotřebu zdrojů.
9. **Výzkum udržitelných technologií** – inovace udržitelné technologie, které splňují potřeby globálních spotřebitelů, aniž by to ovlivnilo přírodu.
10. **Nahradit staré procesy** – hledání stávajících procesů, které poškozují životní prostředí, a nahrazení inovativními procesy, které nepoškozuji životní prostředí stejnou rychlostí jako starý proces.
11. **Výroba od kolébky ke kolébce“.**

# Klimatická technologie většinou využívá následující procesy ke snížení CO<sub>2</sub> a tepelné zátěže Země:

- „zvyšování přirozeného ukládání uhlíku prostřednictvím plantáží stromů, zahradnického výzkumu, pěstování řas atd.
- zachycení metanu a dalších znečišťujících plynů ze skládek pro průmyslové nebo obytné účely
- likvidace skládkových toxických, průmyslových odpadních vod, domovního odpadu atd. způsobem šetrným k životnímu prostředí
- inovace nových průmyslových procesů, které vyžadují méně energie, prostoru a pracovní síly pro výrobu, dodavatelských řetězců, skladování atd.
- investice do zemědělského výzkumu s cílem zvýšit produkci plodin na hektar a zachránit lesy před nutností odlesňování
- zvyšování povědomí mezi globálními občany, aby pomohli podnikům a vládám s ochranou životního prostředí a léčením“

# Důležitost Green technologií

- Zelená technologie je důležitá pro **minimalizaci emisí v technologických procesech**.
- Měly by nám ukázat **způsoby, jak objevovat a přicházet s novými technologiemi**, které **nebudou mít drastický dopad na životní prostředí**, (především se to týká uhelných elektráren, výroby aut na fosilní paliva, realizace energeticky náročných datových center atd.).
- Další **součásti Green Tech**, jako jsou **čisté technologie, klimatické technologie atd.**, jenž by měly nabídnout **nové procesy a pracovní postupy**, které budou přínosní pro naše životní prostředí a zastaví další ničení a degradaci přírody rychlostí, jenž je znatelná již dnes.
- Příroda by se měla „**uzdravit**“ např. **zkoumáním inovativních a nových technologických konceptů**, které jsou nákladově efektivní a snadno implementovatelné do praxe.

## Příklady oblastí Green technologií

- **Energetika:** problematika vývoje alternativních zdrojů
- **Green buildings:** vše postaveno z místních zdrojů, hospodárné nakládání se zdroji
- **Ekologicky zaměřené nakupování:** zákazník hledá produkty, které mají nízký impakt na životní prostředí
- **Green chemie:** návrh, vývoj a aplikace chemických látek a procesů vedoucích ke snížení tvorby nebezpečných látek.
- **Green nanotechnologie:** aplikace Green chemistry and engineering



## ❖ Green chemistry/ zelená chemie

- jedná se v podstatě **použití chemie pro prevenci znečištění životního prostředí**
- lze ji označit jako „**chemie udržitelného vývoje**“
- jejím cílem je zaměření na **celkový environmentální dopad chemie**
- důležitým cílem je řešení problematiky **spotřeby energie a surovin**, dále pak řešení rizik pro pracovníky nebo pravděpodobnost nehod v chemických procesech a výrobach
- obecně se snaží nalézt **vhodné postupy**, jak udělat chemickou praxi **hospodárnější a bezpečnější**, zavádět řadu důležitých a efektivních principů **pro redukci a minimalizaci či eliminaci použití nebo generování látek nebezpečných pro lidské zdraví a životní prostředí**, dále pro výzkum, výrobu a aplikaci chemických produktů a technologických procesů

# Green chemistry – aktuální oblasti výzkumu

- **Polymery** – biopolymery a biobased polymery
- **Rozpouštědla** - omezení využívání organických rozpouštědel
- **Katalýza** - katalytické reakce snižují energetickou náročnost, zvyšují selektivnost, dovolují použití obnovitelných zdrojů energie a méně toxických reagentů a snižují množství reagentů potřebných pro chod reakce
- **Obnovitelné zdroje** - využívání přírodních zdrojů
- **Navrhování bezpečnějších chemikálií** - selektivnější působení
- **Vzdělávání** - učebnice, případové studie, laboratorní experimenty, studentské organizace, letní školy, školení středoškolských učitelů, pomůcky, vzdělávací symposia a profesionální semináře

## Příklad:

- využití **homogenních katalyzátorů** pro přeměnu chemických surovin na **užitečné chemikálie, léčiva, fertilizery (hnojiva) a materiály**
- proces homogenní katalýzy minimalizuje množství odpadu, který vzniká chemickými procesy a umožňuje realizovat **efektivněji reakci**
- důležité je pochopení mechanismů uvedené reakce pro racionální **efektivní navržení katalyzátorů** → **katalýza je jedním z principů zelené chemie**

# 12 principů Green chemie

## 1) Prevence vzniku odpadu

- vyhnout se odpadům, netvořit je v takové míře, než se jich pak zbavovat, upravovat je nebo uklízet (nakládání)

## 2) Atomová ekonomie

- je potřebné navrhovat syntetické metody pro efektivnější sloučení všech použitých komponent tak, aby jejich začlenění bylo ve finálním produktu maximální

## 3) Méně riskantní chemické syntézy

- všude tam, kde je to proveditelné, by měly být navrženy a používány látky, které nejsou škodlivé (nebo jen nepatrné) pro člověka a životní prostředí

## 4) Navrhování bezpečnějších chemikálií

- chemické produkty by měly být navrhovány tak, aby se zachovala jejich efektivnost, ale došlo i ke snížení jejich toxicity

## 5) Bezpečnější rozpouštědla

- pomocné látky, jako jsou např. rozpouštědla, by měly být používány pouze pokud je to nezbytné a měly by se používat především ty neškodlivé (méně škodlivé)

## 6) Efektivní využití energie

- měly by být stanoveny energetické požadavky vzhledem k jejich ekonomickému dopadu a dopadu na životní prostředí a minimalizovat jejich negativní vlivy. Nové metody by se měly navrhovat tak, aby probíhaly při běžném tlaku a teplotě

## 12 principů Green chemie

### 7) Použití obnovitelných zdrojů energie

- naleznout způsob pro využití obnovitelných zdrojů energie vzhledem k technologické i ekonomické proveditelnosti

### 8) Omezení vzniku derivátu

- snaha vyhnout se zbytečné přeměně chemické látky v balastní (neužitečný) derivát, když je to možné (neprovádět zbytečné modifikace procesů)

### 9) Katalyzátory

- katalytické selektivní reagenty využívat oproti stechiometrickým katalyzátorům

### 10) Navrhování odbouratelných látek

- navrhování chemických produktů pro jejich efektivnímu využití a neškodnosti vzhledem k životnímu prostředí, aby se přeměnily na neškodné, odbouratelné látky

### 11) Aktuální analytické metody pro zjištění znečištění

- rozvoj analytických metod pro monitorování případné vzniklých škodlivin

### 12) Bezpečnější chemie – prevence nehod

- používání látek v chemických procesech by mělo být bezpečné, mělo by se předejít či alespoň minimalizovalo riziko potenciálních nehod, jakými jsou například exploze a požáry nebo nebezpečné úniky škodlivin

# Atomová ekonomie

- v současnosti se klade důraz na to, **kolik se toho vyprodukuje, ale také co se vyprodukuje**
- je snaha vyvinout reakce, které umožňují získat **vysoký výtěžek**, ale zároveň musí co nejvíce splňovat podmínku **zakotvení všech atomů reaktantů do žádoucího produktu**, tedy eliminovat vznik nežádoucích balastních produktů
- tato snaha je označována termíny – **atomová ekonomie** nebo **atomová udržitelnost**

100

100

## Příklad:

- Výpočet procentové atomové ekonomie **u tradiční syntézy** Ibuprofenu:
  - dle stupujících a vzniklých reagentů, byla hodnota atomové ekonomie vyhodnocena na 40 %
- Výpočet procentové atomové ekonomie u „**zelenější**“ syntézy Ibuprofenu:
  - dle stupujících a vzniklých reagentů, byla hodnota **atomové ekonomie vyhodnocena na 77 %**

# Green buildings – zelené stavby

- jedním z možných kvantifikovatelných a celostních přístupů k ekologické výstavbě je „**posuzování životního cyklu**“ (LCA) a jeho vliv na jednotlivé složky životního prostředí
- v **energetickém hodnocení** se zohledňuje nejen energie při provozu, ale také pro výrobu a likvidaci stavebních materiálů (např. polystyren má velkou výrobní i recyklační zátěž)

- **proto se upřednostňují přírodní materiály:**

- dřevo – nosná konstrukce
- sláma – izolace
- hlína – omítka
- nepálené cihly – akumulace



řez konstrukční skladbou zelené střechy

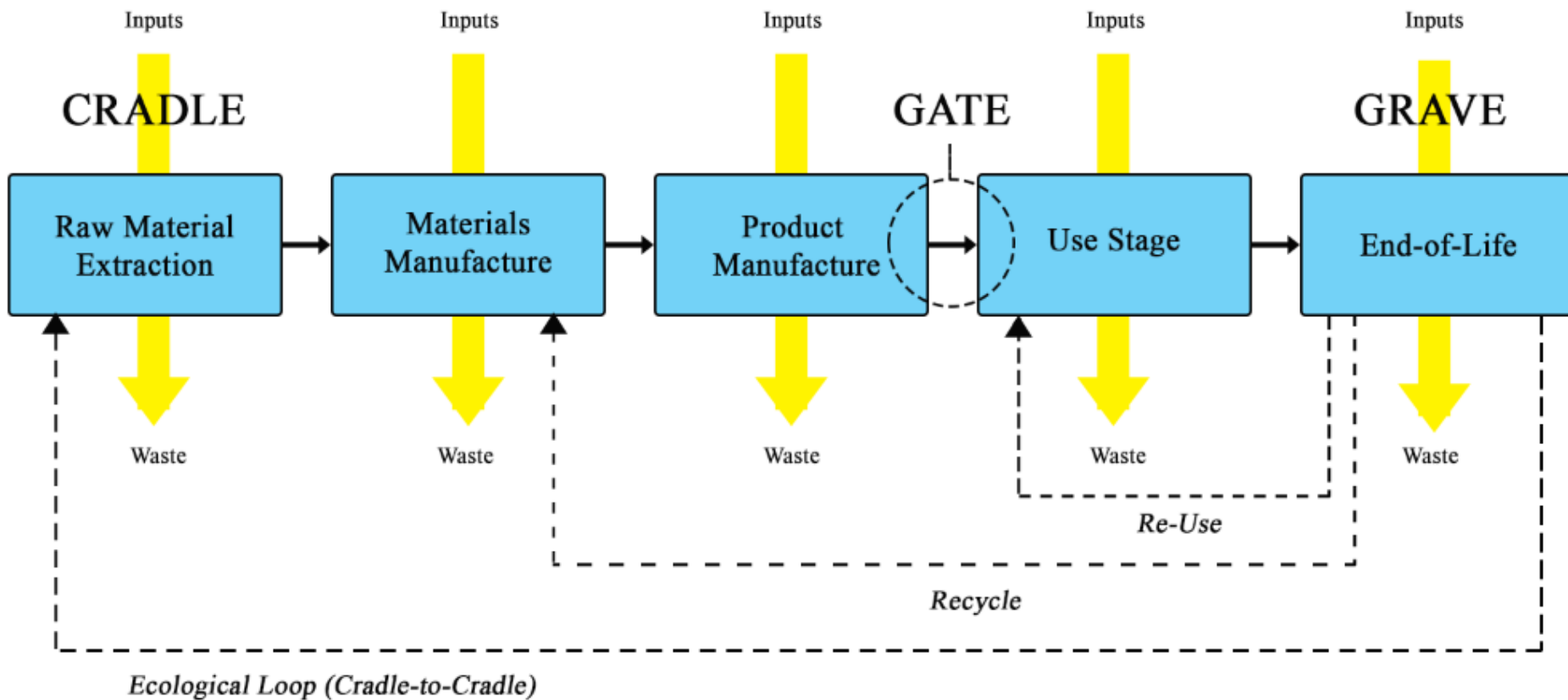


zelená střecha v Chicagu na Radnici

**ale i celé technologie:**

- zadržování dešťové vody pro technické potřeby domu
- kořenové čistírny odpadních vod
- zelená střecha domu jako náhrada za zábor nezastavěného místa stavbou
- atd.

## Příklad Life Cycle Assessment (LCA) přístupu - schématický diagram



- **LCA přístup** – technika hodnocení environmentálních aspektů možných dopadů vedoucí k výrobě produktu, spojená s jeho procesem nebo službou
- zahrnuje: všechny energetické a materiálové vstupy a výstupy do ŽP (i znovupoužití, popř. recyklaci) hodnocení potenciálních dopadů na ŽP vzhledem s identifikovanými vstupy a výstupy interpretaci výsledků pro získání informací o procesu např. vzniku daného výrobku

# Green buildings – zelené stavby

- při navrhování **ekostaveb domů** se zpravidla uplatňují koncepty:
  - pasivní a nízkoenergetické domy
  - solární architektura
  - domy chráněné zeminou
  - zelená střecha
  - úspornost, skromnost



zelená střecha na  
Středisku ekologické  
výchovy Chaloupky

zelená střecha na  
Akademií věd  
v Kalifornii



zelená střecha na v Hostětíně  
(Centrum Veronica)

Autor: Leonard G. – Vlastní dílo, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5101420>

Autor: Pavouk – Vlastní dílo, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7922621>

Autor: Glomerata – Vlastní dílo, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7055941>



# Green buildings – zelené stavby

- při stavbě domů a budov je snahou upřednostnit **přírodní zdroje** před konvenčními stavebními materiály
- ❖ **Sledované parametry:**
  - minimalizace ekologických dopadů při výrobě (průmyslová chemie, umělé hmoty, odpad, CO<sub>2</sub>)
  - využití místních zdrojů
  - nízká výrobní a dovozní energetická náročnost

## Přírodní zdroje pro stavbu:

- nepálené cihly (zdivo)
- hlína (omítky)
- sláma (tepelná izolace, zdivo)
- dřevo (nosná konstrukce, obklady)
- kámen (základ stavby)
- konopí, ovčí vlna, len, rákos (tepelná izolace)

visuté zelené zahrady v  
Centrální parku v  
Sydney



zelená stavba v Manchesteru



# Kořenové čistírny odpadních vod ve světě



výstavba kořenové čistírny v Nepálu



testování účinnosti kořenové čistírny v Brazílii



domácí kořenová čistírna odpadních vod v Nizozemsku



kořenová čistírna v Arménii

Autor: Global Wetlands Nederland – Vlastní dílo, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44924957>

Autor: SuSanA Secretariat – <https://www.flickr.com/photos/gtzecosan/5546352573/>, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=36528920>

Autor: Narek75 – Vlastní dílo, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47924911>

Autor: SuSanA Secretariat – <https://www.flickr.com/photos/gtzecosan/4975036180/>, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=36533236>

# Cradle to cradle design

- **Cradle to Cradle design** (také **Cradle 2 Cradle, C2C**) je přístup, který na výrobky i výrobní proces klade **maximální možné nároky**
- design by měl umožňovat krátkodobé užití, pohodlí (ergonomický design) i estetický požitek s vědomím, že materiály přetrvávají i po dosloužení výrobku
- suroviny tak cirkulují v nekonečném výrobním cyklu, kde **neexistuje odpad**
- inspirací tohoto přístupu je „**příroda**“, říkáme, že je **biomimetický**
- tento přístup k designu je nezbytný pro implementaci principů **cirkulární ekonomiky**



Doporučená kniha: *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*



nakupování se znovupoužitelnými taškami a obaly

# Cradle to cradle design

- jedná se o **holistický\* přístup**
- neomezujeme se zde jen na vztah člověka s přírodou
- je zohledňována **kvalita života lidí i zvířat** a nezapomíná se ani na ekonomickou stránku věci
- krátkodobé ekonomické zisky by neměly přebít vyšší ztráty v dlouhodobém horizontu, proto tu má zítřek stejný význam jako jakýkoli jiný moment v budoucnosti

\*Pozn. **Holismus** je definován tak, že vychází z přesvědčení, kdy skutečnost nelze pochopit podle jejích jednotlivých částí, ale pouze jako větší část celku.

**Materiály** – živiny jsou rozděleny do dvou na sobě nezávisle cirkulujících okruhů, metabolismů

**1. Okruh** - operuje s látkami **organického původu**, které jsou snadno odbouratelné a není u nich proto problém navrátit je zpět do biosféry, respektive nepřestanou být její součástí

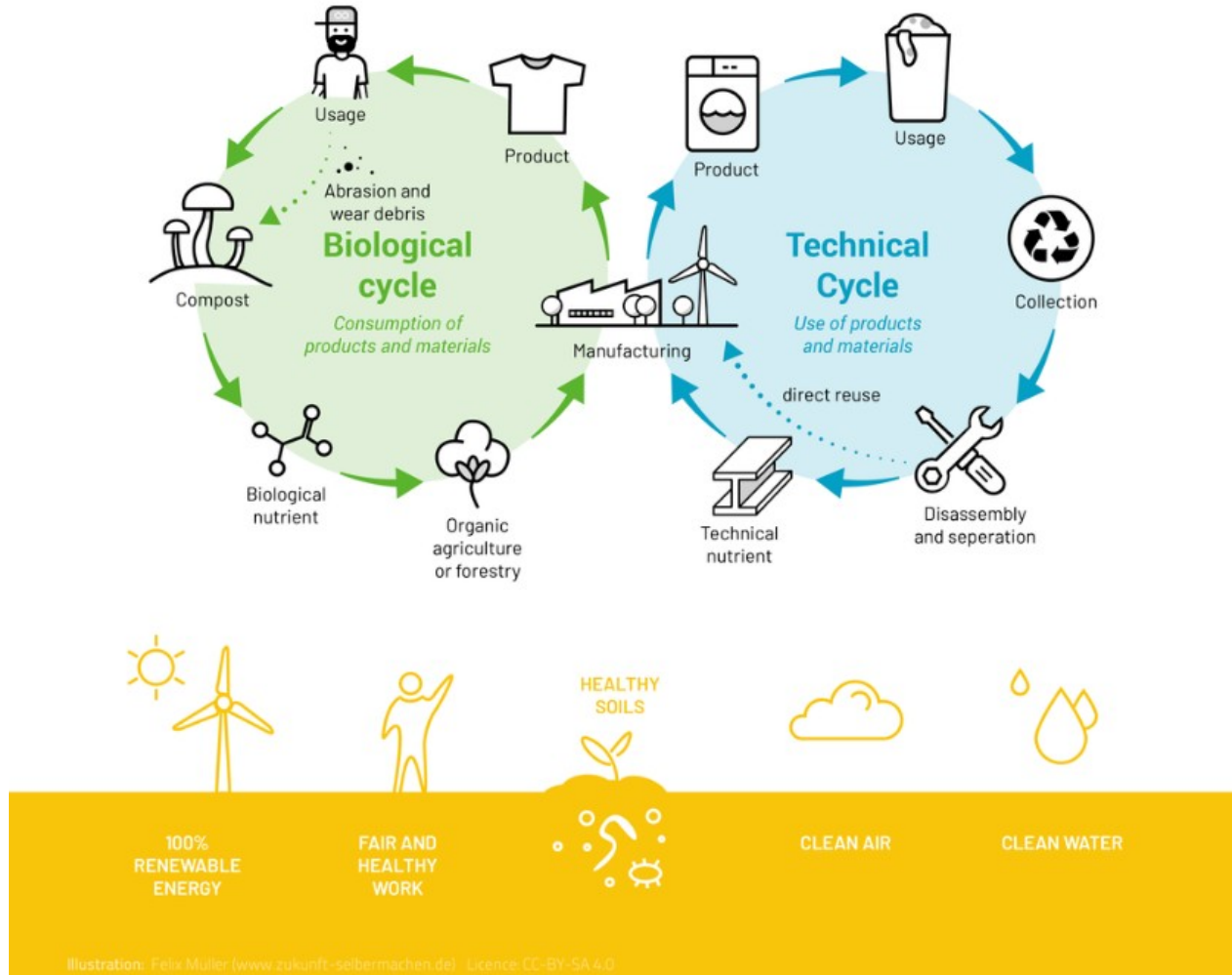
**2. Okruh** - operuje se **syntetickými látkami**, jenž by měly být do produktů vkládány tak, aby bylo možné je z nich následně extrahovat a znovu použít, a již je do biosféry nevracet

U některých výrobků je potřeba použít látky jak **organické, tak syntetické**.

Design by měl počítat s tím, že jej bude po použití potřeba **znovu oddělit a navrátit do odlišných dalších cyklů**.

# CRADLE TO CRADLE

A concept by Michael Braungart and William McDonough



Schématické znázornění konceptu: „Cradle to Cradle“ podle pánů M. Braungart a W. McDonough

## Cradle to cradle design

- primárním cílem je zamyslet se, jakým způsobem své výrobky **navrhuje příroda**
- v procesu evoluce se zvířata i rostliny, a s nimi i celé ekosystémy, přizpůsobují podmínkám v dané oblasti, zejména v architektuře, tedy v designu budov, musíme často čelit nepříznivým přírodním podmínkám, jako jsou sucho, deště, mrazy, ostrý sluneční svit nebo vítr
- ❖ **Biomimetika** – obor biologie, zkoumá konstrukční řešení v přírodě u živých organismů pro využití nových technických řešení a vynálezů v lidské společnosti → **inspirace přírodou** (např. malé háčky na plodech ostnatých rostlin inspirovali k vynalezení suchého zipu)

### Příklad z praxe:

- Betonové plochy jsou nepropustné, čímž snižují retenci vody v krajině. Akumulují teplo v horkých letních dnech. **Travní porosty, které aplikoval William McDonough například na střechu chicagské radnice**, naopak zajišťují stabilní teplotu, umožňují ochlazování, odpařování při vysokých teplotách, izolují v zimě a chrání střechu před ultrafialovými paprsky. Navíc produkují kyslík, zadržují dešťovou vodu, zadržují částice jako saze a absorbují uhlík.
- **McDonough a jeho partneři** odhalili svou první latinskoamerickou budovu navrženou dle conceptu **Cradle to Cradle v Bogotě**

## Cradle to cradle design – změna přístupu

- v současné době se negativní vlivy průmyslových výrob eliminují až dochází ke vzniku problému
- nutnost hledat způsob, jak negativní externality výroby a spotřeby omezit
- potřeba hledat využití pro odpad, ne až poté, co už existuje
- design výrobků by měl v sobě nést dlouhodobou koncepci **nakládání s materiály**

**Např.** pálení odpadu je považováno za efektivnější než skládkování, protože lze pomocí něho získávat energii – **ale vznikají škodliviny**. Proto je nejlogičtější možností **vyrábět takové výrobky, které se po použití budou dát použít jako surovina o stejné kvalitě, jako když byl produkt vyroben.**

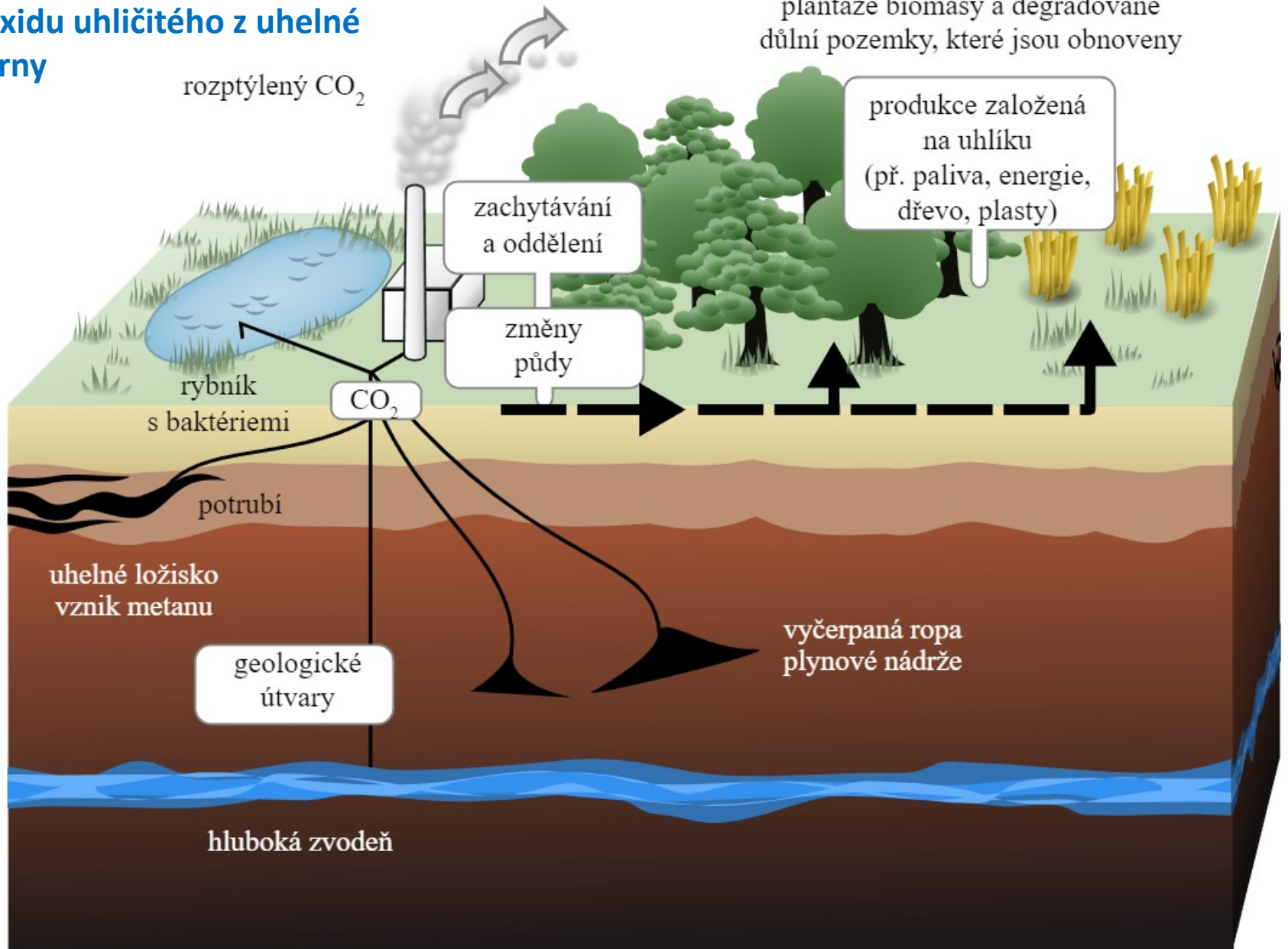
- **opětné použití je problematické**, pokud v sobě výrobky obsahují **toxické látky** (což často ani nevíme), tedy recyklovaný produkt bude potom rovněž toxický
- další nevýhodou je, že opětným použitím se **snižuje kvalita výrobku**, nejde tedy o recyklaci v duchu konceptu cirkulární ekonomiky, ale jen o oddálení okamžiku, kdy bude výrobek potřeba spálit nebo skládkovat

## Přístup: Zachycení a uskladnění uhlíku

- **Carbon capture and storage (CCS)** je proces, při kterém je zachytáván  $\text{CO}_2$ , který je následně uložen, aby neunikl zpět do atmosféry
- jedná se o potenciálně klíčový nástroj pro **mitigaci změn klimatu** (zmírnění) a je součástí většiny scénářů k dosažení **klimatické neutrality**
- ❖ **Carbon Capture spočívá v zachycování oxidu uhličitého (využití milionů tun  $\text{CO}_2$  ročně)**, který je již přítomen ve vzduchu v důsledku industrializace, a jeho následným vstřikování hluboko pod zem, aby se zabránilo tomu, že emise nadále poškozují životní prostředí
- ❖ např. při těžbě ropy, kdy se zachycený  $\text{CO}_2$  vstřikuje **do ropných vrtů, aby se zvýšil tlak**, a tím i **zisk**
- ❖ prodejní argument zachycování uhlíku spočívá v tom, že se osvědčilo jako účinné řešení při odstraňování a přemísťování emisí uhlíku, a to jak poté, co se dostanou do vzduchu, nebo v závislosti na typu systému zachycování uhlíku – ještě předtím, než znečišťují vzduch
- ❖ zachycování uhlíku je jednou z mála ověřených technologií, která dokázala odstranit emise  $\text{CO}_2$  a skleníkové plyny ze vzduchu, a proto – **je jednou z mála dostupných metod, jak přímo snížit současné emise uhlíku**, spíše než zmírňovat budoucí projekce změny klimatu
- ❖ **vhodné řešení** – výměníky tepla: využití energie, zachycení  $\text{CO}_2$



# Schéma znázorňující pozemní a geologické ukládání emisí oxidu uhličitého z uhlé elektrárny



# Přístup: chytré technologie v zemědělství

- chytré technologie uplatňující se v zemědělství, vhodné pro monitoring udržitelnosti, efektivity i produkce
- **Digitální zemědělství** (precizní), je založeno na **sbírání dat pomocí mnoha senzorů (např. data o počasí, vlhkost půdy, její vlastnosti atd.)**, kdy tyto získané informace pomohou zemědělcům lépe určit, kdy a kde mají sázet které plodiny, jak často mají zavlažovat a hnojit, které pesticidy použít, což šetří prostředky i čas
- chytré technologie se v rostlinné výrobě hodí kromě monitoringu i k základní **orientaci po půdním bloku** (navigační systémy pro zemědělské stroje, autopiloty pro traktory atd.), které pomáhají při orientaci po půdním bloku, zpřesňují **aplikaci postřiků a hnojiv** an a základě **satelitních snímků** lze sledovat stav pole, aniž by se muselo celé objíždět a kontrolovat
- **v živočišné výrobě** se senzory uplatňují v drůbežárnách (sledování teploty vhodné pro líhnutí kuřat aj.)
- uvedené přístupy tak pomáhají **zlepšovat chov**
- **hospod. zvířat, předcházení požárů, krádeží**
- **IT technikou** lze řídit výrobu krmných směsí,
- sušení obilí či automatické řízení spotřeby v bioplynových stanicích aj.



automatické řízené zavlažování pole

# Přístup: Green technologie v zemědělství

- **Hydroponie:** technologie, která do zemědělství přináší naději
- **Hydroponní pěstování** – podstatou je pěstování rostlin v **nutričně bohatém roztoku** bez využití zemědělské půdy nebo pěstování rostlin v **umělém substrátu**, který potřebnou závlahu udržuje
- mezi výhody uvedeného způsobu pěstování nepochybně patří:
  - **násobně menší spotřeba vody**
  - **vodu dále recyklovat a vracet zpět do oběhu**
  - není nutno používat herbicidy a pesticidy
  - Většinou postačí přírodními postřiky



Autor: NASA – NASA Image and Video Library, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=580475>

Autor: Valcenteu – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9387472>

Autor: Ildar Sagdejev (Specious) – Vlastní dílo, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6442476>

## Co by jste měli umět vysvětlit

- Co jsou to „Environmentálně šetrné technologie
- Jak je definována udržitelnost, které pilíře ji tvoří a co představuje udržitelný rozvoj
- Jaké jsou hlavní cíle Green technologie
- Proč je v současné době Green technologie důležitá
- Uveďte některé její konkrétní příklady (z praxe)
- Co víte o Green chemistry, zkuste vyjmenovat několik jejich principů
- Co je to atomová ekonomie
- Co je to LCA přístup
- Jaké jsou výhody Green buildings, uveďte příklady
- Co představuje pojem“ Cradle to cradle
- Znáte nějaké konkrétní příklady konceptu Cradle to cradle
- Jak lze uvedený přístup aplikovat v zemědělství
- Jakým způsobem lze propojit zemědělství s IT technikou
- Co je to hydroponie
- Věděli by jste vyjmenovat další příklady Green technologií, které budou mít v blízkém budoucnu uplatnění – váš názor

## Doporučené odkazy:

- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B. 2007. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57, (10,) s. 823–833. ISSN [1525-3244](#). DOI [10.1641/B571005](#)
- Köhler, M., Clements, A. M. 2007. Green Roofs green roof , Ecological Functions green roof ecological functions. Příprava vydání Vivian Loftness, Dagmar Haase. New York, NY: Springer New York ISBN [978-1-4614-5827-2](#), ISBN [978-1-4614-5828-9](#). DOI [10.1007/978-1-4614-5828-9\\_207](#) s 282–306. DOI: 10.1007/978-1-4614-5828-9\_207
- Song, Q., Li, J., Zeng, X. 2015. Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. *Journal of Cleaner Production*. roč. 104, s. 199–210. ISSN [0959-6526](#)
- Ownend, W. K.2010. Editorial. *Waste Management & Research*. roč. 28, čís. 1, s. 1–3. ISSN [0734-242X](#). DOI [10.1177/0734242x09356145](#)
- McDonough, W., Braungart, M. 2002. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, s1 93. ISBN 0-86547-587-8. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cradle\\_to\\_Cradle:\\_Remaking\\_the\\_Way\\_We\\_Make\\_Things](https://en.wikipedia.org/wiki/Cradle_to_Cradle:_Remaking_the_Way_We_Make_Things)
- Dvořáková, L. 2016. *Tvoření z přírodnin, odpadu a obyčejných materiálů*. Brno: CPress, s. 104. ISBN [978-80-264-1300-4](#)

## Použitá literatura:

- Zákony pro lidi, 2023, Zákon č. 17/1992 Sb. [online].[cit. 12.4.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>
- Etechblog.cz, 2023. Co je to zelená technologie a proč je důležitá pro budoucnost? [online].[cit. 12.4.2023]. Dostupné z: <https://etechblog.cz/co-je-to-zelena-technologie-a-proc-je-dulezita-pro-budoucnost/>
- PLASTPOL, 2023. Co nás naučí 12 principů zelené chemie? [online].[cit. 12.4.2023]. Dostupné z: <https://www.products.pcc.eu/cs/blog/co-nas-uci-12-principu-zelene-chemie/>
- Wikipedie, 2022. Zelená střecha [online].[cit. 12.4.2023]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Zelen%C3%A1\\_st%C5%99echa](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zelen%C3%A1_st%C5%99echa)
- Wikipedia, 2022. The Green Building [online].[cit. 13.4.2023]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Green\\_Building](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Green_Building)
- Wikipedia, 2023. Cradle-to-cradle design [online].[cit. 13.4.2023]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cradle-to-cradle\\_design](https://en.wikipedia.org/wiki/Cradle-to-cradle_design)
- Wikipedia, 2023. Life-cycle assessment [online].[cit. 14.4.2023]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Life-cycle\\_assessment](https://en.wikipedia.org/wiki/Life-cycle_assessment)
- Czech technology, 2023. Moderní technologie a zemědělství k sobě patří [online].[cit. 14.4.2023]. Dostupné z: <https://czechtechnology.cz/dodavatele/moderni-technologie-a-zemedelstvi-k-sobe-patri/>
- Greenly, resources. 2023. All You Need to Know About Carbon Capture [online].[cit. 15.4.2023]. Dostupné z: <https://greenly.earth/en-us/blog/company-guide/all-you-need-to-know-about-carbon-capture>
- Společně udržitelně, 2021. Hydroponie: technologie, která do zemědělství přináší naději [online].[cit. 15.4.2023]. Dostupné z: <https://spolecne-udrzitelne.cz/aktuality/inspirace/hydroponie-technologie-ktera-do-zemedelstvi-prinasi-nadeji>



# Ekologické aspekty technologických procesů

prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.

RNDr. Eva Dominová Bergerová, Ph.D.

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně, reg. č.  
NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

# Obsah

1. Základní definice, energetické a materiálové toky.
2. Ekologické aspekty výrob základních chemikálií a jejich dopady na životní prostředí.
3. Principy a dopady zpracování nerostných surovin a těžkého průmyslu na životní prostředí.
4. Principy a environmentální dopady petrochemického průmyslu.
5. Biotechnologie v kontextu životního prostředí.
6. Technologie dekontaminace kapalin.
7. Technologie zneškodňování tuhých odpadů a jejich dalšího využití.
8. Technologie pro snižování plynných polutantů v životním prostředí.
9. Zodpovědné nakládání s materiálovými zdroji v kontextu cirkulární ekonomiky.
10. Evaluace environmentálně významných polutantů anorganického původu.
11. Evaluace environmentálně významných polutantů organického původu.
12. Environmentálně šetrné technologie, materiály a přístupy a jejich socioekonomické dopady.
- 13. Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie.**

# Environmentální politika

- „Všestrannou **environmentální politiku** lze definovat jako široce koordinovanou činnost institucí a občanů, vládních a nevládních organizací, veřejné správy, obecní samosprávy a výrobních organizací, zaměřenou na nastolování vztahů rovnováhy mezi lidskými činnostmi, uspokojováním potřeb současných a budoucích generací a **schopností přírody se trvale obnovovat**.
- Je to forma přizpůsobování společnosti **měnícím se podmínkám vlastní existence**. Rezortní environmentální politika je činností specializované exekutivy, která má cíle a strategie zaměřené na **prevenci, snižování nebo odstraňování nežádoucích účinků lidských aktivit na prostředí, zdroje a veřejné zdraví**.
- **Cíle všestranné environmentální politiky** zahrnují **změny, ke kterým musí dojít v orientaci ekonomiky a řízení**. Naproti tomu rezortní environmentální politika je zaměřena na konkrétní způsoby předcházení, snižování, a případné vyloučení škod na prostředí. Hlavními jejími prostředky jsou nástroje **administrativního donucování**.
- **Zásady environmentální politiky** jsou klíčovými prvky ovlivňujícími environmentální politiku, určující její směr. Jsou zásadní pro tvorbu environmentální politiky i pro její uskutečňování. Zároveň jsou zásadní i pro využívání a interpretaci všech nástrojů environmentální politiky, zejména **práva**“.



## Základní zásady environmentální politiky

- prevence
- předběžná opatrnost
- znečišťovatel platí

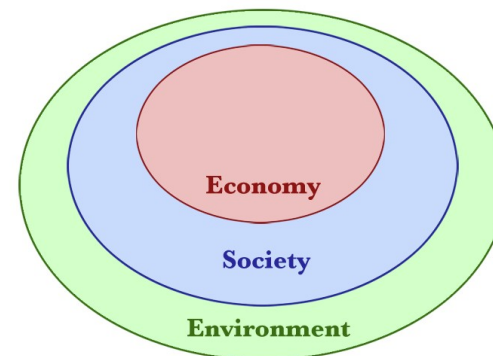
## Další zásady environmentální politiky

- integrace
  - vysoká úroveň ochrany životního prostředí
  - náprava škody u zdroje
  - **udržitelný rozvoj**
- 
- ❖ **Udržitelnost** – uspokojování potřeb současné společnosti bez omezování dalších generací
  - ❖ **Cíle udržitelného rozvoje** z anj. Sustainable Development Goals (SDGs)

### 3 koncepty pojetí udržitelného rozvoje:

- 1. koncept:** obecně formulovaný koncept udržitelného rozvoje z roku 1987, jedná se o rozvoj, **který zajistí potřeby současných generací, aniž by bylo ohroženo splnění potřeb generací příštích a rovněž aby se nesmí se to dít na úkor jiných národů.** Eticky naráží koncept na problémy potřeb budoucích generací.
- 2. koncept** – udržitelný rozvoj je založen na rovnováze tří pilířů – **ekonomického, sociálního a environmentálního** (pochází z definice ze Světového summitu k udržitelnému rozvoji v Johannesburgu, 2002). Je to pojato jako **vyváženost vývoje mezi těmito třemi pilíři**, mezi vývojem ekonomiky, životní úrovní obyvatel a zátěží ŽP.  
Cíl: vývoj se nesmí v některém z pilířů vyvíjet na úkor ostatních.
- 3. koncept** – udržitelný rozvoj vychází z ekonomických principů, tedy z potenciálu kapitálových aktiv (kapitálový přístup k udržitelnému rozvoji). **Je potřeba brát do úvahy: kapitál lidský, sociální, přírodní, produkční a též finanční. Pokud pak úhrnný kapitál dlouhodobě roste, vývoj se pokládá za udržitelný.**

Tři pilíře udržitelnosti představují: že ekonomika i společnost jsou omezené prostředím



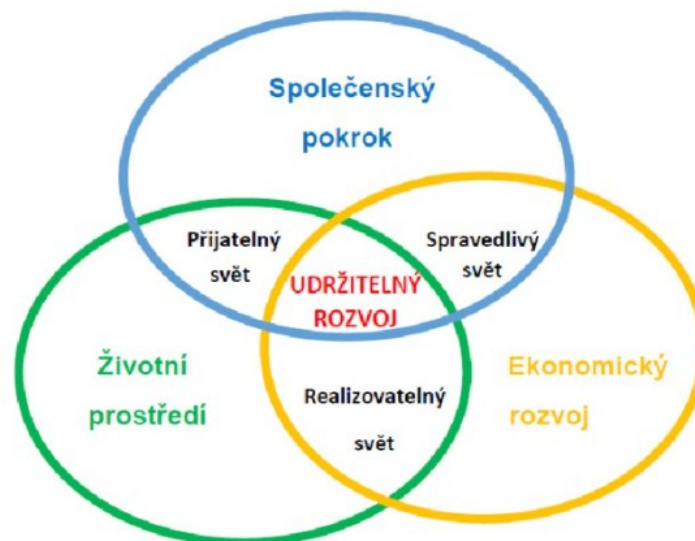
## 17 Cílů udržitelného rozvoje

- program rozvoje na následujících 15 let (**2015 – 2030**)
- navazuje na agendu Rozvojových cílů tisíciletí

Uvedené cíle představují tříletého proces vyjednávání, který začal na **Konferenci OSN o udržitelném rozvoji v roce 2012 v Riu de Janeiro**.

Na jejich formulaci se předně podílely členské státy OSN, dále pak zástupci občanské společnosti, podnikatelské sféry, akademické obce, ale i občané ze všech kontinentů světa.

Agenda udržitelného rozvoje byla oficiálně schválena na Summitu OSN (25. září 2015 v New Yorku) na základě dokumentu **Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**



# Cíle udržitelného rozvoje

- **1. Konec chudoby**
- **2. Konec hladu**
- **3. Zdraví a kvalitní život**
- **4. Kvalitní vzdělání**
- **5. Rovnost mužů a žen**
- **6. Pitná voda, kanalizace**
- **7. Dostupné čisté energie**
- **8. Důstojná práce a ekonomický růst**
- **9. Průmysl, inovace a infrastruktura**
- **10. Méně nerovností**

# Cíle udržitelného rozvoje

- **11. Udržitelná města a obce**
- **12. Odpovědná výroba a spotřeba**
- **13. Klimatické opatření**
- **14. Život ve vodě**
- **15. Život na souši**
- **16. Mír, spravedlnost a silné instituce**
- **17. Partnerství ke splnění cílů**

# 1. Konec chudoby

- Počet lidí žijících v extrémní chudobě se od r. 1990 celosvětově významně snížil z 1,9 miliardy lidí na méně než 800 milionů, ovšem jejich počet stále přesahuje 836 milionů.
- Téměř každý pátý člověk z rozvojových zemí však žije za méně než 1,25 USD na den.

Do roku 2030:

- **život za méně než 1,9 dolaru na den** - odstranit extrémní chudobu všude na světě
- **snížit alespoň o polovinu podíl mužů, žen a dětí** všech věkových kategorií, **žijících v chudobě** dle definice národní legislativy
- Zavést na úrovni států **vhodné systémy sociální ochrany** pro všechny, **rozšířit jejich dosah** na většinu chudých a ohrožených lidí
- **všichni muži a ženy**, zejména chudí a zranitelní, by měli získat **stejná práva v přístupu** k ekonomickým zdrojům, základním službám, na vlastnictví nakládání s půdou a získat stejná práva na další formy vlastnictví, dědictví, přírodních zdrojů, nových technologií, finančních služeb
- **posílit odolnost chudých a zranitelných** a zmírnit jejich zranitelnost **před extrémními klimatickými jevy** a jinými **ekonomickými, sociálními a environmentálními otřesy a pohromami**
- **mobilizace prostředků** z různých zdrojů, dokonalejší rozvojovou spoluprací, přiměřené a předvídatelné prostředky pro rozvojové země (nejméně rozvinuté) – **na zavádění programů a politik na odstranění chudoby** ve všech jejích formách
- **politické strategie** na národní, regionální i mezinárodní úrovni, **založené na genderově citlivých rozvojových strategiích na podporu chudých**, které povedou ke zrychlení investic do opatření na odstranění chudoby

## 2. Konec hladu

Do roku 2030:

- **vymýtit hlad a zajistit přístup všem lidem**, zejména chudým a ohroženým, včetně malých dětí, **k bezpečné, výživné a dostačující stravě** po celý rok
- **odstranit všechny formy podvýživy** ale do roku 2025 už dosáhnout i mezinárodně dohodnutých cílů v rámci zakrnění a hubnutí dětí mladších pěti let a **vyřešit výživové potřeby** dospívajících dívek, těhotných a kojících žen a starších osob atd.
- **zdvojnásobit zemědělskou produktivitu a příjmy malých zemědělců** – především u žen, původních obyvatel, rodinných farmářů, pastevců a rybářů – **zajistit bezpečný a rovný přístup** k půdě, dalším výrobním zdrojům (a vstupům), znalostem, finančním službám, trhům, dále pak vytvářet příležitosti k v rámci přidané hodnoty a přístupu k zaměstnání v nezemědělském sektoru
- **zajistit/zavést systémy udržitelné výroby potravin a odolných zemědělských postupů**, ke zvýšení produktivity a výroby pro **zachování ekosystému** posilující schopnosti půdy přizpůsobovat se tak klimatickým změnám, či počasí, suchu, záplavám a dalším pohromám, pro **zlepšení kvality půd**.

Do roku 2020:

- **zajistit zachování genetické rozmanitosti** osiv, plodin, hospodářských a domácích zvířat, jejich divoce žijících příbuzných druhů, udržet správný chod diverzifikovaných semenných a rostlinných bank na národní, regionální i mezinárodní úrovni, **zajistit přístup ke spravedlivému sdílení přínosů** z využitím genetických zdrojů a tradičních poznatků, v souladu s mezinárodními dohodami

## 2. Konec hladu

- Největší procento hladovějících lidí je v subsaharské Africe. Lze konstatovat, že každý čtvrtý člověk je zde podvyživený.
- **zvýšit investice, prostřednictvím posílené mezinárodní spolupráce**, do venkovské infrastruktury, zemědělského výzkumu a nadstavbových služeb, vývoje technologií a genových bank zvířat a rostlin za účelem zlepšení zemědělských výrobních kapacit v rozvojových zemích, zejména v těch nejméně rozvinutých
- **napravit a předcházet obchodním omezením** a pokřivením na světových zemědělských trzích, mimo jiné prostřednictvím **souběžného odstranění všech forem dotací** na vývoz a dalších opatření s obdobným účinkem
- **přijmout opatření k zajištění řádného fungování trhu** potravinářských komodit a jejich derivátů a usnadnit včasný přístup k informacím o trhu, včetně informací o potravinových rezervách, **s cílem přispět k omezení extrémní volatility cen potravin**



# 3. Zdraví a kvalitní život

Do roku 2030:

- **celosvětově snížit míru mateřské úmrtnosti** na méně než 70 na 100 tisíc porodů
- **zabránit úmrtím novorozenců a dětí mladších pěti let**, jimž je možné předejít **ukončit epidemii AIDS, tuberkulózy, malárie a zanedbávaných tropických nemocí** a bojovat proti hepatidě, vodou přenášeným nemocem atd.
- **snížit pomocí prevence a léčby o třetinu předčasnou úmrtnost na nepřenosné choroby**; tedy podporovat duševní zdraví a duševní pohodu každého jedince
- **posílit prevenci a léčbu užívání návykových látek**, včetně užívání narkotik a škodlivého užívání alkoholu či drog
- **snížit na polovinu počet úmrtí a zranění při dopravních nehodách**
- **zajistit všeobecný přístup ke službám pro sexuální a reprodukční zdraví**, jako jsou programy plánovaného rodičovství, informace a vzdělávání nebo zahrnutí problematiky reprodukčního zdraví do národních strategií a programů
- **docílit všeobecného zabezpečení zdraví**, včetně ochrany finančních rizik, přístupu ke kvalitní základní zdravotní péči a přístupu k bezpečným, účinným, kvalitním a cenově dostupným základním léčivům a očkovacím látkám pro všechny
- **snížit počet úmrtí a onemocnění vlivem nebezpečných chemických látek** a znečištěného vzduchu, vody a půdy a globálních zdravotních rizik

### 3. Zdraví a kvalitní život

- Každý den umírá o 17 tisíc dětí méně než v roce 1990, ale stále více než šest milionů dětí ročně umírá před svými pátými narozeninami.
- Od roku 2000 zabránilo očkování proti spalničkám téměř 15,6 milionu úmrtí
- **posílit uplatňování** rámcové úmluvy Světové zdravotnické organizace (WHO) o **kontrole tabáku** ve všech zemích dle potřeby
- **podporovat výzkum a vývoj vakcín a léků na přenosné i nepřenosné choroby**, které primárně postihují především rozvojové země, poskytnout přístup k cenově dostupným základním lékům a vakcínám v souladu s **Deklarací z Dohá o Dohodě TRIPS a veřejném zdraví**, která potvrzuje právo rozvojových zemí plně využít ujednání v **Dohodě o obchodních aspektech práv k duševnímu vlastnictví**, pokud jde o flexibilitu v ochraně veřejného zdraví a zejména v přístupu k lékům pro všechny
- **Podstatně zvýšit financování zdravotnictví** a nábor, rozvoj, školení a retence pracovníků ve zdravotnictví v rozvojových zemích, zejména v těch nejméně rozvinutých a v malých ostrovních rozvojových státech
- **Zvýšit kapacitu všech zemí**, zejména rozvojových, pro včasné varování, snižování rizik a řízení národních a globálních zdravotních rizik.

# 4. Kvalitní vzdělání

Do roku 2030:

- **zajistit**, aby všechny dívky a chlapci ukončili **bezplatné, rovnoprávné a kvalitní primární a sekundární základní vzdělání**, které bude mít odpovídající a **efektivní studijní výsledky**
- **zajistit**, aby všechny dívky a chlapci měli **možnost kvalitního rozvoje v raném dětství**, aby měli přístup k předškolní péči a vzdělání tak, **že budou připraveni pro základní vzdělávání**
- **zajistit rovný přístup všech žen a mužů** k cenově dostupnému a kvalitnímu **odbornému, učňovskému a vyššímu vzdělání**, včetně univerzitního
- **zvýšit počet mladých a dospělých**, kteří mají **příslušné dovednosti včetně technických a odborných**, které budou předpokladem pro zaměstnání, důstojné pracovní zařazení a pro podnikání
- **eliminovat genderové nerovnosti ve vzdělávání** a zajistit rovný přístup ke všem úrovním vzdělání a odborné přípravy pro znevýhodněné – osoby se zdravotním postižením, původní obyvatelstvo či ohrožené děti
- **všichni mladí** a značná část dospělých mužů i žen **dosáhli čtenářského a matem. vzdělání**
- **všichni studenti získali znalosti a dovednosti potřebné k podpoře udržitelného rozvoje**, mimo jiné prostřednictvím vzdělávání o udržitelném rozvoji a trvale udržitelném způsobu života, o lidských právech, genderové rovnosti, dále pomocí podpory kultury míru a nenásilí, globálního občanství i docenění kulturní rozmanitosti a příspěvku kultury k udržitelnému rozvoji

# 4. Kvalitní vzdělání

- Děti z nejchudších domácností mají bohužel čtyřikrát vyšší pravděpodobnost, že nebudou moci chodit do školy, než děti z nejbohatších domácností.

Do roku 2030:

- **vybudovat a vylepšit genderově citlivá vzdělávací zařízení**, která budou vhodná pro děti i lidi se zdravotním postižením, a poskytnout bezpečné, nenásilné, inkluzivní a efektivní vzdělávací prostředí pro všechny
- **počet stipendií pro studenty z rozvojových zemí** – zejména těch nejméně rozvinutých, malých ostrovních rozvojových a afrických států – pro zápis do vysokoškolského vzdělávání, učňovské přípravy a vzdělávacích programů v informačních a komunikačních technologiích, technologických, stavebních a vědeckých oborech v rozvinutých i rozvojových státech
- **zvýšit počty kvalifikovaných učitelů**, a to i prostřednictvím mezinárodní spolupráce pro vzdělávání učitelů v rozvojových zemích, zejména těch nejméně rozvinutých, a malých ostrovních rozvojových státech

# 5. Rovnost mužů a žen



Do roku 2030:

- **celosvětově skoncovat** se všemi formami **diskriminace žen a dívek**
- **eliminovat všechny formy násilí vůči ženám a dívkám** ve veřejné i soukromé sféře, včetně obchodu s lidmi a sexuálního či jiného vykořisťování
- **odstranit všechny škodlivé praktiky** jako jsou dětské, předčasné a nucené sňatky či ženská obřízka
- **uznávat a oceňovat neplacenou péči a domácí práce** pomocí zajištění veřejných služeb, infrastruktury a politik sociální ochrany a prosazování sdílené odpovědnosti v rámci domácnosti a rodiny podle zvyklostí dané země
- **zajistit ženám rovné příležitosti** a plnou a efektivní účast na rozhodování na všech **úrovních v politickém, ekonomickém i veřejném životě**
- **zajistit všeobecnou dostupnost služeb sexuálního a reprodukčního zdraví a reprodukčního práva**, dle s **Akčním programem Mezinárodní konference o populaci a rozvoji a Pekingskou akční platformou** a závěrečnými dokumenty návazných konferencí
- **reformy, které ženám zajistí rovná práva k ekonomickým zdrojům**, možnost vlastnictví a hospodaření s pozemky i dalších forem vlastnictví, přístup k finančním službám, dědictví a přírodním zdrojům v souladu s národní legislativou
- **rozšířit možnosti využívání moderních technologií**, zejména informačních a komunikačních, pro posilování postavení žen
- **rřijmout a posílit vhodné politiky** a vymahatelné právní předpisy **pro prosazování rovnosti žen a mužů** a posilování postavení žen a dívek ve všech sférách

# 6. Pitná voda, kanalizace

- Dvě pětiny lidí nemají možnost umýt si ruce mýdlem pod tekoucí vodou.
- Každý den umírá v průměru pět tisíc dětí v důsledku špatné vody nebo sanitace její.
- Vodní elektrárny v roce 2011 generovaly 16 % celosvětové produkce elektřiny.
- Přibližně 70 % veškeré dostupné vody se používá pro zavlažování pozemků.

Do roku 2030:

- **zajistit univerzální a rovný přístup k bezpečné a cenově dostupné pitné vodě** pro všechny
- **zajistit spravedlivě všem odpovídající sanitační a hygienická zařízení** a skoncovat s vylučováním na volných prostranstvích, se zvláštním ohledem na potřeby žen, dívek a lidí v těžké situaci
- **zlepšit kvalitu vody snížením jejího znečišťování**, zamezením vyhazování odpadů do vody a minimalizací vypouštění nebezpečných chemických látek do vody, snížit na polovinu podíl znečištěných odpadních vod a podstatně **zvýšit recyklaci** a bezpečné opětovné využívání vody v celosvětovém měřítku
- **zvýšit efektivitu využívání vody** ve všech sektorech a **zajistit udržitelný odběr a dodávky pitné vody** tak, aby byl vyřešen nedostatek vody a podstatně se snížil počet lidí trpících jejím nedostatkem
- **zavést integrovanou správu vodních zdrojů** na všech úrovních, a to i pomocí přeshraniční spolupráce tam, kde je to vhodné
- **zajistit ochranu a obnovu ekosystémů související s vodou**, včetně hor, lesů, mokřad, řek a jezer
- **rozšířit mezinárodní spolupráci** a podporu budování kapacit v rozvojových zemích v rámci programů a činností souvisejících s vodou a sanitačními zařízeními **zahrnující zadržování, odsolování a efektivní využívání vody**, čištění odpadních vod a využívání technologií pro recyklaci a opětovné využívání vody
- Podporovat a **posilovat zapojení místních komunit do zlepšování správy** vodních zdrojů a sanitačních zařízení

# 7. Dostupné čisté energie

- 1,3 miliardy lidí ( zhruba každý pátý člověk na Zemi) nemá přístup k elektřině, především venkovské obyvatelstvo.
- 3 miliardy lidí využívají na vaření a topení dřevo, uhlí, dřevěné uhlí nebo živočišný odpad.
- Energetika významně přispívá ke klimatické změně světa. Produkuje přibližně až 60 % celkových celosvětových emisí skleníkových plynů.
- Energie z obnovitelných zdrojů: větru, vody, slunce, biomasy a geotermální energie: nevyčerpatelná a čistá. Obnovitelné zdroje v současnosti tvoří 15 % globálního energetického mixu.

Do roku 2030:

- **zajistit všem přístup k cenově dostupným, spolehlivým a moderním energetickým službám**
- **zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů na celosvětovém energetickém mixu**
- **Celosvětově zdvojnásobit energetickou účinnost**
- **zlepšit mezinárodní spolupráci ve zpřístupňování výzkumu a technologií čisté energie**, včetně energie z obnovitelných zdrojů, energetické účinnosti a pokročilých a čistších technologií fosilních paliv; dále pak podporovat investice do energetické infrastruktury a technologií čisté energie
- **rozšířit infrastrukturu a vylepšit technologie pro dodávky moderních a udržitelných energetických služeb** pro všechny v rozvojových zemích, zejména v nejméně rozvinutých a

# 8. Důstojná práce a ekonomický růst

Do roku 2030:

- **udržovat ekonomický růst** na hlavu v závislosti na podmínkách jednotlivých zemí, tj. min. 7 % růst HDP ročně v nejméně rozvinutých zemích
- **dosáhnout vyšší úrovně ekonomické produktivity** pomocí diverzifikace, technologického rozvoje a inovací, zaměření se na odvětví s vysokou přidanou hodnotou a s vysokým podílem lidské práce
- **podporovat politiku orientovanou na rozvoj**, vytvářet důstojné pracovní místa, podporovat podnikání, kreativitu a inovace, dále pak vznik a růst mikropodniků, malých či středních podniků, např. prostřednictvím zpřístupňování finančních služeb
- **zlepšovat efektivní využívání globálních zdrojů** ve spotřebě i výrobě, podporovat ekonomický růst tak, aby nebyl spojen s poškozováním ŽP, a bylo vše v souladu s programem trvale udržitelné spotřeby a výroby, v jehož čele stojí rozvinuté země
- **dosáhnout plné a produktivní zaměstnanosti** a zajistit důstojnou práci pro všechny muže i ženy, včetně mladých lidí a osob se zdravotním postižením, zajistit stejnou odměnu všem za rovnocennou práci
- **snížit podíl mladých lidí, kteří nepracují a ani nestudují**
- **Provést opatření k vymýcení nucené práce**, skoncovat s moderními formami otroctví či s obchodováním lidí, dosáhnout zákazu a odstranění nejhorších forem dětské práce, včetně nábory a využívání dětských „vojáků“, odstranit veškerou dětskou práci ve všech jejích formách
- **chránit práva a podporovat bezpečné a stabilní pracovní podmínky** pro všechny pracující, včetně pracujících migrantů – zejména žen, a lidí s nebezpečným povoláním



# 8. Důstojná práce a ekonomický růst

- **realizovat politiky podpory udržitelného cestovního ruchu**, který vytváří pracovní místa a podporuje místní kulturu a produkty
  - **posílit kapacitu domácích finančních institucí** na podporu a rozšíření přístupu k bankovníctví, pojišťovnictví a finančním službám pro všechny lidi
  - **zvýšit podporu konceptu „Pomoc na podporu obchodu“ (Aid for Trade) pro rozvojové země**, především v nejméně rozvinutých krajinách, prostřednictvím programu „Prohloubený integrovaný rámec obchodní technické asistence pro nejméně rozvinuté státy
  - **rozvinout a uvést v život globální strategii pro zaměstnávání mladých** a realizovat **Globální pakt pro pracovní místa Mezinárodní organizace práce**
- 
- Míra nezaměstnanosti ve světě byla v roce 2018 až 5%. Dále pak pětina mladých lidí, kteří nechodí do školy, je bez práce.
  - Téměř 2,2 miliardy lidí žijí za méně než 2 USD na den - hranice chudoby. Stabilní zaměstnání je hlavním prostředkem k odstranění chudoby.
  - V letech 2016-2030 bude potřeba 470 milionů nových pracovních míst.
  - Malé a střední podniky, které se zabývají průmyslovou výrobou a zpracováním, jsou v raných fázích industrializace klíčové, neboť vytvářejí nejvíce pracovních míst. Tvoří více než 90 % celosvětového podnikatelského sektoru a zajišťuje 50-60 % pracovních pozic.
  - Medián hodinové mzdy muže je o 12 % vyšší než ženy.

# 9. Průmysl, inovace a infrastruktura

Do roku 2030:

- **rozvinout kvalitní, spolehlivou, udržitelnou a odolnou infrastrukturu**, zahrnující i regionální a přeshraniční infrastrukturu, rozvinout podporu ekonomického rozvoje a zvýšit kvalitu života, se zaměřením na ekonomicky dostupný a rovný přístup pro všechny lidi na světě
- **podporovat inkluzivní a udržitelnou industrializaci** a významně zvýšit podíl průmyslu na zaměstnanosti a HDP, a to s ohledem na podmínky v jednotlivých zemích, a zdvojnásobit jeho podíl v nejméně rozvinutých státech
- **zlepšit přístup malých průmyslových a jiných podniků** – zejména v rozvojových zemích – k finančním službám, včetně dostupných úvěrů, vylepšit jejich začleňování do hodnotných řetězců a trhů
- **zmodernizovat infrastrukturu a zdokonalit vybavení průmyslových podniků** pro jejich udržitelnost, a účinněji mohly využívat zdroje, i více čistých a k životnímu prostředí šetrných technologií a výrobních procesů, podpořit zapojení všech států dle jejich možností
- **posílit vědecký výzkum, zlepšit technologickou vybavenost průmyslových odvětví** ve všech zemích, zejména v těch rozvojových, podporovat inovace, dále pak se podílet na významném navýšení počtu výzkumných a vývojových pracovníků na 1 000 000 obyvatel a rovněž na navýšení výdajů pro soukromý i veřejný výzkum a vývoj

# 9. Průmysl, inovace a infrastruktura

- **napomáhat rozvoji udržitelné a odolné infrastruktury v rozvojových zemích** prostřednictvím lepší finanční, technologické a technické podpory africkým, dále pak nejméně rozvinutým, vnitrozemským rozvojovým i malým ostrovním rozvojovým státům
  - **podporovat rozvoj technologií, výzkumu a inovací v rozvojových zemích**, zajistit příznivé politické prostředí i pro průmyslovou diverzifikaci a výrobu zboží s přidanou hodnotou
  - značně **zvýšit přístup k informačním a komunikačním technologiím** a usilovat o poskytování všeobecného a cenově dostupného přístupu k internetu v nejméně rozvinutých státech do roku 2020
- 
- Zhruba 2,6 miliardy obyvatel v rozvojovém světě nemá přístup k nepřetržité dodávce elektrického proudu.
  - 2,5 miliardy lidí nemá přístup k základním sanitačním zařízením a téměř 800 milionů nemá přístup k vodě.
  - Zpracovatelský průmysl byl v roce 2009 důležitým zaměstnavatelem s 470 miliony pracovních míst na celém světě, což představuje 16 % z celosvětové pracovní síly. V roce 2013 zpracovatelský průmysl zaměstnával více než půl miliardy lidí.
  - Jedno pracovní místo v průmyslu vytváří cca 2,2 pracovního místa v jiných odvětvích.
  - V rozvojových zemích se průmyslově zpracovává méně než 30 % zemědělské produkce, v zemích s vysokými příjmy je to zhruba 98 %. V rozvojových zemích je tedy velký potenciál pro zemědělsko-průmyslové podniky.

# 10. Méně nerovností

75 % domácností v rozvojových zemích žije dnes ve společnosti, kde jsou příjmy rozděleny ještě více nerovnoměrně než v 90. letech minulého století.

U dětí z nejchudších 20 % populace je stále 3x vyšší pravděpodobnost, že se nedožijí pěti let, než u dětí z nejbohatší pětiny populace.

Do roku 2030:

- **dosáhnout a udržet růst příjmů** spodních 40 % populace na úrovni vyšší než je celostátní průměr
- **posilovat a podporovat sociální, ekonomické a politické začleňování** všech, bez ohledu na věk, pohlaví, zdravotní postižení, rasu, etnický původ, náboženské vyznání a ekonomické či jiné postavení
- **zajistit rovné příležitosti a snížit nerovnosti**, zejména odstraňováním diskriminačních zákonů, politik a postupů, a podporou vhodných právních předpisů, politik a postupů
- **přijmout politická opatření**, zejména v oblasti fiskální, mzdové a v oblasti sociální ochrany, postupně dosáhnout větší rovnosti
- **zlepšit regulaci a monitoring globálních finančních trhů a institucí**, posílit uplatňování těchto regulací
- **zajistit větší zastoupení a silnější hlas pro rozvojové státy** v rozhodování v mezinárodních ekonomických a finančních institucích s cílem vytvořit efektivnější, věrohodnější, spolehlivější a legitimnější instituce
- **usnadňovat řízenou, bezpečnou a zodpovědnou migraci a mobilitu lidí**, zahrnující uplatňování plánovaných a dobře řízených migračních politik
- **uplatňovat zásadu zvláštního a diferencovaného přístupu k rozvojovým zemím**, zejména k těm nejméně rozvinutým, v souladu s dohodami Světové obchodní organizace
- **podporovat oficiální rozvojovou pomoc (ODA)** a finanční toky zahrnující přímé zahraniční investice do států, které to potřebují nejvíce, zejména pak do nejméně rozvinutých afrických zemí, č. malých ostrovních a vnitrozemských rozvojových oblastí
- **snížit náklady na převody remitencí migrantů** na méně než 3 % a eliminovat transakce s náklady vyššími než 5 %

# 11. Udržitelná města a obce

Do roku 2030:

- **zajistit všem přístup k odpovídajícímu, bezpečnému a cenově dostupnému bydlení, základním službám**, zlepšit tak podmínky bydlení ve slumech
- **poskytnout všem lidem přístup k bezpečným, finančně dostupným, snadno přístupným a udržitelným dopravním systémům**, dále pak zlepšit bezpečnost silničního provozu tím, že se rozšíří veřejná doprava se zvláštním důrazem na potřeby lidí v těžkých situacích, např. pro ženy, děti, osoby se zdravotním postižením a seniory
- **posílit inkluzivní a udržitelnou urbanizaci** a kapacity pro participativní, integrované a udržitelné plánování a správu měst a obcí ve všech zemích
- **provést záchranu světového kulturního a přírodního dědictví**
- **výrazně snížit počet úmrtí a dalších negativních dopadů přírodních katastrof** zahrnujících pohromy spojené s vodním živlem. Týká se to také přímých ekonomických ztrát ve vztahu ke globálnímu HDP. Zvláštní pozornost je nutné věnovat ochraně chudých a zranitelných lidí
- **snížit nepříznivý dopad ŽP měst na jejich obyvatele**, především zaměřením pozornosti na kvalitu ovzduší a nakládání s komunálním i jiným odpadem
- **zajistit všeobecný přístup k bezpečné, inkluzivní a přístupné městské zeleni a veřejnému prostoru**, především pro ženy a děti, seniory a osoby se zdravotním postižením

# 11. Udržitelná města a obce

- **podporovat pozitivní ekonomické, sociální a environmentální vazby** mezi městskými, příměstskými a venkovskými oblastmi na základě lepšího národního a regionálního rozvojového plánování
  - **výrazně zvýšit počet měst a obcí, které přijímají a realizují integrované politiky a podporují plány inkluze**, účinně využívají zdroje, zmírňují adaptaci na změnu klimatu, jsou odolné vůči katastrofám, realizují komplexní řízení rizikových katastrof na všech úrovních v souladu se Sendaiským rámcem pro DRR 2015 – 2030
  - **podporovat nejméně rozvinuté země**, mimo jiné prostřednictvím finanční a technické pomoci, např. při stavbě udržitelných a odolných budov s využitím místních materiálů a zdrojů
- 
- Polovina lidstva (cca 3,5 miliardy lidí) žije ve městech. Dle statistiky se odhaduje, že v roce 2030 bude podíl městské populace až 60 %.
  - 828 milionů lidí žije ve slumech a jejich počet neustále přibývá.
  - Města a velkoměsta přispívají na světové HDP až z 60 %.
  - Města přitom pokrývají pouhá 2 % zemského povrchu, ale spotřebovávají až 60-80 % energie a vytváří dokonce až 75 % emisí skleníkových plynů.

# 12. Odpovědná výroba a spotřeba

Do roku 2030:

- **uplatňovat desetiletý rámec programů pro udržitelnou spotřebu** a výrobu se zapojením všech států v čele s rozvinutými a s přihlédnutím k rozvoji a schopnostem rozvojových oblastí
- **dosáhnout udržitelného hospodaření** s přírodními zdroji a efektivně je využívat
- **snížit na polovinu globální plýtvání potravin** na maloobchodní a spotřebitelské úrovni, dále pak snížit ztráty potravin v celém výrobním a zásobovacím procesu, i v rámci posklizňových ztrát
- **dosáhnout šetrného nakládání s chemickými látkami a odpady** během celého jejich životního cyklu, v souladu s dohodnutými mezinárodními rámci, dále pak značně snížit jejich uvolňování do ovzduší, vody i půdy tak, aby byly minimalizovány nepříznivé dopady na lidské zdraví a ŽP
- **snížit produkci odpadů** pomocí prevence, redukce, recyklace a opětovného používání materiálů
- **podporovat podniky**, především velké a nadnárodní společnosti, **aby přijaly udržitelné postupy** a začlenily informace o udržitelnosti do svých pravidelných zpráv
- **prosazovat udržitelné postupy v zadávání veřejných zakázek** v souladu s národními politikami a jejich prioritami
- **zajistit**, aby lidé v celém světě měli **relevantní informace a povědomí o udržitelném rozvoji** a životním stylu v souladu s přírodou

# 12. Odpovědná výroba a spotřeba

- **zajistit podporu rozvojových zemí k posílení vědecké a technologické kapacity, směřující k udržitelnějšímu způsobu výroby a spotřeby**
  - **zavedení nástrojů pro sledování dopadů udržitelného rozvoje na cestovní ruch, který vytváří pracovní místa a podporuje místní kulturu, tradice a produkty**
  - **usměrnit neefektivní dotace na fosilní paliva podporující nadbytečnou spotřebu, aby bylo vše v souladu s podmínkami jednotlivých států na základě daňové restrukturalizace, a zrušit škodlivé dotace, které porušují a ovlivňují ŽP. Brát plně v úvahu specifické potřeby a podmínky rozvojových zemí a minimalizovat možné negativní dopady na jejich rozvoj tak, aby byly chráněny chudé a dotčené komunity a rodiny.**
- 
- Za jeden rok lidé na světě vyplývají nebo znehodnotí 1,3 miliardy tun potravin.
  - Je stále více využíváno na podporu našich ekonomických aktivit stále více přírodních zdrojů. Efektivita tohoto využití stagnuje, což zabraňuje decouplingu ekonomického růstu a využití přírodních zdrojů.
  - Pokud by lidé na celém světě přešli na energeticky úsporné žárovky, ušetřilo by se 120 miliard USD.
  - Pokud v roce 2050 dosáhne světová populace počtu 9,6 miliardy, bylo by třeba až tří planet Země, abychom měli přírodní zdroje potřebné pro udržení našeho současného životního stylu.
  - Více než 1 miliarda lidí nemá doposud přístup k pitné vodě z přírodních zdrojů.



# 13. Klimatické opatření

- **zvýšit odolnost a schopnost adaptace na nebezpečí** související s klimatem a přírodními pohromami
  - **začlenit opatření v oblasti změny klimatu do národních politik**, strategií a plánování
  - **zlepšit vzdělávání a zvyšování povědomí o klimatické změně**, rozšířit lidské i institucionální kapacity pro zmírňování změny klimatu, adaptaci na ni, snižování jejích dopadů a včasné varování
  - **uvést do praxe závazek přijatý vyspělými zeměmi v Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu\*** dát k dispozici ze všech zdrojů 100 miliard ročně na řešení potřeb rozvojových zemí v souvislosti se smysluplnými opatřeními na zmírňování a transparentností při jejich zavádění, potřeba zprovoznit Zelený klimatický fond v co nejkratším období (do roku 2020)
  - **podporovat mechanismy pro zvyšování kapacit pro efektivní plánování** a řízení v oblasti změny klimatu v nejméně rozvinutých zemích, se zaměřením na ženy, mládež, místní a přehlížené komunity
- \* Rámcová úmluva OSN o změně klimatu je primárním mezinárodním, mezivládním fórem pro vyjednávání globální reakce na změnu klimatu.

- Emise skleníkových plynů z lidské činnosti jsou hnací silou klimatické změny a stále rostou. V této době jsou na nejvyšší úrovni v historii světa. Globální emise CO<sub>2</sub> se od roku 1990 zvýšily o téměř 50 %.
- Koncentrace CO<sub>2</sub>, metanu a oxidu dusného v atmosféře se zvýšily na bezprecedentní úroveň za posledních nejméně 800 tisíc let. Koncentrace CO<sub>2</sub> se od doby před průmyslovou revolucí zvýšily o 40 %, především k tomu přispělo spalování fosilní paliv, vliv zvýšeného využívání půdy. Oceány absorbovaly asi 30% vypouštěného antropogenního CO<sub>2</sub>, které způsobuje acidifikaci oceánů.
- Od roku 1850 se postupně klima otepluje (za poslední tři dekády). Období mezi lety 1983-2012 bylo pravděpodobně jedno z nejteplejších za posledních 30 let.

# 14. Život ve vodě

Do roku 2025:

- **předcházet a výrazně snižovat znečištění moří**, především znečištění, které je způsobováno činností na pevnině, včetně odpadků a znečištění z živin

Do roku 2020:

- **udržitelně spravovat a chránit mořské a pobřežní ekosystémy**, aby se zabránilo výrazným negativním dopadům, posilovat jejich odolnost, opatřit a zajistit na jejich obnovu zdravé a produktivní oceány
- **minimalizovat a řešit dopady okyselování oceánů**, prohlubováním vědecké spolupráce na všech úrovních
- **dosáhnout účinné regulace rybolovu a skoncovat s nadměrným rybolovem**, nezákonným, nehlášeným a neregulovaným rybolovem, podobně jako nešetrné metody rybolovu, zavést vědecky podložené plány hospodaření pro obnovení populace ryb
- **zakonzervovat alespoň 10 % pobřežních a mořských oblastí** v souladu s vnitrostátním i mezinárodním právem na základě nejlepších dostupných vědeckých informací
- **zakázat takové formy dotací na rybolov**, které přispívají k nadměrnému lovení ryb, odstranit dotace, které přispívají k nezákonnému, nehlášenému a neregulovanému rybolovu atd. na základě úrovně jednávání Světové obchodní organizace o dotacích na rybolov\*
- Bráno s ohledem na probíhající vyjednávání Světové obchodní organizace, Rozvojovou agendu a Dauhá a Hongkongským ministerským mandátem.

# 14. Život ve vodě

Do roku 2030:

- **zvýšit ekonomický přínos z udržitelného využívání mořských zdrojů**, mimo jiné prostřednictvím řízeného rybolovu, akvakultury a cestovního ruchu pro malé ostrovní rozvojové a málo rozvinuté státy
  - **rozšířit vědecké poznání, rozvíjet výzkumné kapacity a transfer námořních technologií** s ohledem na kritéria a pokyny Mezivládní oceánografické komise o transferu námořních technologií, zlepšit zdraví oceánů a zvýšit přínos biologické rozmanitosti moří především v oblastech malých ostrovních rozvojových a nejméně rozvinutých států
  - **zajistit malým rybářům přístup k mořským zdrojům a trhům**
  - **posílit ochranu a udržitelné využívání oceánů, jejich zdrojů prostřednictvím mezinárodního práva**, dle Úmluvy o mořském právu, stanovující právní rámec pro zachování a udržitelné využívání oceánů i jejich zdrojů
- Oceány pokrývají tři čtvrtiny zemského povrchu, zahrnují 97 % vody na Zemi, z hlediska objemu vytvářejí až 99 % životního prostoru na planetě. Celosvětově se tržní hodnota mořských a pobřežních zdrojů i průmyslu odhaduje na tři biliony USD za rok, což je asi pět procent celosvětového HDP.
- Celosvětově se intenzita rybolovu blíží produktivní kapacitě oceánů, úlovky se pohybují v řádu 80 milionů tun ryb.
- V oceánech žije téměř 200 tisíc identifikovaných druhů, skutečná čísla se mohou pohybovat až v milionech.
- Oceány zachycují asi 30 % CO<sub>2</sub> produkovaného lidskou činností, čímž tlumí dopady globálního oteplování.
- Oceány představují největší světový zdroj bílkovin, více jak 3 miliardy lidí jsou na oceánech závislí jako na svém primárním zdroji potravy.

# 15. Život na souši

Do roku 2020 / 2030:

- **zajistit ochranu, obnovu a udržitelné využívání suchozemských a vnitrozemských sladkovodních ekosystémů** a jejich služeb, zejména lesů, mokřadů, hor a suchých oblastí, v souladu se závazky z mezinárodních dohod
- **podpořit zavádění udržitelného hospodaření se všemi typy lesů, zastavit odlesňování**, obnovit zničené lesy a zvýšit zalesňování a obnovu lesů na celém světě
- **bojovat proti rozšiřování pouští**, obnovovat zdevastovanou půdu, včetně pozemků postižených rozšiřováním pouští, suchem či záplavami, atd.
- **zajistit zachování horských ekosystémů**, včetně jejich biodiverzity, aby se zvýšila jejich schopnost poskytovat výhody, které jsou nezbytné pro udržitelný rozvoj
- **přijmout neodkladná a výrazná opatření na snižování degradace přirozeného prostředí**, zastavit ztrátu biodiverzity, chránit a zabraňovat vyhynutí ohrožených druhů
- **zajistit spravedlivé rozdělování přínosů plynoucích z využívání genetických zdrojů** a podporovat odpovídající přístup k těmto zdrojům
- **zajistit opatření ke skoncování s pytláčením a pašováním chráněných druhů rostlin i živočichů**, omezit nabídku i poptávku po nelegálních přírodních produktech
- **zavést opatření proti zavlečení invazivních druhů do suchozemských a vodních ekosystémů** a výrazně snížit jejich dopad na tyto ekosystémy, kontrolovat nebo vymýtit prioritní invazivní druhy
- **začlenit hodnoty ekosystému a biodiverzity do národního i regionálního plánování**, rozvojových procesů a strategií na snižování chudoby.

# 15. Život na souši

- mobilizovat a významně zvýšit finanční prostředky ze všech zdrojů na zachování a udržitelné využívání biodiverzity a ekosystémů
  - mobilizovat značné prostředky ze všech zdrojů na všech úrovních na financování udržitelného hospodaření s lesy, poskytnout odpovídající pobídky rozvojovým zemím na zlepšení tohoto hospodaření, včetně ochrany a obnovy lesů
  - zvýšit mezinárodní podporu boji proti pytláčení a pašování chráněných druhů, zvyšovat schopnost místních komunit věnovat se udržitelným příležitostem k obživě
- 3/4 suchozemského a 2/3 mořského životního prostředí se výrazně změnilo působením lidské činnosti. Biodiverzita klesá rychleji než kdy jindy v lidské historii. Úbytek lesů klesá, přesto ale pokračuje vysokou rychlostí – každý rok zmizí 13 milionů hektarů lesa, proto milion rostlinných a živočišných druhů jsou na pokraji vyhynutí.
- Živobytí přibližně 1,6 miliardy lidí je závislé na lesích. Toto číslo zahrnuje 70 milionů původních obyvatel. Lesy jsou domovem pro více než 80 % všech suchozemských druhů zvířat, rostlin a hmyzu.
- 2,6 miliardy lidí je přímo závislých na zemědělství, ale 52 % zemědělské půdy je více či méně postiženo degradací – mezi roky 2000 a 2015 bylo degradováno až 20 % půdy.
- V důsledku sucha a desertifikace mizí každý rok 12 milionů hektarů půdy (23 hektarů za minutu). Na takové ploše by se dalo vypěstovat až 20 milionů tun obilí.
- Z osmi tisíc tři sta druhů známých zvířat již 8 % vyhynulo a 22 % hrozí vyhynutí.
- Až 80 % lidí žijících ve venkovských oblastech v rozvojových zemích se spoléhá na tradiční rostlinné léčivé přípravky pro základní zdravotní péči.

# 16. Mír, spravedlnost a silné instituce

Do roku 2030:

- **snížit všechny formy násilí** a související míru úmrtnosti všude na světě
- **skoncovat se zneužíváním, vykořisťováním a obchodem lidí a** všemi formami násilí na dětech (mučení)
- **podporovat svrchovanost práva na národní i mezinárodní úrovni** a zajistit rovný přístup ke spravedlnosti pro všechny lidi
- **snížit pohyb nezákonných finančních prostředků a zbraní**, usilovat o navrácení odcizeného majetku a bojovat proti všem formám organizovaného zločinu
- **omezit korupci a úplatkářství** ve všech formách
- vytvořit **účinné, odpovědné a transparentní instituce** na všech úrovních
- zajistit **odpovědné, inkluzivní, participační a zastupitelské rozhodování** na všech úrovních
- rozšířit a **posílit zapojení rozvojových zemí do rozhodování v mezinárodních institucích**
- **poskytnout všem právní subjektivitu**, včetně registrace při narození dětí
- **zajistit veřejnosti přístup k informacím a ochranu základních svobod**, v souladu s vnitrostátními právními předpisy a mezinárodními dohodami
- **posílit příslušné instituce státu**, prostřednictvím mezinárodní spolupráce, pro budování kapacit na všech úrovních pro boj proti násilí, terorismu a trestné činnosti, především v rozvojových státech
- **podporovat a prosazovat nediskriminační zákony a politiku udržitelného rozvoje**  
Podle Úřadu vysokého komisaře OSN pro uprchlíky (UNHCR) je světově rekordních 71 milionů nuceně vysídlených lidí. 41 milionů z nich žijí na bezpečnějších místech své země, 26 milionů jsou uprchlíci a 3,5 milionu žadatelů o azylový úkryt.
- Korupce, úplatkářství, krádeže a daňové úniky připraví rozvojové země až o 1,26 bilionu USD za rok.

# 16. Mír, spravedlnost a silné instituce

## FINANCE

- **posílit mobilizaci domácích zdrojů**, prostřednictvím mezinárodní podpory rozvojovým zemím, zajistit zlepšení domácích kapacit pro výběr daní a dalších příjmů
  - **realizovat závazky rozvinutých zemí v rámci Oficiální rozvojové pomoci (ODA)**, v rámci vyspělých zemích poskytnout 0,7 % ODA/HND rozvojovým zemím a 0,15 až 0,20 % ODA/HND nejméně rozvinutým zemím; ODA by měla zvážit poskytnout alespoň 0,20 % ODA/HND nejméně rozvinutým zemím
  - **mobilizovat dodatečné finanční prostředky** z různých zdrojů pro rozvojové státy
  - **pomoci rozvojovým zemím při dosahování dlouhodobé dluhové udržitelnosti** pomocí koordinované politiky, která podporuje financování dluhu, oddlužení a restrukturalizaci dluhu dle potřeby, řešit silně zadlužené chudé země
  - **přijmout a realizovat režimy na podporu investic** pro nejméně rozvinuté státy
- Oficiální rozvojová pomoc (ODA) činila v roce 2014 asi 135 miliard USD. Objem Oficiální rozvojové pomoci (ODA) se v roce 2018 snížil o 2,7 % oproti 2017, ODA pro Afriku se ve stejném roce snížila o 4 %.
- Největším zdrojem externího financování v chudších státech jsou remitence, prostředky, které migranti a uprchlíci posílají ze zemí, do nichž emigrovali. V roce 2019 jejich objem dosáhl 550 miliard USD.

# 17. Partnerství ke splnění cílů

## TECHNOLOGIE

- **posílit spolupráci sever-jih, jih-jih, trojstrannou regionální a mezinárodní spolupráci v přístupu k vědě, technologiím a inovacím**, posílit sdílení znalostí za vzájemně dohodnutých podmínek, prostřednictvím lepší koordinace stávajících mechanismů, na úrovni OSN, a prostřednictvím mechanismu mezinárodního zpřístupňování technologií
- **podporovat rozvoj, transfer a rozšiřování technologií šetrných k životnímu prostředí do rozvojových zemí** za výhodných podmínek, včetně koncesí a preferenčních podmínek na základě vzájemných a výhodných dohod
- plně **zprovoznit technologickou banku a mechanismy** budování vědeckých, technologických a inovačních kapacit pro nejméně rozvinuté státy, do roku 2017 rozšířit používání technologií, především informační a komunikační technologie

## BUDOVÁNÍ KAPACIT

- **posílit mezinárodní podporu pro realizaci efektivního a cíleného budování kapacit v rozvojových zemích** na podporu národních plánů pro naplňování všech cílů udržitelného rozvoje, prostřednictvím spolupráce sever-jih, jih-jih a trojstranné spolupráce
- Počet uživatelů internetu v Africe se v posledních čtyřech letech téměř zdvojnásobil.
  - Od roku 2015 je asi 95 % světové populace pokryto mobilním signálem.
  - V roce 2006 s internetem pracovalo jen 6 % světové populace, v roce 2014 už je to 43 %. Avšak více než čtyři miliardy lidí internet nevyužívá, 90 % z nich je z rozvojového světa.



# 17. Partnerství ke splnění cílů

## OBCHOD

- **Prosadit univerzální, standardizovaný, otevřený, nediskriminační a spravedlivý multilaterální obchodní systém** pod dohledem Světové obchodní organizace (WTO), prostřednictvím závěrů vyjednávání v Rozvojové agendě WTO z Dauhá
  - **zvýšit vývoz rozvojových zemí**, zejména s cílem zdvojnásobit podíl nejméně rozvinutých států na světovém vývozu do roku 2020
  - **umožnit nejméně rozvinutým státům bezcelní a bezkvótový přístup na trhy** v dlouhodobém měřítku, v souladu s rozhodnutími Světové obchodní organizace, zajistit dle preferenčních pravidel původ obchodů vztahující se na dovoz z nejméně rozvinutých států, pravidla musí být transparentní a jednoduchá a zároveň přispívají k usnadnění přístupu na trhy
- V roce 2014 bylo 79 % dovozů z rozvojových zemí do zemí rozvinutých osvobozeno od cla.
- Dluhové břemeno rozvojových zemí zůstává stabilní – na úrovni kolem 3 % příjmů z vývozu.

# 17. Partnerství ke splnění cílů

## SYSTÉMOVÉ OTÁZKY

### *Politika a institucionální soudržnost*

- **posílit globální makroekonomickou stabilitu**, mimo jiné prostřednictvím koordinace politik a jejich koherence
- **podporovat politickou soudržnost pro udržitelný rozvoj**
- **respektovat politiku jednotlivých států při zavádění a provádění politik** pro vymýcení chudoby a udržitelného rozvoje

### *Mnohostranná partnerství*

- **posílit globální partnerství pro udržitelný rozvoj** podporované partnerstvím ve prospěch mobilizace a sdílení znalostí, expertízy, technologií i finančních zdrojů pro dosažení cílů udržitelného rozvoje ve všech zemích, zejména rozvojových oblastí
- **podněcovat a podporovat efektivní partnerství veřejných institucí**, partnerství veřejného a soukromého sektoru, dále pak partnerství v rámci občanské společnosti, na základě zkušeností a využívání zdrojových strategií partnerství

### *Data, monitorování a odpovědnost*

- **zvýšit podporu budování kapacit rozvojových zemí**, včetně nejméně rozvinutých a malých ostrovních rozvojových států, k výraznému zvýšení dostupnosti vysoce kvalitních, aktuálních a spolehlivých údajů členěných podle příjmů, pohlaví, věku, rasy, etnického původu, migračního statusu, zdravotního postižení, geografické polohy či dalších relevantních charakteristik v národním kontextu
- **stavět na stávajících iniciativách s cílem rozvinout prostředky pro měření pokroku v oblasti trvale udržitelného rozvoje**, které doplní hrubý domácí produkt a podporou budování statistických kapacit rozvojových států.

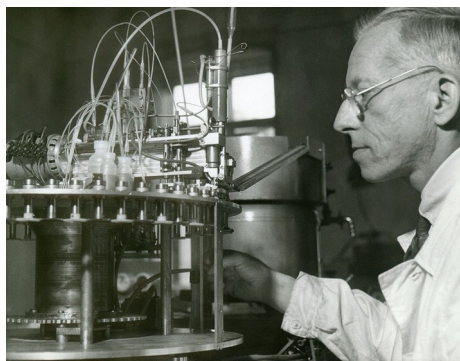
# Implementace environmentální politiky Evropské unie



Expo, Dubaj  
Expozice ČR



# Implementace environmentální politiky Evropské unie



# Expo, Dubaj Expozice ČR



# Principy a implementace environmentální politiky Evropské unie

- **Green Deal (Zelená dohoda)**
- **Fit for 55**
- **Evropský rámec pro klima, emisní povolenky**
- **Greenwashing**
  
- Změna klimatu a zhoršování ŽP představují pro Evropu a celý svět existenční hrozbu. Proto vznikla **Zelená dohoda pro Evropu**, která má **hospodářství Unie transformovat v moderní, konkurenceschopnou ekonomiku, jež účinně využívá zdroje** a kde se do roku 2050 předpokládá dosáhnout těchto cílů:
  - **Nulové čisté emisí skleníkových plynů**
  - **hospodářský růst bude oddělen od využívání zdrojů**
  
- **Zelená dohoda pro Evropu** nastiňuje směřování naší společnosti po pandemii covidu-19. Je financována na základě sedmiletého rozpočtu EU a z prostředků nástroje na podporu oživení NextGenerationEU, konkrétně částkou ve výši **jedné třetiny z celkových 1,8 bilionu eur**.

# Green Deal – Zelená dohoda

- Zelená dohoda pro Evropu je souborem politických iniciativ, který má EU nasměřovat na cestu k **ekologické transformaci** s konečným cílem dosáhnout do roku 2050 klimatické neutrality.
- Podporuje přeměnu EU na spravedlivou a prosperující společnost s **moderní a konkurenceschopnou ekonomikou**.
- Zdůrazňuje potřebu komplexního a **meziodvětvového přístupu**, v jehož rámci budou k dosažení konečného cíle v oblasti klimatu přispívat všechny relevantní oblasti politiky. Jsou do něj zahrnuty iniciativy, které se týkají celé řady úzce propojených oblastí – **klimatu, životního prostředí, energetiky, dopravy, průmyslu, zemědělství a udržitelného financování**.

- Přejít ke klimatické neutralitě s sebou přinese značné možnosti a příležitosti pro hospodářský růst, dále pak nové obchodní modely a trhy, nová pracovní místa a rovněž se předpokládá přínos pro technologický rozvoj.
- EU se zavázala dosáhnout **do roku 2050 klimatické neutrality**, a splnit tak své závazky vyplývající z **mezinárodní Pařížské dohody**. Dosažení tohoto cíle si proto vyžádá transformaci evropské společnosti a její ekonomiky, která bude muset být nákladově efektivní, spravedlivá a značně sociálně vyvážená.
- **Zelená dohoda pro Evropu je strategií EU pro dosažení jejího klimatického cíle, který by měl být splněn do roku 2050.**



# CO JE FIT FOR 55

Soubor opatření pro přípravu dosažení 55% snížení emisí a současně **zajištění spravedlivé transformace** v celém hospodářství, společnosti i průmyslu.

## ŠIRŠÍ KONTEXT FIT FOR 55

- 2019 **Zelená dohoda pro Evropu**  
Evropská unie se hlásí k cíli klimatické neutrality do roku 2050.
- 2020–2021 **Evropský klimatický zákon**  
Evropský parlament a členské státy schvalují právní závaznost klimatické neutrality do roku 2050.  
Evropští lídři schvalují návrh Komise na průběžný cíl snížit emise o 55 % do roku 2030 (oproti roku 1990).
- 2021 **Fit for 55**  
Evropská komise vytváří návrh souboru opatření, která by měla zajistit snížení emisí o 55 % do roku 2030.

## PRINCIPY FIT FOR 55

### Přiměřenost a účinnost opatření

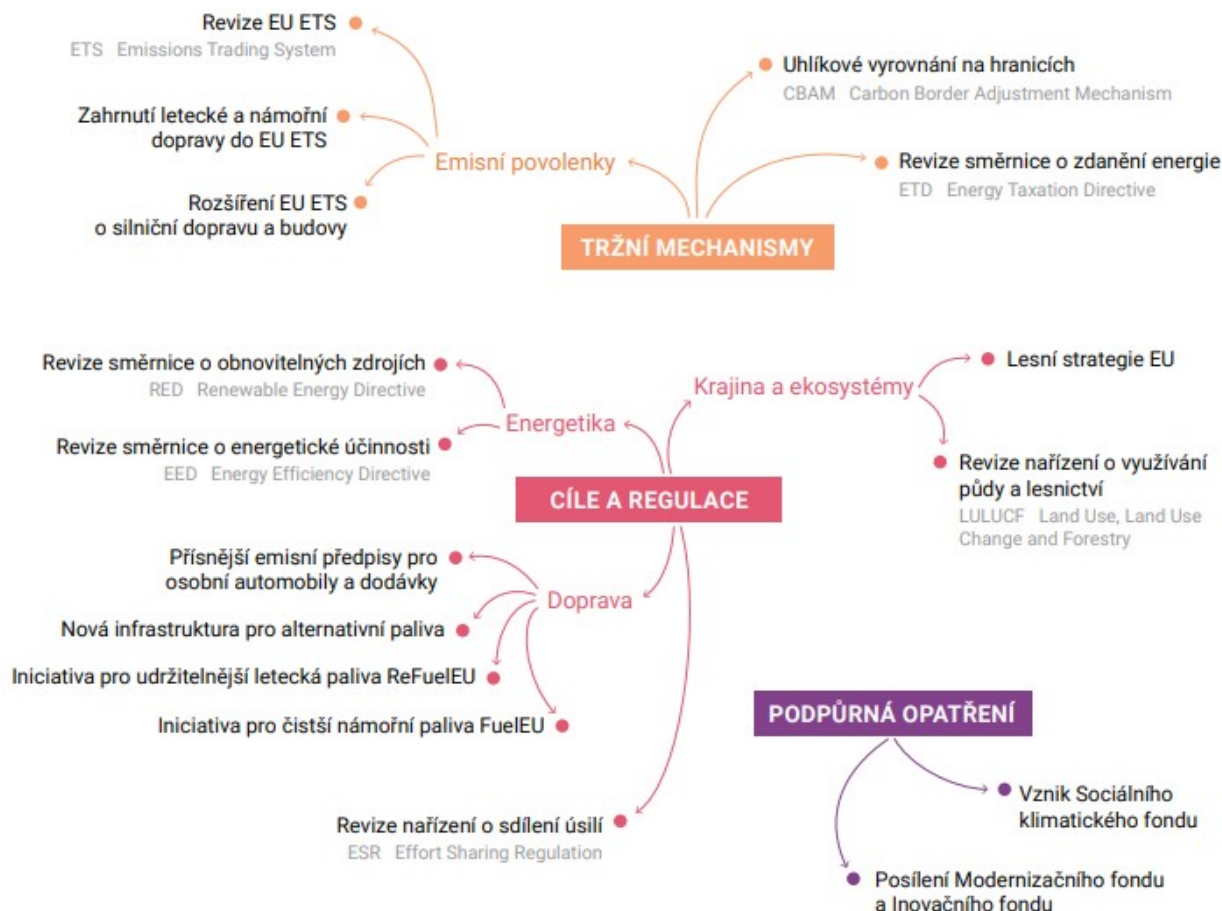
Široké využití tržních mechanismů a doplnění netržními opatřeními tam, kde by trh nefungoval efektivně.

### Znečišťovatel platí

Pokud firmy nesou náklady spojené s dopadem svých emisí, jsou motivovány k zavádění čistých technologií.

### Solidarita

Cílená a systematická podpora pro skupiny obyvatel, které mohou být opatřeními neúměrně zasaženy.





# „Fit for 55“

- Cílem **balíčku „Fit for 55“** je převést **ambice Zelené dohody** do podoby právních předpisů.
- Balíček představuje soubor návrhů na revizi a kontrolu právních předpisů týkajících se klimatu, energetiky, dále pak i dopravy a směřuje k zavedení nových legislativních iniciativ s cílem **sladit právní předpisy EU s cíli v oblasti klimatu**.

## Evropský právní rámec pro klima

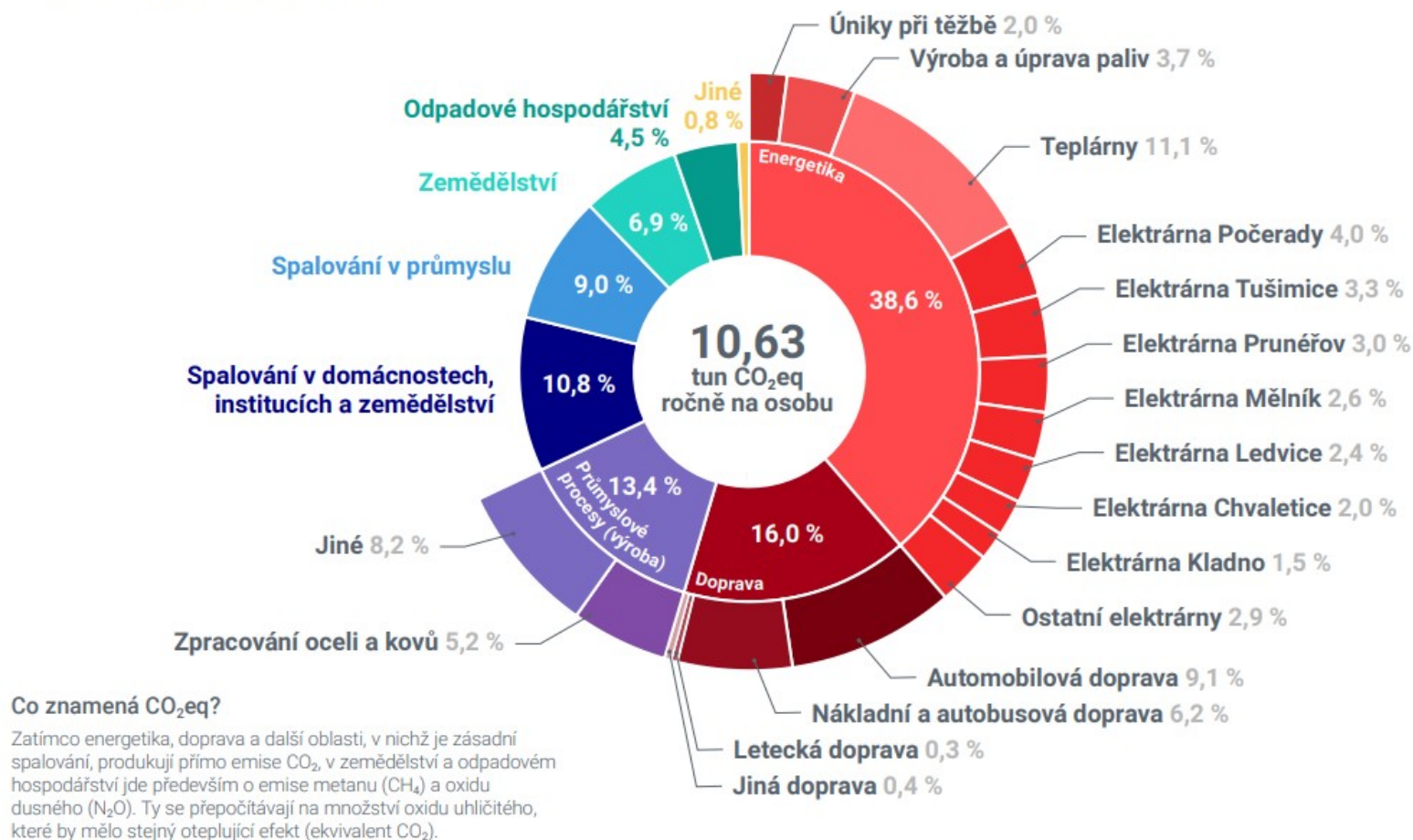
- **Nařízení o evropském právním rámci pro klima** tak představuje určité politické úsilí či ambici dosáhnout klimatické neutrality **právní povinnost pro EU** a to do roku 2050 .
- Přijetím tohoto nařízení se EU a její členské státy zavázaly snížit **do roku 2030** čisté emise skleníkových plynů v EU **alespoň o 55 %** ve srovnání s úrovněmi v roce 1990. Tento cíl je právně závazný a vychází z posouzení dopadů provedeného **Komisí**.

**alespoň o 55 %**

čistých emisí méně do roku 2030

# EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ V ČR PODLE SEKTORŮ DETAILNĚ

Celkové emise ČR za rok 2020



VERZE 2023-03-28 LICENCE CC BY 4.0  
více info na [faktaoklimatu.cz/emise-cr-detail](https://faktaoklimatu.cz/emise-cr-detail)

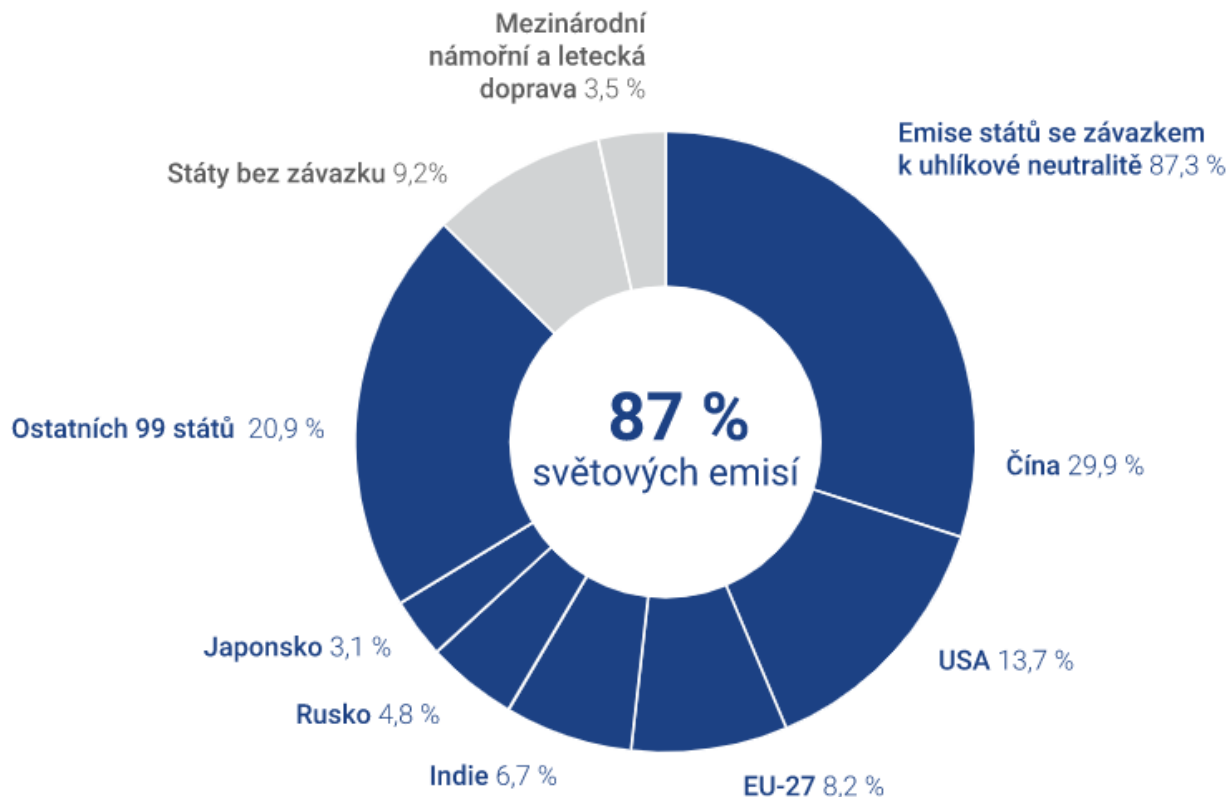
Emise z lesnictví a využití půdy nezobrazujeme.  
zdroj dat: Evropská agentura pro životní prostředí

*Rozložení celkových emisí skleníkových plynů (CO<sub>2</sub> ekvivalentu v tunách) v ČR za rok 2020 v jednotlivých sektorech lidské činnosti. Roční objem emisí se odhaduje na 113,69 mil. tun (2020). V přepočtu na obyvatele to je zhruba 10,63 t CO<sub>2</sub>eq/obyvatele.*

[Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů detailně](#) od autora [Fakta o klimatu](#), licencováno pod [CC BY 4.0](#)

# SVĚTOVÉ EMISE A ZÁVAZKY K UHLÍKOVÉ NEUTRALITĚ

87 % světových emisí CO<sub>2</sub> pochází ze států, které směřují k uhlíkové neutralitě.

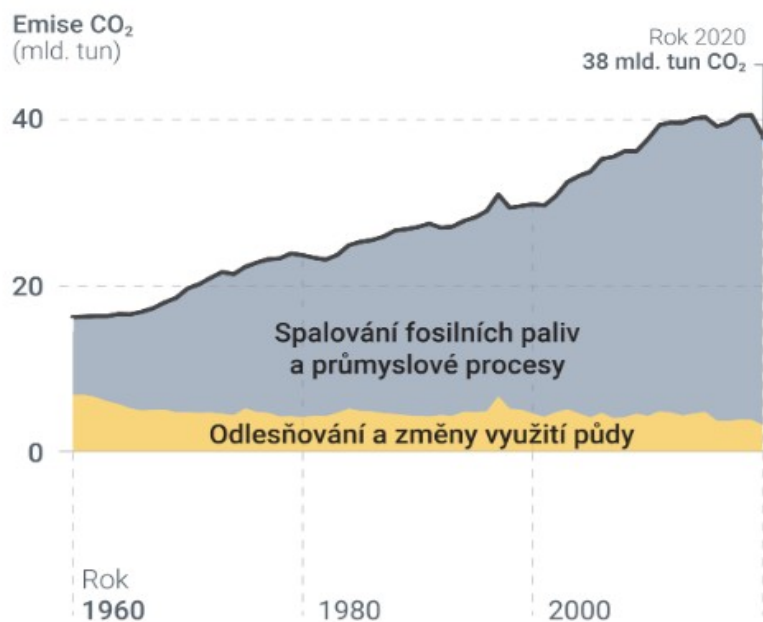


- Přes 87 % světových emisí CO<sub>2</sub> pochází ze států, které směřují k uhlíkové neutralitě, tedy zhruba 131 států. Ty, které svůj závazek k uhlíkové neutralitě zatím nepředstavily, se ovšem podílí na 9 % světových emisí. 3,5 % emisí pak připadá na mezinárodní námořní a leteckou dopravu.

# EMISNÍ SCÉNÁŘE PRO NAPLNĚNÍ PAŘÍŽSKÉ DOHODY

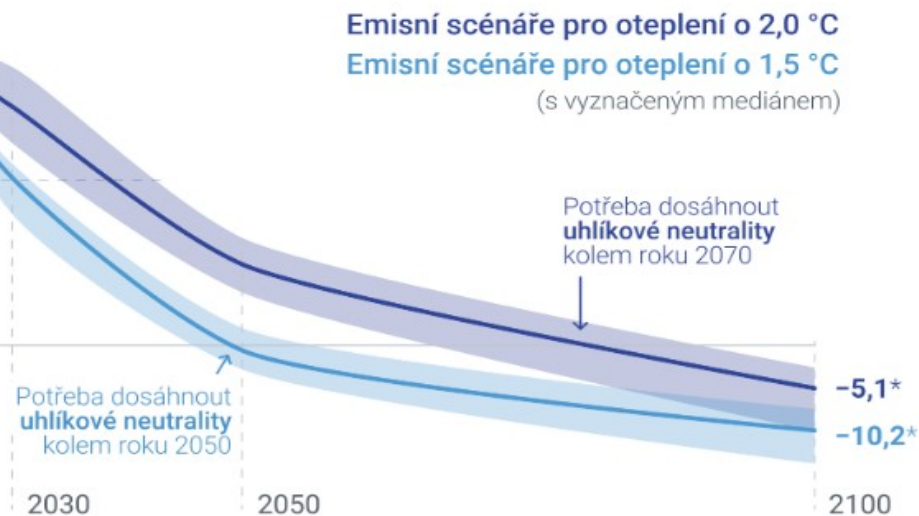
Státy, které podepsaly Pařížskou dohodu, se **zavázaly udržet nárůst globální průměrné teploty** výrazně pod hranicí 2,0 °C a usilovat o to, aby nárůst teploty nepřekročil hranici 1,5 °C oproti období 1850–1900.

## Emise CO<sub>2</sub> v historii



## Emisní scénáře

Vědci připravili **stovky emisních scénářů** – variant toho, jak se mohou vyvíjet emise lidstva. V grafu jsou zobrazena rozmezí těch scénářů, které počítají s maximálním oteplením planety o **1,5 °C** a **2,0 °C** do roku 2100.



\* Záporné hodnoty emisí označují, že technologie pro zachycování uhlíku jej z atmosféry odčerpají více, než kolik vyprodukuje lidská činnost.

# Evropský právní rámec pro klima

## ❖ Hlavními opatřeními jsou:

- zmapování tempa snižování emisí do roku 2050 s cílem zajistit podnikům a všem zúčastněným stranám a občanům předvídatelnost
  - vytvoření systému pro sledování pokroku dosaženého při plnění uvedeného cíle a pro podávání potřebných zpráv za dané období
  - zajištění nákladově efektivní a sociálně spravedlivé ekologické transformace
- V dubnu roku 2021 byla předložená dohoda schválena Radou a nařízení je v plné platnosti.

# Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu

- V červnu 2021 byly schváleny závěry politiky EU, které potvrzují novou strategii EU pro přizpůsobení ke změně klimatu.
- Tato strategie nastiňuje několikaletou vizi, která předpokládá, že se má EU do roku 2050 stát **společností odolnou vůči změně klimatu**, jenž bude plně přizpůsobena nevyhnutelným dopadům zavedených změn.

## Opatření stanovená ve strategii jsou definována jako:

- „lepší shromažďování a sdílení údajů s cílem zlepšit přístup ke znalostem o dopadech změny klimatu a jejich výměnu,
- řešení blízka přírodě, která pomohou budovat odolnost vůči změně klimatu a chránit ekosystémy,
- začlenění problematiky adaptace do **makrofiskálních politik**“

## Strategie EU v oblasti biologické rozmanitosti

- Cílem strategie EU v oblasti biologické rozmanitosti do roku 2030 je **obnovit biologickou rozmanitost Evropy.**
- Bylo by to přínosné nejen pro obyvatelstvo, klima ale i celou naši planetu.
- **Mezi opatření vymezená v představené strategii patří především:**
  - rozšíření chráněných suchozemských a mořských oblastí v Evropě,
  - obnovování poškozených ekosystémů snížením používání pesticidních příprav, dále pak omezení jejich škodlivosti,
  - navýšení finančních prostředků na opatření a lepší sledování pokroku a vývoje.

## Strategie „Od zemědělce ke spotřebiteli“

- Cílem strategie „od zemědělce ke spotřebiteli“ vypracované Komisí je pomoci EU dosáhnout **do roku 2050 klimatické neutrality**. To se podaří pokud se současný potravinový systém EU posune směrem k **udržitelnému modelu**.
- **Hlavní cíl strategie jsou kromě zajištění a bezpečnosti potravin dále pak:**
  - zajistit dostatečné dodávky cenově dostupných a výživných potravin v rámci omezených možností pro všechny obyvatele naší planety
  - podporovat udržitelnou produkci potravin všech obyvatel na světě,
  - podporovat udržitelnější světovou spotřebu potravin a zdravou výživu obyvatelstva.



# Evropská průmyslová strategie

- EU spoléhá na **vůdčí úlohu evropského průmyslu**, pokud jde o přechod ke klimatické neutralitě.
- Cílem **průmyslové strategie EU** je podpořit průmysl v plnění jeho úlohy jakožto odvětví, které urychluje a umožňuje změny, inovace a růst.
- Nová průmyslová strategie vypracovaná Komisí, byla zveřejněna v roce 2020, před tím byla přijata **Radou**, její **závěry** byly na konci roku zveřejněny. Bylo v ní zdůrazněno, že oživení především po pandemii COVID-19 by se mělo opírat o zásady udržitelnosti, oběhovosti a ochrany životního prostředí.
- Aktualizace průmyslové strategie, kterou Komise zveřejnila v květnu 2021, je zaměřena na především na **posílení odolnosti a zvýšení konkurenceschopnosti Evropských států**.
- Strategie klade důraz, aby evropský průmysl se prosadil v čele ekologické a digitální transformace a stal by se tak celosvětovou nezbytnou hybnou silou vzhledem k přechodu **ke klimatické neutralitě a digitalizace**.

## Akční plán pro oběhové hospodářství

- Klíčem této strategie pro dosažení klimatické neutrality EU do roku 2050 je **oddělení hospodářského růstu od využívání zdrojů a přechod na oběhové systémy ve výrobě a spotřebě.**
- Rovněž na jaře 2020 představila Komise nový **akční plán pro oběhové hospodářství**, k němuž Rada v prosinci 2020 přijala své **závěry**. V nich se rovněž zdůrazňuje úloha oběhového hospodářství při zajišťování zeleného oživení po pandemii COVID-19.
- Akční plán předpokládá více než 30 zajímavých bodů týkajících se navrhování udržitelných výrobků, oběhovosti produktů ve výrobních procesech, dále pak posílení postavení spotřebitelů a zadavatelů veřejných zakázek. Důraz je kladen i na jiné odvětví např. na oblast **elektroniky a informačních a komunikačních technologií**, dále pak na problematiku **baterií, obalů, plastů, textilu, stavebnictví budov a potravin vzhledem** k udržitelnosti do oběhového hospodářství.

# Baterie a odpadní baterie

- Komise navrhla revidovat stávající pravidla týkající se **nakládání a znovuvyužití baterií a přijmout nové závazné požadavky pro všechny využívané baterie** (tedy průmyslové, automobilové, elektrické a přenosné), které jsou uváděné na trh EU.
- Cílem nového návrhu je zabývat se **celým životním cyklem uvedených baterií** od výrobního procesu až po požadavky na design, jakož i jejich druhotné využití, recyklace a začlenění obsahu použitého či recyklovaného ho materiálu do nových produktů - baterií.
  - *baterie jsou klíčovým aspektem přechodu EU na bezemisní způsoby dopravní infrastruktury*
  - *poptávka po bateriích roste; dle odhadů: do roku 2030 vstoupne více než 10x, proto bude nutné zajistit dostatek baterií - udržitelné v celém svém dodavatelském řetězci*
  - *Je nutné podpořit konkurenceschopnost evropského průmyslu*
  - *vyřazené baterie budou řádně sbírány a recyklovány pro využití na další užitečné materiály*
  - *do ŽP se nebudou uvolňovat toxické látky*

# Baterie a odpadní baterie

- **problematika životnosti, recyklace a likvidace baterií**
- U sběru odpadních přenosných baterií se **Rada, Komise a parlament** dohodly na **cíli sběru**, a to že: 63 % baterií bude do konce roku 2027 a 73 % baterií bude do konce roku 2030 posbíráno. Zaveden bude také zvláštní cíl sběru odpadních baterií z lehkých dopravních prostředků jako jsou **elektrokola nebo elektrické koloběžky** a to, že 51 % do konce roku 2028 a 61 % do konce roku 2031 bude posbíráno.
- Pokud jde o recyklační účinnost, u **nikl-kadmiových baterií je předpoklad**, že 80 % do roku 2025 a ostatních odpadních baterií ve výši 50 % do roku 2025 bude posbíráno.
- Výrobci budou muset postupně navyšovat podíl recyklovaných složek u průmyslových baterií, startovacích baterií a baterií pro elektromobily. Nové cíle složení jsou zpočátku stanoveny na **16 % pro kobalt, 85 % pro olovo, 6 % pro lithium a 6 % pro nikl**.
- Uvedené předpoklady se však mohou časem měnit.

# Spravedlivá transformace

- Dosažení klimatické neutrality do roku 2050 bude pro některé členské státy a regiony pravděpodobně obtížnější než pro jiné.
- Některé státy jsou více závislé na **fosilních palivech**, mají průmyslová odvětví s **vysokými emisemi uhlíku**, zaměstnávají velké množství lidí.
- EU zavedla **mechanismus pro spravedlivou transformaci** s cílem poskytnout finanční a technickou podporu oblastem a regionům, které budou přechodem na **nízkouhlíkové hospodářství** nejvíce postiženy (v období 2021–2027 se odhaduje až 65–75 miliard eur pro):
  - **obyvatele a komunity** – k usnadnění pracovních příležitostí a rekvalifikace, zlepšení energeticky účinného bydlení, boj proti energetické chudobě,
  - **společnosti** – pro zatraktivnění přechodu na nízkouhlíkové technologie, pro investice, poskytování finanční podpory výzkumu
  - **členské státy nebo regiony** – pro získání investic k vytvoření nových tzv. „zelených“ pracovních míst, pro získání udržitelné veřejné dopravy, pro digitální propojení a infrastrukturu vedoucí k „čisté“ energii.

# Čistá, dostupná a bezpečná energie

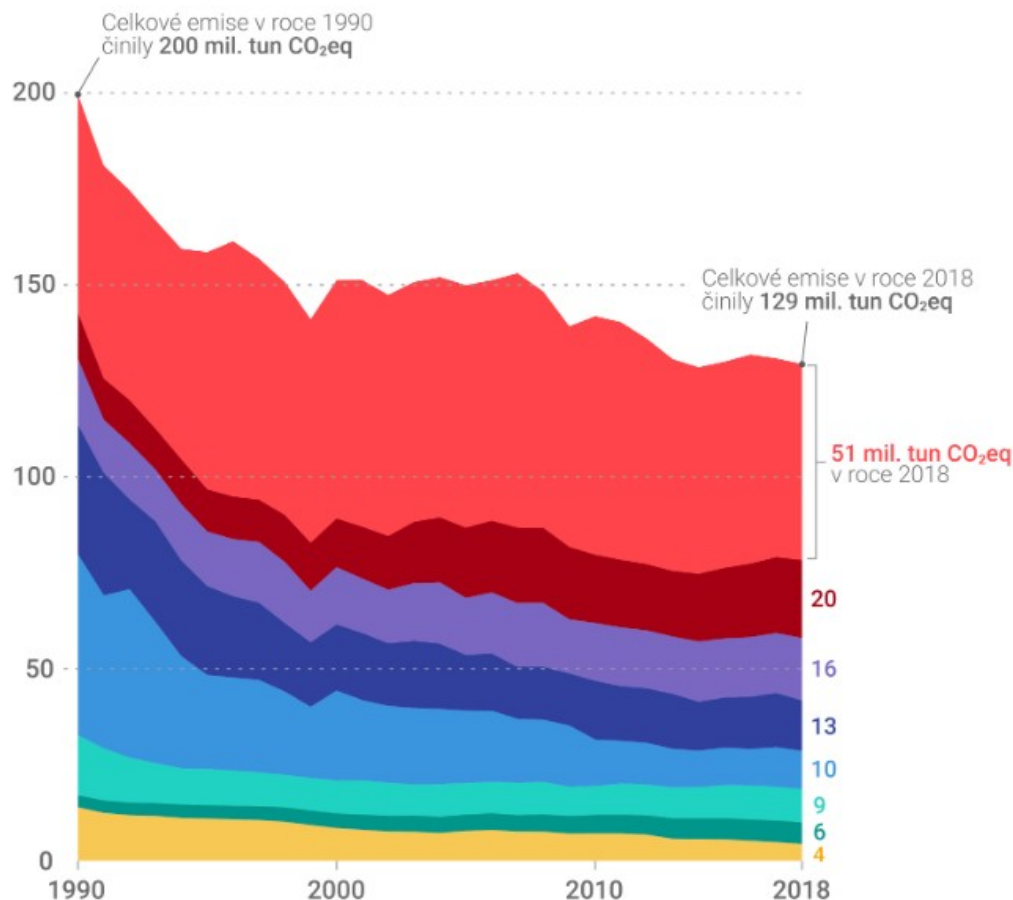
- 75 % emisí skleníkových plynů v EU pochází z využívání a výroby energie, musí dojít ke klimaticky neutrální EU pomocí procesu **dekarbonizace** v odvětví energetiky.
- Pro získání těchto cílů EU prosazuje:
  - Podporovat rozvoj a využívání **čistších zdrojů energie**, jako jsou např. **mořské obnovitelné zdroje energie a vodíku**,
  - Podporovat integrace energetické systémy v celé EU,
  - Rozvíjet propojené energetické infrastruktury prostřednictvím energetických koridorů EU,
  - Revidovat stávajících právní předpisy v oblasti **energetické účinnosti a energie z obnovitelných zdrojů**, včetně jejich cílů pro rok 2030.
- Např. **stavebnictví** je jedním z největších **spotřebitelů energie v Evropě** a je původcem více než **jedné třetiny emisí skleníkových plynů v EU**.

# EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ V ČR V LETECH 1990–2018

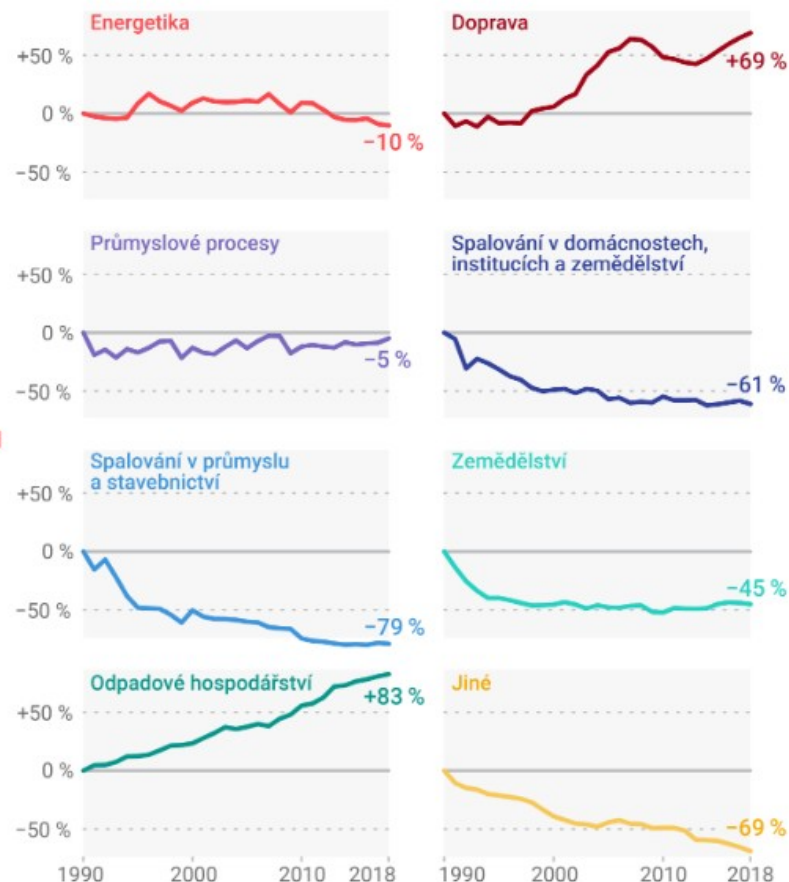
Emise **nejvíce klesaly v 90. letech** díky opouštění těžkého průmyslu. Od roku 2000 spíše stagnují.

■ Energetika ■ Doprava ■ Průmyslové procesy ■ Spalování v domácnostech, institucích a zemědělství ■ Spalování v průmyslu a stavebnictví ■ Zemědělství ■ Odpadové hospodářství ■ Jiné

VÝVOJ EMISÍ V LETECH 1990–2018



OBJEM EMISÍ V JEDNOTLIVÝCH SEKTORECH OPROTI ROKU 1990



# Strategie EU pro udržitelnost v oblasti chemických látek

- Chemické látky jsou bezpochybně nezbytnou součástí moderního životního stylu a hospodářství. Mohou však být škodlivé pro člověka i životní prostředí. V březnu 2021 byly přijaty **závěry**, v nichž potvrdila Rada **strategii EU pro udržitelnost v oblasti chemických látek**, kterou předložila Komise.
- Strategie stanoví dlouhodobou vizi pro politiku EU v oblasti chemických látek, přičemž EU a členské státy propagují:
  - lépe chránit lidské zdraví,
  - posílit konkurenceschopnost průmyslu,
  - přispět k dosažení lepšího životního prostředí bez toxických látek.
- Strategie je zásadní součástí **Zelené dohody pro Evropu** a jejího cíle, který by měl činit **tzv. nulové znečištění** našeho prostředí.



# Iniciativy v oblasti udržitelné a inteligentní mobility

- **Společnost a hospodářství** s nulovými čistými emisemi vyžadují, aby se **odvětví mobility** stalo udržitelnějším a inteligentnějším. Aby bylo dosaženo klimatické neutrality, odhaduje se, **že emise z odvětví dopravy se budou muset do roku 2050 snížit až o 90 %**.
- V souladu s cíli Zelené dohody je proto potřebné dohlédnout na:
  - revizi pravidel týkajících se **limitů emisí CO<sub>2</sub> z osobních automobilů a větších aut** (dodávek, atd.)
  - zvýšení míry využívání udržitelných paliv především v odvětví **letecké, silniční a námořní dopravy**.

## Do roku 2030

- na silnicích v rámci krajín EU bude v provozu nejméně 30 milionů automobilů s nulovými emisemi
- zvolených 100 evropských měst bude klimaticky neutrálních
- v Evropě se vysokorychlostní železniční doprava zdvojnásobí
- uhlíkově neutrální budou plánované hromadné cesty do vzdálenosti 500 km
- ve velkém měřítku bude nasazena automatizovaná mobilita
- na trh budou uvedena námořní plavidla s nulovými emisemi atd.

## Do roku 2035

- podobně budou uvedena na trh i velká letadla s nulovými emisemi

## Do roku 2050

- nulové emise se předpokládají dále pak pro téměř všechna auta, dodávky, autobusy i nová vozidla
- nákladní železniční doprava se bude zvyšovat až ve dvojnásobném měřítku
- bude zavedena zcela funkční multimodální transevropská dopravní síť (TEN-T) pro udržitelnou a inteligentní dopravu s vysokorychlostním připojením

# Lesní strategie a dovoz produktů nezpůsobujících odlesňování

- **Lesní strategie EU** do roku 2030, jedním ze stěžejních cílů Zelené dohody pro Evropu, vychází ze **strategie EU v oblasti biologické rozmanitosti** a její klíčovou úlohou je **snížení emisí skleníkových plynů** do roku 2030 **alespoň o 55 %**.

Mezi navrhovaná opatření patří:

- podporovat udržitelné obhospodařování lesů a jejich součástí,
  - poskytovat finanční nástroje vlastníkům a správcům lesů, aby mohly být přijaty postupy cílící na šetrné životní prostředí,
  - zvětšit rozlohy lesů a vylepšit jejich biologické rozmanitosti, především snahou vysadit až 3 miliardy nových stromů – vize do roku 2030.
- Cílem předložených opatření navržených Komisí je především minimalizace dopadu EU na celosvětové odlesňování zemědělských ploch. Uvedená opatření tak zajistí, snížení celosvětového **odlesňování a znehodnocování lesů**.
  - V období 1990 - 2020 došlo v důsledku odlesňování ke ztrátě půdy o rozloze větší, než je rozloha všech států EU. Takováto ztráta půdy pak ovlivňuje biologickou rozmanitost a změnu klimatu.

## Emisní povolenky

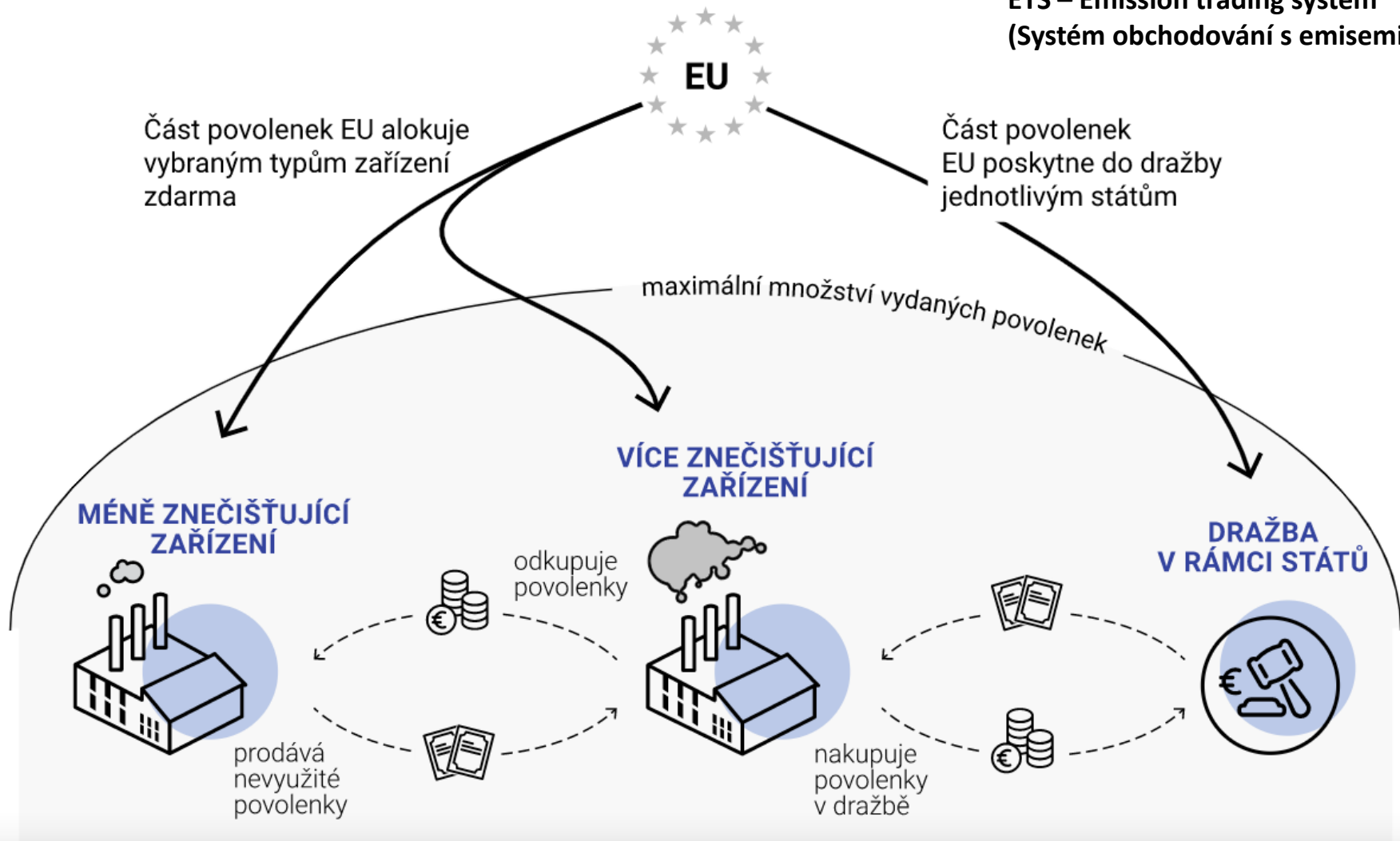
- **Emisní povolenky představují nástroj, který pomohou snížit emise skleníkových plynů v EU, zejména CO<sub>2</sub>.** Systém emisních povolenek byl zaveden již v roce 2005, kdy vstoupil v platnost tzv. **Kjótský protokol**. Byly rozděleny tzv. emisní kvóty na vypouštění uhlíkových emisí mezi jednotlivé členské státy.
- Jedna povolenka tzv. „opravňuje“ k vypouštění 1 tuny CO<sub>2</sub> do ovzduší.
- Pokud by že firma danou emisní kvótu překročila, musí si kopit na trhu emisní povolenku. S uvedenými povolenkami lze obchodovat na evropských energetických burzách.
- Obchodování s emisními povolenkami zahrnuje přes 11.000 podniků z oblasti **energetiky, výroby oceli, železa, cementu a vápna, celulózy a papíru, sklokeramického průmyslu, chemického průmyslu, rafinérií a letecké dopravy v 31 státech.** To představuje zhruba **2 000 000 000 tun CO<sub>2</sub> ročně.**

# JAK FUNGUJE POVOLENKOVÝ SYSTÉM EU



Kdo více znečišťuje, ten více platí.

ETS – Emission trading systém  
(Systém obchodování s emisemi)



# SROVNÁNÍ MITIGAČNÍCH OPATŘENÍ

Mezinárodní měnový fond ukazuje, proč jsou **uhlíková daň** a **emisní povolenky** efektivními opatřeními.

Mitigační opatření jsou opatření pro zmírnění klimatické změny.

TYP MITIGAČNÍHO OPATŘENÍ	JAKÝ JE ROZSAH OPATŘENÍ?	JEDNÁ SE O TRŽNÍ MECHANISMUS?	JAK SE OPATŘENÍ PROJEVUJE V PRAXI?	JAK JE PŘIJATELNÝ DOPAD NA CENU ENERGIÍ?	JSOU CENY PŘEDVÍDATELNÉ?	GENERUJE OPATŘENÍ PŘÍJEM DO STÁTNIHO ROZPOČTU?	JAKÁ JE ADMINISTRATIVNÍ ZÁTĚŽ OPATŘENÍ?
<b>UHLÍKOVÁ DAŇ</b>	Široký při důsledném zavedení (v praxi může obsahovat výjimky)	Ano	Lidé a firmy mohou zvolit neefektivnější způsob snížení emisí	Vyšší ceny mohou vést k nižší společenské a politické přijatelnosti (lze kompenzovat přerozdělením příjmů)	Ano (pokud je stanoven vývoj výše uhlíkové daně)	Ano (ačkoli výjimky mohou vést k nižšímu příjmu)	Malá (lze využít existující daňové systémy, například pro spotřební daň)
<b>OBCHOD S EMISNÍMI POVOLENKAMI</b>	Široký při důsledném zavedení (v praxi se často týká pouze větších producentů skleníkových plynů)	Ano	Lidé a firmy mohou zvolit neefektivnější způsob snížení emisí	Vyšší ceny mohou vést k nižší společenské a politické přijatelnosti (lze kompenzovat přerozdělením příjmů)	Ne (pokud není doplněný minimální cenou povolenek)	Může (pokud jsou povolenky prodávány ve dražbě, ale i tak má menší potenciál)	Dodatečná (monitorování emisí a obchodního systému)
<b>POPLATKY A PŘÍSPĚVKY</b>	Omezený, zaměřený na některé klíčové oblasti	Ano	Lidé a firmy mohou volit efektivnější přístup pouze v rámci jednotlivých oblastí	Nižší nárůst cen je společensky a politicky přijatelnější	Ano (pokud je stanoven vývoj výše poplatků a příspěvků)	Ne (doporučované provedení je příjmově neutrální)	Dodatečná (například stanovení poplatků/příspěvků pro producenty energie)
<b>REGULACE</b>	Omezený, zaměřený na některé klíčové oblasti	Ne	Žádný automatický mechanismus	Nižší nárůst cen je společensky a politicky přijatelnější	Ne (cena je ovlivněna nepřímo, závisí na cenách technologií/energie apod.)	Ne	Dodatečná (například monitorování či prosazování emisních standardů v energetice)

O jakou vlastnost se jedná? ■ Pozitivní ■ Neutrální ■ Negativní

VERZE 2020-10-23 LICENCE CC BY 4.0

více info na [faktaoklimatu.cz/mitigacni-opatreni-mmf](https://faktaoklimatu.cz/mitigacni-opatreni-mmf)

zdroj dat: Mezinárodní měnový fond

*Emise skleníkových plynů v ČR v letech 1990–2020 od autora [Fakta o klimatu](#), použitý pod licencí [CC BY 4.0](#).*

## KOLIK STOJÍ EMISNÍ POVOLENKY

- Cena emisních povolenek představuje zásadní parametr celého systému.
- V případě, že je její cena příliš nízká, může si znečišťovatel nakoupit potřebné povolenky levněji a princip, že odpovídajícím způsobem tak zaplatí za způsobené znečištění, by nebyl zcela naplněn.

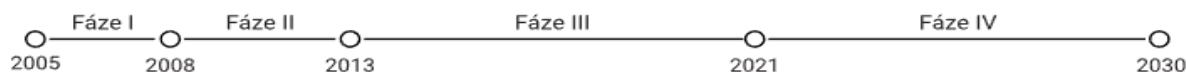
## KTERÁ ODVĚTVÍ JSOU DO SYSTÉMU ZAHRNUTA

Především se jedná o větší zdroje v energeticky náročných odvětvích (celkem téměř 11 000 zařízení), a to:

- elektrárny s tepelným příkonem nad 20 MW,
  - ropné rafinérie,
  - koksovny, spalovny
  - železárny, ocelárny,
  - cementárny
  - některou další průmyslovou výrobu.
- Dále lze do systému zařadit až 600 provozovatelů letadel v rámci Evropského hospodářského prostoru (EHP), kteří souhrnně pokryjí až 38 % emisí skleníkových plynů (např. N<sub>2</sub>O a emise fluorovaných uhlovodíku PFCs), vyjma emisí CO<sub>2</sub>.

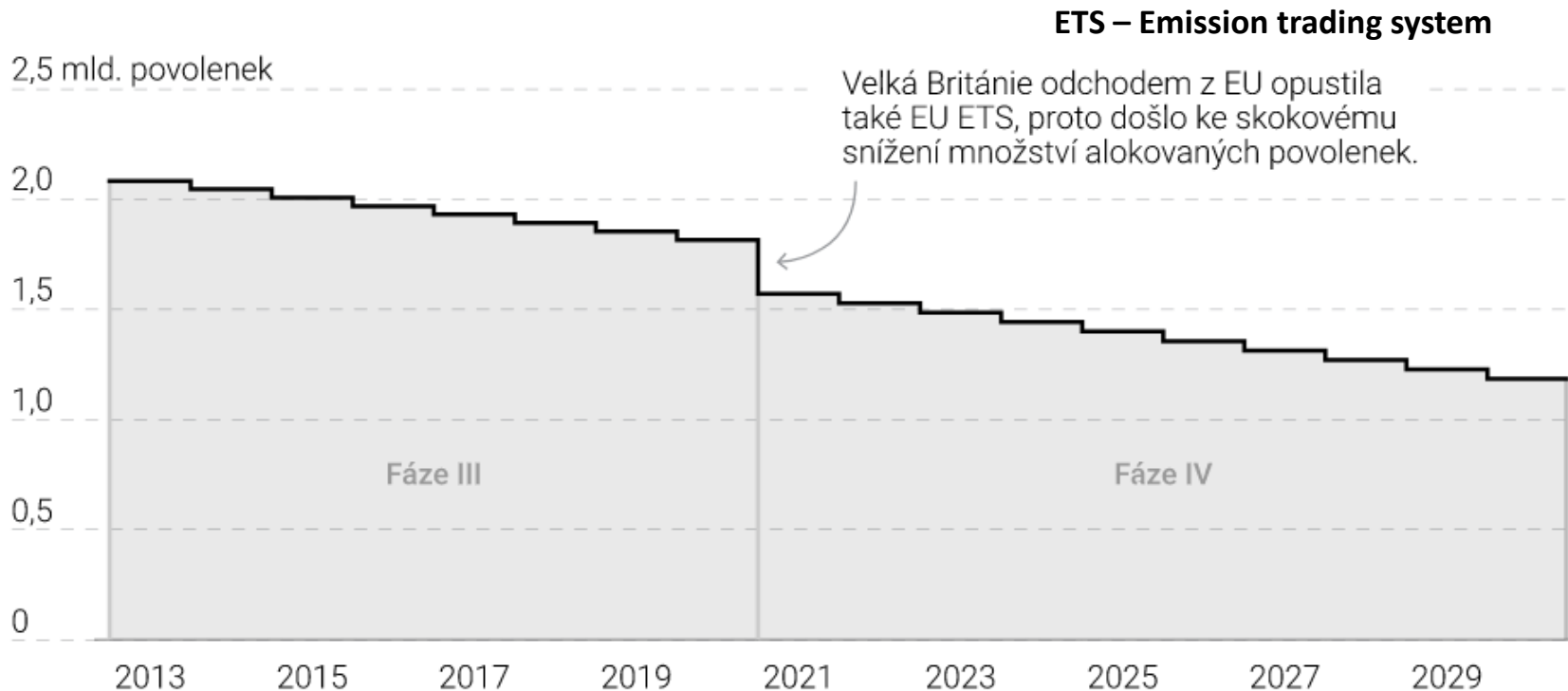
# BEZPLATNÉ EMISNÍ POVOLENKY

- Až 40 % povolenek bylo v období 2013–2020 přiděleno, především pro emisně intenzivní průmyslová odvětví. Dále pak 57 % bylo určeno k vydražení (skutečný počet vydražených povolenek byl však značně nižší).
- Bezplatné emisní povolenky jsou určeny do zemí, **ve kterých by bylo snadné přesunout výrobu, protože zde nejsou emise skleníkových plynů omezovány**. To by mohlo zapříčinit k odlivu výrobních závodů z EU a navýšení emisí v jiných zemích.
- Množství bezplatně přidělovaných povolenek je postupně snižováno, např. to může ovlivnit výroba elektřiny jako v roce 2013.
- Některé státy, (i ČR) si z tohoto důvodu vyjednaly výjimku např. až do roku 2019.



	Cíl snížení emisí oproti roku 2005	Zúčastněné země	Zahrnuté skleníkové plyny	Sektory
<b>Fáze I</b> 2005–2007	žádné (pilotní systém)	EU 27	CO <sub>2</sub>	zařízení na výrobu energie, energeticky náročná průmyslová odvětví
<b>Fáze II</b> 2008–2012	8 %	+ Norsko + Lichtenštejnsko + Island	+ N <sub>2</sub> O (dobrovolné)	+ letectví
<b>Fáze III</b> 2013–2020	21 %	+ Chorvatsko	+ N <sub>2</sub> O + PFCs	+ výroba hliníku a chemikálií + zachycování a skladování uhlíku
<b>Fáze IV</b> 2021–2030	43 %	– Velká Británie	(beze změny)	(v jednání)

# MAXIMÁLNÍ MNOŽSTVÍ ALOKOVANÝCH POVOLENEK V JEDNOTLIVÝCH LETECH



- Pro dosažení emisních cílů EU bylo maximální množství povolenek od roku 2013 rovnoměrně snižováno. V roce 2013 bylo vydáno 2,1 miliardy povolenek a až do roku 2020 to každoročně bylo o 38 milionů méně (zajištění snížení emisí alespoň o 21 % v zahrnutých odvětvích; ve srovnání s rokem 2005).
- V dalších letech bude snižování ještě rychlejší: původním cílem bylo snížit emisí do roku 2030 o 43 % (oproti roku 2005) – tento cíl je nyní ještě upravován v rámci Zelené dohody pro Evropu.



# CENA EVROPSKÝCH EMISNÍCH POVOLENEK

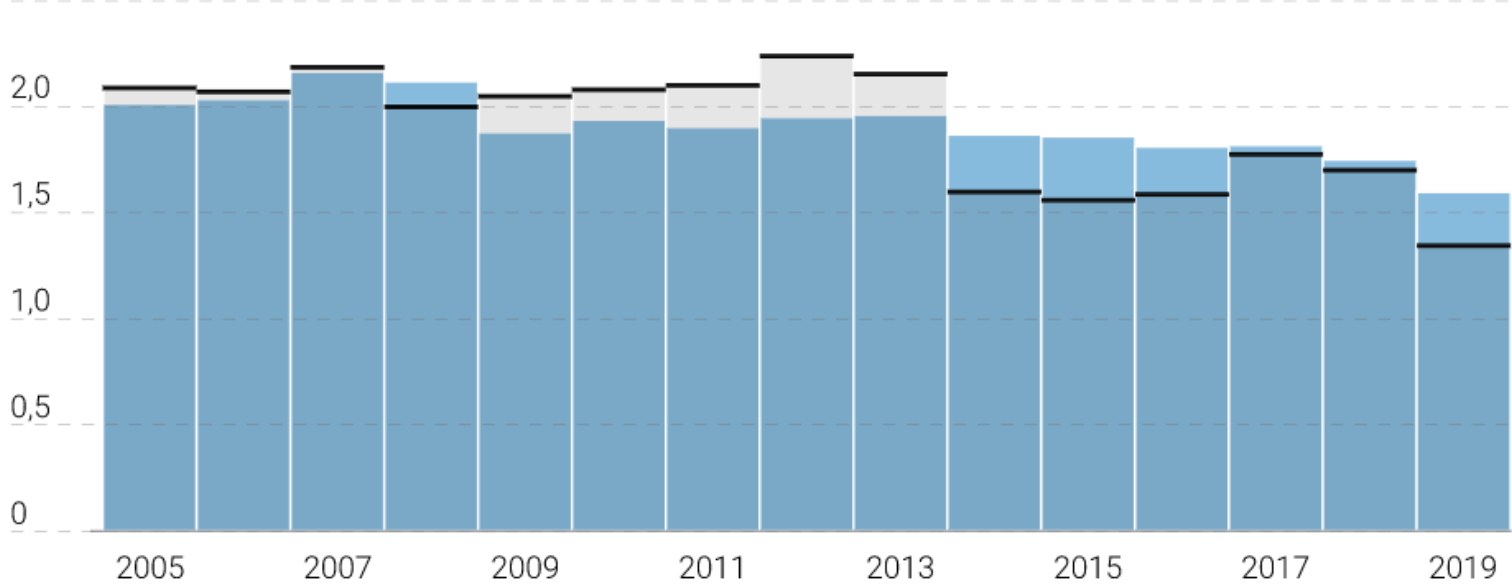
Cena povolenek  
(EUR za tunu CO<sub>2</sub>)



## OVĚŘENÉ EMISE CO<sub>2</sub> A ALOKOVANÉ POVOLENKY V JEDNOTLIVÝCH LETECH

■ Ověřené emise    ■ Alokované povolenky \*

2,5 mld. tun CO<sub>2</sub> emisí / mld. povolenek



\* Zařízení mohla své emise pokrýt také mezinárodními kredity podle Kjótského protokolu, které nejsou v grafu znázorněné.

*Emise skleníkových plynů v ČR v letech 1990–2020 od autora [Fakta o klimatu](#), použitý pod licencí [CC BY 4.0](#).*

- V předešlém období (2009–2013) byly emise nižší než množství alokovaných povolenek. K problému s nadměrnou alokací přispěla i možnost používat **mezinárodní kredity podle Kjótského protokolu** namísto uvedených povolenek, proto poté došlo k propadu ceny povolenek. Následné odstranění části povolenek ze systému způsobilo stabilizaci cen. Dle dostupných dat není možné rozlišit, zda v některých letech jsou ověřené emise vyšší než alokované povolenky, tedy zda firmy pokryly své emise mezinárodními kredity nebo na základě nakoupených či obdržených povolenek v minulém období.

# Výhody a nevýhody emisních povolenek

## ➤ Výhody

- EU ETS představuje tržní mechanismus, který rozhoduje o emisích skleníkových plynů. Elektrárny a další zařízení se podle aktuální ceny rozhodují, zda nakoupí emisní povolenky, či budou investovat do snížení vlastních emisí. Pokud by kombinací nakoupených povolenek a snížením vlastních emisí dosáhli efektivního celkového snížení emisí, byly by dosaženy **emisní cíle s nízkými dodatečnými náklady** – hlavní výhoda celého systému.
- Dobře nastavené ETS systémy umožní propojování s dalšími zeměmi (např. Švýcarsko) a v budoucnu by měl být propojen i na nově vznikající anglicko-britský systém. Tím by mohlo dojít k **vyrovnávání cen emisí z různých zemí a ke zvyšování efektivity celého systému emisních povolenek**.



# Výhody a nevýhody emisních povolenek

## ➤ Nevýhody

- EU ETS nepokrývá všechny sektory, vypouštějící emisí skleníkových plynů. Kvůli administrativní zátěži nelze efektivně všechny emise např. v sektoru dopravy), proto některé státy doplňují informace EU ETS o národní uhlíkové daně.
- **Přidělování bezplatných povolenek některým provozům.** V počátečních fázích EU ETS nebyla k dispozici přesná data o skutečných emisích jednotlivých provozů, v některých případech tak mohl daný provoz zdarma obdržet vyšší množství povolenek, než kolik potřeboval (a přebytek ziskem mohli prodat).
- Budoucí ceny **povolenek jsou nepředvídatelné**, což komplikuje plánování pro dané elektrárny a průmyslové závody. V reakci na nízkou cenu povolenek v roce 2013 (způsobena přebytkem povolenek v systému), byla zavedena tzv. Rezerva tržní stability (Market Stability Reserve), jenž výkyvy ceny částečně vyrovná.
- Možností, jak bránit přílišným výkyvům ceny, je stanovit minimální a maximální cenu povolenek. EU ETS uvedený přístup nevyužívá, ale některé jiné ETS systémy ano.

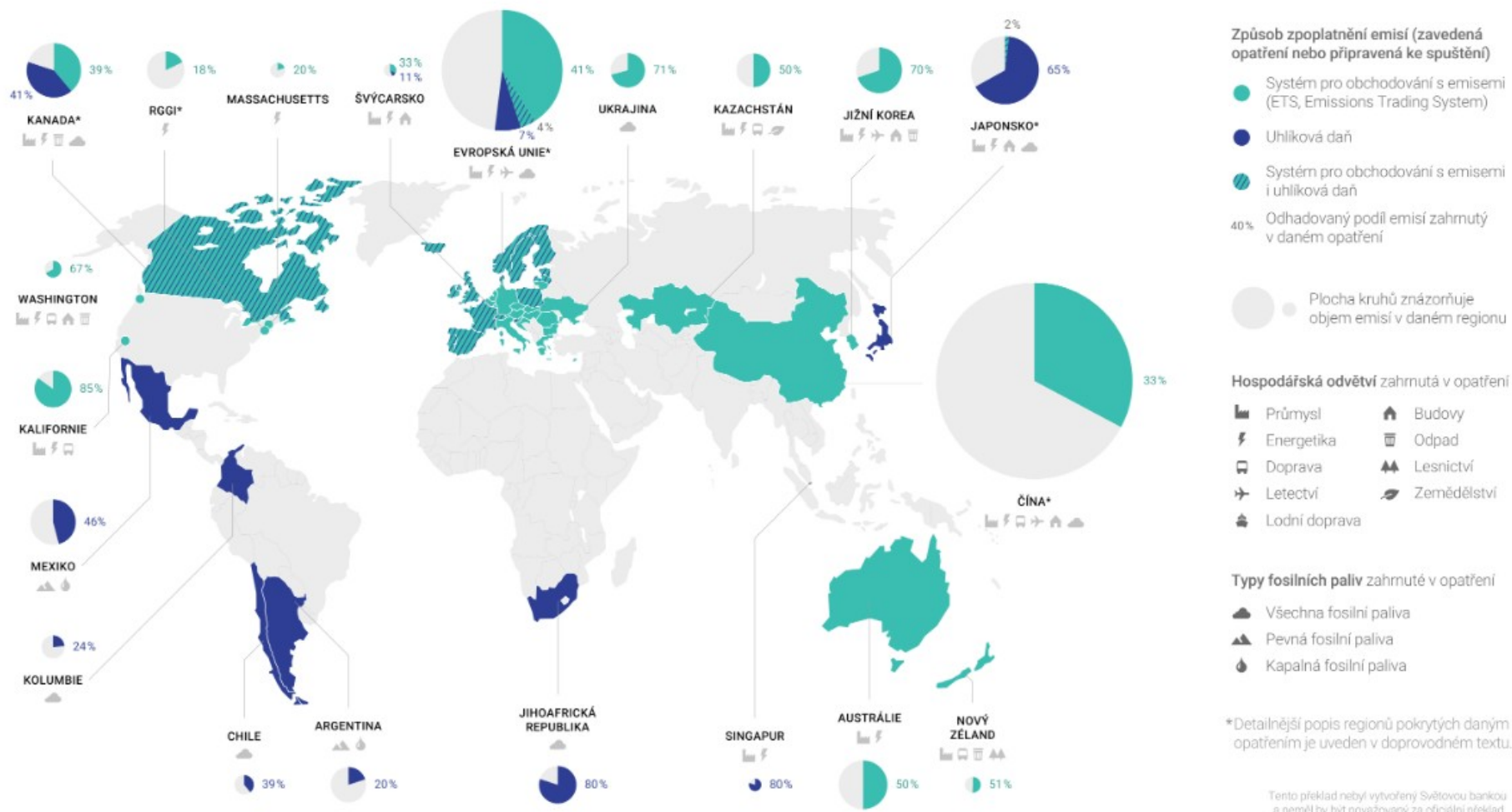
—

## KTERÉ SYSTÉMY VYUŽÍVÁ ETS MIMO EU

- EU ETS stal inspirací pro mnoho dalších států a regionů ve světě. Podobně se systémy využívají například v **Číně** (v některých městech ETS funguje od roku 2013, dnes představuje ETS na světě zhruba 30 % čínských emisí). Obdobu EU ETS najdeme rovněž v **Austrálii**, na **Novém Zélandu**, ve většině **kanadských provincií, v některých státech USA** a v dalších regionech.
- Některé státy zpoplatňují emise skleníkových plynů pomocí tzv. **uhlíkové daně (carbon tax)**, představující efektivní tržní mechanismus pro snížení emisí, může doplňovat ETS v jiných sektorech (např. v dopravě).
- Celosvětově funguje **60 různých systémů** zpoplatňujících emise skleníkových plynů, z toho dvě třetiny z nich byly spuštěny v uplynulé dekádě.

# ZPOPLATNĚNÍ EMISÍ: ROZŠÍŘENÍ VE SVĚTĚ

V mnoha zemích jsou emise skleníkových plynů zpoplatněné.



VERZE 2020-10-24 LICENCE CC BY 4.0

více info na [faktaoklimatu.cz/zpoplatneni-emisi-svet](http://faktaoklimatu.cz/zpoplatneni-emisi-svet)

zdroj dat: Světová banka, State and Trends of Carbon Pricing 2019

*Emise skleníkových plynů v ČR v letech 1990–2020 od autora [Fakta o klimatu](http://faktaoklimatu.cz), použitý pod licencí [CC BY 4.0](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).*

# Greenwashing

- pojem greenwashing : „nebo také „**green sheen**“ („zelený lesk“) je termín anglického původu složený z termínů **green** (zelený, přeneseně ekologický) a **whitewashing** (zastírání či ospravedlňování nepříznivých faktů za účelem zlepšení veřejného mínění o osobě či tématu)“.
- „Greenwashing zahrnuje např. praktiky rozšiřování nepravdivých informací s cílem u veřejnosti vytvořit **nepravdivou pověst ekologicky zodpovědné firmy**. Jinou formou greenwashingu je zavedení banálního opatření, které je reklamou a metodami PR (public relations) nafouknuto“.
- „Termín **greenwashing** je obecně připisován aktivistovi Jayi Westerveldovi, který v roce 1986 popsal pokrytectví hotelů, které zavádějí programy **opakovaného použití ručníků, na nichž vydělávají peníze, jako příklad šetrného přístupu k životnímu prostředí**, a přitom neprovádějí zlepšení v oblastech s větším dopadem na životní prostředí, jako je recyklace odpadu.

- **Greenwashing** je forma reklamy nebo marketingu , ve které se zelené reklamy a zelený marketing klamně používají k přesvědčování veřejnosti, že produkty, cíle a zásady jsou šetrné ŽP. Společnosti, které záměrně využívají komunikační strategie greenwashingu, tak často činí, aby se distancovaly od svých vlastních ekologických chyb nebo chyb svých dodavatelů.
- Příkladem greenwashingu je situace, kdy organizace vynakládá výrazně více prostředků na to, aby reklama byla „zelená“ než na postupy šetrné k životnímu prostředí.
  - 
  - Greenwashing se může pohybovat od změny názvu nebo štítku produktu tak, aby evokoval přirozené prostředí (například na produktu obsahujícím škodlivé chemikálie) až po mnohamilionové kampaně, které vykreslují vysoce znečišťující energetické společnosti jako ekologické.
  - **Greenwashing zakrývá neudržitelné firemní agendy a politiky.** Velmi veřejná obvinění z greenwashingu přispěla k rostoucímu používání tohoto termínu.



## Greenwashing – příklady

- Nakupování a reklamy (oblečení, boty)
- Potraviny a pití (MC Donald potraviny, CocaCola)
- Kosmetika (zubní pasty, sprchový gel)
- Drogerie (prací prášek, aviváž, tablety do myček)
- Spotřební zboží (elektroniky, mobily)
- Automobily (Volkswagen)
- Atd.



Vhodný příklad greenwashingu: marketingová prezentace společnosti British Petrol, kdy je zřejmé, že zelená barva a symbol slunečnice se běžně používá jako symbol šetrné k životnímu prostředí. Zisky uvedené společnosti však pochází z těžby fosilních paliv, které jednoznačně a prokazatelně naše prostředí zatěžují.

# Greenwashing – příklady

## ➤ Emise automobilů

- Např. výroba zelené ekologické škodovku aneb Greenwashing ve ŠKODA AUTO a.s - příklad greenwashingu v ČR
- Je známo, že do roku 2015 dieselové motory obsahovaly až z 97% tzv. *defeat device – software*, který jim byl namontován a který má schopnost rozeznat, kdy je automobil na testech, a utlumí na potřebné období emise tak, aby automobil testy prošel. Dle průzkumu se odhaduje, že společnost Volkswagen nechala namontovat uvedené nelegální zařízení během deseti let do více než 11 milionů automobilů.
- Naproti tomu je potřebné brát do úvahy, že kvůli emisím z automobilové dopravy zemře v EU ročně přes 500 tisíc lidí.
- Přitom v rámci automobilových nehod v EU zemře ročně až 60 tisíc lidí, na následky kouření následně až 700 000 Evropanů.

# Greenwashing – předcházení a doporučení

- Je důležité se zajímat, zda uvedený **certifikát** na výrobku zaštiťuje věrohodná instituce, nejlépe určitá vědecká autorita.
- Dát před název výrobku předponu **bio-** nebo **eko-** je snadné, dostát této kvalitě nemusí být však tak jednoduché.
- Pokud na obalu není uveden konkrétní podíl recyklované suroviny, může se jednat o velmi malé množství, např. jen **do 1 %**.
- Ze zákona je již dáno, že produkty s obsahem freonu se dnes už nesmí vyrábět. Není třeba tuto informaci zmiňovat ještě v reklamě.
- Neexistuje nic jako zdravější cigarety nebo méně škodlivý alkohol!
- ❖ Z celosvětového průzkumu z roku 2015 vyplývá, že až 66 % zákazníků by si tenkrát **připlatilo za takzvaně udržitelné značky**.
- ❖ Je zajímavostí, že např. společnost TerraChoice Environmental Marketing zjistila, že až 98 % údajně ekologických výrobků (alespoň se tvářících dle reklam) využívá v kampaních **některou z forem greenwashingu**.
- ❖ Dnešní doba zaměřena na konzumní hospodářství a svět plný reklam ---> **POZOR na GREENWASHING!!!**

## Co by jste měli umět vysvětlit:

- Základní zásady environmentální politiky
- Co představuje pojem „Udržitelnost“
- Jaké jsou cíle udržitelného rozvoje (17)
- Vysvětlete 3 koncepty udržitelného rozvoje
- Co je Green Deal a jeho přínos
- Co je koncept „Fit for 55“
- Evropský rámec pro klima – co uvedené nařízení obnáší, které strategie upřednostňuje
- Co jsou emisní povolenky a jak fungují v EU
- Jaké jsou obdobné nástroje emisních povolenek ve světě
- Co je Greenwashing a příklady z praxe

## Doporučené odkazy:

- **E-kniha:** Mezříčský, V. 2005. Environmentální politika a udržitelný rozvoj. Portál. ISBN: 80-7367-003-8, Dostupné z: <https://www.kosmas.cz/knihy/208092/environmentalni-politika-a-udrzitelny-rozvoj/>

## Použitá literatura:

- Enviwiki, 2016. Environmentální politika [online]. [cit. 12.3.2023]. Dostupné z: [https://www.enviwiki.cz/wiki/Environment%C3%A1ln%C3%AD\\_politika](https://www.enviwiki.cz/wiki/Environment%C3%A1ln%C3%AD_politika)
- Wikipedie, 2023. Uhlíková neutralita [online]. [21.4.2023]. Dostupné z: [Uhlíková neutralita – Wikipedie \(wikipedia.org\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Uhl%C3%ADkov%C3%A1_neutralita)
- Consilium, 2023. Zelená dohoda pro Evropu [online]. [24.4.2023]. Dostupné z: [Zelená dohoda pro Evropu - Consilium \(europa.eu\)](https://www.consilium.europa.eu/cs/zelen%C3%A1-dohoda-pro-evropu)
- Ministerstvo životního prostředí, 2023. Další úspěch českého předsednictví: Nová pravidla EU pro udržitelnější baterie dohodnuta [online]. [23.4.2023]. Dostupné z: [Další úspěch českého předsednictví: Nová pravidla EU pro udržitelnější baterie dohodnuta - Ministerstvo životního prostředí \(mzp.cz\)](https://www.mzp.cz/aktuality/2023/04/23/dal%C3%AD-usp%C3%A9ch-%C4%9Besk%C3%A9ho-p%C5%9Bedsednictv%C3%AD-nov%C3%A1-pravidla-eu-pro-udrzitelnej%C3%AD-baterie-dohodnuta)
- Echa.europa.eu, 2023. Strategie pro udržitelnost v oblasti chemických látek [online]. [19.3.2023]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/hot-topics/chemicals-strategy-for-sustainability>
- Dobrá města, 2023. Strategie udržitelné a inteligentní mobility EU [online]. [cit. 22.3.2023]. Dostupné z: <https://www.dobramesta.cz/novinky/1234/strategie-udrzitelne-a-inteligentni-mobility-eu>
- Evropský účetní dvůr, 2020. Evropský systém obchodování s emisemi: bezplatné přidělování povolenek bylo třeba lépe zacílit [online]. [cit. 20.3.2023]. Dostupné z: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/emissions-trading-system-18-2020/cs/>
- Wikipedie, 2022. Greenwashing [online]. [cit. 2.3.2023]. Citováno z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Greenwashing>