

***Doc. RNDr. Petr Anděl, CSc.***

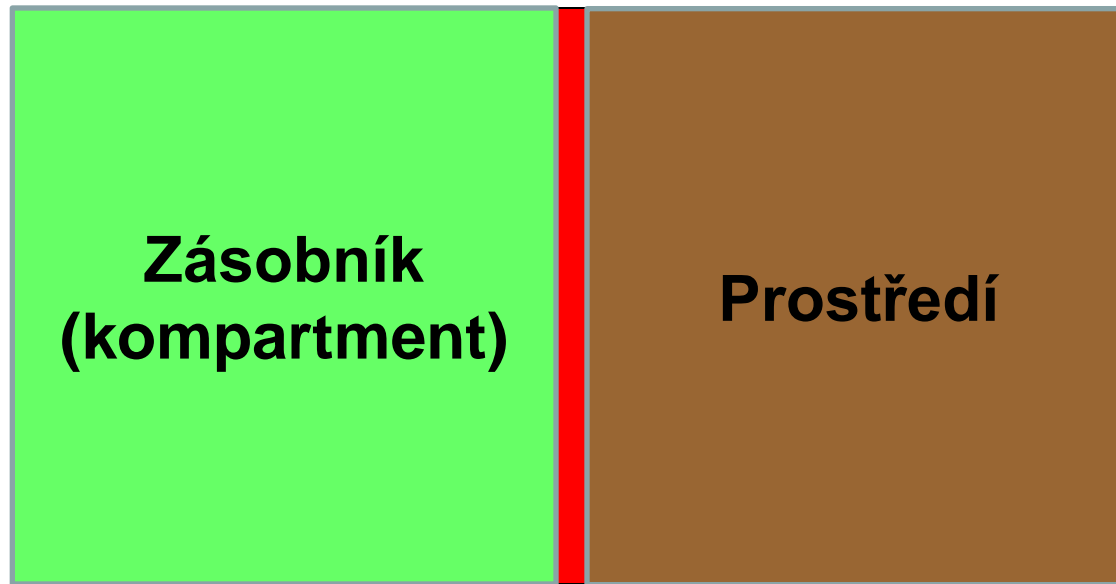
# ***Základy ekologie***

***Technická univerzita v Liberci  
Fakulta přírodovědně humanitní a  
pedagogická***

# KOLOBĚH HMOTY

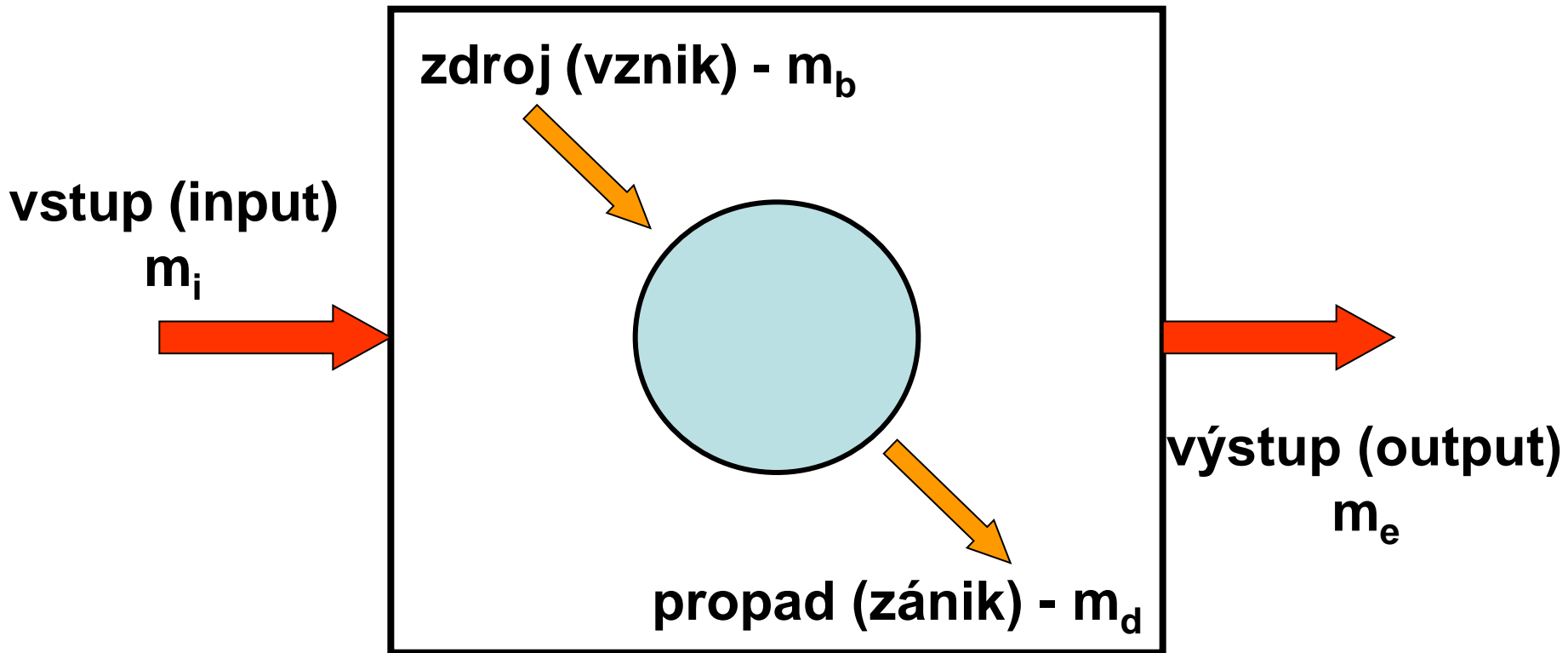
# **Koloběh hmoty**

# ZÁSOBNÍKY A ROZHRAŇÍ



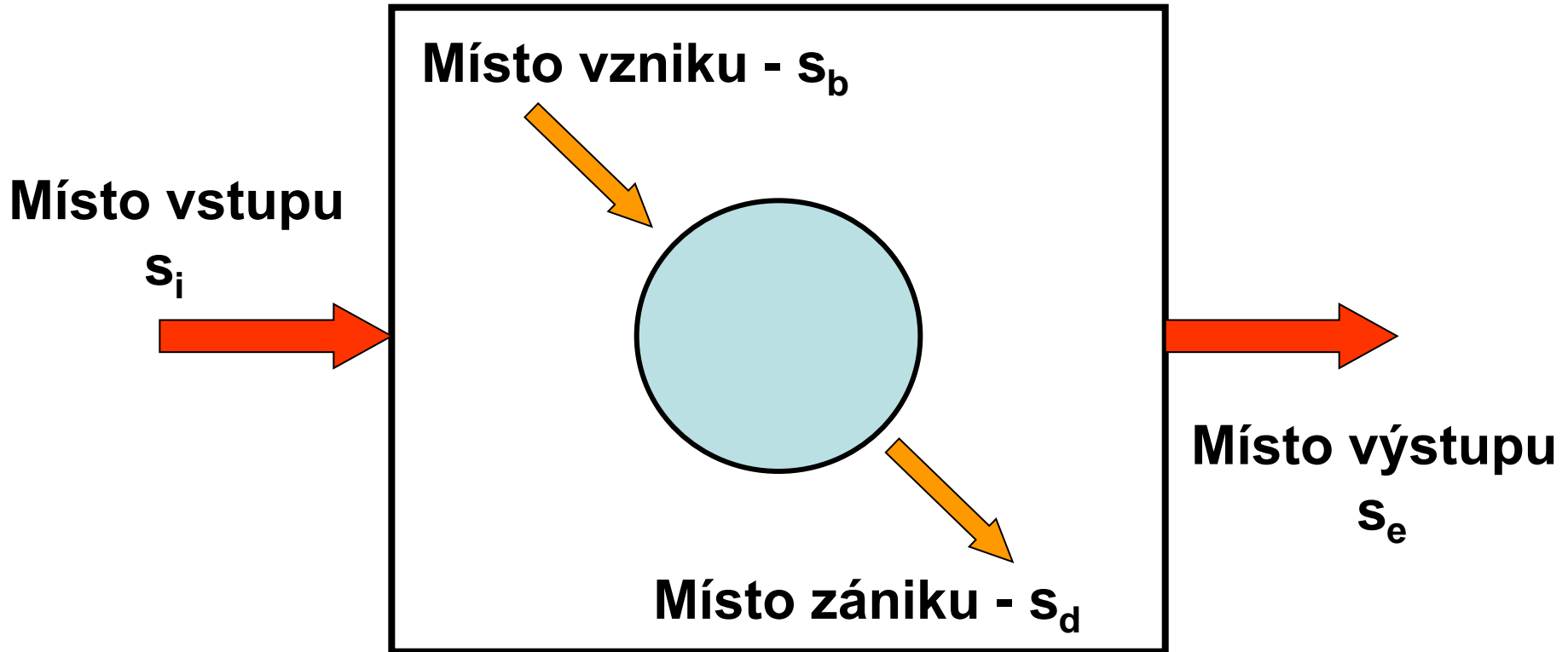
**rozhraní**

# Bilance látkového toku v zásobníku

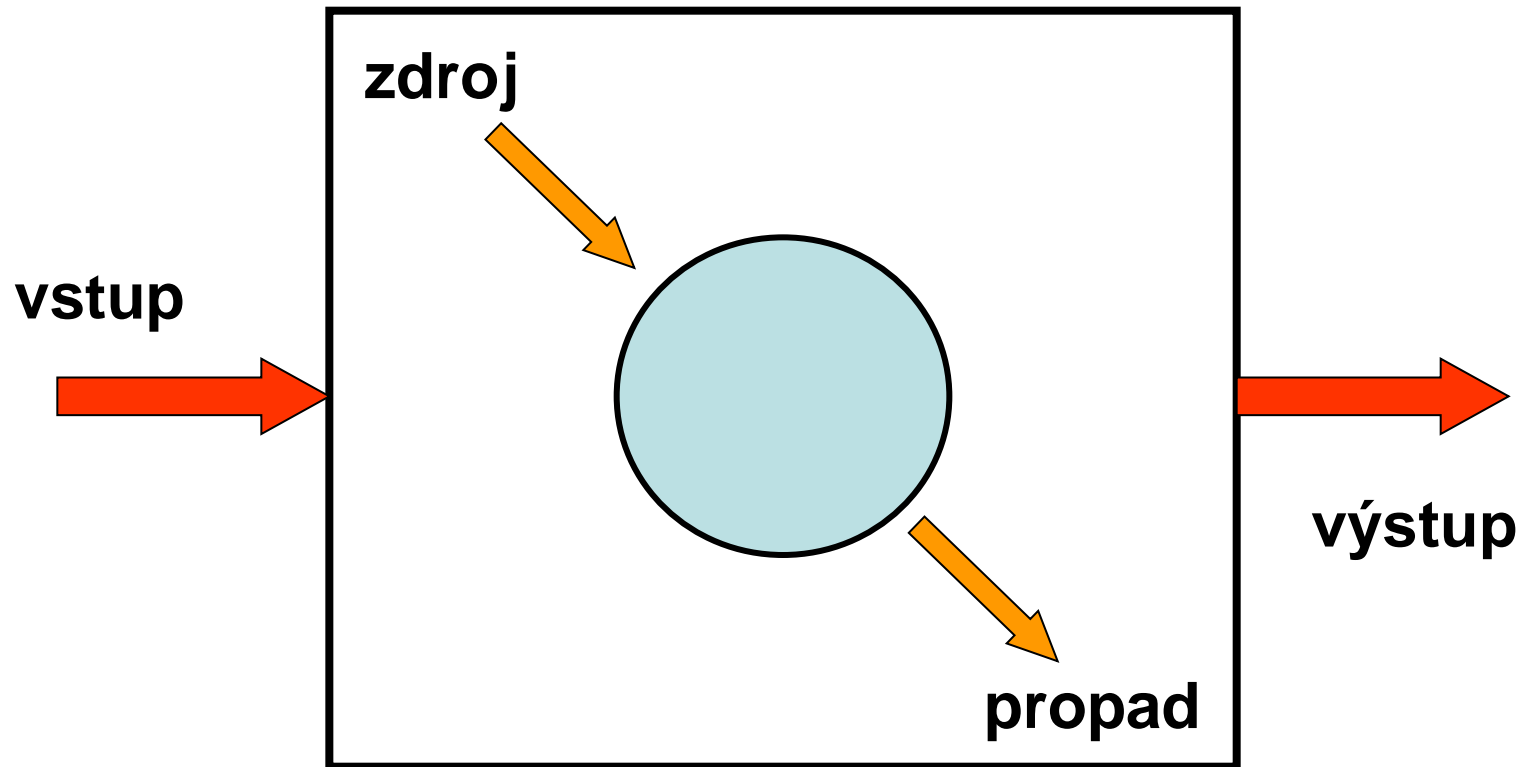


$$\Delta m = m_i + m_b - m_e - m_d$$

# Prostorová specifikace látkového toku



# Časová specifikace látkového toku



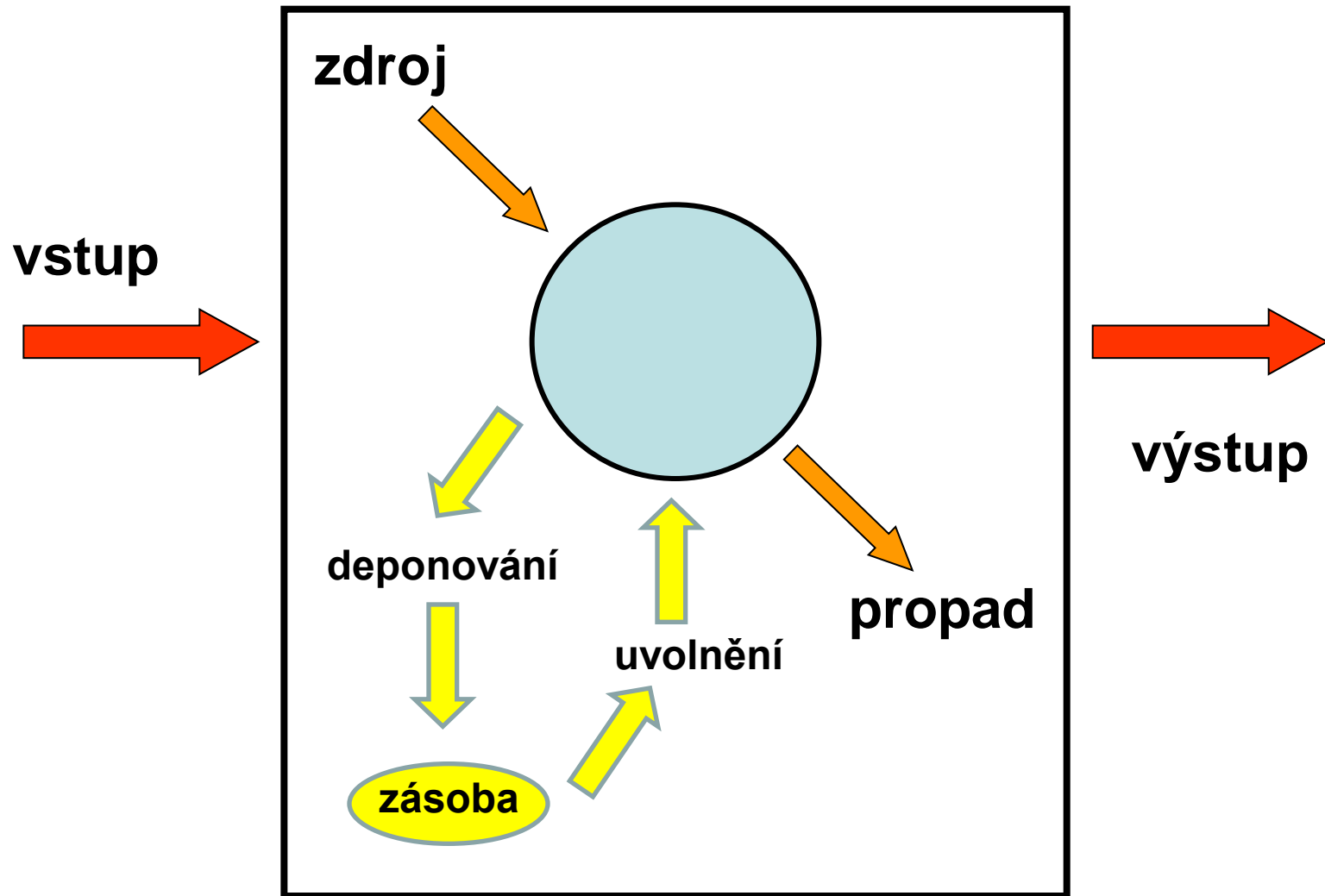
# Poločas rozpadu v různém prostředí

**Polycyklické aromatické uhlovodíky (počet benzenových jader)**

|                              | <b>ovzduší</b> | <b>voda</b>     | <b>půda</b>     | <b>sedimenty</b> |
|------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>Naftalen<br/>(2)</b>      | <b>den</b>     | <b>týden</b>    | <b>2 měsíce</b> | <b>8 měsíců</b>  |
| <b>Antracen<br/>(3)</b>      | <b>2 dny</b>   | <b>3 týdny</b>  | <b>8 měsíců</b> | <b>2 roky</b>    |
| <b>Benzo/a/pyren<br/>(5)</b> | <b>týden</b>   | <b>2 měsíce</b> | <b>2 roky</b>   | <b>6 roků</b>    |

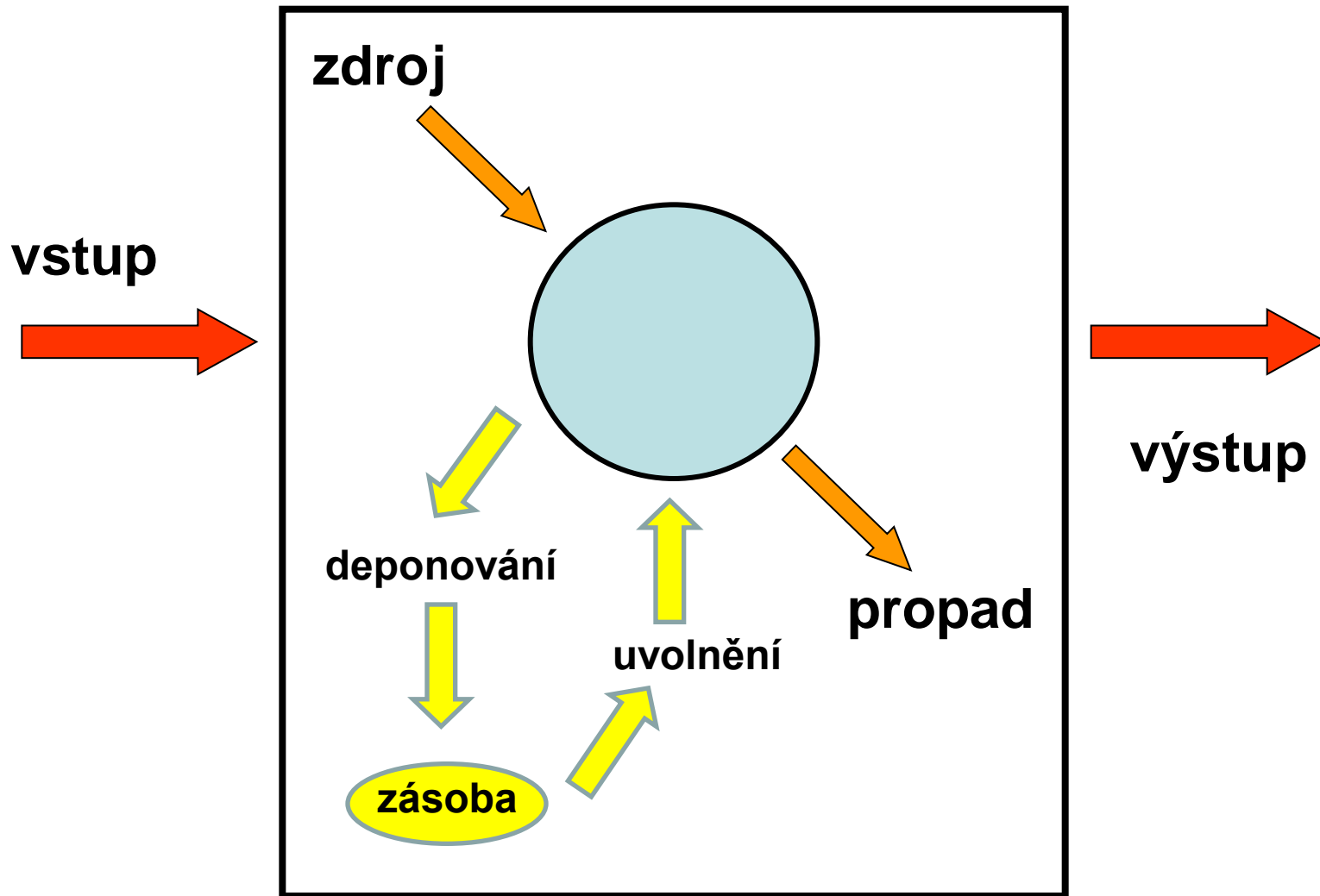


# Deponování látky - sekvestrace



# Deponování látky - sekvestrace

Náhlé uvolnění toxikantu do systému je rizikovým faktorem!



# Deponování látky - karbon

Deponování oxidu uhličitého – černé uhlí – milióny let

Uvolňování oxidu uhličitého – spalování fosilních paliv – stovky let



# Deponování látky - sedimenty

Deponování toxikantů – překryté vrstvy sedimentů – desítky let

Uvolňování toxikantů – povodeň - dny



# Deponování látky – tukové zásoby

Deponování toxikantů – v průběhu roku

Uvolňování toxikantů – hnízdění, zimní spánek, hladovění



# BIOGEOCHEMICKÉ CYKLY

# KOLOBĚH HMOTY



Francouzské středohoří

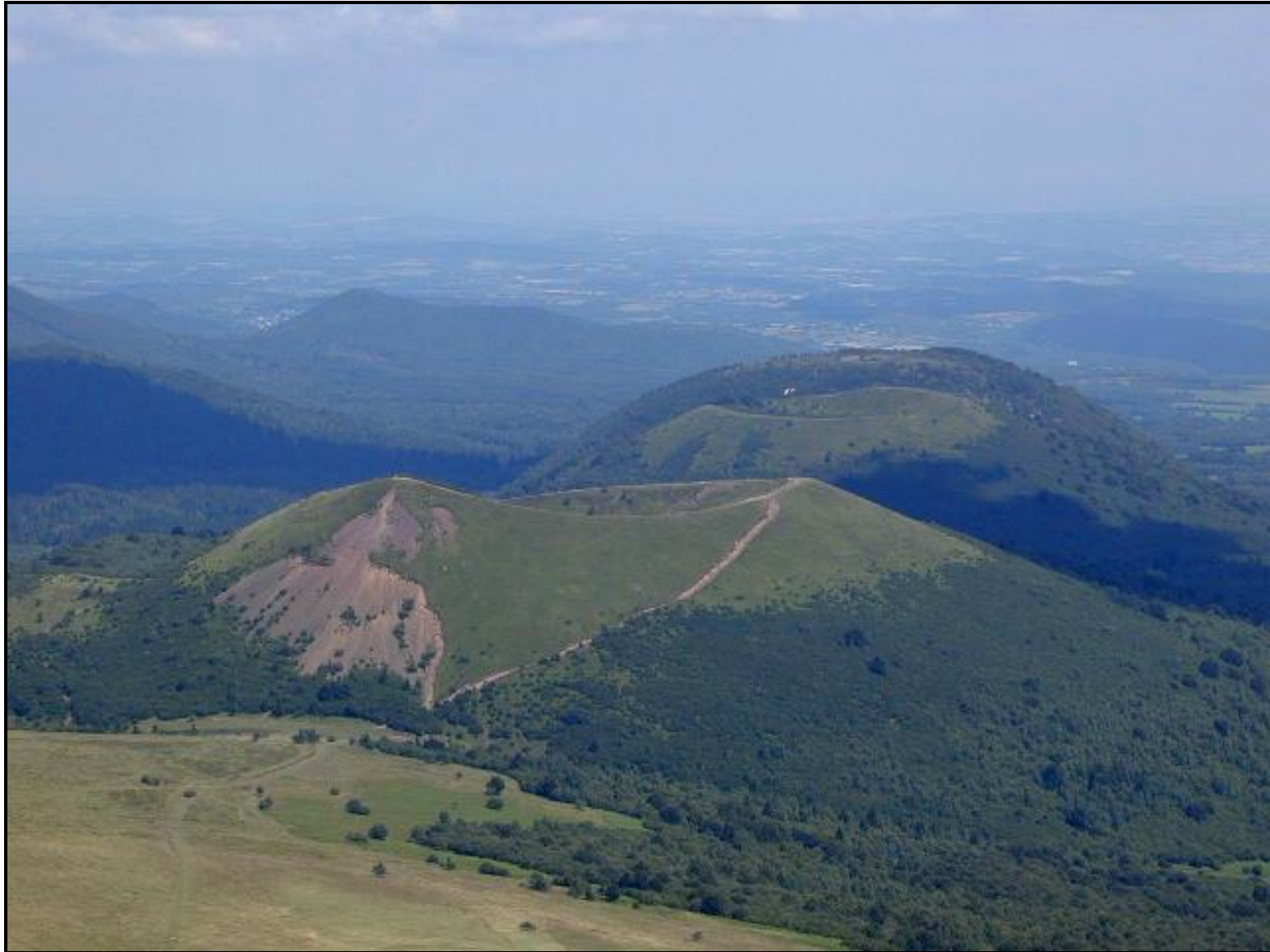
# KOLOBĚH HMOTY



**Francouzské středohoří**

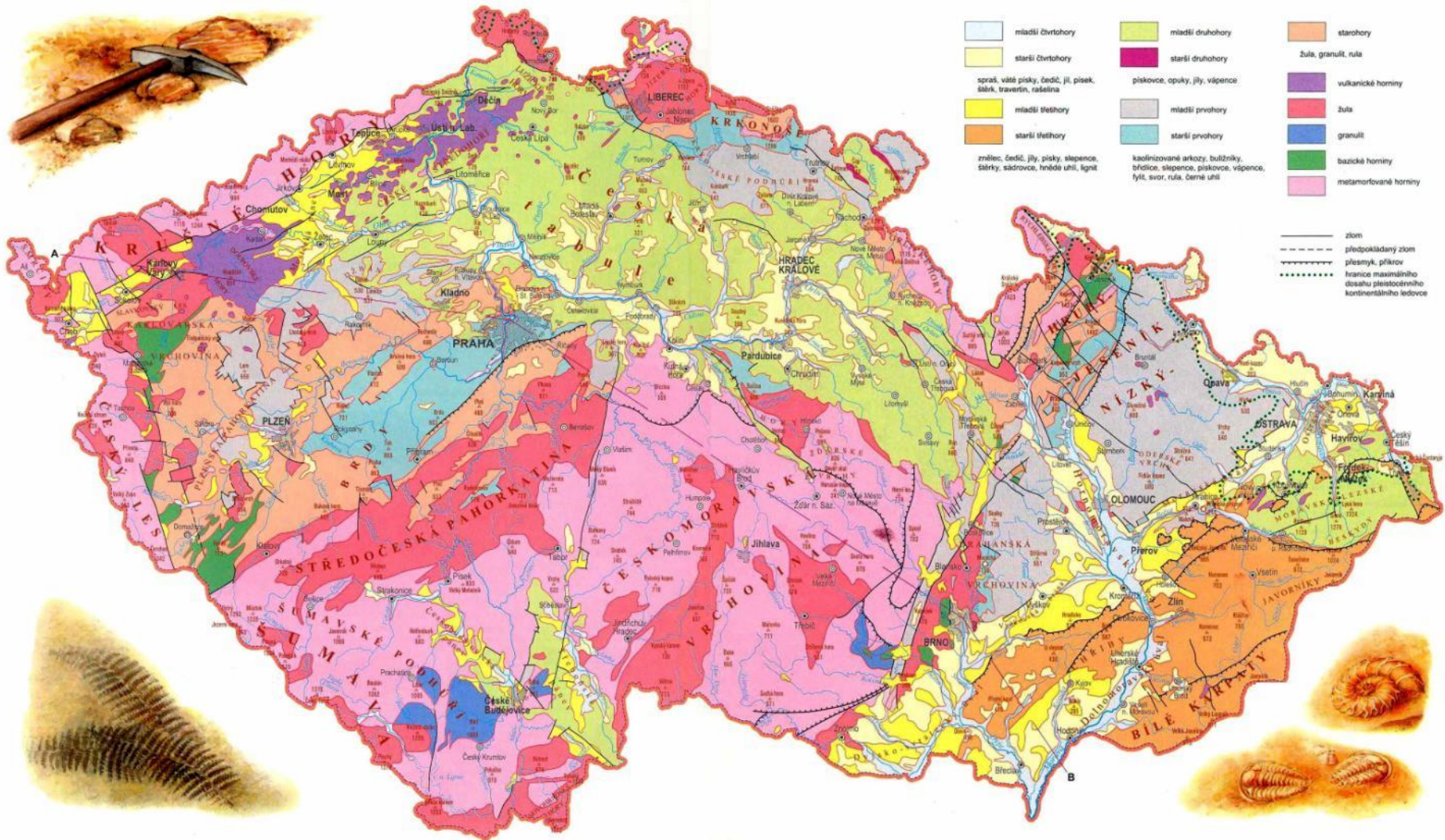


# KOLOBĚH HMOTY



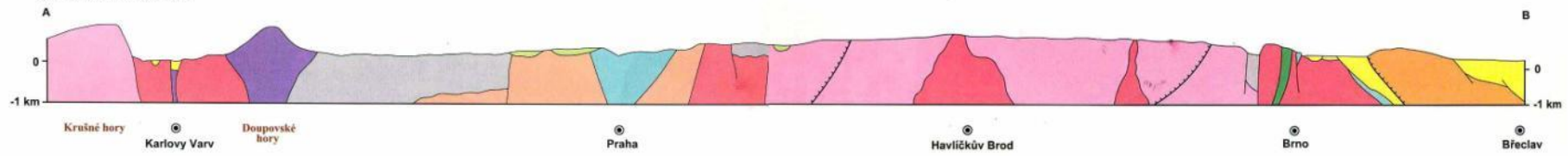
Francouzské středohoří

# GEOLOGICKÁ MAPA ČR



- |  |   |  |  |  |                       |
|--|---|--|--|--|-----------------------|
|  | mladí čvrtohory   |  | mladí druhohory  |  | starohory             |
|  | starší čvrtohory  |  | starší druhohory   |  | žula, granit, rula    |
|  | spřáté, vápě píský, čedič, jí, pisek, šábrk, travertín, rašelina            |  | pískovce, opuky, jíly, vápence   |  | vuikanické horniny    |
|  | mladí třetihory   |  | mladí prvohory   |  | žula                  |
|  | starší třetihory  |  | starší prvohory  |  | granulit              |
|  | zrnělec, čedič, jíly, píský, slépenec, šábrky, sádrovec, hnědá uhlí, lignit |  | kaolinizované arkózy, bulžníky, břidlice, slépenec, pískovce, vápence, fylit, svor, rula, černé uhlí |  | bazické horniny       |
|  |   |  |  |  | metamorfované horniny |
- zlom  
 předpokládaný zlom  
 plesmyk, přířoz  
 hranice maximálního dosahu pleistocénního kontinentálního ledovce

Geologický profil řezu A - B



## C3 VLIV NA KOLOBĚH HMOTY

**organismy se významně podílí na koloběhu hmoty na Zemi (biogeochemické cykly) ⇒ vliv kontaminantu na organismy se odráží i ve změnách koloběhu hmoty**

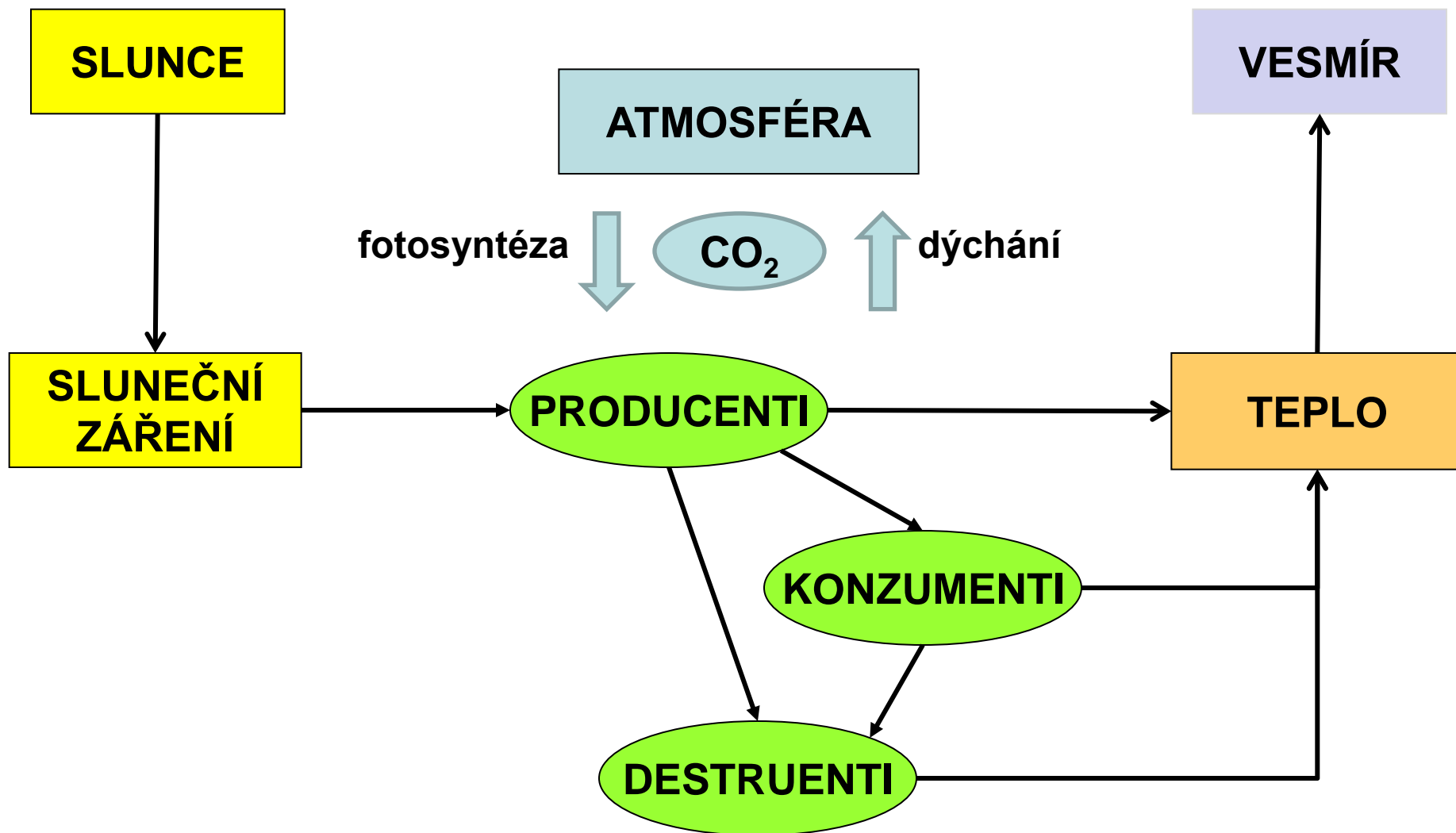
**teoreticky by bylo možné diskutovat koloběhy jednotlivých prvků - uvedeny budou pouze tyto příklady:**

- koloběh organických látek**
- koloběh dusíku**

# **BIOGEOCHEMICKÉ CYKLY**

## **Koloběh uhlíku**

# Tok energie a koloběh hmoty

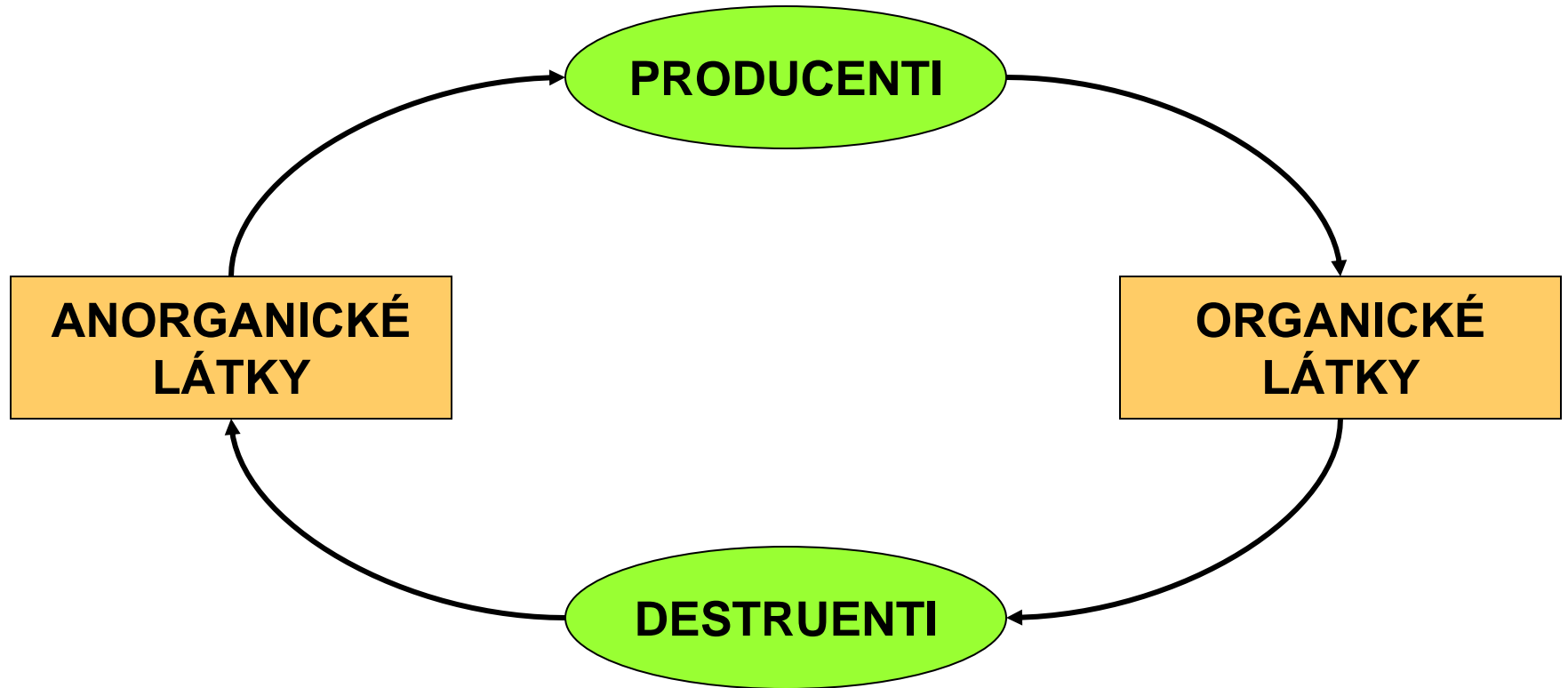


# KOLOBĚH HMOTY

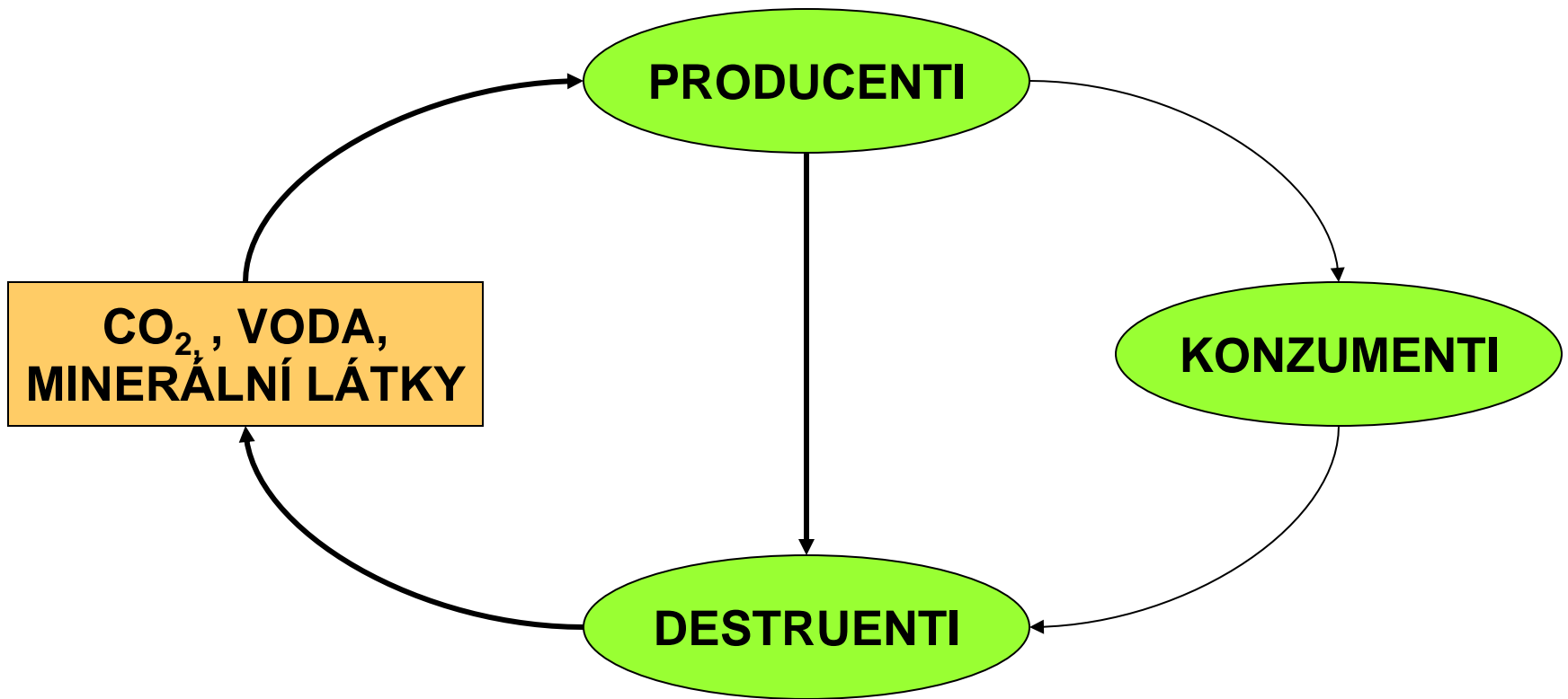
ORGANISMY



NEŽIVÉ OKOLÍ



# KRÁTKÝ A DLOUHÝ CYKLUS



**KRÁTKÝ CYKLUS**

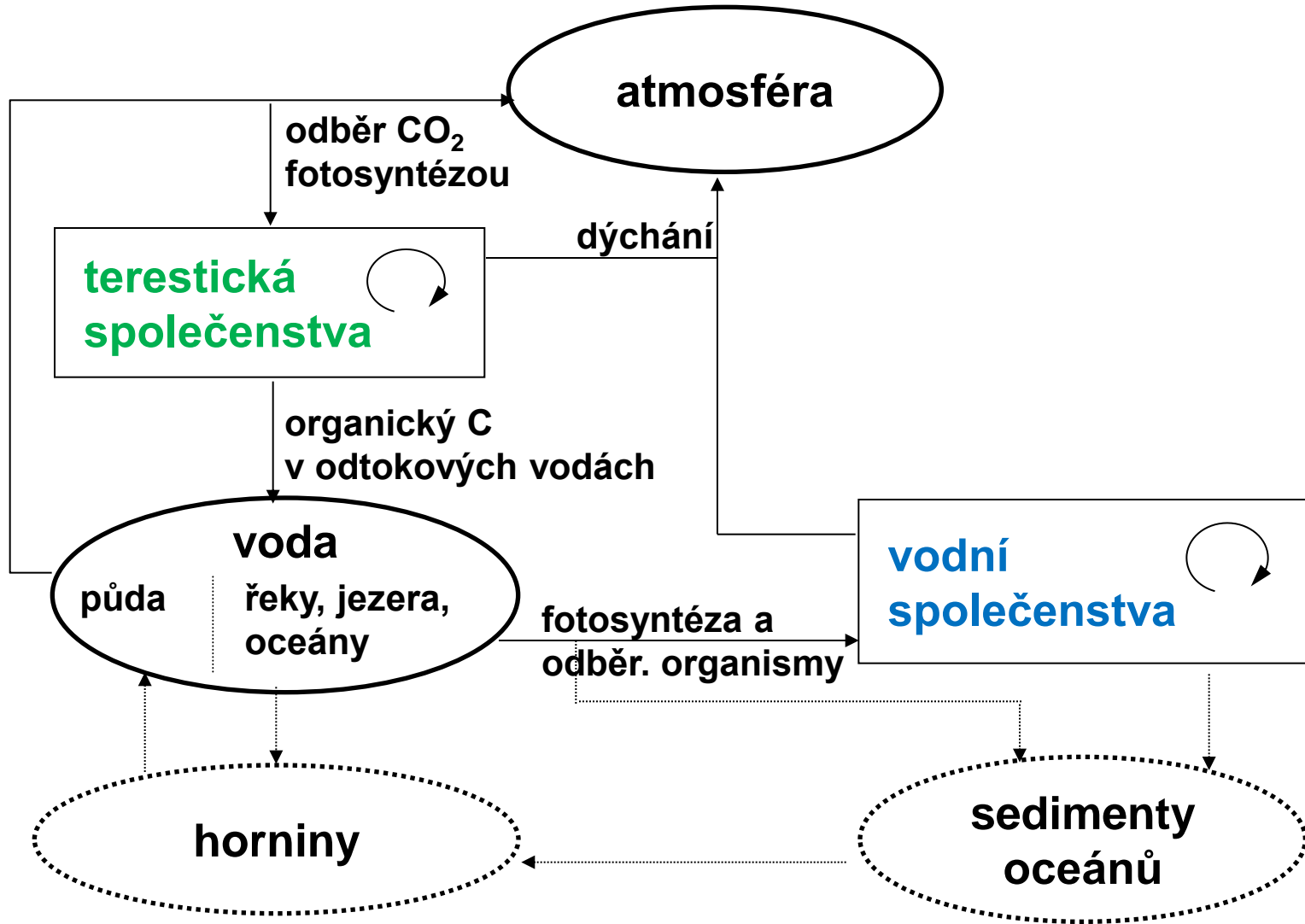


**DLOUHÝ CYKLUS**



**POUZE NĚKOLIK % PRODUKCE  
VSTUPUJE DO DLOUHÉHO CYKLU**

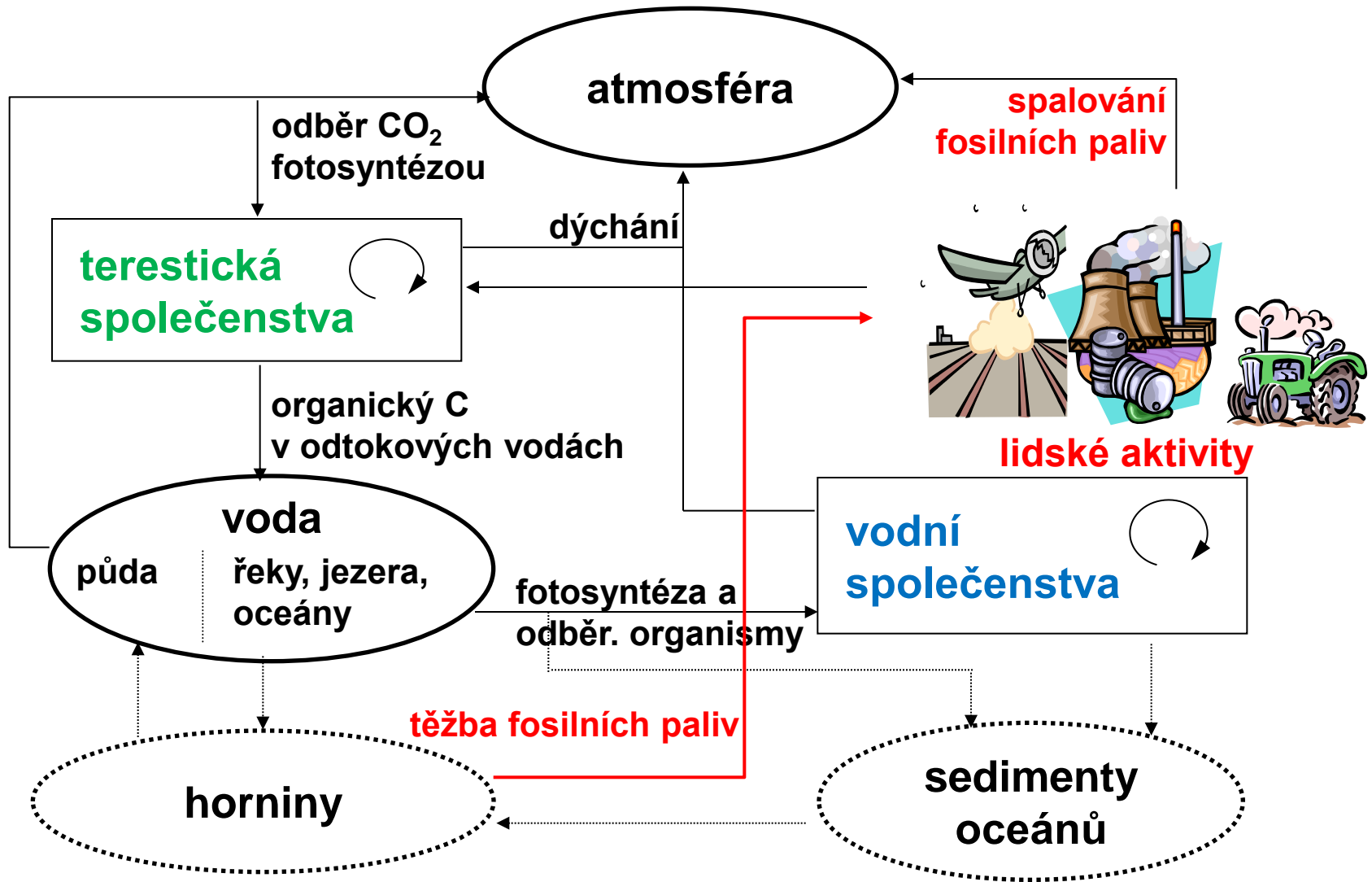
# KOLOBĚH UHLÍKU



(Begon, Harper, Wowsend: Ekologie, 1997)

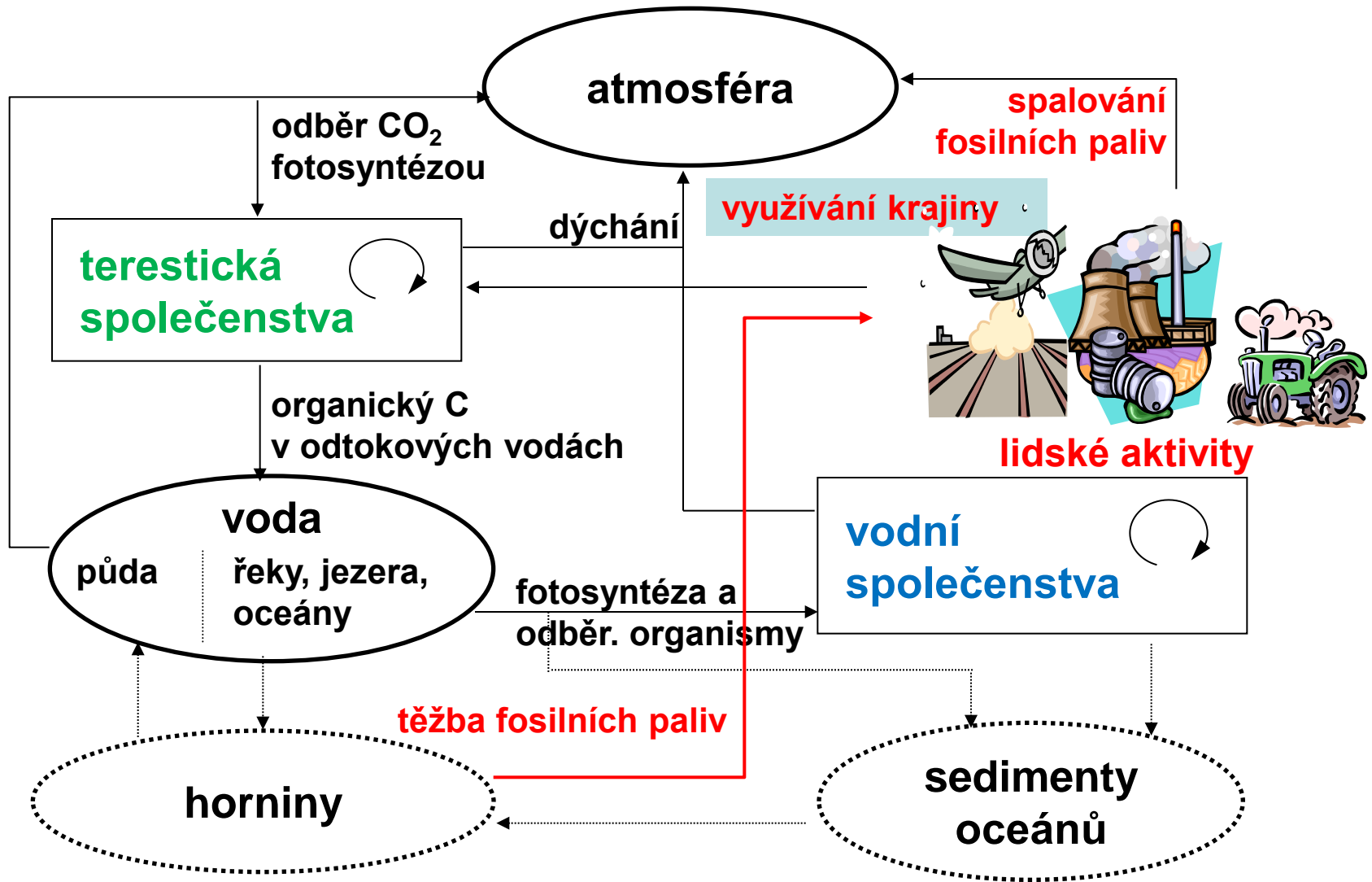


# KOLOBĚH UHLÍKU



(Begon, Harper, Wowsend: Ekologie, 1997)

# KOLOBĚH UHLÍKU



(Begon, Harper, Wowsend: Ekologie, 1997)

# Základní látky v koloběhu uhlíku

## 1. Oxid uhličitý

- Základní forma zásoby uhlíku v atmosféře
- Procesy v živých organismech – fotosyntéza a dýchání

# Základní látky v koloběhu uhlíku

## 2. Organické látky – reprezentant celulóza

- polysacharid na bázi glukózy
- Molekula celulózy obsahuje řádově  $10^3$  jednotek glukózy

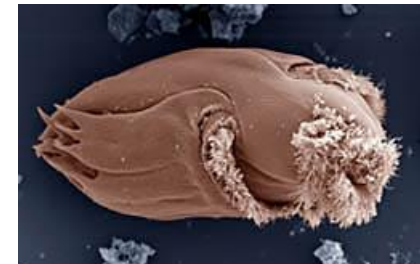


# Základní látky v koloběhu uhlíku

## 2. Organické látky – reprezentant celulóza

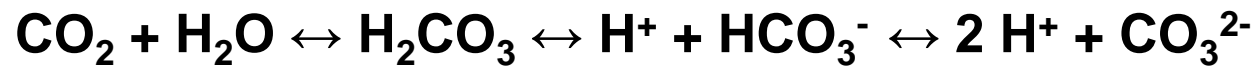
- ❑ polysacharid na bázi glukózy
- ❑ molekula celulózy obsahuje řádově tisíce jednotek glukózy
- ❑ velmi špatně stravitelná pro býložravce
  - trávení zajišťují symbiotické mikroorganismy (bakterie, prvoci)
- ❑ Příklady:
  - bachořci (prvoci) – u přežvýkavců
  - houby – mravenci r. Atta – rozklad listí
  - prvoci – ve střevě termitů

(1 termitiště – 0,5 mil. jedinců – spotřeba 5 tun dřeva ročně)



## 3. Uhličitan vápenatý – $\text{CaCO}_3$

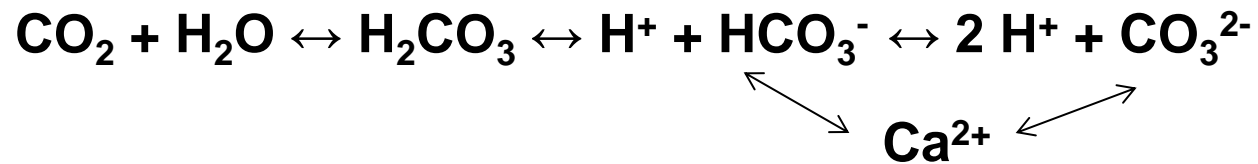
### Uhličitanová rovnováha ve vodách



# Základní látky v koloběhu uhlíku

## 3. Uhličitan vápenatý – $\text{CaCO}_3$

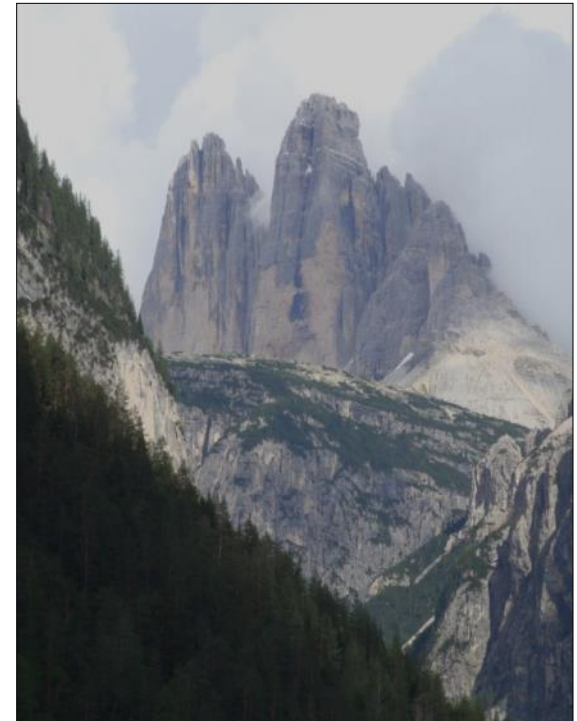
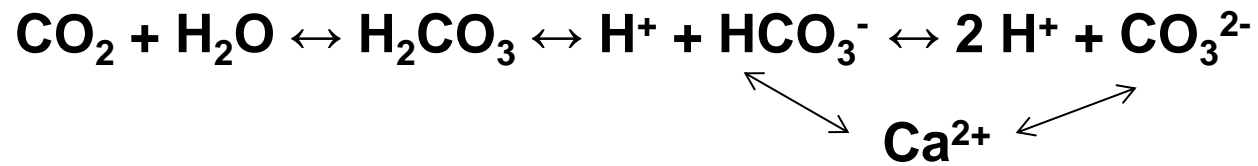
### □ Uhličitanová rovnováha ve vodách



# Základní látky v koloběhu uhlíku

## 3. Uhličitan vápenatý – $\text{CaCO}_3$

### ☐ Uhličitanová rovnováha ve vodách





# Základní vlivy lidské činnosti

- Spalování fosilních paliv – uvolnění deponovaného oxidu uhličitého**
- Znečištění moří – narušení výměny plynů**
- Změna rostlinného krytu – kácení pralesů**

# **BIOGEOCHEMICKÉ CYKLY**

## **Koloběh dusíku**

# Paradox dusíku

- ❑ nejhojnější prvek v atmosféře – 78 %  
ale pro většinu organismů ve formě  $N_2$  je nedostupný
  
- ❑ cesty:
  - atmosférické výboje – oxidy dusíku
  - nitrogenní bakterie – fixace vzdušného dusíku

# Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*)

- \* expanzní dřevina, původ z Ameriky
- \* vysazován od 19. století v celé Evropě
- \* včelařský význam, meliorační dřevina



# Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*)

- \* čeled' bobovité - symbióza s nitrogenními bakteriemi  
obohacování půdy sloučeninami dusíku ⇒ nitrofilní společenstva
- \* vylučování fytoncidů ⇒ změny druhového složení podrostu
- \* vytlačování přirozených společenstev v xerothermních oblastí  
(např. CHKO Český kras)



# Dusík jako limitující faktor

- biogenní prvek
  - aminokyseliny – stavební kameny bílkovin
- v řadě případů je jako živina limitním faktorem

# Masožravé rostliny

Příklad adaptace na nedostatek dusíkatých látek



rašeliniště



Botanická zahrada  
v Liberci

# Masožravé rostliny

Příklad adaptace na nedostatek dusíkatých látek



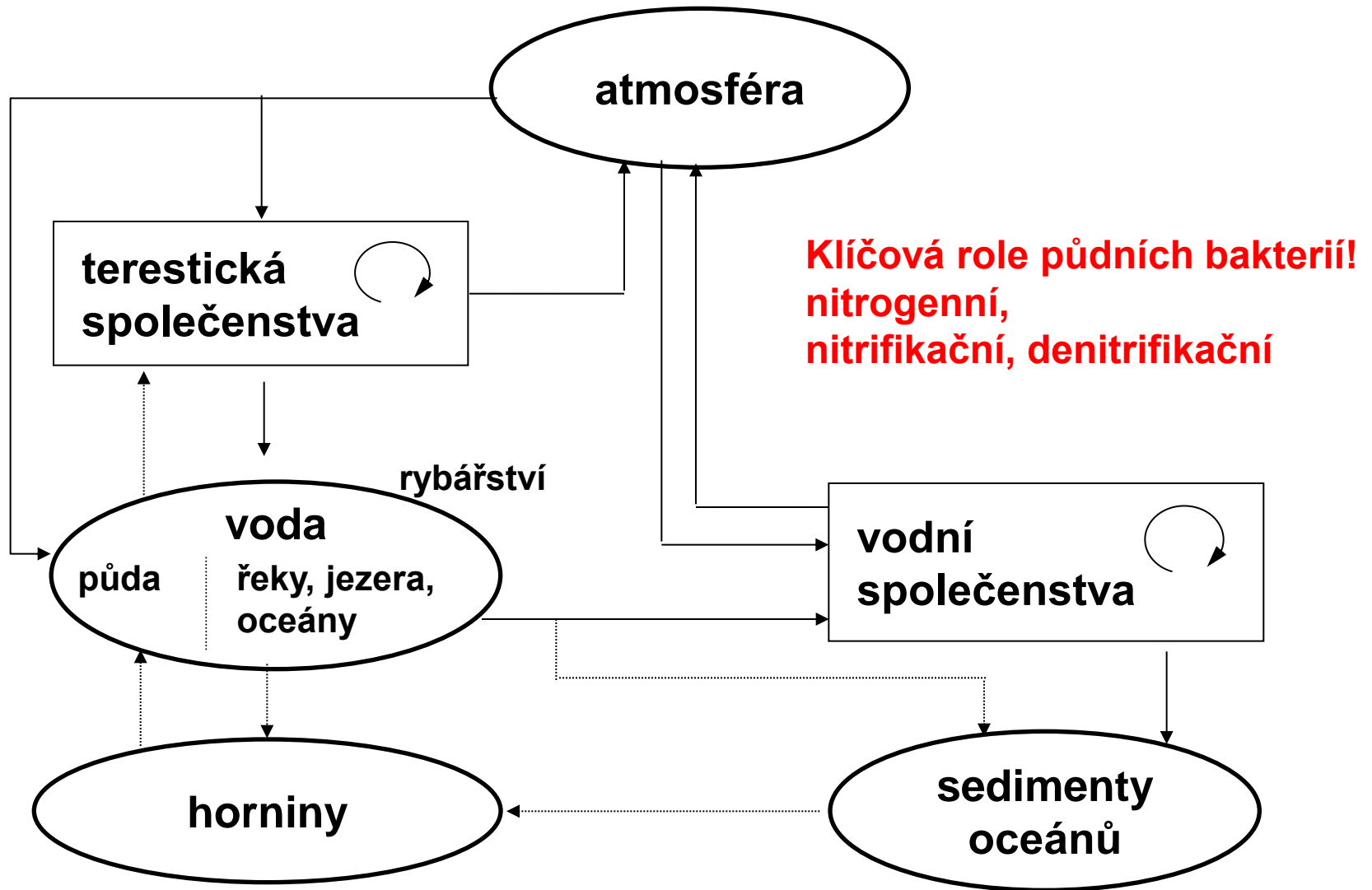
epifyty



Botanická zahrada v Liberci

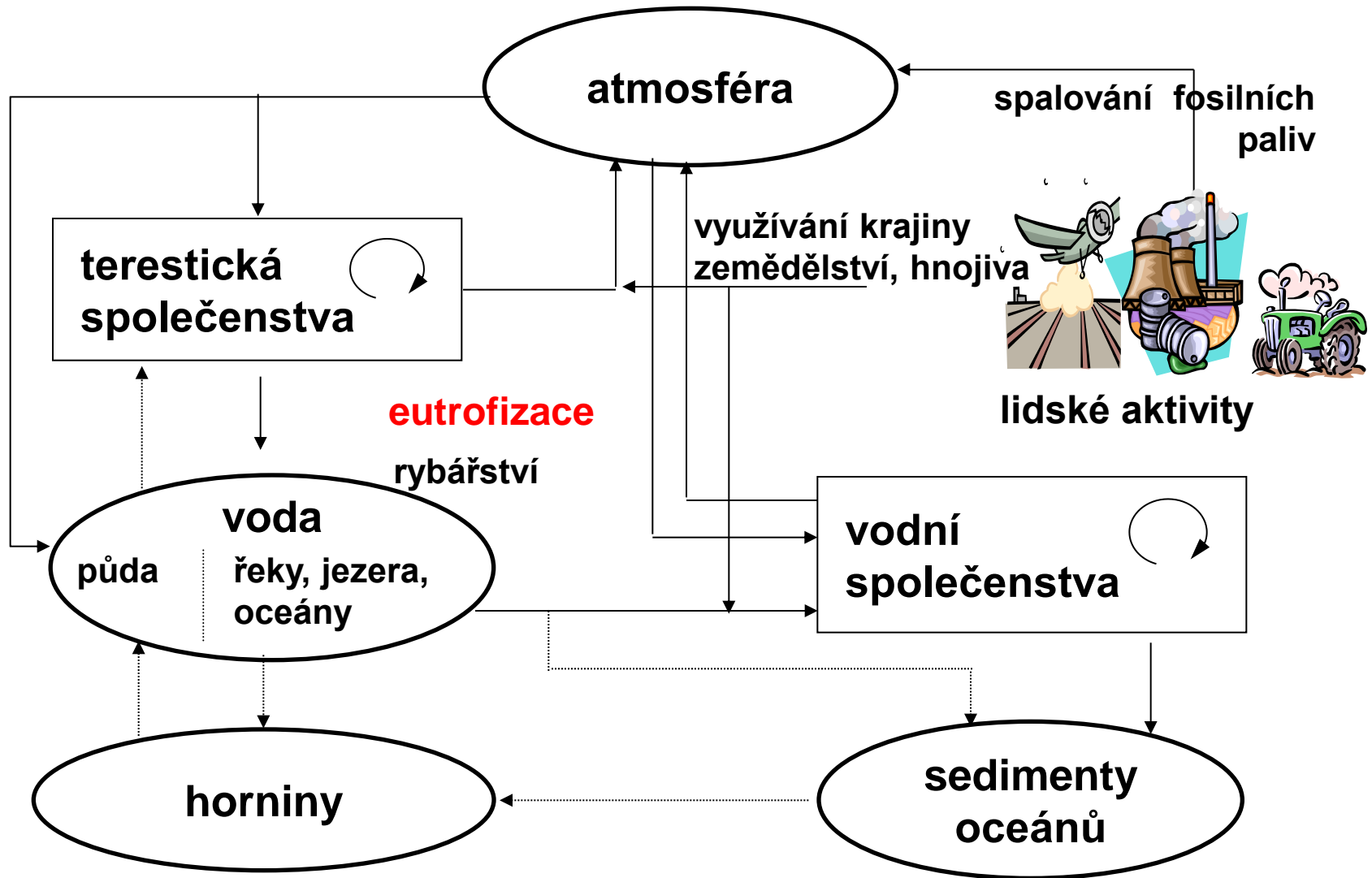


# KOLOBĚH DUSÍKU



(Begon, Harper, Townsend: Ekologie, 1997)

# KOLOBĚH DUSÍKU



(Begon, Harper, Townsend: Ekologie, 1997)

# Hlavní antropogenní zásahy do koloběhu dusíku

- emise ze spalovacích procesů – acidifikace, eutrofizace, smog
- Obohacování půdy dusíkem - eutrofizace
  - \* aplikace průmyslových hnojiv
  - \* pastviny s velkou koncentrací dobytka
  - \* odpadní vody - čištění vsakováním
- **Narušení mikrobiálních procesů v půdě - zásadní vliv bakterií na koloběhu dusíku**

# Hlavní antropogenní zásahy do koloběhu dusíku

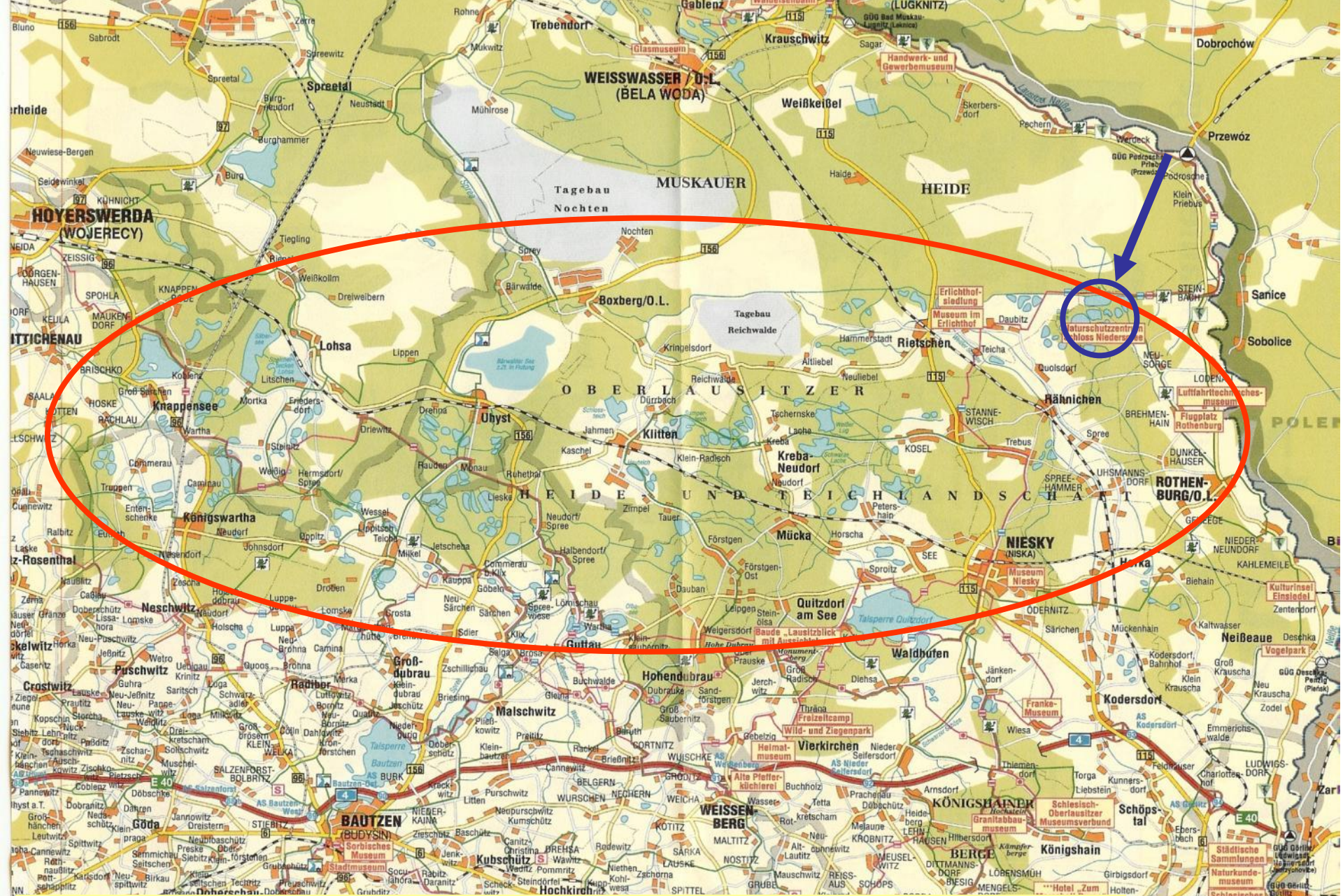
- emise ze spalovacích procesů – acidifikace, eutrofizace, smog
- Obohacování půdy dusíkem - eutrofizace
  - \* aplikace průmyslových hnojiv
  - \* pastviny s velkou koncentrací dobytka
  - \* odpadní vody - čištění vsakováním
- **Narušení mikrobiálních procesů v půdě - zásadní vliv bakterií na koloběhu dusíku**
- sloučeniny dusíku budou patřit v dalších letech z nejvýznamnějším kontaminantů
  - \*  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  eutrofizace vod
  - \*  $\text{NO}_x$  - nárůst dopravy, fytotoxicita, smog, zdraví obyvatel
  - \*  $\text{NO}$  skleníkový plyn

# **EUTROFIZACE**

## **ve vodním ekosystému**

# Biosférická rezervace UNESCO Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft





# Přírodní rezervace - Niederspree



**REVITALIZACE RYBNÍKŮ**





**umělé ostrovy**



**umělé ostrovy**



**rozšíření hrází**



**vodní květ sinic**



**oligotrofní vody**

# **EUTROFIZACE**

## **v terestrickém ekosystému**

# PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



**Švýcarské Alpy**

# PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



**Švýcarské Alpy**



# PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



**Švýcarské Alpy**

# PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



**Švýcarské Alpy**

# PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



Švýcarské Alpy



**KRKONOŠE – BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ**

# KRKONOŠE – BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ



# KRKONOŠE – BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ



## Budní hospodářství 16. – 19. STOLETÍ

- Počátek 19. stol
  - asi 2 600 bud
  - 20 000 ks hovězího dobytka
  - 10 000 ks koz

# KRKONOŠE – BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

- Vykácení 30 % plochy porostů kleče
- Pohyb dobytka – destrukce půdního pokryvu
- Hnojení statkovými i průmyslovými hnojivy – eutrofizace
- Vznik komunikací – změna vodního režimu

**Celkově: zásadní změny v koloběhu hmoty – C, N, voda**

# KRKONOŠE – BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

**Vznik nových biotopů:  
dnešní horské louky = výsledek lidské činnosti**

**Pro jejich ochranu je nutné šetrné obhospodařování.**





# EUTROFIZACE RAŠELINIŠŤ



# EUTROFIZACE RAŠELINIŠŤ

- ❑ Rašeliniště – oligotrofní společenstva
- ❑ Nedostatek živin – N, P, Ca, Mg



rosnatka okrouhlolistá

# Eutrofizace rašelinišť – Tomanová dolina



**Tomanová dolina  
(Západní Tatry)**



# Eutrofizace rašelinišť – Tomanová dolina

nedostatek živin + klimatické podmínky



pomalé mikrobiologické procesy



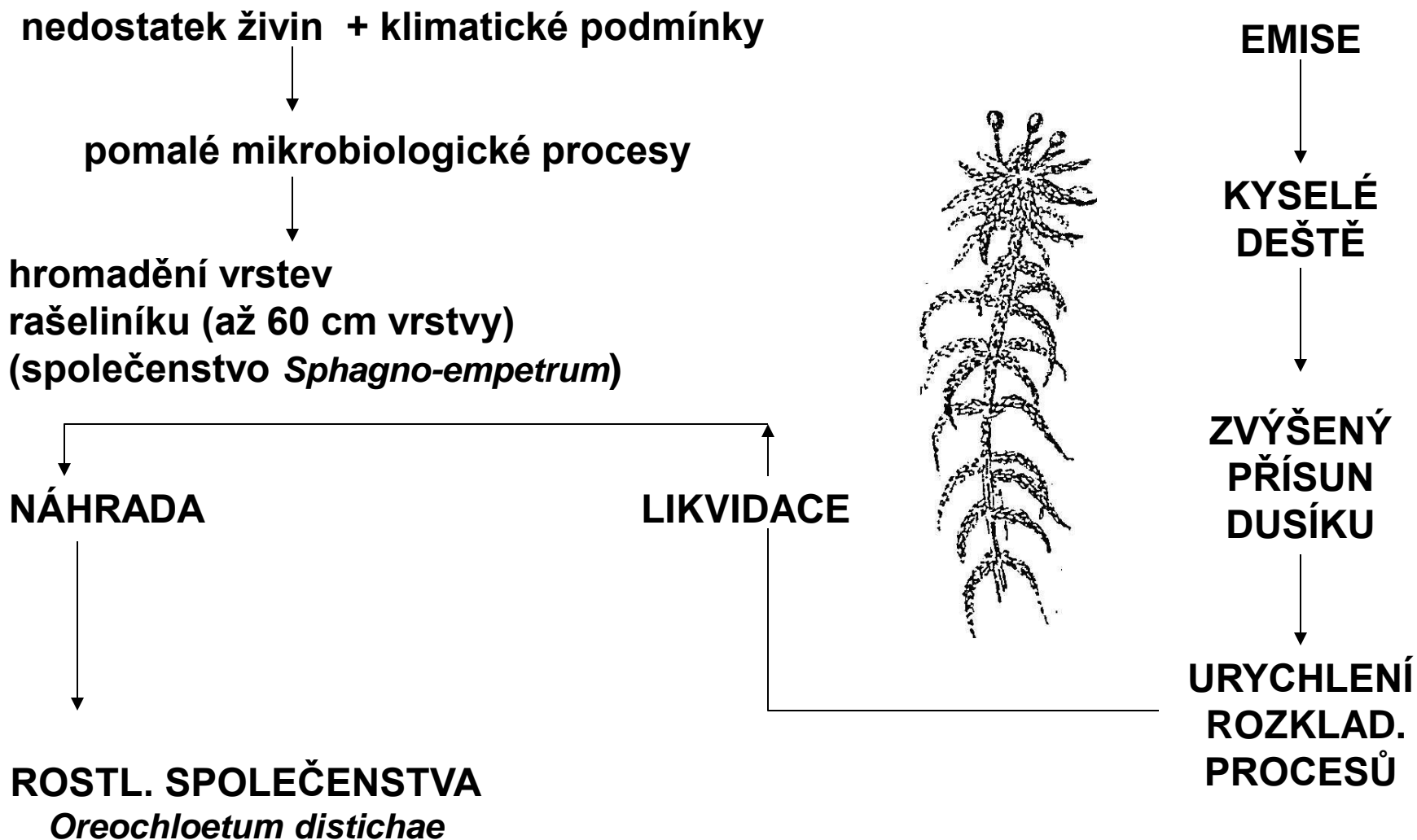
**hromadění vrstev  
rašeliníku (až 60 cm vrstvy)  
(společenstvo *Sphagno-Empetrum*)**



Rašelíníky +  
Šicha červená



# Eutrofizace rašelinišť – Tomanová dolina



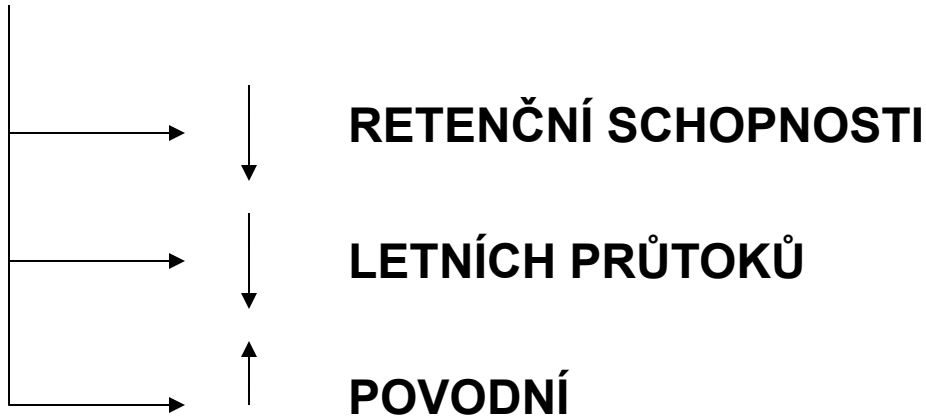
# Eutrofizace rašelinišť – Tomanová dolina



**ROSTL. SPOLEČENSTVA**  
*Oreochloetum distichae*



**ZMĚNA HYDROLOGICKÝCH POMĚRŮ**



Holnice dvouřadá  
*Oreochola disticha*

# Eutrofizace rašelinišť – Tomanová dolina

## → ZMĚNY V DEKOMPOZIČNÍM ŘETĚZCI

společenstvo  
*CALAMAGROSTIS VILLOSAE*

KYSELÉ DEŠTĚ

↓  
PŘÍSUN DUSÍKU

↓  
ZVÝŠENÁ PRIMÁRNÍ PRODUKCE

↓  
ZVÝŠENÝ ODPAD

↓  
NÁRŮST POČETNOSTI PŮDNÍ FAUNY

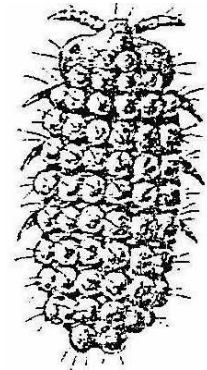
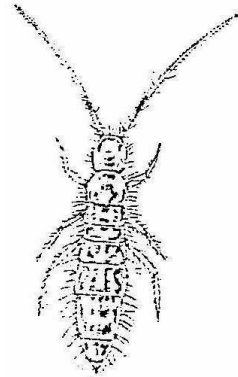
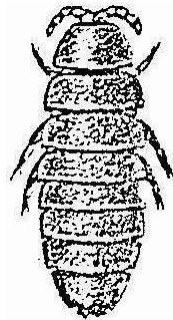
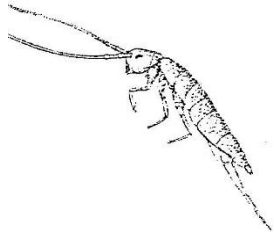
Třtina chloupkatá  
*Calamagrostis villosa*



# Eutrofizace rašelinišť – Tomanová dolina

př. CHVOSTOSKOCI

| rok  | počet jedinců<br>[jedm/m <sup>2</sup> ] | počet druhů |
|------|---|-------------|
| 1977 | 80 000                                  | 12          |
| 1990 | 300 000                                 | 24          |



(Rusek 1994)

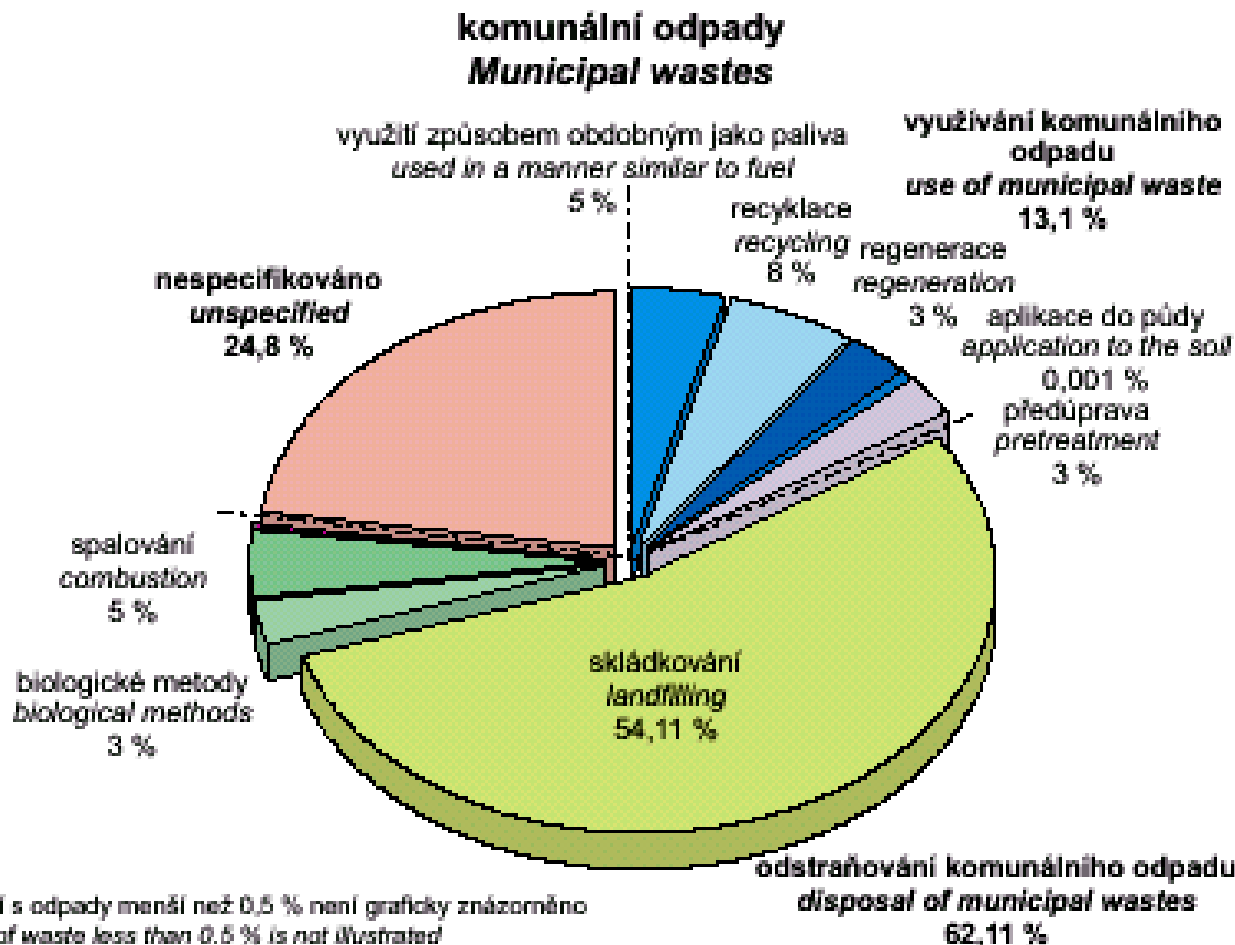


**SPALOVÁNÍ**

**KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ**

# Nakládání s komunálními odpady 2003

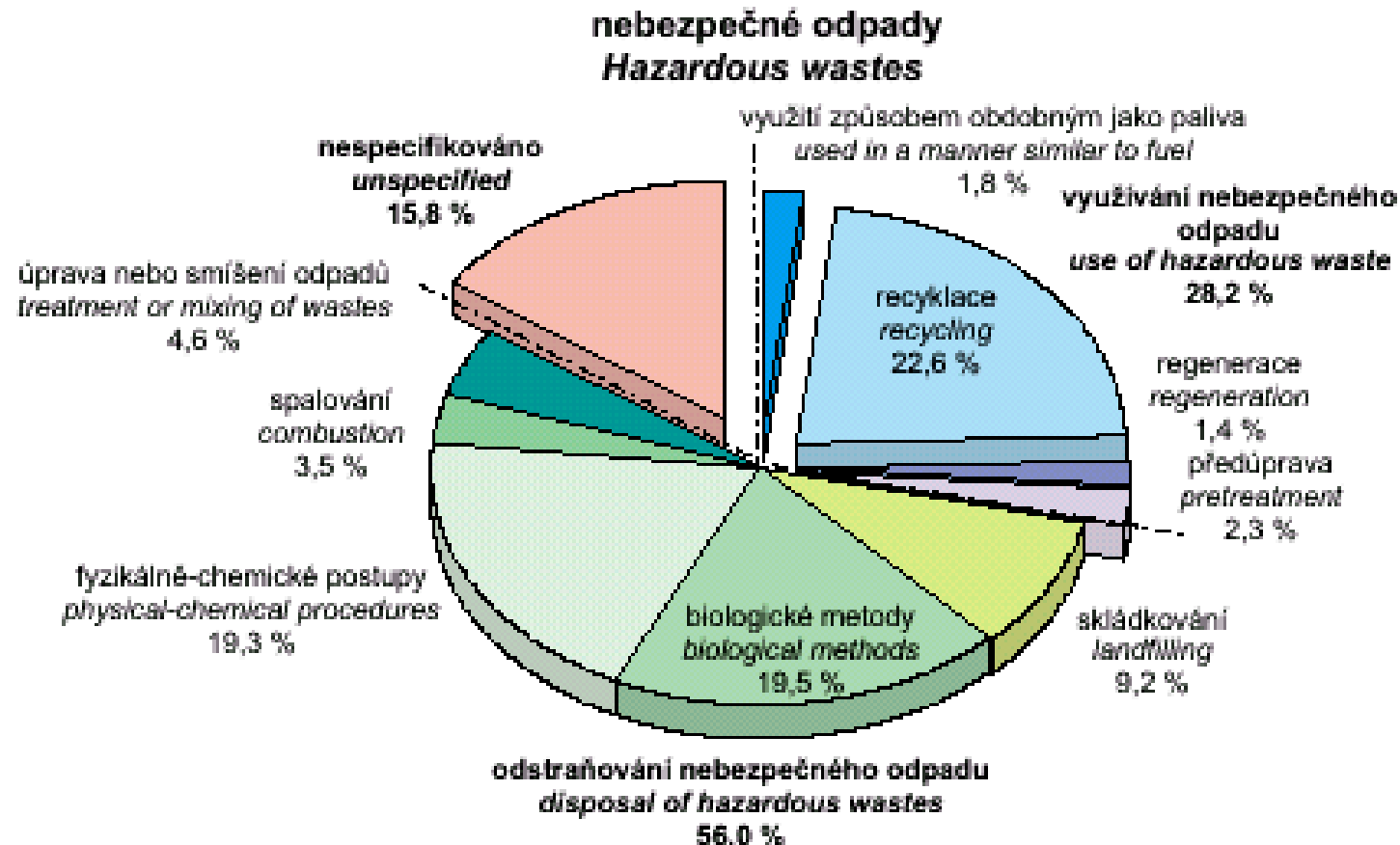
Obr. A3.1 Nakládání s nebezpečnými, komunálními a ostatními odpady v r. 2003  
*Management of municipal, hazardous and other waste in 2003*



Zdroj: VÚV T.G.M. – CeHO  
Source: VÚV T.G.M. – CeHO

# Nakládání s nebezpečnými odpady 2003

Obr. A3.1 Nakládání s nebezpečnými, komunálními a ostatními odpady v r. 2003  
*Management of municipal, hazardous and other waste in 2003*

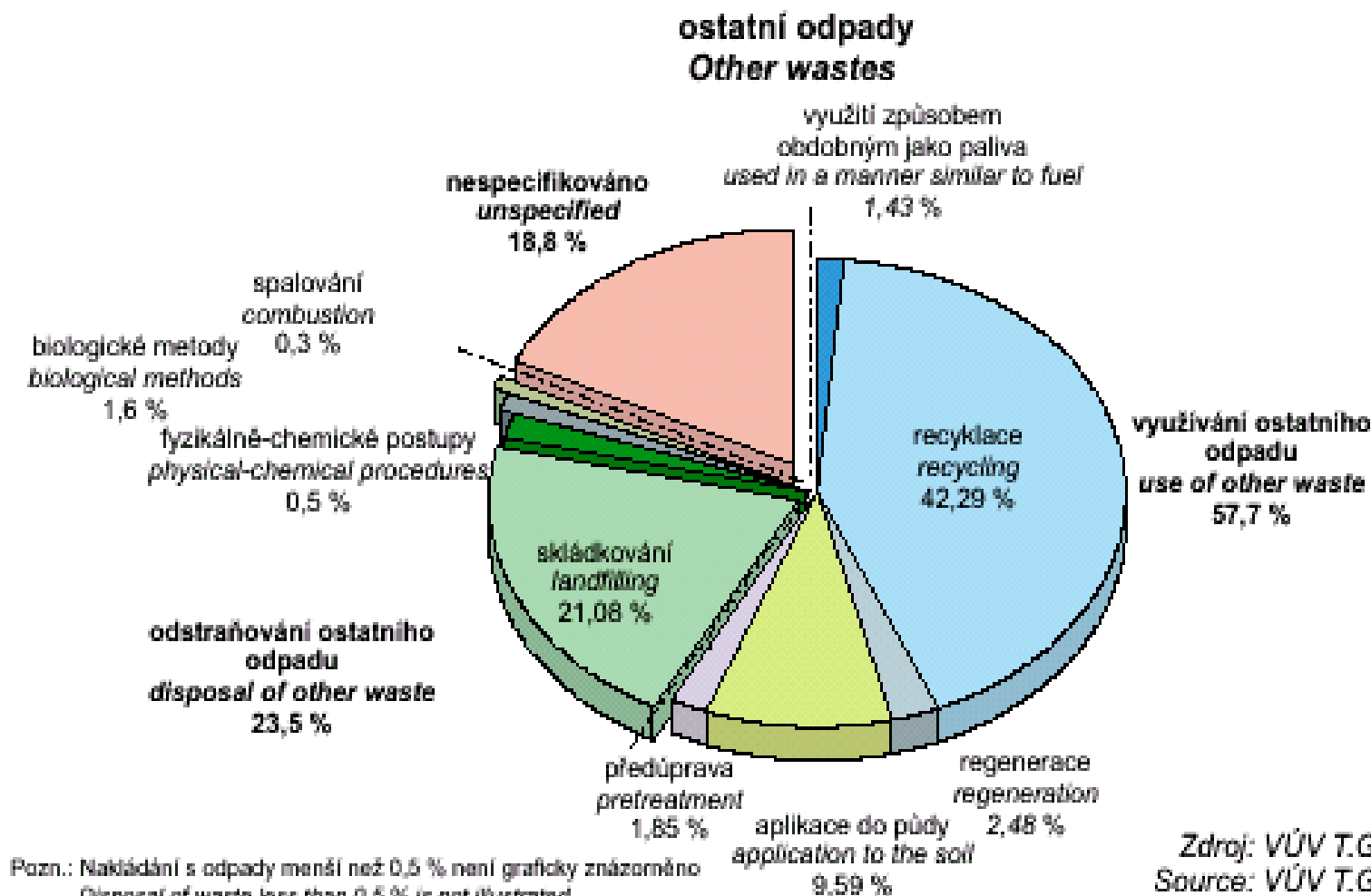


Pozn.: Nakládání s odpady menší než 0,5 % není graficky znázorněno  
*Disposal of waste less than 0.5 % is not illustrated*

Zdroj: VÚV T.G.M. – CeHO  
Source: VÚV T.G.M. – CeHO

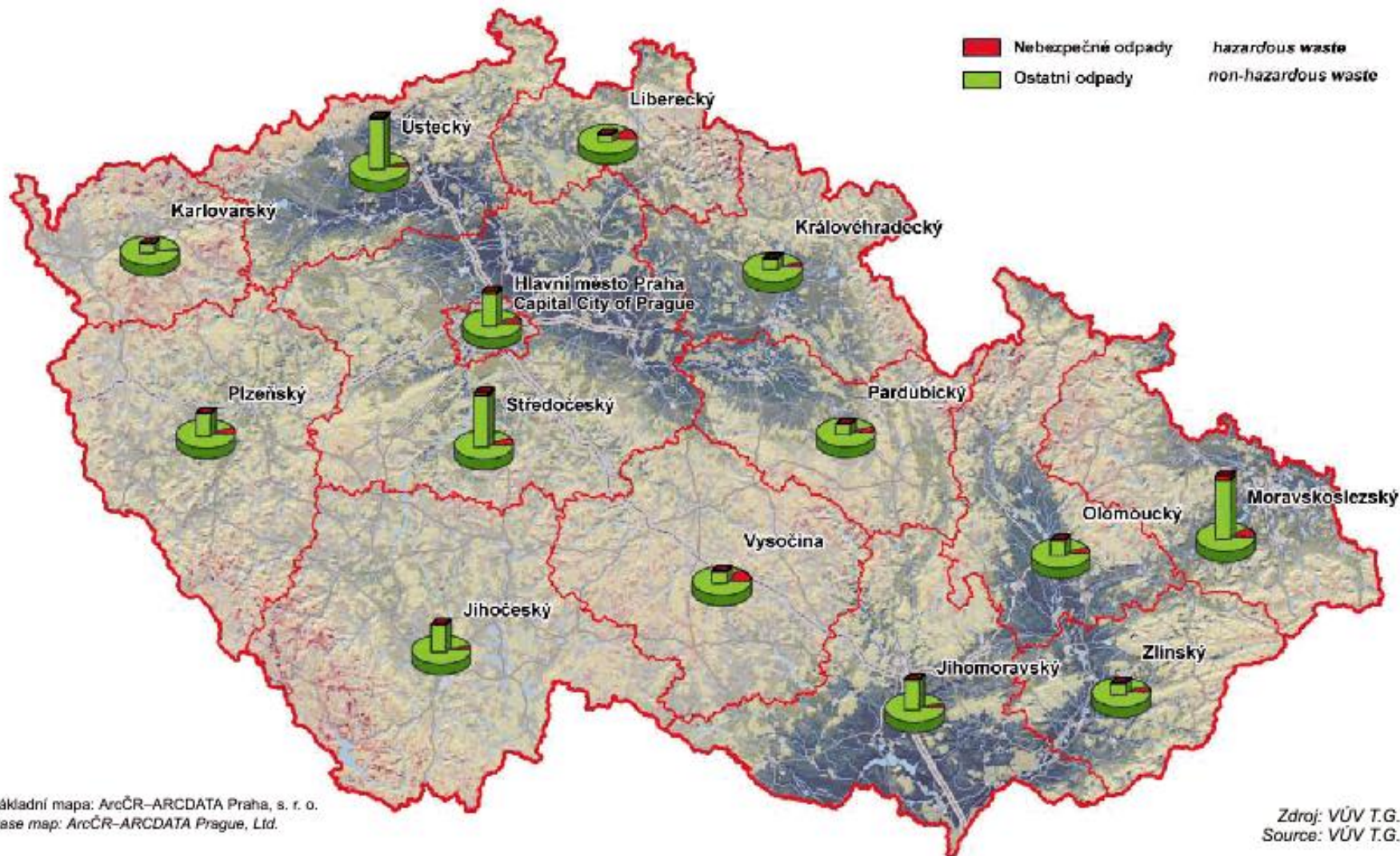
# Nakládání s ostatními odpady 2003

Obr. A3.1 Nakládání s nebezpečnými, komunálními a ostatními odpady v r. 2003  
*Management of municipal, hazardous and other waste in 2003*



# Produkce odpadů v krajích 2003

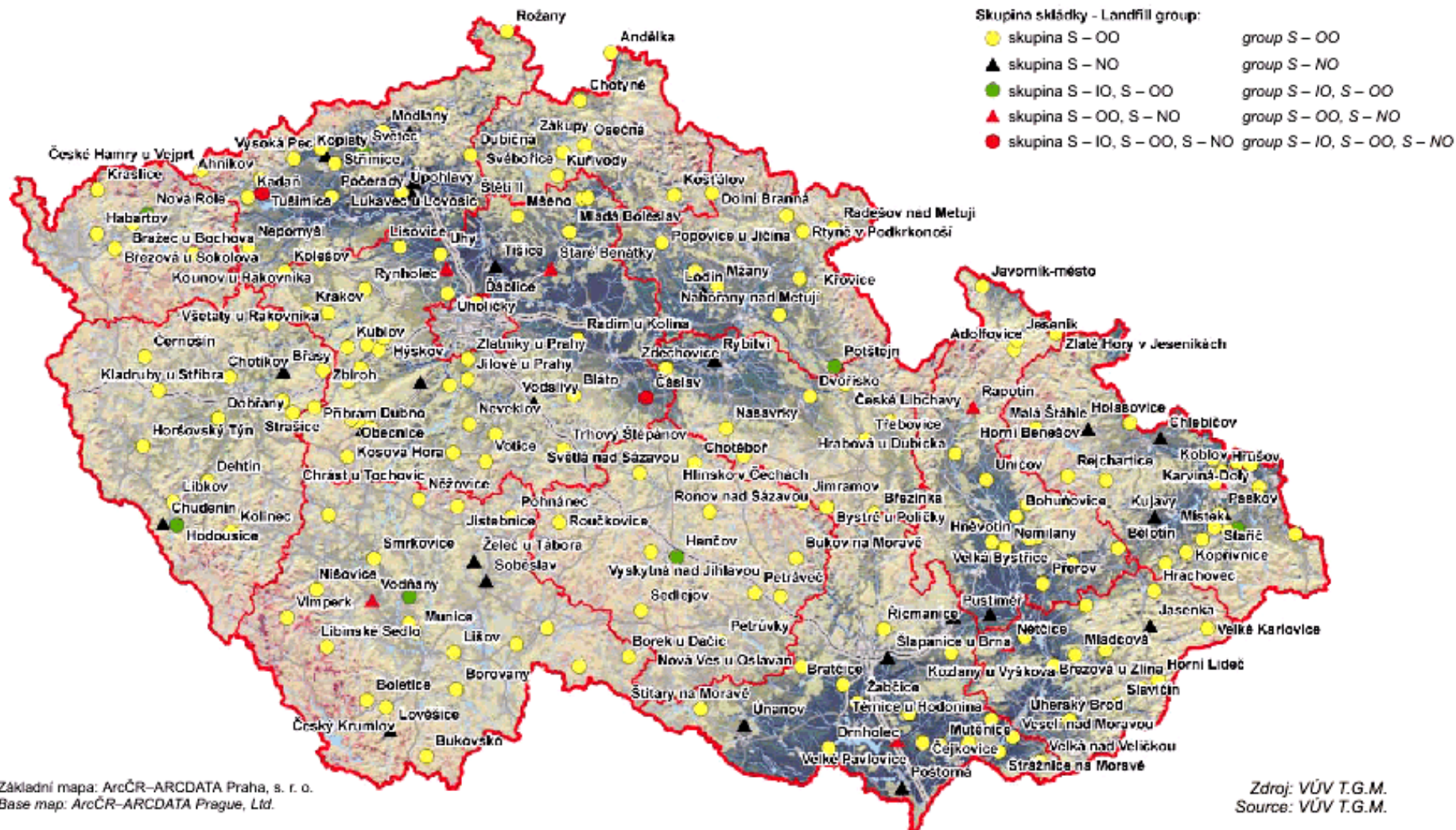
Obr. A3.6 Produkce nebezpečných a ostatních odpadů v krajích v r. 2003  
Production of hazardous waste and non-hazardous waste by region in 2003



Základní mapa: ArcČR-ARCDATA Praha, s. r. o.  
Base map: ArcČR-ARCDATA Prague, Ltd.

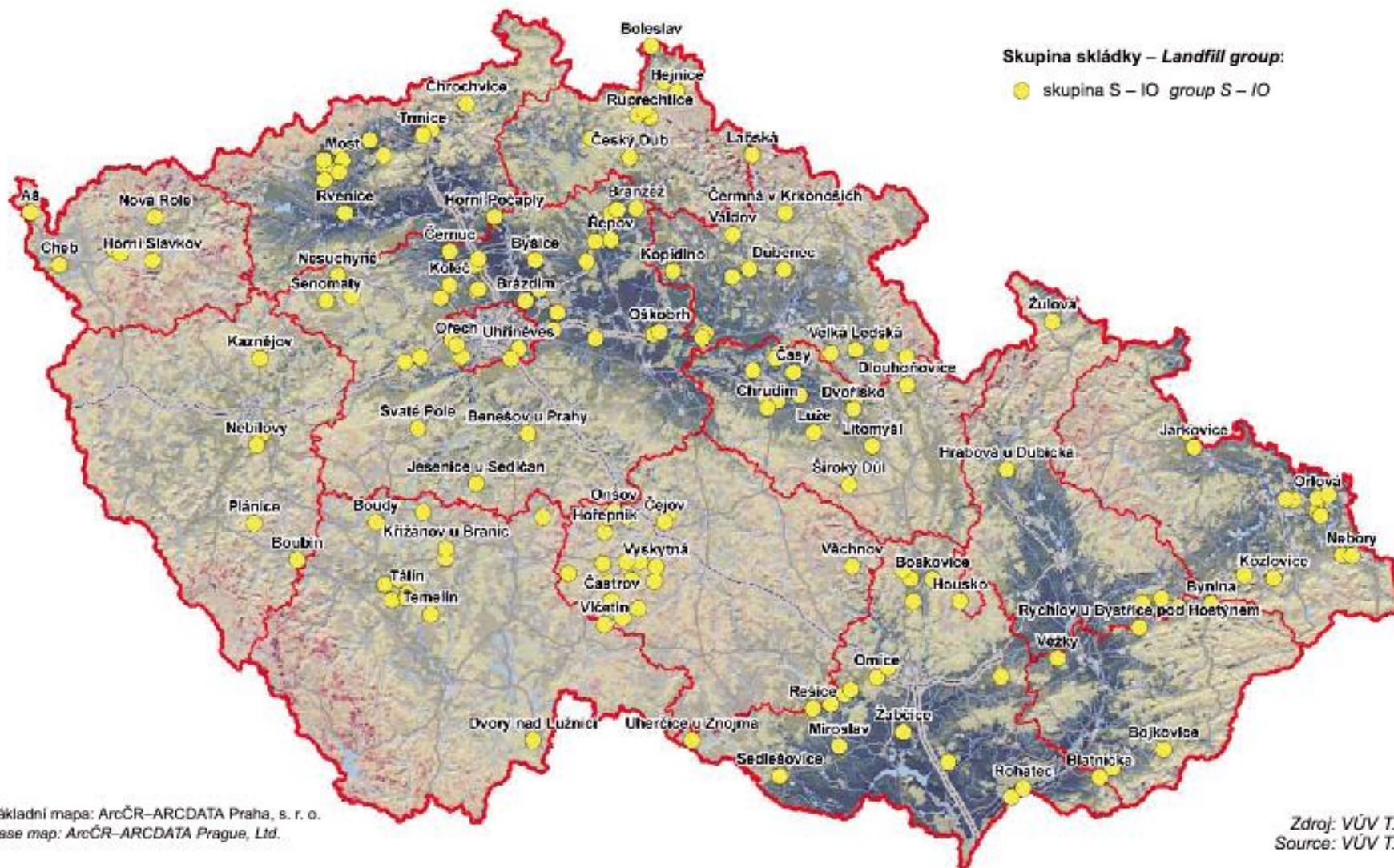
# Rozmístění skládek odpadů 2003

Obr. A3.3 Rozmístění skládek odpadů skupiny S – OO, S – NO a víceskupinové S – OO + S – NO, S – IO + S – OO + S – NO v r. 2003  
Location of landfills of group S – OO, S – NO and combined-group landfills S – OO + S – NO, S – IO + S – OO + S – NO in 2003



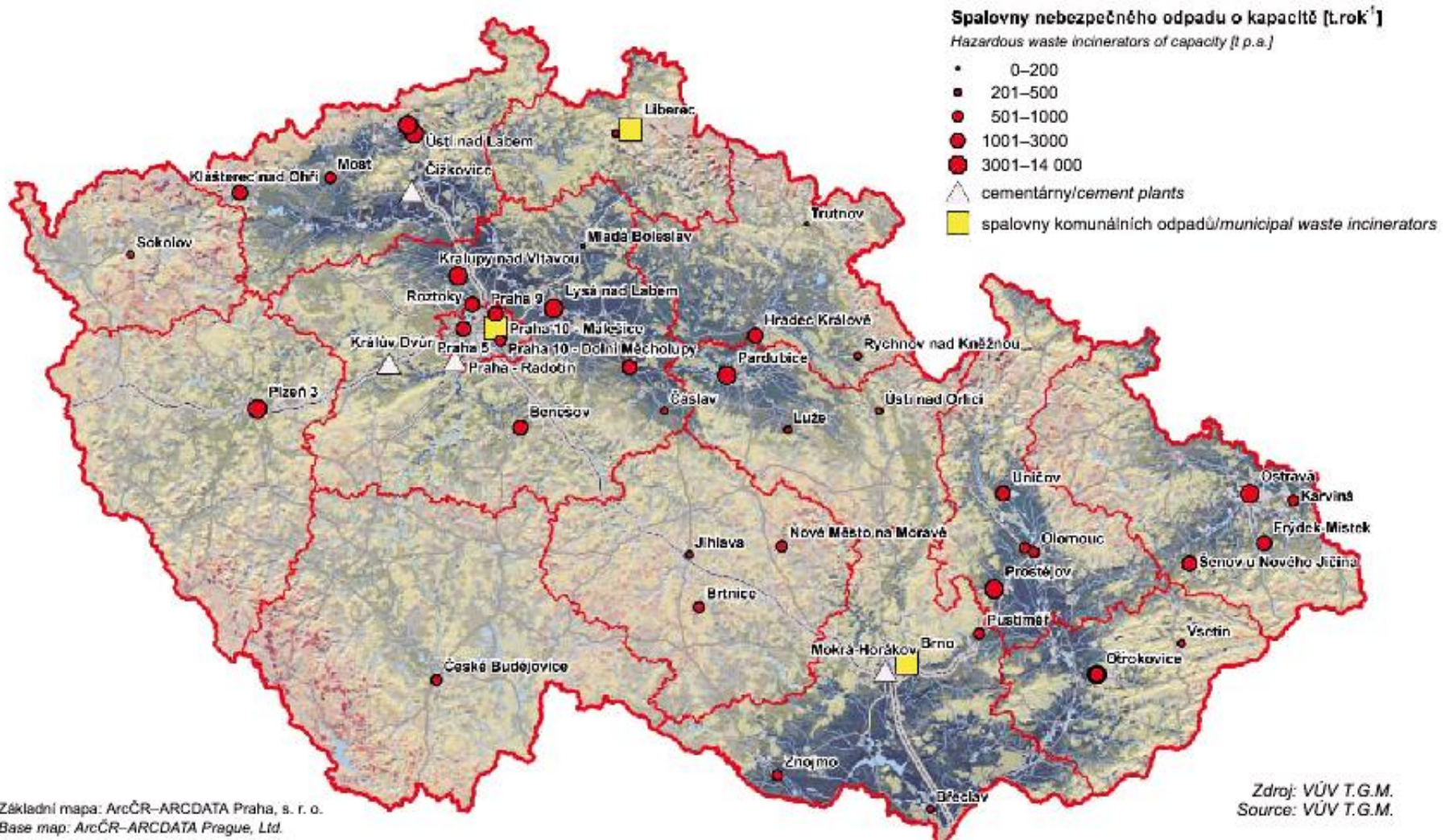
# Rozmístění skládek odpadů 2003

Obr. A3.4 Rozmístění skládek odpadů skupiny S – inertní odpad (S – IO) v r. 2003  
Location of landfills of group S – inert waste (S – IO) in 2003



# Rozmístění spaloven 2003

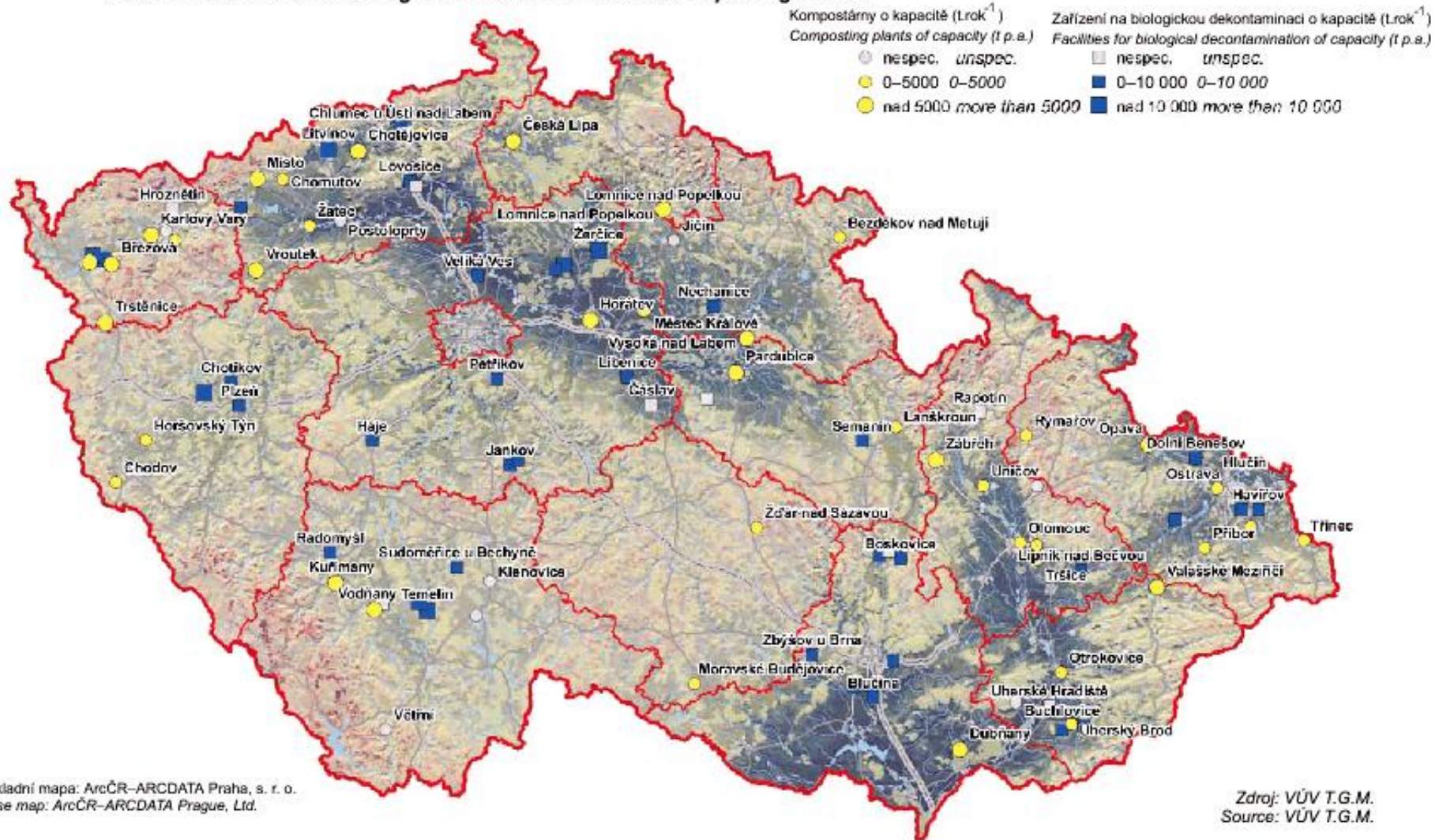
Obr. A3.2 Rozmístění spaloven odpadů včetně cementáren nakládajících s odpady v technologickém procesu v r. 2003  
Location of incinerators including cement plants managing the waste in a technological process in 2003





# Zařízení - bi dekontaminace a kompostování

Obr. A3.5 Rozmístění zařízení na biologickou dekontaminaci a kompostování v r. 2003  
Location of facilities for biological decontamination and composting in 2003



Základní mapa: ArcČR–ARCDATA Praha, s. r. o.  
Base map: ArcČR–ARCDATA Prague, Ltd.

Zdroj: VÚV T.G.M.  
Source: VÚV T.G.M.

# SPALOVNA ODPADŮ

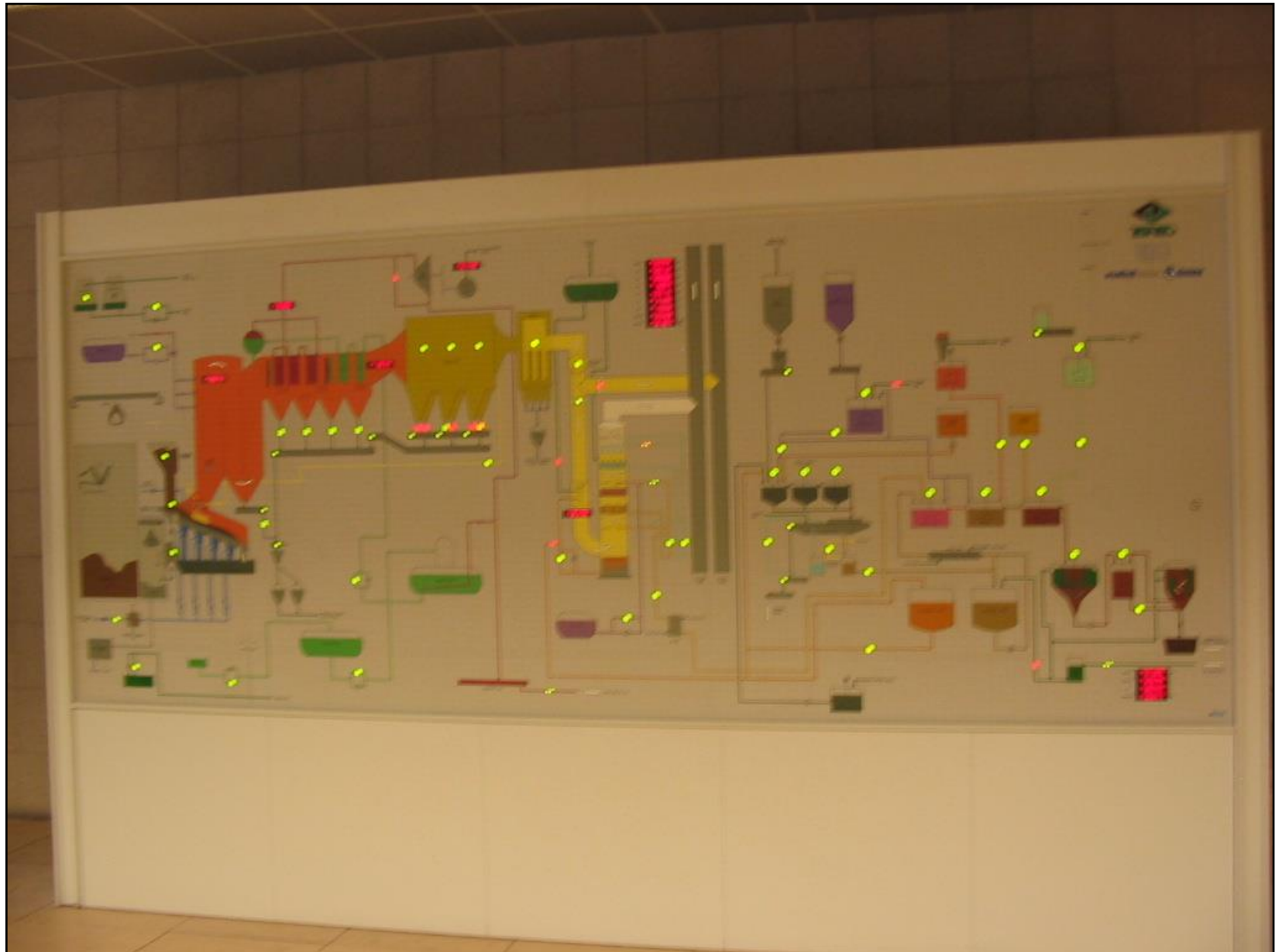


TERMIZO a.s.

# SPALOVNA ODPADŮ

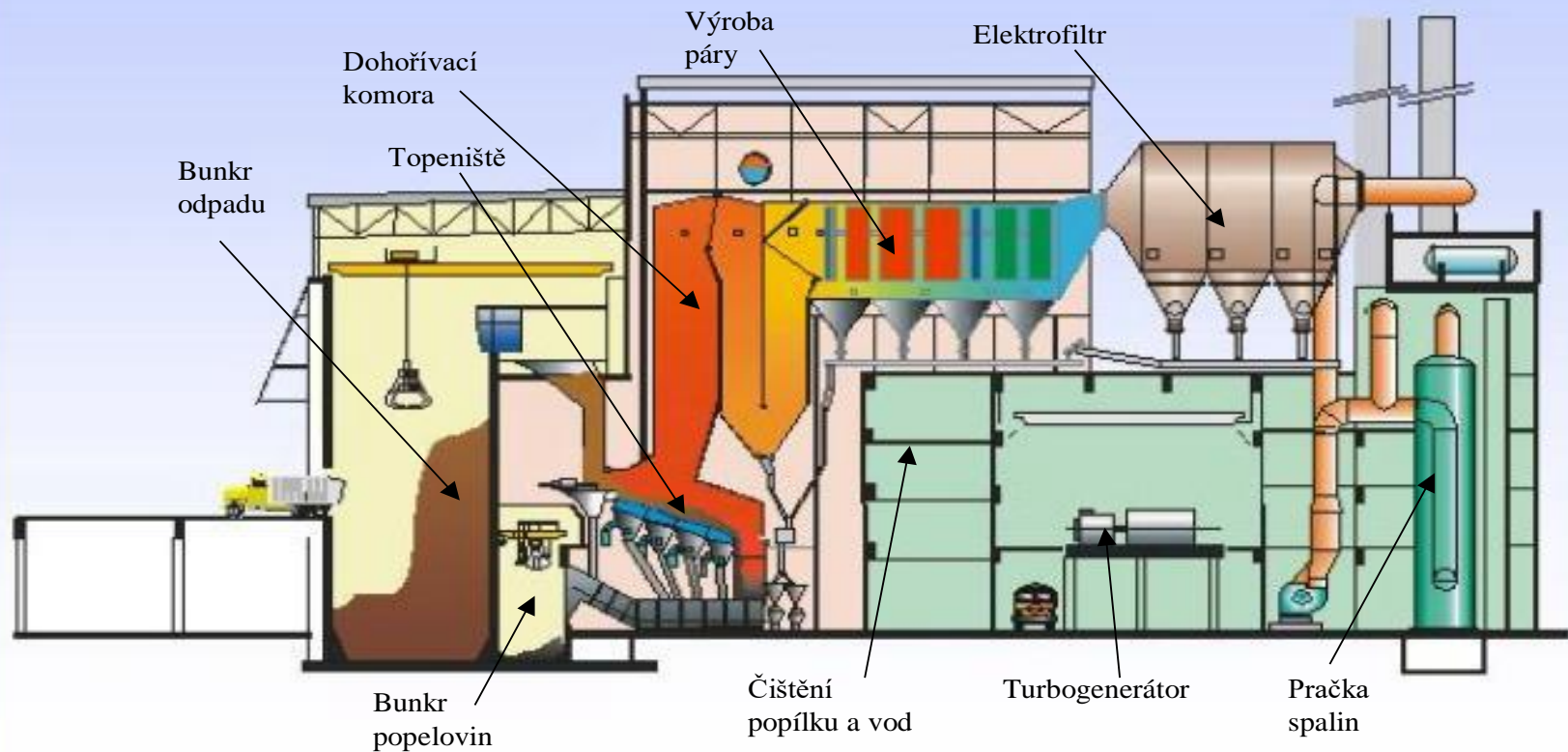


# SPALOVNA ODPADŮ



# SPALOVNA ODPADŮ

## USPOŘÁDÁNÍ APARÁTŮ



# SPALOVNA ODPADŮ

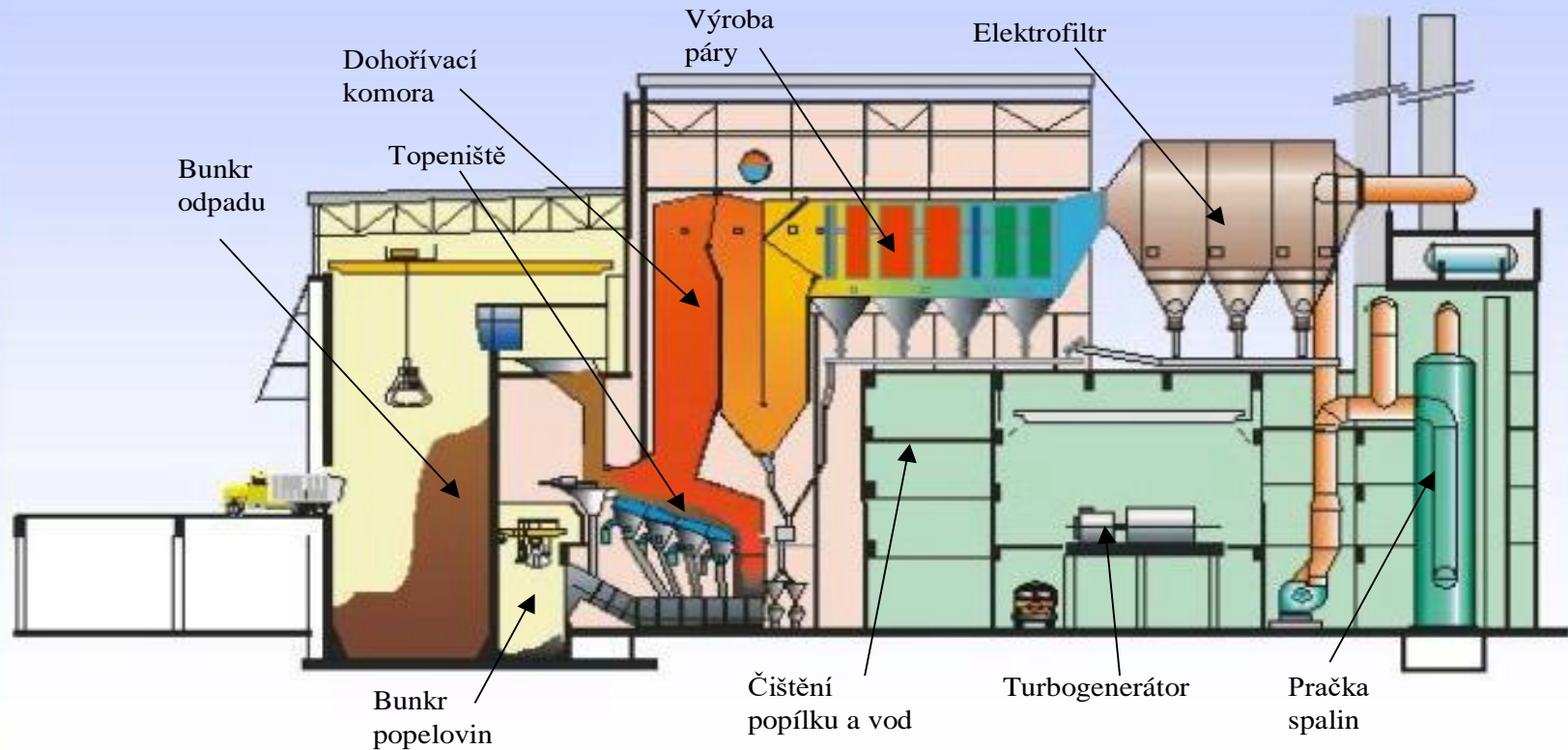


# SPALOVNA ODPADŮ



# SPALOVNA ODPADŮ

## USPOŘÁDÁNÍ APARÁTŮ





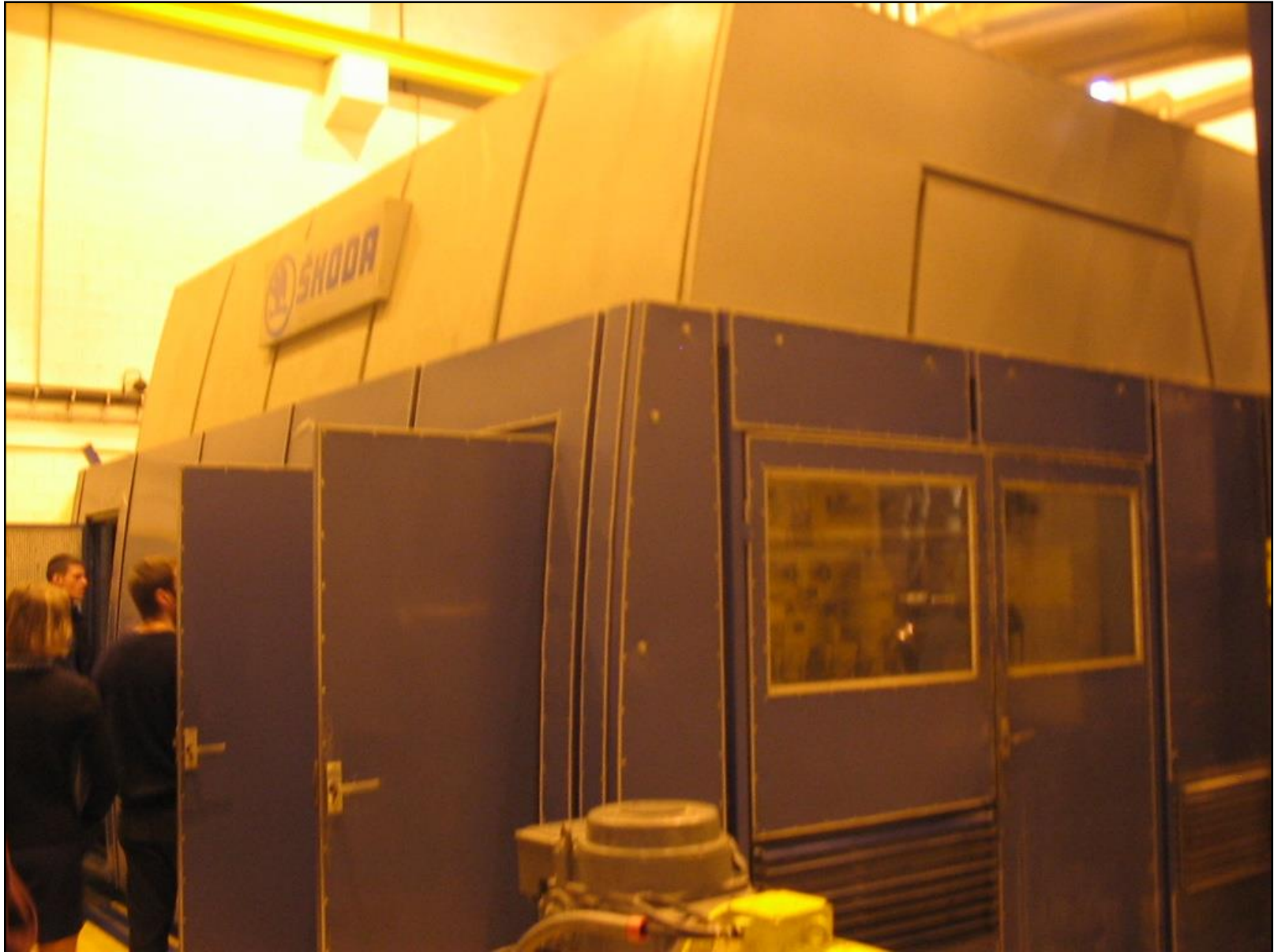
# SPALOVNA ODPADŮ



# SPALOVNA ODPADŮ

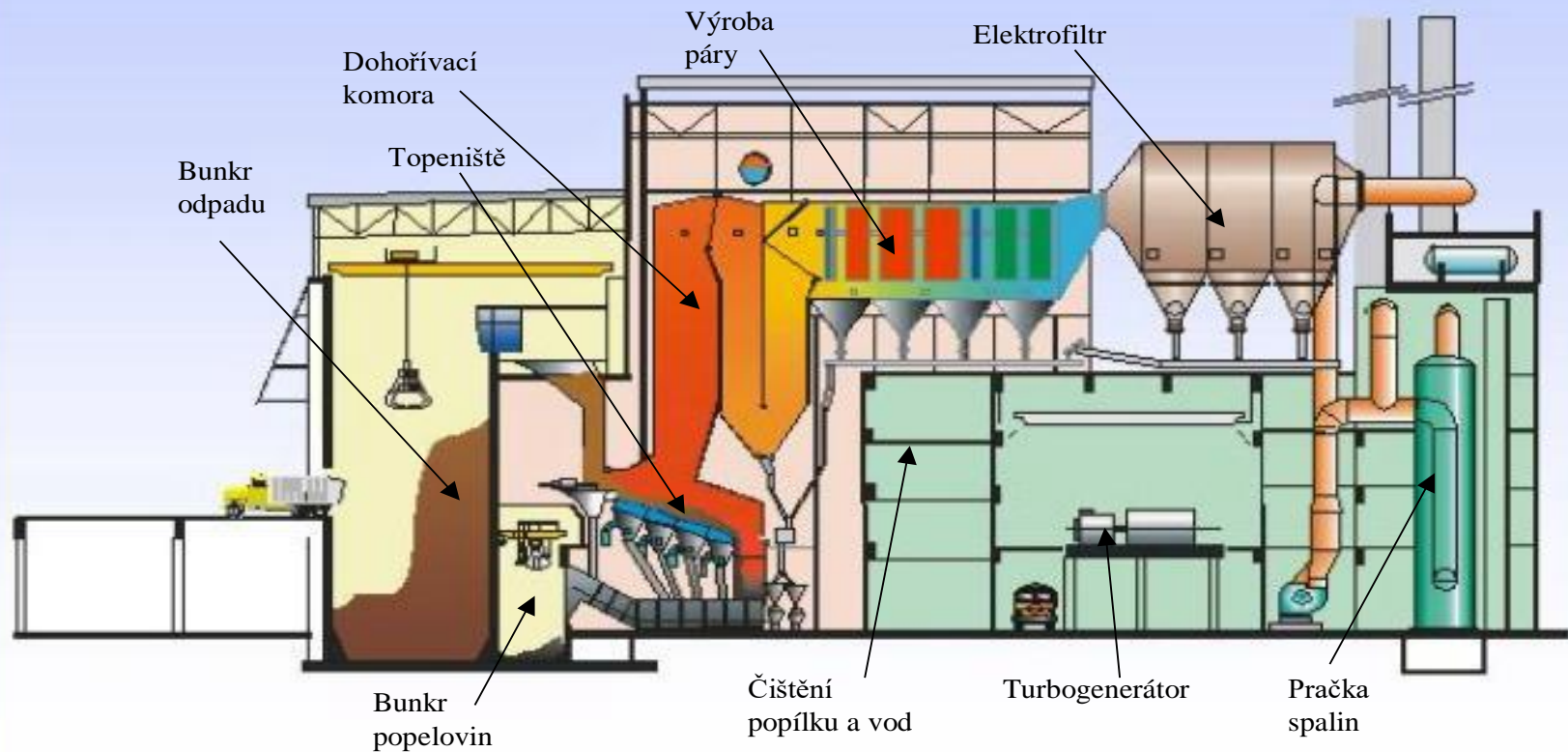


# SPALOVNA ODPADŮ



# SPALOVNA ODPADŮ

## USPOŘÁDÁNÍ APARÁTŮ



# SPALOVNA ODPADŮ

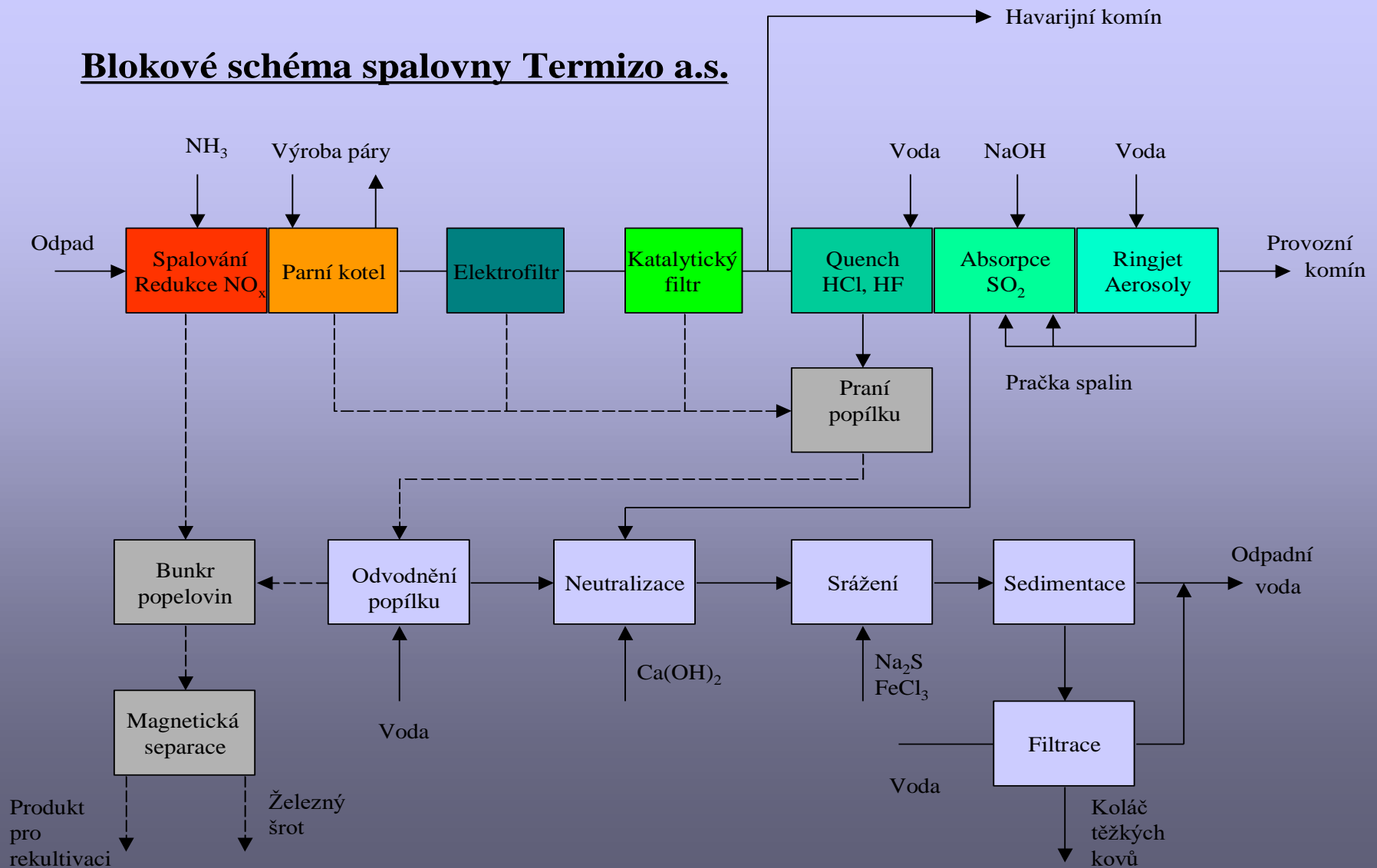


# SPALOVNA ODPADŮ



# SPALOVNA ODPADŮ

## Blokové schéma spalovny Termizo a.s.



# SPALOVNA ODPADŮ



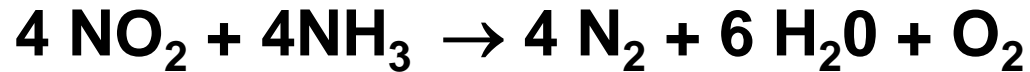


# SPALOVNA ODPADŮ



## OXIDY DUSÍKU:

- selektivní nekatalytická redukce amoniakem
- dávkování čpavkové vody do spalovací komory
- k redukci dochází při teplotě 850 – 950 °C
- reakce:



## **PCDD/F (dioxiny):**

- **záchyt na katalytickém textilním filtru Remedial**
- **proces Dediox**
- **schematická rovnice:**

**dioxiny → oxid uhličitý + voda + chlorovodík**

## **TĚŽKÉ KOVY:**

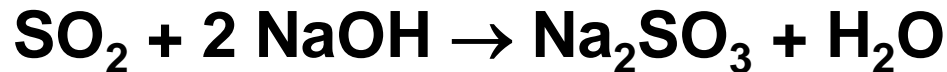
- **záchyt v elektrofiltru, tkaninovém filtru jako popílek**
- **první stupeň pračky spalin (Quench) – kondenzace Hg**
- **druhý a třetí stupeň pračky spalin**
- **kovy zachycené v prací vodě jsou zachytávány při čišťení pracích vod**

**Fluorovodík (HF), chlorovodík (HCl):**

- **záchyt v prvním stupni pračky spalin**
- **vzniklá kyselá vody je využita k loužení popílků**

## OXID SIŘIČITÝ:

- druhý stupeň pračky spalin – absorpce v roztoku hydroxidu sodného
- reakce

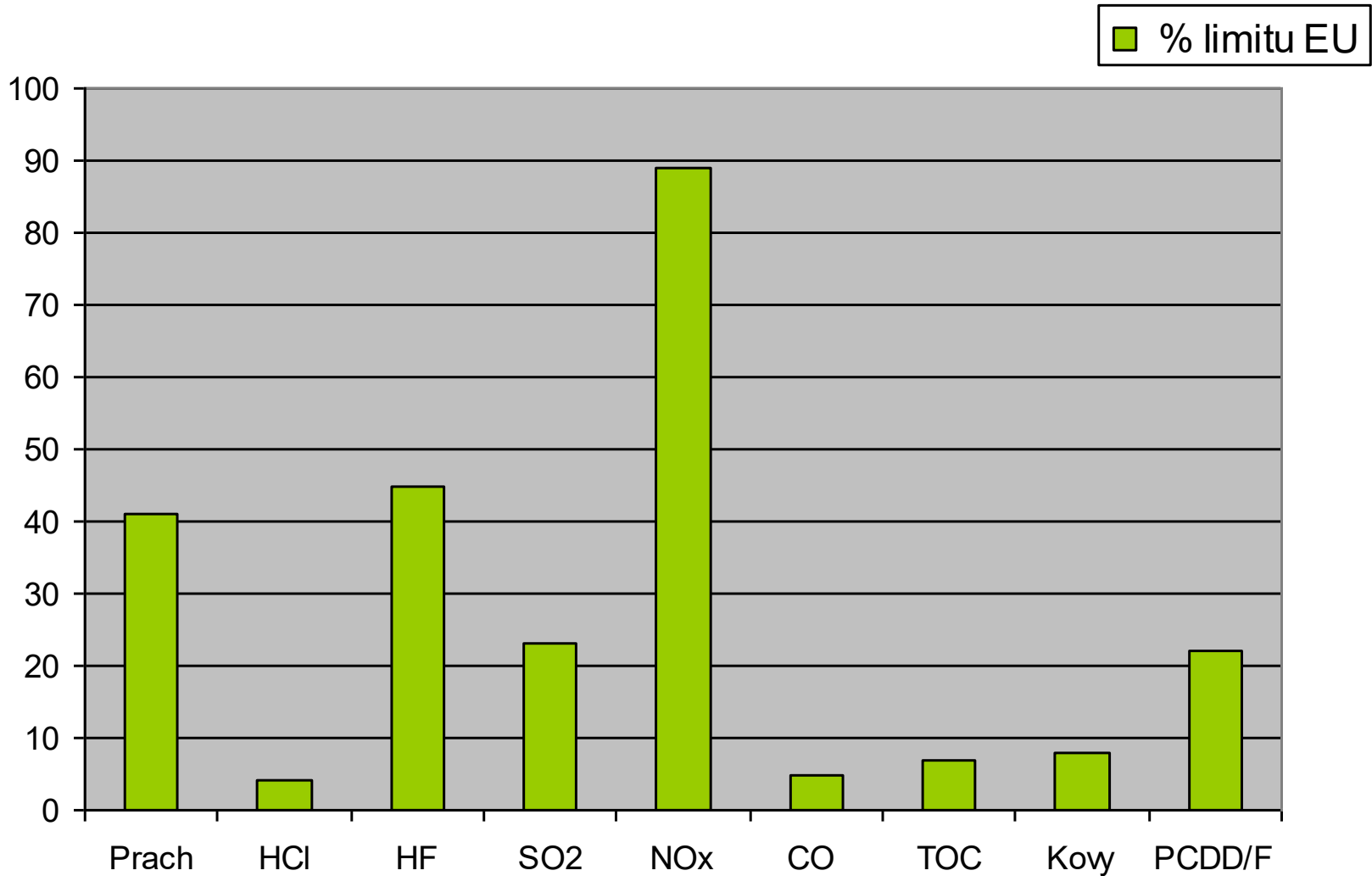


## **PRACH, AEROSOL:**

- **elektrický filtr**
- **tkaninový filtr**
- **pračka spalin, zvláště 3. stupeň – tryskový okruh (ringjet)**

# EMISE ZE SPALOVNY

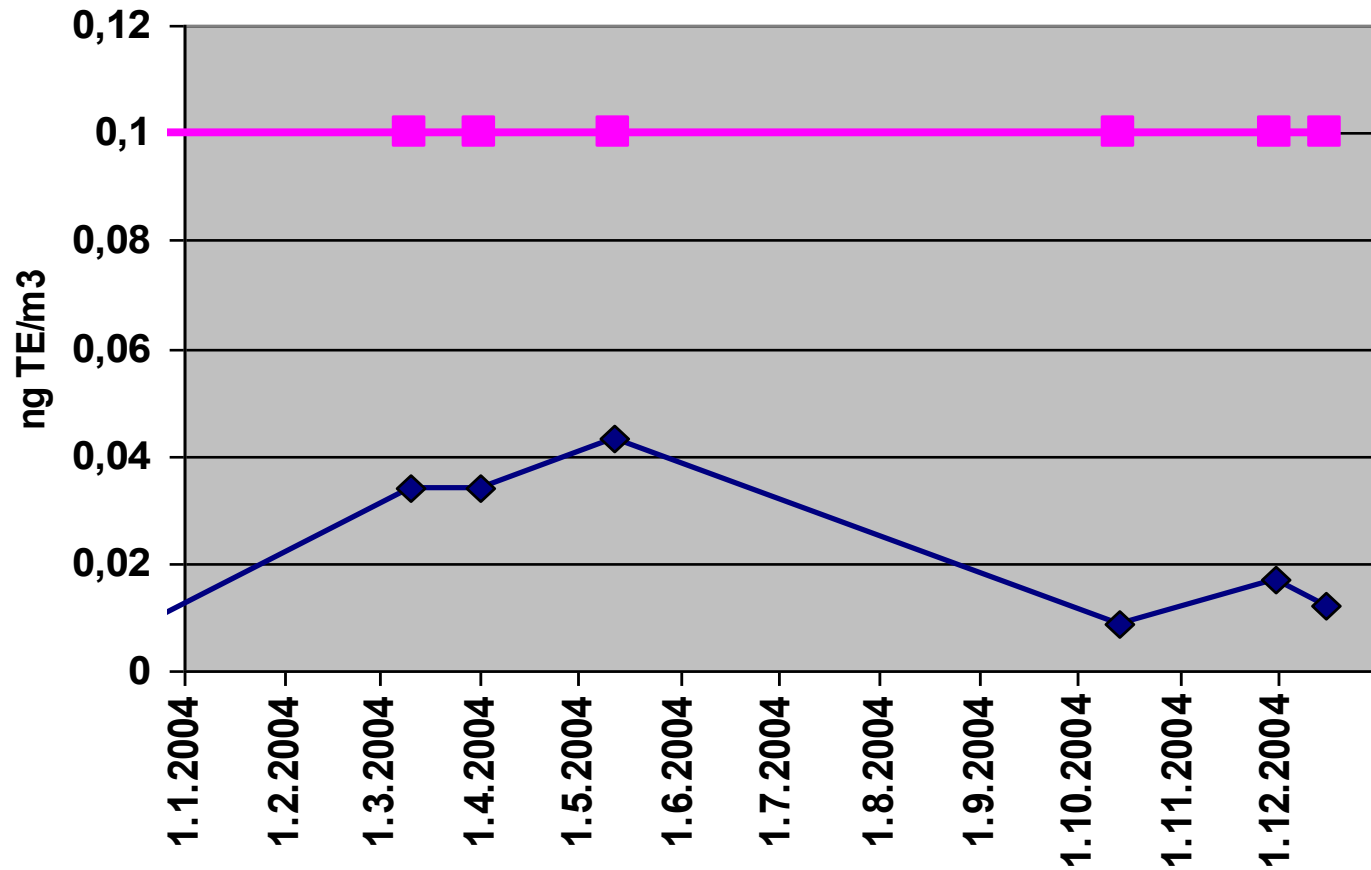
## Porovnání emisí TERMIZO a.s. s limitem EU





# EMISE DIOXINŮ ZE SPALOVNY

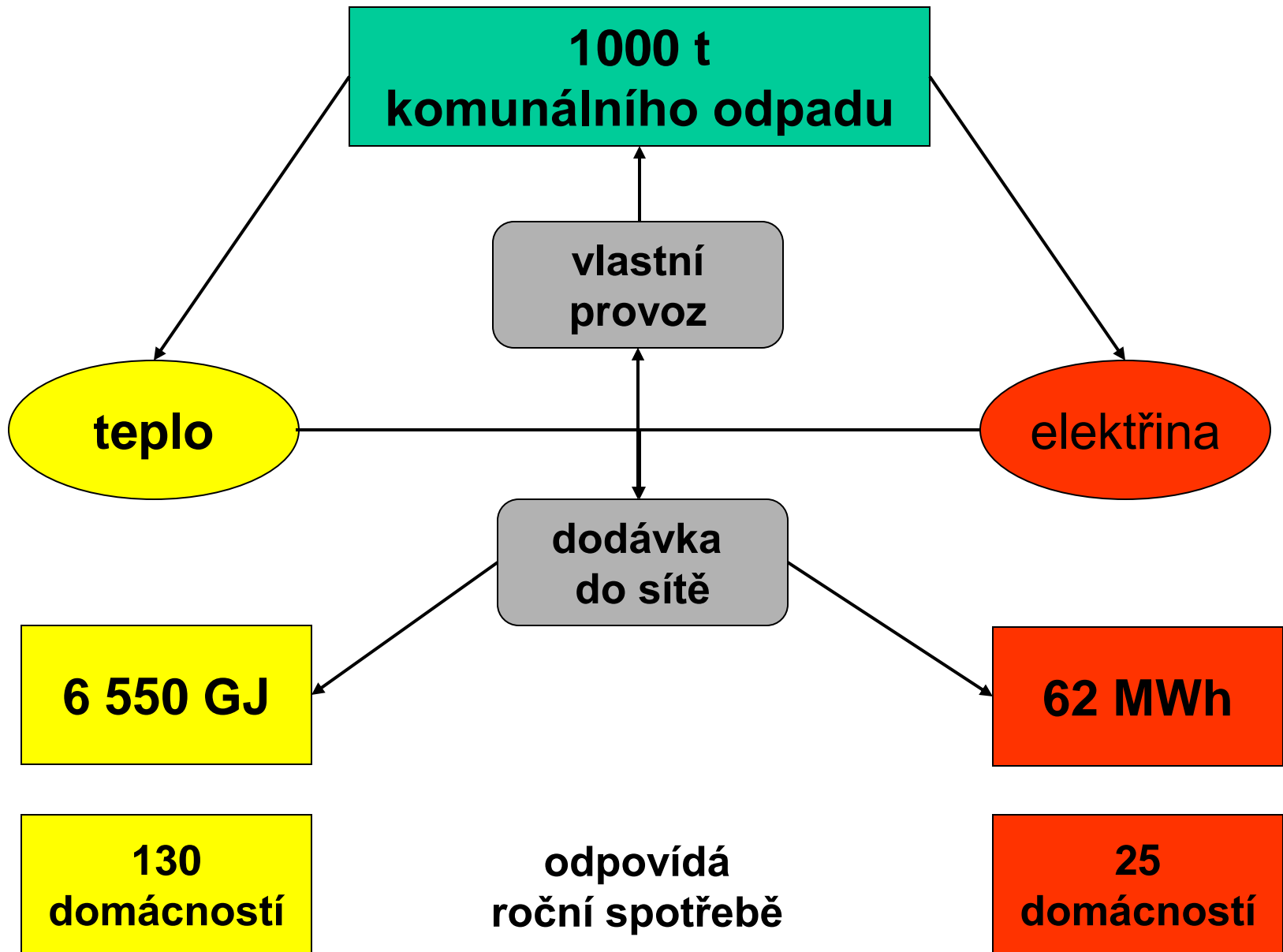
Výsledky měření obsahu dioxinů ve spalinách  
spalovny TERMIZO v roce 2004  
(označení limitu EU)



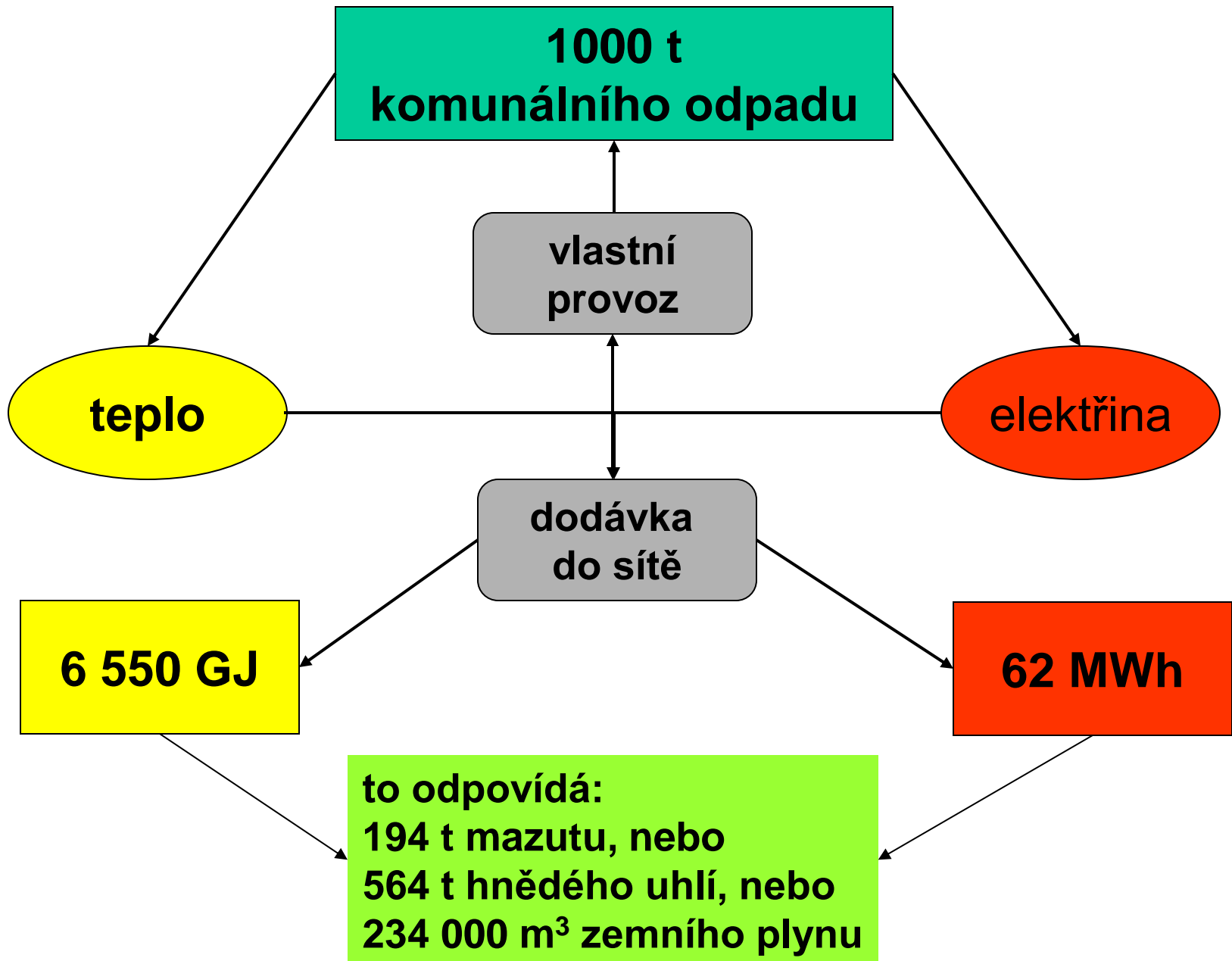
# **ENERGETICKÁ A MATERIÁLOVÁ BILANCE**

**PODLE PROVOZNÍCH VÝSLEDKŮ  
SPALOVNY TERMIZO a.s. Liberec  
2004**

# ENERGETICKÁ BILANCE



# ENERGETICKÁ BILANCE

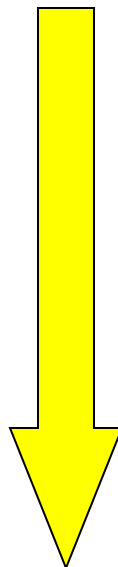


# ENERGETICKÁ BILANCE

**SPÁLENÍ**

**1000 t  
komunálního odpadu**

**PŘEDÁ DO SÍTĚ**



**ENERGII**

**která odpovídá:  
194 t mazutu, nebo  
564 t hnědého uhlí, nebo  
234 000 m<sup>3</sup> zemního plynu**

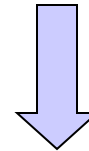
# MATERIÁLNÍ BILANCE

**1000 t**  
**komunálního odpadu**

**16 t**  
**železný šrot**

**380 t**  
**stavební mater.**

**12 t**  
**zabezpeč. odpad**



**RECYKLACE**

**SKLÁDKA**

# MATERIÁLNÍ BILANCE

