



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí

Doc. RNDr. Petr Anděl, CSc.

Ekotoxikologie terestrického ekosystému



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

# Posuzování vlivů na životní prostředí



Centrum pro výzkum  
toxických látek



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdelávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem  
České republiky



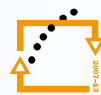
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdelávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

# Ekotoxikologie terestrického ekosystému



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí

1. Úvod do ekotoxikologie terestrického ekosystému
2. Toxikant v terestrickém ekosystému
3. Biosystém ve vztahu k toxikantu
4. **Expozice terestrického ekosystému**
5. Osud toxikantů v terestrickém ekosystému
6. Účinky toxikantu na úrovni organismu
7. Účinky toxikantů na úrovni populace
8. Účinky toxikantů na úrovni ekosystému – energie, hmota
9. Účinky toxikantů na úrovni ekosystému – řízení, vývoj
10. Metodika ekotoxikologického výzkumu



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**4.**

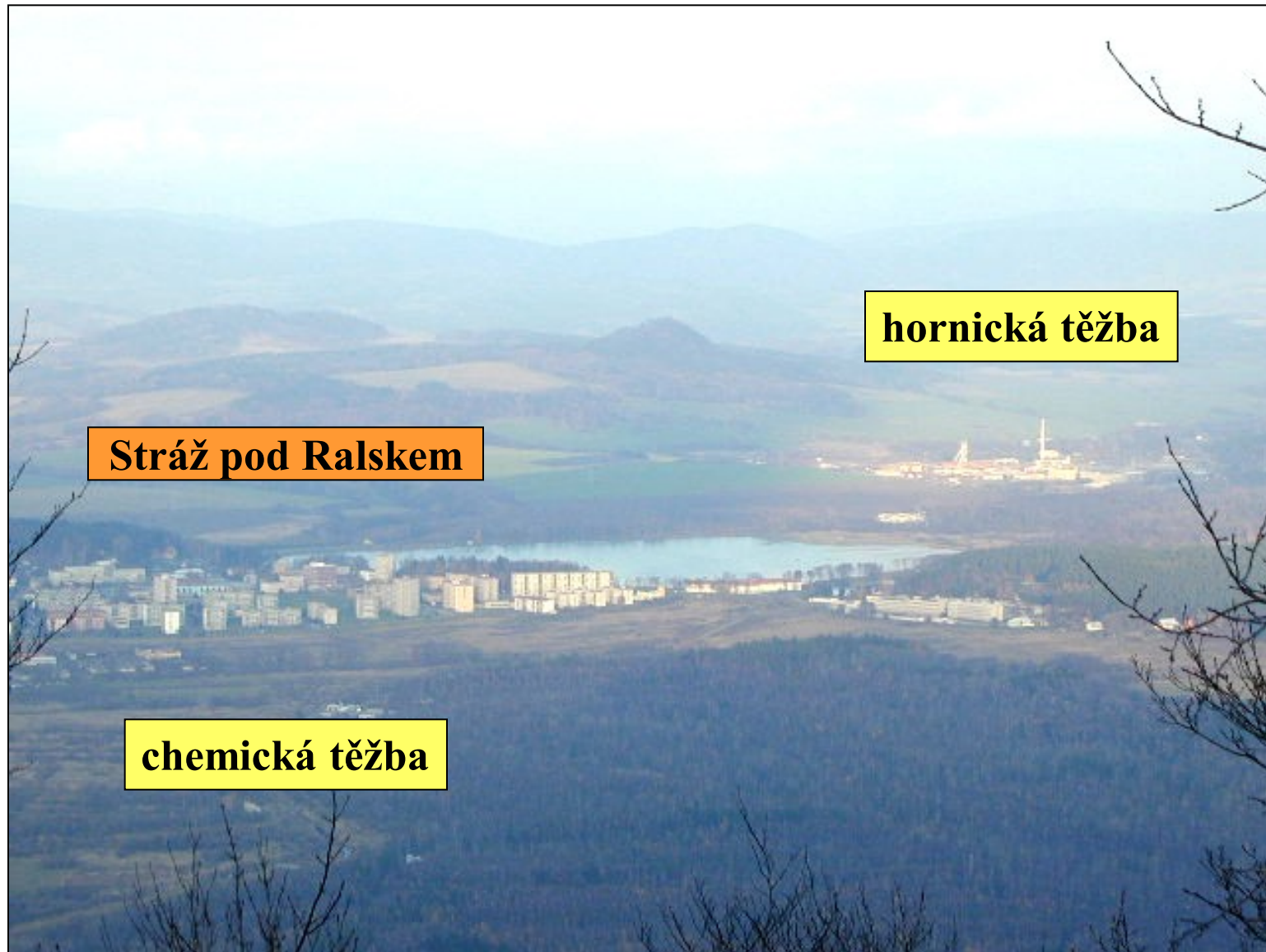
**EXPOZICE**

# *ZPŮSOBY TĚŽBY URANU*

# HRAD RALSKO



# STRÁŽ POD RALSKEM

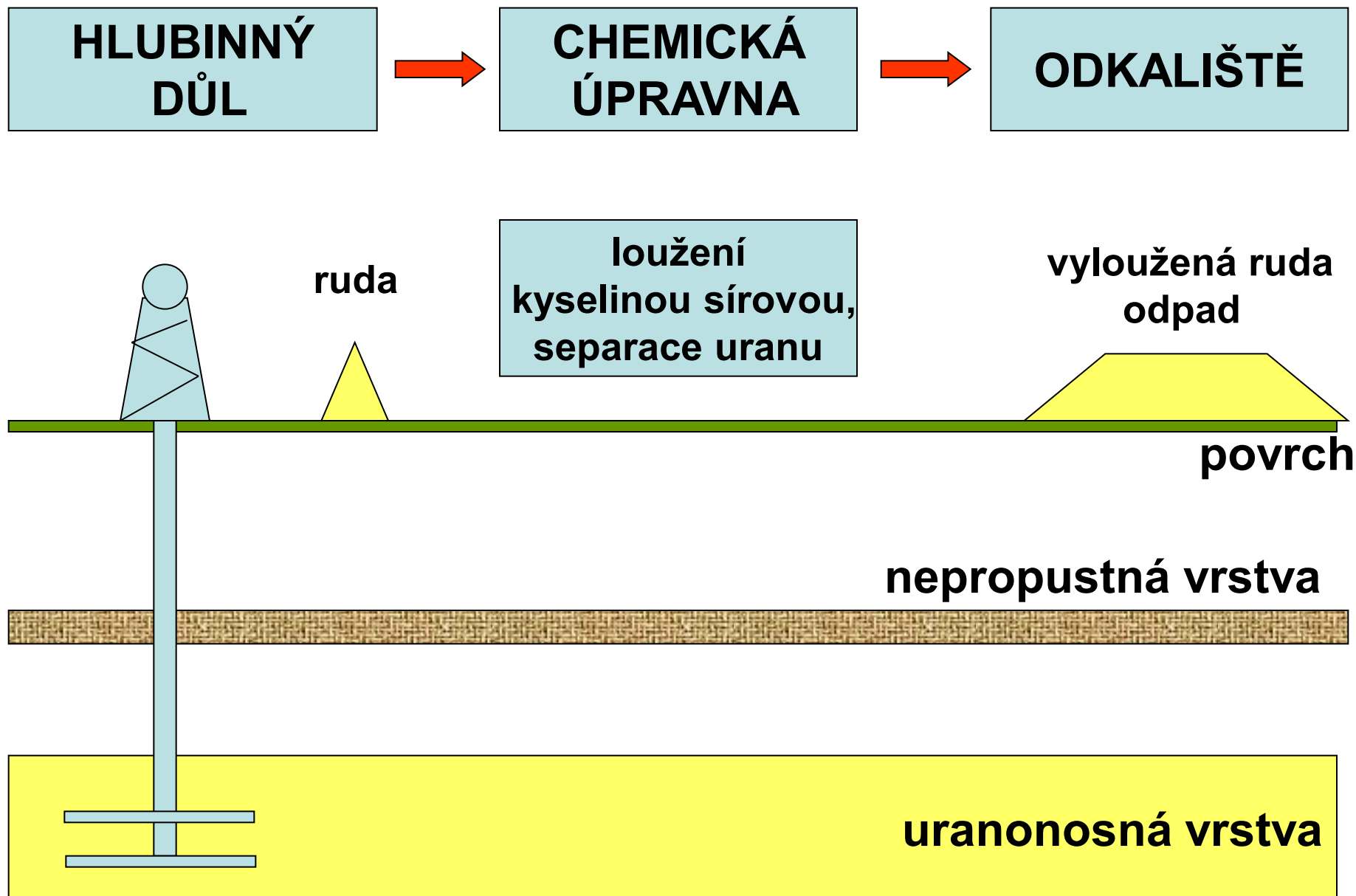


**Stráž pod Ralskem**

**chemická těžba**

**hornická těžba**

# HORNICKÁ TĚŽBA URANU





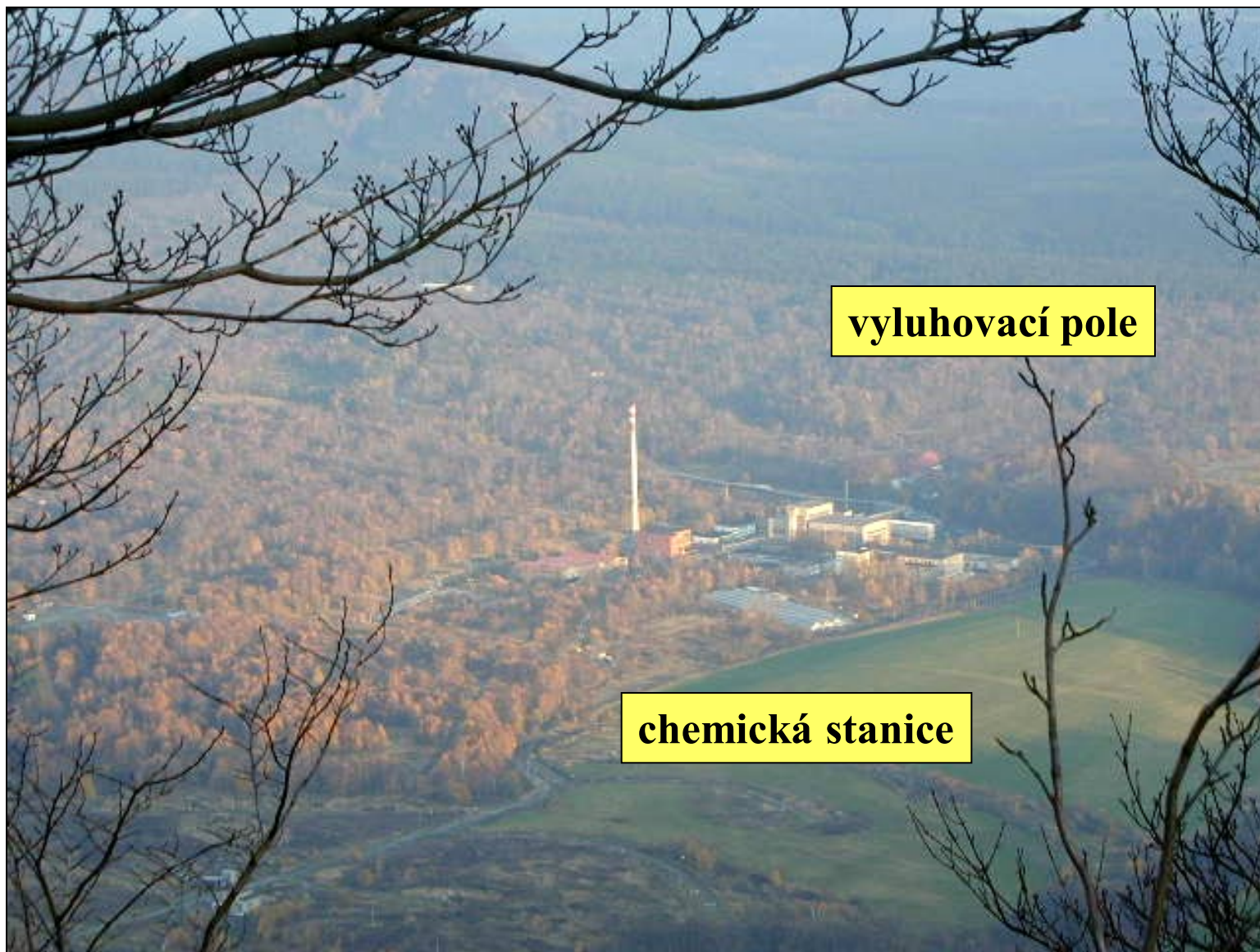
# CHEMICKÁ ÚPRAVNA



odkaliště

chemická úpravná

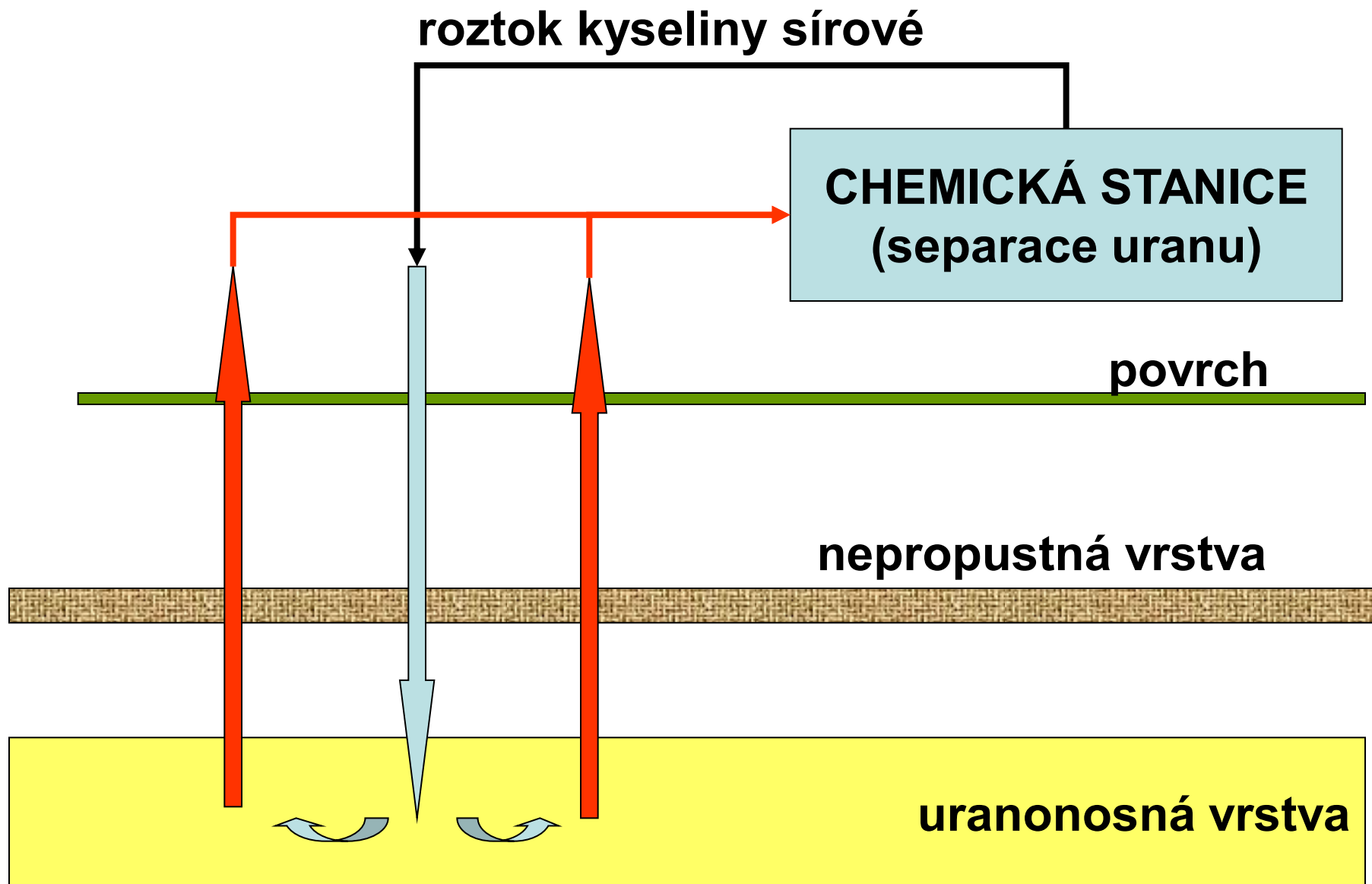
# CHEMICKÁ TĚŽBA



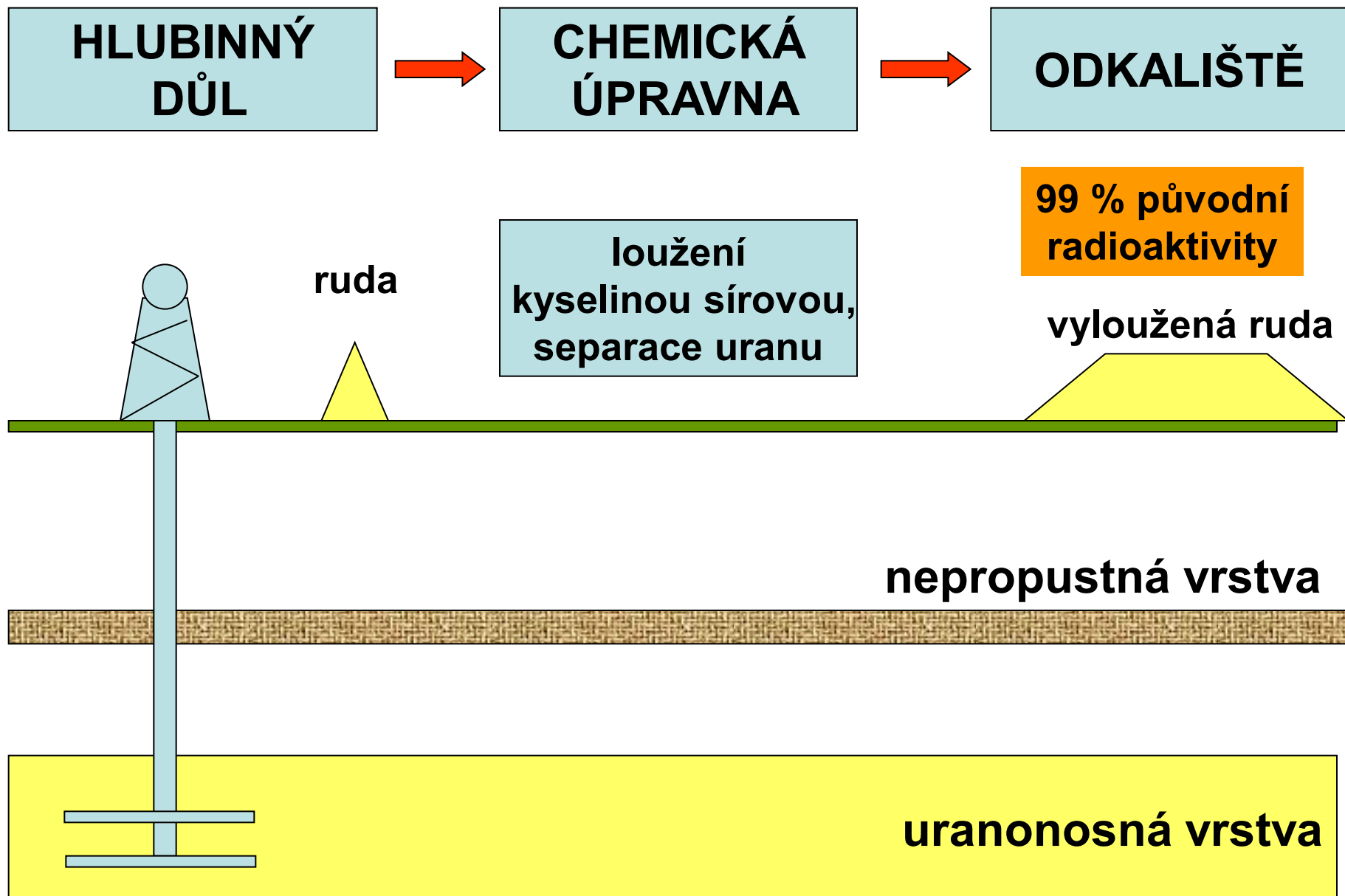
**vyluhovací pole**

**chemická stanice**

# CHEMICKÁ TĚŽBA URANU



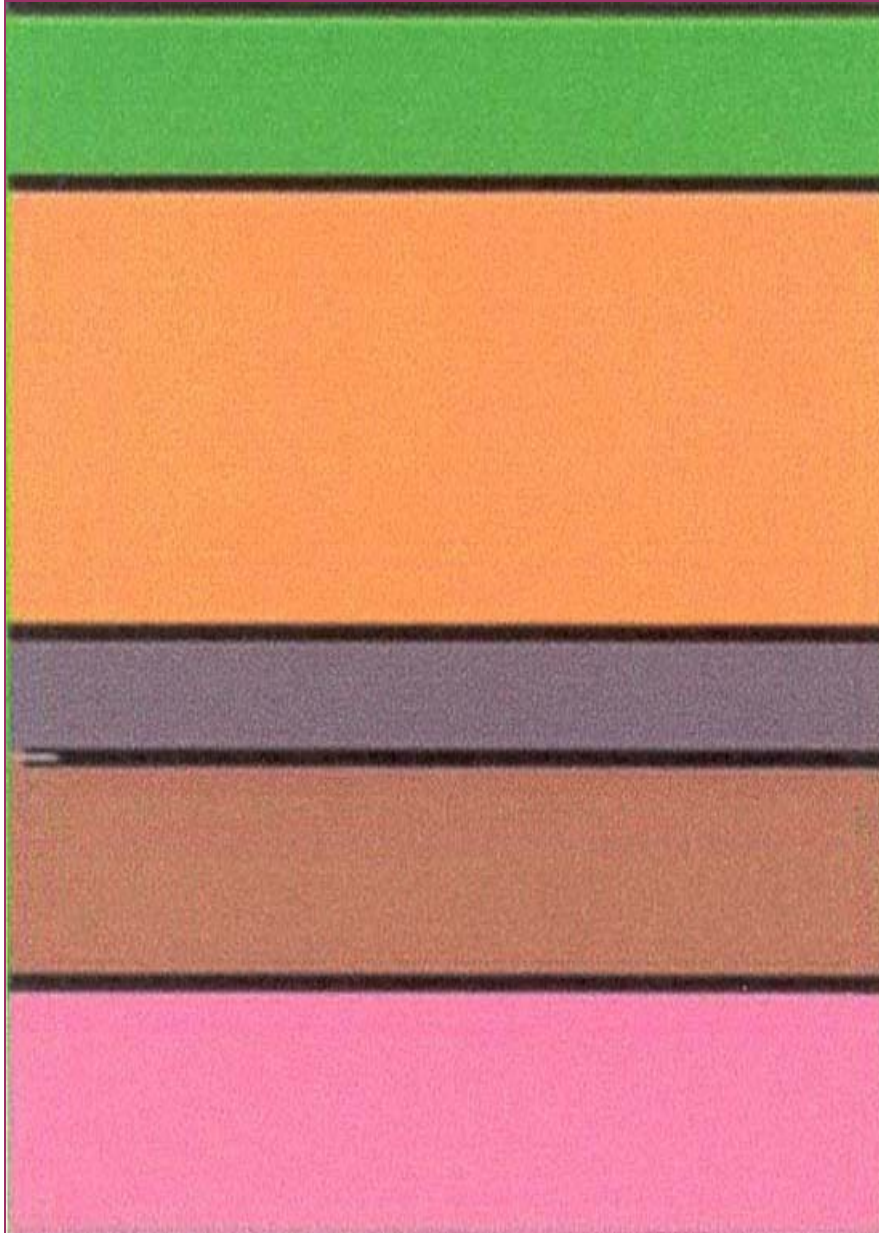
# HORNICKÁ TĚŽBA URANU



# Odkalistě



# Rekultivační vrstvy



**biologicky oživitelná vrstva 0,2 m**

**krycí vrstva z inertního materiálu  
0,5-0,8m**

**drenážní vrstva-kamenivo 0,2 m**

**izolační prvek- minerální těsnění  
3 x 0,2 m, nebo bentonitové rohože**

**upravené podloží, svahy a  
převarované pláže odkaliště**

**(Dokumentace EIA)**

# Využití pneumatik

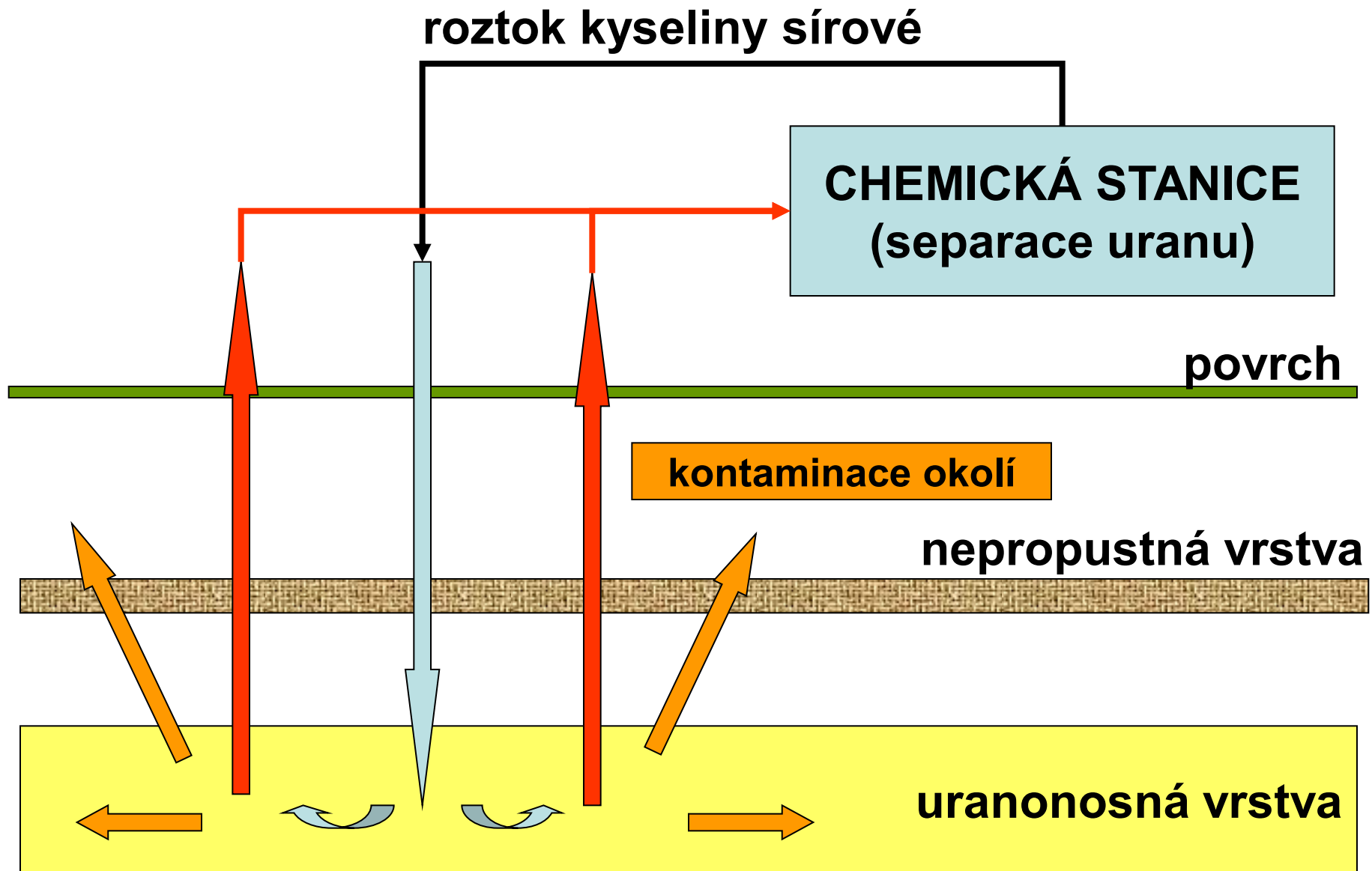


# Využití pneumatik





# CHEMICKÁ TĚŽBA - kontaminace



***SEVESO***

# SEVESO

- **Seveso – malé město v severní Itálii (25 km od Milána)**

# SEVESO

- **Seveso – malé město v severní Itálii (25 km od Milána)**
- **chemická továrna vyrábějící pesticidy**  
**TPC      2,4,5-trichlorfenol**

# SEVESO

- **Seveso – malé město v severní Itálii (25 km od Milána)**
- **chemická továrna vyrábějící pesticidy**  
**TPC      2,4,5-trichlorfenol**
- **10. 7. 1976 v poledne - únik plynu z chemického reaktoru**

# SEVESO

- **Seveso – malé město v severní Itálii (25 km od Milána)**
- **chemická továrna vyrábějící pesticidy  
TPC 2,4,5-trichlorfenol**
- **10. 7. 1976 v poledne - únik plynu z chemického reaktoru**
- **směs látek (hydroxid sodný, etylenglykol, TPC ...  
2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD)  
do 1 kg**

# SEVESO

- **Seveso – malé město v severní Itálii (25 km od Milána)**
- **chemická továrna vyrábějící pesticidy  
TPC 2,4,5-trichlorfenol**
- **10. 7. 1976 v poledne - únik plynu z chemického reaktoru**
- **směs látek (hydroxid sodný, etylenglykol, TPC ...  
2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD)  
do 1 kg**
- **mrak plynu zamořil území cca 18 km<sup>2</sup>**

# SEVESO

- **základní problém informovanost a koordinace akcí**
  - **týden trvalo, než se únik zveřejnil**
  - **další týden, než začala evakuace**



# SEVESO

- **základní problém informovanost a koordinace akcí**
  - týden trvalo, než se únik zveřejnil
  - další týden, než začala evakuace
- **rozsáhlá akce - snaha zabránit další expozici**
  - evakuace zóny A – cca 740 obyvatel
  - zákaz konzumace místní potravin
  - likvidace domácích zvířat
  - čištění nejvíce kontaminovaných lokalit
  - doporučení potratů u exponovaných žen

# SEVESO

- **základní problém informovanost a koordinace akcí**
  - týden trvalo, než se únik zveřejnil
  - další týden, než začala evakuace
- **rozsáhlá akce - snaha zabránit další expozici**
  - evakuace zóny A – cca 740 obyvatel
  - zákaz konzumace místní potravin
  - likvidace domácích zvířat
  - čištění nejvíce kontaminovaných lokalit
  - doporučení potratů u exponovaných žen
- **Seveso – symbol pro chemické havárie**  
**Směrnice EU – Seveso Directive (1982)**

# ***HODNOCENÍ EXPOZICE***

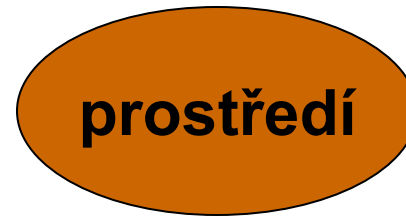
- obecné zákonitosti expozice***
- expozice na úrovni ekosystému***
- expozice na úrovni organismu***

# 4.1. OBECNÉ ZÁKONITOSTI

## 4.1.1

# Základní pojmy koloběhu hmoty

# ZÁSOBNÍKY A ROZHHRANÍ

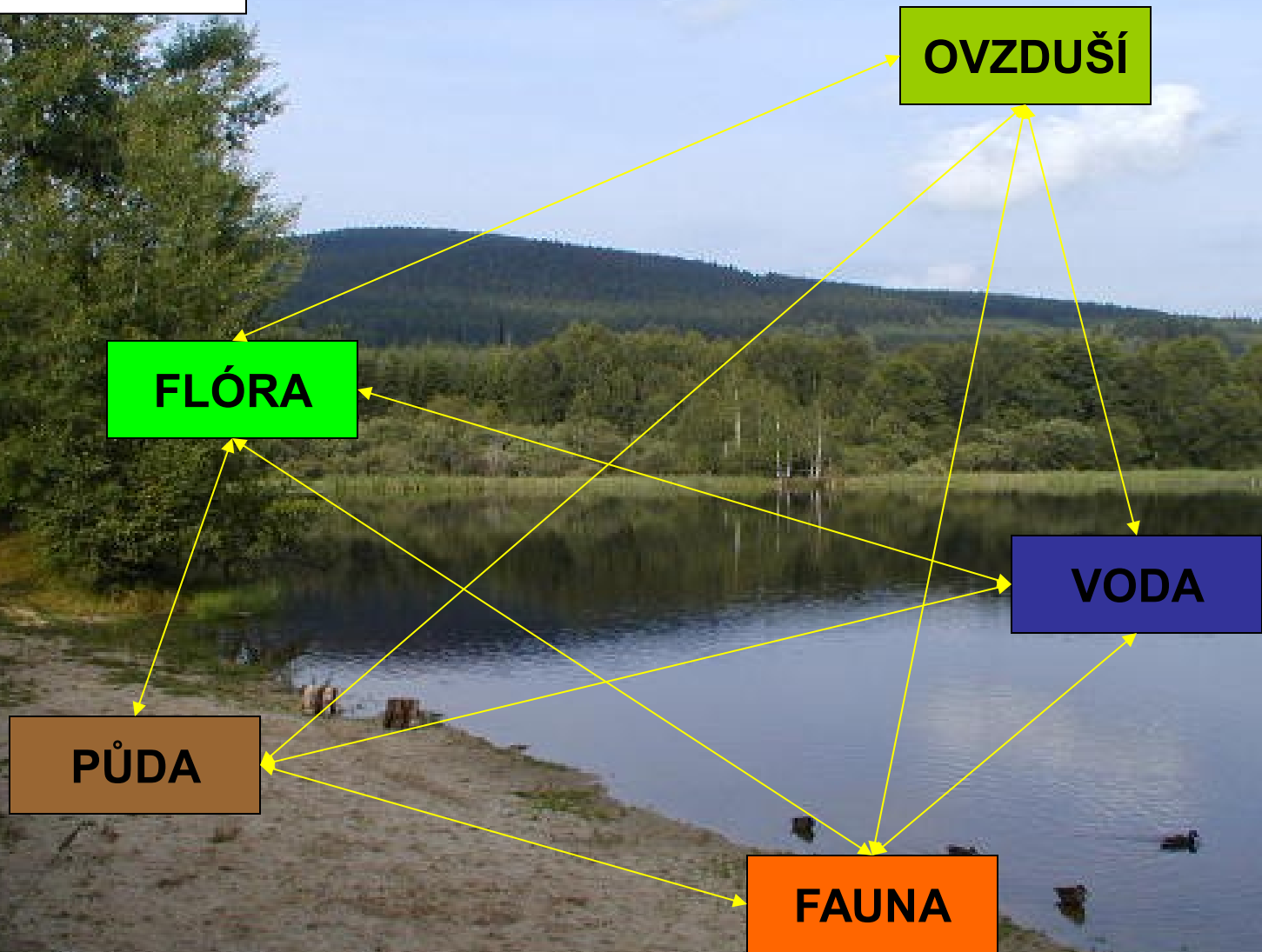


**rozhraní**

# **ZÁSOBNÍK**

# ROZDĚLENÍ NA ZÁKLADNÍ SLOŽKY

ZÁSOBNÍKY





# CHARAKTERISTIKA ZÁSObNÍKU

**Základní charakteristiky:**

**1. objem zásobníku (V) – objemové jednotky, m<sup>3</sup>**

# CHARAKTERISTIKA ZÁSObNÍKU

**Základní charakteristiky:**

- 1. objem zásobníku (V) – objemové jednotky, m<sup>3</sup>**
- 2. hmotnost zásobníku (M) – hmotnostní jednotky**
  - v geochemii zásadně gramech
  - hlavní jednotkou 1 Tg (teragram) = 10<sup>12</sup> g

# CHARAKTERISTIKA ZÁSObNÍKU

**Základní charakteristiky:**

- 1. objem zásobníku (V) – objemové jednotky, m<sup>3</sup>**
- 2. hmotnost zásobníku (M) – hmotnostní jednotky**
  - v geochemii zásadně gramech
  - hlavní jednotkou 1 Tg (teragram) = 10<sup>12</sup> g
- 3. množství toxikantu v zásobníku (m)**
  - počet molů, hmotnost, objem, aktivita

# CHARAKTERISTIKA ZÁSObNÍKU

**Základní charakteristiky:**

- 1. objem zásobníku (V) – objemové jednotky, m<sup>3</sup>**
- 2. hmotnost zásobníku (M) – hmotnostní jednotky**
  - v geochemii zásadně gramech
  - hlavní jednotkou 1 Tg (teragram) = 10<sup>12</sup> g
- 3. množství toxikantu v zásobníku (m)**
  - počet molů, hmotnost, objem, aktivita
- 4. koncentrace toxikantu v zásobníku**
  - = množství látky vztažené na velikost zásobníku
  - hmotnostní a objemové koncentrace
  - relativní koncentrace: %, promile, ppm (1 milióntina)



# Charakteristika zásobníku

## 5. Homogenita zásobníku

**Předpoklad pro stanovení koncentrace:**

- **ideální stav – homogenní zásobník**
- **v praxi – častá heterogenita  
nutnost rozdělení na dílčí části**

A photograph of a forest with tall, thin trees and a grassy ground. A yellow box with the text 'Stanoviště' is overlaid at the bottom.

**Stanoviště**

# SMRKOVÝ LES



**HORSKÝ LES VE STÁDIU KMENOVINY**



# SMRKOVÝ LES



**SKALNÍ VÝCHOZY POSKYTUJÍ ŘADU RŮZNÝCH BIOTOPŮ**

# SMRKOVÝ LES



**PRAMENIŠTĚ**

# SMRKOVÝ LES



**POROST BRUSNICE BORŮVKY**

# SMRKOVÝ LES



**POROST MECHŮ**

# SMRKOVÝ LES



**TROUČNIVĚJÍCÍ PAŘEZ S POROSTEM DUTOHLÁVEK**

# SMRKOVÝ LES



**KMEN SMRKU POROSTLÝ EPIFYTICKÝMI LIŠEJNÍKY**

# SMRKOVÝ LES



**ROZKLÁDAJÍCÍ SE KMEN S DŘEVOKAZNÝMI HOUBAMI**



**Vzorkování půd**



# Vzorkování půd



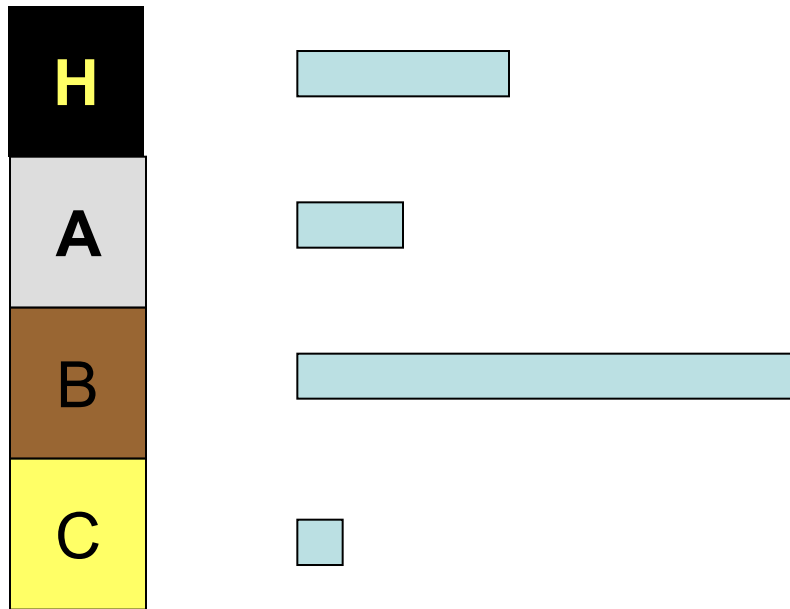
**antropozem**



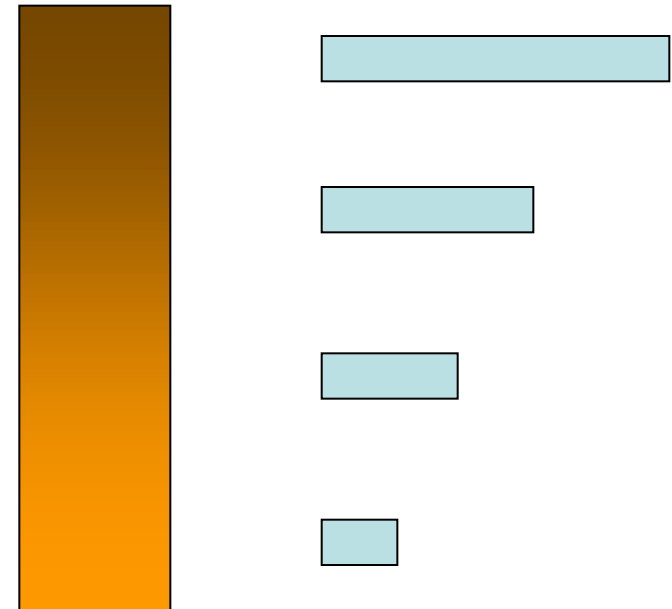
**kambizem dystrická**

# Vzorkování půd

Schematické rozložení toxikantů v půdních profilech:



lesní půda – podzol



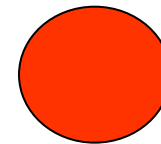
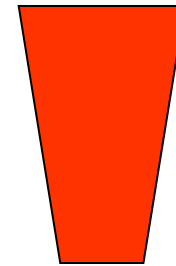
zemědělská půda - hnědozem

# Vzorkování půd



**pseudoglej**

**Při odběru půdních vzorků  
je třeba vždy respektovat  
strukturu půdního profilu !**



# Charakteristika zásobníku

## 6. Průměrná doba setrvání látky v zásobníku

orientační výpočet:

= množství látky v zásobníku : rychlost vstupu  
(předpoklad: rychlost vstupu = rychlost výstupu)

# Charakteristika zásobníku

## 6. Průměrná doba setrvání látky v zásobníku

orientační výpočet:

= množství látky v zásobníku : rychlost vstupu  
(předpoklad: rychlost vstupu = rychlost výstupu)

příklad:

- vodní nádrž o objemu  $100 \text{ m}^3$
- průtok =  $2 \text{ m}^3/\text{s}$
- průměrná doba zdržení vody v nádrži =  $100 : 2 = 50 \text{ s}$



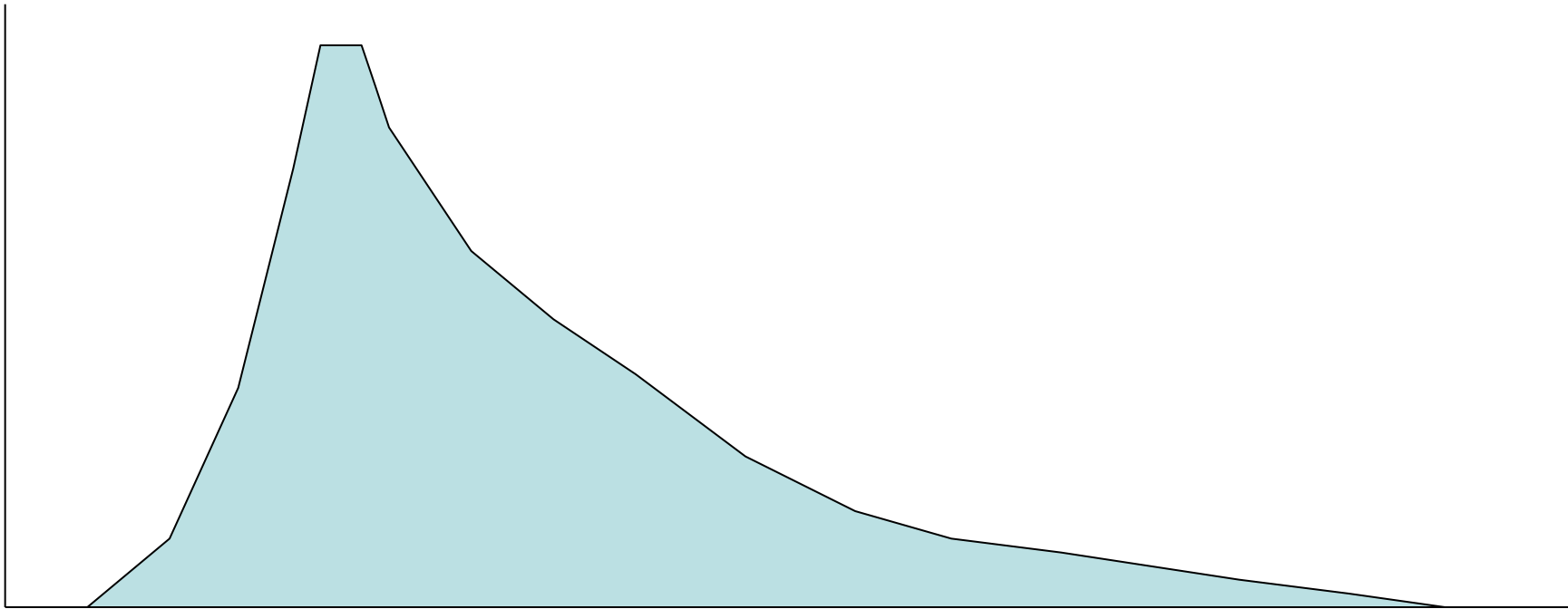
**Doba zdržení v reálných nádržích**

# Doba zdržení v reálných nádržích



# Doba zdržení v reálných nádržích

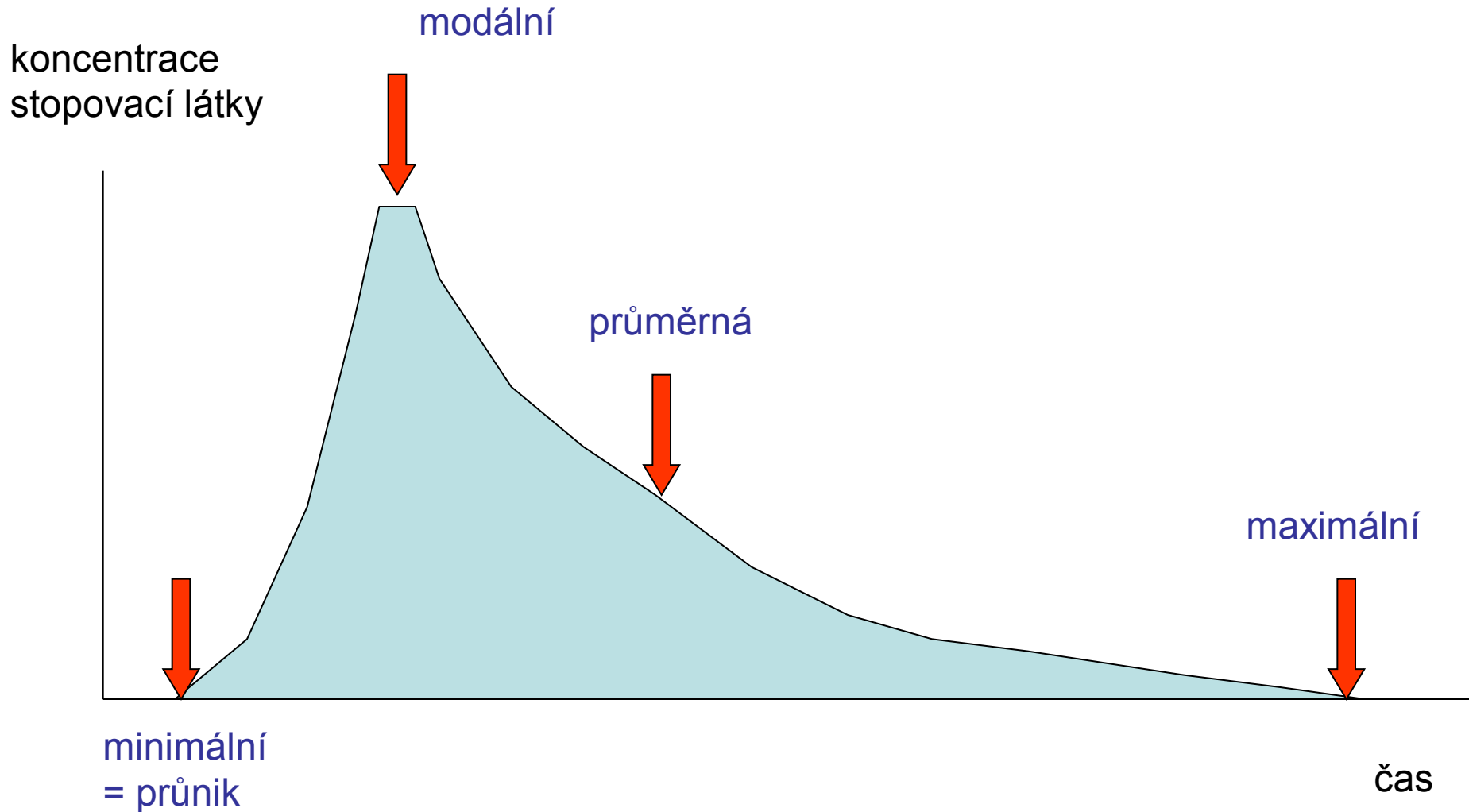
koncentrace  
stopovací látky



čas



# Doba zdržení v reálných nádržích



# Jabkenická obora



# Jabkenická obora



# Jabkenická obora



# Jabkenická obora



# *ROZHRANÍ*

# CHARAKTERISTIKA ROZHRAŇÍ

**Základní charakteristiky:**

- 1. velikost plochy rozhraní**
- 2. odpor rozhraní**

# CHARAKTERISTIKA ROZHRAŇÍ

**Základní charakteristiky:**

**1. velikost plochy rozhraní**

**2. odpor rozhraní**



## A. Úroveň organismu:

# AKTIVNÍ POVRCHY

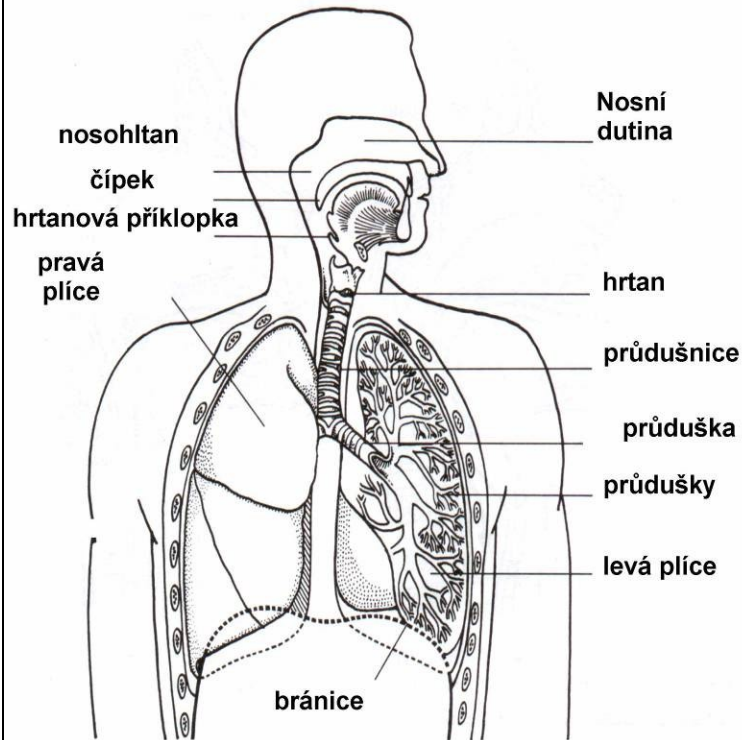


**POVRCH KŮŽE ČLOVĚKA  
JE CCA 1,7 m<sup>2</sup>**

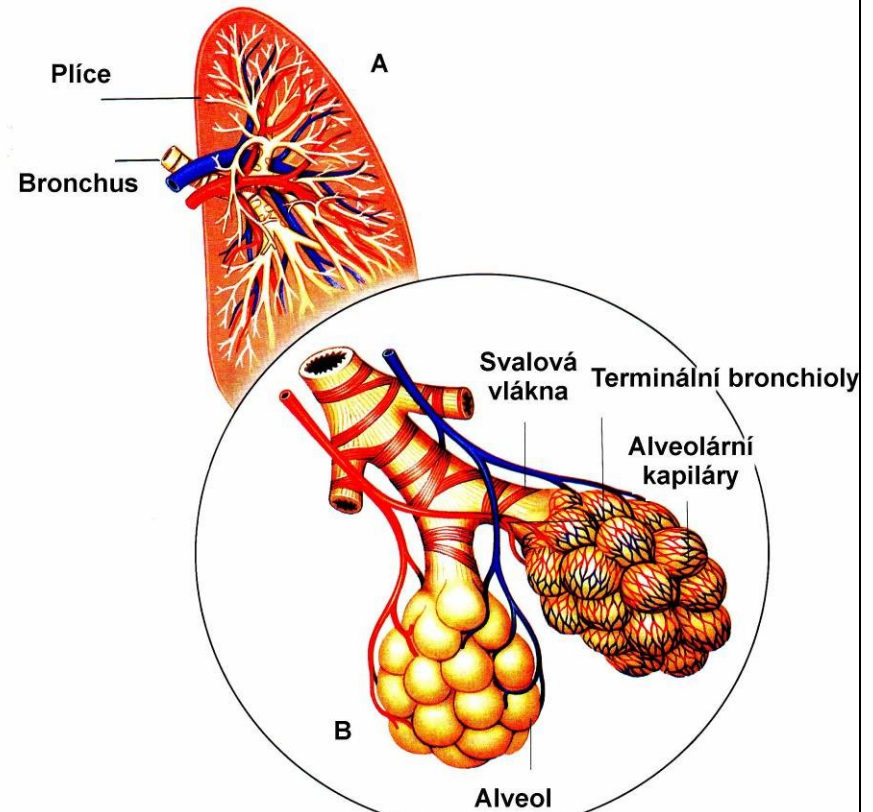
# AKTIVNÍ POVRCHY

VNITŘNÍ POVRCH DÝCHACÍ SOUSTAVY ČLOVĚKA JE CCA 100 m<sup>2</sup>

DÝCHACÍ SOUSTAVA

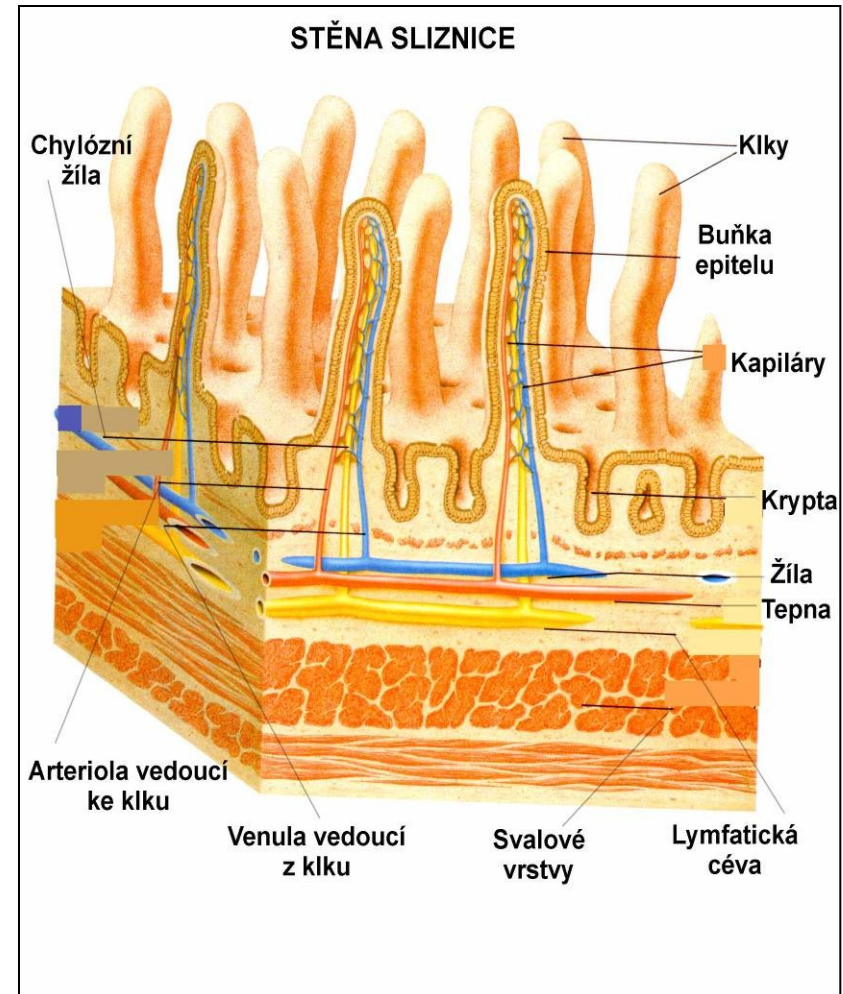
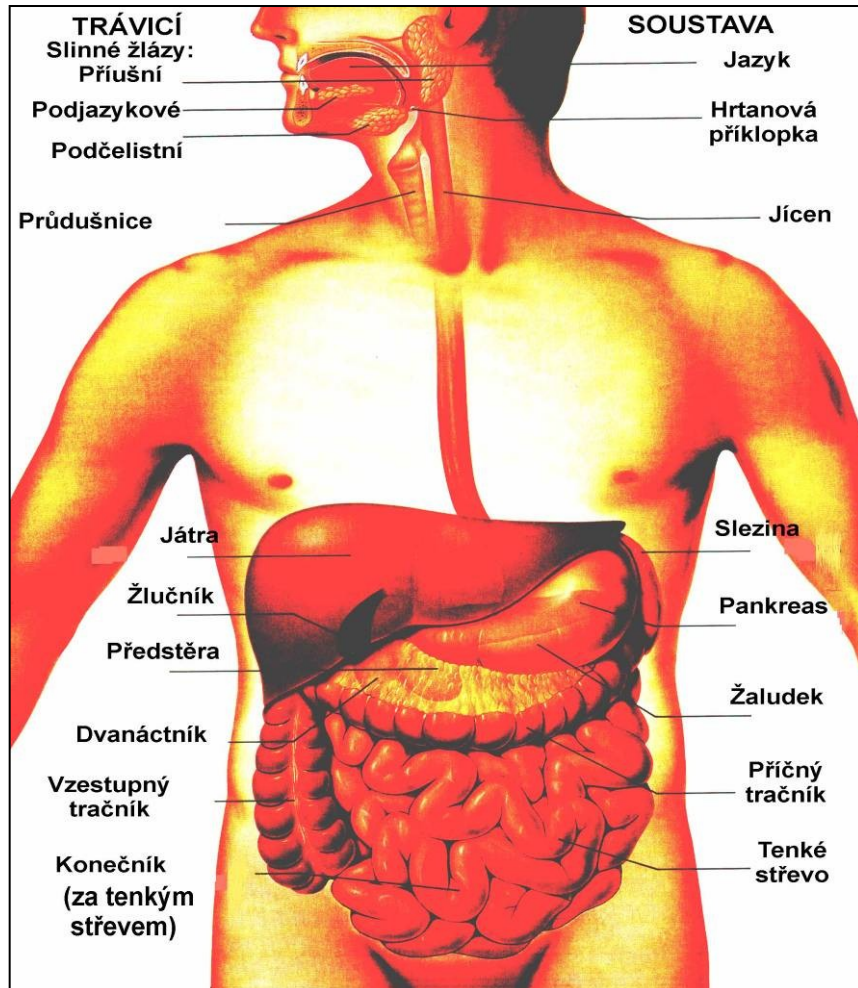


ALVEOLY



# AKTIVNÍ POVRCHY

VNITŘNÍ POVRCH TRAVICÍ SOUSTAVY ČLOVĚKA JE CCA 200 m<sup>2</sup>



**Úroveň organismu:**

- **vnější povrch**
- **vnitřní povrchy**

**živočichové:**

**trávicí soustava**

**dýchací soustava**

**rostliny**

**parenchym v listech**

## B) lokální úroveň – ekosystém

- překážkou jsou krajinné prvky - větrolamy, lesní porosty, obydlí
- povrch je dán především povrchem vegetace

# POLE BEZ PLODIN



Českomoravská vrchovina, okolí Košetic

# POLE SE ZEMĚDĚLSKÝMI PLODINAMI



**Českomoravská vrchovina, okolí Košetic**



# LINIOVÁ SPOLEČENSTVA



Českomoravská vrchovina, okolí Košetic

# INDEX LISTOVÉ PLOCHY

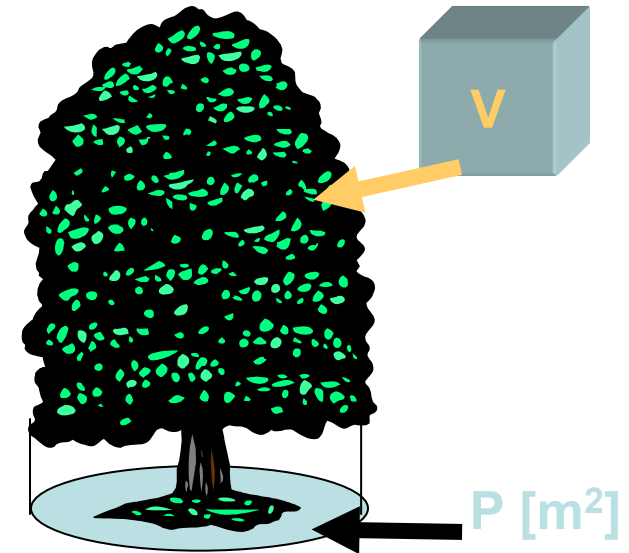
## MNOŽSTVÍ LISTOVÍ – ZÁKLADNÍ EKOLOGICKÝ PARAMETR

Vyjádření:

LA – celková listová plocha [m<sup>2</sup>]

LAI – index listové plochy = LA : P

LAD – hustota listoví = LA : V



# INDEX LISTOVÉ PLOCHY

## MNOŽSTVÍ LISTOVÍ – ZÁKLADNÍ EKOLOGICKÝ PARAMETR

Vyjádření:

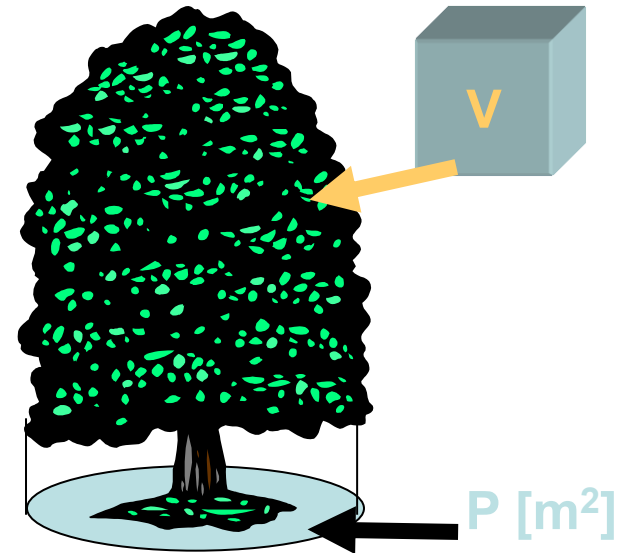
LA – celková listová plocha [m<sup>2</sup>]

LAI – index listové plochy = LA : P

LAD – hustota listoví = LA : V

### Příklady LAI

- porosty kulturních rostlin 4-8
- středně husté smrkové porosty 3-5
- borovice lesní 20 let – bez přihnojování 2,8-4,4
- borovice lesní 20 let – s přihnojováním 5,5-9,4

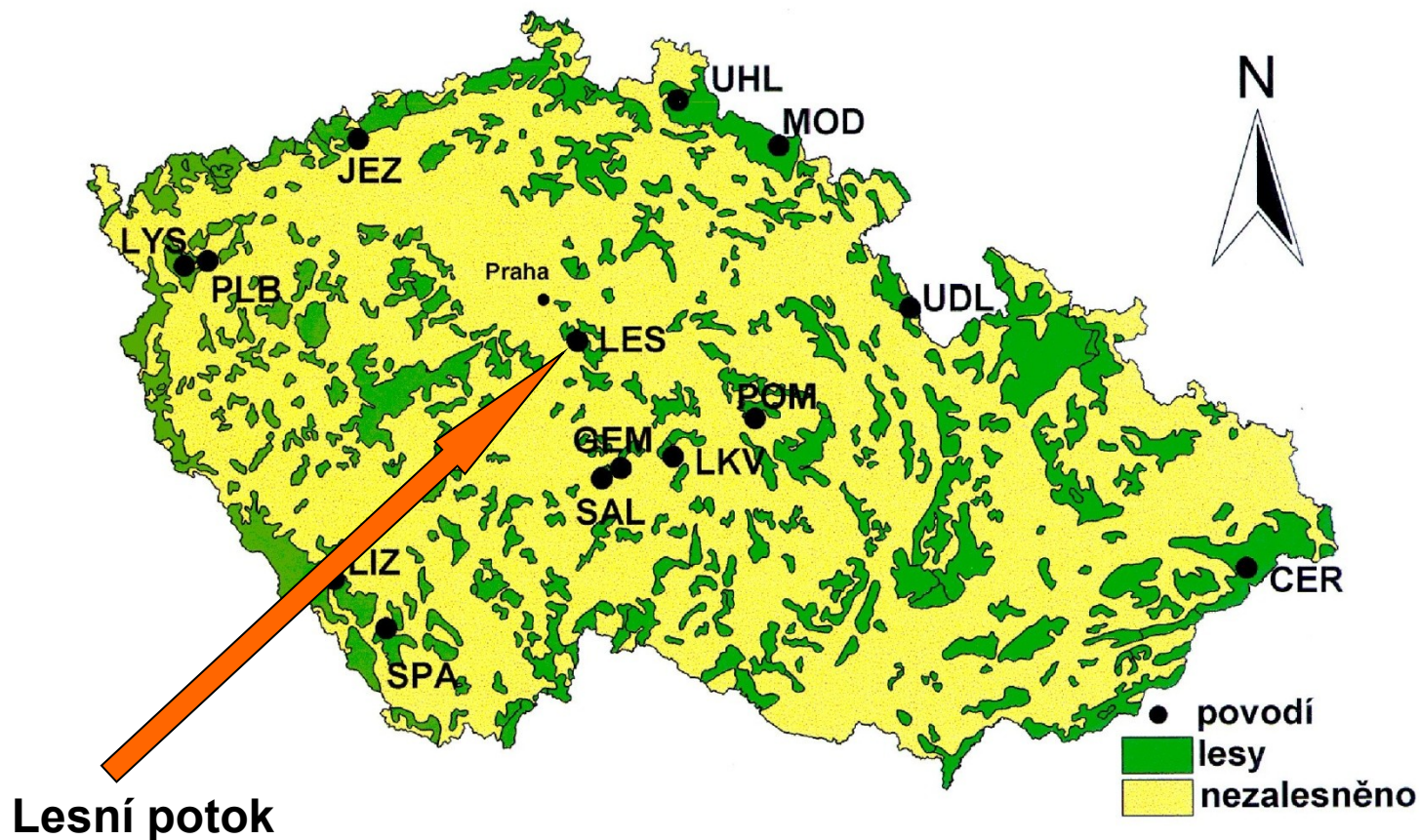


# **Srovnání koncentrací látek ve srážkách**

- na volné ploše**
- pod smrkem**
- pod bukem**

**Povodí Lesní potok**

# Modelová povodí GEOMON



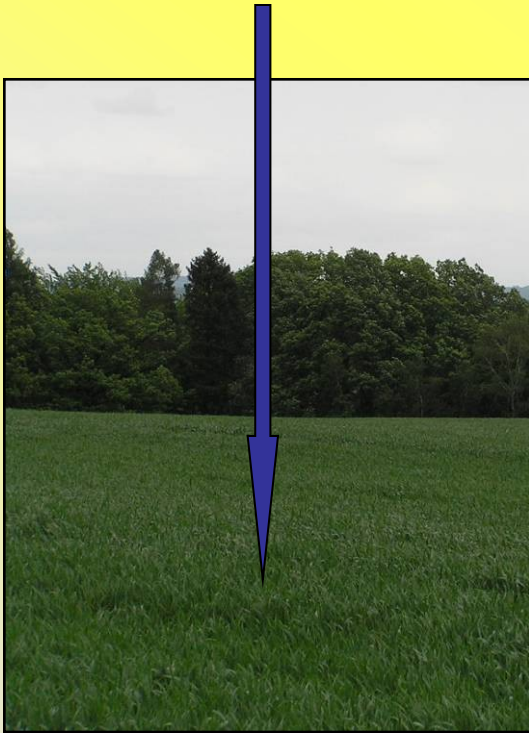
Lokalizace systému povodí GEOMON (LKV - Loukov, UHL - Uhlířská, MOD - Modrý potok, UDL - U dvou louček, CER - Červík, JEZ - Jezeří, LYS - Lysina, PLB - Pluhův bor, LIZ - Na lizu, SPA - Spálenec, GEM - Anenský potok, SAL - Salačova Lhota, LES - Lesní potok, POM - Polomka).

(vyhodnoceno z dat ČGS)

# Modelové povodí Lesní potok



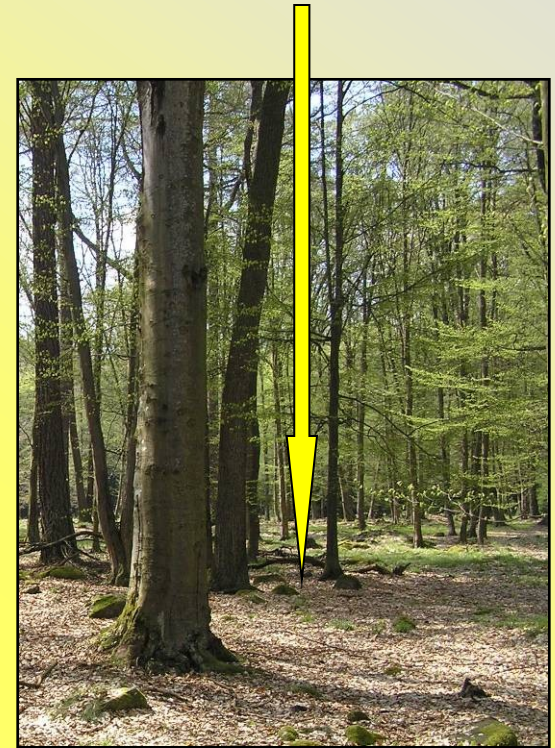
# Vstup látek do ekosystému – analýza srážek



**srážky na volné ploše  
(bulk)**

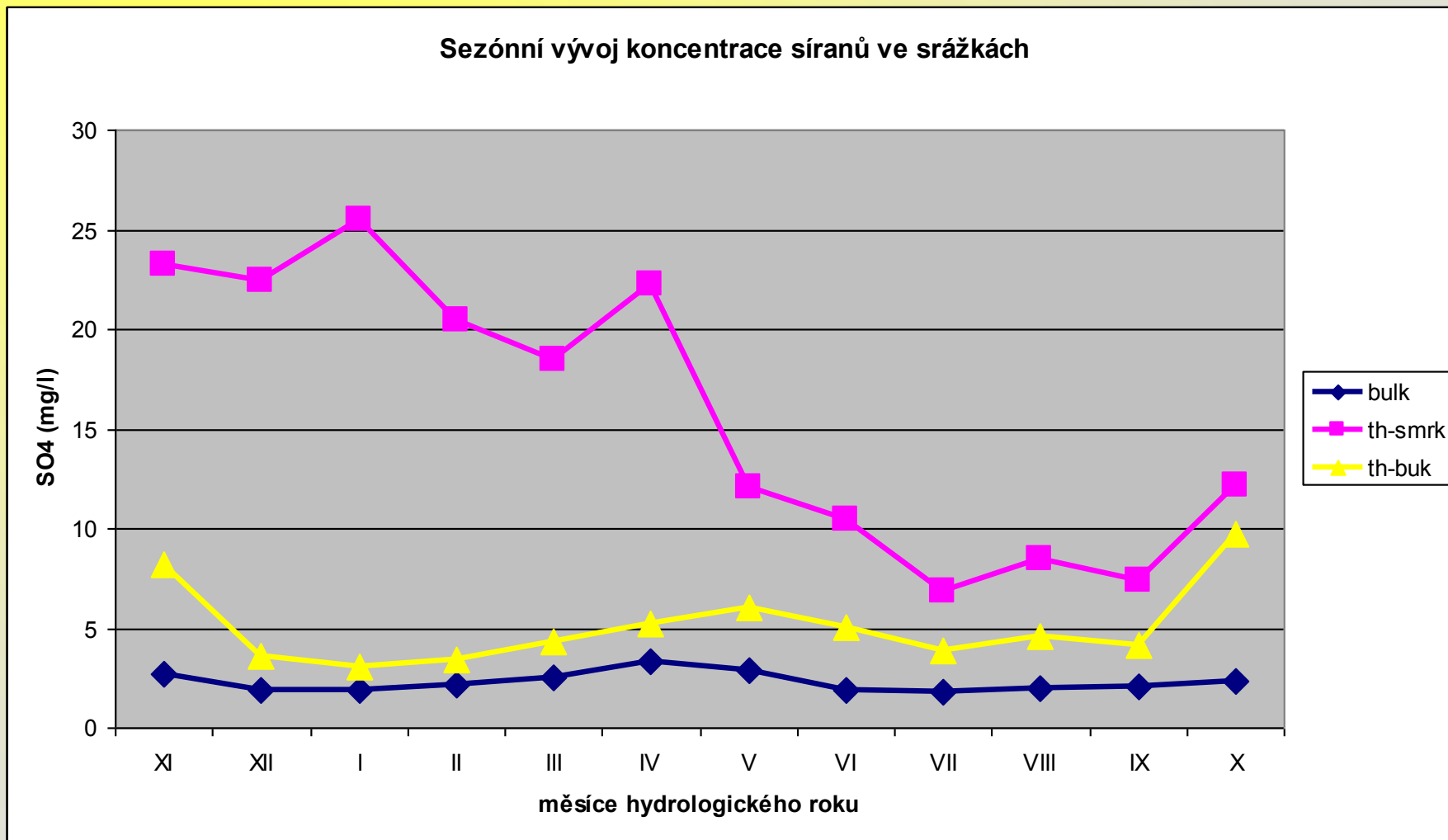


**podkorunové srážky  
(throughfall)  
smrk**



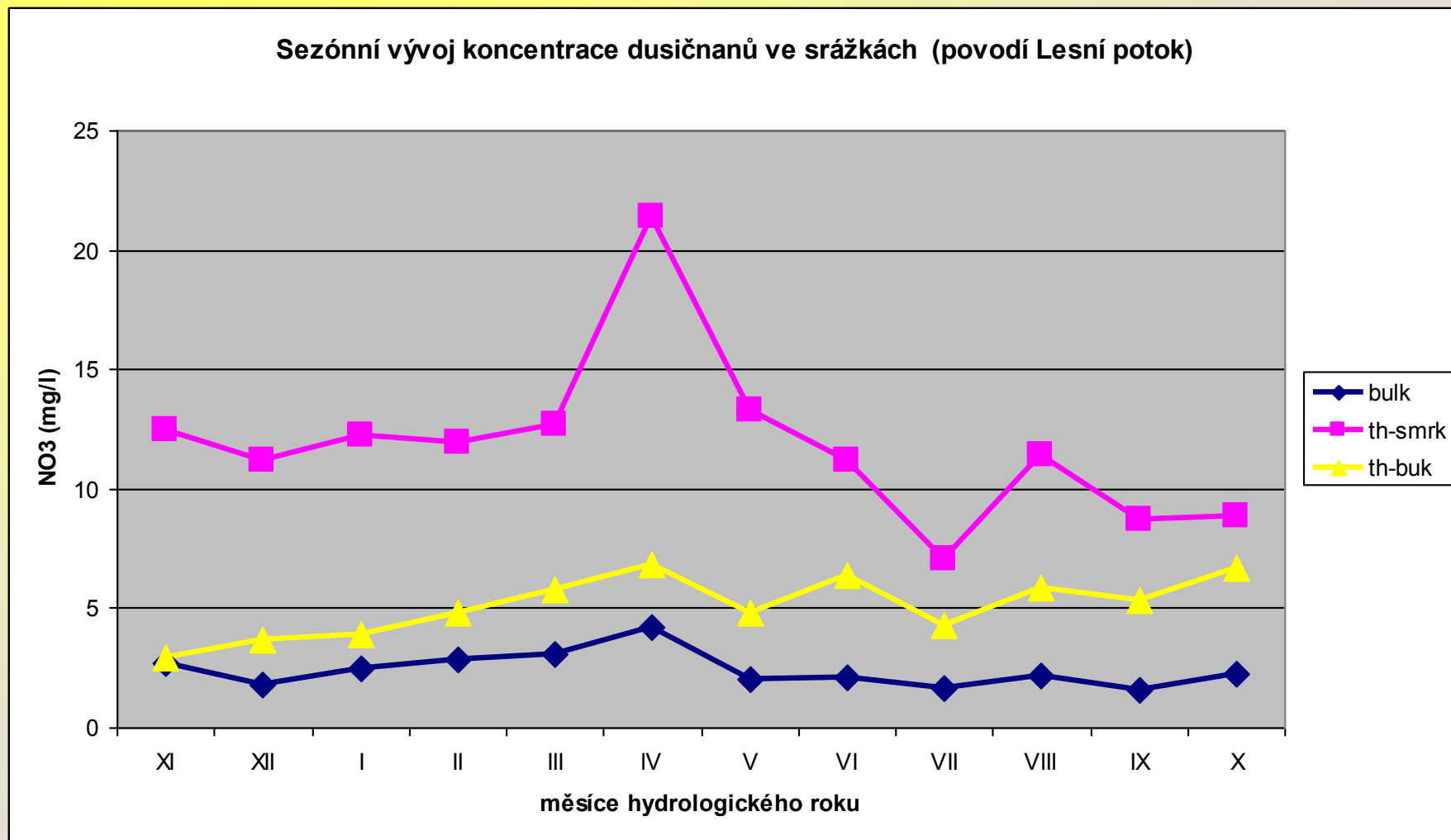
**podkorunové srážky  
(throughfall)  
buk**

# Sezónní vývoj koncentrace síranů ve srážkách

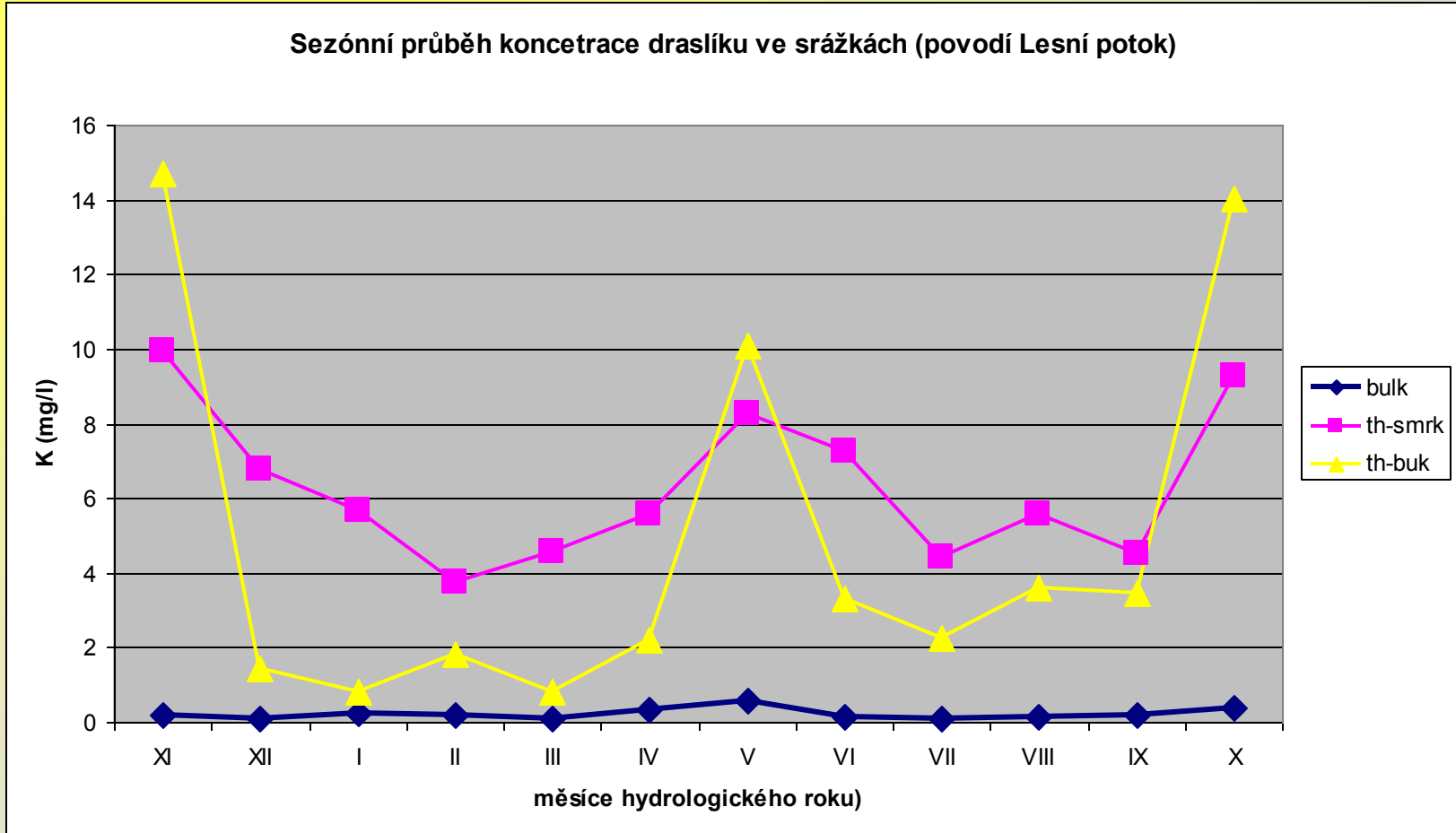




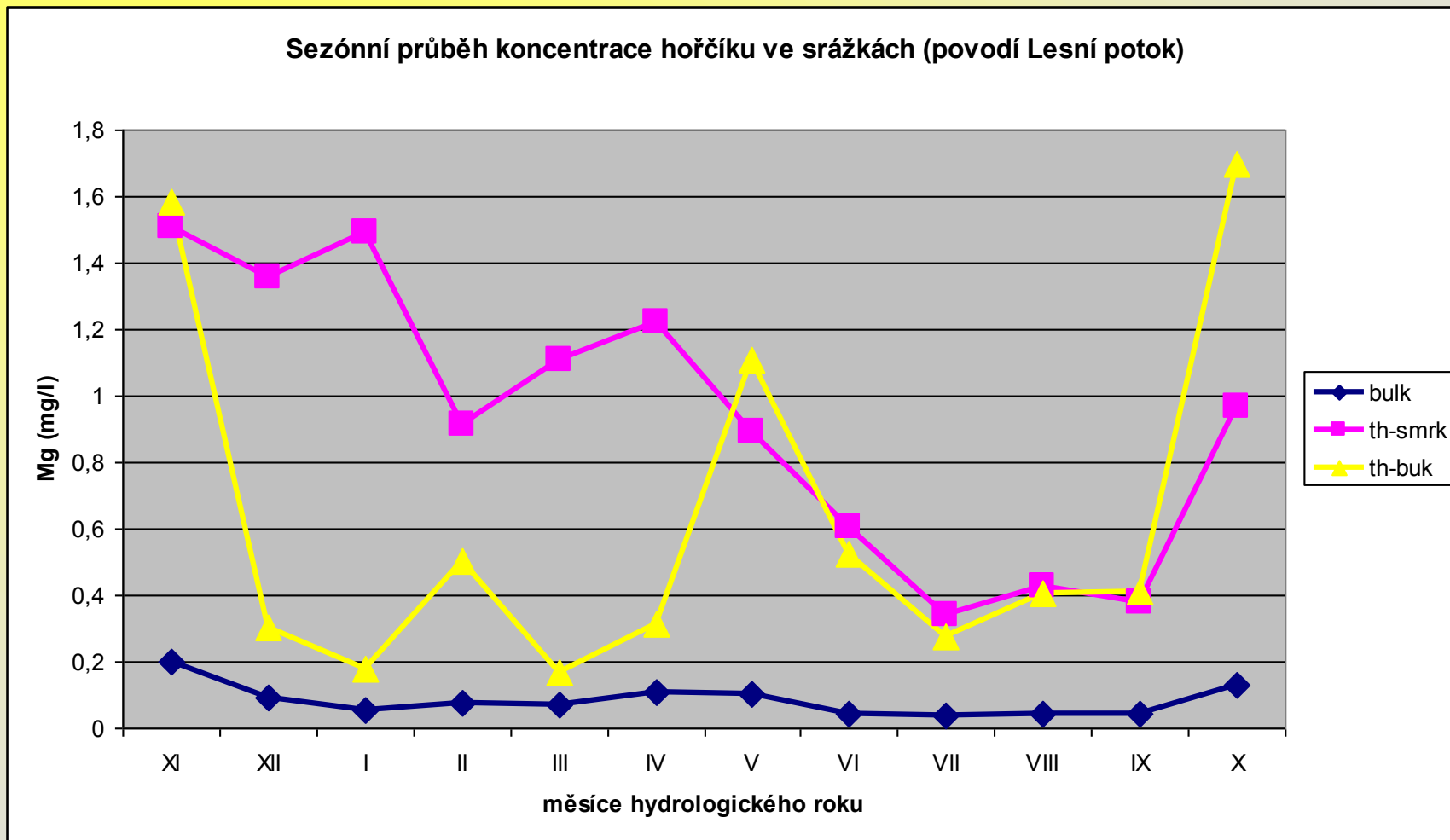
# Sezónní vývoj koncentrace dusičnanů ve srážkách



# Sezónní průběh koncentrace draslíku ve srážkách

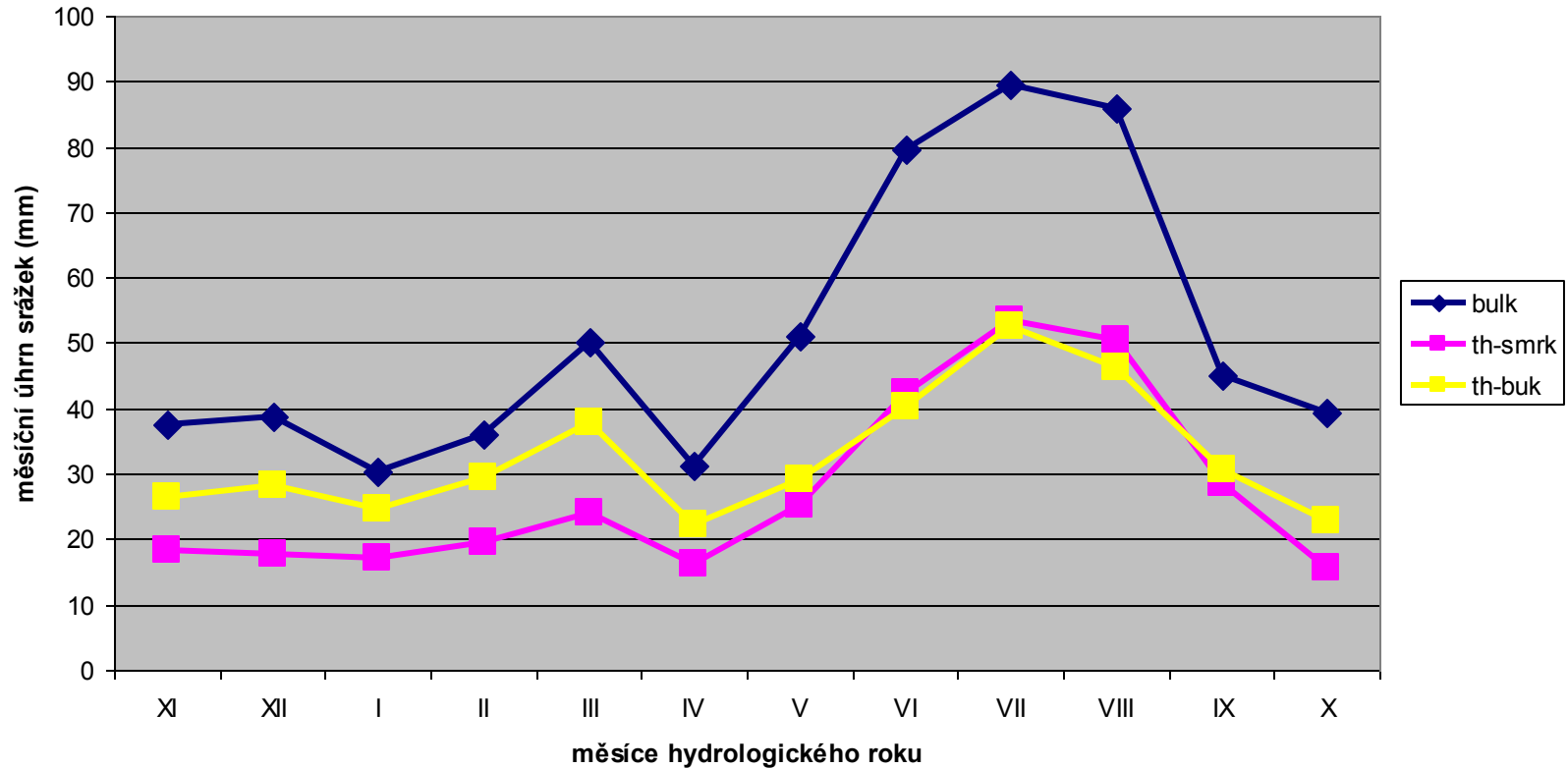


# Sezónní průběh koncentrace hořčíku ve srážkách



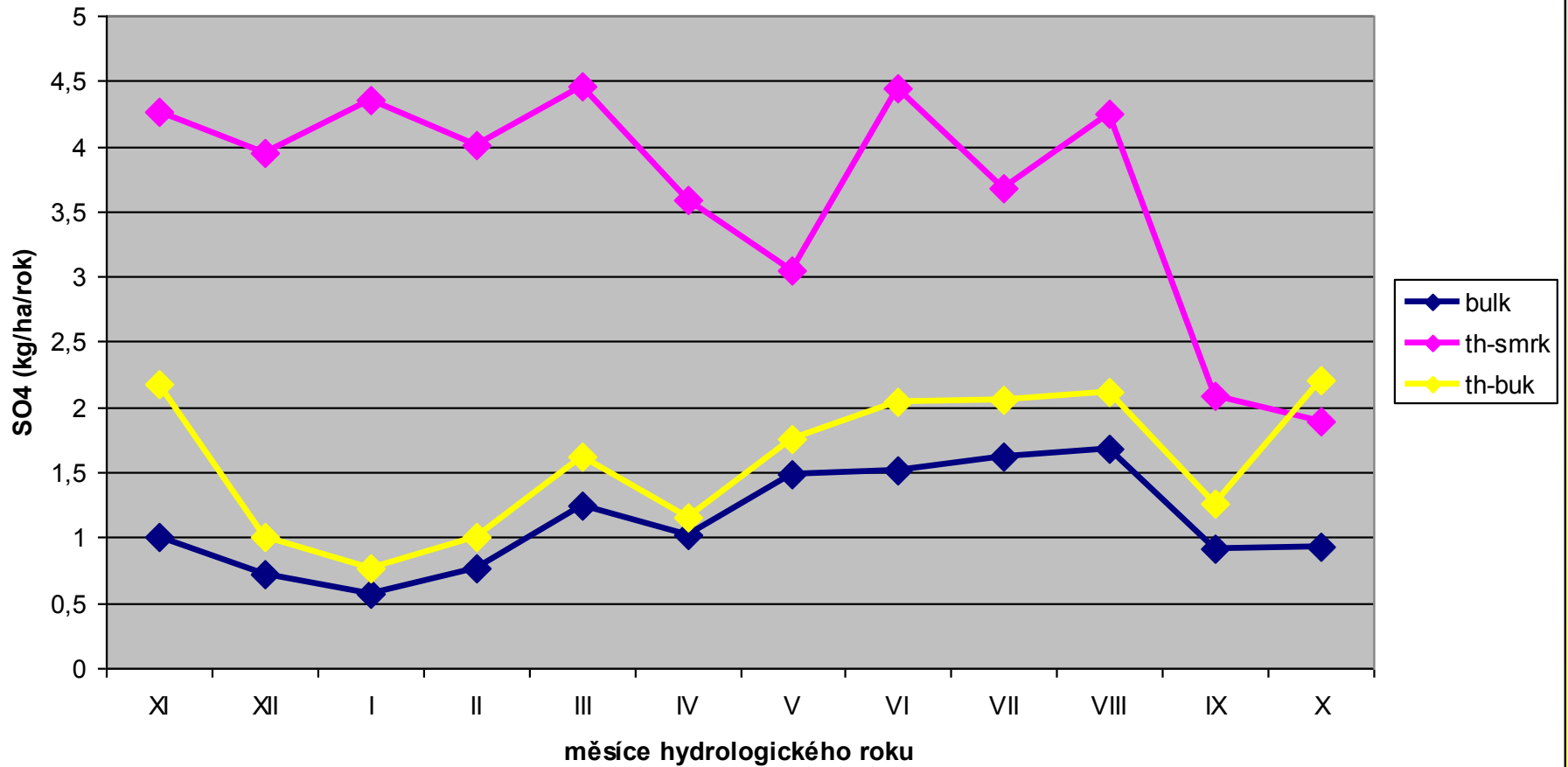
# Sezónní průběh srážek

Sezónní průběh srážek na povodí Lesní potok (průměr 1997 - 2006)



# Sezónní průběh depozice síranů

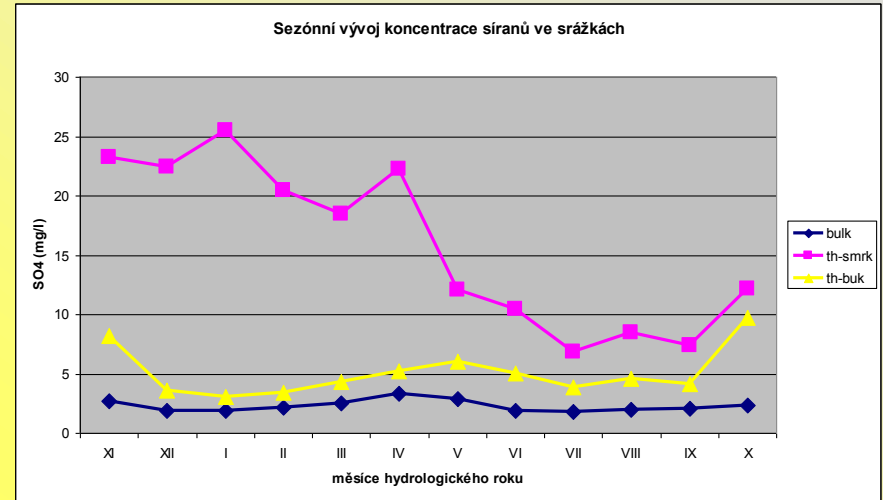
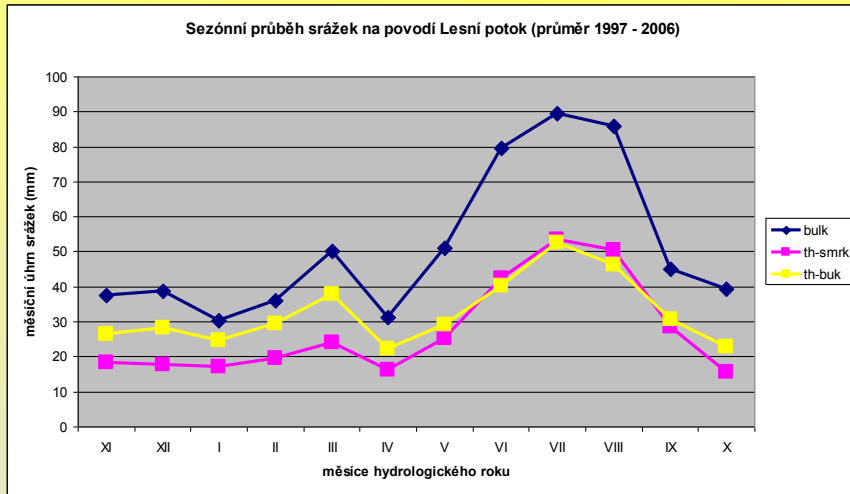
Sezónní průběh depozice síranů (povodí Lesní potok)



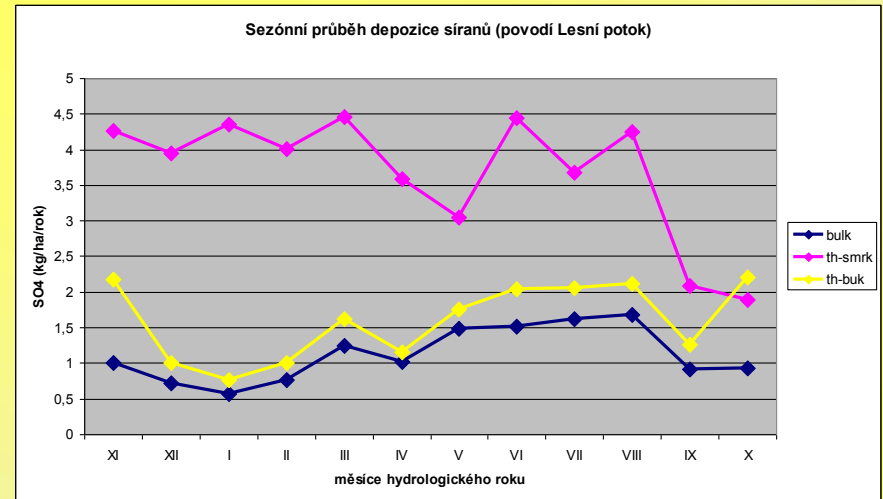
# Sezónní průběh depozice síranů

**koncentrace  
(mg/l)**

**srážky (mm)**



**depozice  
(kg/ha/rok)**



# Lesní porosty a acidifikace půdy



# DEPOZICE INSEKTICIDŮ





# DEPOZICE INSEKTICIDŮ

Výsledky experimentů:

**insekticidy  
(dimethoate, cypermethrin)**

**X**

**půdní brouci  
na ječmenném poli**

# DEPOZICE INSEKTICIDŮ

**insekticidy  
(dimethoate, cypermethrin)**

**X**

**půdní brouci  
na ječmenném poli**

**Závislost skutečné expozice pesticidu na hustotě vegetace vyjadřuje rovnice:**

$$P_s = P_a \exp(k \cdot LAI)$$

**kde je:**

**$P_s$  množství pesticidu, které dosáhne povrch půdy (g/ha)**

**$P_a$  množství pesticidu aplikované na pozemek (g/ha)**

**$k$  koeficient záchytu pesticidu  
(v dané případě  $k = -0,479$ )**

**LAI listový plošný index ( $m^2 \cdot m^{-2}$ )**

# DEPOZICE INSEKTICIDŮ

insekticidy  
(dimethoate, cypermethrin)

X

půdní brouci  
na ječmenném poli

Závislost skutečné expozice pesticidu na hustotě vegetace vyjadřuje rovnice:

$$P_s = P_a \exp(k \cdot LAI)$$

kde je:

$P_s$  množství pesticidu, které dosáhne povrch půdy (g/ha)

$P_a$  množství pesticidu aplikované na pozemek (g/ha)

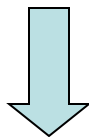
$k$  koeficient záchytu pesticidu  
(v dané případě  $k = -0,479$ )

$LAI$  listový plošný index ( $m^2 \cdot m^{-2}$ )

Skutečná expozice insekticidu klesá s rostoucí hustotou vegetace

# DEPOZICE INSEKTICIDU

Hodnoty LAI se během vegetační sezóny mění



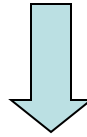
mění se i podíl aplikované dávky, který se dostane až do půdy (p):  
( $p = \text{skutečná depozice do půdy} / \text{aplikovaná dávka}$ )

období	LAI	p (%)
léto	maximum, 3 - 4	10 – 25
podzim	minimum, 1 - 2	40 - 60

(Gyldenkaerne et al.: Chemosphere, 41, 2000, 1045 – 1057)

# DEPOZICE INSEKTICIDU

Hodnoty LAI se během vegetační sezóny mění



mění se i podíl aplikované dávky, který se dostane až do půdy (p)

období	LAI	p (%)
léto	maximum, 3 - 4	10 – 25
podzim	minimum, 1 - 2	40 - 60

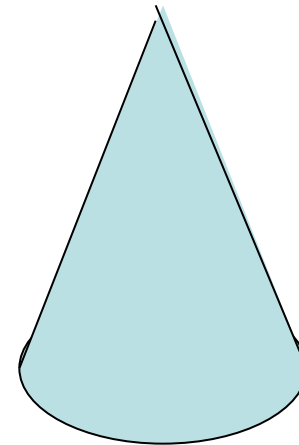
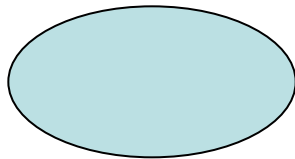
- pro stanovení skutečné expozice půdní fauny pesticidům je nezbytné hodnotit vliv vegetačního krytu a jeho změny během sezóny
- skutečné expoziční dávky pro půdní faunu jsou mnohem nižší než dávky aplikované na pozemek

(Gyldenkaerne et al.: Chemosphere, 41, 2000, 1045 – 1057)

# VELIKOST PLOCHY ROZHHRANÍ - KRAJINA

## C) regionální úroveň – krajina

- překážkou jsou geomorfologické tvary
- skutečný povrch je větší než mapový průmět



# VYSOKOHORSKÁ KRAJINY



Rakousko, Alpy, Acherkogel 3008 m n.m.

# ROVINA



Polabí



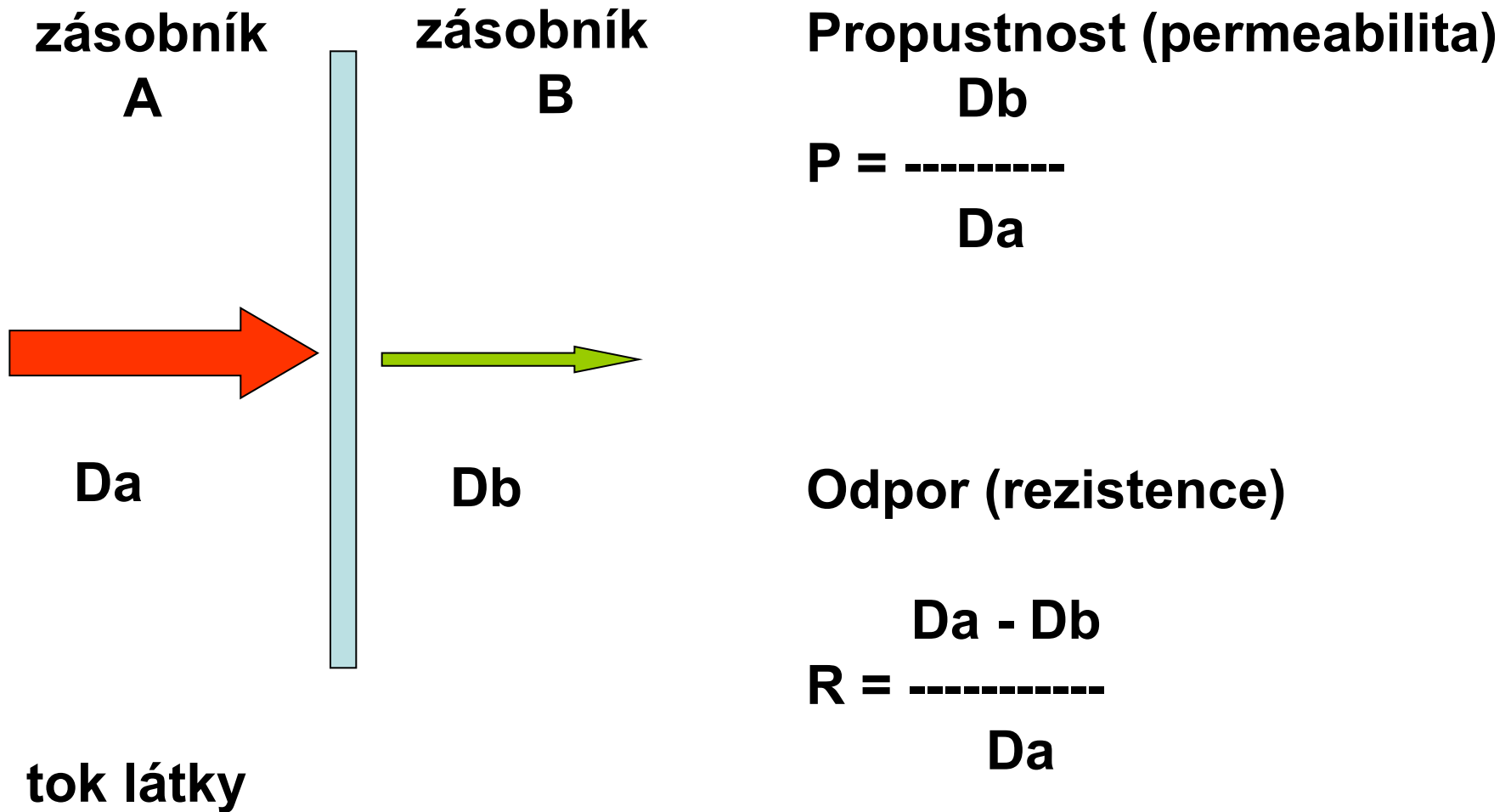
# CHARAKTERISTIKA ROZHRAŇÍ

Základní charakteristiky:

1. velikost plochy

2. odpor (rezistence) rozhraní

# Odpor rozhraní



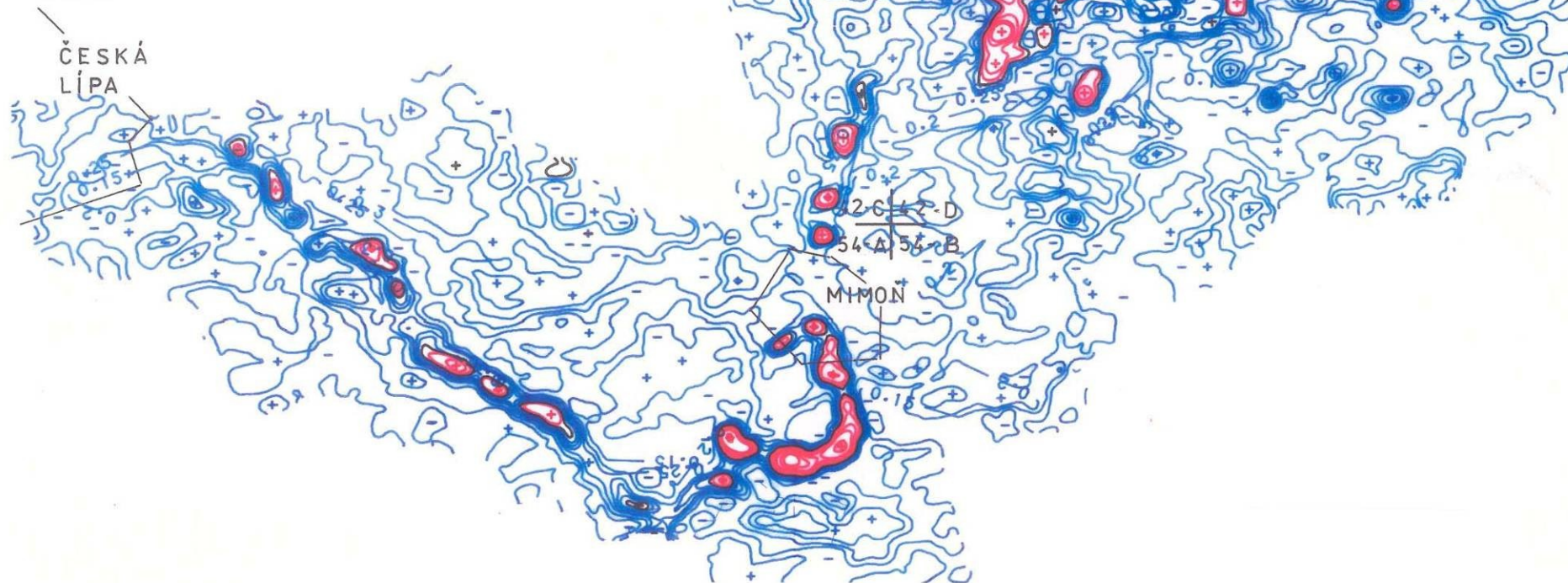


**PŘESTUP  
RADIONUKLIDŮ  
Z PŮDY  
DO ROSTLIN**

# KONTAMINACE VODOTEČÍ

RADIACNI ZATEZ [mSv/r]

MERITKO 1:100 000



# KONTAMINACE VODOTEČÍ



# Modely pro přestup látek

**Přestup radionuklidů (r) z půdy do rostliny kořeny**

$$C_{r,i} = (C_{r,j} - C_{r,j}^P) * T_{r, i-j}$$

**$C_{r,i}$       zvýšení specifické aktivity v rostlině (Bq/kg)**

**$C_{r,j}$       specifická aktivita radionuklidu v půdě (Bq/kg)**

**$C_{r,j}^P$     pozad'ová hodnota v půdě (Bq/kg)**

**$T_{r, i-j}$     koncentrační faktor přestupu radionuklidu  
z půdy do rostliny**

# Modely pro přestup látek

**Přestup radionuklidů (r) z půdy do rostliny kořeny**

$$C_{r,i} = (C_{r,j} - C_{r,j}^P) * T_{r, i-j}$$

$C_{r,i}$       **zvýšení specifické aktivity v rostlině (Bq/kg)**

$C_{r,j}$       **specifická aktivita radionuklidu v půdě (Bq/kg)**

$C_{r,j}^P$     **pozad'ová hodnota v půdě (Bq/kg)**

$T_{r, i-j}$     **koncentrační faktor přestupu radionuklidu  
z půdy do rostliny**

př.	půda – zelenina	Pb	0,01
		Ra	0,005
		Th	0,000 5
		U	0,003

**(platí pro všechny radionuklidy daného prvku)**

**4.1.2.**

**Bilance látkového toku**



# Tok látky

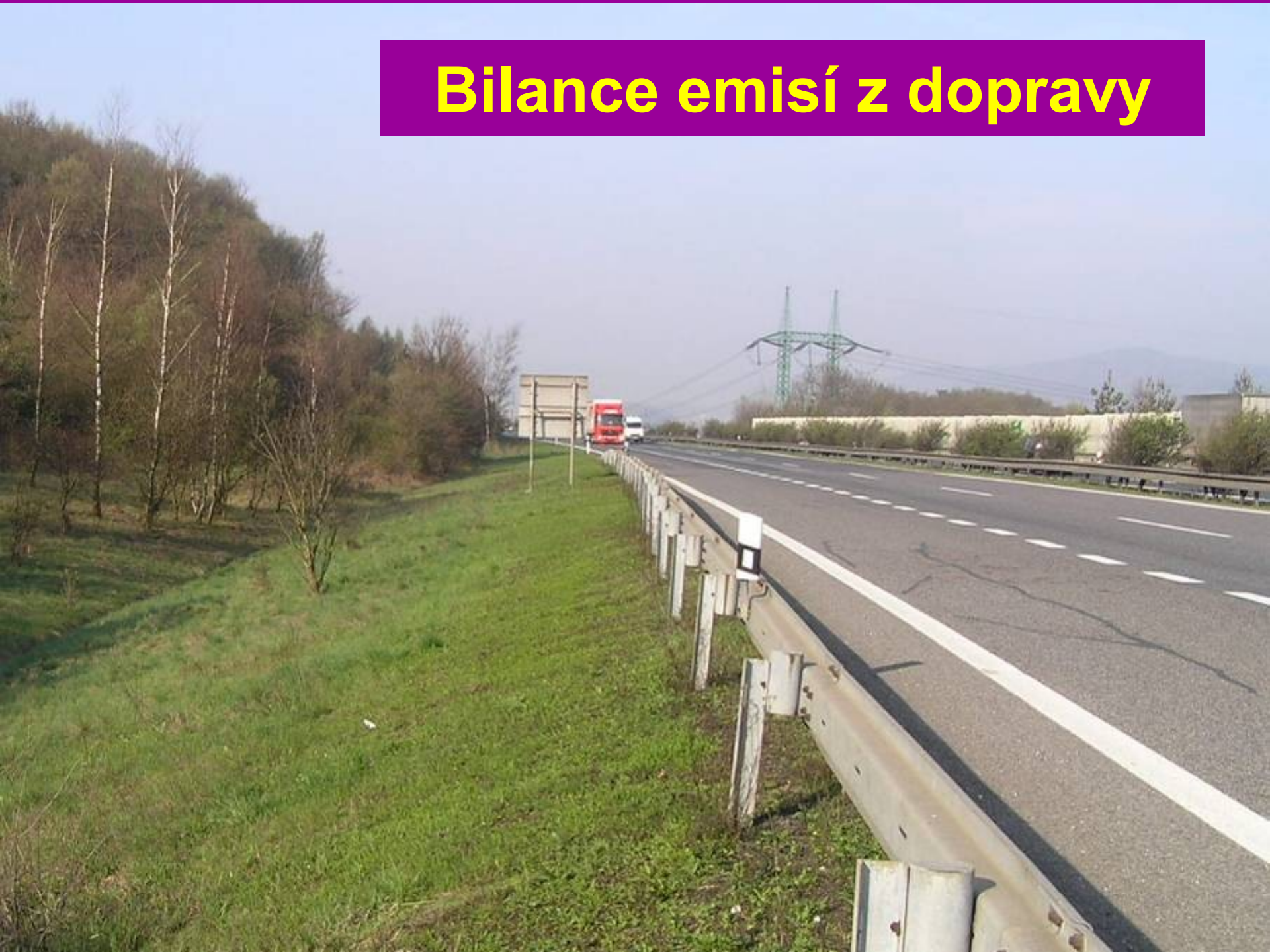
**tok látky**

**= množství látky, které přejde přes rozhraní za zvolenou časovou jednotku**

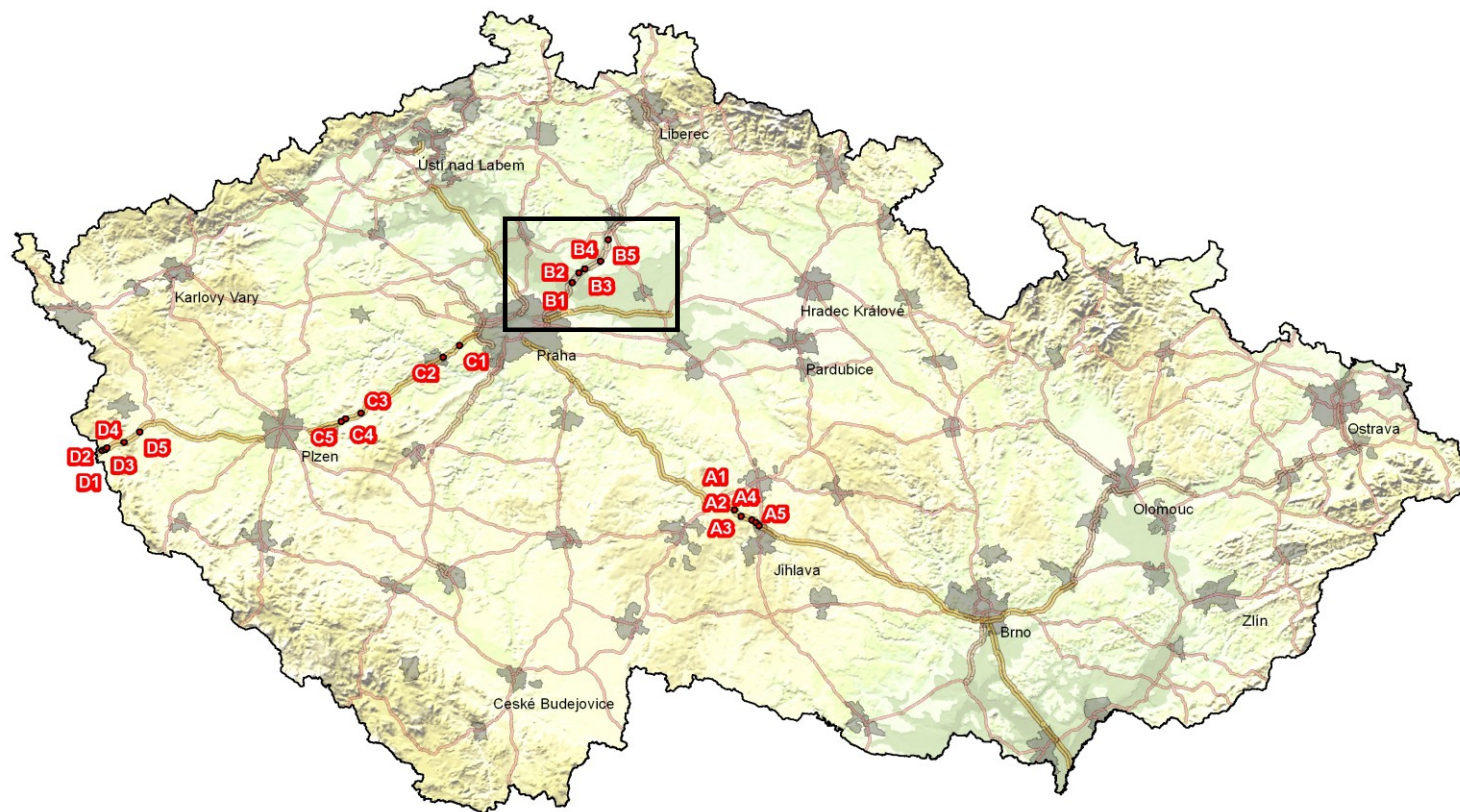
**1 rok je definován jako  $3,1536 \cdot 10^7$  s**

- emise látek ze zdroje (g/s, kg/rok, ..)**

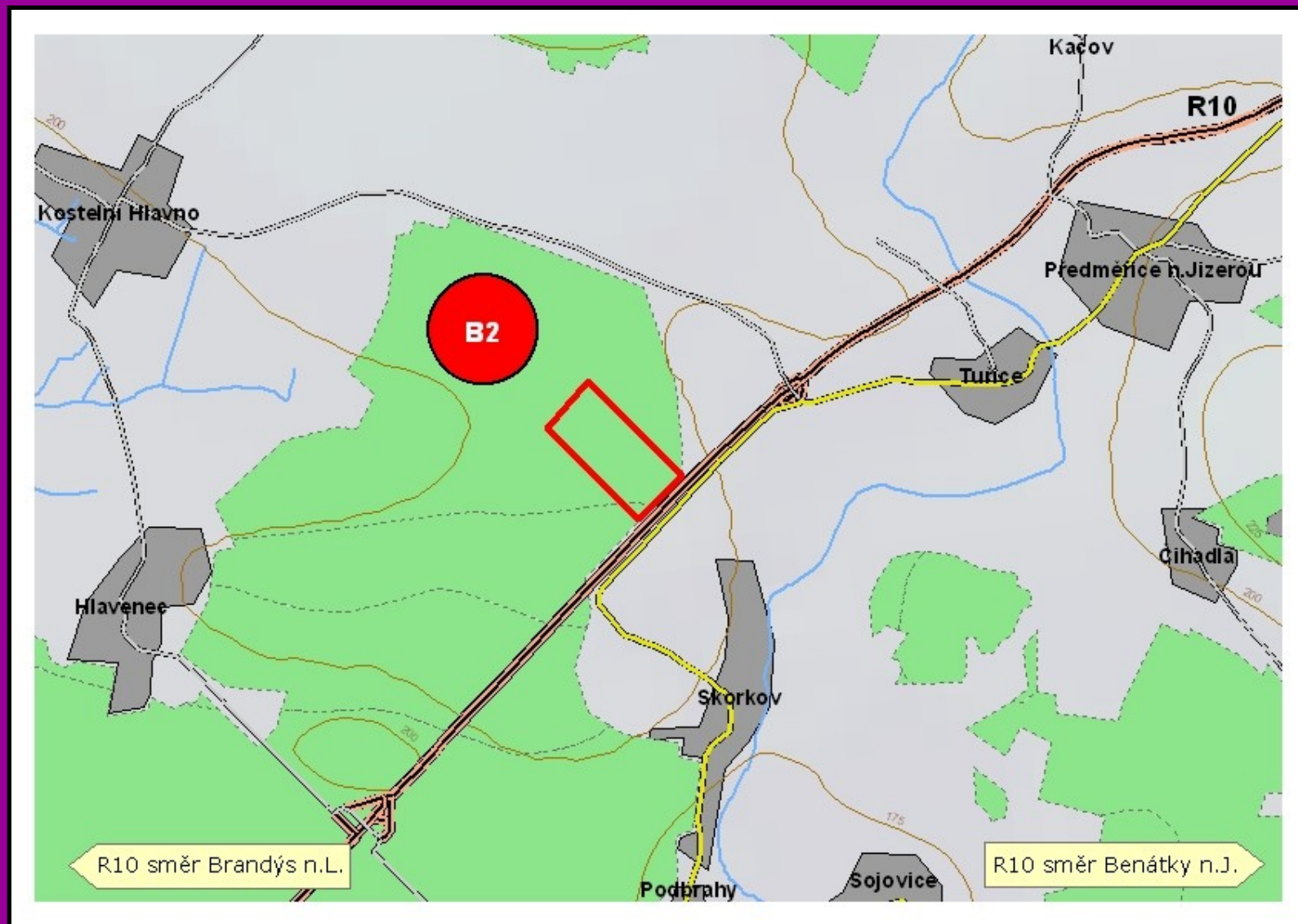
# Bilance emisí z dopravy



# Lokalita B2



# Umístění lokality



# ***Pohled na lokalitu***



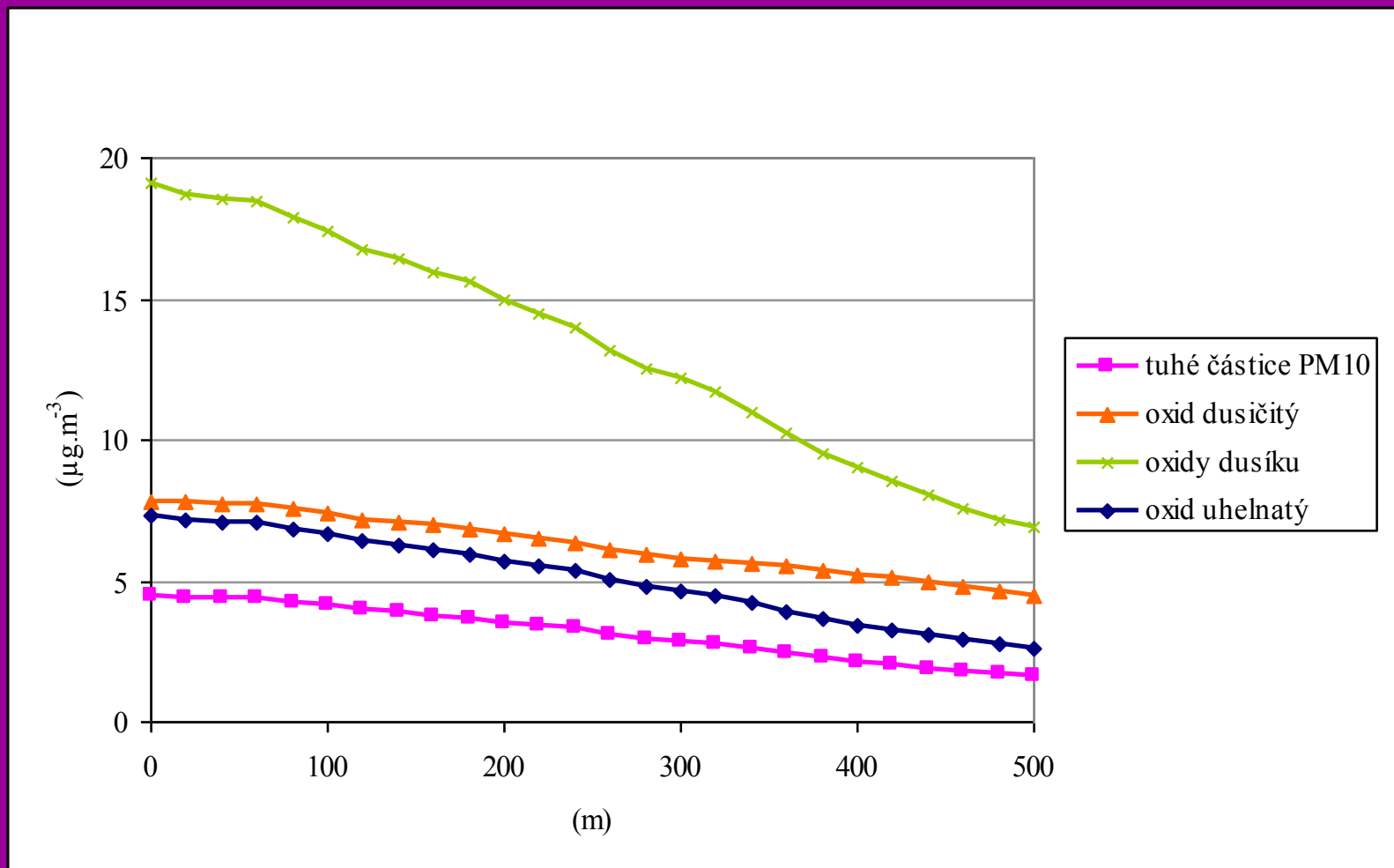
# Emise

## produkce emisí v místě posuzované lokality

	t.rok <sup>-1</sup> .km <sup>-1</sup>		g.rok <sup>-1</sup> .km <sup>-1</sup>
oxidy dusíku	33,153	fenantren	17 751
oxid uhelnatý	21,092	antracen	3 490
oxid siřičitý	0,057	fluoranten	7 944
tuhé částice	1,474	pyren	10 522
tuhé částice PM10	37,183	benz(a)antracen	901
oxid dusičitý	1,127	chrysen	3 182
Uhlovodíky	5,037	benzo(b)fluoranten	1 236
13 butadien	0,017	benzo(k)fluoranten	1 540
benzen	0,216	benzo(a)pyren	736
toluen	0,339	indeno(123cd)pyren	352
styren	0,043	dibenz(ah)antracen	1 458
formaldehyd	0,222	benzo(ghi)perylen	700
xylén	0,409		

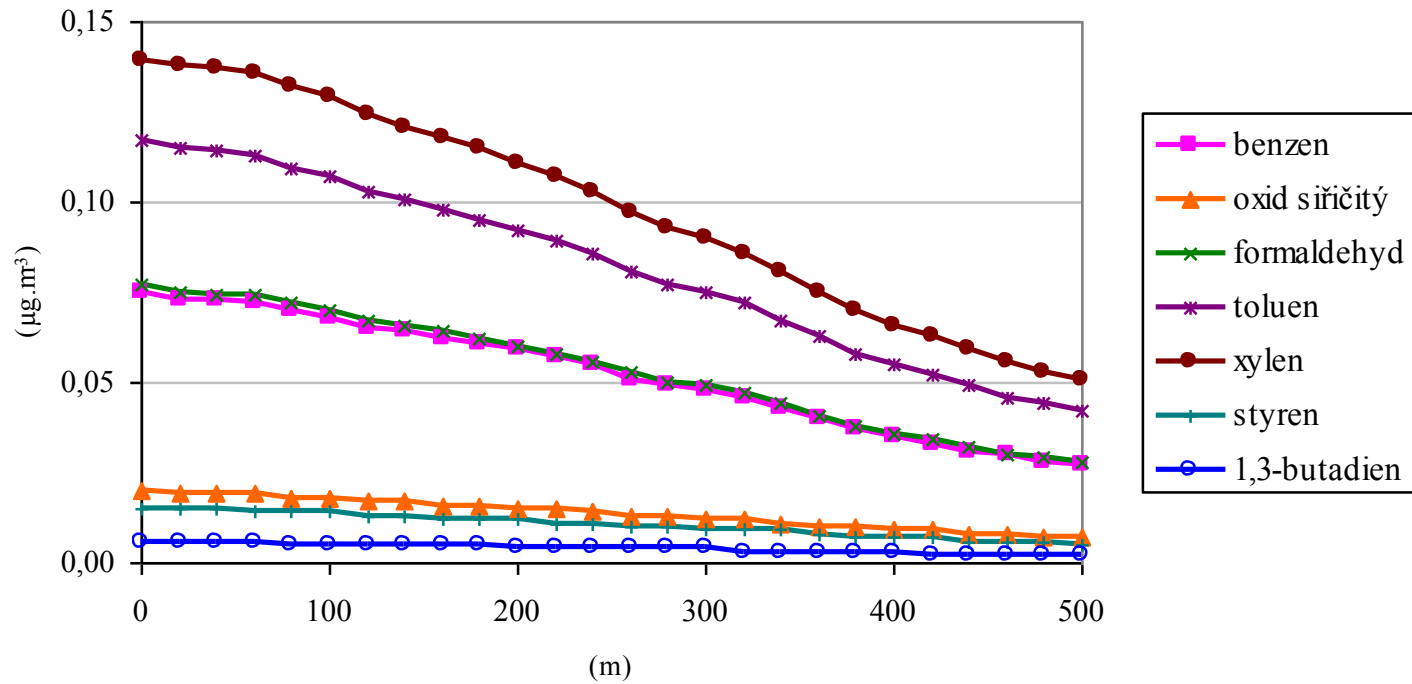
# Imise

Průměrná koncentrace imisí v závislosti na vzdálenosti od komunikace



# Imise

Průměrná koncentrace imisí v závislosti na vzdálenosti od komunikace





# Tok látky

**tok látky**

**= množství látky, které přejde přes rozhraní za zvolenou časovou jednotku**

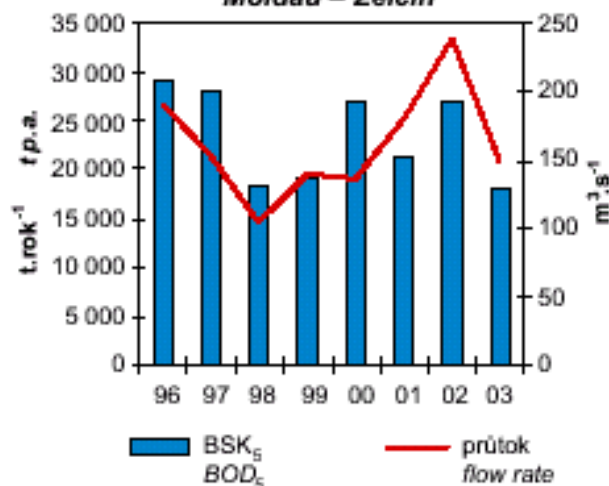
**1 rok je definován jako  $3,1536 \cdot 10^7$  s**

- **emise látek ze zdroje (g/s, kg/rok, ..)**
- **průtok vody v říčním profilu ( $\text{m}^3/\text{s}$ )**

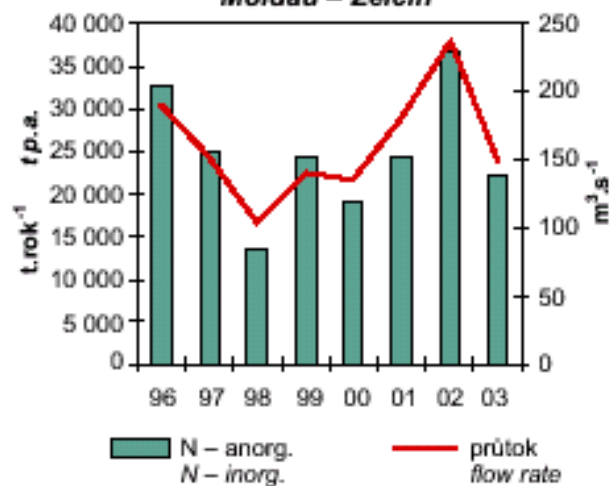
# Vývoj látkových odtoků - Vltava

Obr. B2.2.6 Vývoj látkových odtoků v jednotlivých ukazatelích, 1996–2003  
Trends of substance runoff in individual indicators, 1996–2003

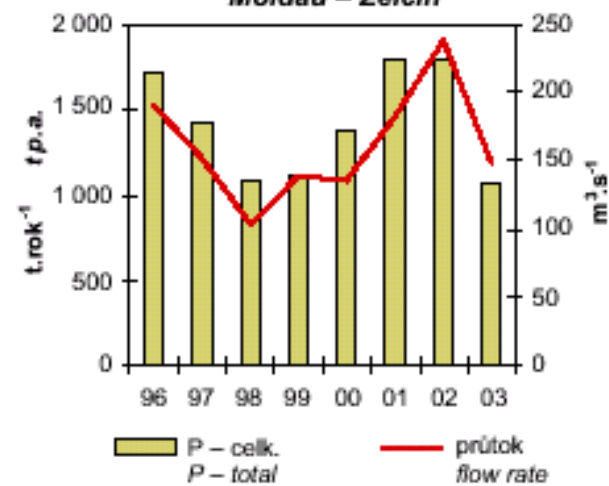
Vltava – Zelčín  
Moldau – Zelčín



Vltava – Zelčín  
Moldau – Zelčín



Vltava – Zelčín  
Moldau – Zelčín



Zdroj: VÚV TGM  
Source: VÚV TGM

# Hustota toku látky

**hustota toku látky**

**= tok látky vztažený na jednotku plochy rozhraní**

**Příklady:**

- **prašný spad (tj. přestup mezi atmosférou a pedosférou)**

$$1 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1} = 10 \text{ kg.ha.rok}^{-1} = 1 \text{ t.km}^{-2}.\text{rok}^{-1}$$

# Hustota toku látky

**hustota toku látky**

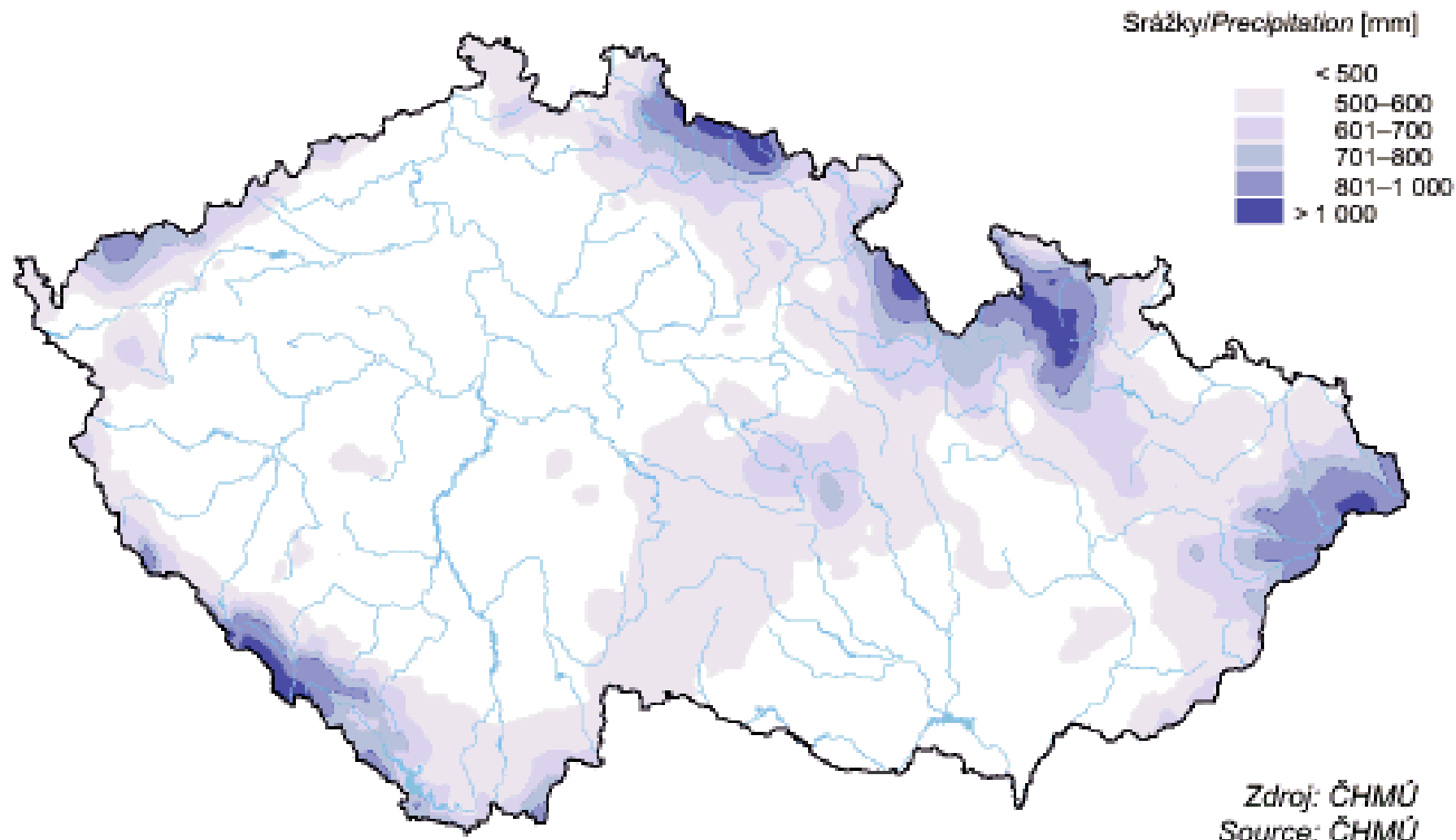
**= tok látky vztažený na jednotku plochy rozhraní**

**Příklady:**

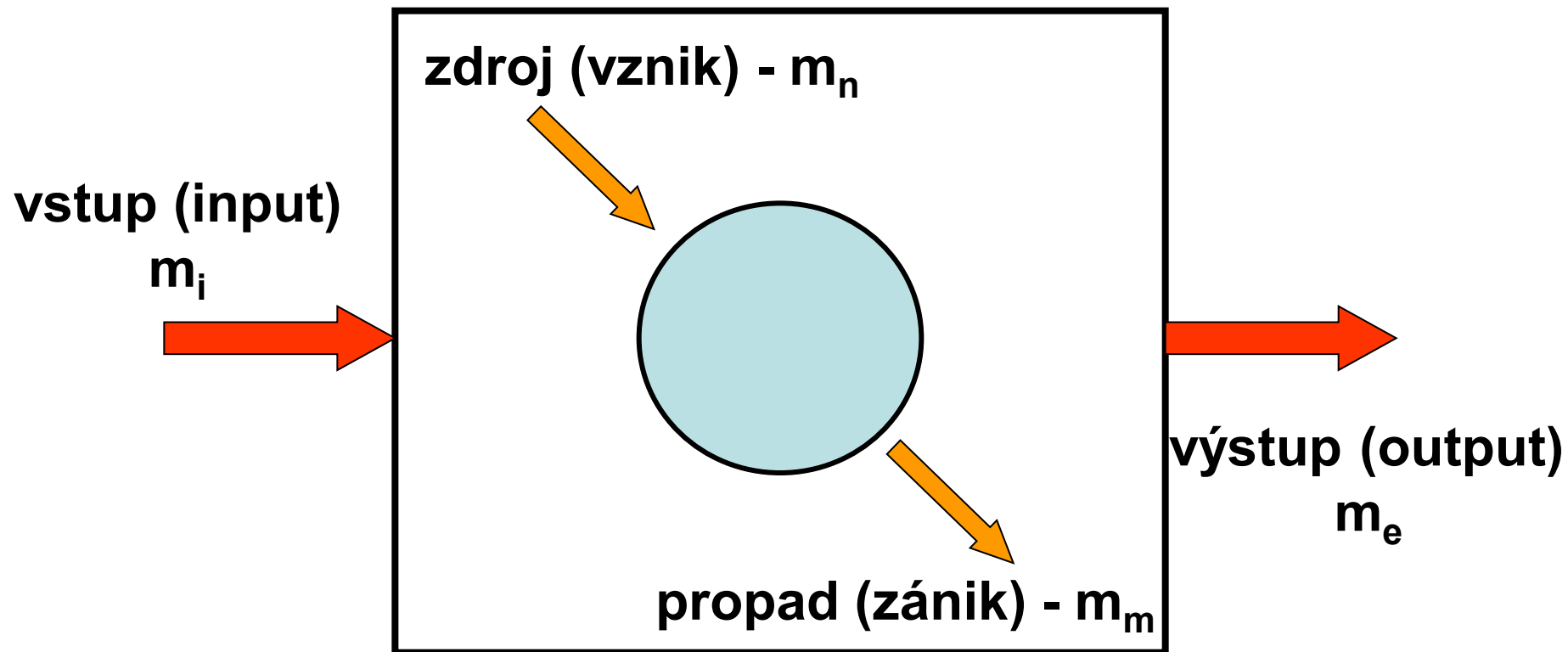
- **prašný spad (tj. přestup mezi atmosférou a pedosférou)**  
 **$1 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1} = 10 \text{ kg.ha.rok}^{-1} = 1 \text{ t.km}^{-2}.\text{rok}^{-1}$**
- **množství dešťových srážek**
  - **běžně se udává jako výška vodního sloupce (m, mm)**  
 **$= \text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$**

# Roční srážky 2003

Obr. B2.1.3 Roční úhrny srážek v r. 2003  
*Total annual precipitation in 2003*



# Bilance látkového toku



$$\Delta m = m_i + m_n - m_e - m_m$$

# Bilance látkového toku

$$\Delta m = m_i + m_n - m_e - m_m$$

$$\Delta m = 0$$

rovnováha

$$\Delta m > 0$$

kumulace – riziko překročení meze tolerance

$$\Delta m < 0$$

vymývání – riziko u ztráty živin

# 4.1.3. Prostorová specifikace expoziční



# Prostorová specifikace

**Distribuce látek v ekosystému (osud látek)**



# Prostorová specifikace

**Místa, kde se lokalizují určité základní děje:**

- **místo vstupu**
- **místo výstupu**
- **místo účinku**
- **místo vzniku**
- **místo zániku**
- **místo zásoby**

# 4.1.4. Časová specifikace expozice

# Časová specifikace

**Doba trvání expozice:**

- **vyjádřeno v časových jednotkách**
  - **přesné vyjádření důležité pro experimenty**
  - **při terénních studiích velmi nejistý parametr**

# Časová specifikace

**Doba trvání expozice:**

- **vyjádřeno v časových jednotkách**
  - **přesné vyjádření důležité pro experimenty**
  - **při terénních studiích velmi nejistý parametr**
  
- **vyjádřeno semikvantitativně**
  - **krátkodobá**
  - **střednědobá**
  - **dlouhodobá**
  - **trvalá**

# Časová specifikace

**Frekvence opakování:**

**a) jednorázové (bez opakování)**

**b) s opakováním**

- pravidelné
- nepravidelné

***BHOPAL***

# Bhopal

- město v Indii
- průmyslová katastrofa, 3.12 1984



# Bhopal

- město v Indii
- průmyslová katastrofa, 3.12 1984
- chemická továrna firmy **UNION CARBIDE**  
výroba pesticidu carbarylů

# Bhopal

- město v Indii
- průmyslová katastrofa, 3.12 1984
- chemická továrna firmy UNION CARBIDE  
výroba pesticidu carbarylů
- přehřátí a exploze chemického tanku  
uvolnění asi 40 t metylisokyanátu (MIC)  
obsažen i fosgen a kyanovodík
- mrak zasáhl město, akutní toxicita, edem plic

# Bhopal

- město v Indii
- průmyslová katastrofa, 3.12 1984
- chemická továrna firmy UNION CARBIDE  
výroba pesticidu carbaryl
- přehřátí a exploze chemického tanku  
uvolnění asi 40 t metylisokyanátu (MIC)  
obsažen i fosgen a kyanovodík
- mrak zasáhl město, akutní toxicita, edem plic
- oficiální počet obětí asi 3800, odborné odhady až 20 000  
celkem zasaženo 500 000 lidí, příznaky otravy 120 000

# *PASIVNÍ VZORKOVAČE*



# Dlouhodobý monitoring persistentních organických polutantů

## Aktivity Centra RECETOX

### Studie Liberecko; pasivní vzorkování

Ivan Holoubek, Jana Klánová, Pavel Čupr, Petr Anděl,  
Milan Sážka

**RECETOX, Masaryk University, Brno, CR**

**[holoubek@recetox.muni.cz](mailto:holoubek@recetox.muni.cz); <http://recetox.muni.cz>**

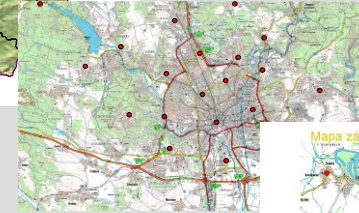
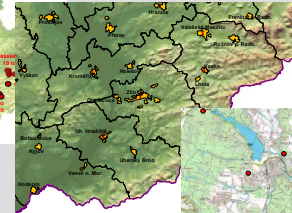
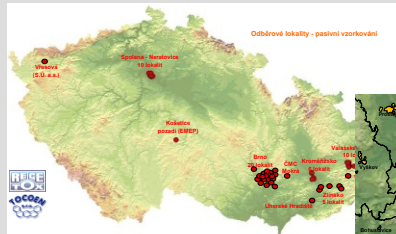
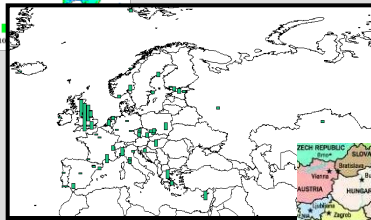
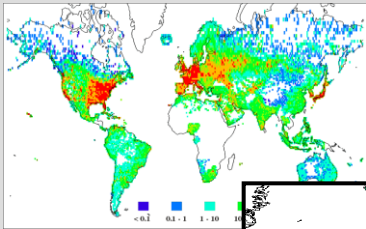
Prezentace KÚ Libereckého kraje

Praha, 18/01/2007

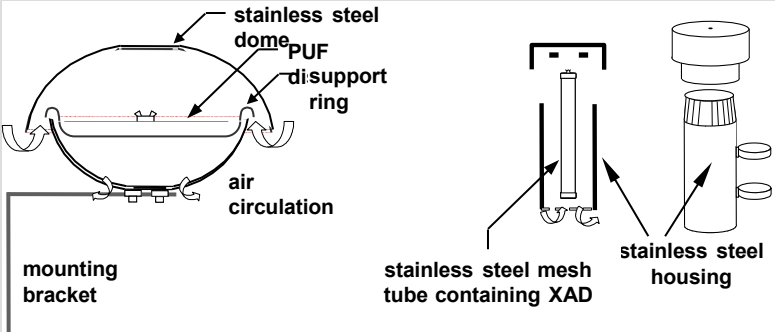
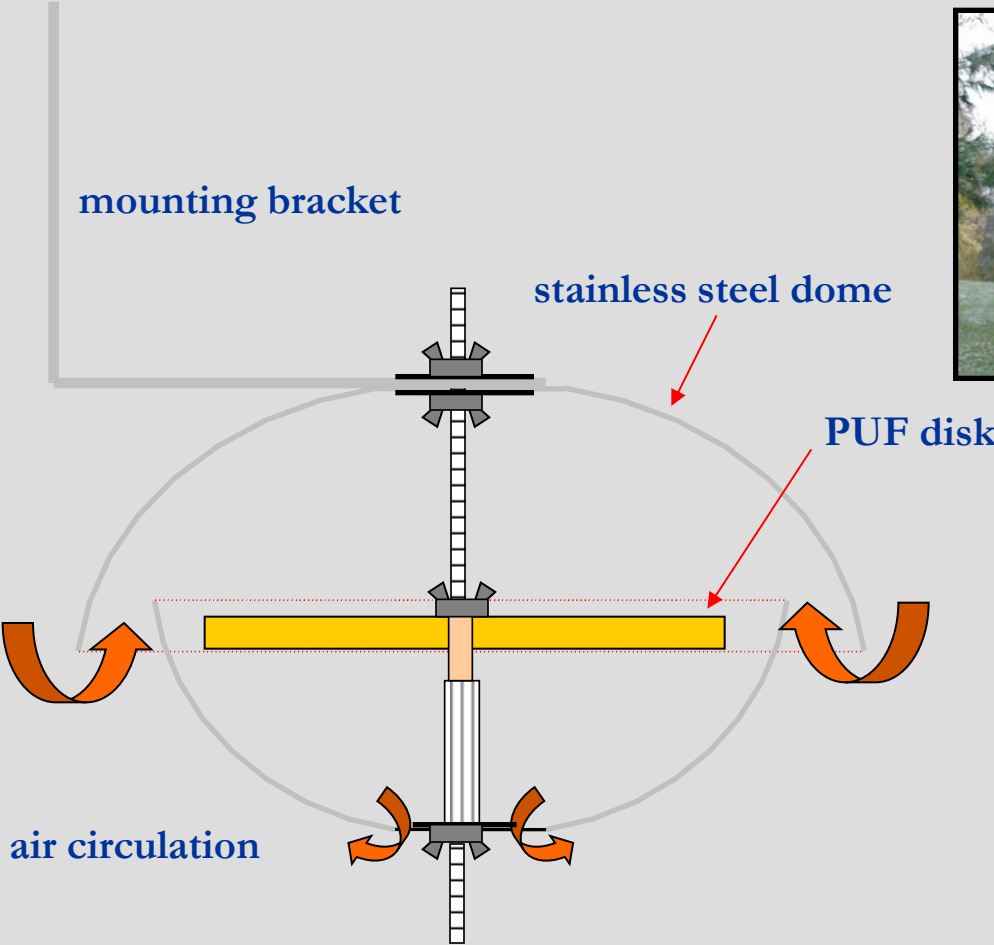
# Pasivní vzorkování



Časové a prostorové trendy na globální, regionální a lokální úrovni

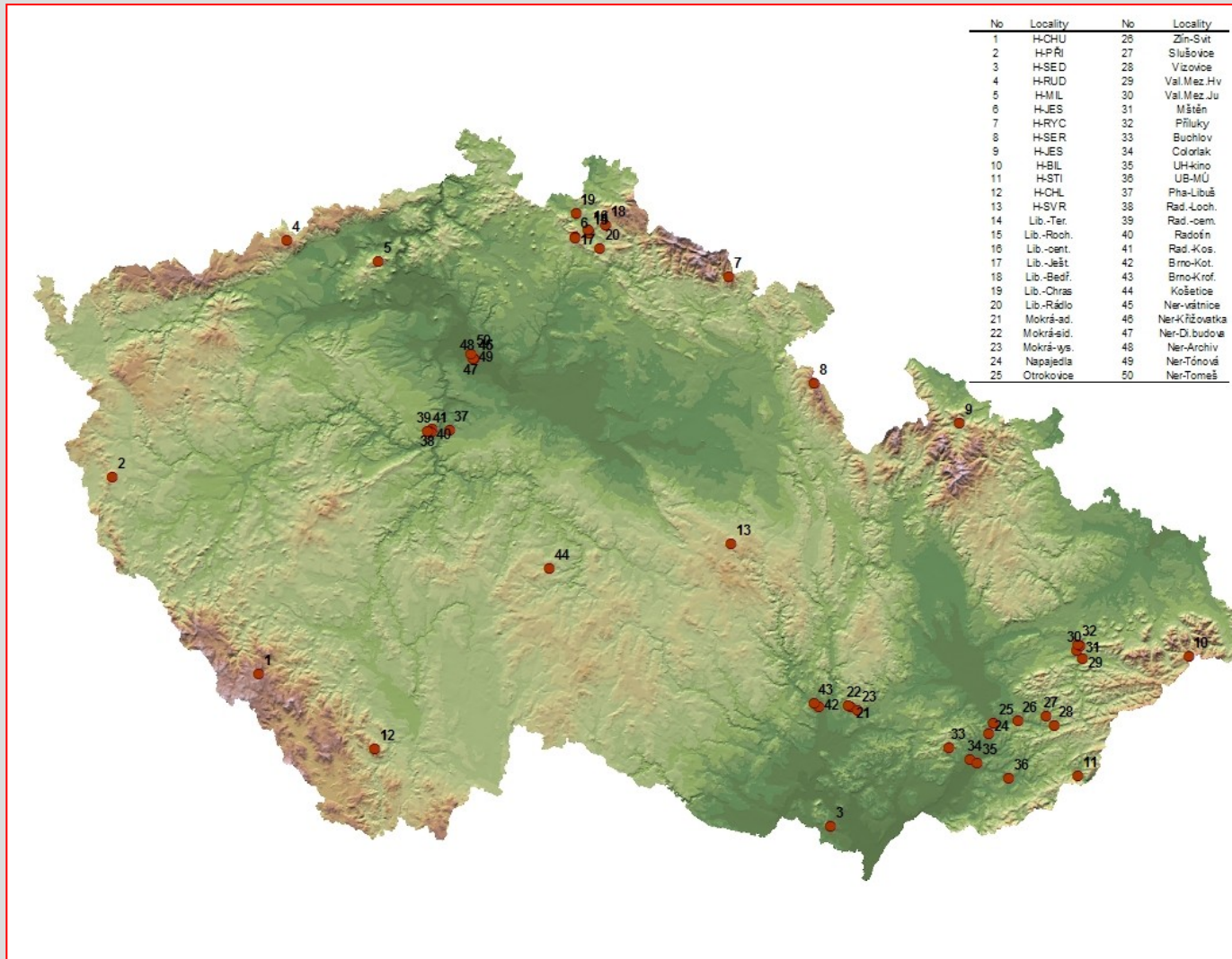


# Passive samplers for POPs sampling



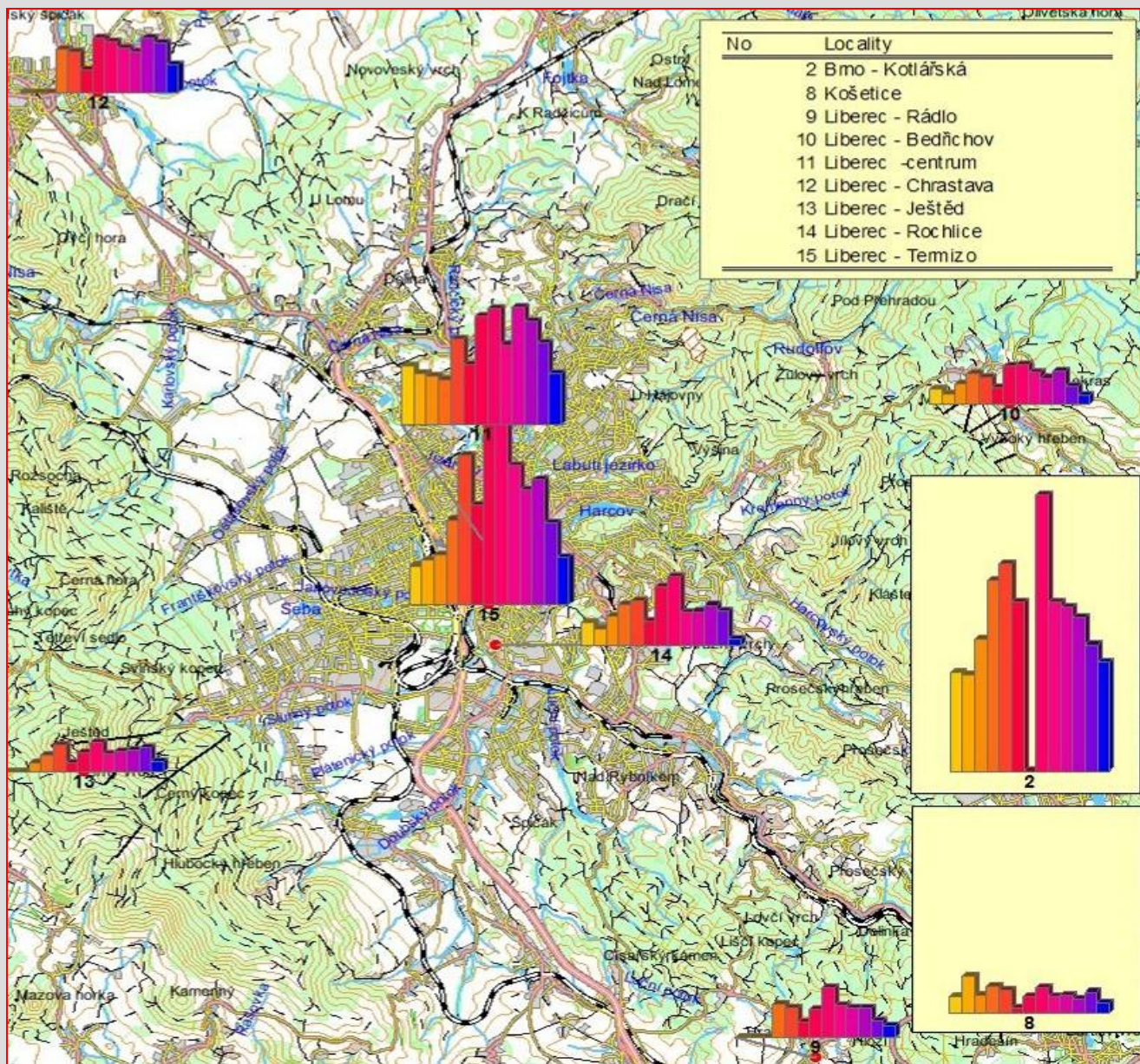
**Two sampler types:  
Polyurethane foam (PUF) disk: 3-month deployment time  
XAD-type: 1-year deployment time**

# Konsorcium – pasivní vzorkování

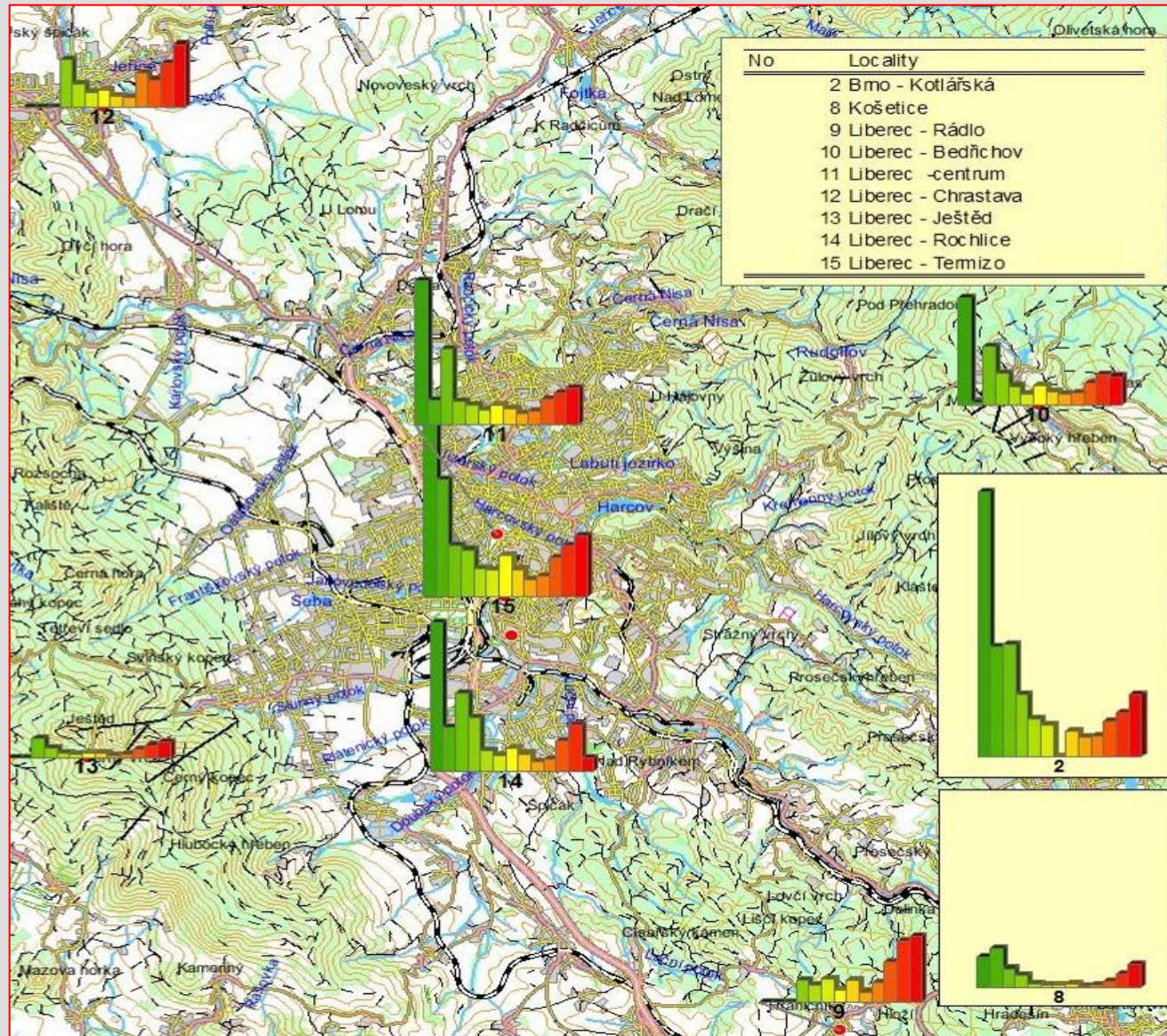




# Koncentrace $\Sigma$ PCBs ve volném ovzduší (ng/PUF filtr) pasivní vzorkování 2005 - 2006 (28/12/05 – 27/12/06)



# Koncentrace $\Sigma$ PAHs ve volném ovzduší (ng/PUF filtr) pasivní vzorkování 2005 - 2006 (28/12/05 – 27/12/06)

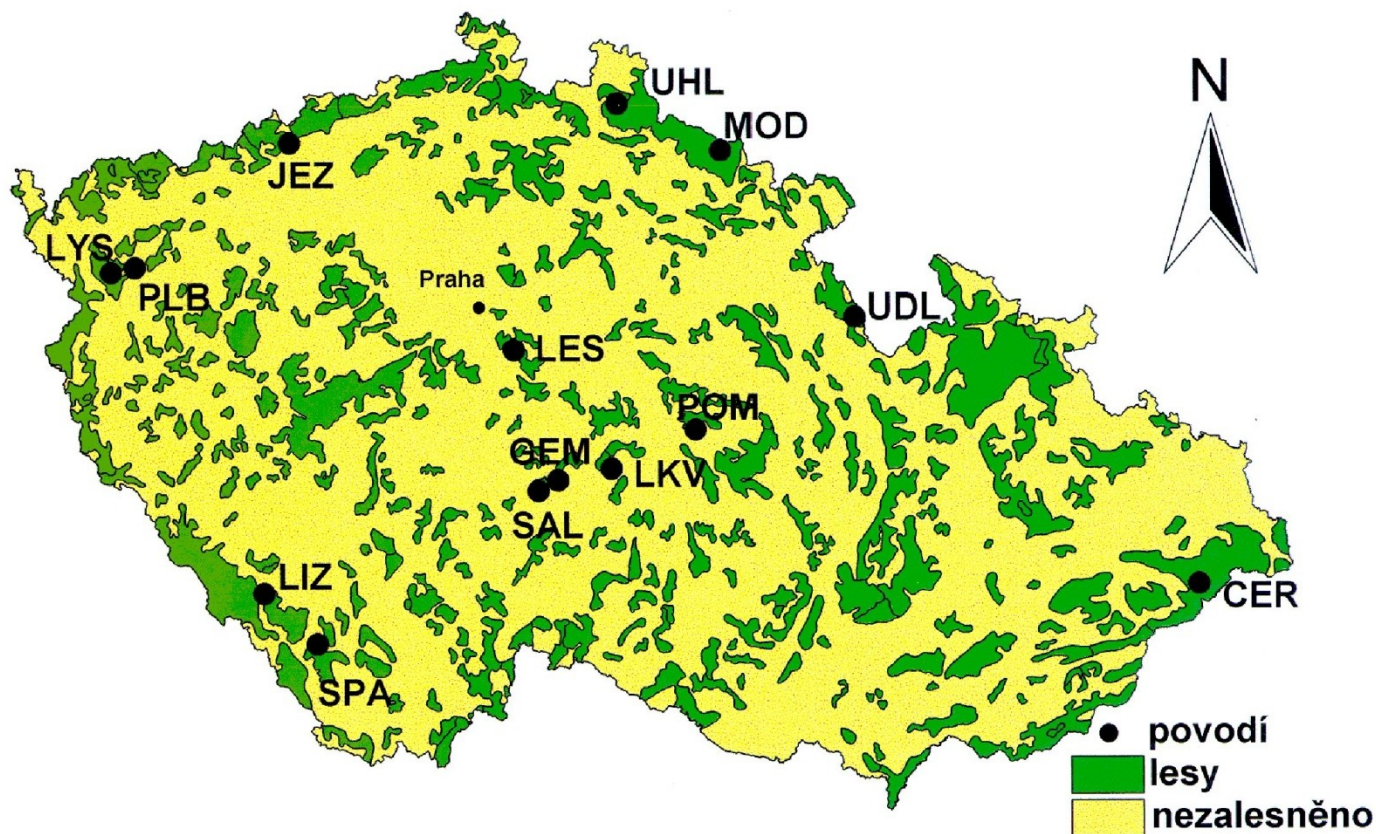


**4.1.5**

**Případová studie - Geomon**

**GEOMON**

# Modelová povodí GEOMON



Lokalizace systému povodí GEOMON (LKV - Loukov, UHL - Uhlířská, MOD - Modrý potok, UDL - U dvou louček, CER - Červík, JEZ - Jezeří, LYS - Lysina, PLB - Pluhův bor, LIZ - Na lizu, SPA - Spálenec, GEM - Anenský potok, SAL - Salačova Lhota, LES - Lesní potok, POM - Polomka).

# GEOMON



## MONITORING LÁTKOVÉHO TOKU V MALÝCH POVODÍCH

VSTUP  
SRÁŽKOVÁ VODA

EKOSYSTÉMY  
V POVODÍ

VÝSTUP  
POVRCHOVÁ VODA

# Odběry

srážky na volné ploše (bulk)

podkorunové srážky (throughfall)



# GEOMON



**MĚŘENÍ VSTUPU – SRÁŽKY NA VOLNÉ PLOŠE A PODKORUNOVÉ**



# GEOMON

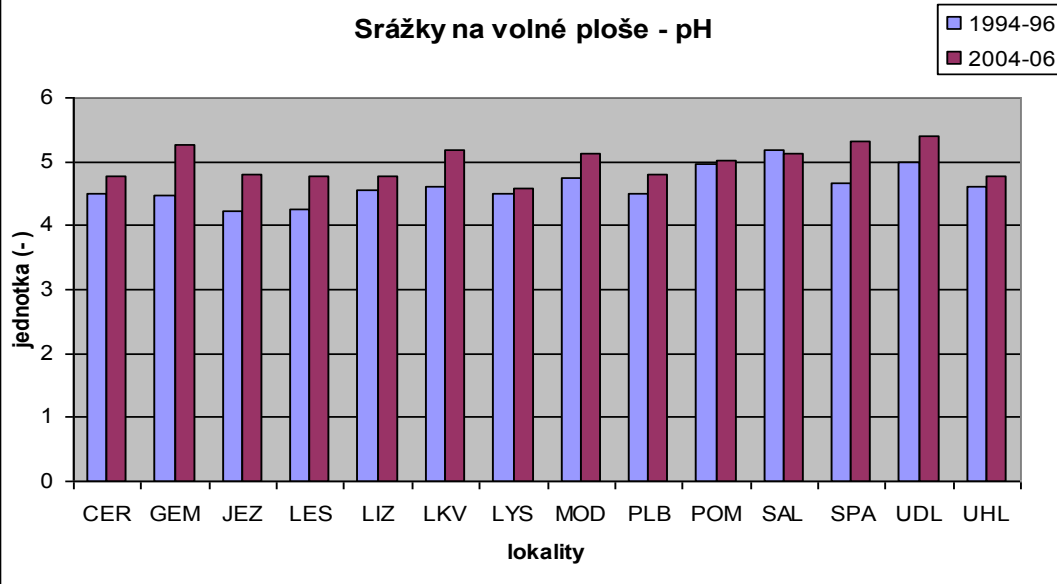


**MĚŘENÍ VÝSTUPU – MNOŽSTVÍ A KVALITA VOD VE VÝSTUPNÍM PROFILU**

# **Vývoj koncentrací ve srážkách - všechna povodí**

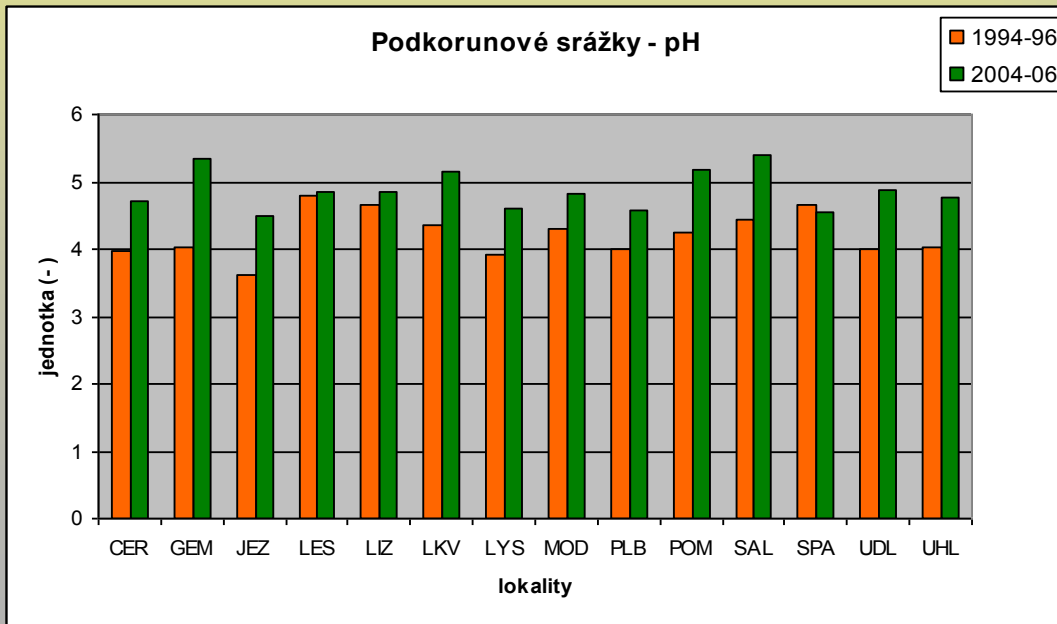
# Vývoj pH

Srážky na volné ploše - pH



ve srážkách  
na volné ploše

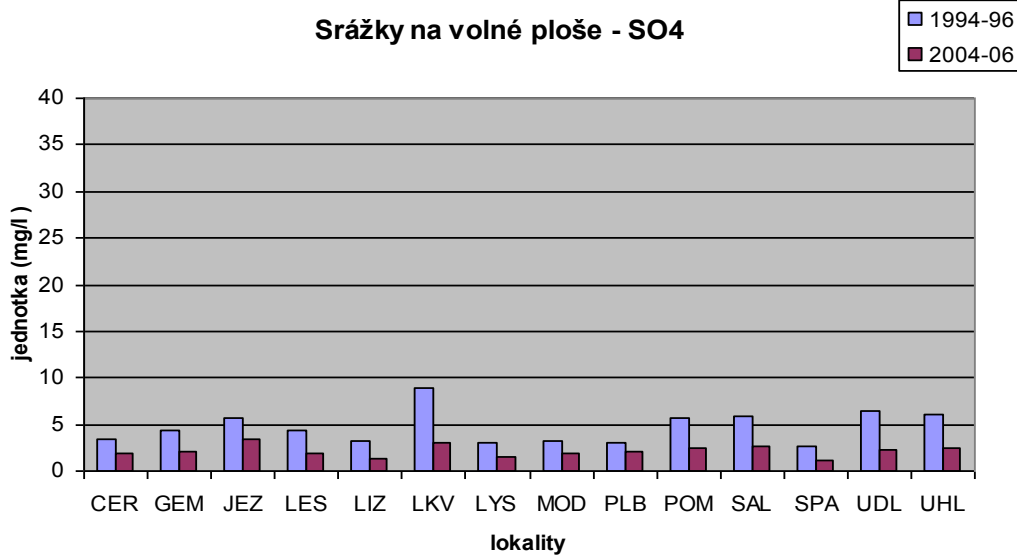
Podkorunové srážky - pH



v podkorunových  
srážkách

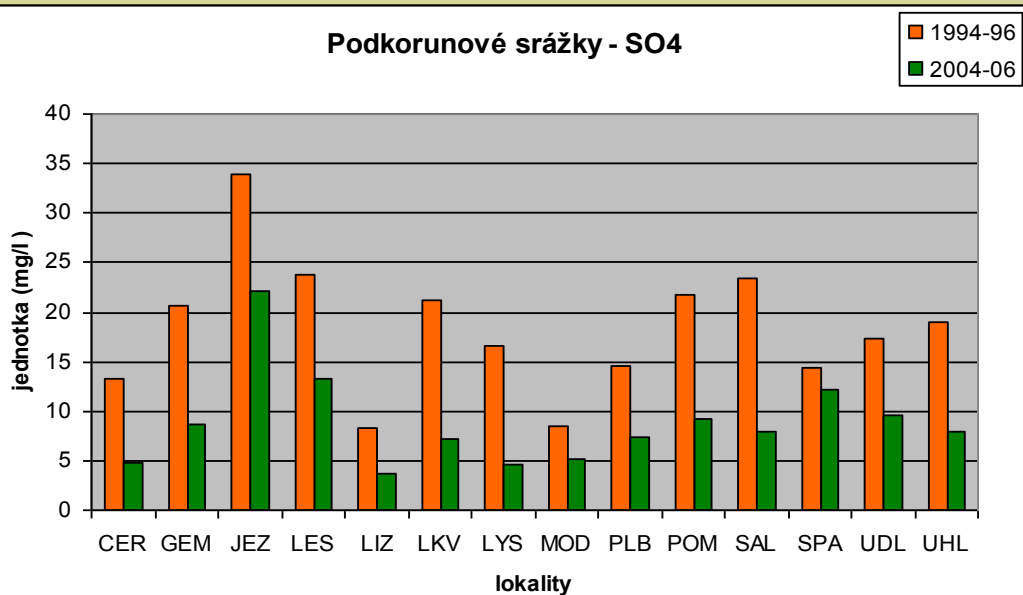
# Vývoj koncentrace síranů

## Srážky na volné ploše - SO<sub>4</sub>



ve srážkách  
na volné ploše

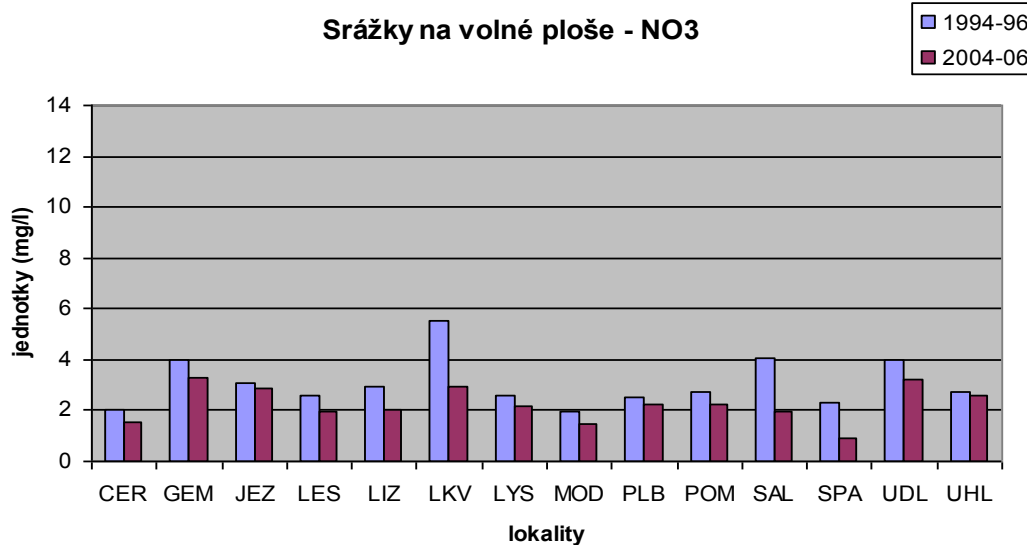
## Podkorunové srážky - SO<sub>4</sub>



v podkorunových  
srážkách

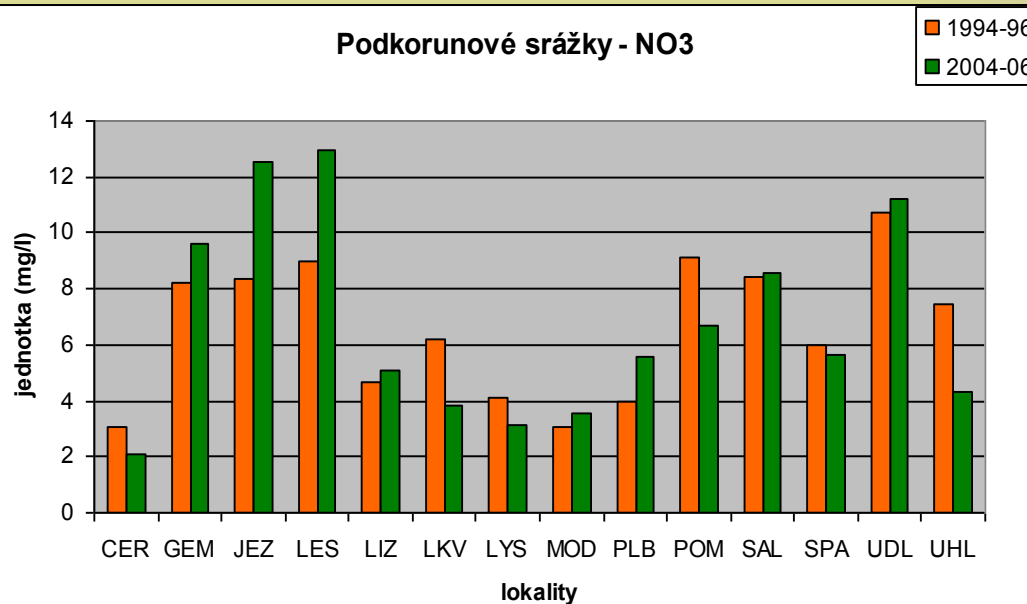
# Vývoj koncentrace dusičnanů

## Srážky na volné ploše - NO<sub>3</sub>



ve srážkách  
na volné ploše

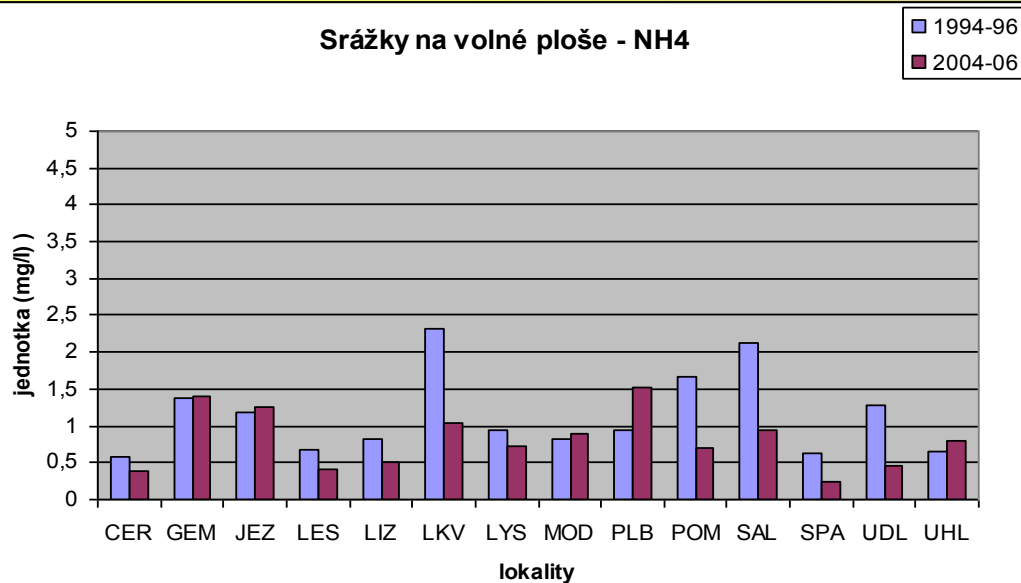
## Podkorunové srážky - NO<sub>3</sub>



v podkorunových  
srážkách

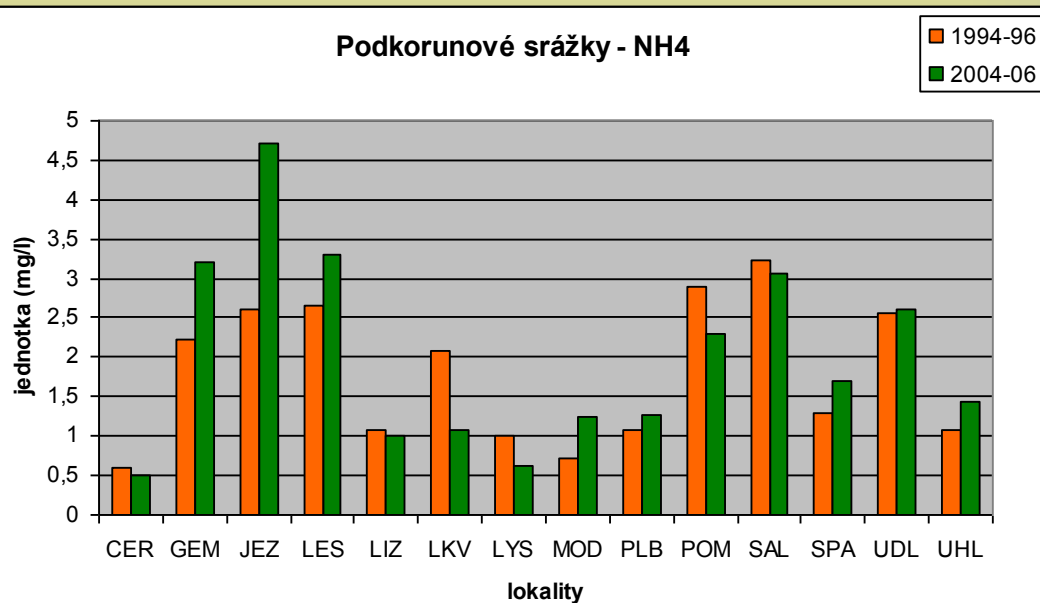
# Vývoj koncentrace amonných iontů

## Srážky na volné ploše - NH<sub>4</sub>



ve srážkách  
na volné ploše

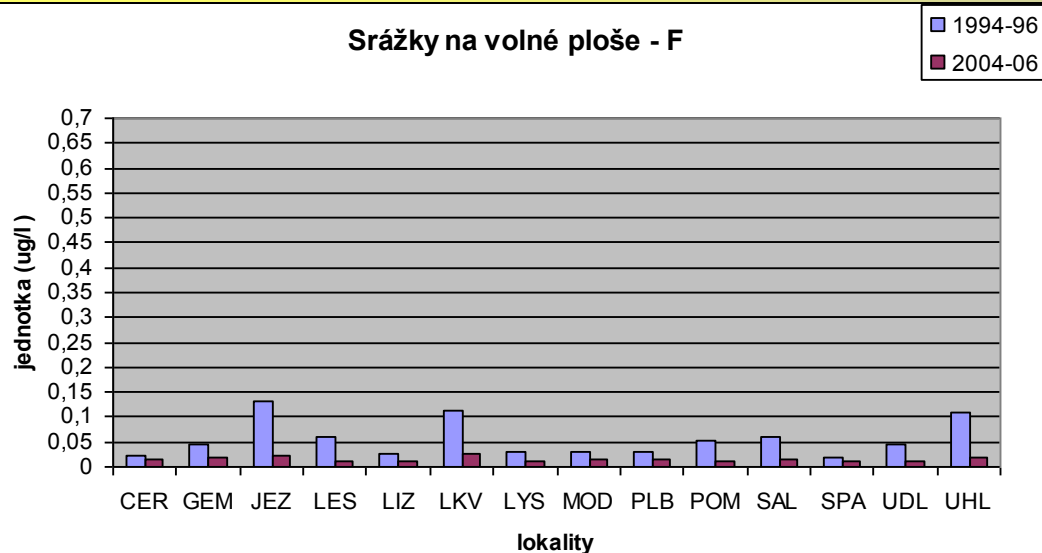
## Podkorunové srážky - NH<sub>4</sub>



v podkorunových  
srážkách

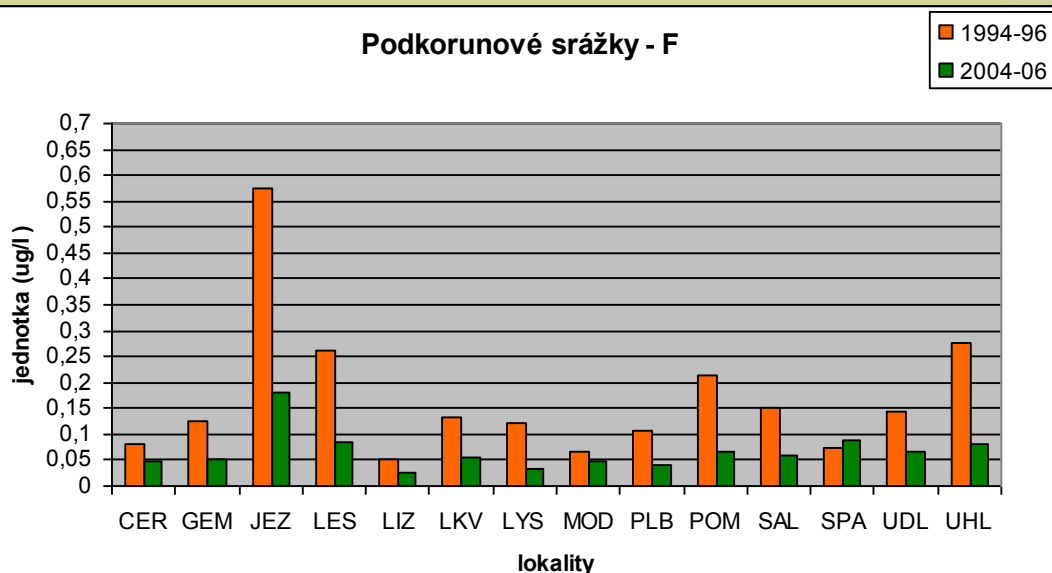
# Vývoj koncentrace fluoridů

## Srážky na volné ploše - F



ve srážkách  
na volné ploše

## Podkorunové srážky - F

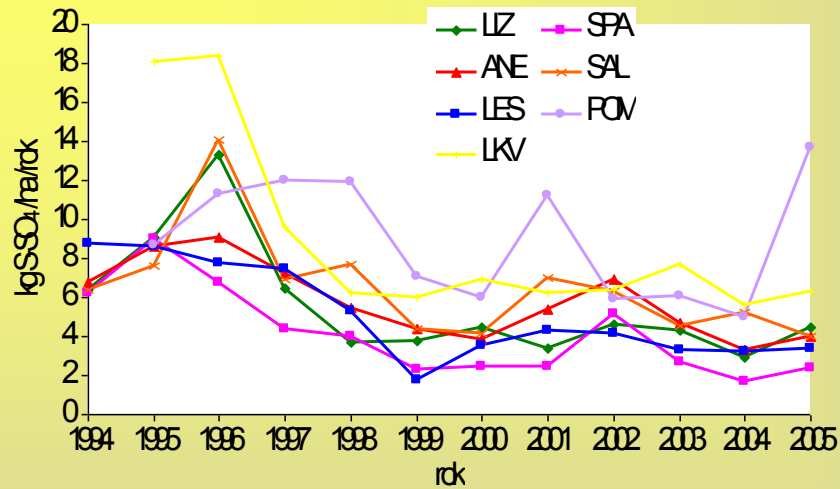


v podkorunových  
srážkách

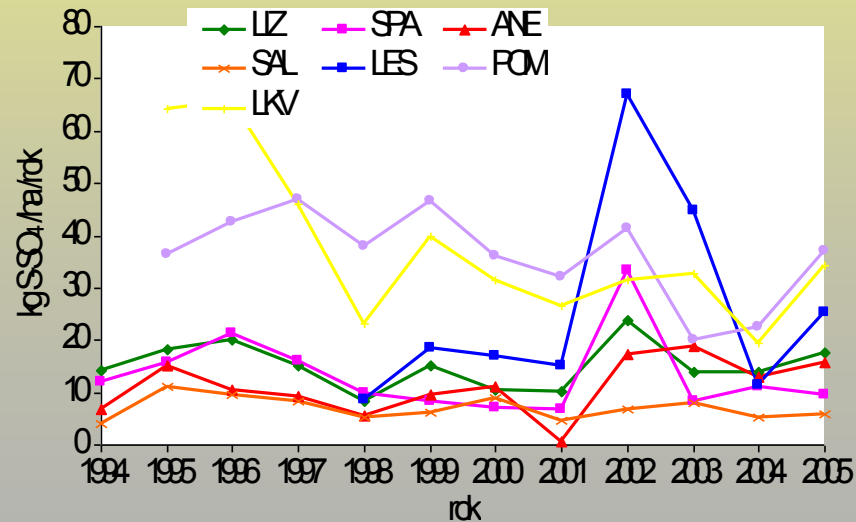
# **Vývoj depozice - všechna povodí**



# Vývoj depozice síry

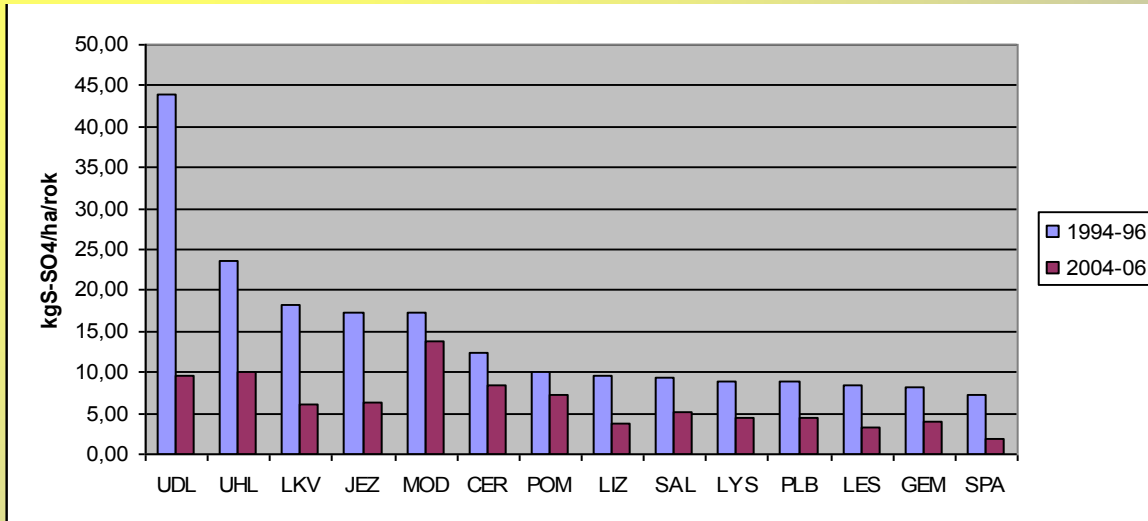


depozice na volné ploše

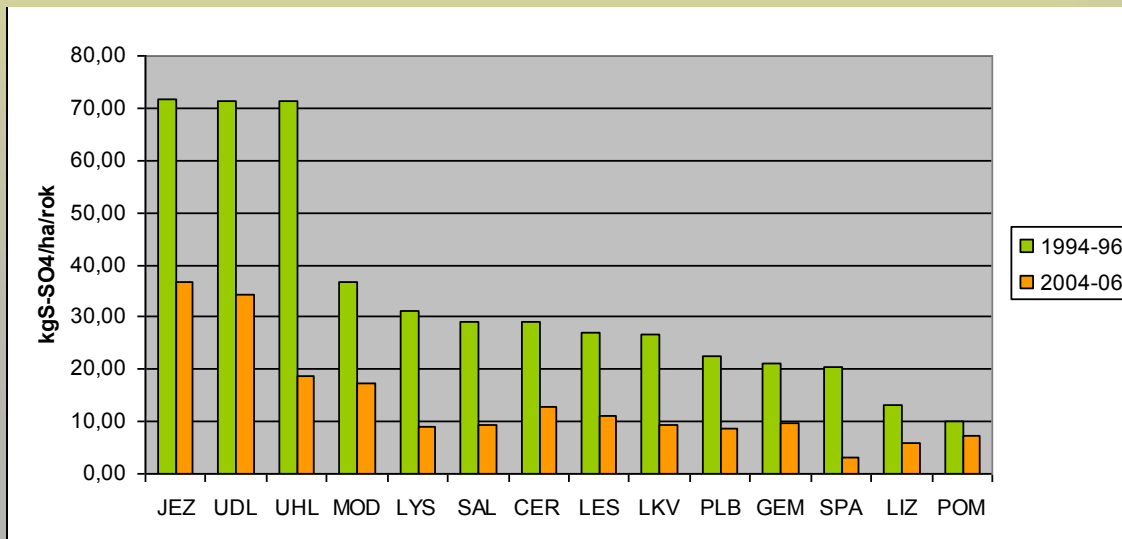


podkorunová depozice

# Vývoj depozice síry



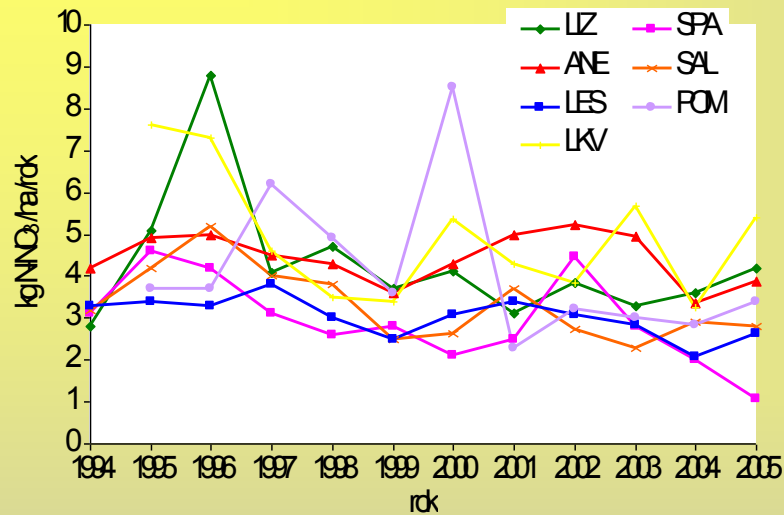
se srážkách  
na volné ploše



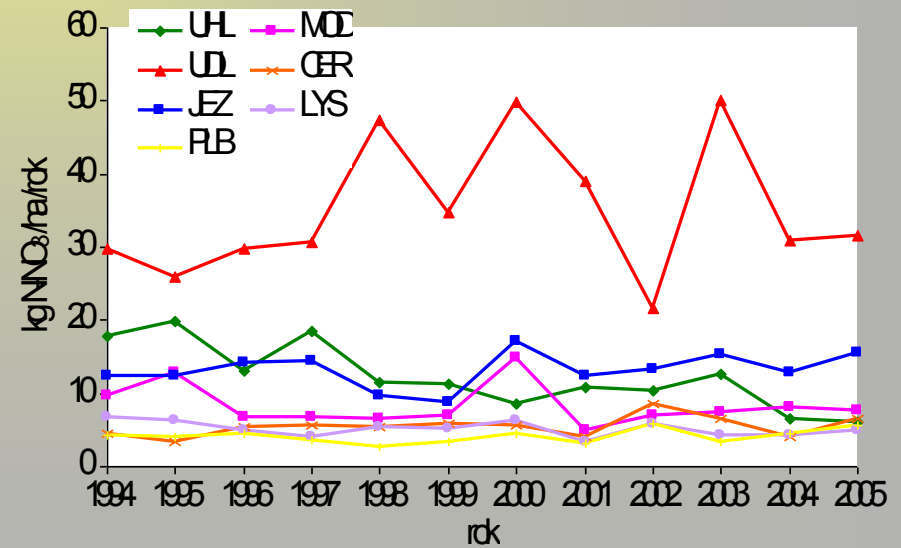
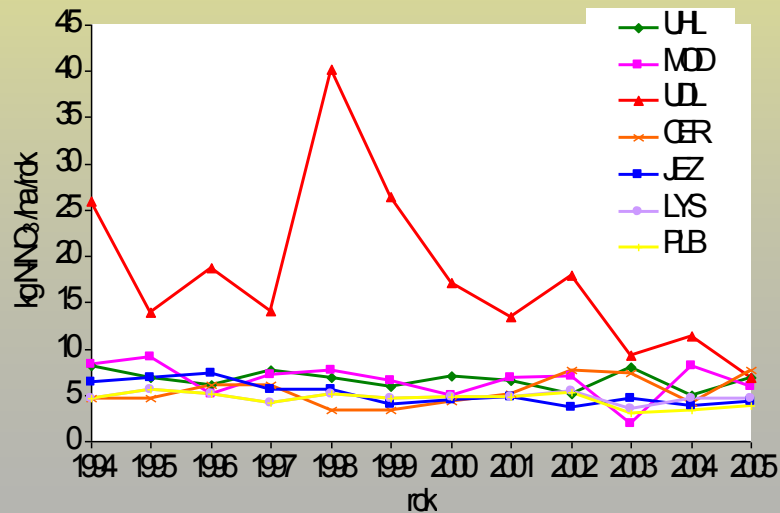
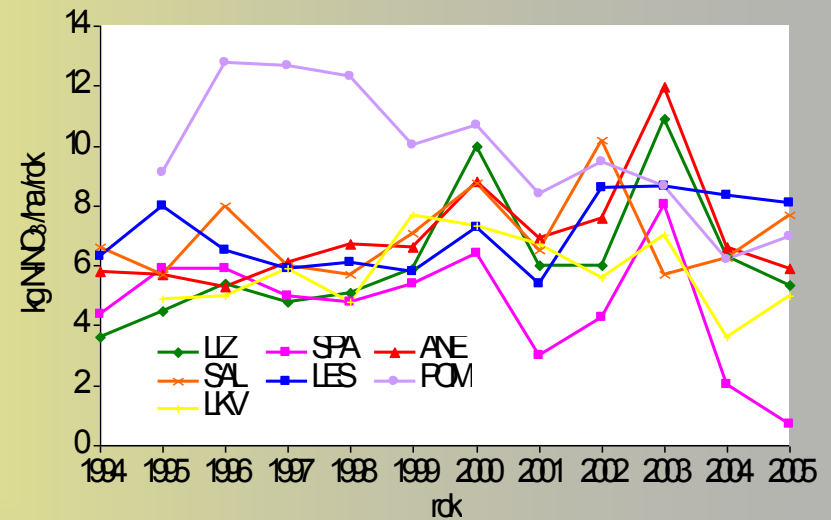
v podkorunových  
srážkách

# Vývoj depozice dusičnanového dusíku

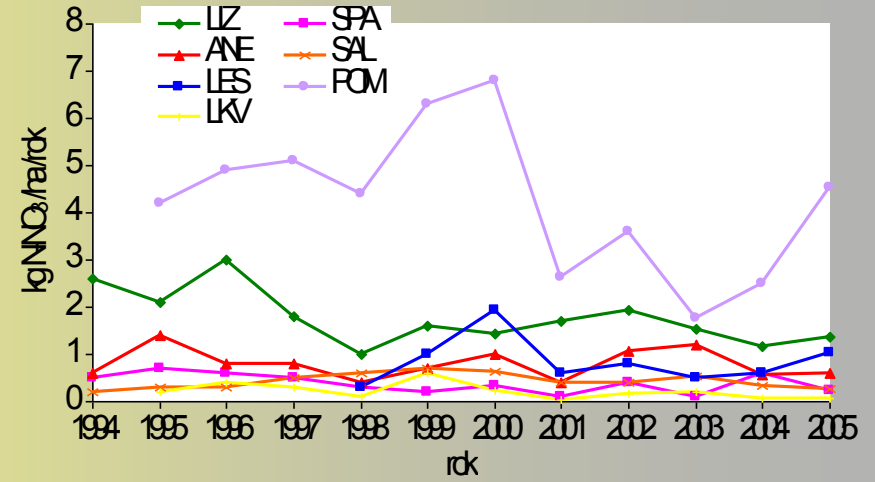
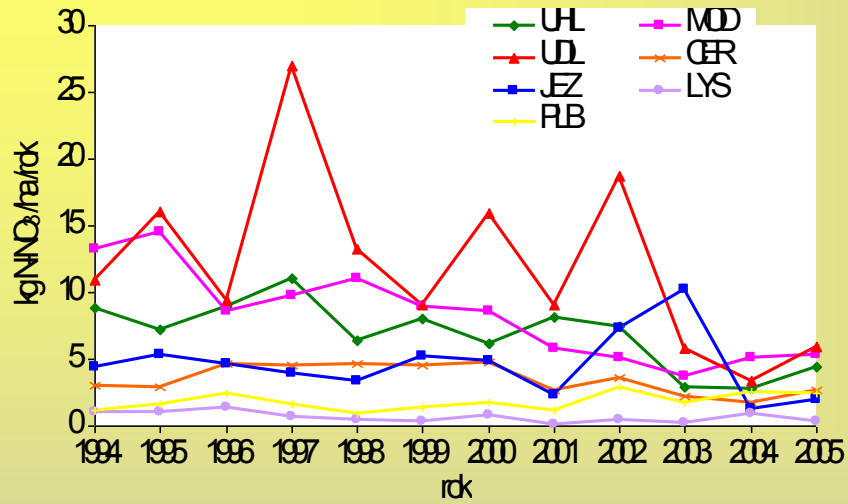
## depozice na volné ploše



## podkorunová depozice



# Odtok dusičnanoného dusíku



# Posuzování vlivů na životní prostředí



Centrum pro výzkum  
toxických látek



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem  
České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky