

5. TOXIKANT V EKOSYSTÉMU

5.1.
EXPOZICE -
ZÁKLADNÍ POJMY

HODNOCENÍ EXPOZICE

- základní pojmy koloběhu hmoty***
- bilance látkového toku***
- prostorová specifikace expozice***
- časová specifikace expozice***

5.1.1. ZÁKLADNÍ POJMY KOLOBĚHU HMOTY

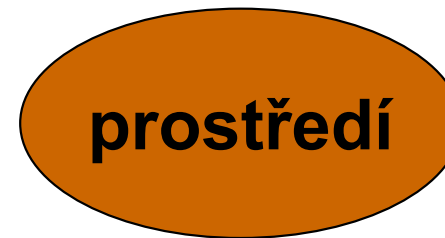
SOUSTAVA IZOLOVANÁ A OTEVŘENÁ

Vztah soustava x okolí - 2 základní typy

- **izolovaná soustava - k výměně nedochází
= pouze teoretická představa**
- **otevřená soustava - dochází k výměně
= všechny přírodní soustavy - i ekosystém**

ROZHRAŇÍ

**Velikost organismu vymezuje
ROZHRAŇÍ
mezi organismem a prostředím**



**vlastnosti rozhraní
(velikost a propustnost)
rozhodují o výměně energie, hmoty, informace**

VYMEZENÍ POPISOVANÉ SOUSTAVY

Základní hodnocené soustavy:

**- ekotoxikologie organismus
 ekosystém**

**-geochemie povodí
 kontinenty
 Země**

VYMEZENÍ POPISOVANÉ SOUSTAVY

Základní prostorové vymezení expozice

okolí



rozhraní



soustava

**zásobníky
kompartmenty**

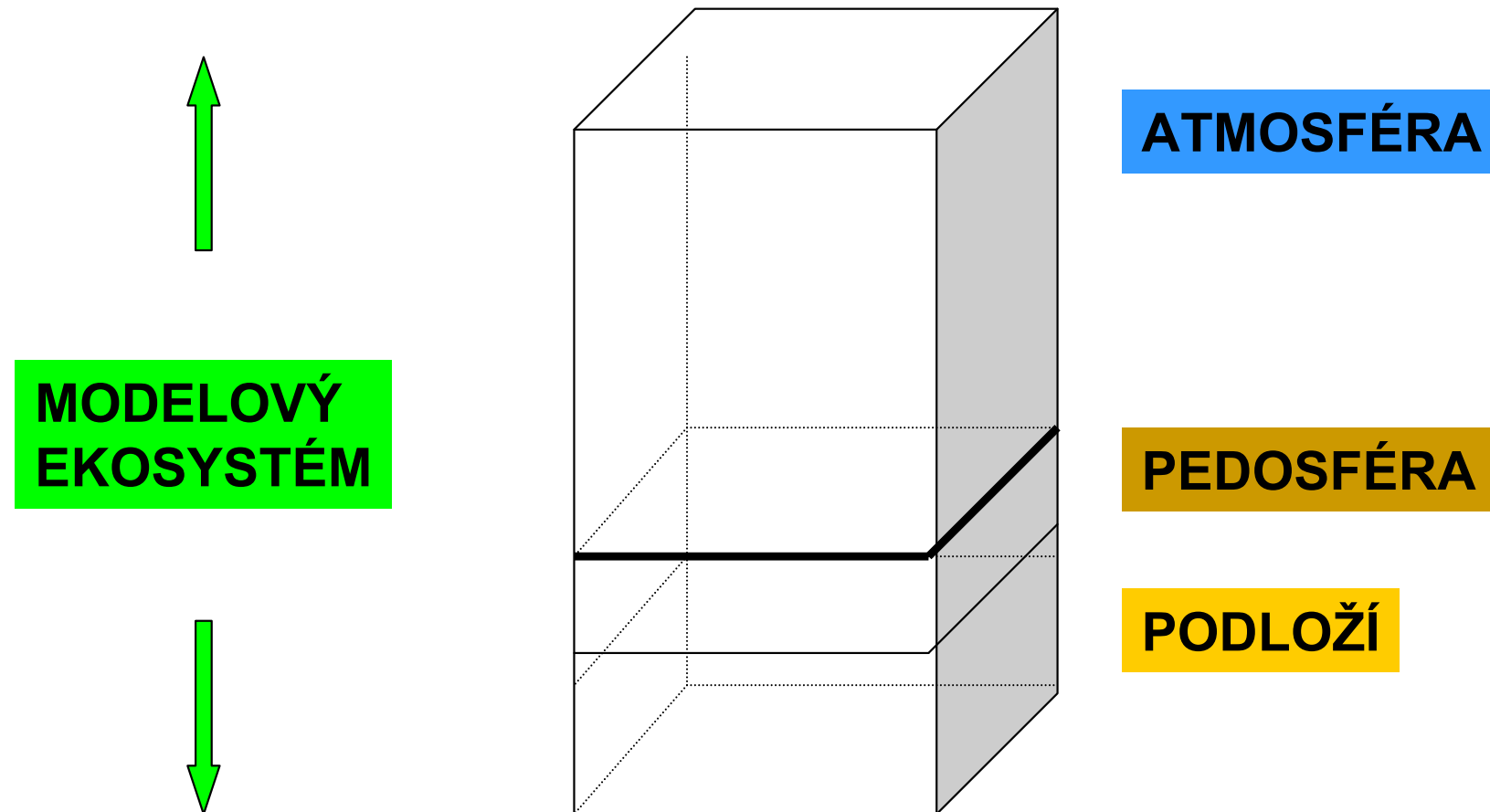
ZÁKLADNÍ POJMY LÁTKOVÉHO METABOLISMU



Jak prostorově vymezit hodnocený ekosystém?

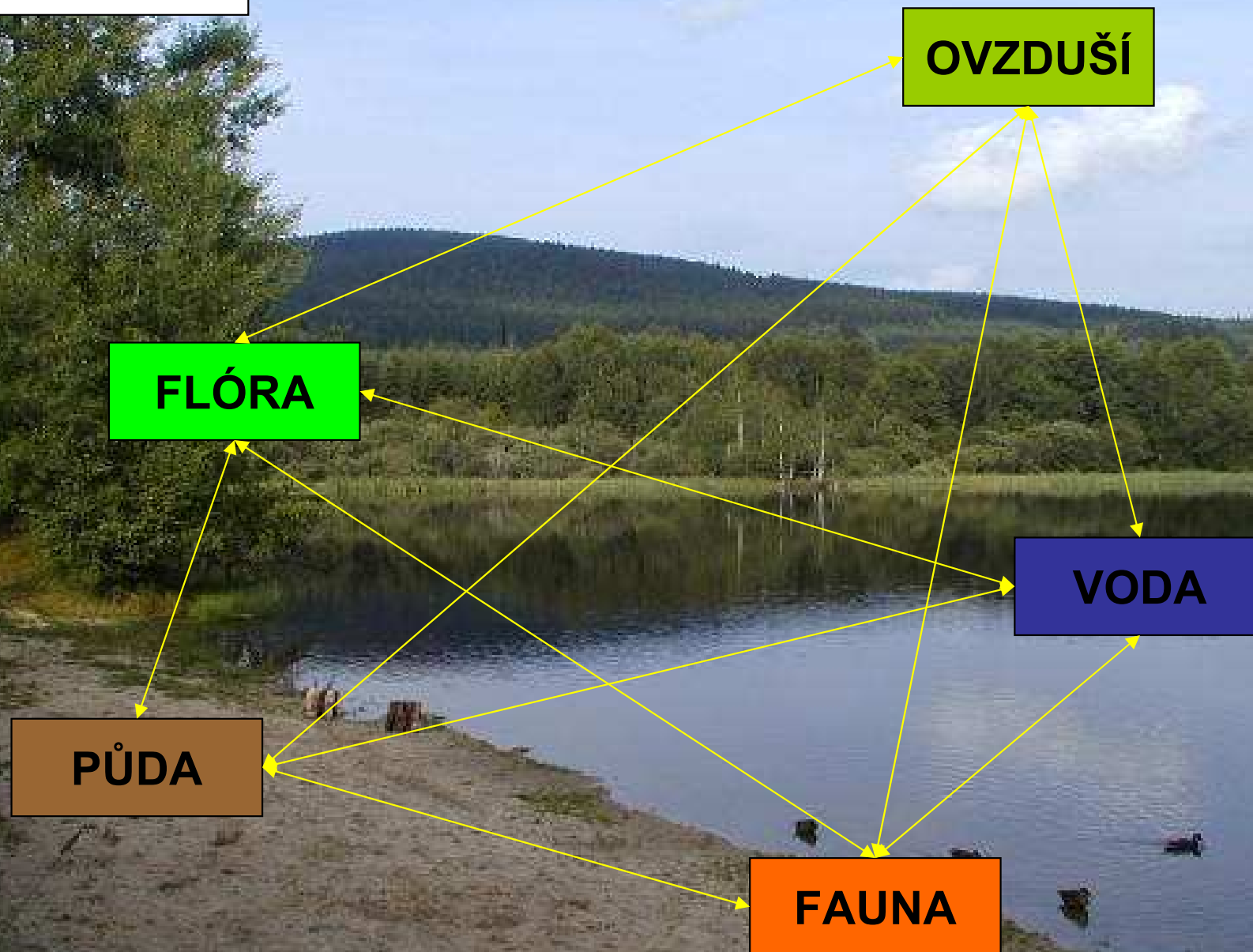
VYMEZENÍ POPISOVANÉ SOUSTAVY

Pro teoretické bilance:
Jako kolmý hranol o průřezu rozlohy hodnoceného
ekosystému, zasahující do atmosféry a do podloží



ROZDĚLENÍ NA ZÁKLADNÍ SLOŽKY

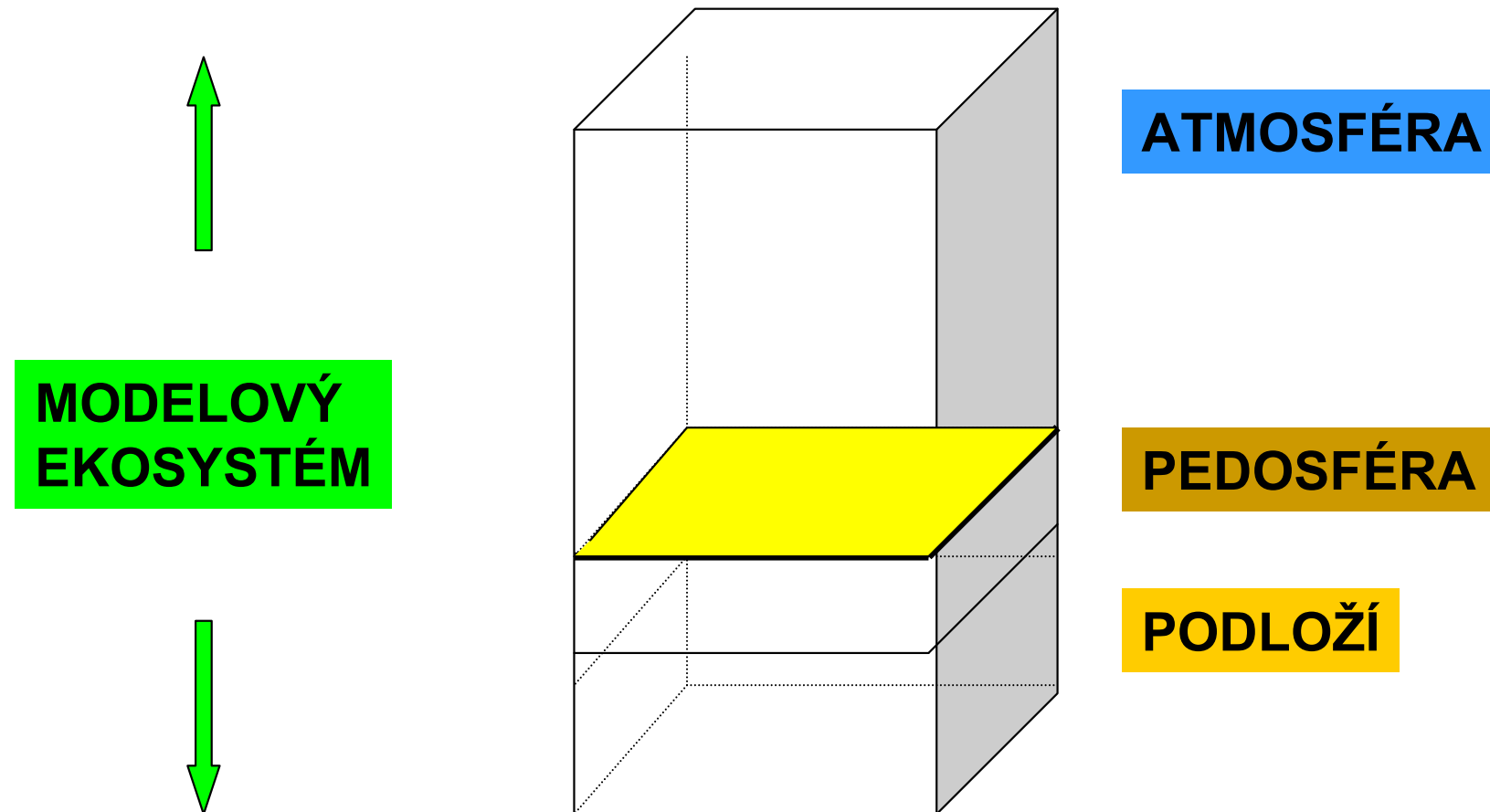
ZÁSOBNÍKY



ROZHRANÍ MEZI ZÁSObNÍKY

Skutečné nebo pomyslné plochy mezi zásobníky

Příklady: vodní hladina, povrch listu



ZÁSOBNÍK

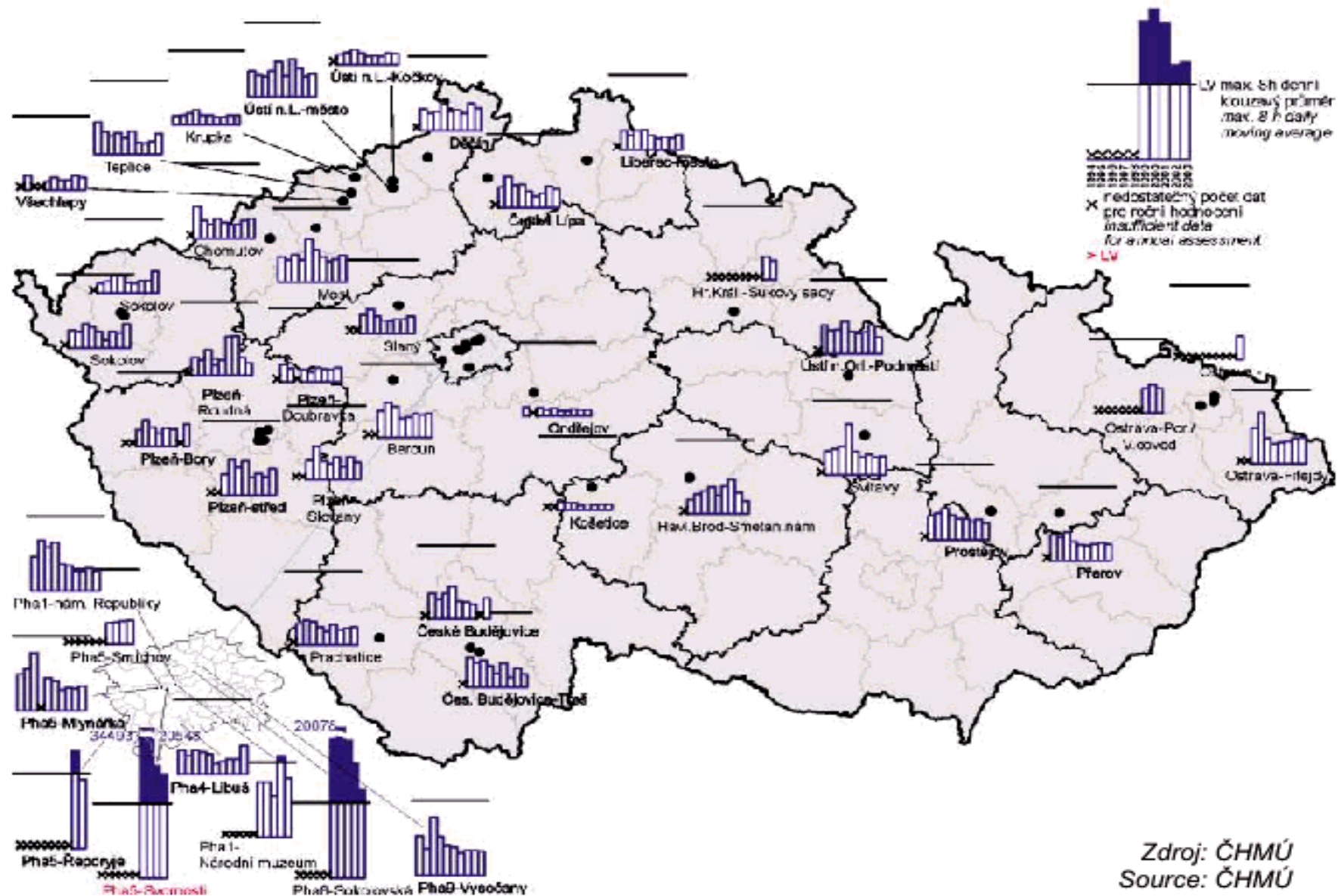
CHARAKTERISTIKA ZÁSObNÍKU

Základní charakteristiky:

- 1. objem zásobníku (V) – objemové jednotky, m³**
- 2. hmotnost zásobníku (M) – hmotnostní jednotky**
 - v geochemii zásadně gramech
 - hlavní jednotkou 1 Tg (teragram) = 10¹² g
(= krychle ledu o hraně 100 m)
- 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)

CO – koncentrace v ovzduší

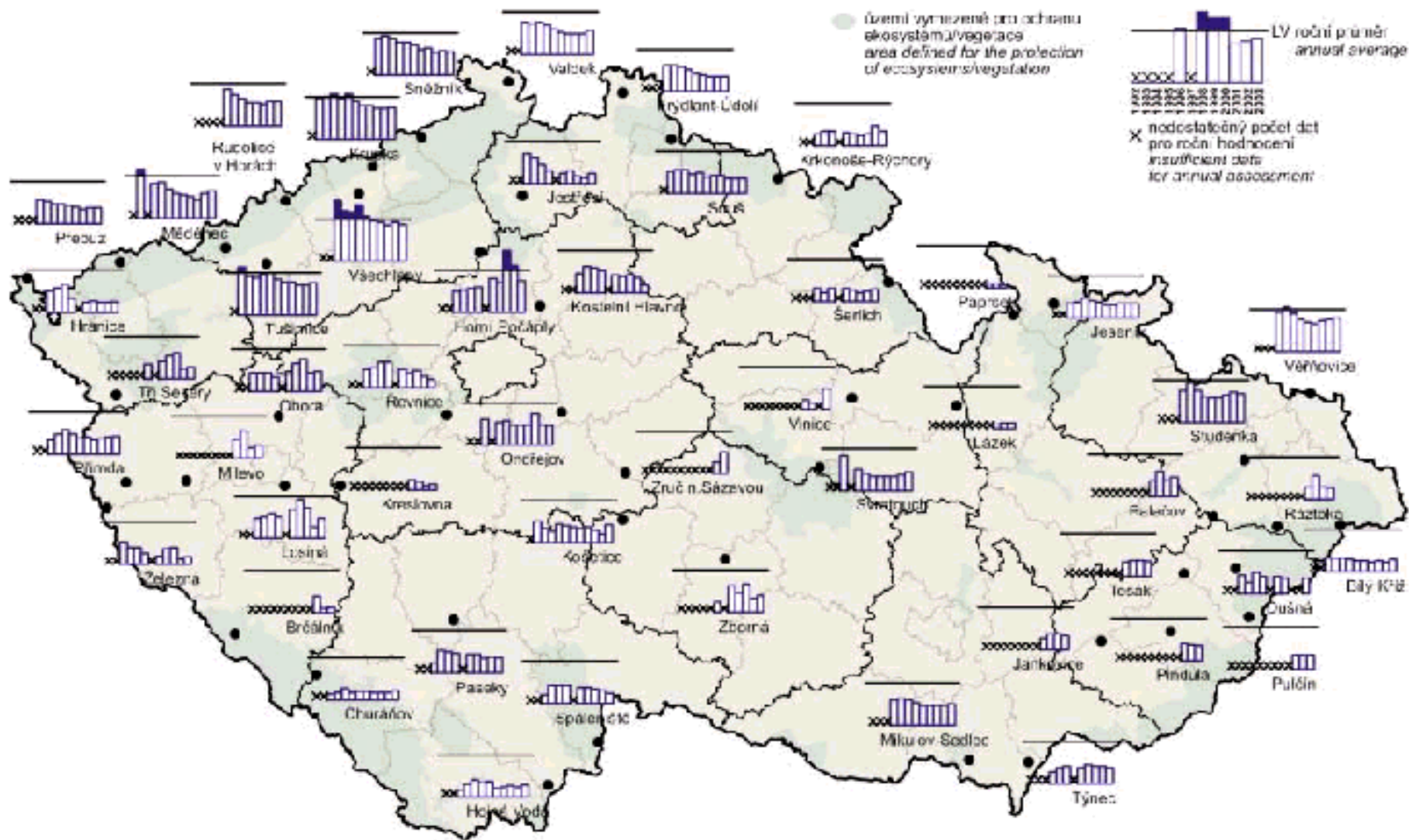
Obr. B1.2.5 Maximální osmihodinové klouzavé průměrné koncentrace oxidu uhelnatého na vybraných stanicích, 1994–2003
 Maximum eight-hour sliding average concentrations of CO at selected stations, 1994–2003



NO_x – koncentrace v ovzduší

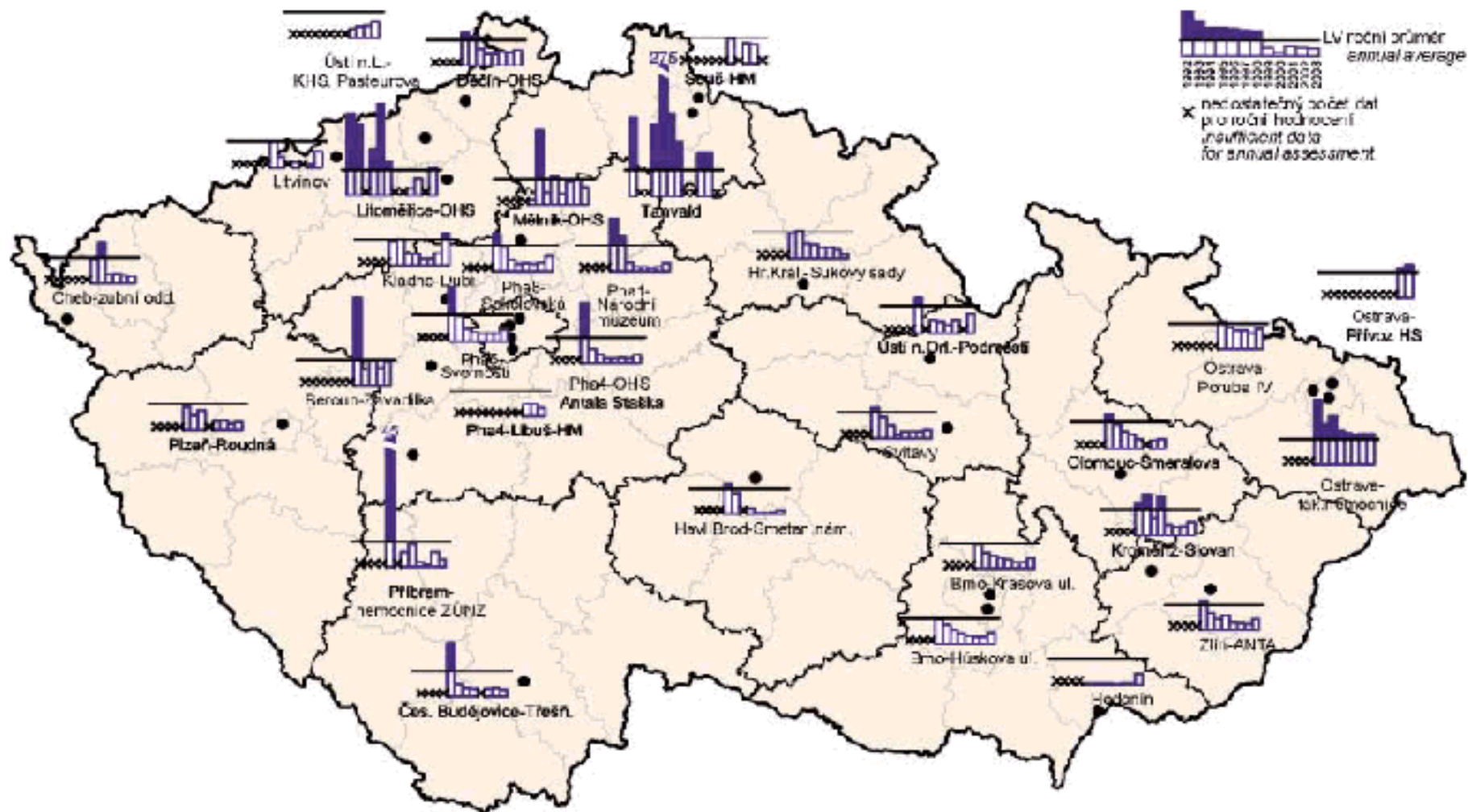
Obr. B1.2.10 Roční průměrné koncentrace oxidů dusíku na vybraných stanicích, 1992–2003

Annual average concentrations of NO_x at selected stations, 1992–2003



Arzen (As) – koncentrace v ovzduší

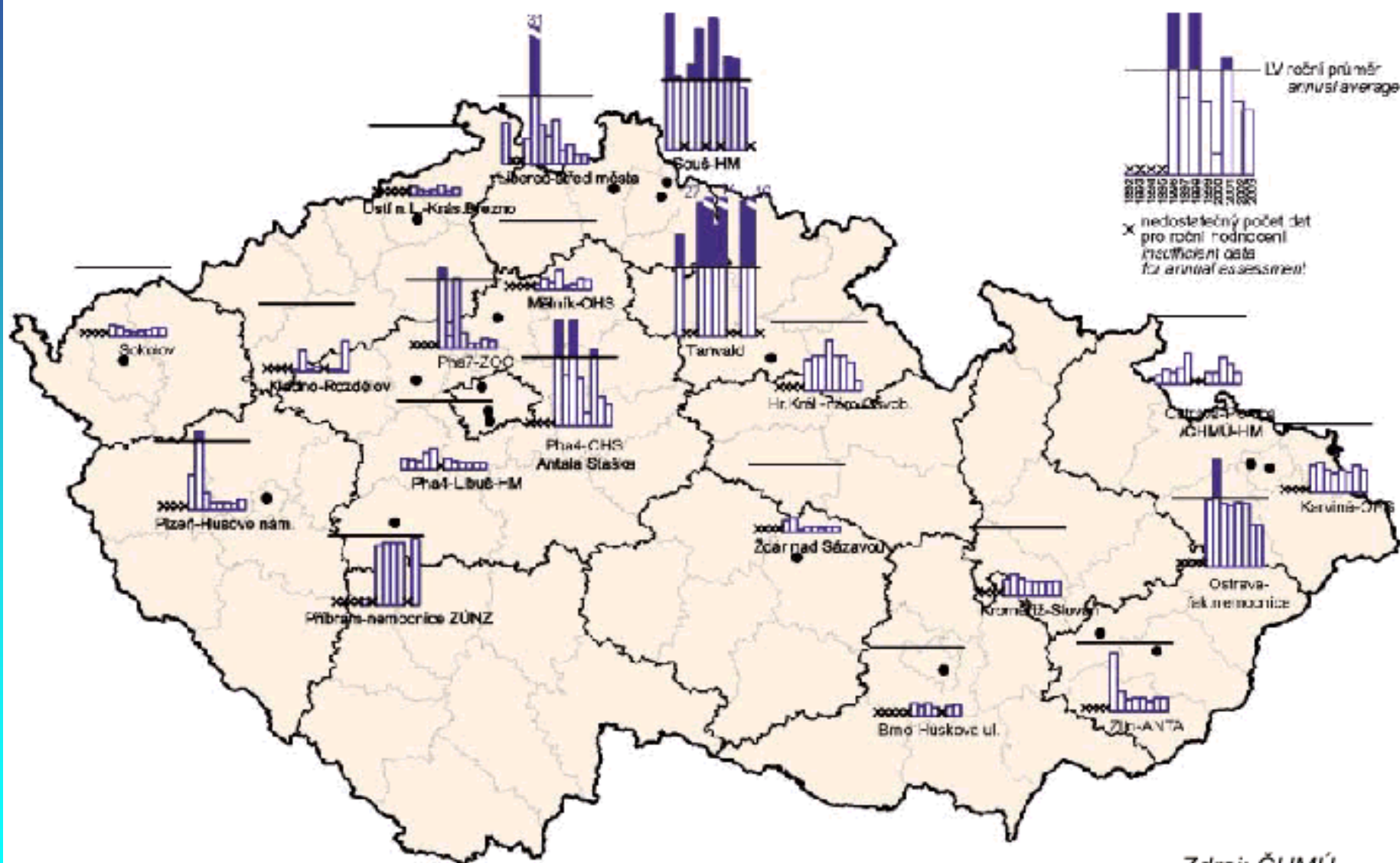
Obr. B1.2.7 Roční průměrné koncentrace arzenu v ovzduší na vybraných stanicích, 1992–2003
Annual average concentrations of arsenic in the ambient air at selected stations, 1992–2003



Kadmium (Cd) – koncentrace v ovzduší

Obr. B1.2.6 Roční průměrné koncentrace kadmia v ovzduší na vybraných stanicích, 1992–2003

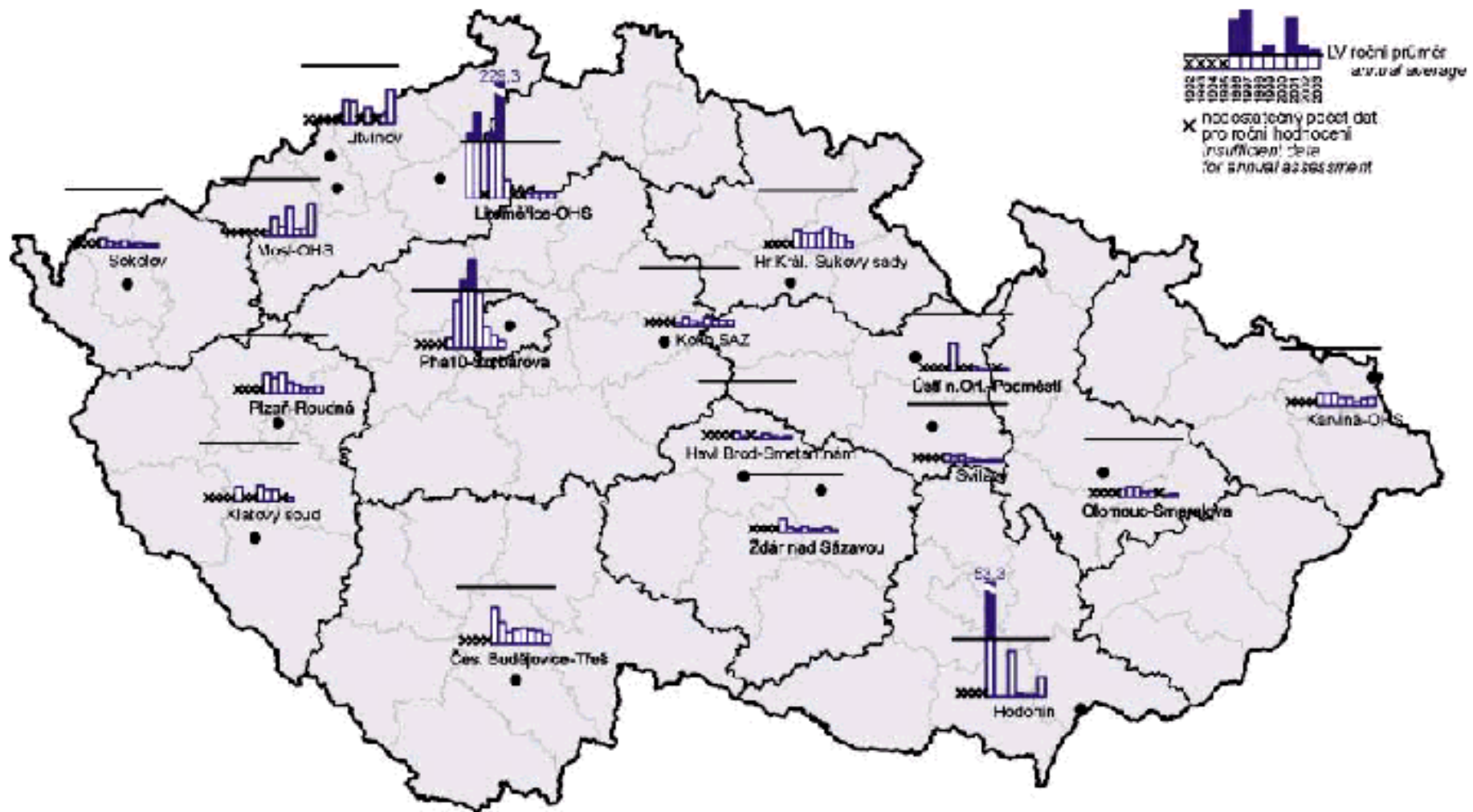
Annual average concentrations of cadmium in the ambient air at selected stations, 1992–2003



Nikl (Ni) – koncentrace v ovzduší

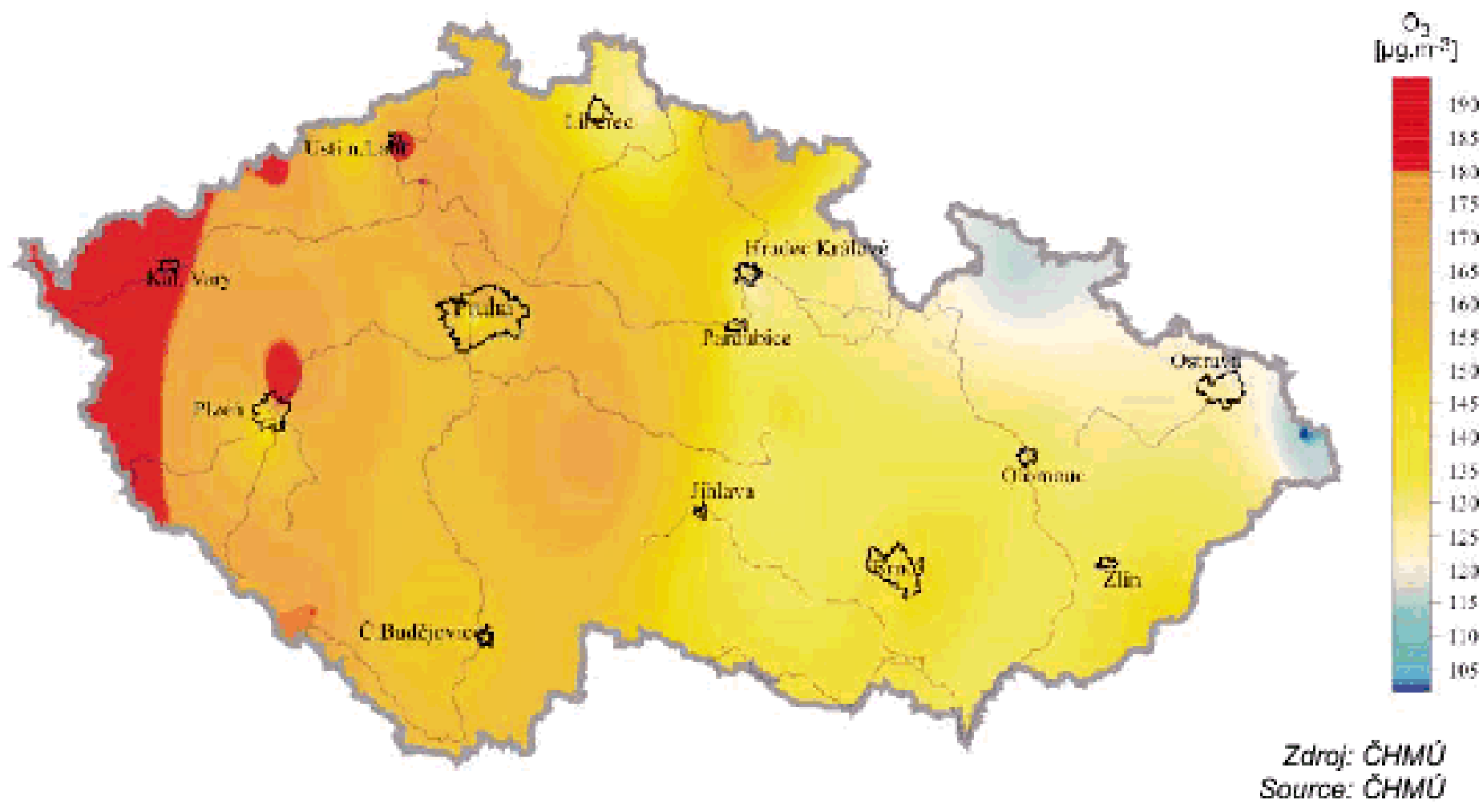
Obr. B1.2.8 Roční průměrné koncentrace niklu v ovzduší na vybraných stanicích, 1992–2003

Annual average concentrations of nickel in the ambient air at selected stations, 1992–2003



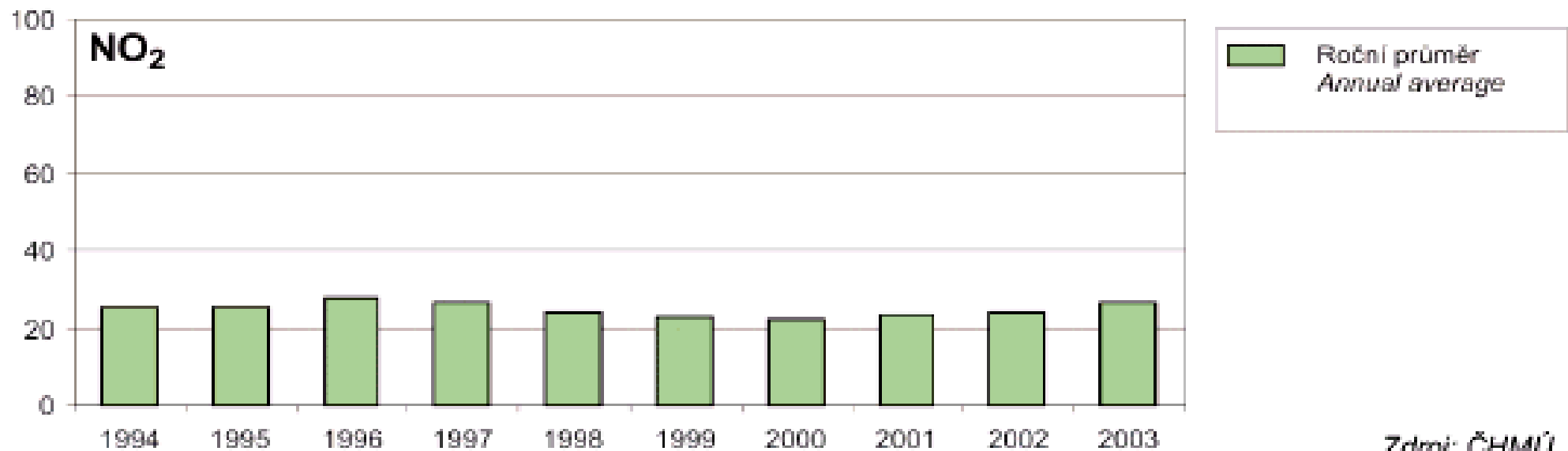
Troposférický ozon – koncentrace v ovzduší

Obr. B1.3.3 Plošné rozložení maximálních hodinových koncentrací troposférického ozonu dne 12. srpna 2003
Planar distribution of the maximum hourly concentrations of tropospheric ozone on August 12, 2003



NO₂ – trend 1994 - 2003

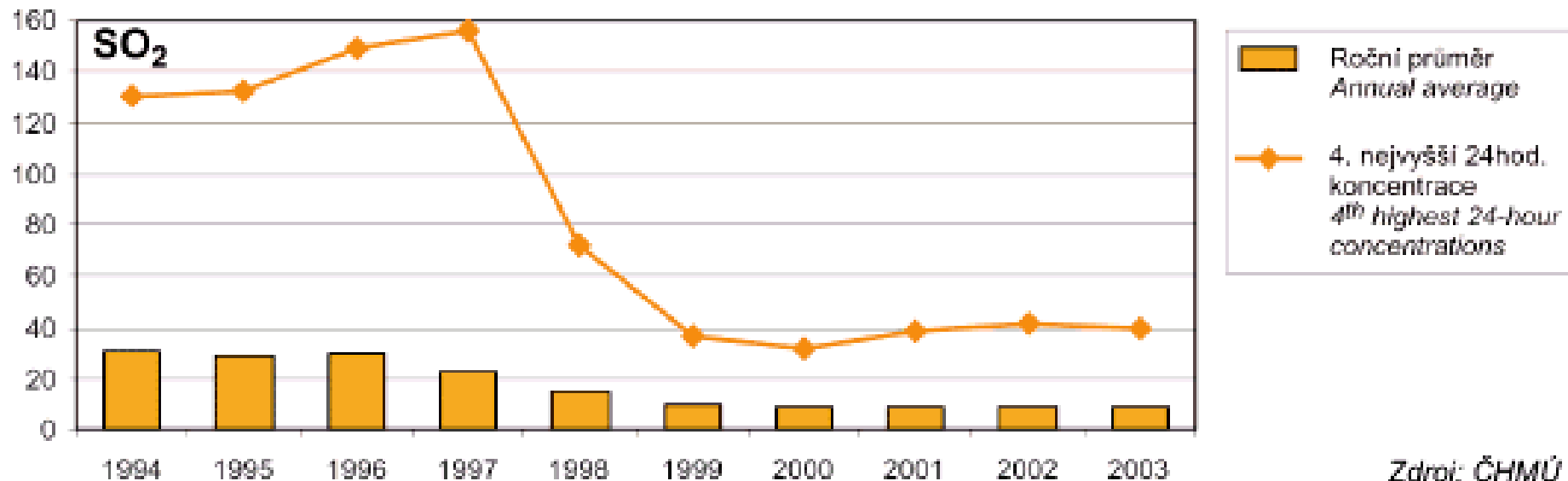
Obr. B1.2.12 Trendy charakteristik SO₂, PM₁₀, NO₂ a O₃, 1994–2003
Trends of air pollution characteristics of SO₂, PM₁₀, NO₂ and O₃, 1994–2003



Zdroj: ČHMÚ
Source: ČHMÚ

SO₂ – trend 1994 - 2003

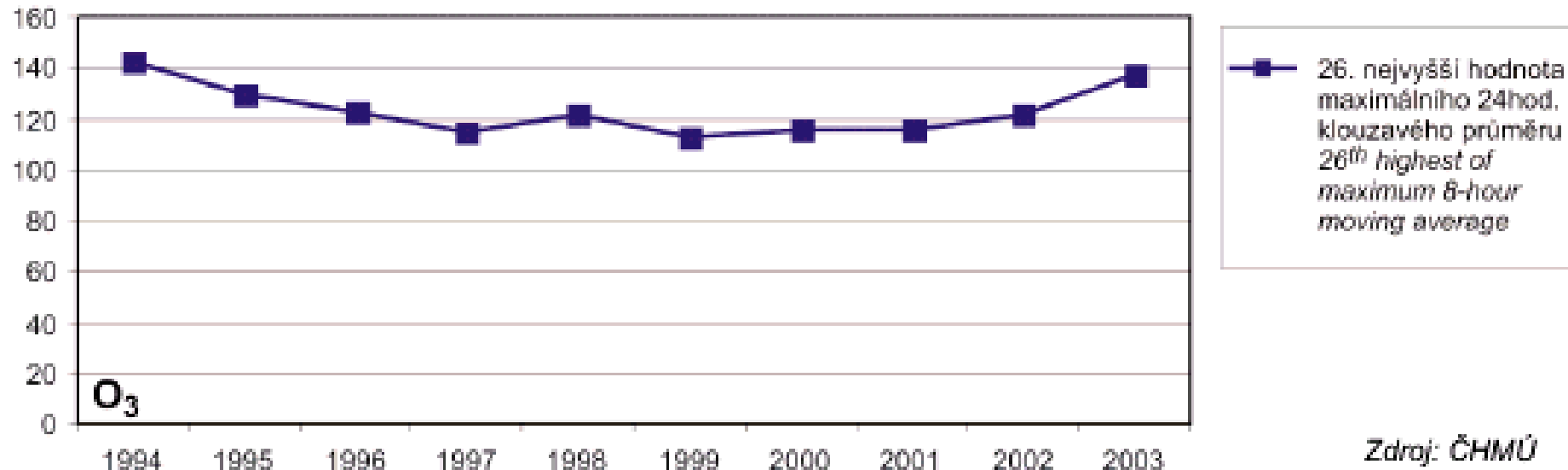
Obr. B1.2.12 Trendy charakteristik SO₂, PM₁₀, NO₂ a O₃, 1994–2003
Trends of air pollution characteristics of SO₂, PM₁₀, NO₂ and O₃, 1994–2003



Zdroj: ČHMÚ
Source: ČHMÚ

O₃ – trend 1994 - 2003

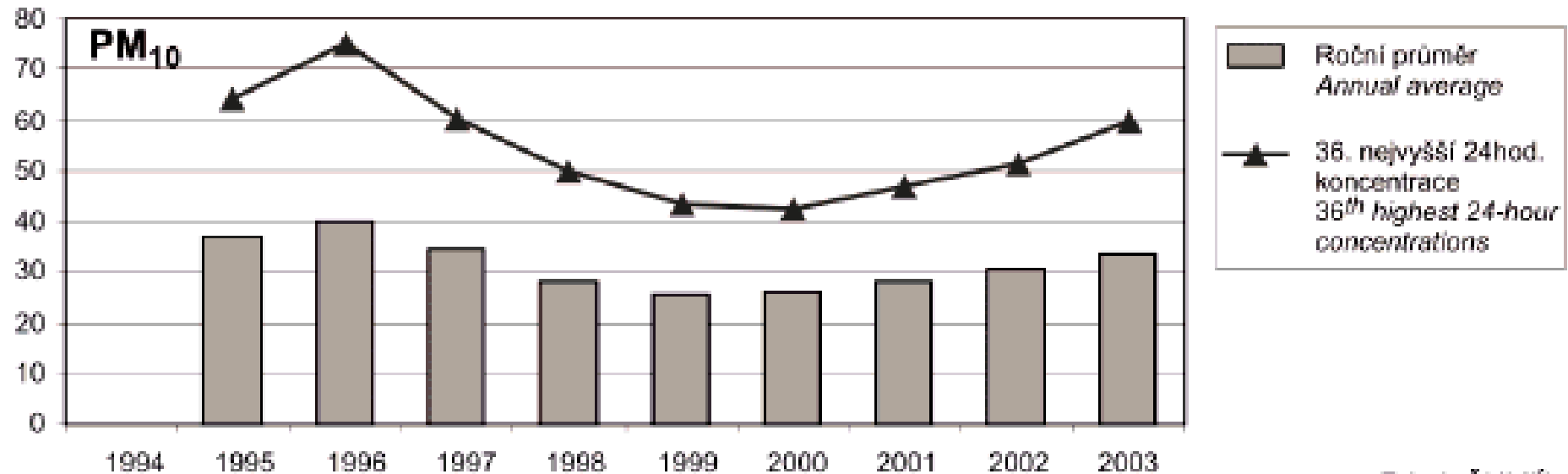
Obr. B1.2.12 Trendy charakteristik SO₂, PM₁₀, NO₂ a O₃, 1994–2003
Trends of air pollution characteristics of SO₂, PM₁₀, NO₂ and O₃, 1994–2003



Zdroj: ČHMÚ
Source: ČHMÚ

PM₁₀ – trend 1994 - 2003

Obr. B1.2.12 Trendy charakteristik SO₂, PM₁₀, NO₂ a O₃, 1994–2003
Trends of air pollution characteristics of SO₂, PM₁₀, NO₂ and O₃,
1994–2003



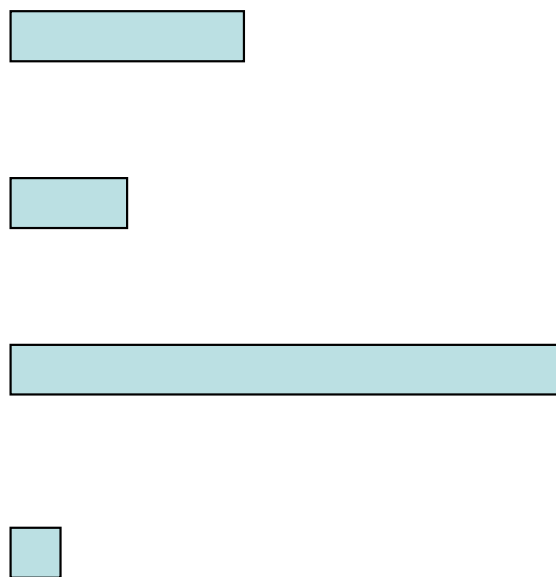
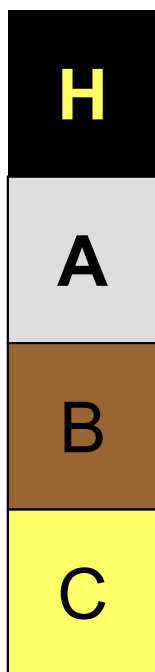
Zdroj: ČHMÚ
Source: ČHMÚ

HOMOGENITA ZÁSOBNÍKU

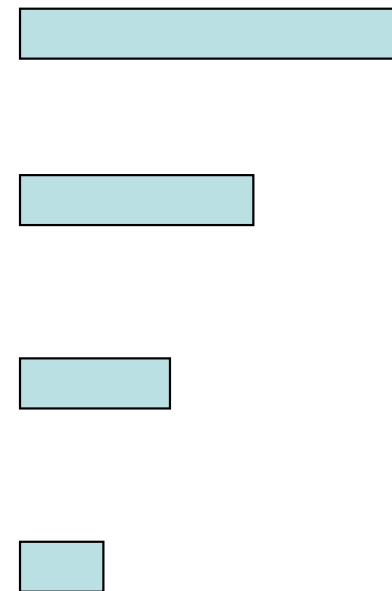
- **ideální stav – homogenní zásobník**
- **v praxi – častá heterogenita
nutnost rozdělení na dílčí části**

Příklad: vzorkování půd

Schematické rozložení toxikantů v půdních profilech:



lesní půda – podzol



zemědělská půda - hnědozem

Průměrná doba setrvání v zásobníku

Průměrná doba setrvání látky v zásobníku

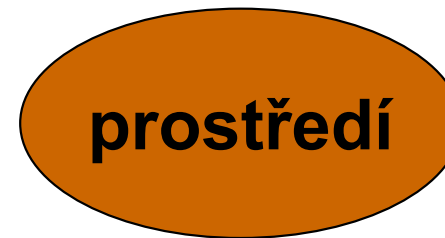
= množství látky v zásobníku / rychlost vstupu (=výstupu)

- předpokladem je rovnost vstupu a výstupu, tj. že bylo dosaženo stacionárního stavu
- příklad rybník se stavidlem (přepadem) a stálým přítokem

ROZHRANÍ

ROZHRAŇÍ

**Velikost organismu vymezuje
ROZHRAŇÍ
mezi organismem a prostředím**



**vlastnosti rozhraní
(velikost a propustnost)
rozhodují o výměně energie, hmoty, informace**

CHARAKTERISTIKA ROZHRAŇÍ

Základní charakteristiky:

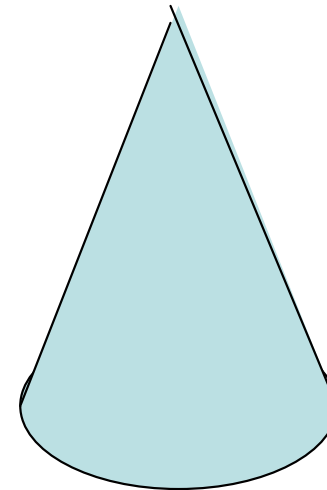
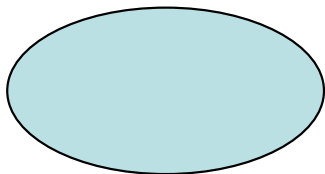
- 1. velikost plochy**
- 2. odpor (rezistence) rozhraní**

VELIKOST PLOCHY - KRAJINA

velikost ploch na jednotlivých hierarchických úrovních

(1) regionální úroveň – krajina

- **překážkou jsou geomorfologické tvary**
- **skutečný povrch je větší než mapový průmět**
- **velký význam v místech velkých výškových rozdílů**



VYSOKOHORSKÁ KRAJINY



Rakousko, Alpy, Acherkogel 3008 m n.m.

ROVINA



Polabí

(2) lokální úroveň – ekosystém

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

$$k = P_s/P_g$$

P_s - skutečný veškerý povrch

P_g - geometrický průmět do roviny

POLE BEZ PLODIN



Českomoravská vrchovina, okolí Košetic

POLE SE ZEMĚDĚLSKÝMI PLODINAMI



Českomoravská vrchovina, okolí Košetic

LINIOVÁ SPOLEČENSTVA



Českomoravská vrchovina, okolí Košetic

VELIKOST PLOCHY - ORGANISMUS

Úroveň organismu:

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

živočichové:

trávicí soustava ingesce

dýchací soustava inhalace

rostliny

parenchym v listech

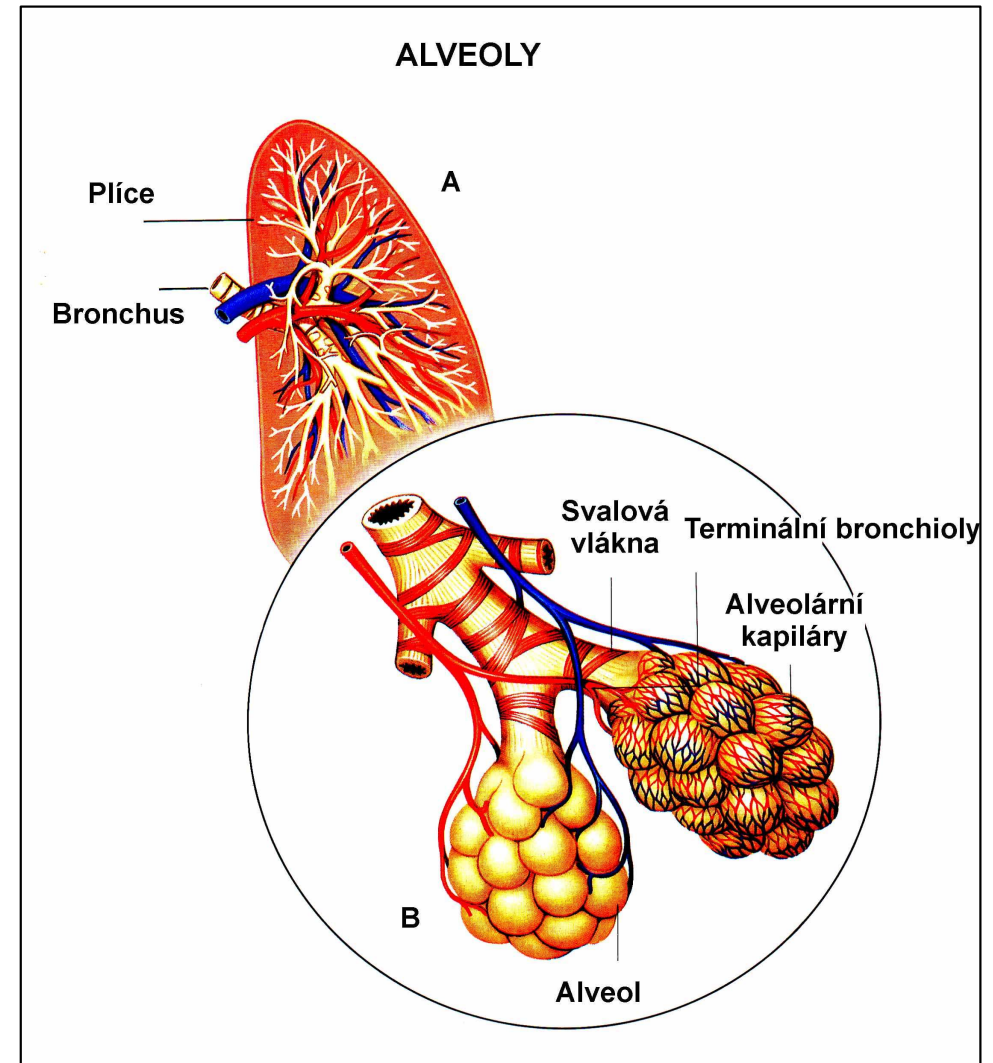
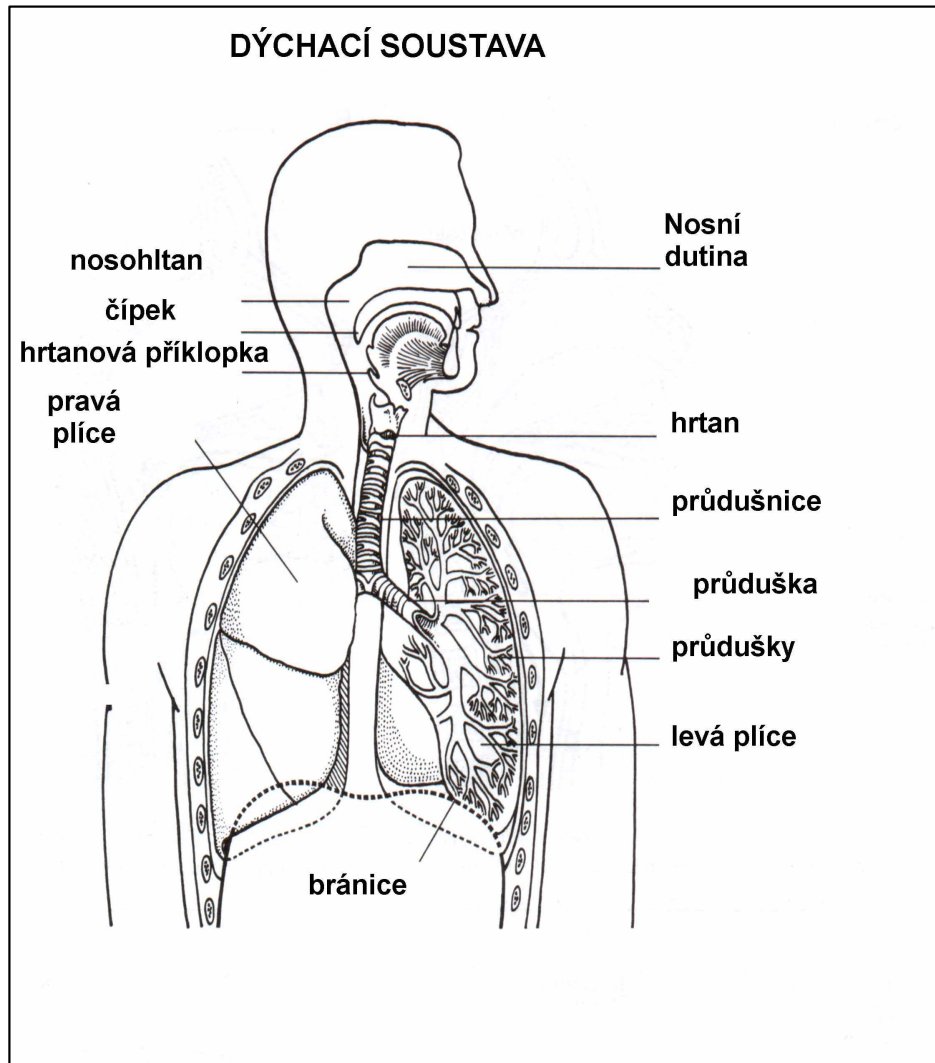
AKTIVNÍ POVRCHY



**POVRCH KŮŽE ČLOVĚKA
JE CCA 1,7 m²**

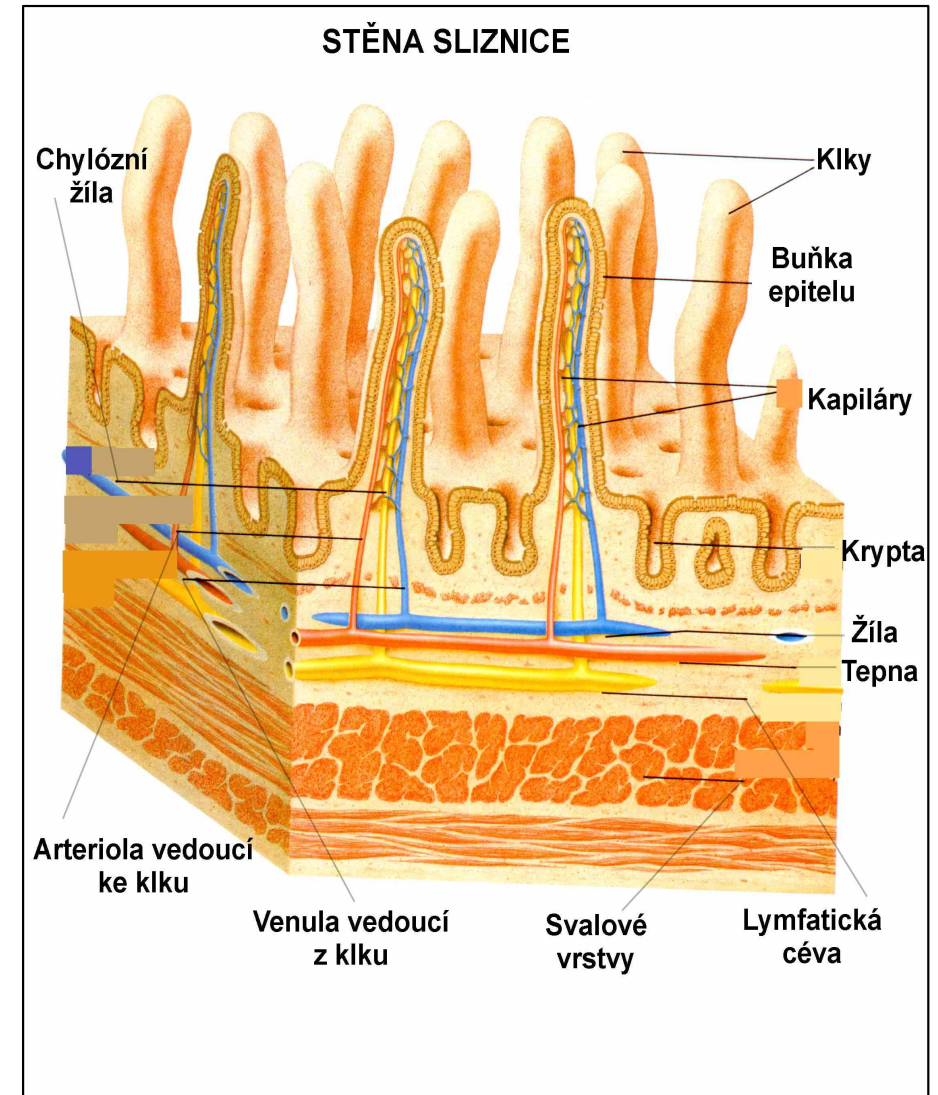
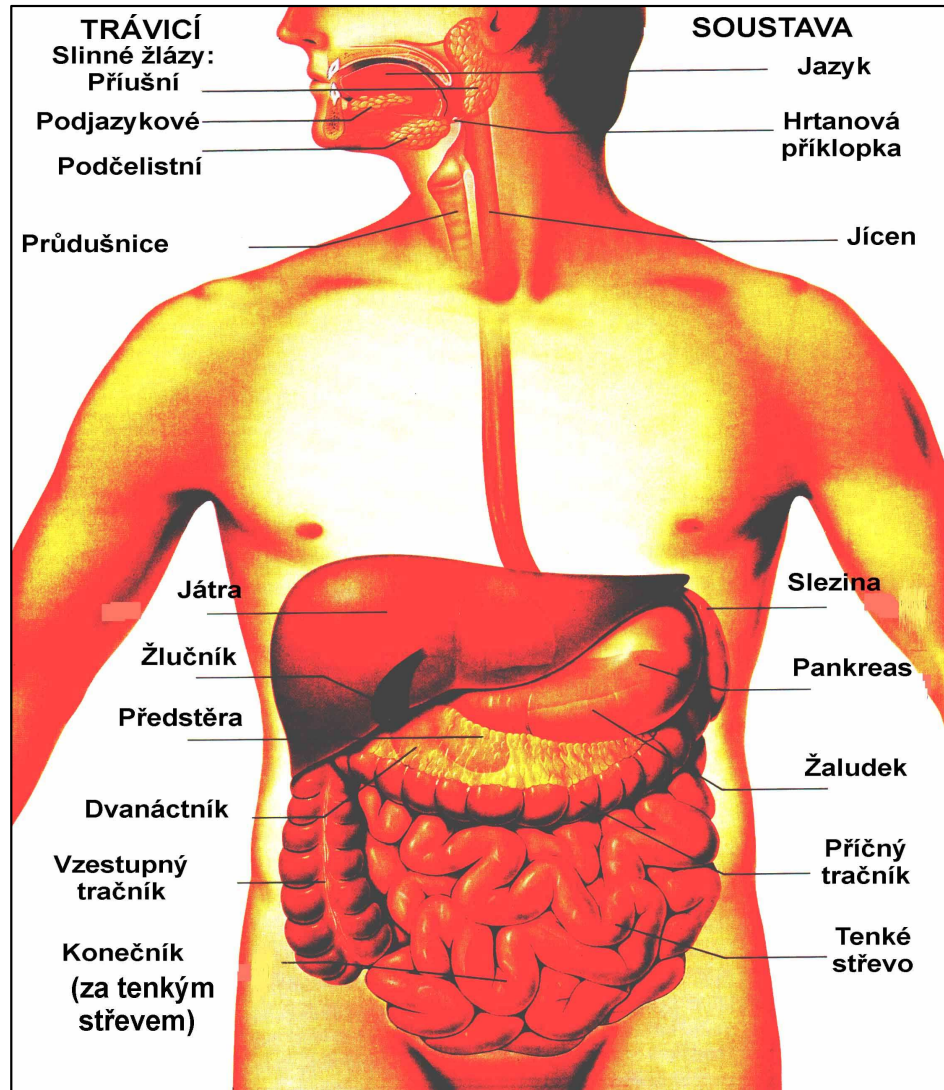
AKTIVNÍ POVRCHY

VNITŘNÍ POVRCH DÝCHACÍ SOUSTAVY ČLOVĚKA JE CCA 100 m²



AKTIVNÍ POVRCHY

VNITŘNÍ POVRCH TRAVICÍ SOUSTAVY ČLOVĚKA JE CCA 200 m²



INDEX LISTOVÉ PLOCHY

MNOŽSTVÍ LISTOVÍ – ZÁKLADNÍ EKOLOGICKÝ PARAMETR

Vyjádření:

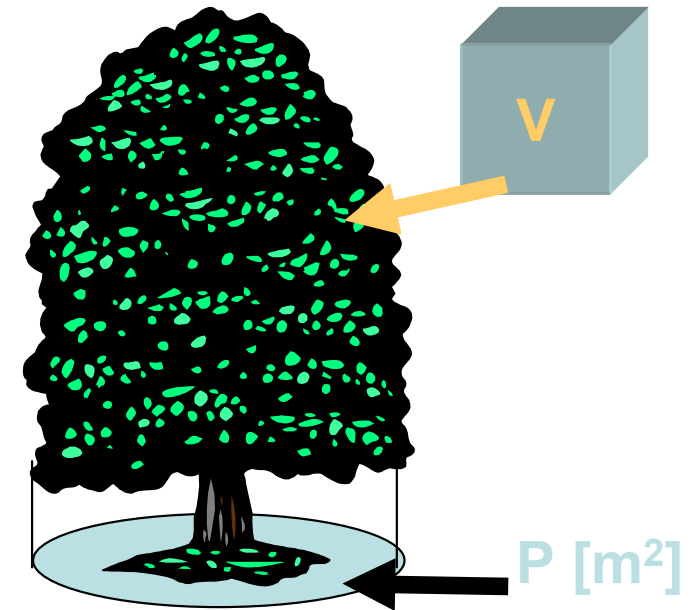
LA – celková listová plocha [m²]

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



DEPOZICE INSEKTICIDŮ



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

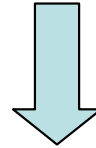
(v dané případě $k = -0,479 \pm 0,021$, $r^2 = 0,87$)

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

Skutečná expozice insekticidu klesá s rostoucí hustotou vegetace

DEPOZICE INSEKTICIDU

Hodnoty LAI se během vegetační sezóny mění



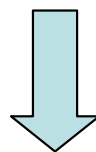
mění se i podíl aplikované dávky, který se dostane až do půdy:
(p = skutečná depozice do půdy / aplikovaná dávka)

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 = skutečná depozice do půdy / aplikovaná dávka)

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)

Odpor rozhraní

zásobník
A

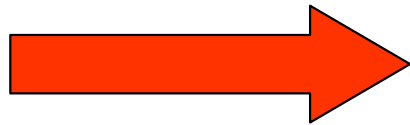
zásobník
B

Propustnost (permeabilita)

D_b

$P = \frac{D_b}{D_a}$

D_a



D_a

D_b

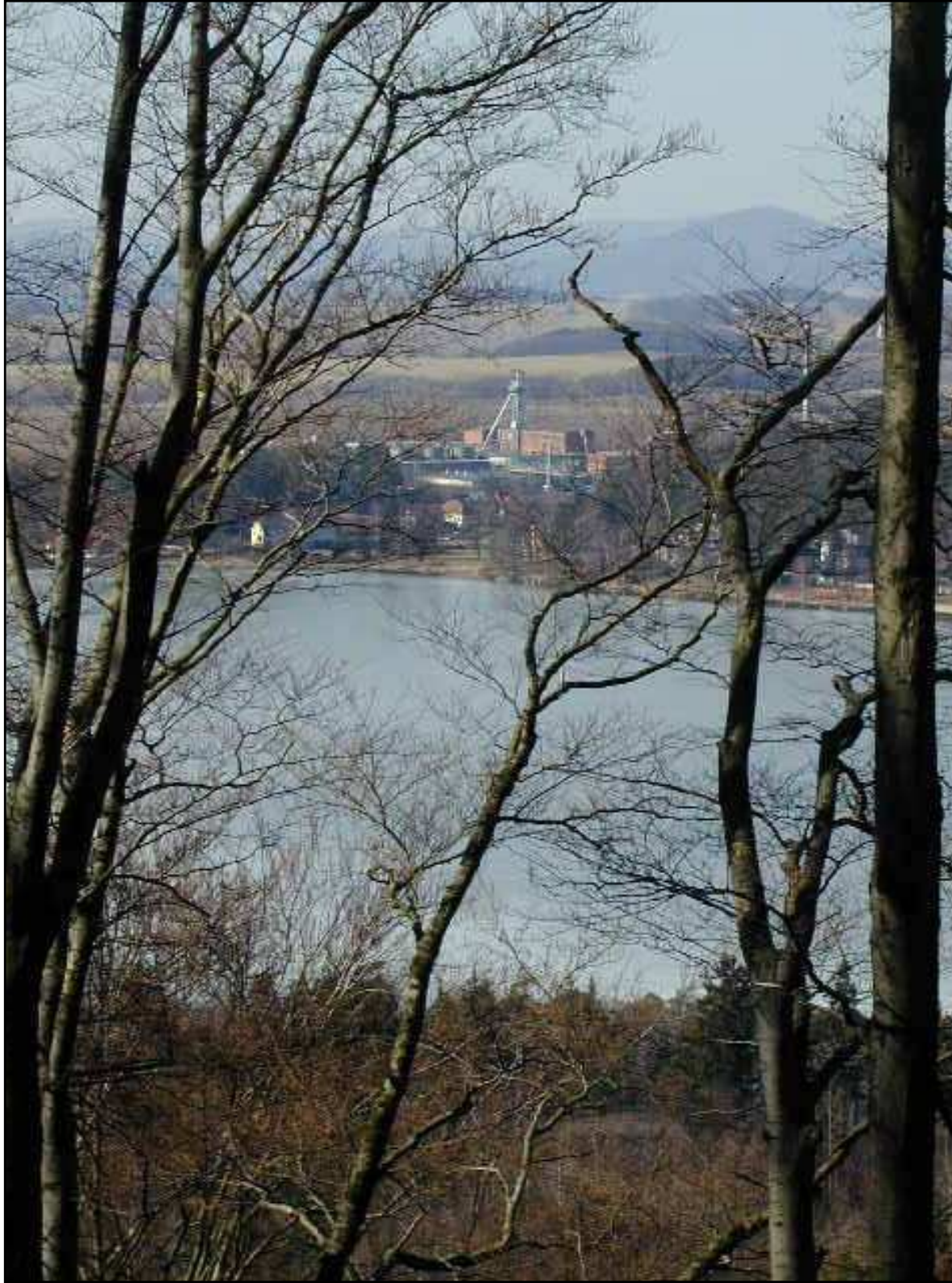
Odpor (rezistence)

$D_a - D_b$

$R = \frac{D_a - D_b}{D_b}$

D_b

tok látky

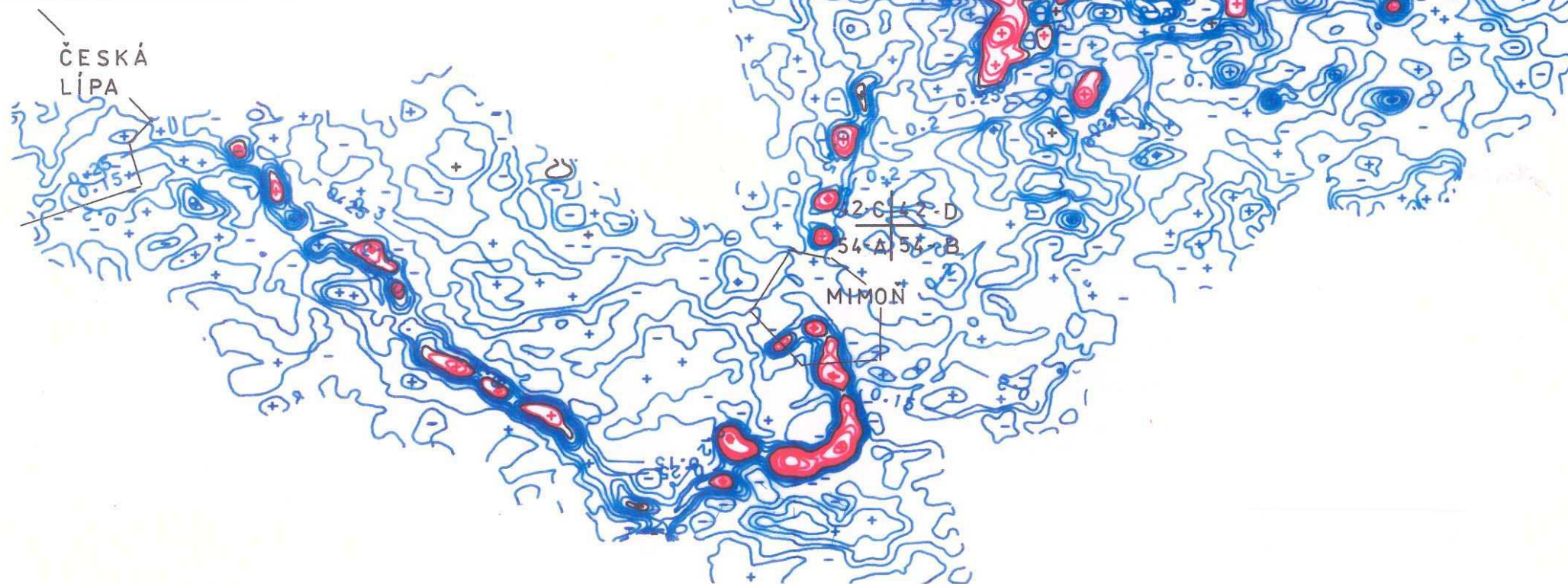


**PŘESTUP
RADIONUKLIDŮ
Z PŮDY
DO ROSTLIN**

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**

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

(platí pro všechny radionuklidy daného prvku)

5.1.2. BILANCE LÁTKOVÉHO TOKU

Tok látky

tok látky

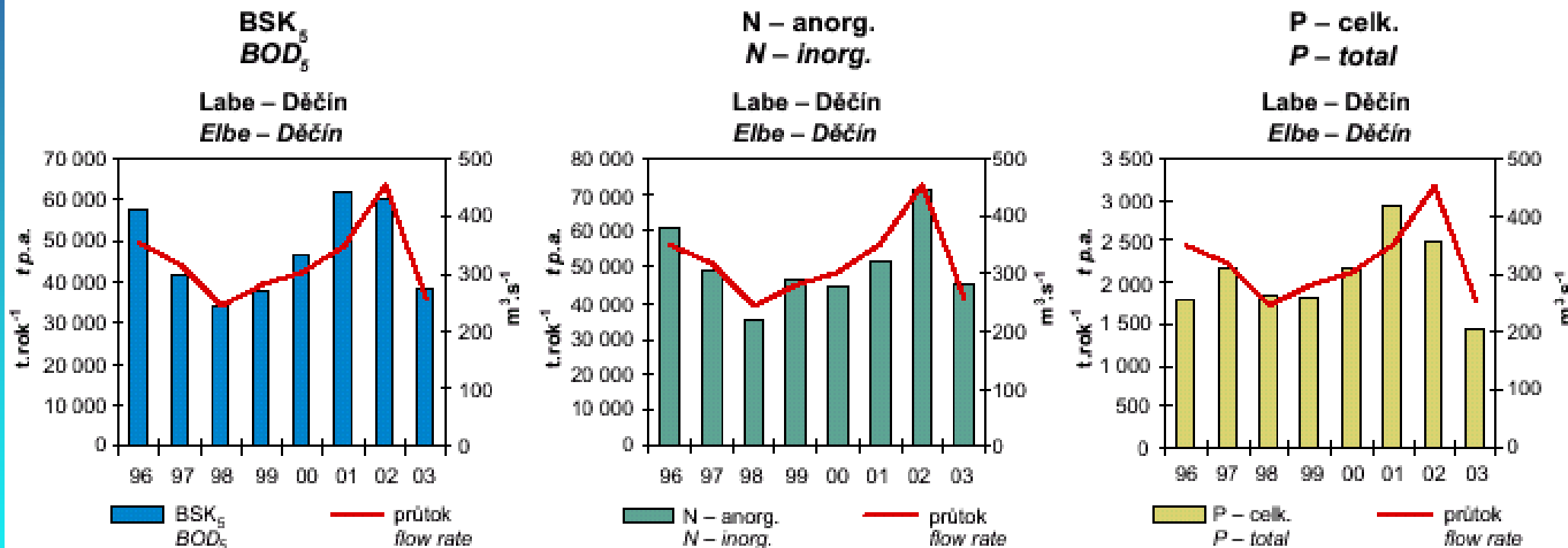
= množství látky, které přejde přes rozhraní za zvolenou časovou jednotku

Příklady:

- globální koloběhy látek (g/rok)
1 rok je definován jako $3,1536 \cdot 10^7$ s
odnos Ca řekami ze souše do moře je $6 \cdot 10^{14}$ g/rok
- emise látek ze zdroje (g/s, kg/rok, ..)
- průtok vody v říčním profilu (m^3/s)

Vývoj látkových odtoků - Labe

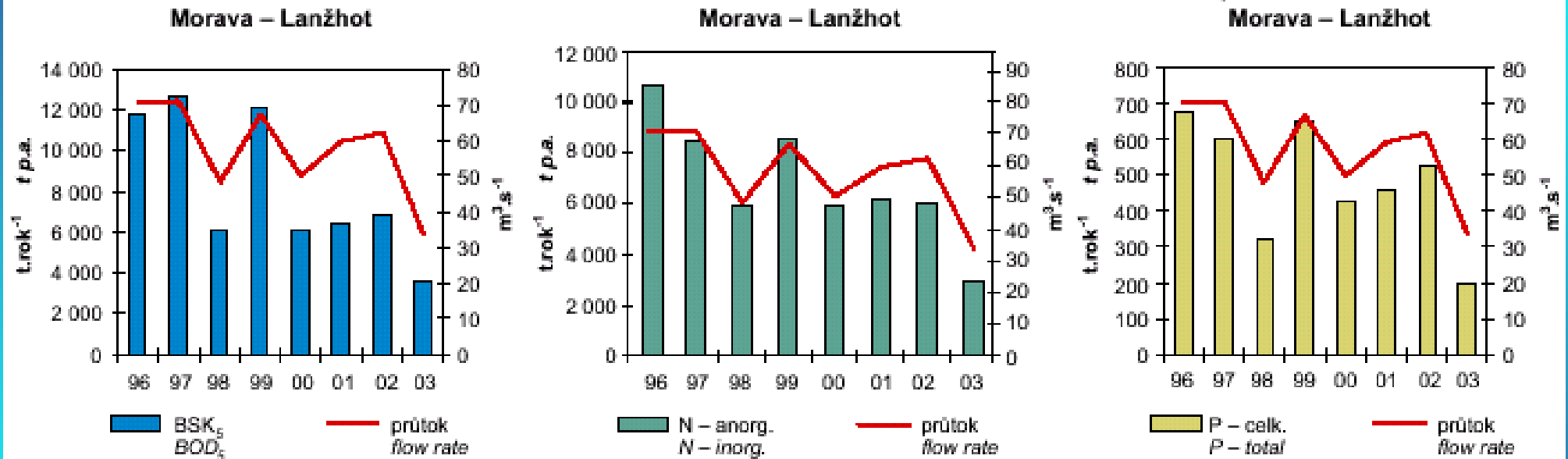
Obr. B2.2.6 Vývoj látkových odtoků v jednotlivých ukazatelích, 1996–2003
Trends of substance runoff in individual indicators, 1996–2003



Zdroj: VÚV TGM
Source: VÚV TGM

Vývoj látkových odtoků - Morava

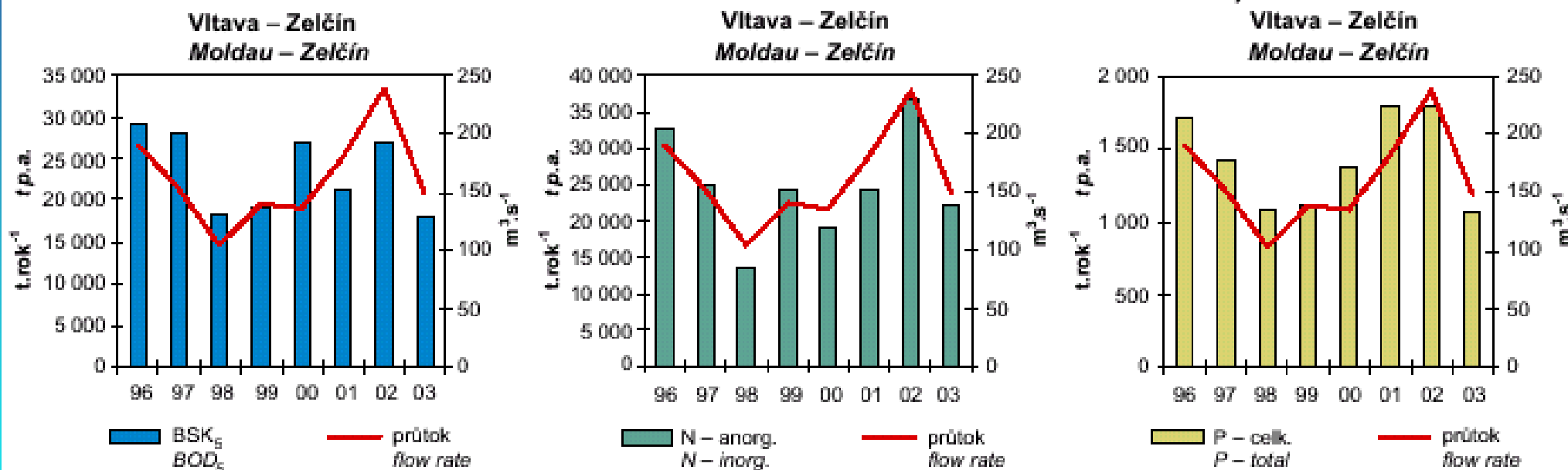
Obr. B2.2.6 Vývoj látkových odtoků v jednotlivých ukazatelích, 1996–2003
Trends of substance runoff in individual indicators, 1996–2003



Zdroj: VÚV TGM
Source: VÚV TGM

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



Zdroj: VÚV TGM
Source: VÚV TGM

Hustota toku látky

hustota toku látky

= tok látky vztažený na jednotku plochy rozhraní

Příklady:

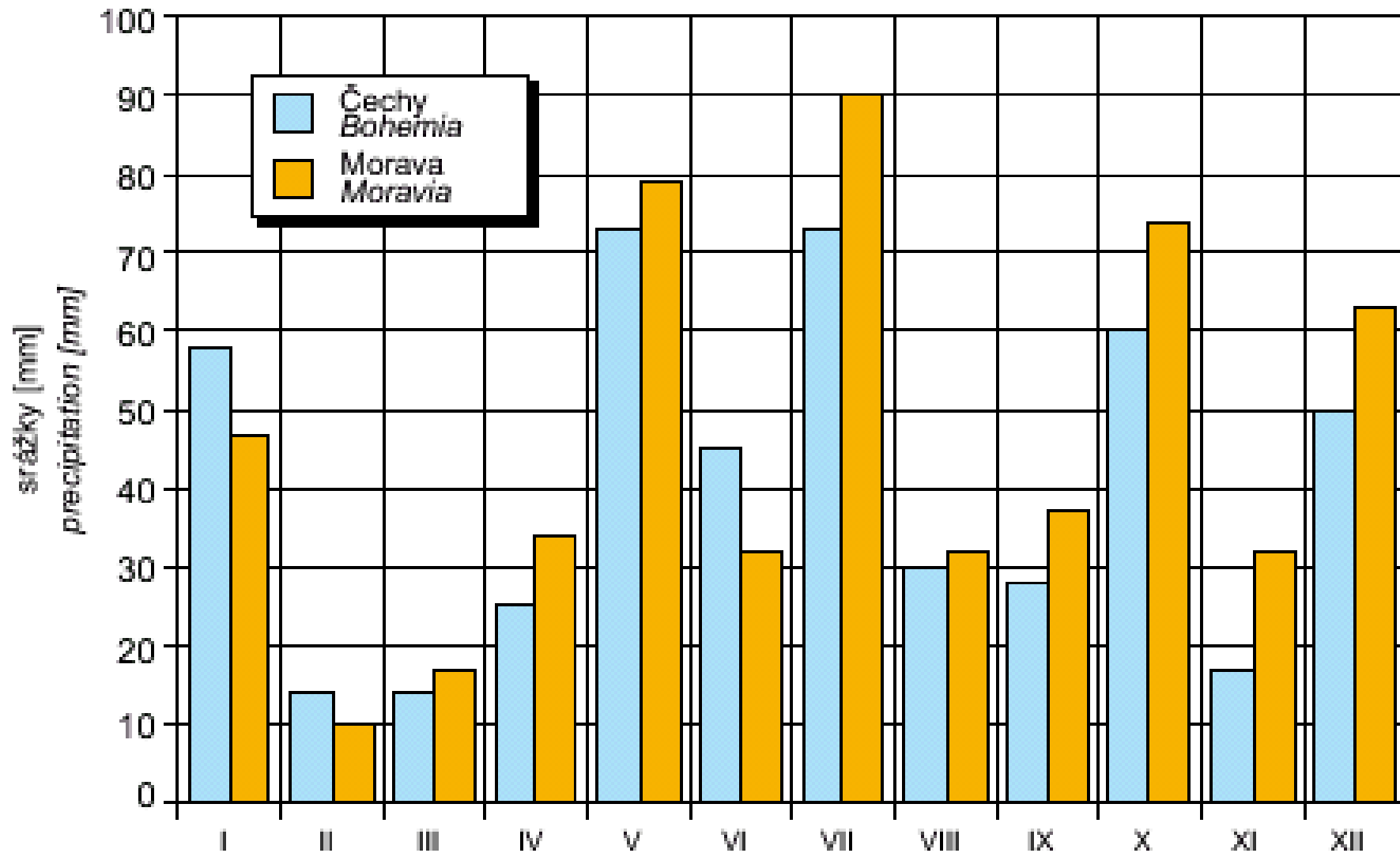
- **prašný spad (tj. přestup mezi atmosférou a pedosférou)**

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

- **množství dešťových srážek**
 - běžně se udává jako výška vodního sloupce
 - = $\text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$

Měsíční srážky 2003

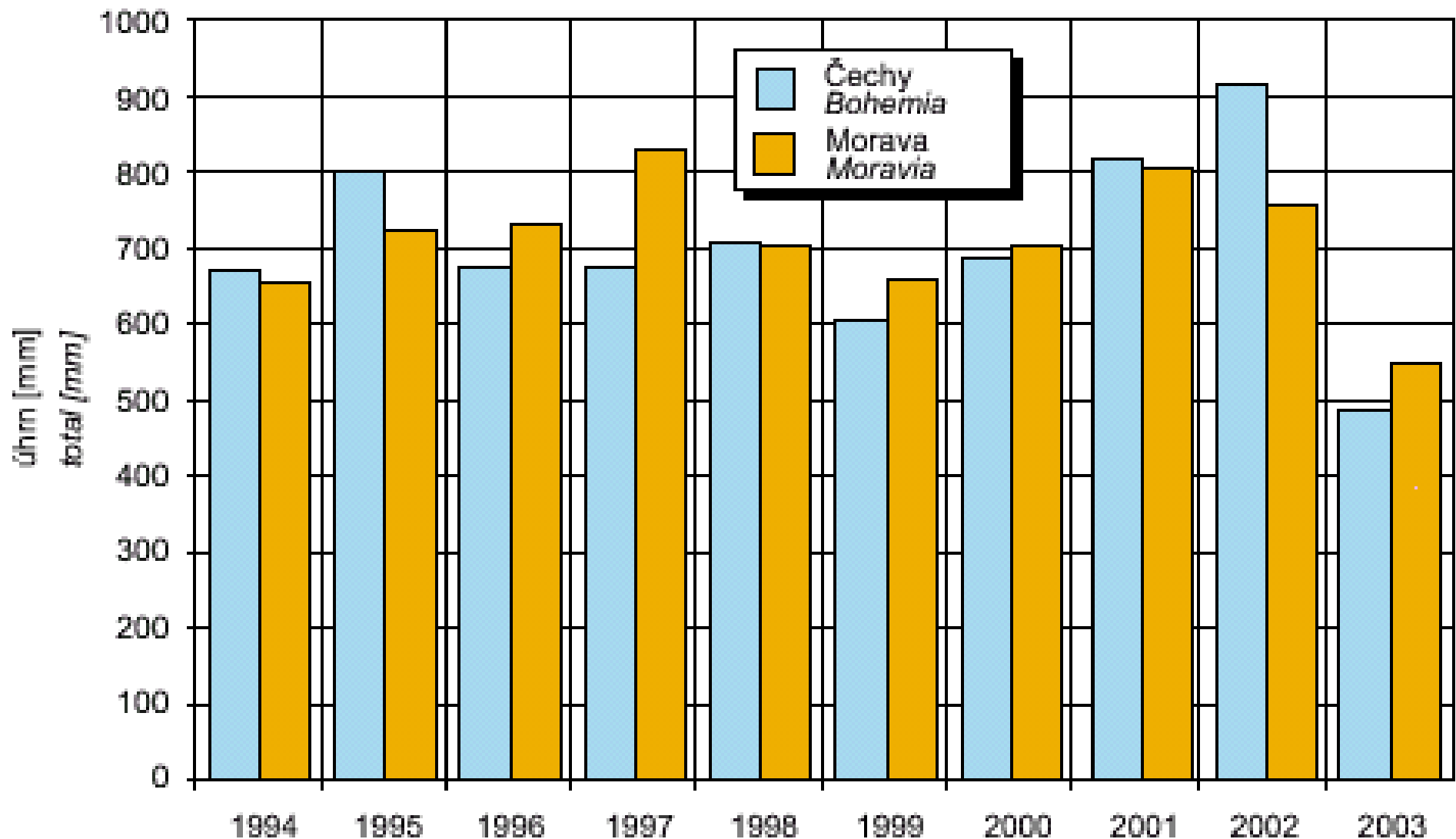
Obr. B2.1.1 Měsíční srážky v r. 2003
Monthly precipitation in 2003



Zdroj: ČHMÚ
Source: ČHMÚ

Roční srážky 1994 - 2003

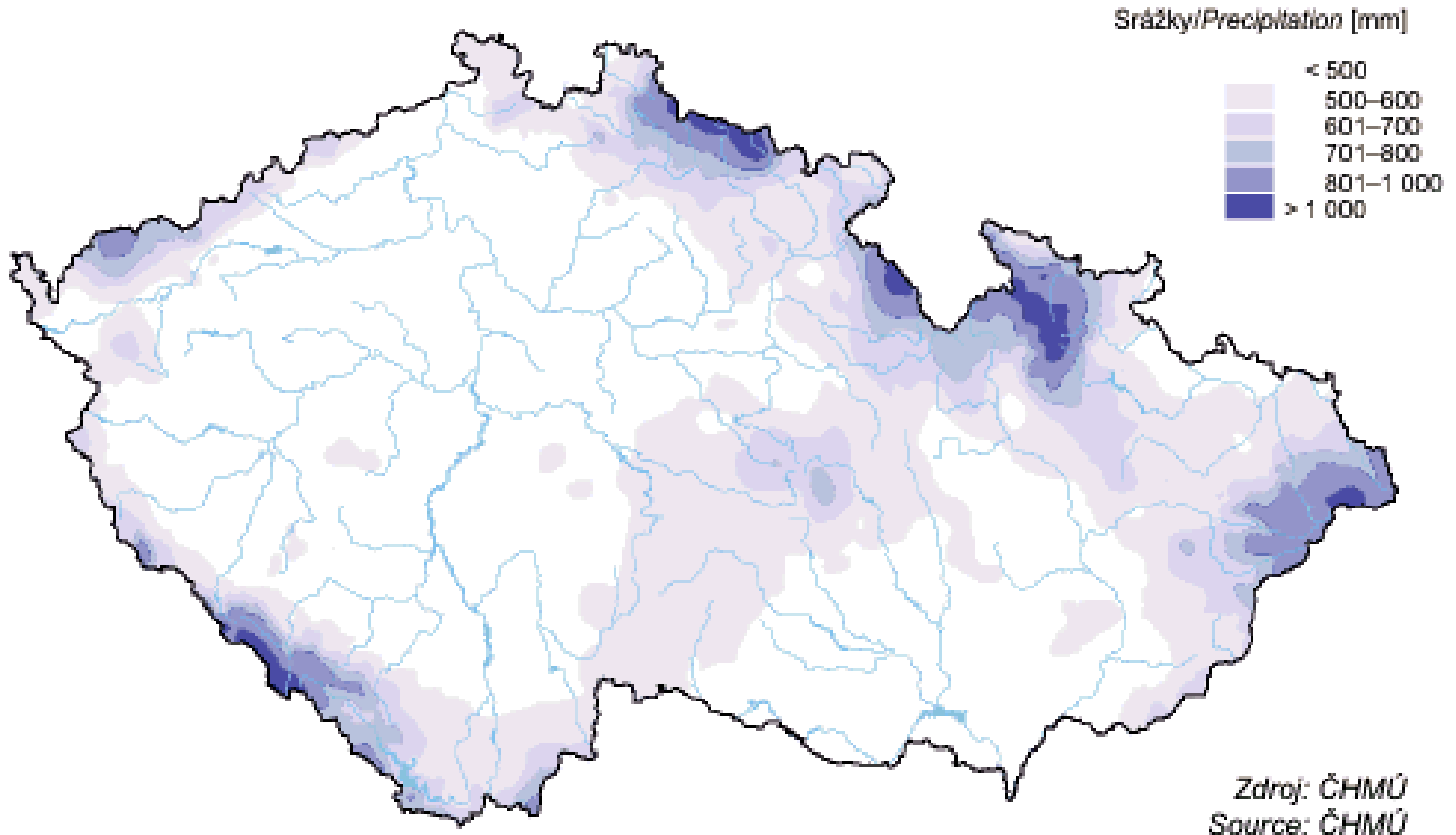
Obr. B2.1.2 Roční srážkové úhrny, 1994–2003
Total annual precipitation, 1994–2003



Zdroj: ČHMÚ
Source: ČHMÚ

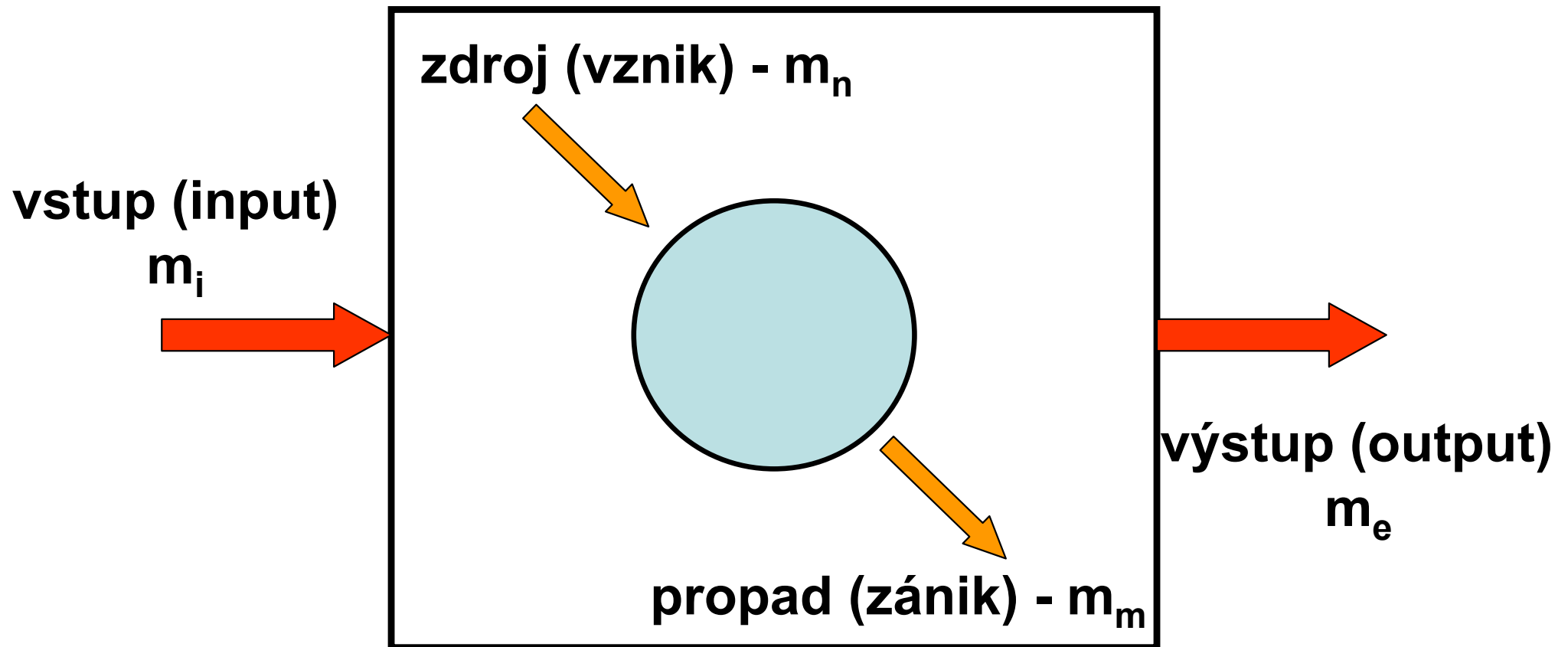
Roční srážky 2003

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



Zdroj: ČHMÚ
Source: ČHMÚ

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

5.1.3. PROSTOROVÁ SPECIFIKACE EXPOZICE

Prostorová specifikace

Místa, kde se lokalizují určité základní děje:

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

5.1.3. ČASOVÁ SPECIFIKACE EXPOZICE

Časová specifikace

Doba trvání expozice:

- vyjádřeno v časových jednotkách
- vyjádřeno semikvantitativně (krátkodobá expozice ...)
- přesné vyjádření důležité pro laboratorní testy

Frekvence opakování:

a) jednorázové (bez opakování)

b) s opakováním - pravidelné
- nepravidlené

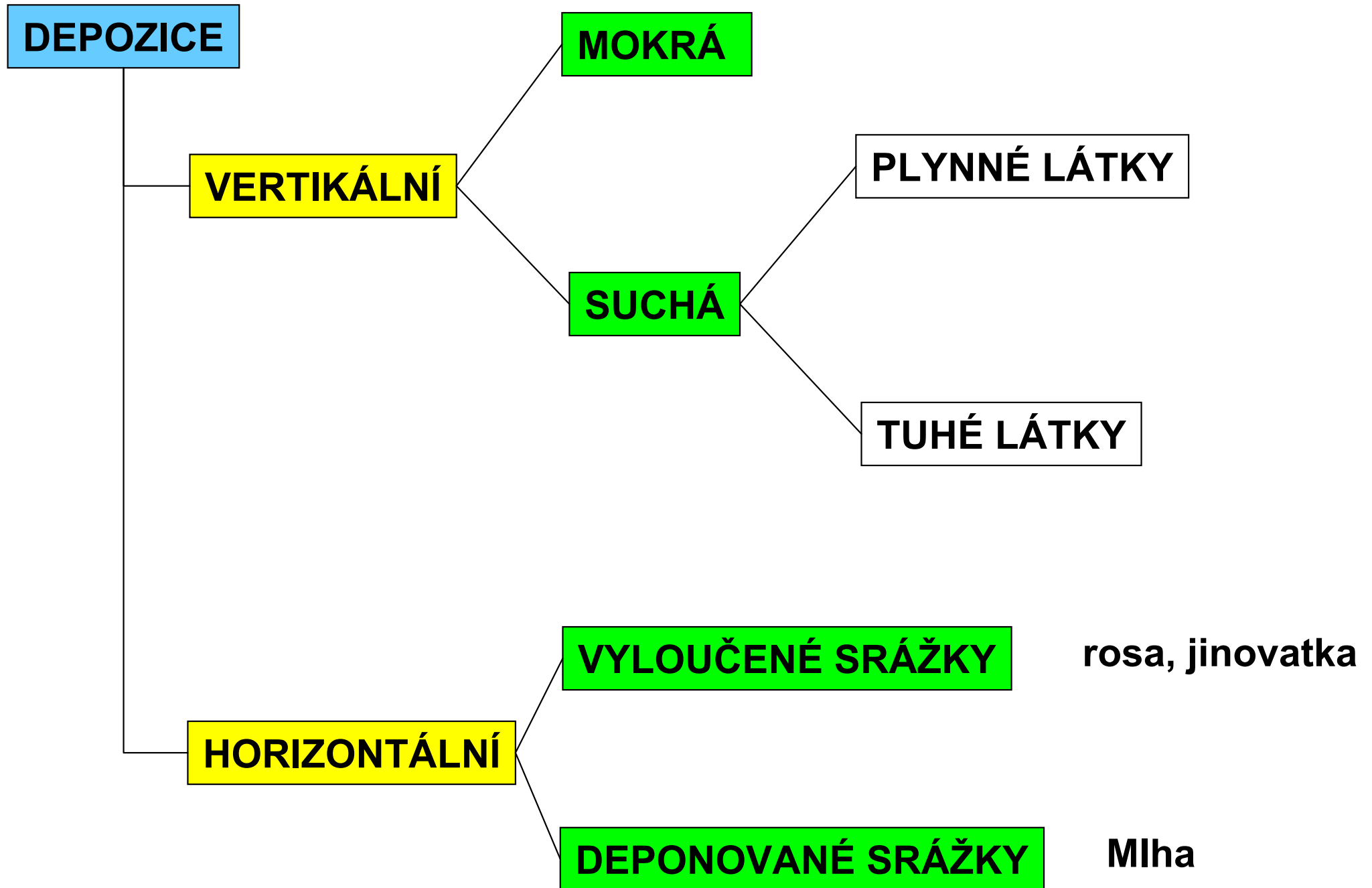
Případová studie GEOMON

DUBO-BUKOVÉ LESY



**SMÍŠENÝ LES
S PŘEVAHOU BUKU A DUBU
(VODĚRADSKÉ BUČINY U JEVAN)**

DEPOZICE



GEOMON

MONITORING LÁTKOVÉHO TOKU V MALÝCH POVODÍCH



VSTUP
SRÁŽKOVÁ VODA

EKOSYSTÉMY
V POVODÍ

VÝSTUP
POVRCHOVÁ VODA

GEOMON



MĚŘENÍ VSTUPU – SRÁŽKY NA VOLNÉ PLOŠE A PODKORUNOVÉ

GEOMON



MĚŘENÍ VÝSTUPU – MNOŽSTVÍ A KVALITA VOD VE VÝSTUPNÍM PROFILU

KOŠETICE



STANICE ČHMÚ

KOŠETICE



STANICE ČHMÚ