



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí



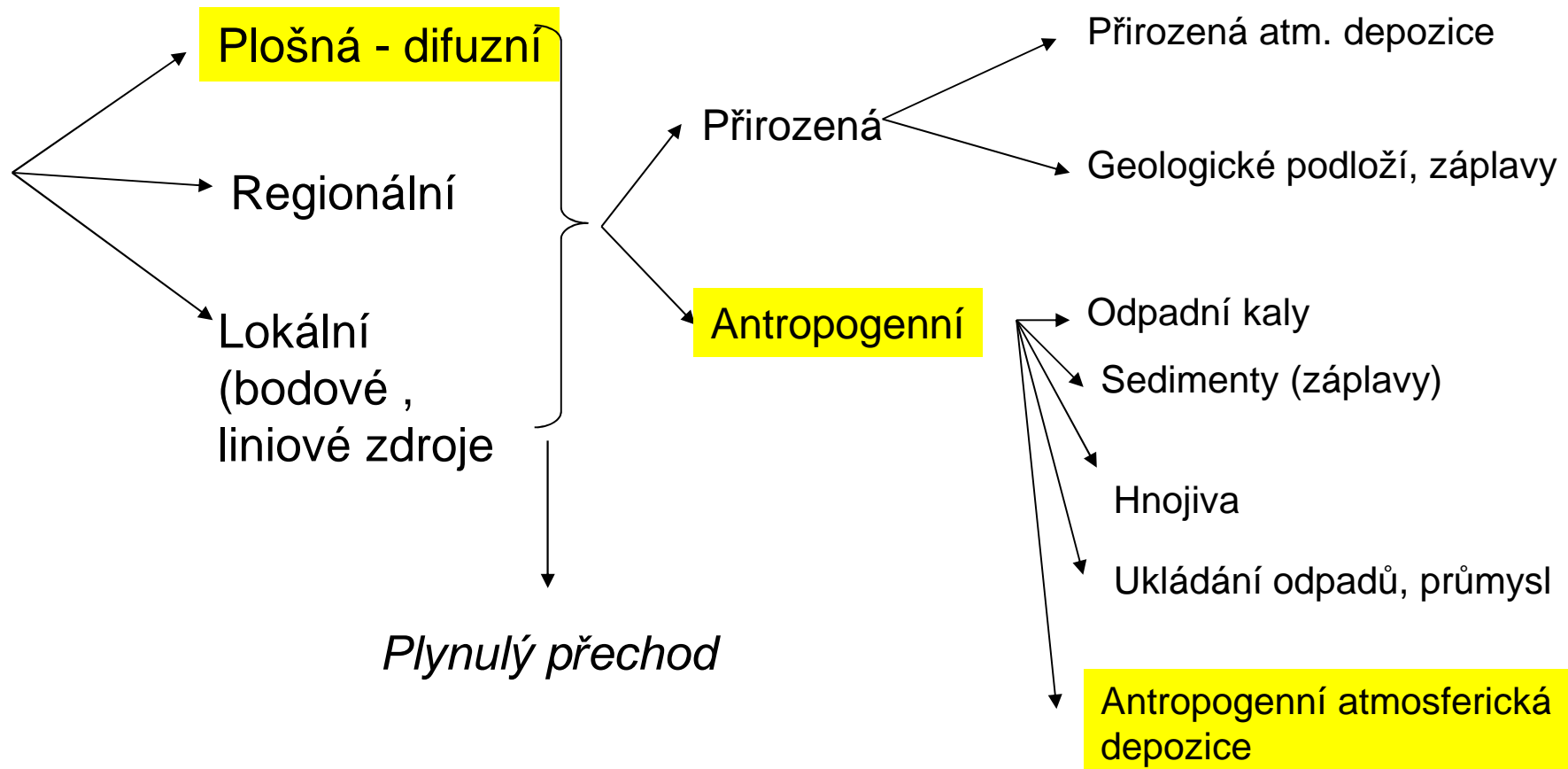
# Faktory ovlivňující difuzní kontaminaci lesních půd

**Milan SÁŇKA**

Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta  
Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí - RECETOX,  
[sanka@recetox.muni.cz](mailto:sanka@recetox.muni.cz)

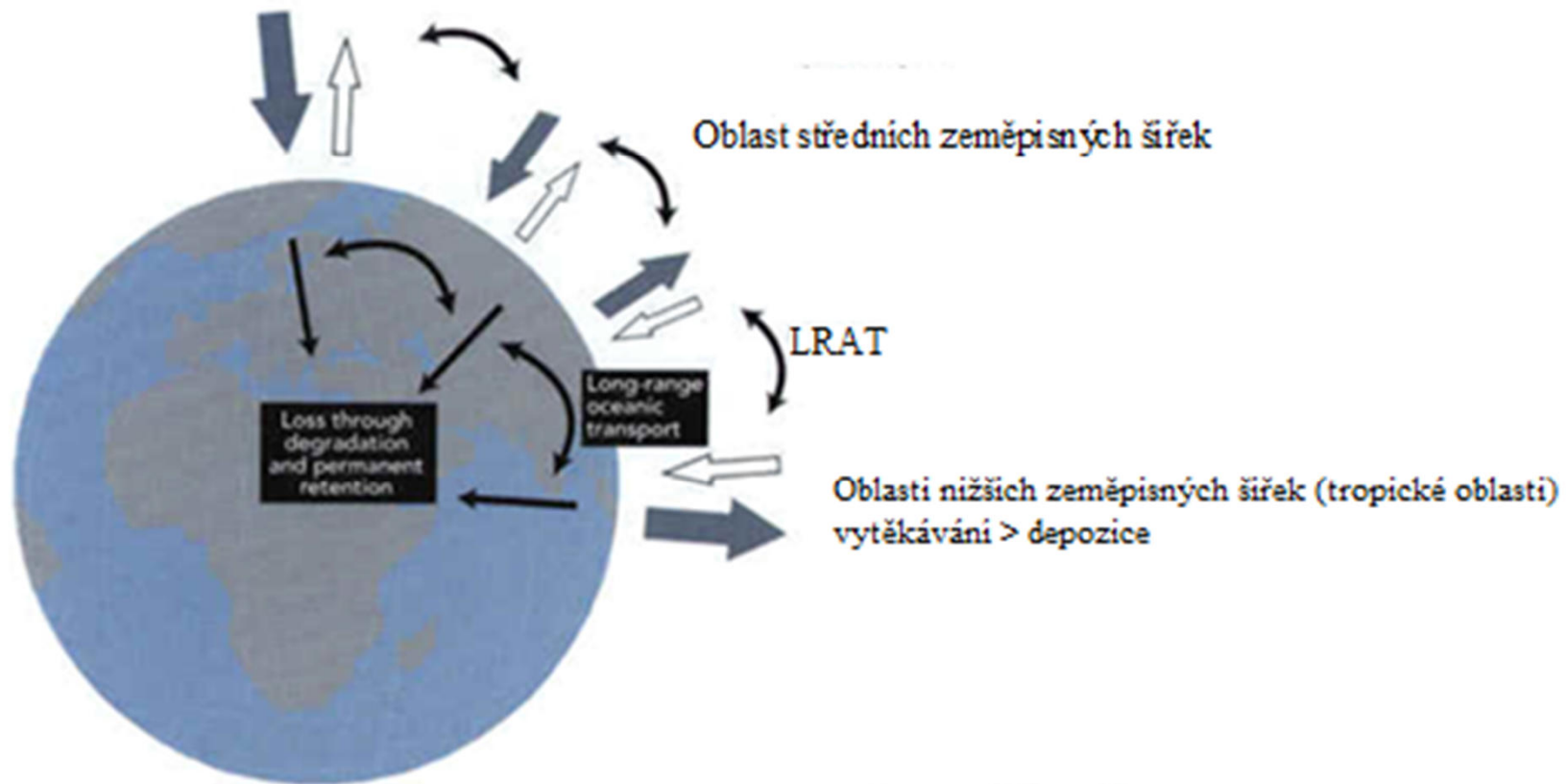
# Typy a zdroje kontaminace půd

## Kontaminace



# Dálkový transport těkavých POPs

Oblast vyšších zeměpisných šířek (arktická oblast)  
depozice > vytěkávání





## Zdroje pro hodnocení difuzní kontaminace

- Matematické modelování na reálných souborech dat
- Hodnocení projektu Interreg (Bavorsko-CZ)
- Předběžné výsledky projektu NAZV

## *Cíle analýzy*

- Identifikace zdrojů variability v hodnotách kontaminantů půd a modelování obsahu kontaminantů v půdách ČR
  - Analýza shrnující vliv prostorové informace a charakteristik lokalit na hladiny kontaminantů v půdách
  - Vytvoření modelů vysvětlujících úroveň kontaminace pomocí prostorové analýzy s využitím vysvětlujících parametrů (fyzikálně chemické charakteristiky půd, nadmořská výška, pedologické charakteristiky, informace získané analýzou GIS vrstev apod.)
  - Vytvoření distribučních map pozadových koncentrací POPs v půdě **bez „hot-spots“**
  - Využití map k výpočtu těkání a predikce rizik

## *Datový soubor*

- Data z několika projektů (v letech 2005 - 2011) poskytnutých pracovišti RECETOX, UKZUZ, AOPK
- Použité analýzy: Random Forests a rozhodovací stromy (CART)
- Koncentrace zlogaritmovány (Ln) a odstraněny odlehlé hodnoty
- Celkový počet lokalit
  - PAHs – 218 lokalit
  - PCBs – 219 lokalit
  - DDX – 180 lokalit
  - HCB – 192 lokalit

## *Predikce plošných koncentrací POPs a jejich zásob v půdě*

- ČR rozdělena na 80 033 čtverců o velikosti 1 km<sup>2</sup> pomocí ArcGIS 9.2
- Každému čtverci byly přiřazeny hodnoty prediktorů z GIS vrstev, stejně pro lokality (mimo parametrů měřených přímo v terénu: typ půdy, organický uhlík, charakter půdy)

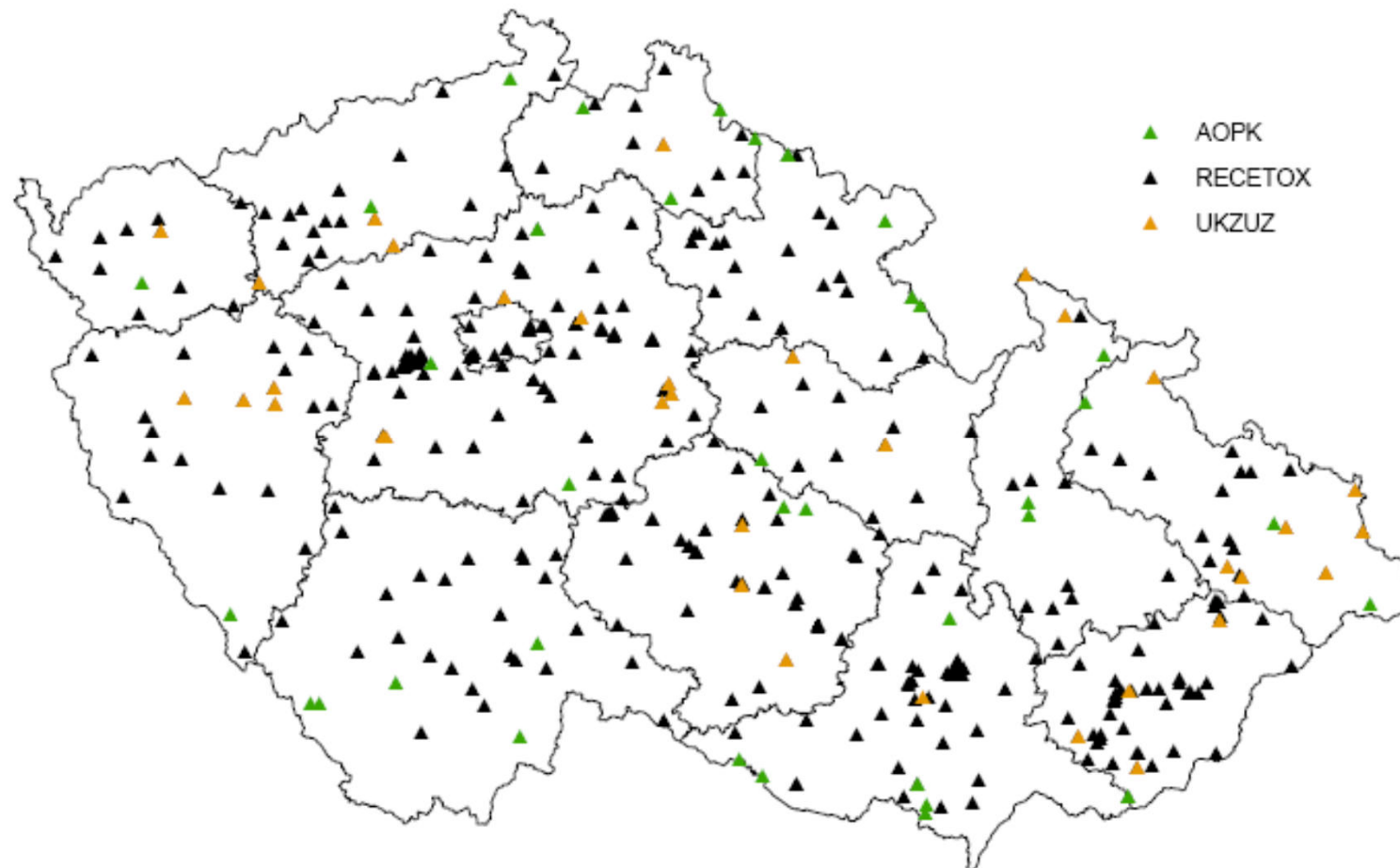
### *Prediktory*

- **Antropogenní aktivita** – vzdálenost od zdrojů, obydlených oblastí a komunikací, zóny znečištění NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, obsah prašných částic v ovzduší
- **Klimatické a topografické faktory** – nadm. výška, průměrné roční teploty, průměrné roční srážky
- **Půdní vlastnosti** – půdní typ, obsah organického uhlíku, způsob využití půdy, charakter pozemku

Koncentrace/zásoba POPs ve svrchní vrstvě půdy byla počítána pro každý grid, za použití reálné koncentrace POPs, objemové hmotnosti, skeletovitosti a mocnosti horizontů. Hodnoty byly specifické pro každý čtverec/grid.

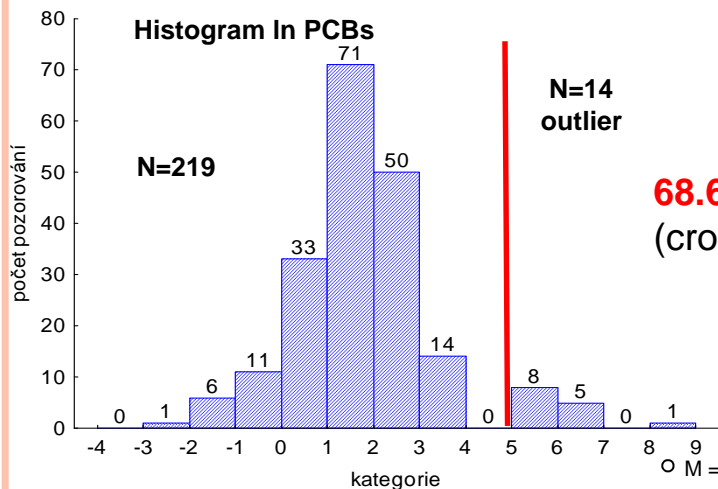
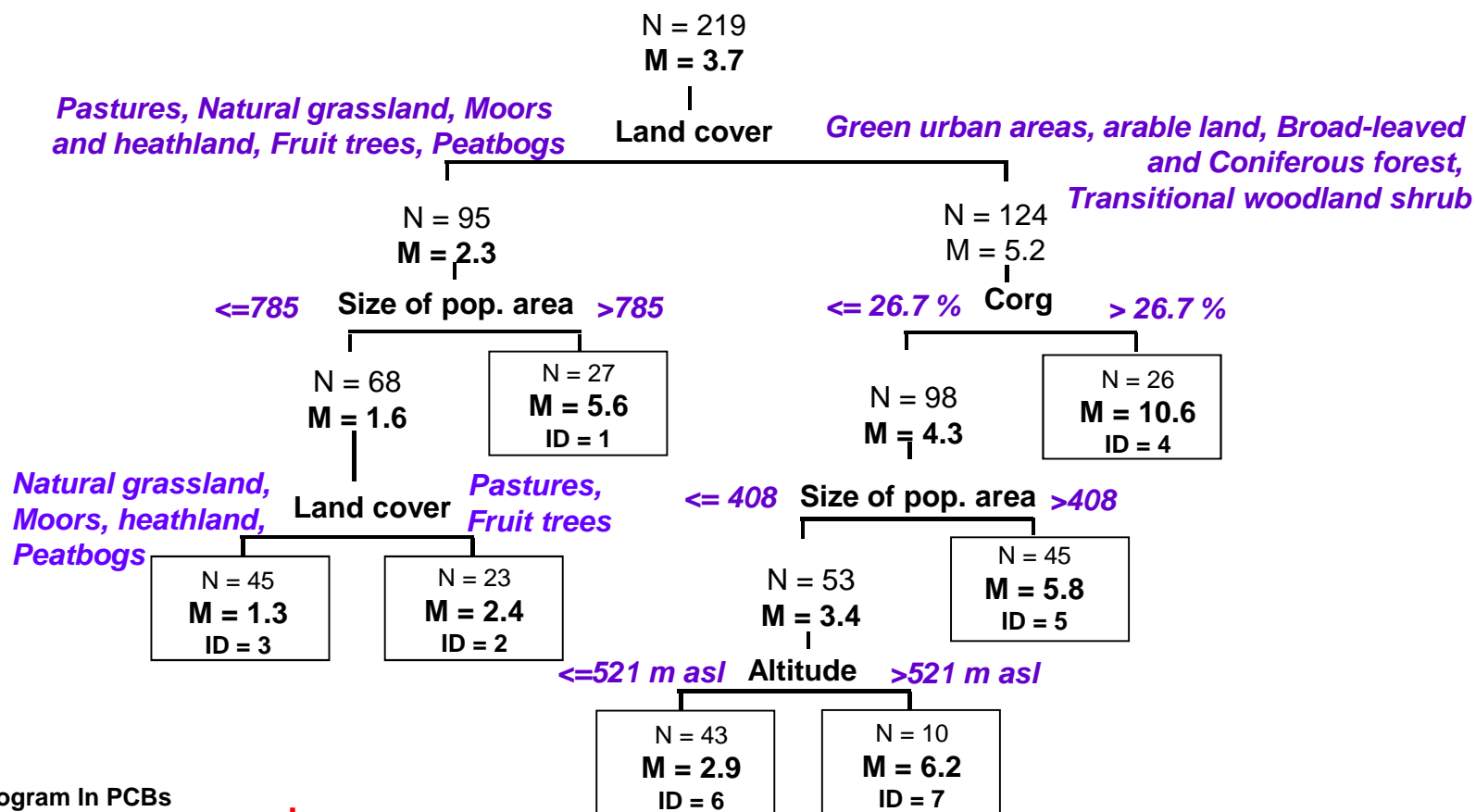
## Datový soubor

- Přes 200 lokalit a analytickými daty obsahů POPs v půdě z několika projektů

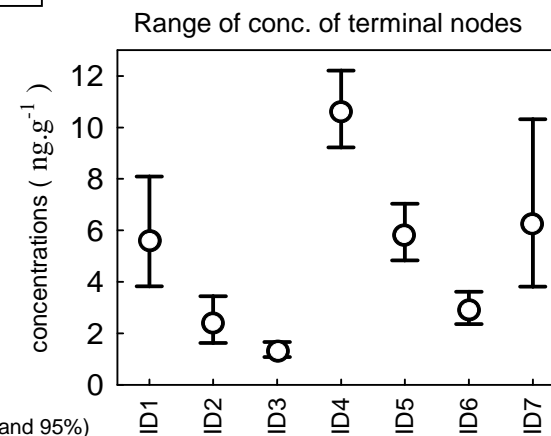




# Regression tree of PCBs (n = 219)

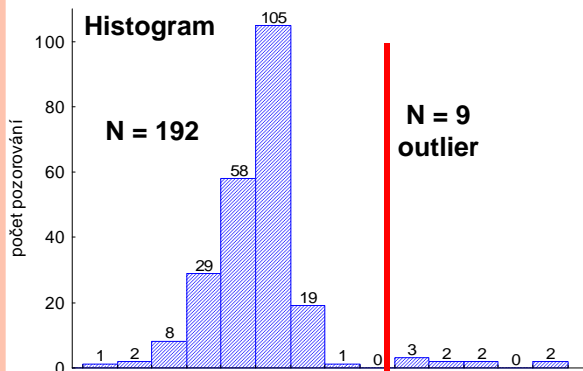
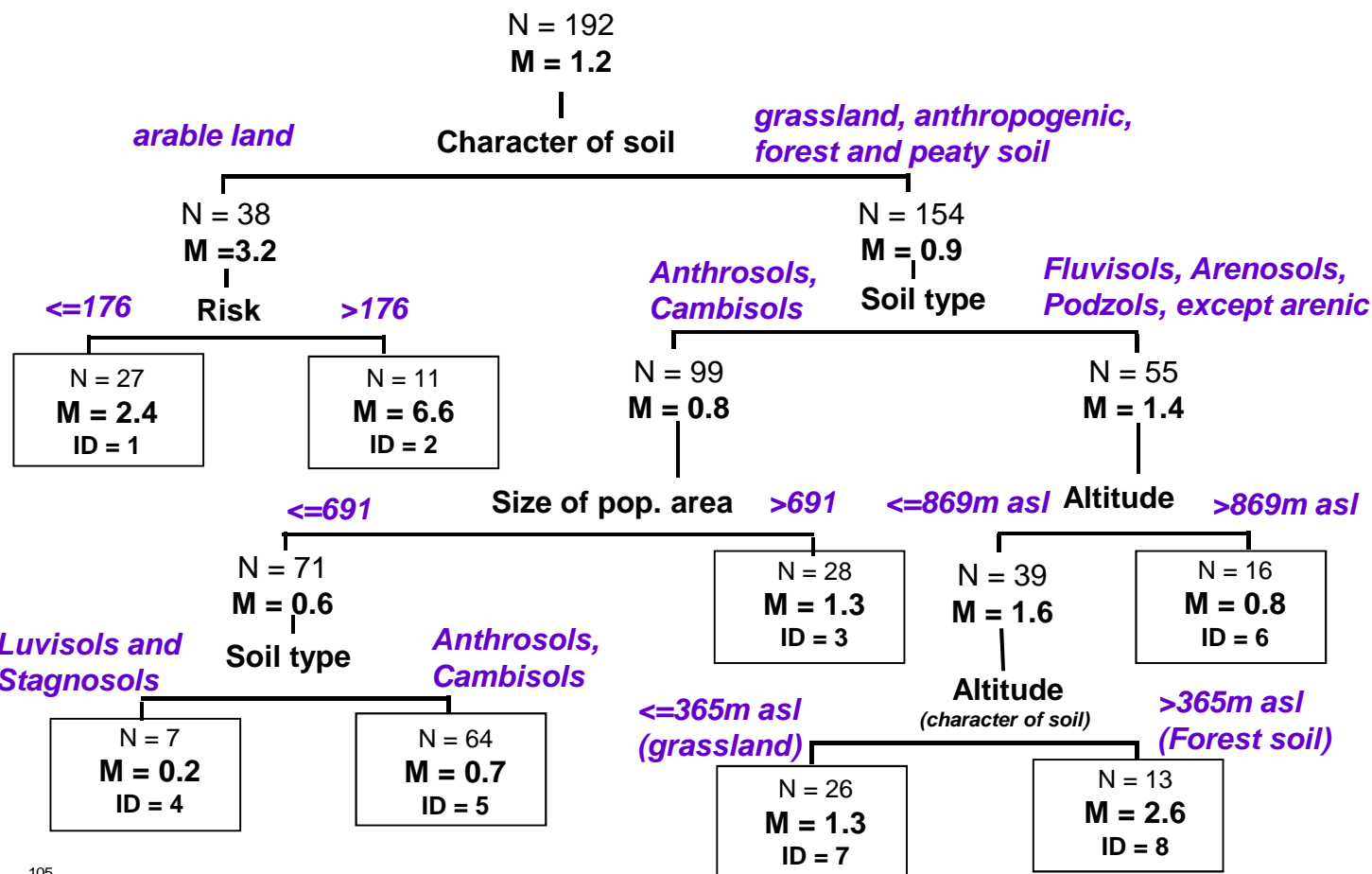


**68.6%** explained variability  
(crossvalidation 61,9% - 71,8%)

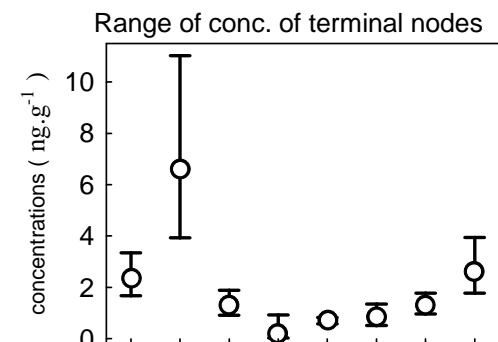


○ M = Geom. Mean (ng.g<sup>-1</sup>), I Confidence Intervals (5% and 95%)

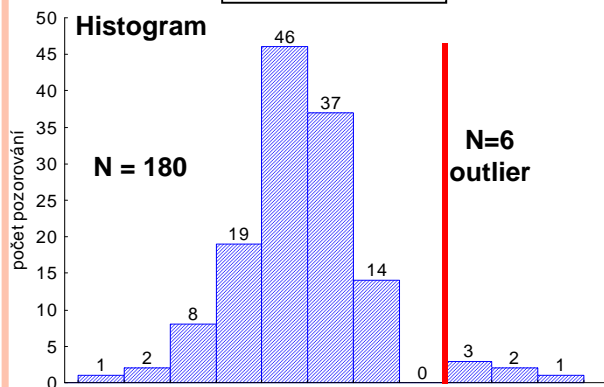
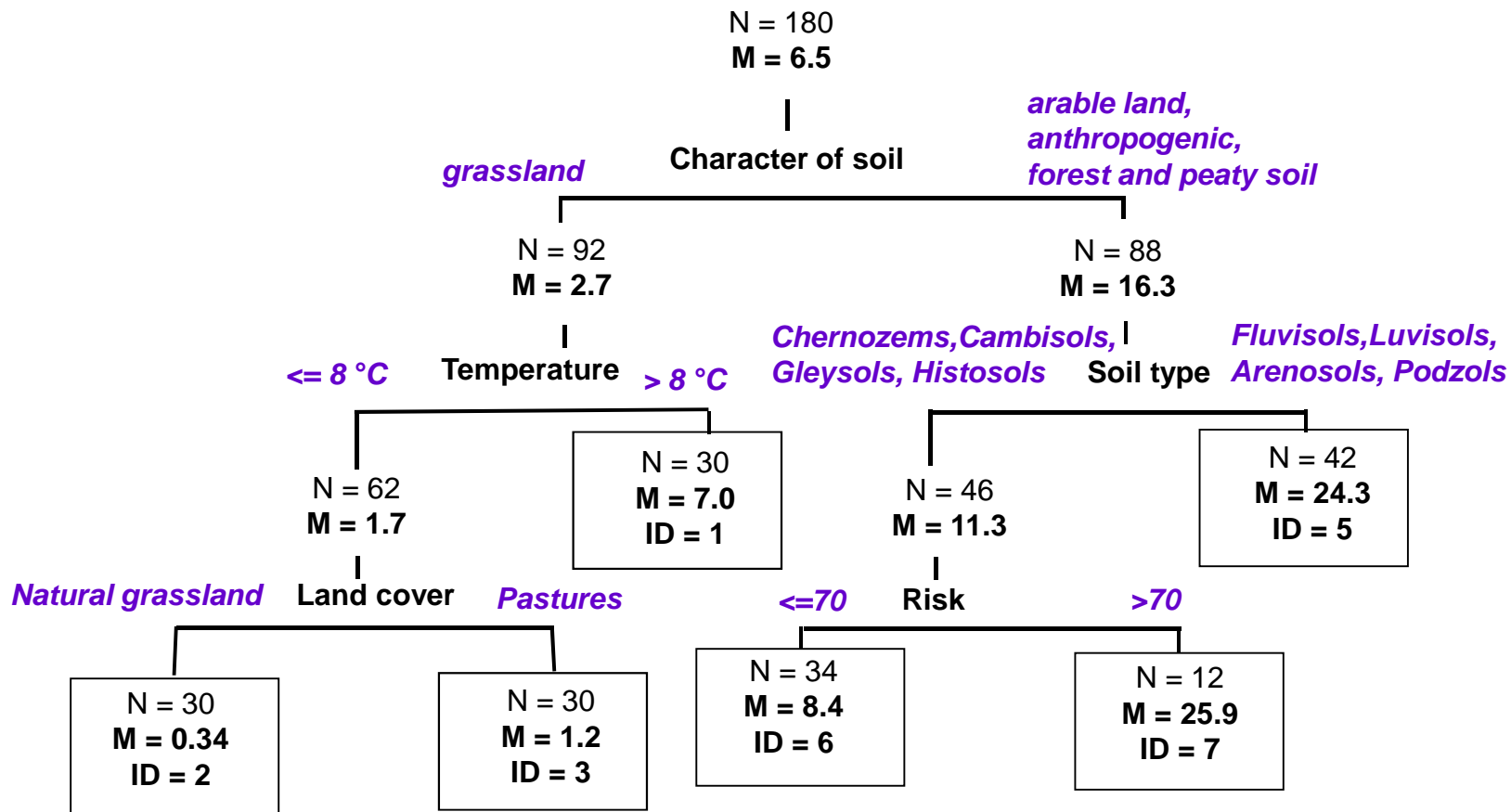
# Regression tree of HCB (n = 192)



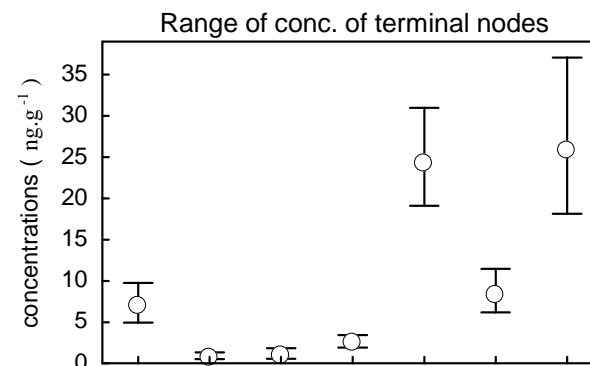
**76.2%** explained variability  
(crossvalidation 69,9% - 78,0%)



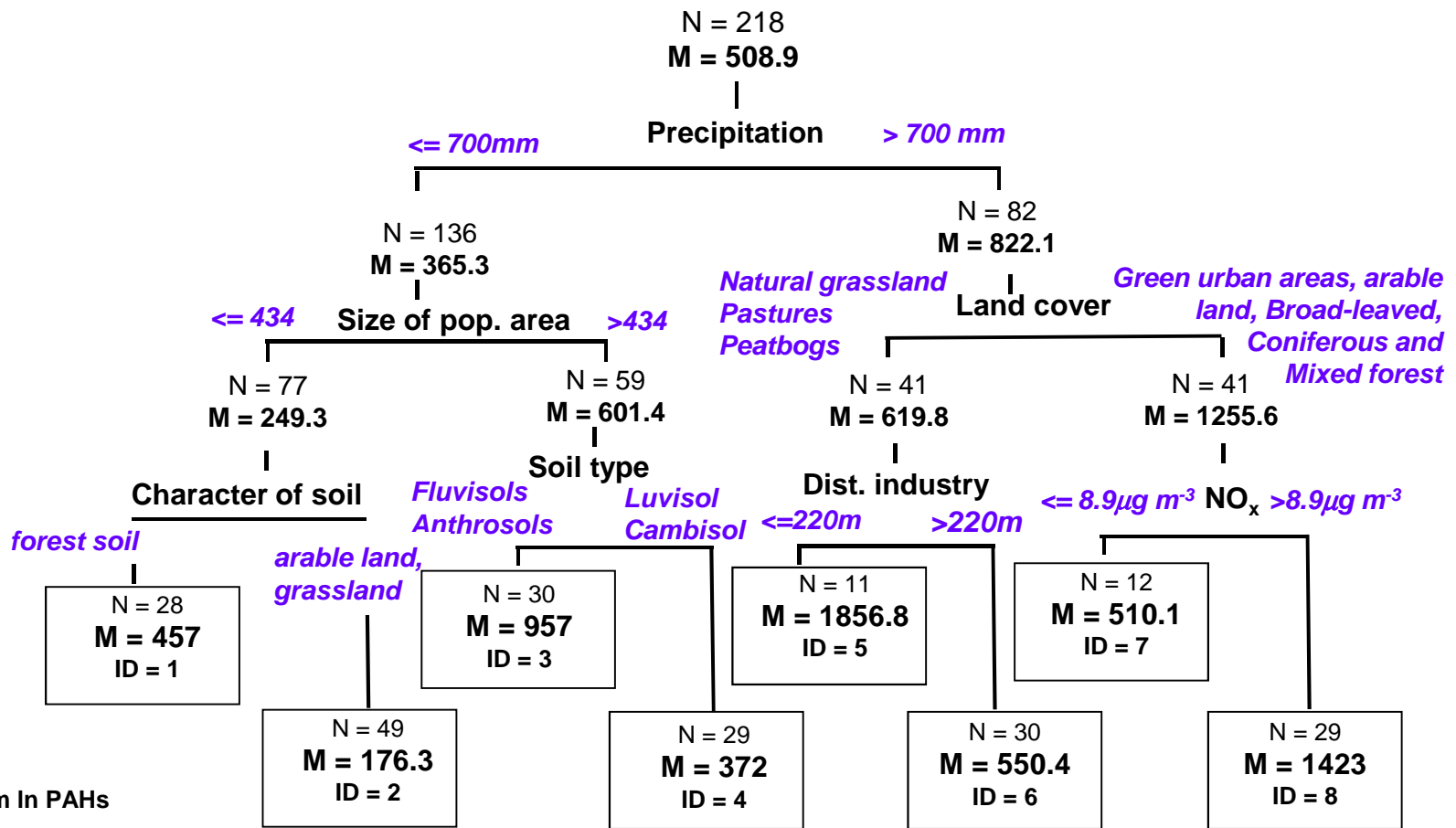
# Regression tree of DDT (n = 180)



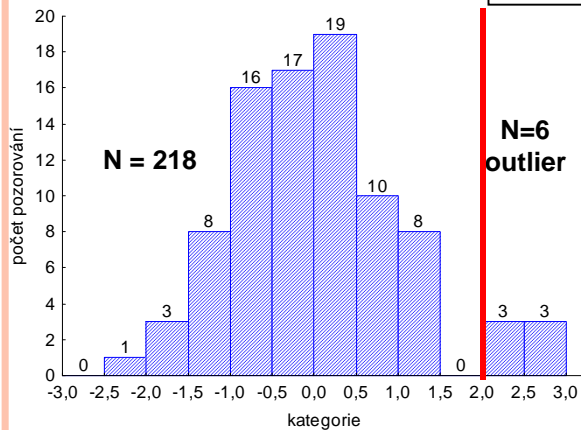
**65.4%** explained variability  
(crossvalidation 61,5% - 69,7%)



# Regression tree of PAHs (n = 218)

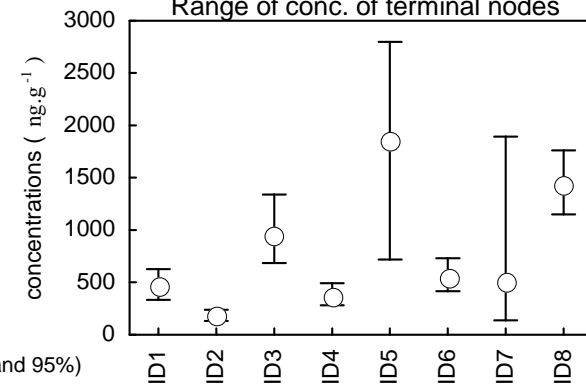


Histogram In PAHs



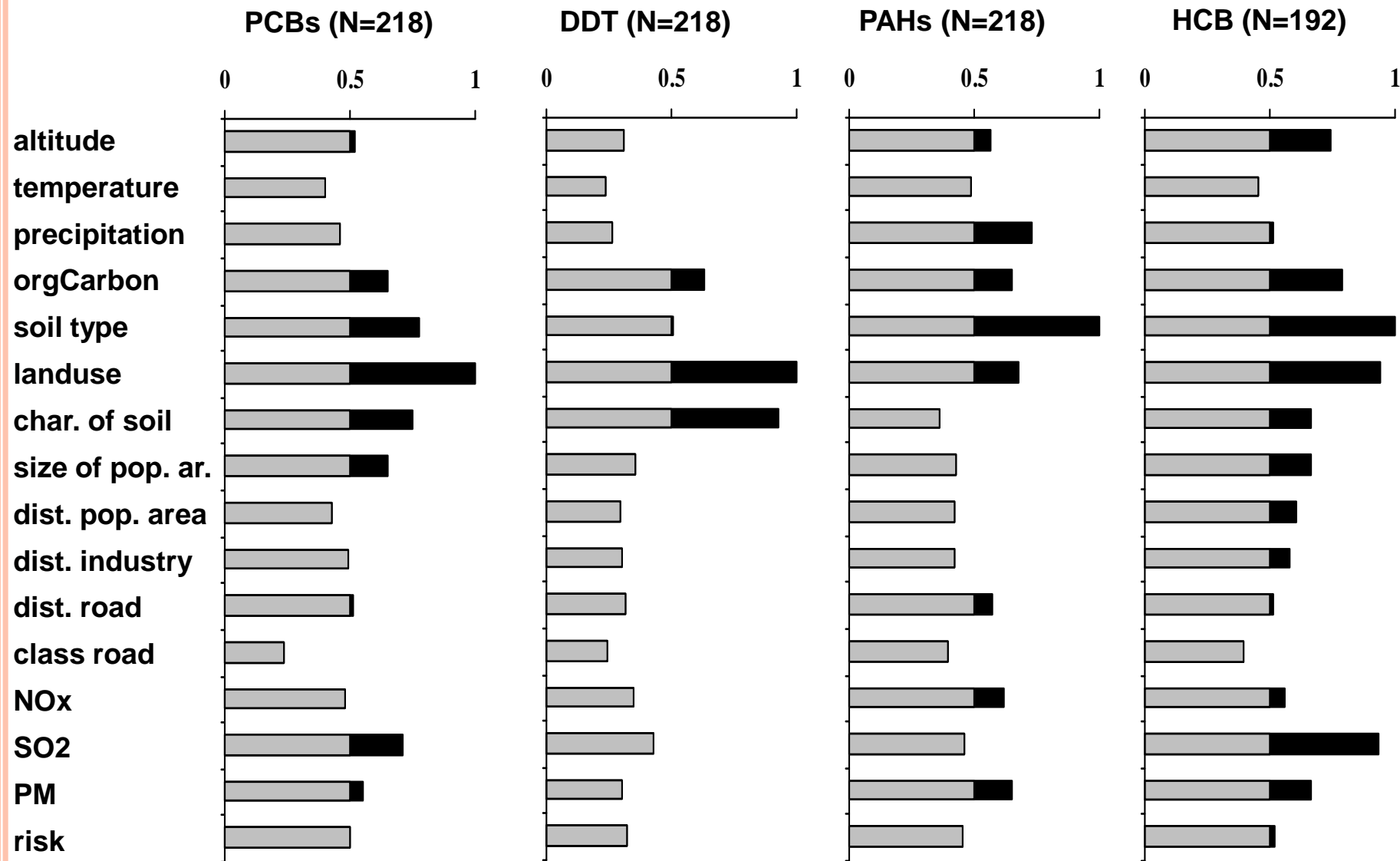
**71%** explained variability  
(crossvalidation 65,6% - 74,2,0%)

Range of conc. of terminal nodes

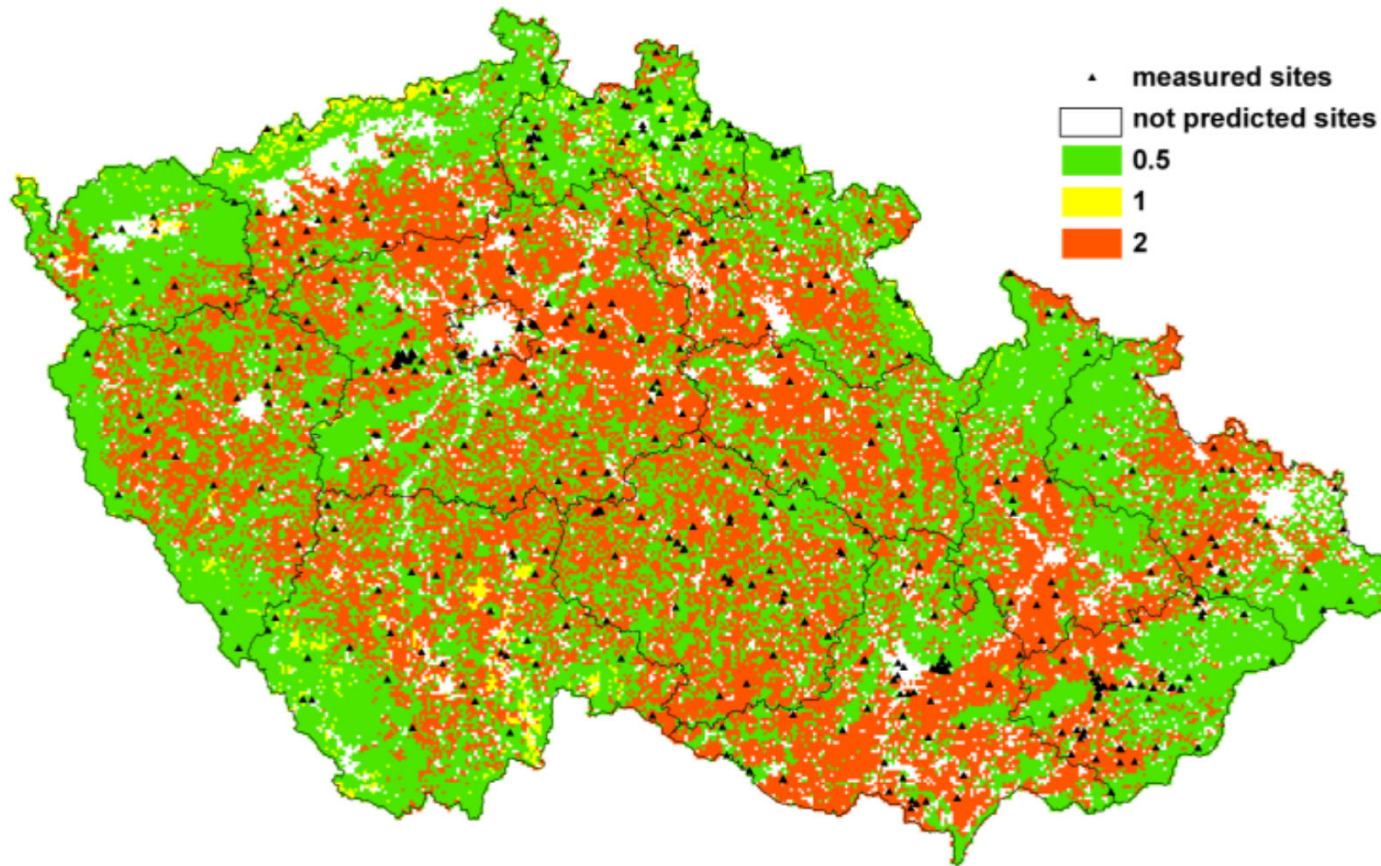


○ M = Geom. Mean (ng.g<sup>-1</sup>), I Confidence Intervals (5% and 95%)

# Významnosti prediktorů

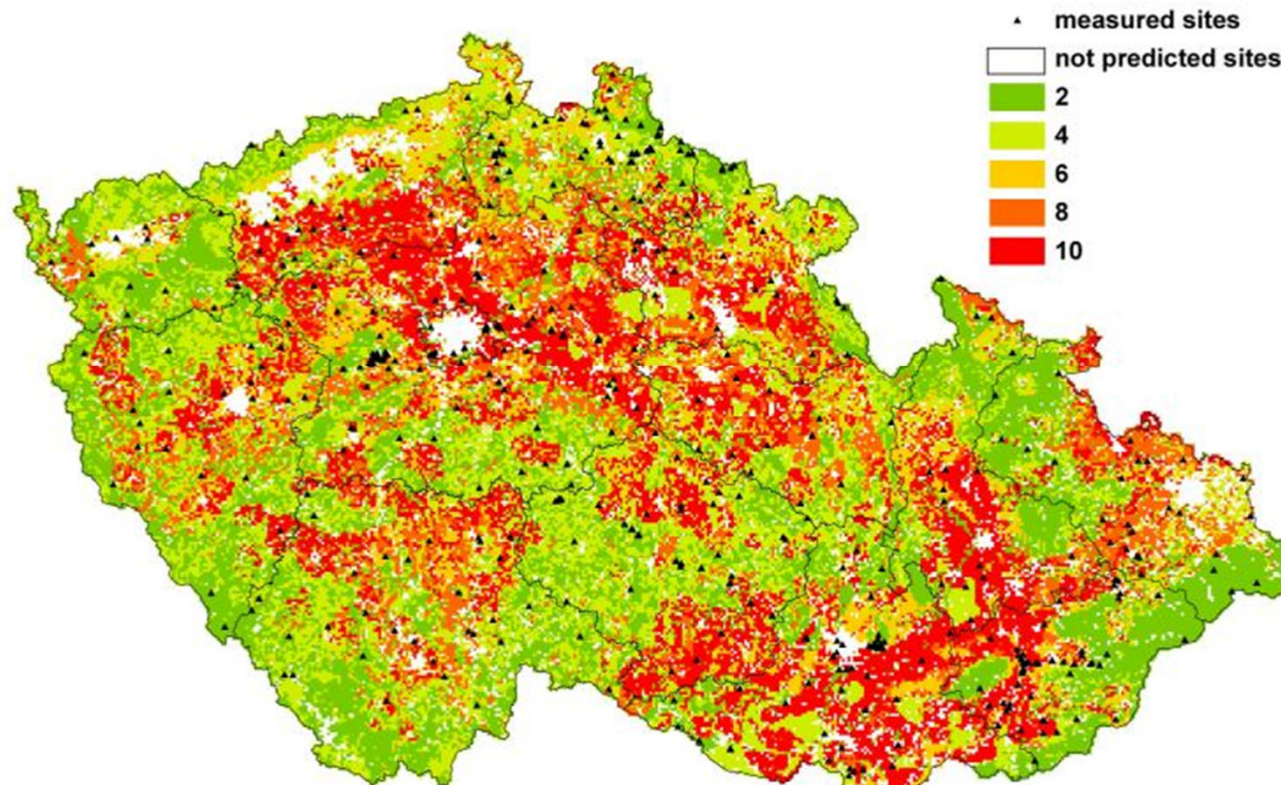


# Spatially resolved (grid of 1×1 km) pools of HCB (kg·km<sup>-1</sup>)



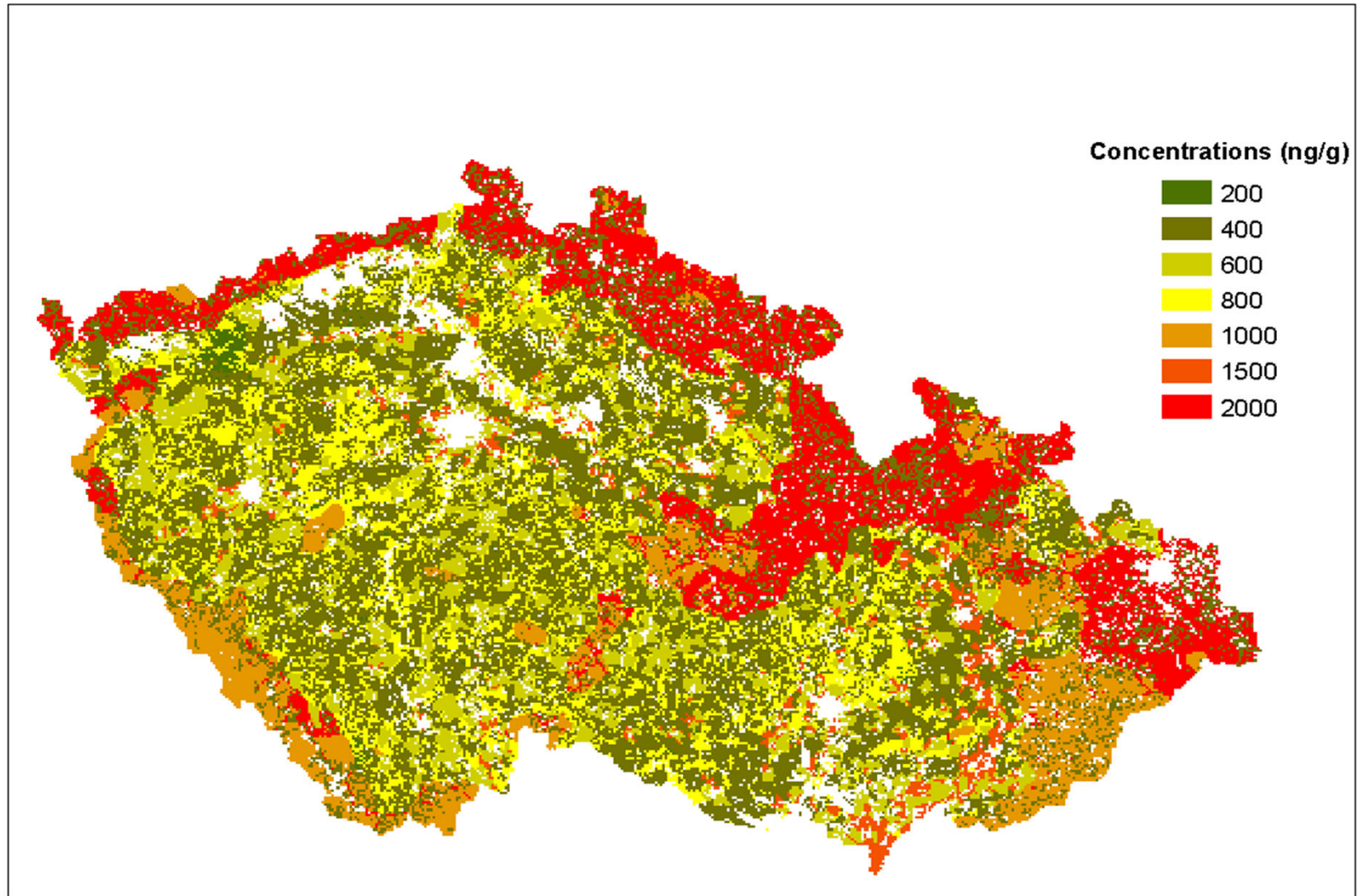
Environmental distribution of HCB depends on land cover, soil type, size of populated area and elevation.

# Spatially resolved (grid of 1×1 km) pools of DDT (kg·km<sup>-1</sup>)



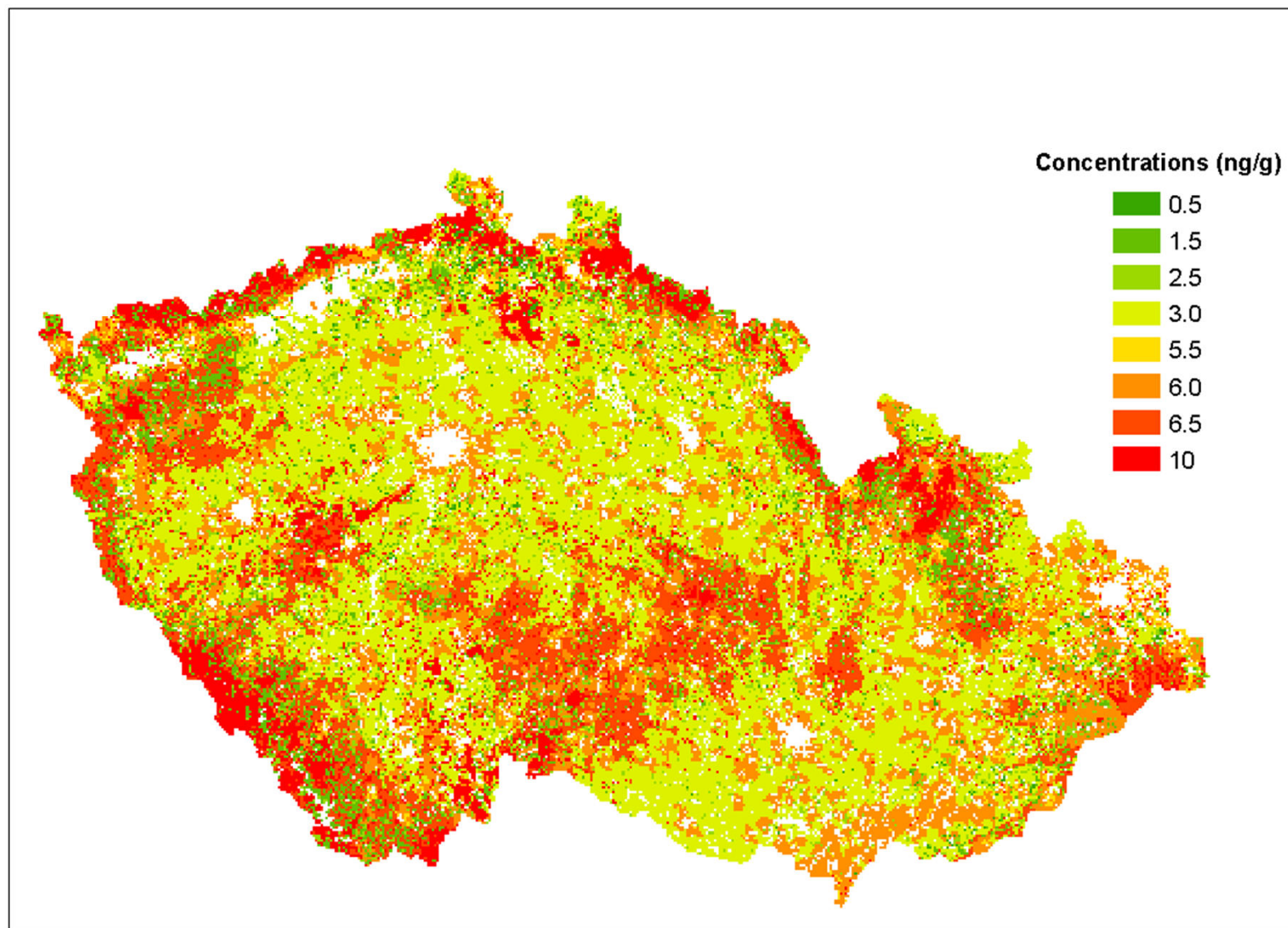
HCB and DDT maps clearly show higher pools in lowlands when compared to mountain soils. It is a result of using these compounds as pesticides for several decades.

## Predicted concentrations of PAHs in soil

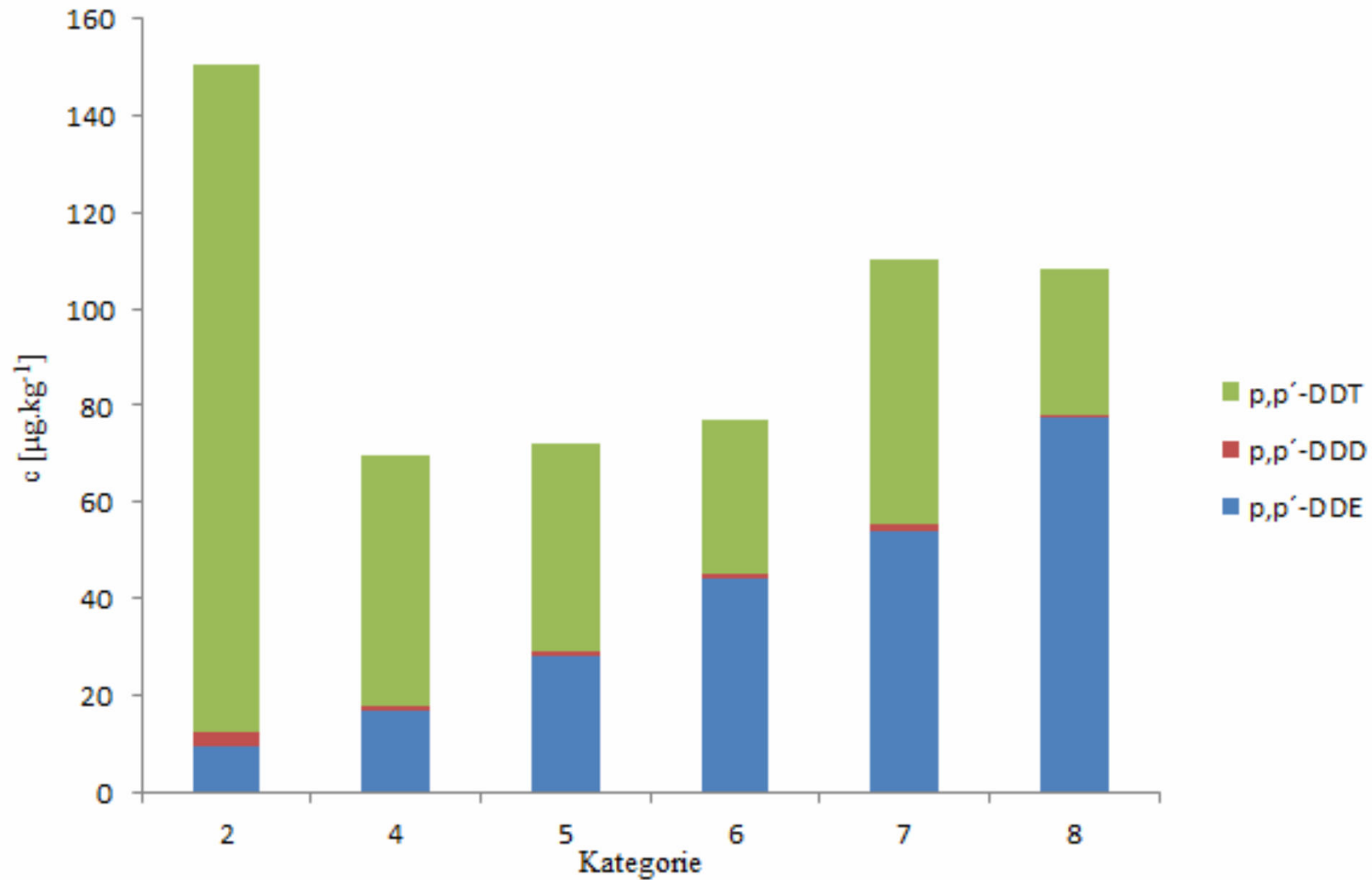




## Predicted concentrations of PCBs in soil



## Zastoupení DDT a jeho metabolitů v nadložním organickém horizontu podle kategorií LVS a druhového složení porostů



## Obsah PAH v nadložním organickém horizontu podle druhového složení porostu

| Látka | les             | převaha jehličnanů    | převaha listnáčů | smíšený        |
|-------|-----------------|-----------------------|------------------|----------------|
| Σ PAH | <i>n</i>        | 85                    | 12               | 15             |
|       | <i>jednotky</i> | $\mu\text{g.kg}^{-1}$ |                  |                |
|       | Průměr          | 1918,88               | 2434,57          | 2121,15        |
|       | Min.            | 532,22                | 1058,66          | 766,04         |
|       | Max.            | 5063,50               | 5871,90          | 6188,50        |
|       | <b>Medián</b>   | <b>1962,20</b>        | <b>2354,30</b>   | <b>2123,65</b> |



# Vytěkávání HCB a PCB z půdy: fugacitní model

## Vytěkávání POPs z půdy

- Vytěkávání se stává hlavním zdrojem některých POPs v životním prostředí
- Cílem modelu je kvantifikovat tyto toky v průběhu roku a získat informaci o celkovém množství POPs které se dostává do ovzduší
- Byl použit fugacitní model. Vytěkávací tok je úměrný rozdílu fugacit mezi vzduchem a půdou
  - *Pro predikci je potřeba:*
    - koncentrační mapy, mapy teplot vzduchu,  $K_{ow}$ ,  $K_{aw}$ ,  $C_{org}$
- Využití: inventura POPs, predikce budoucího vývoje změn koncentrací ve vzduchu a půdě, kalibrace hemisférického modelu

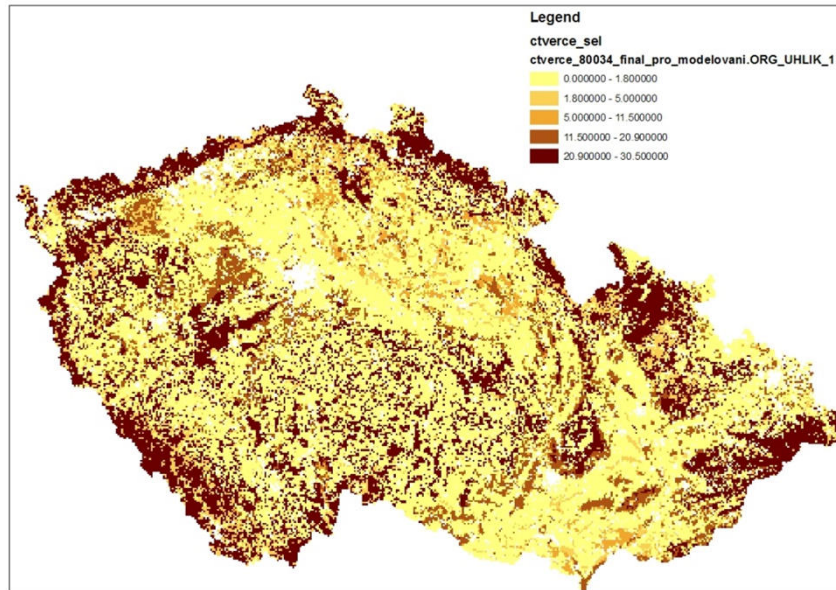
## Vstupní parametry pro model těkání:

- Průměrná koncentrace ve vzduchu  
HCB = 0.175 ng / g (medián z Košetic)  
PCB = 0.009 ng / g (median z Košetic)
- Místně specifické (pro každý grid 1x1 km)
  - teplota (stejná pro vzduch i půdu)
  - organický uhlík
  - koncentrace v půdě

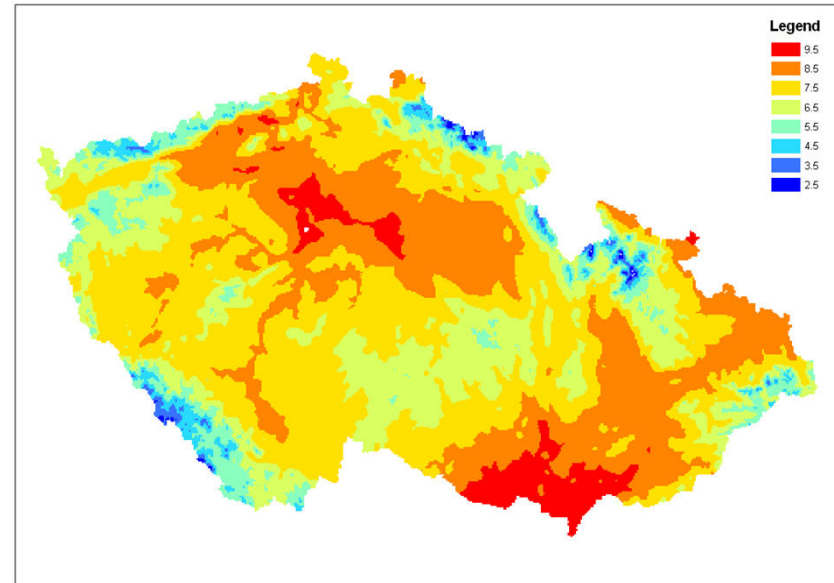
Zanedbáváme:

Vliv vegetace, srážek, fázovou změnu při 0°C, rychlost větru, místně specifické vlastnosti půdy (hustota, porozita).

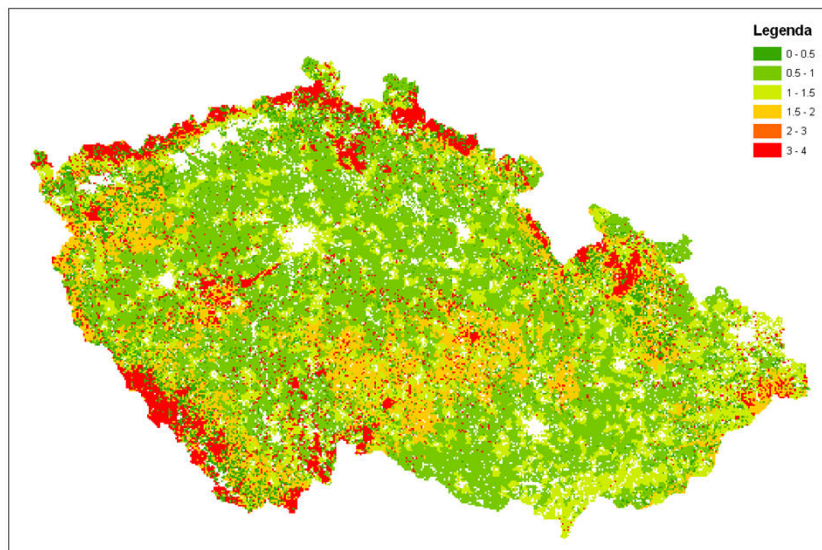
## Organický uhlík



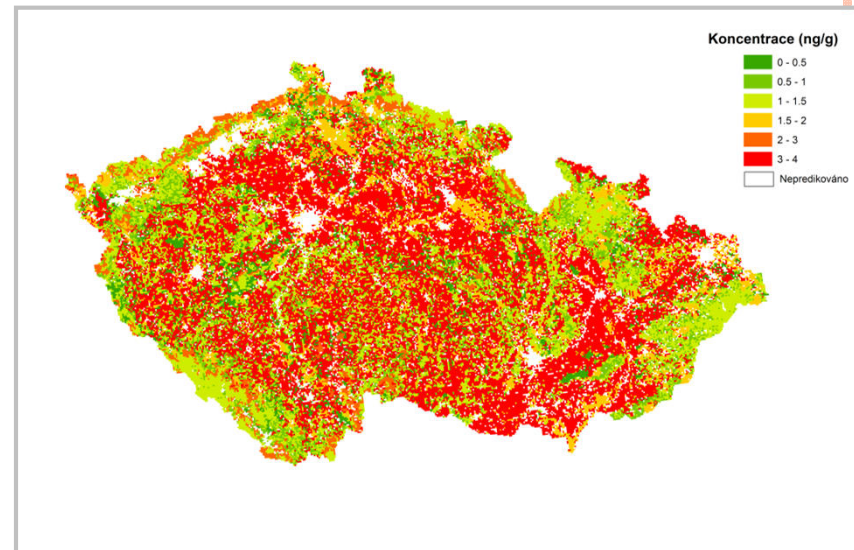
## Průměrná roční teplota



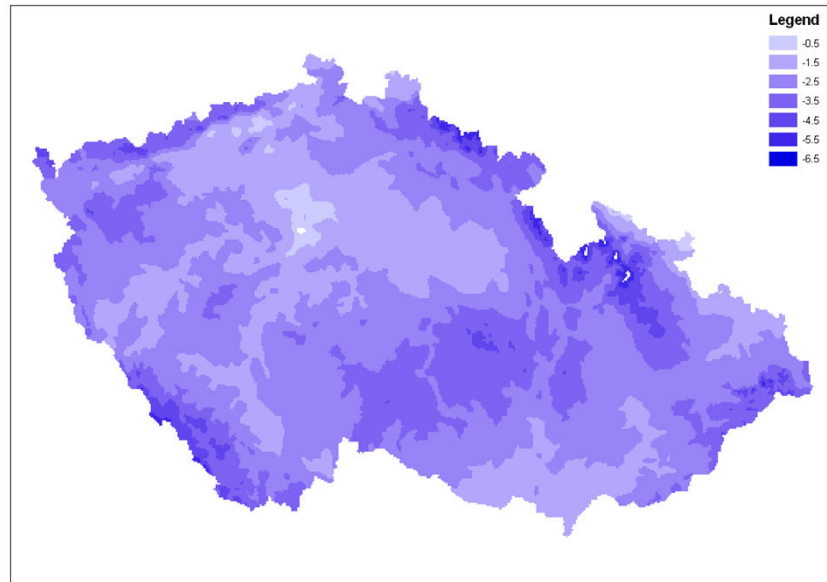
## Koncentrace PCB153



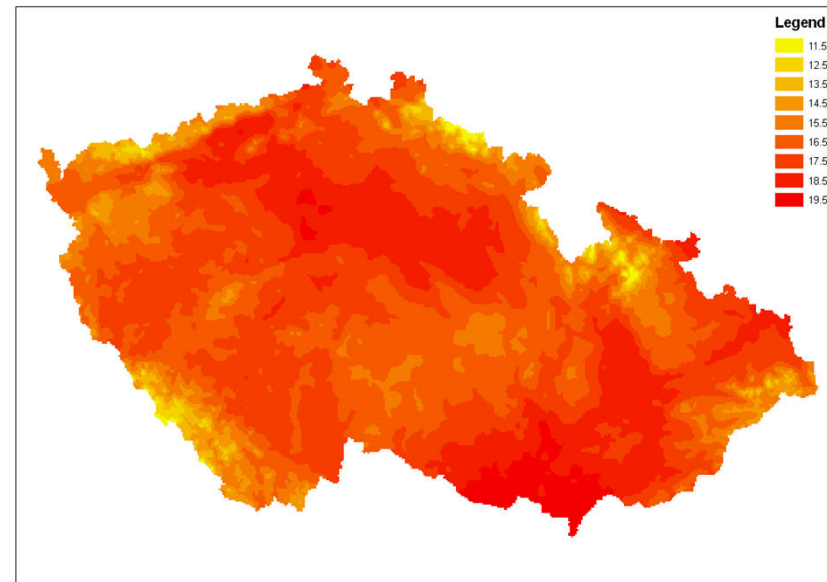
## Koncentrace HCB



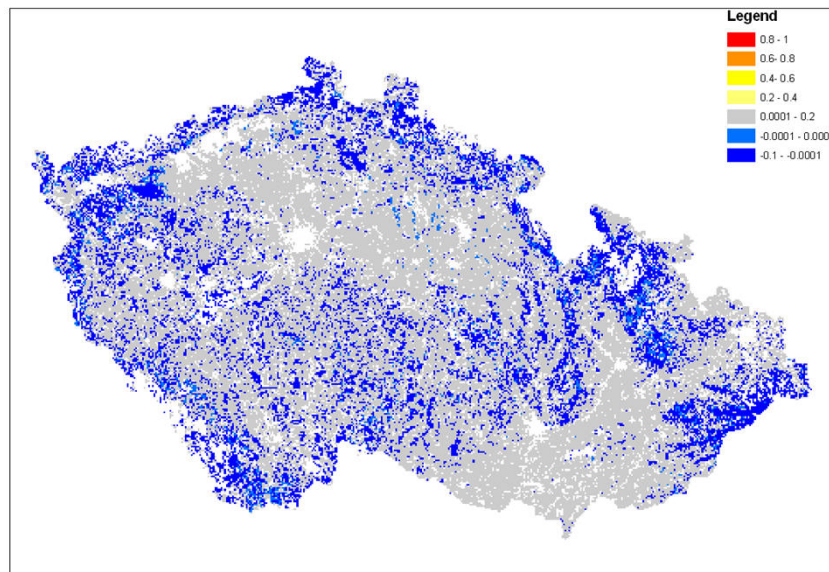
Průměrná lednová teplota



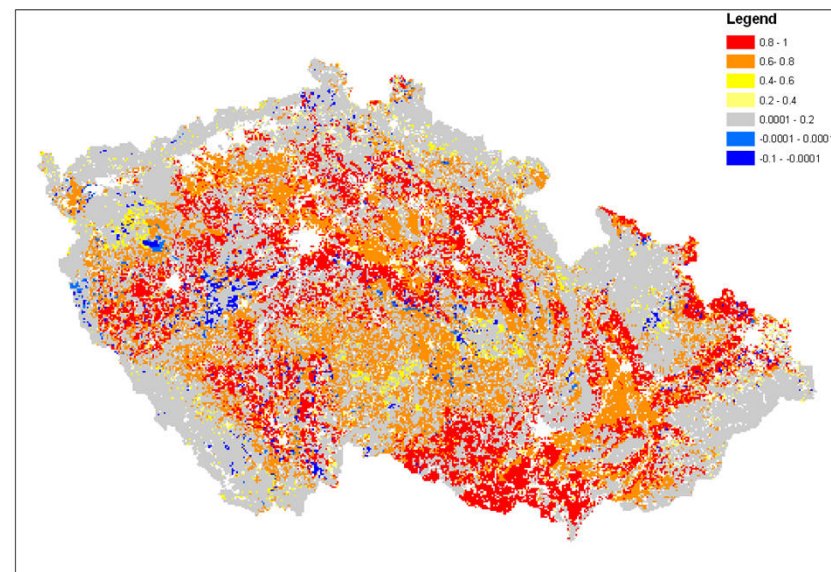
Průměrná červencová teplota



Vypočítaný tok HCB - leden

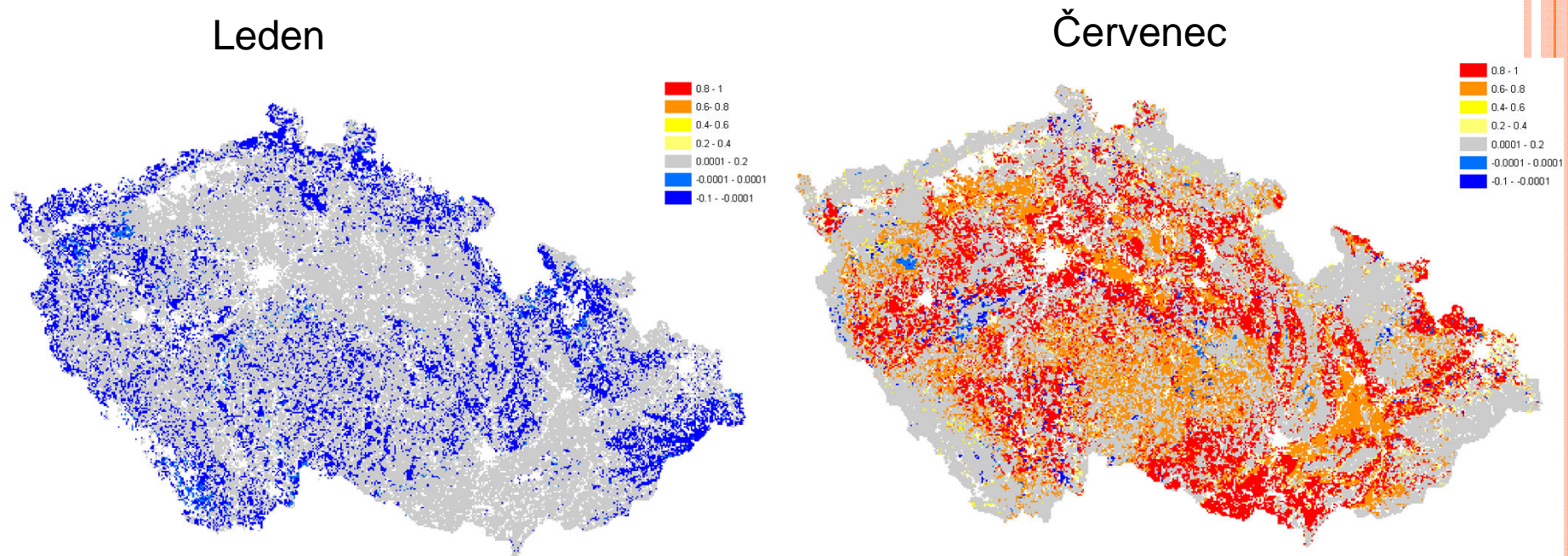


Vypočítaný tok HCB - červenec



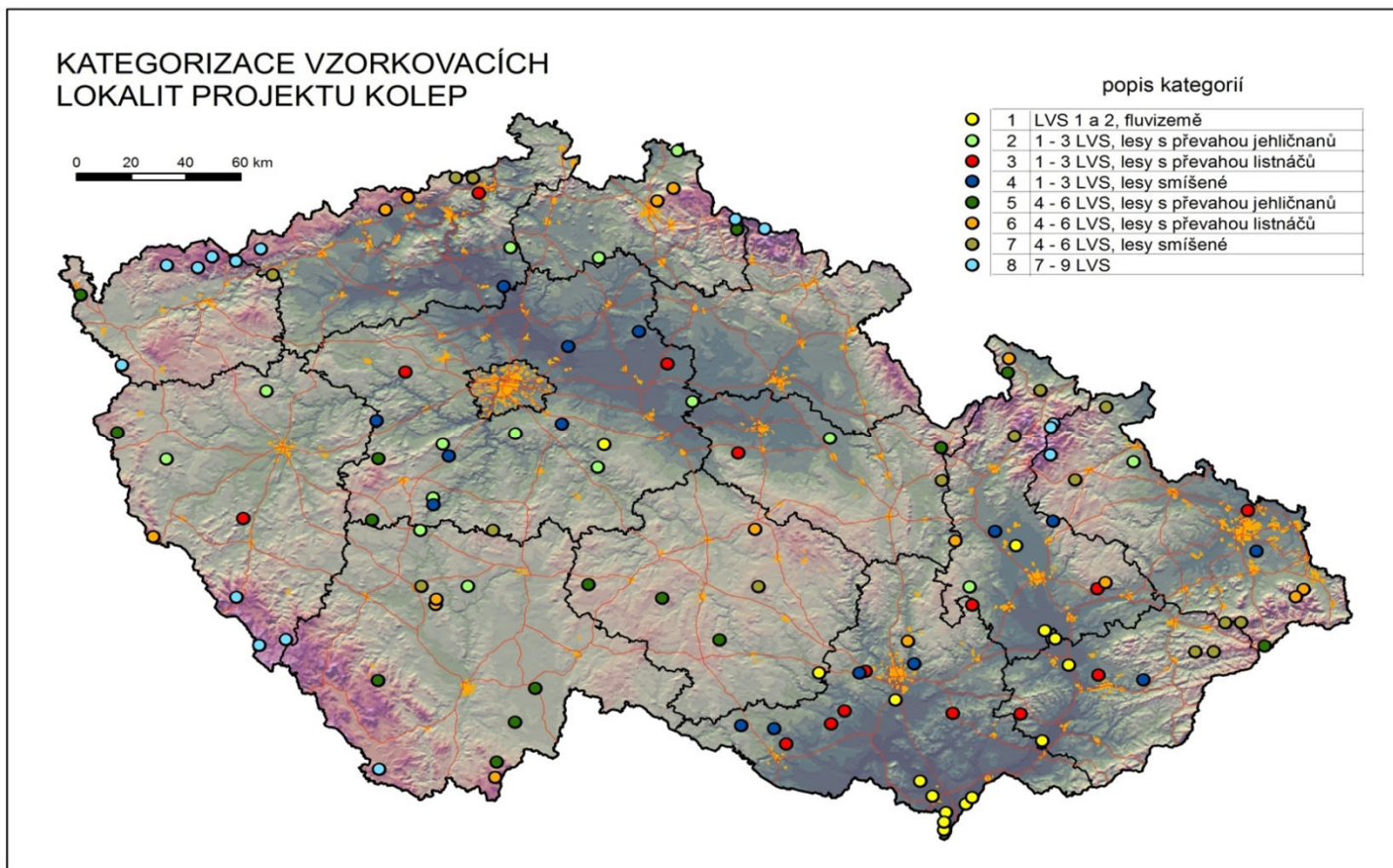


# Volatilizační toky HCB z půdy ( $\text{ng}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ )



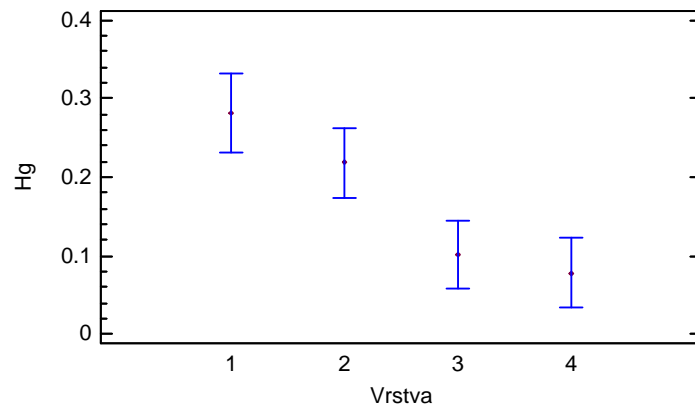
Volatilization maps show that pools are active source of these pollutants during warm part of year. This is in contrast to colder regions in mountains which are target places of air transport e.g. cold condensation nearly during whole year.

# Lokality odběru vzorků projektu KOLEP

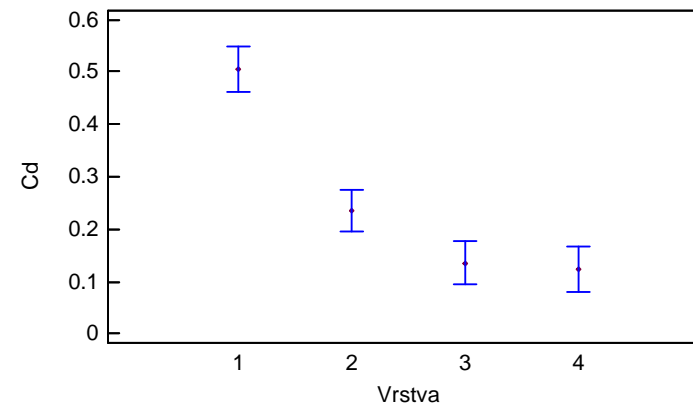


# Závislost obsahu RP na horizontu

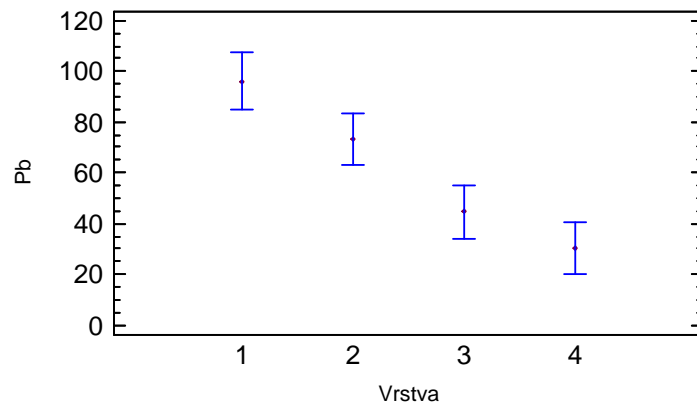
Means and 95.0 Percent LSD Intervals



Means and 95.0 Percent LSD Intervals

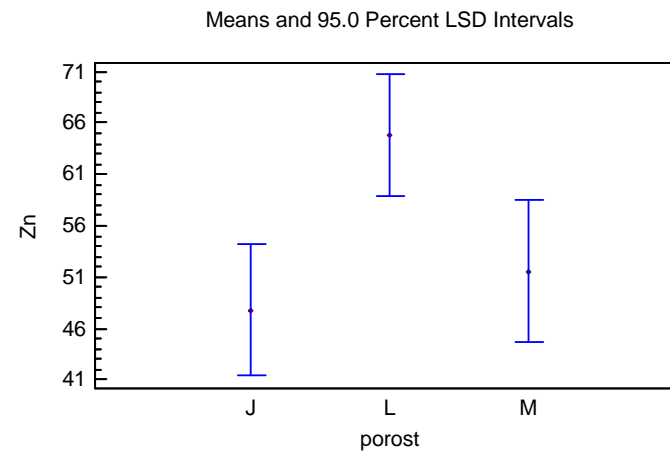
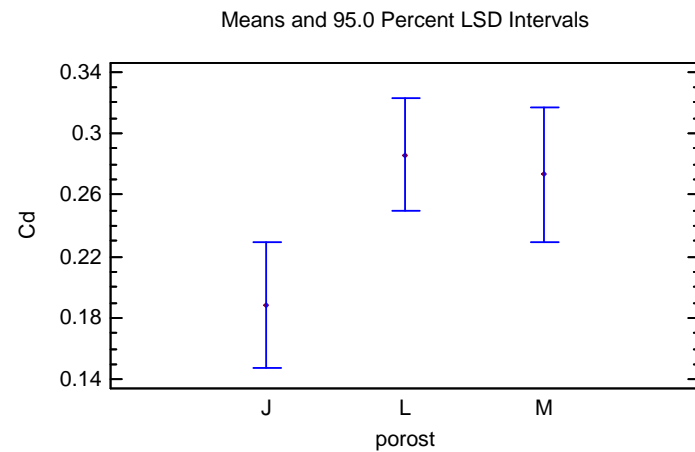


Means and 95.0 Percent LSD Intervals

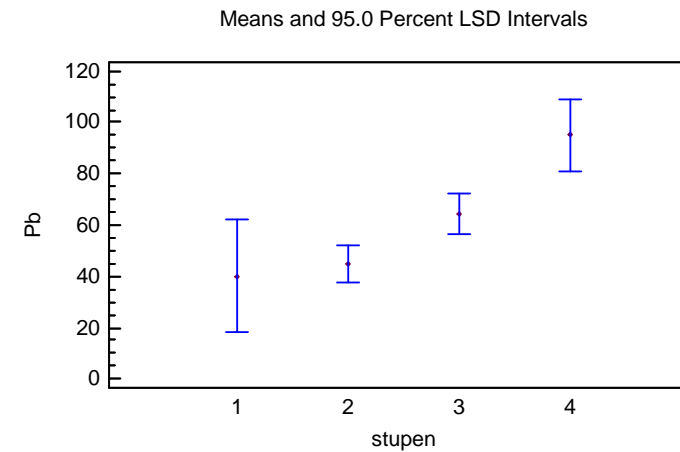
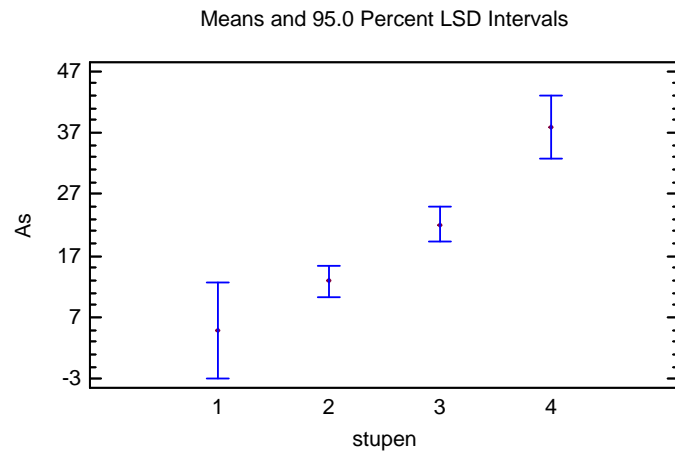


- 1 – O;
- 2 – 0-2 cm (A),
- 3 – 2-10 cm;
- 4 – 10-20 cm

# Závislost obsahu RP na druhovém složení porostu



# Závislost obsahu RP na LVS



1 – fluvizemě; 2 – LVS 1-3; 3 – LVS 4-6; 4 – LVS 7-8



**DĚKUJI ZA POZORNOST**