



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Environmentální informace a modelování

Úvod do kurzu



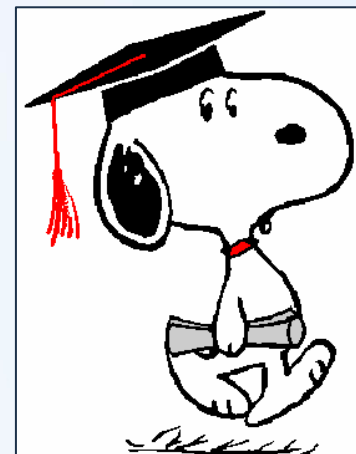
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace a rozšíření výuky zaměřené na problematiku životního prostředí na PřF MU (CZ.1.07/2.2.00/15.0213)
spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Organizace kurzu



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí



Praktické informace

Den a rozsah: úterý, 13-15 hod

Kurz se koná v počítačové učebně RECETOX ve 3. patře

Kontakty na vyučující:

komprdova@recetox.muni.cz

komprda@recetox.muni.cz

Tel: 549 493 937

Konzultace: dle domluvy

ZAKONČENÍ – písemná zkouška + projekt vypracovaný v ArcGIS



Přehled přednášek a cvičení

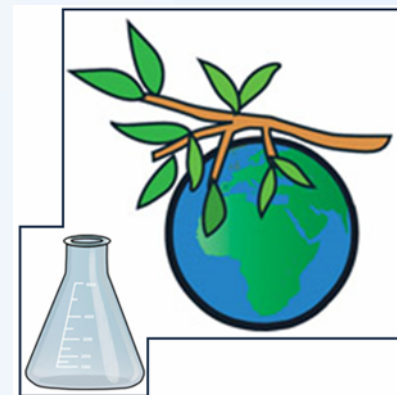
- **Úvod do environmentálního modelování**– přednáška
- **Geografické informační systémy** – cvičení
- **Prostorové modelování – interpolační techniky** – přednáška + cvičení
- **Modely atmosférického transportu, Receptorové a Rozptylové modely, environmentální data**– přednáška, cvičení
- **Boxové modely, environmentální procesy, matematické řešení modelů** - přednáška + cvičení



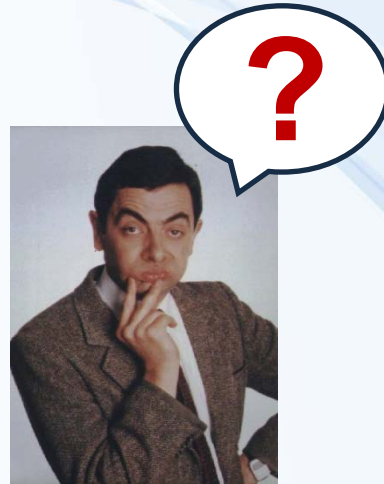
Environmentální informace, data a studie



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí



Jak na to, když nás zajímá třeba...



Výskyt a hladiny látek v životním prostředí

Osud látek v prostředí (např. transport a distribuce)

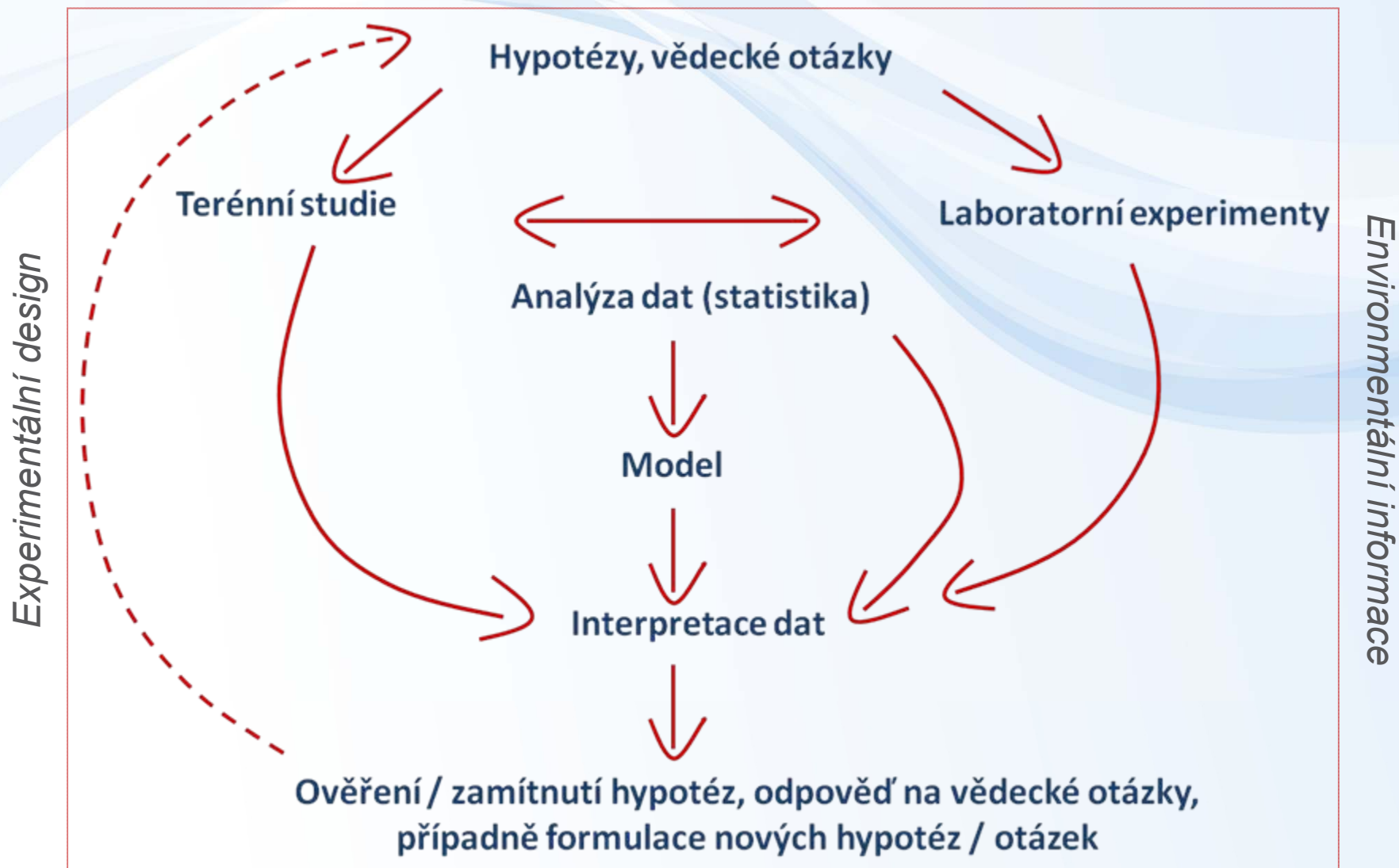
Monitoring časových a prostorových trendů různých jevů a skutečností

Srovnání modelů s měřenými daty

Rozhodování v oblasti životního prostředí, analýza nákladů a přínosů



Metodický postup u environmentálních studií



Environmentální data

Laboratorními experimenty a terénními studii získáváme **environmentální data**. Jsou to zaznamenané údaje o určitých skutečnostech životního prostředí.

Vlastními experimenty a studii získáváme **primární data**. Agregací (tj. seskupením, sloučením) primárních dat dostaneme **data agregovaná**, která vypovídají o celcích (např. celkové emise polutantů z průmyslu v daném kraji) na základě údajů o částech (např. emise ze všech jednotlivých průmyslových provozů).

Na obecnější úrovni než agregovaná data jsou **indikátory** (ukazatele) **životního prostředí**, které patří mezi nejčastěji používané nástroje pro hodnocení životního prostředí. **Kvalitativní indikátory** jsou spíše subjektivního charakteru (např. hodnocení strategie redukce emisí z pohledu obyvatel), **kvantitativní indikátory** jsou vyjádřeny číselným údajem (např. nárůst/pokles emisí za rok).



Typy dat

Různé **typy dat** rozlišujeme podle toho, jakých hodnot může daná skupina dat nabývat nebo jaké operace s nimi lze provádět.

- ✘ **kvalitativní (kategoriální):** lze pouze určit, zda jsou dvě „hodnoty“ stejné nebo se liší
 - např. typ půdy
- ✘ **semikvantitativní (ordinální):** lze určit rovněž pořadí hodnot
 - např. teplota po stupních
- ✘ **kvantitativní (spojité):** lze provádět všechny matematické operace, mohou mít intervalovou nebo poměrovou podobu
 - např. koncentrace látek
- ✘ **binární:** lze je považovat za kvantitativní, semikvantitativní i kvalitativní proměnnou
 - výskyt/ nevýskyt látky (informace typu ANO/NE)



Environmentální informace

Environmentální informaci lze charakterizovat jako zobrazení dat, statistik či jiných kvantitativních a kvalitativních údajů, jež jsou nutné k hodnocení stavů a trendů změn prostředí, k formulaci a upřesňování environmentální politiky a k účelovému využívání všech prostředků. Environmentální informace jsou jakékoli informace v písemné, obrazové, zvukové, elektronické nebo jiné podobě o:

- ✗ stavu složek životního prostředí (např. čistota ovzduší)
- ✗ faktorech, které ovlivňují nebo mohou ovlivnit stav složek prostředí (např. emise do ovzduší)
- ✗ opatřeních, které ovlivňují nebo mohou ovlivnit složky a faktory (např. programy na snižování emisí)
- ✗ zprávách o provádění právních předpisů o životním prostředí
- ✗ analýzách nákladů a přínosů použitých v rámci aplikace opatření (např. cena opatření vs. jeho efektivnost při snižování emisí)
- ✗ stavu lidského zdraví a bezpečnosti (např. nemocnost a kvalita života v oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší)



Environmentální informační systémy

Existují různé environmentální informační systémy (EIS), které zpracovávají, vyhledávají a prezentují environmentální data. V současné době využívají často formu webových portálů. EIS jsou budovány:

- ✘ veřejnou správou na národní úrovni**
- ✘ veřejnou správou na mezinárodní úrovni**
- ✘ vědeckými institucemi**
- ✘ nevládními organizacemi**
- ✘ podnikatelskou sférou**

Protože řada dat a informací o životním prostředí má prostorovou povahu, hrají stále důležitější roli geografické informační systémy, GIS (viz příslušná přednáška a cvičení).

Rozsáhlý přehled informačních zdrojů pro ČR, Evropu i svět poskytuje studijní materiál Hřebíčka a Kubáska (2011).



Příklad environmentální databáze a informačního systému

Global Environmental Assessment Information System (GENASIS)

<http://www.genasis.cz>



GENASIS poskytuje informace o persistentních organických polutantech:

- ✗ jejich charakteristice
- ✗ příslušných mezinárodních úmluvách
- ✗ novinkách ze světa vědy a politiky
- ✗ prostřednictvím interní databáze a analytického modulu poskytuje volný přístup k agregovaným datům
- ✗ prostřednictvím odborné sekce podporuje uchopení a interpretaci výsledků monitoringu těchto látek



Jak hledat informace o životním prostředí v ČR?

Příkladem webového portálu nevládní organizace, která seznamuje se základními informačními zdroji o životním prostředí v ČR, je:

<http://arnika.org/jak-a-kde-najit-informace-o-zivotnim-prostredi-cr>

The screenshot shows the ARNIKA website interface. At the top is the ARNIKA logo and a navigation menu with items: Home, O nás, Nabízíme, Ekoporadna, Pro novináře, E-shop, Video, Foto, Podpořte nás, Váš kraj, Pobočky, and Kontakt. Below the menu is a search bar and a calendar for February 2012. The main content area features an article titled "Jak a kde najít informace o životním prostředí ČR" by Ing. Milan Havel, dated 18.10.2010. The article text discusses environmental information sources and provides links to various reports and publications. A sidebar on the left lists categories like Voda, Ovzduší, Města, Toxické látky, Stromy, Odpady, Účast veřejnosti, Pro spotřebitele, and Biodiverzita. A bottom sidebar contains "Aktuality" with news items about smog and Ostrava.

Home ▸ Články ▸ Jak a kde najít informace o životním prostředí ČR

Jak a kde najít informace o životním prostředí ČR

Ing. Milan Havel - 18.10.2010

Následující článek vás seznámí se základními informačními zdroji o životním prostředí ČR. Může Vám posloužit například k porovnání informací o stavu ovzduší, vody či půdy ve Vašem městě s údaji za Českou republiku nebo s údaji za Váš kraj. Takovýto ucelený přehled dosud chyběl.

Statistická ročenka životního prostředí ČR. Vydává MŽP a ČSÚ. Vychází 1x ročně v tištěné podobě. Statistické ročenky jsou přístupné i na internetu. Naleznete je na stránkách CENIA, české informační agentury životního prostředí v publikacích.

Zpráva o životním prostředí ČR. Vydává MŽP. Vychází 1x ročně v tištěné podobě. Zprávy o životním prostředí jsou přístupné i na internetu. Naleznete je na stránkách CENIA, české informační agentury životního prostředí v publikacích.

Indikátory životního prostředí. Web provozovaný MŽP. Poskytne rychle základní přehled o situaci v jednotlivých oblastech životního prostředí v ČR. Naleznete ho na adrese <http://issar.cenia.cz>.

Stav životního prostředí v jednotlivých krajích ČR. Vydává MŽP. Vychází pouze v

BUDUCNOST BEZ JEDŮ

hledat...

Nejblíží akce

| | | | | | | | | |
|----|-----------|----|----|----|----|----|---|---|
| « | Únor 2012 | | | | | | | » |
| Po | Út | St | Čt | Pá | So | Ne | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | |
| 27 | 28 | 29 | | | | | | |

Jak správně topit
st 15.02 - Kulturní dům Kopřivnice

podepište

Z fotogalerie



Experimentální design

Pokud jsme nenašli požadovaná data a informace, musíme je sami vytvořit. Design experimentu vyplývá z otázek, které chceme zodpovědět a/nebo hypotéz, které chceme ověřit nebo vyvrátit. Je zásadně důležitý pro průběh celé studie a podmiňuje interpretovatelnost a hodnověrnost výsledků. Soubor dat získáváme třemi způsoby:

✘ laboratorní studie a experimenty



✘ experimenty a odběry vzorků v terénu



✘ kombinací obého



Experimentální design

Datový soubor, který hodnotíme, by měl být:

- ✘ **Dostatečně velký** – tj. měl by obsahovat množství vzorků dostatečné pro popis situace, statistické vyhodnocení, spolehlivé modelování apod.
- ✘ **Reprezentativní** – tj. měl by pokrývat celou oblast našeho zájmu; celý rozsah možností, které zkoumáme
- ✘ **Nezávislý** – tj. design by měl být objektivní a nic nepreferovat
- ✘ **Získaný konzistentní metodologií** – tj. měl by zaručit odběr/analýzu vzorků stejnou metodikou nebo srovnatelnými metodikami
- ✘ **Se signifikantní přesností** – tj. měla by být získána takovými metodami, které jsou výrazně přesnější než variabilita souboru



PROBLÉM: v reálu tomu tak často není
PROTO je nutné vše dobře plánovat!



Experimentální design – příklad

Zavádění nové analytické metody v laboratoři pro stanovení různých koncentrací vybraného polutantu v několika environmentálních maticích. Soubor dat by měl splňovat tyto podmínky:

- ✘ Dostatečně velký** – soubor různých naspikovaných koncentrací polutantu v maticích musí dostatečně pokrýt gradient znečištění
- ✘ Reprezentativní** – metodu je třeba vyzkoušet na všech maticích, které budou v budoucnu studovány
- ✘ Nezávislý** – existuje-li podezření, že metoda má horší výsledky u nízkých koncentrací polutantu, není možné je do studie nezahrnout
- ✘ Získaný konzistentní metodologií** – celý analytický postup musí být stále stejný, jak u zavádění metody, tak u její následné rutinní aplikace na reálné vzorky
- ✘ Se signifikantní přesností** – limity detekce a kvantifikace musí odpovídat reálným hladinám polutantu v prostředí



Environmentální modelování

Stručný úvod



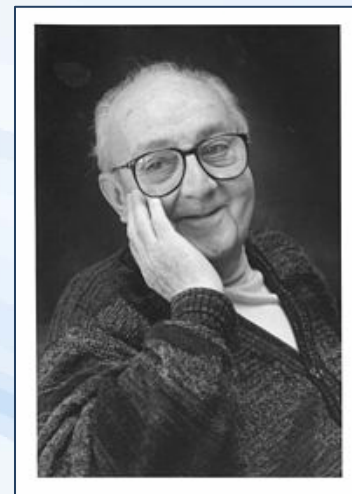
Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí



Co je to model?

„Všechny modely jsou v podstatě špatné,
ale některé jsou užitečné.“

George Box, 1979



Model je zjednodušený svět nebo prostor, ve kterém se odehrávají různé interakce mezi jeho jednotlivými složkami. Model tento systém popisuje.

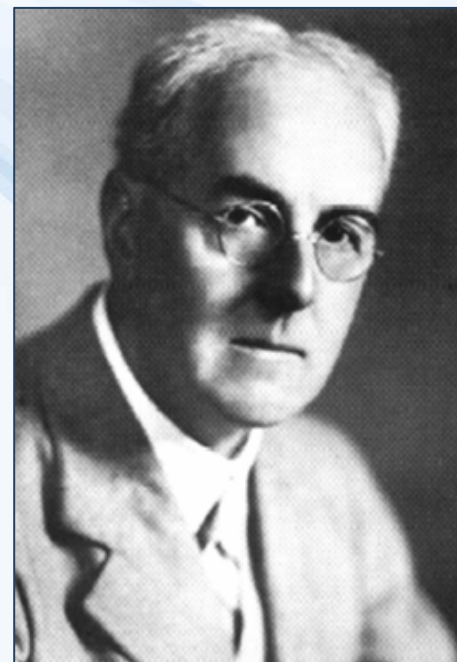
Používají se tam, kde není možné získat informaci experimentem či chemickou analýzou, např. při studiu osudu látek v prostředí a s ním souvisejících procesů, předpovídání (predikci) koncentrací apod.

Počátky environmentálního modelování

Lewis Fry Richardson zkoumal na počátku 20. století možnosti předpovědi počasí pomocí soustavy diferenciálních rovnic.

V roce 1922 vydal knihu *Weather Prediction by Numerical Process*. Při jejím sepisování provedl během 1. světové války výpočetní pokus, kdy se pokusil předpovědět počasí na 8 hodin. Výpočet trval 6 týdnů a skončil nezdarem.

Pro reálné řešení výpočetních nároků svého modelu uvažoval využít 64 000 techniků, kteří by výpočet dostatečně urychlili.



Rozvoj environmentálního modelování je tedy spjat s rozvojem výpočetní techniky



Základní rozdělení environmentálních modelů

✘ Popisuje budoucí stav systému nebo jeho podmínek?

ANO Dynamické modely - závislé na čase (spojité, diskrétní)

NE Statické modely - nezávislé na čase

✘ Popisují prostorovou strukturu?

ANO Prostorově heterogenní (diskrétní, spojitě)

NE Prostorově homogenní modely

✘ Zahrnuje náhodnou složku?

ANO Stochastické modely

NE Deterministické modely

Modely se dále dělí dle velkého množství kritérií (viz další přednášky).



Podle čeho vybírat model?

Výběr modelu záleží na zkoumaném problému. Je třeba brát v potaz tyto aspekty:

- ✘ povaha problému, hypotézy, řešené otázky
- ✘ měřítko – např. velikost zkoumaného území
- ✘ povaha dat, které jsou k dispozici – např. odlehlé hodnoty
- ✘ velikost datového souboru, který je k dispozici - metody vhodné pro malé/velké soubory
- ✘ přesnost modelu
- ✘ interpretovatelnost modelu
- ✘ a řadu dalších

Každá metoda má své omezení, které je třeba zvážit (např. schopnost zacházet s odlehlými hodnotami, různými typy rozložení dat apod).

Je třeba dávat pozor na to, aby model nebyl použitý nesprávně, např. na nevhodný typ dat.



Nejistoty modelů

Nejistoty, se kterými se při modelování potýkáme, s nimiž je třeba počítat a které musíme znát, jsou zejména dvou typů:

- ✘** Nejistoty proměnných (plynoucích z chyb při odběru vzorků a analýze v laboratoři, agregace dat, odečítání hodnot z map, designu experimentu apod...), které do modelu vstupují
- ✘** Nejistoty modelů samotných (konstrukce modelů, zjednodušující předpoklady...)

Z těchto důvodů se výsledky modelů obvykle neshodují zcela přesně s naměřenými daty.



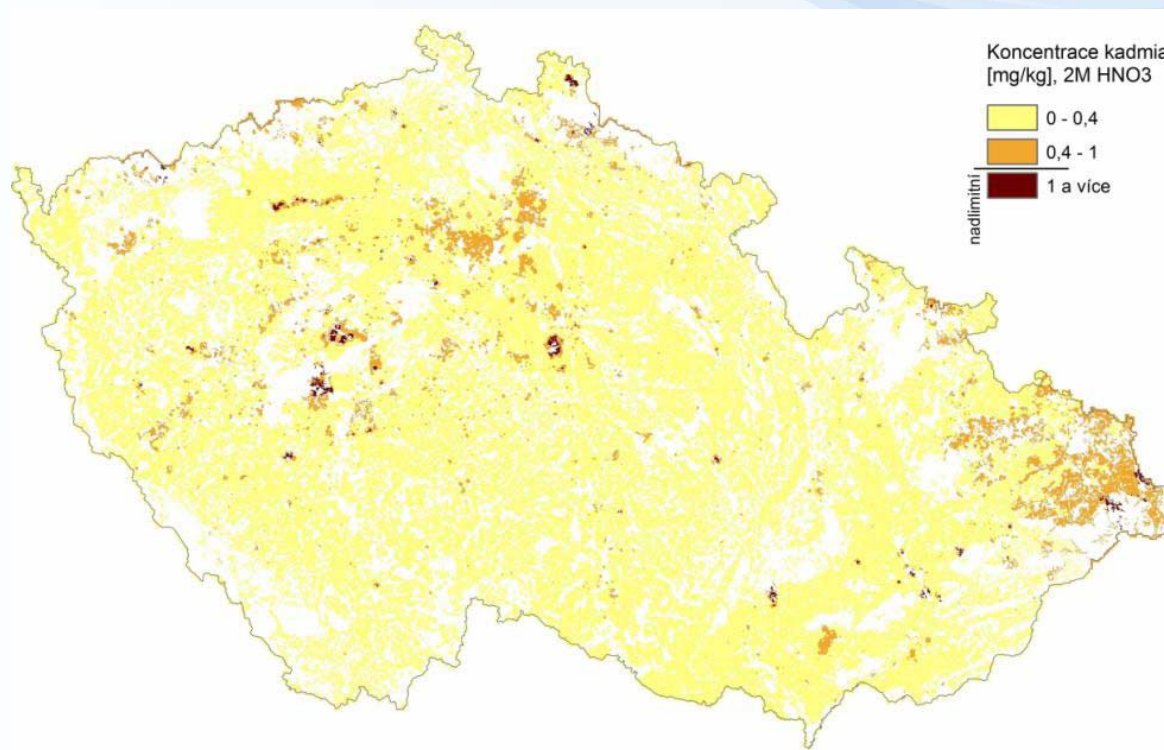
Typy modelů, kterými se budeme v kurzu zabývat

- Prostorové modelování – interpolace
- Modely atmosférického transportu látek
- Boxové modely - procesy



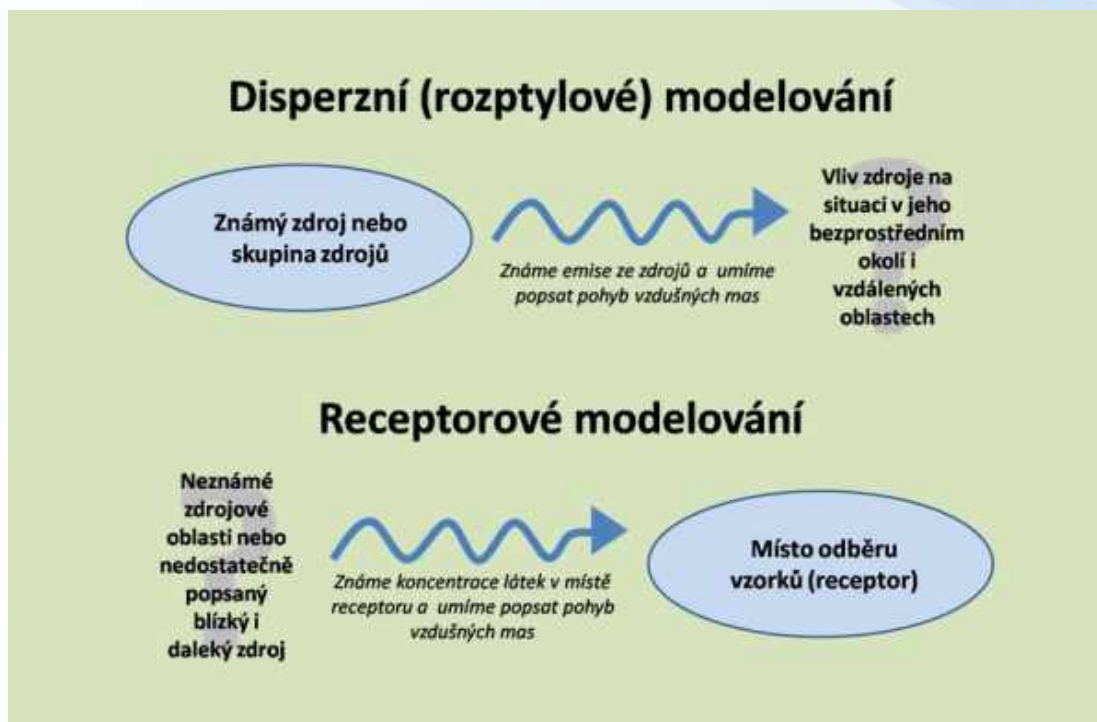
Prostorové modelování – interpolační techniky

- Geostatistické metody určené zejména pro predikci koncentrace – hodnota koncentrace na novém místě, kde neproběhl odběr
- Většinou potřeba velké množství dat z terénu, pokrývající gradient podmínek
- Pro model nejsou potřeba fyz.-chem. vlastnosti látek, ale musíme znát vlastnosti prostředí

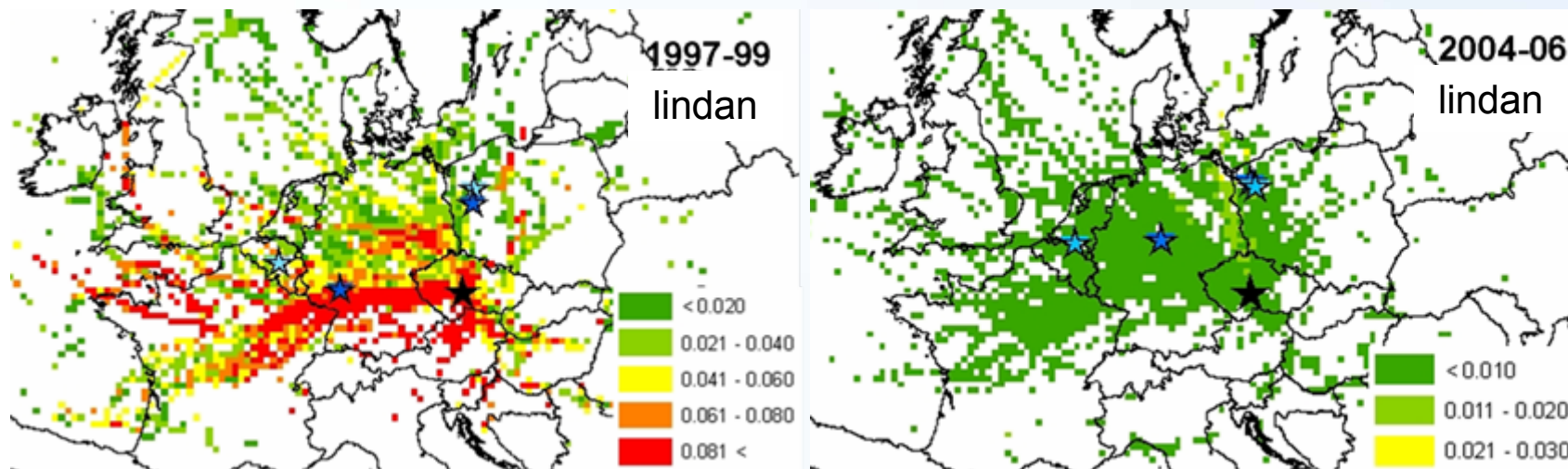
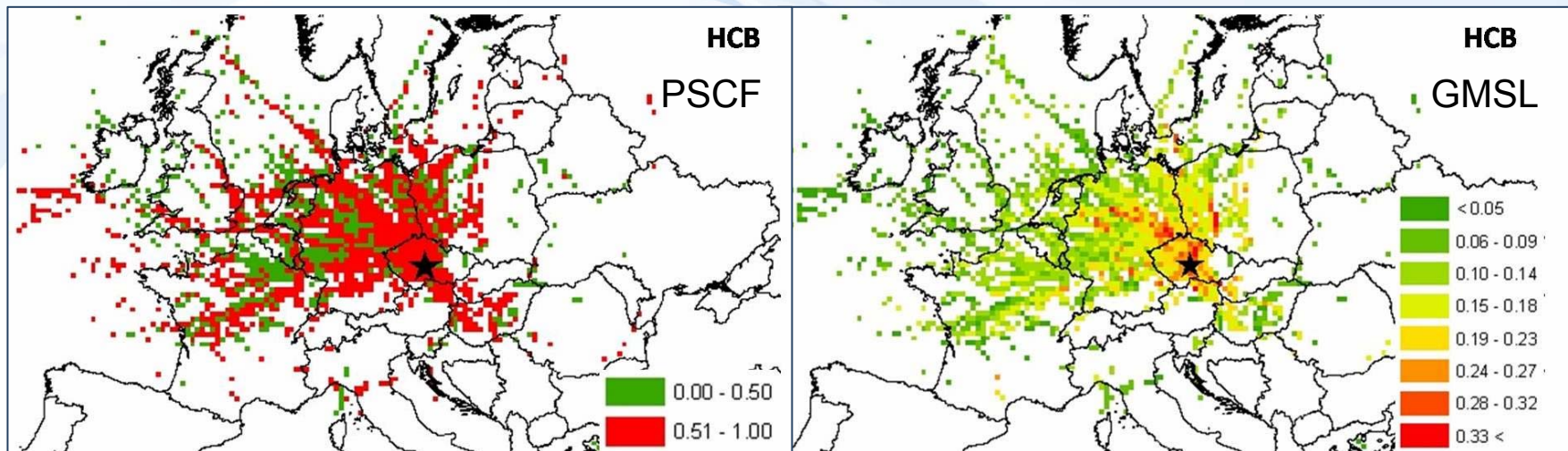


Modely atmosférického transportu

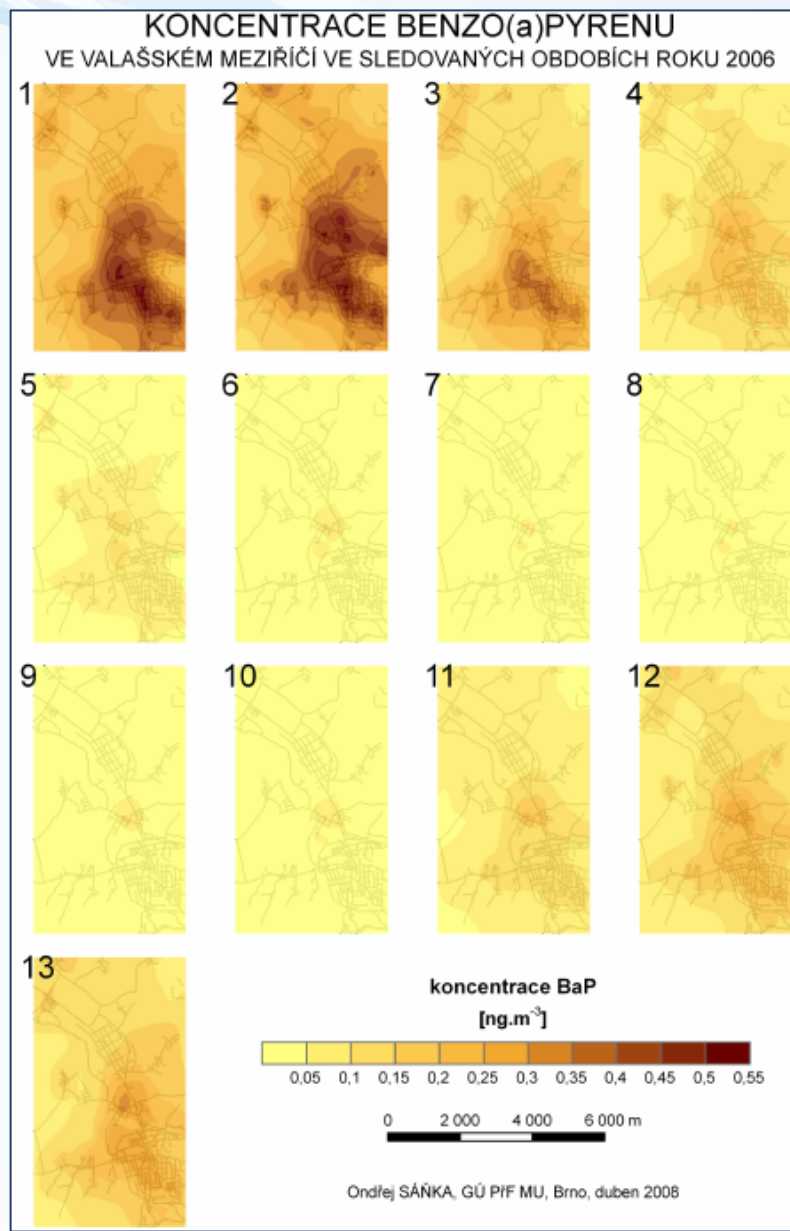
- **Receptorové modely** kombinují modelovaný pohyb vzdušných mas zpětně v čase s koncentracemi polutantů naměřenými v místě odběru vzorků (receptoru - příjemci).
- **Rozptylové (disperzní) modely** se zaměřují na transport látek od známého zdroje, zředování koncentrace během transportu a predikci koncentrací látek v zájmových oblastech.
- Potřeba znát meteorologii, topografii terénu i vlastnosti látek



Příklad receptorového modelu: Určení možných zdrojových oblastí POPs pro regionální požadovou observatoř Košetice



Příklad rozptylového modelu



Boxové (distribuční) modely

- Popisuje procesy - nutno znát fyzikálně chemické vlastnosti látek i parametry prostředí
- Založen na fyz. chemických rovnicích
- chemická látka se pohybuje mezi kompartmenty prostřednictvím transportních procesů

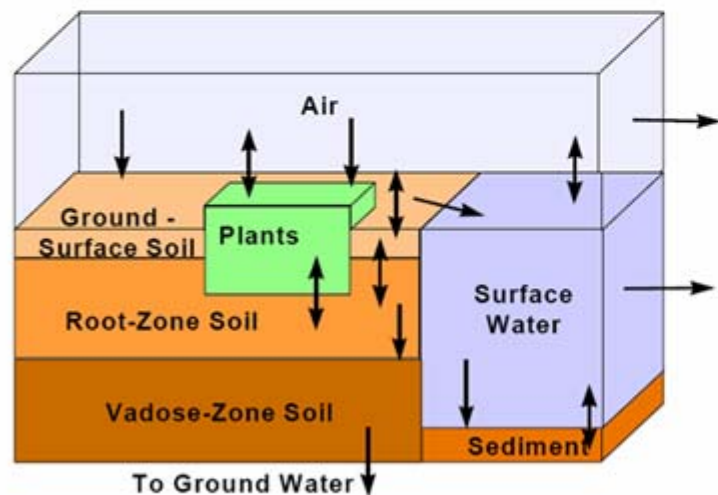


Figure 1. An illustration of mass-exchange processes modeled in the CalTOX 1.5 seven-compartment environmental transport and transformation model. (Ground water is not explicitly modeled in the system of equations but is used in the exposure calculations.)



Zdroje

Vhodná studijní literatura:

- ✘ DeMers M.N. (2009) GIS For Dummies. Wiley, USA
- ✘ Hengl T. (2007) A practical guide to geostatistical mapping of environmental variables. EUR 22904 EN Scientific and Technical Research series, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- ✘ Hřebíček J., Kubásek M. (2011) Environmentální informační systémy. Akademické nakladatelství Cerm, Brno

Seznam webových zdrojů použitých obrázků:

<http://www.wikipedia.org/>

<http://staff.fcps.net/mbrooks/bio.htm>

http://www.nuigalway.ie/microbiology/how_to_do_it.html

<http://www.clker.com/>

<http://classroomclipart.com/>

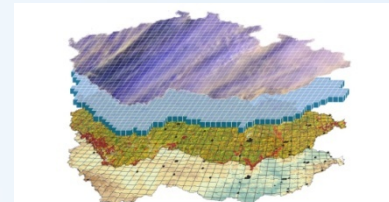
<http://atoc.colorado.edu/~dcn/ATOC7500/>

<http://www.englishexercises.org/makeagame/viewgame.asp?id=400>

<http://www.allmystery.de/dateien/60808,1299325102,Nachdenken.gif?bc>



Co jsou to geografické informační systémy?



Co jsou to geografické informační systémy?

Geografický informační systém (GIS) vytváří, ukládá, analyzuje, spravuje a zobrazuje všechny typy prostorových dat.

GIS kombinuje kartografii se statistickou analýzou dat a využívá k tomu databázových technologií.

GIS nejsou pouze data a programy, nýbrž sestávají z těchto základních částí:

- data a informace
- hardware (počítače, scany, tiskárny) a software
- koncepty analýzy dat
- lidé (operátoři, manažeři, konzultanti a prodejci)
- instituce a organizace, které používají GIS



Prostorová povaha environmentálních studií

GIS propojuje informace o tom, KDE různé objekty jsou s informacemi o tom, JAKÉ jsou.

Abychom mohli plně využít potenciálu GIS, musíme se na řešenou environmentální studii „podívat geograficky“. Studované území chápeme jako mapovou kompozici, která znázorňuje vztahy mezi jednotlivými objekty v prostoru, např.:

- vzdálenost mezi objekty
- hustotu objektů v zájmové oblasti
- tvar a geometrie objektů
- velikost objektů
- změnu tvarů objektů v čase
- pohyb objektů v čase
- a další



Popis prostorových dat

Většina GIS obsahuje databázové tabulky s různými typy popisných informací o zobrazených objektech. Úrovně popisu objektů jsou následující:

- **Nominální:** jedná se o názvy objektů, např. název odběrové lokality
- **Ordinální:** objekty lze hierarchicky porovnávat mezi sebou, např. odběrové lokality, které jsou reprezentativní pro malou, středně velkou a velkou oblast
- **Intervalová:** vlastnosti objektů narůstají v měřitelných intervalech, např. teplota ovzduší v odběrové lokalitě. Hodnoty nelze dát do poměru, jelikož vztahová hodnota je subjektivně zvolená, tj. např. nelze říci, že teplota 15°C je 2x nižší než teplota 30°C
- **Poměrová:** data mají vlastnosti, které lze změřit a zároveň dát do poměru, protože vztahová hodnota je objektivní, např. koncentrace látky ve vzorku z dané odběrové lokality (koncentrace 15 ng/g je dvakrát nižší než koncentrace 30 ng/g)
- **Skalární:** pro popis zvolených dat si vytvoříme vlastní škálu hodnot, např. míra rizikovosti zvolené lokality dle počtu splněných (námi určených) kritérií



Co s GIS můžeme vše dělat?

Pro environmentální a jakékoli jiné studie je důležité mít možnost:

- zakreslit do mapy polohu různých objektů (*např. odběrových lokalit*)
- zobrazit v mapě kvantitativní vlastnosti objektů (*např. koncentraci látky zjištěné v odběrové lokalitě*)
- vybrat místa nebo objekty žádaných vlastností (*např. odběrové lokality znečištěné nad zvolenou mez*)
- zjišťovat vztahy mezi jednotlivými objekty a místy (*např. vzdálenost mezi nimi*)
- zobrazování hustoty (*např. intenzity osídlení*)
- zjišťovat vzdálenosti (*např. mezi odběrovou lokalitou a zdrojem znečištění*)
- sledovat změny v čase (*např. změnu kontaminace vody v řece po havárii*)
- a řada dalších funkcí...

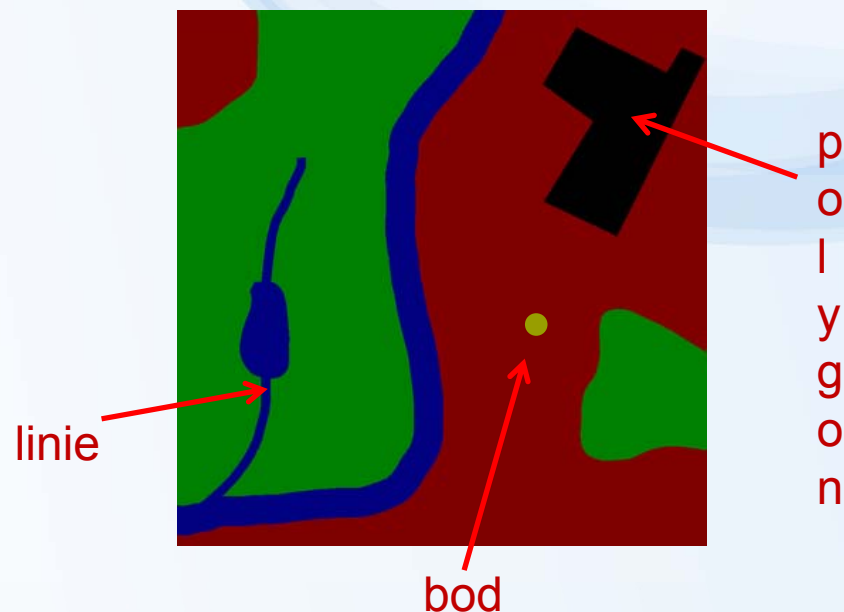
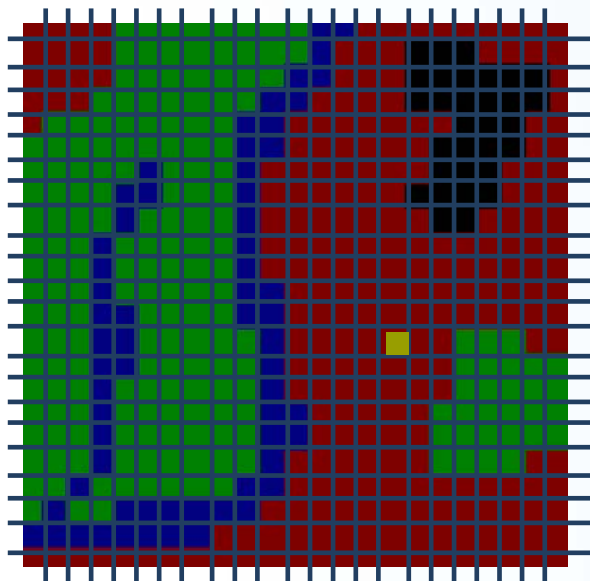


Typy dat v GIS

Existují dva základní způsoby uchování a reprezentace dat v GIS:

Rastr

Vektor



Zobrazení také závisí na vybraném souřadném systému



Zdroje dat pro GIS

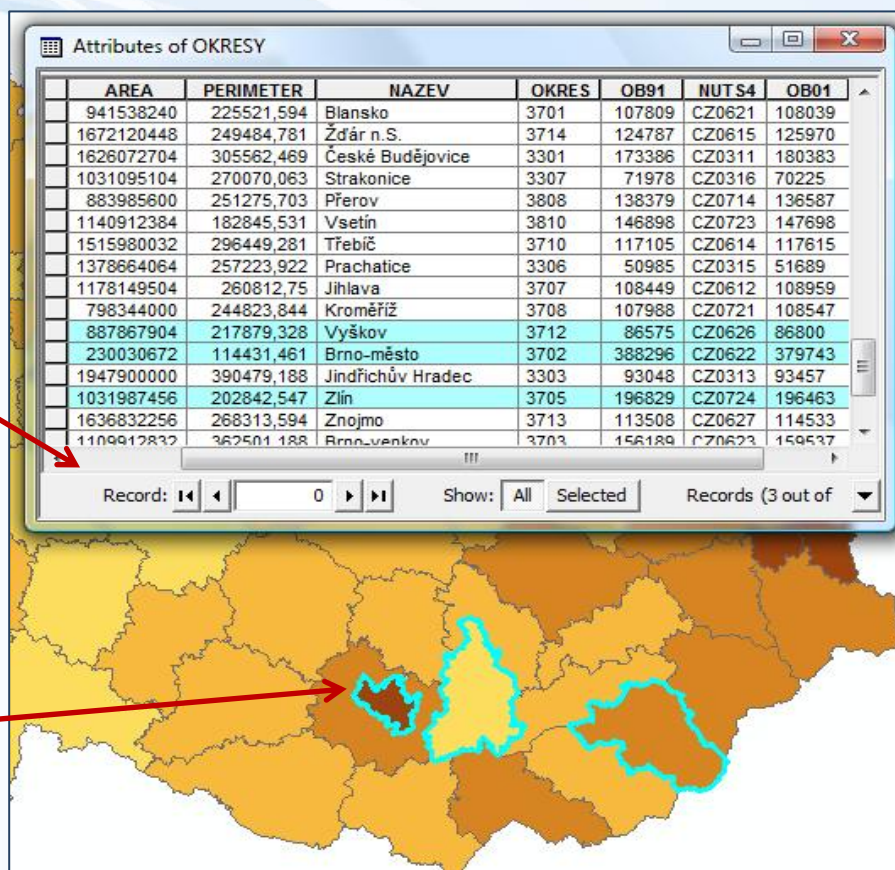
Data pro studie v GIS získáváme několika způsoby:

- **průzkumem v terénu**
 - nejstarší a nejdražší metoda
 - použití trigonometrických bodů (místa charakterizovaná přesnou hodnotou zeměpisné šířky, délky a výšky)
- **získávání dat z map**
 - scanování je rychlá metoda, ale nedovede získat popisné informace k objektům na mapách
 - digitalizace map je náročná na čas, ale získává kvalitní data
- **dálkový průzkum Země**



Jak GIS pracují?

V GIS jsou všechny objekty na mapách popsány v **tabulce vlastností** (anglicky attribute table)

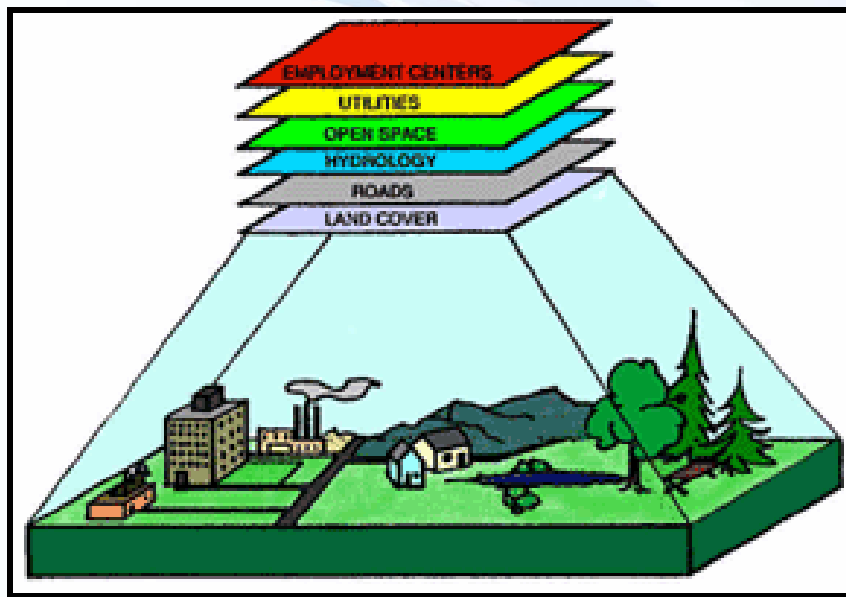


Objekty na mapách mají všechny svou **polohu, tvar, barvu a velikost**

GIS umožňují zjistit vlastnosti každého objektu na mapě a lokalizovat objekt s danou vlastností.



Jak GIS pracují?



Jednotlivé mapy jsou do GIS vkládány jako tzv. vrstvy (anglicky layers). V pořadí, v jakém jsou vloženy, se překrývají, což si lze představit jako vrstvení archů průhledných map na sebe.

Smyslem překrývání vrstev je získání nové vrstvy, která obsahuje vybrané informace z vložených map (vrstev). Jejich kombinací vzniká nová informace, která zodpoví naše otázky.



Přehled GIS softwarů

Komerční:

- <http://www.esri.com/> - nejrozšířenější
- <http://www.pbinsight.com/welcome/mapinfo/>
- <http://www.bentley.com/cs-CZ/>
- a řada dalších...

Open source:

- <http://www.osgeo.org/> - nejrozšířenější
- <http://www.openjump.org/>
- <http://grass.itc.it/>
- <http://www.qgis.org/>
- <http://udig.refractor.net/>
- a řada dalších...

