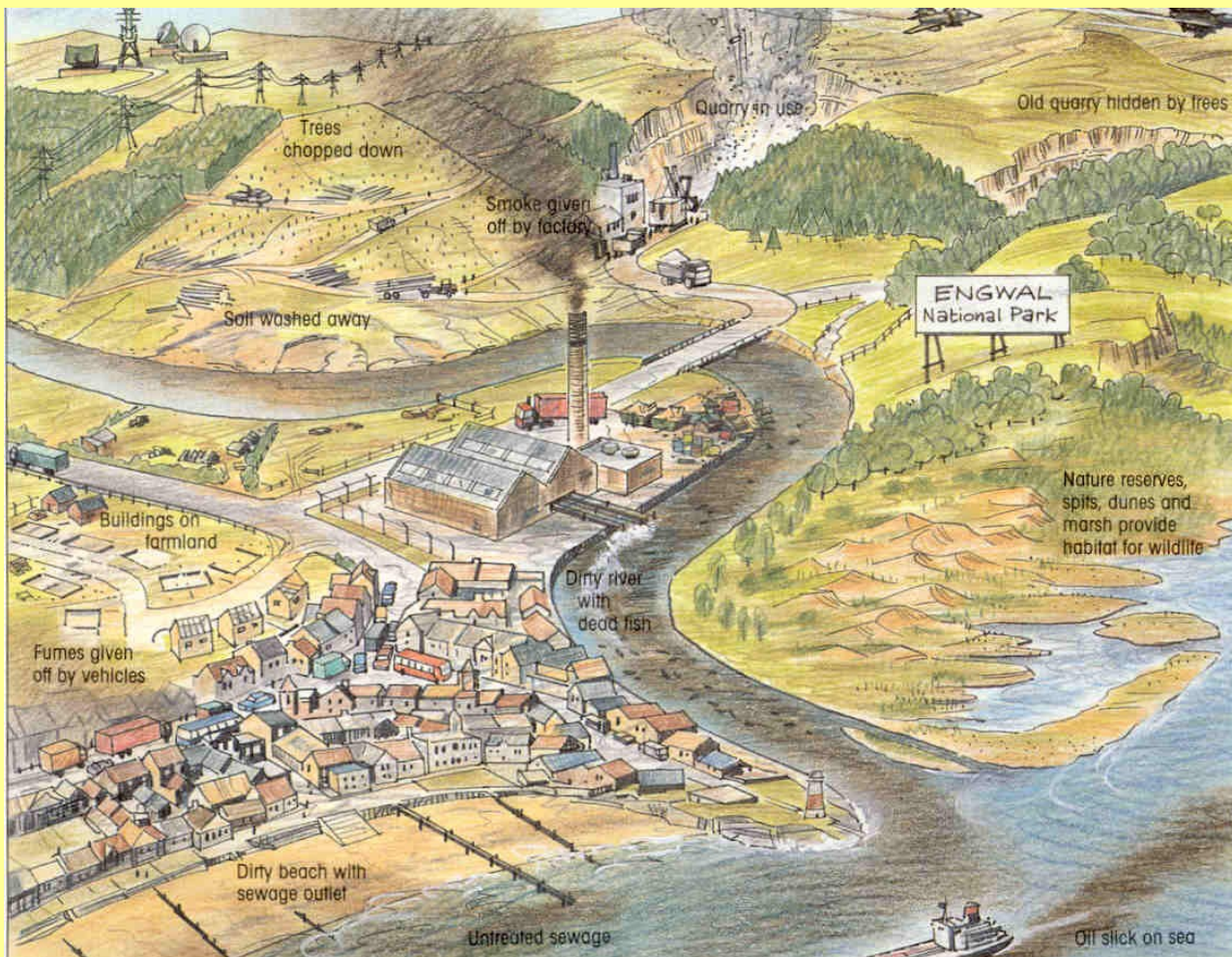


# Environmentálně geografické praktikum

Zdeněk Máčka



# 1. Základy kvalitní vědy v environmentálně geografických projektech

Výzkumník musí být schopen **pozorovat** a **zaznamenávat**, co vidí.

Pozorování zahrnuje uvědomění, proč se danou věcí zabýváme.

Pozorování obvykle předchází studium problému v literatuře:

- získáme předpoklad, co uvidíme
- posoudíme, zda to co vidíme, odpovídá předpokladu
- zdůvodníme pozorované skutečnosti

Záznam pozorovaného musí být přímočarý a promyšlený. Záznam sestává z:

- toho, co jsme viděli
- naší interpretace pozorovaného jevu
- úvahy o důsledcích/významu viděného



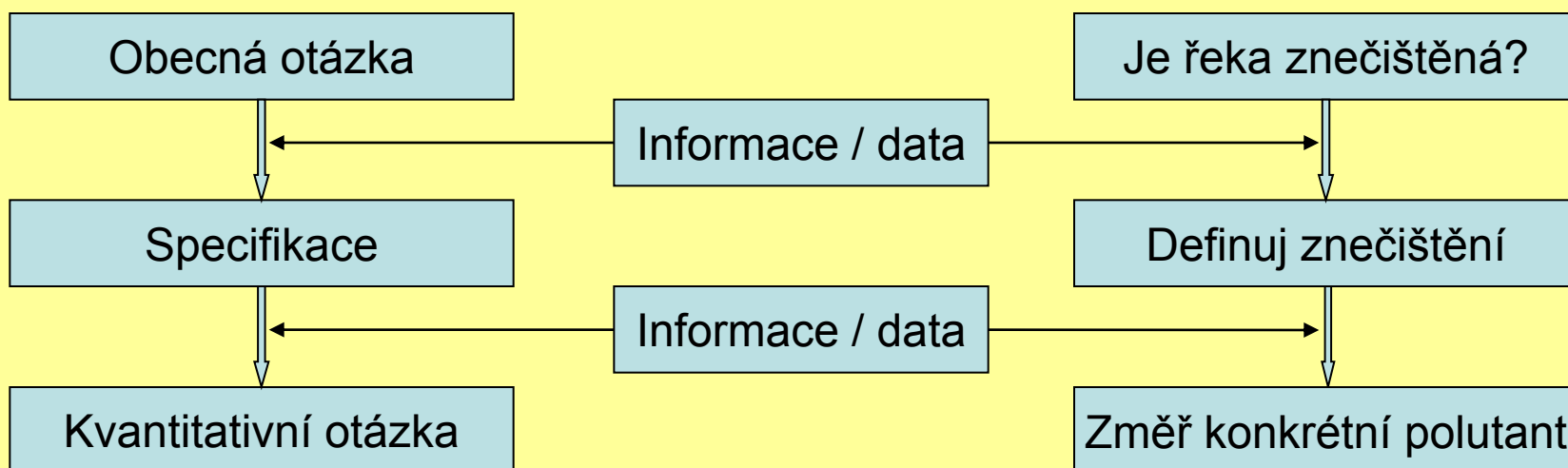
# 1.1 Koncipování projektu (experimentu)

Nejobtížnější krok v projektu, obvykle nejvíce zanedbávaný.

Formulace konkrétní, přesné otázky! Nikoliv rámcově, ale specificky a kvantitativně (tj. ověřitelně)!

**JE ŘEKA ZNEČIŠTĚNÁ? Jedná se o specifickou a kvantitativní otázku?**

Jedná o specifickou, nikoliv ale kvantitativní otázku. Otázku je třeba dále **vydefinovat** (specifikovat) a vtisknout jí **testovatelnou formu**.



## 1.2 Chyby a nepřesnosti, přesnost a správnost

Chyby (nejistoty) jsou dvojího druhu:

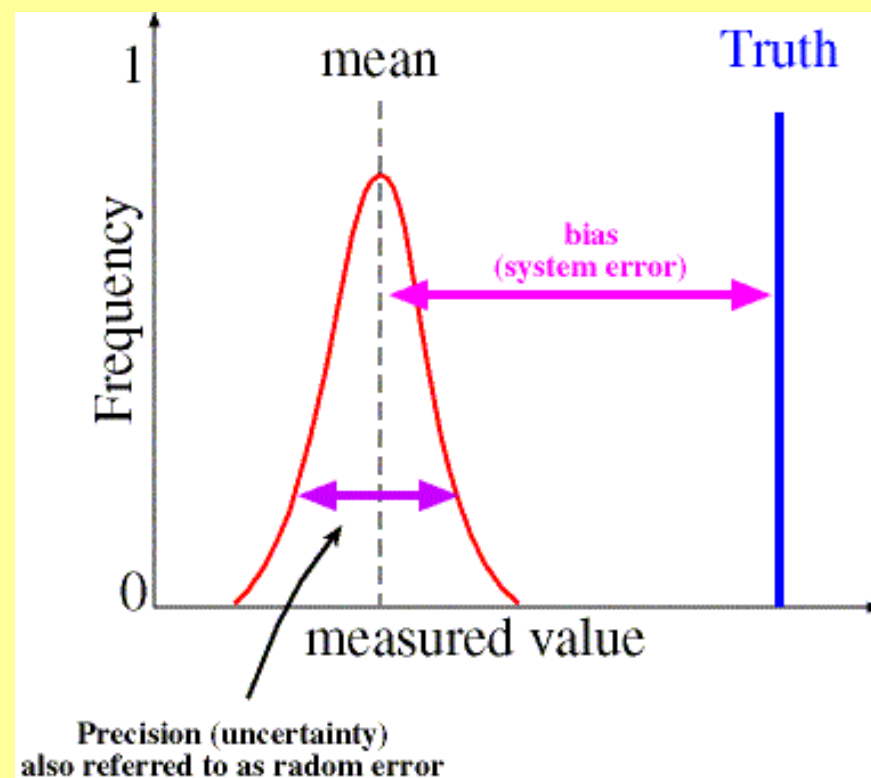
- náhodné

vyvolány časovými změnami přístrojů,  
chemikálií, operátora (tebe!)

- systematické

vyvolány hlubšími příčinami, často se jedná o  
vadu přístroje, obtížně detekovatelné

Výsledky pozorování nebo experimentu  
jsou ovlivněny experimentem samotným.



Při získávání dat je třeba posoudit jejich přesnost a správnost.

Přesnost = reprodukovatelnost údajů při opakovaných měřeních

Správnost = míra přiblížení měřených údajů k reálným hodnotám

Kvantifikace chyb – pokud známe velikost chyby (průměr směrodatná odchylka)  
je třeba ji zahrnout do dalších výpočtů (sčítání, násobení, umocňování).

# 1.3 Typy dat

V různých aplikacích vznikají různé typy dat – tzv. úrovně přesnosti.

Čím nižší je úroveň přesnosti, tím více omezené jsou možnosti analytického zpracování dat.

## NOMINÁLNÍ DATA (nejnižší přesnost)

obvyklá v sociálních průzkumech; popisná, kategorická a kvalitativní; nevyjadřují pořadí, ani velikost, pouze rozdíl mezi kategoriemi; mají diskrétní povahu; mohou být vyjádřena číslem, ale to nevyjadřují hodnotu

## ORDNINÁLNÍ DATA

kvalitativní nebo kvantitativní; diskrétní, někdy spojitá; vyjadřují pořadí mezi kategoriemi (vyšší/nížší, lepší/horší); vyjadřují pouze relativní hodnotu, nikoliv absolutní

## INTERVALOVÁ DATA

nejběžnější typ v přírodních vědách; kvantitativní a spojitá; mají absolutní i relativní povahu; vyjádřitelná ve standardních měřických jednotkách;

## POMĚROVÁ DATA (nejvyšší přesnost)

Kvantitativní a spojitá; mají absolutní a relativní hodnotu; lze u nich definovat pravou nulu

## 2. Metody výběru a vzorkování

Výběr je nezbytný, protože nelze měřit všechny členy studovaného souboru.

### Výběry v sociálních aplikacích

#### Náhodný výběr

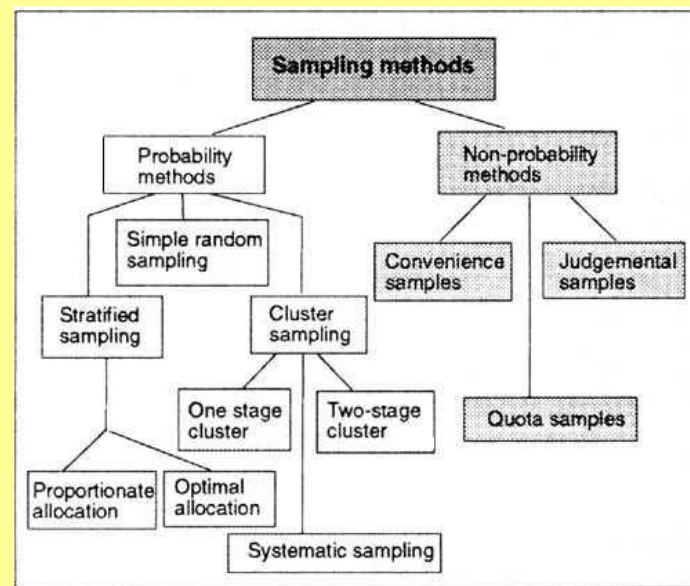
- jednoduchý náhodný výběr
- systematický náhodný výběr
- stratifikovaný náhodný výběr
- shlukový výběr

#### Nenáhodný výběr

- sněhová koule
- kvóty
- respondenti, kteří jsou po ruce

Part of a  
Table of Random Numbers

61424	20419	86546	00517
90222	27993	04952	66762
50349	71146	97668	86523
85676	10005	08216	25906
02429	19761	15370	43882
90519	61988	40164	15815
20631	88967	19660	89624
89990	78733	16447	27932



# Výběry v přírodovědeckých aplikacích

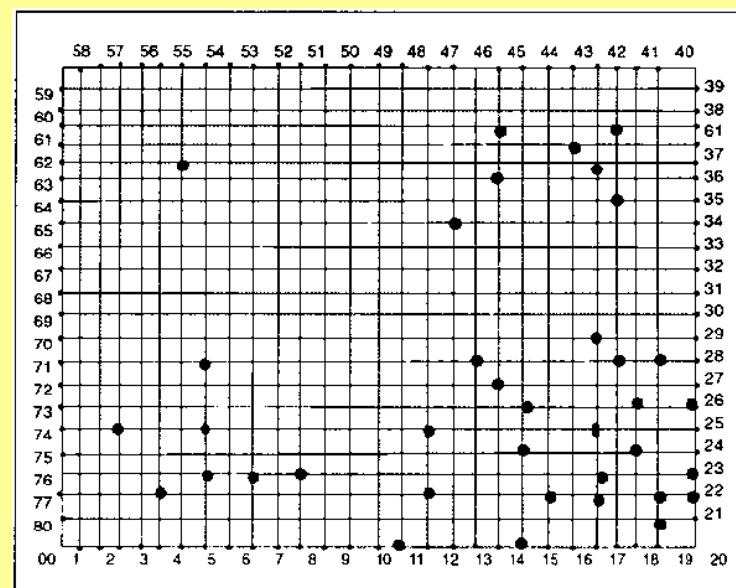
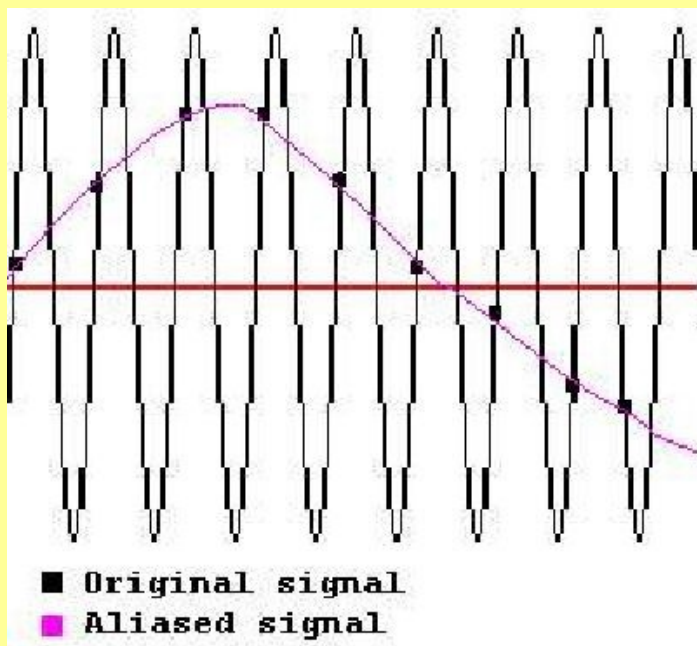
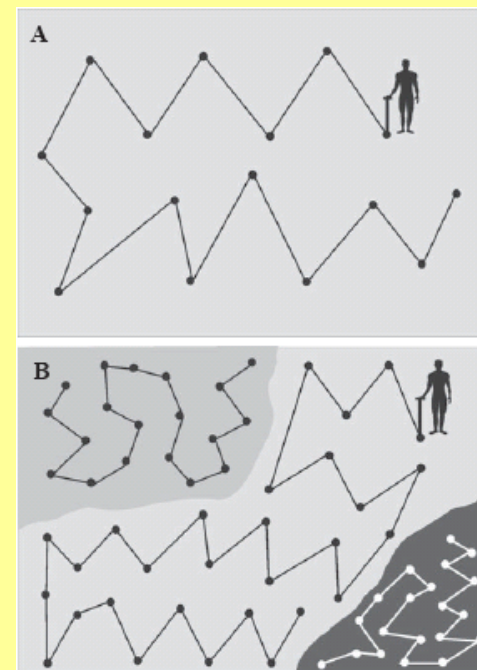
## Výběr v prostoru

bodové pole, linie (transekty), čtvercové plochy

Rozvržení bodového pole pro vzorkování:  
náhodně, systematicky, stratifikovaně náhodně

## Výběr v čase

Výběr může mít náhodnou nebo systematickou povahu.



# Vzorkování a příprava vzorků pro laboratorní analýzy

Akční plán (je třeba sestavit před započítím terénních prací):

1. Cíle projektu
2. Účel projektu
3. Čas, finanční prostředky a počet pracovníků
4. Charakter zkoumaných míst
5. Poloha zkoumaných míst
6. Velikost zkoumaných míst
7. Dostupnost zkoumaných míst
8. Druh vzorků, které se mají odebrat
9. Strategie vzorkování
10. Poloha vzorkovacích míst/ploch
11. Zvládání nepředvídaných okolností
12. Pilotní studie
13. Metody skladování, přípravy a analýzy vzorků



Výběr a popis místa vzorkování: opatřit povolení ke vstupu a výzkumu (dohledat vlastníka v katastru nemovitostí), zajistit reprezentativnost odebraných vzorků

Běžné typy vzorků v environmentálních projektech:

- půdní vzorky
- vzorky vody
- vzorky sypkých sedimentů
- vzorky skalních hornin
- rostlinné vzorky





# 3. Použití statistických metod

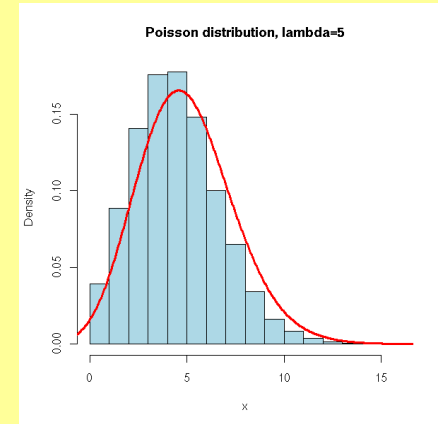
## Popisná statistika

Charakteristiky úrovně: průměr, medián, modus

Sešikmení

Charakteristiky rozptylu: rozptyl, variační koeficient

Směrodatná odchylka



## Statistická rozdělení

Normální rozdělení

Binomické rozdělení

Poissonovo rozdělení

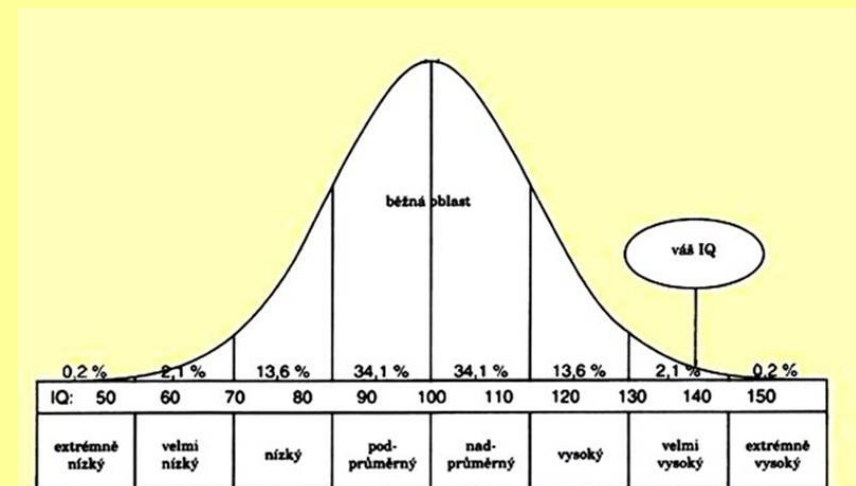
## Testování statistických hypotéz

Nulová hypotéza

Hladiny významnosti

Testování difference v průměrech (*t* test, Mann-Whitney, Wilcoxon)

Testování difference v rozdělení ( $\chi^2$  test)



## ***Korelace a regrese***

Korelační koeficient ( $r$ )

Koeficient determinace ( $r^2$ )

Test významnosti  $r$

Regresní rovnice, regresní přímka

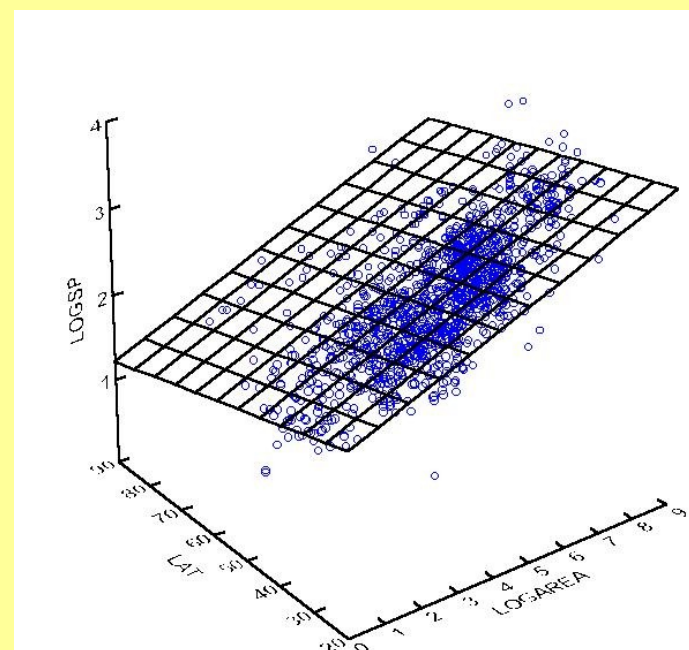
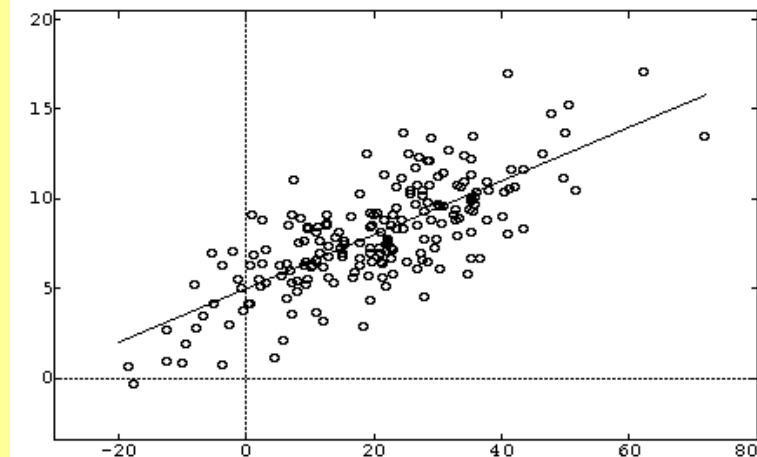
Nelineární regrese

## ***Nelineární závislosti***

Logaritmická, mocninná a exponenciální funkce

## ***Mnohonásobná regrese a korelace***

Koeficient mnohonásobné determinace  $R^2$



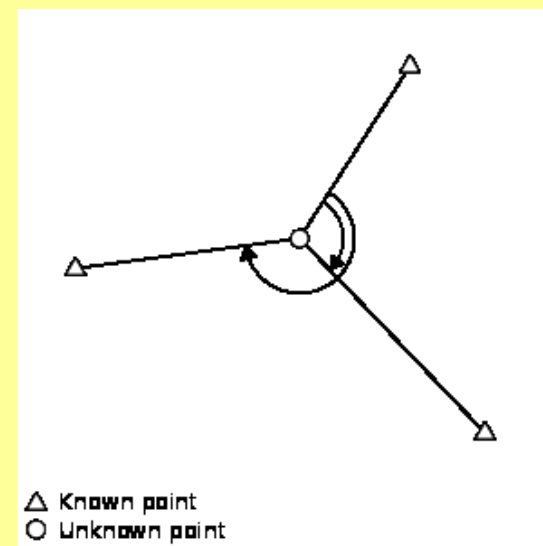
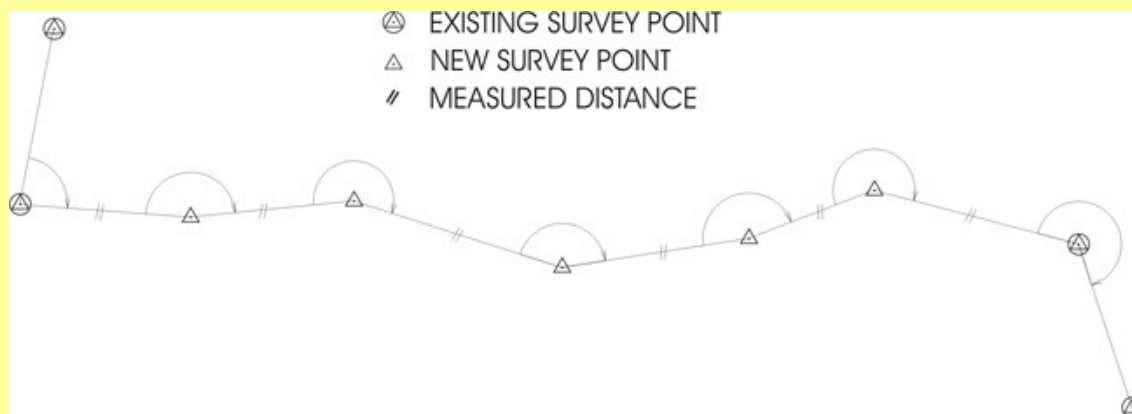
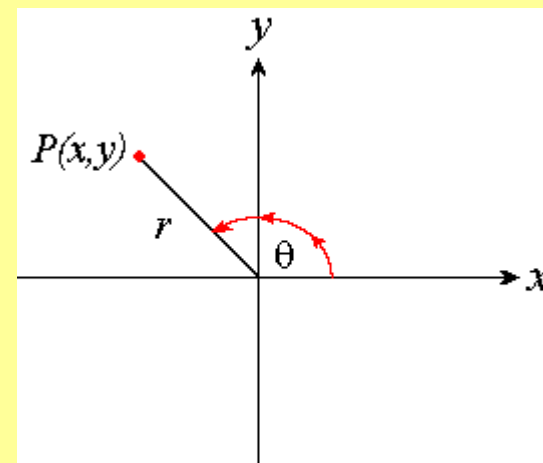
# 4. Měřické práce v terénu

Většina měřických prací se omezuje na:

- zjištění relativní polohy bodu vůči jiným bodům
- zjištění výškového rozdílu mezi dvěma nebo více body

## **Stanovení polohy bodu v prostoru**

- polární metoda – pevné a volné stanovisko
- polygonový pořad
- ortogonální metoda



## Výšková měření

Výšku libovolného objektu lze stanovit pomocí měření vertikálního úhlu.

Používané pomůcky: Abneyův výškoměr, klinometr, teodolit

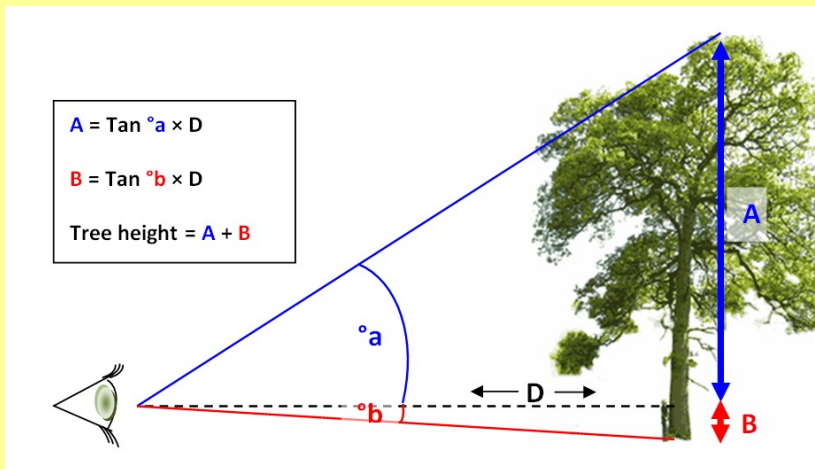
Měření výšky (H) v rovném terénu:

$$H = h_0 + d_H \tan \theta$$

$\theta$  ... měřený vertikální úhel,  $h_0$  ... výška klinometru nad zemí

Měření výšky (H) na svahu:

$$H = d_s \cos \theta_2 (\tan \theta_2 + \tan \theta_1)$$



# Používané měřické pomůcky

Většina měřických pomůcek se používá k měření následujících veličin:

- horizontální úhel
- vertikální úhel
- převýšení
- vzdálenost

## *Měření horizontálních úhlů*

Kompas

Kompas se stativem

Teodolit



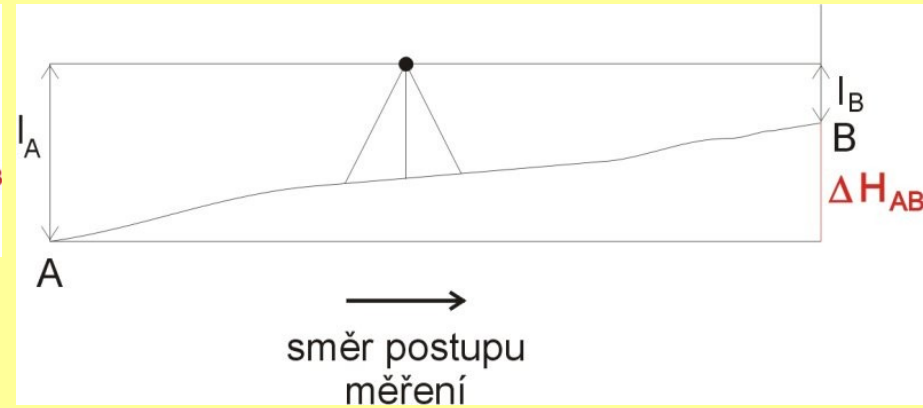
# Měření vertikálních úhlů

Abneyův výškoměr = dalekohled s vodováhou a úhloměrem

Indický sklonoměr

Nivelační přístroj: umožňuje měřit převýšení a horizontální vzdálenost

metody nivelace: nivelace kupředu, nivelace ze středu



# Měření vzdáleností

## Pásmo

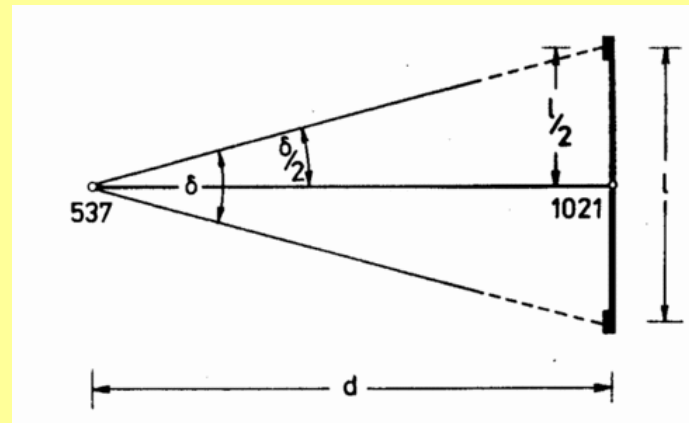
položené na zemi, propnuté bez kontaktu se zemí

Paralaktické určování délek pomocí základnové latě

použitelné pro délky do max. 100 – 120 m

Laserové dálkoměry

EDM = electromagnetic distance meter



## Totální stanice

Kombinace teodolitu s laserovým dálkoměrem



# 5. Obvyklé vybavení a procedury při laboratorní práci

## Laboratorní vybavení

### Laboratorní sklo

zkumavky

stříčky

odměrné sklo

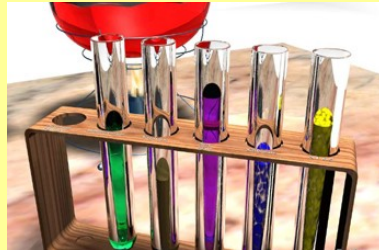
odměrné nádoby z plastu

pipety a byrety

varné sklo

### Laboratorní porcelán a keramika

misky a kelímky





# Běžné laboratorní postupy

## - ohřev (eventuálně chlazení)

hořáky, vodní a pískové lázně, topné plotny, horkovzdušné pistole, mikrovlnný ohřev

## - filtrace a odstředování

filtrační papír, centrifuga

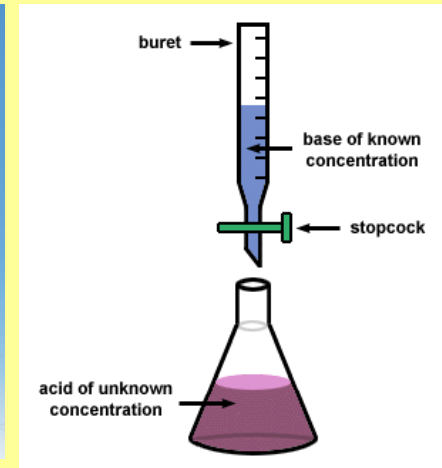
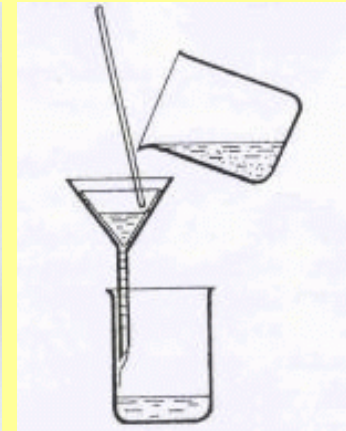
## - odvažování pevných látek

## - odměřování kapalin

válce, pipety, byrety

## - měření pH

## - titrace



# 6. Výzkum půdního pokryvu

## *Fyzikální vlastnosti půd a terénní metody*

### Morfologie půdního profilu

půdní sondy, popis půdního profilu (horizonty, barva, novotvary, agregáty, póry, organizmy, pH)

### Kvalita půdy

edafon a respirace, zrnitost, objemová hmotnost, pH, pevnost

### Terénní diagnostika degradace půdy

mapování projevů eroze

## *Laboratorní metody*

### Vlhkost

sušení, spalování

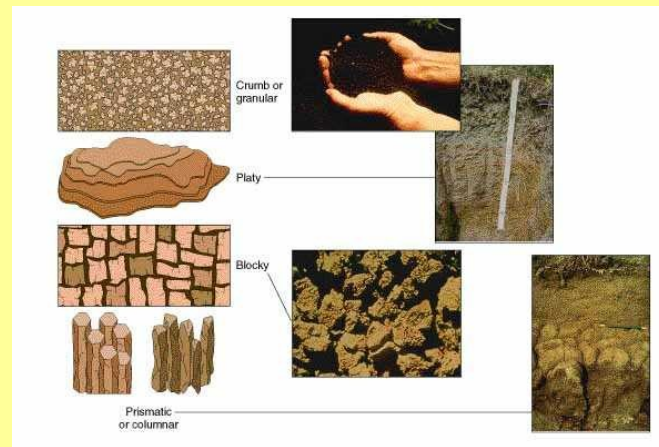
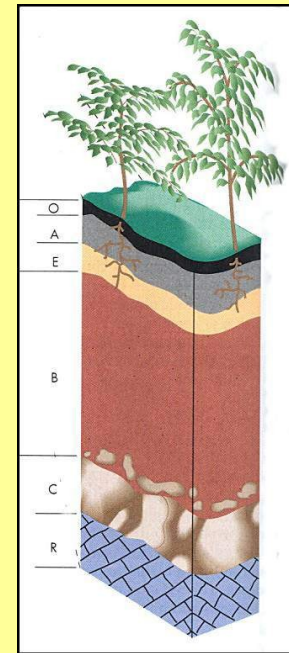
### Uhlík

spalování, dichromová oxidace, celkový organický uhlík, uvolňování CO<sub>2</sub>

### Makro- a mikronutrienty

### Zásoby živin v zemědělských půdách

organický a celkový dusík, fosfor, hořčík



# 7. Analýza vody

Hydrologický cyklus

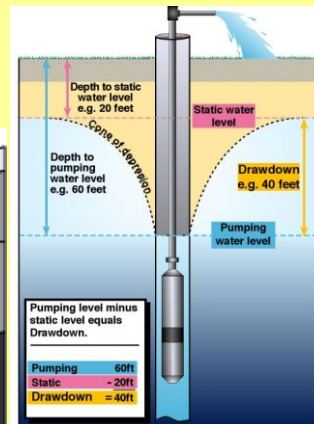
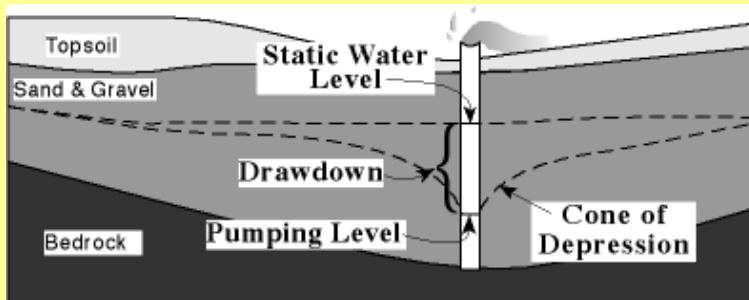
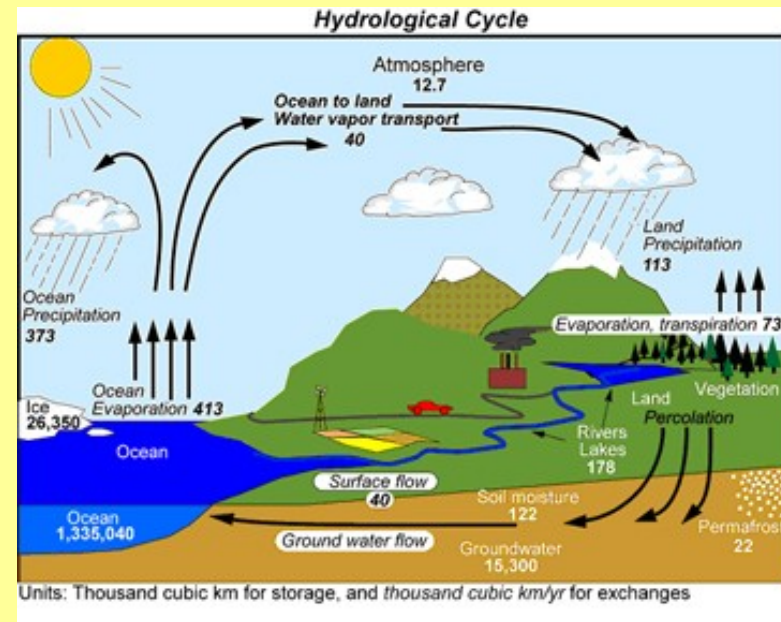
Fyzikální vlastnosti povrchových vod  
rychlost proudění, průtok, povodňový hydrogram

Podzemní vody

hydraulika a pohyb, vlastnosti zvodní  
jímání podzemní vody – studny a vrty, jímací  
zkoušky

Kvalita vody

biologická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba  
kyslíku, celkový organický uhlík, stopové  
organické polutanty (např. pesticidy, dioxiny), kovy,  
dusík (dusičnany, dusitany, amoniak)



# 8. Ekologické terénní metody

## Plánování terénních prací

Formulace cílů práce: jasné, stručné a s prvky originality

Plánování rozsahu projektu: kde, kdy a s jakými prostředky bude výzkum proveden?

Využití existujících informací: výzkumné instituce (Biologické centrum AV ČR), státní ochrana přírody (AOPK ČR), ochránářská sdružení (základní organizace ČSOP), zájmové spolky (např. Česká společnost ornitologická)

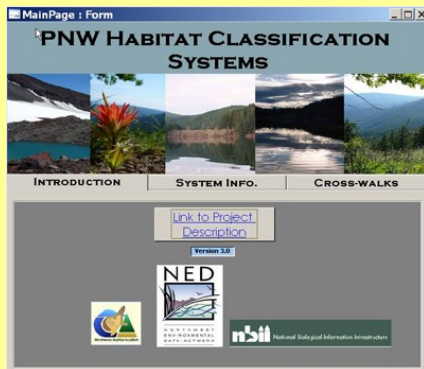
Úrovně průzkumu (prostorové měřítko a podrobnost):

- úroveň I: mapování biotopů

obecný popis biotopů a vegetačních formací v území (např. Chytrý M. – Kučera T. – Kočí N. (eds.), 2001, Katalog biotopů ČR)

- úroveň II: sběr kvantitativních údajů o vegetaci

- úroveň III: detailní informace o populacích či společenstvech  
struktura vegetace, biomasa, druhové spektrum, biodiverzita



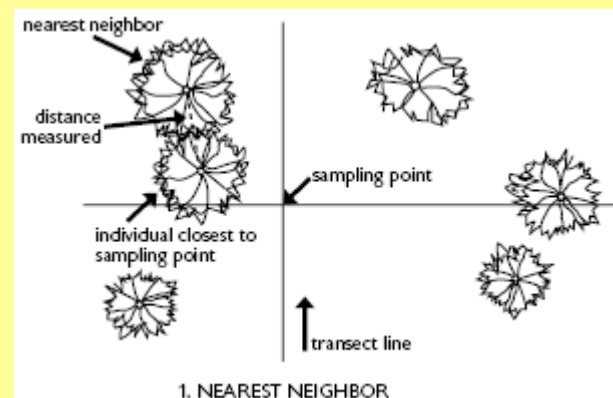
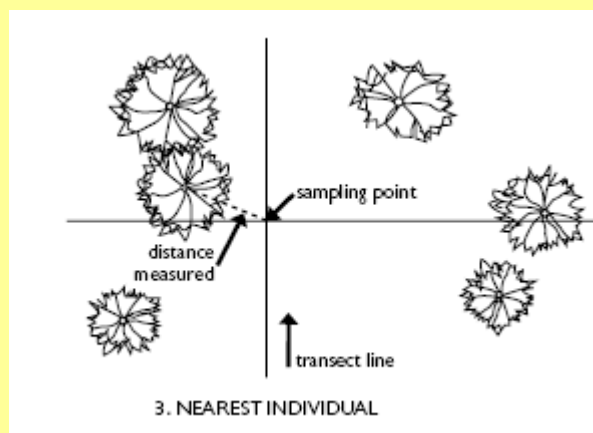
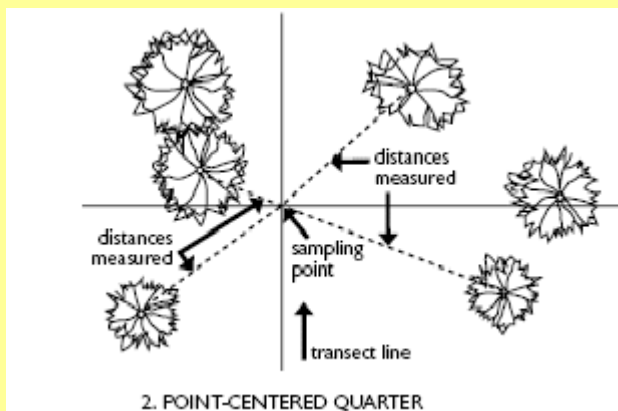
# Průzkum vegetace

Struktura vegetačního krytu + druhové spektrum; hustota, pokryvnost (pokrytí povrchu v %), početnost

Průzkum ve čtvercích (kvadrátech): plocha: 1 m<sup>2</sup> (2 m<sup>2</sup>) byliny a trávy; 10 – 20 m<sup>2</sup> semenáče a keře; 50 m<sup>2</sup> (400 – 900 m<sup>2</sup>) stromy

Průzkum podél transektů: trasa podél které jsou lineárně odebírány vzorky; liniové + pásové transekty; používají se tam, kde hodláme měřit environmentální gradienty (např. svah po spádnicí)

Rozptýlený výběr (výběr jednotlivců z populace): používá se hlavně pro stromy (les); strategie vzorkování: střed kvadrantů, nejbližší jedinec, nejbližší soused, náhodné páry



# Průzkum živočichů

Terénní metody se liší podle cílové skupiny živočichů.

Malí savci

síťové mapování, liniové mapování

Ptáci

bodové součty, liniové transekty, mapování teritoria

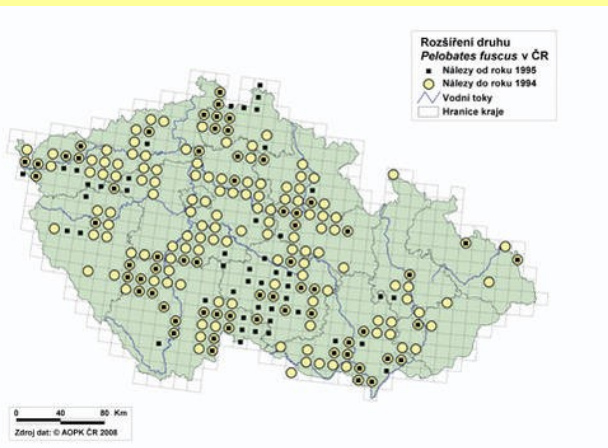
Bezobratlí

setřásání ze stromů, shrnovací síťka, záchytná stěna, jámové pasti

Vodní bezobratlí

Používají se jako indikátory organického znečištění ve vodních tocích.

síťky (plankton), drapáky (benthos)



Zdeněk Máčka: Environmentálně geografické praktikum

# 9. Sociologické výzkumy

Koncepční otázky sociologického výzkumu:

- etika: respektování osobnosti, důstojnosti a soukromí zkoumaných osob, neobtěžovat a nezatěžovat, důvěrnost získaných údajů
- důvěryhodnost výzkumu: respondenti musí považovat průzkum za užitečný
- validita dat: prediktivní, souhlasná, obsahová, konstruovaná

Metody sociologických průzkumů:

- kvantitativní

umožňují pojmut jevy hromadné povahy jako soubory statistických jednotek, porovnávat je a vyhodnocovat

- kvalitativní

umožňují zachytit jevy vycházející z jednotlivců a jejich interakcí a specifických situací

Fáze výzkumu:

- přípravná: cíl výzkumu, hypotéza, metody, logistika
- realizační: sběr dat v terénu, zpracování na počítači
- závěrečná: analýza a interpretace dat, hodnocení hypotézy, doporučení, obecný závěr

## Typy dotazníkových šetření:

- dotazník: způsob zjišťování informací a testování pomocí formuláře, užívá se při kvantitativním výzkumu

    písemné dotazníky – sada otázek + instrukce, respondent vyplňuje sám; ▪ poštovní n. e-mailové dotazníky; ▪ osobní dotazování; ▪ telefonické dotazování; ▪ panelové a opakované průzkumy

- anketa: nesystematický průzkum názorů dotazem u obvykle malé skupiny respondentů, kteří nesplňují statistická kritéria

### Typy otázek v dotaznících:

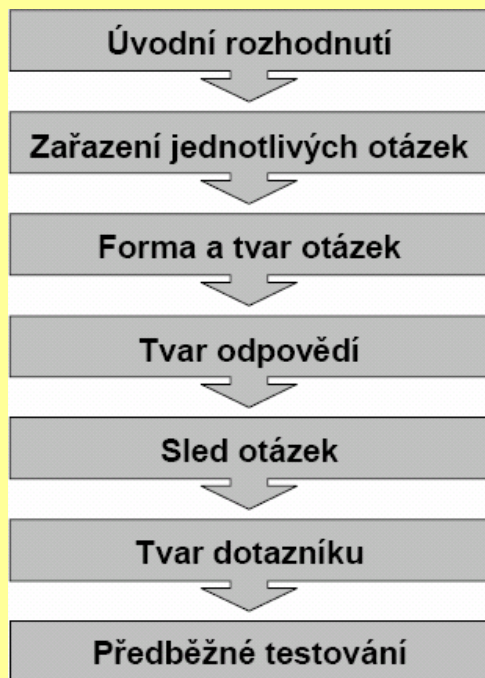
- uzavřené: dotázaný vybírá z předepsaných variant odpovědí

- polouzavřené: obsahují varianty jako např. *ostatní, nevím*; dány varianty a ještě možnost vysvětlení

- otevřené: dotázaný odpovídá vlastními slovy

- škálové

### Tvorba dotazníku



Způsoby získávání informací na internetu



# 10. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Při práci v laboratoři, v terénu, v jídelně☺ se mohou přihodit nehody (úrazy).

Legislativní rámce

262/2006 Sb. zákoník práce

309/2006 Sb. zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

251/2005 Sb. zákon o inspekci práce (ve změnách 230/2006 Sb. a 213/2007 Sb.)

48/82 Sb. (vyhláška) základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce (změna v r. 2005)

Hodnocení rizika – archivuje se záznam o provedeném hodnocení

Hazard = potenciál pro vznik škody, který je přítomný v každém druhu činnosti

Riziko = pravděpodobnost s jakou se tento potenciál projeví

Nakládání s nebezpečnými látkami a přípravky – je třeba zajistit bezpečnou manipulaci, používání, skladování a následnou likvidaci odpadů

[http://www.sci.muni.cz/bezpecnost/chm\\_web/index.htm](http://www.sci.muni.cz/bezpecnost/chm_web/index.htm)

Odlišnosti bezpečnostních opatření v laboratoři a v terénu

*Laboratoř:* je třeba zajistit bezpečnou manipulaci a práci s chemickými látkami a zařízením laboratoře, bezpečnostní pokyny jsou závislé na povaze laboratoře

*Terén:* formy nebezpečí jsou závislé na povaze místa, použitých pomůckách, nepředvídatelnosti počasí a dalších neočekávaných okolnostech

- vhodné oblečení a obuv

- další vybavení: lékárnička, mobil, mapa, GPS, kompas, baterka, píšťalka, hodinky