

Názov prednášky:

Teória chýb;

Osnova prednášky:

Základné pojmy

Chyby merania

Zdroje chýb

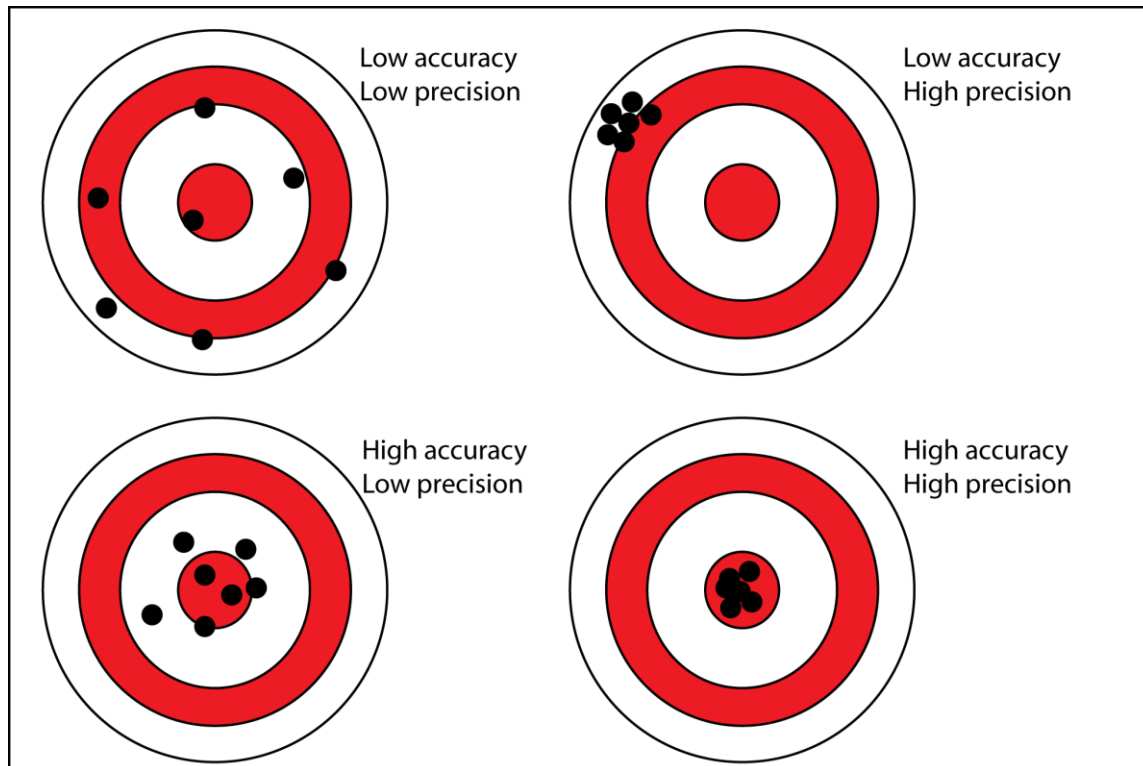
Rozdelenie chyba merania

Meranie accuracy vs. precision

Polohová presnosť merania je tesnosť zhody medzi hodnotami veličiny získanými opakovanými meraniami veličiny za špecifických podmienok.

„tvarová presnosť“ resp. podrobnosť merania predstavuje stupeň zjemnenia meraní alebo stupeň schopnosti zariadení a metód vystihnúť čo najdetailnejšie objekty

Rozdiel medzi **polohovou presnosťou** a **podrobnosťou**



Precision (presnosť v detailoch): Relatívna presnosť vzhľadom na interný súradnicový systém skenera.

Accuracy (polohová presnosť): Presnosť vzhľadom na interný súradnicový systém skenera a externý (lokálny/globálny) súradnicový systém.

Chyby merania

Pri opakovaní merania tej istej veličiny spravidla dostávame rôzne hodnoty.

To znamená, že meriame s určitou nepresnosťou, výsledok merania je teda zaťažený **chybou**. Preto nedokážeme určiť skutočnú hodnotu meranej veličiny.

- K skutočnej hodnote sa blížime tým viac, čím viac toto meranie uskutočňujeme.
- Nepresnosť takéhoto merania môže byť spôsobená **nepresným meracím prístrojom**, **ľudskou chybou**, či **vplyvom prostredia** ako tlak, vlhkosť, teplota a iné.
- Keďže sa nedá zistiť **skutočná hodnota veličiny**, používa sa **konvenčne pravá hodnota**.

Chyby merania

Chyba merania je rozdiel medzi nameranou a pravou (skutočnou) hodnotou meranej veličiny.

Skutočnú hodnotu meranej veličiny však obyčajne nepoznáme.

Matematické vyjadrenie **absolútnej chyby merania**:

kde Δ je absolútna chyba merania (m), x_n je nameraná hodnota (m), x_s je skutočná hodnota meranej veličiny (m).

$$\Delta = x_n - x_s$$

Relatívna chyba merania je podiel chyby merania a skutočnej hodnoty meranej veličiny. Matematické vyjadrenie relatívnej chyby:

$$\delta = \frac{\Delta}{x_s}$$

kde δ je relatívna chyba merania, Δ je absolútna chyba merania (m),
 x_s je skutočná hodnota meranej veličiny (m).

$$\Delta X = X_N - X_S$$

ΔX – je absolútna chyba

X_N – je nameraná hodnota

X_S – je skutočná hodnota

Chyby merania

Meranie je vždy zaťažené chybami.

Fyzikálne meranie sa vždy robí s určitou **presnosťou**.

Presnosť merania závisí od mnohých okolností:

- prístrojové chyby
- chyby inštalácie
- chyby metódy merania
- chyby pozorovacie
- chyby výpočtové
- chyby z vplyvu prostredia



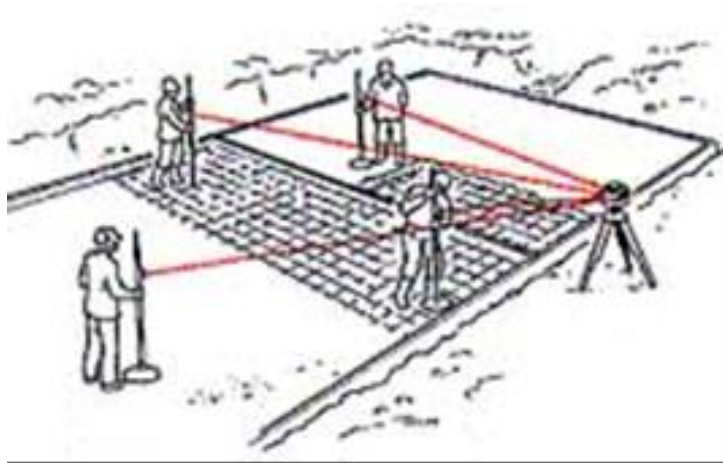
Chyby merania

Prístrojové chyby – sú chyby vyplývajúce z nedokonalosti použitých meracích prostriedkov.

Časť prístrojových chýb vznikajúcich pri **výrobe** (napríklad výrobné odchýlky jednotlivých dielov, nepresnosti montáže) sa tiež pri výrobe odstraňuje (napr. **justovaním***)

* justovať → nastaviť, pripraviť

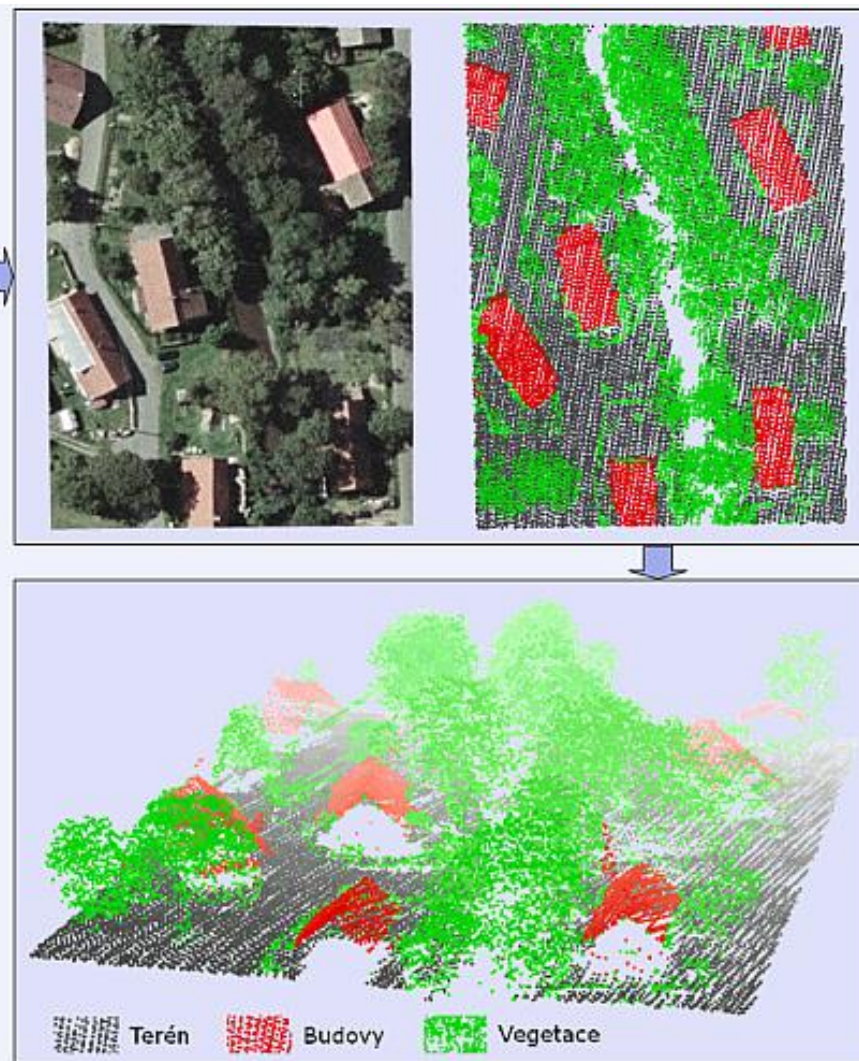
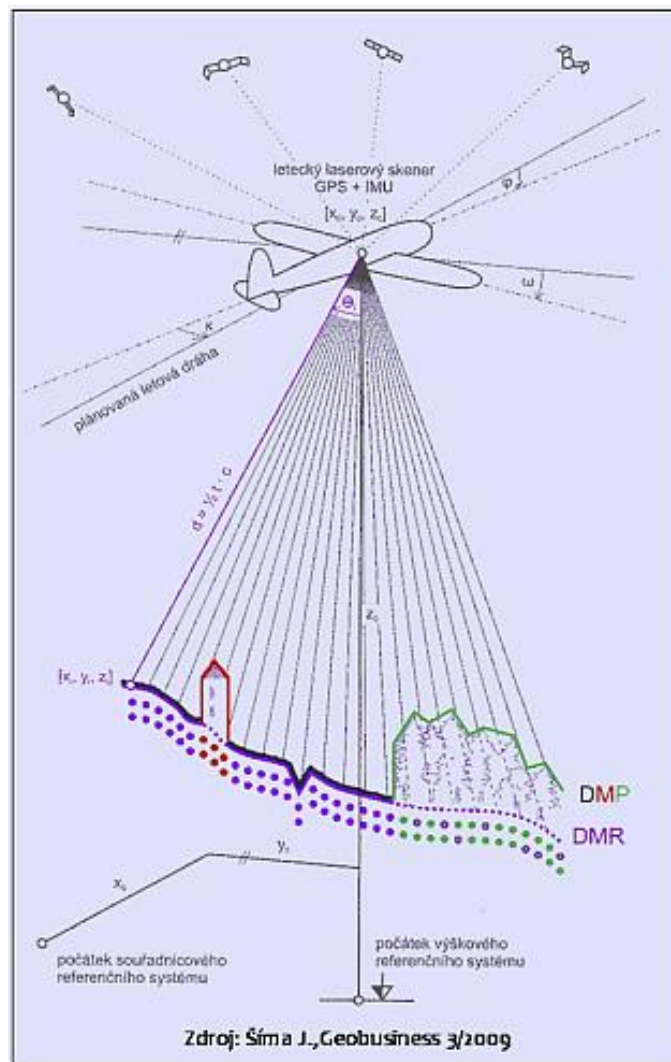
Chyby inštalácie – sú chyby vyplývajúce z **nedostatkov zapojenia, uloženia** a **nastavenia meradiel**, zo vzájomného ovplyvňovania meradiel zapojených paralelne alebo sériovo, chyby vyplývajúce z ovplyvnenia hodnôt meranej veličiny meradlom a pod.



Laserové vytyčovanie a meranie v stavebníctve = nutnosť presného urovnania (inštalácie) laserového prístroja.

Chyby merania

Chyby metódy merania – sú chyby vyplývajúce z **nedokonalosti použitých meracích metód**, z použitia **približných hodnôt** fyzikálnych konštánt a **nie presne** zodpovedajúcich závislostí.



Chyby merania

Chyby pozorovacie, resp. hrubé chyby (omyly), t.j. subjektívne chyby pozorovateľa (merača) – sú chyby spôsobené nedokonalosťou pozorovateľa (merača).

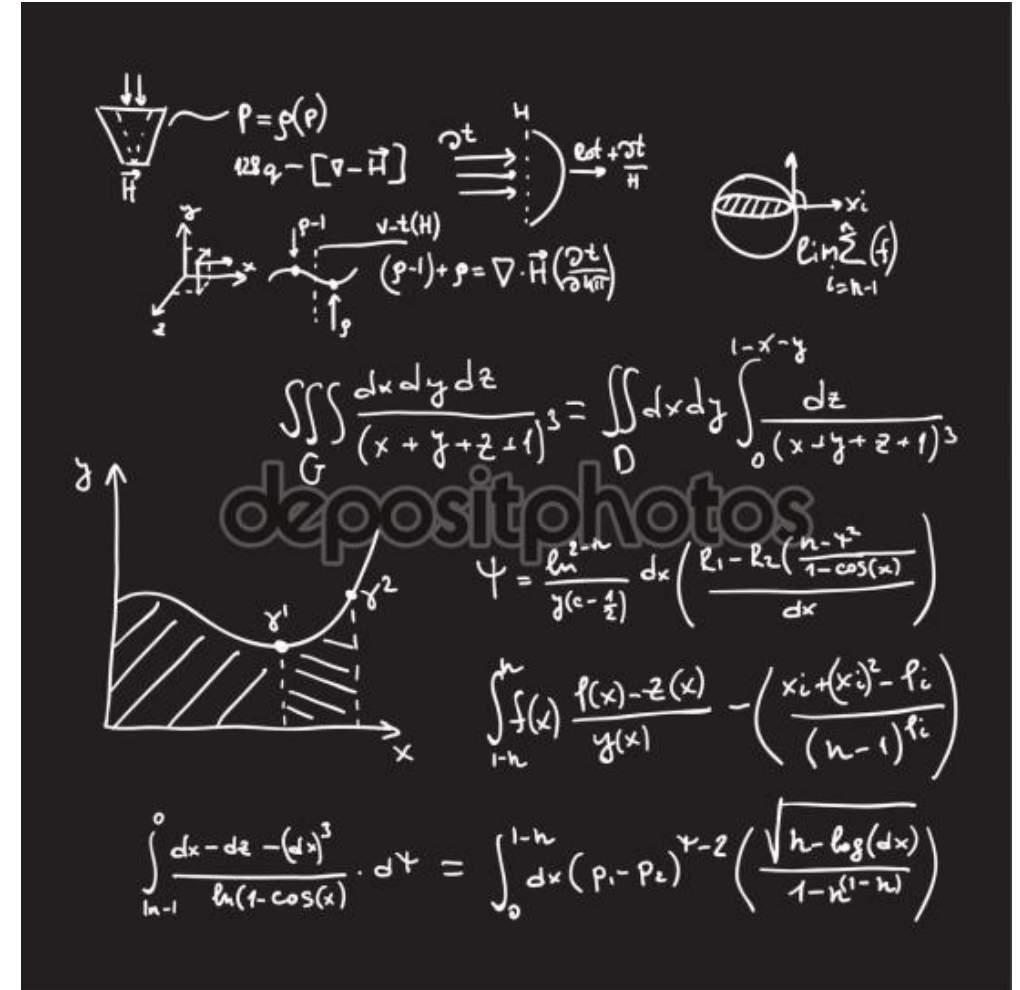
- Nie sú spôsobené objektívnymi podmienkami.
- Sú spôsobené **nesprávnou činnosťou merača (pozorovateľa)**: nepozornosť, únava, osobná indispozícia, zlá manipulácia s prístrojom, nesprávne čítanie na stupnici, zacielenie na iný bod, neurovnaná libela, náraz o statív, rýchle/unáhlené meranie...
 - Nezaoberá sa ním teória vyrovnávacieho počtu.
 - Eliminujeme ich kontrolnými meraniami
 - Vylúčia sa z meraní testom odľahlých hodnôt.



Chyby merania

Chyby výpočtové – sú chyby vznikajúce **spracovaním nameraných hodnôt** (použitie približných vzťahov, chyby interpolácie, extrapolácie, linearizácie a pod.).

Chyby z vplyvu prostredia - medzi zdroje chýb môžeme zaradiť aj **vplyv prostredia**, kde ide obzvlášť o chybu spôsobenú teplotou, ďalej to môžu byť vplyvy ako vlhkosť, prašnosť, tlakom vzduchu, svetelným zdrojom, šumom a pod.



Rozdelenie chýb merania

Chyby merania sa rozdeľujú podľa vplyvu na výsledok merania na:

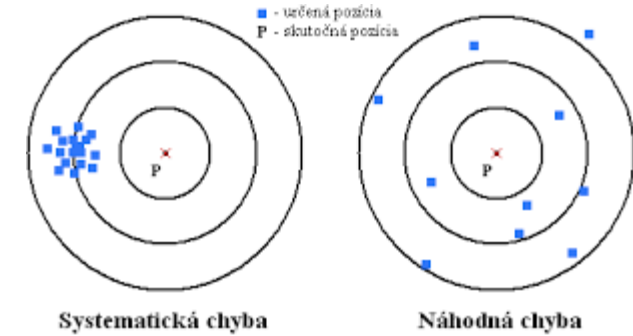
chyby náhodne

chyby systematické

Okrem týchto dvoch druhov chýb existujú ešte aj:

hrubé chyby (už skôr vysvetlené).

Tie vznikajú nedbalosťou pozorovateľa, takže týmto chybám sa môžeme vyhnúť dôsledným vykonávaním meraní.



Náhodné chyby merania

Ako z názvu vyplýva **náhodne chyby** sú spôsobené **náhodnými vplyvmi**.

- To znamená, že pri opakovanom meraní tej istej veličiny dostaneme rôzne hodnoty.
- To môže byť zapríčinené meracím prístrojom, chybou obsluhy alebo prostredím. Tieto hodnoty majú meniace znamienko.

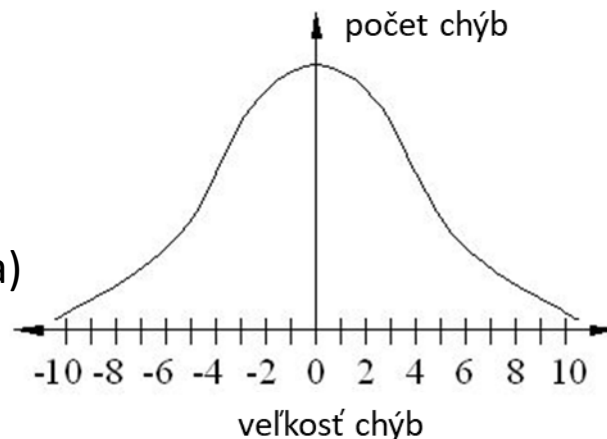
Náhodne chyby nemôžeme odstrániť, môžeme ich však **zmenšiť opakovaným meraním**.

Ako výsledok merania používame aritmetický priemer, ktorý sa najviac približuje k **skutočnej hodnote meranej veličiny**.

Príklady náhodných chýb:

- chyba v cielení
- chyba odhadu dielika
- chyba čítania
- chyba urovnania libely
- chyba preváženia olovnice

Výskyt náhodných chýb sa riadi normálnym rozdelením (Gaussova krivka)
Na vodorovnej osi sa vynáša veľkosť chýb, na zvislej ich počet



U náhodných chýb platí Gaussov zákon chýb:

- pravdepodobnosť vzniku kladnej a zápornej chyby určitej veľkosti je rovnaká
- pravdepodobnosť výskytu náhodných chýb je funkciou ich veľkostí, pričom pravdepodobnosť výskytu malých chýb je väčšia ako pravdepodobnosť výskytu veľkých chýb
- pravdepodobnosť výskytu náhodnej chyby za určitou hranicou je prakticky nulová
- nad určitú hranicu sú to chyby hrubé

Systematické chyby merania

Systematické chyby sú chyby, ktorých hodnota sa pri **rovnakých podmienkach nemení**.

- Majú teda kladnú alebo zápornú hodnotu.
- Systematické chyby deformujú výsledky určitým pravidelným spôsobom, preto sa snažíme ich zdroje, resp. prejavy eliminovať.
- Sú to napr. chyby prístrojov, ktoré spôsobujú, že meriame sústavne väčšiu alebo sústavne menšiu hodnotu.
- Hlavným cieľom je **vylúčiť systematickú chybu** z výsledku merania.

Skutočná (celková) chyba

Skutočná (celková) chyba ε meranej hodnoty je daná súčtom náhodnej Δ a systematickej zložky c

$$\varepsilon = \Delta + c$$

Je daná tiež rozdielom medzi **odmeranou** x a **skutočnou hodnotou** X

$$\varepsilon = x - X$$

Všeobecné poznania:

1. Žiadne meranie nie je exaktne presné
2. Každé meranie obsahuje chyby

Skutočná hodnota merania

Skutočná hodnota meranej veličiny X je rozdiel **odmeranej veličiny** x a **skutočnej chyby** ε

$$X = x - \varepsilon$$

Ak sa definujú postačujúce hranice môžeme poznať skutočnú hodnotu a skutočnú chybu:

- stála vzdialenosť dvoch stabilizovaných bodov v geologicky stálom prostredí
- dĺžka kovovej tyče za stálej teploty
- nadmorská výška v tektonicky nemennom území
- komparačná hodnota (etalón), ...