

# **Základy zpracování geologických dat**

**testování statistických hypotéz**

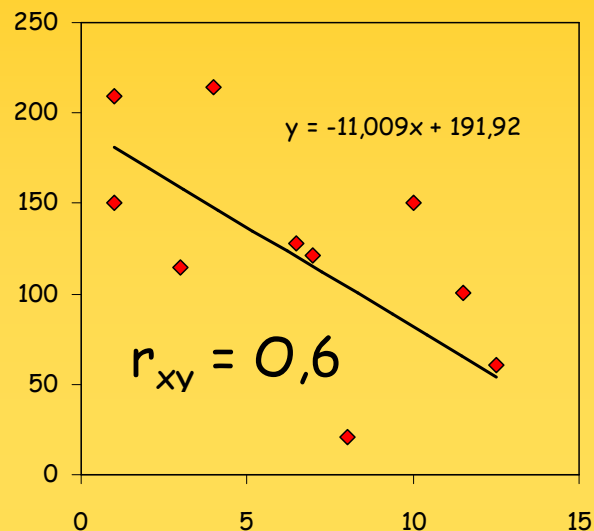
**R. Čopjaková**

# Testování statistických hypotéz

Při zpracování dat jsou časté úvahy typu:

- Liší se hodnoty naměřené na stejných přístrojích v různých laboratořích? (např. data z EMP v Brně a Barrandově)
- Liší se výsledky získané různými analytickými metodami (např. hodnoty naměřené přenosným terénním gama-spektrometrem a laboratorním gama-spektrometrem)
- Liší se hodnoty naměřené v různých časových intervalech (sezónní vlivy v hydrogeologii)
- Liší se hodnoty naměřené v různých místech (např. srovnání chemického složení - protolitu- ortorul sněžnických a gieraltovských orlicko-kladského krystalinika)
- Liší se hodnoty naměřené látky od deklarované hodnoty (např. prověřování standardů, či kontrola kvality analýz)

- Existuje závislost mezi soubory dat? (např. vyšetřování substitucí v minerálech)



- Je některá hodnota souboru odlehlá? (Mám ji ze souboru vyřadit a nepracovat s ní při výpočtu dalších parametrů - střední hodnoty,  $S_x$ ...?)

4,0; 4,2; 4,4; 4,5; 4,5; 4,6; 4,7; 4,9; 5,1; 5,8 ?

- Chovají se naměřená data podle normálního rozdělení?

K řešení těchto problémů lze ve statistice využít metody **testování statistických hypotéz**, s jejichž pomocí lze hledat odpovědi na tyto otázky a činit závěry.

# Testování statistických hypotéz

## Základní pojmy

- hypotéza  $H_0$  - nulová (testovaná) hypotéza, kterou testujeme
- hypotéza  $H_A$  - alternativní hypotéza, kterou přijmeme, zamítneme-li hypotézu  $H_0$
- $\alpha$  - hladina významnosti - volí se malá do 0,05; nejčastěji 0,05 - tedy 5-ti% pravděpodobnost chyby 1. druhu; vysoce významné výsledky testování pro  $\alpha = 0,005$  a méně
- kritická hodnota pro test nulové hypotézy = hodnota kvantilu hraniční pro oblast zamítání  $H_0$  na zvolené hladině významnosti  $\alpha$  (kde  $\alpha$  vyjadřuje pravděpodobnost, že náhodná veličina překročí tuto hodnotu).

# Chyby při testování

Skutečnost	Rozhodnutí statistického testu	
	Zamítneme $H_0$	Nezamítneme $H_0$
$H_0$ je správná	<b>Chyba I. druhu</b>	Správné rozhodnutí
$H_0$ neplatí	Správné rozhodnutí	<b>Chyba II. druhu</b>

## Chyba 1. druhu

- zamítneme-li platící hypotézu  $H_0$ , dopustíme se chyby I. druhu
- je spojena se zamítnutím nulové hypotézy, která ve skutečnosti platí; její pravděpodobnost se nazývá hladina významnosti  $\alpha$
- platí-li hypotéza alternativní  $H_A$  a testovanou hypotézu  $H_0$  nezamítáme, dopouštíme se chyby II. Druhu

## Chyba 2. druhu

- Značí se  $\beta$
- je pravděpodobnost nesprávného přijetí nulové hypotézy
- $1 - \beta$  se nazývá síla testu
- závisí na velikosti výběru (s větším souborem klesá)

- oboustranná hypotéza (oboustranný test)

$$H_0: x_1 = x_0$$

$$H_A: x_1 \neq x_0$$

- jednostranná hypotéza (jednostranný test)

$$H_0: x_1 \leq x_0$$

$$H_A: x_1 > x_0$$

a obráceně

V případě *oboustranného testu*:

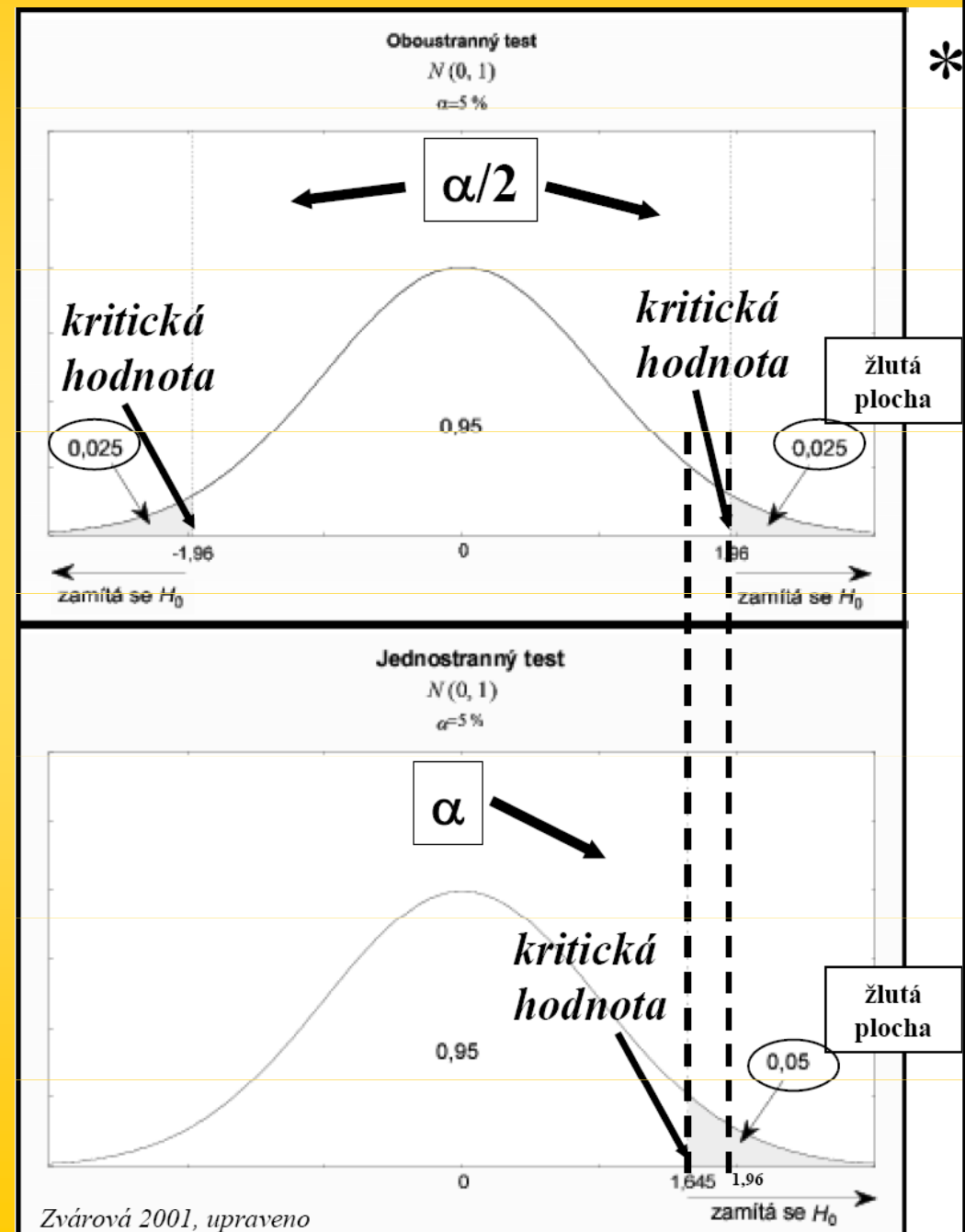
musíme rozdělit danou hladinu významnosti  $\alpha$  na dvě části reprezentující dva možné konce distribuce.

Značíme  $k_{\alpha}(2)$ , např.  $t_{0,05}(2)$

V případě *jednostranného testu*:

uvažujeme pouze jeden konec distribuce a danou hladinu významnosti proto nedělíme.

Značíme  $k_{\alpha}(1)$ , např.  $t_{0,05}(1)$





# Testování statistických hypotéz

## Obecný postup testování

- zvolíme hladinu významnosti  $\alpha$
- formulujeme nulovou hypotézu  $H_0$  a alternativní hypotézu  $H_A$
- zvolíme vhodné testovací kritérium
- vypočteme velikost test. kritéria  $T$
- stanovíme kritickou hodnotu (hodnotu kvantilu hraniční pro oblast zamítání  $H_0$ ) pro zvolenou hladinu významnosti -  $k\alpha$
- porovnáme velikost testovacího kritéria s kritickou hodnotou

jestliže  $T \leq k\alpha$ , akceptujeme nulovou hypotézu na námi zvolené hladině významnosti

jestliže  $T > k\alpha$ , zamítneme nulovou hypotézu a říkáme, že platí  $H_1$

zamítnutí hypotézy  $H_0$  neznamená, že tato hypotéza neplatí, jen dáváme najevo, že ji nedůvěřujeme

# Testování statistických hypotéz

Testy: **parametrické**  
**neparametrické**

- **parametrický test** - pro soubory s normálním rozdělením nebo téměř normálním rozdělením pravděpodobností  
Známe-li rozdělení pravděpodobností základního souboru
- **neparametrický test** - i pro soubory a jiným než normálním rozložením pravděpodobností  
Neznáme-li rozdělení pravděpodobností základního souboru
  - širší použití než parametrické
  - řešení nezávisí na typu rozdělení základního souboru
  - lze použít i pro silně nenormální rozdělení, kdy parametrické testy předpokládající normální rozdělení selhávají

# Test hypotéz o korelačním koeficientu

- **Otázka - je spočtená hodnota korelačního koeficientu statisticky významná?**

Když  $r_{xy}$  se blíží 1 či -1 pak jistě ano

Ale co když  $r_{xy}$  je např. 0,5? - závislé na počtu měření

- ověření předpokladu o nulové hodnotě korelačního koeficientu

$H_0: r_{xy} = 0$

- Spočtení testovacího kritéria 
$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

- Stanovení kritické hodnoty pro zvolenou hladinu významnosti  $\alpha$  a počet stupňů volnosti  $n-2$ ;  $T_k(\alpha; n-2)$

V excelu stanovím pomocí funkce TINV

- Pokud  $t \leq T_k$  pak přijmeme  $H_0$  a tedy existenci lineární závislosti mezi veličinami v souboru považujeme za neprokázanou.