

# 7. Statistické testování



Princip testování  
Chyby  
p-hodnota

# Statistické testy a normalita dat



- Normalita dat je jedním z předpokladů tzv. parametrických testů (testů založených na předpokladu nějakého rozložení) – např.  $t$ -testy
- Pokud data nejsou normální, neodpovídají ani modelovému rozložení, které je použito pro výpočet ( $t$ -rozložení) a test tak může lhát
- Řešením je tedy:
  - Transformace dat za účelem dosažení normality jejich rozložení
  - Neparametrické testy – tyto testy nemají žádné předpoklady o rozložení dat

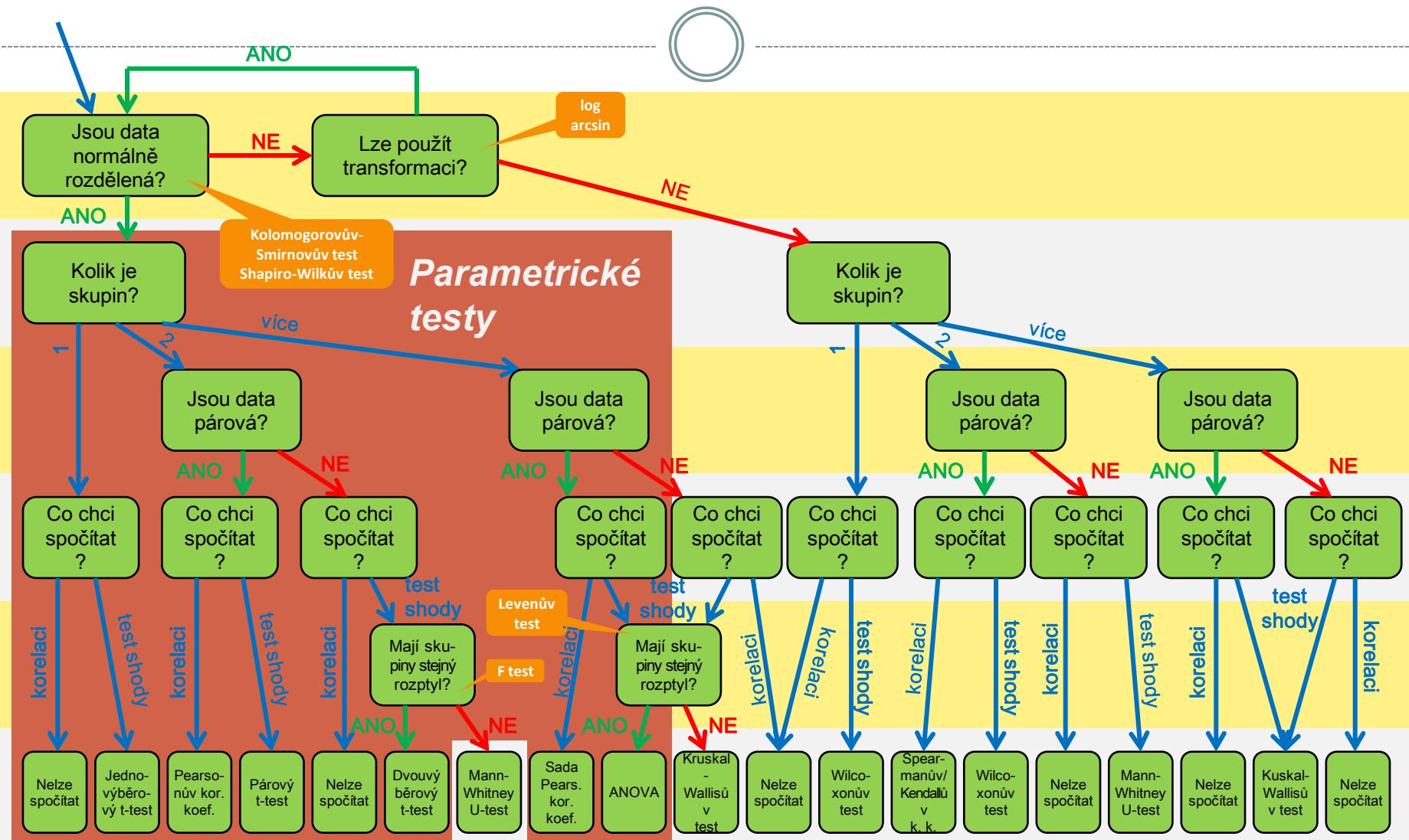
Typ srovnání	Parametrický test	Neparametrický test
2 skupiny dat nepárově:	Nepárový $t$ -test	Mann-Whitneyův test
2 skupiny dat párově:	Párový $t$ -test	Wilcoxonův test znaménkový test
Více skupin nepárově:	ANOVA	Kruskal-Wallisův test
Korelace:	Pearsonův koeficient	Spearmanův koeficient Kendallův koeficient

# Shrnutí statistických testů



Typ srovnání	Nulová hypotéza	Parametrický test	Neparametrický test
1 skupina dat vs. etalon	<b>Střední hodnota je rovna hodnotě etalonu.</b>	jednovýběrový t-test	Wilcoxonův test; znaménkový test
2 skupiny dat nepárově	<b>Obě skupiny hodnot pochází ze stejného rozdělení.</b>	nepárový t-test	Mann-Whitneyův test
2 skupiny dat párově	<b>Zkoumaný efekt mezi páry hodnot je nulový.</b>	Párový t-test	Wilcoxonův test; znaménkový test
shoda rozdělení	<b>rozdělení dat ve skupině odpovídá teoretickému (vybranému) rozdělení.</b>	Shapiro-Wilkův test; Kolmogorovův-Smirnovův test; Lilieforsův test	$\chi^2$ test, test dobré shody
homoskedasticita (shoda rozptylů)	<b>rozptyl obou (všech) skupin je shodný.</b>	Levenův test	
více skupin nepárově	<b>Zkoumaný efekt mezi skupinami hodnot je nulový.</b>	ANOVA	Kruskal-Wallisův test
korelace	<b>Neexistuje (příčinná, důsledková) vazba mezi skupinami hodnot.</b>	Pearsonův koeficient	Spearmanův koeficient; Kendallův koeficient

# Shrnutí statistických testů



# Statistické testování – základní pojmy



➤ **Nulová hypotéza  $H_0$**

$H_0$ : sledovaný efekt je nulový

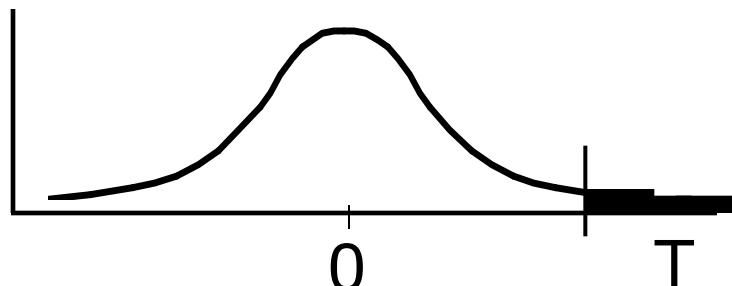
➤ **Alternativní hypotéza  $H_A$**

$H_A$ : sledovaný efekt je různý mezi skupinami

➤ **Testová statistika**

$$\text{Testová statistika} = \frac{\text{Pozorovaná hodnota} - \text{Očekávaná hodnota}}{\text{Variabilita dat}} * \sqrt{\text{Velikost vzorku}}$$

➤ **Kritický obor testové statistiky**

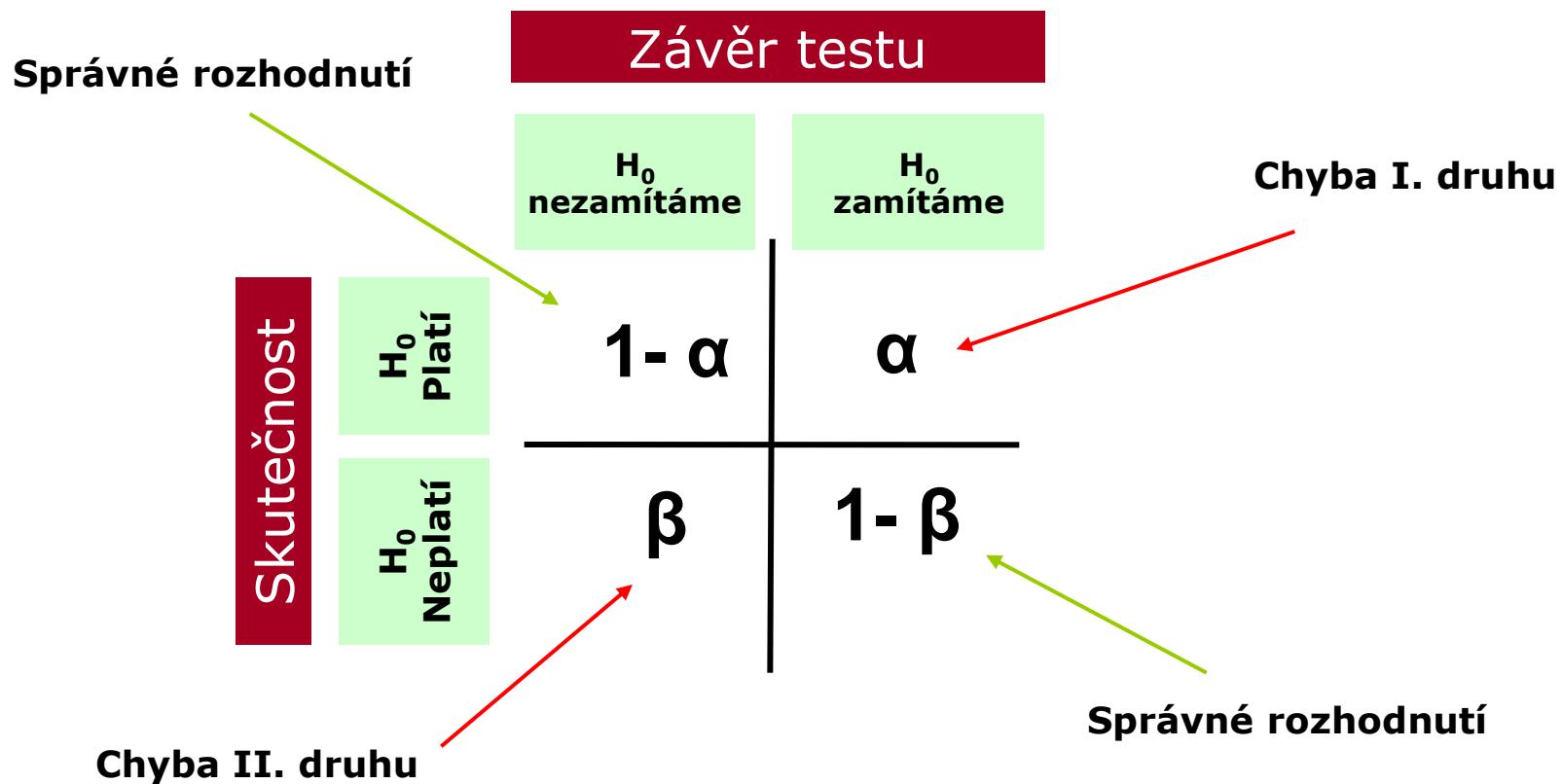


**Statistické testování odpovídá na otázku zda je pozorovaný rozdíl náhodný či nikoliv. K odpovědi na otázku je využit statistický model – testová statistika.**

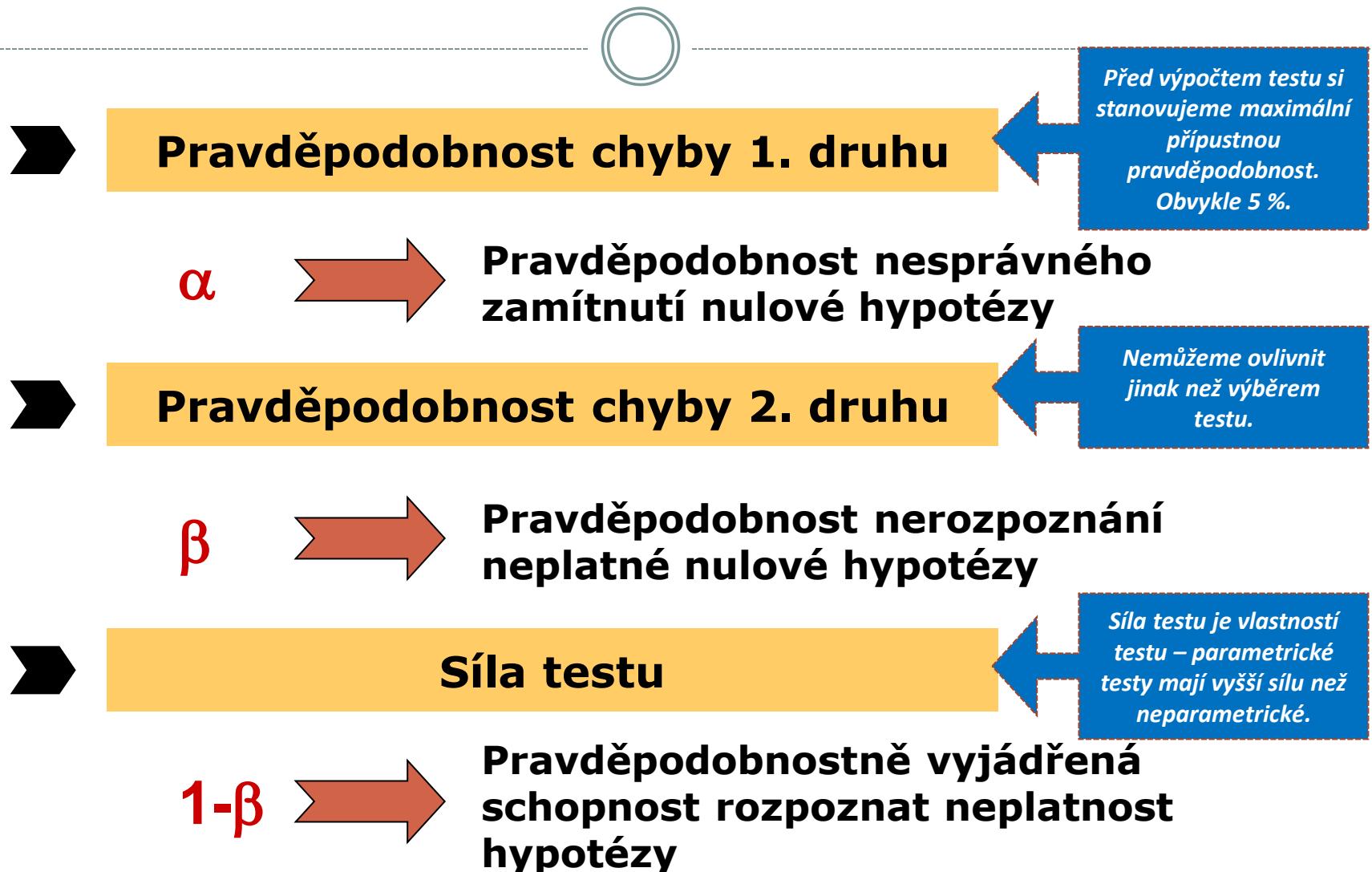
# Možné chyby při testování hypotéz



- I přes dostatečnou velikost vzorku a kvalitní design experimentu se můžeme při rozhodnutí o zamítnutí/nezamítnutí nulové hypotézy dopustit chyby.



# Význam chyb při testování hypotéz



# P-hodnota



Významnost hypotézy hodnotíme dle získané tzv. p-hodnoty, která vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou číselné realizace výběru podporují  $H_0$ , je-li pravdivá. P-hodnotu porovnáme s  $\alpha$  (hladina významnosti, stanovujeme ji na 0,05, tzn., že připouštíme 5 % chybu testu, tedy, že zamítнемe  $H_0$ , ačkoliv ve skutečnosti platí).

P-hodnotu získáme při testování hypotéz ve statistickém softwaru.

- Je-li p-hodnota  $\leq \alpha$ , pak  $H_0$  zamítáme na hladině významnosti  $\alpha$  a přijímáme  $H_A$ .
- Je-li p-hodnota  $> \alpha$ , pak  $H_0$  nezamítáme na hladině významnosti  $\alpha$ .

P-hodnota vyjadřuje pravděpodobnost za platnosti  $H_0$ , s níž bychom získali stejnou nebo extrémnější hodnotu testové statistiky.

# Parametrické vs. neparametrické testy



## Parametrické testy

- Mají předpoklady o rozložení vstupujících dat (např. normální rozložení)
- Při stejném N a dodržení předpokladů mají vyšší sílu testu než testy neparametrické
- Pokud nejsou dodrženy předpoklady parametrických testů, potom jejich síla testu prudce klesá a výsledek testu může být zcela chybný a nesmyslný

## Neparametrické testy

- Nemají předpoklady o rozložení vstupujících dat, lze je tedy použít i při asymetrickém rozložení, odlehлých hodnotách, či nedetectovatelném rozložení
- Snížená síla těchto testů je způsobena redukcí informační hodnoty původních dat, kdy neparametrické testy nevyužívají původní hodnoty, ale nejčastěji pouze jejich pořadí

# One-sample vs. two sample testy



## Jednovýběrové testy (one-sample)

- Srovnávají jeden vzorek (one sample, jednovýběrové testy) s referenční hodnotou (popřípadě se statistickým parametrem cílové populace).
- V testu je tedy srovnáváno rozložení hodnot (vzorek) s jediným číslem (referenční hodnota, hodnota cílové populace).
- Otázka položená v testu může být vztažena k průměru, rozptylu, podílu hodnot i dalším statistickým parametry popisujícím vzorek.

## Dvouvýběrové testy (two-sample)

- Srovnávají navzájem dva vzorky (two sample, dvouvýběrové testy).
- V testu jsou srovnávány dvě rozložení hodnot.
- Otázka položená v testu může být opět vztažena k průměru, rozptylu, podílu hodnot i dalším statistickým parametry popisujícím vzorek.
- Kromě testů pro dvě skupiny hodnot existují samozřejmě i testy pro více skupin dat.

# Nepárový vs. párový design

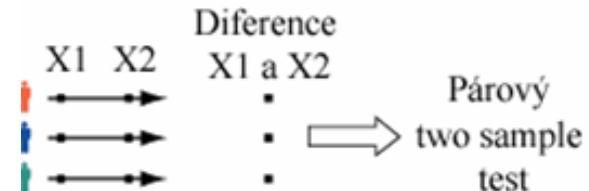
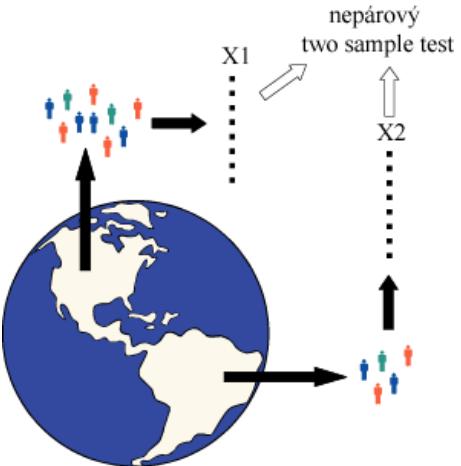


## Nepárový design

- Skupiny srovnávaných dat jsou na sobě zcela nezávislé (též nezávislý, independent design), např. lidé z různých zemí, nezávislé skupiny pacientů s odlišnou léčbou atd.
- Při výpočtu je nezbytné brát v úvahu charakteristiky obou skupin dat

## Párový design

- Mezi objekty v srovnávaných skupinách existuje vazba, daná např. člověkem před a po operaci, reakce stejného kmene krys atd.
- Vazba může být buď přímo dána nebo pouze předpokládána (v tom případě je nutné ji ověřit)
- Test je v podstatě prováděn na diferencích skupin, nikoliv na jejich původních datech



# Normalita dat



**Normální rozdělení pravděpodobnosti je definováno rovnicí:**

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

**Kde  $f(x)$  značí hustotu pravděpodobnosti,  $\mu$  značí střední hodnotu (aritmetický průměr),  $\sigma$  značí směrodatnou odchylku a  $x$  hodnotu zkoumané veličiny.**

**Dosazením  $s$  za  $\sigma$  a  $\bar{x}$  za  $\mu$  získáme křivku idealizovaného rozdělení pro daný výběr.**