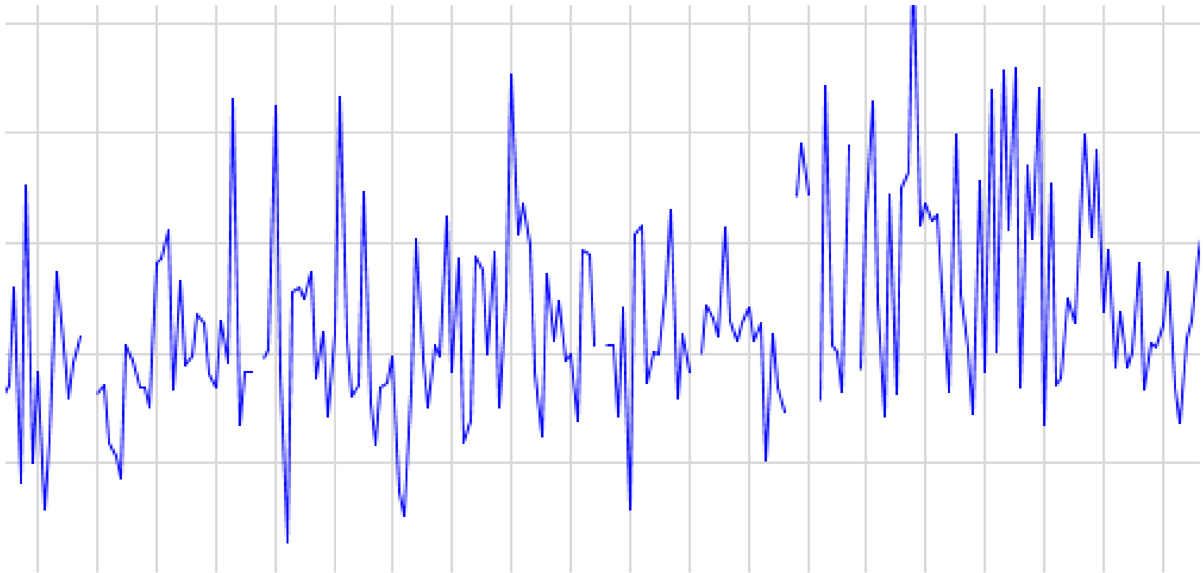
STATISTIKA

Analýza dat

Obsah

- Úvod do testování hypotéz
- Test normality
- Testování rovnosti středních hodnot



Testování hypotéz

- **Nulová hypotéza** H_0– obvykle deklaruje ,,žádný rozdíl" ,,žádnou závislost"

Př: *Mezi výškou a rychlostí reakce rukou tenistů U14 neexistuje žádná závislost.*

- **Alternativní hypotéza** H_A- vyjadřuje ,,existenci diference" existenci závislosti"

Př: *Mezi pravděpodobnostním a fuzzy přístupem při hodnocení tenistů existují statisticky významné rozdíly.*

Postup při testování hypotéz

- Hendl (2009) popisuje tyto kroky při testování hypotéz:

- 1) Předpokládáme, že platí $\boldsymbol{H_0}$. Proti ní stavíme alternativní hypotézu $\boldsymbol{H_A}$.
- 2) Zvolíme přijatelnou úroveň chyby rozhodování α.
- 3) Vypočtení testovací statistiky.
- 4) Doporučení

Určení hladiny chyby α

- **Hladina významnosti α** je pravděpodobnost, že se zamítne nulová hypotéza, ačkoliv ona platí (chyba prvního druhu).
- Nejčastěji volíme α 0,05 nebo 0,01.

	rozhodnutí	
skutečnost	Ho nezamítáme	Ho zamítáme
Ho platí	správné rozhodnutí	chyba 1.druhu
Ho neplatí	chyba 2.druhu	správné rozhodnutí

Testování hypotéz

- Testovat nulovou hypotézu lze pomocí:
- 1) kritického oboru
- 2) intervalu spolehlivosti
- 3) p-hodnoty

$p \leq \alpha$ ……$\boldsymbol{H_0}$ zamítáme na hladině významnosti α

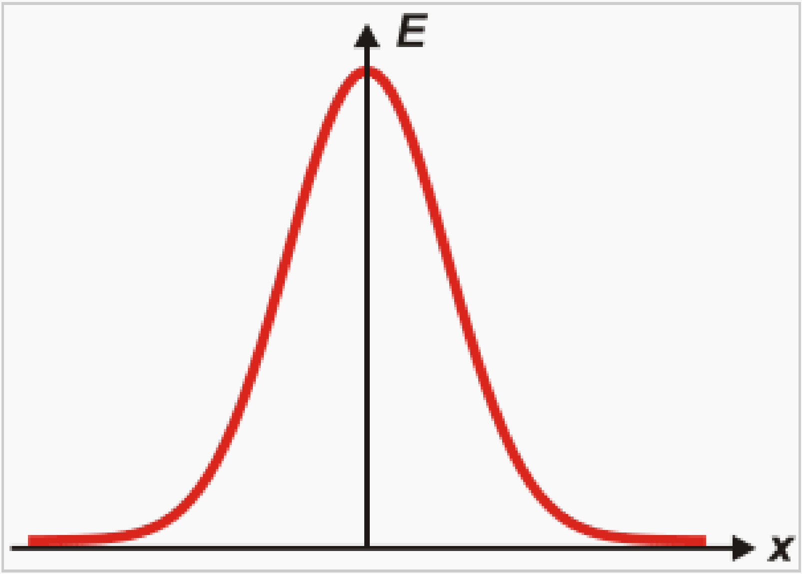
$p > \alpha$ ……$\boldsymbol{H_0}$ nelze zamítnout (nezamítáme) na hladině významnosti α

Nulová hypotéza

- **Normalita - H_0:** Data pocházejí z normálního rozložení.
- **Korelace** - H_0: r = 0
- **t-test** - H_0: Dva výběry jsou shodné.
- **ANOVA** - H_0: Tři (a více) výběrů jsou shodné.
-

Testování normality

- Použití mnoha statistických testů je podmíněna nějakým předpokladem o typu rozložení. Velmi často se předpokládá tzv. normální rozložení.



Testování normality

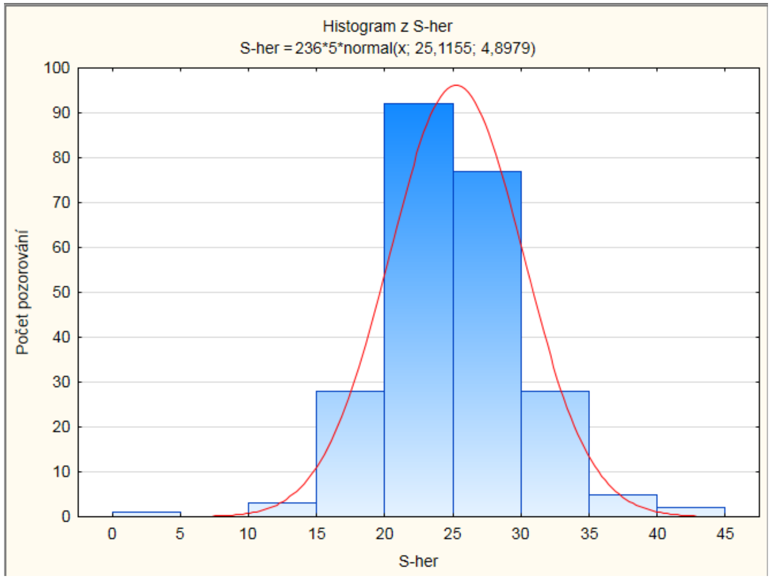
- **Graficky** – histogram, N-P graf, P-P graf, Q-Q graf,…
- **Pomocí testů**:

  Kolmogorovův – Smirnovův test

  Lillieforsův test (modifikace KS testu)

  Shapirův – Wilkův test (pro výběry ≤ 50)

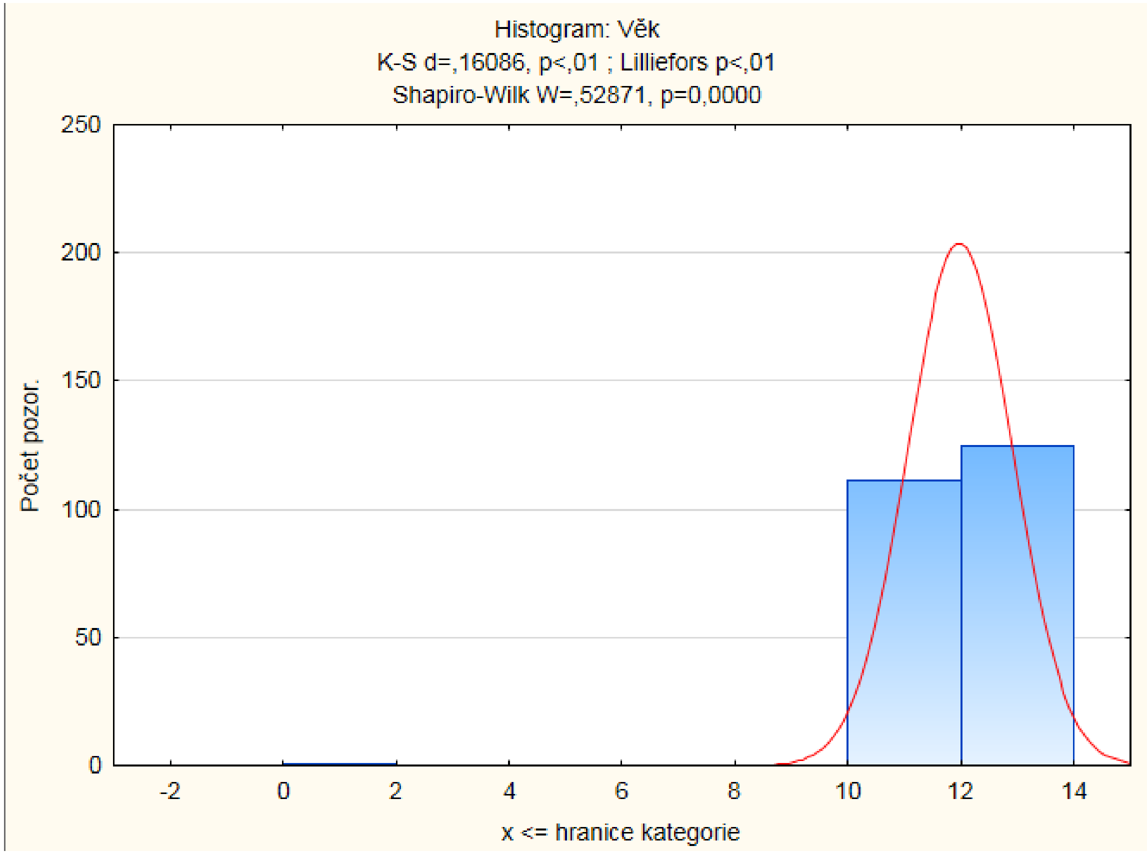
  Test dobré shody



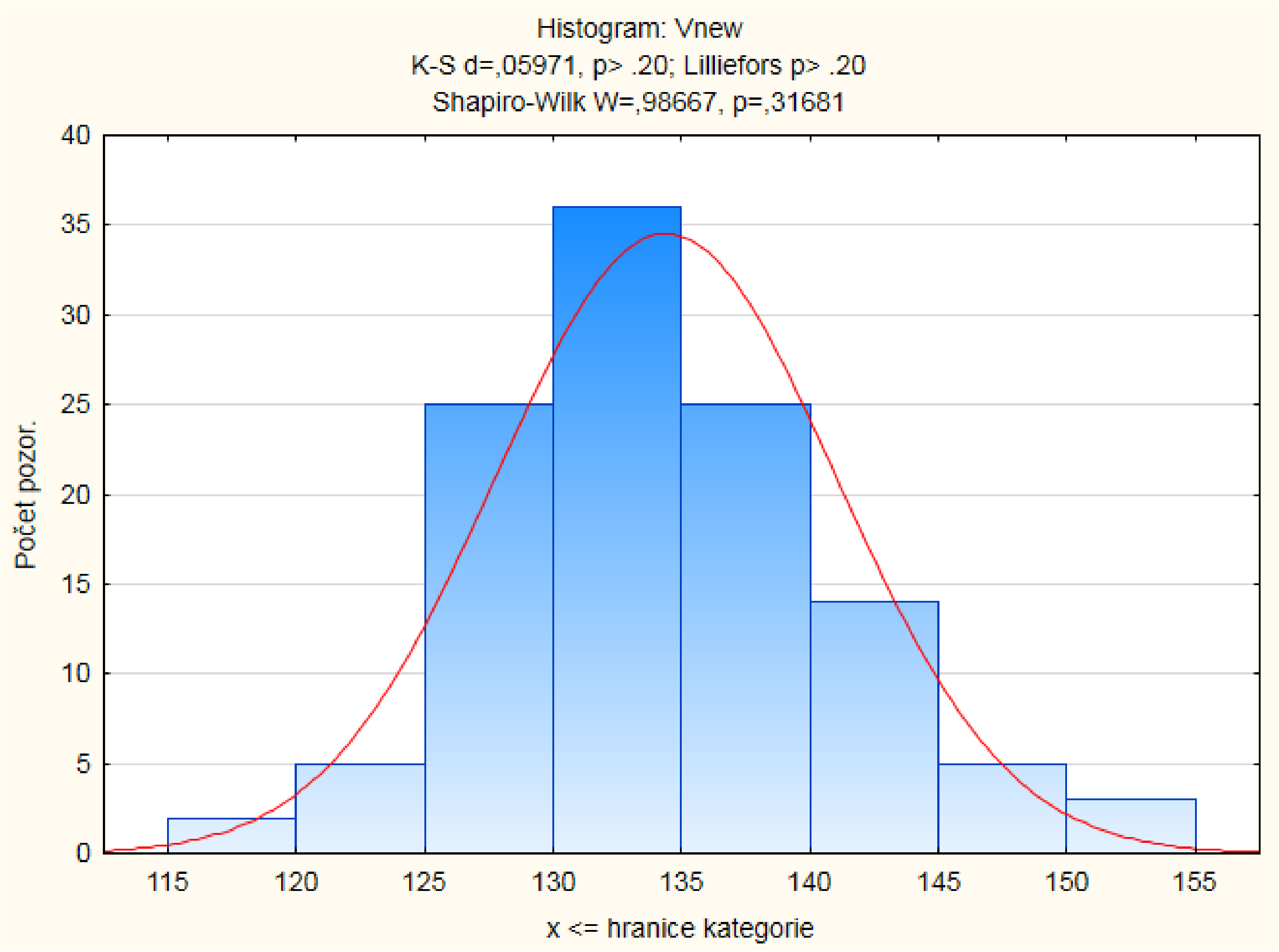
Testování normality

- Pomocí softwaru Statistica:

Statistika → Základní statistiky → Popisné statistiky → karta Normalita



Testování normality



Testování normality

Jaký má význam testovat normalitu rozložení dat?

Testování normality

- Jestliže nezamítneme hypotézu o tom, že data pocházejí z normálního rozložení, pak pro jejich další vyhodnocování použijeme **parametrické testy.**

- Pokud ovšem hypotézu o normalitě dat zamítneme, pak je nutné použít k dalšímu vyhodnocování **testy neparametrické**.

Příklady testů

- **Parametrické testy** – Pearsonův korelační koeficient, t-test, Bartlettův a Levenův test shody rozptylů

- **Neparametrické testy** – Spearmanův korelační koeficient, znaménkový test, Wilcoxonův test, Kruskal-Wallisův test

- Parametrické testy jsou statisticky silnější než testy neparametrické.

Kdo to byl?

William Sealy Gosset

Sládek pivovaru Guinness

Britský matematik a statistik

Měl přezdívku Student

Podle něj je pojmenováno Studentovo rozdělení, Studentův t-test, …

Testy o rovnosti středních hodnot 2 výběrů

- Pro porovnání rovnosti středních hodnot dvou výběrů používáme soubor statistických metod s názvem **t-testy.**

Jakou variantu t-testu použijeme záleží na konkrétní situaci.

- Pokud data pochází z normálního rozdělení, použijeme **parametrický** t-test.
- Pokud data nepochází z normálního rozdělení, použijeme testy **neparamerické** –

  Wilcoxonův test (závislá pozorování),

  Mann-Whitneyův test (nezávislá pozorování)

T-Testy

- Lze použít v případech, že data:

- 1) srovnáváme s předem známou referenční hodnotou (př.1)
- 2) ***jsou závislá*** - Pre-test + Post-test u stejné skupiny, srovnání dvou různých metod u stejné skupiny (př.2,3)
- 3***) jsou nezávislá*** – srovnáváme výsledky dvou různých skupin (př.5)

Příklad 1

- Ověřte, že výška naší testované skupiny je 185 cm. Testování proveďte na hladině významnosti 0,05.

Statistiky → Základní statistiky → t-test, samostatný vzorek

Test normality!

Proměnná	Test průměrů vůči referenční konstantě (hodnotě) (MSUM_Roman_072018 (1))							
	Průměr	Sm.odch.	N	Sm.chyba	Referenční konstanta	t	SV	p
Výška	183,3831	5,973746	124	0,536458	185,0000	-3,01409	123	0,003131

Příklad 2

- U skupiny 15 sportovců byly v daném motorickém testu naměřeny následující hodnoty:

37, 35, 38, 42, 35, 38, 39, 36, 40, 37, 35, 36, 38, 37,35.

Poté byl po dobu 4 týdnů aplikován specifický tréninkový program a opět proveden tentýž motorický test u stejné skupiny, ve kterém byly naměřeny tyto údaje:

36, 38, 35, 40, 37, 36, 38, 35, 38, 37, 33, 34, 38, 39, 40.

Projevil se aplikovaný program ve výsledcích motorického testu?

Příklad 2

- Příklad typu Pre-test, Post-test

Statistika → Základní statistiky →

→ t-test, závislé skupiny

	Pre-test	Post-test
č.1	37	36
č.2	35	38
č3	38	35
č4	42	40
č5	35	37
č6	38	36
č7	39	38
č8	36	35
č9	40	38
č10	37	37
č11	35	33
č12	36	34
č13	38	38
č14	37	39
č15	35	40

t-test pro závislé vzorky (pretest-posttest_prednaska)
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000

Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Pre-test	37,20000	2,042408								
Post-test	36,93333	2,086236	15	0,266667	2,282438	0,452497	14	0,657844	-0,997305	1,530639

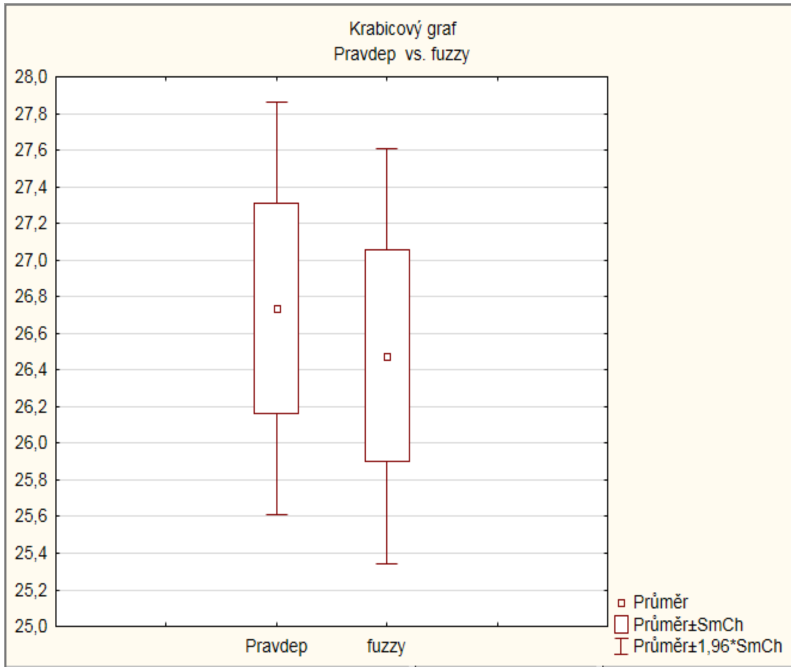
Příklad 3

- Výsledky testové baterie u skupiny sportovců byly vyhodnoceny pomocí dvou matematických teorií (pravděpodobnostní, fuzzy) a následně byly výsledky z obou metod srovnány. Zjistěte, zda je mezi metodami významný rozdíl.

	Pravdep	fuzzy
č1	26,3	26,15
č2	27,6	27,37
č3	27,5	27,27
č4	25,0	24,64
č5	24,5	24,10
č6	26,8	26,33
č7	29,7	29,33
č8	26,5	26,63

Příklad 3

Statistika → Základní statistiky →
→ t-test, závislé skupiny



t-test pro závislé vzorky (pretest-posttest_prednaska)
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000

Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Pravdep	26,73750	1,620350								
fuzzy	26,47750	1,636309	8	0,260000	0,189661	3,877390	7	0,006073	0,101439	0,418561

Příklad 4

- Předpokládáme stejné zadání jako v příkladu 3.
- Nyní zkusíme stejnou hypotézu ověřit pomocí neparametrických testů.

Statistiky → Neparametrické statistiky → Porovnání dvou závislých vzorků → Wilcoxonův párový test

	Wilcoxonův párový test (pretest-posttest_prednaska) Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
Pravdep & fuzzy	8	1,000000	2,380476	0,017291

Příklad 5

- Ve 2 sportovních klubech (A,B) stejné sportovní disciplíny bylo hodnoceno % tělesného tuku jejich sportovců.

U 10 sportovců týmu A a 10 sportovců týmu B byly naměřeny hodnoty, které jsou vidět v tabulce (další slide).

Existují statisticky významné rozdíly v % tělesného tuku u klubů A a B?

Příklad 5

	A	B
1	2,4	5,2
2	4,3	4,4
3	1,9	3,8
4	2,2	4,1
5	6,9	6,3
6	5,8	3,9
7	4,7	4,6
8	6,6	3,7
9	2,9	5,5
10	6,1	5,9

Dle proměnných

TÝM	%TUKU
A	2,4
A	4,3
A	1,9
A	2,2
A	6,9
A	5,8
A	4,7
A	6,6
A	2,9
A	6,1
B	5,2
B	4,4
B	3,8
B	4,1
B	6,3
B	3,9
B	4,6
B	3,7
B	5,5
B	5,9

Dle skupin

Příklad 5

- Jedná se o nezávislé skupiny

Statistika → Základní statistiky → t-test, nezávislé (dle skupin/ dle proměnných)

Dle skupin:

t-testy; grupováno: TÝM (pretest-posttest_prednaska)
Skup. 1: A
Skup. 2: B

Proměnná	Průměr A	Průměr B	t	sv	p	Poč.plat A	Poč.plat. B	Sm.odch. A	Sm.odch. B
%TUKU	4,380000	4,740000	-0,532336	18	0,601003	10	10	1,925732	0,929994

- Dle proměnných:

T-test pro nezávislé vzorky (pretest-posttest_prednaska)
Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky

Skup. 1 vs. skup. 2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2
A vs. B	4,380000	4,740000	-0,532336	18	0,601003	10	10	1,925732	0,929994

Příklad 6 – jaké testy použít?

- U skupiny sportovců provádíme experiment. Provedeme úvodní testování a dle výsledků rozdělíme sportovce do skupin s intervencí a bez ní. Po intervenci opět provedeme testování u obou skupin.

- *1) Chceme zjistit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi výsledky úvodního a závěrečného testování u skupiny s intervencí.*

- *2) Existují statisticky významné rozdíly ve výsledcích závěrečných testů mezi skupinou s intervencí a bez intervence?*

ANOVA (ANalysis Of Variance)

- Analýza rozptylu více výběrů
- Můžeme říct, že t-test je speciální případ ANOVY pro dva výběry

- **Předpoklady pro použití ANOVY:**

1) Normalita uvnitř skupin, výběrů

2) Homogenita rozptylu (lze zmírnit na shodu rozptylů)

Shodu rozptylů lze provést testy Cochran, Hartley a Bartlett.

ANOVA

- *Nulová hypotéza předpokládá, že střední hodnoty všech skupin/výběrů jsou shodné.*

- Pokud zamítneme nulovou hypotézu, obvykle nás zajímá, mezi kterými skupinami je statisticky významný rozdíl. K tomu slouží tzv. **post-hoc testy**. Softwary nabízejí několik post-hoc testů: např. Sheffého, Tukey, LSD.

Příklad 7

- Pro porovnání tří hodnotitelů A_1, A_2, A_3 byl proveden tento experiment: Každé respondent byl změřen 3 hodnotiteli. V tabulce 6 jsou uvedeny naměřené hodnoty motorického testu v běhu na 1 km. Hodnoty jsou uvedené v sekundách.
- Zjistěte, zda existují významné rozdíly mezi výsledky jednotlivých hodnotitelů.

Příklad 7

A_1	A_2	A_3
194,6	190,2	194,5
193,5	191,3	195,2
194,6	192,4	194,5
194,6	191,3	195,2
192,4	192,4	193,6
194,6	190,2	194,7
194,6	190,2	193,6
192,4	191,3	194,3
194,6	190,2	194,5
194,6	191,3	193,4

Příklad 7

- 1) Normalita byla ověřena
- 2) Shoda rozptylů:
- *Statistiky → ANOVA → Jednofaktorová ANOVA → více výsledků → Předpoklady*

	Testy homogenity rozptylu Efekt: "hodnotitel"				
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
čas 1 km	2,145975	0,429641	1,296865	2	0,522865

- *Nezamítáme hypotézu o shodě rozptylů*

Příklad 7

- Použití ANOVY
- *Statistiky → ANOVA → Jednofaktorová ANOVA→ Velikost efektů*

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro čas 1 km Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstřednost	Pozor. síla (alfa=0,05)
Abs. člen	1119324	1	1119324	1650920	0,000000	0,999984	1650920	1,000000
hodnotitel	65	2	33	48	0,000000	0,781165	96	1,000000
Chyba	18	27	1					

- Zamítáme hypotézu o rovnosti efektů úrovní A_1, A_2, A_3.

Příklad 7

- Post-hoc test
- *Statistiky → ANOVA → Jednofaktorová ANOVA → více výsledků → Post-Hoc*

Č. buňky	Scheffeho test; Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,67800, sv = 27,000 zkušebna	{1} 194,05	{2} 191,08	{3} 194,35
1	A1		0,000000	0,720475
2	A2	0,000000		0,000000
3	A3	0,720475	0,000000	

- *Tzn. že rozdíly průměrů 1 a 2 jsou významné. Taktéž rozdíly průměrů 2 a 3 jsou významné.*

Zdroje

- Hendl, J. *Analýza a metanalýza dat*. 2009

- Sebera, M. *Vícerozměrné statistické metody*. 2012.

DĚKUJI ZA POZORNOST