Úvod do kvantitativní lingvistiky

ZS 2024

Statistické testy významnosti

- co znamená statistický test?

Populace & vzorek

- populace – základní soubor
  - úplná množina prvků

Populace & vzorek

- populace – základní soubor
  - úplná množina prvků

- co je v jazyce „základním souborem“?

Populace & vzorek

- populace – základní soubor
  - úplná množina prvků

- co je v jazyce „základním souborem“?
  - otázka reprezentativnosti…

Populace & vzorek

- vzorek – výběrový soubor
  - výběr ze základního souboru

Populace & vzorek

- vzorek – výběrový soubor
  - výběr ze základního souboru

- ze vzorku je možné vyvozovat závěry pro celou populaci
  - statistické testy
  - rozdíly, náhoda

Statistické testy významnosti

- porovnávají se dvě hypotézy
  - **nulová hypotéza**:
    tvrzení, které obvykle deklaruje “žádný rozdíl”, tj. nalezený rozdíl je dán variablitou dat, náhodou
    - (např. mince není falešná; mezi formou jazyka a četností užívaní *bychom*/*bysme* není rozdíl)

Statistické testy významnosti

- porovnávají se dvě hypotézy
  - **nulová hypotéza**:
    tvrzení, které obvykle deklaruje “žádný rozdíl”, tj. nalezený rozdíl je dán variablitou dat, náhodou
    - (např. mince není falešná; mezi formou jazyka a četností užívaní *bychom*/*bysme* není rozdíl)
  - **alternativní hypotéza**:
    situace, kdy nulová hypotéza neplatí, tj. mezi proměnnými se předpokládá závislost; důležité je přitom nějaké teoretické zdůvodnění

Statistické testy významnosti

- testuje se platnost H0

- hladina významnosti
  - pravděpodobnost, že se zamítne nulová hypotéza, ačkoliv ona platí
  - obvykle 5 % (0,05) nebo 1 % (0,01)
  - p-hodnota (p-value)

Statistické testy významnosti

- hladina významnosti
  - pravděpodobnost, že se zamítne nulová hypotéza, ačkoliv ona platí
  - obvykle 5 % (0,05) nebo 1 % (0,01)

- konvence
  - chyba 1. typu (neadekvátní zamítnutí H0, odpovídá hladině významnosti)
  - chyba 2. typu (neadekvátní nezamítnutí H0)

Statistické testy významnosti

- hod mincí (100x)
  - 50x panna a 50x orel → podvádí se?

Statistické testy významnosti

- hod mincí (100x)
  - 50x panna a 50x orel → podvádí se?
  - 52x panna a 48x orel → podvádí se?

Statistické testy významnosti

- hod mincí (100x)
  - 50x panna a 50x orel → podvádí se?
  - 52x panna a 48x orel → podvádí se?
  - 98x panna, 2x orel → podvádí se?

Statistické testy významnosti

- hod mincí (100x)
  - 50x panna a 50x orel → podvádí se?
  - 52x panna a 48x orel → podvádí se?
  - 98x panna, 2x orel → podvádí se?
  - 59x panna, 41 orel → podvádí se?

Statistické testy významnosti

- hod mincí (100x)
  - 50x panna a 50x orel → podvádí se?
  - 52x panna a 48x orel → podvádí se?
  - 98x panna, 2x orel → podvádí se?
  - 59x panna, 41 orel → podvádí se?
  - 60x panna, 40 orel → podvádí se?
  - …

Statistické testy významnosti

- pokud padne panna 61x, tak je větší než 95% pravděpodobnost, že jeden z hráčů podvádí
- jinými slovy: pravděpodobnost, že budeme neoprávněně tvrdit, že jeden z hráčů nepodvádí, je menší než 5%

Statistické testy významnosti

- testuje se platnost H0

Statistické testy významnosti

- testuje se platnost H0
- odmítnutí H0 **neznamená, že H1 platí**

Statistické testy významnosti

- testuje se platnost H0
- odmítnutí H0 **neznamená, že H1 platí**
- odmítnutí H0 **znamená, že existuje určitá/vysoká pravděpodobnost toho, že naměřený rozdíl není možné vysvětlit vlivem náhody**
- H1 se nikdy **nepotvrzuje** (confirmation), vždy se jedná o **vyvracení (rejection)** H0 nebo H1
  - terminologická poznámka: QL → corroboration

Statistické testy

- četnosti
- průměry
- korelace

Test dobré shody chi-kvadrát

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(X_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

- Np_i … očekávané četnosti
- X_i … naměřené četnosti

Test dobré shody chi-kvadrát

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(X_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

	žánr C	**žánr D**	**Σ**
slovo A	X_1	X_3	X_1+X_3
slovo B	X_2	X_4	X_2+X_4
Σ	X_1+X_2	X_2+X_4	$X_1+X_2+X2+X4$
	Np_1	Np_3	
	Np_2	Np_4	

Test dobré shody chi-kvadrát

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(X_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

	žánr C	žánr D	Σ
slovo A	X_1	X_3	X_1+X_3
slovo B	X_2	X_4	X_2+X_4
Σ	X_1+X_2	X_2+X_4	$X_1+X_2+X2+X4$
	Np_1	Np_3	
	Np_2	Np_4	

$$N_{p1} = \frac{(x_1 + x_3) \cdot (x_1 + x_2)}{x_1}$$

Test dobré shody chi-kvadrát

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(X_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

	žánr C	**žánr D**	**Σ**
slovo A	X_1	X_3	X_1+X_3
slovo B	X_2	X_4	X_2+X_4
Σ	X_1+X_2	X_2+X_4	$X_1+X_2+X2+X4$
	Np_1	Np_3	
	Np_2	Np_4	

	žánr C	**žánr D**	**Σ**
slovo A	10	10	20
slovo B	20	20	40
Σ	30	30	60
	10,00	10,00	
	20,00	20,00	

$\chi^2 = 0$, p-hodnota = 1

Test dobré shody chi-kvadrát

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(X_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

	žánr C	**žánr D**	**Σ**
slovo A	X_1	X_3	X_1+X_3
slovo B	X_2	X_4	X_2+X_4
Σ	X_1+X_2	X_2+X_4	$X_1+X_2+X2+X4$
	Np_1	Np_3	
	Np_2	Np_4	

	žánr C	**žánr D**	**Σ**
slovo A	5	10	15
slovo B	25	20	45
Σ	30	30	60
	7,50	7,50	
	22,50	22,50	

$\chi^2 = 1{,}42$, p-hodnota = 0,23

Test dobré shody chi-kvadrát

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(X_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

	žánr C	**žánr D**	**Σ**
slovo A	X_1	X_3	X_1+X_3
slovo B	X_2	X_4	X_2+X_4
Σ	X_1+X_2	X_2+X_4	$X_1+X_2+X2+X4$
	Np_1	Np_3	
	Np_2	Np_4	

	žánr C	**žánr D**	**Σ**
slovo A	5	20	25
slovo B	25	20	45
Σ	30	40	70
	10,71	14,29	
	19,29	25,71	

$\chi^2 = 6{,}91$, p-hodnota = 0,004

Test dobré shody chi-kvadrát

- Excel
- vypočítat očekávané hodnoty
- pak CHISQ.TEST

Test dobré shody chi-kvadrát

- otestujte hypotézu závislosti výskytu daných slov na žánru

	žánr C	žánr D	žánr E
slovo A	5	20	18
slovo B	25	20	26

Test dobré shody chi-kvadrát

- post hoc test

	žánr C	žánr D	žánr E
slovo A	5	20	18
slovo B	25	20	26

Test dobré shody chi-kvadrát

- Wikipedia
  - https://cs.wikipedia.org/wiki/Test_dobr%C3%A9_shody

- Čech, R., Pajas, P. (2009). Pitfalls of the Transitivity Hypothesis: Transitivity in Conversation and Written Language in Czech. Glottotheory 2, 41-49.

Test dobré shody chi-kvadrát

- omezení
  - malé počty: „Test nezávislosti chí-kvadrát by se neměl provádět v případech, kdy ve více než 20 % polí kontingenční tabulky jsou očekávané četnosti menší než 5 a v případech, kdy v některém poli je očekávaná četnost menší než 1.“
  - nevhodný pro velká data

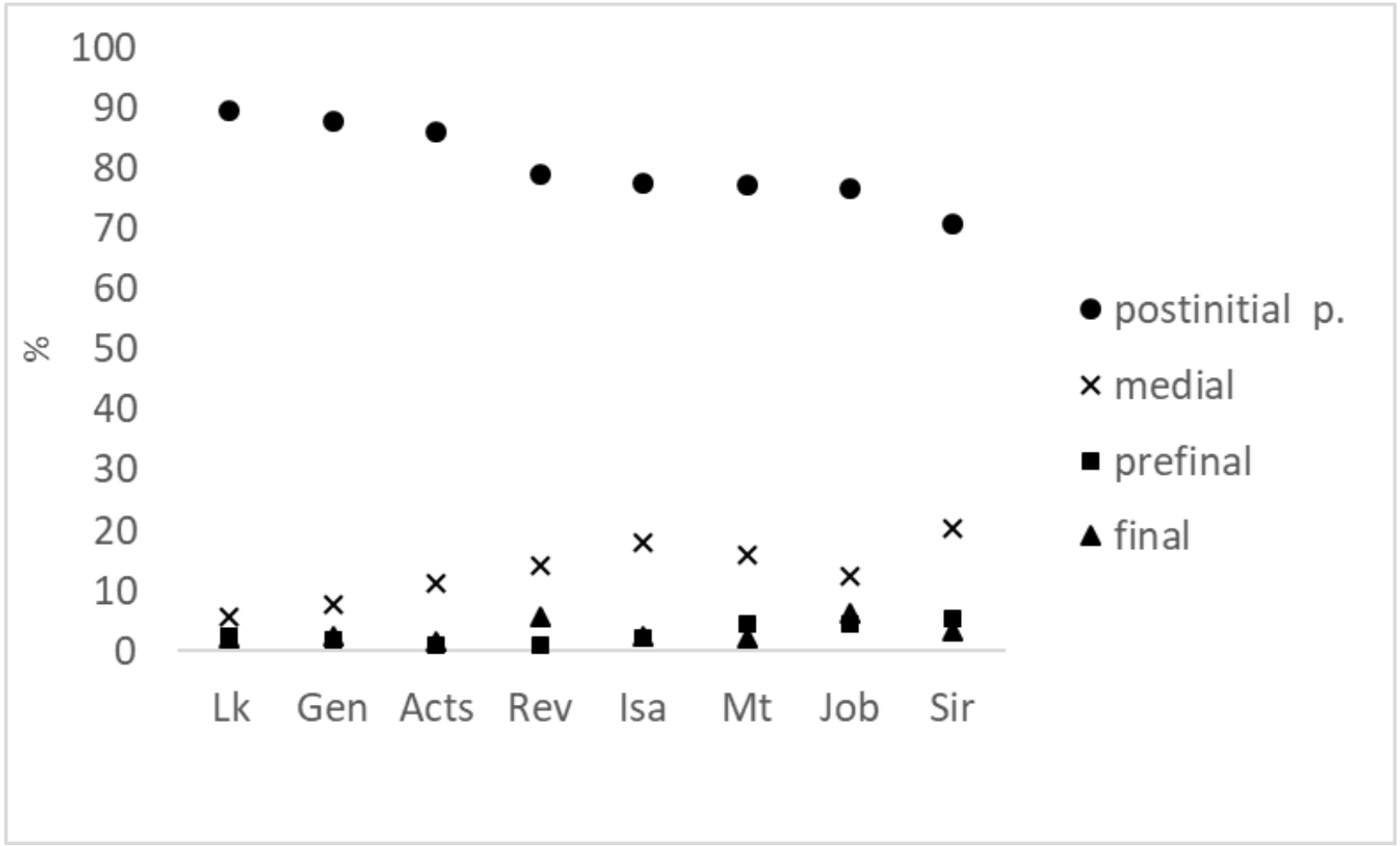
	romány	**novely**	**Σ**	**% novely**
konstrukce *A*	500000	501800	1001800	50,09%
konstrukce *B*	501500	500000	1001500	49,93%
Σ	1001500	1001800	2003300	
chi^2 = 5.43, p=0,020				

Příklad: vliv typu textu (žánru) na postavení enklitik

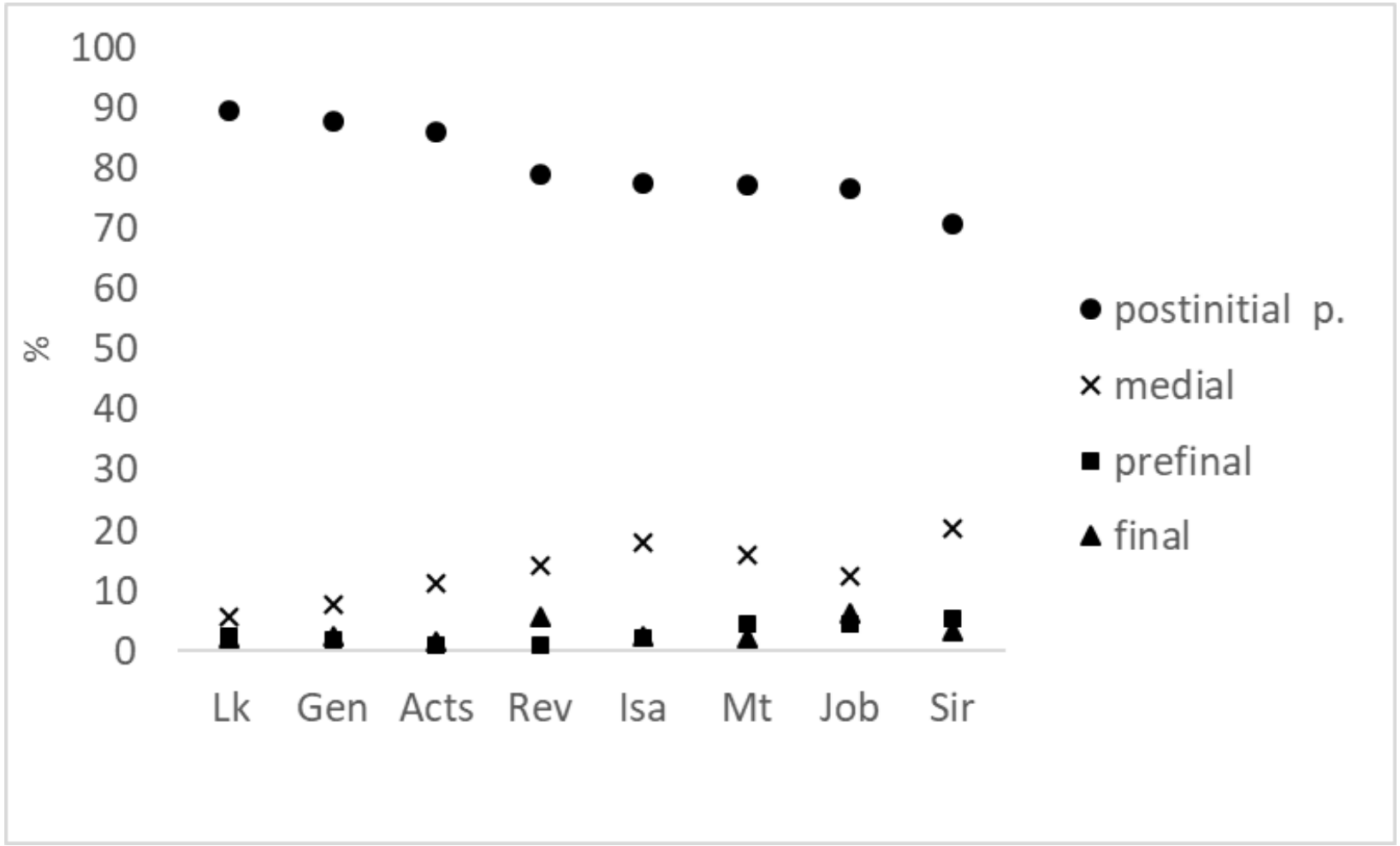
- H0: typ textu nemá vliv na postavení enklitik
- H1: typ textu má vliv na postavení enklitik

Kosek, P., Navrátilová, O., Čech, R., Mačutek, J. (2018). Word Order of Reflexive 'sě' in Finite Verb Phrases in the First Edition of the Old Czech Bible Translation. (Part 2). Studia Linguistica Universitatis Iagellonicae Cracoviensis, 135, 3, 189-200.
http://www.cechradek.cz/publ/2018_Kosek_etal_Krakow_j_02.pdf

Příklad: vliv typu textu (žánru) na postavení enklitik



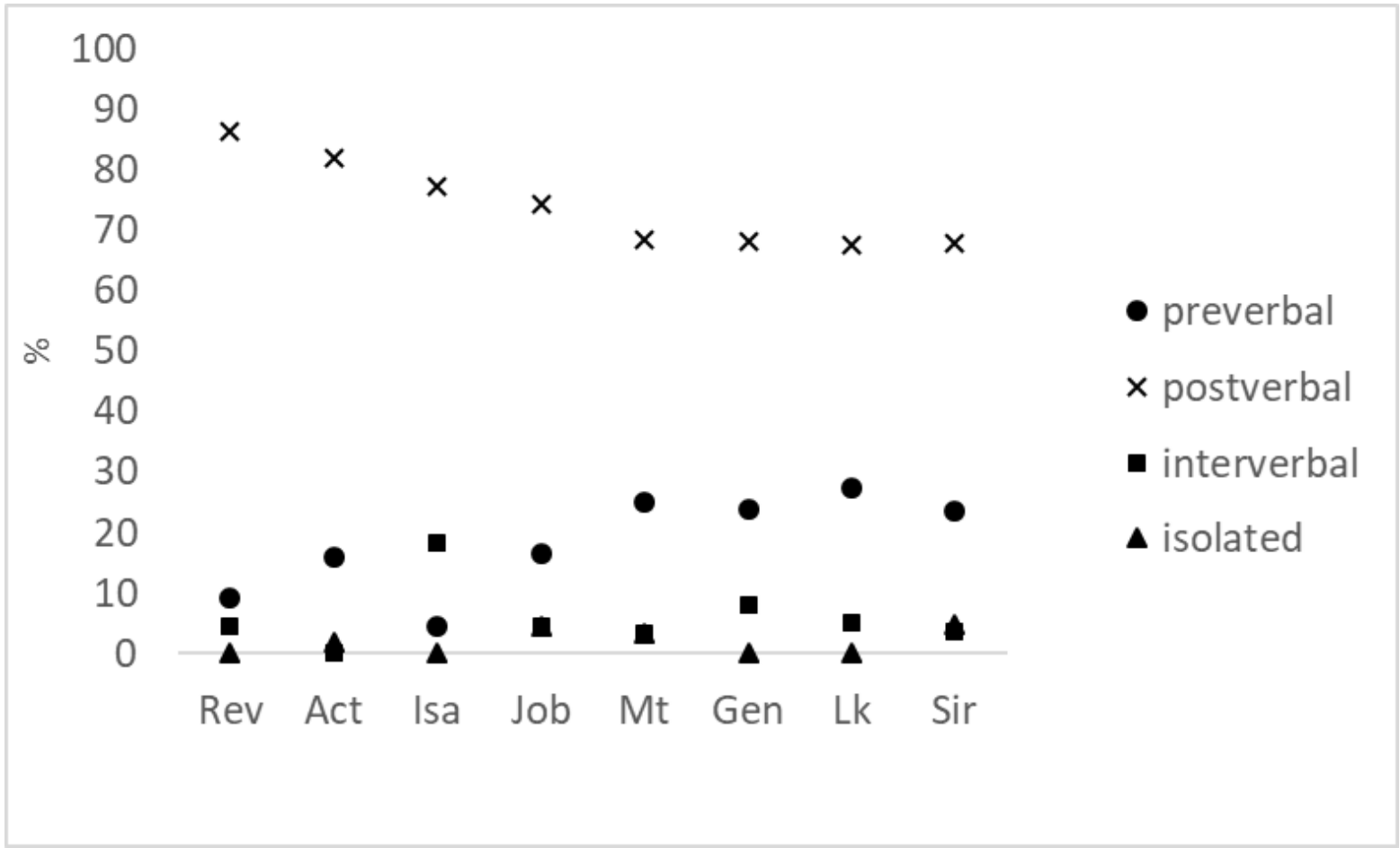
Příklad: vliv typu textu (žánru) na postavení enklitik



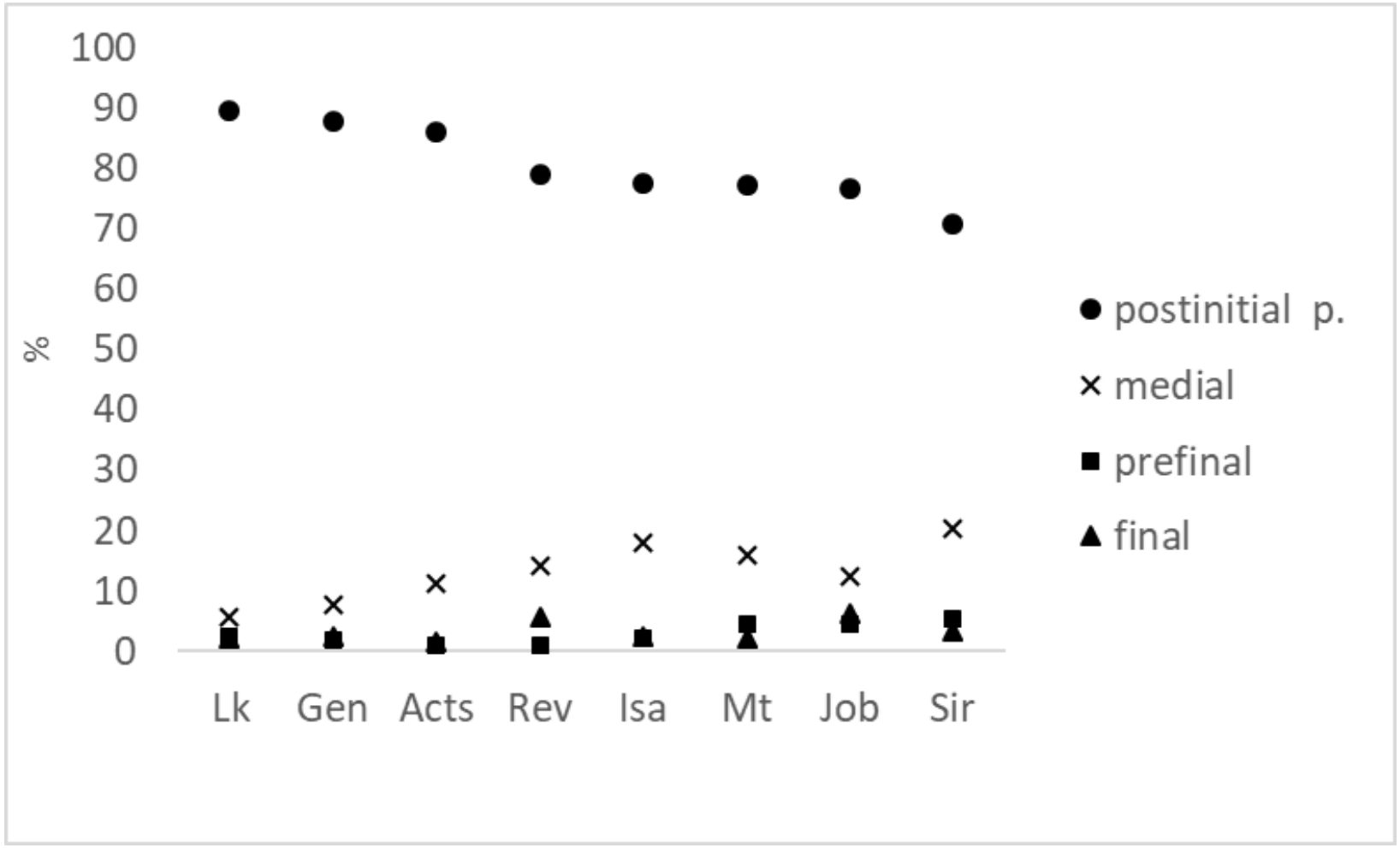
$\chi^2 = 83.712$

p-value < 0.001

Příklad: vliv typu textu (žánru) na postavení enklitik



Příklad: vliv typu textu (žánru) na postavení enklitik



$\chi^2 = 33.772$

p-value < 0.03

Test dobré shody chi-kvadrát

- jak spočítat
  - manuálně
  - Excel – viz návody
  - online nástroje
    - Chi-Square Test Calculator
    - https://www.socscistatistics.com/tests/chisquare2/default2.aspx
  - R software
    - https://cran.r-project.org/

Úkol

H0: mezi četnostmi výrazů děkuji a děkuju a typem textu není vztah
H1: mezi četnostmi výrazů děkuji a děkuju a typem textu je vztah

materiál: SYN2020
typy textů: FIC: beletrie, NMG: publicistika, NFC: oborová literatura

intuice?

zjistěte hodnoty z ČNK

První pohled?

	děkuji	děkuju
FIC: beletrie	2345	1936
NMG: publicistika	640	130
NFC: oborová literatura	582	115

První pohled?

	děkuji	děkuju
FIC: beletrie	2345	1936
NMG: publicistika	640	130
NFC: oborová literatura	582	115

vypočítejte procentuální zastoupení děkuji v jednotlivých typech textu

Druhý pohled?

	děkuji	děkuju	% děkuji
FIC: beletrie	2345	1936	54.78 %
NMG: publicistika	640	130	83.12 %
NFC: oborová literatura	582	115	83.5 %

vytvořte tabulku, v níž budou očekávané četnosti, použijte Excel

Druhý pohled?

	děkuji	děkuju	% děkuji
FIC: beletrie	2345	1936	54.78 %
NMG: publicistika	640	130	83.12 %
NFC: oborová literatura	582	115	83.5 %

Očekávané frekvence

pozorované			
	děkuji	děkuju	suma
FIC: beletrie	2345	1936	4281
NMG: publicistika	640	130	770
NFC: oborová literatura	582	115	697
suma	3567	2181	5748
očekávané			
	děkuji	děkuju	suma
FIC: beletrie	2656.63	1624.37	4281
NMG: publicistika	477.83	292.17	770
NFC: oborová literatura	432.53	264.47	697
suma	3567	2181	5748

Test

- https://www.socscistatistics.com/tests/chisquare2/default2.aspx

Results						
	dekuji	dekuju				***Row Totals***
FIC	2345 (2656.63) [36.56]	1936 (1624.37) [59.79]				4281
NMG	640 (477.83) [55.04]	130 (292.17) [90.01]				770
NFC	582 (432.53) [51.65]	115 (264.47) [84.47]				697
Column Totals	3567	2181				**5748 (Grand Total)**

The chi-square statistic is 377.511. The *p*-value is < 0.00001. The result is significant at $p < .05$.

Fisherův test

- v případě, že jsou četnosti tak malé, že se nedá chí-kvadrát použít

- https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--testovani-hypotez-o-kvalitativnich-promennych--fisheruv-exaktni-test

- kalkulačka
  - https://www.socscistatistics.com/tests/fisher/default2.aspx

  - zkusit data z Excelu