



Osnovne statistične metode in Jamovi

Daniel Doz
Blaž Simčič
Tina Štemberger



Knjižnica Ludus · 54 · ISSN 2630-3809

Urednica zbirke · Silva Bratož

Osnovne statistične metode in Jamovi

Daniel Doz

Blaž Simčič

Tina Štemberger



Osnovne statistične metode in Jamovi

Daniel Doz, Blaž Simčič in Tina Štemberger

Recenzenta · Tomaž Bratina in Matjaž Duh

Lektoriral · Davorin Dukič

Prelom · Primož Orešnik

Oblikovanje naslovnice · Tina Cotič

Knjižnica Ludus · 54 · ISSN 2630-3809

Urednica zbirke · Silva Bratož

Izdala in založila · Založba Univerze na Primorskem

Titov trg 4, 6000 Koper · www.hippocampus.si

Glavni urednik · Jonatan Vinkler

Vodja založbe · Alen Ježovnik

Koper · 2024

© 2024 Avtorji

Brezplačna elektronska izdaja

<https://www.hippocampus.si/ISBN/978-961-293-384-5.pdf>

<https://www.hippocampus.si/ISBN/978-961-293-385-2/index.html>

<https://doi.org/10.26493/978-961-293-384-5>



Izid monografije je finančno podprla

Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost

Republike Slovenije iz sredstev državnega proračuna

iz naslova razpisa za sofinanciranje znanstvenih monografij

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili

v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 214901251

ISBN 978-961-293-384-5 (PDF)

ISBN 978-961-293-385-2 (HTML)

Vsebina

Seznam slik • 7

Seznam shem • 9

Seznam preglednic • 11

Predgovor • 13

Uvod • 15

Kaj je Jamovi? • 15

Zakaj uporabljati Jamovi? • 15

Zakaj ta monografija? • 16

1 Osnovni statistični pojmi • 17

1.1 O spremenljivkah • 17

1.2 Statistične metode • 19

1.3 Statistična značilnost in velikost učinka • 22

2 Uvod v jamovi • 25

2.1 Nastavitve v Jamoviju • 25

2.2 Pregled statističnih metod in ukazov za eno spremenljivko • 32

3 Primer instrumenta zbiranja podatkov • 41

3.1 Instrument zbiranja podatkov • 41

3.2 Opis instrumenta in njegove merske značilnosti • 47

3.3 Postopki obdelave podatkov • 48

4 Statistična obdelava podatkov • 51

4.1 Deskriptivna statistika za atributivne spremenljivke • 51

4.2 Deskriptivna statistika za numerične spremenljivke • 59

4.3 Parametrični preizkusi • 86

4.4 Neparametrični preizkusi • 172

4.5 Analiza povezanosti • 203

5 Zanesljivost • 221

5.1 Zanesljivost • 221

6 Prilagajanje podatkov • 227

6.1 Filtriranje podatkov • 228

6.2 Oblikovanje razredov • 236

6.3 Izračunane spremenljivke • 241

7 Kako pa potem s hipotezami? • 245

7.1 Primer 1 • 245

7.2 Primer 2 • 247

8 Vaje • 249

8.1 Opisna statistika • 249

8.2 Inferenčna statistika • 258

Literatura • 283

Seznam slik

- 1 Logo programa Jamovi • 15
- 2 Gumba na uradni spletni strani Jamovija • 25
- 3 Pogled na Jamovi • 25
- 4 Tropičje za nastavitve jezika • 26
- 5 Nastavitve jezika • 26
- 6 Meniji • 27
- 7 Delovno polje v Jamoviju • 27
- 8 Podmeniji za posamezne statistične metode • 27
- 9 Gumb »Moduli« in seznam • 28
- 10 Nastavitve dodatnih modulov • 29
- 11 Gumbi dodatnih modulov (»Linear Models«, »medmod«, »R« in »SEM«) • 29
- 12 Izbira spremenljivke • 29
- 13 Uvoz baze podatkov • 30
- 14 Kopiranje preglednice v oknu rezultatov • 31
- 15 Pogled na meni »Uredi« • 31
- 16 Pogled na sklice v Jamoviju • 31
- 17 Primer napake v Jamoviju • 32
- 18 Frekvenčne razporednice • 33
- 19 Okno χ^2 -preizkusa • 33
- 20 Možne statistike za χ^2 -preizkus • 34
- 21 Statistike, ki jih je mogoče izbrati s tem, da se odkljuka posamezno okence • 34
- 22 t-preizkus za neodvisne vzorce • 36
- 23 Enosmerna ANOVA • 36
- 24 Mann-Whitneyjev U-preizkus • 38
- 25 Kruskal-Wallisov preizkus • 38
- 26 Wilcoxonov preizkus s predznačnimi rangi • 39
- 27 χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti • 39
- 28 Korelacijska analiza • 40
- 29 Pogled na deskriptivno statistiko za spremenljivko »Spol« • 52
- 30 Pogled na osnovne opisne statistike • 61
- 31 Pogled na χ^2 -preizkus • 79
- 32 Pogled na opisne statistike – preizkus normalnosti • 87
- 33 Porazdelitev vrednosti spremenljivke »Starost« • 88
- 34 Diagram Q-Q za spremenljivko »Starost« • 89
- 35 Porazdelitev vrednosti spremenljivke »Testna spremenljivka« • 90
- 36 Diagram Q-Q za spremenljivko »Testna spremenljivka« • 90
- 37 Pogled na opisno statistiko po spolu • 97
- 38 Stolpčni diagram za spremenljivko »Q24m«, razdeljeno glede na spol • 98

- 39 Pogled na t-preizkus za neodvisne vzorce • 98
- 40 Pogled na Welchov t -preizkus • 104
- 41 Pogled na enosmerno analizo variance ANOVA • 112
- 42 Q-Q-diagrami normalnosti • 114
- 43 Grafični prikaz povprečja (z 95 % intervalom zaupanja) odgovorov na trditev »Q24j«, porazdeljen po okolju šole • 115
- 44 Pogled na Tukeyjev post-hoc preizkus • 117
- 45 Pogled na splošni preizkus ANOVA. • 118
- 46 Pogled na večfaktorsko analizo variance • 120
- 47 Pogled na post-hoc preizkuse za dvosmerno analizo variance • 123
- 48 Pogled na t-preizkus odvisnih vzorcev • 136
- 49 Grafična ponazoritev razlik v povprečju med spremenljivkama »Q21c« in »Q21d« • 138
- 50 Pogled na t-preizkus za en vzorec. • 143
- 51 Diagrami Q-Q za spremenljivko »Q14a« • 144
- 52 Pogled na analizo kovariance • 152
- 53 Izbira kontrastov • 154
- 54 *Post-hoc* preizkus za spremenljivko »Spol« • 154
- 55 Pogled na analizo MANOVA • 165
- 56 Q-Q-diagrami multivariatne normalnosti • 166
- 57 Pogled na Mann-Whitneyjev U -preizkus • 174
- 58 Pogled na Kruskal-Wallisov H -preizkus • 182
- 59 Pogled na Wilcoxonov preizkus • 193
- 60 Pogled na Wilcoxonov preizkus za en vzorec • 198
- 61 Pogled na korelacijsko analizo • 205
- 62 Diagram razpršenosti za spremenljivki »Q14a« in »Q14b« • 205
- 63 Pogled na delno korelacijo • 209
- 64 Pogled na analizo zanesljivosti • 222
- 65 Pogled na spremenljivke • 227
- 66 Podrobnost spremenljivke »Izobrazba« • 228
- 67 Sprememba vrednosti spremenljivke • 228
- 68 Pogled na filtre • 229
- 69 Izbira funkcije v filtru • 229
- 70 Delovanje filtra. • 230
- 71 Drugi filter • 230
- 72 Pogled na ustvarjanje nove spremenljivke • 236
- 73 Pogled na definicijo nove spremenljivke • 237
- 74 Opis funkcije $IF()$ • 237
- 75 Pogled na rezultate razredov • 238
- 76 Pogled na novo izračunano spremenljivko • 241

Seznam shem

- 1 Delitev spremenljivk • 19
- 2 Pregled statističnih metod za atributivne spremenljivke • 20
- 3 Pregled statističnih metod za numerične spremenljivke • 21
- 4 Pregled parametričnih in neparametričnih statističnih metod za neodvisne vzorce • 21
- 5 Pregled parametričnih in neparametričnih statističnih metod za odvisne vzorce • 21
- 6 Pregled statističnih metod • 70
- 7 Proces postavljanja in preverjanja hipotez • 245

Seznam preglednic

- 1 Pregled deskriptivnih statističnih metod • 20
- 2 Mere velikosti učinka in interpretacija • 23
- 3 Pregled metod in ukazov za eno spremenljivko v meniju »Analize« • 32
- 4 Pregled parametričnih preizkusov in ukazov • 35
- 5 Pregled neparametričnih preizkusov in ukazov • 37
- 6 Pregled korelacij • 40
- 7 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev po izobrazbi. • 53
- 8 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev po regiji šole • 55
- 9 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev po okolju šole • 56
- 10 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) sodelujočih po starosti • 57
- 11 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev, ki poučujejo v 1. triletju • 58
- 12 Opisna statistika za spremenljivki »Q14a« in »Q14b« • 62
- 13 Opisna statistika za spremenljivki »Q24d« in »Q24e« • 63
- 14 Opisna statistika za spremenljivki »Q24a« in »Q24h« • 66
- 15 Opisna statistika za spremenljivki »Q24a« in »Q24h« • 67
- 16 Opisna statistika za spremenljivki »Q24d« in »Q24e« • 68
- 17 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev po delovni dobi in rezultat χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti • 73
- 18 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) stopnje izobrazbe ter rezultat χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti • 75
- 19 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) regije ter rezultat χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti • 76
- 20 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) rezultatov po spolu in rezultat χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti • 77
- 21 Število (f) učiteljev po odgovorih na trditev »Q15a« glede na spol in rezultat χ^2 -preizkusa • 81
- 22 Število (f) študentov po fakulteti glede na spol in rezultat χ^2 -preizkusa • 82
- 23 Število (f) učiteljev po odgovorih na trditev »Q15c« glede na spol in rezultat χ^2 -preizkusa • 83
- 24 Število (f) učiteljev po odgovorih na trditev »Q15d« glede na spol in rezultat χ^2 -preizkusa • 84
- 25 Število (f) učiteljev po odgovorih na trditev »Q15d« glede na okolje šole in rezultat χ^2 -preizkusa • 85
- 26 Število (f) učiteljev po stopnji strinjanja s trditvijo »Zaupanje v lastne sposobnosti« in rezultat χ^2 -preizkusa • 246
- 27 Rezultat Mann-Whitneyjevega preizkusa za preverjanje razlik v oceni vztrajanja pri uresničevanju idej glede na spol • 248

Predgovor

Raziskovanje je vselej zanimivo potovanje od začetne ideje pa vse do končne diskusije o dobljenih rezultatih. Pomemben del raziskovalnega procesa je tudi obdelava dobljenih podatkov, ki, ko gre za kvantitativno raziskavo, nujno vključuje tudi statistično obdelavo podatkov. Če smo v preteklosti podatke obdelovali ročno in nato prešli na rabo različnih, plačljivih programov za obdelavo, lahko rečemo, da se z možnostjo rabe odprtokodnih programov za obdelavo podatkov resnično odpirajo možnosti najrazličnejšim raziskovalcem, zagotovljena je dostopnost programov za prav vsakega posameznika.

Ker pa sam program ni dovolj, je bila namera avtorjev te monografije pripraviti publikacijo, ki združuje natančen, jasen in ustrezno znanstveno podkrepljen pregled najpogostejše uporabljenih statističnih metod ter prikaz njihove uporabe v odprtokodnem programu za obdelavo podatkov. Pomemben element monografije so tudi pripravljene možne razlage/interpretacija dobljenih rezultatov ter sistematičen in pregleden proces obravnave od zastavitve hipotez do diskusije o možnostih njihove potrditve.

Monografija se prične s poglavjem, ki izpostavlja pomen odprtokodnega programa za obdelavo podatkov, nadaljuje pa s preglednim poglavjem, v katerem so predstavljeni osnovni statistični pojmi ter koncept statistične značilnosti. Naslednje poglavje se osredotoča na odprtokodni program za obdelavo podatkov, sledi poglavje, v katero je umeščen validiran instrument zbiranja podatkov, s katerim so bili zbrani avtentični podatki. Poglavje 4 je v celoti namenjeno najpogostejše uporabljenim statističnim metodam v družboslovju, tj. deskriptivni statistiki ter inferenčni statistiki na ravni bivariatne statistične analize, tako s parametričnimi kot z neparametričnimi preizkusi. Monografija se zaključi s predstavitvijo možnosti urejanja podatkov ter prikazom dela raziskovalnega procesa od formuliranja hipoteze vse do ugotavljanja možnosti njenega potrjevanja.

Avtorji želimo poudariti, da se kljub skrbni pripravi in večkratnemu branju ter popravkom v knjigi gotovo še vedno skrivajo napake, za katere se njenim bralcem iskreno opravičujemo.

Uvod

Kaj je Jamovi?

Jamovi (ali, stilizirano, jamovi – glej sliko 1) je brezplačen odprtokodni program za statistično obdelavo podatkov. Jonathon Love, Damian Dropmann in Ravi Selker¹ so namreč menili, da mora biti programska oprema, ki je namenjena znanstvenemu raziskovanju, prosto dostopna, saj je tako obdelava podatkov dostopna vsem in se na ta način spodbujajo nova znanstvena spoznanja.



Slika 1 Logo programa Jamovi

Jamovi je grafični uporabniški vmesnik za programski jezik R. Vse obdelave, ki jih opravimo v Jamoviju, se samodejno posodablja, če spremenimo ali dodajamo spremenljivke. Poleg osnovne različice programa lahko uporabniki program razširijo z uporabo dodatnih odprtih modulov, ki so napisani v jeziku R.

Zakaj uporabljati Jamovi?

Na tržišču in na spletu so na voljo številni programi za statistično obdelavo, med katerimi so nekateri plačljivi (npr. SPSS, SAS, BMDP, Stata, Systat), drugi pa brezplačni (npr. JASP, DAP, PSPP, R, SciPy). V čem se torej Jamovi razlikuje od ostalih programov za statistično obdelavo podatkov?

Prvič, uporaba Jamovija je dokaj intuitivna (*Jamovi Statistical Software Tutorial*, b. l.), V določenih programskih opreмах je pot, kako priti do določenih statističnih preizkusov, zapletena. V dolgih seznamih analiz je treba izbirati med dodatnimi seznamami in ukazi. V Jamoviju je pot do analiz kratka in intuitivna: vsak uporabniški meni vsebuje ključne statistične preizkuse, znotraj katerih lahko z izbiro ukaza takoj dostopamo do dodatnih analiz. Prav zaradi tega so mnoge visokošolske institucije namesto drugih, uporabniku manj prija-

¹ Glej <https://www.jamovi.org/about.html>.

znih programov za statistično obdelavo podatkov pričeale pri delu s študenti uporabljati Jamovi.

Drugič, Jamovi je prožen program, s katerim je mogoče opraviti osnovne statistične preizkuse, obenem pa lahko osnovno različico razširimo in obogatimo z dodatnimi statističnimi preizkusi. Z Jamovijem lahko torej opravljamo tudi zelo kompleksne analize, za katere bi morali v drugih programih dodatno plačati. Z njim lahko opravljamo nekatere analize, ki jih z drugimi programi ne moremo oz. do katerih pridemo z večjo težavo (npr. moderacijska in mediacijska analiza, posplošeni linearni modeli, modeliranje strukturnih enačb idr.).

Tretjič, Jamovi danes uporabljajo znanstveniki z najrazličnejših področij, od medicine do psihologije, od biologije do kemije, od botanike do edukacijskih ved. To pomeni, da se uporaba tega programa dobro prilega potrebam različnih področij.

Četrtrič, mnogi (dobri) statistični programi so plačljivi. Čeprav za njih raziskovalci in študentje ne plačajo (veliko), morajo njihove univerze in/ali drugi instituti plačati licence za uporabo, ki so večkrat zelo drage. Jamovi je brezplačen program, ki si ga lahko uporabniki namestijo tudi na različnih napravah.

Petič, raziskovalci Jamovija stalno posodablajo različico programa, s čimer se odpravljajo morebitne napake v programu in se dodajajo novi moduli za napredne statistične metode.

Šestič, v kolikor je Jamovi grafični uporabniški vmesnik za programski jezik R, je mogoče z nastavitvijo dodatnega modula dostopati kar do tega programskega jezika, s čimer lahko enostavnejše statistične analize nadgradimo s kodo v R-ju.

Zakaj ta monografija?

Med najbolj znanimi monografijami, ki predstavijo uporabo Jamovija, omenimo delo Danielle L. Navarro in Foxcrofta (2022), kjer avtorja predstavitva uporabo programa in preizkuse matematično utemeljita. Hkrati ugotavljamo, da primanjkuje publikacij, ki bi vsebovale tudi vaje, ki bi uporabnikom omogočile utrjevanje znanja. V ta namen smo pripravili publikacijo, v kateri so, poleg krajše predstavitve statističnih preizkusov, ki jih je mogoče opraviti v Jamoviju, tudi vaje, s katerimi je mogoče utrjevati znanje specifičnih statističnih preizkusov na konkretnih primerih. Pri predstavitvi različnih preizkusov smo se posluževali baze podatkov, ki jo dobite na <https://doi.org/10.5281/zenodo.11583433>. Rešitve nekaterih vaj lahko dobite na povezavi <https://doi.org/10.5281/zenodo.14030711>.

Osnovni statistični pojmi

Statistične metode so, upoštevajoč cilje (hipoteze) raziskave, v prvi vrsti odvisne od vrste spremenljivk, ki smo jih v raziskavi pridobili.

1.1 O spremenljivkah

Spremenljivke so lastnosti enote statistične množice, so torej lastnosti enot, po katerih se te enote razlikujejo, in so na ta način osnovni statistični pojem. Spremenljivke lahko delimo po različnih kriterijih, pri čemer se najpogosteje uporablja delitev glede na to, kako se izražajo vrednosti (ali kategorije) spremenljivke (Kožuh, 2011).

Spremenljivke tako delimo v dve večji skupini: opisne ali atributivne ter številske ali numerične.

Opisne ali atributivne so tiste spremenljivke, katerih vrednosti so izražene opisno, torej z besedami, npr. spol, narodnost, stopnja izobrazbe, stopnja študija itd.

Opisne spremenljivke lahko nadalje delimo na nominalne in ordinalne spremenljivke.

Nominalne spremenljivke so tiste, pri katerih ugotavljamo, ali se enote razlikujejo ali ne. Za vrednosti nominalnih spremenljivk navadno uporabimo izraz kategorije – nekatere nominalne spremenljivke imajo dve, nekatere pa več kategorij, pri čemer se kategorij znotraj spremenljivke ne razvršča po velikosti, saj to ni značilnost nominalnih spremenljivk.

Primeri nominalnih spremenljivk:

Spol (moški, ženski)

Članstvo v šolski knjižnici (da, ne)

Državljanstvo (slovensko, hrvaško ...)

Ordinalne spremenljivke pa vsebujejo tudi informacijo, na osnovi katere lahko ugotovimo, ali se vrednosti (kategorije) spremenljivke stopnjujejo. Te vrednosti običajno imenujemo stopnje. Stopnje namreč, kot pove že sama beseda, niso enake, ampak se stopnjujejo in na ta način tudi že izražajo neko količino, torej lahko trdimo, da imajo ordinalne spremenljivke kvantitativno osnovo.

Primeri ordinalnih spremenljivk:

Stopnja študija (1. bolonjska stopnja, 2. bolonjska stopnja, 3. bolonjska stopnja)

Ocena iz slovenščine (1, 2, 3, 4, 5)

Ocena na izpitu (od 5 do 10)

Stopnja všečnosti² (sploh mi ni všeč, ni mi všeč, vseeno mi je, všeč mi je, izredno mi je všeč)

Pri ordinalnih spremenljivkah je treba poudariti še, da sicer vemo, da se stopnje stopnjujejo, ne vemo pa, kakšne so razlike med temi stopnjami, torej ne moremo trditi, da so vsi intervali enaki.

Številске ali numerične spremenljivke pa so tiste, katerih vrednosti se izražajo s številkami, npr. višina, teža, starost, število učencev v oddelku (več v Kožuh, 2011, str. 14). Numerične spremenljivke lahko nadalje delimo na intervalne in razmernostne.

Intervalne spremenljivke imajo vse lastnosti ordinalnih spremenljivk, intervali med stopnjami pa so povsod enaki. Gre torej za tiste spremenljivke, ki imajo določeno mersko enoto (npr. lestvica merjenja temperature v Celzijevih stopinjah). Pri intervalnih spremenljivkah absolutne ničle ni možno določiti.

Primeri intervalnih spremenljivk:

Točke na testu znanja

Temperatura

Razmernostne spremenljivke so intervalne spremenljivke, ki imajo absolutno ničlo. Ta lastnost omogoča, da lahko presodimo, kolikokrat je neka vrednost večja od neke druge vrednosti.

Primeri razmernostnih spremenljivk:

Starost

Telesna masa

Telesna višina

² Likertove lestvice stališč (npr. petstopenjske lestvice) predstavljajo ordinalne spremenljivke. Zaradi enostavnosti interpretacije pa imamo te spremenljivke večkrat za intervalne.

Povzemimo delitev spremenljivk:

Opisne (atributivne)

Nominalne
Ordinalne

Številске (numerične)

Intervalne
Razmernostne

Shema 1 Delitev spremenljivk

V luči statistične obdelave podatkov je treba opredeliti še koncept odvisnih in neodvisnih spremenljivk. O odvisnih in neodvisnih spremenljivkah lahko govorimo le v primerih, ko so spremenljivke v medsebojni povezavi, spremenljivka sama po sebi ne more biti ne odvisna ne neodvisna.

Najpreprostejši so primeri, ko sta v povezavi dve spremenljivki in v tem odnosu ima ena spremenljivka vlogo neodvisne (navadno jo označimo z X), druga pa vlogo odvisne spremenljivke (navadno jo označimo z Y). Vlogo jim pripišemo glede na naravo povezanosti med njima ter glede na cilje raziskave. Poudariti je treba še, da je lahko neka spremenljivka v nekem paru odvisna, v drugem pa neodvisna; zgodi se tudi, da se lahko v istem paru vlogi zamenjata.

Primer: čas učenja in šolska ocena. Načeloma velja, da več učenja pomeni tudi boljšo oceno, lahko pa je ta zveza tudi obratna: boljša ocena lahko vpliva na to, koliko se bo posameznik učil.

1.2 Statistične metode

Za obdelavo podatkov uporabljamo različne statistične metode; te so lahko univariatne, bivariatne ter multivariatne. Univariatne statistične metode so tiste, ki vključujejo eno samo spremenljivko, bivariatne vključujejo dve, multivariatne pa tri in več. Z vidika statistične obdelave podatkov je treba pojasniti tudi pojma deskriptivna in inferenčna statistika.

Deskriptivna statistika se ukvarja z opisovanjem populacij in pojavov (npr. s srednjimi vrednostmi) na podlagi podatkov za celotne populacije, inferenčna pa je namenjena sklepanju z (reprezentativnega) vzorca na populacijo. V primeru, da vzročne podatke uporabimo le za opisovanje vzorcev, nič pa ne sklepamo na osnovno populacijo, smo še vedno pri opisni statistiki (Sagadin, 2003).

V okviru deskriptivne statistike tako določamo (izračunamo):

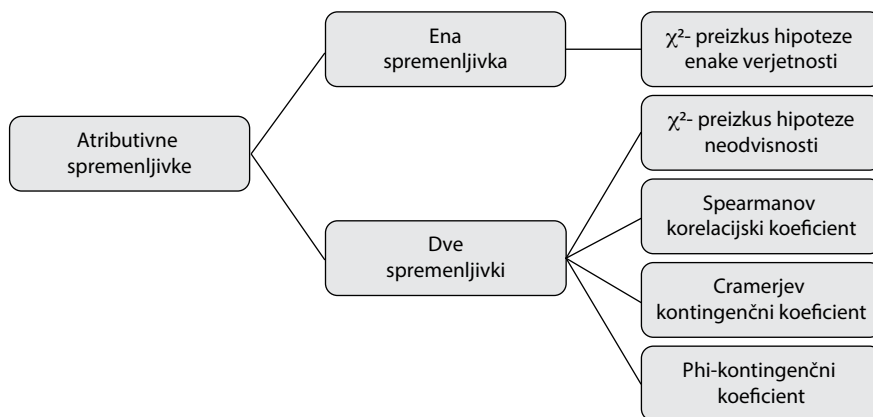
Preglednica 1 Pregled deskriptivnih statističnih metod

Deskriptivna statistika			
Za opisne spremenljivke	Oznaka	Za številske spremenljivke	Oznaka
Frekvenca	F	Aritmetična sredina	M
Odstotek	$f\%$	Mediana	Me_3
		Modus	Mo
		Standardni odklon	s^4
		Najnižja vrednost	Min
		Najvišja vrednost	Max
		Koeficient asimetričnosti	KA^5
		Koeficient sploščenosti	KS^6

Izbor statističnih metod (preizkusov) temelji na presoji o (Bastič, 2006):

- vrsti spremenljivk,
- številu vzorcev,
- povezavi med vzorci (neodvisni ali odvisni).

O neodvisnih vzorcih govorimo takrat, ko enote enega vzorca niso hkrati enote drugega vzorca (npr., v primeru, ko ugotavljamo razlike med do-



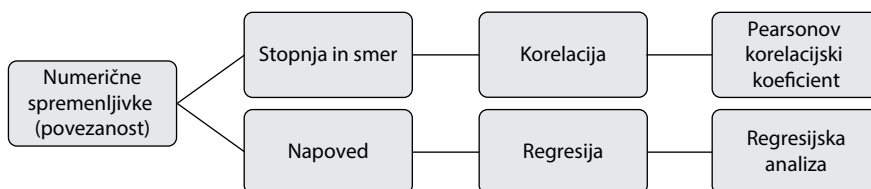
Shema 2 Pregled statističnih metod za atributivne spremenljivke (prirejeno po Cencič, 2009, in Štemberger, 2016)

³ Večkrat pišemo tudi Mdn .

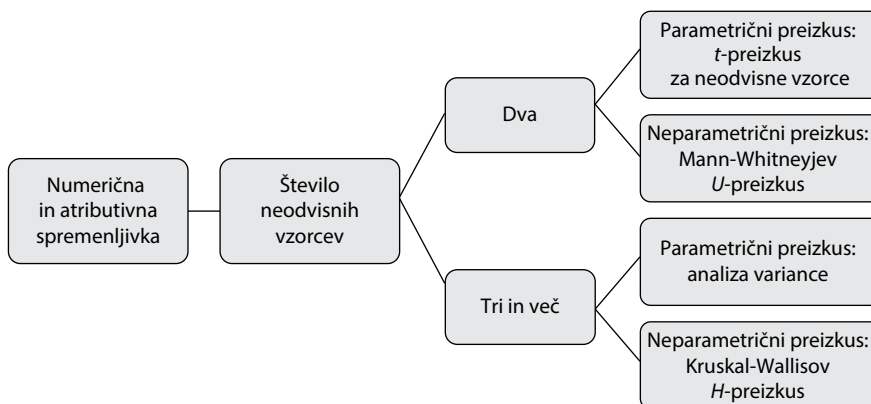
⁴ V literaturi se pojavi tudi oznaka SD (iz angl. *standard deviation*).

⁵ V literaturi se pojavi tudi oznaka $Skew$ (iz angl. *skewness*).

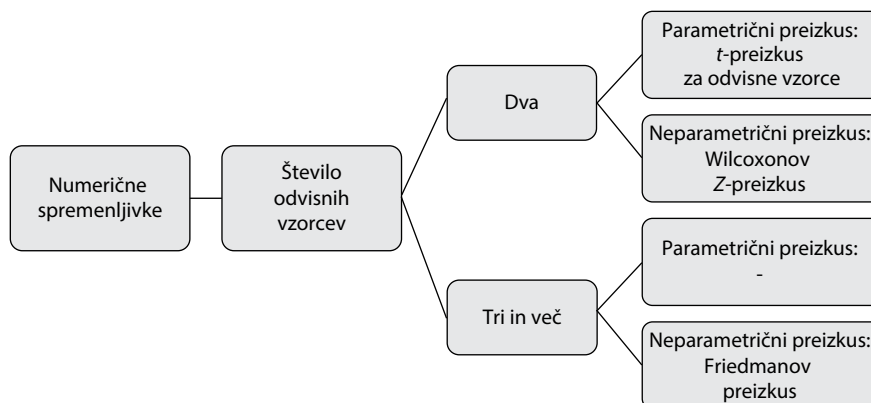
⁶ V literaturi se pojavi tudi oznaka $Kurt$ (iz angl. *kurtosis*).



Shema 3 Pregled statističnih metod za numerične spremenljivke (prirejeno po Cencič, 2009, in Štemberger, 2016)



Shema 4 Pregled parametričnih in neparametričnih statističnih metod za neodvisne vzorce (prirejeno po Cencič, 2009, in Štemberger, 2016)



Shema 5 Pregled parametričnih in neparametričnih statističnih metod za odvisne vzorce (prirejeno po Cencič, 2009, in Štemberger, 2016).

sežki učencev in dosežki učenk, so učenke eden in učenci drugi vzorec, ki sta neodvisna, saj vsebujeta različne enote). Vzorca pa sta odvisna takrat, ko imata iste enote (npr. primerjanje dosežkov ob začetku leta in koncu leta za isti vzorec – torej isto skupino otrok, za katere smo podatke zbirali dvakrat). V razpredelnicah v nadaljevanju prikazujemo nekatere statistične preizkuse, ki so najpogostejše rabljeni v pedagoškem raziskovanju.

Treba je opozoriti (glej tudi Cencič, 2009, str. 90), da so podatki pridobljeni na osnovi ocenjevalne lestvice in na osnovi lestvice stališč dejansko ordinalne spremenljivke ter da je zanje jasno, da parametrični preizkusi, strogo statistično gledano, niso ustrezni. Na drugi strani pa je za pedagoško področje značilno (str. 53), da je večina pojavov takšnih, da za njih ne moremo dobiti numeričnih podatkov (str. 53) oz. da so razmernostne in intervalne spremenljivke za to področje manj značilne kot spremenljivke nižje merske ravni (Sagadin, 2003, str. 11), kar posledično vpliva tudi na manjši (in mersko nižji) nabor statističnih metod. Prav zato se ordinalne spremenljivke s postopkom ponderiranja velikokrat obravnava kot intervalne in posledično se tudi v takih primerih uporabljajo parametrični statistični preizkusi, pri čemer je potrebna posebna pozornost pri interpretaciji rezultatov, saj je treba upoštevati specifično naravo ordinalnih spremenljivk (več v Kožuh, 2013, str. 45, 54–55).

1.3 Statistična značilnost in velikost učinka

V kvantitativnih raziskavah zbiramo kvantitativne (tj. številske) podatke. S pomočjo primernih statističnih metod te podatke obdelamo in interpretiramo rezultate. Pri interpretaciji pridobljenih rezultatov le-te primerjamo z določeno porazdelitvijo (npr. normalno porazdelitvijo). To nam omogoča oceniti verjetnost, da bi dobili določeno vrednost, če v populaciji ne bi bilo nobenega učinka (ali, drugače, če bi bila potrjena ničelna hipoteza). Če je verjetnost, da bi bili rezultati, kot smo jih pridobili, naključni, majhna, to pripisujemo učinku v naših podatkih, kar imenujemo *statistična pomembnost*. Ta postopek se imenuje tudi *preverjanje ničelne hipoteze*. Da torej določimo, ali so dobljeni rezultati naključni, se poslužujemo t. i. *p*-vrednosti, ki je število med 0 in 1. V inferenčni statistiki je *p*-vrednost verjetnost, da bi pod pogojem, da je ničelna hipoteza resnična, dobili rezultate, skladne s tistimi, ki so bili opaženi med preizkusom. Gre torej za vrednost, ki nam pomaga razumeti, ali je razlika med opaženim in predpostavljenim rezultatom posledica naključnosti ali je ta razlika statistično pomembna. Čeprav lahko izberemo poljubno stopnjo tveganja (tj. največjo vrednost *p*-vrednosti, za katero ovržemo ničelno hipotezo), se v družboslovju

Preglednica 2 Mere velikosti učinka in interpretacija (povzeto po Ferguson, 2016, Fritz idr., 2012, in Štemberger, 2021)

Statistični preizkus	Mera velikosti učinka	Velikost učinka		
		Majhen	Srednji	Velik
t -preizkus za neodvisne vzorce	Cohenov d	0,20	0,50	0,80
t -preizkus za odvisne vzorce	Cohenov d	0,20	0,50	0,80
Analiza variance (ANOVA)	Parcialni eta-kvadrat (η_p^2)	0,10	0,25	0,40
Korelacija	Korelacijski koeficient (r)	0,10	0,30	0,50
Mann-Whitneyjev U -preizkus	Biseriální korelacijski koeficient (r)	0,10	0,30	0,50
Wilcoxonov preizkus	Biseriální korelacijski koeficient (r)	0,10	0,30	0,50
Kruskal-Wallisov H -preizkus	Epsilon-kvadrat (ϵ^2)	0,03	0,10	0,25

navadno uporablja mejno vrednost 0,05. To pomeni, da če je p -vrednost manjša od 0,05 ($p < 0,05$), ničelno hipotezo ovržemo, sicer jo sprejmemo.

Primer: Na neki šoli opravimo raziskavo in želimo razumeti, ali imajo fantje in dekleta primerljive dosežke na testu znanja. Zberemo podatke za 92 dijakov. Za dekleta ($n = 42$) smo izračunali povprečje $M = 3,60$ in standardni odklon $S = 1,25$, za fante ($n = 50$) imamo $M = 2,56$ in $S = 1,33$. Iz podatkov bi lahko sklepali, da imajo fantje nižje povprečje od deklet. Želimo pa razumeti, ali gre za slučajne razlike ali so dekleta dejansko uspešnejša pri reševanju testa znanja. S t -preizkusom za neodvisne vzorce (glej razdelek 4.3.2) smo preverjali ničelno hipotezo H_0 : »Med dosežkom fantov in deklet ni razlik«. Preizkus je pokazal sledeče vrednosti:

$$\begin{aligned} df &= 90 \\ t &= 3,8256 \\ p &= 0,0002 \end{aligned}$$

Če si ogledamo zgolj p -vrednost ($p = 0,0002$), opazimo, da je ta manjša od kritične vrednosti 0,05 ($0,0002 < 0,05$), zato ničelno hipotezo ovržemo in sprejmemo raziskovalno (alternativno) hipotezo H_1 : »Med dosežki fantov in deklet obstajajo statistično značilne razlike«. V kolikor je povprečje deklet večje od povprečja fantov, lahko zaključimo, da imajo na testu znanja dekleta dejansko višje dosežke od fantov.

Kljub temu pa lahko arbitrarno določena vrednost p vodi v napačno razumevanje rezultatov in napako pri interpretaciji ter sklepanju (Štemberger, 2021). Zato se je v literaturi pojavil poziv k temu, da bi v raziskavah pri poročanju o rezultatih podatku o statistični značilnosti (p -vrednosti) dodali tudi podatek o velikosti učinka. Velikost učinka je način kvantifikacije razlik med

skupinami. V preglednici 2 predstavimo nekaj najbolj uporabljenih mer velikosti učinka in njihovo interpretacijo.

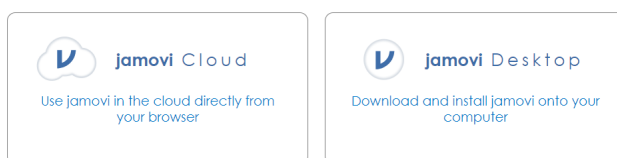
Primer: Vrnimo se na prejšnji primer, pri katerem smo ugotovili, da med fanti in dekleti pri dosežkih na testu znanja iz matematike obstajajo statistično značilne razlike. Izračunamo še Cohenov d -koeficient in dobimo vrednost $d = 0,8058$. Na podlagi predloga iz preglednice 2 sledi interpretacija, da je velikost učinka velika. Zaključimo torej, da imajo dekleta na testu znanja dejansko višje dosežke od fantov in da so razlike velike.

Uvod v jamovi

2.1 Nastavitve v Jamoviju

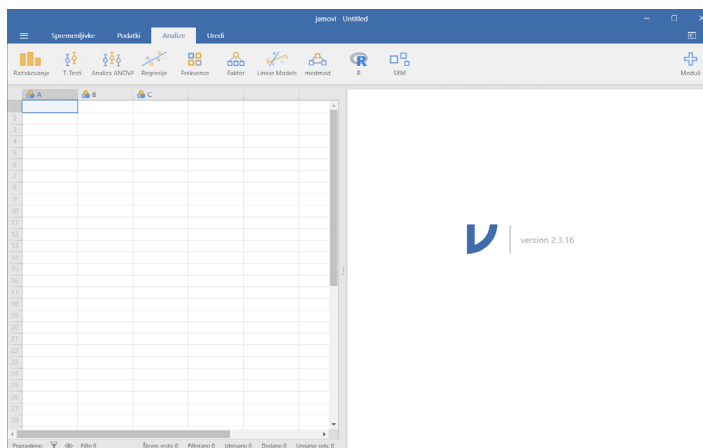
2.1.1 Kako nastaviti Jamovi

Uradna spletna stran Jamovija (<https://www.jamovi.org/>) potencialnemu uporabniku omogoča, da si Jamovi naloži na računalnik (*jamovi Desktop*) ali pa uporablja prosto dostopno spletno različico tega programa (*jamovi Cloud*) (slika 2).



Slika 2 Gumba na uradni spletni strani Jamovija

V nadaljevanju podrobneje predstavljamo računalniško različico *jamovi Desktop*. Večino operacij, ki jih bomo predstavili v tem delu, je mogoče podobno opraviti tudi na prosto dostopni spletni različici, vendar sta število statističnih preizkusov, ki jih je mogoče opraviti preko spleta, in maksimalno število vrstic ter stolpcov, ki jih je mogoče napolniti, omejena.



Slika 3 Pogled na Jamovi

2.1.2 Prvi koraki v Jamoviju

Ko zaženemo računalniško različico programa, se odpre okno (slika 3), ki spominja na druge statistične programe, kot sta SPSS in Excel, pri čemer pa Jamovi omogoča tudi rabo slovenščine. To nastavimo tako, da kliknemo na tropičje na desni strani okna (slika 4) in izberemo slovenski (ali drugi) jezik (slika 5). Preden lahko uporabljamo Jamovi v drugem jeziku, je treba program zapreti in ga ponovno zagnati.

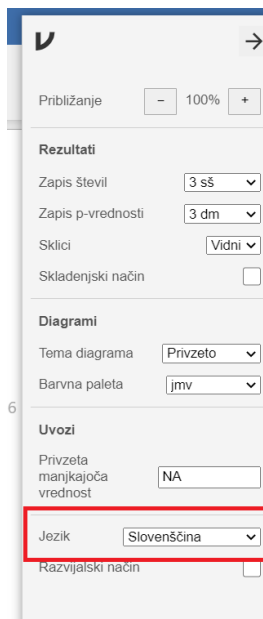
V zgornjem delu okna (slika 6) se prikažejo meniji:

- tri vzporedne črte: dostop do glavnega menija (kjer lahko shranimo dokument, odpiramo datoteke ipd.);
- spremenljivke: dostop do opisa posameznih spremenljivk;
- podatki: ogled podatkov, ki so bili vneseni v delovno okno;
- analize: dostop do različnih statističnih preizkusov;
- uredi: dostop do urejanja besedila, ki se pokaže pri rezultatih statističnih preizkusov.

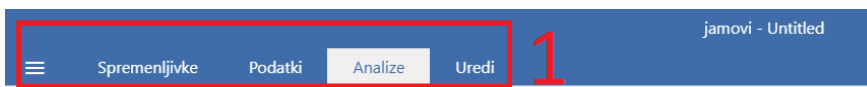
Osrednji del okna (slika 7) je razdeljen na dva dela: del, kjer se vnaša podatke (1), in del, kjer se prikazujejo rezultati statističnih preizkusov, grafi ter druge analize (2).



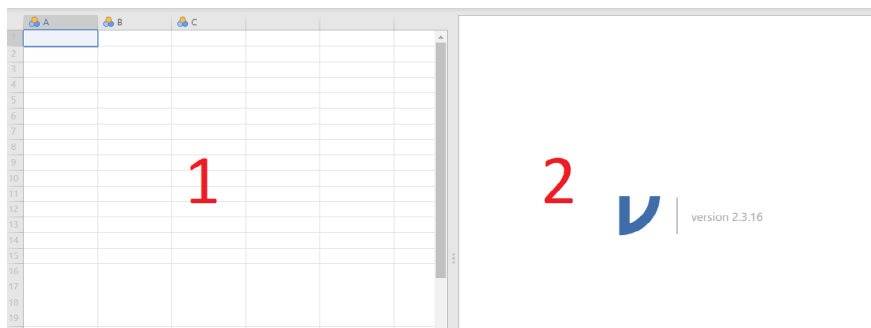
Slika 4 Tropičje za nastavev jezika



Slika 5 Nastavev jezika



Slika 6 Meniji



Slika 7 Delovno polje v Jamoviju



Slika 8 Podmeniji za posamezne statistične metode

Podmenije za posamezne statistične metode najdemo v meniju »Analize«, nato pa v različnih podmenijih izbiramo med različnimi preizkusi, ki jih prikazujemo v nadaljevanju (slika 8).

Jamovi je programsko orodje, ki omogoča enostavno uporabo najrazličnejših statističnih metod. Kot je razvidno iz slik 7 in 8, se v program vnese spremenljivke in podatke, nato pa se v meniju »Analize« izbere ustrezen ukaz. Podatke lahko v Jamovi vnašamo ročno, lahko pa jih tudi prenesemo iz obstoječih baz podatkov (npr. iz Excela, SPSS-a ipd.).

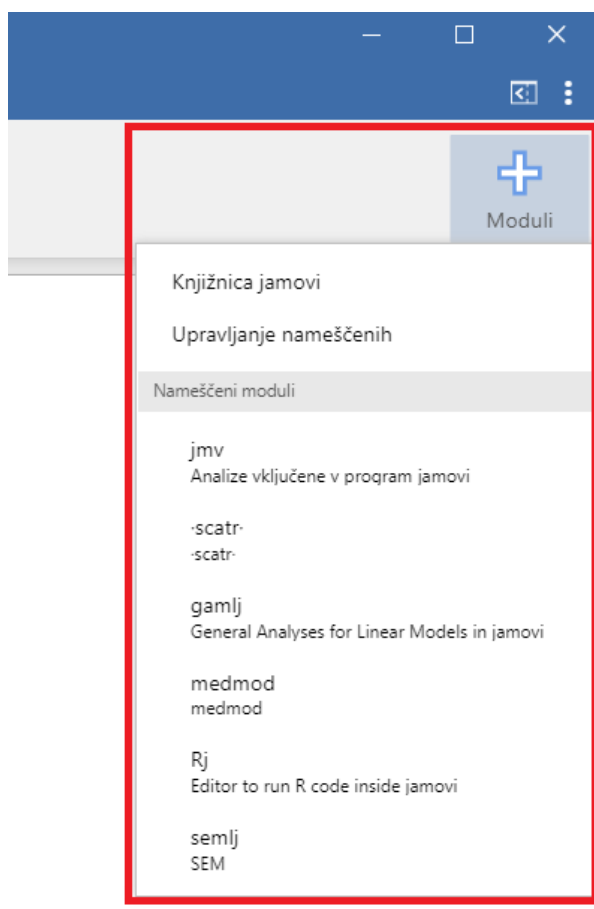
2.1.3 Nastavitev dodatnih modulov

Poleg osnovnih statističnih preizkusov je mogoče v Jamovi nastaviti določene »module«, ki omogočajo kompleksnejše analize.⁷ To storimo tako, da kliknemo na gumb »Moduli« (slika 9), kjer se prikaže seznam možnih operacij. Tu se prikaže seznam dodatnih modulov, ki smo jih namestili. Za namestitev dodatnih

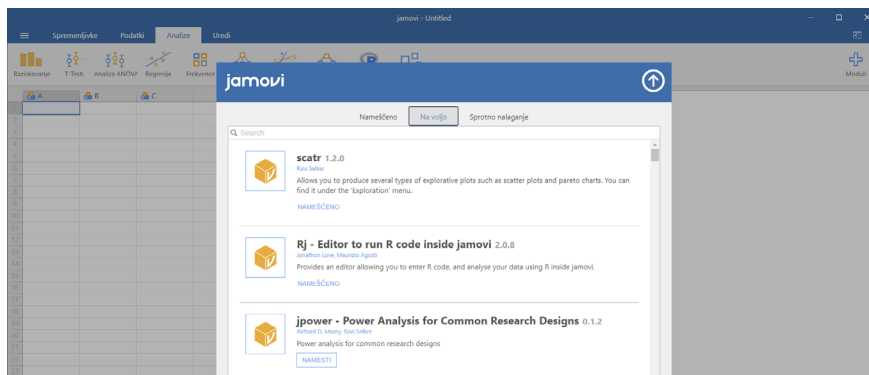
⁷ Nekatere module so razvili sami raziskovalci Jamovija, druge pa so sestavili uporabniki Jamovija na podlagi potreb. Vsi moduli so prosto dostopni. Vsak uporabnik lahko ustvari modul, ki ga potrebuje.

modulov zadostuje, da kliknemo na možnost »Knjižnica jamovi«. Odpre se novo okno (slika 10), iz katerega lahko izberemo module, ki jih želimo nastaviti.

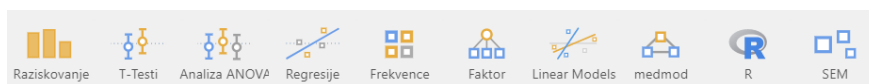
Npr., če želimo opravljati analize s splošnimi linearnimi modeli, nastavimo modul »gamlj«, za mediacijske in moderacijske analize lahko nastavimo modul »medmod«. Svetujemo, da si nastavite modul »moretests«, ki dovoljuje opravljanje dodatnih preizkusov normalnosti (npr. preizkus Kolmogorov-Smirnova in Anderson-Darlingov preizkus) in dodatne preizkuse homogenosti varianc (npr. Bartlettov preizkus). Ko nastavimo dodatne module, se v nekaterih primerih pokaže dodatni gumb v zgornjem oknu »Analize« (slika 11).



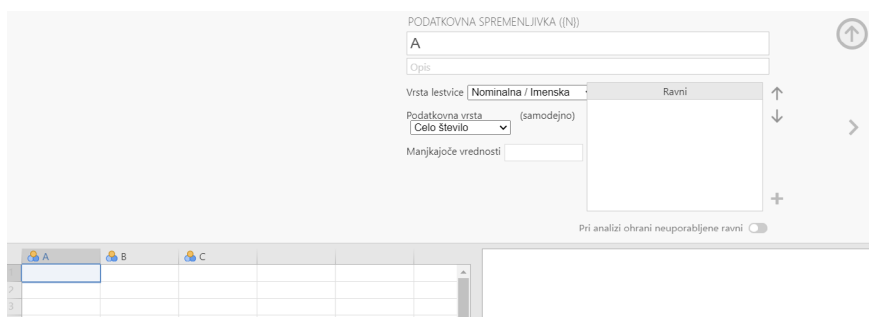
Slika 9 Gumb »Moduli« in seznam



Slika 10 Nastavitev dodatnih modulov



Slika 11 Gumbi dodatnih modulov (»Linear Models«, »medmod«, »R« in »SEM«)

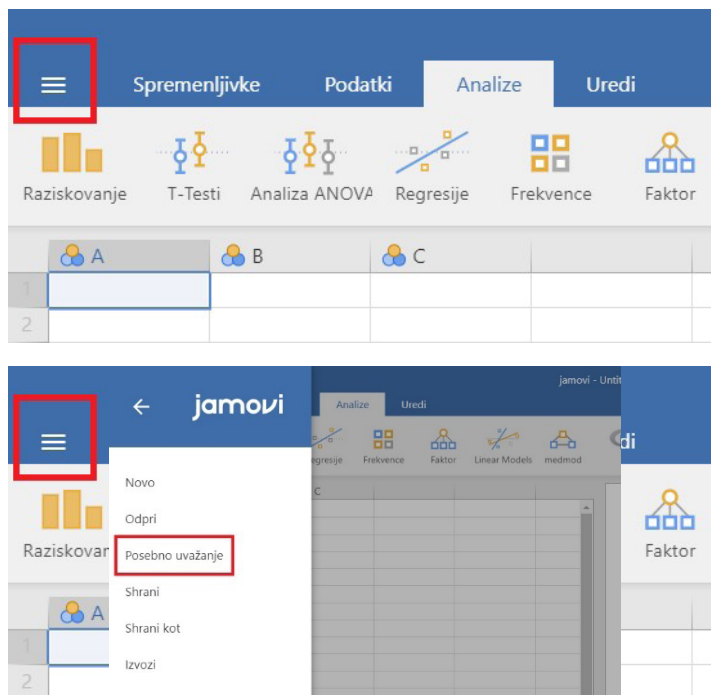


Slika 12 Izbira spremenljivke

2.1.4 Vnos spremenljivk in podatkov

V delovno okno Jamovija je mogoče ročno vnesti podatke tako, da v posamezno celico vpišemo vrednosti. Če dvakrat kliknemo na ime stolpca (slika 12), je mogoče spremeniti ime spremenljivke, njeno tipologijo (»Nominalna/Imenska«, »Ordinalna/Urejenostna«, »Numerična/Številska« ali »Oznaka ID«⁸) in njene vrednosti (»Celo število«, »Decimalno število« ali »Besedilno«). V okno »Manjkajoče vrednosti« lahko vpišemo vrednosti spremenljivke, za katere želimo, da jih ima Jamovi za manjkajoče.

⁸ Tipologijo spremenljivke »Oznaka ID« uporabljamo, ko želimo označiti ali oštevilčiti posamezne sodelujoče, npr. z zaporednimi števkami (npr. »1«, »2« itn.) ali s kodami (npr. »MaLuo3«, »LuSro5« itn.).



Slika 13 Uvoz baze podatkov

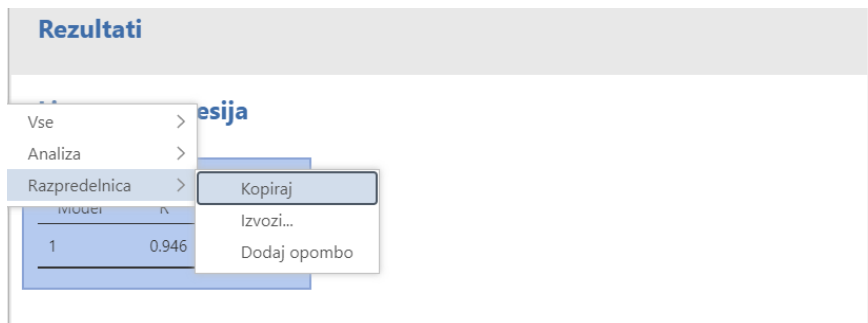
Za vnos baze podatkov, ki je bila predhodno pripravljena v kakem drugem programu (npr. v Excelu, SPSS-u ali drugem Jamoviju), kliknemo na gumb glavnega menija (tri vzporedne črte), nato »Posebno uvažanje«, nakar izberemo datoteko v svojem računalniku (»Prebrskaj«) (slika 13).

2.1.5 Kopiranje rezultatov in urejanje

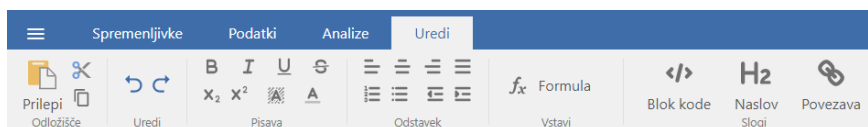
Velika prednost programa Jamovi je ta, da je mogoče kopirati rezultate statističnih preizkusov (navadno v obliki preglednic), ki jih nato lahko prilepimo v dokument oz. poročilo raziskave. To napravimo tako, da v oknu rezultatov postavimo miško nad preglednico, ki jo želimo kopirati, nato z desnim klikom miške v seznamu izberemo ukaz »Razpredelnica« in možnost »Kopiraj« (slika 14).

Poleg kopiranja preglednic je mogoče v meniju »Uredi« (slika 15) spremeniti tudi naslove, velikost črk ipd.

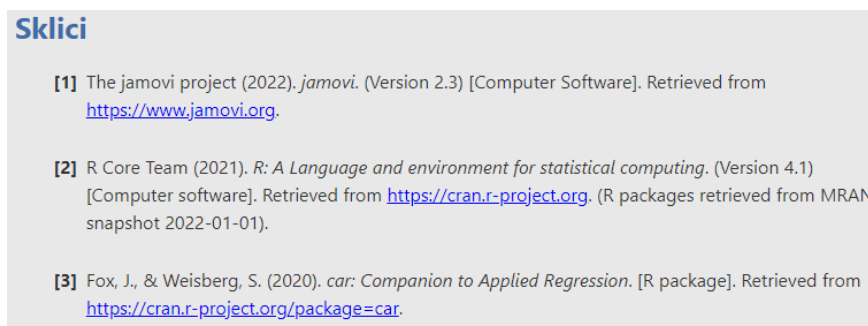
Nasvet: ko pripravljamo poročilo raziskave (npr. znanstveni članek, seminarsko nalogo, predstavitev za konferenco ipd.), je primerneje, da ustvarimo novo ustrezno preglednico, ki jo nato »ročno« izpolnimo z rezultati statističnih analiz.



Slika 14 Kopiranje preglednice v oknu rezultatov



Slika 15 Pogled na meni »Uredi«



Slika 16 Pogled na sklice v Jamoviju

2.1.6 Sklici

V primeru določenih preizkusov Jamovi v oknu rezultatov izpiše tudi sklice (reference) na določene publikacije ali statistične pakete, ki jih uporablja za opravljanje specifičnih analiz. Ko pripravljamo poročilo o raziskavi, lahko za utemeljitev rabe določenih preizkusov uporabimo tudi sklice, ki jih povzame Jamovi. Tako se, npr., pri računanju linearnih regresij pojavijo sklici na sliki 16.

2.1.7 Napake

Možno je, da se zaradi posebne porazdelitve podatkov ali zaradi prekomerne uporabe spomina računalnika⁹ pojavijo določene napake pri navajanju

⁹ Npr., če analiziramo zelo veliko količino podatkov, ki zahteva kompleksne izračune s strani računalnika.

Structural Equation Models

This analysis has terminated, likely due to hitting a resource limit.

Models Info

Slika 17 Primer napake v Jamoviju

analiz (slika 17). V tem primeru je program najbolje ponovno zagnati. Če se napaka ponavlja, pa je smiselno ponovno zagnati računalnik.

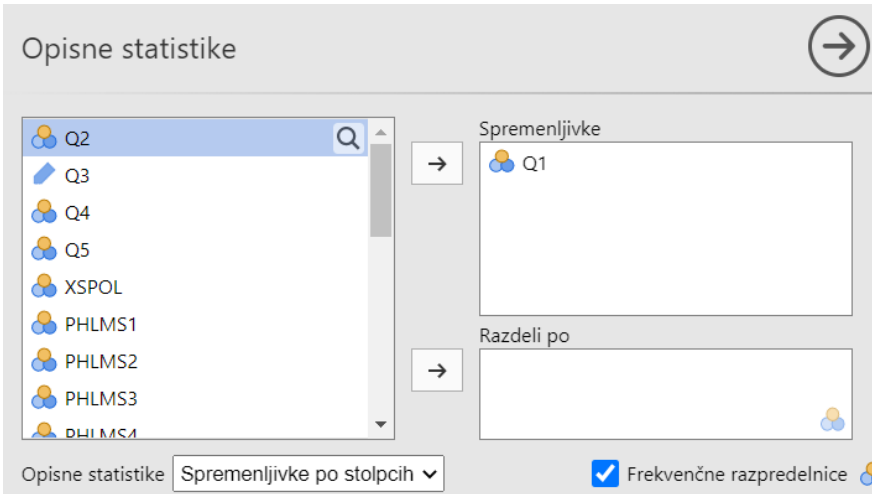
2.2 Pregled statističnih metod in ukazov za eno spremenljivko

V preglednici 2 predstavimo pregled metod in ukazov za eno spremenljivko. Vse te opravimo v meniju »Analize«.

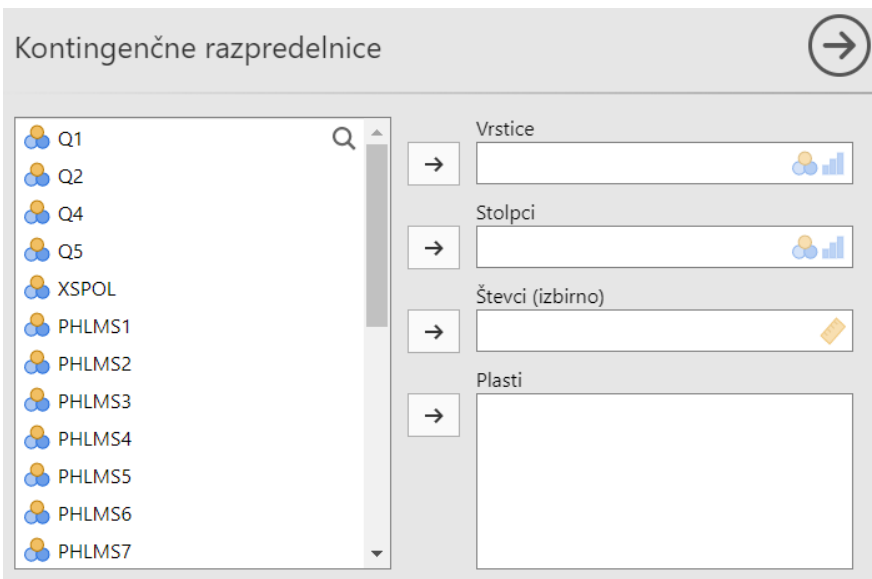
Preglednica 3 Pregled metod in ukazov za eno spremenljivko v meniju »Analize« (prirejeno po Čagran, 2004, str. 48)

Spremenljivka	Statistična metoda	Jamovi			
		Meni	Podmeni	Ukaz	Statistike
Atributivna (opisna)	Tabelarični in grafični prikazi frekvenčnih (f) in strukturnih ($f\%$) porazdelitev	Analize	Raziskovanje	Opisne statistike	Frekvenčne razporednice (slika 12) in Diagrami
	χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti	Analize	Frekvence	Neodvisni vzorci (Preizkus asociacij χ^2)	Statistike (npr. χ^2) (sliki 13a in 13b)
Numerična (številčna)	Osnovna opisna statistika (srednje vrednosti, mere razpršenosti, asimetrije, sploščenosti)	Analize	Raziskovanje	Opisne statistike	Statistike (npr. »Povprečna vrednost«, »Mediana«, »Modus«, »St. odklon«, »Asimetrija«, »Sploščenost« idr.) (slika 14)
	Preizkus normalnosti porazdelitve	Analize	Raziskovanje	Opisne statistike	Statistike (»Shapiro-Wilkov preizkus« ¹⁰) (slika 14)

¹⁰ Shapiro-Wilkov preizkus normalnosti za posamezne spremenljivke je mogoče opraviti v podmeniju »Raziskovanje«. Če uporabljamo parametrične preizkuse (npr. t -preizkus), je mogoče opraviti, poleg Shapiro-Wilkovega preizkusa, tudi preizkus Kolmogorov-Smirnova in Anderson-Darlingov preizkus, če ste namestili modul »moretests«, kar v menijih »t-testi« in »Analiza ANOVA«. *Opomba:* Shapiro-Wilkov preizkus je odličen preizkus normalnosti, ki zelo dobro deluje pri relativno majhnih vzorcih. Za velike vzorce ($N > 3000$) je v Jamoviju nemogoče opraviti preizkus normalnosti. V tem primeru je najbolje uporabljati preizkus Kolmogorov-Smirnova ali Anderson-Darlingov preizkus v podmeniju parametričnih preizkusov (npr. v razdelku za t -preizkus za en vzorec).



Slika 18 Frekvenčne razporednice



Slika 19 Okno χ^2 -preizkusa

▼

Statistike

Testi

☒ χ^2
☐ χ^2 popravek zveznosti
 ☐ Razmerje verjetij
 ☐ Fisherjev natančni test
 ☐ z-test razlike dveh sorazmernih deležev

Mere primerjave (le 2x2)

☐ Razmerje obovetov
 ☐ Log razmerje obovetov
 ☐ Relativno tveganje
 ☐ Razlika sorazmernih deležev
 ☒ Intervali zaupanja

Razmik %

Primerjaj ▼

Hipoteza

☒ Skupina 1 $\neq$ Skupina 2
 ☐ Skupina 1 > Skupina 2
 ☐ Skupina 1 < Skupina 2

Nominalna / Imenska

☐ Kontingenčni koeficient
 ☐ Fi in Cramerjev V

Ordinalna / Urejenostna

☐ Gama
 ☐ Kendallov tau-b
 ☐ Mantel-Haenszelov test

Slika 20 Možne statistike za χ^2 -preizkus

▼

Statistike

Velikost vzorca

☒ N
 ☒ Manjkajoče

Percentilne Vrednosti

☐ Točke prereza za enake skupine
 ☐ Percentili

Razpršitev

☒ St. Odklon
 ☒ Najmanjša širina-
 ☐ Varianca
 ☒ Največja vrednost-
 ☐ Obseg
 ☐ Interkvartilni razmik (IQR)

Razpršitev povprečja

☐ St. napaka povprečja
 ☐ Interval zaupanja za povprečno vrednost %

Sredinjska simetrija

☒ Povprečna vrednost
 ☒ Mediana
 ☐ Modus
 ☐ Vsota

Porazdelitev

☐ Asimetrija
 ☐ Sploščenost

Normalnost

☐ Shapiro-Wilksov preizkus

Slika 21 Statistike, ki jih je mogoče izbrati s tem, da se odkljuka posamezno okence

2.2.1 Pregled parametričnih preizkusov in ukazov

Preglednica 4 Pregled parametričnih preizkusov in ukazov (prirejeno po Čagran, 2004, str. 49)

Spremenljivke (k –število kategorij)		Statistična metoda	Jamovi			
Odvisne	Neodvisne		Podmeni	Možnost	Ukaz	Dodatne nastavitve
1	1 ($k = 2$) – opisna	t -preizkus za neodvisne vzorke	t -testi	t -test neodvisnih vzorcev	t -test ¹¹ <i>ali</i> Wel- chev t ¹² (slika 15)	Velikost učinka; ¹³ Opisne statistike; Test homoge- nosti; ¹⁴ Test normalnosti ¹⁵
1	1 ($k \geq 3$) opisna	Analiza variance	Analiza ANOVA	Enosmerna ANOVA <i>ali</i> Analiza ANOVA ¹⁶	Ne privzemi enakosti (Welchev test) <i>ali</i> Privzemi enakost (Fisherjev test)	Razpredelnica opisne sta- tistike; Test homogenosti; Test normalnosti; Testi Post-Hoc ¹⁷
1	1 številčna	t -preizkus za odvisne vzorce	t -testi	t -test odvisnih vzorcev	t -test	Velikost učinka ¹⁸ ; Opisne statistike; Test normalnosti.

¹¹ Za uporabo t -preizkusa mora biti zadoščeno dvema pogojema: (1) podatki so normalno porazdeljeni in (2) variance so homogeno porazdeljene. Glej tudi: »Test homogenosti« in »Test normalnosti«.

¹² Welchov preizkus uporabljamo v primeru, da pogoju enakosti varianc ni zadoščeno.

¹³ V primeru t -preizkusa gre za Cohenov d .

¹⁴ Po nastavitvi modula »morettestes« Jamovi predstavi dva preizkusa za homogenost varianc, tj. Levenov preizkus in razmerje varianc.

¹⁵ V primeru majhnih vzorcev ($N < 3000$), če smo namestili modul »morettestes«, Jamovi predstavi tri preizkuse normalnosti: Shapiro-Wilkov, Kolmogorov-Smirnova in Anderson-Darlingov. Sicer je mogoče na normalnost podatkov sklepati iz diagramov Q-Q: če obstaja linearna relacija med teoretičnimi kvartili in standardiziranimi ostanki (tj. se podatki nahajajo »blizu« načrtane diagonale), so podatki normalno porazdeljeni.

¹⁶ V primeru »Analiza ANOVA« je mogoče izračunati tudi velikosti učinka (eta-kvadrat, delni eta-kvadrat in omega-kvadrat).

¹⁷ Možno je izbrati različne *post-hoc* preizkuse, npr. »Games-Howellov test (neenake variance)« in »Tukeyev test (enake variance)«.

¹⁸ Tudi v tem primeru gre za Cohenov d .

T-Test neodvisnih vzorcev

Q1
Q2
Q4
Q5
XSPOL
PHLMS1
PHLMS2
PHLMS3

→

Odvisne spremenljivke

→

Združevalna spremenljivka

Testi
☒ T-test
☐ Bayesov faktor
Prior 0.707
☐ Welchov t
☐ Mann-Whitneyev U

Dodatna statistika
☐ Povprečna razlika
☐ Interval zaupanja 95 %
☐ Velikost učinka
☐ Interval zaupanja 95 %
☐ Opisne statistike
☐ Opisni izrisi

Hipoteza
☒ Skupina 1 ≠ Skupina 2
☐ Skupina 1 > Skupina 2
☐ Skupina 1 < Skupina 2

Manjkajoče vrednosti
☒ Izloči primere analizo-po-analizo

Preverjanje napovedi
☐ Test homogenosti
☐ Test normalnosti
☐ Diagram Q-Q

Slika 22 t-preizkus za neodvisne vzorce

Enosmerna ANOVA

Q1
Q2
Q4
Q5
XSPOL
PHLMS1
PHLMS2
PHLMS3

→

Odvisne spremenljivke

→

Združevalna spremenljivka

Variance
☒ Ne privzemi enakosti (Welchov test)
☐ Privzemi enakost (Fisherjev test)

Dodatna statistika
☐ Razporednica opisne statistike
☐ Opisni izrisi

Manjkajoče Vrednosti
☒ Izloči primere analizo-po-analizo
☐ Izloči nepopolne primere

Preverjanje napovedi
☐ Test homogenosti
☐ Test normalnosti
☐ Diagram normale Q-Q

Slika 23 Enosmerna ANOVA

2.2.2 Pregled neparametričnih preizkusov in ukazov

V Jamoviju se neparametrični preizkusi nahajajo v istih menijih kot njihove parametrične različice.

Preglednica 5 Pregled neparametričnih preizkusov in ukazov (prirejeno po Čagran, 2004, str. 49)				
Spremenljivke (k – število kategorij)		Jamovi		
Odvise	Neodvisne	Statistična metoda		Dodatne nastavitve
		Podmeni	Možnost	Ukaz
1 številčna	1 ($k = 2$) opisna	Mann-Whitneyjev U -preizkus	t-testi	Mann-Whitneyjev U (slika 17)
1 številčna	1 ($k \geq 3$) opisna	Kruskal-Wallisov H -preizkus	Enosmerna ANOVA	Velikost učinka ¹⁹ Velikost učinka ²⁰ Parna primerjava DSCF ²¹
1 številčna	1 številčna	Wilcoxonov preizkus s predznačnimi rangi	t-testi	Wilcoxonov preizkus rangov (slika 19)
1 opisna	1 opisna	χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti	Frekvence	Velikost učinka ²² χ^2 /

¹⁹ V primeru Mann-Whitneyjevega U -preizkusa gre za biserialno korelacijo rangov r .
²⁰ V primeru Kruskal-Wallisovega preizkusa gre za epsilon-kvadrat.
²¹ Parna primerjava Dwass-Steel-Critchlow-Fligner je *post-hoc* preizkus za neparametrični Kruskal-Wallisov preizkus, ki med sabo pri-
merja vse pare kategorij.
²² V primeru Wilcoxonovega preizkusa gre za biserialno korelacijo rangov r .

T-Test neodvisnih vzorcev

Q1
Q2
Q4
Q5
XSPOL
PHLMS1
PHLMS2
PHLMS3

→

Odvisne spremenljivke

←

Združevalna spremenljivka

Testi

☐ T-test

☐ Bayesov faktor

Prior 0.707

☐ Welchov t

☒ Mann-Whitneyev U

Hipoteza

☒ Skupina 1 ≠ Skupina 2

☐ Skupina 1 > Skupina 2

☐ Skupina 1 < Skupina 2

Manjkajoče vrednosti

Dodatna statistika

☐ Povprečna razlika

☐ Interval zaupanja 95 %

☐ Velikost učinka

☐ Interval zaupanja 95 %

☐ Opisne statistike

☐ Opisni izrisi

Preverjanje napovedi

☐ Test homogenosti

☐ Test normalnosti

☐ Diagram Q-Q

Slika 24 Mann-Whitneyjev U-preizkus

Enosmerna ANOVA (Neparametrična)

Q1
Q2
Q4
Q5
XSPOL
PHLMS1
PHLMS2
PHLMS3

→

Odvisne spremenljivke

→

Združevalna spremenljivka

☐ Velikost učinka

☐ Parna primerjava DSCF

Slika 25 Kruskal-Wallisov preizkus

T-Test odvisnih vzorcev

Q1
Q2
Q4
Q5
XSPOL
PHLMS1
PHLMS2
PHLMS3

Parjene spremenljivke

Testi

☐ T-test

☐ Bayesov faktor

Prior 0.707

☒ Wilcoxonov preizkus rangov

Hipoteza

☒ Mera 1 ≠ Mera 2

☐ Mera 1 > Mera 2

☐ Mera 1 < Mera 2

Manjkajoče vrednosti

☒ Izloči primere analizo-po-analizo

Dodatna statistika

☐ Povprečna razlika

☐ Interval zaupanja 95 %

☐ Velikost učinka

☐ Interval zaupanja 95 %

☐ Opisne statistike

☐ Opisni izrisi

Preverjanje napovedi

☐ Test normalnosti

☐ Diagram normale Q-Q

Slika 26 Wilcoxonov preizkus s predznačnimi rangi

Kontingenčne razporednice odvisnih parov vzorcev

Q1
Q2
Q4
Q5
XSPOL
PHLMS1
PHLMS2
PHLMS3

Vrstice

Stolpci

Števci (izbirno)

☒ χ^2

☐ χ^2 popravek zveznosti

☐ Natančno logaritemsko razmerje obetov

Odstotki

☐ Vrstica

☐ Stolpec

Slika 27 χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti

2.2.3 Pregled analize povezanosti

Preglednica 6 Pregled korelacij

Spremenljivke	Statistična metoda	Jamovi			
		Podmeni	Možnost	Ukaz	Dodatne nastavitve
Ordinalne	Spearmanova korelacija	Regresije	Korelacijska matrika	Spearman (slika 21)	/
Intervalne ali razmernostne	Pearsonova korelacija	Regresije	Korelacijska matrika	Pearsonova korelacija (slika 21)	/

Korelacijska matrika

Q1
Q2
Q4
Q5
XSPOL
PHLMS1
PHLMS2
PHLMS3

Korelacijski koeficienti

☒ Pearsonova korelacija
☐ Spearman
☐ Kendallov tau-b

Hipoteza

☒ Nedoločena korelacija
☐ Pozitivna korelacija
☐ Negativna korelacija

Dodatne možnosti

☒ Izpiši statistično značilnost
☐ Označi statistično značilne korelacije
☐ N
☐ Intervali zaupanja
Razmik 95 %

Diagram

☐ Korelacijska matrika
☐ Gostote spremenljivk
☐ Statistike

Slika 28 Korelacijska analiza

Primer instrumenta zbiranja podatkov

3.1 Instrument zbiranja podatkov

V nadaljevanju predstavimo primer instrumenta zbiranja podatkov, tj. vprašalnika o kompetenci podjetnosti (KP) za učiteljice in učitelje. Instrument bomo uporabljali, da bomo predstavili različne analize.

VPRAŠALNIK O KOMPETENCI PODJETNOSTI (KP) ZA UČITELJICE IN UČITELJE

Q2 – Spol:

- ☐ moški
- ☐ ženski

Q3 – Starost (prosimo, zapišite):

Q4 – Delovna doba (prosimo, zapišite):

Q5 – Najvišja dosežena stopnja izobrazbe:

- ☐ visokošolski strokovni študijski program (sprejet pred 11. junijem 2004; ekvivalent I. bolonjski stopnji)
- ☐ univerzitetni študijski program (sprejet pred 11. junijem 2004; ekvivalent II. bolonjski stopnji)
- ☐ visokošolski strokovni študijski program prve stopnje
- ☐ univerzitetni študijski program prve stopnje
- ☐ magistrski študijski program druge stopnje
- ☐ specializacija
- ☐ magisterij znanosti
- ☐ doktorat znanosti

Q4 – Poklic (prosimo, zapišite):

Q9 – Okolje šole:

- ☐ mestna šola
- ☐ primestna šola
- ☐ vaška šola

Q10 – Regija šole:

- ☐ pomurska
- ☐ koroška
- ☐ zasavska
- ☐ jugovzhodna Slovenija
- ☐ gorenjska
- ☐ primorsko-notranjska
- ☐ podravska
- ☐ savinjska
- ☐ posavska
- ☐ osrednjeslovenska
- ☐ goriška
- ☐ obalno-kraška

Q11 – Triletnje poučevanja:

Možnih je več odgovorov

- ☐ prvo
- ☐ drugo
- ☐ tretje
- ☐ drugo:

Q14 – V preglednici so navedene trditve, ki izhajajo iz koncepta podjetnosti v slovenskem prostoru. Na lestvici od 1 do 5 ocenite, v kolikšni meri posamezna trditev velja za vas, pri čemer 1 pomeni nikakor ne velja, 5 pa popolnoma velja.

		1	2	3	4	5
Q14a	Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14b	Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14c	Sposoben/-na sem načrtovati in izvajati projekte.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14d	Sposoben/-na sem sodelovanja v skupini.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14e	Problemsko zastavljam delo pri pouku šolskih predmetov.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14f	Odprt/-a sem za razlike.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14g	Mladim ponujam prakso samooskrbe kot dela skrbi zase in za druge.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14h	Razvito imam možnost samoomejevanja.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14i	Pomagam sočloveku v stiski.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14j	Pripravljen/-a sem ponuditi in sprejeti ponudbo izmenjave dobrin ter storitev (npr. izmenjave oblačil, hrane, strojev, prenočitve v zasebnih stanovanjih).	☐	☐	☐	☐	☐
Q14k	Znam skrbeti zase.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14l	Izmenjam znanje brez plačila.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14m	Prispevam k reševanju problemov v družbi.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14n	Načrtno odpravljam lastne šibke točke.	☐	☐	☐	☐	☐
Q14o	Sem tekmovalen/-na.	☐	☐	☐	☐	☐

Q15 – V preglednici so navedena področja KP (IDEJE in PRILOŽNOSTI), opredeljena s kompetenčnim modelom EntreComp. Označite stopnjo razvitosti pri sebi.

		Ne razvijam.	S podporo drugih.	V sodelovanju z drugimi.	Samostojno in neodvisno.	Neodvisno in odgovorno.	Kritično.
Q15a	Odkrивam priložnosti za socialni, kulturni in ekonomski razvoj šole.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15b	Razvijam ustvarjalnost.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15c	Oblikujem ideje.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15d	Preizkušam svoje ideje.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15e	Uresničujem svoje ideje.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15f	Razvijam sposobnost solidarnega ravnanja.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15g	Etično in trajnostno razmišljam.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15h	Etično in trajnostno delujem.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15i	Razvijam empatijo.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15j	Razvijam sodelovanje v skupini.	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q16 – Iz rubrike IDEJE in PRILOŽNOSTI izberite tisto kompetenco, za katero menite, da bi jo sami morali v prihodnosti še posebej razvijati.

Q17 – V preglednici so navedena področja KP (VIRI), opredeljena s kompetenčnim modelom EntreComp. Označite stopnjo razvitosti pri sebi.

		Ne razvijam.	S podporo drugih.	V sodelovanju z drugimi.	Samostojno in neodvisno.	Neodvisno in odgovorno.	Kritično.
Q17a	Zaupam v svoje sposobnosti.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q17b	Načrtujem potrebne vire za uresničevanje idej.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q17c	Pridobivam potrebne vire za uresničevanje idej.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q17d	Uporabljam potrebne vire za uresničevanje idej.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q17e	Sem ekonomsko in finančno pismen/-a.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q15f	Šposoben/-na sem samoomejevanja.	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q18 – Iz rubrike VIRI izberite tisto kompetenco, za katero menite, da bi jo morali sami v prihodnosti še posebej razvijati.

Q19 – V preglednici so navedena področja KP (AKCIJA), opredeljena s kompetenčnim modelom EntreComp. Označite stopnjo razvitosti pri sebi.

		Ne razvijam.	S podporo drugih.	V sodelovanju z drugimi.	Samostojno in neodvisno.	Neodvisno in odgovorno.	Kritično.
Q19a	Prevzemam pobude.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q19b	Sprejemam izzive.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q19c	Samostojno delujem za doseganje ciljev.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q19d	Načrtujem kratko-, srednje- in dolgoročne cilje.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q19e	Uresničujem kratko-, srednje- in dolgoročne cilje.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q19f	Sprejemam hitre in prožne odločitve.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q19g	Delam v timu.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Q19h	Izkustveno se učim in vključujem druge.	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q20 – Iz rubrike AKCIJA izberite tisto kompetenco, za katero menite, da bi jo morali sami v prihodnosti še posebej razvijati.

Q21 – V preglednici so navedena področja KP (IDEJE in PRILOŽNOSTI), opredeljena s kompetenčnim modelom EntreComp. Na lestvici od 1 do 5 ocenite, v kolikšni meri posamezno kompetenco razvijate pri vaših učencih/učenkah, pri čemer 1 pomeni ne razvijam, 5 pa zelo razvijam.

		1	2	3	4	5
Q21a	Odkrivanje priložnosti za socialni, kulturni in ekonomski razvoj šole.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21b	Razvijanje ustvarjalnosti.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21c	Oblikovanje idej.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21d	Preizkušanje idej.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21e	Uresničevanje idej.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21f	Razvijanje tekmovalnosti.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21g	Razvijanje sposobnosti solidarnega ravnanja.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21h	Etično in trajnostno razmišljanje.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21i	Etično in trajnostno delovanje.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21j	Razvijanje empatije.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21k	Razvijanje sodelovanja v skupini.	☐	☐	☐	☐	☐
Q21l	Razvijanje iniciativnosti učencev in učenk v okviru obveznega kurikula.	☐	☐	☐	☐	☐

Q22 – V preglednici so navedena področja KP (VIRI), opredeljena s kompetenčnim modelom EntreComp. Na lestvici od 1 do 5 ocenite, v kolikšni meri posamezno kompetenco razvijate pri vaših učencih/učenkah, pri čemer 1 pomeni ne razvijam, 5 pa zelo razvijam.

		1	2	3	4	5
Q22a	Zaupanje v lastne sposobnosti.	☐	☐	☐	☐	☐
Q22b	Vztrajanje pri uresničevanju idej.	☐	☐	☐	☐	☐
Q22c	Načrtovanje potrebnih virov za uresničevanje idej.	☐	☐	☐	☐	☐
Q22d	Pridobivanje potrebnih virov za uresničevanje idej.	☐	☐	☐	☐	☐
Q22e	Povezovanje potrebnih virov za uresničevanje idej (npr. mreženje).	☐	☐	☐	☐	☐
Q22f	Ekonomska in finančna pismenost.	☐	☐	☐	☐	☐
Q22g	Sposobnost samoomejevanja.	☐	☐	☐	☐	☐

Q23 - V preglednici so navedena področja KP (AKCIJA), opredeljena s kompetenčnim modelom EntreComp. Na lestvici od 1 do 5 ocenite, v kolikšni meri posamezno kompetenco razvijate pri vaših učencih/učenkah, pri čemer 1 pomeni ne razvijam, 5 pa zelo razvijam.

		1	2	3	4	5
Q23a	Prevzemanje pobud.	☐	☐	☐	☐	☐
Q23b	Sprejemanje izzivov.	☐	☐	☐	☐	☐
Q23c	Samostojno delovanje za doseganje ciljev.	☐	☐	☐	☐	☐
Q23d	Načrtovanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev.	☐	☐	☐	☐	☐
Q23e	Uresničevanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev.	☐	☐	☐	☐	☐
Q23f	Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev.	☐	☐	☐	☐	☐
Q23g	Delovanje v timu.	☐	☐	☐	☐	☐
Q23h	Izkustveno učenje in vključevanje drugih.	☐	☐	☐	☐	☐

Q24 - V preglednici so navedene dejavnosti za razvoj kompetenc podjetnosti (KP). Na lestvici od 1 do 5 ocenite, v kolikšni meri posamezna aktivnost velja za vas, pri čemer 1 pomeni nikakor ne velja, 5 pa popolnoma velja.

		1	2	3	4	5
Q24a	Učence spodbujam ustvarjalno razmišljati, npr. razmišljati izven okvirov.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24b	Poslušam ideje učencev in se nanje odzivam.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24c	Učence spodbujam razvijati in uresničevati lastne ideje.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24d	Učence navajam samostojno načrtovati dejavnosti ali projekte.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24e	Učence učim oblikovati finančni načrt.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24f	Učence spodbujam etično in trajnostno razmišljati ter delovati.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24g	Učencem pokažem, da se tudi iz napak lahko učimo.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24h	Učence spodbujam k sodelovanju pri dejavnostih o podjetnostnih kompetencah.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24i	Z učenci se pogovarjamo o razlogih, zakaj ljudje ustvarijo lastna podjetja.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24j	Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24k	Učence navajam, da delajo v skupini.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24l	Z učencu se ob primerih pogovarjamo, kako reševati konflikte.	☐	☐	☐	☐	☐
Q24m	Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini.	☐	☐	☐	☐	☐

3.2 Opis instrumenta in njegove merske značilnosti

Podatke smo *zbrali* z Vprašalnikom o kompetenci podjetnosti (KP) za učiteljice in učitelje, katerega del smo predhodno validirali v slovenskem šolskem prostoru (Štemberger in Žakelj, 2021).

Vprašalnik sestavljajo štirje sklopi.

- *V prvem sklopu* je 12 demografskih vprašanj (zaprta, odprta in eno vprašanje z več možnimi odgovori).
- *Drugi sklop* se navezuje na kompetenco podjetnosti v izobraževanju (vprašanje »q14«).
- *Tretji sklop* se navezuje na pojmovanje koncepta podjetnosti v slovenskem prostoru, skladno z dokumentom EntreCompEdu (Štemberger in Žakelj, 2021). Kompetenco podjetnosti sestavljajo tri podpodročja: Ideje in priložnosti, Viri in Akcija (vprašanja »q15«–»q23«).
- *Četrty sklop* se navezuje na aktivnosti, ki jih učitelji izvajajo v vzgojno-izobraževalni praksi, z namenom spodbujanja podjetnosti (vprašanje »q24«).

3.2.1 Veljavnost

Veljavnost instrumenta smo preverili v sklopu raziskave »Educators' Entrepreneurial Competences: Scale Construction and Validation« (Štemberger in Žakelj, 2021). Pri tem smo uporabili naslednja vprašanja iz Vprašalnika o kompetenci podjetnosti (KP) za učiteljice in učitelje: »q15«, »q17«, »q19«. S pomočjo faktorjske analize je bilo ugotovljeno, da prvi izmed dobljenih petih faktorjev pojasni 40,41 % celotne variance, kar je več od predpostavljene spodnje meje (Čagran, 2004, str. 3), zato lahko trdimo, da gre za veljaven instrument.

3.2.2 Zanesljivost

Za ugotavljanje zanesljivosti smo izračunali Cronbachov α -koeficient, ki je pokazal ustrezno veljavnost vseh petih podlestvic: iskanje idej ($\alpha_1 = 0,852$), načrtovanje in uresničevanje idej ($\alpha_2 = 0,859$), odgovorno vedenje ($\alpha_3 = 0,818$), iniciativa ($\alpha_4 = 0,735$) in timsko delo ($\alpha_5 = 0,761$).

3.2.3 Objektivnost

Objektivnost smo zagotovili z uporabo zaprtih vprašanj, lestvice stališč, ocenjevalne lestvice ter enotnih in enopomenskih navodil. V fazi izvajanja anketiranja smo objektivnost zagotovili z individualnim, nevodenim anketiranjem, ki je potekalo v spletni obliki.

3.3 Postopki obdelave podatkov

Podatki so bili obdelani na deskriptivni in inferenčni statistični ravni. Uporabljeni so bili naslednji postopki:²³

- frekvenca (f) in strukturni odstotki ($f\%$) za atributivno spremenljivko »spol«;
- opisne statistike za spremenljivko »starost«;
- frekvenca (f) in strukturni odstotki ($f\%$) ter χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti za atributivno spremenljivko »okolje šole«;
- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za preverjanje razlik v stopnji strinjanja s trditvijo »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« glede na okolje šole;
- preverjanje normalnosti spremenljivke starost s Shapiro-Wilkovim W -preizkusom;
- t -preizkus za neodvisne vzorce za preverjanje razlik v stopnji strinjanja s trditvijo »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« glede na spol,
- preizkus analize variance in *post-hoc* preizkus za preverjanje razlik v stopnji strinjanja s trditvijo »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« glede na okolje šole;
- preizkus večfaktorske analize variance in *post-hoc* preizkus za preverjanje razlik v stopnji strinjanja s trditvijo »Razvijanja tekmovalnosti« glede na spol in okolje šole;
- t -preizkus za odvisne vzorce za ugotavljanje povezanosti in razlik v stopnji razvijanja dveh kompetenc pri učencih/učenkah, in sicer »Oblikovanje idej« in »Preizkušanje idej«;
- t -preizkus za en vzorec za ugotavljanje, ali se povprečje trditve »Spособen/-na sem solidarnega ravnanja« statistično značilno razlikuje od vrednosti 4;
- Mann-Whitneyjev preizkus za ugotavljanje razlik v oceni dejavnika »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« glede na spol;
- Kruskal-Wallisov preizkus za ugotavljanje razlik v strinjanju s trditvijo »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« glede na okolje šole;
- Wilcoxonov preizkus za ugotavljanje razlik v stopnji razvijanja dveh kompetenc pri učencih/učenkah, in sicer »Oblikovanje idej« in »Preizkušanje idej«;

²³ Zaradi racionalne izrabe prostora navajamo le preizkuse, ki smo jih uporabili v naslednjih razdelkih.

- korelacijski koeficient za ugotavljanje povezanosti med trditvama »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč«;
- kontingenčni koeficient za ugotavljanje povezanosti med »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« in okoljem šole;
- Cronbachov koeficient alfa za preverjanje zanesljivosti podlestv in instrumenta.

Statistična obdelava podatkov

4.1 Deskriptivna statistika za atributivne spremenljivke

Za atributivne spremenljivke prikažemo frekvenco (f) in odstotek ($f\%$). Frekvence predstavljajo število ponovitev določenega podatka. Odstotno frekvenco izračunamo tako, da absolutno frekvenco (f) delimo s številom podatkov (t. i. numerusom, N), nakar rezultat množimo s 100: $f(\%) = \frac{f}{N} \cdot 100$.

4.1.1 Primer

Določiti želimo frekvenco ter odstotek moških in žensk v vzorcu (slika 29). To naredimo tako, da v meniju »Analyze« izberemo podmeni »Raziskovanje«, nato »Opisne statistike«. Spremenljivko »Spol« povlečemo v okence »Spremenljivke« (ali jo dodamo z gumbom  v isto okence) in odkljukamo »Frekvenčne razporednice« ( Frekvenčne razporednice ). Pojavi se sledeči zapis:

Ponazoritev 1 Opisne statistike

	Spol
N	885
Manjkajoče	13
Povprečna vrednost	1.90
Mediana	2
Standardni odklon	0.301
Najmanjša širina	1
Največja vrednost	2

Ponazoritev 2 Frekvence spremenljivke »Spol«

Spol	Števci	% celote	Zbirni %
Moški	89	10.1 %	10.1 %
Ženski	796	89.9 %	100.0 %

Opisne statistike

Starost

Delovna doba

Izobrazba

Okolje šole

Regija

Prvo triletnje

Drugo triletnje

Tretje triletnje

Drugo (triletnje)

Spremenljivke

Spol

Razdeli po

Opisne statistike

Spremenljivke po stolpcih

Statistike

Diagrami

☒ Frekvenčne razpredelnice

Rezultati

Opisne statistike

Opisne statistike	Spol
N	885
Manjkajoče	13
Povprečna vrednost	1.90
Mediana	2
Standardni odklon	0.301
Najmanjša širina	1
Največja vrednost	2

Frekvence

Frekvence spremenljivke »Spol«

Spol	Števci	% celote	Zbirni %
Moški	89	10.1 %	10.1 %
Ženski	796	89.9 %	100.0 %

Slika 29 Pogled na deskriptivno statistiko za spremenljivko »Spol«

Izpis simbolov:

- ***N*** označuje numerus, tj. velikost vzorca.
- ***Manjkajoče*** označuje število morebitnih manjkajočih podatkov.
- Števci označuje absolutno frekvenco, tj. število posameznih podatkov v vzorcu; označimo jih s ***f***.
- ***% celote*** označuje odstotno frekvenco, označimo jo s ***f*** %.
- ***Zbirni %*** označuje t. i. kumulativno odstotno frekvenco, tj. vsoto vseh odstotnih frekvenc do vključno dane kategorije.

Primer razlage

V raziskavo je bilo vključenih 885 učiteljev, med katerimi je bilo 89 (10,1 %) moških in 796 (89,9 %) žensk. Trinajst podatkov je bilo manjkajočih.

4.1.2 Vaje

Vaja 1

- Frekvenčna in strukturna porazdelitev.
- Opravili smo analizo za spremenljivko »Izobrazba«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

Ponazoritev 3 Opisne statistike

	Izobrazba
N	862
Manjkajoče	36

Ponazoritev 4 Frekvence spremenljivke »Izobrazba«

Izobrazba	Števci	% celote	Zbirni %
visokošolski strokovni študijski program (sprejet pred 11. junijem 2004; ekvivalent I. bolonjski stopnji)	74	8.6 %	8.6 %
univerzitetni študijski program (sprejet pred 11. junijem 2004; ekvivalent II. bolonjski stopnji)	498	57.8 %	66.4 %
visokošolski strokovni študijski program prve stopnje	35	4.1 %	70.4 %
univerzitetni študijski program prve stopnje	153	17.7 %	88.2 %
magistrski študijski program druge stopnje	60	7.0 %	95.1 %
specializacija	4	0.5 %	95.6 %
magisterij znanosti	35	4.1 %	99.7 %
doktorat znanosti	3	0.3 %	100.0 %

Preglednica 7 Število (*f*) in strukturni odstotek (*f*%) učiteljev po izobrazbi.

Izobrazba	<i>f</i> %	<i>f</i>
Visokošolski strokovni študijski program (pred 2004)		
Univerzitetni študijski program (pred 2004)		
Visokošolski strokovni študijski program 1. stopnje		
Univerzitetni študijski program 1. stopnje		
Magistrski študijski program 2. stopnje		
Specializacija		
Magisterij znanosti		
Doktorat znanosti		
Skupno		

Obrazložitev:

Vaja 2

- Frekvenčna in strukturna porazdelitev.
- Predstavljeni so rezultati za spremenljivko »Regija«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

Frekvence spremenljivke »Regija«

Regija	Števci	% celote	Zbini %
Pomurska	107	12.3 %	12.3 %
Koroška	36	4.2 %	16.5 %
Zasavska	12	1.4 %	17.9 %
Jugovzhodna Slovenija	76	8.8 %	26.6 %
Gorenjska	79	9.1 %	35.8 %
Primorsko-notranjska	14	1.6 %	37.4 %
Podravska	232	26.8 %	64.1 %
Savinjska	93	10.7 %	74.9 %
Posavska	22	2.5 %	77.4 %
Osrednjeslovenska	80	9.2 %	86.6 %
Goriška	52	6.0 %	92.6 %
Obalno-kraška	64	7.4 %	100.0 %

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 8 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev po regiji šole

Regija	f	$f\%$
Gorenjska		
Goriška		
Jugovzhodna Slovenija		
Koroška		
Obalno-kraška		
Osrednja Slovenija		
Podravska		
Pomurska		
Posavska		
Primorsko-notranjska		
Savinjska		
Zasavska		
Skupno		

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- Frekvenčna in strukturna porazdelitev.
- Z Jamovijem ugotovi frekvence spremenljivke »Okolje šole«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

a) Dopolni preglednico.

Preglednica 9 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev po okolju šole

Okolje šole	f	$f\%$
Mestna šola		
Primestna šola		
Vaška šola		
Skupno		

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- Frekvenčna in strukturna porazdelitev.
- V nadaljevanju predstavimo analize spremenljivke »Starost« (v izmišljenem vzorcu).
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.
- Odgovorite na zastavljena vprašanja.

Ponazoritev 5 Opisne statistike

	Starost
N	80
Manjkajoče	0

Ponazoritev 6 Frekvence spremenljivke »Starost«

Starost	Števci	% celote	Zbirni %
Od 5 do 10 let	18	22,5 %	22,5 %
Od 11 do 15 let	35	43,8 %	66,3 %
Od 16 do 20 let	20	25,0 %	91,3 %
Več kot 20 let	7	8,8 %	100,0 %

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 10 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) sodelujočih po starosti

Starost (razred)	f	$f\%$
Od 5 do 10 let		
Od 11 do 15 let		
Od 16 do 20 let		
Več kot 20 let		
Skupno		

b) Označite, ali so sledeče trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditev	P	N
V vzorcu nimamo manjkajočih podatkov.	☐	☐
Najbolj zastopani razred je »Od 16 do 20 let«.	☐	☐
Frekvenca razreda »Več kot 20 let« je 8,8 %.	☐	☐
Odstotna frekvenca razreda »Več kot 20 let« je 8,8 %.	☐	☐
Frekvenca razreda »Od 5 do 10 let« je večja od frekvence razreda »Od 11 do 15 let«.	☐	☐
Najmanjši razred je »Več kot 20 let«.	☐	☐
V razredu »Od 16 do 20 let« imamo četrtno sodelujočih.	☐	☐
Skupna odsotna frekvenca je vedno 100 %.	☐	☐

c) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

Vaja 5

- Frekvenčna in strukturna porazdelitev.
- V nadaljevanju predstavimo analize spremenljivke »Prvo triletnje«: respondenti so lahko v vprašalniku odklikali možnost, ali poučujejo v prvem triletju.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

Ponazoritev 7 Opisne statistike

	Prvo triletnje
N	854
Manjkajoče	44

Ponazoritev 8 Frekvence spremenljivke »Prvo triletnje«

Prvo triletnje	Števci	% celote	Zbini %
ni izbran	557	65,2 %	65,2 %
izbran	297	34,8 %	100,0 %

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 11 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev, ki poučujejo v 1. triletju

Prvo triletnje	f	$f\%$
Da		
Ne		
Skupno		

b) Napišite obrazložitev.

4.2 Deskriptivna statistika za numerične spremenljivke

Med osnovne statistične parametre za numerične spremenljivke sodijo: aritmetična sredina (M ali $\bar{x}$), standardni odklon (S ali SD), modus (Mo), mediana (Me), minimalna vrednost (Min), maksimalna vrednost (Max), koeficient asimetrije (KA , angl. *skewness*), koeficient sploščenosti (KS , angl. *kurtosis*).

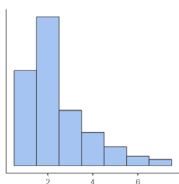
- Aritmetična sredina ali povprečje (M) je definirano kot razmerje med vsoto vseh podatkov in številom podatkov, torej:

$$M = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

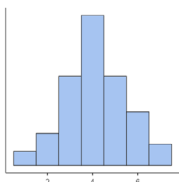
- Standardni odklon (SD) se uporablja za merjenje razpršenosti in je definiran kot:

$$SD = \sqrt{\frac{(x_1 - M)^2 + (x_2 - M)^2 + \dots + (x_n - M)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M)^2}{n}}.$$

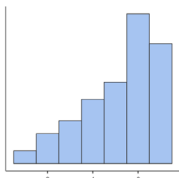
- Modus (Mo) je podatek, ki se največkrat pojavlja znotraj porazdelitve spremenljivke. Porazdelitev ima navadno en sam modus, lahko pa se zgodi, da se dve vrednosti pojavljata enako pogosto (pravimo, da je taka porazdelitev bimodalna) ali pa se več vrednosti pojavlja enako pogosto (pravimo, da je taka porazdelitev multimodalna).
- Mediana (Me ali Mdn) je vrednost, ki razdeli urejeno porazdelitev na dva enako široka dela.
- Minimalna vrednost (Min) je najmanjša vrednost, ki se pojavlja med podatki.
- Maksimalna vrednost (Max) je največja vrednost, ki se pojavlja med podatki.
- Koeficient asimetrije (KA ali *Skew*) meri asimetrijo porazdelitve spremenljivke. Če je koeficient negativen, je levi del porazdelitve daljši in je večina porazdelitve na desni strani. Obratno pa pozitivni koeficient označuje, da je desni del porazdelitve spremenljivke daljši in so vrednosti skoncentrirane na levi strani.



Porazdelitev s pozitivno asimetrijo
($KA = 1,28$)

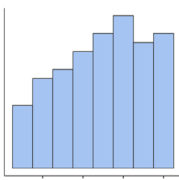


Porazdelitev s skoraj ničelno asimetrijo
($KA = 0,005$)

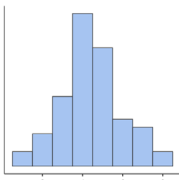


Porazdelitev z negativno asimetrijo
($KA = -0,809$)

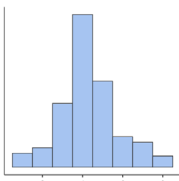
- Koefficient sploščenosti (KS ali *Kurt*) meri ostnrost vrha porazdelitve spremenljivke. Če je koefficient sploščenosti pozitiven, je porazdelitev koničasta (ostra), če pa je negativen, je porazdelitev sploščena.



Porazdelitev z negativno sploščenostjo
($KS = -1,02$)



Porazdelitev s skoraj ničelno sploščenostjo
($KS = 0,00003$).



Porazdelitev s pozitivno sploščenostjo
($KS = 0,510$).

4.2.1 Primer

Določimo deskriptivno statistiko za spremenljivko »Starost« (slika 30). To naredimo tako, da v meniju »Analize« izberemo podmeni »Raziskovanje«, nato »Opisne statistike«. Spremenljivko »Starost« povlečemo v okence »Spremenljivke« (ali jo dodamo z gumbom  v isto okence) in odklikujemo »Povprečna vrednost«, »Mediana«, »Modus«, »St. odklon«, »Najmanjša širina«, »Največja vrednost«, »Asimetrija« in »Sploščenost« (glej sliko 21). Pojavi se nam sledeči zapis:

Ponazoritev 9 Opisne statistike

	Starost
N	866
Manjkajoče	32
Povprečna vrednost	43.2
Mediana	42.0
Modus	42.0
Standardni odklon	8.59
Najmanjša širina	24.0
Največja vrednost	63.0
Asimetrija	0.139
St. napaka asimetrije	0.0831
Sploščenost	-0.842
St. napaka sploščenosti	0.166

Opisne statistike

Starost

Delovna doba

Izobrazba

Okolje šole

Regija

Prvo triletnje

Drugo triletnje

Tretje triletnje

Drugo (triletnje)

Spremenljivke

Spol

Razdeli po

Opisne statistike

Spremenljivke po stolpcih

Statistike

Diagrami

☒ Frekvenčne razporeditve

Rezultati

Opisne statistike

Opisne statistike

	Spol
N	885
Manjkajoče	13
Povprečna vrednost	1.90
Mediana	2
Standardni odklon	0.301
Najmanjša širina	1
Največja vrednost	2

Frekvence

Frekvence spremenljivke »Spol«

Spol	Števci	% celote	Zbirni %
Moški	89	10.1 %	10.1 %
Ženski	796	89.9 %	100.0 %

Slika 30 Pogled na osnovne opisne statistike



Primer razlage

Povprečje starosti 866 učiteljev v vzorcu je $M = 43,2$ ($SD = 8,59$; $Mdn = 42$; $Min = 24$; $Max = 63$). 32 učiteljev ni odgovorilo na dano vprašanje o starosti.

4.2.2 Vaje

Vaja 1

- Opisna statistika.
- V nadaljevanju predstavimo opisno statistiko za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in spremenljivke »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.
- Odgovorite na zastavljena vprašanja.

Ponazoritev 10 Opisne statistike

	Q14a	Q14b
N	836	835
Manjkajoče	62	63
Povprečna vrednost	4.67	4.70
Mediana	5.00	5
Modus	5.00	5.00
Standardni odklon	0.541	0.522
Najmanjša širina	1	1
Največja vrednost	5	5
Asimetrija	-1.62	-1.97
St. napaka asimetrije	0.0846	0.0846
Sploščenost	3.55	6.34
St. napaka sploščenosti	0.169	0.169

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 12 Opisna statistika za spremenljivki »Q14a« in »Q14b«

Spremenljivka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Q14a							
Q14b							

b) Napišite obrazložitev.

c) Označite, ali so navedene trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditev	P	N
Na vprašanje »Q14a« so odgovorili vsi sodelujoči.	☐	☐
Aritmetična sredina »Q14a« je manjša od aritmetične sredine »Q14b«.	☐	☐
Obe spremenljivki sta negativno asimetrični.	☐	☐
Obe spremenljivki sta pozitivno sploščeni.	☐	☐
Mediana spremenljivke »Q14a« je 4,67.	☐	☐
Modus spremenljivke »Q14b« je 5.	☐	☐
Standardni odklon spremenljivke »Q14b« je 5.	☐	☐
Sodelujoči so izrazili večje strinjanje s trditvijo »Q14b« kot s trditvijo »Q14a«.	☐	☐

Vaja 2

- Opisna statistika.
- Z Jamovijem zaženite opisno statistiko za spremenljivki »Q24d« – »Učence navajam samostojno načrtovati dejavnosti ali projekte« in »Q24e« – »Učence učim oblikovati finančni načrt«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.
- Odgovorite na sledeča vprašanja.

a) Dopolnite sledečo preglednico.

Preglednica 13 Opisna statistika za spremenljivki »Q24d« in »Q24e«.

Spremenljivka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Q24d					
Q24e					

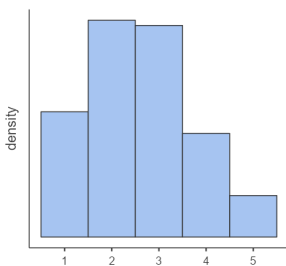
b) Napišite obrazložitev rezultatov za spremenljivko »Q24e«.

c) Napišite obrazložitev rezultatov za spremenljivko »Q24d«.

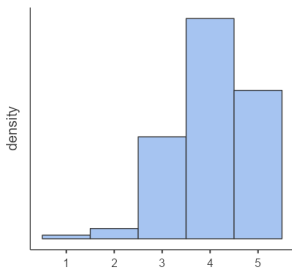
d) Označite, ali so spodnje trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditve	P	N
Na obe vprašanji so odgovorili 803 učitelji.	☐	☐
Aritmetična sredina spremenljivke »Q24e« je nižja od povprečja spremenljivke »Q24d«.	☐	☐
Spremenljivka »Q24e« ima skoraj ničelno asimetrijo.	☐	☐
Obe spremenljivki imata pozitivno sploščenost.	☐	☐
Mediani obeh spremenljivk se razlikujeta za 1.	☐	☐
Mediani obeh spremenljivk sta enaki njunima modusoma.	☐	☐
Asimetrija spremenljivke »Q24d« je negativna.	☐	☐
Obe spremenljivki imata enak maksimum.	☐	☐
Standardni odklon spremenljivke »Q24d« je manjši od standardnega odklona spremenljivke »Q24e«.	☐	☐
Modus in mediana spremenljivke »Q24e« sta 4.	☐	☐

e) Načrtajte stolpčna diagrama za obe spremenljivki. Za vsakega od naslednjih napiši, za katero spremenljivko gre. *Namig:* pojdi na »Diagrami«.



Spremenljivka: _____



Spremenljivka: _____

Vaja 3

- Opisna statistika.
- Z Jamovijem zaženite opisno statistiko za spremenljivki »Q24a« – »Učence spodbujam ustvarjalno razmišljati, npr. razmišljati izven okvi-rov« in »Q24h« – »Učence spodbujam k sodelovanju pri dejavnostih o podjetnostnih kompetencah«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.
- Odgovorite na sledeča vprašanja.

a) Dopolni sledečo preglednico.

Preglednica 14 Opisna statistika za spremenljivki »Q24a« in »Q24h«.

Spremenljivka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Q24a					
Q24h					

a) Napišite obrazložitev za spremenljivko »Q24a«.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) Napišite obrazložitev za spremenljivko »Q24h«.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- Opisna statistika.
- V nadaljevanju predstavljamo rezultate opisne statistike za spremenljivko »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

Opisne statistike

	Q24m
N	806
Manjkajoče	92
Povprečna vrednost	4.10
Mediana	4.00
Modus	4.00
Standardni odklon	0.837
Najmanjša širina	1
Največja vrednost	5
Asimetrija	-0.698
St. napaka asimetrije	0.0861
Sploščenost	0.163
St. napaka sploščenosti	0.172

a) Dopolnite sledečo preglednico.

Preglednica 15 Opisna statistika za spremenljivki »Q24a« in »Q24h«

Spremenljivka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Q24m					

b) Napišite obrazložitev za spremenljivko »Q24m«.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 5

- Opisna statistika.
- V nadaljevanju predstavljamo rezultate opisne statistike za (izmišljeno) spremenljivko »Občutek anksioznosti«, s katero smo merili splošen občutek tesnobe na lestvici od 1 (nizka raven anksioznosti) do 10 (visoka raven anksioznosti).
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.
- Odgovorite na sledeča vprašanja.

Ponazoritev 11 Opisne statistike

	Test anksioznosti
N	49
Manjkajoče	0
Povprečna vrednost	6.00
Mediana	6
Modus	5.00
Standardni odklon	2.47
Najmanjša širina	1
Največja vrednost	10
Asimetrija	-0.00860
St. napaka asimetrije	0.340
Sploščenost	-0.905
St. napaka sploščenosti	0.668

a) Dopolnite sledečo preglednico.

Preglednica 16 Opisna statistika za spremenljivki »Q24d« in »Q24e«

Spremenljivka	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Mo</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Občutek anksioznosti							

b) Napišite obrazložitev za spremenljivko »Občutek anksioznosti«.

.....

.....

.....

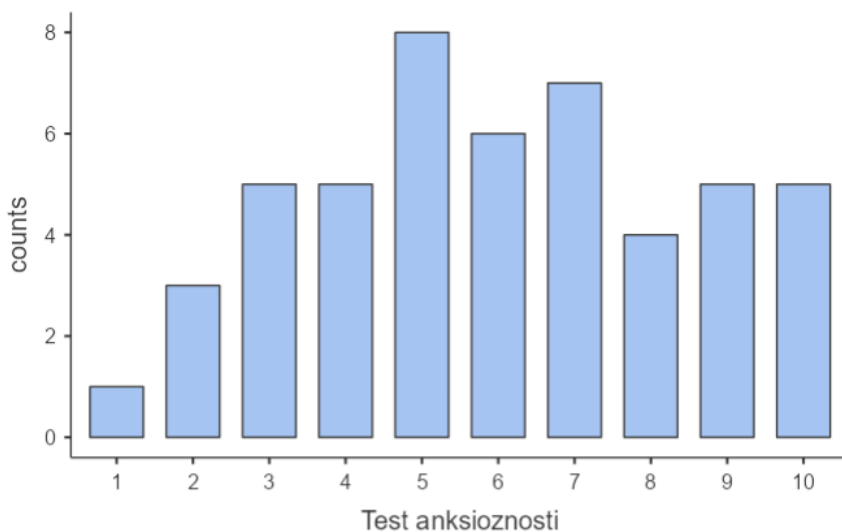
.....

.....

c) Označite, ali so sledeče trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditve	P	N
Imamo podatke za vse respondente.	☐	☐
Aritmetična sredina je $M = 6,00$	☐	☐
Standardni odklon je manjši od 1.	☐	☐
Spremenljivka ima pozitivno sploščenost.	☐	☐
Asimetrija spremenljivke je skoraj ničelna.	☐	☐
Podatek, ki se največkrat pojavil, je 5.	☐	☐
Asimetrija spremenljivke »Q24d« je negativna.	☐	☐
Rečemo lahko, da je drugi najpogostejši odgovor 6.	☐	☐
Iz danih informacij lahko določimo frekvence posameznih odgovorov.	☐	☐

d) V sledeči sliki predstavimo stolpčni diagram za spremenljivko »Občutek anksioznosti«. Katere vrednosti imajo enako frekvenco?



4.2.3 Statistične metode

Statistične metode izbiramo glede na cilje (hipoteze) raziskave in vrsto spremenljivk, s katerimi razpolagamo. Omejitve pri izbiri statističnih metod, ki so povezane z vrsto spremenljivk, je treba upoštevati že pri načrtovanju zbiranja podatkov. Tako se moramo zavedati, da je veliko več možnosti za obdelavo numeričnih spremenljivk kot pa atributivnih (Cencič, 2009, str. 53).

V shemi 6 predstavljamo pregled nekaterih statističnih metod.

Pri interpretaciji rezultatov statističnih preizkusov se naslanjamo na izračunano *raven statistične pomembnosti*, ki označuje raven statistične pomembnosti. Povsod, kjer dobimo raven statistične pomembnosti 0,05 ali manj, zavrnemo ničelno hipotezo, tam, kjer je vrednost večja od 0,05, pa jo obdržimo (Kožuh, 2011, str. 171). Statistično pomembnost označimo z oznako P , p ali α . Mejo za statistično značilnost ($P = 0,05$) je na podlagi številnih izračunov in preizkušanj dokončno arbitrarno določil Fisher (Field, 2005).

Kot opozarjata Kožuh (2011) in Sagadin (2003), je treba izraz statistična pomembnost razumeti ozko statistično, saj ima le malo skupnega z običajnim pomenom izraza pomembnost. Če je, denimo, neka razlika statistično pomembna, to še ne pomeni, da je tudi vsebinsko pomembna. Statistična pomembnost označuje dejstvo, da neka razlika ni posledica naključij.

Blaženka Košmelj idr. (2001) navajajo, da je izraz statistična značilnost bolj kot izraz statistična pomembnost zavarovan pred nevarnostjo, da bi ga kdo napačno razumel v pomenu praktične (pedagoške in siceršnje) pomembnosti, zato predlagajo rabo izraza statistična značilnost.

Statistični preizkusi	Nekatere statistične metode
	χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti
Parametrični preizkusi	t -preizkus za neodvisne vzorce Analiza variance t -preizkus za odvisne vzorce
Neparametrični preizkusi	Mann-Whitneyjev U -preizkus Kruskal-Wallisov H -preizkus Wilcoxonov preizkus s predznačnimi rangi

Shema 6 Pregled statističnih metod (prirejeno po Cencič, 2009, str. 54)

4.2.4 Statistični preizkusi za atributivne spremenljivke

4.2.4.1 χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti

χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti²⁴ uporabljamo za eno atributivno spremenljivko. Rezultat tega χ^2 -preizkusa nam pove, ali so statistično pomembne razlike med odgovori oz. kategorijami ene spremenljivke (Cencič, 2009, str. 104). Če je p -vrednost χ^2 -preizkusa manjša od izbrane (0,05), potem zaključimo, da obstajajo statistično značilne razlike v porazdelitvi vrednosti, tj. vrednosti niso porazdeljene homogeno (z enako verjetnostjo), temveč obstaja tendenca, da se ena vrednost pojavlja večkrat, druga pa manjkrat.

4.2.4.1.1 Primer

Oglejmo si, ali je za spremenljivko »Okolje šole« porazdelitev odgovorov homogena ali pa se določeni odgovori v primerjavi z drugimi pojavljajo večkrat. Da odgovorimo na to vprašanje, v meniju »Analize« izberemo podmeni »Frekvence« in analizo »N izidov - Skladnost χ^2 (GoF)«. V okence »Spremenljivka« prenesemo spremenljivko »Okolje šole« (slika 24). Pojavi se sledeči zapis:

Ponazoritev 12 Deleži – Okolje šole

Raven	Števec	Proportion
mestna šola	391	0.452
primestna šola	174	0.201
vaška šola	301	0.348

Ponazoritev 13 Skladnost χ^2 (GoF)

χ^2	df	p
82.4	2	< .001

Izpis simbolov:

- **Raven** predstavlja vrednost spremenljivke.
- **Števec** predstavlja dejansko število odgovorov za neko kategorijo, zato ga označimo kot frekvenco, torej z oznako f .
- **Proportion** predstavlja delež, tj. relativno frekvenco odgovora. Računamo jo s formulo $f_r = f/N$, kjer je N numerus.
- χ^2 označuje vrednost χ^2 -preizkusa, označimo z oznako χ^2 .

²⁴ Angl. Goodness-of-Fit (GoF).

- **df** v angleščini pomeni *degrees freedom*, v slovenščini pa prostostne stopnje, za kar se je uveljavila oznaka *g*.
- **p** označuje pomembnost, kar označimo s črko *P* ali *p*.



Primer razlage

Rezultat χ^2 -preizkusa enake verjetnosti ($\chi^2 = 82,4$, $g = 2$, $P < 0,001$) kaže, da obstajajo statistično značilne razlike v porazdelitvi učiteljev po okolju šole. Kot lahko razberemo iz preglednice, je največ (391; 45,2 %) učiteljev zaposlenih v mestnih šolah. Sledijo učitelji, ki poučujejo v vaških šolah (301; 34,8 %). Najmanj učiteljev (174; 20,1 %) je zaposlenih v primestnih šolah.

Opomba. Zgornje navajanje rezultatov χ^2 -preizkusa enake verjetnosti lahko zapišemo tudi v obliki $\chi^2(\text{vrednost } df) = \text{rezultat}$; $p = \text{vrednost}$. Zgornje rezultate lahko npr. zapišemo tako: ($\chi^2(5) = 82,4$; $p < 0,001$). V nekaterih raziskavah, ki so napisane v angleščini, se večkrat opusti ničlo pred decimalno vejico in se decimalno vejico nadomesti z decimalno piko. V tem primeru bi zgornji rezultat lahko zapisali tudi kot ($\chi^2(5) = 82.4$; $p < .001$).

4.2.4.1.2 Vaje

Vaja 1

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti.
- Oglejte si spodnjo razpredelnico, ki navaja rezultat χ^2 -preizkusa enake verjetnosti za (izmišljeno) spremenljivko »Ocena«.
- Napišite obrazložitev rezultata.

Ponazoritev 14 Deleži – Ocena

Raven	Števec	Proportion
1	10	0.233
2	6	0.140
3	5	0.116
4	7	0.163
5	15	0.349

Ponazoritev 15 Skladnost χ^2 (GoF)

χ^2	df	p
7.58	4	0.108

Obrazložitev:

Vaja 2

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti.
- Oglej si spodnjo razpredelnico, ki navaja rezultat χ^2 -preizkusa enake verjetnosti za (izmišljeno) spremenljivko »Delovna doba«²⁵.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

Ponazoritev 16 Deleži – Delovna doba

Raven	Števec	Proportion
Do 5 let	3	0.0280
6–10 let	8	0.0748
11–20 let	40	0.3738
21 let in več	56	0.5234

Ponazoritev 17 Skladnost χ^2 (GoF)

χ^2	df	p
72.8	3	< .001

a) Dopolnite sledečo preglednico.

Preglednica 17 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) učiteljev po delovni dobi in rezultat χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti

Delovna doba	f	$f\%$
Do 5 let		
6–10 let		
11–20 let		
21 let in več		
Skupaj		
χ^2		
g		
p		

²⁵ Ne gre za spremenljivko z istim imenom, ki je prisotna v bazi podatkov, ki jo uporabljamo kot primer.

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

c) Označite, ali so sledeče trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditev	P	N
Najpogostejša delovna doba je »11–20 let«.	☐	☐
Vrednost χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti je $< 0,001$.	☐	☐
P -vrednost χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti je manjša od izbrane vrednosti 0,05.	☐	☐
Imamo tri prostostne stopnje.	☐	☐
Ne obstaja statistično značilna razlika med delovno dobo.	☐	☐
Odstotek odgovorov »6–10 let« je 8.	☐	☐
Absolutna frekvenca odgovora »Do 5 let« je 0,0280.	☐	☐
Relativna frekvenca odgovora »21 let ali več« je 0,5234.	☐	☐
Vrednost χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti je 72,8 %.	☐	☐
Rezultate χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti lahko zapišemo tudi kot: $\chi^2(3) = 72,8$; $p < 0,001$.	☐	☐
Za spremenljivko »Delovna doba« je mogoče določiti povprečje (aritmetično sredino).	☐	☐
Modalni razred za spremenljivko »Delovna doba« je »21 let ali več«.	☐	☐

d) Popravite sledeči zapis na podlagi rezultatov χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti:

»Rezultat χ^2 -preizkusa enake verjetnosti ($\chi^2 = 3$, $g < 0,001$, $P = 72,8$) kaže, da ne obstajajo statistično značilne razlike v porazdelitvi učiteljev glede na delovno dobo. Kot lahko razberemo iz preglednice, je največ (40; 37,4 %) anketiranih učiteljev odgovorilo, da dela od 11 do 20 let. Najmanj učiteljev (3; 2,8 %) je odgovorilo, da dela manj od 5 let.«

Vaja 3

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti.
- Opravi χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti za spremenljivko »Izobrazba«. Želimo preveriti, ali so učitelji enako porazdeljeni po stopnji izobrazbe.
- Podatke analizirajte s pomočjo Jamovija.

a) Dopolnite sledečo preglednico.

Preglednica 18 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) stopnje izobrazbe ter rezultat χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti

Odgovor	f	$f\%$
Visokošolski strokovni študijski program (pred 2004)		
Univerzitetni študijski program (pred 2004)		
Visokošolski strokovni študijski program 1. stopnje		
Univerzitetni študijski program 1. stopnje		
Magistrski študijski program 2. stopnje		
Specializacija		
Magisterij znanosti		
Doktorat znanosti		
Skupaj		
χ^2		
g		
p		

b) Napišite obrazložitev.

Vaja 4

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti.
- Opravi χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti za spremenljivko »Regija«. Želimo preveriti, ali so učitelji enako porazdeljeni po slovenskih regijah.
- Podatke analizirajte s pomočjo Jamovija.

a) Dopolnite sledečo preglednico.

Preglednica 19 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) regije ter rezultat χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti

Odgovor	f	$f\%$
Gorenjska		
Goriška		
Jugovzhodna Slovenija		
Koroška		
Obalno-kraška		
Osrednja Slovenija		
Podravska		
Pomurska		
Posavska		
Primorsko-notranjska		
Savinjska		
Zasavska		
Skupaj		
χ^2		
g		
P		

b) Napišite obrazložitev.

Vaja 5

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti.
- Opravili smo χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti za spremenljivko »Spol«. Želimo preveriti, ali so učitelji enako porazdeljeni po spolu. Oglej si sledeče izpise v Jamoviju in dopolni preglednice.
- Napiši obrazložitev.

Ponazoritev 18 Deleži – Spol

Raven	Števec	Proportion
Moški	89	0.101
Ženski	796	0.899

Ponazoritev 19 Skladnost χ^2 (GoF)

χ^2	df	p
565	1	< .001

a) Dopolnite sledečo preglednico.

Preglednica 20 Število (f) in strukturni odstotek ($f\%$) rezultatov po spolu in rezultat χ^2 -preizkusa hipoteze enake verjetnosti

Spol	f	$f\%$
Moški		
Ženski		
Skupaj		
χ^2		
g		
P		

b) Napišite obrazložitev.

4.2.4.2 χ^2 -Preizkus hipoteze neodvisnosti

χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti²⁶ uporabljamo za dve atributivni spremenljivki, ko nas zanimajo razlike v eni spremenljivki glede na drugo spremenljivko. V primeru da je p -vrednost manjša od izbrane 0,05, pravimo, da obstajajo statistično značilne razlike med spremenljivkama.

Za uporabo navedenega preizkusa moramo upoštevati tudi nekaj pogojev:

- a) Največ 20 % vseh teoretičnih frekvenc je lahko manjših od 5 in nobena ne sme biti manjša kot 1.
- Ta pogoj lahko preverimo s tem, da izberemo ukaz »Pričakovani števci« v razdelku »Celice«. Pregledamo vrstice »Pričakovani števci« v kontingenčni tabeli, ki se nam prikaže, in preverimo, ali so vsa števila večja ali enaka 5.
 - V nasprotnem primeru uporabimo rezultate, ki so označeni kot Razmerje verjetij, ki ga poslovenjeno imenujemo χ^2 -preizkus z razmerjem verjetij (Cencič, 2009, str. 106) ali *Fisherjev natančni preizkus*.
- b) Vsaj ena od spremenljivk mora imeti več kot dve kategoriji.
- V primeru, da ima vsaka od spremenljivk le dve kategoriji, uporabimo rezultate » χ^2 popravek zveznosti« ali poslovenjeno χ^2 -preizkus z Yatesovim popravkom (Sagadin, 2003; Bratina, 2003).

²⁶ Tudi preizkus asociacij (angl. *Chi-squared test of association* ali *Chi-squared test of independence*).

4.2.4.2.1 Primer

Oglejmo si, ali se odgovori za spremenljivko »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« razlikujejo glede na okolje šole (tj. mestne, primestne in vaške šole). Da bi odgovorili na to vprašanje, v meniju »Analize« izberemo podmeni »Frekvence« in analizo »Neodvisni vzorci - Test asociacij χ^2 «. V okence »Vrstice« prenesemo spremenljivko »Q24m«, v okence »Stolpci« pa spremenljivko »Okolje šole« (slika 31). V kolikor opazimo, da je število pričakovanih vrednosti v določenih primerih manjše od 5, uporabljamo tudi ukaz »Razmerje verjetij«, kar pomeni, da nato uporabljamo χ^2 -preizkus z razmerjem verjetij. Pojavi se sledeči zapis:

Ponazoritev 20 Kontingenčne razporednice

Q24m	Okolje šole			Skupno
	mestna šola	primestna šola	vaška šola	
1	1	2	1	4
2	14	4	6	24
3	69	25	56	150
4	154	53	131	338
5	130	76	83	289
Skupno	368	160	277	805

Ponazoritev 21 Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	18.6	8	0.017
Razmerje verjetij	18.0	8	0.021
N	805		

Kontingenčne razporednice

Kontingenčne razporednice

Q24m	Okolje šole			Si
	mestna šola	primestna šola	vaška šola	
1	1	2	1	
2	14	4	6	
3	69	25	56	
4	154	53	131	
5	130	76	83	
Skupno	368	160	277	

Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	18.6	8	0.017
χ^2 popravek zveznosti	18.6	8	0.017
Razmerje verjetij	18.0	8	0.021
N	805		

Slika 31 Pogled na χ^2 -preizkus

 Izpis simbolov:

- χ^2 označuje vrednost χ^2 -preizkusa, označimo z oznako χ^2 .
- **df** v angleščini pomeni *degrees freedom*, v slovenščini pa prostostne stopnje, za kar se je uveljavila oznaka *g*.
- **p** označuje pomembnost, kar označimo s črko *P* ali *p*.
- **Razmerje verjetij** predstavlja rezultate preizkusa razmerja verjetij.
- **Fisherjev natančni test** predstavlja rezultate Fisherjevega natančnega preizkusa. Opazimo, da pri tem ne dobimo vrednosti, saj nimamo le dveh kategorij za vsako spremenljivko.



Primer razlage

Rezultat χ^2 -preizkusa z razmerjem verjetij ($\chi^2 = 18,6$, $g = 8$, $2P = 0,017$) kaže, da v odgovorih na trditev »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole. Kot lahko razberemo iz preglednice, se učitelji mestnih in primestnih šol še najbolj strinjajo s trditvijo, da ob primerih učijo, kako ideje in mnenja predstaviti skupini.

4.2.4.2.2 Vaje

Vaja 1

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti.
- V nadaljevanju predstavimo vrednosti preizkusa hipoteze neodvisnosti za spremenljivki »Q15a« – »Odkrivam priložnosti za socialni, kulturni in ekonomski razvoj šole« in »Spol«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

Ponazoritev 22 Kontingenčne razpredelnice

Q15a	Spol		Skupno
	Moški	Ženski	
Ne razvijam.	1	0	1
S podporo drugih.	1	27	28
V sodelovanju z drugimi.	44	464	508
Samostojno in neodvisno.	18	80	98
Neodvisno in odgovorno.	14	116	130
Kritično.	5	53	58
Skupno	83	740	823

Ponazoritev 23 Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	19.0	5	0.002
χ^2 popravek zveznosti	19.0	5	0.002
Razmerje verjetij	13.8	5	0.017
N	823		

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 21 Število (*f*) učiteljev po odgovorih na trditev »Q15a« glede na spol in rezultat χ^2 -preizkusa

Spol	Q15a						Skupaj
	Ne razvijam	S podporo drugih	V sodelovanju z drugimi	Samostojno in neodvisno	Neodvisno in odgovorno	Kritično	
Moški							
Ženski							
Skupaj							
Rezultat χ^2 -preizkusa							

b) Napišite obrazložitev.

Vaja 2

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti.
- V nadaljevanju predstavljamo vrednosti preizkusa hipoteze neodvisnosti za (izmišljeni) spremenljivki »Fakulteta« in »Spol«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

Ponazoritev 24 Kontingenčne razpredelnice

Fakulteta	Spol		Skupno
	Moški	Ženski	
Znanstvena	46	27	73
Družboslovna	17	47	64
Humanistična	57	36	93
Skupno	120	110	230

Ponazoritev 25 Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	23.4	2	< .001
χ^2 popravek zveznosti	23.4	2	< .001
Razmerje verjetij	24.0	2	< .001
Fisherjev natančni test			< .001
N	230		

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 22 Število (*f*) študentov po fakulteti glede na spol in rezultat χ^2 -preizkusa

Spol	Fakulteta			Skupaj
	Znanstvena	Družboslovna	Humanistična	
Moški				
Ženski				
Skupaj				
Rezultat χ^2 -preizkusa				

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti.
- V nadaljevanju predstavljamo vrednosti preizkusa hipoteze neodvisnosti za spremenljivki »Q15c« – »Oblikujem ideje« in »Spol«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

Ponazoritev 26 Kontingenčne razpredelnice

Q15c	Spol		Skupno
	Moški	Ženski	
S podporo drugih.	0	10	10
V sodelovanju z drugimi.	25	203	228
Samostojno in neodvisno.	31	257	288
Neodvisno in odgovorno.	17	184	201
Kritično.	10	86	96
Skupno	83	740	823

Ponazoritev 27 Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	2.06	4	0.724
χ^2 popravek zveznosti	2.06	4	0.724
Razmerje verjetij	3.09	4	0.543
N	823		

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 23 Število (*f*) učiteljev po odgovorih na trditev »Q15c« glede na spol in rezultat χ^2 -preizkusa

Spol	Q15c						Skupaj
	Ne razvijam	S podporo drugih	V sodelovanju z drugimi	Samostojno in neodvisno	Neodvisno in odgovorno	Kritično	
Moški							
Ženski							
Skupaj							
Rezultat χ^2 -preizkusa							

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti.
- Z Jamovijem preverite, ali obstaja razlika v spremenljivki »Q15d« –»Preizkušam svoje ideje« glede na spremenljivko »Spol«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 24 Število (*f*) učiteljev po odgovorih na trditev »Q15d« glede na spol in rezultat χ^2 -preizkusa

Spol	Q15d					Kritično	Skupaj
	Ne razvijam	Spodporo drugih	V sodelovanju z drugimi	Samostojno in neodvisno	Neodvisno in odgovorno		
Moški							
Ženski							
Skupaj							
Rezultat χ^2 -preizkusa							

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 5

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti.
- Z Jamovijem preverite, ali obstaja razlika v spremenljivki »Q15d« – »Preizkušam svoje ideje« glede na spremenljivko »Spol«.
- V preglednico izpišite potrebne rezultate ter jih razložite.

a) Dopolnite preglednico.

Preglednica 25 Število (*f*) učiteljev po odgovorih na trditev »Q15d« glede na okolje šole in rezultat χ^2 -preizkusa

Spol	Q15d						Skupaj
	Ne razvijam	S podporo drugih	V sodelovanju z drugimi	Samostojno in neodvisno	Neodvisno in odgovorno	Kritično	
Mestna šola							
Primestna šola							
Vaška šola							
Skupaj							
Rezultat χ^2 -preizkusa							

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.3 Parametrični preizkusi

Parametrične preizkuse uporabljamo, ko sta izpolnjena naslednja pogoja (Cencič, 2009, str. 54):

- numerične spremenljivke morajo biti normalno ali skoraj normalno porazdeljene; normalnost porazdelitve lahko preverimo na osnovi deskriptivne statistike za določeno spremenljivko ali pa zaženemo preizkus normalnosti;²⁷
- numerične spremenljivke imajo približno enake variance oz. se lahko potrdi predpostavko o homogenosti varianc; ta pogoj je pomemben zlasti v primeru različno velikih skupin ali ko ni enakega števila enot v vzorcih; homogenost preverjamo z Levenovim (F) preizkusom enakosti varianc.

Poleg tega morajo biti odvisne spremenljivke zvezne, tj. intervalne ali razmernostne²⁸.

Poglejmo si najprej preverjanje normalnosti porazdelitve. Preverjanje homogenosti varianc bomo pregledali kasneje, skupaj s sledečimi parametričnimi preizkusi:

- t -preizkus za neodvisne vzorce;
- analizo variance (preizkus ANOVA);
- t -preizkus za odvisne vzorce;
- t -preizkus za en vzorec.

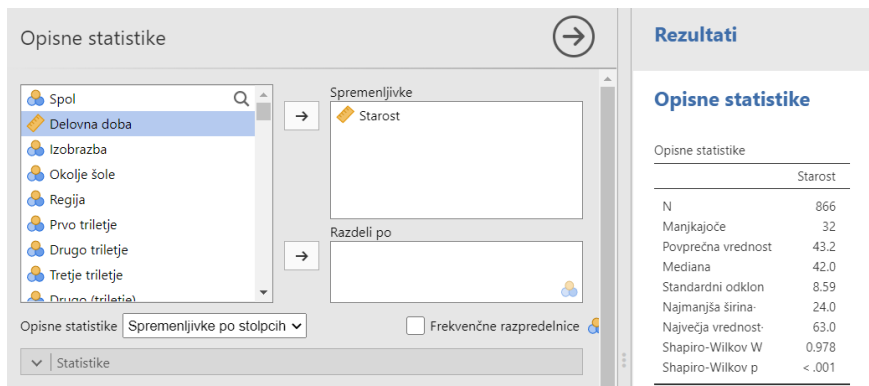
4.3.1 Shapiro-Wilkov preizkus normalnosti porazdelitve

Shapiro-Wilkov (W) preizkus normalnosti porazdelitve uporabljamo za ugotavljanje normalnosti porazdelitve numeričnih spremenljivk (Razali in Wah, 2011).

Velja, da se spremenljivka normalno porazdeljuje takrat, ko preizkus Shapiro-Wilk *ni* statistično značilen, torej, ko je $p > 0,05$ (Bastič, 2006, str. 21). Podobno velja tudi za ostale preizkuse normalnosti. Raziskave so pokazale, da ima med vsemi preizkusi normalnosti Shapiro-Wilkov najvišjo statistično moč,

²⁷ V Jamoviju je vgrajen Shapiro-Wilkov preizkus normalnosti. Z dodatkom modula »moretests« je mogoče namestiti in uporabljati tudi preizkus Kolmogorov-Smirnov in Anderson-Darlingov preizkus za analizo normalnosti porazdelitev pri t -preizkusih, preizkusih analize variance ANOVA in linearnih regresijah.

²⁸ Raziskave pa so pokazale, da uporaba parametričnih preizkusov za ordinalne numerične spremenljivke ne privede do bistveno različnih rezultatov, zato uporaba parametričnih preizkusov večkrat ustreza tudi za lestvice stališč (Zimmerman in Zumbo, 2014).



Slika 32 Pogled na opisne statistike – preizkus normalnosti

preizkus Kolmogorov-Smirnova pa najmanjšo (Ahmad in Khan, 2015; Mendes in Pala, 2003; Öztuna idr., 2006; Razali in Wah, 2011).

4.3.1.1 Primer

Ugotoviti želimo, ali je spremenljivka »Starost« normalno porazdeljena. Da lahko to preverimo, v meniju »Analize« izberemo podmeni »Raziskovanje« in možnost »Opisne statistike«. Spremenljivko »Starost« prenesemo v okno »Spremenljivke« (slika 32). V razdelku »Statistike« izberemo ukaz »Shapiro-Wilkov preizkus« (☒ Shapiro-Wilkov preizkus). V preglednici »Opisne statistike«, ki se nam prikaže avtomatično na desni strani okna, se pojavita dva zapisa, in sicer »Shapiro-Wilkov W« in »Shapiro-Wilkov p«. Izpis je sledeči:

Ponazoritev 28 Opisne statistike

	Starost
N	866
Manjkajoče	32
Povprečna vrednost	43.2
Mediana	42.0
Standardni odklon	8.59
Najmanjša širina	24.0
Največja vrednost	63.0
Shapiro-Wilkov W	0.978
Shapiro-Wilkov p	< .001

✓ Izpis simbolov:

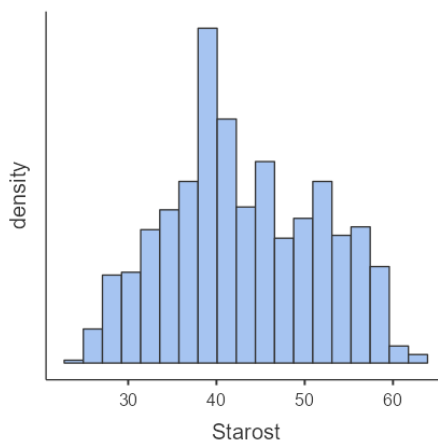
- **Shapiro-Wilkov W** označuje vrednost preizkusa Shapiro-Wilk, kar označimo z oznako W .
- **Shapiro-Wilkov p** označuje pomembnost, kar označimo z oznako P ali p .

📖 Primer razlage

Rezultat Shapiro-Wilkovega preizkusa za normalnost ($W = 0,978$; $p < 0,001$) kaže, da se vrednost spremenljivke »Starost« ne porazdeljuje normalno.

Slednje bi sicer lahko preverili z izrisom grafa, ki bi nazorno pokazal, da se vrednosti dane spremenljivke ne porazdeljujejo normalno. Da načrtamo graf, v razdelku »Diagrami« izberemo ukaz »Histogram«²⁹ (👉 Histogram). Dobimo tako sliko 33.

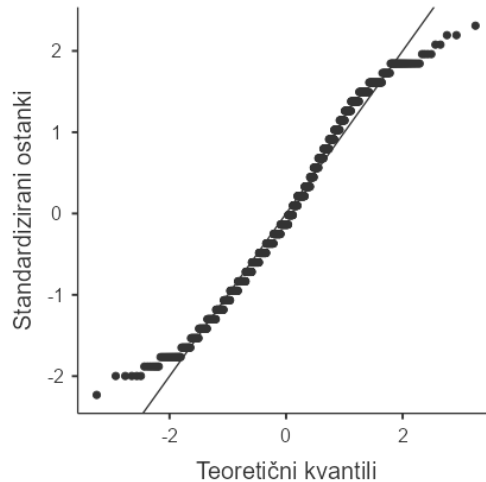
Poleg histograma je koristno načrtati tudi diagram Q-Q³⁰. To storimo tako, da iz razdelka »Diagrami« izberemo ukaz »Diagram Q-Q« (👉 Diagram Q-Q). Iz slike 34 je razvidno, da se mnogi kvantili ne porazdelijo v okolici diagonale, zato trdimo, da porazdelitev spremenljivke »Starost« ni normalna.



Slika 33 Porazdelitev vrednosti spremenljivke »Starost«

²⁹ Histograme lahko načrtamo samo za zvezne, tj. intervalne, spremenljivke. V primeru ordinalnih spremenljivk lahko izberemo ukaz »Stolpčni diagram«.

³⁰ Pri diagramih Q-Q (*quantile-quantile plot*) gre za grafično metodo za primerjanje dveh porazdelitev (Augustin idr., 2012). Deluje tako, da se načrta kvantile njenih porazdelitev. Če sta porazdelitvi podobni, točke v diagramih Q-Q ležijo na diagonali (tj. na simetrali kvadrantov). V našem primeru diagrame Q-Q interpretiramo na sledeči način: če točke ležijo na diagonali, potem je porazdelitev podatkov, ki jo preučimo, približno normalna. Če pa točke ne ležijo na diagonali ali od nje bistveno odstopajo, porazdelitev podatkov ni normalna.



Slika 34 Diagram Q-Q za spremenljivko »Starost«

4.3.1.2 Primer 2

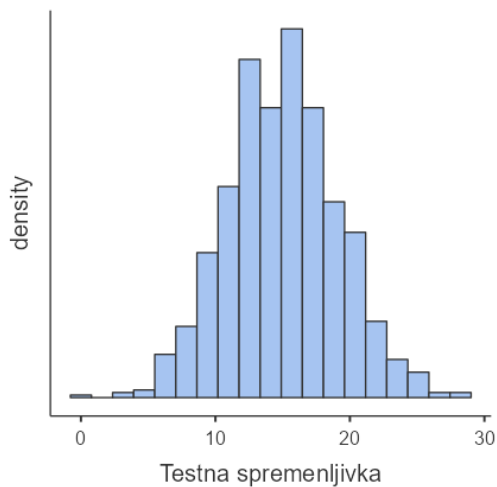
Ugotoviti želimo, ali se »Testna spremenljivka«³¹ porazdeli normalno. S Shapiro-Wilkovim preizkusom raziskujemo normalnost spremenljivke. Izpis je sledeči:

Ponazoritev 29 Opisne statistike

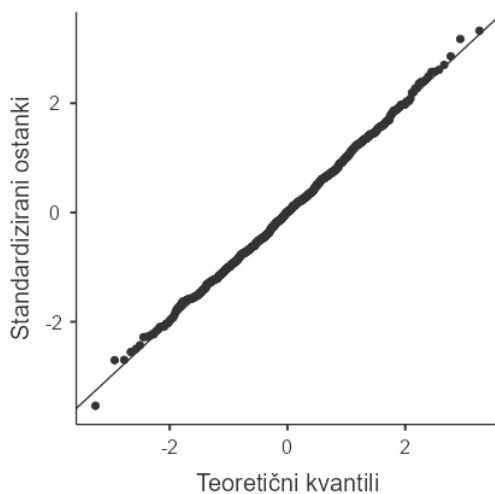
	Testna spremenljivka
N	898
Manjkajoče	0
Povprečna vrednost	15.0
Mediana	15.0
Standardni odklon	4.11
Najmanjša širina	0.451
Največja vrednost	28.7
Shapiro-Wilkov W	0.999
Shapiro-Wilkov p	0.818

Na sliki 35 predstavimo histogram »Testne spremenljivke«, iz katerega je razvidna velika podobnost z Gaussovo normalno porazdelitvijo. Podobno opazimo na sliki 36, kjer predstavimo Q-Q-diagram porazdelitve spremenljivke »Testna spremenljivka«. Kot opazimo, so kvantili zelo blizu diagonalni.

³¹ Gre za spremenljivko X , ki smo jo umetno ustvarili na podlagi Gaussove porazdelitve $X \sim N(14,4)$ in je njen namen zgolj prikaz za namene poučevanja.



Slika 35 Porazdelitev vrednosti spremenljivke »Testna spremenljivka«



Slika 36 Diagram Q-Q za spremenljivko »Testna spremenljivka«



Primer razlage

Rezultat Shapiro-Wilkovega preizkusa za normalnost ($W = 0,999$; $p = 0,818$) kaže, da se vrednost spremenljivke »Testna spremenljivka« porazdeljuje normalno.

4.3.1.3 Vaje

Vaja 1

- Preizkus normalnosti.
- Opravili smo Shapiro-Wilkov preizkus normalnosti za spremenljivko »Delovna doba«. Želimo preveriti, ali se vrednosti spremenljivke normalno porazdeljujejo.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 30 Opisne statistike

	Delovna doba
N	864
Manjkajoče	34
Povprečna vrednost	18.0
Mediana	17.0
Standardni odklon	9.98
Najmanjša širina	0.00
Največja vrednost	44.0
Shapiro-Wilkov W	0.965
Shapiro-Wilkov p	< .001

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 2

- Preizkus normalnosti.
- Opravili smo Shapiro-Wilkov preizkus normalnosti za spremenljivko »Q14f« – »Odprt/-a sem za razlike«. Želimo preveriti, ali je spremenljivka normalno porazdeljena.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 31: Opisne statistike

	Q14f
N	833
Manjkajoče	65
Povprečna vrednost	4.58
Mediana	5
Standardni odklon	0.581
Najmanjša širina	2
Največja vrednost	5
Shapiro-Wilkov W	0.672
Shapiro-Wilkov p	< .001

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

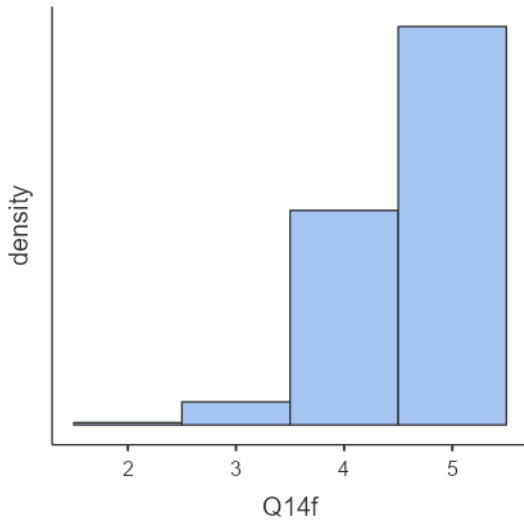
.....

.....

.....

Vaja 3

- Preizkus normalnosti.
- Za spremenljivko »Q14g« – »Mladim ponujam prakso samooskrbe kot dela skrbi zase in za druge« smo načrtali histogram.
- Ali se vrednosti spremenljivke normalno porazdeljujejo?
- Napišite obrazložitev.



Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

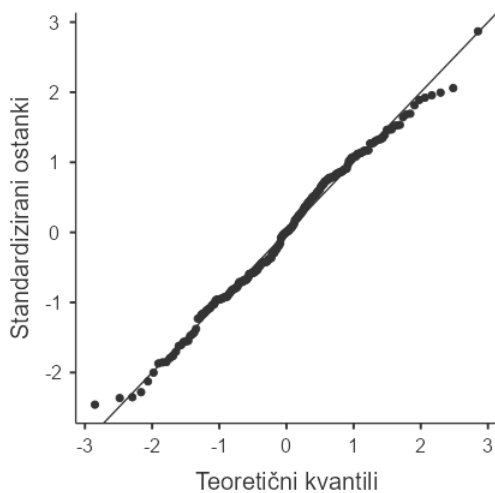
.....

.....

.....

Vaja 4

- Preizkus normalnosti.
- Za (izmišljeno) spremenljivko »Test znanja« smo načrtali diagram Q-Q.
- Ali se vrednosti spremenljivke normalno porazdeljujejo?
- Napišite obrazložitev.



Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 5

- Preizkus normalnosti.
- Za zgornjo (izmišljeno) spremenljivko »Test znanja« smo izračunali vrednosti Shapiro-Wilkovega preizkusa.
- Ali se vrednosti spremenljivke normalno porazdeljujejo?
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 32 Opisne statistike

	Test znanja
N	230
Manjkajoče	0
Povprečna vrednost	64.7
Mediana	64.8
Standardni odklon	12.7
Najmanjša širina	33.6
Največja vrednost	101
Asimetrija	-0.0648
St. napaka asimetrije	0.160
Sploščenost	-0.420
St. napaka sploščenosti	0.320
Shapiro-Wilkov W	0.991
Shapiro-Wilkov p	0.195

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.3.2 *t*-preizkus za neodvisne vzorce

S *t*-preizkusom³² za neodvisne vzorce preverjamo, ali se povprečne vrednosti **dveh** skupin med dvema neodvisnima vzorcema statistično pomembno razlikujejo ali ne (Cencič, 2009, str. 116).

V primeru, ko je dobljena *p*-vrednost manjša od arbitrarno določene (0,05), lahko trdimo, da se povprečji dveh skupin statistično značilno razlikujeta, sicer trdimo, da imata skupini podobni povprečji.

Poleg *p*-vrednosti navadno zapišemo tudi velikost mere učinka, tj. Cohena *d* (glej razdelek 1.3). Mero učinka interpretiramo tako, kot je predlagano v preglednici 2.

Ker je *t*-preizkus parametrični preizkus, moramo pred njegovo izvedbo preveriti, ali so izpolnjeni pogoji za uvedbo parametričnih preizkusov, tj.:

- vrednosti spremenljivk se normalno porazdeljujejo;
- spremenljivke imajo enake variance.

Kot navedeno normalnost preverimo z različnimi preizkusi (npr. Shapiro-Wilkovim preizkusom ali preizkusom Kolmogorov-Smirnova), enakost varianc pa z Levenovim *F*-preizkusom. Če Levenov preizkus *ni* statistično značilen, potem imajo podatki enake variance in je pogoj izpolnjen (Glass, 1966).

4.3.2.1 Primer

Opomba: V bazi podatkov, ki jo uporabljamo, nobena spremenljivka (razen umetno sestavljene spremenljivke »Testna spremenljivka«) ni normalno porazdeljena, zato je uporaba *t*-preizkusa za neodvisne vzorca neupravičena. V nadaljevanju bomo videli, da lahko v teh primerih uporabljamo druge preizkuse, ki ne predvidevajo pogoja normalnosti spremenljivk, vendar bomo (iz didaktičnih razlogov) zaenkrat opravili *t*-preizkus kljub temu, da niso izpolnjeni vsi pogoji za njegovo uporabo.

Ugotoviti želimo, ali obstajajo razlike v odgovorih na trditev »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« glede na spol. Zanima nas torej, ali med učitelji in učiteljicami obstaja razlika v stopnji strinjanja o zgornji trditvi. Najprej preglejmo opisno statistiko ločeno za učitelje in za učiteljice. Da opravimo te analize, v meniju »Analize« izberemo podmeni »Raziskovanje« in možnost »Opisne statistike«. Spremenljivko »Q24m« povlečemo v okno »Spremenljivke«. V kolikor nas zanima, ali obstajajo razlike glede na spol, spremenljivko »Spol« vstavimo v okence »Razdeli po« (slika 37). Prikaže se sledeči izpis:

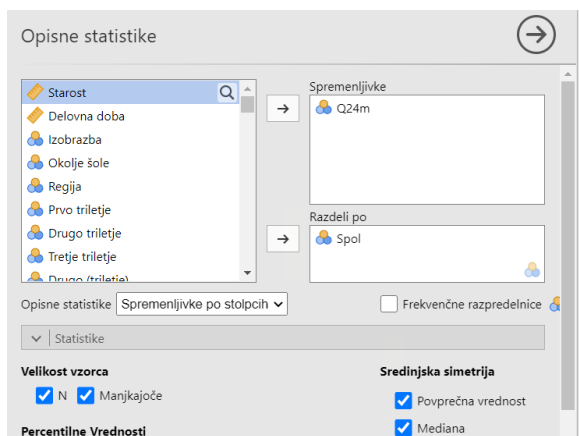
³² Imenujemo ga tudi Studentov *t*-preizkus.

Ponazoritev 33 Opisne statistike

	Spol	Q24m
N	Moški	82
	Ženski	723
Manjkajoče	Moški	7
	Ženski	73
Povprečna vrednost	Moški	3.79
	Ženski	4.13
Mediana	Moški	4.00
	Ženski	4
Standardni odklon	Moški	0.813
	Ženski	0.833
Najmanjša širina	Moški	2
	Ženski	1
Največja vrednost	Moški	5
	Ženski	5

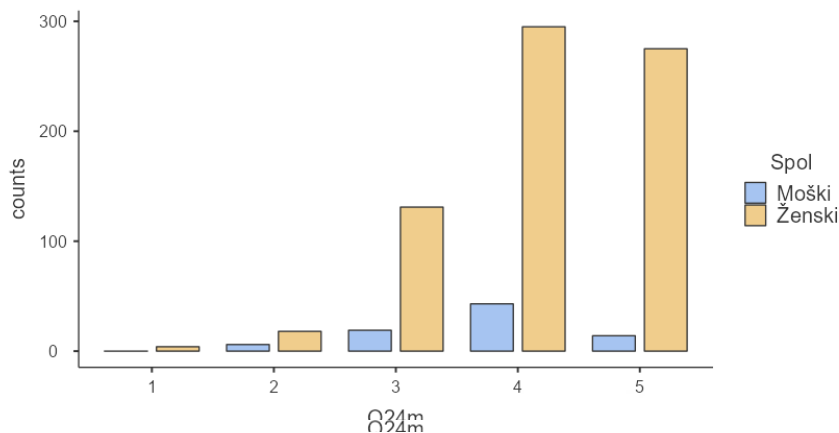
Če želimo grafično prikazati razlike med spoloma, v razdelku »Diagrami« izberemo ukaz »Stolpčni diagram« (☒ Stolpčni diagram). Ta je prikazan v sliki 38.

Iz preglednice je razvidno, da je povprečje za učitelje enako $M = 3,79$ ($SD = 0,813$), za učiteljice pa $M = 4,13$ ($SD = 0,833$). Iz teh podatkov lahko razberemo, da je za učitelje povprečje nižje kot za učiteljice. Sprašujemo pa se, ali so te

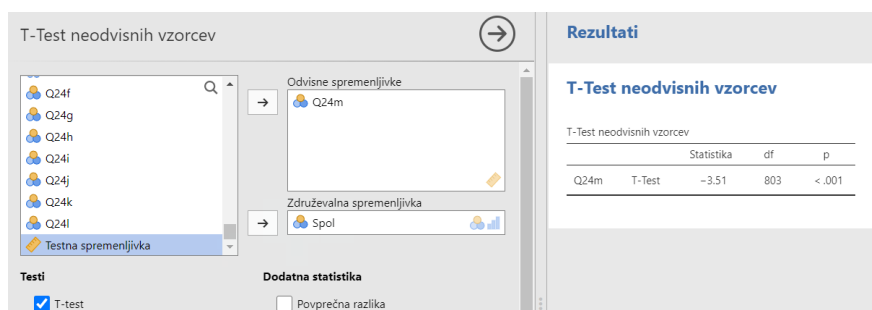
**Opisne statistike**

Opisne statistike	Spol	Q24m
N	Moški	82
	Ženski	723
Manjkajoče	Moški	7
	Ženski	73
Povprečna vrednost	Moški	3.79
	Ženski	4.13
Mediana	Moški	4.00
	Ženski	4
Standardni odklon	Moški	0.813
	Ženski	0.833
Najmanjša širina	Moški	2
	Ženski	1
Največja vrednost	Moški	5
	Ženski	5

Slika 37 Pogled na opisno statistiko po spolu



Slika 38 Stolpčni diagram za spremenljivko »Q24m«, razdeljeno glede na spol



Slika 39 Pogled na t-preizkus za neodvisne vzorce

razlike statistično pomembne (značilne) ali gre za slučajne spremembe³³. Da odgovorimo na to vprašanje, opravimo *t*-preizkus za neodvisne vzorce.

V meniju »Analize« izberemo podmeni »t-testi« in možnost »t-test neodvisnih vzorcev«. Spremenljivko »Q24m« vstavimo v okno »Odvisne spremenljivke«. V kolikor iščemo razlike med spoloma, spremenljivko »Spol« vstavimo v okno »Združevalna spremenljivka« (slika 39).

³³ Sprašujemo se torej, ali imajo v našem vzorcu moški *dejansko* nižje povprečje ali je to le naključje.

4.3.2.1.1 Preverjanje pogojev

Kot že navedeno, je t -preizkus za neodvisne vzorce parametrični preizkus, zato morajo biti podatki, ki jih želimo analizirati, normalno porazdeljeni in z enakimi variancami. Te pogoje lahko preverimo kar znotraj okna za analize t -preizkusa.

Normalnost preverimo tako, da odkljukamo ukaz »Test normalnosti«³⁴ ( Test normalnosti). Izpiše se sledeča preglednica:

Ponazoritev 34 Tests of Normality

		statistic	p
Q24m	Shapiro-Wilk	0.862	< .001
	Kolmogorov-Smirnov	0.215	< .001
	Anderson-Darling	44.0	< .001

Opomba Additional results provided by moretests

Iz preglednice razumemo, da spremenljivka »Q24m« ni normalno porazdeljena (glej tudi zgornjo opombo), saj so vsi preizuski normalnosti statistično značilni ($p < 0,001$), zato je uporaba t -preizkusa neupravičena. Za potrebe prikaza rezultatov preizkusa Analize variance pa bomo vseeno nadaljevali s tem preizkusom.

Enakost varianc preverimo z Levenovim F -preizkusom. Tega opravimo tako, da odkljukamo »Test homogenosti«³⁵ ( Test homogenosti). Izpiše se nam sledeča preglednica:

Ponazoritev 35 Homogeneity of Variances Tests

		F	df	df2	P
Q24m	Levene's	0.257	1	803	0.612
	Variance ratio	0.951	81	722	0.797

Opomba. Additional results provided by moretests

³⁴ V našem primeru smo nastavili dodatni modul »moretests«, zato se nam prikažejo rezultati treh preizkusov normalnosti: Shapiro-Wilkovega, Kolmogorov-Smirnov in Anderson-Darlingovega. V primeru, da si ne nastavite dodatnega modula, boste dobili le rezultate Shapiro-Wilkovega preizkusa.

³⁵ V kolikor smo nastavili dodaten modul »moretests«, se nam prikaže, poleg Levenovega preizkusa, tudi preizkus razmerja varianc (*Variance ratio*). V primeru, da si niste nastavili dodatnega modula, boste videli le rezultate Levenovega preizkusa.

 Izpis simbolov:

- **Levene's** označuje Levenov preizkus.
- **Variance ratio** označuje razmerje med variancami (tega ne bomo uporabljali).
- **F** označuje vrednost Levenovega preizkusa.
- **df** označuje prostostne stopnje Levenovega *F*-preizkusa.
- **p** označuje stopnjo statistične pomembnosti Levenovega preizkusa.

V kolikor velja, da Levenov preizkus³⁶ ni statistično značilen ($p = 0,612$), potem velja predpostavka enakosti varianc. Rečemo torej, da so variance homogene.

 Primer razlage

Rezultat Shapiro-Wilkovega preizkusa za normalnost ($W = 0,997$; $p < 0,001$) kaže, da se vrednost spremenljivke »Q24m« ne porazdeljuje normalno. Levenov preizkus pa je potrdil enakost varianc ($F(1,803) = 0,257$; $p = 0,612$). Zato je uporaba *t*-preizkusa za neodvisne vzorce (ne³⁷) upravičena.

4.3.2.1.2 Rezultati preizkusa

Že v trenutku, ko smo v okenca »Odvisne spremenljivke« in »Združevalna spremenljivka« vstavili spremenljivki »Q24m« in »Spol«, so se izpisali rezultati *t*-preizkusa za neodvisne vzorce, in sicer:

Ponazoritev 36 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	df	P
Q24m	t-test	-3.51	803	< .001

 Izpis simbolov:

- **Statistika** ali **t** označuje vrednost *t*-preizkusa.
- **df** označuje prostostne stopnje *t*-preizkusa. Te določimo kot $df = N - 2$, kjer je *N* numerus.
- **p** označuje stopnjo statistične pomembnosti *t*-preizkusa.

³⁶ Rezultate Levenovega preizkusa zapišemo navadno v obliki **$F(df_1, df_2) = \text{vrednost preizkusa}$** ; **$p = \text{vrednost}$** .

³⁷ Kot že rečeno, v kolikor podatki niso normalno porazdeljeni, uporaba *t*-preizkusa za neodvisne vzorce ni upravičena, vendar bomo iz didaktičnih razlogov nadaljevali z uporabo tega preizkusa.

Iz preglednice je razvidno, da je t -preizkus statistično pomemben, saj je p -vrednost manjša od izbrane vrednosti 0,05 ($p < 0,001$). Zato smo s t -preizkusom potrdili, da med učiteljicami in učitelji obstaja statistično značilna razlika v mnenju o tem, da se učenci ob primerih učijo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini. Koristno pa je tudi preveriti rezultate opisne statistike za spremenljivko »Q24m«, razdeljeno med spoloma. V istem oknu je mogoče opisno statistiko izpisati s tem, da izberemo ukaz »Opisne statistike« (☒ Opisne statistike). Pojavi se sledeča preglednica:

Ponazoritev 37 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q24m	Moški	82	3.79	4.00	0.813	0.0897
	Ženski	723	4.13	4.00	0.833	0.0310

 Izpis simbolov:

- **Skupina** predstavlja skupini neodvisne spremenljivke, v tem primeru spola »Moški« in »Ženski«.
- **N** označuje frekvence posameznih skupin (torej ni numerus).
- **Povprečna vrednost** označuje aritmetično srednjo vrednost podatkov, razdeljenih med spoloma.
- **Mediana** predstavlja mediano spremenljivke razdeljeno med spoloma.
- **SD** predstavlja standardni odklon spremenljivke razdeljeno med spoloma.
- **SN** predstavlja standardno napako³⁸ povprečja.

4.3.2.1.3 Velikost učinka

Kot rečeno, je poleg stopnje statistične značilnosti, tj. p -vrednosti, pomembno zapisati tudi velikost učinka oz. stopnjo velikosti razlik med skupinama. Preden pregledamo velikost učinka, izračunamo, za koliko se povprečje učiteljic razlikuje od povprečja učiteljev. To naredimo tako, da izberemo ukaz »Povprečna razlika« (☒ Povprečna razlika). Izpiše se nam rezultat:

Ponazoritev 38 T-test neodvisnih vzorcev

	Statistika	df	p	Povprečna razlika	Razlika SN
Q24m t-test	-3.51	803	< .001	-0.340	0.0969

³⁸ Večkrat pišemo tudi *SE* (iz angl. *standard error*).

Povprečna razlika med povprečjem učiteljev ($M = 3,79$; $SD = 0,813$) in učiteljic ($M = 4,14$; $SD = 0,833$) je enaka $-0,340$ ($SN = 0,0969$)³⁹. Torej je povprečje učiteljic za $0,340$ večje⁴⁰ od povprečja učiteljev. Da preverimo, ali je razlika $-0,340$ »velika«, izračunamo mero velikosti učinka. V istem oknu analize t -preizkusa za neodvisne vzorce izberemo ukaz »Velikost učinka« (☒ Velikost učinka). Izpis je sledeči:

Ponazoritev 39 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	df	p	Povprečna razlika	Razlika SN	Velikost učinka
Q24m	t-test	-3,51	803	< .001	-0,340	0,0969	Cohenov d
							-0,409

Iz preglednice ugotovimo, da je Cohenov $d = -0,409$, kar predstavlja dokaj velik učinek. Ugotavljamo torej, da so razlike med mnenji učiteljic in učiteljev relativno velike.



Primer razlage

Rezultati t -preizkusa za neodvisne vzorce so pokazali, da med učiteljicami ($M = 4,13$; $SD = 0,833$) in učitelji ($M = 3,79$; $SD = 0,813$) obstajajo statistično značilne razlike v mnenju, da se učenci ob primerih učijo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini ($t = -3,51$, $g = 803$, $2P < 0,001$; Cohenov $d = -0,409$). Razberemo lahko, da učitelji temu dejavniku v povprečju pripisujejo manjši pomen kot učiteljice.

Opomba. Zgornje navajanje rezultatov t -preizkusa za neodvisne vzorce lahko zapišemo tudi v obliki **$t(\text{vrednost } df) = \text{rezultat}; p = \text{vrednost}$** . Zgornje rezultate lahko torej zapišemo tako: $t(803) = -3,51$; $p < 0,001$; Cohenov $d = -0,409$.

4.3.2.2 Welchov t -preizkus

Kot smo že navedli, je t -preizkus za neodvisne vzorce parametrični preizkus, ki zahteva izpolnitev dveh predpostavk, tj. normalnosti in homogenosti (enakosti) varianc. V primeru, da je izpolnjena samo prva predpostavka, tj. normalnost podatkov⁴¹, in imajo torej podatki heterogene (nehomogene) variance, lahko uporabljamo popravek t -preizkusa za neodvisne vzorce, ki ga označimo kot Welchov t -preizkus⁴² (West, 2021). Postopek uporabe tega preizkusa je enak tistemu, ki smo ga opisali za t -preizkuse za neodvisne vzorce.

³⁹ Rezultat je podoben dejanski razliki med povprečjema: $M_{\text{moški}} - M_{\text{ženske}} = 3,79 - 4,14 = -0,35$.

⁴⁰ Seveda v povprečju.

⁴¹ Za uporabo parametričnih preizkusov morajo biti spremenljivke normalno porazdeljene. Če ta pogoj ni izpolnjen, moramo uporabljati neparametrične preizkuse, o katerih bomo govorili kasneje.

⁴² Nekateri so celo predlagali, da bi se v družboslovju Studentov t -preizkus (t -preizkus za neodvisne vzorce) nadomestili z Welchovim t -preizkusom, saj se v družboslovju redkokdaj srečujemo s pogojem enakosti varianc in so rezultati preizkusov homogenosti varianc (npr. Levenov preizkus) večkrat napačni ali statistično šibki (Delacre idr., 2017).

Za primer Welchevega t -preizkusa si oglejmo, ali imajo učitelji in učiteljice različna mnenja glede spremenljivke »Q24I« – »Z učenci s ob primerih pogovarjamo, kako reševati konflikte«. V meniju »Analize« izberemo podmeni » t -testi« in možnost » t -test neodvisnih vzorcev«. Spremenljivko »Q24I« vstavimo v okence »Odvise spremenljivke«, spremenljivko »Spol« pa v okence »Združevalna spremenljivka«. Prikažejo se rezultati t -preizkusa za neodvisne vzorce:

Ponazoritev 40 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	df	p
Q24I	T-test	-2,71 ^a	805	0.007

Opomba: ^a Levenov test je statistično značilen ($p < 0.05$), kar kaže na kršitev predpostavke enakih varianc.

Kot razberemo iz preglednice, nas Jamovi obvesti, da spremenljivke nimajo homogene variance. Preverimo ta pogoj tudi s tem, da izberemo ukaz »Test homogenosti«. Izpis je sledeči:

Ponazoritev 41 Homogeneity of Variances Tests

		F	df	df2	P
Q24I	Levene's	6.38	1	805	0.012
	Variance ratio	1.34	81	724	0.059

Opomba Additional results provided by moretests

Iz preglednice razberemo, da je pogoj enakosti varianc kršen, saj je Levenov F -preizkus statistično značilen ($p = 0,012$). Zato je uporaba t -preizkusa za neodvisne vzorce neupravičena in uporabimo različico Welchevega t -preizkusa. To naredimo tako, da izberemo ukaz »Welchev t « (slika 40) pod seznamom spremenljivk (☒ Welchev t). Zaradi enostavnosti prikazov rezultatov odstranimo ukaz » t -test«. Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 42 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	df	p
Q24I	Welchev t	-2.41	95.1	0.018

Iz preglednice razberemo, da obstajajo statistično značilne ($p = 0,018$) razlike med mnenjem učiteljic in učiteljev. Da raziščemo te razlike in ugotovimo mero velikosti učinka, izberemo še ukaza »Opisne statistike« in »Velikost učinka«. Izpis je zdaj sledeči:

T-Test neodvisnih vzorcev

Odvane spremenljivke: Q24l

Združevalna spremenljivka: Spol

Testi

☐ T-test

☐ Bayesov faktor

Prior: 0.707

☒ Welchov t

Dodatna statistika

☐ Povprečna razlika

☐ Interval zaupanja: 95 %

☐ Velikost učinka

☐ Interval zaupanja: 95 %

Rezultati

T-Test neodvisnih vzorcev

T-Test neodvisnih vzorcev

	Statistika	df	p
Q24l Welchov t	-2.41	95.1	0.018

Sklici

[1] The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

[2] R Core Team (2021). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.1) [Computer software].

Slika 40 Pogled na Welchov t -preizkus

Ponazoritev 43 T-test neodvisnih vzorcev

	Statistika	df	p	Velikost učinka
Q24l Welchov t	-2.41	95.1	0.018	Cohenov d -0.297

Ponazoritev 44 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q24l	Moški	82	4.40	5.00	0.718	0.0793
	Ženski	725	4.60	5.00	0.619	0.0230

Tokrat smo izpustili povprečne razlike med učiteljicami in učitelji, vendar je mogoče dodati tudi te analize.



Primer razlage

V kolikor je Levenov F -preizkus za enakost varianc pokazal, da le-te niso homogene ($F(1,805) = 6,38; p = 0,012$), smo pri spremenljivki »Z učenci se ob primerih pogovarjamo, kako reševati konflikte« za iskanje razlik med spoloma posluževali Welchevega t -preizkusa. Rezultati tega so pokazali, da med učiteljicami ($M = 4,60; SD = 0,619$) in učitelji ($M = 4,40; SD = 0,718$) obstajajo statistično značilne razlike v mnenju ($t = -2,41, g = 95,1, 2P = 0,018$; Cohenov $d = -0,297$). Razberemo lahko, da učitelji temu dejavniku v povprečju pripisujejo manjši pomen kot učiteljice.

4.3.2.3 Vaje

Vaja 1

- *t*-preizkus za neodvisne vzorce.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« obstajajo statistično značilne razlike med spoloma.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 45 Homogeneity of Variances Tests

		F	df	df2	p
Q23f	Levene's	0.0698	1	804	0.792
	Variance ratio	1.03	79	725	0.817

Opomba. Additional results provided by moretests

Ponazoritev 46 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	df	p		Velikost učinka
Q23f	t-test	1.40	804	0.162	Cohenov d	0.165

Ponazoritev 47 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23f	Moški	80	3.77	4.00	0.886	0.0990
	Ženski	726	3.63	4.00	0.872	0.0324

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 2

- t -preizkus za neodvisne vzorce.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« obstajajo statistično značilne razlike med spoloma.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 48 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	df	p		Velikost učinka
Q23g	t-test	-2.18	806	0.030	Cohenov d	-0.255

Ponazoritev 49 Homogeneity of Variances Tests

		F	df	df2	p
Q23g	Levene's	0.856	1	806	0.355
	Variance ratio	1.43	80	726	0.023

Opomba. Additional results provided by moretests

Ponazoritev 50 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23g	Moški	81	4.21	4.00	0.847	0.0941
	Ženski	727	4.39	5.00	0.710	0.0263

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- t -preizkus za neodvisne vzorce.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23h«
 - »Izkustveno učenje in vključevanje drugih« obstajajo statistično značilne razlike med spoloma.
- Pred uporabo t -preizkusa preverite, ali so pogoji izpolnjeni (pri tem zanemarite pogoj normalnosti), in se odločite za primeren statistični preizkus.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 4

- t -preizkus za neodvisne vzorce.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23c«
 - »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« obstajajo statistično značilne razlike med spoloma.
- Pred uporabo t -preizkusa preverite, ali so pogoji izpolnjeni (pri tem zanemarite pogoj normalnosti), in se odločite za ustrezen statistični preizkus.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 5

- t-preizkus za neodvisne vzorce.
- Pri trditvi »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« nas zanimajo morebitne razlike med učitelji, ki učijo v 1. triletju, in tistimi, ki ne učijo v 1. triletju.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Odgovorite na spodnja vprašanja.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 51 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	Df	p	Povprečna razlika	Razlika SN		Velikost učinka
Q23c	t-test	-2.94	803	0.003	-0.165	0.0559	Cohenov d	-0.219

Ponazoritev 52 Homogeneity of Variances Tests

		F	df	df2	p
Q23c	Levene's	1.02	1	803	0.313
	Variance ratio	1.04	532	271	0.729

Opomba. Additional results provided by moretests

Ponazoritev 53 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23c	ni izbran	533	4.13	4.00	0.755	0.0327
	izbran	272	4.30	4.00	0.741	0.0449

a) Ali je pogoj enakosti varianc izpolnjen?

Odgovor:

b) Ali v povprečju odgovorov obstajajo statistično značilne razlike med učitelji, ki poučujejo v 1. triletju, in tistimi, ki poučujejo v drugih triletjih?

Odgovor:

c) Interpretirajte velikost učinka.

Odgovor:

d) Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 6

- t -preizkus za neodvisne vzorce.
- Za trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« nas zanimajo morebitne razlike med učitelji, ki poučujejo v 3. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v 3. triletju.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 54 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	df	p		Velikost učinka
Q23g	t-test	3.76	806	< .001	Cohenov d	0.265

Ponazoritev 55 Homogeneity of Variances Tests

		F	df	df2	p
Q23g	Levene's	2.65	1	806	0.104
	Variance ratio	0.787	434	372	0.016

Opomba Additional results provided by moretests

Ponazoritev 56 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23g	ni izbran	435	4.46	5.00	0.679	0.0326
	izbran	373	4.27	4.00	0.766	0.0396

Obrazložitev:

Vaja 7

- *t*-preizkus za neodvisne vzorce.
- Za trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« nas zanimajo morebitne razlike med učitelji, ki poučujejo v 1. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v 1. triletju.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 57 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	df	p	Velikost učinka	
Q23g	t-test	-2.31	806	0.021	Cohenov d	-0.172

Ponazoritev 58 Homogeneity of Variances Tests

		F	df	df2	p
Q23g	Levene's	0.171	1	806	0.679
	Variance ratio	1.04	532	274	0.736

Opomba. Additional results provided by moretests

Ponazoritev 59 Opisne statistike skupine

		Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23g	ni izbran		533	4.33	4.00	0.729	0.0316
	izbran		275	4.46	5.00	0.715	0.0431

Obrazložitev:

Vaja 8

- t -preizkus za neodvisne vzorce.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« obstajajo statistično značilne razlike med učitelji, ki poučujejo v 2. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v tem triletju.
- Pred uporabo t -preizkusa preverite, ali so pogoji izpolnjeni (pri tem zamenjajte pogoj normalnosti), in se odločite za ustrezen statistični preizkus.
- Napišite obrazložitev.

4.3.3 Analiza variance

Analizo variance⁴³ uporabljamo, ko želimo ugotoviti, ali obstajajo statistično pomembne razlike med **tremi** ali **več** skupinami (Cencič, 2009, str. 122).

Preizkus analize variance pokaže (ne)obstoje statistično pomembnih razlik med tremi in več skupinami. V primeru potrditve obstoja statistično značilnih razlik (torej ko je p -vrednost manjša od izbrane vrednosti 0,05) pa s t. i. *post-hoc* preizkusi preverimo, ali obstajajo tudi razlike med po dvema in dvema skupinama (Bastič, 2006, str. 20). Eden izmed *post-hoc* preizkusov je, denimo, Tukeyjev preizkus.⁴⁴

Preizkus analize variance (odslej: ANOVA) je parametrični preizkus, zato morajo biti spremenljivke normalno porazdeljene in morajo imeti enake variance. Pogoj normalnosti preverimo s pomočjo preizkusov normalnosti, tj. Shapiro-Wilkovim preizkusom ali preizkusom Kolmogorov-Smirnova. Enakost varianc preverimo s pomočjo Levenovega F -preizkusa. V primeru, da so izpolnjeni vsi pogoji za uporabo parametričnih preizkusov, uporabljamo t. i. *Fisherjev preizkus* ANOVA (Cochran, 1980).

⁴³ Angl. *analysis of variance* (ANOVA).

⁴⁴ Tukeyjev *post-hoc* preizkus opravi različne t -preizkuse, zato da med seboj primerja povprečja kategorij spremenljivk.

Poleg p -vrednosti navadno zapišemo tudi velikost mere učinka, tj. eta-kvadrat (η^2 ; glej razdelek 1.3). Mero učinka interpretiramo tako, kot je zapisano v preglednici 2.

Podobno kot v primeru t -preizkusa tudi v primeru analize variance za neenake variance obstaja različica Welchevega preizkusa, ki jo uporabljamo v primeru neenakosti varianc. Gre za *Welchev preizkus* analize varianc (Delacré idr., 2019).

Preizkusu, s katerim ugotavljamo, kako se povprečja odvisne spremenljivke razlikujejo glede na tri ali več kategorij ene same neodvisne spremenljivke,⁴⁵ pravimo *enofaktorska* analiza variance ali *enosmerna* analiza variance. Preizkusu variance, s katerim preverjamo, kako se spremenljivka razlikuje glede na dva faktorja, pravimo *dvo faktorska* analiza variance. Če imamo tri ali več faktorjev, analizo ANOVA imenujemo *večfaktorska* analiza variance.

V primeru, da ima neodvisna spremenljivka le dve kategoriji (vrednosti), je preizkus ANOVA ekvivalenten t -preizkusu za neodvisne vzorce.

4.3.3.1 Primer

Ugotoviti želimo, ali se povprečje odgovorov na trditev »Q24j« – »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« statistično značilno razlikuje med učitelji iz različnih okolij šole. V kolikor ima neodvisna spremenljivka »Okolje šole« več kot dve možni kategoriji (v našem primeru imamo tri

Enosmerna ANOVA

Odvisne spremenljivke: Q24j

Združevalna spremenljivka: Okolje šole

Variance

☒ Ne privzemim enakosti (Welchev test)

☐ Privzemim enakost (Fisherjev test)

Manjkajoče Vrednosti

☒ Izloči primere analizo-po-analizo

☐ Izloči nepopolne primere

Dodatna statistika

☐ Razporednica opisne statistike

☐ Opisni izrisi

Preverjanje napovedi

☐ Test homogenosti

☐ Test normalnosti

☐ Diagram normale Q-Q

Rezultati

Enosmerna ANOVA

Enosmerna ANOVA (Welcheva)

	F	df1	df2	p
Q24j	3.63	2	426	0.027

Sklici

[1] The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

[2] R Core Team (2021). *R: A Language and environment for [Computer software]*. Retrieved from <https://cran.r-project.org/snapshot/2022-01-01>.

Slika 41 Pogled na enosmerno analizo variance ANOVA

⁴⁵ Neodvisnim spremenljivkam pravimo tudi *faktorji*. Zato z analizo variance raziskujemo tudi *vpliv* faktorjev na odvisno spremenljivko.

možne vrednosti, tj. mestne, predmestne in vaške šole), ne moremo uporabljati *t*-preizkusa za neodvisne vzorce, zato se poslužujemo preizkusa analize varianc (ANOVE).

V meniju »Analyze« izberemo podmeni »Analiza ANOVA« in možnost »Enosmerna ANOVA«⁴⁶. Spremenljivko »Q24j« prenesemo v delovno okno »Odvisne spremenljivke«, neodvisno spremenljivko »Okolje šole« pa v okno »Združevalna spremenljivka« (slika 41).

Preden nadaljujemo z analizo rezultatov preizkusa variance, preverimo, ali so izpolnjeni pogoji za parametrične preizkuse.

4.3.3.1.1 Preverjanje pogojev

Preverjanje pogojev lahko opravimo kar v oknu »Enosmerna ANOVA«. Preizkus normalnosti opravimo tako, da izberemo ukaz »Test normalnosti« (☒ Test normalnosti), Levenov *F*-preizkus enakosti varianc pa opravimo tako, da izberemo ukaz »Test homogenosti« (☒ Test homogenosti). Poleg tega si je smiselno ogledati diagrame Q-Q, zato izberemo ukaz »Diagram normale Q-Q« (☒ Diagram normale Q-Q). Izpišejo se sledeče preglednice in slika 42.

Ponazoritev 60 Homogeneity of Variances Tests

		Statistic	df	df2	p
Q24j	Levene's	2.25	2	804	0.106
	Bartlett's	2.35	2		0.309

Opomba Additional results provided by moretests

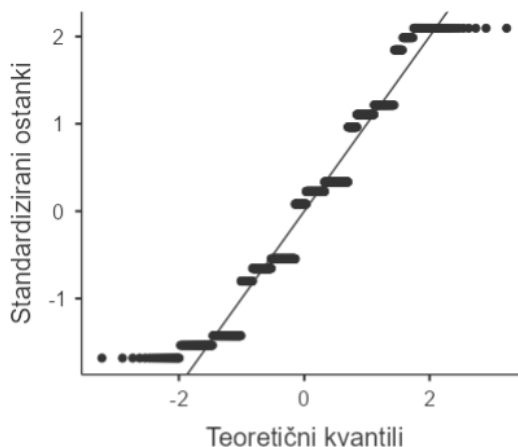
Ponazoritev 61 Normality Tests

		statistic	p
Q24j	Shapiro-Wilk	0.948	< .001
	Kolmogorov-Smirnov	0.149	< .001
	Anderson-Darling	13.6	< .001

Opomba Additional results provided by moretests

Iz preglednice o preizkusu normalnosti je razvidno, da so vsi preizkusi statistično značilni ($p < 0,001$), kar kaže na to, da spremenljivke niso normalno porazdeljene. Levenov preizkus enakosti varianc pa kaže, da so variance homogene ($F(2,804) = 2,25; p = 0,106$).

⁴⁶ Do popolnoma enakih rezultatov lahko pridemo, če izberemo »Analiza ANOVA«. Le-to bomo uporabljali v nadaljevanju, ko bomo iskali mero velikosti učinka.



Slika 42 Q-Q-diagrami normalnosti



Primer razlage

Pred opravljanjem preizkusa analize variance (ANOVA) smo preverili pogoje za opravljanje parametričnih preizkusov. Shapiro-Wilkov preizkus normalnosti ($W = 0,948$; $p < 0,001$) je pokazal, da spremenljivke niso normalno porazdeljene. Levenov preizkus za enakost varianc pa je pokazal, da so variance homogene ($F(2,804) = 2,25$; $p = 0,106$). Na podlagi teh rezultatov je bila uporaba preizkusa ANOVA (ne)upravičena.

4.3.3.1.2 Rezultati preizkusa

Potem ko smo preverili ustreznost pogojev za uporabo preizkusa ANOVA, lahko opravimo preizkus s tem, da pod seznamom spremenljivk izberemo ukaz »Privzemi enakost (Fisherjev test)« (☒ Privzemi enakost (Fisherjev test)) in odstranimo ukaz »Ne privzemi enakosti (Welchev test)«, ki ga Jamovi vsakič avtomatično odkljuka (☐ Ne privzemi enakosti (Welchev test)). Pojavi se sledeči izpis:

Ponazoritev 62 Enosmerna ANOVA (Fisherjeva)

	F	df1	df2	p
Q24j	3.69	2	804	0.025

✓ Izpis simbolov:

- **F** predstavlja vrednost Fisherjevega preizkusa ANOVA. To bomo zapisali v utemeljitvah.
- **df1** predstavlja prvo prostostno stopnjo preizkusa ANOVA.
- **df2** predstavlja drugo prostostno stopnjo preizkusa ANOVA.
- **p** predstavlja vrednost statistične značilnosti Fisherjevega preizkusa ANOVA.

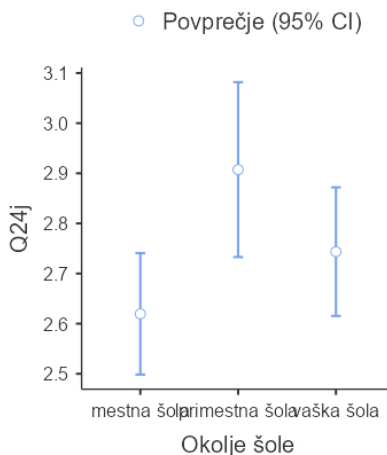
Iz izpisa ugotovimo, da je preizkus ANOVA statistično značilen ($p = 0,025$), kar pomeni, da v povprečju odgovorov na trditev »Q24j« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole. To zapišemo tako: $F(2,804) = 3,69; p = 0,025$.

Da razumemo, kako so odgovarjali učitelji iz različnih okolij šole, potrebujemo podatke opisne statistike, ki prikažejo povprečja in standardne odklone odgovorov. V ta namen lahko izberemo ukaz »Razporednica opisne statistike« (✓ Razporednica opisne statistike) in, če želimo tudi grafično reprezentacijo podatkov, izberemo tudi ukaz »Opisni izrisi« (✓ Opisni izrisi). Izpišeta se sledeča preglednica in graf v sliki 43.

Ponazoritev 63 Opisne statistike skupine

	Okolje šole	N	Povprečna vrednost	SD	SN
Q24j	mestna šola	368	2.62	1.18	0.0616
	primestna šola	162	2.91	1.12	0.0884
	vaška šola	277	2.74	1.08	0.0652

Iz grafa je razvidno, da imajo mestne šole najnižje povprečje, sledijo vaške šole. Najvišje povprečje imajo primestne šole.



Slika 43

Grafični prikaz povprečja (z 95 % intervalom zaupanja) odgovorov na trditev »Q24j«, porazdeljen po okolju šole



Primer razlage

Z enosmerno analizo variance smo preverili, ali se povprečje odgovorov na trditev »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« značilno razlikuje glede na okolje šole. Preizkus ANOVA je pokazal, da so razlike v povprečjih statistično značilne ($F(2,804) = 3,69$; $p = 0,025$). Pokaže se, da je povprečje odgovorov učiteljev mestnih šol najnižje ($M = 2,62$; $SD = 1,18$). Sledijo učitelji vaških šol ($M = 2,74$; $SD = 1,08$), najvišje povprečje pa imajo učitelji primestnih šol ($M = 2,91$; $SD = 1,12$).

4.3.3.1.3 *Post-hoc* preizkus

Opisne statistike predstavljajo pomemben vpogled v razlike med skupinama. Iz zgornjih preglednic je jasno, da imajo odgovori učiteljev mestnih šol najnižje povprečje, sprašujemo pa se, ali se ti odgovori bistveno razlikujejo od odgovorov tistih učiteljev vaških šol. Iz preizkusa ANOVA je jasno, da se povprečja vseh treh okolij šol statistično pomembno razlikujejo, ni pa jasno, ali se povprečja mestnih šol (ki imajo najnižje povprečje) razlikujejo le od povprečij primestnih šol (ki imajo najvišje povprečje) ali tudi od povprečij vaških šol. Posledično se tudi sprašujemo, ali se povprečje vaških šol razlikuje od povprečja primestnih. Da lahko odgovorimo na to vprašanje, opravimo *post-hoc* preizkus. Do slednjega dostopamo s tem, da izberemo razdelek »Testi Post-Hoc« ( Testi Post-Hoc). V Jamoviju lahko izbiramo med dvema različnima *post-hoc* preizkusoma:

- Games-Howellov preizkus, ki ga uporabljamo, če variance niso homogene;
- Tukeyjev preizkus, ki ga uporabljamo, če so variance homogene.
- V našem primeru je Levenov *F*-preizkus za enakost varianc pokazal, da so variance homogene, zato izberemo ukaz »Tukeyev test (enake variance)« (slika 44). Izpiše se nam sledeče:

Ponazoritev 64 Tukeyev Post-Hoc test – Q24j

		mestna šola	primestna šola	vaška šola
mestna šola	Povprečna razlika	—	-0.288	-0.124
	p-vrednost	—	0.020	0.357
primestna šola	Povprečna razlika		—	0.164
	p-vrednost		—	0.314
vaška šola	Povprečna razlika			—
	p-vrednost			—

Testi Post-Hoc

Post-Hoc test	Statistike
☐ Brez	☒ Povprečna razlika
☐ Games-Howellov test (neenake variance)	☒ Izpiši statistično značilnost
☒ Tukeyev test (enake variance)	☐ Rezultati testa (t in df)
	☐ Označi statistično značilne primerjave

Slika 44 Pogled na Tukeyjev *post-hoc* preizkus

Iz preglednice Tukeyjevega *post-hoc* preizkusa razberemo, da obstaja statistično značilna razlika v povprečju med mestnimi in primestnimi šolami ($p = 0,020$), vendar ne obstajajo statistično značilne razlike med povprečji mestnih in vaških šol ($p = 0,357$) oz. med vaškimi in primestnimi ($p = 0,314$) šolami.



Primer razlage

Z enosmerno analizo variance smo preverili, ali se povprečje odgovorov na trditev »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« značilno razlikuje glede na okolje šole. Preizkus ANOVA je pokazal, da so razlike v povprečjih statistično značilne ($F(2,804) = 3,69$; $p = 0,025$). Pokaže se, da je povprečje odgovorov učiteljev mestnih šol najnižje ($M = 2,62$; $SD = 1,18$). Sledijo učitelji vaških šol ($M = 2,74$; $SD = 1,08$), najvišje povprečje pa imajo učitelji primestnih šol ($M = 2,91$; $SD = 1,12$). Tukeyjev *post-hoc* preizkus je pokazal, da se povprečji mestnih in primestnih šol statistično značilno razlikujeta ($p = 0,020$), ne obstajajo pa statistično značilne razlike med povprečjema mestnih in vaških šol ($p = 0,357$) oz. med vaškimi in primestnimi šolami ($p = 0,314$).

4.3.3.1.4 Velikost učinka

Podobno, kot smo storili pri *t*-preizkusu, nas tudi v primeru analize varianc zanima, ali so razlike med okolji šol velike. V ta namen se poslužujemo mere velikosti vpliva, ki je za preizkuse ANOVA t. i. eta-kvadrat (η^2) koeficient. Z Jamovijem lahko izračunamo velikost učinka, vendar tega ne moremo pridobiti v razdelku »Enosmerna ANOVA«. Zato preidemo na splošni preizkus ANOVA. Do tega dostopamo, če v meniju »Analize« in podmeniju »Analiza ANOVA« izberemo možnost »Analiza ANOVA«. V okno »Odvisna spremenljivka« vstavimo spremenljivko »Q24j«, v okno »Stalni faktorji« pa »Okolje šole« (slika 45).

Analiza ANOVA

Spol

Starost

Delovna doba

Izobrazba

Regija

Prvo triletnje

Drugo triletnje

Tretje triletnje

Q24j

Okolje šole

☐ Splošni preskus modela

Velikost učinka

☐ η^2
☐ delni η^2
☐ ω^2

Rezultati

Analiza ANOVA

ANOVA – Q24j

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p
Okolje šole	9.56	2	4.78	3.69	0.025
Ostanki	1041.15	804	1.29		

Slika 45 Pogled na splošni preizkus ANOVA.

Kot lahko opazimo v sledečem izpisu rezultatov preizkusa ANOVA, so rezultati le-tega popolnoma enaki tistim, ki smo jih pridobili z enosmerno analizo variance:

Ponazoritev 65 ANOVA – Q24j

Ponazoritev 65: ANOVA – Q24j

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p
Okolje šole	9.56	2	4.78	3.69	0.025
Ostanki	1041.15	804	1.29		

Če želimo ugotoviti velikost učinka, izberemo ukaz » η^2 « (☒ η^2). Izpis rezultatov preizkusa ANOVA se posodobi in dobimo sledeče:

Ponazoritev 66 ANOVA – Q24j

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p	η^2
Okolje šole	9.56	2	4.78	3.69	0.025	0.009
Ostanki	1041.15	804	1.29			

Iz preglednice ugotovimo, da je $\eta^2 = 0,009$, kar predstavlja majhen učinek.

**Primer razlage**

Z enosmerno analizo variance smo preverili, ali se povprečje odgovorov na trditev »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« značilno razlikuje glede na okolje šole. Preizkus ANOVA je pokazal, da so razlike v povprečjih statistično značilne, **vendar je njihov učinek majhen** ($F(2,804) = 3,69$; $p = 0,025$; $\eta^2 = 0,009$). Pokaže se, da je povprečje odgovorov učiteljev mestnih šol najnižje ($M = 2,62$; $SD = 1,18$). Sledijo učitelji vaških šol ($M = 2,74$; $SD = 1,08$), najvišje povprečje pa imajo učitelji primestnih šol ($M = 2,91$; $SD = 1,12$).

Tukeyjev *post-hoc* preizkus je pokazal, da se povprečja mestnih in primestnih šol statistično značilno razlikujejo ($p = 0,020$), ne obstajajo pa statistično značilne razlike med povprečji mestnih in vaških šol ($p = 0,357$) oz. med vaškimi in primestnimi šolami ($p = 0,314$).

4.3.3.2 Welchev preizkus

Čeprav lahko enosmerno analizo variance opravimo tako v razdelku »Enosmerna ANOVA« kot v razdelku »Analiza ANOVA«, lahko Welchev preizkus opravimo samo v razdelku »Enosmerna ANOVA«. Welchev preizkus uporabljamo tedaj, ko pogoj homogenosti varianc ni izpolnjen. Oglejmo si primer uporabe Welchevega preizkusa. Preverimo, ali obstaja razlika v povprečju spremenljivke »Q21k« – »Razvijanje sodelovanja v skupini«.

Najprej preverimo, ali je izpolnjen pogoj enakosti varianc. Rezultati Levenovega preizkusa so sledeči:

Ponazoritev 67 Homogeneity of Variances Tests

		Statistic	df	df2	p
Q21k	Levene's	3.09	2	806	0.046
	Bartlett's	9.12	2		0.010

Opomba. Additional results provided by moretests

Iz preglednice razberemo, da spremenljivke nimajo enakih varianc ($F(2,806) = 3,09$; $p = 0,046$), zato je uporaba Fisherjevega preizkusa neupravičena in je treba uporabljati Welchev preizkus. Zato izberemo ukaz »Ne privzemi enakosti (Welchev test)« ( Ne privzemi enakosti (Welchev test)). Izpiše se nam sledeče:

Ponazoritev 68 Enosmerna ANOVA (Welcheva)

	F	df1	df2	p
Q21k	3.88	2	402	0.021

Iz preglednice razumemo, da v povprečjih obstajajo statistično značilne razlike med učitelji, ki poučujejo v različnih okoljih šol ($F(2,402) = 3,88$; $p = 0,021$). Od tod lahko nadaljujemo z natančnejšo analizo povprečij in s *post-hoc* preizkusi.

4.3.3.3 Večfaktorska analiza variance

Poleg enosmerne analize lahko s splošno analizo variance (tj. večfaktorski preizkus variance) preverimo, ali se ena odvisna spremenljivka razlikuje glede na dve ali več neodvisnih spremenljivk.. Govorimo o *večfaktorski analizi variance*. S to analizo preverjamo, ali se ena odvisna spremenljivka razlikuje

glede na več posameznih spremenljivk in ali gre za učinek interakcije med spremenljivkami. Pogoji za opravljanje večfaktorske analize variance so enaki tistim, ki smo jih navedli za enofaktorsko (enosmerno) analizo variance.

Želimo ugotoviti, kako se odgovori na odvisno spremenljivko »Q21f« – »Razvijanje tekmovalnosti« razlikujejo glede na spremenljivki »Spol« in »Okolje šole« ter kakšna je vloga interakcije med spremenljivkama.⁴⁷

Da odgovorimo na zgornje vprašanje in torej opravimo večfaktorsko analizo variance, v meniju »Analize« izberemo podmeni »Analiza ANOVA« in možnost »Analiza ANOVA«. V okence »Odvisna spremenljivka« vstavimo spremenljivko »Q21f«, v okence »Stalni faktorji« pa neodvisni spremenljivki »Okolje šole« in »Spol«, vrstni red pri tem ni pomemben (slika 47).

Preden si ogledamo rezultate preizkusa, preverimo pogoje uporabe analize variance s tem, da v razdelku »Preverjanje napovedi« izberemo »Test homogenosti« in »Test normalnosti« (izberemo lahko tudi ukaz »Diagram normale Q-Q«, če si želimo ogledati porazdelitev kvantilov). Izpišejo se nam sledeče preglednice:

Ponazoritev 69 Homogeneity of Variances Tests

	Statistic	df	df2	p
Levene's	1.57	5	803	0.167
Bartlett's	NaN ^a			

Opomba. Additional results provided by moretests. ^a F-statistic could not be calculated

Analiza ANOVA

Odvisna spremenljivka: Q21f

Stalni faktorji: Okolje šole, Spol

Rezultati

Analiza ANOVA

ANOVA – Q21f

	Vredn. kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p
Okolje šole	14.05	2	7.025	8.05	< .001
Spol	4.49	1	4.485	5.14	0.024
Okolje šole * Spol	12.40	2	6.200	7.10	< .001
Ostanki	700.78	803	0.873		

Slika 46 Pogled na večfaktorsko analizo variance

⁴⁷ Torej ali se povprečje odgovorov na odgovor »Q21f« razlikuje med spoloma, okoljem šole in kombinacijo spola ter okolja šole.

Ponazoritev 70 Normality tests

	statistika	p
Shapiro-Wilksov preizkus	0.922	< .001
Kolmogorov-Smirnov	0.208	< .001
Anderson-Darling	30.3	< .001

Opomba. Additional results provided by moretests

Iz preglednic lahko ugotovimo, da spremenljivke niso normalno porazdeljene, saj so vsi preizkusi normalnosti statistično značilni ($p = 0,001$), Levenov preizkus homogenosti varianc pa pokaže, da je pogoj enakosti varianc izpolnjen ($F(5,803) = 1,57; p = 0,167$). Oglejmo si zdaj rezultate preizkusa:

Ponazoritev 71 ANOVA – Q21f

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p
Okolje šole	14.05	2	7.025	8.05	< .001
Spol	4.49	1	4.485	5.14	0.024
Okolje šole * Spol	12.40	2	6.200	7.10	< .001
Ostanki	700.78	803	0.873		

 Izpis simbolov:

- **Vsota kvadratov** (angl. *sum of squares* – SS) predstavlja način merjenja razpršenosti, tj. razlike od povprečja.
- **df** predstavlja prostostno stopnjo preizkusa ANOVA.
- **Kvadrat povprečja** (angl. *mean of squares* – MS) predstavlja povprečje kvadratov razlik.
- **F** predstavlja vrednost Fisherjevega preizkusa ANOVA. To bomo zapisali v utemeljitvah.
- **p** predstavlja vrednost statistične značilnosti Fisherjevega preizkusa ANOVA.
- **Ostanki** predstavlja variabilnost znotraj skupin.⁴⁸

Iz preglednice ugotovimo, da se spremenljivka »Q21f« statistično značilno razlikuje glede na »Okolje šole« ($p < 0,001$) kot tudi glede na spol. Iz preglednice razberemo tudi statistično značilno interakcijo med spremenljivkama »Okolje šole * Spol«. Nadalje želimo opraviti *post-hoc* preizkuse razlik povpre-

⁴⁸ Vemo, da je skupna variabilnost vsota nepojasnjene variance in pojasnjene variance. Pravimo, da je skupna varianca vsota varianc znotraj skupin (»Ostanki«) in med skupinami (»Spol«, »Okolje šole«).

čij. V razdelku »Testi Post-Hoc« (slika 47) opazimo, da lahko *post-hoc* preizkus opravimo za posamezne spremenljivke in interakcijo le-teh. Vse tri vstavimo v okence. Kot *post-hoc* preizkus Jamovi avtomatično izbere Tukeyjev preizkus (☒ Tukeyev test)⁴⁹. Izpišejo se sledeče preglednice:

Ponazoritev 72 Primerjave Post Hoc – Okolje šole

Primerjava			Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
Okolje šole		Okolje šole					
mestna šola	-	primestna šola	-0.650	0.165	803	-3.94	< .001
	-	vaška šola	-0.232	0.120	803	-1.93	0.130
primestna šola	-	vaška šola	0.418	0.172	803	2.43	0.041

Opomba Primerjave so utemeljene na oceni robnih povprečnih vrednosti.

Ponazoritev 73 Primerjave Post Hoc – Spol

Primerjava			Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
Spol		Spol					
Moški	-	Ženski	0.285	0.126	803	2.27	0.024

Opomba Primerjave so utemeljene na oceni robnih povprečnih vrednosti.

Ponazoritev 74 Primerjave Post Hoc – Okolje šole * Spol

Primerjava				Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
Okolje šole	Spol	Okolje šole	Spol					
mestna šola	Moški	- mestna šola	Ženski	-0.2655	0.1548	803	-1.716	0.522
		- primestna šola	Moški	-1.2616	0.3172	803	-3.977	0.001
		- primestna šola	Ženski	-0.3041	0.1646	803	-1.847	0.436
		- vaška šola	Moški	-0.4466	0.2267	803	-1.970	0.360
		- vaška šola	Ženski	-0.2823	0.1574	803	-1.794	0.470
Ženski	Ženski	- primestna šola	Moški	-0.9961	0.2864	803	-3.478	0.007
		- primestna šola	Ženski	-0.0385	0.0921	803	-0.418	0.998
		- vaška šola	Moški	-0.1811	0.1810	803	-1.000	0.918
		- vaška šola	Ženski	-0.0168	0.0784	803	-0.214	1.000

⁴⁹ Tako kot Tukeyjev preizkus tudi ostali preizkusi preverjajo razlike v povprečjih med skupinami. Tukeyjev preizkus bi morali uporabljati le v primeru, ko imajo skupine, za katere iščemo razliko v povprečju, enako velikost (npr. enako število moških in žensk, ali enako število učiteljev v mestnih, primestnih in vaških šolah). Scheffejev preizkus lahko uporabljamo tudi v primeru, da imamo skupine z različnim številom respondentov. Bonferronijev preizkus je smiselno uporabljati, ko imamo majhno število primerjav.

Ponazoritev 74 Nadaljevanje

Primerjava				Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
Okolje šole	Spol	Okolje šole	Spol					
primestna šola	Moški	- primestna šola	Ženski	0.9576	0.2918	803	3.281	0.014
		- vaška šola	Moški	0.8150	0.3308	803	2.464	0.136
		- vaška šola	Ženski	0.9794	0.2878	803	3.403	0.009
	Ženski	- vaška šola	Moški	-0.1425	0.1895	803	-0.752	0.975
		- vaška šola	Ženski	0.0218	0.0964	803	0.226	1.000
		- vaška šola	Ženski	0.1643	0.1832	803	0.897	0.947

Opomba Primerjave so utemeljene na oceni robnih povprečnih vrednosti

Da določimo še mero velikosti vpliva, izberemo ukaz »delni η^2 « (☒ delni η^2). V preglednici analize ANOVA se pojavi sledeči izpis:

Ponazoritev 75 ANOVA – Q21f

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p	η^2_p
Okolje šole	14.05	2	7.025	8.05	< .001	0.020
Spol	4.49	1	4.485	5.14	0.024	0.006
Okolje šole * Spol	12.40	2	6.200	7.10	< .001	0.017
Ostanki	700.78	803	0.873			

Testi Post-Hoc

Okolje šole
Spol
Okolje šole * Spol

→

☐ Brez korekcije

☒ Tukeyev test

☐ Scheffejev test

☐ Bonferronijev popravek

☐ Holmov test

☐ Cohenov d

☐ Interval zaupanja %

Slika 47 Pogled na *post-hoc* preizkuse za dvosmerno analizo variance

123



Primer razlage

Z dvofaktorsko analizo variance smo preverili, ali se povprečje odgovorov na trditev »Razvijanje tekmovalnosti« značilno razlikuje glede na okolje šole in glede na spol. Preizkus ANOVA je pokazal, da so razlike v povprečjih odgovorov glede na spremenljivko spola statistično značilne, vendar je njihov vpliv majhen ($F(1,803) = 4,49$; $p = 0,024$; $\eta_p^2 = 0,006$). Tukeyjev *post-hoc* preizkus je pokazal, da se povprečji učiteljev in učiteljic statistično značilno razlikujeta ($t(803) = 2,27$; $p = 0,024$). Učiteljice imajo v povprečju za 0,285 višje povprečje od učiteljev. Povprečje odgovorov glede na spremenljivko okolje šole se tudi statistično značilno razlikuje, vpliv je majhen ($F(2,803) = 8,05$; $p < 0,0014$; $\eta_p^2 = 0,020$). S *post-hoc* Tukeyjevim preizkusom smo opazili, da v povprečju odgovorov učiteljev mestnih in vaških šol ni statistično značilnih razlik ($p = 0,130$), vendar slednje obstajajo med učitelji mestnih in učitelji primestnih ($t(803) = -1,93$; $p < 0,001$) šol ter med učitelji primestnih in učitelji vaških šol ($t(803) = 2,43$; $p = 0,041$). Z dvofaktorsko analizo variance smo potrdili tudi, da obstaja statistično značilen vpliv interakcije spremenljivk spol in okolje šole, z majhno mero vpliva ($F(2,803) = 7,10$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,017$).

4.3.3.4 Vaje

Vaja 1

- Analiza variance.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Odgovorite na spodnja vprašanja.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 76 Homogeneity of Variances Tests

		Statistic	df	df2	p
Q23f	Levene's	2.91	2	803	0.055
	Bartlett's	3.29	2		0.193

Opomba Additional results provided by *moretests*

Ponazoritev 77 Enosmerna ANOVA

		F	df1	df2	p
Q23f	Welchev t	1.68	2	428	0.188
	Fisherjev test	1.55	2	803	0.213

Ponazoritev 78 Opisne statistike skupine

	Okolje šole	N	Povprečna vrednost	SD	SN
Q23f	mestna šola	369	3.65	0.915	0.0476
	primestna šola	161	3.74	0.841	0.0662
	vaška šola	276	3.59	0.833	0.0502

Ponazoritev 79 Tukeyjev Post-Hoc test – Q23f

		mestna šola	primestna šola	vaška šola
mestna šola	Povprečna razlika	—	-0.0914	0.0607
	p-vrednost	—	0.509	0.657
primestna šola	Povprečna razlika		—	0.1522
	p-vrednost		—	0.185
vaška šola	Povprečna razlika			—
	p-vrednost			—

a) Označite, ali so sledeče trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditve	P	N
Levenov preizkus o enakosti varianc je statistično značilen.	☐	☐
Uporaba Fisherjevega preizkusa ANOVA je upravičena.	☐	☐
Iz Tukeyjevega preizkusa se v povprečjih odgovorov pokažejo statistično značilne razlike med učitelji mestnih in primestnih šol.	☐	☐
Preizkus ANOVA pokaže statistično značilne razlike v povprečjih odgovorov na trditve »Q23f« glede na spremenljivko »Okolje šole«.	☐	☐
Povprečje odgovorov na trditve »Q23f« za učitelje vaških šol je M = 3,59.	☐	☐

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

Vaja 2

- Analiza variance.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q24j« – »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Odgovorite na spodnja vprašanja.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 80 Enosmerna ANOVA

		F	df1	df2	p
Q24j	Welchev t	3.63	2	426	0.027
	Fisherjev test	3.69	2	804	0.025

Ponazoritev 81 Opisne statistike skupine

	Okolje šole	N	Povprečna vrednost	SD	SN
Q24j	mestna šola	368	2.62	1.18	0.0616
	primestna šola	162	2.91	1.12	0.0884
	vaška šola	277	2.74	1.08	0.0652

Ponazoritev 82 Homogeneity of Variances Tests

		Statistic	df	df2	p
Q24j	Levene's	2.25	2	804	0.106
	Bartlett's	2.35	2		0.309

Opomba. Additional results provided by moretests

Ponazoritev 83 Tukeyev Post-Hoc test – Q24j

		mestna šola	primestna šola	vaška šola
mestna šola	Povprečna razlika	—	-0.288	-0.124
	p-vrednost	—	0.020	0.357
primestna šola	Povprečna razlika		—	0.164
	p-vrednost		—	0.314
vaška šola	Povprečna razlika			—
	p-vrednost			—

a) Označite, ali so sledeče trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditve	P	N
Levenov preizkus o enakosti varianc je statistično značilen.	☐	☐
Uporabljamo Welchov preizkus.	☐	☐
Preizkus ANOVA v povprečjih odgovorov na trditve »Q24j« pokaže statistično značilne razlike glede na okolje šole.	☐	☐
Vrednost analize variance je 3,63.	☐	☐
Povprečje odgovorov učiteljev mestnih šol je 1,18.	☐	☐
Obstajajo statistično značilne razlike v povprečjih odgovorov učiteljev mestnih in učiteljev primestnih šol.	☐	☐
Obstajajo statistično značilne razlike v povprečjih odgovorov učiteljev mestnih in učiteljev vaških šol.	☐	☐
Obstajajo statistično značilne razlike v povprečjih odgovorov učiteljev primestnih in učiteljev vaških šol.	☐	☐

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- Analiza variance.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditve »Q24m« – »Z učen- ci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupi- ni« obstajajo statistično značilne razlike glede na regijo šol.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Odgovorite na spodnja vprašanja.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 84 Enosmerna ANOVA

		F	df1	df2	p
Q24m	Welchev t	1.88	11	143	0.047
	Fisherjev test	2.11	11	794	0.017

Ponazoritev 85 Opisne statistike skupine

	Regija	N	Povprečna vrednost	SD	SN
Q24m	Pomurska	98	4.09	0.774	0.0782
	Koroška	33	3.94	1.029	0.1791
	Zasavska	12	4.33	0.492	0.1421
	Jugovzhodna Slovenija	70	4.21	0.778	0.0930
	Gorenjska	77	3.79	1.030	0.1174
	Primorsko-notranjska	13	4.15	0.899	0.2493
	Podravska	215	4.25	0.697	0.0475
	Savinjska	90	4.03	0.893	0.0941
	Posavska	21	4.10	0.831	0.1813
	Osrednjeslovenska	72	3.97	0.964	0.1136
	Goriška	47	4.09	0.830	0.1210
	Obalno-kraška	58	4.14	0.782	0.1027

Ponazoritev 86 Homogeneity of Variances Tests

		Statistic	df	df2	p
Q24m	Levene's	2.24	11	794	0.011
	Bartlett's	33.8	11		< .001

Opomba Additional results provided by moretests

Ponazoritev 87 Tukeyev Post-Hoc test – Q24m

		Koroška	Zasavska	Jugovzhodna Slovenija	Gorenjska	Primorsko- -notranjska	Podravska	Savinjska	Posavska	Osrednje-slovenska	Goriška	Obalno-kraška
Pomurska	Povprečna razlika	0.152	-0.241	-0.122	0.300	-0.0620	-0.1547	0.0585	-0.00340	0.1196	0.00673	-0.0461
	p-vrednost	0.999	0.999	0.999	0.429	1.000	0.933	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
Koroška	Povprečna razlika	—	-0.394	-0.275	0.147	-0.2145	-0.3071	-0.0939	-0.15584	-0.0328	-0.14571	-0.1985
	p-vrednost	—	0.962	0.920	0.999	1.000	0.709	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995
Zasavska	Povprečna razlika	—	—	0.119	0.541	0.1795	0.0868	0.3000	0.23810	0.3611	0.24823	0.1954
	p-vrednost	—	—	1.000	0.624	1.000	1.000	0.991	1.000	0.965	0.999	1.000
Jugovzhodna Slovenija	Povprečna razlika	—	—	—	0.422	0.0604	-0.0322	0.1810	0.11905	0.2421	0.12918	0.0764
	p-vrednost	—	—	—	0.090	1.000	1.000	0.969	1.000	0.851	1.000	1.000
Gorenjska	Povprečna razlika	—	—	—	—	-0.3616	-0.4543	-0.2411	-0.30303	-0.1800	-0.29290	-0.3457
	p-vrednost	—	—	—	—	0.953	0.002	0.778	0.945	0.976	0.756	0.412
Primorsko- -notranjska	Povprečna razlika	—	—	—	—	—	-0.0927	0.1205	0.05861	0.1816	0.06874	0.0159
	p-vrednost	—	—	—	—	—	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Podravska	Povprečna razlika	—	—	—	—	—	—	0.2132	0.15127	0.2743	0.16141	0.1086
	p-vrednost	—	—	—	—	—	—	0.663	1.000	0.390	0.988	0.999
Savinjska	Povprečna razlika	—	—	—	—	—	—	—	-0.06190	0.0611	-0.05177	-0.1046
	p-vrednost	—	—	—	—	—	—	—	1.000	1.000	1.000	1.000
Posavska	Povprečna razlika	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1230	0.01013	-0.0427
	p-vrednost	—	—	—	—	—	—	—	—	1.000	1.000	1.000
Osrednje- slovenska	Povprečna razlika	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.11288	-0.1657
	p-vrednost	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.000	0.993
Goriška	Povprečna razlika	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.0528
	p-vrednost	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.000
	p-vrednost	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Vaja 4

- Analiza variance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q22a«
 - »Zaupanje v lastne sposobnosti« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole.
- Odgovorite na spodnja vprašanja.
- Napišite obrazložitev.

a) Ali lahko za spremenljivki uporabljamo Fisherjev preizkus?

b) Ali je rezultat analize varianc statistično značilen?

c) Katere statistično značilne razlike so se pokazale s *post-hoc* preizkusom?

d) Napiši obrazložitev.

Vaja 5

- Analiza variance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q22a«
 - »Zaupanje v lastne sposobnosti« obstajajo statistično značilne razlike med regijami šol.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 6

- Analiza variance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q22g«
 - »Sposobnost samoomejevanja« obstajajo statistično značilne razlike med regijami šol.
- Napišite obrazložitev za to analizo variance.
- Ali se statistično značilne razlike pokažejo tudi, če kot neodvisno spremenljivko izberemo okolje šole?
- [Ne]

Vaja 7

- Analiza variance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23a«
 - »Prevzemanje pobud« obstajajo statistično značilne razlike med regijami šol.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 8

- Analiza variance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23a« –
 - »Prevzemanje pobud« obstajajo statistično značilne razlike med okolji šol.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 9

- Analiza variance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q14c«
 - »Sposoben/-na sem načrtovati in izvajati projekte« obstajajo statistično značilne razlike med učitelji z različno stopnjo izobrazbe.
- Odgovorite na spodnja vprašanja.
- Napišite obrazložitev.

a) Označite, ali so sledeče trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditev	P	N
Levenov preizkus o enakosti varianc je statistično značilen.	☐	☐
Uporabljamo Welchov preizkus.	☐	☐
Preizkus ANOVA v povprečjih odgovora na trditev »Q14c« pokaže statistično značilne razlike glede na izobrazbo učiteljev.	☐	☐
Vrednost analize variance je 3,21.	☐	☐
p -vrednost analize ANOVA je 0,002.	☐	☐
Povprečje odgovorov za učitelje z doktoratom znanosti je $M = 5,00$.	☐	☐
Vsi Tukeyjevi preizkusi so statistično značilni.	☐	☐

b) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 10

- Analiza variance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q14j«
 - »Pripravljen/-a sem ponuditi in sprejeti ponudbo izmenjave dobrin in storitev (npr. izmenjave oblačil, hrane, strojev, prenočitve v zasebnih stanovanjih)« obstajajo statistično značilne razlike med učitelji z različno stopnjo izobrazbe.
- Napišite obrazložitev.

4.3.4 t-preizkus za odvisne vzorce

S t-preizkusom za odvisne vzorce⁵⁰ ugotavljamo, ali se povprečne vrednosti dveh skupin podatkov med dvema odvisnima vzorcema statistično pomembno razlikujejo ali ne (Cencič, 2009, str. 116).

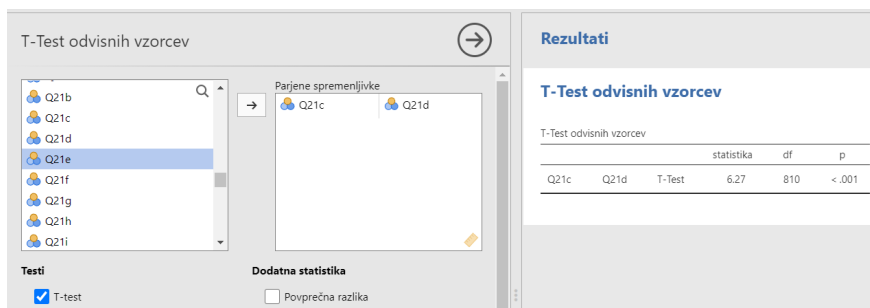
Najpogosteje ga uporabimo, ko merimo začetno in končno stanje za eno skupino (npr. na začetku in na koncu šolskega leta) ali pa ko ugotavljamo razlike med dejanskim in zelenim stanjem⁵¹ (Bastič, 2006, str. 16).

Pogoji uporabe tega preizkusa so isti kot tisti, ki smo jih opisali za ostale parametrične preizkuse⁵². Tudi v primeru t-preizkusa za odvisne vzorce uporabljamo Cohenov *d* kot mero velikosti učinka.

⁵⁰ Angl. *paired sample t-test* ali *dependent sample t-test*.

⁵¹ Glej tudi t-preizkus za en vzorec.

⁵² V primeru t-preizkusa za odvisne vzorce primerjamo povprečji dveh spremenljivk znotraj istega vzorca. Procedura tega preizkusa sloni na računanju razlik med vrednostma teh dveh spremenljivk in preverja, ali je ta razlika različna od 0 (torej ali obstaja razlika med spremenljivkama). Pri tem morajo biti *razlike* med vrednostmi spremenljivk normalno porazdeljene (ne nujno spremenljivke same) (Mishra idr., 2019), variance pa so lahko enake ali različne (Rietveld in van Hout, 2017). V kolikor s t-preizkusom za odvisne vzorce iščemo razlike med dvema spremenljivkama *znotraj istega vzorca*, predpostavljamo, da že poznamo varianco vzorca in je ta enaka za vse spremenljivke. Zato navadno preverimo samo pogoj normalnosti.



Slika 48 Pogled na *t*-preizkus odvisnih vzorcev

4.3.4.1 Primer

V nadaljevanju želimo preveriti, ali se povprečji spremenljivk »Q21c« – »Oblikovanje idej« in »Q21d« – »Preizkušanje idej« statistično značilno razlikujeta.⁵³ V kolikor gre za dve spremenljivki znotraj istega vzorca učiteljic in učiteljev, je primerno uporabljati *t*-preizkus za odvisne vzorce. V meniju »Analize« izberemo podmeni »t-testi« in možnost »t-test odvisnih vzorcev«. V okno »Parjene spremenljivke« vstavimo dve spremenljivki, ki ju želimo primerjati (vrstni red pri tem ni pomemben). Ti dve se bosta izpisali ena zraven druge (slika 48). Jamovi avtomatično izbere ukaz »t-test« (☒ T-test).

4.3.4.1.1 Preverjanje pogojev

Preden pregledamo izpisane rezultate, preverimo pogoj normalnosti porazdelitve *razlik* med vrednostmi spremenljivk. Izberemo torej ukaz »Test normalnosti« (☒ Test normalnosti). Izpišejo se sledeči rezultati:

Ponazoritev 88 Tests of Normality

			statistic	p
Q21c	Q21d	Shapiro-Wilk	0.639	< .001
		Kolmogorov-Smirnov	0.426	< .001
		Anderson-Darling	155	< .001

Opomba Additional results provided by moretests

Iz preglednice je razvidno, da so vsi preizkusi normalnosti statistično značilni ($p < 0,001$), kar kaže na to, da razlike niso normalno porazdeljene in je upo-

⁵³ Navadno *t*-preizkus za odvisne vzorce uporabljamo za primerjanje začetnega stanja (npr. na začetnem testu znanja) in končnega stanja (npr. na končnem testu znanja). V tem primeru bomo primerjali povprečja dveh spremenljivk, ki sta vsebinsko podobni.

raba *t*-preizkusa za odvisne vzorce neupravičena. Z namenom prikaza preizkusa pa bomo vseeno nadaljevali z izvedbo *t*-preizkusa za odvisne vzorce.

Jamovi ne predvideva možnosti preizkušanja enakosti varianc za *t*-preizkuse za odvisne vzorce.

4.3.4.1.2 Rezultati preizkusa

Potem ko se prepričamo, da je uporaba *t*-preizkusa za odvisne vzorce upravičena, si oglejmo izpis rezultatov:

Ponazoritev 89 T-test odvisnih vzorcev

			statistika	df	p
Q21c	Q21d	t-test	6.27	810	< .001

Izpis simbolov:

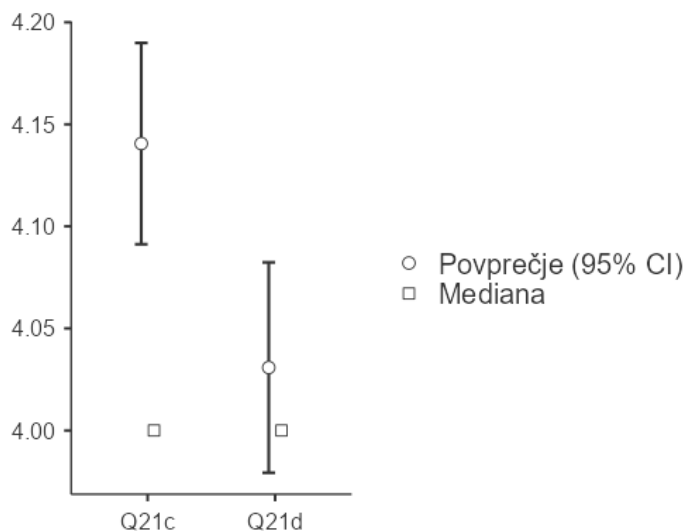
- **Statistika** ali **t** označuje vrednost *t*-preizkusa odvisnih vzorcev.
- **df** označuje prostostne stopnje *t*-preizkusa.
- **p** označuje stopnjo statistične pomembnosti *t*-preizkusa odvisnih vzorcev.

Iz preglednice razumemo, da so razlike med povprečjema spremenljivk »Q21c« in »Q21d« statistično značilne ($p < 0,001$). Da preverimo, katera spremenljivka ima višje povprečje, si oglejmo opisno statistiko. Izberemo ukaz »Opisne statistike« (☒ Opisne statistike), in če želimo tudi grafično predstavitev podatkov, izberemo tudi ukaz »Opisni izrisi« (☒ Opisni izrisi). Dobimo sledeči izpis rezultatov (slika 49):

Ponazoritev 90 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q21c	811	4.14	4	0.717	0.0252
Q21d	811	4.03	4	0.749	0.0263

Iz preglednice lahko razumemo, da je povprečna vrednost spremenljivke »Q21c« ($M = 4,14$; $SD = 0,717$) statistično višja od povprečja spremenljivke »Q21d« ($M = 4,03$; $SD = 0,749$).



Slika 49 Grafična ponazoritev razlik v povprečju med spremenljivkama »Q21c« in »Q21d«

4.3.4.1.3 Velikost učinka

Iz zgornje preglednice je vidno, da so učiteljice in učitelji svoje sposobnosti oblikovanja idej ocenili višje od preizkušanja idej. Čeprav je t -preizkus pokazal statistično značilne razlike med povprečjema ($t(810) = 6,27; p < 0,001$), želimo ugotoviti, ali je razlika med njima, ki jo lahko izračunamo z izbiro ukaza »Povprečna razlika« (☒ Povprečna razlika), velika, zato si oglejmo mero velikosti učinka. To izberemo z ukazom »Velikost učinka« (☒ Velikost učinka). Izpis je torej sledeči:

Ponazoritev 91 T-test odvisnih vzorcev

		statistika	df	p	Povprečna razlika	Razlika SN	Velikost učinka		
Q21c	Q21d	t-test	6.27	810	< .001	0.110	0.0175	Cohenov d	0.220



Primer razlage

Rezultat t -preizkusa za odvisne vzorce ($t = 6,27; g = 810; 2P < 0,001$) kaže, da v odgovorih na trditvi o oblikovanju idej in preizkušanju idej obstajajo statistično pomembne razlike. Analiza rezultatov kaže, da učiteljice in učitelji v povprečju večji pomen pripisujejo vplivu oblikovanja idej ($M = 4,14; SD = 0,717$) kot vplivu preizkušanja idej ($M = 4,03; SD = 0,749$). Mera velikosti vpliva (Cohenov $d = 0,220$) kaže na majhen vpliv med spremenljivkama.

4.3.4.2 Vaje

Vaja 1

- t -preizkus za odvisne vzorce.
- Preizkusili smo, ali med povprečji odgovorov na trditvi »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in »Q23d« – »Načrtovanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev« obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 92 T-test odvisnih vzorcev

			statistika	df	p	Velikost učinka	
Q23c	Q23d	t-test	15.8	802	< .001	Cohenov d	0.557

Ponazoritev 93 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23c	803	4.19	4	0.756	0.0267
Q23d	803	3.76	4	0.823	0.0290

Obrazložitev:

[illegible]

Vaja 2

- *t*-preizkus za odvisne vzorce.
- Preizkusili smo, ali med povprečji odgovorov na trditvi »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in »Q23e« – »Uresničevanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev« obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 94 T-test odvisnih vzorcev

		statistika	df	p	Velikost účinka
Q23c	Q23e	t-test	16.6	804	< .001
					Cohenov d
					0.585

Ponazoritev 95 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23c	805	4.19	4	0.755	0.0266
Q23e	805	3.76	4	0.809	0.0285

Obrazložitev:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Vaja 3

- t -preizkus za odvisne vzorce.
- Z Jamovijem preverite, ali med spremenljivkama »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 4

- t -preizkus za odvisne vzorce.
- Z Jamovijem preverite, ali med spremenljivkama »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in »Q23g« – »Delovanje v timu« obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 5

- t -preizkus za odvisne vzorce.
- Z Jamovijem preverite, ali med spremenljivkama »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

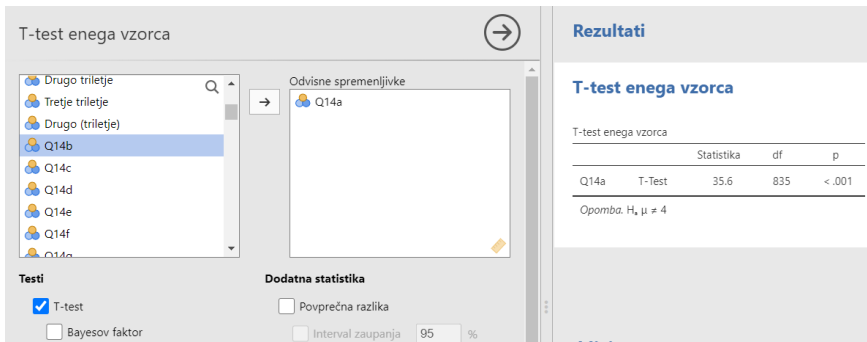
4.3.5 t -preizkus za en vzorec

S t -preizkusom za en vzorec⁵⁴ ugotavljamo, ali se povprečne vrednosti ene spremenljivke statistično značilno razlikujejo od izbrane vrednosti (Al-Kassab, 2022).

Najpogosteje ga uporabimo, ko želimo preveriti, ali se povprečje določene spremenljivke razlikuje od neke izbrane vrednosti, ki jo navadno pridobimo iz analize literature (Al-Kassab, 2022). Gre za parametrični preizkus, za katerega mora biti izpolnjen pogoj o normalnosti⁵⁵ (Rochon in Kieser, 2011). Pogoj enakosti varianc se ne preverja, saj gre za podatke enega samega vzorca (Canavos, 1988). Če je t -preizkus za en vzorec statistično značilen ($p < 0,05$), potem se povprečje vzorca statistično značilno razlikuje od izbrane vrednosti. Podobno kot tudi za ostale t -preizkuse, je mogoče tudi za t -preizkus za en vzorec izračunati mero velikosti učinka, ki je Cohenov d .

⁵⁴ Angl. *one sample t-test*.

⁵⁵ Nekateri avtorji trdijo, da pogoj normalnosti sploh ni potreben, je pa potrebno, da spremenljivka ni pretirano asimetrična (Chaffin in Rhiel, 1993; Ross in Willson, 2017).



Slika 50 Pogled na *t*-preizkus za en vzorec.

4.3.5.1 Primer

Želimo ugotoviti, ali se povprečje odgovorov na trditev »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« statistično značilno razlikuje od vrednosti 4⁵⁶. Da opravimo *t*-preizkus za en vzorec, v meniju »Analize« izberemo podmeni »t-testi« in možnost »t-test enega vzorca«. V okno »Odpisne spremenljivke« vstavimo spremenljivko »Q14a« (slika 50).

Preden pregledamo rezultate *t*-preizkusa in jih interpretiramo, preverimo, ali je pogoj normalnosti izpolnjen. Zato da izvedemo preizkus normalnosti, izberemo ukaz »Test normalnosti« (☒ Test normalnosti) ali si ogledamo diagrame Q-Q z ukazom »Diagram normale Q-Q« (☒ Diagram normale Q-Q). Dobimo sledeči izpis in diagram na sliki 51.

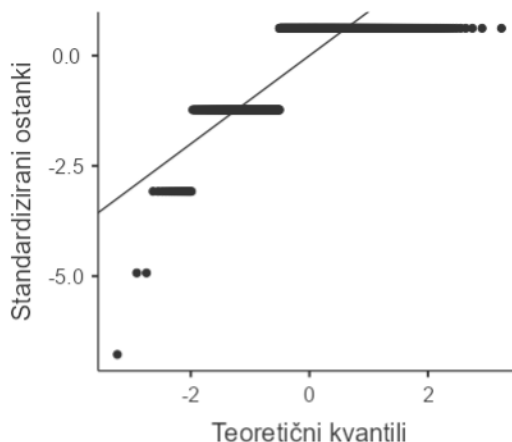
Ponazoritev 96 Tests of Normality

		statistic	p
Q14a	Shapiro-Wilk	0.610	< .001
	Kolmogorov-Smirnov	0.426	< .001
	Anderson-Darling	152	< .001

Opomba. Additional results provided by moretests

Iz diagramov Q-Q in iz preglednice je razvidno, da spremenljivka »Q14a« ni normalno porazdeljena ($p < 0,001$). Kljub temu nadaljujemo z analizo in interpretacijo podatkov.

⁵⁶ Pri uporabi *t*-preizkusa za en vzorec večkrat raziščemo, ali se povprečje neke spremenljivke statistično značilno razlikuje od 0 oz. od druge vrednosti, ki jo predlaga literatura. Npr., če bi literatura pokazala, da je povprečje odgovorov na trditev »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« v neki državi enako $M = 4,00$ in bi želeli preveriti, ali se povprečje pri istem odgovoru v Sloveniji od tega razlikuje, bi uporabili *t*-preizkus za en vzorec.



Slika 51 Diagrami Q-Q
za spremenljivko »Q14a«

Jamovi avtomatično preizkuša hipotezo, da se povprečje vzorca razlikuje od 0. Ker želimo preveriti hipotezo, da se povprečje razlikuje od 4, v razdelek »Preizkusna vrednost« vpišemo 4 (Preizkusna vrednost). Izpišejo se nam sledeči rezultati:

Ponazoritev 97 T-test enega vzorca

		Statistika	df	p
Q14a	t-test	35,6	835	<.001

Opomba $H_a: \mu \neq 4$

Izpis simbolov:

- **Statistika** ali **t** označuje vrednost *t*-preizkusa za en vzorec.
- **df** označuje prostostne stopnje *t*-preizkusa.
- **p** označuje stopnjo statistične pomembnosti *t*-preizkusa za en vzorec.

Iz preglednice je razvidno, da med povprečjem spremenljivke »Q14a« in $M = 4,00$ ($p < 0,001$) obstajajo statistično značilne razlike. Da si ogledamo, za koliko se dobljeno povprečje spremenljivke »Q14a« razlikuje od 4,00, najprej izberemo ukaz »Opisne statistike« (☒ Opisne statistike) in nato še »Povprečna razlika« (☒ Povprečna razlika). Dobimo sledeče izpise:

Ponazoritev 98 T-test enega vzorca

		Statistika	df	p	Povprečna razlika
Q14a	t-test	35.6	835	< .001	0.665

Opomba $H_a: \mu \neq 4$

Ponazoritev 99 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q14a	836	4.67	5.00	0.541	0.0187

Iz preglednice opisne statistike opazimo, da je povprečje spremenljivke enako $M = 4,67$, iz preglednice rezultatov t -preizkusa pa, da je med tem povprečjem in povprečjem $M = 4,00$ razlika 0,665. In da, nazadnje, preverimo, ali je razlika velika, izberemo še ukaz »Velikost učinka« (☒ Velikost učinka). Izpis je sledeči:

Ponazoritev 100 T-test enega vzorca

		Statistika	df	p	Povprečna razlika	Velikost učinka
Q14a	t-test	35.6	835	< .001	0.665	Cohenov d
						1.23

Opomba $H_a: \mu \neq 4$

**Primer razlage**

Rezultat t -preizkusa za en vzorec ($t = 35,6$; $g = 835$; $2P < 0,001$) kaže, da med povprečjem spremenljivke »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« ($M = 4,65$; $SD = 0,541$) in izbranim povprečjem $M = 4,00$ obstajajo statistično pomembne razlike. Razlika 0,665 med povprečjema je zelo velika (Cohenov $d = 1,23$).

4.3.5.2 Vaje

Vaja 1

- t -preizkus za en vzorec.
- Preizkusili smo, ali med povprečjem odgovorov na trditev »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in $M = 4,20$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 101 T-test enega vzorca

		Statistika	df	p	Povprečna razlika	Velikost učinka
Q23c	t-test	-0.383	805	0.702	-0.0102	Cohenov d -0.0135

Opomba $H_a: \mu \neq 4.2$

Ponazoritev 102 Tests of Normality

		statistic	p
Q23c	Shapiro-Wilk	0.809	< .001
	Kolmogorov-Smirnov	0.238	< .001
	Anderson-Darling	64.7	< .001

Opomba Additional results provided by moretests

Ponazoritev 103 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23c	806	4.19	4.00	0.754	0.0266

Obrazložitev:

[illegible]

Vaja 2

- t -preizkus za en vzorec.
- Preizkusili smo, ali med povprečjem odgovorov na trditev »Q23d« – »Načrtovanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev« in $M = 3,50$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 104 T-test enega vzorca

	Statistika	df	p	Povprečna razlika	Velikost učinka
Q23d	t-test	8.98	808	< .001	0.259
					Cohenov d
					0.316

Opomba $H_a: \mu \neq 3.5$

Ponazoritev 105 Tests of Normality

	statistic	p
Q23d	Shapiro-Wilk	0.854 < .001
	Kolmogorov-Smirnov	0.279 < .001
	Anderson-Darling	53.5 < .001

Opomba Additional results provided by moretests

Ponazoritev 106 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23d	809	3.76	4	0.821	0.0288

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- t -preizkus za en vzorec.
- Preizkusili smo, ali med povprečjem odgovorov na trditev »Q23e« »Uresničevanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev« in $M = 3,50$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 107 T-test enega vzorca

		Statistika	df	p	Povprečna razlika	Velikost učinka
Q23e	t-test	9.16	809	< .001	0.260	Cohenov d 0.322

Opomba $H_0: \mu \neq 3.5$

Ponazoritev 108 Tests of Normality

		statistic	p
Q23e	Shapiro-Wilk	0.855	< .001
	Kolmogorov-Smirnov	0.278	< .001
	Anderson-Darling	54.2	< .001

Opomba Additional results provided by moretests

Ponazoritev 109 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23e	810	3.76	4.00	0.809	0.0284

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- t -preizkus za en vzorec.
- Preizkusili smo, ali med povprečjem odgovorov na trditev »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« in $M = 3,60$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 110 T-test enega vzorca

		Statistika	df	p	Povprečna razlika		Velikost učinka
Q23f	t-test	1.48	806	0.138	0.0456	Cohenov d	0.0522

Opomba $H_0: \mu \neq 3.6$

Ponazoritev 111 Tests of Normality

		statistic	p
Q23f	Shapiro-Wilk	0.875	< .001
	Kolmogorov-Smirnov	0.249	< .001
	Anderson-Darling	45.2	< .001

Opomba Additional results provided by *moretests*

Ponazoritev 112 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23f	807	3.65	4	0.873	0.0307

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 5

- t -preizkus za en vzorec.
- Z Jamovijem preverite, ali med povprečjem odgovorov na trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« in $M = 4,40$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 6

- t -preizkus za en vzorec.
- Z Jamovijem preverite, ali med povprečjem odgovorov na trditev »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« in $M = 4,50$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

4.3.6 Dodatni parametrični preizkusi

V prejšnjih razdelkih smo si ogledali parametrične preizkuse, ki se najpogosteje uporabljajo v družboslovnih raziskavah. Poleg omenjenih *t*-preizkusov in analize variance (ANOVA) poznamo še druge parametrične preizkuse, s katerimi lahko preverjamo hipoteze, s katerimi imamo opravka v različnih raziskavah. Med temi omenimo sledeče:

- preizkus kovariance (ANCOVA);
- multivariatna analiza variance (MANOVA);
- multivariatna analiza kovariance (MANCOVA).

4.3.6.1 Analiza kovariance

Analiza kovariance⁵⁷ (ANCOVA) meri, ali se povprečja odvisne spremenljivke razlikujejo glede na neodvisne spremenljivke in glede kontrolnih spremenljivk⁵⁸ (Košmelj, 2004).

Analizo kovariance torej uporabljamo tedaj, ko želimo preveriti, ali se odvisna spremenljivka razlikuje glede na neodvisno, vendar pri tem izločimo vpliv zunanjih spremenljivk (kontrolnih spremenljivk). Z analizo kovariance lahko, denimo, preverimo, ali se dosežki učencev na končnem testu znanja razlikujejo po tem, ali so bili deležni eksperimentalnega modela pouka ali tradicionalnega, pri tem pa kontroliramo rezultate za začetni test znanja⁵⁹. Preizkus kovariance preverja ničelno hipotezo, ki se glasi, da je povprečje med skupinami enako tudi po upoštevanju vpliva kontrolnih spremenljivk.

Da lahko opravimo analizo kovariance, morajo biti uresničeni sledeči pogoji (Johnson, 2016; Košmelj, 2004):

- odvisna spremenljivka in kovariable so zvezne spremenljivke;⁶⁰
- zveza med odvisno in neodvisno spremenljivko je linearna – to preverimo s pomočjo grafičnega prikaza relacije med spremenljivkama;
- ostanki so normalno porazdeljeni – to preverimo s pomočjo uporabe preizkusa normalnosti;

⁵⁷ Angl. *analysis of covariance* (ANCOVA).

⁵⁸ Kontrolnim spremenljivkam pravimo tudi moteče spremenljivke, sospremenljivke ali kovariable (Košmelj, 2004).

⁵⁹ Smiselno je namreč predpostaviti, da bodo imeli učenci z višjimi dosežki na začetnem testu znanja tudi višje dosežke na končnem. Sprašujemo se torej, ali model pouka vpliva na dosežke na zaključnem testu znanja. Pri tem pa želimo odstraniti vpliv začetnega testa znanja in tako »prečistiti« informacijo o dosežkih na končnem testu, da bodo rezultati slednjega pokazali samo vpliv modela pouka.

⁶⁰ Večkrat upoštevamo tudi ordinalne numerične spremenljivke.

- prisotna je homogenost varianc – to preverimo s pomočjo uporabe Levenovega preizkusa;
- smerni koeficienti regresijskih premic so homogeni.⁶¹

S *post-hoc* preizkusom lahko preverimo, ali so razlike med kategorijami neodvisne spremenljivke statistično značilne. Navadno uporabljamo Tukeyjev preizkus. Za preverjanje velikosti učinka posameznih spremenljivk se pri analizi kovarianc poslužujemo delnega eta-kvadrat-koeficienta.

4.3.6.1.1 Primer

Ugotoviti želimo, ali v odgovorih na trditev »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« obstaja razlika med spoloma, če izključimo vpliv spremenljivke »Q24l« – »Z učenci se ob primerih pogovarjamo, kako reševati konflikte«. Za to, da iz rezultatov spremenljivke »Q24m« izločimo morebitni vpliv spremenljivke »Q24l«, uporabimo preizkus kovariance. Da odpravimo to analizo, v meniju »Analize« izberemo podmeni »Analiza ANOVA« in možnost »Analiza ANCOVA«. V okno »Odvizna spremenljivka« vstavimo spremenljivko »Q24m«, v okno »Stalni faktorji« neodvisno spremenljivko »Spol«, v okno »Kovariati« pa kontrolno spremenljivko »Q24l« (slika 52).

Pojavi se nam sledeči izpis:

Ponazoritev 113 ANCOVA – Q24m

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p
Spol	3.30	1	3.299	6.22	0.013
Q24l	130.74	1	130.743	246.71	< .001
Ostanki	423.95	800	0.530		

Analiza ANCOVA

Odvizna spremenljivka: Q24m

Stalni faktorji: Spol

Kovariati: Q24l

Rezultati

Analiza ANCOVA

ANCOVA – Q24m

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p
Spol	3.30	1	3.299	6.22	0.013
Q24l	130.74	1	130.743	246.71	< .001
Ostanki	423.95	800	0.530		

[3]

Slika 52 Pogled na analizo kovariance

⁶¹ To pomeni, da ne obstaja medsebojni učinek med neodvisno spremenljivko in kovariabla.

**Primer razlage**

Z analizo kovariance smo ugotovili, da v odgovorih na trditev »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« obstaja statistično značilna razlika med spoloma, potem ko smo izločili vpliv spremenljivke »Z učenci se ob primerih pogovarjamo, kako reševati konflikte« ($F(1,800) = 246,71; p < 0,001$).

Da lahko preverimo, ali se odvisna spremenljivka razlikuje glede na neodvisno, moramo analizirati kontraste, tj. razlike med moškimi in ženskami. Kontrasti nam povedo razlike med skupinami, če se odstrani vpliv kontrolne spremenljivke. V razdelku »Kontrasti« izberemo zeleni izpis kontrasta, npr. »Odklon« (slika 53). Pojavi se nam sledeči izpis:

Ponazoritev 114 Kontrasti – Spol

	Ocena	SN	t	p
Ženski - Moški, Ženski	0.106	0.0426	2.49	0.013

Iz preglednice razumemo, da med učiteljicami in učitelji obstajajo statistično značilne razlike ($t = 2,49; p = 0,013$).

Do podobnih zaključkov pridemo s pomočjo *post-hoc* preizkusov. V razdelku »Test Post-Hoc« spremenljivko »Spol« prenesemo v desno okno (slika 55). Jamovi avtomatično izbere Tukeyjev preizkus (☒ Tukeyev test). Izpis je sledeči:

Ponazoritev 115 Primerjave Post Hoc – Spol

Primerjava							
Spol	Spol	Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey	
Moški	- Ženski	-0.213	0.0852	800	-2.49	0.013	

Opomba Primerjave so utemeljene na oceni robnih povprečnih vrednosti

Poleg tega lahko preverimo mero velikosti učinka posameznih spremenljivk s pomočjo delnega eta-kvadrat-preizkusa. Da opravimo ta preizkus, izberemo ukaz »delni η^2 « (☒ delni η^2). Izpis je sledeči:

Ponazoritev 116 ANCOVA – Q24m

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p	η^2p
Spol	3.30	1	3.299	6.22	0.013	0.008
Q24l	130.74	1	130.743	246.71	<.001	0.236
Ostanki	423.95	800	0.530			

4 Statistična obdelava podatkov

The screenshot shows the jamovi software interface with the 'Analiza ANCOVA' window open. The 'Kontrasti' section is expanded, showing a list of contrasts for the variable 'Spol'. The 'Velikost učinka' section is also visible. The 'Rezultati' window on the right displays the ANCOVA results for 'Q24m'.

Analiza ANCOVA

Kontrasti

- Spol
- Brez
- Odklon
- Enostavni
- Nazlika
- Helmerov model
- Ponovljeno
- Polinomsko

Velikost učinka

- ☐ η^2
- ☐ delni η^2
- ☐ ω^2

Rezultati

Analiza ANCOVA

ANCOVA – Q24m

	Vredn. kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p
Spol	3.30	1	3.300	6.32	0.013
Q24m	130.74	1	130.743	246.71	< .001
Ostanki	423.95	800	0.530		

[R]

Sklici

- [1] The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [2] R Core Team (2021). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MIRROR snapshot 2022-01-01).
- [3] Fox, J., & Weisberg, S. (2020). car: Companion to Applied Regression. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/packages/car>.

Slika 53 Izbira kontrastov

The screenshot shows the 'Testi Post-Hoc' window in jamovi. The variable 'Spol' is selected. The 'Popravek' section is expanded, showing a list of post-hoc tests. The 'Velikost učinka' section is also visible.

Testi Post-Hoc

Spol

Popravek

- ☐ Brez korekcije
- ☒ Tukeyev test
- ☐ Scheffejev test
- ☐ Bonferronijev popravek
- ☐ Holmov test

Velikost učinka

- ☐ Cohenov d
- ☐ Interval zaupanja

95 %

Slika 54 Post-hoc preizkus za spremenljivko »Spol«

Iz preglednice razumemo, da je vpliv spola na odvisno spremenljivko majhen ($\eta^2_p = 0,008$); vpliv kontrolne spremenljivke na neodvisno spremenljivko pa velik ($\eta^2_p = 0,236$).



Primer razlage

Analiza kontrastov je pokazala, da med učiteljicami in učitelji ($t = 2,49$; $p = 0,013$) v pomenu, ki ga pripisujejo spremenljivki »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini«, obstaja statistično pomembna razlika, če izločimo vpliv spremenljivke »Z učenci se ob primerih pogovarjamo, kako reševati konflikte«. Razlike so relativno majhne ($\eta^2_p = 0,008$).

4.3.6.1.2 Vaje

Vaja 1

- Analiza kovariance.
- Preverili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« med okoljem šole, če kontroliramo za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«, obstaja statistično pomembna razlika.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 117 ANCOVA – Q23f

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p	η^2_p
Okolje šole	1.94	2	0.969	1.31	0.271	0.003
Q14a	18.25	1	18.249	24.64	< .001	0.030
Ostanki	593.91	802	0.741			

Ponazoritev 118 Primerjave Post Hoc – Okolje šole

Primerjava							
Okolje šole		Okolje šole	Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
mestna šola	-	primestna šola	-0.0841	0.0813	802	-1.035	0.555
	-	vaška šola	0.0540	0.0685	802	0.788	0.711
primestna šola	-	vaška šola	0.1381	0.0854	802	1.617	0.239

Opomba Primerjave so utemeljene na oceni robnih povprečnih vrednosti

Obrazložitev:

Vaja 2

- Analiza kovariance.
- Preverili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q24j« – »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« obstajajo statistično značilne razlike med okoljem šole, če kontroliramo vlogo spremenljivke »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev«.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 119 ANCOVA – Q24j

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p	η^2p
Okolje šole	7.31	2	3.66	3.30	0.037	0.008
Q23f	151.80	1	151.80	136.96	< .001	0.147
Ostanki	883.38	797	1.11			

Ponazoritev 120 Primerjave Post Hoc – Okolje šole

Primerjava							
Okolje šole		Okolje šole	Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
mestna šola	-	primestna šola	-0.2398	0.0998	797	-2.402	0.044
	-	vaška šola	-0.1439	0.0841	797	-1.712	0.201
primestna šola	-	vaška šola	0.0959	0.1049	797	0.915	0.631

Opomba Primerjave so utemeljene na oceni robnih povprečnih vrednosti

Obrazložitev:

Vaja 3

- Analiza kovariance.
- Preverili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« obstajajo statistično značilne razlike med regijami šol, če kontroliramo vlogo spremenljivke »Q24j« – »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi«.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 121 ANCOVA – Q24m

	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p	η^2p
Regija	12.5	11	1.135	2.00	0.025	0.027
Q24j	100.1	1	100.080	176.75	< .001	0.183
Ostanki	447.9	791	0.566			

Ponazoritev 122 Primerjave Post Hoc – Regija

Primerjava						
Regija	Regija	Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
Pomurska	- Koroška	0.12748	0.1515	791	0.8417	1.000
	- Zasavska	-0.19325	0.2302	791	-0.8396	1.000
	- Jugovzhodna Slovenija	-0.16253	0.1178	791	-1.3797	0.967
	- Gorenjska	0.13567	0.1153	791	1.1772	0.991
	- Primorsko-notranjska	-0.18361	0.2223	791	-0.8260	1.000
	- Podravska	-0.21805	0.0919	791	-2.3727	0.426

Ponazoritev 122 Nadaljevanje

Primerjava						
Regija	Regija	Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
Koroška	- Savinjska	0.04537	0.1102	791	0.4118	1.000
	- Posavska	-0.08504	0.1810	791	-0.4697	1.000
	- Osrednjeslovenska	0.00767	0.1171	791	0.0655	1.000
	- Goriška	-0.10365	0.1338	791	-0.7748	1.000
	- Obalno-kraška	-0.12057	0.1248	791	-0.9662	0.998
	- Zasavska	-0.32073	0.2537	791	-1.2641	0.983
	- Jugovzhodna Slovenija	-0.29001	0.1589	791	-1.8251	0.804
	- Gorenjska	0.00820	0.1569	791	0.0522	1.000
	- Primorsko-notranjska	-0.31109	0.2465	791	-1.2620	0.983
	- Podravska	-0.34552	0.1408	791	-2.4548	0.370
	- Savinjska	-0.08211	0.1534	791	-0.5354	1.000
Zasavska	- Posavska	-0.21252	0.2101	791	-1.0116	0.997
	- Osrednjeslovenska	-0.11981	0.1583	791	-0.7568	1.000
	- Goriška	-0.23113	0.1710	791	-1.3515	0.972
	- Obalno-kraška	-0.24805	0.1641	791	-1.5114	0.937
	- Jugovzhodna Slovenija	0.03073	0.2352	791	0.1306	1.000
	- Gorenjska	0.32893	0.2341	791	1.4052	0.962
	- Primorsko-notranjska	0.00964	0.3015	791	0.0320	1.000
	- Podravska	-0.02479	0.2234	791	-0.1110	1.000
	- Savinjska	0.23863	0.2314	791	1.0310	0.997
	- Posavska	0.10821	0.2725	791	0.3972	1.000
	- Osrednjeslovenska	0.20092	0.2349	791	0.8552	0.999
Jugovzhodna Slovenija	- Goriška	0.08961	0.2437	791	0.3677	1.000
	- Obalno-kraška	0.07269	0.2388	791	0.3044	1.000
	- Gorenjska	0.29820	0.1246	791	2.3930	0.412
	- Primorsko-notranjska	-0.02109	0.2273	791	-0.0928	1.000
	- Podravska	-0.05552	0.1036	791	-0.5358	1.000
	- Savinjska	0.20790	0.1202	791	1.7292	0.854
	- Posavska	0.07749	0.1872	791	0.4138	1.000
	- Osrednjeslovenska	0.17020	0.1264	791	1.3463	0.973
	- Goriška	0.05888	0.1420	791	0.4146	1.000
	- Obalno-kraška	0.04196	0.1336	791	0.3140	1.000
	- Primorsko-notranjska	-0.31929	0.2257	791	-1.4150	0.961
Gorenjska	- Podravska	-0.35372	0.1003	791	-3.5270	0.022
	- Savinjska	-0.09030	0.1177	791	-0.7675	1.000
	- Posavska	-0.22072	0.1853	791	-1.1908	0.990
	- Osrednjeslovenska	-0.12801	0.1234	791	-1.0371	0.997

Ponazoritev 122 Nadaljevanje

Primerjava						
Regija	Regija	Povprečna razlika	SN	df	t	ptukey
Primorsko-notranjska	- Goriška	-0.23932	0.1393	791	-1.7175	0.860
	- Obalno-kraška	-0.25624	0.1310	791	-1.9561	0.723
	- Podravska	-0.03443	0.2150	791	-0.1602	1.000
	- Savinjska	0.22898	0.2236	791	1.0242	0.997
	- Posavska	0.09857	0.2656	791	0.3712	1.000
	- Osrednjeslovenska	0.19128	0.2268	791	0.8435	1.000
Podravska	- Goriška	0.07996	0.2358	791	0.3391	1.000
	- Obalno-kraška	0.06304	0.2309	791	0.2730	1.000
	- Savinjska	0.26342	0.0950	791	2.7733	0.194
	- Posavska	0.13300	0.1721	791	0.7729	1.000
	- Osrednjeslovenska	0.22571	0.1026	791	2.2002	0.550
	- Goriška	0.11440	0.1213	791	0.9433	0.999
Savinjska	- Obalno-kraška	0.09748	0.1114	791	0.8751	0.999
	- Posavska	-0.13041	0.1826	791	-0.7141	1.000
	- Osrednjeslovenska	-0.03770	0.1195	791	-0.3155	1.000
	- Goriška	-0.14902	0.1359	791	-1.0967	0.995
Posavska	- Obalno-kraška	-0.16594	0.1271	791	-1.3059	0.978
	- Osrednjeslovenska	0.09271	0.1866	791	0.4968	1.000
	- Goriška	-0.01861	0.1975	791	-0.0942	1.000
	- Obalno-kraška	-0.03553	0.1916	791	-0.1854	1.000
Osrednjeslovenska	- Goriška	-0.11132	0.1411	791	-0.7889	1.000
	- Obalno-kraška	-0.12824	0.1328	791	-0.9657	0.998
Goriška	- Obalno-kraška	-0.01692	0.1477	791	-0.1145	1.000

Opomba Primerjave so utemeljene na oceni robnih povprečnih vrednosti

Obrazložitev:

Vaja 4

- Analiza kovariance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q22a«
 - »Zaupanje v lastne sposobnosti« obstajajo statistično značilne razlike med okolji šol, če kontrolirate za spremenljivko »Q22b« – »Vztrajanje pri uresničevanju idej«.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 5

- Analiza kovariance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q22a«
 - »Zaupanje v lastne sposobnosti« obstajajo statistično značilne razlike med regijami šol, če kontrolirate za spremenljivko »Q22b« – »Vztrajanje pri uresničevanju idej«.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 6

- Analiza kovariance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q22g«
 - »Sposobnost samoomejevanja« obstajajo statistično značilne razlike med regijami šol, če kontrolirate za spremenljivko »Q22b« – »Vztrajanje pri uresničevanju idej«.
- Napišite obrazložitev za to analizo.

Vaja 7

- Analiza kovariance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23a«
 - »Prevzemanje pobud« obstajajo statistično značilne razlike med regijami šol, če kontrolirate za spremenljivko »Q22b« – »Vztrajanje pri uresničevanju idej«.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 8

- Analiza kovariance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23a« – »Prevzemanje pobud« obstajajo statistično značilne razlike med okolji šol, če kontrolirate za spremenljivko »Q22b« – »Vztrajanje pri uresničevanju idej«.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 9

- Analiza kovariance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q14c« – »Sposoben/-na sem načrtovati in izvajati projekte« obstajajo statistično značilne razlike med učitelji z različno stopnjo izobrazbe, če kontrolirate za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 10

- Analiza kovariance.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q14j«
 - »Pripravljen/-a sem ponuditi in sprejeti ponudbo izmenjave dobrin in storitev (npr. izmenjave oblačil, hrane, strojev, prenočitve v zasebnih stanovanjih)« obstajajo statistično značilne razlike med učitelji z različno stopnjo izobrazbe, če kontrolirate za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

4.3.6.2 Multivariatna analiza variance

Multivariatno analizo variance⁶² (MANOVA) uporabljamo tedaj, ko želimo ugotoviti, kako neodvisne spremenljivke predvidevajo več odvisnih spremenljivk (O'Brien in Kaiser, 1985).

Rečemo torej lahko, da je MANOVA posplošitev in razširitev preizkusa ANOVA (O'Brien in Kaiser, 1985). Preizkus ANOVA preverja, ali med dvema ali več skupinami obstajajo statistično značilne razlike glede na eno samo meritev (spremenljivko). Preizkus MANOVA pa preuči razlike v linearnih kombinacijah multiplih (različnih) kvantitativnih spremenljivk.

Da lahko uporabimo preizkus MANOVA, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji (Finch, 2005):

- vsaka odvisna spremenljivka je intervalna spremenljivka⁶³;
- spremenljivke so multivariatno normalno porazdeljene – ta pogoj preverjamo s preizkusom normalnosti, npr. s Shapiro-Wilkovim preizkusom ali s pregledom diagramov normalnosti Q-Q;

⁶² Angl. *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA).

⁶³ Preizkus MANOVA v praksi večkrat uporabljamo tudi za ordinalne spremenljivke.

- velja pogoj enakosti kovarianc – ta pogoj preverimo z Boxovim M -preizkusom⁶⁴; pri tem želimo, da je Boxov M -preizkus statistično neznačilen ($p > 0,05$): v tem primeru je izpolnjen pogoj enakosti kovarianc.

Testne statistike, na podlagi katerih ocenjujemo morebitne razlike med skupinami, so navadno sledeče (Ateş idr., 2019):

- Pillai-Bartlettova sled (V);
- Hotelling-Lawleyjeva sled (T);
- Wilksova lambda (Λ);
- Royev največji koren (Θ).

Najpogosteje uporabljeni koeficient je Wilksova lambda: če želimo zavrniti ničelno hipotezo preizkusa MANOVA, tj. da ni statistično značilnih razlik med skupinami, mora biti vrednost tega koeficienta čim manjša.

Če s preizkusom MANOVA zavrnemo ničelno hipotezo ($p < 0,05$), torej da so med skupinami prisotne statistično značilne razlike v povprečjih, uporabimo *post-hoc* preizkuse, da ugotovimo, katere skupine se med seboj statistično značilno razlikujejo. Žal z Jamovijem ni mogoče opraviti *post-hoc* preizkusov, zato je treba opraviti različne preizkuse ANOVA, da lahko to preverimo.

V Jamoviju ne obstaja poseben ukaz za multivariatno analizo variance, zato bomo le-to opravili s pomočjo multivariatne analize kovariance (MANCOVA) in izpustili možnost kontrolnih spremenljivk.

4.3.6.2.1 Primer

Želimo ugotoviti, ali neodvisna spremenljivka »Okolje šole« vpliva na dve odvisni spremenljivki: »Q24l« – »Z učenci se ob primerih pogovarjamo, kako reševati konflikte« in »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini«. Zato v meniju »Analize« izberemo podmeni »Analiza ANOVA« in možnost »Analiza MANCOVA« (slika 55).

Pred uporabo tega preizkusa preverimo, ali so pogoji za njegovo uporabo izpolnjeni. Za preverjanje pogoja normalnosti izberemo ukaz »Shapiro-Wilkov preizkus« (✓ Shapiro-Wilkov preizkus). Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 123 Shapiro-Wilkov preizkus večrazsežne normalnosti

W	p
0.802	< .001

⁶⁴ Boxov M -preizkus je multivariatni preizkus, s katerim lahko preverimo enakost multiplih varianc, torej preverimo, ali so kovariančne matrike med seboj enake. Ničelna hipoteza je, da so kovariančne matrike med odvisnimi spremenljivkami enake.

Analiza MANCOVA

Odvise spremenljivke: Q24i, Q24m

Faktorji: Okolje šole

Večrazsežna statistika

- ☒ Pillailova sled
- ☒ Wilksova Lambda
- ☒ Hotellingova sled
- ☒ Royjev največji koren

Preverjanje napovedi

- ☒ Boxov M test
- ☒ Shapiro-Wilkov preizkus
- ☒ Q-Q plot of multivariate normality

Rezultati

Analiza MANCOVA

Večrazsežnostni testi

		vrednost	F	df1	df2	p
Okolje šole	Pillailova sled	0.0171	3.45	4	1600	0.008
	Wilksova Lambda	0.983	3.45	4	1598	0.008
	Hotellingova sled	0.0173	3.45	4	1596	0.008
	Royjev največji koren	0.0130	5.18	2	800	0.006

Univariatne analize

	Odvise spremenljivke	Vsota kvadratov	df	Kvadrat povprečja	F	p
Okolje šole	Q24i	7.02	2	1.009	2.53	0.081
	Q24m	3.76	2	1.879	2.69	0.069
Ostanki	Q24i	319.39	800	0.399		
	Q24m	559.47	800	0.699		

Preverjanje napovedi

Boxov test homogenosti kovarianc matrik

χ^2	df	p
11.2	6	0.081

Slika 55 Pogled na analizo MANOVA

Če izberemo ukaz »Q-Q plot of multivariate normality« (☒ Q-Q plot of multivariate normality), se nam izriše Q-Q-diagram multivariatne normalnosti (slika 56). Iz tega je razvidno, da podatki niso normalno porazdeljeni.

Iz preglednice ugotovimo, da podatki niso multivariatno normalno porazdeljeni ($W = 0,802$; $p < 0,001$). Da preverimo pogoj enakosti kovariančnih matrik, izberemo ukaz »Boxov M test« (☒ Boxov M test). Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 124 Boxov test homogenosti kovarianc matrik

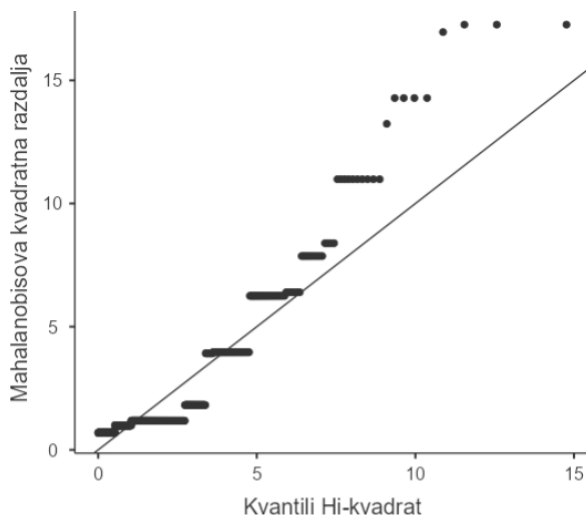
χ^2	df	p
11.2	6	0.081

Iz preglednice ugotovimo, da je pogoj multivariatne homogenosti kovarianc izpolnjen ($\chi^2(6) = 11,2$; $p = 0,081$).

Oglejmo si rezultate preizkusa MANOVA. Jamovi že avtomatično izbere vse štiri koeficiente (»Pillailova sled«, »Wilksova Lambda«, »Hotellingova sled« in »Royev največji koren«). Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 125 Večrazsežnostni testi

		vrednost	F	df1	df2	p
Okolje šole	Pillailova sled	0.0171	3.45	4	1600	0.008
	Wilksova Lambda	0.983	3.45	4	1598	0.008
	Hotellingova sled	0.0173	3.45	4	1596	0.008
	Royjev največji koren	0.0130	5.18	2	800	0.006

**Slika 56**

Q-Q-diagrami multivariatne normalnosti



Primer razlage

Multivariatna analiza variance je pokazala, da v spremenljivkah »Q24l« in »Q24m« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole (Wilksova $\Lambda = 0,983$; $F(4,1598) = 3,45$; $p = 0,008$).

4.3.6.2.2 Vaje

Vaja 1

- Multivariatna analiza variance.
- Ugotavljali smo, ali v povprečju odgovorov na trditvi »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike glede na stopnjo izobrazbe.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 126 Večrazsežnostni testi

		vrednost	F	df1	df2	p
Izobrazba	Pillailova sled	0.0210	1.24	14	1634	0.238
	Wilksova Lambda	0.979	1.24	14	1632	0.239
	Hotellingova sled	0.0213	1.24	14	1630	0.239
	Royjev največji koren	0.0155	1.80	7	817	0.083

Ponazoritev 127 Boxov test homogenosti kovarianc matrik

χ^2	df	p
Inf	21	< .001

Ponazoritev 128 Shapiro-Wilkov preizkus večrazsežne normalnosti

W	p
0.690	< .001

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 2

- Multivariatna analiza variance.
- Ugotavljali smo, ali v povprečju odgovorov na na trditvi »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike glede na spol.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 129 Večrazsežnostni testi

		vrednost	F	df1	df2	p
Spol	Pillaiova sled	0.00551	2.30	2	831	0.101
	Wilksova Lambda	0.994	2.30	2	831	0.101
	Hotellingova sled	0.00554	2.30	2	831	0.101
	Royjev največji koren	0.00554	2.30	2	831	0.101

Ponazoritev 130 Boxov test homogenosti kovarianc matrik

χ^2	df	p
3.85	3	0.279

Ponazoritev 131 Shapiro-Wilkov preizkus večrazsežne normalnosti

W	p
0.688	< .001

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- Multivariatna analiza variance.
- Ugotavljali smo, ali v povprečju odgovorov na trditvi »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 132 Večrazsežnostni testi

		vrednost	F	df1	df2	p
Okolje šole	Pillailova sled	0.00364	0.757	4	1662	0.553
	Wilksova Lambda	0.996	0.756	4	1660	0.554
	Hotellingova sled	0.00365	0.756	4	1658	0.554
	Royjev največji koren	0.00279	1.16	2	831	0.315

Ponazoritev 133 Boxov test homogenosti kovarianc matrik

χ^2	df	p
26.3	6	< .001

Ponazoritev 134 Shapiro-Wilkov preizkus večrazsežne normalnosti

W	p
0.687	< .001

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- Multivariatna analiza variance.
- Preverili smo, ali v povprečju odgovorov na trditvi »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike glede na regijo šole.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 135 Večrazsežnostni testi

		vrednost	F	df1	df2	p
Regija	Pillailova sled	0.0313	1.19	22	1646	0.247
	Wilksova Lambda	0.969	1.19	22	1644	0.247
	Hotellingova sled	0.0319	1.19	22	1642	0.247
	Royjev največji koren	0.0228	1.71	11	823	0.067

Ponazoritev 136 Boxov test homogenosti kovarianc matrik

χ^2	df	p
Inf	33	< .001

Ponazoritev 137 Shapiro-Wilkov preizkus večrazsežne normalnosti

W	p
0.688	< .001

Obrazložitev:

Vaja 5

- Multivariatna analiza variance.
- Z Jamovijem preverite, ali je v povprečju odgovorov na trditivi »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike glede na poučevanje v 1. triletju.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 6

- Multivariatna analiza variance.
- Z Jamovijem preverite, ali v povprečju odgovorov na trditivi »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike glede na poučevanje v 2. triletju.
- Napišite obrazložitev.

Vaja 7

- Multivariatna analiza variance.
- Z Jamovijem preverite, ali v povprečju odgovorov na trditvi »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike glede na poučevanje v 3. triletju.
- Napišite obrazložitev.

4.3.6.3 Multivariatna analiza kovariance

Multivariatno analizo kovariance⁶⁵ (MANCOVA) uporabljamo tedaj, ko želimo razumeti, kako neodvisne spremenljivke predvidevajo več odvisnih spremenljivk, ko odstranimo vpliv kontrolnih spremenljivk.

Rečemo torej lahko, da je MANCOVA posplošitev in razširitev preizkusa ANCOVA. Postopek uporabe tega preizkusa v Jamoviju je podoben tistemu, ki smo ga opisali v prejšnjem razdelku.

4.4 Neparametrični preizkusi

Ključni pogoj za uporabo parametričnih preizkusov je, da so spremenljivke ali razlike med njimi normalno porazdeljene. V zgornjih analizah pa smo na več mestih opazili, da se v našem vzorcu in za naše podatke spremenljivke večkrat ne porazdeljujejo normalno. Neparametrične preizkuse lahko uporabljamo tudi v primeru, ko so izpolnjeni pogoji uporabe parametričnih preizkusov, vendar se v tem primeru statistična moč⁶⁶ neparametričnih preizkusov zmanjša (Hunter in May, 1993). V splošnem so neparametrični preizkusi prožnejši, ker ne zahtevajo, da so spremenljivke porazdeljene po neki vnaprej določeni porazdelitvi (Bathke idr., 2008). V primeru, da je vzorec relativno majhen (npr. deset ali manj enot), je uporaba parametričnih preizkusov neupravičena, zato je uporaba neparametričnih preizkusov edina možnost (Fagerland, 2012; Siegel, 1957). Poleg tega je za analizo ordinalnih numeričnih spremenljivk boljše uporabljati neparametrične preizkuse (Siegel, 1957).

Čeprav smo opravili posamezne parametrične preizkuse z namenom predstavitve metod statističnih analiz, obstaja vrsta statističnih preizkusov, ki jih lahko uporabljamo v primeru, da pogoj normalnosti ni izpolnjen. Med neparametrične preizkuse sodijo sledeči preizkusi:

- Mann-Whitneyjev preizkus za dva neodvisna vzorca;
- Kruskal-Wallisov preizkus za več neodvisnih vzorcev;

⁶⁵ Angl. *multivariate analysis of variance* (MANOVA).

⁶⁶ Statistična moč je sposobnost preizkusa, da pravilno ovrže ničelno hipotezo, ko je alternativna hipoteza pravilna. Označimo jo večkrat z $1-\beta$ (vrednost med 0 in 1).

- Wilcoxonov preizkus za odvisna vzorca;
- Wilcoxonov preizkus za en vzorec.

4.4.1 Mann-Whitneyjev preizkus za dva neodvisna vzorca

Mann-Whitneyjev *U*-preizkus uporabimo v primeru, da niso izpolnjeni pogoji za uporabo parametričnega *t*-preizkusa za neodvisne vzorce (Cencič, 2009, str. 120).

Z Mann-Whitneyjevim *U*-preizkusom želimo primerjati dva neodvisna vzorca (npr. dosežke fantov in deklet). Ničelna hipoteza je, da se neodvisna vzorca ne razlikujeta (tj. verjetnost, da je vrednost prvega vzorca večja od vrednosti drugega, enaka verjetnosti, da je vrednost drugega vzorca enaka vrednosti prvega), alternativna hipoteza pa trdi, da se vrednosti vzorcev razlikujeta. Za ugotavljanje »velikosti« vrednosti vzorcev ne moremo uporabljati povprečja, saj imamo navadno opravka z ordinalnimi spremenljivkami, za katere ne moremo izračunati aritmetične sredine (MacFarland idr., 2016). Zato pri Mann-Whitneyjem *U*-preizkusu primerjamo mediane⁶⁷ (Milenović, 2011). Opazimo lahko torej razliko v medianah dveh vzorcev, če sta le-ta neodvisna.⁶⁸ Trdimo torej, da se dva neodvisna vzorca razlikujeta, če je Mann-Whitneyjev preizkus statistično značilen ($p < 0,05$). Za preverjanje velikosti učinka se pri Mann-Whitneyjevem preizkusu poslužujemo biserialnega korelacijskega koeficienta, ki ga interpretiramo, kot smo predstavili v preglednici 2.

4.4.1.1 Primer

Povrnimo se na primer, ki smo ga preučili v razdelku o *t*-preizkusih za neodvisne vzorce. Ugotoviti želimo, ali v odgovorih na trditev »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« obstajajo razlike glede na spol. Zanima nas torej, ali se mnenje učiteljic razlikuje od mnenja učiteljev.

Da opravimo Mann-Whitneyjev *U*-preizkus, v meniju »Analyze« izberemo podmeni »t-testi« in možnost »t-test neodvisnih vzorcev«. Opazimo, da je Jamovi avtomatično izbral ukaz »t-test«. Ukaz odstranimo (☐ T-test) in izberemo ukaz »Mann-Whitneyev U« (☒ Mann-Whitneyev U). Spremenljivko »Q24m« povlečemo v okno »Odključne spremenljivke«. Glede na to, da nas zanima, ali se odvisna spremenljivka razlikuje glede na spol, spremenljivko »Spol« vstavimo v okence »Združevalna spremenljivka« (slika 57). Prikaže se sledeči izpis:

⁶⁷ Gre za t. i. Hodges-Lehmannovo statistiko.

⁶⁸ V primeru, da vzorca nista povsem neodvisna, je lahko Mann-Whitneyjev preizkus statistično značilen ($p < 0,05$) kljub enakosti median (Divine idr., 2018; Hart, 2001).

T-test enega vzorca

Odvisne spremenljivke: Q14a

Testi

- ☐ T-test
- ☐ Bayesov faktor
- Prior: 0.707
- ☒ Wilcoxonov preizkus rangov

Dodatna statistika

- ☐ Povprečna razlika
- ☐ Interval zaupanja: 95 %
- ☐ Velikost učinka
- ☐ Interval zaupanja: 95 %

Rezultati

T-test enega vzorca

T-test enega vzorca		Statistika	p
Q14a	Wilcoxonov W	236930	< .001

Opomba: $H_0: \mu = 4.5$

Sklici

[1] The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) <https://www.jamovi.org>

Slika 57 Pogled na Mann-Whitneyjev *U*-preizkus**Ponazoritev 138** T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	p
Q24m	Mann-Whitneyev U	22859	< .001

Izpis simbolov:

- **Statistika** ali **U** označuje vrednost Mann-Whitneyjevega *U*-preizkusa.
- **p** označuje stopnjo statistične pomembnosti Mann-Whitneyjevega *U*-preizkusa.

Ugotovimo, da je vrednost Mann-Whitneyjevega preizkusa statistično značilna ($p < 0,001$), kar kaže, da med učitelji in učiteljicami obstajajo statistično značilne razlike v mnenju o »Q24m«. Da si ogledamo te razlike, izberimo ukaz »Opisne statistike« (☒ Opisne statistike). Pojavi se sledeči zapis:

Ponazoritev 139 Opisne statistike skupine

Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q24m					
Moški	82	3.79	4.00	0.813	0.0897
Ženski	723	4.13	4.00	0.833	0.0310

Iz preglednice je razvidno, da imajo učitelji in učiteljice enako mediano ($Mdn = 4$), vendar različna povprečja. Navadno v Mann-Whitneyjevem preizkusu iščemo razlike v medianah, saj povprečij navadno ne moremo računati

za ordinalne spremenljivke, vendar si bomo v tem primeru s povprečji pomagali, da interpretiramo rezultate.

Določimo tudi mero velikosti učinka. Izberimo ukaz »Velikost učinka« (☒ Velikost učinka). Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 140 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	p		Velikost učinka
Q24m	Mann-Whitneyev U	22859	< .001	Biserialna korelacija rangov	0.229



Primer razlage

Rezultat Mann-Whitneyjevega *U*-preizkusa ($U = 22859$; $2P < 0,001$) kaže, da med učiteljicami in učitelji obstaja statistično značilna razlika v oceni trditve »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini«. Iz preglednice lahko razberemo, da so učiteljice ($M = 3,79$; $SD = 0,813$; $Mdn = 4$) v primerjavi z učitelji ($M = 4,13$; $SD = 0,833$; $Mdn = 4$) ocenile, da velja, da se z učenci ob primerih učijo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini. Vpliv je srednji ($r = 0,229$).

4.4.1.2 Vaje

Vaja 1

- Mann-Whitneyjev preizkus.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« obstajajo statistično značilne razlike med spoloma.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 141 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	p		Velikost učinka
Q23f	Mann-Whitneyev U	26475	0.166	Biserialna korelacija rangov	0.0883

Ponazoritev 142 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23f	Moški	80	3.77	4.00	0.886	0.0990
	Ženski	726	3.63	4.00	0.872	0.0324

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 2

- Mann-Whitneyjev preizkus.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« obstajajo statistično značilne razlike med spoloma.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 143 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	p	Velikost učinka	
Q23g	Mann-Whitneyev U	26135	0.066	Biseriialna korelacija rangov	0.112

Ponazoritev 144 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23g	Moški	81	4.21	4.00	0.847	0.0941
	Ženski	727	4.39	5.00	0.710	0.0263

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- Mann-Whitneyjev preizkus.
- Z Jamovijem preizkusi, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« obstajajo statistično značilne razlike med spoloma.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

[illegible]

Vaja 4

- Mann-Whitneyjev preizkus.
- Za trditev »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« nas zanimajo morebitne razlike med učitelji, ki poučujejo v 1. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v 1. triletju.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 145 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	p		Velikost učinka
Q23c	Mann-Whitneyev U	63447	0.002	Biseriialna korelacija rangov	0.125

Ponazoritev 146 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23c	ni izbran	533	4.13	4.00	0.755	0.0327
	izbran	272	4.30	4.00	0.741	0.0449

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 5

- Mann-Whitneyjev preizkus.
- Za trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« nas zanimajo morebitne razlike med učitelji, ki poučujejo v 3. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v 3. triletju.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 147 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	p		Velikost učinka
Q23g	Mann-Whitneyev U	70184	< .001	Biseriarna korelacija rangov	0.135

Ponazoritev 148 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23g	ni izbran	435	4.46	5.00	0.679	0.0326
	izbran	373	4.27	4.00	0.766	0.0396

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 6

- Mann-Whitneyjev preizkus.
- Za trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« nas zanimajo morebitne razlike med učitelji, ki poučujejo v 1. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v 1. triletju.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 149 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	p		Velikost učinka
Q23g	Mann-Whitneyev U	65884	0.009	Biserialna korelacija rangov	0.101

Ponazoritev 150 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23g	ni izbran	533	4.33	4.00	0.729	0.0316
	izbran	275	4.46	5.00	0.715	0.0431

Obrazložitev:

Vaja 7

- Mann-Whitneyjev preizkus.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« obstajajo statistično značilne razlike med učitelji, ki poučujejo v 2. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v 2. triletju.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4.2 Kruskal-Wallisov preizkus za več neodvisnih vzorcev

Kruskal-Wallisov H -preizkus uporabljamo v primerih, ko niso izpolnjeni pogoji za uporabo analize variance (Norušis, 2002, str. 390).

S Kruskal-Wallisovim preizkusom preverjamo, ali več neodvisnih vzorcev izhaja iz iste porazdelitve. Gre torej za neparametrično različico enosmerne-ga preizkusa ANOVA, ki ne zahteva normalnosti porazdelitve spremenljivk⁶⁹ (McKight in Najab, 2010). Kruskal-Wallisov preizkus primerja tri ali več vzorce. Ničelna hipoteza je, da so vzorci enaki oz. izhajajo iz iste porazdelitve, alternativna hipoteza pa trdi, da vzorci ne izhajajo iz iste porazdelitve (Vargha in Delaney, 1998). Če je vrednost Kruskal-Wallisovega preizkusa statistično značilna ($p < 0,05$), se vsaj en vzorec značilno razlikuje od ostalih.⁷⁰ S Kruskal-Wallisovim preizkusom pa ne moremo ugotavljati, kateri vzorec se statistično značilno razlikuje od ostalih, zato opravimo *post-hoc* preizkuse, s katerimi med seboj primerjamo vse vzorce, dva po dva. V Jamoviju lahko opravimo Dwass-Steel-Critchlow-Flignerjevo (DSCF) primerjavo parov vzorcev (Critchlow in Flinger, 1991). Če je vrednost DSCF-preizkusa statistično značilna ($p < 0,05$), obstajajo statistično značilne razlike med dvema vzorcema. Kruskal-Wallisov preizkus sloni na analizi rangov vzorcev. Če želimo ugotoviti, ali so razlike med vzorci velike, izračunamo mero velikosti učinka. V primeru Kruskal-Wallisovega preizkusa gre za epsilon-kvadrat (ϵ^2), ki ga interpretiramo, kot je zapisano v preglednici 2.

⁶⁹ V primeru, da so podatki normalno porazdeljeni, je preizkus ANOVA statistično močnejši (Higgins, 2004).

⁷⁰ Pravimo, da je v enem vzorcu prisotna stohastična dominanca.

4.4.2.1 Primer

Ugotoviti želimo, ali se povprečje odgovorov na trditev »Q24j« – »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« statistično značilno razlikuje med učitelji iz različnih okolij šole.

V meniju »Analize« izberemo podmeni »Analiza ANOVA« in možnost »Enosmerna ANOVA - Kruskal-Wallisov H«. Spremenljivko »Q24j« prenesemo v delovno okno »Odvisne spremenljivke«, neodvisno spremenljivko »Okolje šole« pa v okno »Združevalna spremenljivka« (slika 58). Pojavi se sledeči izpis:

Ponazoritev 151 Kruskal-Wallisov H

	χ^2	df	p
Q24j	9.05	2	0.011

 Izpis simbolov:

- χ^2 predstavlja vrednost hi-kvadrat (H) Kruskal-Wallisovega preizkusa. To bomo zapisali v utemeljitvah.
- **df** predstavlja prostostno stopnjo hi-kvadrat-preizkusa.
- **p** predstavlja vrednost statistične značilnosti Kruskal-Wallisovega preizkusa.

Iz izpisa razumemo, da je Kruskal-Wallisov H -preizkus statistično značilen ($p = 0,011$), kar pomeni, da v odgovorih na trditev »Q24j« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole.

V tem primeru nam Jamovi ne ponudi takojšnjega ukaza, da prikažemo opisne statistike, zato bomo le-te izpisali posebej. V meniju »Analize« izberemo podmeni »Raziskovanje« in možnost »Opisne statistike«. Spremenljivko »Q24j« vstavimo v okno »Spremenljivke«, neodvisno spremenljivko »Okolje šole« pa v okno »Razdeli po«. V razdelku »Statistike« se prepričajmo, da je izbran tudi ukaz »Mediana« (☒ Mediana). Dobimo sledeči izpis:

Ponazoritev 152 Opisne statistike

	Okolje šole	Q24j
N mestna šola		368
	primestna šola	162
	vaška šola	277
Manjkajoče	mestna šolaâ	23
	primestna šola	12
	vaška šola	24

Ponazoritev 152 Nadaljevanje		
	Okolje šole	Q24j
Povprečna vrednost	mestna šola	2.62
	primestna šola	2.91
	vaška šola	2.74
Mediana	mestna šola	2.50
	primestna šola	3.00
	vaška šola	3
Standardni odklon	mestna šola	1.18
	primestna šola	1.12
	vaška šola	1.08
Najmanjša širina	mestna šola	1
	primestna šola	1
	vaška šola	1
Največja vrednost	mestna šola	5
	primestna šola	5
	vaška šola	5

Iz preglednice opazimo, da se mediane razlikujejo glede na okolje šole. Da preverimo, ali so te razlike statistično značilne, moramo opraviti *post-hoc* preizkus. Povrnimo se k rezultatom Kruskal-Wallisovega preizkusa (v delovnem oknu »Rezultati« je dovolj, da kliknemo na preglednico z rezultati Kruskal-Wallisovega preizkusa, da se avtomatično vrnemo na analize le-tega). Izberimo ukaz »Parna primerjava DSCF« (☒ Parna primerjava DSCF). Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 153 Parne primerjave – Q24j

		W	p
mestna šola	primestna šola	4.07	0.011
mestna šola	vaška šola	2.50	0.180
primestna šola	vaška šola	-2.02	0.327

Enosmerna ANOVA (Neparametrična)

Q24f, Q24g, Q24h, Q24i, **Q24k**, Q24l, Q24m, Testna spremenljivka

→

Odvise spremenljivke

Q24j

→

Združevalna spremenljivka

Okolje šole

☐ Velikost učinka
☐ Parna primerjava DSCF

Rezultati

Enosmerna ANOVA (Neparametrična)

Kruskal-Wallisov H

	χ^2	df	p
Q24j	9.05	2	0.011

Slika 58 Pogled na Kruskal-Wallisov *H*-preizkus

Iz preglednice ugotovimo, da so odgovori učiteljev mestnih šol statistično značilno različni od odgovorov učiteljev primestnih šol ($p = 0,011$), vendar ne obstajajo statistično značilne razlike med odgovori učiteljev mestnih in vaških ($p = 0,180$) ter učitelji primestnih in vaških šol ($p = 0,327$).

Nazadnje, da preverimo, ali so razlike v odgovorih statistično značilne, si oglejmo še mero velikosti učinka. Izberemo torej ukaz »Velikost učinka« (

 Velikost učinka). Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 154 Kruskal-Wallisov H

	χ^2	df	p	ϵ^2
Q24j	9.05	2	0.011	0.0112



Primer razlage

Rezultat Kruskal-Wallisovega preizkusa ($H = 9,05$; $g = 2$; $2P = 0,011$) kaže, da med učitelji iz različnih okolij šole obstajajo statistično značilne razlike v strinjanju s trditvijo »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi«. Pokaže se, da v stopnji strinjanja s to trditvijo obstajajo statistično značilne razlike med učitelji mestnih ($M = 2,62$; $SD = 1,18$; $Mdn = 2,50$) in primestnih ($M = 2,91$; $SD = 1,08$; $Mdn = 3$) šol ($W = 4,07$; $p = 0,011$), ne pa tudi med učitelji mestnih in vaških ($M = 2,74$; $SD = 1,12$; $Mdn = 3$) šol ($W = 2,50$; $p = 0,180$) oz. med učitelji primestnih in vaških šol ($W = -2,02$; $p = 0,327$).

4.4.2.2 Vaje

Vaja 1

- Kruskal-Wallisov preizkus.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 155 Kruskal-Wallisov H

	χ^2	df	p	ϵ^2
Q23f	2.69	2	0.261	0.00334

Ponazoritev 156 Parne primerjave – Q23f

		W	p
mestna šola	primestna šola	1.537	0.522
mestna šola	vaška šola	-0.981	0.767
primestna šola	vaška šola	-2.396	0.207

Ponazoritev 157 Opisne statistike

	Okolje šole	Q23f
N	mestna šola	369
	primestna šola	161
	vaška šola	276
Manjkajoče	mestna šola	22
	primestna šola	13
	vaška šola	25
Povprečna vrednost	mestna šola	3.65
	primestna šola	3.74
	vaška šola	3.59
Mediana	mestna šola	4
	primestna šola	4
	vaška šola	4.00
Standardni odklon	mestna šola	0.915
	primestna šola	0.841
	vaška šola	0.833
Najmanjša širina	mestna šola	1
	primestna šola	1
	vaška šola	1
Največja vrednost	mestna šola	5
	primestna šola	5
	vaška šola	5

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 2

- Kruskal-Wallisov preizkus.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q24j« – »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 158 Kruskal-Wallisov H

	χ^2	df	p	ϵ^2
Q24j	9.05	2	0.011	0.0112

Ponazoritev 159 Parne primerjave – Q24j

		W	p
mestna šola	primestna šola	4.07	0.011
mestna šola	vaška šola	2.50	0.180
primestna šola	vaška šola	-2.02	0.327

Ponazoritev 160 Opisne statistike

	Okolje šole	Q24j
N	mestna šola	368
	primestna šola	162
	vaška šola	277
Manjkajoče	mestna šola	23
	primestna šola	12
	vaška šola	24
Povprečna vrednost	mestna šola	2.62
	primestna šola	2.91
	vaška šola	2.74
Mediana	mestna šola	2.50
	primestna šola	3.00
	vaška šola	3
Standardni odklon	mestna šola	1.18
	primestna šola	1.12
	vaška šola	1.08
Najmanjša širina	mestna šola	1
	primestna šola	1
	vaška šola	1
Največja vrednost	mestna šola	5
	primestna šola	5
	vaška šola	5

Obrazložitev:

[illegible]

Vaja 3

- Kruskal-Wallisov preizkus.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šol.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 161 Kruskal-Wallisov H

	χ^2	df	p	ε^2
Q24m	8.49	2	0.014	0.0106

Ponazoritev 162 Parne primerjave – Q24m

		W	p
mestna šola	primestna šola	3.18	0.063
mestna šola	vaška šola	-1.23	0.658
primestna šola	vaška šola	-4.10	0.010

Ponazoritev 163 Opisne statistike

	Okolje šole	Q24m
N	mestna šola	368
	primestna šola	160
	vaška šola	277
Manjkajoče	mestna šola	23
	primestna šola	14
	vaška šola	24
Povprečna vrednost	mestna šola	4.08
	primestna šola	4.23
	vaška šola	4.04
Mediana	mestna šola	4.00
	primestna šola	4.00
	vaška šola	4
Standardni odklon	mestna šola	0.844
	primestna šola	0.892
	vaška šola	0.788
Najmanjša širina	mestna šola	1
	primestna šola	1
	vaška šola	1
Največja vrednost	mestna šola	5
	primestna šola	5
	vaška šola	5

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- Kruskal-Wallisov preizkus.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q22g«
 - »Sposobnost samoomejevanja« obstajajo statistično značilne razlike glede na regijo šol.
- Napiši obrazložitev za to analizo variance.
- Ali se statistično značilne razlike pokažejo tudi, če kot neodvisno spremenljivko izberemo okolje šole?

Obrazložitev:

[illegible]

Vaja 5

- Kruskal-Wallisov preizkus.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23a«
 - »Prevzemanje pobud« obstajajo statistično značilne razlike glede na regijo šole.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 6

- Kruskal-Wallisov preizkus.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q23a«
 - »Prevzemanje pobud« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 7

- Kruskal-Wallisov preizkus.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q14c«
 - »Sposoben/-na sem načrtovati in izvajati projekte« obstajajo statistično značilne razlike med učitelji z različno stopnjo izobrazbe.
- Odgovorite na sledeča vprašanja.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 8

- Kruskal-Wallisov preizkus.
- Z Jamovijem preizkusite, ali v povprečju odgovorov na trditev »Q14j«
 - »Pripravljen/-a sem ponuditi in sprejeti ponudbo izmenjave dobrin in storitev (npr. izmenjave oblačil, hrane, strojev, prenočitve v zasebnih stanovanjih)« obstajajo statistično značilne razlike med učitelji z različno stopnjo izobrazbe.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

4.4.3 Wilcoxonov preizkus s predznačnimi rangi

Wilcoxonov preizkus uporabljamo v primerih, ko niso izpolnjeni pogoji za *t*-preizkus za odvisne vzorce (Norušis, 2002, str. 384).

Wilcoxonov *W*-preizkus⁷¹ navadno uporabljamo, ko želimo primerjati dve odvisni spremenljivki, npr. dosežke na začetnem in končnem testu znanja. Pri tem nas zanima, ali se vrednosti teh spremenljivk statistično značilno razlikujeta. V kolikor ne moremo računati razlik v povprečju, Wilcoxonov preizkus primerja mediane spremenljivk. Ta preizkus sloni na analizi rangov. Ničelna hipoteza tega preizkusa trdi, da sta mediani dveh spremenljivk enaki, alternativna hipoteza pa, da sta različni. Če je vrednost Wilcoxonovega preizkusa statistično značilna ($p < 0,05$) lahko trdimo, da se spremenljivki statistično značilno razlikujeta. Da izmerimo velikost učinka, se v primeru Wilcoxonovega preizkusa poslužujemo biserialnega korelacijskega koeficienta, ki ga interpretiramo, kot je zapisano v preglednici 2.

4.4.3.1 Primer

V nadaljevanju želimo preveriti, ali se vrednosti spremenljivk »Q21c« – »Oblikovanje idej« in »Q21d« – »Preizkušanje idej« statistično značilno razlikujejo. Gre za dve ordinalni spremenljivki znotraj istega vzorca učiteljic in učiteljev, zato je ustrezno uporabiti Wilcoxonov preizkus za odvisne vzorce. V meniju »Analize« izberemo podmeni »t-testi« in možnost »t-test odvisnih vzorcev«. V okno »Parjene spremenljivke« vstavimo dve spremenljivki, ki ju želimo primerjati (vrstni red pri tem ni pomemben). Ti dve se bosta izpisali ena zraven druge (slika 59). Jamovi avtomatično izbere ukaz »t-test«, ki ga odstranimo (☐ T-test) in izberemo ukaz »Wilcoxonov preizkus rangov« (☒ Wilcoxonov preizkus rangov). Pojavi se sledeči izpis:

Ponazoritev 164 T-test odvisnih vzorcev

			Statistika	p
Q21c	Q21d	Wilcoxonov W	11716 ^a	< .001

Opomba ^a 633 par(ov) vrednosti je povezanih

Izpis simbolov:

- **Statistika** predstavlja vrednost Wilcoxonovega preizkusa, ki jo bomo izpisali s simbolom *W*.
- **p** predstavlja vrednost statistične značilnosti Wilcoxonovega preizkusa.

⁷¹ V literaturi najdemo tudi izraz »Wilcoxonov T-preizkus«.

Na osnovi rezultatov ugotovimo, da je Wilcoxonov preizkus statistično značilen ($p < 0,001$), kar kaže na to, da se spremenljivki »Q21c« in »Q21d« razlikujeta. Da si ogledamo opisne statistike, izberemo ukaz »Opisne statistike«. Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 165 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q21c	811	4.14	4	0.717	0.0252
Q21d	811	4.03	4	0.749	0.0263

Da bi ugotovili, ali so dobljene razlike statistično značilne, izberemo ukaz »Velikost učinka«. Izpis je sledeči:

Ponazoritev 166 T-test odvisnih vzorcev

			Statistika	p	Velikost učinka
Q21c	Q21d	Wilcoxonov W	11716 ^a	< .001	Biserialna korelacija rangov
					0.471

Opomba ^a 633 par(ov) vrednosti je povezanih



Primer razlage

Rezultat Wilcoxonovega preizkusa ($W = 11716$; $2P < 0,001$) kaže, da obstaja statistično značilna razlika med razvijanjem kompetence oblikovanja idej ($M = 4,14$; $SD = 0,717$; $Mdn = 4$) in razvijanjem kompetence preizkušanja idej ($M = 4,03$; $SD = 0,749$; $Mdn = 4$). Razlike so srednje ($r = 0,471$), kar kaže na to, da so učiteljice in učitelji višji pomen pripisali oblikovanju idej kot pa preizkušanju le-teh.

4.4.3.2 Vaje

Vaja 1

- Wilcoxonov preizkus.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditvi »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in »Q23d« – »Načrtovanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev« obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

T-Test odvisnih vzorcev

Q21a

Q21b

Q21c

Q21d

Q21e

Q21f

Q21g

Q21h

Q21i

→

Q21c

Q21d

Testi

☐ T-test
 ☐ Bayesov faktor

Prior: 0.707

☒ Wilcoxonov preizkus rangov

Dodatna statistika

☐ Povprečna razlika

Interval zaupanja 95 %

☐ Velikost učinka

Interval zaupanja 95 %

Rezultati

T-Test odvisnih vzorcev

	Statistika	p
Q21c Q21d Wilcoxonov W	11716*	< .001

* 633 par(ov) vrednosti je povezanih

Sklici

[1] The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer S

<https://www.jamovi.org>

Slika 59 Pogled na Wilcoxonov preizkus

Ponazoritev 167 T-test odvisnih vzorcev

			Statistika	p		Velikost učinka
Q23c	Q23d	Wilcoxonov W	69372 ^a	< .001	Biseriialna korelacija rangov	0.747

Opomba ^a 405 par(ov) vrednosti je povezanih

Ponazoritev 168 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Medi-ana	SD	SN
Q23c	803	4.19	4	0.756	0.0267
Q23d	803	3.76	4	0.823	0.0290

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 2

- Wilcoxonov preizkus.
- Preizkusili smo, ali v povprečju odgovorov na trditvi »Q23c« – »Samos-
tojno delovanje za doseganje ciljev« in »Q23e« – »Uresničevanje krat-
ko-, srednje- in dolgoročnih ciljev« obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 169 T-test odvisnih vzorcev

			Statistika	p		Velikost učinka
Q23c	Q23e	Wilcoxonov W	68649 ^a	< .001	Biseriálna korelácia rangov	0.773

Opomba ^a 412 par(ov) vrednosti je povezanih

Ponazoritev 170 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23c	805	4.19	4	0.755	0.0266
Q23e	805	3.76	4	0.809	0.0285

Obrazložitev:

[illegible]

Vaja 3

- Wilcoxonov preizkus.
- Z Jamovijem preverite, ali med spremenljivkama »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 4

- Wilcoxonov preizkus.
- Z Jamovijem preverite, ali med spremenljivkama »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in »Q23g« – »Delovanje v timu« obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 5

- Wilcoxonov preizkus.
- Z Jamovijem preverite, ali med spremenljivkama »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

4.4.4 Wilcoxonov preizkus za en vzorec

Wilcoxonov preizkus za en vzorec uporabljamo takrat, ko niso izpolnjeni pogoji za *t*-preizkus za en vzorec (Kitani in Murakami, 2022).

Wilcoxonov preizkus za en vzorec uporabimo, ko spremenljivke niso normalno porazdeljene. Z njim preverjamo, ali se mediana vzorca statistično značilno razlikuje od izbrane (Kitani in Murakami, 2022; Thas idr., 2005). Če je preizkus statistično značilen ($p < 0,05$), obstajajo statistično značilne razlike v medianah. Da določimo velikost razlik, uporabljamo biserialni korelacijski koeficient (r).

4.4.4.1 Primer

Ugotoviti želimo, ali se mediana trditve »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« statistično značilno razlikuje od vrednosti 4. Da opravimo Wilcoxonov preizkus za en vzorec, v meniju »Analize« izberemo podmeni »t-testi« in možnost »t-test enega vzorca«. V okno »Odklonne spremenljivke« vstavimo spremenljivko »Q14a«. Pri tem odstranimo avtomatič-

no izbiro »t-test« (☐ T-test) in izberemo ukaz »Wilcoxonov preizkus rangov« (☒ Wilcoxonov preizkus rangov) (slika 60).

Oglejmo si rezultate preizkusa:

Ponazoritev 171 T-test enega vzorca

		Statistika	p
Q14a	Wilcoxonov W	236930	< .001

Opomba $H_a: \mu \neq 4.5$

 Izpis simbolov:

- **Statistika** ali **W** označuje vrednost Wilcoxonovega preizkusa za en vzorec.
- **p** označuje stopnjo statistične pomembnosti Wilcoxonovega preizkusa za en vzorec.

Iz preglednice razumemo, da obstaja statistično značilna razlike med medianama vzorca in $Mdn = 4,50$. Da preverimo, katera je mediana vzorca, izberemo »Opisne statistike« (☒ Opisne statistike) in dobimo sledeči izpis:

Ponazoritev 172 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q14a	836	4.67	5.00	0.541	0.0187

Nazadnje, da določimo, ali so razlike med medianama velike, izberemo še ukaz »Velikost učinka« (☒ Velikost učinka), in dobimo sledeči izpis:

Ponazoritev 173 T-test enega vzorca

		Statistika	p	Velikost učinka
Q14a	Wilcoxonov W	236930	< .001	Biserialna korelacija rangov
				0.354

Opomba $H_a: \mu \neq 4.5$

 Primer razlage

Rezultat Wilcoxonovega preizkusa za en vzorec ($W = 236930$; $2P < 0,001$) kaže, da med medianama spremenljivke »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« ($Mdn = 5$) in izbrano vrednostjo $Mdn = 4,40$ obstajajo statistično pomembne razlike. Razlika med medianama je srednje velika ($r = 0,354$).

T-test enega vzorca

Odvisne spremenljivke: Q14a

Testi

- ☐ T-test
- ☐ Bayesov faktor
- Prior: 0.707
- ☒ Wilcoxonov preizkus rangov

Dodatna statistika

- ☐ Povprečna razlika
- ☐ Interval zaupanja: 95 %
- ☐ Velikost učinka
- ☐ Interval zaupanja: 95 %

Rezultati

T-test enega vzorca

T-test enega vzorca		Statistika	p
Q14a	Wilcoxonov W	236930	< .001

Opomba. $H_0: \mu \neq 4.5$

Sklici

[1] The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) <https://www.jamovi.org>.

Slika 60 Pogled na Wilcoxonov preizkus za en vzorec

4.4.4.2 Vaje

Vaja 1

- Wilcoxonov preizkus za en vzorec.
- Preizkusili smo, ali med medianama odgovorov na trditev »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev« in $Mdn = 4$ obstajajo statistično pomembne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 174 T-test enega vzorca

	Statistika	p	Velikost učinka
Q23c	Wilcoxonov W	62909	< .001
	Biserijalna korelacija rangov		-0.613

Opomba $H_0: \mu \neq 4$ **Ponazoritev 175** Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23c	806	4.19	4.00	0.754	0.0266

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

Vaja 2

- Wilcoxonov preizkus za en vzorec.
- Preizkusili smo, ali med medianama odgovorov na trditev »Q23d« – »Načrtovanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev« in $Mdn = 5$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 176 T-test enega vzorca

		Statistika	p		Velikost učinka
Q23d	Wilcoxonov W	0.00	< .001	Biserialna korelacija rangov	-1.00

Opomba. $H_0: \mu \neq 5$

Ponazoritev 177 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23d	809	3.76	4	0.821	0.0288

Obrazložitev:

Vaja 3

- Wilcoxonov preizkus za en vzorec.
- Preizkusili smo, ali med medianama odgovorov na trditev »Q23e«
 - »Uresničevanje kratko-, srednje- in dolgoročnih ciljev« in $M = 3,70$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 178 T-test enega vzorca

		Statistika	p		Velikost učinka
Q23e	Wilcoxonov W	174144	0.129	Biserialna korelacija rangov	0.0604

Opomba $H_a: \mu \neq 3.7$

Ponazoritev 179 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23e	810	3.76	4.00	0.809	0.0284

Obrazložitev:

[illegible]

Vaja 4

- Wilcoxonov preizkus za en vzorec.
- Preizkusili smo, ali med medianama odgovorov na trditev »Q23f« – »Sprejemanje hitrih in prožnih odločitev« in $Mdn = 3,70$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 180 T-test enega vzorca

		Statistika	p		Velikost učinka
Q23f	Wilcoxonov W	146367	0.011	Biserialna korelacija rangov	-0.102

Opomba. $H_a \mu \neq 3.7$

Ponazoritev 181 Opisne statistike

	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q23f	807	3.65	4	0.873	0.0307

Obrazložitev:

[illegible]

Vaja 5

- Wilcoxonov preizkus za en vzorec.
- Z Jamovijem preverite, ali med medianama odgovorov na trditev »Q23g« – »Delovanje v timu« in $Mdn = 4,00$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

Vaja 6

- Wilcoxonov preizkus za en vzorec.
- Z Jamovijem preverite, ali med medianama odgovorov na trditev »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« in $Mdn = 4,50$ obstajajo statistično značilne razlike.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

4.5 Analiza povezanosti

4.5.1 Korelacija

Korelacija označuje povezanost med dvema spremenljivkama in jo merimo z različnimi korelacijskimi koeficienti, ki povedo smer in velikost povezanosti (Cencič, 2009, str. 121), Jamovi pa nam poda tudi informacijo o statistični pomembnosti korelacijskih koeficientov. Med najpogostejše uporabljene korelacijske koeficiente sodita Pearsonov korelacijski koeficient (r) za numerične spremenljivke ter Spearmanov korelacijski koeficient (ρ) za ordinalne spremenljivke.

Vrednosti korelacijskih koeficientov se gibljejo na intervalu od -1 do 1 . Interpretiramo tako smer povezanosti (pozitivna, negativna) kot tudi moč korelacije (absolutno vrednost korelacije). Veljajo naslednje orientacijske vrednosti:

- do $\pm 0,20$ – neznatna korelacija, zanemarljiva korelacija
- $\pm 0,20$ do $\pm 0,40$ – rahla ali šibka korelacija
- $\pm 0,40$ do $\pm 0,70$ – srednje močna korelacija
- $\pm 0,70$ do $\pm 0,85$ – močna korelacija
- nad $\pm 0,85$ – zelo močna korelacija (skoraj popolna povezanost)

Pri interpretaciji pa naj nas ne vodi le predstavljena lestvica, pač pa tudi poznavanje preučenega pojava, dozdajšnji rezultati in izkušnje ipd. (Kožuh, 2011, str. 104).

Z Jamovijem je mogoče izračunati korelacije različnih spremenljivk hkrati, pri čemer dobimo t. i. korelacijsko matriko. Korelacija spremenljivke sama s seboj je vedno 1 , zato je v korelacijski matriki navadno ne zapisujemo.

4.5.1.1 Pearsonov korelacijski koeficient

Ugotoviti želimo, ali obstaja povezanost med spremenljivkama »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč«. Da izračunamo korelacijo med tema dvema spremenljivkama, v meniju »Analize« izberemo podmeni »Regresije« in možnost »Korelacijska matrika«. V delovno okno prenesemo spremenljivki »Q14a« in »Q14b«. Jamovi avtomatično izbere ukaz »Pearsonova korelacija« (☒ Pearsonova korelacija). Jamovi avtomatično izbere tudi ukaz »Izpiši statistično značilnost« (☒ Izpiši statistično značilnost), tj. izpis p -vrednosti korelacije (slika 61). Izpiše se nam sledeča korelacijska matrika (brez vrednosti na diagonalah, sicer bi bile te vedno enake 1):

Ponazoritev 182 Korelacijska matrika

		Q14a	Q14b
Q14a	Pearsonov R	—	
	p-vrednost	—	
Q14b	Pearsonov R	0.548	—
	p-vrednost	< .001	—

Iz preglednice ugotovimo, da je korelacija med spremenljivkama pozitivna in srednje visoka ($r = 0,548$), obenem pa je statistično značilna ($p < 0,001$).

Če želimo grafično ponazoriti relacijo med spremenljivkama, izberemo ukaz »Korelacijska matrika« (☒ Korelacijska matrika) v razdelku »Diagram«. Prikaže nam diagram razpršenosti (slika 62), kjer načrtana premica predstavlja relacijo: premica narašča, če je korelacija med spremenljivkama pozitivna, sicer je padajoča.



Primer razlage

Pearsonov korelacijski koeficient ($r = 0,548$; $p < 0,001$) kaže, da je povezanost med odgovori na trditev »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in trditvijo »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« srednja in pozitivna

4.5.1.2 Spearmanov korelacijski koeficient

Za merjenje povezanosti med ordinalnimi spremenljivkami se običajno uporabi Spearmanov korelacijski koeficient. V našem primeru ugotavljamo ali sta spremenljivki »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« povezani. Da opravimo analizo Spearmanovega korelacijskega koeficienta, v istem oknu, ki smo ga uporabljali za Pearsonovo korelacijo, odkljukamo ukaz »Spearman« (☒ Spearman) in pri tem raje ukinemo ukaz »Pearsonova korelacija« (☐ Pearsonova korelacija), da se izpiše samo Spearmanov korelacijski koeficient.⁷² V tem primeru se nam izpiše sledeče:

⁷² V primeru da odkljukamo oba ukaza, se v korelacijski matriki izpišeta tako Pearsonov kot Spearmanov korelacijski koeficient. Pri tem je treba pozorno pregledati vrstice tabele, da ne pomešamo med vrednostmi korelacij in p-vrednostmi.

Korelacijska matrika

Drugo trileetje

Tretje trileetje

Drugo (trileetje)

Q14c

Q14d

Q14e

Q14f

Q14g

Q14h

Q14a

Q14b

Korelacijski koeficienti

☒ Pearsonova korelacija
 ☐ Spearman
 ☐ Kendallov tau-b

Dodatne možnosti

☒ Izpiši statistično značilnost
 ☐ Označi statistično značilne korelacije
 ☐ N
 ☐ Intervali zaupanja

Rezultati

Korelacijska matrika

Korelacijska matrika

		Q14a	Q14b
Q14a	Pearsonov R	—	
	p-vrednost	—	
Q14b	Pearsonov R	0.548	—
	p-vrednost	< .001	—

Sklici

Slika 61 Pogled na korelacijsko analizo

Ponazoritev 183 Korelacijska matrika

		Q14a	Q14b
Q14a	Spearmanov ro	—	
	p-vrednost	—	
Q14b	Spearmanov ro	0,508	—
	p-vrednost	< .001	—

**Primer razlage**

Spearmanov korelacijski koeficient ($p = 0,508$; $p < 0,001$) kaže, da je povezanost med strinjanjem s trditvijo »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in trditvijo »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« srednja in pozitivna

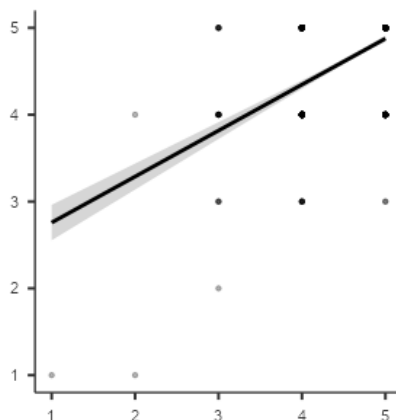
**Slika 62**

Diagram razpršenosti za spremenljivki »Q14a« in »Q14b«

4.5.1.3 Korelacijska matrika

V primeru, da želimo raziskati povezanost med tremi ali več spremenljivkami, ustvarimo t. i. korelacijsko matriko. Iz nje lahko razberemo povezanost med vsemi spremenljivkami, ki jih preučujemo. Če želimo določiti (Pearsonovo) povezanost med spremenljivkami »Q14a« – »Sposoben/-a sem solidarnega ravnanja«, »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč«, »Q24i« – »Z učenci se pogovarjamo o razlogih, zakaj ljudje ustvarijo lastna podjetja« in »Q24j« – »Z učenci se pogovarjamo o vlogi podjetnikov v naši družbi«, v okno vstavimo vse spremenljivke (vrstni red ni pomemben) in izpiše se sledeče:

Ponazoritev 184 Korelacijska matrika

		Q14a	Q14b	Q24i	Q24j
Q14a	Pearsonov R	—			
	p-vrednost	—			
Q14b	Pearsonov R	0.548	—		
	p-vrednost	< .001	—		
Q24i	Pearsonov R	0.044	0.073	—	
	p-vrednost	0.211	0.039	—	
Q24j	Pearsonov R	0.062	0.056	0.875	—
	p-vrednost	0.077	0.110	< .001	—

Ko imamo opravka z več spremenljivkami, je koristno tudi grafično določiti, katere korelacije so statistično značilne. Zato lahko izberemo ukaz »Označi statistično značilne korelacije« (☒ Označi statistično značilne korelacije). Izpis je sledeči:

Ponazoritev 185 Korelacijska matrika

		Q14a	Q14b	Q24i	Q24j
Q14a	Pearsonov R	—			
	p-vrednost	—			
Q14b	Pearsonov R	0.548	—		
	p-vrednost	< .001	—		
Q24i	Pearsonov R	0.044	0.073	—	
	p-vrednost	0.211	0.039	—	
Q24j	Pearsonov R	0.062	0.056	0.875	—
	p-vrednost	0.077	0.110	< .001	—

Opomba * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Tudi v nekaterih raziskavah se statistično značilne korelacije označi z uporabo zvezdic, in sicer:

- ena zvezdica (*) označuje stopnjo statistične pomembnosti $p < 0,05$;
- dve zvezdici (**) označujeta stopnjo statistične pomembnosti $p < 0,01$;
- tri zvezdice (***) označujejo stopnjo statistične pomembnosti $p < 0,001$.

4.5.1.4 Delna korelacija

S korelacijsko analizo lahko preverimo povezanost dveh spremenljivk, v realnosti pa se večkrat zgodi, da na obe spremenljivki vpliva nek tretji faktor, zato se v iskanju korelacije ta faktor »šteje« večkrat. Pri tem je korelacijski koeficient »napihnjen« in prikaže večjo vrednost od tiste, ki bi jo pokazal, če bi »odšteli« vpliv tretjega faktorja. V ta namen uporabljamo delno in podelno korelacijo (Kim, 2015):

- *delna korelacija* je korelacija med dvema spremenljivkama (A in B), ki sta prečiščeni učinka tretjih (zunanjih) spremenljivk (C); označimo jo z $r_{AB.C}$;
- *semidelna korelacija* je korelacija med dvema spremenljivkama (A in B), od katerih je le ena prečiščena učinka tretjih spremenljivk (C); če, recimo, odstranimo vpliv spremenljivke C od spremenljivke A , ne pa od B , napišemo: $r_{B(A.C)}$.

V nadaljevanju si bomo ogledali le delno korelacijo.

Denimo, da želimo preveriti Pearsonovo korelacijo med spremenljivkama »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč«, če pri tem odstranimo učinek spremenljivke »Q14c« – »Sposoben/-na sem načrtovati in izvajati projekte«. V meniju »Analize« izberemo podmeni »Regresije« in možnost »Delna korelacija«. V okno »Spremenljivke« vstavimo spremenljivki »Q14a« in »Q14b«, v okno »Kontrolne spremenljivke« pa spremenljivko »Q14c« (slika 63). Jamovi avtomatično izbere Pearsonovo korelacijo (☒ Pearsonova korelacija) in delno korelacijo (☐ Delna). Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 186 Delna korelacija

		Q14a	Q14b
Q14a	Pearsonov R	—	
	p-vrednost	—	
Q14b	Pearsonov R	0,500	—
	p-vrednost	< .001	—

Opomba controlling for Q14c'

Opazimo, da je dobljena korelacija ($r = 0,500$) nižja od tiste, ki jo dobimo zgolj med spremenljivkama »Q14a« in »Q14b« ($r = 0,548$). To pomeni, da je bil del te korelacije prisoten zaradi učinka spremenljivke »Q14c«.



Primer razlage

Preverjanje učinka spremenljivke »Sposoben/-na sem načrtovati in izvajati projekte« pokaže, da je z njeno izločitvijo povezanost med spremenljivkama »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč« srednja in pozitivna ($r = 0,500$; $p < 0,001$).

4.5.1.5 Vaje

Vaja 1

- Korelacija.
- Preizkusili smo, ali obstaja korelacija med spremenljivkama »Q24c« – »Učence spodbujam razvijati in uresničevati lastne ideje« in »Q24d« – »Učence navajam samostojno načrtovati dejavnosti ali projekte«.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 187 Korelacijska matrika

Q24c	Pearsonov R	—	
	p-vrednost	—	
	Spearmanov ro	—	
Q24d	p-vrednost	—	
	Pearsonov R	0,571	—
	p-vrednost	< .001	—
	Spearmanov ro	0,572	—
	p-vrednost	< .001	—

Obrazložitev:

.....

.....

.....

Delna korelacija

Drugo trileetje

Tretje trileetje

Drugo (trileetje)

Q14d

Q14e

Q14f

Q14g

Q14h

Q14i

Q14j

Q14k

Spremenljivke

Q14a

Q14b

Kontrolne spremenljivke

Q14c

Delna korelacija

		Q14a	Q14b
Q14a	Pearsonov R	—	
	p-vrednost	—	
Q14b	Pearsonov R	0.500	—
	p-vrednost	< .001	—

Opomba: controlling for 'Q14c'

[3]

Slika 63 Pogled na delno korelacijo

Vaja 2

- Korelacija.
- Preizkusili smo, ali obstaja korelacija med spremenljivkami »Q23a« – »Prevzemanje pobud«, »Q23b« – »Sprejemanje izzivov« in »Q23c« – »Samostojno delovanje za doseganje ciljev«.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 188 Korelacijska matrika

		Q23a	Q23b	Q23c
Q23a	Pearsonov R	—		
	p-vrednost	—		
	Spearmanov ro	—		
	p-vrednost	—		
Q23b	Pearsonov R	0.722	—	
	p-vrednost	< .001	—	
	Spearmanov ro	0.709	—	
	p-vrednost	< .001	—	
Q23c	Pearsonov R	0.515	0.624	—
	p-vrednost	< .001	< .001	—
	Spearmanov ro	0.504	0.607	—
	p-vrednost	< .001	< .001	—

Obrazložitev:

Vaja 3

- Korelacija.
- Preizkusili smo, ali obstaja korelacija med spremenljivkami »Starost«, »Delovna doba«, »Q23a« – »Prevzemanje pobud« in »Q23b« – »Sprejemanje izzivov«.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 189 Korelacijska matrika

		Starost	Delovna doba	Q23a	Q23b
Starost	Pearsonov R	—			
	p-vrednost	—			
	Spearmanov ro	—			
	p-vrednost	—			
Delovna doba	Pearsonov R	0.961	—		
	p-vrednost	< .001	—		
	Spearmanov ro	0.964	—		
	p-vrednost	< .001	—		
Q23a	Pearsonov R	0.049	0.041	—	
	p-vrednost	0.161	0.240	—	
	Spearmanov ro	0.040	0.038	—	
	p-vrednost	0.255	0.276	—	
Q23b	Pearsonov R	-0.001	-0.003	0.722	—
	p-vrednost	0.984	0.939	< .001	—
	Spearmanov ro	-0.012	-0.015	0.709	—
	p-vrednost	0.743	0.672	< .001	—

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- Korelacija
- Z Jamovijem preverite, ali obstaja povezanost med spodaj navedenimi spremenljivkami.
- Dopolnite preglednico.
- Napišite obrazložitev za povezanost med spremenljivkama »Q14a« in »Q22b«.

a) Dopolni preglednico.

Spremenljivka 1	Spremenljivka 2	Pearsonov r	p-vrednost	Ali sta spremenljivki povezani?	
				Da	Ne
Q14a	Q14b			☐	☐
	Q14c			☐	☐
	Q21a			☐	☐
	Q21b			☐	☐
	Q21c			☐	☐
	Q22a			☐	☐
	Q22b			☐	☐
	Q22c			☐	☐
	Q23a			☐	☐
	Q23b			☐	☐
	Q23c			☐	☐

4 Statistična obdelava podatkov

Spremenljivka 1	Spremenljivka 2	Pearsonov r	p-vrednost	Ali sta spremenljivki povezani?	
				Da	Ne
Q14b	Q14c			☐	☐
	Q21a			☐	☐
	Q21b			☐	☐
	Q21c			☐	☐
	Q22a			☐	☐
	Q22b			☐	☐
	Q22c			☐	☐
	Q23a			☐	☐
	Q23b			☐	☐
	Q23c			☐	☐

b) **Obrazložitev:**

[illegible]

Vaja 5

- Korelacija.
- Preizkusili smo, ali obstaja povezanost med dvema spremenljivkama A in B , ki sta ordinalni.
- Predstavite dobljene rezultate.
- Odgovorite na spodnja vprašanja.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 190 Korelacijska matrika

	A	B
A Pearsonov R	—	
p-vrednost	—	
Spearmanov ro	—	
p-vrednost	—	
B Pearsonov R	0.223	—
p-vrednost	0.038	—
Spearmanov ro	0.226	—
p-vrednost	0.035	—

a) Označite, ali so sledeče trditve pravilne (P) ali nepravilne (N):

Trditve	P	N
Iz preglednice lahko razumemo, kolikšen je numerus.	☐	☐
Uporabljamo Pearsonov korelacijski koeficient.	☐	☐
Korelacija je srednja.	☐	☐
Korelacija je statistično značilna.	☐	☐
Korelacija spremenljivke A sama s sabo je 0.	☐	☐

b) Napiši obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

4.5.2 Mere stopnje kontingence

Kontingenca je navadno nadgradnja χ^2 -preizkusa. Slednji pokaže, ali sta spremenljivki v osnovni množici odvisni, ni pa moč razbrati, kako močna je njuna odvisnost. Sicer meri povezanost med atributivnimi spremenljivkami. Kontingenco računamo s pomočjo kontingenčnih koeficientov, ki pokažejo, kako močna je povezanost med spremenljivkama (Kožuš, 2013, str. 200). Med najpogostejše uporabljenimi preizkusi so (Cencič, 2009, str. 109):

- koeficient ϕ (φ) za preglednice (dve vrstici, dva stolpca): definiran je kot
$$\varphi = \sqrt{\frac{\chi^2}{N}};$$
- Cramérjev (Ccr ali V) za različno velike preglednice: definiran je kot
$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{Nt}},$$
 kjer je t za ena manjše število od števila vrstic (ali stolpcev); v primeru preglednic 2×2 velja $V = \varphi$;
- kontingenčni koeficient (C) za vse preglednice: definiran je kot
$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{n + \chi^2}}.$$

Vrednosti kontingenčnih koeficientov se gibljejo med 0 in 1, interpretiramo jih podobno kot korelacijske, je pa res, da v splošnem pri opisnih spremenljivkah dobimo nižje stopnje povezanosti kot pri številskih, zato že nižje vrednosti kontingenčnih koeficientov interpretiramo kot opazno stopnjo povezanosti (Kožuš, 2011, str. 198).

Ko imamo opravka z dvema ordinalnima spremenljivkama, poleg zgoraj omenjenih koeficientov lahko uporabljamo še druge kontingenčne koeficiente, kot sta sledeča (Göktaş in İşçi, 2011):

- (Kruskal) gama-koeficient (γ ali G);
- Kendall tau-b-koeficient (τ_b).

Interpretacija le-teh je podobna kot tista ostalih kontingenčnih koeficientov.

4.5.2.1 Primer

Oglejmo si, ali se za spremenljivko »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« odgovori razlikujejo glede na okolje šole (tj. mestne, primestne in vaške šole) in kolikšna je stopnja povezanosti med tema dvema. Najprej opravimo χ^2 -preizkus za neodvisne vzorce. V meniju »Analize« izberemo podmeni »Frekvence« in analizo »Neodvisni vzorci - Test asociacij χ^2 «. V okence »Vrstice« prenesemo spremenljivko »Q24m«, v okence »Stolpci« pa spremenljivko »Okolje šole«. V kolikor opazimo, da je število pričakovanih vrednosti v določenih primerih manjše od 5, uporabljamo tudi razmerja verjetij. Prikaže se sledeči zapis:

Ponazoritev 191 Kontingenčne razpredelnice

Q24m	Okolje šole			Skupno
	mestna šola	primestna šola	vaška šola	
1	1	2	1	4
2	14	4	6	24
3	69	25	56	150
4	154	53	131	338
5	130	76	83	289
Skupno	368	160	277	805

Ponazoritev 192 Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	18.6	8	0.017
Razmerje verjetij	18.0	8	0.021
N	805		

Rezultati kažejo, da v deležu odgovorov na trditev »Q24m« obstajajo statistično značilne razlike glede na okolje šole ($\chi^2(8) = 18,0; p = 0,021$). Da pa bi razumeli, kakšna je povezanost med tema dvema spremenljivkama, izberemo ukaza »Kontingenčni koeficient« (☒ Kontingenčni koeficient) in »Fi in Cramerjev V« (☒ Fi in Cramerjev V). Izpis je sledeči:

Ponazoritev 193 Nominalna / Imenska

	Vrednost
Kontingenčni koeficient	0.150
Koeficient Fi (ϕ)	NaN
Cramerjev V	0.108

Kot razberemo iz preglednice, koeficienta ϕ ni mogoče izračunati⁷³, saj gre za kontingenčno tabelo, ki ima več kot dve vrstici in dva stolpca. Izpiše se sledeče:

Ponazoritev 194 Nominalna / Imenska

	Vrednost
Kontingenčni koeficient	0.150
Koeficient Fi (ϕ)	NaN
Cramerjev V	0.108

⁷³ Zapis »NaN« pomeni »Not a Number« (ni število).



Primer razlage

Povezanost med okoljem šole in stopnjo strinjanja s trditvijo »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« je nizka in pozitivna ($C = 0,150$; $V = 0,108$).

4.5.2.2 Vaje

Vaja 1

- Mere stopnje kontingence.
- V nadaljevanju predstavimo vrednosti preizkusa hipoteze neodvisnosti za spremenljivki »Q15a« – »Odkrivam priložnosti za socialni, kulturni in ekonomski razvoj šole« in »Spol« ter kontingenčni koeficient.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 195 Kontingenčne razpredelnice

Spol	Q15a						Skupno
	Ne razvijam.	S podporo drugih.	V sodelovanju z drugimi.	Samostojno in neodvisno.	Neodvisno in odgovorno.	Kritično.	
Moški	1	1	44	18	14	5	83
Ženski	0	27	464	80	116	53	740
Skupno	1	28	508	98	130	58	823

Ponazoritev 196 Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	19.0	5	0.002
Razmerje verjetij	13.8	5	0.017
N	823		

Ponazoritev 197 Nominalna / Imenska

	Vrednost
Kontingenčni koeficient	0.150
Koeficient Fi (ϕ)	NaN
Cramerjev V	0.152

Obrazložitev:

.....

.....

.....

Vaja 2

- Mere stopnje kontingence.
- V nadaljevanju predstavimo vrednosti preizkusa hipoteze neodvisnosti za spremenljivki »Q24m« – »Z učenci se ob primerih učimo, kako lastne ideje in mnenja predstaviti skupini« ter »Spol« in kontingenčni koeficient.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 198 Kontingenčne razpredelnice

Spol	Q24m					Skupno
	1	2	3	4	5	
Moški	0	6	19	43	14	82
Ženski	4	18	131	295	275	723
Skupno	4	24	150	338	289	805

Ponazoritev 199 Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	18.6	4	< .001
Razmerje verjetij	19.3	4	< .001
N	805		

Ponazoritev 200 Nominalna / Imenska

	Vrednost
Kontingenčni koeficient	0.150
Koeficient Fi (ϕ)	NaN
Cramerjev V	0.152

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- Mere stopnje kontingence.
- V nadaljevanju predstavimo vrednosti preizkusa hipoteze neodvisnosti za spremenljivki »Q15c« – »Oblikujem ideje« in »Spol« ter kontingenčni koeficient.
- Napišite obrazložitev.

Ponazoritev 201 Kontingenčne razporednice

Spol	Q15c					Skupno
	S podporo drugih.	V sodelovanju z drugimi.	Samostojno in neodvisno.	Neodvisno in odgovorno.	Kritično.	
Moški	0	25	31	17	10	83
Ženski	10	203	257	184	86	740
Skupno	10	228	288	201	96	823

Ponazoritev 202 Testi χ^2

	Vrednost	df	p
χ^2	2.06	4	0.724
Razmerje verjetij	3.09	4	0.543
N	823		

Ponazoritev 203 Nominalna / Imenska

	Vrednost
Kontingenčni koeficient	0.0500
Koeficient Fi (ϕ)	NaN
Cramerjev V	0.0500

Obrazložitev:

Vaja 4

- Mere stopnje kontingence.
- Z Jamovijem preverite, ali obstaja povezanost med spremenljivkama »Q15d« – »Preizkušam svoje ideje« in »Spol«.
- Rezultate razložite.

Obrazložitev:

Vaja 5

- Mere stopnje kontingence.
- Z Jamovijem preverite, ali obstaja povezanost med spremenljivkama »Q15d« – »Preizkušam svoje ideje« in »Okolje šole«.
- Rezultate razložite.

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Zanesljivost

5.1 Zanesljivost

Zanesljivost je pomembna merska značilnost instrumenta zbiranja podatkov (npr. vprašalnika). Velja, da je vprašalnik zanesljiv, če iste osebe pri ponovnem zbiranju podatkov z istim vprašalnikom odgovorijo enako kot pri prvem zbiranju podatkov. Zanesljivost lahko ugotavljamo na različne načine (več glej v Cencič, 2009, str. 47–49), mi pa se bomo osredotočili na metodo analize notranje konsistentnosti, ki zahteva le eno merjenje. Pri tej metodi se uporabljajo različne statistične metode, daleč najpogostejša pa je Cronbachov α -koeficient. Uporabimo ga lahko tako pri vprašanjih z več odgovori kot tudi za dihotomne odgovore.

Velja, da čim bliže je α vrednosti števila 1, boljša je zanesljivost instrumenta. Anuška Ferligoj idr. (1995, str. 159) so navedli naslednje orientacijske vrednosti:

- če je $\alpha \geq 0,80$, je zanesljivost zelo dobra,
- če je $0,60 \leq \alpha < 0,80$, je zmerna, in
- če je $\alpha < 0,60$, je slaba.

Zelo priporočljivo je, da Cronbachov α -koeficient merimo za vsako dimenzijo (konstrukt, lestvico, podlestvico) posebej in ne za celoten vprašalnik. Notranja konsistentnost namreč označuje, v kolikšni meri posamezna spremenljivka v sklopu spremenljivk meri isto dimenzijo (konstrukt, lestvico, podlestvico) in je hkrati povezana z vsemi spremenljivkami te dimenzije. Tako Cronbachov α -koeficient ni primeren za demografska vprašanja.

Nekateri avtorji (npr. Bonniga in Saraswathi, 2020; Hayes in Coutts, 2020; Malkewitz idr., 2023) svetujejo, da se poleg Cronbachovega α -koeficienta navede tudi podatek o McDonaldovem ω -koeficientu. Ta koeficient interpretiramo podobno kot Cronbachov α -koeficient.

5.1.1 Primer

Vprašalnik obsega več trditev, ki sodijo v različne sklope – te smo tudi konstruirali s pomočjo še ene statistične metode, faktorske analize, ki jo prikazujemo v nadaljevanju. Na osnovi te vemo, katere spremenljivke tvorijo posamezne sklope (konstrukte), zato preverimo zanesljivost vsakega posameznega sklopa (konstrukta). Spremenljivke »Q24a«, »Q24b«, »Q24c«, »Q24d«, »Q24e«,

Analiza zanesljivosti

Statistika lestvice

- ☒ Cronbach α
- ☒ McDonaldov ω
- ☐ Povprečna vrednost
- ☐ Standardni odklon

Statistika postavk

- ☐ Cronbach α (če je predmet izpuščen)
- ☐ McDonaldov ω (če je predmet izpuščen)
- ☐ Povprečna vrednost
- ☐ Standardni odklon
- ☐ Item-rest correlation

Dodatne možnosti

- ☐ Korelacijska matrika

Rezultati

Analiza zanesljivosti

Statistika zanesljivosti lestvice

	Cronbach α	McDonaldov ω
lestvica	0.873	0.880

[3]

Sklici

[1] The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer software].

[2] R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from N

Slika 64 Pogled na analizo zanesljivosti

»Q24f«, »Q24g«, »Q24h«, »Q24i«, »Q24j«, »Q24k«, »Q24l« in »Q24m« tvorijo konstrukt (ali podlestvico) *razvoj kompetenc podjetnosti (KP)*. Preverimo sedaj vrednost Cronbachovega α -koeficienta in McDonaldovega ω -koeficienta.

V meniju »Analize« izberemo podmeni »Faktor«. Iz tega izberemo možnost »Analiza zanesljivosti«. V okno »Predmeti« vnesemo vse spremenljivke, ki sestavljajo konstrukt, torej vse spremenljivke od »Q24a« do »Q24m« (slika 64). Poleg ukaza »Cronbach α «, ki je avtomatično že izbran (☒ Cronbach α), izberemo tudi ukaz »McDonaldov ω « (☒ McDonaldov ω). Prikaže se sledeči izpis:

Ponazoritev 204 Statistika zanesljivosti lestvice

	Cronbach α	McDonaldov ω
lestvica	0.873	0.880

Iz preglednice ugotovimo, da sta oba koeficienta večja od 0,80, kar označuje zelo dobro zanesljivost tega instrumenta.

S klikom na ukaza »Povprečna vrednost« (☒ Povprečna vrednost) in »Standardni odklon« (☒ Standardni odklon) lahko določimo povprečje ter standardni odklon posamezne spremenljivke, ki sestavlja lestvico. Izpis je sledeči:

Ponazoritev 205 Statistika zanesljivosti postavk

	Povprečna vrednost	SD
Q24a	4.42	0.671
Q24b	4.60	0.565
Q24c	4.42	0.646
Q24d	4.04	0.811
Q24e	2.60	1.119
Q24f	3.87	0.922
Q24g	4.57	0.610
Q24h	3.67	0.993
Q24i	2.75	1.154
Q24j	2.72	1.141
Q24k	4.47	0.683
Q24l	4.58	0.634
Q24m	4.10	0.836



Primer razlage

Rezultat Cronbachovega koeficienta ($\alpha = 0,873$) in rezultat McDonaldovega koeficienta ($\omega = 0,880$) kažeta, da je zanesljivost obravnavane lestvice zelo dobra.

5.1.2 Vaje

Vaja 1

- Analiza zanesljivosti
- V nadaljevanju predstavljamo rezultate analize zanesljivosti lestvice za merjenje kompetenčnega modela EntreComp-Akcija. Gre za spremenljivke od »Q23a« do »Q23h«.
- Rezultate razložite.

Ponazoritev 206 Statistika zanesljivosti lestvice

	Cronbach α	McDonaldov ω
lestvica	0.899	0.900

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 2

- Analiza zanesljivosti
- Z Jamovijem analizirajte zanesljivost lestvice za merjenje kompetenčnega modela EntreComp-Viri. Gre za spremenljivke od »Q22a« do »Q22g«.
- Rezultate razložite.

a) Cronbachov koeficient je

b) McDonaldov koeficient je

c) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 3

- Analiza zanesljivosti.
- Z Jamovijem analizirajte zanesljivost lestvice za merjenje kompetenčnega modela *EntreComp-Ideje in Priložnosti*. Gre za spremenljivke od »Q21a« do »Q21l«.
- Rezultate razložite.

a) Cronbachov koeficient je

b) McDonaldov koeficient je

c) Napišite obrazložitev.

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- Analiza zanesljivosti.
- Oglejte si spodnji izpis analize zanesljivosti za (izmišljeno) lestvico.
- Rezultate razložite.

Ponazoritev 207 Statistika zanesljivosti lestvice

	Cronbach α	McDonaldov ω
lestvica	0.762	0.769

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 5

- Analiza zanesljivosti.
- Oglejte si spodnji izpis analize zanesljivosti za (izmišljeno) lestvico.
- Rezultate razložite.

Ponazoritev 208 Statistika zanesljivosti lestvice

	Cronbach α	McDonaldov ω
lestvica	0.593	0.627

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

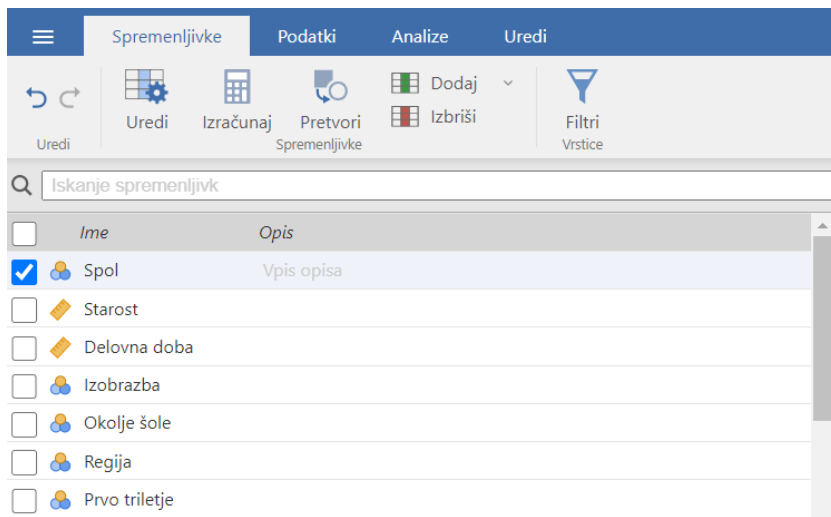
Prilagajanje podatkov

V tem sklopu prikazujemo še nekatere možnosti prilagajanja podatkov, ki jih omogoča Jamovi. Zanima nas, kako lahko ustvarimo nove spremenljivke in kako filtriramo že pridobljene podatke.

Za pregled spremenljivk izberemo meni »Spremenljivke« (slika 65). Pojavi se seznam vseh spremenljivk in morebitni opis spremenljivk. Če želimo videti podrobnosti posamezne spremenljivke, dvakrat kliknemo na izbrano spremenljivko.

Če si želimo ogledati podrobnosti spremenljivke »Izobrazba«, dvakrat kliknemo na njen zapis v seznamu in odpre se njen opis (slika 66). Ugotovimo, da gre za nominalno spremenljivko. V oknu »Ravni« vidimo vrednosti spremenljivke. V zapisu »Manjkajoče vrednosti« opazimo, da Jamovi zapisane vrednosti »-1« in »-3« tretira kot manjkajoče podatke.

Če želimo spremeniti kategorije spremenljivk, lahko v oknu »Ravni« izberemo zapis, ki ga želimo spremeniti, in vtipkamo nov zapis. Če želimo npr. spremeniti kategorijo »doktorat znanosti« v »doktorski študij«, v oknu »Ravni« izberemo zapis »doktorat znanosti« (slika 67) in ga lahko poljubno spremenimo.



Slika 65 Pogled na spremenljivke

PODATKOVNA SPREMENLJIVKA ((NI)) Uvoženo kot: Q5

Izobrazba

Opis

Vrsta lestvice: Nominalna / Imenska

Podatkovna vrsta: Celo število

Manjkajoče vrednosti: -1 -3

Ravni

- 3
- 1
- visokošolski strokovni študijski program 1
- univerzitetni študijski program

Pri analizi ohrani neuporabljene ravni ☒

Slika 66 Podrobnost spremenljivke »Izobrazba«

Ravni

- specializacija 6
- magisterij znanosti 7
- doktorat znanosti 8

Slika 67 Sprememba vrednosti spremenljivke

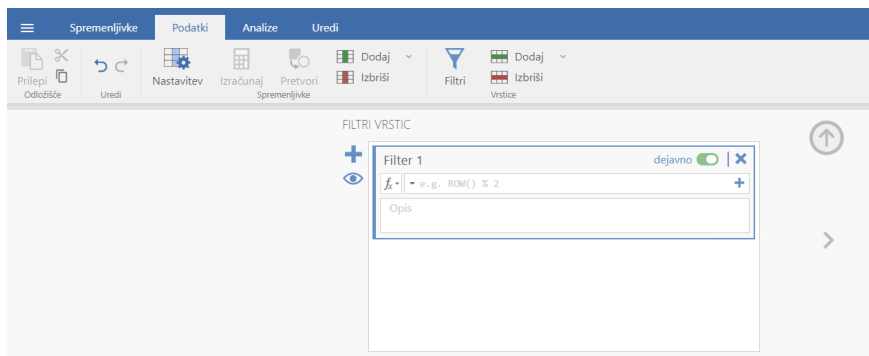
6.1 Filtriranje podatkov

Večkrat želimo uporabljati le podatke z določeno lastnostjo. Za to, da v Jamoviju izberemo le tiste podatke, ki imajo določeno vrednost dane spremenljivke, uporabljamo t. i. *filtre*. S temi bomo lahko opravljali analize le na manjši, izbrani skupini podatkov. Podatke lahko filtriramo po različnih lastnostih, npr., ali podatki zavzamejo določeno vrednost spremenljivke, ali če je vrednost spremenljivke večja (ali manjša) od dane.

6.1.1 Primer

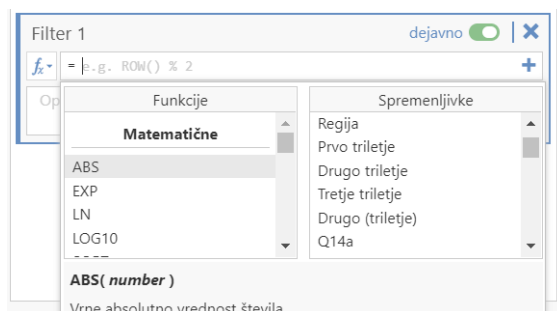
Denimo, da želimo nekatere analize opraviti le za učitelje, ki poučujejo v 1. triletju. V analize želimo torej vključiti le tiste učiteljice in učitelje, ki so na trditev »Prvo triletje« odgovorili »izbrano«. Za filtriranje podatkov v meniju »Podatki« izberemo podmeni »Filtri« (slika 68). Odpre se okno v zgornjem delu programa, kjer lahko zapišemo pogoj (filter).

V kolikor želimo izbrati respondente, ki poučujejo v 1. triletju, izberemo ukaz funkcije (f_x). Odpre se okno (slika 69), kjer lahko izbiramo matematične, statistične, besedilne in druge funkcije, obenem pa lahko izbiramo spremenljivke. V razdelku spremenljivk izberemo (dvakrat kliknemo na) »Prvo triletje«.



Slika 68 Pogled na filtre

V delovnem oknu filtra se pojavi zapis⁷⁴ 'Prvo trileetje'. Naslednji korak je zapisati pogoj, tj. da je vrednost spremenljivke »Prvo trileetje« enaka »izbran«. Da to naredimo, se poslužujemo logičnega operatorja == (dvojni enačaj). Torej v delovnem oknu zapišemo dvojni enačaj, ki sledi vrednosti spremenljivke, tj. »izbran«. To vrednost postavimo v enojni narekovaj,⁷⁵ 'izbran'. Zapis je torej sledeči: 'Prvo trileetje' == 'izbran' (slika 70). Da filter deluje, se prepričamo tako, da preverimo, ali se v zgornjem oknu filtra pojavi zapis »dejavno« (**dejavno** ☒). Če želimo filter prekiniti (torej se želimo vrniti na začetno stanje), kliknemo na zapis »dejavno« in se nam pojavi zapis »nedejavno« (**nedejavno** ☐). V primeru, da je filter dejaven, se nam v spodnjem oknu podatkov nekateri začasno izbrišejo. Prvi stolpec (»Filter 1«) prikaže, kateri podatki so vključeni v analize



Slika 69 Izbira funkcije v filtru

⁷⁴ Če je ime spremenljivke sestavljeno iz več besed, se ime spremenljivke pojavi v enojnem narekovaju: '...'

⁷⁵ Vrednost atributivne (nominalne) spremenljivke vedno postavimo v enojne narekovaje. Jamovi bo pregledal, kateri podatki imajo vrednost spremenljivke, ki je enaka tisti, ki smo jo zapisali med narekovaje.

FILTRI VRSTIC

Filter 1 dejavno ×

$f_1 = \text{'Prvo triletje' == 'izbran'}$ +

Opis

	Filter 1	Spol	Starost	Delovna d...	Izobrazba	Okolje šole
1	×	Ženski	32	4	univerzitetni ...	mestna šola
2	×	Ženski	39	11	univerzitetni ...	vaška šola
3	✓	Ženski	33	4	univerzitetni ...	primestna šc
4	✓	Ženski	33	9	univerzitetni ...	mestna šola
5	✓	Ženski	37	11	univerzitetni ...	primestna šc
6	×	Ženski	46	20	univerzitetni ...	primestna šc
7	×	Ženski	33	9	univerzitetni ...	primestna šc
8	×	Ženski	33	8	univerzitetni ...	primestna šc
9	×	Ženski	46	21	visokošolski s...	primestna šc
10	✓	Ženski	40	15	magistrski št...	primestna šc
11	×	Ženski	40	16	univerzitetni ...	primestna šc
12	×	Ženski	56	35	visokošolski s...	mestna šola
13	✓	Moški	40	13	univerzitetni ...	mestna šola
14	×	Moški	35	3	univerzitetni ...	mestna šola

version 2.3.16

Slika 70 Delovanje filtra.

(✓) in kateri so izključeni, ker ne upoštevajo pogojev filtra (×). V preglednici izključeni podatki so obarvani svetlosivo. Če si želimo ogledati podatke, kliknemo na puščico na desni strani okna (↑). Če se želimo vrniti na filter, dvakrat kliknemo na prvi stolpec (»Filter 1«).

Če želimo dodati še en filter, kliknemo na plus (+). Pojavi se novo okno drugega filtra (»Filter 2«) (slika 71). Če želimo filter izbrisati, kliknemo na križ na zgornji desni strani okna (×).

Zaenkrat smo si ogledali, kako uporabljati filtre z dano vrednostjo spremenljivke (``Prvo triletje` == 'izbran'`). Zdaj si bomo ogledali, kako je

FILTRI VRSTIC

Filter 1 dejavno ×

$f_1 = \text{'Prvo triletje' == 'izbran'}$ +

Opis

Filter 2 dejavno ×

$f_2 = \text{'e.g. gender == 'female'}$ +

Opis

Slika 71 Drugi filter

mogoče izbirati vrednosti, ki so večje (ali manjše) od dane vrednosti. Denimo, da želimo izbrati tiste respondente, ki so mlajši od 40 let.

Najprej izbrišemo vse filtre, ki jih ne potrebujemo. V meniju »Podatki« izberemo podmeni »Filtri« in v delovnem oknu filtrov (dvakrat kliknemo na spremenljivko) v razdelku funkcije izberemo spremenljivko »Starost«. V delovnem oknu zapišemo simbol manjšega (<), nato vrednost 40. V tem primeru, ker gre za numerično spremenljivko, vrednosti 40 ni treba postaviti v enojni narekovaj.⁷⁶ Končni zapis je torej `Starost<40`.

Če pa bi želeli vse starosti, ki so manjše ali enake od 40, bi morali zapisati simbol manjšega ali enakega v oliki <=. Zapis bi bil torej `Starost<=40`.

6.1.2 Vaje

Vaja 1

- Filtri.
- Z Jamovijem filtrirajte podatke po spolu: izberite vse učiteljice.
- V spodnjo preglednico izpišite opisne statistike za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Delovna doba« in »Q14a« – »Sem sposoben/-a solidarnega ravnanja«.
- Napišite obrazložitev.

a) Opisne statistike.

Statistika	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Vrednost							

b) Povezanost med spremenljivkama »Delovna doba« in »Q14a« je

c) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

⁷⁶ Enojni narekovaj '...' uporabljamo z nominalnimi spremenljivkami. Jamovi vrednost znotraj enojnega narekovaja interpretira kot tisto vrednost, s katero mora primerjati posamezne podatke. V primeru numeričnih spremenljivk pa ne pišemo enojnega narekovaja, sicer Jamovi primerja vrednost spremenljivke s simbolom števila, ne pa z vrednostjo števila.

Vaja 2

- Filtri.
- Z Jamovijem filtrirajte vse podatke po spolu: izberite vse učitelje.
- V spodnjo preglednico izpišite opisne statistike za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Delovna doba« in »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Napišite obrazložitev.

a) Opisne statistike.

Statistika	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Vrednost							

b) Povezanost med spremenljivkama »Delovna doba« in »Q14a« je

c) Napišite obrazložitev.

Vaja 3

- Filtri.
- Z Jamovijem filtrirajte vse podatke po delovni dobi: izberite vse učiteljice in učitelje, ki imajo več kot 10 let delovne dobe.
- V spodnjo preglednico izpišite opisne statistike za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč«.
- Določite, ali v stopnji strinjanja s trditvijo »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« obstajajo statistično značilne razlike med moškimi in ženskami.
- Napišite obrazložitev.

a) Opisne statistike.

Statistika	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Vrednost							

b) Povezanost med spremenljivkama je

c) Razlika med spoloma.

d) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

Vaja 4

- Filtri.
- Z Jamovijem filtrirajte vse podatke po triletju poučevanja: izberi vse učiteljice in učitelje, ki poučujejo v 2. triletju.
- V spodnjo preglednico izpišite opisne statistike za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč«.
- Ugotovite, ali v stopnji strinjanja s trditvijo »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« obstajajo statistično značilne razlike med moškimi in ženskami.
- Napišite obrazložitev.

a) Opisne statistike.

Statistika	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Vrednost							

b) Povezanost med spremenljivkama je

c) Razlika med spoloma.

d) Napišite obrazložitev.

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 5

- Filtri.
- Z Jamovijem filtrirajte vse podatke po delovni dobi: izberite vse učiteljice in učitelje, ki poučujejo v 3. triletju.
- V spodnjo preglednico izpišite opisne statistike za spremenljivko »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja« in »Q14b« – »Sem empatičen/-na, sposoben/-na opaziti osebo, ki je v stiski oz. potrebuje pomoč«.
- Ugotovite, ali med učitelji, ki poučujejo v 1. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v tem triletju, obstajajo statistično značilne razlike v stopnji strinjanja s trditvijo »Q14a« – »Sposoben/-na sem solidarnega ravnanja«.
- Napišite obrazložitev.

a) Opisne statistike.

Statistika	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Vrednost							

b) Povezanost med spremenljivkama je.....

c) Razlika med učitelji, ki poučujejo v 1. triletju, in tistimi, ki ne poučujejo v tem triletju.

d) Napišite obrazložitev.

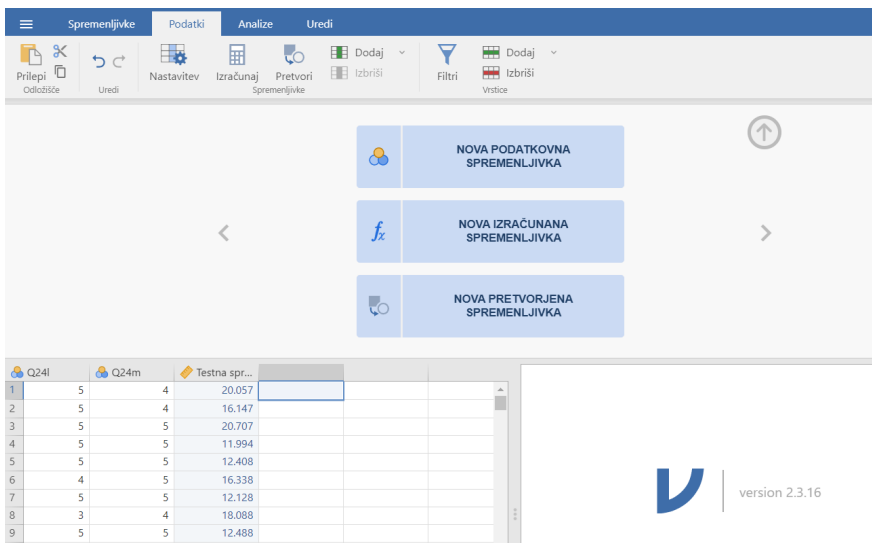
.....

.....

.....

.....

.....



Slika 72 Pogled na ustvarjanje nove spremenljivke

6.2 Oblikovanje razredov

Če želimo oblikovati manjše število kategorij, kot smo jih sprva načrtovali, lahko ustvarimo nove spremenljivke, ki vključujejo informacije o drugih spremenljivkah.

6.2.1 Primer

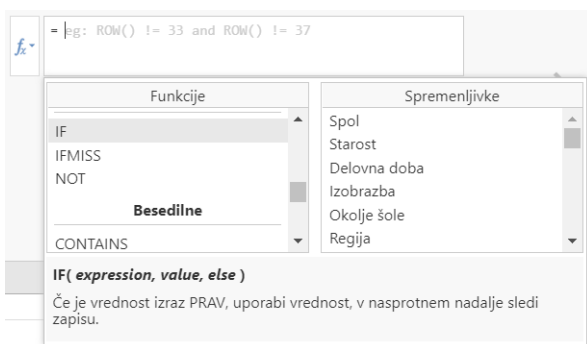
Učiteljice in učitelje želimo po delovni dobi razdeliti v naslednje razrede:

- manj kot 5 let;
- od 5 do 9 let;
- od 10 do 14 let;
- od 15 let do 19 let;
- 20 let ali več.

V ta namen bomo oblikovali novo spremenljivko na podlagi začetne spremenljivke »Delovna doba«. V meniju »Podatki« izberemo poljuben prazen stolpec, denimo tistega po zadnji spremenljivki »Testna spremenljivka«. Z dvojnimi klikom na zgornji del stolpca se v zgornjem delu okna pojavijo tri možnosti: »Nova podatkovna spremenljivka«, »Nova izračunana spremenljivka« in »Nova pretvorjena spremenljivka« (slika 72). V kolikor bo nova spremenljivka nastala na podlagi že obstoječih podatkov, izberemo možnost »Nova izračunana spremenljivka«.



Slika 73 Pogled na definicijo nove spremenljivke



Slika 74 Opis funkcije IF ()

Pojavi se okno za definicijo nove spremenljivke (slika 73). Najprej spremeni-mo ime spremenljivke iz »CM« v »Razred delovne dobe«.

Da oblikujemo razrede, moramo v delovno okno vpisati način, kako se bodo originalni podatki spreminjali v razrede. Z logičnega vidika bi želeli na-pisati sledeče:

- Če je *Delovna doba* manjša od 5, POTEM izpiši *manj kot 5 let*;
- Če je *Delovna doba* manjša od 10, POTEM izpiši *od 5 do 9 let*;
- Če je *Delovna doba* manjša od 15, POTEM izpiši *od 10 do 14 let*;
- Če je *Delovna doba* manjša od 20, POTEM izpiši *od 15 do 19 let*;
- izpiši *20 let ali več*.

To lahko naredimo s pomočjo logične funkcije IF (). Če enkrat kliknemo na funkcijo, se nam prikaže opis funkcije (slika 74). Iz tega razumemo, da funk-cija potrebuje tri argumente: »expression«, tj. izraz oz. enačbo, »value«, tj. kaj mora funkcija izpisati v primeru, da je »expression« pravilna, in »else«, tj. kaj mora funkcija narediti (ali izpisati), v primeru da je »expression« napačna. Npr.,

IZRAČUNANA VREDNOST

Razred delovne dobe

Opis

Formula

$$f_k = \text{IF}(\text{'Delovna doba'} < 5, \text{'manj kot 5 let'}, \text{IF}(\text{'Delovna doba'} < 10, \text{'od 5 do 9 let'}, \text{IF}(\text{'Delovna doba'} < 15, \text{'od 10 do 14 let'}, \text{IF}(\text{'Delovna doba'} < 20, \text{'od 15 do 19 let'}, 20 \text{ let ali več})))$$

Pri analizi ohrani neuporabljene ravni ☐

Q24i	Q24m	Testna spr...	Razred de...
5	4	20.057	manj kot 5 let
5	4	16.147	od 10 do 14 let
5	5	20.707	manj kot 5 let
5	5	11.994	od 5 do 9 let
5	5	12.408	od 10 do 14 let
4	5	16.338	20 let ali več
5	5	12.128	od 5 do 9 let
3	4	18.088	od 5 do 9 let
5	5	12.488	20 let ali več
4	3	13.154	od 15 do 19 let
5	5	7.905	od 15 do 19 let
5	5	12.413	20 let ali več
5	4	15.252	od 10 do 14 let
5	5	11.826	manj kot 5 let

version 2.3.16

Slika 75 Pogled na rezultate razredov

`IF('Delovna doba' < 5, 'manj kot 5 let', 'več kot 5 let')` je funkcija, ki pregleda, ali je spremenljivka »Delovna doba« manjša od 5 (`'Delovna doba' < 5`). Če je pogoj uresničen, torej je vrednost spremenljivke »Delovna doba« manjša od 5, funkcija izpiše `manj kot 5 let` v celico spremenljivke, ki jo računamo, sicer zapiše `več kot 5 let`.

Ob uporabi spremenljivk v desnem delu okna funkcij, tj. spremenljivke »Delovna doba«, zapišemo sledeče:

```
IF('Delovna doba' < 5, 'manj kot 5 let', IF('Delovna doba' < 10,
,od 5 do 9 let', IF('Delovna doba' < 15, ,od 10 do 14 let', IF('
Delovna doba' < 20, ,od 15 do 19 let', '20 let ali več'))))
```

Na koncu ukaz potrdimo s tipko *Enter* (tisto za novo vrstico). Pojavijo se rezultati v izbranem stolpcu (slika 75).

Opazimo, da ima stolpec ob svojem imenu piko ( Razred de...), kar označuje, da je bila spremenljivka pridobljena z izračunom.

V primeru, da je enačba napisana napačno, nas Jamovi opozori z izpisom zapisa: **Enačba je zapisana napačno!**. Obenem se ob imenu stolpca pojavi opozorilo ( Razred de...) in ta se obarva rdeče. Žal nam Jamovi ne sporoči, kje natančno je prisotna napaka, zato je treba zapis enačbe pozorno preveriti. Med najpogostejšimi napakami omenimo napačno število oklepajev in zaklepajev, napačno uporabo vejic ter napačno uporabo narekovajev.

6.2.2 VAJE**Vaja 1**

- Oblikovanje razredov.
- Ustvari naslednje razrede delovne dobe:
 - do 10 let;
 - od 10 do 20 let;
 - več kot 20 let.
- Ugotovite, ali obstaja povezanost med temi razredi delovne dobe in stopnjo izobrazbe.
- Rezultate obrazložite.

Obrazložitev

Vaja 2

- Oblikovanje razredov.
- Ustvarite spodnje razrede delovne dobe:
 - do 8 let;
 - od 8 do 16 let;
 - več kot 16 let.
- Določite, ali obstaja povezanost med temi razredi delovne dobe in stopnjo izobrazbe.
- Določite, ali obstaja povezanost med temi razredi delovne dobe in spolom.
- Rezultate obrazložite.

Obrazložitev

Vaja 3

- Oblikovanje razredov.
- Ustvarite sledeče razrede izobrazbe:
 - strokovni študij;
 - univerzitetni in magistrski študij;
 - magisterij znanosti in doktorat znanosti.
- Določite, ali obstaja povezanost med temi razredi izobrazbe in spolom.
- Določite, ali obstaja povezanost med temi razredi izobrazbe in poučevanjem v 1. triletju.
- Rezultate obrazložite.

Obrazložitev

6.3 Izračunane spremenljivke

Poleg operacije grupiranja in ustvarjanja razredov lahko z Jamovijem izračunamo nove spremenljivke z že danimi spremenljivkami.

6.3.1 Primer

Denimo, da želimo za naš vzorec določiti, pri kateri starosti so učiteljice in učitelji začeli poučevati v osnovni šoli. Želimo torej določiti razliko med starostjo učiteljev in delovno dobo. V ta namen ustvarimo novo izračunano spremenljivko. Izberemo prosti stolpec po spremenljivki »Testna spremenljivka« in dvakrat kliknemo na zgornjem delu stolpca. Izberemo »Nova izračunana spremenljivka«. Preimenujemo jo v »Začetna starost«. V delovno okno funkcije zapišemo enačbo za kreiranje nove spremenljivke, tj. z razliko med spremenljivkama »Starost« in »Delovna doba«. Na osnovi spremenljivk v oknu funkcij najprej izberemo spremenljivko »Starost«, nato napišemo minus (-), nakar v oknu funkcij izberemo spremenljivko »Delovna doba«. Ko smo zapisali enačbo `Starost - `Delovna doba``, kliknemo na tipko *Enter*. V stolpec »Začetna starost« se izpišejo vse vrednosti (slika 76). Opazimo, da gre za intervalno spremenljivko (📏), saj sta originalni spremenljivki »Starost« in

IZRAČUNANA VREDNOST

Začetna starost

Opis

Formula

$f_x =$ Starost - `Delovna doba`

Pri analizi ohrani neuporabljene ravni ☐

Testna spr...	Začetna s...
20.057	28
16.147	28
20.707	29
11.994	24
12.408	26
16.338	26
12.128	24
18.088	25
12.488	25
13.154	25
7.905	24
12.413	21

version 2.3.16

Slika 76 Pogled na novo izračunano spremenljivko

»Delovna doba« intervalni (razlika in vsota dveh intervalnih spremenljivk je še vedno intervalna spremenljivka).

6.3.2 Vaje

Vaja 1

- Izračunane spremenljivke.
- Ustvarite novo spremenljivko, »Q14«, ki je vsota vseh vrednosti spremenljivk od »Q14a« do »Q14o«.
- Določite, ali obstajajo razlike glede na spol.
- Določite, ali obstaja povezanost med starostjo in dobljeno izračunano spremenljivko.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev

[illegible]

Vaja 2

- Izračunane spremenljivke.
- Ustvarite novo spremenljivko, »Delež delovne dobe«, ki je razmerje (deljenje) med delovno dobo učiteljev in njihovo starostjo.
- Predstavite opisno statistiko.
- Določite, ali obstajajo razlike glede na spol.
- Napišite obrazložitev.

Obrazložitev

[illegible]

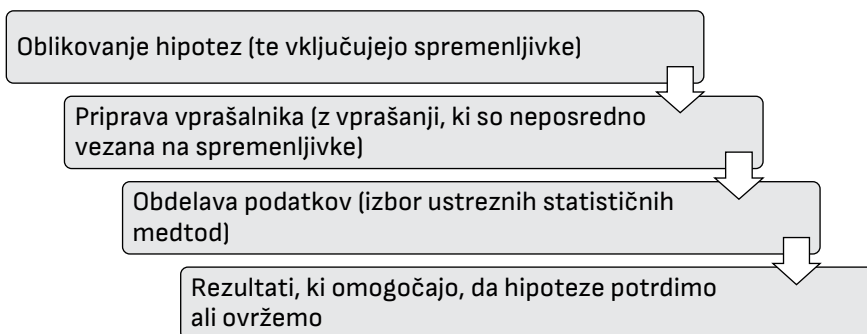
Kako pa potem s hipotezami?

... se boste vprašali.

Vrnimo se na začetek, kjer smo navedli, da je izbira statistične metode odvisna od ciljev (in iz njih izhajajočih hipotez) ter spremenljivk. Hipoteze so torej tiste, ki pomembno določajo statistične preizkuse.

Obenem velja, da so hipoteze domnevne povedi odnosov med dvema ali več spremenljivkami, lahko pa se nanašajo tudi na eno samo spremenljivko (Cencič, 2009, str. 21). Spomnimo tudi, da v instrument zbiranja podatkov (npr. vprašalnik) vključimo takšna in tista vprašanja (spremenljivke), ki nas bodo vodila do podatkov, ki nam bodo omogočili preverjanje hipotez.

Če bi torej shematsko prikazali pot od hipoteze do njene potrditve ali zavrnitve, bi shema izgledala takole:



Shema 7 Proces postavljanja in preverjanja hipotez

7.1 Primer 1

Vaja 1

1. korak: HIPOTEZA

H₁: Učitelji se večinoma strinjajo s trditvijo, da zaupajo v lastne sposobnosti.

2. korak: PRIPRAVA VPRAŠALNIKA

– Glej vprašalnik.

3. korak: IZBEREMO IN ZAŽENEMO USTREZNO STATISTIČNO METODO

- (i) Koliko in katere spremenljivke so vključene v hipotezo?
Vključena je ena spremenljivka, to je »Q22a« – »Zaupanje v lastne sposobnosti«.
- (ii) Kakšne vrste je vključena spremenljivka?
Glede na to, da so učitelji svojo stopnjo strinjanja izražali na 5-stopenjski Likertovi lestvici stališč (Sploh se ne strinjam. – Ne strinjam se. – Ne morem se odločiti. – Strinjam se. – Popolnoma se strinjam.), gre za ordinalno spremenljivko.
- (iii) Kaj želimo ugotoviti?
Ugotoviti želimo, ali se večina učiteljev strinja s to trditvijo.
- (iv) Kateri statistični preizkus naj uporabimo?
Imam eno atributivno spremenljivko, zanima me, ali so razlike med kategorijami – torej bomo uporabili χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti.

4. korak: PREGLEDAMO IN INTERPRETIRAMO REZULTATE

Ponazoritev 209 Deleži – Q22a		
Raven	Števec	Proportion
2	3	0.00369
3	57	0.07011
4	328	0.40344
5	425	0.52276

Ponazoritev 210 Skladnost χ^2 (GoF)		
χ^2	df	p
622.79	812	<.001

Preglednica 26 Število (*f*) učiteljev po stopnji strinjanja s trditvijo »Zaupanje v lastne sposobnosti« in rezultat χ^2 -preizkusa

Za vsako učno uro se z navdušenjem pripravljam.	<i>f</i>	<i>f</i> %
Sploh se ne strinjam.	0	0
Ne strinjam se.	3	0,4
Ne morem se odločiti.	57	7,0
Strinjam se.	328	40,3
Popolnoma se strinjam.	425	52,3
Skupno	813	100,0
Rezultat χ^2 -preizkusa	$\chi^2 = 622,79, g = 812, P < 0,001$	

Rezultat χ^2 -preizkusa ($\chi^2 = 622,79$, $g = 812$, $P < 0,001$) kaže, da med učitelji obstajajo statistično značilne razlike v strinjanju s trditvijo »Zaupanje v lastne sposobnosti«. Kot lahko razberemo iz preglednice, se večina (92,6 %) vprašanih učiteljev s trditvijo strinja oz. popolnoma strinja, s čimer lahko potrdimo prvo postavljeno hipotezo.

7.2 Primer 2

1. korak: HIPOTEZA

H₂: Učiteljice dejavniku »Vztrajanje pri uresničevanju idej« pripisujejo večji pomen kot učitelji.

2. korak: PRIPRAVA VPRAŠALNIKA

– Glej vprašalnik

3. korak: IZBEREMO IN ZAŽENEMO USTREZNO STATISTIČNO METODO

- (i) Koliko in katere spremenljivke so vključene v hipotezo?
Vključeni sta dve spremenljivki: »Spol« in »Vztrajanje pri uresničevanju idej«.
- (ii) Kakšne vrste so vključene spremenljivke?
Spol je nominalna spremenljivka z dvema kategorijama.
Ocena vztrajanja pri uresničevanju idej je ordinalna spremenljivka.
- (iii) Kaj želimo ugotoviti?
Ugotoviti želimo, ali učiteljice temu dejavniku pripisujejo večji pomen kot učitelji.
- (iv) Kateri statistični preizkus naj uporabimo?
Imam eno atributivno (nominalno) spremenljivko z dvema kategorijama ter eno ordinalno spremenljivko s petimi stopnjami. Zanima nas, ali so v oceni dejavnika vztrajanja pri uresničevanju idej (ordinalna spremenljivka) razlike med kategorijama atributivne spremenljivke (moškimi in ženskami). Uporabili bomo t -preizkus za neodvisne vzorce. Moramo predhodno še kaj preveriti?
Da, t -preizkus za neodvisne vzorce je parametrični preizkus, kar pomeni, da je treba preveriti, ali se numerična spremenljivka porazdeljuje normalno ter ali je upravičena predpostavka o homogenosti varianc.

Zaženemo preizkus Shapiro-Wilk:

Ponazoritev 211 Tests of Normality

		statistic	p
Q22b	Shapiro-Wilk	0.808	< .001
	Kolmogorov-Smirnov	0.283	< .001
	Anderson-Darling	67.3	< .001

Opomba Additional results provided by moretests

Ugotovimo, da se vrednosti obravnavane spremenljivke ne porazdeljujejo normalno ($W = 0,808$, $2P < 0,001$. Ker torej pogoj normalnosti ni izpolnjen, moramo namesto t -preizkusa za neodvisne vzorce uporabiti neparametrični Mann-Whitneyjev preizkus.

4. korak: PREGLEDAMO IN INTERPRETIRAMO REZULTATE

Ponazoritev 212 T-test neodvisnih vzorcev

		Statistika	p		Velikost učinka
Q22b	Mann-Whitneyev U	24834	0.009	Biseriialna korelacija rangov	0.160

Ponazoritev 213 Opisne statistike skupine

	Skupina	N	Povprečna vrednost	Mediana	SD	SN
Q22b	Moški	81	4.15	4.00	0.726	0.0807
	Ženski	730	4.36	4.00	0.693	0.0256

Preglednica 27 Rezultat Mann-Whitneyjevega preizkusa za preverjanje razlik v oceni vztrajanja pri uresničevanju idej glede na spol

Spremenljivka	Spol	N	M	SD	Mdn	U	2P	r
Vztrajanje pri uresničevanju idej	Moški	81	4,15	0,726	4	24834	0,009	0,160
	Ženski	730	4,36	0,693	4			

Rezultat Mann-Whitneyjevega preizkusa ($U = 24834$, $2P = 0,009$) kaže, da med učitelji ($M = 4,15$; $SD = 0,726$; $Mdn = 4$) in učiteljicami ($M = 4,36$; $SD = 0,693$; $Mdn = 4$) obstajajo statistično pomembne razlike v oceni dejavnika vztrajanja pri uresničevanju idej, kar pomeni, da drugo hipotezo potrdimo. Razlike so sicer majhne ($r = 0,160$).

Vaje

Jedrni del tega poglavja predstavljajo vaje, ki temeljijo na podatkih, ki so bili pridobljeni z že predstavljenim vprašalnikom. Vaje so sestavljene tako, da na podlagi izpisov Jamovija najprej izpišete potrebne rezultate in jih interpretirate, nato pa tudi sami preko »namigov« ter zajemov zaslonov poiščete ukaze za statistične preizkuse ter tudi te rezultate izpišete in interpretirate.

8.1 Opisna statistika

Vaja 1A

- Frekvence in strukturni odstotki.
- Analizirajte frekvenco za spremenljivko »Q15a« – »Odkrivam priložnosti za socialni, kulturni in ekonomski razvoj šole«.
- Dopolnite spodnjo preglednico.
- Rezultate obrazložite.
- *Namig:* »Analize« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.

Odgovor	<i>f</i>	<i>f</i> %
Ne razvijam		
S podporo drugih		
V sodelovanju z drugimi		
Samostojno in neodvisno		
Neodvisno in odgovorno		
Kritično		

Obrazložitev:

Vaja 1B

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti.
- Analizirajte razlike v frekvencah za trditev »Q15a« – »Odkrivam priložnosti za socialni, kulturni in ekonomski razvoj šole«.
- Dopolnite sledečo preglednico.
- Rezultate obrazložite.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »N izidov«.

Opis	Vrednost
χ^2	
g	
p	

Obrazložitev:

Vaja 2A

- Frekvence in strukturni odstotki.
- Analizirajte frekvenco za spremenljivko »Izobrazba«.
- Oblikujte preglednico, vnesite potrebne rezultate in jih razložite.
- *Namig:* »Analize« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.

Obrazložitev:

Vaja 2B

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti.
- Analizirajte razlike v frekvencah spremenljivke »Izobrazba«.
- Oblikujte preglednico, vnesite potrebne rezultate in jih razložite.
- *Namig:* »Analyze« → »Frekvence« → »N izidov«.

Obrazložitev:

Vaja 3

- Osnovna opisna statistika za spremenljivki:
 - »Starost«;
 - »Delovna doba«.
- Preglejte rezultate ter jih obrazložite.
- *Namig:* »Analize« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.



Obrazložitev:



Vaja 4

- Osnovna opisna statistika za spremenljivke:
 - »Q14h« – »Razvito imam možnost samoomejevanja«;
 - »Q14i« – »Pomagam sočloveku v stiski«;
 - »Q14j« – »Pripravljen/-a sem ponuditi in sprejeti ponudbo izmenjave dobrin«.
- Dopolnite sledečo preglednico in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.

Spremenljivka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Q14h					
Q14i					
Q14j					

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 5A

- Osnovna opisna statistika za spremenljivke:
 - »Q14m« – »Prispevam k reševanju problemov v družbi«;
 - »Q14n« – »Načrtno odpravljam lastne šibke točke«;
 - »Q14o« – »Sem tekmovalen/-na«.
- Dopolnite sledečo preglednico in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.

Spremenljivka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Q14m							
Q14n							
Q14o							

Obrazložitev:

Vaja 5B

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti za spremenljivke:
 - »Q14m« – »Prispevam k reševanju problemov v družbi«;
 - »Q14n« – »Načrtno odpravljam lastne šibke točke«;
 - »Q14o« – »Sem tekmovalen/-na«.
- Dopolnite spodnjo preglednico in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »N izidov«.

Spremenljivka	χ^2	<i>g</i>	<i>p</i>
Q14m			
Q14n			
Q14o			

Obrazložitev:

Vaja 6A

- Osnovna opisna statistika za spremenljivke:
 - »Q21f« – »Razvijanje tekmovalnosti«;
 - »Q21g« – »Razvijanje sposobnosti solidarnega ravnanja«;
 - »Q21h« – »Etično in trajnostno razmišljanje«.

- Dopolnite spodnjo preglednico in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.

Spremenljivka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>KA</i>	<i>KS</i>
Q21f							
Q21g							
Q21h							

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 6B

- χ^2 -preizkus hipoteze enake verjetnosti za spremenljivke:
 - »Q21f« – »Razvijanje tekmovalnosti«;
 - »Q21g« – »Razvijanje sposobnosti solidarnega ravnanja«;
 - »Q21h« – »Etično in trajnostno razmišljanje«.
- Dopolnite spodnjo preglednico in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »N izidov«.

Spremenljivka	χ^2	<i>g</i>	<i>p</i>
Q21f			
Q21g			
Q21h			

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 7A

- Preizkus normalnosti za spremenljivke:
 - »Q21f« – »Razvijanje tekmovalnosti«;
 - »Q21g« – »Razvijanje sposobnosti solidarnega ravnanja«;
 - »Q21h« – »Etično in trajnostno razmišljanje«.
- Dopolnite spodnjo preglednico in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analyze« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.

Spremenljivka	W	p	Normalno porazdeljena
Q21f			☐
Q21g			☐
Q21h			☐

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 7B

- Preizkus normalnosti za spremenljivke:
 - »Q14m« – »Prispevam k reševanju problemov v družbi«;
 - »Q14n« – »Načrtno odpravljam lastne šibke točke«;
 - »Q14o« – »Sem tekmovalen/-na«.
- Dopolnite spodnjo preglednico in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.

Spremenljivka	W	p	Normalno porazdeljena
Q14m			☐
Q14n			☐
Q14o			☐

Obrazložitev:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 7C

- Preizkus normalnosti za spremenljivke:
 - »Q14h« – »Razvito imam možnost samoomejevanja«;
 - »Q14i« – »Pomagam sočloveku v stiski«;
 - »Q14j« – »Pripravljen/-a sem ponuditi in sprejeti ponudbo izmenjave dobrin«.
- Dopolnite spodnjo preglednico in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Raziskovanje« → »Opisne statistike«.

Spremenljivka	W	p	Normalno porazdeljena
Q14h			☐
Q14i			☐
Q14j			☐

Obrazložitev:

.....

.....

.....

8.2 Inferenčna statistika

Vaja 1

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za spremenljivki:
 - »Spol«;
 - »Izobrazba«.
- Dopolnite spodnji preglednici in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »Neodvisni vzorci«.

a) Kontingenčne preglednice

Izobrazba	Moški spol	Ženski spol	Skupno
VSŠP (pred 2004)			
UŠP (pred 2004)			
VSŠP 1. stopnje			
UŠP 1. stopnje			
MŠP 2. stopnje			
Specializacija			
Magisterij znanosti			
Doktorat znanosti			
Skupno			

b) Hi-kvadrat-preizkus

Preizkus	Vrednost	<i>df</i>	<i>p</i>
χ^2			
Razmerje verjetij			

c) Obrazložitev

Vaja 2

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za spremenljivki:
 - »Spol«;
 - »Okolje šole«.
- Dopolnite spodnji preglednici in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analyze« → »Frekvence« → »Neodvisni vzorci«.

a) Kontingenčne preglednice

Okolje šole	Spol		Skupno
	Moški	Ženski	
Mestna šola			
Primestna šola			
Vaška šola			
Skupno			

b) Hi-kvadrat-preizkus

Preizkus	Vrednost	<i>df</i>	<i>p</i>
χ^2			
Razmerje verjetij			

c) Obrazložitev

Vaja 3A

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za spremenljivki:
 - »Prvo triletje«;
 - »Izobrazba«.
- Dopolnite spodnji preglednici in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »Neodvisni vzorci«.

a) Kontingenčne preglednice

Okolje šole	Prvo triletje		Skupno
	Ne poučuje	Poučuje	
VSŠP (pred 2004)			
UŠP (pred 2004)			
VSŠP 1. stopnje			
UŠP 1. stopnje			
MŠP 2. stopnje			
Specializacija			
Magisterij znanosti			
Doktorat znanosti			
Skupno			

b) Hi-kvadrat-preizkus

Preizkus	Vrednost	<i>df</i>	<i>p</i>
χ^2			
Razmerje verjetij			

c) Obrazložitev

Vaja 3B

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za spremenljivki:
 - »Drugo triletje«;
 - »Izobrazba«.
- Dopolnite spodnji preglednici in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »Neodvisni vzorci«.

a) Kontingenčne preglednice

Okolje šole	Drugo triletje		Skupno
	Ne poučuje	Poučuje	
VSŠP (pred 2004)			
UŠP (pred 2004)			
VSŠP 1. stopnje			
UŠP 1. stopnje			
MŠP 2. stopnje			
Specializacija			
Magisterij znanosti			
Doktorat znanosti			
Skupno			

b) Hi-kvadrat-preizkus

Preizkus	Vrednost	<i>df</i>	<i>p</i>
χ^2			
Razmerje verjetij			

c) Obrazložitev

Vaja 3C

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za spremenljivki:
 - »Tretje triletnje«;
 - »Izobrazba«.
- Dopolnite spodnji preglednici in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »Neodvisni vzorci«.

a) Kontingenčne preglednice

Okolje šole	Tretje triletnje		Skupno
	Ne poučuje	Poučuje	
VSŠP (pred 2004)			
UŠP (pred 2004)			
VSŠP 1. stopnje			
UŠP 1. stopnje			
MŠP 2. stopnje			
Specializacija			
Magisterij znanosti			
Doktorat znanosti			
Skupno			

b) Hi-kvadrat-preizkus

Preizkus	Vrednost	df	p
χ^2			
Razmerje verjetij			

c) Obrazložitev

[illegible]

Vaja 4A

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za spremenljivki:
 - »Prvo triletnje«;
 - »Spol«.
- Dopolnite spodnje preglednice in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »Neodvisni vzorci«.

a) Kontingenčne preglednice

Spol	Prvo triletnje		Skupno
	Ne poučuje	Poučuje	
Moški			
Ženski			
Skupno			

b) Hi-kvadrat-preizkus

Preizkus	Vrednost	df	p
χ^2			
χ^2 popravek zveznosti			

c) Kontingenčni koeficienti

Koeficient	Vrednost
C	
φ	
V	

d) Obrazložitev

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Vaja 4B

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za spremenljivki:
 - »Drugo triletnje«;
 - »Spol«.
- Dopolnite spodnje preglednice in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »Neodvisni vzorci«.

a) Kontingenčne preglednice

Spol	Drugo triletnje		Skupno
	Ne poučuje	Poučuje	
Moški			
Ženski			
Skupno			

b) Hi-kvadrat-preizkus

Preizkus	Vrednost	df	p
χ^2			
χ^2 popravek zveznosti			

c) Kontingenčni koeficienti

Koeficient	Vrednost
C	
φ	
V	

d) Obrazložitev

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Vaja 4C

- χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti za spremenljivki:
 - »Tretje triletje«;
 - »Spol«.
- Dopolnite spodnje preglednice in rezultate interpretirajte.
- *Namig:* »Analize« → »Frekvence« → »Neodvisni vzorci«.

a) Kontingenčne preglednice

Spol	Tretje triletje		Skupno
	Ne poučuje	Poučuje	
Moški			
Ženski			
Skupno			

b) Hi-kvadrat-preizkus

Preizkus	Vrednost	df	p
χ^2			
χ^2 popravek zveznosti			

c) Kontingenčni koeficienti

Koeficient	Vrednost
C	
ϕ	
V	

d) Obrazložitev

Vaja 5A

- Korelacije.
- Izračunajte korelacijo za spodnje pare spremenljivk:
 - »Q14h« – »Razvito imam možnost samoomejevanja«;
 - »Q14i« – »Pomagam sočloveku v stiski«;
 - »Q14j« – »Pripravljen/-a sem ponuditi in sprejeti ponudbo izmenjave dobrin«.
- Napišite obrazložitev.
- *Namig:* »Analize« → »Regresije« → »Korelacijska matrika«.

a) Korelacijske analize.

Dopolnite spodnjo preglednico z rezultati korelacijskih koeficientov in njihovimi p -vrednostmi.

Spremenljivke	Q14h	Q14i	Q14j
Q14h			
Q14i			
Q14j			

b) Obrazložitev

Vaja 5B

- Korelacije.
- Izračunajte korelacijo za spodnje pare spremenljivk:
 - »Q14m« – »Prispevam k reševanju problemov v družbi«;
 - »Q14n« – »Načrtno odpravljam lastne šibke točke«;
 - »Q14o« – »Sem tekmovalen/-na«.
- Napiši obrazložitev.
- *Namig:* »Analize« → »Regresije« → »Korelacijska matrika«.

a) Korelacijske analize

Dopolnite spodnjo preglednico z rezultati korelacijskih koeficientov in njihovimi p -vrednostmi.

Spremenljivke	Q14m	Q14n	Q14o
Q14m			
Q14n			
Q14o			

b) Obrazložitev

Vaja 5C

- Korelacije.
- Izračunajte korelacijo za spodnje pare spremenljivk:
 - »Q21f« – »Razvijanje tekmovalnosti«;
 - »Q21g« – »Razvijanje sposobnosti solidarnega ravnanja«;
 - »Q21h« – »Etično in trajnostno razmišljanje«.
- Napiši obrazložitev.
- *Namig:* »Analize« → »Regresije« → »Korelacijska matrika«.

a) Korelacijske analize

Dopolnite spodnjo preglednico z rezultati korelacijskih koeficientov in njihovimi p -vrednostmi.

Spremenljivke	Q21f	Q21g	Q21h
Q21f			
Q21g			
Q21h			

b) Obrazložitev

Vaja 6A

- Korelacije.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Delovna doba« in »Q21f« – »Razvijanje tekmovalnosti«.
- Pri tem se odločite, ali je treba uporabljati Pearsonov ali Spearmanov korelacijski koeficient.
- Napišite obrazložitev.
- *Namig:* »Analize« → »Regresije« → »Korelacijska matrika«.

Obrazložitev

Vaja 6B

- Korelacije.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Delovna doba« in »Q21g« – »Razvijanje sposobnosti solidarnega ravnanja«.
- Pri tem se odločite, ali je treba uporabljati Pearsonov ali Spearmanov korelacijski koeficient.
- Napišite obrazložitev.
- Namig: »Analize« → »Regresije« → »Korelacijska matrika«.

Obrazložitev

Vaja 6C

- Korelacije.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Delovna doba« in »Q21h« – »Etično in trajnostno razmišljanje«.
- Pri tem se odločite, ali je treba uporabljati Pearsonov ali Spearmanov korelacijski koeficient.
- Napišite obrazložitev.
- Namig: »Analize« → »Regresije« → »Korelacijska matrika«.

Obrazložitev

Vaja 6D

- Korelacije.
- Določite korelacijo med spremenljivkama »Delovna doba« in »Starost«.
- Pri tem se odločite, ali je treba uporabljati Pearsonov ali Spearmanov korelacijski koeficient.
- Napišite obrazložitev.
- *Namig:* »Analize« → »Regresije« → »Korelacijska matrika«.

Obrazložitev

Vaja 7A

- Analiza zanesljivosti.
- Določite zanesljivost konstrukta, ki ga sestavljajo naslednje spremenljivke: »Q21a«, »Q21b«, »Q21c«, »Q22a«, »Q22b« in »Q22c«.
- Napišite obrazložitev.
- *Namig:* »Analize« → »Faktor« → »Analiza zanesljivosti«.

Obrazložitev

Vaja 7B

- Analiza zanesljivosti.
- Določite zanesljivost konstrukta, ki ga sestavljajo naslednje spremenljivke: »Q22a«, »Q22b«, »Q22c«, »Q22d«, »Q22e« in »Q22f«.
- Napišite obrazložitev.
- *Namig:* »Analize« → »Faktor« → »Analiza zanesljivosti«.

Obrazložitev

Vaja 7C

- Analiza zanesljivosti.
- Določite zanesljivost konstrukta, ki ga sestavljajo naslednje spremenljivke: »Q22a«, »Q22b«, »Q22c«, »Q23a«, »Q23b«, »Q23c«, »Q24a«, »Q24b« in »Q24c«.
- Napišite obrazložitev.
- *Namig:* »Analize« → »Faktor« → »Analiza zanesljivosti«.

Obrazložitev

Vaja 8A

- t -preizkus za neodvisne vzorce.
- Opravite t -preizkus za neodvisne vzorce za naslednje spremenljivke glede na spol: »Q22a«, »Q22b«, »Q22c«, »Q23a«, »Q23b«, »Q23c«, »Q24a«, »Q24b« in »Q24c«.
- Pred opravljanjem t -preizkusa določite, ali je njegova uporaba upravičena.
- Izpišite rezultate v spodnje preglednice in jih interpretirajte.
- Napišite obrazložitev.

a) Preverjanje pogojev

Spremenljivka	Levenov preizkus				Shapiro-Wilkov preizkus		Normalnost	Enakost varianc
	F	df_1	df_2	p	W	p		
Q22a							☐	☐
Q22b							☐	☐
Q22c							☐	☐
Q23a							☐	☐
Q23b							☐	☐
Q23c							☐	☐
Q24a							☐	☐
Q24b							☐	☐
Q24c							☐	☐

b) Rezultat t -preizkusa

Spremenljivka	t -preizkus za neodvisne vzorce				Vrsta t -preizkusa	
	t	df	p	Cohenov d	Studentov	Welchev
Q22a					☐	☐
Q22b					☐	☐
Q22c					☐	☐
Q23a					☐	☐
Q23b					☐	☐

b) Rezultat t-preizkusa, nadaljevanje

Spremenljivka	t-preizkus za neodvisne vzorce				Vrsta t-preizkusa	
	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	Cohenov <i>d</i>	Studentov	Welchev
Q23c					☐	☐
Q24a					☐	☐
Q24b					☐	☐
Q24c					☐	☐

c) Opisne statistike

Spremenljivka	Opisne statistike			
	Moški		Ženske	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Q22a				
Q22b				
Q22c				
Q23a				
Q23b				
Q23c				
Q24a				
Q24b				
Q24c				

d) Obrazložitev

Vaja 8B

- Mann-Whitneyjev preizkus za neodvisne vzorce.
- Opravite Mann-Whitneyjev U -preizkus za neodvisne vzorce za naslednje spremenljivke glede na spol: »Q22a«, »Q22b«, »Q22c«, »Q23a«, »Q23b«, »Q23c«, »Q24a«, »Q24b« in »Q24c«.
- Izpišite rezultate v spodnje preglednice in jih interpretirajte.
- Napišite obrazložitev.

a) Rezultat Mann-Whitneyjevega U -preizkusa

Spremenljivka	Mann-Whitneyjev U -preizkus za neodvisne vzorce			Statistično značilne razlike	
	U	p	r	Da	Ne
Q22a				☐	☐
Q22b				☐	☐
Q22c				☐	☐
Q23a				☐	☐
Q23b				☐	☐
Q23c				☐	☐
Q24a				☐	☐
Q24b				☐	☐
Q24c				☐	☐

b) Opisne statistike

Spremenljivka	Opisne statistike					
	Moški			Ženske		
	M	SD	Mdn	M	SD	Mdn
Q22a						
Q22b						
Q22c						
Q23a						
Q23b						

b) Opisne statistike, nadaljevanje

Spremenljivka	Opisne statistike					
	Moški			Ženske		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mnd</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>
Q23c						
Q24a						
Q24b						
Q24c						

c) Obrazložitev

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vaja 9A

- *t*-preizkus za odvisne vzorce.
- Opravite *t*-preizkus za odvisne vzorce za spodnje pare spremenljivk:
 - »Q22a« in »Q22b«
 - »Q23a« in »Q23b«
 - »Q24a« in »Q24b«
- Pred opravljanjem *t*-preizkusa določite, ali je njegova uporaba upravičena.
- Izpišite rezultate v spodnje preglednice in jih interpretirajte.
- Napišite obrazložitev.

a) Preverjanje pogojev

Spremenljivki	Shapiro-Wilkov preizkus		Normalnost
	W	p	
Q22a–Q22b			☐
Q23a–Q22b			☐
Q24a–Q24b			☐

b) Rezultat t -preizkusa

Spremenljivki	t-preizkus za odvisne vzorce			Cohenov d
	t	df	p	
Q22a–Q22b				
Q23a–Q23b				
Q24a–Q24b				

c) Opisne statistike

Spremenljivka	Opisne statistike	
	M	SD
Q22a		
Q22b		
Q23a		
Q23b		
Q24a		
Q24b		

d) Obrazložitev

Vaja 9B

- Wilcoxonov preizkus za odvisne vzorce.
- Opravite Wilcoxonov preizkus za odvisne vzorce za spodnje pare spremenljivk:
 - »Q22a« in »Q22b«
 - »Q23a« in »Q23b«
 - »Q24a« in »Q24b«
- Izpišite rezultate v sledeče preglednice in interpretirajte podatke.
- Napišite obrazložitev.

a) Rezultat Wilcoxonovega preizkusa

Spremenljivki	Wilcoxonov preizkus za odvisne vzorce		
	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Q22a–Q22b			
Q23a–Q23b			
Q24a–Q24b			

b) Opisne statistike

Spremenljivka	Opisne statistike		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>
Q22a			
Q22b			
Q23a			
Q23b			
Q24a			
Q24b			

c) Obrazložitev

Vaja 10A

- t -preizkus za en vzorec.
- Opravite t -preizkus za en vzorec za sledeče spremenljivke glede na dano vrednost: »Q22a« (4,50), »Q22b« (4,40), »Q22c« (4,00), »Q23a« (4,00), »Q23b« (4,20), »Q23c« (4,50), »Q24a« (4,40), »Q24b« (4,50) in »Q24c« (4,50).
- Pred opravljanjem t -preizkusa preverite, ali je njegova uporaba upravičena.
- Izpišite rezultate v sledeče preglednice in interpretirajte podatke.
- Napišite obrazložitev.

a) Preverjanje pogojev

Spremenljivka	Levenov preizkus				Shapiro-Wilkov preizkus		Normal-nost	Enakost varianc
	F	df_1	df_2	p	W	p		
Q22a							☐	☐
Q22b							☐	☐
Q22c							☐	☐
Q23a							☐	☐
Q23b							☐	☐
Q23c							☐	☐
Q24a							☐	☐
Q24b							☐	☐
Q24c							☐	☐

b) Rezultat t -preizkusa

Spremenljivka	t -preizkus za en vzorec			
	t	df	p	Cohenov d
Q22a				
Q22b				
Q22c				
Q23a				
Q23b				
Q23c				
Q24a				
Q24b				
Q24c				

c) Opisne statistike

Spremenljivka	Opisne statistike		
	M	SD	Mdn
Q22a			
Q22b			
Q22c			
Q23a			
Q23b			
Q23c			
Q24a			
Q24b			
Q24c			

d) Obrazložitev

Vaja 10B

- Wilcoxonov preizkus za en vzorec.
- Opravite Wilcoxonov preizkus za en vzorec za sledeče spremenljivke glede na dano vrednost: »Q22a« (4,50), »Q22b« (4,40), »Q22c« (4,00), »Q23a« (4,00), »Q23b« (4,20), »Q23c« (4,50), »Q24a« (4,40), »Q24b« (4,50) in »Q24c« (4,50).
- Izpišite rezultate v spodnje preglednice in jih interpretirajte.
- Napišite obrazložitev.

a) Rezultat Wilcoxonovega preizkusa

Spremenljivka	Wilcoxonov preizkus za en vzorec		
	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Q22a			
Q22b			
Q22c			
Q23a			
Q23b			
Q23c			
Q24a			
Q24b			
Q24c			

Literatura

- Ahmad, F., in Khan, R. A. (2015). A power comparison of various normality tests. *Pakistan Journal of Statistics and Operation Research*, 11(3), 331–345.
- Al-Kassab, M. M. (2022). The use of one sample t-test in the real data. *Journal of Advances in Mathematics*, 21, 134–138.
- Ateş, C., Kaymaz, Ö., Kale, H. E., in Tekindal, M. A. (2019). Comparison of test statistics of nonnormal and unbalanced samples for multivariate analysis of variance in terms of type-I error rates. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2019, 2173638.
- Augustin, N. H., Sauleau, E. A., in Wood, S. N. (2012). On quantile quantile plots for generalized linear models. *Computational Statistics & Data Analysis*, 56(8), 2404–2409.
- Bastič, M. (2006). *Metode raziskovanja*. Ekonomsko-poslovna fakulteta.
- Bathke, A. C., Harrar, S. W., in Madden, L. V. (2008). How to compare small multivariate samples using nonparametric tests. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52(11), 4951–4965.
- Bonniga, R., in Saraswathi, A. B. (2020). Literature review of Cronbach Alpha Coefficient and McDonald's Omega Coefficient. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(06), 2943–2040.
- Bratina, T. (2003). *Primer uporabe SPSS*. Pedagoška fakulteta.
- Canavos, G. C. (1988). The sensitivity of the one-sample and two-sample student t statistics. *Computational Statistics & Data Analysis*, 6(1), 39–46.
- Cencič, M. (2009). *Kako poteka pedagoško raziskovanje: primer kvantitativne empirične neeksperimentalne raziskave*. Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Chaffin, W. W., in Rhiel, S. G. (1993). The effect of skewness and kurtosis on the one-sample *T* test and the impact of knowledge of the population standard deviation. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 46(1–2), 79–90.
- Cochran, W. G. (1980). Fisher and the analysis of variance. V S. E. Fienberg in D. V. Hinkley (ur.), *R. A. Fisher: An Appreciation; Papers from a seminar and lecture series* (str. 17–34). Springer.
- Critchlow, D. E., in Fligner, M. A. (1991). On distribution-free multiple comparisons in the one-way analysis of variance. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 20(1), 127–139.
- Čagran, B. (2004). *Univariatna in multivariatna analiza podatkov: zbirka primerov uporabe statističnih metod s SPSS*. Pedagoška fakulteta.
- Delacre, M., Leys, C., Mora, Y. L., in Lakens, D. (2019). Taking parametric assumptions seriously: Arguments for the use of Welch's *F*-test instead of the classical *F*-test in one-way ANOVA. *International Review of Social Psychology*, 32(1), 13.

- Divine, G. W., Norton, H. J., Barón, A. E., in Juárez-Colunga, E. (2018). The Wilcoxon–Mann–Whitney procedure fails as a test of medians. *The American Statistician*, 72(3), 278–286.
- Fagerland, M. W. (2012). t-tests, non-parametric tests, and large studies—A paradox of statistical practice? *BMC Medical Research Methodology*, 12, 78.
- Ferguson, C. J. (2016). An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. V A. E. Kazdin (ur.), *Methodological issues and strategies in clinical research* (str. 301–310). American Psychological Association.
- Ferligoj, A., Leskošek, K., in Kogovšek, T. (1995). *Zanesljivost in veljavnost merjenja*. Fakulteta za družbene vede.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. Sage Publications.
- Finch, H. (2005). Comparison of the performance of nonparametric and parametric MANOVA test statistics when assumptions are violated. *Methodology*, 1(1), 27–38.
- Fritz, C. O., Morris, P. E., in Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18.
- Glass, G. V. (1966). Testing homogeneity of variances. *American Educational Research Journal*, 3(3), 187–190.
- Göktaş, A., in Işçi, Ö. (2011). A comparison of the most commonly used measures of association for doubly ordered square contingency tables via simulation. *Advances in Methodology and Statistics*, 8(1), 17–37.
- Hart, A. (2001). Mann-Whitney test is not just a test of medians: Differences in spread can be important. *British Medical Journal*, 323(7309), 391–393.
- Hayes, A. F., in Coutts, J. J. (2020). Use omega rather than Cronbach's alpha for estimating reliability. But... *Communication Methods and Measures*, 14(1), 1–24.
- Higgins, J. J. (2004). *An introduction to modern nonparametric statistics*. Brooks/Cole Publishing.
- Hunter, M. A., in May, R. B. (1993). Some myths concerning parametric and nonparametric tests. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 34(4), 384–389.
- Jamovi statistical software tutorial*. (B. I.). Idaho State University. <https://www.isu.edu/ichr/resources/jamovi-statistical-software/>
- Johnson, T. R. (2016). Violation of the homogeneity of regression slopes assumption in ANCOVA for two-group pre-post designs: Tutorial on a modified Johnson–Neyman procedure. *The Quantitative Methods for Psychology*, 12(3), 253–263.
- Kim, S. (2015). ppcor: An R package for a fast calculation to semi-partial correlation coefficients. *Communications for Statistical Applications and Methods*, 22(6), 665–674.
- Kitani, M., in Murakami, H. (2022). One-sample location test based on the sign and Wilcoxon signed-rank tests. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 92(3), 610–622.
- Košmelj, K. (2004). Osnove analize kovariance. *Acta agriculturae Slovenica*, 83(2), 341–352.

- Košmelj, B., Arh, F., Doberšek Urbanc, A., Ferligoj, A., in Omladič, M. (2001). *Statistični terminološki slovar*. Statistično društvo Slovenije in Statistični urad Republike Slovenije.
- Kožuh, B. (2011). *Statistične metode v pedagoškem raziskovanju*. Znanstvena založba Filozofske fakultete.
- Kožuh, B. (2013). *Knjiga o statistiki*. Znanstvena založba Filozofske fakultete.
- MacFarland, T. W., Yates, J. M., MacFarland, T. W., in Yates, J. M. (2016). Mann–Whitney u test. V T. W. MacFarland in J. M. Yates (ur.), *Introduction to nonparametric statistics for the biological sciences using R* (str. 103–132). Springer.
- Malkewitz, C. P., Schwall, P., Meesters, C., in Hardt, J. (2023). Estimating reliability: A comparison of Cronbach's α , McDonald's ω and the greatest lower bound. *Social Sciences & Humanities Open*, 7(1), 100368.
- McKight, P. E., in Najab, J. (2010). Kruskal-Wallis test. V I. B. Weiner in W. E. Craighead (ur.), *The Corsini encyclopedia of psychology* (str. 4–91). John Wiley & Sons.
- Mendes, M., in Pala, A. (2003). Type I error rate and power of three normality tests. *Pakistan Journal of Information and Technology*, 2(2), 135–139.
- Milenović, Ž. (2011). Application of Mann-Whitney U test in research of professional training of primary school teachers. *Metodički obzori: časopis za odgojno-obrazovnu teoriju i praksu*, 6(11), 73–79.
- Mishra, P., Singh, U., Pandey, C. M., Mishra, P. in Pandey, G. (2019). Application of student's t-test, analysis of variance, and covariance. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(4), 407–411.
- Navarro, D. J., in Foxcroft, D. R. (2022). *Learning statistics with jamovi: A tutorial for psychology students and other beginners* (verzija 0.75). <https://www.learnstatswithjamovi.com/>
- Norušis, J. M. (2002). *SPSS 11.0: Guide to data analysis*. Prentice Hall.
- O'Brien, R. G., in Kaiser, M. K. (1985). MANOVA method for analyzing repeated measures designs: An extensive primer. *Psychological Bulletin*, 97(2), 316–333.
- Öztuna, D., Elhan, A. H., in Tüccar, E. (2006). Investigation of four different normality tests in terms of type 1 error rate and power under different distributions. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 36(3), 171–176.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7. izd.). Routledge.
- Razali, N. M., in Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21–33.
- Rietveld, T., in van Hout, R. (2017). The paired t test and beyond: Recommendations for testing the central tendencies of two paired samples in research on speech, language and hearing pathology. *Journal of Communication Disorders*, 69, 44–57.

- Rochon, J., in Kieser, M. (2011). A closer look at the effect of preliminary goodness-of-fit testing for normality for the one-sample t-test. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 64(3), 410–426.
- Ross, A., in Willson, V. L. (2017). One-sample T-test. V Ross, A. (ur.), *Basic and advanced statistical tests* (str. 9–12). Brill Academic Publishers.
- Sagadin, J. (2003). *Statistične metode za pedagoge*. Obzorja.
- Siegel, S. (1957). Nonparametric statistics. *The American Statistician*, 11(3), 13–19.
- Štemberger, T. (2016). *Univariatne in bivariatne statistične metode v edukaciji: raba statističnih preizkusov in primeri SPSS izpisov*. Univerzitetna založba Annales.
- Štemberger, T. (2021). Statistična značilnost in/ali velikost učinka. *Revija za elementarno izobraževanje*, 14(4), 485–500.
- Štemberger, T., in Žakelj, A. (2021). Educators' entrepreneurial competences: Scale construction and validation. *Journal of Entrepreneurship Education*, 24(S2). <https://www.abacademies.org/articles/educators39-entrepreneurial-competences-scale-construction-and-validation-12112.html>
- Thas, O., Rayner, J. C. W., in Best, D. J. (2005). Tests for symmetry based on the one-sample Wilcoxon signed rank statistic. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 34(4), 957–973.
- Vargha, A., in Delaney, H. D. (1998). The Kruskal-Wallis test and stochastic homogeneity. *Journal of Educational and behavioral Statistics*, 23(2), 170–192.
- West, R. M. (2021). Best practice in statistics: Use the Welch t-test when testing the difference between two groups. *Annals of Clinical Biochemistry*, 58(4), 267–269.
- Yong, A. G., in Pearce, S. (2013). A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(2), 79–94.
- Zimmerman, D. W., in Zumbo, B. D. (2014). The relative power of parametric and non-parametric statistical methods. V G. Keren in C. Lewis (ur.), *A Handbook for Data Analysis in the Behavioral Sciences* (str. 481–517). Psychology Press.

Monografija *Osnovne statistične metode in Jamovi* se loteva obsežnega, kompleksnega in zahtevnega področja rabe statističnih metod v pedagoškem raziskovanju, avtorji pa že z naslovom opozorijo, da se delo usmerja v osnovne statistične metode, torej v sam temelj. Skladno s hitrimi družbenimi spremembami, trendi na področju družboslovnega raziskovanja ter z izrazitim napredkom digitalnih tehnologij in orodij, ki na eni strani močno olajšajo statistično obdelavo podatkov, na drugi strani pa tudi omogočajo njihovo uporabo krogu ljudi, predstavlja pričujoča znanstvena monografija pomemben prispevek k področju raziskovanja in rabe statističnih metod na pedagoškem področju.

Tomaž Bratina

Monografija Daniela Doza, Tine Štemberger in Blaža Simčiča predstavlja zaokroženo celoto zahtevnega področja ter gradi na relevantnih domačih in tujih virih, pri čemer upošteva tudi nujo po digitalnem prehodu in smiselnem umeščanju digitalnih tehnologij ter orodij v procese izobraževanja in raziskovanja, s čimer krepi digitalno pravičnost. Delo ponuja jasen in koncizen pregled statističnih metod obdelave podatkov in njihove rabe v odprtokodnem programu za statistično obdelavo podatkov. Kot takšno bo nedvomno dragocena pridobitev tako za študentke in študente kot tudi za raziskovalce.

Matjaž Duh

