



# PLANET STATISTIKA

---

Vanja Erčulj, Ajda Šulc



Univerzitetna založba  
Univerze v Mariboru





Univerza v Mariboru

Fakulteta za varnostne vede

# Planet statistika

Raba statističnih testov

Avtorici

**Vanja Erčulj**

**Ajda Šulc**

Avgust 2024

<b>Naslov</b> <i>Title</i>	<b>Planet statistika</b> <i>Planet Statistics</i>
<b>Naslov</b> <i>Title</i>	<b>Raba statističnih testov</b> <i>Use of Statistical Tests</i>
<b>Avtorici</b> <i>Authors</i>	Vanja Erčulj (Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede)  Ajda Šulc (Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede)
<b>Recenzija</b> <i>Review</i>	Matevž Bren (Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede)  Marjan Cugmas (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede)
<b>Jezikovni pregled</b> <i>Language editing</i>	Barbara Erjavec (Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede)
<b>Tehnična urednika</b> <i>Technical editors</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)  Marina Bajić (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
<b>Oblikovanje ovitka</b> <i>Cover designer</i>	Nina Kraševc
<b>Grafika na ovitku</b> <i>Cover graphic</i>	Stock file ID 1295851454, iStock.com, 2022
<b>Grafične priloge</b> <i>Graphic material</i>	Viri so lastni, razen če ni navedeno drugače. Erčulj, Šulc (avtorici), 2024
<b>Založnik</b> <i>Published by</i>	<b>Univerza v Mariboru</b> <b>Univerzitetna založba</b> Slomškov trg 15, 2000 Maribor, Slovenija <a href="https://press.um.si">https://press.um.si</a> , <a href="mailto:zalozba@um.si">zalozba@um.si</a>
<b>Izdajatelj</b> <i>Issued by</i>	<b>Univerza v Mariboru</b> <b>Fakulteta za varnostne vede</b> Kotnikova ulica 8, 1000 Ljubljana, Slovenija <a href="https://fvv.um.si">https://fvv.um.si</a> , <a href="mailto:fvv@um.si">fvv@um.si</a>
<b>Izdaja</b> <i>Edition</i>	Prva izdaja
<b>Tisk</b> <i>Printed by</i>	Tiskarna Cicero, Begunje d.o.o. Begunje na Gorenjskem, Slovenija
<b>Naklada</b> <i>Circulation</i>	300 izvodov
<b>Dostopno na</b> <i>Available at</i>	<a href="http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/900">http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/900</a>
<b>Izdano</b> <i>Published at</i>	Maribor, avgust 2024

Vse pravice pridržane. Brez pisnega dovoljenja založnika je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, predelava ali druga uporaba tega dela ali njegovih delov v kakršnemkoli obsegu ali postopku, vključno s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranjevanjem v elektronski obliki. / *All rights reserved. No part of this book may be reprinted or reproduced or utilized in any form or by any electronic, mechanical, or other means, now known or hereafter invented, including photocopying and recording, or in any information storage or retrieval system, without permission in writing from the publisher.*

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Univerzitetna knjižnica Maribor

311.1(075.8)

ERČULJ, Vanja

Planet statistika : raba statističnih testov / avtorici Vanja Erčulj, Ajda Šulc. - 1. izd. - Maribor : Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba, 2024

Sorodni elektronski vir: <http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/900>

ISBN 978-961-286-889-5

doi: 10.18690/um.fkkt.8.2024

COBISS.SI-ID 202907395

**ISBN** 978-961-286-889-5 (mehka vezava)

**DOI** <https://doi.org/10.18690/um.fvv.8.2024>

**Cena**  
*Price* 25,00 EUR

**Odgovorna oseba založnika** Prof. dr. Zdravko Kačič,  
*For publisher* rektor Univerze v Mariboru

**Citiranje** Erčulj, V., Šulc, A. (2024). *Planet statistika: raba statističnih testov*.  
*Attribution* Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba. doi:  
10.18690/um.fvv.8.2024



# Kazalo

<b>Predgovor</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Številске spremenljivke: intervali zaupanja</b> .....	<b>3</b>
1.1 Primer izračuna intervala zaupanja s statističnim programom PSPP.....	8
1.2 Primer izračuna intervala zaupanja s statističnim programom SPSS .....	11
<b>2 Številске spremenljivke: primerjava aritmetičnih sredin</b> .....	<b>15</b>
2.1 t-test za en vzorec.....	16
2.1.1 Primer uporabe t-testa za en vzorec in preverjanja hipoteze brez statističnega programa .....	18
2.1.2 Primer uporabe t-testa za en vzorec in preverjanje hipoteze s statističnim programom PSPP.....	19
2.1.3 Primer uporabe t-testa za en vzorec in preverjanje hipoteze s statističnim programom SPSS.....	21
2.1.4 Primer uporabe t-testa za en vzorec v raziskovalnem članku .....	23
2.2 t-test za neodvisna vzorca.....	24
2.2.1 Primer uporabe t-testa za neodvisna vzorca in preverjanja hipoteze brez statističnega programa .....	27
2.2.2 Primer uporabe t-testa za neodvisna vzorca in preverjanja hipoteze s statističnim programom PSPP .....	28
2.2.3 Primer uporabe t-testa za neodvisna vzorca in preverjanja hipoteze s statističnim programom SPSS.....	30
2.2.4 Primer uporabe t-testa za neodvisna vzorca v raziskovalnem članku.....	33
2.3 t-test za odvisna vzorca .....	34
2.3.1 Primer uporabe t-testa za odvisna vzorca in preverjanja hipoteze brez statističnega programa .....	36
2.3.2 Primer uporabe t-testa za odvisna vzorca s statističnim programom PSPP.....	37
2.3.3 Primer uporabe t-testa za odvisna vzorca in preverjanja hipoteze s statističnim programom SPSS.....	39
2.3.4 Primer uporabe t-testa za odvisna vzorca v raziskovalnem članku.....	41
2.4 Analiza variance (ANOVA) .....	43
2.4.1 Primer uporabe testa ANOVA in preverjanje hipoteze brez statističnega programa .....	47
2.4.2 Primer uporabe testa ANOVA in preverjanja hipoteze s statističnim programom PSPP.....	49
2.4.3 Primer uporabe testa ANOVA in preverjanja hipoteze s statističnim programom SPSS.....	53
2.4.4 Primer uporabe testa ANOVA v raziskovalnem članku.....	58

<b>3</b>	<b>Opisne spremenljivke: primerjava deležev.....</b>	<b>59</b>
3.1	Primer uporabe $\chi^2$ testa in preverjanje hipoteze brez statističnega programa .....	62
3.2	Primer uporabe $\chi^2$ testa in preverjanja hipoteze s statističnim programom PSPP ...	64
3.3	Primer uporabe $\chi^2$ testa in preverjanja hipoteze s statističnim programom SPSS....	66
3.4	Primer uporabe $\chi^2$ testa v raziskovalnem članku .....	68
<b>4</b>	<b>Povezanost (korelacija) .....</b>	<b>69</b>
4.1	Imenske spremenljivke .....	69
4.1.1	Primer uporabe $\chi^2$ testa za preverjanje povezanosti med spremenljivkama brez statističnega programa .....	73
4.1.2	Primer uporabe $\chi^2$ testa za preverjanje povezanosti med spremenljivkama s statističnim programom PSPP .....	75
4.1.3	Primer uporabe $\chi^2$ testa za preverjanje povezanosti med spremenljivkama s statističnim programom SPSS .....	78
4.1.4	Primer uporabe $\chi^2$ testa za preverjanje povezanosti med spremenljivkama v raziskovalnem članku.....	82
4.2	Urejenostne spremenljivke .....	82
4.2.1	Primer izračuna Spearmanovega koeficienta korelacije za preverjanje povezanosti med spremenljivkama brez statističnega programa .....	85
4.2.2	Primer izračuna Spearmanovega koeficienta korelacije s statističnim programom PSPP.....	87
4.2.3	Primer izračuna Spearmanovega koeficienta korelacije s statističnim programom SPSS.....	89
4.2.4	Primer uporabe Spearmanovega koeficienta korelacije v raziskovalnem članku .....	91
4.3	Številске spremenljivke.....	92
4.3.1	Primer izračuna Pearsonovega koeficienta korelacije za preverjanje povezanosti med spremenljivkama brez statističnega programa.....	96
4.3.2	Primer izračuna Pearsonovega koeficienta korelacije s statističnim programom PSPP .....	99
4.3.3	Primer izračuna Pearsonovega koeficienta korelacije s statističnim programom SPSS.....	102
4.3.4	Primer uporabe Pearsonovega koeficienta korelacije v raziskovalnem članku .....	106
<b>5</b>	<b>Napovedovanje (regresija).....</b>	<b>108</b>
5.1.	Primer izračuna regresijskih koeficientov (enačbe premice) brez statističnega programa .....	112
5.2	Primer izračuna regresijskih koeficientov s statističnim programom PSPP .....	116
5.3	Primer izračuna regresijskih koeficientov s statističnim programom SPSS .....	119
5.4	Primer uporabe linearne regresije v raziskovalnem članku .....	121
<b>6</b>	<b>Časovne vrste .....</b>	<b>123</b>
6.1	Primer izračuna indeksov in stopnje rasti.....	125
6.2	Linearni trend.....	126
6.3	Primer izračuna linearnega trenda s statističnim programom SPSS.....	127
6.4	Primer uporabe časovnih vrst v raziskovalnem članku .....	131
	<b>Literatura .....</b>	<b>132</b>



## Predgovor

Ključni del analize podatkov v statistiki je sklepanje iz vzorca na populacijo (**inferenčna statistika**). Vzorec je del populacije (npr. 100 policistov, izbranih izmed vseh policistov v Republiki Sloveniji v določenem koledarskem letu). Stremimo k temu, da je vzorec **reprezentativen** – odraža lastnosti populacije (v vzorcu je npr. približno takšen delež moških in žensk kot v populaciji, približno takšen delež uniformiranih policistov, kriminalistov in drugih kot v populaciji ter približno takšen delež mlajših, srednjih let ter starejših kot v populaciji). Vzorec je sestavljen iz statističnih enot oziroma kar enot (npr. vsak policist). Ko govorimo o majhnih vzorcih, imamo običajno v mislih vzorce velikosti 30 enot, ko govorimo o velikih vzorcih, pa več kot 30 enot (še raje pa 100 enot).

Vse statistične lastnosti, ki jih izračunamo na spremenljivkah, izmerjenih na enotah v vzorcu (npr. delež, aritmetična sredina, standardni odklon ...), imenujemo **statistike**, iste lastnosti, izračunane na populaciji, pa **parametri**. Statistike niso enake parametrom, saj se lahko od njih po slučaju razlikujejo. Sklepna (inferenčna) statistika se ukvarja z verjetnostnimi ocenami parametra – torej z neko verjetnostjo opiše vrednosti parametra – ter s testiranjem hipotez. **Hipoteze** so trditve o parametrih (na primer, da obstaja razlika med populacijskima aritmetičnima sredinama dveh skupin, da v populaciji obstaja povezanost med spremenljivkama itd.). Preverjamo jih s statističnimi testi. Ker so vsi izračuni statističnih lastnosti narejeni na vzorčnih podatkih, se ti praviloma razlikujejo od populacijskih čisto po

slučaju. S statističnimi testi preverimo, ali smo neke razlike med vzorčnimi aritmetičnimi sredinami skupin, neko vzorčno povezanost med spremenljivkama itd. opazili le po slučaju ali **dejansko** obstajajo razlike ali povezanost tudi v **populaciji**. **Ničelna hipoteza (ali domneva)** vedno trdi, da ni učinka, torej da ni razlik med aritmetičnima sredinama, da ni povezanosti med spremenljivkama (**ne predvideva učinka**). **Alternativna (nasprotna) hipoteza** pa je od ničelne ravno obratna (**predvideva učinek**).

V tem učbeniku predstavimo nekaj statističnih testov, ki jih uporabljamo za sklepanje iz vzorca na populacijo. Pri sklepanju vedno prevzamemo določeno, vnaprej dogovorjeno, tveganje, da je naš sklep, glede zavrnitve ničelne hipoteze, napačen. To tveganje imenujemo napaka I. vrste ali alfa ( $\alpha$ ) napaka oziroma tudi **stopnja značilnosti**. V statistiki običajno prevzemamo stopnjo značilnosti ali stopnjo tveganja  $\alpha = 0,05$  (ali 5 %). Obstaja sicer še napaka II. vrste ali beta napaka, ko nam ne uspe zavrniti napačne ničelne hipoteze.

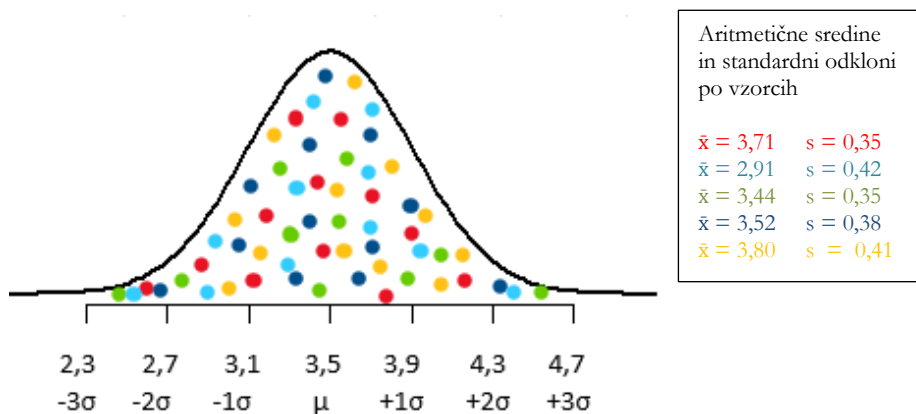
# 1 Številске spremenljivke: intervali zaupanja

Zanima nas povprečna ocena zadovoljstva polnoletnih državljanov Republike Slovenije (RS) z delom policije. Zadovoljstvo je merjeno na petstopenjski lestvici, kjer 1 pomeni sploh nisem zadovoljen do 5 sem popolnoma zadovoljen. Spremenljivko obravnavamo kot razmično (ali intervalno). Recimo, da se ocena zadovoljstva v populaciji porazdeljuje normalno s povprečno oceno 3,5 in standardnim odklonom 0,3 (slika 1.1).<sup>1</sup> Iz te populacije vzorčimo – uporabimo enostavno slučajno vzorčenje.<sup>2</sup> Predpostavimo, da raziskavo dela 5 raziskovalcev, neodvisno drug od drugega (podobno kot mnenjske raziskave o priljubljenosti političnih strank dela več raziskovalnih agencij hkrati). Točke označujejo enote, izbrane v vzorec, barva točk pa izbrano enoto posameznega raziskovalca. Na desni strani slike so izpisane povprečne ocene zadovoljstva za vsak posamezen vzorec. Opazimo, da so raziskovalci izračunali **različne ocene** povprečnega zadovoljstva z delom policije. **Oceni** aritmetične sredine, izračunani na izmerjenih vrednostih v **vzorcu**, rečemo **točkovna ocena aritmetične sredine**. Ta se od prave, populacijske, aritmetične sredine bolj ali manj razlikuje.

---

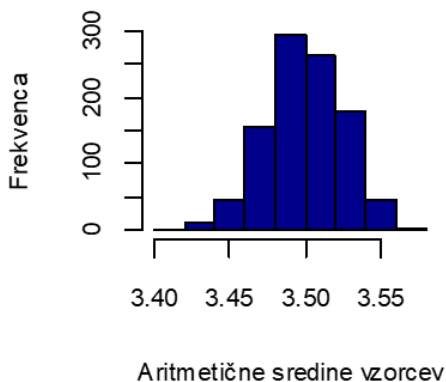
<sup>1</sup> Za boljše razumevanje preberite poglavje o normalni porazdelitvi v učbeniku Gremo, statistika! (Erčulj in Šulc, 2022).

<sup>2</sup> Vsaka enota ima enako verjetnost, da je izbrana v vzorec. Uporabimo žreb oziroma generator slučajnih števil.



Slika 1.1: Porazdelitev ocen zadovoljstva z delom policije v populaciji<sup>3</sup>.

Če bi vzeli veliko število vzorcev iz populacije, bi torej dobili različne ocene zadovoljstva z delom policije. Kaj bi se zgodilo, če bi ocene aritmetičnih sredin, ki smo jih izračunali na vsakem od vzorcev, prikazali s histogramom (slika 1.2)?



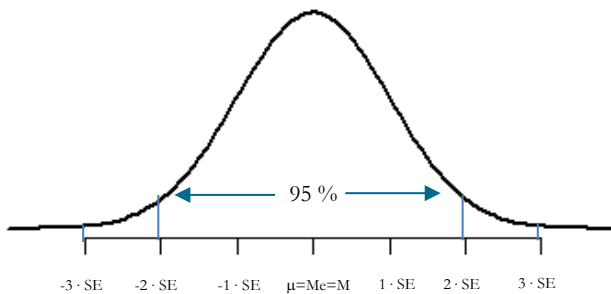
Slika 1.2: Porazdelitev vzorčnih aritmetičnih sredin – v koliko vzorcih smo izmerili posamezno povprečno oceno zadovoljstva s policijo.

<sup>3</sup> Točke označujejo enote, ki so bile izbrane v vzorec, barva točk pa posamezen vzorec, v katerega so bile izbrane.

Ugotovimo, da:

- se vzorčne aritmetične sredine porazdeljujejo približno normalno;
- je aritmetična sredina vseh vzorčnih aritmetičnih sredin enaka populacijski aritmetični sredini;
- je standardni odklon vzorčnih aritmetičnih sredin, ki mu rečemo **standardna napaka** ( $SE$ ), enak populacijskemu standardnemu odklonu<sup>4</sup> merjene spremenljivke, deljenemu s korenem iz velikosti vzorca ( $n$ ):  $SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ . Večji, kot je vzorec, manjša bo standardna napaka. To z drugimi besedami pomeni, da bo točkovna ocena aritmetične sredine, ki smo jo izračunali na svojem vzorcu, bolj natančna, če bo naš vzorec večji (za velik vzorec štejemo vzorec najmanj 30 enot, še bolje okrog 100 enot).

Spoznanje o normalnosti porazdelitve povprečij, izračunanih na velikih vzorcih, in o variabilnosti (standardni napaki) uporabimo za izračun **intervalne ocene** aritmetične sredine. Izračunamo interval, na katerem je z določeno gotovostjo tudi prava, populacijska, aritmetična sredina. Takemu intervalu rečemo **interval zaupanja**. Z uporabo znanja o normalni porazdelitvi (gl. učbenik *Gremo, statistika!* (Erčulj in Šulc, 2022)), lahko na primer izračunamo interval, na katerem je 95 % vseh vzorčnih aritmetičnih sredin (95-odstotni interval zaupanja). Že iz poznavanja zakonitosti normalne porazdelitve vemo, da je 95 % vrednosti okrog aritmetične sredine na intervalu približno dveh (natančneje pa 1,96) standardnih napak od nje (slika 1.3).



Slika 1.3: Interval, v katerem je 95 % vzorčnih aritmetičnih sredin.

<sup>4</sup> Standardnemu odklonu ocene zadovoljstva z delom policije, če bi pridobili oceno zadovoljstva od vseh polnoletnih prebivalcev RS.

Do vrednosti 1,96 pridemo, če izračunamo interval, nad katerim je srednjih 95 % vrednosti normalno porazdeljene slučajne spremenljivke, torej je le 2,5 % vrednosti večjih in le 2,5 % manjših (Erčulj in Šulc, 2022, str. 106).

Do vrednosti 1,96 torej pridemo ob poznanem deležu ( $p$ ) 2,5 % oz. 0,025. Če v celico Excela vtipkamo »=normsinv(0,025)«, dobimo vrednost  $-1,96$  (negativni predznak pomeni le, da smo levo od povprečja).

Interval, v katerem je 95 % vzorčnih aritmetičnih sredin, se torej izračuna po formuli:

$$\mu \pm 1,96 \cdot SE$$

Pravi, populacijski aritmetični sredini odštejemo približno 2 standardni napaki, da dobimo spodnjo mejo intervala zaupanja, ter prištejemo približno 2 standardni napaki, da dobimo zgornjo mejo intervala zaupanja, v katerem je z verjetnostjo 0,95 povprečje, izračunano na vzorcu ( $\bar{x}$ )

$$\mu - 1,96 \cdot SE < x < \mu + 1,96 \cdot SE$$

To bi seveda bilo smiselno, če bi dejansko poznali pravo, populacijsko aritmetično sredino in standardni odklon. Ker ju ne poznamo, neenačbi obrnemo: iz  $\mu - 1,96 SE < \bar{x}$  dobimo  $\mu < \bar{x} + 1,96 SE$  in iz  $\bar{x} < \mu + 1,96 SE$  še  $\bar{x} - 1,96 SE < \mu$ , kar združimo v zapis

$$\bar{x} - 1,96 \cdot SE < \mu < \bar{x} + 1,96 \cdot SE \rightarrow \frac{s}{\sqrt{n}}$$

V formuli za SE standardni odklon populacije ( $\sigma$ ) nadomestimo s standardnim odklonom v vzorcu ( $s$ ). Tako sta meji intervala zaupanja za povprečje v populaciji:

$$\bar{x} \pm 1,96 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Kjer je  $\bar{x}$  **točkovna ocena** aritmetične sredine, ki smo jo izračunali na **našem vzorcu**, in  $n$  velikost vzorca.

# PLANET STATISTIKA: RABA STATISTIČNIH TESTOV

VANJA ERČULJ, AJDA ŠULC

Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede, Ljubljana, Slovenija  
vanja.erculj@um.si, ajda.sulc@um.si

Analiza podatkov je ključen del raziskovalnega načrta. Cilj kvantitativne raziskave je posploševanje ugotovitev iz vzorca na populacijo. To nam omogoča inferenčna (sklepna) statistika. V učbeniku so predstavljeni temeljni koraki statističnega sklepanja. Prikazan je postopek testiranja hipotez in statistični testi s katerimi jih je mogoče testirati. Predstavljeni so nekateri temeljni, široko uporabljeni, statistični testi. Na praktičnem primeru je ilustrirana uporaba posameznega statističnega testa tako brez statističnega programa kot z uporabo statističnih programov PSPP in/ali SPSS. Podani so tudi primeri uporabe statističnih testov v raziskovalnih člankih. Učbenik je namenjen vsakomur, ki želi razumeti in uporabiti statistično sklepanje pri svojem raziskovalnem delu.

DOI  
[https://doi.org/  
10.18690/um.fvv.8.2024](https://doi.org/10.18690/um.fvv.8.2024)

ISBN  
978-961-286-889-5

**Ključne besede:**  
statistično sklepanje,  
inferenčna (sklepna)  
statistika,  
testiranje hipotez,  
intervali zaupanja,  
časovne vrste,  
korelacija,  
statistični testi,  
p-vrednost,  
PSPP,  
SPSS



Univerzitetna založba  
Univerze v Mariboru

**DOI**  
[https://doi.org/  
10.18690/um.fvv.8.2024](https://doi.org/10.18690/um.fvv.8.2024)

**ISBN**  
978-961-286-889-5

**Keywords:**  
statistical inference,  
inferential statistics,  
hypothesis testing,  
confidence intervals,  
time series,  
correlation,  
statistical tests,  
p-value,  
PSPP,  
SPSS

# PLANET STATISTICS: USE OF STATISTICAL TESTS

VANJA ERČULJ, AJDA ŠULC

University of Maribor, Faculty of Criminal Justice and Security, Ljubljana, Slovenia  
[vanja.erculj@um.si](mailto:vanja.erculj@um.si), [ajda.sulc@um.si](mailto:ajda.sulc@um.si)

Data analysis is a key part of the research design. The aim of quantitative research is to generalise findings from a sample to a population. This is made possible by inferential statistics. This textbook presents the basic steps of statistical reasoning. The process of hypothesis testing and the statistical tests that can be used to test hypotheses are provided. Some basic, widely used, statistical tests are presented. A practical example illustrates the use of an individual statistical test, both without a statistical program and using PSPP and/or SPSS. Examples of the use of statistical tests in research articles are also given. The textbook is intended for anyone who wants to understand and apply statistical reasoning in their research work.

