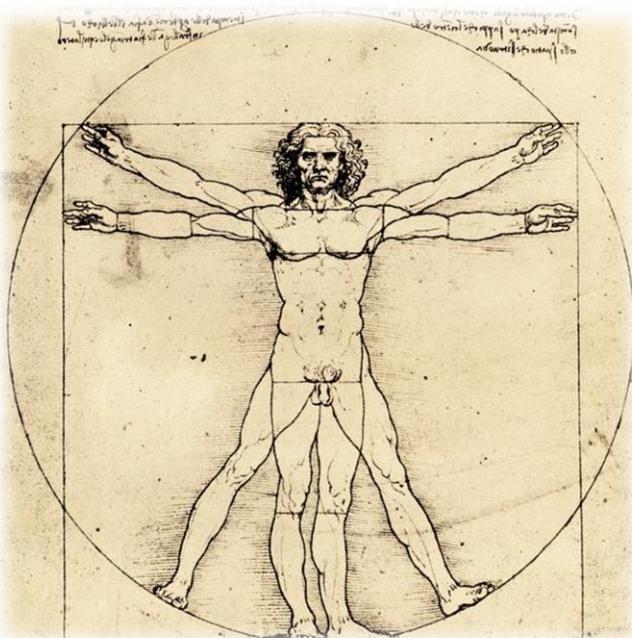


**Osnovna šola Tržič**

## **ČLOVEK V KVADRATU**

**Matematika**

**Raziskovalna naloga**



**Avtorja:** Timotej Leitinger  
Nejc Rozman

**Mentorici:** Romana Turk, predm. učit.  
Maruša Turk, mag. medic. fiz.

Tržič, 2019/2020



**Naslov naloge:**

**ČLOVEK V KVADRATU**

**Področje:**

MATEMATIKA

**Avtorja:**

Timotej Leitinger

Nejc Rozman

**Mentorici:**

Romana Turk, predm. učit.  
Maruša Turk, mag. medic. fiz.

**Jezikovni pregled:**

Azemina Cinac, prof.

**Leto izdelave:**

2019/2020

**Šola:**

Osnovna šola Tržič

Izdelek je evidentiran v šolski knjižnici.

## POVZETEK

Naslov naloge: ČLOVEK V KVADRATU

Področje: MATEMATIKA

Avtorja: Timotej Leitinger, Nejc Rozman

Šola: Osnovna šola Tržič

Mentorica: Romana Turk, predm. učit.

### POVZETEK:

Leonardo da Vinci je predpostavil, da so ljudje, pri katerih je telesna višina enaka dolžini iztegnjenih rok, idealno simetrični. Najnaj glavni cilj je bil to trditev preveriti. Dodatno sva preverila tudi, ali sta človekovi obrazni polovici simetrični.

Izmerila sva telesno višino in razpon rok 50 ljudi. Tisti, pri katerih je bilo razmerje med telesno višino in dolžino iztegnjenih rok enako 1, so bili označeni kot idealno simetrični. Simetrijo obraza sva preverila tako, da sva primerjala razdalji med središčno točko nosnega pretina in koncem leve ter desne ličnice. Kako različni sta leva in desna polovica obraza, sva pogledala tudi s pomočjo digitalne fotografije, kjer sva sestavila sliko obraza iz dveh levih in dveh desnih polovic obraza.

V 24 % meritev sta bili telesna višina in dolžina iztegnjenih rok enaki. Ugotovila sva, da devet obrazov prostovoljcev ni povsem simetričnih. Le en prostovoljec je imel razmerje v razdalji med središčno točko nosnega pretina in levo ter desno ličnico enako.

Ugotovila sva, da je Leonardo da Vinci pravilno predvidel, da je razmerje med telesno višino človeka in njegovim razponom rok lahko 1. Pri večini meritev je razmerje le malo odstopalo od 1. Pri 9/10 prostovoljcev je očitno, da obrazni polovici nista simetrični.

**KLJUČNE BESEDE:** Leonardo da Vinci, simetrija človeškega telesa, odvisnost med telesno višino in razponom rok, simetrija obraza.

**ABSTRACT:**

Leonardo da Vinci suggested that body height equals the length of outstretched arms. Our main goal was to validate this statement. Additionally, we evaluated if facial halves are symmetric.

Body height and the length of outstretched arms was measured on 50 volunteers. If the ratio between body height and length of outstretched arms was 1, the volunteer was marked as ideally symmetric. For facial symmetry, lengths from nasal septum to the left cheek and to the right cheek were compared. With digital image processing, we additionally evaluated facial symmetry.

In 24 % of cases the ratio between body height and the length of outstretched arms was 1. The left and right face halves were not symmetric in nine volunteers. In only one volunteer, face halves were equal.

We show strong connection between body height and the length of outstretched arms, confirming Leonardo da Vinci's statement which suggests that the ratio between this two quantities can be 1. In 9/10 volunteers no facial symmetry was observed.



## ZAHVALA

Pri delu nama je zelo pomagala Maruša Turk. Za njene kritične pripombe, smernice za delo se ji iskreno zahvaljujeva.

## KAZALO VSEBINE

<b>1.</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1	CILJI .....	2
1.2	HIPOTEZE.....	2
<b>2.</b>	<b>TEORETIČNE PREDPOSTAVKE .....</b>	<b>3</b>
2.1	LEONARDO DA VINCI .....	3
2.2	KAJ SO SIMETRIJE .....	3
2.3	SIMETRIJE V FIZIKI.....	3
2.4	SIMETRIJE V MATEMATIKI.....	4
<b>3.</b>	<b>EMPIRIČNI DEL.....</b>	<b>7</b>
3.1	MERJENJE VIŠINE TELESA IN RAZPONA ROK.....	7
3.1.1	<i>izvedba meritev .....</i>	7
3.1.2	<i>MERITVE .....</i>	10
3.1.3	<i>OBDELAVA PODATKOV.....</i>	12
3.1.4	<i>IDEALNO SIMETRIČNI .....</i>	14
3.2	SIMETRIJA OBRAZA .....	16
3.2.1	<i>IZVEDBA MERITEV .....</i>	27
3.2.2	<i>MERITVE .....</i>	28
<b>4.</b>	<b>ZAKLJUČKI .....</b>	<b>30</b>
4.1	UGOTOVITVE .....	30
4.2	RAZPRAVA .....	31
<b>5.</b>	<b>PREDLOGI ZA NADALJNJE DELO .....</b>	<b>32</b>
<b>6.</b>	<b>VIRI IN LITERATURA.....</b>	<b>33</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Primer bilateralne simetrije .....	4
Slika 2: Primer poliedrov.....	5
Slika 3: Merjenje telesne višine .....	7
Slika 4: Merjenje telesne višine .....	8
Slika 5: Merjenje razpona rok .....	9
Slika 6: Razpon rok proti telesni višini .....	12
Slika 7: Idealno simetrični (odstotki) .....	16
Slika 8: Dve levi polovici Nejčevega obraza .....	17
Slika 9: Dve desni polovici Nejčevega obraza .....	17
Slika 10: Fotografija Nejčevega obraza pred zrcaljenjem .....	17
Slika 11: Dve levi polovici Timotejevega obraza .....	18
Slika 12: Dve desni polovici Timotejevega obraza .....	18
Slika 13: Fotografija Timotejevega obraza pred zrcaljenjem .....	18
Slika 14: Dve levi polovici Nalinega obraza .....	19
Slika 15: Dve desni polovici Nalinega obraza .....	19
Slika 16: Fotografija Nalinega obraza pred zrcaljenjem .....	19
Slika 17: Dve levi polovici Nikovega obraza .....	20
Slika 18: Dve desni polovici Nikovega obraza .....	20
Slika 19: Fotografija Nikovega obraza pred zrcaljenjem .....	20
Slika 20: Dve levi polovici obraza Nejčevega strica .....	21
Slika 21: Dve desni polovici obraza Nejčevega strica .....	21
Slika 22: Fotografija Nejčevega strica pred zrcaljenjem .....	21
Slika 23: Dve levi polovici obraza Nejčeve matere .....	22
Slika 24: Dve desni polovici obraza Nejčeve matere .....	22
Slika 25: Fotografija Nejčeve matere pred zrcaljenjem .....	22
Slika 26: Dve levi polovici obraza Nejčevega očeta .....	23
Slika 27: Dve desni polovici obraza Nejčevega očeta .....	23
Slika 28: Fotografija Nejčevega očeta pred zrcaljenjem .....	23
Slika 29: Dve levi polovici obraza Nejčeve babice .....	24
Slika 30: Dve desni polovici obraza Nejčeve babice .....	24
Slika 31: Fotografija Nejčeve babice pred zrcaljenjem .....	24
Slika 32: Dve levi polovici obraza Nejčeve sestre .....	25
Slika 33: Dve desni polovici obraza Nejčeve sestre .....	25
Slika 34: Fotografija obraza Nejčeve sestre pred zrcaljenjem .....	25
Slika 35: Dve levi polovici obraza Timotejeve matere .....	26
Slika 36: Dve desni polovici obraza Timotejeve matere .....	26
Slika 37: Fotografija Timotejeve matere pred zrcaljenjem .....	26
Slika 38: Izvedba meritev, prikazana na Nejčevem obrazu .....	27
Slika 39: Prikazana je odvisnost med dolžino levo od nosu do izrastka ličnice proti dolžini desno od nosu do izrastka ličnice .....	29

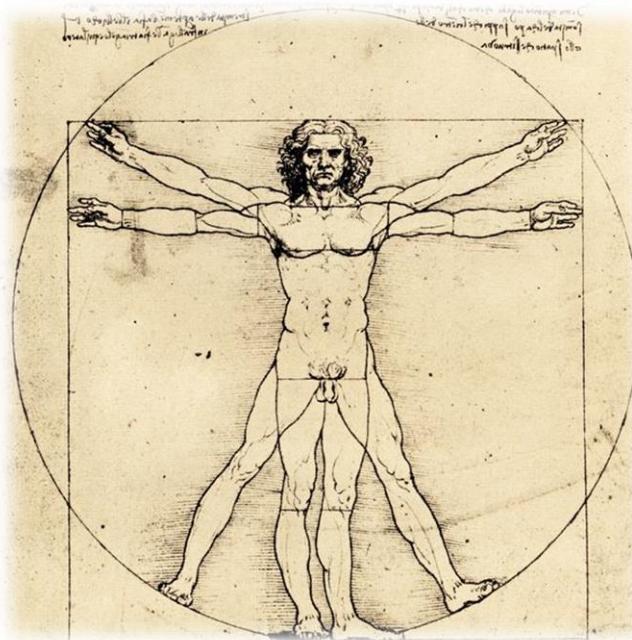


## KAZALO TABEL

Tabela 1: Meritve razpona rok in telesne višine .....	10
Tabela 2: Meritve razpona rok in telesne višine z razmerjem .....	14
Tabela 3: Razmerje obrazov .....	28
Tabela 4: Primerjava simetrije obrazov med starostjo .....	29

## 1. UVOD

Idejo za raziskovalno nalogu sva dobila pri pouku matematike. Ko smo omenjali simetrijo, je bila prikazana slika Vitruvijevega človeka. Ta slika nama je dala navdih za nalogo.



Z idejo nama je pomagala tudi najina somentorica Maruša Turk. Pomagala nama je z gradivom in razlagom neznanih pojmov.

Za raziskovanje sva izbrala simetrijo človeškega telesa, ki jo je že dolgo tega opisal Leonardo da Vinci.

Ker so naju simetrije človeškega telesa zanimale, sva se odločila preučiti in raziskati da Vincijev teorijo »homo ad quadratum« (lat. človek v kvadratu).

Z merjenjem telesne višine in razponom rok ljudi sva preučila njegovo teorijo o popolnem človeku.

Proučila sva tudi razmerja človeškega obraza. To sva naredila tako, da sva merila razdalji med dvema določenima točkama na levi in desni strani obrazov in središčno točko pod nosom prostovoljcev.

Rezultate sva prikazala grafično in ugotovila, da so popolne simetrije zelo redke.

## 1.1 CILJI

---

Zastavila sva si sledeče cilje:

- V nalogi sva želela preveriti da Vincijevo predpostavko o razmerjih človeškega telesa: telesna višina je enaka razponu rok.

Na podlagi meritev višine telesa prostovoljcev in njihovega razpona rok sva želela ugotoviti, ali drži trditev: razdalja med podplati iztegnjenih nog do vrha glave je enaka kot razpon rok (vodoravno).

- Primerjati levo in desno polovico obrazov desetih prostovoljcev in ugotoviti, ali sta enaki oz. kakšno je razmerje med njima.

## 1.2 HIPOTEZE

---

Postavila sva naslednje hipoteze:

### 1. HIPOTEZA

Glede na to, da idealne simetrije v naravi ni, predpostavljava, da »idealno simetričnih« (Razmerje med telesno višino in razponom rok je enako1.) ljudi ni.

### 2. HIPOTEZA

Če zrcalimo levo in desno polovico obraza, dobimo povsem simetrično podobo.

### 3. HIPOTEZA

Da Vincijeva teorija, da sta človekova telesna višina in dolžina njegovih iztegnjenih rok enaki ali skoraj enaki, ne drži.

## 2. TEORETIČNE PREDPOSTAVKE

---

### 2.1 LEONARDO DA VINCI

---

Leonardo da Vinci je bil velik umetnik in hkrati genij, ki je živel v času italijanske renesanse. Temeljito znanje matematike je Leonardo pridobil od prijatelja Luka Paciolija. Skupaj z njim je Leonardo poizkušal razrešiti že dolgo znano nalogu »kvadraturo kroga«. Tako je tudi nastala znamenita skica (na prvi strani) imenovana »Simetrija človeškega telesa po Vitruviju«. Skica prikazuje sliko popolnega človeka v dveh položajih. Pri prvem se s konicami prstov dotika kvadrata (*homo ad quadratum*), pri drugem pa se dotika kroga (*homo ad circulum*). Edina razlaga k tej sliki, ki jo je Leonardo pripisal zraven, je bila: »Jaz kvadriram krog ...« Na koncu so znanstveniki ugotovili, da naj bi skica prikazovala Leonardov predlog za domnevno razrešitev naloge »kvadratura kroga<sup>1</sup>«. Navidezna simetrija človeškega telesa ne zajema njegovih notranjih organov. Dejansko se lahko zgodi, da je pri simetrični rasti organov ogroženo človekovo življenje. Leonardo je preučeval razmerje človeškega telesa in posebej njegovo bilateralno simetrijo, da bi izboljšal realizem svojih risb in slik.

### 2.2 KAJ SO SIMETRIJE

---

Če obstaja vsaj ena premica, čez katero se množica prezrcali sama vase, je množica točk v ravnini simetrična.

### 2.3 SIMETRIJE V FIZIKI

---

V splošnem ima v fiziki simetrija velik pomen. Vsi pojavi v fiziki lahko potekajo pri zamenjavi leve in desne strani. To zrcalno simetrijo imenujemo PARNOST.

V naravi pa obstajajo tudi pojavi, pri katerih se parnost ne ohranja. Simetrija se pojavlja tudi v svetu osnovnih delcev – atomov.

---

<sup>1</sup> Klasičen problem v geometriji, kako bi iz danega kroga naredili kvadrat z enako ploščino, kot je ploščina kroga.

Simetrije matematično opišemo v teoriji grup. Grupe so matematični pripomoček, s katerim si v zadnjih letih prizadevajo združiti različne interakcije in urediti veliko število osnovnih delcev.

## 2.4 SIMETRIJE V MATEMATIKI

---

V vsakdanji govorici se beseda simetrija uporablja razmeroma ohlapno in nakazuje eleganco razmerij.

V matematiki pa ima precej precizen pomen. Oblika je simetrična, če je videti natanko enaka, potem ko jo transformiramo na določen način – taka transformacija je lahko zrcaljenje, rotacija, translacija, raztezanje, krčenje. Vsaka taka transformacija se imenuje simetrija določenega telesa. Najpreprostejši matematični izgled je bilateralna simetrija, v kateri sta leva in desna stran telesa identični, samo prezrcaljeni. Človeško telo ima na izgled tako simetrijo. A ko si telo pogledamo bližje, ugotovimo, da je npr. lok obrvi drugačen od druge.



*Slika 1: Primer bilateralne simetrije*

V glavnem so v grški matematiki pravilni liki simetrični liki, torej so koti in stranice skladni.

Poliedri so telesa, ki ga v prostoru imenujejo ravne ploskve. Polieder je pravilen, kadar so vse mejne ploskve skladni in pravilni liki in če se v vseh ogliščih stika enako število robov. Poliedre lahko imenujemo tudi platonska telesa. V prostorskem oglišču poliedra se morajo stikati vsaj tri ravninske stranske ploskve. Ker je polieder pravilen, je dovolj,

če vemo samo, kaj se dogaja enemu oglišču. Če hočeš izoblikovati oglišče, mora biti vsota vseh kotov v stranskih ploskvah manj kot 360 stopinj, drugače bi ploskve ležale v isti ravnini.

Koliko mejnih ploskev bi lahko vzeli pri posameznem liku, da ne bi ploskve ležale v isti ravnini:

- trikotnik – 3 ploskve (ker je vsota 180 stopinj), 4 ploskve (ker je vsota 240 stopinj), 5 ploskev (ker je vsota 300 stopinj);
- kvadrat – 3 ploskve (ker je vsota 270 stopinj);
- petkotnik – 3 ploskve (ker je vsota 324 stopinj);
- ostali pravilni liki pa presegajo 360 stopinj, zato to ni možno.

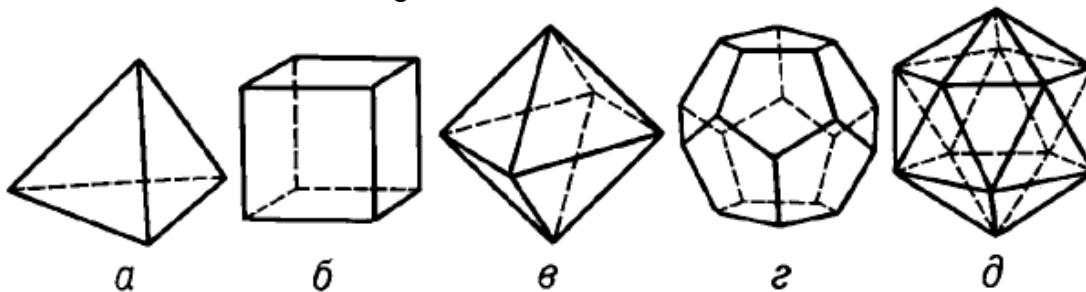
Med pravilne poliedre spadajo:

- tetraeder – 4 stranske ploskve (trikotniki);
- heksaeder – 6 stranskih ploskev (kvadratov);
- oktaeder – 8 stranskih ploskev (trikotnikov);
- dodekaeder – 12 stranskih ploskev (pravilnih petkotnikov);
- ikozaeder – 20 stranskih ploskev (trikotnikov).

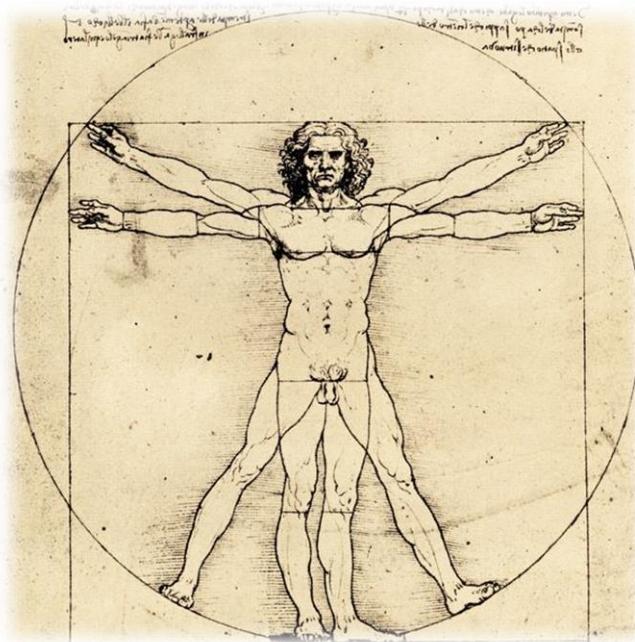
Obstaja pa tudi 13 Arhimedovih teles (telesa, ki so sestavljena iz pravilnih likov, ampak ne iz istih), npr. prirezani ikozaeder, ki je sestavljen iz 20 pravilnih šestkotnikov in 12 pravilnih petkotnikov.

Platonska in Arhimedova telesa najdemo v zemeljski skorji:

- heksaederska oblika je svinčena ruda in kamena sol,
- oktaedrske kristale tvori fluorit,
- dodekaedrske kristale tvori granat.



Slika 2: Primer poliedrov



Leonardo da Vinci je pod sliko komentiral:

- a) telesna višina je enaka dolžini iztegnjenih rok,
- b) ena desetina telesne višine je od začetka lasišča do spodnjega dela brade,
- c) ena osmina telesne višine je od spodnjega dela brade do temena glave,
- d) ena sedmina telesne višine je od vrha prsnega koša do začetka lasišča,
- e) ena šestina telesne višine je od vrha prsnega koša do temena glave,
- f) ena četrtina telesne višine je največja širina ramen,
- g) ena četrtina telesne višine je od prsnega koša do temena glave,
- h) ena osmina telesne višine je od komolca do pazduhe,
- i) ena četrtina telesne višine je od komolca do konca dlani,
- j) sedmina telesne višine je stopalo,
- k) razdalja med podplati iztegnjenih nog do vrha glave je enaka kot razpon rok (vodoravno).

Da Vinci je predpostavil, da je človek, katerega telesna višina ustreza dolžini iztegnjenih rok ali ima razdaljo od podplatov do vrha glave in razpon rok enaki, idealno simetričen.

## 3. EMPIRIČNI DEL

---

### 3.1 MERJENJE VIŠINE TELESA IN RAZPONA ROK

---

#### 3.1.1 IZVEDBA MERITEV

---

Merila sva dolžino rok od sredinca leve roke do sredinca desne roke in telesno višino.

Pri merjenju telesne višine sva uporabljala napravo za merjenje telesne višine, ki jo uporabljamo pri športni vzgoji.

Pri merjenju razpona rok sva uporabljala meter za merjenje. Ko sva merila, sva morala paziti, da so prostovoljci, ki smo jih merili, stali vzravnano, z glavo so morali gledali naravnost, noge pa so imeli skupaj. Merila sva v telovadnici OŠ Tržič.

Starost izmerjenih ljudi je bila od 10 do 60 let.



Slika 3: Merjenje telesne višine



Slika 4: Merjenje telesne višine



Slika 5: Merjenje razpona rok

---

### 3.1.2 MERITVE

---

Na začetku najinega raziskovanja sva morala najprej pridobiti podatke. Podatke sva pridobila z merjenjem človekovega razpona rok in njegove višine. Pri pridobivanju podatkov so nama pomagali najini domači, prijatelji in učenci osnovne šole Tržič, katerim se zelo zahvaljujeva.

Izmerjene osebe so bile stare od 10 do 60 let.

Podatki so naslednji:

*Tabela 1: Meritve razpona rok in telesne višine*

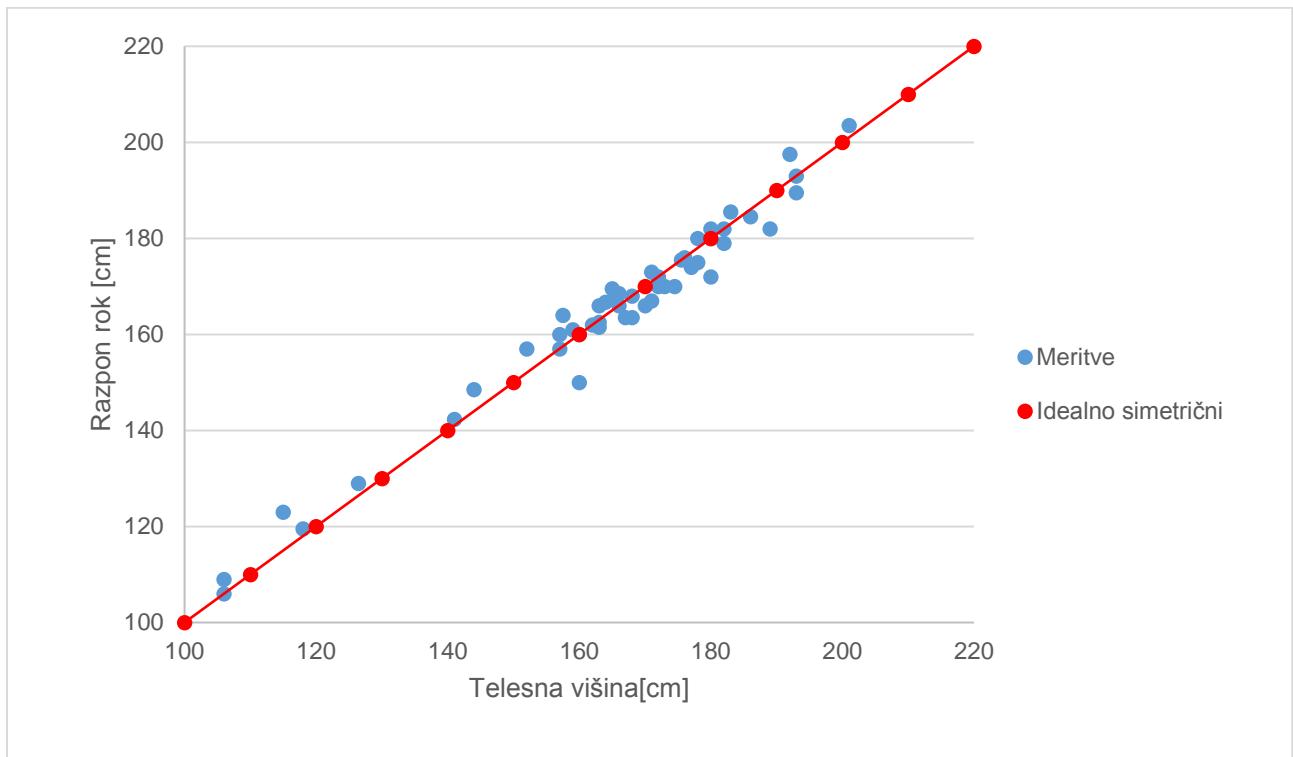
	RAZPON ROK [cm]	TELESNA VIŠINA [cm]
1	106	109
2	106	106
3	115	123
4	118	119,5
5	126,4	129
6	141	142,3
7	144	148,5
8	152	157
9	157	160
10	157	157
11	157,5	164
12	159	161
13	160	160
14	160	150
15	162	162
16	163	166
17	163	162,5
18	163	161,5
19	164	166,7
20	165	169,5
21	165,5	167,5

22	166	168,5
23	166	166
24	167	163,5
25	168	168
26	168	163,5
27	170	166
28	171	173
29	171	167
30	172	172
31	172	170
32	173	170
33	174,5	170
34	175,5	175,5
35	176	176
36	177	174
37	178	180
38	178	175
39	180	182
40	180	180
41	180	172
42	182	182
43	182	179
44	183	185,5
45	186	184,5
46	189	182
47	192	197,5
48	193	193
49	193	189,5
50	201	203,5

### 3.1.3 OBDELAVA PODATKOV

Podatke sva predstavila z razsevnim diagramom in nato izračunala mediano vseh višin ljudi in mediano vseh dolžin, ki predstavljajo razpon rok.

Mediana ali središčnica je srednja vrednost, od katere je polovica podatkov manjše ali enake vrednosti, druga polovica pa večje ali enake.



Slika 6: Razpon rok proti telesni višini

$$M_e(\text{višina}) = 167,25 \text{ cm}$$

$$M_e(\text{razpon rok}) = 167,5 \text{ cm}$$

- ✓ Za točke v **1. kvadrantu** mora veljati:  
višina je manjša od 167,25 cm in razpon rok je manjši od 167,5 cm.
- ✓ Za točke v **2. kvadrantu** mora veljati:  
višina je večja od 167,25 cm in razpon rok je manjši od 167,5 cm.
- ✓ Za točke v **3. kvadrantu** mora veljati:  
višina je večja od 167,25 cm in razpon rok je večji od 167,5 cm.
- ✓ Za točke v **4. kvadrantu** mora veljati:  
višina je manjša od 167,25 cm in razpon rok je večji od 167,5 cm.

Skupaj je v 1. in 3. kvadrantu 44 točk, medtem ko je v 2. in 4. kvadrantu samo 6 točk.

### 3.1.4 IDEALNO SIMETRIČNI

Poleg postavljene hipoteze sva se odločila, da ugotoviva še, kolikšen delež izmerjenih ljudi je idealno simetričnih. Delež idealno simetričnih ljudi sva prikazala s tortnim diagramom.

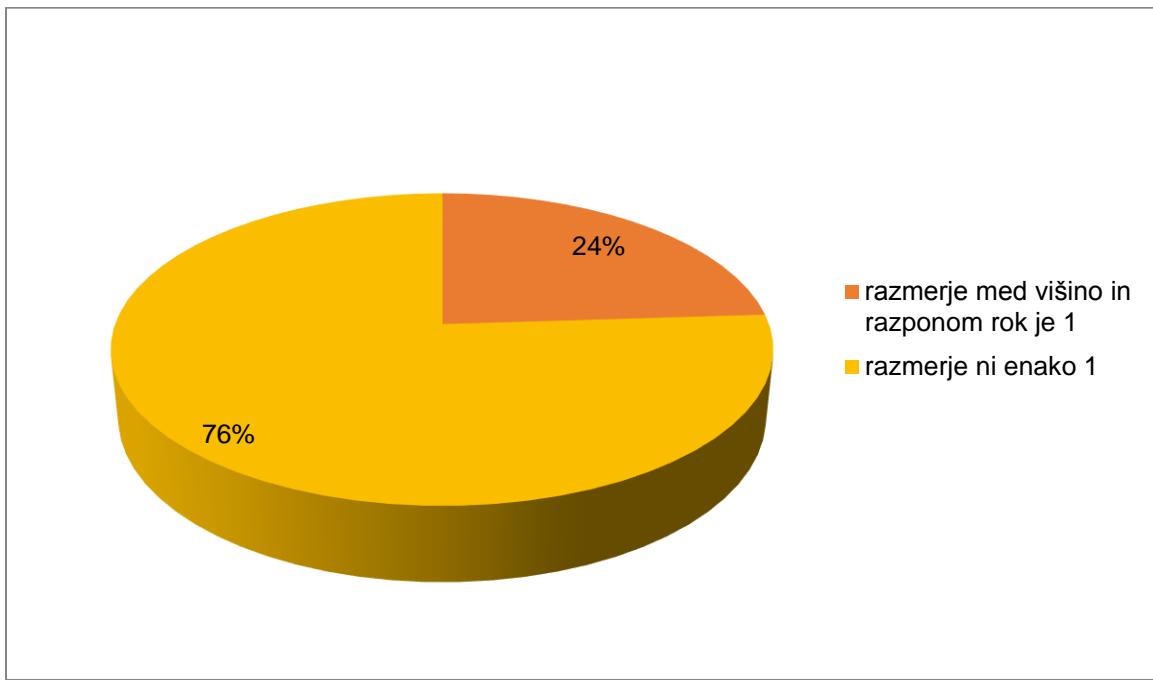
Izračunala sva razmerje med razponom rok in višino. Razmerje idealno simetričnih ljudi je enako 1.

*Tabela 2: Meritve razpona rok in telesne višine z razmerjem*

	RAZPON ROK [cm]	TELESNA VIŠINA [cm]	RAZPON ROK /VIŠINA
1	106	109	0,9725
2	106	106	1,0000
3	115	123	0,9350
4	118	119,5	0,9874
5	126,4	129	0,9798
6	141	142,3	0,9909
7	144	148,5	0,9697
8	152	157	0,9682
9	157	160	0,9813
10	157	157	1,0000
11	157,5	164	0,9604
12	159	161	0,9876
13	160	160	1,0000
14	160	150	1,0667
15	162	162	1,0000
16	163	166	0,9819
17	163	162,5	1,0031
18	163	161,5	1,0093
19	164	166,7	0,9838
20	165	169,5	0,9735
21	165,5	167,5	0,9881

22	166	168,5	0,9852
23	166	166	1,0000
24	167	163,5	1,0214
25	168	168	1,0000
26	168	163,5	1,0275
27	170	166	1,0241
28	171	173	0,9884
29	171	167	1,0240
30	172	172	1,0000
31	172	170	1,0118
32	173	170	1,0176
33	174,5	170	1,0265
34	175,5	175,5	1,0000
35	176	176	1,0000
36	177	174	1,0172
37	178	180	0,9889
38	178	175	1,0171
39	180	182	0,9890
40	180	180	1,0000
41	180	172	1,0465
42	182	182	1,0000
43	182	179	1,0168
44	183	185,5	0,9865
45	186	184,5	1,0081
46	189	182	1,0385
47	192	197,5	0,9722
48	193	193	1,0000
49	193	189,5	1,0185
50	201	203,5	0,9877

Idealno razmerje med telesno višino človeka in razponom rok ima 12 ljudi.



Slika 7: Idealno simetrični (odstotki)

### 3.2 SIMETRIJA OBRAZA

---

V šoli sva preučevala simetrijo človeškega obraza, zato sva se fotografirala in s pomočjo učiteljice za računalništvo v aplikaciji PhotoFiltre navpično razdelila slike na dva dela in kopirala ter zrcalila polovice slik.

Zbrala sva še 8 prostovoljcev, ki so se za najino nalogo fotografirali. Po končni obdelavi fotografij je nastalo naslednje:



Slika 8: Dve levi polovici Nejčevega obraza



Slika 9: Dve desni polovici Nejčevega obraza



Slika 10: Fotografija Nejčevega obraza pred zrcaljenjem

NEJC



Slika 11: Dve levi polovici Timotejevega obraza



Slika 12: Dve desni polovici Timotejevega obraza



Slika 13: Fotografija Timotejevega obraza pred zrcaljenjem

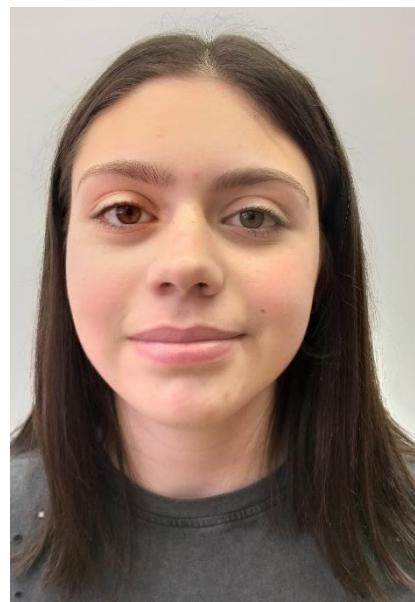
TIMOTEJ



Slika 14: Dve levi polovici Nalinega obraza



Slika 15: Dve desni polovici Nalinega obraza



Slika 16: Fotografija Nalinega obraza pred zrcaljenjem

NALI



*Slika 17: Dve levi polovici Nikovega obraza*

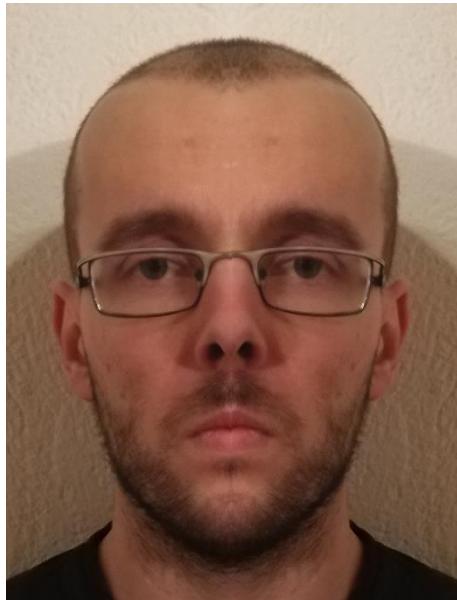


*Slika 18: Dve desni polovici Nikovega obraza*

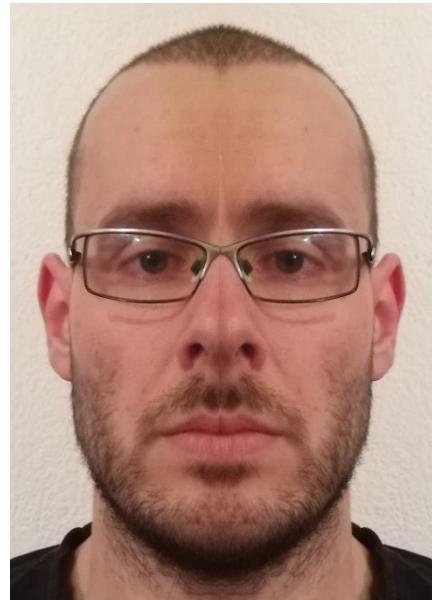


*Slika 19: Fotografija Nikovega obraza pred zrcaljenjem*

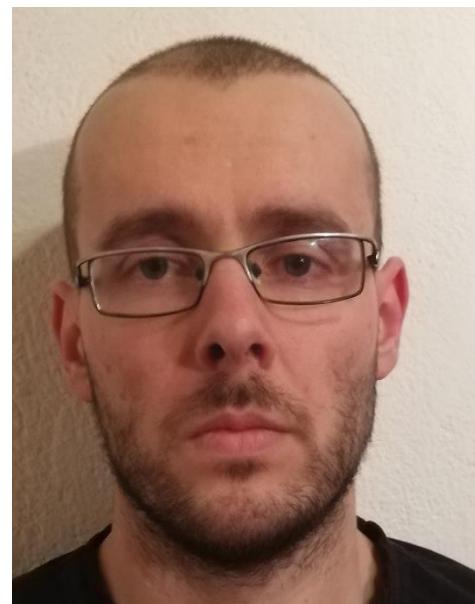
NIK



*Slika 20: Dve levi polovici obraza  
Nejčevega strica*



*Slika 21: Dve desni polovici obraza  
Nejčevega strica*



*Slika 22: Fotografija Nejčevega strica pred zrcaljenjem*

ROŽLE



*Slika 23: Dve levi polovici obraza Nejčeve matere*



*Slika 24: Dve desni polovici obraza Nejčeve matere*



*Slika 25: Fotografija Nejčeve matere pred zrcaljenjem*

ANA



*Slika 26: Dve levi polovici obraza Nejčevega očeta*



*Slika 27: Dve desni polovici obraza Nejčevega očeta*

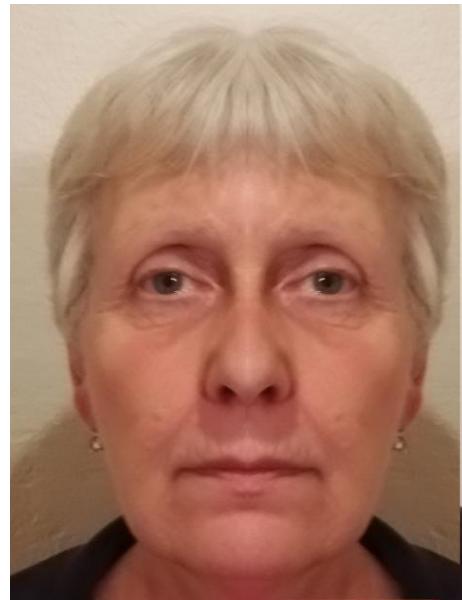


*Slika 28: Fotografija Nejčevega očeta pred zrcaljenjem*

JERNEJ



Slika 29: Dve levi polovici obraza Nejčeve babice



Slika 30: Dve desni polovici obraza Nejčeve babice



Slika 31: Fotografija Nejčeve babice pred zrcaljenjem

DUŠA



Slika 32: Dve levi polovici obraza Nejčeve sestre



Slika 33: Dve desni polovici obraza Nejčeve sestre



Slika 34: Fotografija obraza Nejčeve sestre pred zrcaljenjem

MANCA



*Slika 35: Dve levi polovici obraza Timotejeve matere*



*Slika 36: Dve desni polovici obraza Timotejeve matere*



*Slika 37: Fotografija Timotejeve matere pred zrcaljenjem*

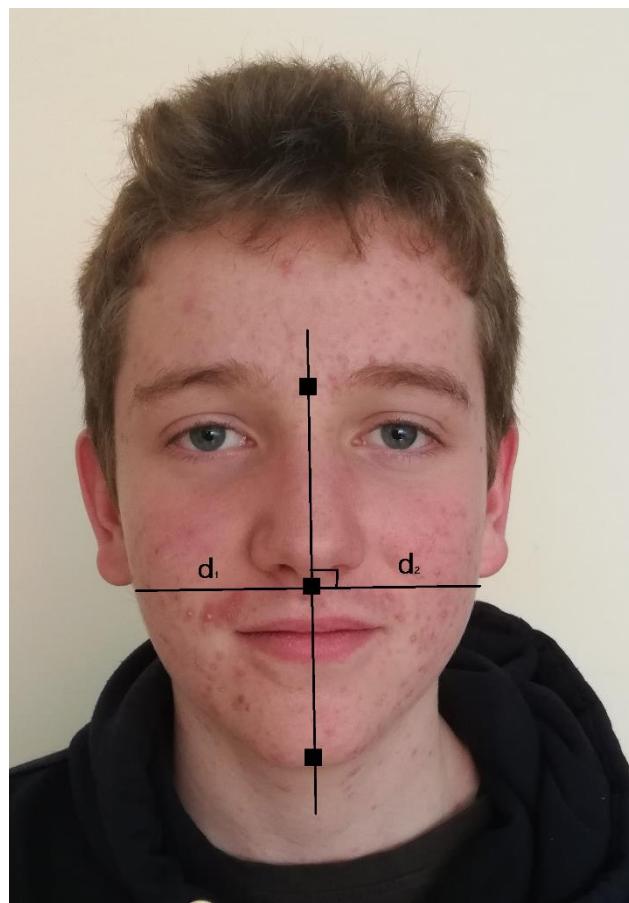
ISABELLE

---

### 3.2.1 IZVEDBA MERITEV

---

Za določitev simetrije leve in desne polovice obraza sva določila meritev od točke pod nosom do izrastka ličnice. Zaradi razlike v oddaljenosti obraza od fotoaparata so nekatere fotografije imele drugačne rezultate meritev. Zaradi tega sva izračunala še razmerje.



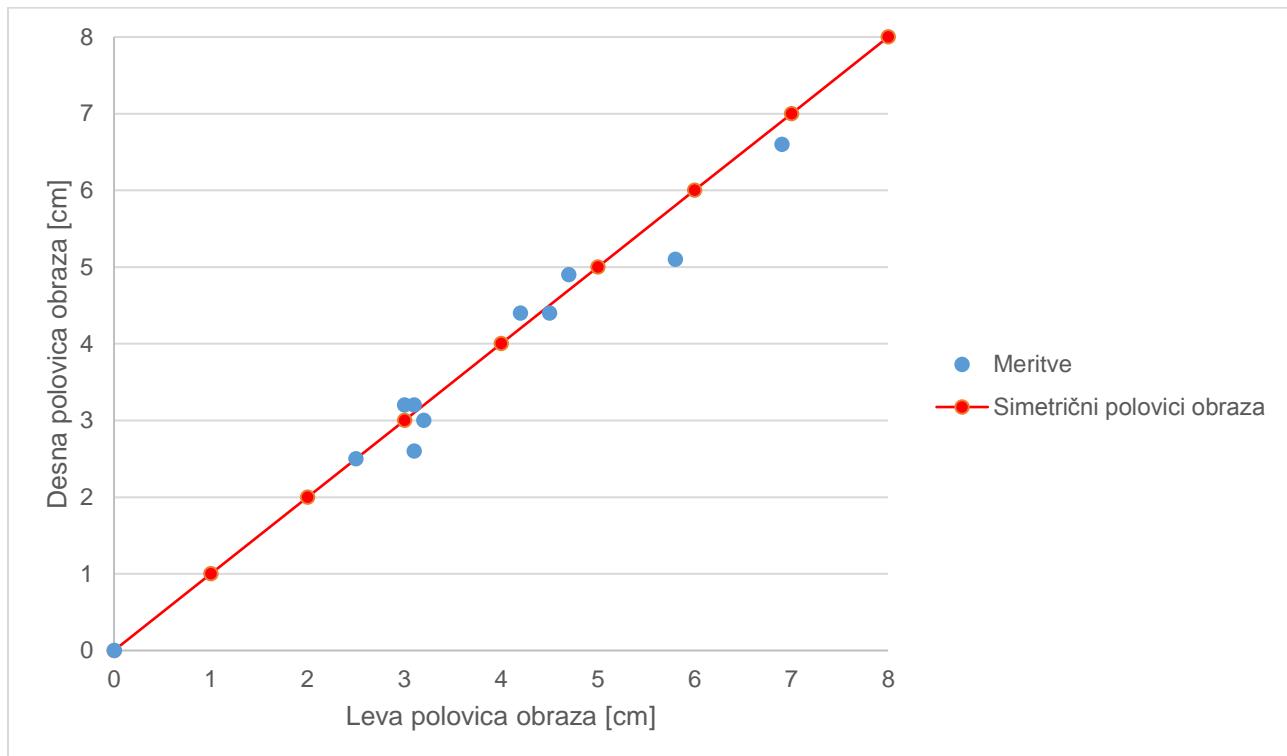
Slika 38: Izvedba meritev, prikazana na Nejčevem obrazu

### 3.2.2 MERITVE

Tabela 3: Razmerje obrazov

	Dolžina levo od nosu [d1] [cm]	Dolžina desno od nosu [d2] [cm]	Razmerje
Nejčev obraz	3,1	3,2	0,97
Timotejev obraz	4,2	4,4	0,95
Nalin obraz	4,7	4,9	0,96
Nikov obraz	3,1	2,6	1,19
Obraz Nejčevega strica	2,5	2,5	1
Obraz Nejčeve mame	5,8	5,1	1,14
Obraz Nejčevega očeta	6,9	6,6	1,05
Obraz Nejčeve babice	3	3,2	0,94
Obraz Nejčeve sestre	4,5	4,4	1,02
Obraz Timotejeve matere	3,2	3	1,07

Samo en človek ima povsem simetrično levo in desno polovico obrazu. Ostali imajo odstopanja od idealnega razmerja v vrednostih od -0,06 ali +0,9 (0,94 do 1,19).



Slika 39: Prikazana je odvisnost med dolžino levo od nosu do izrastka ličnice proti dolžini desno od nosu do izrastka ličnice

Primerjala sva tudi povprečne vrednosti razmerij med levo in desno polovico obraza med nami – mlajšimi – in starejšimi. Mejna starost je bila 16 let.

To sva naredila zato, da bi ugotovila, kako se po simetriji obrazov razlikujemo od starejših, saj naj bi bili mlajši »manj simetrični«, ker še odraščamo.

**Ugotovila sva, da smo mlajši imeli povprečje bolj približano k idealu kot starejši.**

Tabela 4: Primerjava simetrije obrazov med starostjo

	Mlajši : 16 let in manj	Starejši: več kot 16 let
Povprečje	1,0175	1,04

## 4. ZAKLJUČKI

---

### 4.1 UGOTOVITVE

---

#### 1. HIPOTEZA

**Glede na to, da idealne simetrije v naravi ni, predpostavljava, da »idealno simetričnih« (Razmerje med telesno višino in razponom rok je enako 1.) ljudi ni.**

**Hipotezo sva ovrgla.**

Pri iskanju idealno simetričnih ljudi pa sva iz svojih meritev ugotovila, da je kar 24 % ljudi, pri katerih je razpon rok enak njihovi višini. Za te bi lahko rekli, da so »idealno simetrični«.

#### 2. HIPOTEZA

**Če zrcalimo levo in desno polovico obraza, dobimo povsem simetrično podobo.**

**Hipoteza je ovržena.**

Samo ena oseba od desetih ima povsem enako razdaljo med središčno točko pod nosom in ličnicama na levi in desni polovici obraza. Ostali imajo odstopanja od idealnega razmerja v vrednostih od -0,06 ali + 0,19 (0,94 do 1,19).

#### 3. HIPOTEZA

**Da Vincijeva teorija, da sta človekova telesna višina in dolžina njegovih iztegnjenih rok enaki ali skoraj enaki, ne drži.**

**Hipoteza je ovržena.**

Z meritvami razdalje med stopali in vrhom glave ter razponom rok pri 50 ljudeh sva ugotovila, da je da Vinci pravilno predvideval. Telesna višina in razpon rok sta pri človeku skoraj enaka, pri 24 % pa povsem enaka.

## 4.2 RAZPRAVA

---

Simetrije so v naravi pogost pojav. Povezane so z lepoto oblike naravnih in »umetnih« predmetov. Simetrije opažamo v mikro in makro svetu.

Razmerja človeškega telesa so pritegnila tudi renesančnega umetnika Leonarda da Vincijsa, ki jih je prikazal v sloviti skici Človek v kvadratu (*Homo ad quadratum*, lat.).

Pod risbo je zapisal nekaj podrobnejših predpostavk o količinskih razmerjih posameznih meritev. Midva sva z meritvami preverila trditev, da sta telesna višina in razpon rok enaki.

Vse najine prostovoljce so zanimali rezultati, ker so si želeli biti čim bolj »simetrični«.

Ugotovila sva, da ni veliko ljudi, ki ustrezajo da Vincijevi idealni simetriji. Nekaj pa jih je vseeno takih, ki ustrezajo da Vincijevemu idealu. V obeh meritvah pa so odstopanja od ideala majhna.

Še bolj zanimive pa so digitalne fotografije obrazov ljudi. S kombinacijami fotografij leve in desne polovice obraza sva dokazala, da človek nima povsem enakih obeh polovic obraza.

V obeh meritvah pa so odstopanja od ideala majhna.

## 5. PREDLOGI ZA NADALJNJE DELO

---

Vsekakor bi bilo smiselno z meritvami preveriti še ostale predpostavke, ki jih je da Vinci zapisal pod skico.

Pridobljene podatke bi lahko primerjali še glede na starost izmerjenih oseb in ugotovili, če so otroci ali mladostniki glede na to, da še rastejo, manj »simetrični« kot odrasli.

Prav tako bi lahko primerjali, ali je razlika v meritvah med moškimi in ženskami.

Na koncu lahko dodava le najino misel: Svet bi bil zelo dolgočasen, če bi bili vsi idealno simetrični, tako pa smo »manj simetrični, a bolj originalni.«

## 6. VIRI IN LITERATURA

---

1. Marina Wallace, Martin Kemp, F. Ames-Lewis, J. Barone, P. Calter, B. Clegg, M. Landrus, D. Laurens (2014). Leonardo da Vinci v 30 sekundah, 50 njegovih najboljših idej in izumov s polminutno razlago, str. 42 in 48.
2. Pavlič Gregor (1995). *Slikovni Pojmovnik MATEMATIKA*, str. 76–77.
3. Walter Isaacson (2017). *Leonardo da Vinci, Fascinantna biografija enega največjih genijev vseh časov*, str. 140–160.
4. Ian Stewart (2001). *Kakšne oblike je snežinka? Vzorci v naravi*, str. 32–33.
5. Slika Vitruvijevega človeka: <https://www.wsj.com/articles/italian-court-lets-leonardos-vitruvian-man-travel-to-france-11571247188>.
6. Primer poliedrov: <https://sl.theglossypages.com/polyhedron>.
7. Andreja Mohorič, Simona Pustavrh, Mateja Škrlec, Helena Kapus, Vesna Zmazek, Oskar Jericijo, Irena Rauter Repija (2016), Vega 1, i-uchbenik za matematiko v 1. letniku gimnazij.

**Avtorji fotografij:** Timotej Leitinger, Nejc Rozman