

»MLADI ZA NAPREDEK MARIBORA 2016«

33. SREČANJE

## **OPTIČNE PREVARE**

Raziskovalno področje: interdisciplinarno (psihologija in pedagogika, biologija)

Raziskovalna naloga

Avtor: TAŠA HORVAT, ZOJA PLETERŠEK

Mentor: ALENKA REPNIK

Šola: OŠ BORCEV ZA SEVERNO MEJO MARIBOR

Maribor, januar 2016

»MLADI ZA NAPREDEK MARIBORA 2016«

33. SREČANJE

## **OPTIČNE PREVARE**

Raziskovalno področje: interdisciplinarno (psihologija in pedagogika, biologija)

Raziskovalna naloga

Maribor, januar 2016

## KAZALO

<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>4</b>
<b>KAZALO DIAGRAMOV .....</b>	<b>5</b>
<b>POVZETEK .....</b>	<b>6</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Namen oziroma cilji raziskave.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Hipoteze .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 Kaj so optične prevare? .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Vrste optičnih prevar.....</b>	<b>10</b>
1.4.1 Naravne optične prevare.....	10
1.4.2 Umetne optične prevare.....	11
<b>1.5 Vloga vida in možganov pri optičnih prevarah .....</b>	<b>15</b>
1.5.1 Človeški možgani.....	15
1.5.2 Oko .....	17
<b>2 METODOLOGIJA DELA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Izbira anketirancev .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Postopek testiranja.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Izbira testnih slik .....</b>	<b>22</b>
2.3.1 Fiziološka optična iluzija.....	23
2.3.2 Kognitivna zavajajoča optična iluzija.....	24
2.3.3 Kognitivna dvoumna optična iluzija .....	25
2.3.4 Kognitivna izmišljena optična iluzija .....	26
2.3.5 Kognitivna protislovna optična iluzija.....	27

<b>3</b>	<b>REZULTATI .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Uspešnost pri posameznih učnih predmetih in uspešnost zaznave optičnih iluzij.</b>	<b>28</b>
3.1.1	Uspešnost pri likovni umetnosti in uspešnost zaznave optičnih iluzij.....	28
3.1.2	Uspešnost pri matematiki in uspešnost zaznave optičnih iluzij.....	29
3.1.3	Uspešnost pri računalništvu in uspešnost zaznave optičnih iluzij .....	30
<b>3.2</b>	<b>Starost in uspešnost zaznave optičnih iluzij.....</b>	<b>30</b>
3.2.1	Starost in uspešnost zaznave optičnih iluzij po vrstah optičnih iluzij.....	31
<b>3.3</b>	<b>Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na vrsto optične iluzije .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4</b>	<b>Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na spol .....</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>INTERPRETACIJA REZULTATOV .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>DRUŽBENA ODGOVORNOST.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>42</b>
7.1	Spletni naslovi – viri.....	43

## KAZALO SLIK

Slika 1:	So črte vzporedne ali poševne? .....	7
Slika 2:	Fatamorgana v severni Sahari (jezero v puščavi).....	10
Slika 3:	Pasluka .....	11
Slika 4:	Ebbinghausova iluzija ali Titchenerjeva iluzija .....	12
Slika 5:	Rubinova vaza.....	13
Slika 6:	Trikotnik Kanizse .....	14
Slika 7:	Penrosov trikotnik.....	14
Slika 8:	Možganski režnji.....	16
Slika 9:	Zemljevid nekaterih senzornih središč.....	17
Slika 10:	Zgradba človeškega očesa.....	18
Slika 11:	Od oči do vidnih središč v možganih.....	20
Slika 12:	Fiziološka optična iluzija – Test 02 .....	23
Slika 13:	Fiziološka optična iluzija – Test 07 .....	23
Slika 14:	Kognitivna zavajajoča optična iluzija – Test 01 .....	24
Slika 15:	Kognitivna zavajajoča optična iluzija – Test 06 .....	24
Slika 16:	Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 04 .....	25
Slika 17:	Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 09 .....	25
Slika 18:	Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 05 .....	26
Slika 19:	Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 10 .....	26
Slika 20:	Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 03 .....	27
Slika 21:	Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 08 .....	27

## KAZALO DIAGRAMOV

Diagram 1: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na oceno pri likovni umetnosti .....	28
Diagram 2: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na oceno pri matematiki .....	29
Diagram 3: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na oceno pri računalništvu.....	30
Diagram 4: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na starost testirancev.....	31
Diagram 5: Uspešnost zaznave fizioloških optičnih iluzij glede na starost testirancev.....	31
Diagram 6: Uspešnost zaznave kognitivnih zavajajočih optičnih iluzij glede na starost testirancev .....	32
Diagram 7: Uspešnost zaznave kognitivnih protislovnih optičnih iluzij glede na starost testirancev .....	33
Diagram 8: Uspešnost zaznave kognitivnih dvoumnih optičnih iluzij glede na starost testirancev .....	33
Diagram 9: Uspešnost zaznave kognitivnih izmišljenih optičnih iluzij glede na starost testirancev .....	34
Diagram 10: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na vrsto iluzije .....	35
Diagram 11: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na spol .....	35
Diagram 12: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na spol po posamezni vrsti optične iluzije.....	36
Diagram 13: Uspešnost zaznave posamezne vrste optičnih iluzij glede na starost.....	39

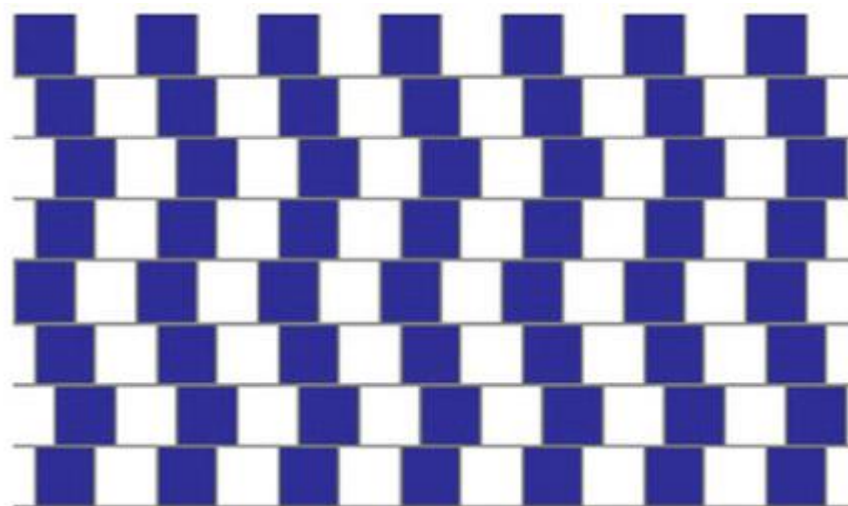
## **POVZETEK**

Optična prevara ali optična iluzija je slika, ki si jo možgani razlagajo po svoje. S tem se srečujemo vsak dan, predvsem na internetu, najdemo pa jih tudi na umetniških slikah. Razlika med resnično sliko in vtisom opazovalca nastane zaradi načina, kako možgani interpretirajo podatke, ki jim jih pošlje oko. Namen te raziskave je s preučevanjem pisnih virov raziskati, kaj so optične prevare in se seznaniti z vrstami optičnih prevar. Z metodo anketiranja oziroma testiranja želimo ugotoviti, ali uspešnost ljudi na določenem področju (matematiki, likovni vzgoji, računalništvu) vpliva oz. ne vpliva na to, kako dobro posameznik prepozna optično prevaro in katero. Raziskali bomo tudi, ali starost in spol posameznika vplivata na to, kako dobro posameznik zazna optično prevaro.

## 1 UVOD

V poletnih mesecih si učenci čas krajšamo na različne načine. Pri iskanju zabavnega, a hkrati zanimivega branja sva naleteli na revijo Science illustrated, v kateri sva našli optične prevare oziroma optične iluzije. Tema naju je zelo pritegnila in kmalu sva se začeli spraševati, kaj so optične prevare oziroma optične iluzije. Odločili sva se stvar raziskati.

Na spletni strani revije National Geographic Junior sva prebrali, da ni vedno moč verjeti svojim očem, saj oči in možgani »navadno dobro sodelujejo med seboj, včasih pa se tudi zmedejo« (Gordon, 2006). Podobno sva prej že prebrali v članku revije Science illustrated z naslovom »Možgani nam lažejo« (Palmgren, 2015).



*Slika 1: So črte vzporedne ali poševne?*

(vir: <http://junior.si/vsebina/arhiv/2006/12/>, 5.1.2016)



### 1.1 Namen oziroma cilji raziskave

Namen raziskave je ugotoviti, ali uspešnost ljudi na določenem področju (matematiki, likovni vzgoji, računalništvu) vpliva oziroma ne vpliva na to, kako dobro posameznik prepozna optično prevaro. Prav tako sva raziskali, ali starost in spol posameznika vplivata na to, kako dobro posameznik prepozna optično prevaro.

### 1.2 Hipoteze

Hipoteza 1: Uspešnost pri likovni umetnosti pomembno vpliva na uspešnost zaznave optičnih iluzij.

Hipoteza 2: Uspešnost pri matematiki ne vpliva pomembno na uspešnost zaznave optičnih iluzij.

Hipoteza 3: Uspešnost pri računalništvu ne vpliva pomembno na uspešnost zaznave optičnih iluzij.

Hipoteza 4: Starost ne vpliva na uspešnost zaznave optičnih iluzij.

Hipoteza 5: Testiranci bodo imeli najmanj težav z zaznavo in opisovanjem kognitivnih zavajajočih optičnih iluzij.

Hipoteza 6: Ženske bodo pri zaznavi optičnih iluzij uspešnejše kot moški.

### 1.3 Kaj so optične prevare?

Optične prevare so posledica zmotnih zaznav. Gre za zaznave, ki se ne skladajo z realnostjo.

Zmotne zaznave ločimo na:

- iluzije<sup>1</sup> – dražljaje iz okolja napačno organiziramo in (ali) interpretiramo,
- halucinacije – izzovejo jih nenormalni procesi v centralnem živčnem sistemu.

---

<sup>1</sup> *illusio* - lat. utvara, samoprevara, slepilo, privid

V tej raziskovalni nalogi se bova osredotočili le na prve, torej na iluzije, in sicer na iluzije, ki so posledica svetlobnih dražljajev. Pogosto gre za zmotne zaznave, kadar objekt ali sliko v naravi, preko čutila za vid, naši možgani zaznajo ali razlagajo drugače.

Vsi smo že slišali rek, da gledamo z očmi, vidimo pa z možgani. Informacija, ki jo zazna naše oko, se po živcih prenese v možgane, ki nato »ustvarijo« sliko. Velikokrat se izkaže, da se gledano ne sklada z videnim. Možgani običajno zgolj razložijo tisto, kar oko gleda, največkrat s pomočjo informacij, ki so jih prejeli v preteklosti, torej na podlagi izkušenj.

Ljudje smo različni in imamo zelo različne življenjske izkušnje, zato so tudi naša čutna zaznavanja pogosto različna. Na naše čutne zaznave lahko vplivajo različni dejavniki, tako nevrobiološki (npr. motnje vida, možganske okvare ali poškodbe možganov), kot psihološki (npr. razpoloženje, pričakovanja, čustva, interesi, pripravljenost, prepričanja). Katere dražljaje bomo zaznali in kako si bomo te dražljaje pojasnili in jih povezali v celoto, je predvsem odvisno od predhodnih izkušenj. Zelo pomembno vlogo pa imajo tudi čustva, pričakovanja in motivacija, pod vplivom katerih se oblikuje tako imenovana zaznavna naravnost (stanje, v katerem smo usmerjeni k sprejemanju oziroma nesprejemanju določenih vrst informacij).

Za nastanek optičnih iluzij so potrebni dražljaji, ki jih posamezniki napačno razlagajo. Velikokrat je za iluzijo kriva tudi organizacija dražljajev in ne zgolj dražljaji sami. Še posebej zanimive se nam zdijo določene slike ali hitro gibajoče se slike, ki lahko možgane zavedejo. Bistvo teh optičnih iluzij, med katerimi so verjetno najbolj osupljive tiste, ki nam pred očmi pričarajo gibanje, čeprav hkrati vemo, da se na sliki nič ne premika, je v medsebojnem odnosu slike in našega čutnega sistema. V prenosu in obdelavi informacij, ki po živcih potujejo od oči v možgane, nastane »napaka«. Razporeditev signalov s slike sproži živec, ki naj bi zaznaval gibanje, čeprav gibanja v resnici na sliki ni. Tako naši možgani na sliki vidijo gibanje, ki ga ni.

## 1.4 Vrste optičnih prevar

Optične prevare oziroma iluzije lahko glede na njihov nastanek razdelimo na umetne in naravne optične iluzije. Med prve (umetne) spadajo optične prevare, ki jih je ustvaril človek, naravne optične iluzije pa so naravni pojavi, ki pri ljudeh spodbudijo različne interpretacije vidnega.

### 1.4.1 Naravne optične prevare

Kadar so izpolnjeni določeni fizikalni pogoji, se v naravi lahko pojavljajo optične prevare. V preteklosti so jih ljudje povezovali z nadnaravnimi pojavi in božanstvi, saj niso znali razložiti njihovega nastanka. Najbolje poznana naravna optična prevara je tako imenovana »fatamorganak«.

»Fatamorgana (tudi *fata morgana*) ali zračno zrcaljenje je optični pojav, ki nastane ob velikih temperaturnih razlikah in s tem razlikah v gostoti posameznih zračnih plasti. Pojav se največkrat pojavi blizu tal.« (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Fatamorgana>, 5. 11. 2015)



Slika 2: Fatamorgana v severni Sahari (jezero v puščavi)  
(vir: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Fatamorgana>, 5. 11. 2015)

### 1.4.2 Umetne optične prevare

Z umetnimi optičnimi prevarami se pogosto srečujemo na svetovnem spletu, najdemo jih v različnih revijah, knjigah, zasledimo jih lahko v oglasih, pa tudi v umetniških delih (predvsem likovnih). Ločimo jih lahko na:

#### A Fiziološke optične iluzije

Fiziološke optične iluzije nastanejo kot posledica prevelike stimulacije določenega dela nevroloških poti (živcev, ki prenašajo sliko v možgane). Vsi smo že kdaj pogledali v sonce, nato pa zaprli oči in imeli sliko sonca še zmeraj »pred seboj«. Vzroki za njihov nastanek so torej zelo močni zunanji dražljaji (na primer svetloba, barva, velikost). Sem spadajo tudi halucinacije, ki so posledica nenormalnih procesov v centralnem živčnem sistemu in jih navadno povzročijo drugi dejavniki (npr. zelo močna bolečina, visoka telesna temperatura, veliki napori, dolgotrajna lakota ali nekatere droge).

Primer fiziološke optične iluzije je slika 3. Osredotočimo se na štiri pike v sredini za približno 30 sekund in nato zapremo oči in nagnemo glavo nazaj. Imejmo oči zaprte. Videli bomo krog svetlobe in Jezusa. Tako imenovana paslika nastane, ker se možgani, ki analizirajo vidne dražljaje, ne odzovejo dovolj hitro na spremembo vidnega gradiva.



Slika 3: Paslika

(vir: <http://www.illusions.org/dp/1-54.htm>, 12. 11. 2015)

## B Kognitivne optične iluzije

Kognitivne optične iluzije nastanejo kot posledica medsebojnega vpliva optične iluzije in naših izkušenj oziroma pričakovanj. Kognitivne optične prevare lahko razdelimo na:

- Zavajajoče oziroma geometrične iluzije so kognitivne optične iluzije, ki opazovalca zavajajo in mu dajejo napačno predstavo o velikosti, ukrivljenosti, dolžini ali barvi. Zanimivo je, da se geometrične iluzije pojavijo pri skoraj vseh ljudeh in četudi se posameznik iluzije zaveda, to iluzije ne zmanjša.

Primer je slika 4, kjer opazovalec zaradi različno velikih krogov okoli oranžnega krožca dobi občutek, da je levi oranžni krožec manjši od desnega, čeprav sta v resnici enako velika.

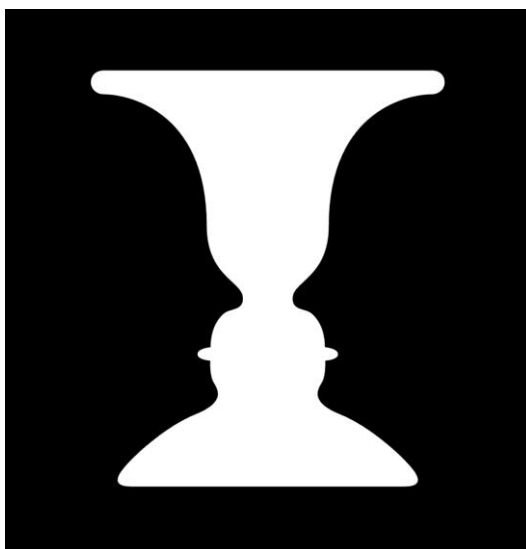


*Slika 4: Ebbinghausova iluzija ali Titchenerjeva iluzija*

(vir: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ebbinghaus\\_illusion](https://en.wikipedia.org/wiki/Ebbinghaus_illusion), 12. 11. 2015)

- Dvoumne kognitivne optične iluzije, ko lahko na sliki vidimo povsem različne stvari, glede na to, kam usmerimo svojo pozornost. Običajno nimamo težav z zaznavo predmeta na sliki in ozadja slike. Navadno znane oblike manjših površin doživljamo kot ospredje slike, ostalo pa kot ozadje. »Če pa sta dve površini približno enako veliki, začnejo možgani dvomiti, sploh takrat, ko ima oblika obeh površin znan pomen.« (Palmgren, 2015, str. 34)

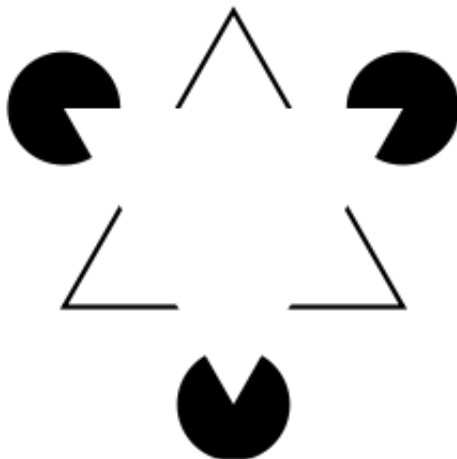
V letu 2015 je minilo natanko 100 let, odkar je ta pojav v svojem doktoratu opisal danski psiholog Edgar Rubin. Tako imenovana Rubinova vaza je na sliki 5. Če se osredotočimo na beli del slike lahko vidimo vazo, če se osredotočimo na črni del slike pa dva obraza obrnjena drug k drugemu.



*Slika 5: Rubinova vaza*

(vir: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Rubin's+vase>, 12. 11. 2015)

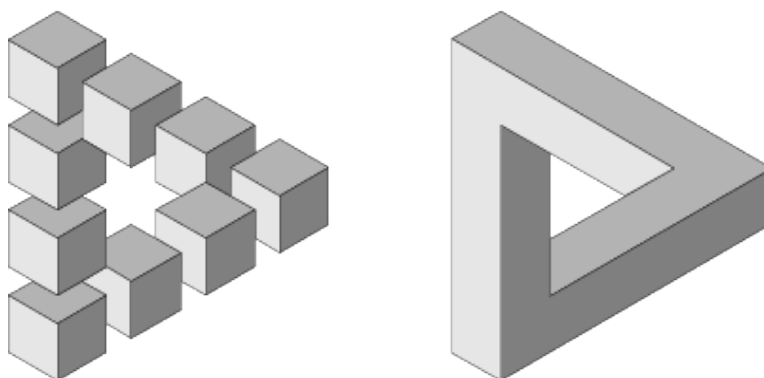
- Izmišljene kognitivne optične iluzije so slike, kjer določenega predmeta na sliki sploh ni, a ga vidimo, saj ga naši možgani »narišejo«. Primer je slika 6, kjer zaznamo bel trikotnik, čeprav nima narisane roba. Zdi se nam, da leži nad 'spodnjim', črno obrobljenim, trikotnikom.



Slika 6: Trikotnik Kanizse

(vir: [https://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion](https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion), 12. 11. 2015)

- Protislovne kognitivne optične iluzije so slike oziroma liki, ki v realnosti ne morejo obstajati. Znan primer tovrstne iluzije je tako imenovani Penrosov trikotnik, ki ga je narisal matematik Lionel Penrose, slika 7. Slika trikotnika se opazovalcu zdi realna, vendar predmeta v prostoru ni mogoče narediti, saj so oglišča na različnih višinah.



Slika 7: Penrosov trikotnik

(vir: <http://mathworld.wolfram.com/PenroseTriangle.html>, 12. 11. 2015)

## 1.5 Vloga vida in možganov pri optičnih prevarah

Ljudje se izredno zanašamo na informacije, ki jih prejmemo preko oči, smo vizualna bitja. Vendar nam oči brez možganov ne morejo dati potrebnih informacij, hkrati pa so prav možgani tisti, ki dobljene informacije 'omejujejo' in 'prirejajo'. Nevrolog Marcus Raichle je z meritvami dokazal, da od približno 1 GB podatkov, ki jih naše oko zazna vsako sekundo, v možgane pripotuje le 0,06 % le-teh. Možgani to razmeroma majhno prejeto količino podatkov še filtrirajo in »v našo zavest stopi le kakšna milijoninka vseh podatkov, ki so jih zaznale naše oči« (Palmgren, 2015, str. 34). Optične iluzije izkoriščajo to dejstvo in dejstvo, da naši možgani tolmačijo gledano glede na tisto, kar poznajo.

### 1.5.1 Človeški možgani

Možgani so najpomembnejši organ centralnega živčnega sistema. Njihove funkcije so skrivnostne in presenetljive. Vodijo in nadzirajo vse življenjske procese. Tu deluje približno 100 milijard živčnih celic, ki organizirajo in preverjajo prejete informacije. Možgani odraslega človeka v povprečju tehtajo okoli 1300 gramov in predstavljajo razmeroma majhen del celotne mase človeka. Za opravljanje svojih zapletenih funkcij porabijo veliko energije in posledično tudi kisika. Vanje doteka približno petina vse s kisikom nasičene krvi, torej porabijo približno 20 % vse s kisikom bogate krvi v človeškem telesu. Prekinitev dotoka krvi v možgane za več kot 10 sekund lahko povzroči nezavest. Motnje v delovanju možganov lahko povzroči le nekaj sekundno pomanjkanje kisika, pa tudi prenizka koncentracija krvnega sladkorja ali strupene snovi.

Največji del možganov so veliki možgani, ki so nagubani v »grebene« in »jarke«, ter razdeljeni na levo in desno polovico oziroma poloblo. Polobli sta povezani z živčnimi vlakni. Nevroznanstveniki so ugotovili, da je desna polobla »odgovorna« za področje umetnosti, levo poloblo pa povezujejo z logičnim razmišljanjem. Leva polobla je analitična in deluje na razumski način. »Za miselne procese leve poloble so značilni red, zaporednost in logika« (Carter in Russell, 2006). Desna polobla pa je sintetična in deluje na holistični način. V

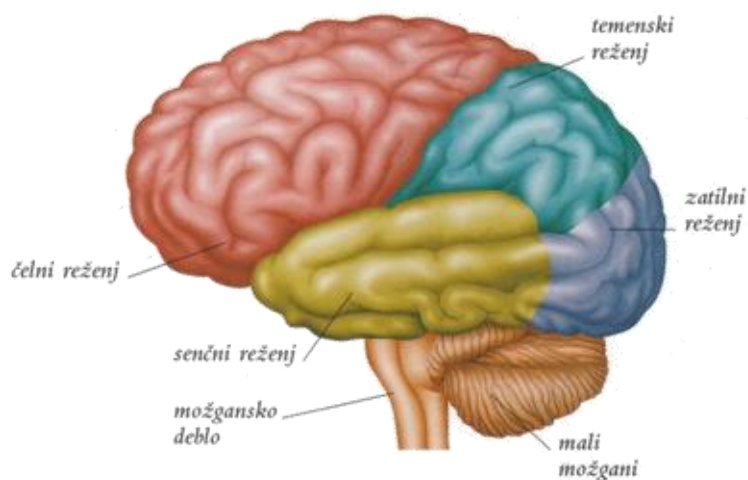


nasprotju z levo poloblo »nadzoruje prostorske sposobnosti, umetniško presojanje in ustvarjalno razmišljanje« (Carter in Russell, 2006). Poenostavljeno bi lahko rekli, da imajo umetniki (glasbeniki, slikarji, igralci ...) boljše razvito desno polovico možganov, matematiki, in logiki pa levo polovico možganov. Vendar je to res groba posplošitev.

Pod velikimi možgani sta še možgansko deblo in mali možgani. Slednji so odgovorni za usklajeno delovanje mišičnega sistema, možgansko deblo pa uravnava osnovne življenjske procese, kot je bitje srca ali pa dihanje.

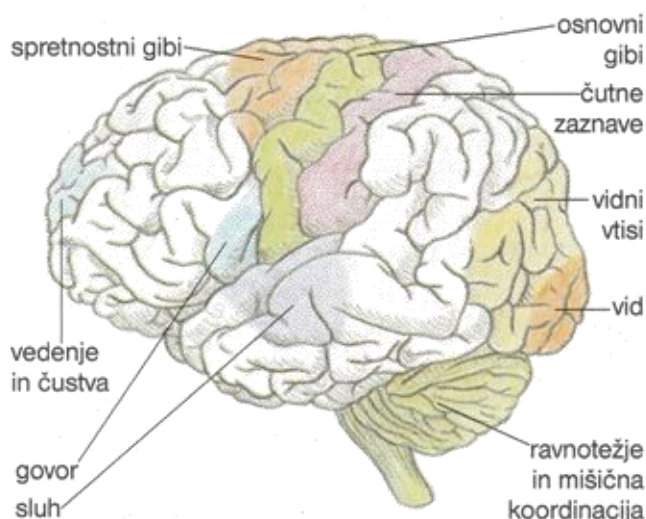
Vsaka polobla velikih možganov je razdeljena na čelni, senčni, temenski in zatilni reženj. Režnji se imenujejo po lobanjskih kosteh, ki jih varujejo. Vsak reženj opravlja različne naloge. Čelna režnja sta odgovorna za nadzor naučenega motoričnega vedenja (npr. razpoloženje, govor, misli in načrtovanje za prihodnost). Temenska režnja nadzirata telesno gibanje in razlagata čutilne podatke iz ostalih delov telesa. Zatilna režnja sta odgovorna za razlaganje vida. V senčnih režnjih nastajajo čustva in spomini. Omogočata nam prepoznavanje drugih ljudi in predmetov.

Zunanji sloj velikih možganov imenujemo možganska skorja ali tudi možganska sivina in je odgovoren za višje možganske funkcije, tudi mišljenje. Pod možgansko skorjo je tako imenovana možganska belina.



*Slika 8: Možganski režnji*  
(vir: Človek: Velika ilustrirana enciklopedija, 2008)

Možgansko sivino lahko kot zemljevid razdelimo na predele, ki prevzemajo posamezne naloge. To so tako imenovana senzorna središča.



*Slika 9: Zemljevid nekaterih senzornih središč  
(vir: Slovenski veliki leksikon, 2002)*

### 1.5.2 Oko

Čutila s pomočjo čutilnih celic sprejemajo dražljaje iz okolice in jih po čutilnih živcih prevajajo v možgane, kjer nastanejo občutki.

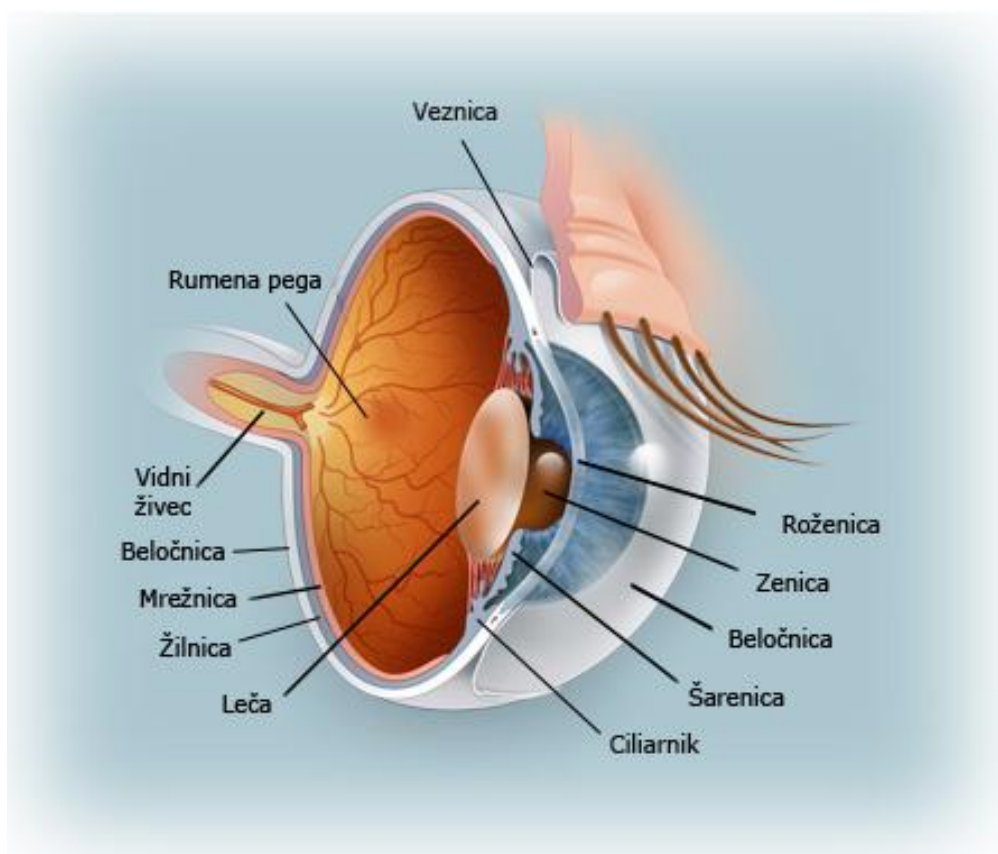
Za večino ljudi je najpomembnejši čut prav vid. Vidni del očesa nima veliko opravka s procesi gledanja, prepušča pa za vid potrebno svetlobo. Organ vida je oko, ki zaznava svetlobo. Pri različnih vrstah organizmov najdemo različne vrste na svetlobo občutljivih organov. Najenostavnejše oči zaznavajo le razliko med svetlim in temnim, bolj razvite pa lahko razlikujejo tudi med oblikami in barvami. Vidna polja nekaterih dobro razvitih oči, kot na primer pri človeku, se med seboj v veliki meri prekrivajo in s tem omogočajo boljše zaznavanje globine (binokularni vid). Predmete vidimo, ker jih svetloba osvetli. To pomeni, da se svetloba od predmeta, ki je v našem zornem polju, odbije v naše oko. Slika od očesa preko živcev potuje do možganov in v možganih nastane slika. Lahko bi rekli, da z očmi gledamo, z možgani pa vidimo. Dokaz, da je potrebna svetloba, da nekaj vidimo, je, da v temi ne vidimo ničesar.

### 1.5.2.1 Zgradba očesa – anatomija

Oko ima tri ovojne plasti, in sicer:

- beločnico – je zunanja plast, spredaj prehaja v prosojno roženico, ki prepušča svetlobo;
- žilnica – je srednja plast, v kateri se nahaja leča in večina očesnih žil, spredaj prehaja v šarenico, ki ima v sredini okroglo odprtino, imenovano zenica;
- mrežnica – je notranja plast očesa, ki je sestavljena iz živčnih celic in je občutljiva na svetlobo.

V zraku sta dve votlini, ena pred lečo in napolnjena z vodeno tekočino, druga pa za lečo in napolnjena z želatinasto steklovino.



Slika 10: Zgradba človeškega očesa

(vir: <http://www.minus50.si/oko.html>, 5. 1. 2016)

Na mrežnici se nahajata dve vrsti vidnih čutnic ali fotoreceptorjev – čepnice in paličnice. Slednje dobro zaznavajo svetlobo in so namenjene razlikovanju svetlega od temnega. V očesu imamo tri vrste čepnic, ki zaznavajo le dovolj močno svetlobo. Namenjene so zaznavanju barv. Ena vrsta je najobčutljivejša na rdečo, druga na zeleno, tretja pa na modro svetlobo.

V zdravem očesu nastane ostra slika predmeta na mrežnici. Očesne mišice morajo prožno očesno lečo ukrivljati tako, da usmerijo svetlobo bodisi iz oddaljenih bodisi od bližnjih predmetov točno na mrežnico. Rumena pega je del mrežnice kamor pade najbolj izostren del slike. Najmanjša razdalja, ki se ji oko še lahko prilagodi, se imenuje bližišče in znaša 10 do 15 cm.

Svetloba, ki se odbije od opazovanih teles, gre skozi očesno lečo in se zbere na mrežnici, kjer so čutnice za svetlobo in barvo. Očesni živec prenese dražljaje do možganov.

### **1.5.2.2 Napake človeškega očesa**

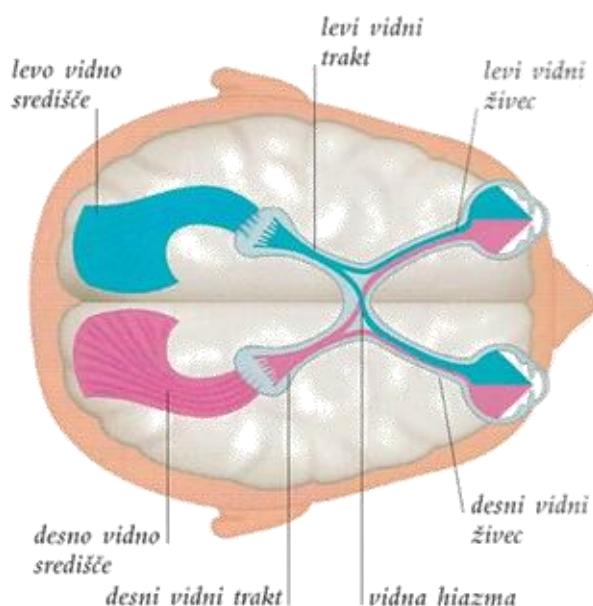
Če človek ne loči posameznih barv, pravimo, da ima barvno slepoto. Ta napaka človeškega očesa je pogostejša pri moških.

Oko je kratkovidno, če ne vidi ostro teles v daljavi. Ostra slika oddaljenih teles nastane pred mrežnico. Z razpršilno lečo pred očesom prenesemo sliko na mrežnico in jo tako izostrimo. Oko je daljnovidno, če ne vidi ostro teles v bližini. Ostra slika bližnjih teles nastane za mrežnico. Sliko na mrežnici izostri zbiralna leča pred očesom. Obe napaki odpravimo z dodatnima lečama pred očmi – očali. V očalih za kratkovidne sta razpršilni leči, v očalih za daljnovidne pa zbiralni.

### 1.5.2.3 Kako vidimo

Človeško oko lahko primerjamo s fotoaparatom. Roženica, prosojno okence na sprednjem delu, zbira in lomi svetlobne žarke. Za njo je leča, ki s samodejnim spreminjanjem oblike usmerja žarke. Ti žarki se v očesu prekrizajo in na notranji steni očesa, na mrežnici, nastane obrnjena slika. Živčne celice (ki jih je več kot 126 milijonov) v mrežnici se takoj odzovejo in svetlobne impulze pretvorijo v živčne ter jih preko vidnega živca pošiljajo v možgane. Možganska središča za vid dobljene informacije o svetlobi in barvi obdelajo ter sliko znova obrnejo.

Informacije iz levega in desnega očesa potujejo po dveh vidnih živcih (iz vsakega očesa en vidni živec), ki se srečata v tako imenovani vidni hiazmi. Tukaj polovica živčnih vlaken iz levega očesa preide na desno stran, polovica živčnih vlaken iz desnega očesa pa na levo stran. Informacije o prejeti svetlobi in barvi po živčnih vlaknih nato potujejo v levo in desno vidno središče. Možgani obe skupini signalov znova združijo in sestavijo celotno sliko. Kako ti procesi potekajo, do sedaj še ni popolnoma pojasnjeno.



*Slika 11: Od oči do vidnih središč v možganih  
(vir: Človek: Velika ilustrirana enciklopedija, 2008)*

## **2 METODOLOGIJA DELA**

Pri raziskovanju sva uporabili različne metode dela. Najprej sva se lotili iskanja in prebiranja strokovne in druge literature o optičnih iluzijah. Metodo proučevanja pisnih virov sva nato dopolnili še z metodo anketiranja oziroma testiranja.

Pred pričetkom anketiranja oziroma testiranja sva pripravili vprašanja za anketirance in testne slike optičnih iluzij ter določili kriterije zaznavanja optične iluzije, ki so nama omogočili analizo dobljenih podatkov.

Pri analizi dobljenih podatkov sva si pomagali z računalniškimi preglednicami, s pomočjo istega računalniškega programa pa so nastali tudi v nalogi predstavljeni diagrami.

### **2.1 Izbira anketirancev**

V raziskavo sva vključili tri starostne skupine anketirancev obeh spolov.

Prvo starostno skupino so predstavljali učenci stari od 7 do 9 let (mlajši učenci), drugo učenci stari od 11 do 13 (starejši učenci), tretjo skupino pa odrasle osebe (odrasli), starejše od 30 let. Da bi podatki bili čim bolj reprezentativni, sva iz vsake starostne skupine testirali po 20 oseb.

V testiranje so bili vključeni učenci in učitelji naše šole, prav tako pa sva testirali nekaj svojih odraslih znancev ali sorodnikov, ki so bili pripravljene sodelovati. Testiranje je za vse testirance prostovoljno in anonimno.

## 2.2 Postopek testiranja

Testiranje sva opravili v mesecu decembru. Testirane osebe sva povprašali po ocenah<sup>2</sup>, ki so jih imeli (oziroma jih imajo) pri posameznih učnih predmetih (ocene, ki jih najpogosteje dobijo oziroma so jih dobivali), zabeležili pa sva si tudi njihovo starost in spol. Nato sva jim pokazali slike optičnih prevar, eno za drugo. Osebe so morale prevare čim hitreje zaznati in opisati.

Kriteriji zaznavanja optične prevare so bili:

- (1) takoj pravilno zazna optično prevaro,
- (2) pravilno zazna optično prevaro po določenem času,
- (3) pravilno zazna optično prevaro s pomočjo navodil,
- (4) ne zazna optične prevare.

Prvi kriterij je bil izpolnjen, če je testirana oseba optično prevaro prepoznala po največ 5 sekundah ogleda in jo ustrezno interpretirala. V kolikor je oseba optično prevaro pravilno zaznala po minutnem ogledu in jo pravilno interpretirala, je bil izpolnjen drugi kriterij. V primeru, ko sva pri pravilni zaznavi optične iluzije pomagali z napotki, kako naj sliko opazuje, je bil izpolnjen tretji kriterij. V primeru, ko oseba optične prevare kljub napotkom ni zaznala, je bil izpolnjen četrti kriterij.

## 2.3 Izbira testnih slik

Za testiranje sva izbrali slike različnih tipov optičnih prevar. Da bi imeli dovolj podatkov, sva izbrali 10 testnih slik, in sicer za vsako vrsto optične prevare po dve (sliki fizioloških optičnih iluzij, sliki kognitivnih zavajajočih optičnih iluzij, sliki kognitivnih protislovnih optičnih iluzij, sliki kognitivnih dvoumnih optičnih iluzij in sliki kognitivnih izmišljenih optičnih iluzij). Tako sva zbrali 600 podatkov o tem, kako ljudje zaznavajo optične prevare.

---

<sup>2</sup> Gre za šolske ocene pri posameznih učnih predmetih. Ker računalništvo ni učni predmet, smo testirane osebe poprosili, da svoje znanje računalništva sami ocenijo.

### 2.3.1 Fiziološka optična iluzija

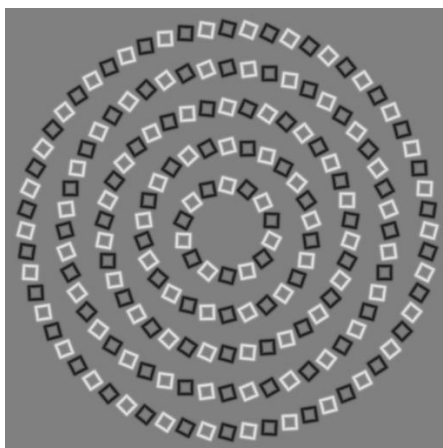
Spodnji testni optični prevari spadata med fiziološke optične prevare.



Slika 12: Fiziološka optična iluzija – Test 02

(vir: [https://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion#/](https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion#/), 13. 12. 2015)

Pri opazovanju zgornje slike dobimo občutek, da se barva notranjega pravokotnika spreminja od svetlo do temno sive. Če pa bi omenjen pravokotnik izrezali in ga opazovali samostojno, bi videli, da je pravokotnik po vsej svoji površini enake barve.



Slika 13: Fiziološka optična iluzija – Test 07

(vir: <http://i.livescience.com/images/i/000/030/918/i02/intertwining-illusion.png>, 13. 12. 2015)

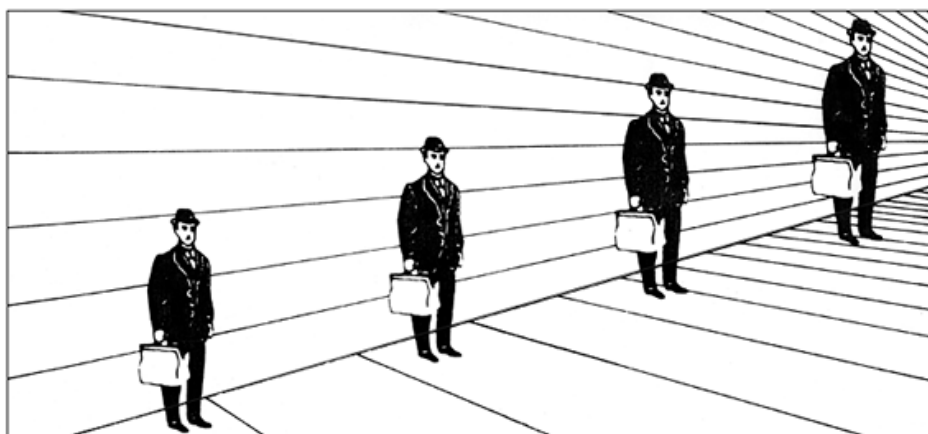
Pri opazovanju zgornje slike (slika 13) dobimo občutek, da so na sliki spirale. Lahko se pojavi tudi občutek vrtenja spiral ali krogov. Dejansko gre za koncentrične kroge, katerih krožnice so nizi kvadratkov različnih barv.



### 2.3.2 Kognitivna zavajajoča optična iluzija

V nadaljevanju predstavljeni testni optični iluziji spadata med kognitivne zavajajoče optične iluzije.

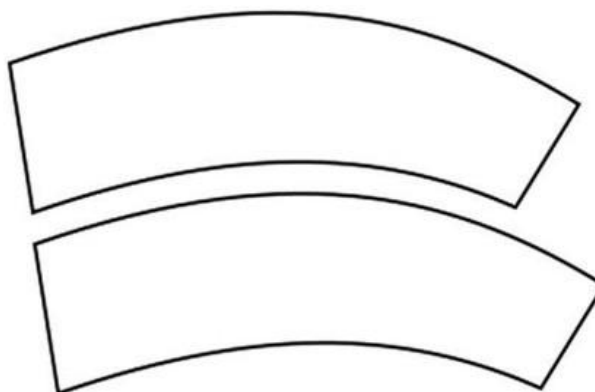
Pri opazovanju slike 14 dobimo občutek, da se možje na sliki od leve proti desni večajo. Z merjenjem ugotovimo, da so vsi možje popolnoma enakih velikosti.



Slika 14: Kognitivna zavajajoča optična iluzija – Test 01

(vir: <http://www.rogerreynolds.com/futureofmusic/risset/11VisualPerspectiveIllusion.png>, 15. 12. 2015)

Naslednja slika nam daje občutek, da je spodnji lik večji od zgornjega. Resnica je, da če bi enega od likov izrezali in postavili na drugega, ugotovimo, da sta lika popolnoma enakih dimenzij.



Slika 15: Kognitivna zavajajoča optična iluzija – Test 06

(vir: <http://brainden.com/images/jastrow-illusion-big.jpg>, 15. 12. 2015)

### 2.3.3 Kognitivna dvoumna optična iluzija

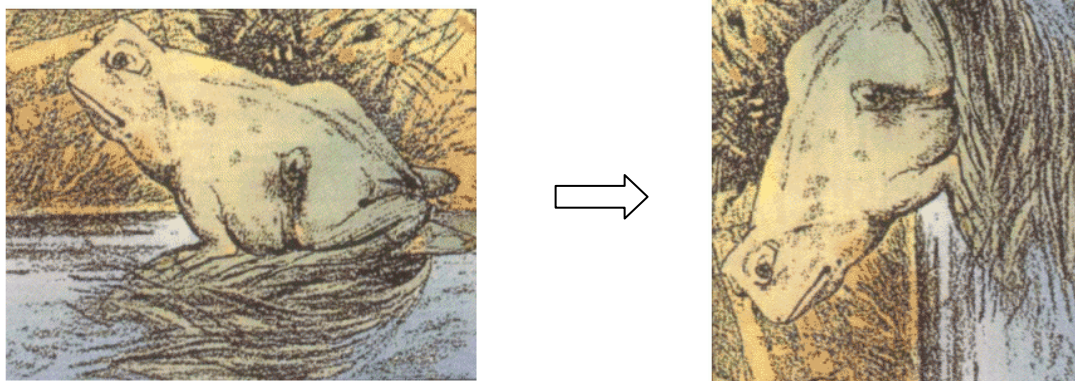
Testni optični prevari, ki sledita, spadata med kognitivne dvoumne optične iluzije.

Je na sliki 14 Indijanec ali Eskim? Pravzaprav lahko na sliki najdemo oba, odvisno kam usmerimo svojo pozornost.



Slika 16: Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 04  
(vir: <http://www.planetperplex.com/en/item/eskimo-indian/>, 10. 12. 2015)

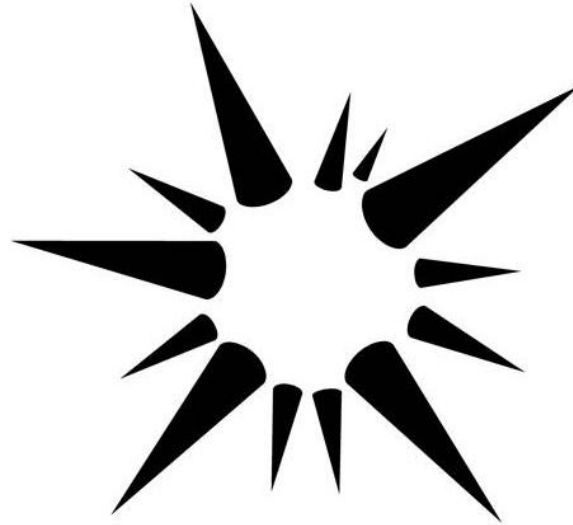
Žaba ali konj? Če sliko žabe zasukamo za 90° v nasprotni smeri urinega kazalca, iz žabe »nastane« konj.



Slika 17: Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 09  
(vir: <http://www.scientificpsychic.com/graphics/>, 10. 12. 2015)

### 2.3.4 Kognitivna izmišljena optična iluzija

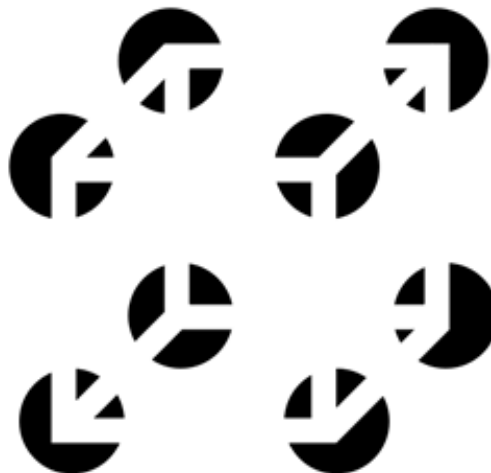
Spodaj predstavljeni optični prevari spadata med kognitivne izmišljene optične iluzije.



Slika 18: Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 05  
(vir: <http://www.anopticalillusion.com/page/47/>, 11. 12. 2015)

Slika 18 daje občutek, da gre za stožce, ki so na krogli (kot sonce s sončnimi žarki). V resnici kroglo 'narišejo' naši možgani, na sliki je ni.

Podobno na spodnji sliki zaznamo obris kocke.



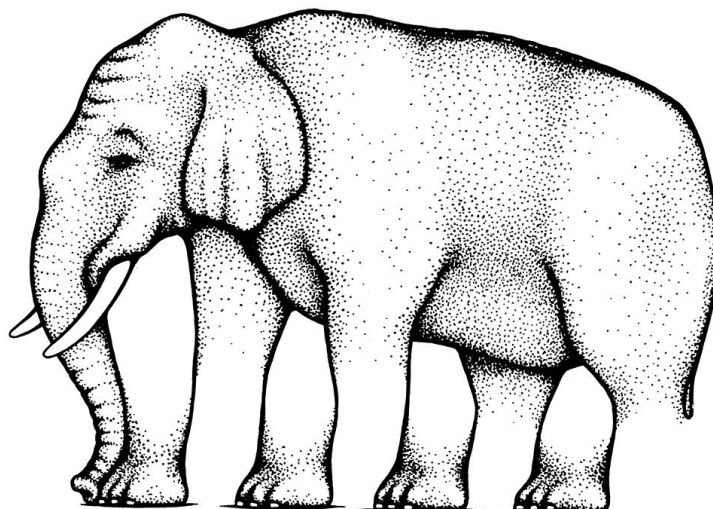
Slika 19: Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 10  
(vir: [https://content.ncetm.org.uk/images/microsites/secondary\\_magazine/issue\\_74/74\\_22.gif](https://content.ncetm.org.uk/images/microsites/secondary_magazine/issue_74/74_22.gif), 9. 12. 2015)

### 2.3.5 Kognitivna protislovna optična iluzija

Naslednji testni optični prevari spadata med kognitivne protislovne optične iluzije.

Obe testni sliki iz te skupine sta na prvi pogled kot povsem mogoči. Občutek imamo, da bi tako slon kot police lahko obstajali v realnosti. Koliko nog pa ima slon? In koliko polic je na sliki 21?

Če ju pogledamo bliže, kmalu ugotovimo, da ju v prostor ne moremo postaviti. Opravka imamo s tako imenovanimi »nemogočimi« predmeti, ki v realnosti ne morejo obstajati.



Slika 20: Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 03  
(vir: <http://cogpsy.info/perception/the-elephant-illusion-shepard/>, 15. 12. 2015)



Slika 21: Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 08  
(vir: [http://www.coolopticalillusions.com/optical\\_illusions\\_images\\_2/shelves\\_eye\\_trick.htm](http://www.coolopticalillusions.com/optical_illusions_images_2/shelves_eye_trick.htm), 14. 12. 2015)

### 3 REZULTATI

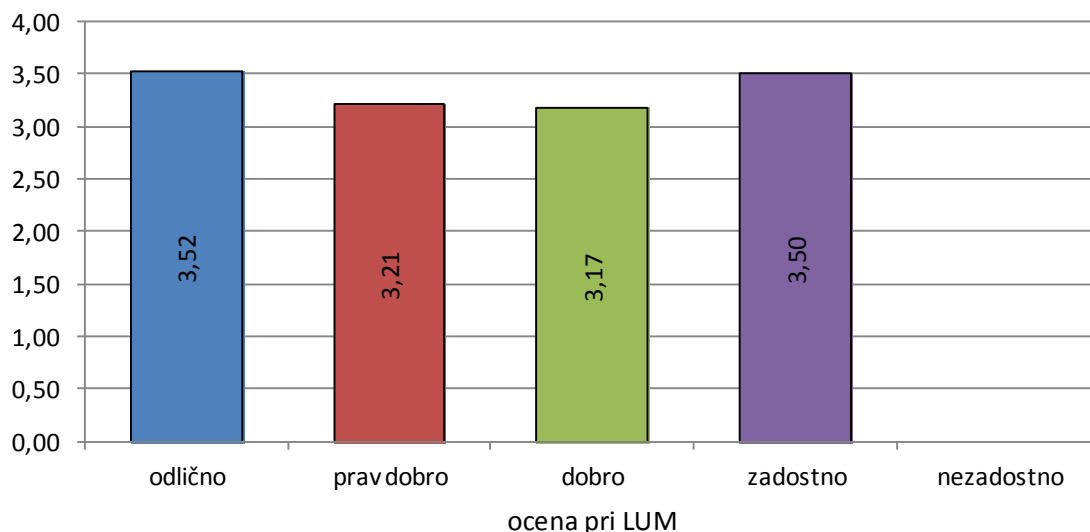
Rezultate sva zbrali in predstavili z diagrami. Iz zbranih podatkov je moč narediti številne različne zaključke, osredotočili sva se le na tiste povezave, s katerimi sva preverjali postavljene hipoteze. Za predstavitev rezultatov sva uporabili različne vrste diagramov, pri čemer sva bili pozorni predvsem na smiselno uporabo posamezne vrste diagrama in preglednost predstavljenih podatkov.

#### 3.1 Uspešnost pri posameznih učnih predmetih in uspešnost zaznave optičnih iluzij

Primerjali sva rezultate vseh testirancev, ki sva jih razvrstili v skupine glede na ocene pri posameznih učnih predmetih. Ker je v skupinah bilo različno število testirancev, sva za primerjavo rezultatov najprej izračunali povprečja uspešnosti zaznave posameznih vrst optičnih iluzij. Glede na postavljene kriterije uspešnosti pomeni nižje povprečje višjo uspešnost posamezne skupine.

##### 3.1.1 Uspešnost pri likovni umetnosti in uspešnost zaznave optičnih iluzij

Diagram 1: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na oceno pri likovni umetnosti



Iz diagrama 1 je razvidno, da so pri zaznavanju optičnih iluzij bili najuspešnejši tisti, ki pri likovni umetnosti dosegajo oceno dobro, sledijo tisti, ki dosegajo oceno prav dobro, najmanj uspešni pa so bili testiranci, ki pri likovni umetnosti dosegajo oceno odlično.

### 3.1.2 Uspešnost pri matematiki in uspešnost zaznave optičnih iluzij

Diagram 2: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na oceno pri matematiki

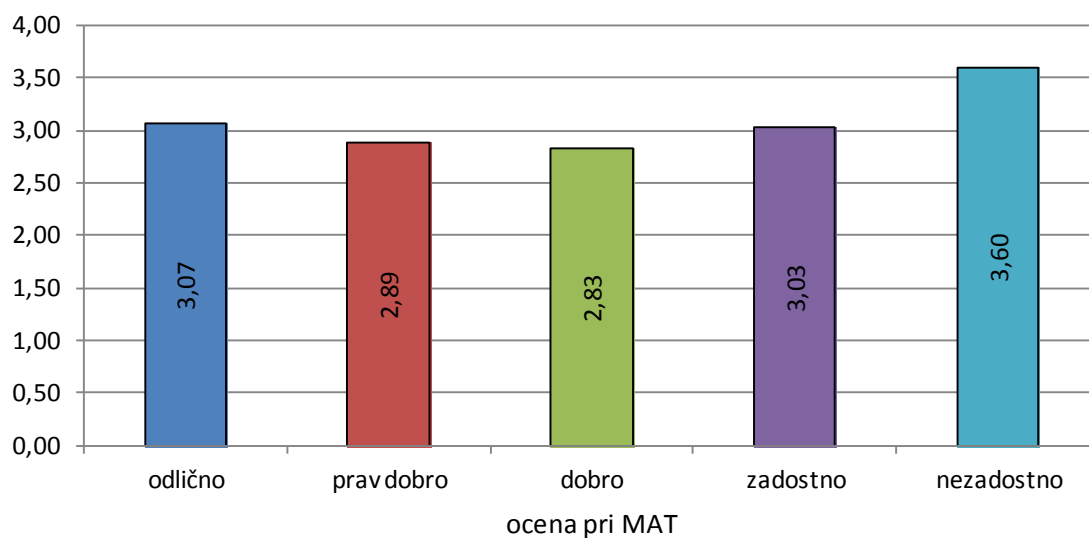
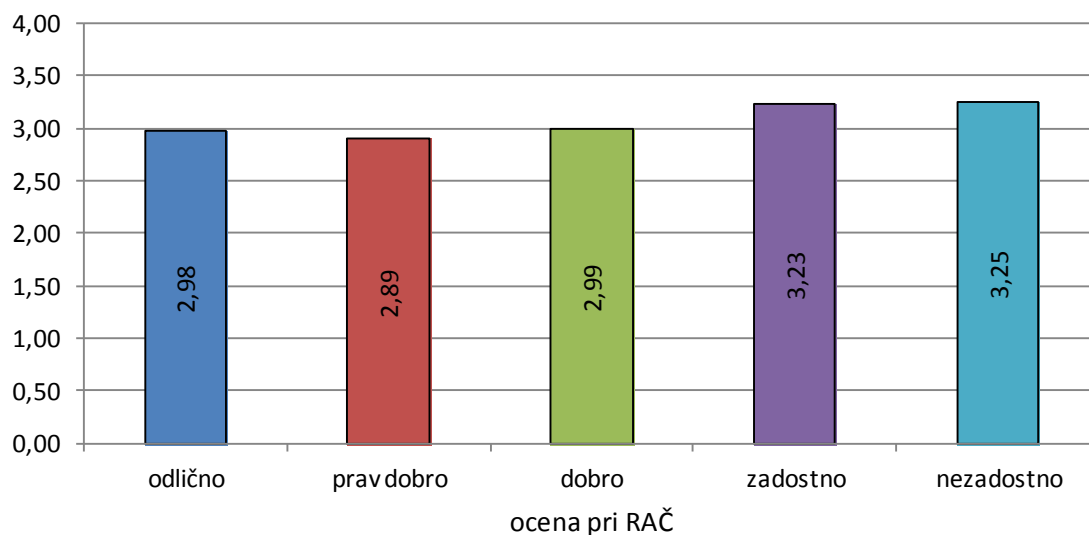


Diagram 2 prikazuje uspešnost zaznavanja optičnih iluzij glede na oceno pri matematiki. Ugotovimo lahko, da so pri zaznavi optičnih iluzij najuspešnejši tisti, ki pri matematiki dosegajo oceno dobro, zelo podobno uspešni so tudi tisti, ki dosegajo pri matematiki oceno prav dobro, sledijo zadostni, nato odlični in končno tudi nezadostni.

### 3.1.3 Uspešnost pri računalništvu in uspešnost zaznave optičnih iluzij

Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na oceno pri računalništvu prikazuje diagram 3. Opazimo lahko, da so približno enako uspešni vsi tisti testiranci, ki se pri računalništvu ocenjujejo z oceno dobro in več. Nekoliko manj uspešni so pri zaznavi optičnih iluzij testiranci, ki se pri računalništvu ocenjujejo z ocenama zadostno in nezadostno. Vendar so razlike izredno majhne, torej nepomembne.

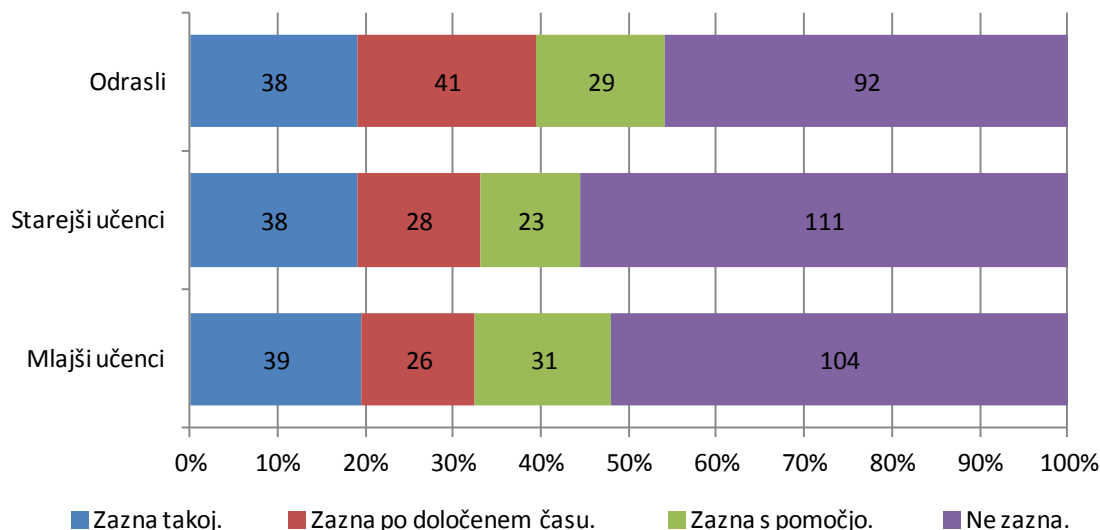
Diagram 3: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na oceno pri računalništvu



### 3.2 Starost in uspešnost zaznave optičnih iluzij

V nadaljevanju sva prikazali združene rezultate pridobljene z vsemi testnimi slikami skupaj s paličnim 100 % naloženim diagramom. Iz diagrama 4 je moč razbrati, da so pri zaznavanju optičnih iluzij najuspešnejši odrasli, saj so optično iluzijo zaznali v 56 % primerov. Sledijo jim mlajši učenci, ki so bili 48 % uspešni, starejši učenci pa so optične iluzije zaznali v 44,5 %. Ugotovimo, da pri takojšnji zaznavi optične iluzije uspešnost ni odvisna od starosti, saj so v vseh starostnih skupinah testiranci bili enako uspešni po prvem kriteriju (takoj zazna optično iluzijo). Razlika se pokaže pri uspešnosti zaznave optične iluzije po določenem času (kriterij 2), kjer so odrasli uspešnejši od učencev.

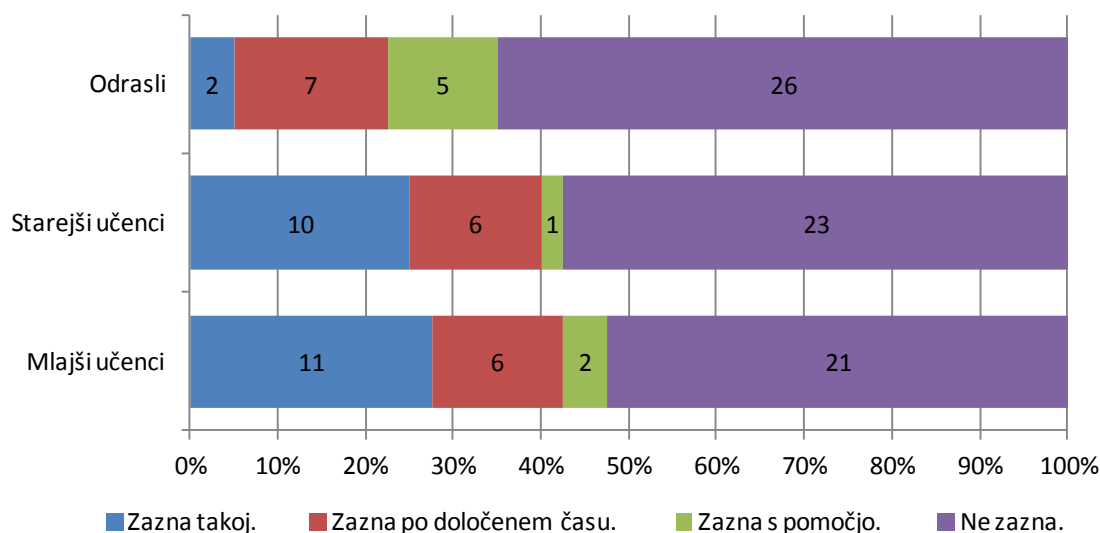
Diagram 4: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na starost testirancev



### 3.2.1 Starost in uspešnost zaznave optičnih iluzij po vrstah optičnih iluzij

Spodnji diagrami prikazujejo združene rezultate, ki sva jih dobili pri obeh testnih slikah posameznih optičnih iluzij.

Diagram 5: Uspešnost zaznave fizioloških optičnih iluzij glede na starost testirancev

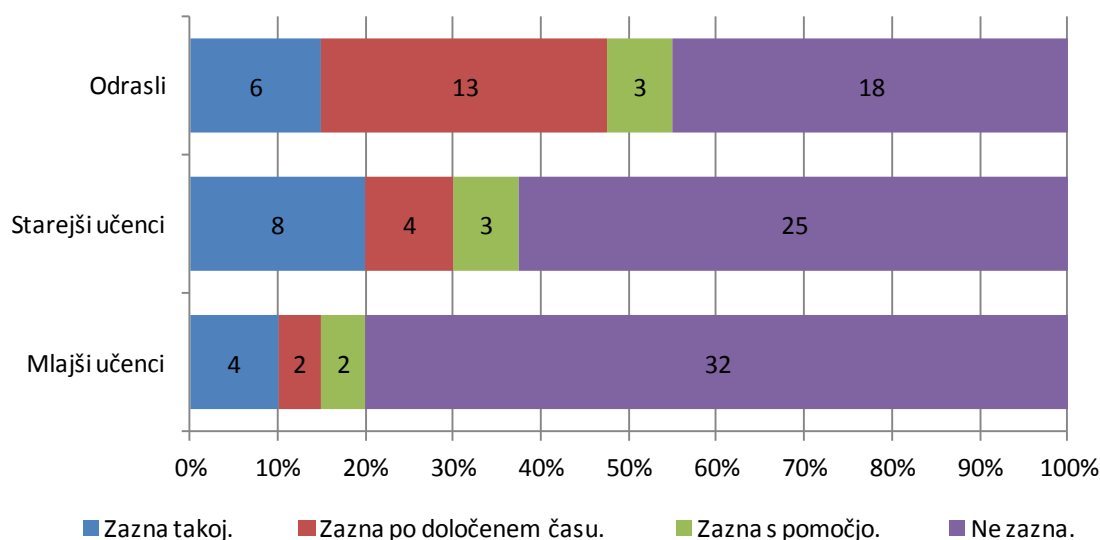




Iz diagrama 5 lahko preberemo, da so pri zaznavi fizioloških optičnih iluzij najuspešnejši mlajši učenci. Le-ti so tovrstne optične iluzije zaznali z 47,5 % uspešnostjo. Z 42,5 % uspešnostjo jim sledijo starejši učenci, tem pa s 35 % odrasli.

Diagram 6 prikazuje, kako uspešni so bili testiranci glede na starost pri zaznavi kognitivnih zavajajočih optičnih iluzij. Iz diagrama je razvidno, da so pri prepoznavanju kognitivnih zavajajočih optičnih iluzij bili najuspešnejši odrasli, ki so tovrstne optične iluzije prepoznali v 55 %. Sledijo jim starejši učenci, ki so bili uspešni v 37,5 % primerov. Največ težav z zaznavo optičnih iluzij so imeli mlajši učenci, ki so tovrstne optične iluzije zaznali z le 20 % uspešnostjo.

*Diagram 6: Uspešnost zaznave kognitivnih zavajajočih optičnih iluzij glede na starost testirancev*



Iz diagrama 7 je mogoče prebrati, da so bili pri zaznavi kognitivnih protislovnih optičnih iluzij najuspešnejši mlajši učenci, ki so tovrstne optične iluzije zaznali v kar 70 %. S 60 % uspešnostjo se ponašajo starejši učenci, odrasli pa so bili uspešni v 55 % primerov. V vseh starostnih skupinah je opaziti, da je za zaznavo optične iluzije v večini primerov bila potrebna dodatna pomoč.

Diagram 7: Uspešnost zaznave kognitivnih protislovnih optičnih iluzij glede na starost testirancev

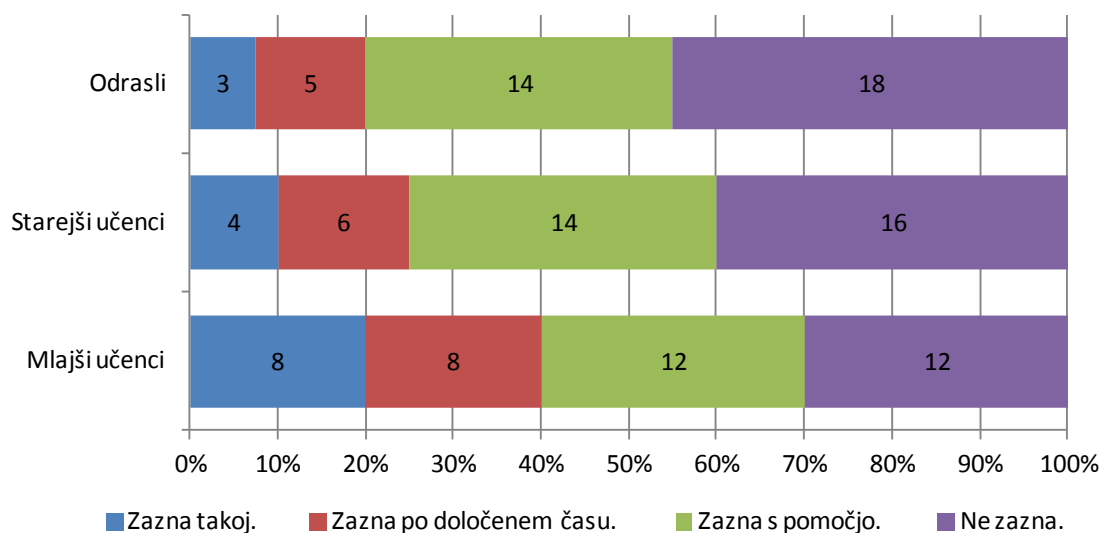


Diagram 8: Uspešnost zaznave kognitivnih dvoumnih optičnih iluzij glede na starost testirancev

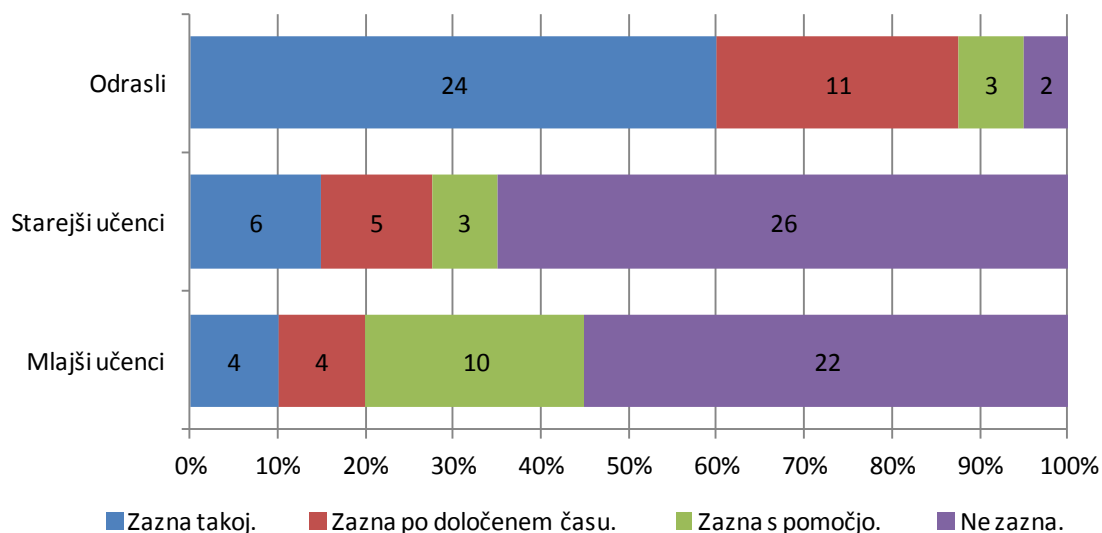
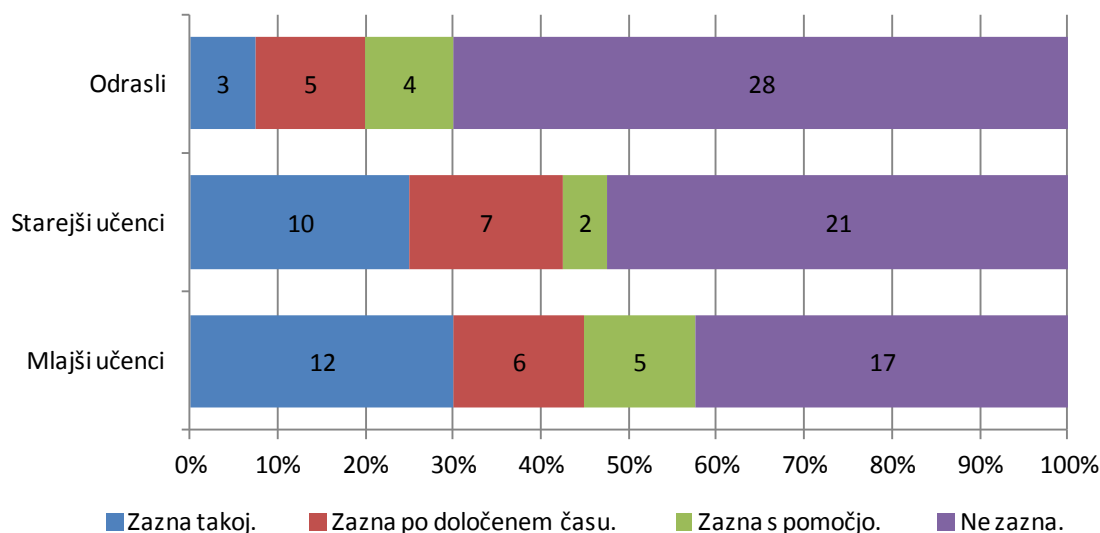


Diagram 8 prikazuje uspešnost zaznave kognitivnih dvoumnih iluzij, pri katerih so bili najuspešnejši odrasli, saj le v 5 % primerov niso zaznali tovrstne optične iluzije. Tako starejši kot mlajši učenci so bili pri tovrstnih optičnih iluzijah precej manj uspešni od odraslih. Mlajši učenci so iluzijo zaznali v 45 %, starejši učenci pa le še v 35 %. Pri kognitivnih dvoumnih

optičnih iluzijah je torej razlika pri uspešnosti zaznave še posebej odvisna od starosti testirancev.

Diagram 9: Uspešnost zaznave kognitivnih izmišljenih optičnih iluzij glede na starost testirancev

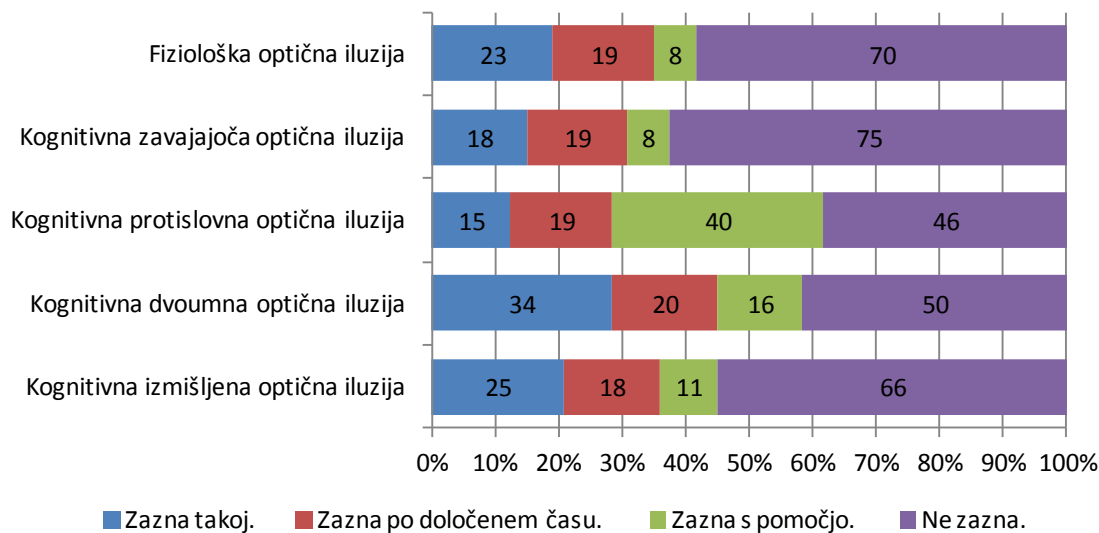


Kognitivne izmišljene optične iluzije (diagram 9) so najbolj zaznavali mlajši učenci, ki so bili 57,5 % uspešni. Starejši učenci so pri tovrstnih optičnih iluzijah bili 47,5 % uspešni. Najslabše so se odrezali odrasli, ki so bili uspešni le v 30 % primerov.

### 3.3 Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na vrsto optične iluzije

Iz diagrama 10 je razvidno, da so bile najbolj pogosto zaznane kognitivne protislovne optične iluzije. Le-te so bile zaznane v 61,7 % primerov. Nekoliko manj uspešni so bili testiranci pri zaznavi kognitivnih dvoumnih optičnih iluzij, in sicer za 3,4 %. Kognitivne izmišljene optične iluzije so bile zaznane v 45 %, fiziološke optične iluzije pa v 41,7 %. Najslabše so zaznavali kognitivne zavajajoče optične iluzije.

Diagram 10: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na vrsto iluzije



### 3.4 Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na spol

Diagram 11: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na spol

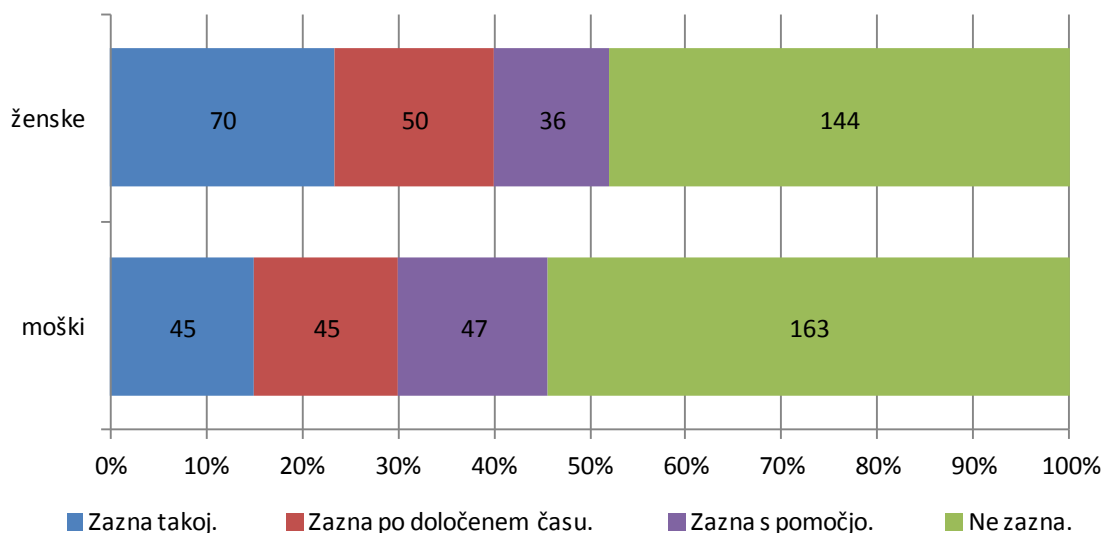
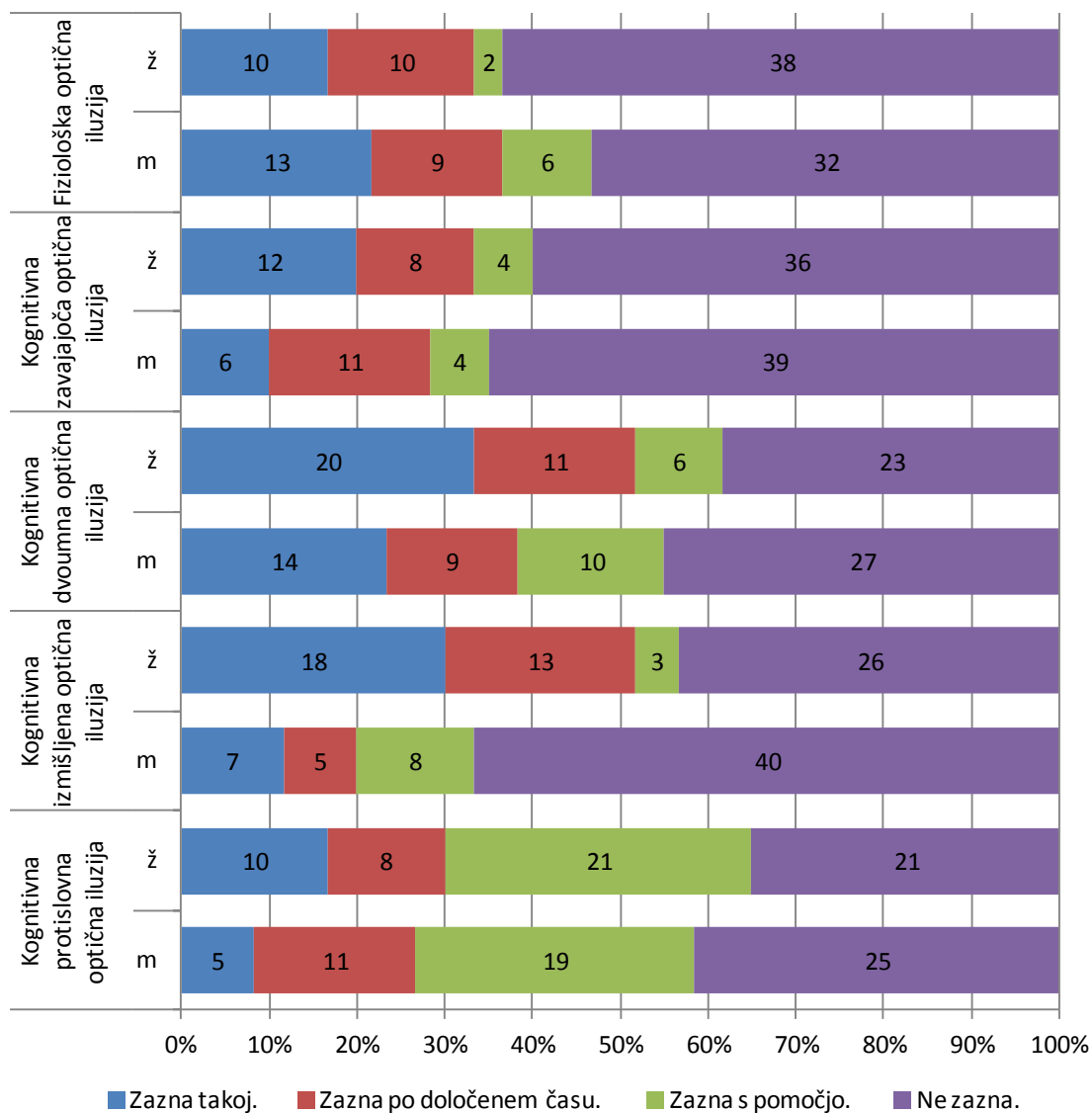


Diagram 11 prikazuje uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na spol testirancev. Kot je razvidno iz tega diagrama, so ženske nekoliko uspešnejše pri zaznavi optičnih iluzij kot moški. Ženske so optične iluzije zaznale v 52 %, moški pa v 45,7 %. Prav tako so ženske vidno

uspešnejše pri takojšnji zaznavi optičnih iluzij v primerjavi z moškimi, saj je takoj iluzijo zaznalo kar 23,3 % ženske in le 15 % moških.

Diagram 12: Uspešnost zaznave optičnih iluzij glede na spol po posamezni vrsti optične iluzije



Zgornji diagram (diagram 12) prikazuje primerjavo med spoloma po posameznih vrstah optičnih iluzij. Razberemo lahko, da so ženske uspešnejše od moških pri zaznavi kognitivnih optičnih iluzij, moški pa so uspešnejši pri fizioloških optičnih iluzijah. Največja razlika med spoloma je pri zaznavi kognitivnih izmišljenih optičnih iluzijah, kjer je uspešnost žensk kar 56,7 %, uspešnost moških pa le 33,3 %.

## 4 INTERPRETACIJA REZULTATOV

S testiranjem sva pridobili veliko količino podatkov. Že pred začetkom testiranja sva pazili, da so bile najine starostne skupine med seboj številčno uravnotežene (iz vsake po 20 testirancev), prav tako pa so bile številčno uravnotežene po spolu (50 % moških in 50 % žensk). Pred testiranjem nisva imeli vpliva na to, da bi lahko uravnotežili število testirancev tudi glede na uspešnost pri posameznih učnih predmetih. Zato število testirancev glede na ocene pri posameznih predmetih ni bilo enako. To je lahko vplivalo tudi na to, da rezultati, ki smo jih dobili (glede povezanosti uspešnosti pri posameznem predmetu in uspešnosti zaznave optičnih iluzij), niso povsem zanesljivi. Zaradi številčno neuravnoteženih skupin sva za primerjavo rezultatov najprej izračunali povprečja uspešnosti zaznave optičnih iluzij. Nižja povprečna vrednost skupine pomeni hitrejšo zaznavo optične iluzije.

Za primerjavo uspešnosti zaznave optičnih iluzij glede na uspešnost pri posameznih predmetih sva testirance razvrstili v skupine (glede na ocene pri teh učnih predmetih). Izbrali sva tri učne predmete, in sicer likovno umetnost, matematiko in računalništvo. Likovno umetnost sva izbrali, ker se veliko optičnih iluzij pojavlja na umetniški slikah ali so del njih. Navadno »likovniki« poznajo zakonitosti risanja v perspektivi in znajo tridimenzionalne predmete prikazati v zgolj dveh dimenzijah. Računalništvo je svoje mesto med izbranimi predmeti dobilo, ker se z optični iluzijami velikokrat srečamo na svetovnem spletu, hkrati pa sva nekje prebrali, da ljudje, ki veliko gledajo v računalniški ekran, niso tako dovzetni za optične iluzije. Še zadnji učni predmet, ki sva ga izbrali, je matematika, ker se pri matematiki srečujemo z liki, njihovimi dimenzijami (dolžina, oblika, barva), preslikavami ...

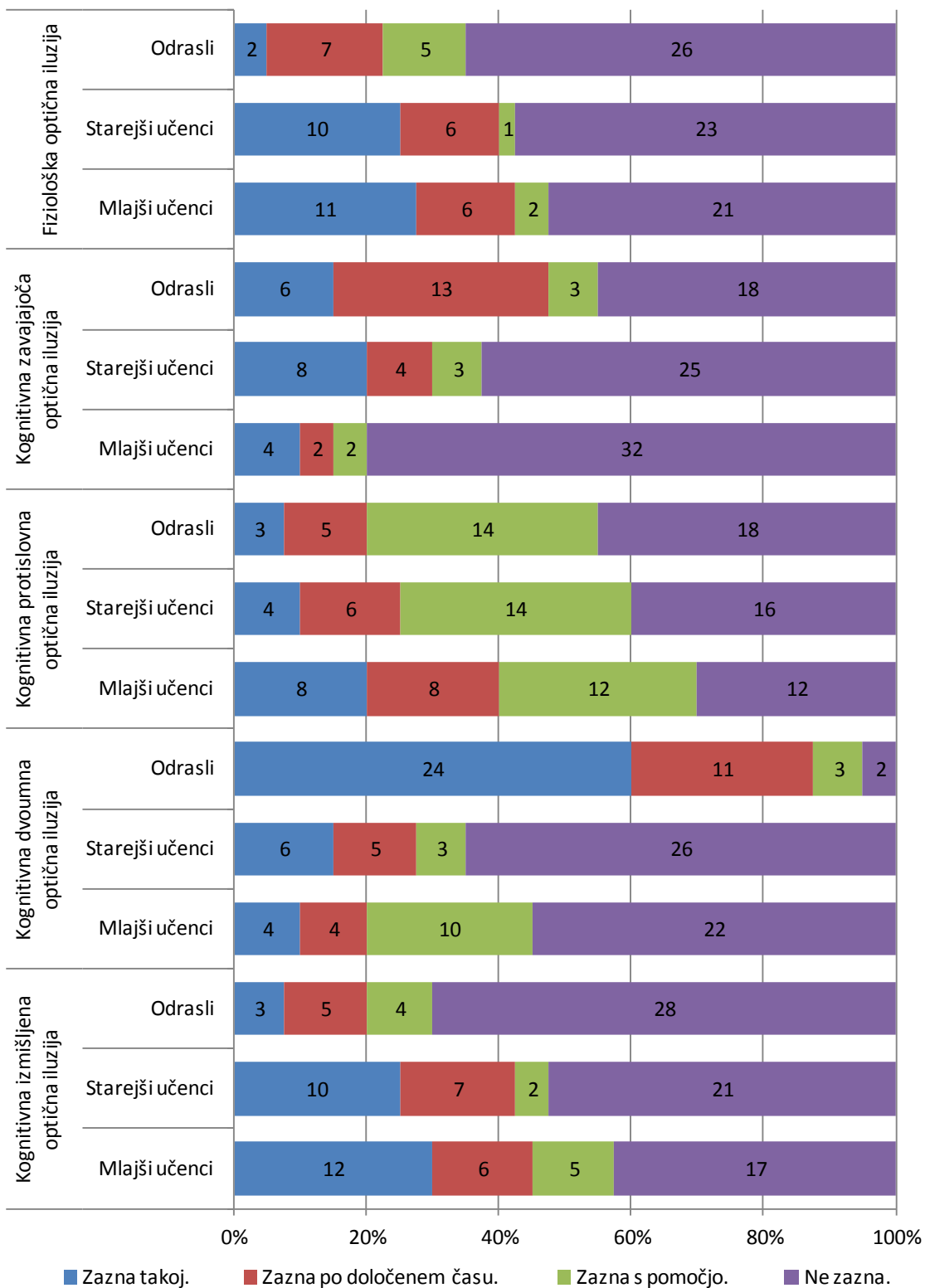
Predvidevali sva, da bodo učenci, ki so bolj uspešni pri likovni umetnosti, hitreje zaznali optične iluzije, saj bolje zaznajo določene podobe in imajo širše »likovno« obzorje. To hipotezo sva žal morali ovreči, saj so rezultati pokazali, da so učenci ne glede na ocene bili približno enako uspešni oz. neuspešni. Največja razlika med izračunanim povprečjem posamezne skupine testirancev je bila le 0,35 (največja možna razlika je 3). Ocena pri likovni umetnosti torej ne vpliva pomembno na uspešnost zaznave optičnih iluzij. Hipoteza 1 je s tem ovržena.

Pred začetkom testiranja sva menili, da uspešnost pri matematiki ne bo pomembno vplivala na uspešnost zaznavanja optičnih iluzij. Najina hipoteza se je tokrat izkazala za resnično, saj se povprečje uspešnosti zaznavanja optičnih iluzij bistveno ne razlikuje glede na ocene pri matematiki. Razlika med najvišjim in najnižjim izračunanim povprečjem je 0,77 (vendar je na rezultat zagotovo vplivalo izredno malo število testirancev, ki pri matematiki dosegajo oceno nezadostno). Če rezultat »nezadostnih« izvezemo, je razlika le 0,24. Iz tega sklepava, da ocena pri matematiki ne vpliva pomembno na uspešnost zaznave optičnih iluzij. Najina druga hipoteza je tako potrjena.

Kako uspešnost pri računalništvu vpliva na uspešnost zaznave optičnih iluzij? Razlika v izračunem povprečju med najuspešnejšimi in najmanj uspešnimi pri zaznavi optičnih iluzij glede na uspešnost pri računalništvu je 0,36. Najina hipoteza je bila pravilna, saj so bili testiranci ne glede na njihovo znanje računalništva podobno uspešni. Hipoteza 3 je s tem potrjena.

Kot je razvidno iz diagrama 13, so rezultati pokazali, da so bili pri zaznavi optičnih iluzij testiranci glede na starost različno uspešni. Pri nekaterih vrstah optičnih iluzij so bili najuspešnejši mlajši učenci, pri drugih vrstah odrasli. Starejši učenci so navadno bili nekje med obema prej omenjenima skupinama. Razlog za takšne rezultate bi lahko bil v tem, da odrasli pri nekaterih optičnih iluzijah le-te zaradi svojih izkušenj zaznajo prej, včasih pa jih prav izkušnje pri zaznavi dodatno ovirajo. Za »neuspeh« starejših učencev bi lahko vzrok tičal v dejstvu, da veliko časa preživijo za televizijskimi in računalniškimi ekrani. Hipotezo 4 morava žal ovreči, saj ne moreva z gotovostjo trditi, da so odrasli uspešnejši pri zaznavi optičnih iluzij od mlajših testirancev.

Diagram 13: Uspešnost zaznave posamezne vrste optičnih iluzij glede na starost





Glede na vrsto optične iluzije je bila najbolje zaznana kognitivna protislovna optična iluzija, torej so to vrsto optične iluzije testiranci najhitreje zaznali in najbolje opisali. Meniva, da je razlog za zgoraj navedene rezultate ta, da je večina testirancev s pomočjo hitro ugotovila, da predmeti s slike ne morejo obstajati v prostoru. Hipotezo 5 morava žal ovreči.

Hipotezo 6 lahko na podlagi dobljenih podatkov potrdiva, saj so bile ženske pri zaznavi vseh vrst optičnih iluzij, z izjemo fizioloških, uspešnejše. Morda je vzrok znova moč iskati v dejstvu, da moški mnogo več časa preživijo pred računalniškimi in televizijskimi ekrani, kar naj bi vplivalo na dovzetnost za zaznavanje optičnih iluzij.

Izbrane metode dela so bile ustrezne, a žal nisva imeli vpliva na izbiro testirancev glede na uspešnost pri posameznih učnih predmetih. Tako sva imeli številčno precej neuravnotežene skupine glede na uspešnost pri učnih predmetih, kar je lahko vplivalo na zanesljivost dobljenih rezultatov.

## 5 ZAKLJUČEK

Kot sva omenili že na začetku, sva že v poletnih mesecih v revijah brali o optičnih prevarah. Tako se nama je porodilo vprašanje, kaj vse vpliva na uspešnost zaznave optične prevare. Odločili sva se pripraviti raziskovalno nalogo o tem. Ugotovili sva, da optične iluzije nastanejo glede na to, kako možgani interpretirajo podatke, ki jim jih pošlje oko.

Glede na to, ali »napake« pri zaznavi nastanejo v možganih ali na poti do možganov, sva jih ustrezno razdelili v dve skupini, in sicer na fiziološke optične iluzije ter kognitivne optične iluzije. Kasneje sva preučili tudi oko in možgane in jih na kratko predstavili.

Z metodo testiranja sva ugotovili, da uspešnost posameznika pri likovni umetnosti, matematiki in računalništvu ne vpliva na to, kako uspešno je posameznik zaznal optično iluzijo. Prav tako ni pomembno vplivala starost, kajti ponekod so bili najbolj uspešni odrasli, ponekod mlajši učenci. Predvidevava, da je temu tako zato, ker imajo odrasli več izkušenj, ki jim ponekod pomagajo, drugod jih ovirajo. Najmanj uspešni so bili starejši učenci, kar sva povezali s tem, da ljudje, ki dosti časa preživijo pred računalniškimi in televizijskimi zasloni, niso tako dovzetni za optične iluzije. Se pa je izkazalo, da ženske na splošno bolje prepoznajo optične prevare kot moški, ki so bili uspešnejši le pri fizioloških optičnih iluzijah.

## 6 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Mladi smo prihodnost in od nas je odvisno, ali bo ta svetla ali temna. Če se bomo mladi trudili razširjati svoje obzorje znanja, bo naša prihodnost boljša in svetlejša in se bomo zbudili v lepši jutri. S tem, ko sva se odločili narediti raziskovalno nalogo, sva izboljšali sebe ter začeli postavljati temelje za boljšo prihodnost. Prav tako sva navdušili sošolce in sošolke za raziskovanje in sva jim pri tem pripravljene pomagati po svojih močeh.

## 7 LITERATURA

Carter, P., Russell, K.

Trening za uravnoteženje možganov: Vaje, uganke in igre za ostritev obeh strani možganov. 2. natis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 2006.

Človek: Velika ilustrirana enciklopedija. Ljubljana, Mladinska knjiga Založba, 2008.

Domači zdravnik od A do Ž: novi zdravstveni svetovalec - z navodili za prvo pomoč. Maribor, International Masters Publishers, 2002.

Gordon, D. G. Očesne čarovnije. V: National Geographic Junior (online, arhiv). 2006, december (ogled: 5. 1. 2016).

Dostopno na: <http://junior.si/vsebina/arhiv/2006/12/>  
[http://junior.si/vsebina/arhiv/ocesne\\_charovnije/](http://junior.si/vsebina/arhiv/ocesne_charovnije/)

Kompare, A., Stražičar, M., Dogša, I., Vec, T., Curk, J.

Uvod v psihologijo: Učbenik za psihologijo v 2. letniku gimnazijskega in srednjega tehniškega oz. strokovnega izobraževanja. 1. prenovljena izdaja, 3. natis. Ljubljana, DZS, 2012.

Palmgren, G. Možgani nam lažejo. Science illustrated, 2015, št. 68 (str. 32 – 43).

Slovenski veliki leksikon: h – o. Ljubljana, Mladinska knjiga Založba, 2004.

Veliki zdravstveni priročnik: za domačo uporabo. Ljubljana, Mladinska knjiga, 2002.

## 7.1 Spletni naslovi – viri

*Kognitivna zavajajoča optična iluzija – Test 01*

<http://www.rogerreynolds.com/futureofmusic/risset/11VisualPerspectiveIllusion.png>

*Fiziološka optična iluzija – Test 02*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion#/](https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion#/)

*Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 03*

<http://cogpsy.info/perception/the-elephant-illusion-shepard/>

*Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 04*

<http://www.planetperplex.com/en/item/eskimo-indian/>

*Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 05*

<http://www.anopticalillusion.com/page/47/>

*Kognitivna zavajajoča optična iluzija – Test 06*

<http://brainden.com/images/jastrow-illusion-big.jpg>

*Fiziološka optična iluzija – Test 07*

<http://i.livescience.com/images/i/000/030/918/i02/intertwining-illusion.png?1347391639>

*Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 08*

[http://www.coolopticalillusions.com/optical\\_illusions\\_images\\_2/shelves\\_eye\\_trick.htm](http://www.coolopticalillusions.com/optical_illusions_images_2/shelves_eye_trick.htm)

*Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 09*

<http://www.scientificpsychic.com/graphics/>

*Kognitivna protislovna optična iluzija – Test 10*

[https://content.ncetm.org.uk/images/microsites/secondary\\_magazine/issue\\_74/74\\_22.gif](https://content.ncetm.org.uk/images/microsites/secondary_magazine/issue_74/74_22.gif)

*Fatamorgana*

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Fatamorgana>

*Paslika*

<http://www.illusions.org/dp/1-54.htm>

*Rubinova vaza*

<http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Rubin's+vase>

*Ebbinghausova iluzija ali Titchenerjeva iluzija*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Ebbinghaus\\_illusion](https://en.wikipedia.org/wiki/Ebbinghaus_illusion)

*Trikotnik Kanizse*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion](https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion)

*Penrosov trikotnik*

<http://mathworld.wolfram.com/PenroseTriangle.html>

*Zgradba človeškega očesa*

<http://www.minus50.si/oko.html>