

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIHA VELENJE  
VODNIKOVA 3, 3320 VELENJE

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**OPTIČNE PREVARE**

Tematsko področje: FIZIKA

Avtor:

Andraž TRUPEJ, 9. razred

Mentorici:

mag. Anita Povše, prof.  
Karin Sirovina Dvornik, prof.

Velenje, 21. 2. 2015

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentorici:

mag. Anita Povše, prof.

Karin Sirovina Dvornik, prof.



Datum predavitve: 9. – 11. 3. 2015

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD OŠ GUSTAVA ŠILIHA, 2014/2015
- KG optične prevare / optične iluzije / vid / možgani / vizualne prevare
- AV TRUPEJ, Andraž
- SA POVŠE, Anita / SIROVINA DVORNIK, Karin
- KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3
- ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje
- LI 2015
- IN **OPTIČNE PREVARE**
- TD Raziskovalna naloga
- OP X, 52 S., 19 SL., 19 GRAF., 3 PRIL., 26 REF.
- IJ SL
- JI sl/ en
- AI V življenju se velikokrat srečamo z različnimi optičnimi prevarami, ki jih včasih zaznamo ali pa našo pozornost pri pogledu na optično prevaro odvrne druga v tistem trenutku zanimivejša stvar. Z optičnimi prevarami se pogosto srečujemo na svetovnem spletu, večkrat pa se z njimi in posredno z nami poigrajo tudi umetniki in čarodeji. Namen raziskave je bil raziskati vrste optičnih prevar, njihovo delovanje na našo percepcijo vidnega ter vpliv starosti na njihovo zaznavanje. V raziskavi je sodelovalo petdeset testiranih oseb dveh starostnih skupin. Osebe so morale zaznati deset različnih optičnih prevar. Rezultati testiranj so pokazali, da vsak človek različno zaznava in si predstavlja videne optične prevare. Na hitrost in uspešnost zaznave optične prevare pomembno vpliva tudi starost opazovalca in seveda njegova vitalnost in zdravje. Iz rezultatov testiranja je sklepati, da mlajše osebe zaznajo optične prevare hitreje in uspešneje kot starejše, vzrok temu pa so lahko različni dejavniki, ki vplivajo na njihovo zaznavanje kot npr.: koncentracija, vitalnost čutil za vid, večja dojemljivost za optične prevare in ne nazadnje večja seznanjenost mladih z optičnimi prevarami, s katerimi se vsakodnevno srečujejo na svetovnem spletu.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND OŠ GUSTAVA ŠILIHA, 2014/2015
- CX optical scams/ optical illusions / visual / brain / visual scams
- AU TRUPEJ, Andraž
- AA POVŠE, Anita / SIROVINA DVORNIK, Karin
- PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3
- PB OŠ Gustava Šiliha Velenje
- PY 2015
- LT **OPTICAL ILLUSIONS**
- DT RESEARCH WORK
- NO X, 52 P., 19 FIG., 19 GRAF., 3 ATT., 26 APP.
- LA SL
- AL sl/ en
- AB In life, we often encounter various optical illusions that we sometimes pay attention to but sometimes our attention shifts to the other at the moment more interesting thing. The optical illusions can be often found on the Internet, and nevertheless they can be performed by artists and magicians. The aim of the research was to explore the types of optical illusions, their performance on our visual perception and the effect of age on their perception. The study involved fifty tested people separated in two age groups. They had to detect ten optical illusions. The test results showed that each individual has a different perception and visualization of the optical illusions. The age and, of course, vitality and human's health are the significant factors that affect the speed and success of the perception of optical illusions. Test results suggest that younger people perceive optical illusions faster and more efficiently than older people, the cause of this may have different factors, such as vitality of the visual sense organs, a greater susceptibility to optical illusions and last but not least a greater possibility for getting familiar with optical illusions, which are nowadays offered by the multimedia, and of course the World Wide Web.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>II</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>III</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO GRAFOV .....</b>	<b>VI</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>VII</b>
<b>SEZNAM OKRAJŠAV .....</b>	<b>IX</b>
<b>SLOVARČEK.....</b>	<b>X</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>2</b>
2.1 KAJ SO OPTIČNE PREVARE .....	2
2.2 VRSTE OPTIČNIH PREVAR.....	2
2.2.1 UMETNE OPTIČNE PREVARE .....	3
2.2.1.1 KOGNITIVNE OPTIČNE PREVARE.....	3
2.2.1.2 FIZIOLOŠKE OPTIČNE PREVARE.....	6
2.2.2 NARAVNE OPTIČNE PREVARE.....	7
2.2.2.1 Fata morgana.....	7
2.3 POVEZANOST MOŽGANOV IN VIDA PRI ZAZNAVANJU OPTIČNIH PREVAR.....	8
2.3.1 ČLOVEŠKI MOŽGANI.....	9
2.3.2 ČUTILO VIDA – OKO .....	10
2.3.2.1 Anatomija očesa.....	10
2.3.2.2 Kako vidi oko.....	12
<b>3 METODE DELA .....</b>	<b>13</b>
3.1 NAČRTOVANJE .....	13
3.2 DOLOČITEV IN IZBIRA STAROSTNIH SKUPIN TESTIRANCEV .....	13
3.3 POSTOPEK TESTIRANJA.....	14

3.4	IZBIRA TESTNIH OPTIČNIH PREVAR.....	15
3.4.1	<i>Test 01 – Kognitivna zavajajoča optična prevara.....</i>	<i>15</i>
3.4.2	<i>Test 02 – Fiziološka optična prevara .....</i>	<i>16</i>
3.4.3	<i>Test 03 – Kognitivna zavajajoča optična prevara.....</i>	<i>16</i>
3.4.4	<i>Test 04 – Kognitivna zavajajoča optična prevara.....</i>	<i>17</i>
3.4.5	<i>Test 05 – Fiziološka optična prevara .....</i>	<i>17</i>
3.4.6	<i>Test 06 – Kognitivna zavajajoča optična prevara.....</i>	<i>18</i>
3.4.7	<i>Test 07 – Fiziološka optična prevara .....</i>	<i>18</i>
3.4.8	<i>Test 08 – Kognitivna zavajajoča optična prevara.....</i>	<i>19</i>
3.4.9	<i>Test 09 – Kognitivna protislovna optična prevara.....</i>	<i>19</i>
3.4.10	<i>Test 10 – Fiziološka optična prevara .....</i>	<i>20</i>
<b>4</b>	<b>REZULTATI .....</b>	<b>21</b>
4.1	TEST 01 – KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA .....	21
4.2	TEST 02 – FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA.....	21
4.3	TEST 03 – KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA .....	22
4.4	TEST 04 – KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA.....	22
4.5	TEST 05 – FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA.....	23
4.6	TEST 06 – KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA .....	23
4.7	TEST 07 – FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA.....	24
4.8	TEST 08 – KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA .....	24
4.9	TEST 09 – KOGNITIVNA PROTISLOVNA OPTIČNA PREVARA.....	25
4.10	TEST 10 – FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA.....	25
<b>5</b>	<b>DISKUSIJA.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>POVZETEK.....</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>ZAHVALA .....</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>PRILOGE.....</b>	<b>40</b>

## KAZALO GRAFOV

GRAF 1:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 01.....	21
GRAF 2:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 02.....	22
GRAF 3:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 03.....	22
GRAF 4:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 04.....	23
GRAF 5:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 05.....	23
GRAF 6:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 06.....	24
GRAF 7:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 07.....	24
GRAF 8:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 08.....	25
GRAF 9:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 09.....	25
GRAF 10:	REZULTATI OCENJEVANJA TESTNE OPTIČNE PREVARE 10.....	26
GRAF 11:	DELEŽI USPEŠNOSTI ZAZNAVANJA OPTIČNIH PREVAR PO KRITERIJIH PREPOZNAVANOSTI/STAROSTNIH SKUPINA/ OPTIČNIH PREVARAH/PODSKUPINAH IN SKUPINAH OPTIČNIH PREVAR .....	28
GRAF 12:	DELEŽI USPEŠNOSTI ZAZNAVANJA OPTIČNIH PREVAR MED STAROSTNIMA SKUPINAMA .....	29
GRAF 13:	PRIMERJAVA ZAZNANIH POSAMIČNIH OPTIČNIH PREVAR MED STAROSTNIMA SKUPINAMA .....	30
GRAF 14:	PRIMERJAVA USPEŠNOSTI ZAZNAVANJA FIZIOLOŠKIH IN KOGNITIVNIH OPTIČNIH PREVAR MED STAROSTNIMA SKUPINAMA .....	31
GRAF 15:	PRIMERJAVA USPEŠNOSTI ZAZNAVANJA FIZIOLOŠKIH IN KOGNITIVNIH OPTIČNIH PREVAR MED TESTIRANIMI OSEBAMI .....	31
GRAF 16:	REZULTATI PO POSAMEZNIH TESTNIH OPTIČNIH PREVARAH – KRITERIJ 1 (TAKOJ PRAVILNO ZAZNANE OPTIČNE PREVARE).....	32
GRAF 17:	REZULTATI PO POSAMEZNIH TESTNIH OPTIČNIH PREVARAH – KRITERIJ 2 (OSEBA PRAVILNO ZAZNALA OPTIČNO PREVARO PO DOLOČENEM ČASU) .....	33
GRAF 18:	REZULTATI PO POSAMEZNIH TESTNIH OPTIČNIH PREVARAH – KRITERIJ 3 (OSEBA PRAVILNO ZAZNALA OPTIČNO PREVARO S POMOČJO NAVODIL).....	33
GRAF 19:	REZULTATI PO POSAMEZNIH TESTNIH OPTIČNIH PREVARAH – KRITERIJ 4 (OSEBA NI ZMOGLA PRAVILNO ZAZNATI OPTIČNO PREVARO).....	34

## KAZALO SLIK

SLIKA 1	KOGNITIVNA DVOUMNA OZ. VEČPOMENSKA OPTIČNA PREVARA (RUBINOVA VAZA) ( <a href="http://eucbeniki.sio.si">HTTP://EUCBENIKI.SIO.SI</a> ) .....	4
SLIKA 2	KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OZ. GEOMETRIČNA OPTIČNA PREVARA (MÜLLER-LYER ILLUSION) ( <a href="http://en.wikipedia.org">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG</a> ) .....	4
SLIKA 3	KOGNITIVNA PROTISLOVNA OPTIČNA PREVARA (PENROSE TRIKOTNIK) ( <a href="http://en.wikipedia.org">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG</a> ).....	5
SLIKA 4	KOGNITIVNA IZMIŠLJENA OPTIČNA PREVARA (KANIZSASIN TRIKOTNIK) ( <a href="http://en.wikipedia.org">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG</a> ).....	5
SLIKA 5	FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA ( <a href="http://www.cmschippewa411.com">HTTP://WWW.CMSCHIPPEWA411.COM</a> ) .....	6
SLIKA 6	FATA MORGANA - JEZERO SREDI PUŠČAVE ( <a href="http://www.fgg.uni-lj.si">WWW.FGG.UNI-LJ.SI</a> , 2015) .....	8
SLIKA 7	SENZOR VIDA POSREDUJE NAŠIM MOŽGANOM MNOŽICO INFORMACIJ, KI JIH NEPRESTANO OBDELUJEJO, INTERPRETIRAJO, IŠČEJO NJIHOV POMEN. (NEVRONSKA KOREKCIJA ZAVESTI (NCC)) (FUNDAMENTAL NEUROSCIENCE (3RD EDITION), 2008) .....	9
SLIKA 8	ANATOMIJA OČESA (HUMAN BODY I, 2008).....	10
SLIKA 9	OKO – ZAZNAVANJE OBJEKTOV(HUMAN BODY I, 2008).....	12
SLIKA 10	KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA (TEST 01) ( <a href="http://en.wikipedia.org">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG</a> ).....	15
SLIKA 11	FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA (TEST 02) ( <a href="http://en.wikipedia.org">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG</a> ).....	16
SLIKA 12	KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA (TEST 03) ( <a href="http://www.justanswer.com">HTTP://WWW.JUSTANSWER.COM</a> ).....	16
SLIKA 13	KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA (TEST 04) ( <a href="http://en.wikipedia.org">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG</a> ).....	17
SLIKA 14	FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA (TEST 05) ( <a href="http://en.wikipedia.org">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG</a> ).....	17
SLIKA 15	KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA (TEST 06) (MEISTERWERKE DER OPTISCHEN ILLUSIONEN, 2002) .....	18
SLIKA 16	FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA (TEST 07) ( <a href="http://www.telegraph.co.uk">HTTP://WWW.TELEGRAPH.CO.UK</a> ) ...	18
SLIKA 17	KOGNITIVNA ZAVAJAJOČA OPTIČNA PREVARA (TEST 08) (MEISTERWERKE DER OPTISCHEN ILLUSIONEN, 2002) .....	19



SLIKA 18	KOGNITIVNA PROTISLOVNA OPTIČNA PREVARA (TEST 09) ( <a href="http://forum.piriform.com">HTTP://FORUM.PIRIFORM.COM</a> ).....	20
SLIKA 19	FIZIOLOŠKA OPTIČNA PREVARA - PINNAS ILUZIJA (TEST 10) ( <a href="http://en.wikipedia.org">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG</a> ).....	20

## SEZNAM OKRAJŠAV

OŠ	osnovna šola
in sod.	in sodelavci
npr.	na primer
oz.	oziroma
itd.	in tako dalje
o.p.	optična prevara

## SLOVARČEK

**DIOPTRIJSKI APARAT:** predstavljajo ga deli očesa, ki so nujno potrebni za vid. Sestavljajo ga: roženica (*cornea*), sprednji očesni prekat (*camera anterior bulbi*), zadajšnji očesni prekat (*camera posterior bulbi*), prekatna vodica (*humor aquosus*), očesna leča (*lens crystallina*), steklovina (*corpus vitreum*) (Veliki zdravstveni priročnik: za domačo rabo, 2000);

**PRECEPCIJA:** čutno dožemanje predmetnega sveta ali zaznavanje (<http://bos.zrc-sazu.si/sskj.html>, 2015);

**ILUZIJA:** predstava, navadno optimistična, ki ni osnovana na resničnosti. Imenovana tudi kot slepilo ali samoprevara (<http://bos.zrc-sazu.si/sskj.html>, 2015).

## 1 UVOD

Ljudje smo nagnjeni k temu, da verjamemo, da smo videli to, kar je »dejansko tam zunaj«, medtem ko smo v resnici "videli" le konstrukt kombinacije trenutne slike na naši očesni mrežnici in naših preteklih izkušenj. Če imate npr. motnjo pri zaznavanju barv (*daltonizem*), se to lahko pokaže takrat, ko v šolo pridete s parom nogavic, za katere mislite, da se barvno ujemajo, ampak vaši sošolci vidijo vaš par nogavic drugače. Pri zaznavanju zunanjega sveta pa obstajajo tudi stvari, kot npr.: optične iluzije (latinsko *illusio* - utvara, samoprevara, slepilo, privid), ki jih nihče od nas ne vidi oz. zaznava takšne, kot so v resnici. Vizualne motnje in optične iluzije povedo nevroznanstvenikom veliko o tem, kako je naš vizualni sistem zgrajen in kako deluje.

V današnjem svetu se velikokrat srečamo z različnimi optičnimi iluzijami, ki so posledica popačenega čutnega zaznavanja. Optične iluzije lahko pogosto najdemo tudi v naravi in te so še posebej zanimive, zato izrazito pritegnejo našo pozornost, velikokrat pa se z njimi hote ali nehote srečamo tudi na svetovnem spletu (internetu). Različna čutna zaznavanja vodijo do različnih rezultatov in to se dogaja tudi pri zaznavanju oz. videnju optičnih iluzij, ki jih imenujemo tudi optične prevare (o.p.).

Običajno so optične prevare navadne slike, katere naši možgani pri pretvorbi informacij dobljenih od čutila za vid (očesa) interpretirajo na različne načine. Mnogo ljudi ima za to občutek, da vidi oz. da si interpretira omenjene optične prevare pravilno, kar je dejansko res. Pri interpretiranju optičnih iluzij ni napačne ali pravilne interpretacije, saj si videno interpretiramo na različne načine. Na zaznavanje optičnih iluzij lahko vplivajo različni dejavniki, kot so npr. motnja vida, bolezenske spremembe v možganih ali poškodbe le-teh, pretirana svetlobna stimulacija ter ne nazadnje tudi starost človeka.

Cilj moje raziskovalne naloge je bil, da raziščem, ali starost človeka vpliva na videnje in zaznavanje optičnih prevar ter ali je res, da si optične prevare ne glede na starost interpretiramo tako različno.

#### HIPOTEZE:

- ✓ *Večina testiranih ljudi bo zaznala in znala opisati izbrane testne optične prevare brez predhodnega usmerjanja k rešitvi.*
- ✓ *Največ težav bodo imeli testirani ljudje z zaznavanjem in opisovanjem fizioloških optičnih prevar.*
- ✓ *Med testiranimi mlajšimi in starejšimi osebami bodo razlike v uspešnosti zaznavanja posameznih optičnih prevar.*
- ✓ *Testirane osebe bodo ne glede na starost različno zaznale in opisale posamezne testne optične prevare.*

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 KAJ SO OPTIČNE PREVARE

Veliko ljudi se sprašuje, kaj so optične prevare oziroma optične iluzije. Na kratek in preprost način povedano so to pojavi, ko objekt ali sliko v naravi preko čutila za vid v naših možganih zaznamo ali interpretiramo drugače, kot ta v resnici je. Optična prevara (imenovan tudi *vizualna iluzija*) je značilno različno vidno zaznavanje objektov ali slik, ki se razlikuje od objektivne realnosti. Oko, kot senzor vida, posreduje našim možganom množico informacij v obliki šibkih električnih impulzov, ki jih ti neprestano obdelujejo, interpretirajo, iščejo njihov pomen. Pri optičnih prevarah dobimo vtis, da se dobljene informacije ne ujemajo z videno sliko v realnosti. Optične iluzije v bistvu prevarajo naše možgane, ko si situacije, ki jih tekom evolucije niso bili vajeni, razlagajo na način, neskladen z realnostjo. Gledamo z očmi, a vidimo z možgani ([www.sinapsa.org](http://www.sinapsa.org), 2015).

### 2.2 VRSTE OPTIČNIH PREVAR

V osnovi delimo optične prevare glede na izvor njihovega nastanka, to je na umetne in naravne optične prevare. Med umetne optične prevare spadajo optične prevare, ki jih je ustvaril človek, medtem ko med naravne optične prevare štejemo vse naravne pojave, ki pri ljudeh spodbudijo različno vizualno interpretacijo videnega.

## **2.2.1 UMETNE OPTIČNE PREVARE**

Umetne optične prevare največkrat srečamo na svetovnem spletu. Najdemo jih tudi v različnih medijih za oglaševanje, kot so npr.: revije, oglasi, plakati ter v raznih umetniških delih. Omenjene prevare nastajajo predvsem zaradi človekove raziskovalne narave in zvedavosti, nekatere pa iz osebnega zadovoljstva in želje po umetniškem ustvarjanju. Poznamo dve glavni skupini umetnih optičnih prevar:

- ✓ *fiziološke iluzije oz. fiziološke optične prevare, ki so posledica pretirane stimulacije določenega tipa (močna svetloba, barva, velikost, položaj, nagib, gibanja) na vid ter*
- ✓ *kognitivne iluzije oz. kognitivne optične prevare, ki so posledica naših nezavednih sklepanj.*

### **2.2.1.1 KOGNITIVNE OPTIČNE PREVARE**

Kognitivne optične prevare nastanejo ob medsebojnem vplivu (*interakciji*) optične prevare z našimi predpostavkami o svetu, ki vodijo do "nezavednih sklepanj". Omenjeno hipotezo je najprej razvil v 19. stoletju nemški fizik in zdravnik Hermann von Helmholtz.

Kognitivne optične prevare so razdeljene v štiri podskupine:

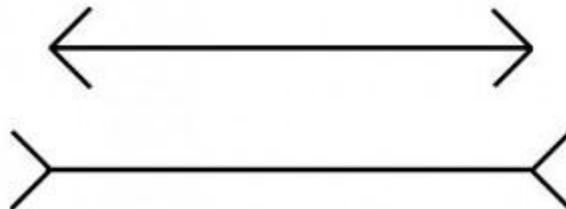
- ✓ *dvoumne oz. večpomenske optične prevare*
- ✓ *zavajajoče oz. geometrične prevare*
- ✓ *protislovne prevare*
- ✓ *izmišljene prevare.*

*Kognitivne dvoumne oz. večpomenske optične prevare so prevare, ki povzročijo spremembo čutnega dožemanja predmetnega sveta (percepcije) zaradi različnih interpretacij. V primeru Rubinove vaze (Slika 1) lahko opazovalec vidi vazo, če gleda osrednji del slike ali pa dva obraza obrnjena drug proti drugemu v primeru, da se osredotoči na levi in desni rob slike.*



Slika 1 Kognitivna dvoumna oz. večpomenska optična prevara (Rubinova vaza)  
(<http://eucbeniki.sio.si>).

Kognitivne zavajajoče oz. geometrične optične prevare so slike oz. liki, ki opazovalca zavajajo in mu dajejo napačno predstavo o velikosti, dolžini, ukrivljenosti ali barvi opazovanih slik oziroma likov.



Slika 2 Kognitivna zavajajoča oz. geometrična optična prevara (Müller-Lyer Illusion)  
(<http://en.wikipedia.org>).

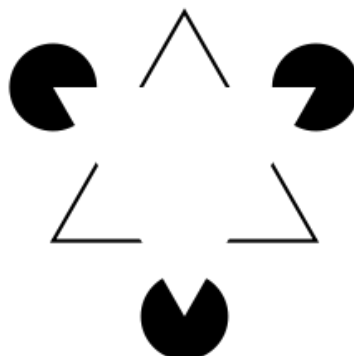
Zaradi obratno usmerjenih puščic na obeh koncih ravne črte, opazovalec dobi občutek, da je horizontalna črta spodnjega lika daljša od horizontalne črte zgornjega lika, čeprav to ni res. Obe horizontalni črti sta namreč enako dolgi.

Pri *protislovnih optičnih prevarah* gre za slike oz. like, ki v resnici v naravi fizikalno ne bi mogli obstajati. Dvodimenzionalna slika spodnjega lika trikotnika se opazovalcu zdi normalna, vendar tridimenzionalnega lika po spodnji sliki v realnem svetu ni mogoče narediti, saj se robovi nepravilno zaključujejo.



Slika 3 Kognitivna protislovnna optična prevara (Penrose trikotnik)  
(<http://en.wikipedia.org>).

Med kognitivne izmišljene optične prevare spadajo optične prevare, ki na sliki sploh ne obstajajo, ampak jih naši možgani podzavestno proizvedejo. Primer takšne optične prevare vidimo na spodnji sliki, kjer ima opazovalec občutek, da je v sredini narisana trikotnik, čeprav ni. K takšnemu dojetanju nas vodijo pomanjkljivosti, narisane pri ostalih likih slike.



Slika 4 Kognitivna izmišljena optična prevara (Kanizsasin trikotnik)  
(<http://en.wikipedia.org>).

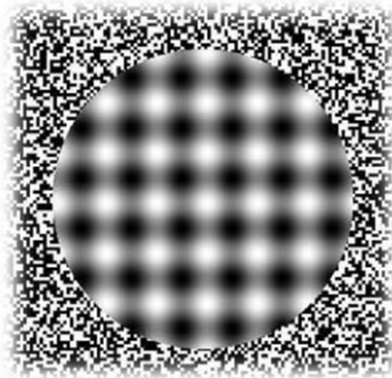


### 2.2.1.2 FIZIOLOŠKE OPTIČNE PREVARE

Fiziološke optične prevare, so tiste vrste prevar, ki se pojavijo po nekaj sekundnem opazovanju močnega izvora svetlobe. Teorija razlaga, da prevara izhaja iz prevelike stimulacije določenega dela receptorjev za vid oz. nevroloških poti, ki prenašajo podatke v možgane. Z drugimi besedami, če prekomerno stimuliramo svoje nevrološke poti tako, da strmimo v močno luč/svetlobo in nato zapremo oči, bomo z zaprtimi očmi videli odsev te svetlobe.

Vzrok nastanka fizioloških optičnih prevar je torej v preveliki stimulaciji nevroloških poti s posebnimi ali močnimi zunanji dražljaji (svetloba, barva, položaj, velikost, gibanje). Preveliko stimulacijo nevroloških poti pa lahko povzročijo tudi drugi dejavniki, npr.: huda bolečina, zaužitje t.i. halucigenov (drog), ki povzročijo popačeno interpretacijo vidno zaznanega. Vpliv slednjih ni zajet v raziskovalno nalogo.

Primer *fiziološke optične prevare* lahko vidimo na Slika 5. Večina ljudi dobi vtis, da če premika glavo naprej oz. nazaj, se mreža v krogu poveča oz. pomanjša. Pri tej optični prevari sodelujejo barve okoli kroga in v njem.



Slika 5 Fiziološka optična prevara  
(<http://www.cmschippewa411.com>).

## **2.2.2 NARAVNE OPTIČNE PREVARE**

Naravne optične prevare se dogajajo v naravi, ko so izpolnjeni določeni fizikalni pogoji. Naravne optične prevare so si ljudje v preteklosti zaradi nepoznavanja njihovega nastanka razlagali na zelo različne načine, neznano so v večini primerov povezovali z nadnaravnimi pojavi in božanstvi. Ko je bila znanost dovolj razširjena, so optične prevare pričeli preučevati in raziskovati na znanstveni osnovi. Ugotovili so, da se da naravne optične prevare pojasniti na podlagi fizikalnih zakonitosti. Splošno znana naravna optična prevara je poznana pod imenom fata morgana.

### *2.2.2.1 Fata morgana*

Fata morgana ali zračno zrcaljenje je optični pojav, ki nastane ob velikih razlikah temperature in s tem gostote posameznih zračnih plasti največkrat blizu tal. Na prehodu skozi meje takih plasti se žarki lomijo ali celo odbijajo in tako spremenijo smer, s tem pa ustvarjajo tudi navidezno obliko in položaj teles v daljavi. Npr.: močno ogreti zrak v plasti tik nad vročo cesto ima manjšo gostoto in s tem manjši lomni količnik kot plast zraka nad njim. Zato lahko pride tudi do popolnega odboja in na cesti v daljavi vidimo sliko neba (kot na luži), cesta v daljavi se nam zdi mokra. Spremenljive gostote zraka v smeri proti žarku pa povzročajo migetanje.

Zračno zrcaljenje imenujemo preslikave, ki torej nastanejo zaradi širjenja svetlobe skozi plasti ozračja, katerih gostota (in s tem lomni količnik) je odvisna predvsem od temperature plasti. V resnici se žarki na poti med predmetom in očesom lomijo. Žarki ne pridejo v oko po ravni črti, temveč po različno ukrivljenih poteh. Zato je slika premaknjena glede na pravo smer predmeta. Žarki se vedno krivijo tako, da je hladnejši (gostejši) zrak znotraj ukrivljene poti žarka. Slika predmeta je zato vedno premaknjena v smeri toplejšega (redkejšega) zraka. Značilnosti zrcaljenja so odvisne od tega, kako se temperatura zraka spreminja z višino. Še posebej pomembne so te spremembe nekaj metrov nad tlemi ([www.fgg.uni-lj.si](http://www.fgg.uni-lj.si), 2015).



*Slika 6 Fata morgana - Jezero sredi puščave*  
([www.fgg.uni-lj.si](http://www.fgg.uni-lj.si), 2015).

### **2.3 POVEZANOST MOŽGANOV IN VIDA PRI ZAZNAVANJU OPTIČNIH PREVAR**

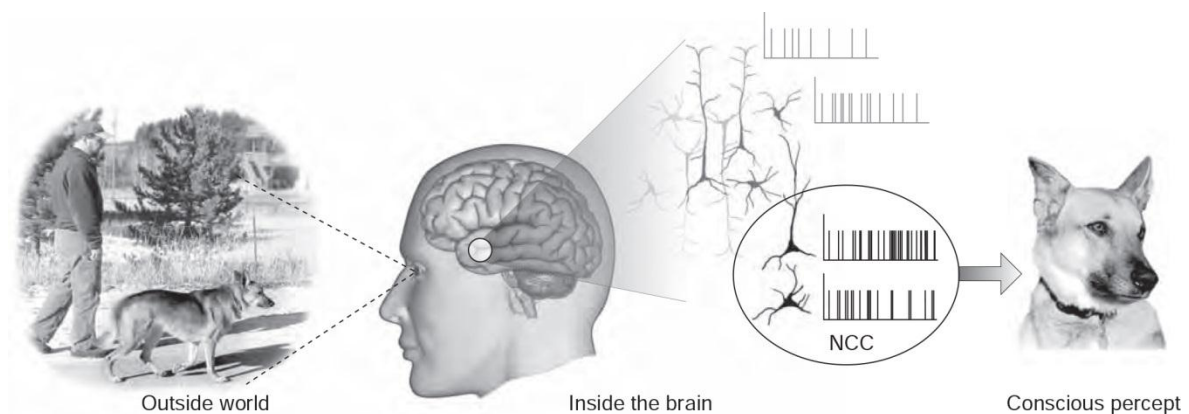
Ljudje smo vizualna bitja, saj večino informacij iz okolja prejmemo ravno preko oči. Te informacije pa niso enake sliki iz mrežnice - ves čas jih namreč naši možgani obdelujejo, interpretirajo in iščejo njihov pomen. Človeški vizualni sistem je izreden glede količine in kakovosti informacij, ki jih sprejema iz sveta in posreduje našim možganom. Le pogled je dovolj, da opiše lokacijo, velikost, obliko, barvo in teksturo objektov in ugotovi ali se objekt premika in spreminja svojo smer ter hitrost. Prav tako izjemno je dejstvo, da lahko opazovalec prepozna vizualne informacije v širokem razponu intenzivnosti stimulacij, ki jih zaznava, od šibke svetlobe zvezd ponoči, do močne svetlobe podnevi (Neuroscience 5th Edition, 2012).

V življenju se je že veliko ljudi srečalo z optičnimi prevarami in se potem spraševalo kako in zakaj vidimo optične prevare. Znanstveniki nam znajo razložiti kako in zakaj, ne vedo pa, kaj v resnici povzroči zaznavanje oz. videnje optičnih prevar, možgani ali čutila za vid (oči). V zadnjih 200 letih so raziskovalci razpravljali, ali je iluzija gibanje v statični sliki posledica mehanizmov v očesu, v možganih ali kombinacija obeh. Ker je merjenje teh fizioloških odzivov težko, do sedaj še nobena študija ni uspešno izmerila neposredne povezanosti med čutili za vid in možgani.

### 2.3.1 ČLOVEŠKI MOŽGANI

Možgani so kontrolni center telesa. Pod njihovimi gubami več kot 100 milijard nevronov organizira in preverja prejete informacije in preko čutil nadzorujejo celotno telo, omogoča gibanje, procesira misli in čustva. Kljub temu, da znaša njihova masa le 2 odstotka celotne teže človeškega telesa, možgani sami porabijo petino vdihanega kisika. So eden izmed najbolj krhkih delov telesa in zato eden najbolj zaščitenih. Poleg hrbtenjače, možgani tvorijo osrednji živčni sistem, ki daje navodila perifernemu živčnemu sistemu.

Ljudje so možgane poznali in se z njimi ukvarjali že v zori človeštva, z raziskovanjem možganov pa se danes ukvarja nevroznanost. Nevroznanstveniki so ugotovili, da se možgani delijo na dve polobli. Desna polobla ali hemisfera nadzoruje levo stran telesa, leva hemisfera pa nadzoruje desno stran telesa. Desna polovica se ukvarja bolj s področij, kot so glasba in slike, leva polovica pa je bolj zadolžena za jezikovna in matematična vprašanja oz. logično razmišljanje. Možgani so razdeljeni na več delov in vsak izmed njimi opravlja svojo nalogo. (Human Body I., 2008)



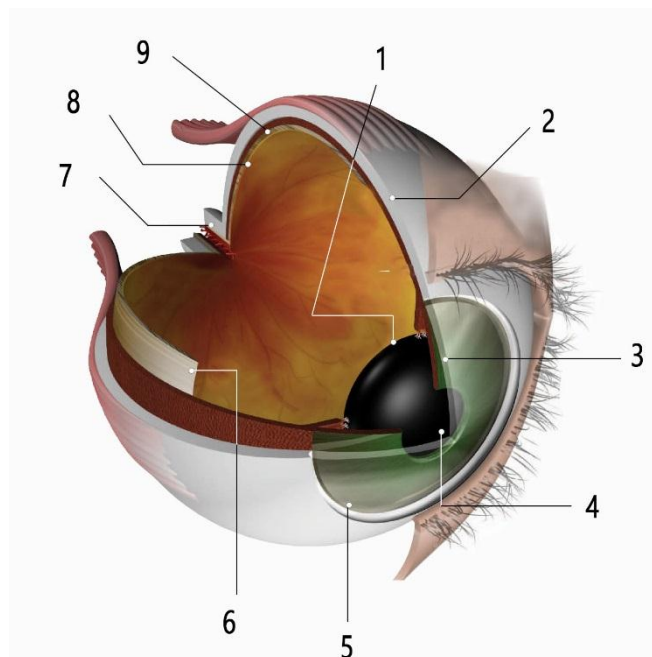
*Slika 7 Senzor vida posreduje našim možganom množico informacij, ki jih neprestano obdelujejo, interpretirajo, iščejo njihov pomen (Nevronska korekcija zavesti (NCC)) (Fundamental Neuroscience (3rd Edition), 2008).*

### 2.3.2 ČUTILO VIDA – OKO

Skoraj vse informacije, ki prihajajo iz zunanjega sveta v možgane so odvisne od vida. Oko, eden od najbolj zapletenih organov v telesu nam omogoča, da presodimo velikost in teksturo predmeta še preden smo se ga dotaknili ali vedeli, kako daleč je. Več kot 100 milijonov celic se aktivira v trenutku prisotnosti svetlobe, zaznana slika pa prenesejo s pomočjo živčnih impulzov v možgane. Iz tega razloga je 70 odstotkov senzoričnih receptorjev v telesu osredotočenih na oči. Bistveno je, da možgani prejmejo informacije v pravilni obliki, drugače bi dobili občutek, da so stvari popačene (Human Body I., 2008).

Napačno razbrana informacija v možgani je včasih vzrok, da nam lahko ti v zmedu ponudijo sliko - halucinacijo, ki ni realna, vendar jo kljub temu dojemamo kot zelo resnično (zaznavamo stvari, ki dejansko ne obstajajo).

#### 2.3.2.1 Anatomija očesa



Slika 8 Anatomija očesa (Human Body I., 2008).

1. *Leča (lens crystallina) izpopolnjuje dioptrijski aparat in ima največjo vlogo pri njegovem prilagajanju. Je zelo izpopolnjen organ premera 9 mm in debeline 4mm. Sestavljena je iz 22.000 zelo tankih slojev z različnimi lomnimi količniki. S pomočjo posebnih mišic se lahko menjavajo polmeri zakrivljenosti sprednje in zadnje*

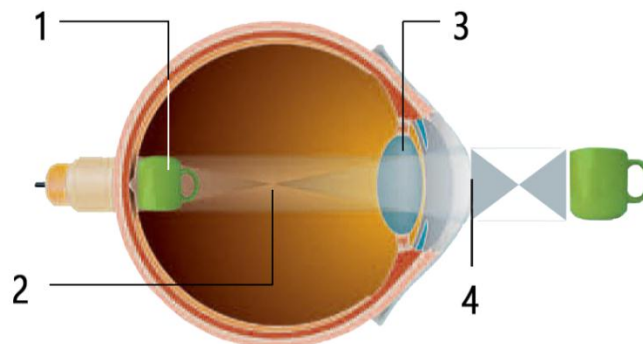
*ploskve leče, prav tako pa se lahko premaknejo sloji, s čimer se menja tudi moč leče. Debelina leče se z leti spreminja in s starostjo postaja debelejša in manj elastična.*

2. *Beločnica (sclera) prekriva okoli 85 % skupnega obsega očesa. Je belo modrikaste barve in je sestavljena iz drobnih žilic ter služi za zaščito notranjosti očesa.*
3. *Roženica (cornea) je prozorna struktura debeline 0.5 mm in premera 12 mm. Je glavna leča v očesnem optičnem sistemu. Ima lomni količnik  $n=1.37$ . Ker je z ene strani zrak z lomnim količnikom  $n=1$ , jo to dela zelo stabilno.*
4. *Zenica (pupil) je odprtina na šarenici in je črne barve.*
5. *Šarenica (iris) je obarvan kolobar, ki obdaja zenico in je sestavljena iz veziva in pigmentnih celic, ki določajo barvo očesa.*
6. *Mrežnica (retina) je prostor polmera okoli 40 nm, na katerem se ustvarja slika. Mrežnica vsebuje številne živce in krvne žile. Sestavljena je iz osmih ovojníc, zadnji dve pa vsebujeta fotoreceptorje (čepnice in paličnice).*
7. *Vidni živec (nervus opticus) s pomočjo električnih impulzov prenaša informacije v možgane. Mesto, kjer izstopa optični živec je popolnoma neobčutljivo na svetlobo, ker tu ni niti paličnic niti čepnic.*
8. *Rumena pega (macula) je mesto na mrežnici z največjo koncentracijo čepnic. To je mala vdolbinica premera 2,5-3 mm. Centralni del (fovea) premera 0.3 mm sploh nima paličic in je področje, ki daje podnevi najbolj jasno sliko z največ detajli.*
9. *Žilnica (chorioidea) je del očesne ovojnice med beločnico in mrežnico. Vsebuje številne krvne žilice in živce ter hrani optični del mrežnice. Vsebuje tudi temne pigmente, kar je zelo pomembno, ker tako notranjost očesa ohranja v temi (ni refleksije) (Anatomija človeka, 1994).*

### 2.3.2.2 Kako vidi oko

Osnovni princip oblikovanja slike v očesu, se v bistvu ne razlikuje od oblikovanja slike v navadnem fotoaparatu. Snop vhodne svetlobe se lomi v roženici očesa, s prilagajanjem leče se dodatno korigira tako, da fokus pade na mrežnico očesa. V mrežnici se nahajajo posebni foto občutljivi receptorji (*paličnice in čepnice*), kateri dražljaje fotonov pretvarjajo v električne impulze in jih pošiljajo v možgane.

Človeško oko je sposobno prepoznati del elektromagnetnega spektra valovne dolžine 400 do 700 nanometrov (nm), katerega imenujemo tudi "viden del elektromagnetnega spektra". V vidnem delu magnetnega spektra je oko najbolj občutljivo na valovne dolžine 455 nm (modro-vijolično absorbirajo "modre" čepnice), 535 nm (zeleno absorbirajo "zelene" čepnice) in 570 nm (rumeno-rdečo absorbirajo "rdeče" čepnice). To je najenostavnejši del ustvarjanja slike, nato prevzemajo funkcijo možgani, ki iz nastalih električnih impulzov ustvarjajo "doživetje", ki ga imenujemo vid (Anatomija človeka, 1994).



Slika 9 Oko – zaznavanje objektov (Human Body I., 2008).

1. Slika – slika predmeta je zaznana kot obrnjena slika (predmet je obrnjen na glavo).
2. Svetloba – žarki svetlobe se križajo znotraj očesa.
3. Leča – njena funkcija je fokusirati in ustvariti pravilno sliko na mrežnici očesa.
4. Roženica (Cornea) – lomi svetlobne žarke, ki prihajajo v oko.

### **3 METODE DELA**

#### **3.1 NAČRTOVANJE**

Da bi dosegel cilj moje naloge, sem najprej poiskal meni dosegljivo strokovno in ostalo literaturo o optičnih iluzijah. Pri tem sem vir informacij poiskal v strokovni literaturi na spletu in centralni knjižnici Velenje. Zanašal sem se predvsem na informacije in podatke dobljene iz strokovne literature preverjenih avtorjev oz. založnikov.

Za potrditev mojih hipotez sem za testirane skupine ljudi, vključene v mojo raziskavo izdelal testne vprašalnike, opremljene s slikami optičnih prevar in vprašanji, ki so mi omogočili analizo rezultatov testiranja po kriteriju zaznavanja optične prevare.

#### **3.2 DOLOČITEV IN IZBIRA STAROSTNIH SKUPIN TESTIRANCEV**

V raziskavo sem vključil dve starostni skupini testiranih oseb. Hipoteze v raziskovalni nalogi so namreč v osnovi želele odgovoriti na vprašanje vpliva starosti opazovalca na videnje in hitrost zaznave optične prevare.

Prvo starostno skupino testiranih oseb so predstavljali mladostniki stari od 11 do 12 let, drugo starostno skupino pa osebe stare nad 60 let. Da bi dobil zadosten nabor podatkov iz testnih vprašalnikov za verodostojno potrditev mojih hipotez, sem v testiranje vključil 25 oseb prve starostne skupine (mladostniki) in 25 oseb druge starostne skupine (starostniki). Testirani skupini sta bili zaradi lažje analize zajetih podatkov številčno uravnoteženi.

Ker so kriterijem prve starostne skupine ustrezali učenci 6-ih razredov, so bili v testiranje vključeni učenci 6-ih razredov naše osnovne šole Gustava Šiliha Velenje. Večji del testiranih starejših oseb je bil iz Doma za varstvo odraslih Velenje, preostali pa izven njega (znanci).



### **3.3 POSTOPEK TESTIRANJA**

Testiranje mladostnikov sem opravil v osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje dan pred novoletnimi prazniki. Testiranje je potekalo v delovnem kabinetu učiteljice, kjer je testirana oseba morala posamezno sliko optične prevare čim hitreje zaznati in jo opisati (interpretirati).

Ocenjevalni testni obrazec je bil sestavljen tako, da je na vrhu vsake slike optične prevare vseboval številko optične prevare ter na levi številko testirane osebe. Ko sem testirani osebi pokazal sliko oz. optično prevaro, sem odziv in odgovor testirane osebe ocenjeval po štirih vnaprej določenih kriterijih.

Kriterije zaznavanja optične prevare so bili naslednji:

- 1. testirana oseba je takoj pravilno zaznala optično prevaro;*
- 2. testirana oseba je pravilno zaznala optično prevaro po določenem času;*
- 3. testirana oseba je pravilno zaznala optično prevaro s pomočjo navodil;*
- 4. testirana oseba ni zmoгла pravilno zaznati optične prevare.*

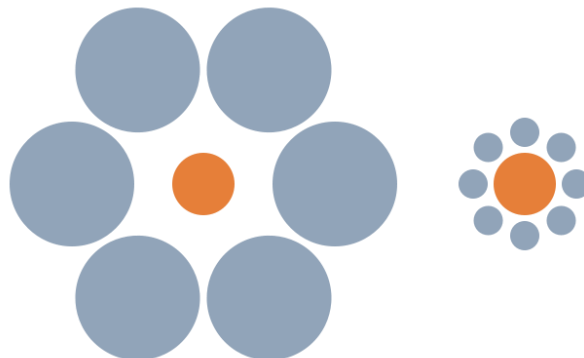
Prvi kriterij je bil izpolnjen, če je testirana oseba pravilno zaznala optično prevaro po petih sekundah ogleda in jo tudi ustrezno interpretirala. Kriterij pravilne zaznave optične prevare po določenem času je bil izpolnjen, če je testirana oseba pravilno zaznala optično prevaro po dvominutnem ogledu in jo ustrezno interpretirala. V primeru, da je testirana oseba za pravilno zaznavo optične prevare potrebovala določene napotke (navodila, kako naj sliko opazuje) je bil izpolnjen tretji kriterij. V primeru pa, da testirana oseba kljub razpoložljivemu času (5 min) in danim napotkom ni zmoгла zaznati in interpretirati optične prevare, je bil izpolnjen četrti kriterij.

Testiranje starejših oseb sem opravil v Domu za varstvo odraslih Velenje v mesecu januarju 2015. Pred izvedbo testiranja sem s strani odgovorne osebe (direktorice) Doma za varstvo odraslih Velenje pridobil ustrezno dovoljenje. Testiranje je potekalo v prostorih socialne delavke doma, potek testiranja in ocenjevanja pa je bil identičen poteku testiranja, ki sem ga izvedel na osnovni šoli.

### 3.4 IZBIRA TESTNIH OPTIČNIH PREVAR

Osnova testnega vprašalnika so bile slike različnih tipov optičnih prevar in njihov vpliv na interpretacijo videnega. V testni vprašalnik sem za zagotovitev zadostnega števila med seboj primerljivih podatkov vključil 10 različnih testnih tipov optičnih prevar, od tega štiri slike fiziološkega tipa optične prevare in šest slik kognitivnega tipa, kar je skupaj s postavljenimi kriteriji in številom testiranih oseb zagotavljalo 500 vhodnih podatkov. Kognitivni tip slik optičnih prevar so predstavljali trije podtipi: zavajajoč, geometričen in protisloven podtip.

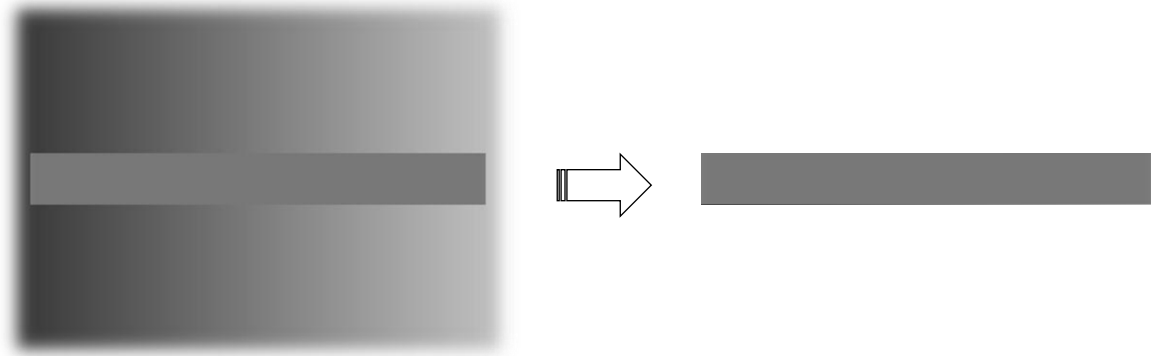
#### 3.4.1 Test 01 – Kognitivna zavajajoča optična prevara



Slika 10 Kognitivna zavajajoča optična prevara (test 01)  
(<http://en.wikipedia.org>).

Pri prvi testni optični prevari gre za *kognitivno zavajajočo optično prevaro*, ki jo predstavljata dva lika v obliki dveh dvobarvnih cvetov, ki ju sestavljajo krožni liki različnih premerov. Če prevaro pogledamo in primerjamo notranja kroga obeh cvetov opazimo, da sta različno velika. Po določenem času gledanja prevare ali prikrivanje okolice notranjih krogov, lahko ugotovimo, da sta notranja kroga enako velika.

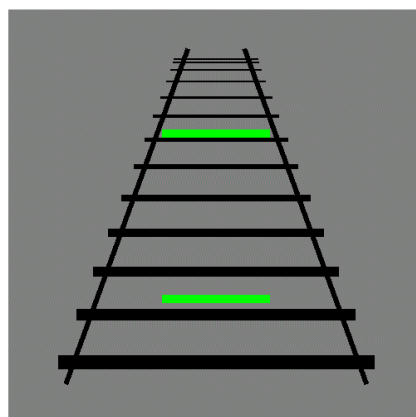
### 3.4.2 Test 02 – Fiziološka optična prevara



Slika 11 Fiziološka optična prevara (test 02)  
(<http://en.wikipedia.org>).

Druga testna optična prevara spada med t.i. *fiziološke optične prevare*. Pri opazovanju 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 ene barve.

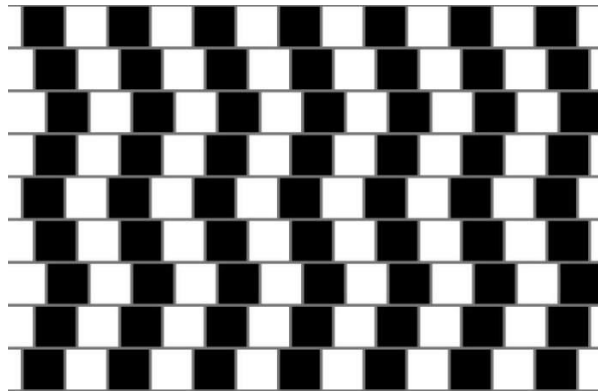
### 3.4.3 Test 03 – Kognitivna zavajajoča optična prevara



Slika 12 Kognitivna zavajajoča optična prevara (test 03)  
(<http://www.justanswer.com>).

Tretja testna optična prevara spada med t.i. *kognitivne zavajajoče optične prevare*. Pri opazovanju slike imamo občutek, da sta opazovani zeleni črti različno veliki, kar pa je optična prevara. Če bi jih namreč izmerili, bi ugotovili, da sta enakih dolžin.

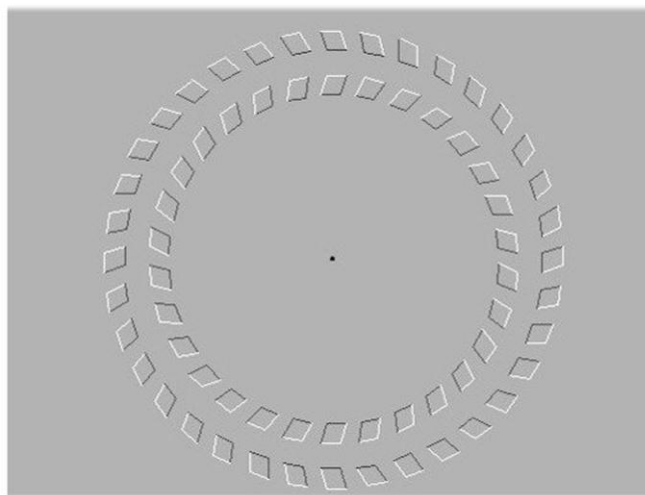
#### 3.4.4 Test 04 – Kognitivna zavajajoča optična prevara



Slika 13 Kognitivna zavajajoča optična prevara (test 04)  
(<http://en.wikipedia.org>).

Četrta uporabljena testna optična prevara je *kognitivna zavajajoča optična prevara*. Pri opazovanju slike se nam zdi, da črte med vrsticami kvadratov niso ravne ampak lomljene, kar pa dejansko ni res. Da se prepričamo o nasprotnem, si lahko pomagamo z ravnilom.

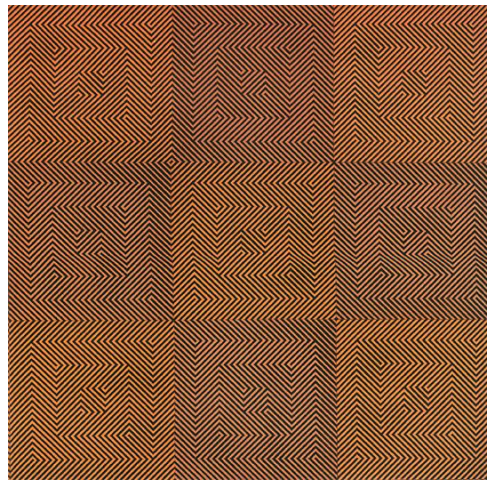
#### 3.4.5 Test 05 – Fiziološka optična prevara



Slika 14 Fiziološka optična prevara (test 05)  
(<http://en.wikipedia.org>).

Peta testna optična prevara spada med *fiziološke optične prevare*. Za to prevaro velja, da če strmimo v črno piko na sredini in glavo premikamo naprej in nazaj se bosta zunanja kroga začela navidezno vrteti.

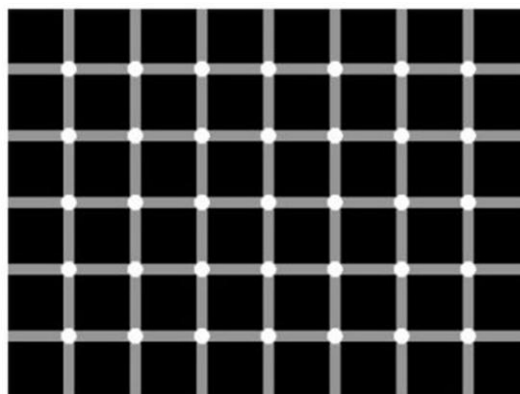
#### 3.4.6 Test 06 – Kognitivna zavajajoča optična prevara



Slika 15 Kognitivna zavajajoča optična prevara (test 06)  
(*Meisterwerke der optischen Illusionen*, 2002).

Šesta izbrana testna optična prevara je bila tip *kognitivne zavajajoče optične prevare*. Pri pogledu na sliko dobimo občutek, da notranji štirikotniki niso ravni. To se zgodi zaradi postavitve notranjih črt.

#### 3.4.7 Test 07 – Fiziološka optična prevara



Slika 16 Fiziološka optična prevara (test 07)  
(<http://www.telegraph.co.uk>).

Sedma testna optična prevara je *fiziološka optična prevara*. Pri opazovanju slike se nam zazdi, da se v ogliščih matrike, ki jo tvorijo kvadratni liki izmenoma pojavljajo črne pikice. Kje se pojavijo utripajoče črne pikice, je odvisno od tega, na kateri del slike se s pogledom osredotočimo.

#### **3.4.8 Test 08 – Kognitivna zavajajoča optična prevara**

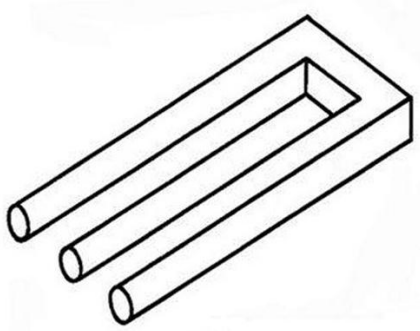


*Slika 17 Kognitivna zavajajoča optična prevara (test 08)  
(Meisterwerke der optischen Illusionen, 2002).*

Osma testna optična prevara sodi med *kognitivne zavajajoče optične prevare*. Pri pogledu na sliko dobimo občutek, da sta očesi na opazovanem obrazu na različnih višinah. To se zgodi zaradi odprtih na povezi, ki sta po višini zamaknjeni.

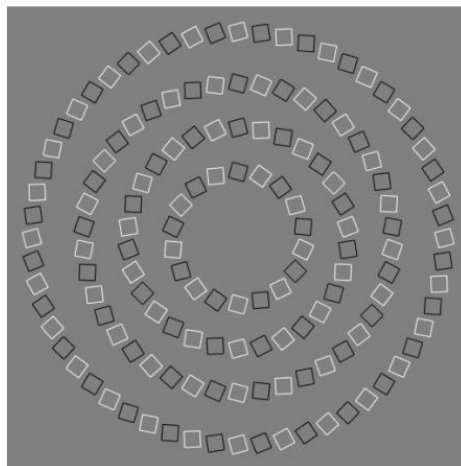
#### **3.4.9 Test 09 – Kognitivna protislovna optična prevara**

Deveto testno optično prevaro je predstavljala *kognitivna protislovna optična prevara*. Pri pogledu na sliko dobimo vtis, da vidimo trozobni predmet v prostoru, kateri pa v realnosti ne obstaja, saj ga je nemogoče narediti.



Slika 18 Kognitivna protislovna optična prevara (test 09)  
(<http://forum.piriform.com>).

#### 3.4.10 Test 10 – Fiziološka optična prevara



Slika 19 Fiziološka optična prevara - Pinnas iluzija (test 10)  
(<http://en.wikipedia.org>).

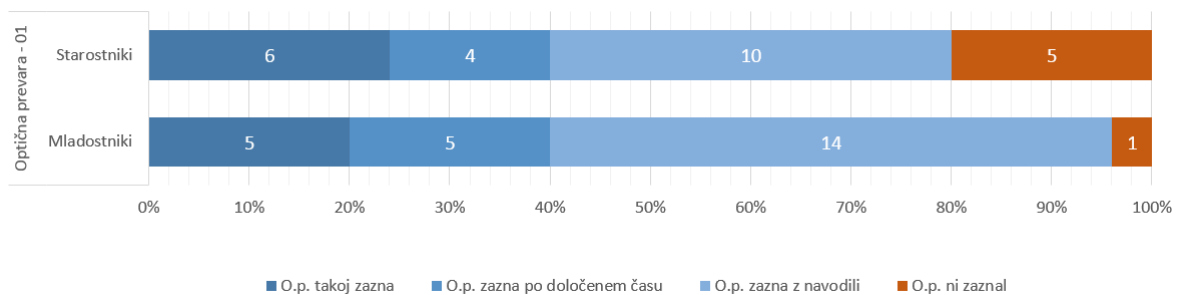
Deseta testna optična prevara je *fiziološka optična prevara* imenovana *Pinnas iluzija*. Pri pogledu na sliko dobimo občutek, da liki ne tvorijo koncentričnih krogov, ampak spiralo. Optična prevara možganov nastane zaradi posebne postavitve manjših kvadratov na krožnicah koncentričnih krogov.

## 4 REZULTATI

V nadaljevanju so grafično predstavljeni in komentirani rezultati testiranj posameznih optičnih prevar.

### 4.1 Test 01 – Kognitivna zavajajoča optična prevara

100 % naloženi palični grafikon (v nadaljevanju grafikon) (graf 1) prikazuje rezultate zaznave prve testne optične prevare (kognitivna zavajajoča optična prevara 01). Iz grafikona je razvidno, da je bila optična prevara (o.p.) bolje prepoznana oz. videna s strani skupine mlajših testiranih oseb (mladostnikov), kot s strani starejših testiranih oseb (starostnikov). Le 4 % testiranih mladostnikov ni zaznalo optične prevare, medtem ko je delež starostnikov, ki niso zmogli prepoznati prve optične prevare, znašal 20 %. Obe starostni skupini sta bili izenačeni glede rezultatov prepoznave optične prevare brez pomoči navodil (prepoznavnost 40 %).

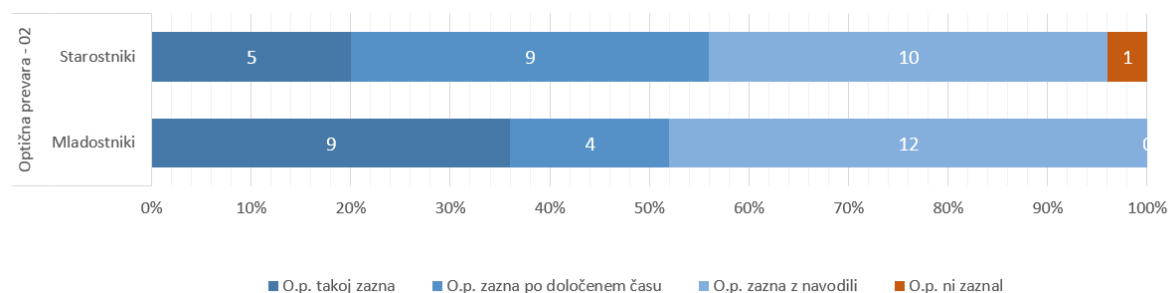


Graf 1: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 01

### 4.2 Test 02 – Fiziološka optična prevara

Iz grafikona (graf 2), ki prikazuje rezultate zaznave druge testne optične prevare (fiziološka optična prevara 02) lahko razberemo, da so pri videnju prevare imeli več uspeha mladostniki, saj jo je prepoznalo kar 100 % testiranih oseb. Medtem ko je delež starostnikov, ki je prepoznal optično prevaro, dosegel zavidljivih 96 %. Starostniki so bili od mladostnikov uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 4 %.

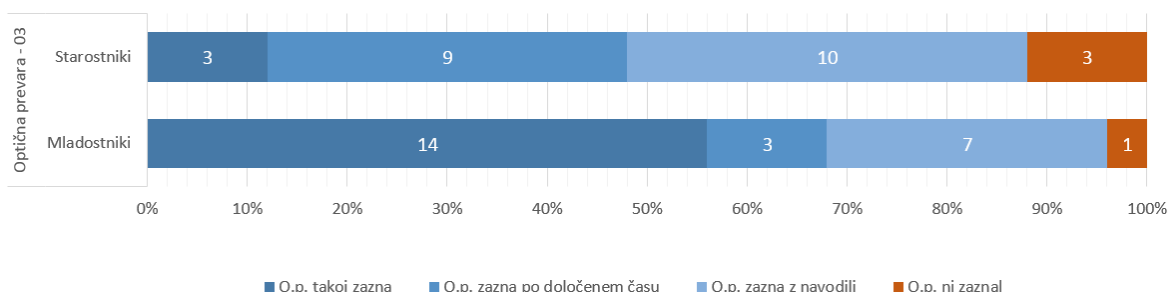




Graf 2: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 02

### 4.3 Test 03 – Kognitivna zavajajoča optična prevara

Iz grafikona (graf 3), ki prikazuje rezultate zaznave tretje testne optične prevare (kognitivna zavajajoča optična prevara 03), lahko razberemo, da so pri zaznavanju optične prevare imeli več uspeha mladostniki. Optično prevaro je prepoznalo 96 % testiranih oseb, medtem ko je delež starostnikov, ki je prepoznal optično prevaro, dosegel 88 %. Prav tako so bili mladostniki v primerjavi s starostniki uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 8 %.

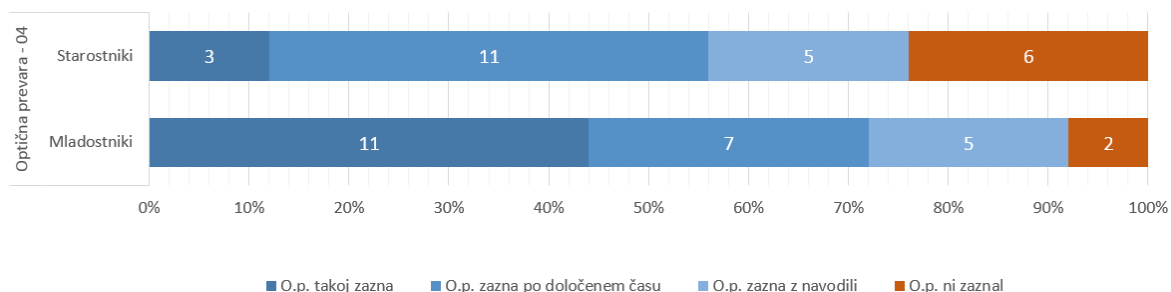


Graf 3: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 03

### 4.4 Test 04 – Kognitivna zavajajoča optična prevara

Iz grafikona (graf 4), ki prikazuje rezultate zaznave četrte testne optične prevare (kognitivna zavajajoča optična prevara 04), lahko razberemo, da so pri zaznavanju optične prevare imeli več uspeha mladostniki, prepoznalo jo je 92 % testiranih oseb, medtem ko je delež starostnikov, ki je prepoznal optično prevaro, dosegel 76 %. Prav tako so bili

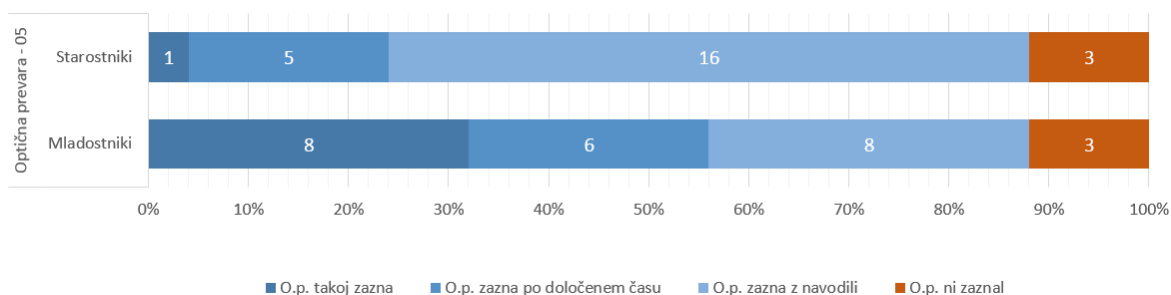
mladostniki v primerjavi s starostniki uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 16 %.



Graf 4: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 04

#### 4.5 Test 05 – Fiziološka optična prevara

Iz grafikona (graf 5), ki prikazuje rezultate zaznave pete testne optične prevare (fiziološka optična prevara 05), lahko razberemo, da sta bili pri zaznavanju optične prevare enako uspešni obe starostni skupini, optično prevaro je prepoznalo 88 % testiranih oseb. Mladostniki so bili uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 32 %.

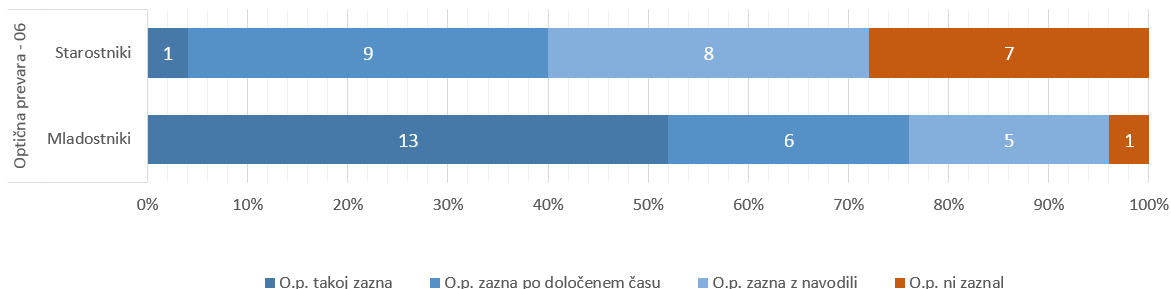


Graf 5: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 05

#### 4.6 Test 06 – Kognitivna zavajajoča optična prevara

Iz grafikona (graf 6), ki prikazuje rezultate zaznave šeste testne optične prevare (kognitivna zavajajoča optična prevara 06), lahko razberemo, da so pri zaznavanju optične prevare imeli več uspeha mladostniki, prepoznalo jo je 96 % testiranih oseb, medtem ko je

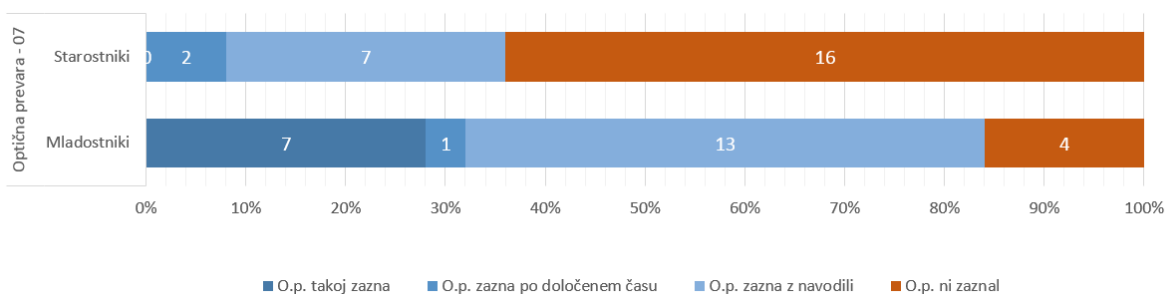
delež starostnikov, ki je prepoznal optično prevaro dosegel 72 %. Mladostniki so v primerjavi s starostniki bili uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 36 %.



Graf 6: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 06

#### 4.7 Test 07 – Fiziološka optična prevara

Iz grafikona (graf 7), ki prikazuje rezultate zaznave sedme testne optične prevare (fiziološka optična prevara 07), lahko razberemo, da je bila ta za starostnike izrazito težavna, nemalo težav so imeli z njo tudi mladostniki. Pri zaznavanju optične prevare so imeli več uspeha mladostniki, prepoznalo jo je 84 % testiranih oseb, medtem ko je delež starostnikov, ki je prepoznal optično prevaro, dosegel le 36 %. Mladostniki so bili v primerjavi s starostniki uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 24 %.

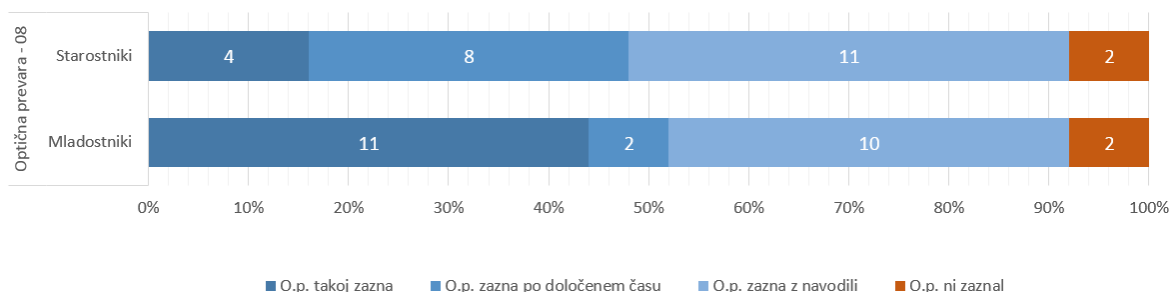


Graf 7: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 07

#### 4.8 Test 08 – Kognitivna zavajajoča optična prevara

Iz grafikona (graf 8), ki prikazuje rezultate zaznave osme testne optične prevare (kognitivna zavajajoča optična prevara 08), lahko razberemo, da sta bili pri zaznavanju

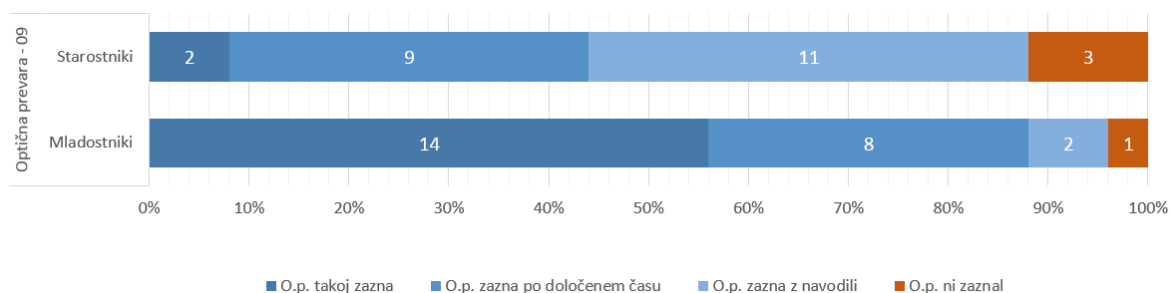
optične prevare enako uspešni obe starostni skupini, optično prevaro je prepoznalo 92 % testiranih oseb. Mladostniki so bili v primerjavi s starostniki uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 4 %.



Graf 8: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 08

#### 4.9 Test 09 – Kognitivna protislovna optična prevara

Iz grafikona (graf 9), ki prikazuje rezultate zaznave devete testne optične prevare (kognitivna protislovna optična prevara 09), lahko razberemo, da so pri zaznavanju optične prevare imeli več uspeha mladostniki, prepoznalo jo je 96 % testiranih oseb, medtem ko je delež starostnikov, ki je prepoznal optično prevaro, dosegel 88 %. Prav tako so bili mladostniki v primerjavi s starostniki uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 44 %.

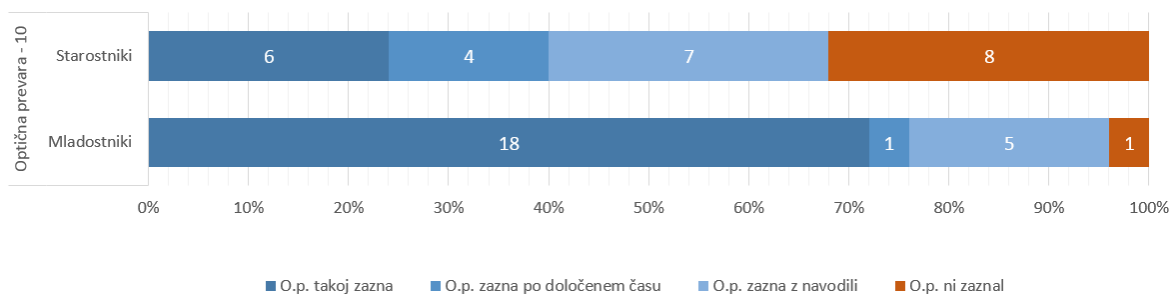


Graf 9: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 09

#### 4.10 Test 10 – Fiziološka optična prevara

Iz grafikona (graf 10), ki prikazuje rezultate zaznave desete testne optične prevare (fiziološka optična prevara 10), lahko razberemo, da so pri zaznavanju optične prevare

imeli več uspeha mladostniki, prepoznalo jo je 96 % testiranih oseb, medtem ko je delež starostnikov, ki je prepoznal optično prevaro, dosegel 68 %. Mladostniki so bili v primerjavi s starostniki uspešnejši v prepoznavi optične prevare brez navodil za 36 %.



Graf 10: Rezultati ocenjevanja testne optične prevare 10

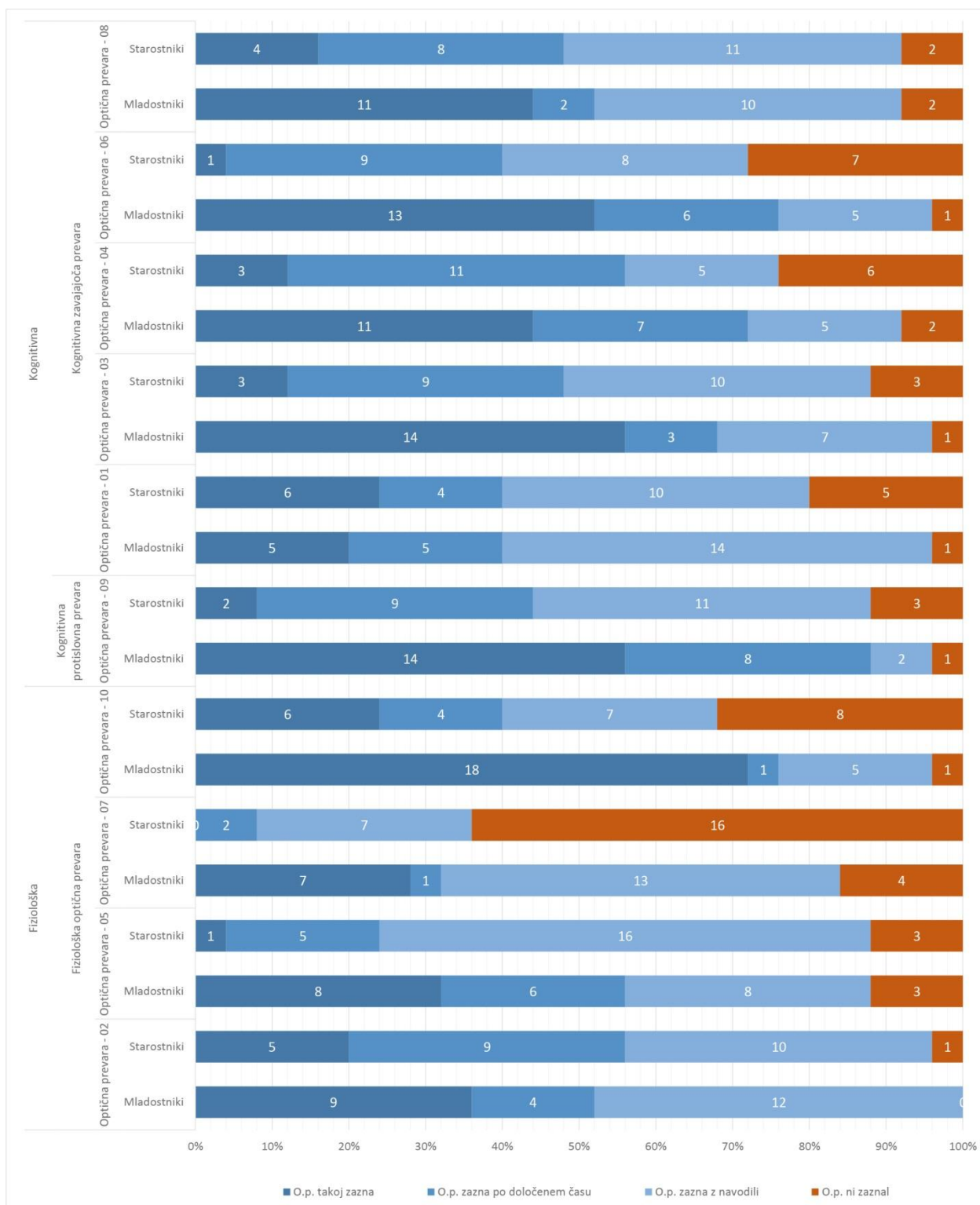
## 5 DISKUSIJA

Pogosto se v življenju srečamo z optičnimi prevarami. Običajno so te prevare le slike, ki jih naši možgani pri pridobivanju informacij iz očesa včasih interpretirajo na različne načine. Mnogo ljudi ima občutek, da vidi oz. si interpretira optične prevare pravilno, kar je dejansko res. Pri interpretiranju optičnih prevar ni napačnega videnja, saj vsi vidimo in si interpretiramo videne stvari na drugačne načine. Na videnje optičnih iluzij lahko vplivajo različni dejavniki, med njimi so tudi starost, vid ter drugi dejavniki vezani na vidno zaznavo.

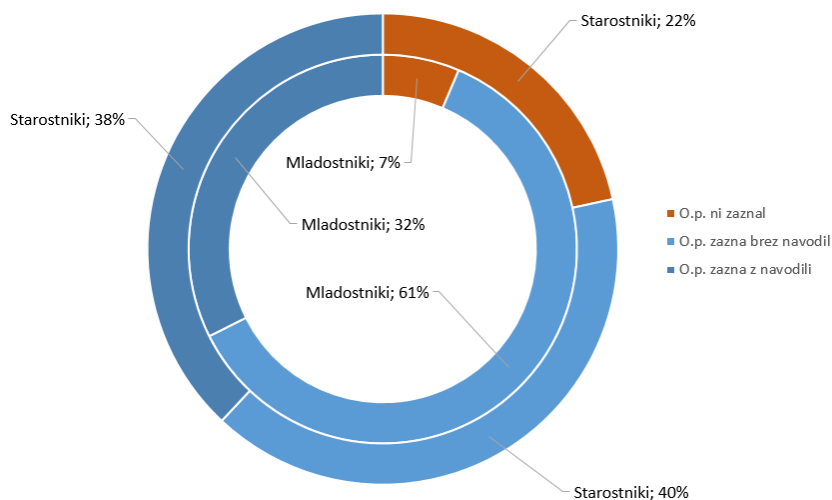
Rezultati raziskave temeljijo na ravnovesnem številu obeh starostnih skupin, pri čemer je bilo v analizo zajetih 500 podatkov. Grafikon na naslednji strani (graf 11) prikazuje rezultate testiranja obeh starostnih skupin glede na postavljene kriterije zaznave optičnih prevar uporabljene v moji raziskavi. Iz omenjenega grafikona je nazorno razvidno, da so bili testirani mladostniki absolutno uspešnejši v zaznavi testnih optičnih prevar v primerjavi s starostniki. Mladostniki so optične prevare pravilno zaznali hitreje ter pri zaznavanju potrebovali manj dodatnega usmerjanja oz. navodil za uspešno prepoznavo optičnih prevar.

Glede na rezultate prepoznavnosti optičnih prevar prikazanih v grafu 12, je 61 % mladostnikov zaznalo optične prevare brez navodil in 32 % z navodili. Slabše so se odrezali starostniki, saj je le 40 % starostnikov zaznalo optične prevare brez navodil, 38% pa z navodili. Pri uspešnosti zaznavanja optičnih prevar so bili v primerjavi s starostniki uspešnejši mladostniki, saj le v 7 % niso zaznali testne optične prevare, medtem ko je delež starostnikov znašal 22 %.

Rezultati testiranja tako potrjujejo mojo prvo hipotezo, da bo večina testiranih ljudi zaznala in znala opisati izbrane testne optične prevare brez predhodnega usmerjanja k rešitvi. Prav tako lahko tudi zaključim, da bi večina mladostnikov prepoznala optične prevare brez navodil.



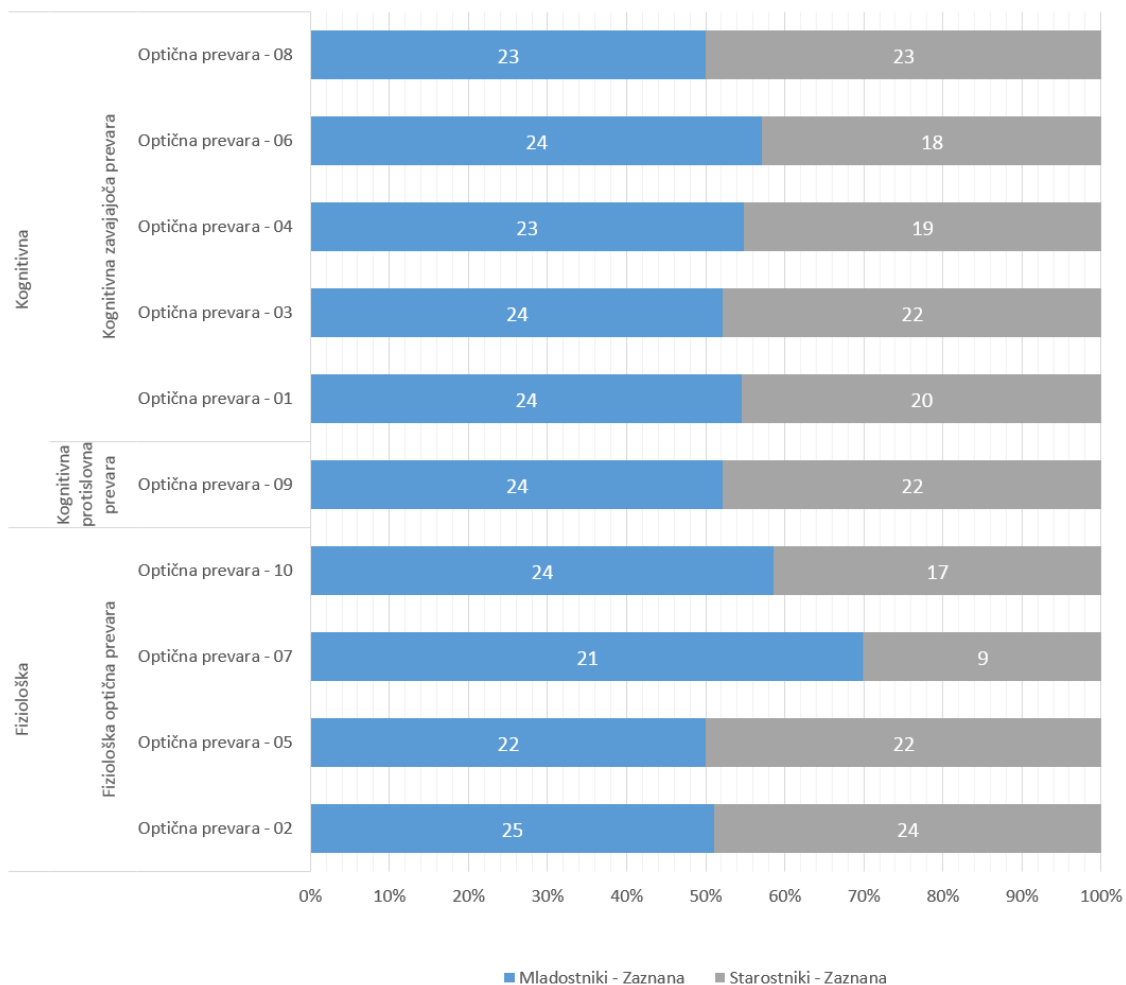
Graf 11: Deleži uspešnosti zaznavanja optičnih prevar po kriterijih prepoznavnosti/starostnih skupina/ optičnih prevarah/podskupinah in skupinah optičnih prevar



Graf 12: Deleži uspešnosti zaznavanja optičnih prevar med starostnima skupinama

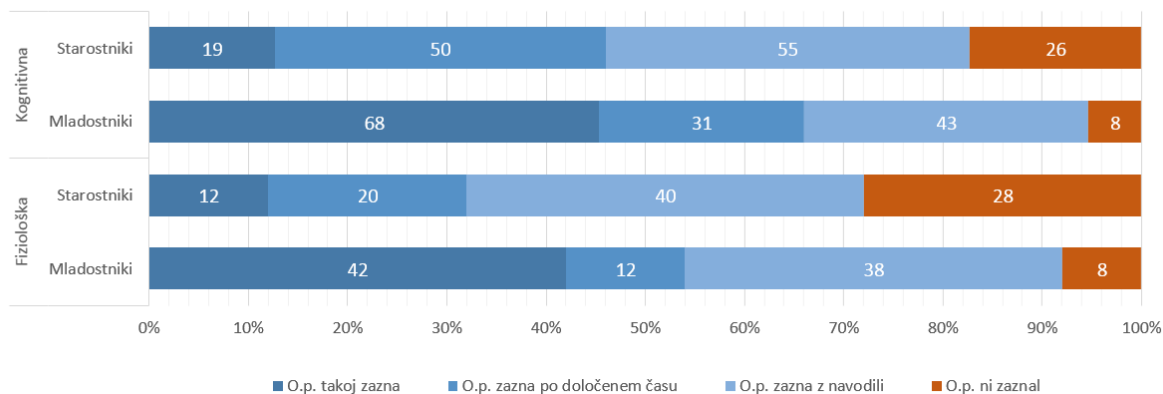
Mladostniki so bili od starostnikov pri zaznavanju optičnih prevar uspešnejši skoraj pri vseh testnih optičnih prevarah (izjema sta bili testni optični prevary številka 05 in 08, kjer sta bili testirani starostni skupini glede števila oseb, ki je zaznalo optično prevaro izenačeni). To je razvidno iz grafa 13, ki prikazuje primerjavo zaznanih posamičnih optičnih prevar med testiranima starostnima skupinama.





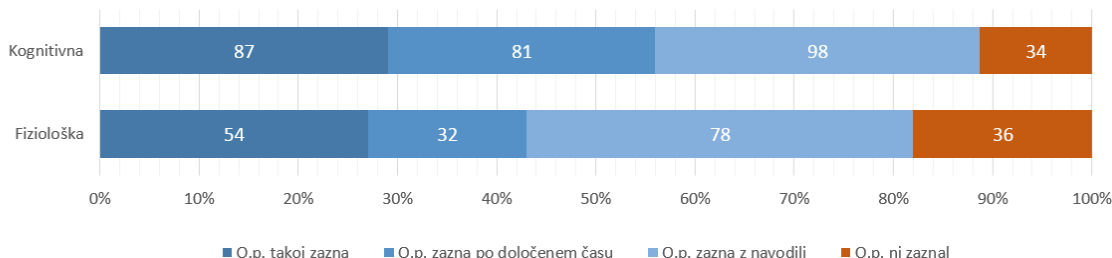
Graf 13: Primerjava zaznanih posamičnih optičnih prevar med starostnima skupinama

Rezultati analize dobljenih podatkov testiranj potrjujejo tudi mojo drugo hipotezo, da bodo imeli največ težav z zaznavanjem in opisovanjem fizioloških o.p.. V spodnjem grafu (graf 14), kjer je primerjava med uspešnostjo zaznavanja fizioloških in kognitivnih optičnih prevar med starostnima skupinama, je razvidno, da imata obe starostni skupini težave z zaznavanjem fizioloških optičnih prevar. Mladostniki so pri zaznavanju fizioloških optičnih prevar v primerjavi s kognitivnimi dosegli 3 % slabši rezultat, starostniki pa 11 % slabši rezultat. Iz grafa je razvidno tudi to, da mladostniki zaznajo tako fiziološko kot kognitivno optično prevaro znatno hitreje kot starostniki.



*Graf 14: Primerjava uspešnosti zaznavanja fizioloških in kognitivnih optičnih prevar med starostnima skupinama*

Iz grafa 15, ki prikazuje primerjavo zaznavanja fizioloških in kognitivnih optičnih prevar je razvidno, da kar 18 % vseh testiranih oseb ni zaznalo fiziološke optične prevare, medtem ko kognitivne optične prevare ni zaznalo 11 % testiranih oseb.

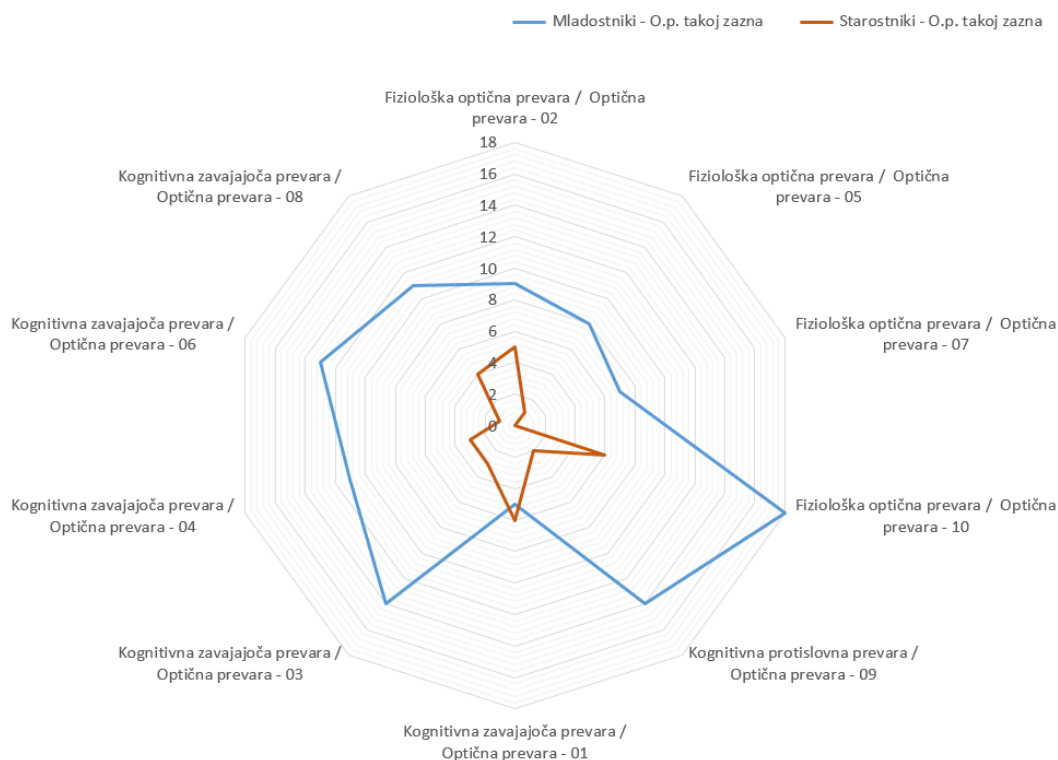


*Graf 15: Primerjava uspešnosti zaznavanja fizioloških in kognitivnih optičnih prevar med testiranimi osebami*

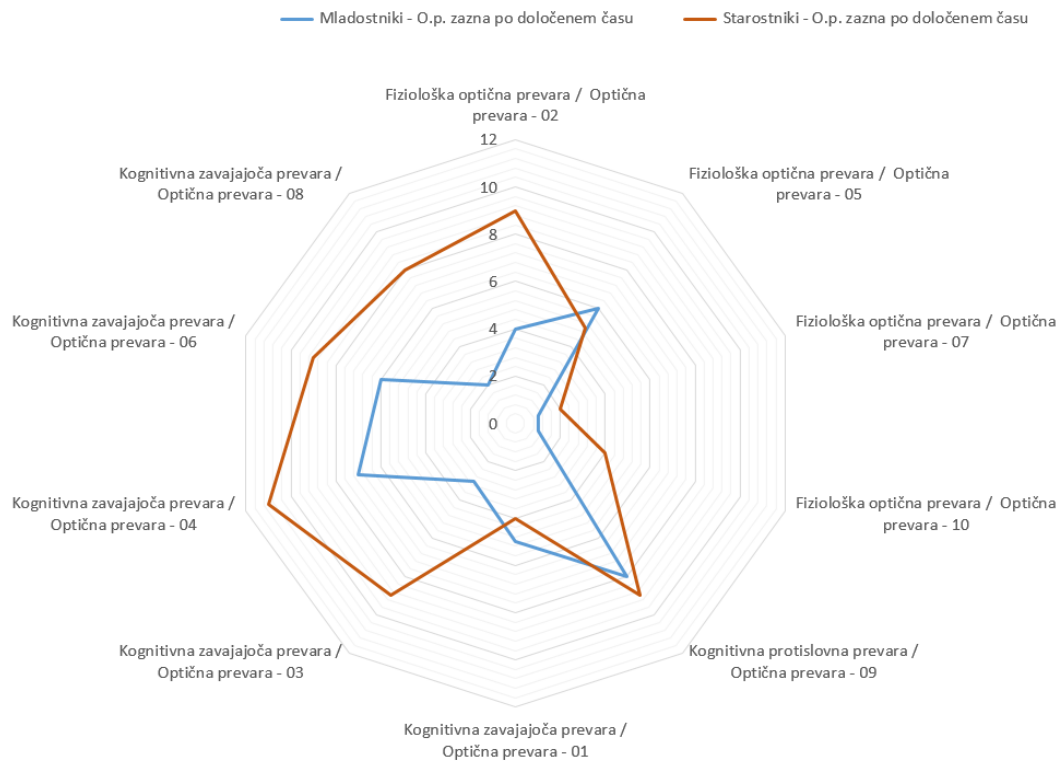
Rezultati grafa 14 prav tako potrjujejo mojo tretjo hipotezo, da bodo med mladostniki in starostniki razlike v uspešnosti zaznavanja posameznih optičnih prevar. Iz grafa je razvidno, da mladostniki in starostniki različno hitro in uspešno zaznajo posamezne optične prevare. Razlika med testiranima starostnima skupinama se pojavi že pri takojšnji zaznavi fizioloških optičnih prevar. Mladostniki so v 42 primerih oz. 42 % takoj zaznali fiziološke optične prevare, starostniki le v 12 primerih oz. 12 %. Najočitnejša razlika pa

nastopi v primeru zaznavanja kognitivnih optičnih prevar, kjer so mladostniki kar v 68 primerih oz. 45,3 % takoj zaznali optično prevaro, starostniki pa le v 19 primerih oz. 12,7 %.

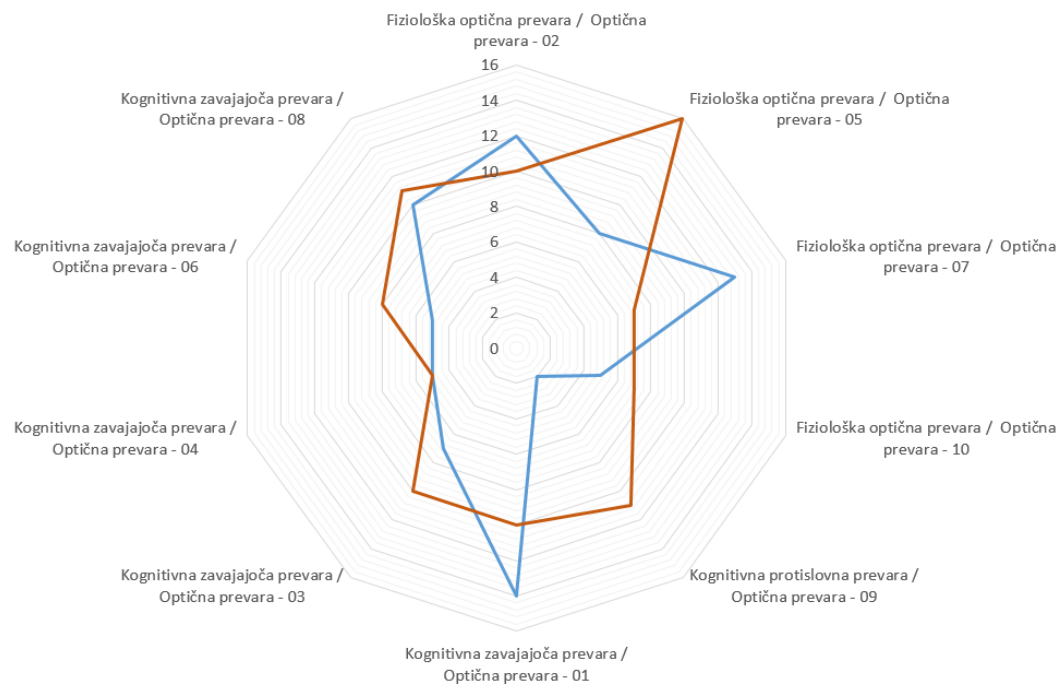
Moja zadnja hipoteza je bila, da bodo testirane osebe različno zaznale in opisale posamezne testne optične prevare. Hipotezo nazorno potrjujejo rezultati testiranj prikazani v polarnih grafih 16 do 19. Ti prikazujejo rezultate po posameznih kriterijih in testnih optičnih prevarah. Iz omenjenih grafov je razvidno, da so bile zaznave posameznih optičnih prevar s strani testiranih oseb zelo različne. Zelo nazorno razliko med posameznimi testnimi optičnimi prevarami glede takoj zaznane optične prevare prikazuje graf 16, iz katerega je razvidna razlika med številom takoj zaznanih optičnih prevar za posamezno testno optično prevaro tako s strani mladostnikov kot starostnikov.



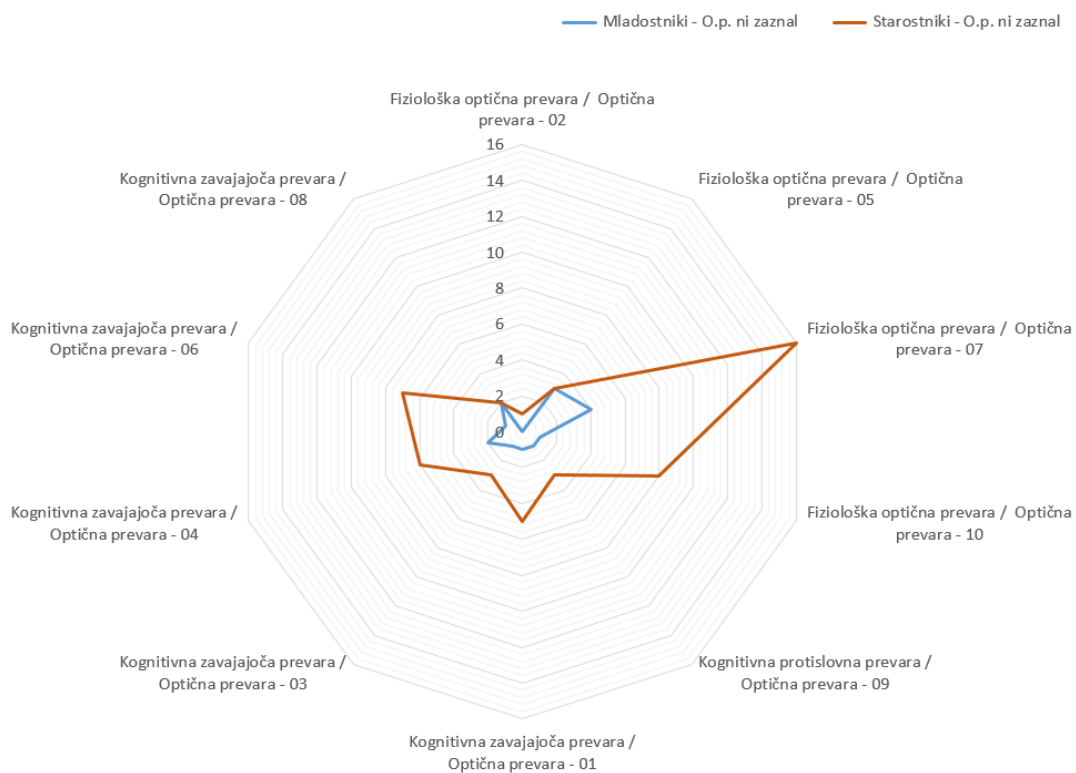
Graf 16: Rezultati po posameznih testnih optičnih prevarah – kriterij 1  
(takoj pravilno zaznane optične prevare)



Graf 17: Rezultati po posameznih testnih optičnih prevarah – kriterij 2 (oseba pravilno zaznala optično prevaro po določenem času)



Graf 18: Rezultati po posameznih testnih optičnih prevarah – kriterij 3 (oseba pravilno zaznala optično prevaro s pomočjo navodil)



*Graf 19: Rezultati po posameznih testnih optičnih prevarah – kriterij 4 (oseba ni zmogla pravilno zaznati optično prevaro)*

## 6 POVZETEK

Optična prevara je značilno vizualno zaznavanje slik, ki se razlikuje od objektivne realnosti. Podatki, ki jih oko zbere, se obdelujejo v možganih, da dobimo vtis, da se podatki ne ujemajo s fizikalno meritvijo vira spodbude. Obstaja več vrst optičnih prevar, ki jih lahko v grobem delimo na naravne in umetne.

Z raziskavo sem želel preveriti dojemanje optičnih prevar med različno starimi osebami. Izbral sem 10 optičnih prevar, med katerimi so bile štiri fiziološkega tipa, ostale pa kognitivnega tipa. Testirane osebe so se morale po opazovanju slik optičnih prevar opredeliti, kaj vidijo. Za testiranje sem uporabljal kriterij zaznavanja optične prevare, s katerim sem ocenjeval odziv testiranih oseb glede zaznavanja določene optične prevare. Preverjal sem, kako se zaznavanje optičnih prevar spreminja s starostjo in kako različno vsak posameznik dojema določeno optično prevaro.

Rezultati raziskave so pokazali, da je bilo med starejšimi ljudmi zmanjšano zaznavanje fizioloških optičnih prevar, medtem ko so kognitivne optične prevare enako dobro zaznale tako starejše kot mlajše testirane osebe. Večina testiranih oseb je podobno obrazložila videne optične prevare.

Optične prevare ljudje uporabljamo sebi v prid predvsem v znanosti in medicini, to je pri raziskovanju delovanja možganov, kar proučuje nevroznanost. Optične prevare pa lahko uporabljamo tudi za zabavo, v umetnosti in reklamiranju izdelkov, saj le-te načeloma pritegnejo našo pozornost. Poznavanje optičnih prevar pa nam lahko koristi tudi pri ustvarjanju varnega delovnega okolja (preprečujemo učinke močnih svetlobnih stimulacij – stroboskopski efekt, kjer dobimo občutek, da se rotirajoči deli strojev vrtijo navidezno počasi ali hitreje kot dejansko, včasih navidezno celo mirujejo), nezaželene pa so tudi v prometu in na drugih področjih življenja, kjer bi lahko vplivale na našo varnost.

## **7 ZAKLJUČEK**

Na vsakem koraku našega življenja se srečujemo z optičnimi prevarami. Obdelovanje in razumevanje le-teh je odvisno od posameznika. Uporaba optičnih prevar se iz dneva v dan večja, saj jih mnogi ljudje izkoriščajo za industrijski in storitveni razvoj.

Rezultati v moji raziskovalni nalogi so pokazali, da vsak vidi optične prevare na svoj način ter si jih vsak na svoj način predstavlja. Mladi, ki so bolj povezani s svetom kot starejši, vidijo optične prevare vsak dan ter si jih lažje predstavljajo. Zato je za vsakega posameznika pomen optične prevare drugačen. V veliko primerih pa so prevare uporabljene v industriji in v oglaševalskih storitvah.

Cilj naloge je bil raziskati, kateri dejavniki vplivajo na prepoznavanje in razumevanje optičnih prevar ter ali res drži, da vidimo slike tako zelo različno kljub temu, da so vse, ki jih pokažemo, enake.

## **8 ZAHVALA**

Za pomoč in usmerjanje pri raziskovanju se zahvaljujem mentorici, profesorici Karin Sirovina Dvornik in somentorici, profesorici Aniti Povše. Zahvaljujem se tudi učencem osnovne šole Gustava Šiliha Velenje in osebam Doma za varstvo odraslih Velenje za sodelovanje pri testiranju na videnje optičnih prevar. Prav tako se zahvaljujem profesorici Gabrijeli Šturm za jezikovni pregled naloge in profesorici Andreji Majcen Mrkonjić za prevod izvlečka v angleški jezik. Zahvaljujem se tudi svoji družini za moralno in tehnično podporo med opravljanjem raziskovalne naloge.



## 9 LITERATURA

- ~ Adamič S., Balažič J., Baraga A., Bonač I., Borisov P. 2002. Slovenski medicinski slovar. Medicinska fakulteta, Ljubljana;
- ~ Seckel A., 2002. Meisterwerke der optischen Illusionen. Carlton Books Limited, London;
- ~ Claybourne A., 2003. Usbournova enciklopedija človeškega telesa. Založba Karantanija, Ljubljana;
- ~ Bezec B., Cedilnik B., Černilec B., Gulič T., Lorger J., Vončina D., 2012. Moja prva fizika 1. Založba Modrijan, Ljubljana;
- ~ Squire L., Bloom F.E., Spitzer N.C. 2008. Fundamental Neuroscience (3rd Edition); Elsevier Inc., San Diego, California;
- ~ Levy M., Rafferty J., Hosch W. L., 2008. Britannica Illustrated Science Library: Human Body I. Encyclopdia Britannica, Inc., London;
- ~ Amthor F., 2012. Neuroscience for Dummies, John Wiley & Sons Canada, Ltd.
- ~ Purves D., Augustine G. J., Fitzpatrick D., Hall W. C., LaMantina A.-S., White L. E., 2012. Neuroscience 5th Edition. Sinauer Associates, Inc, Massachusetts U.S.A.;
- ~ Dogaš I., Schmidt I., 1997, DROGE? NE, HVALA!. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo;
- ~ Muedra V., Negri M. 1994. Anatomija človeka. Založba Mladinska knjiga, Ljubljana;
- ~ Kako oko deluje  
[http://www.optika-sokol.si/kako\\_oko\\_deluje.html](http://www.optika-sokol.si/kako_oko_deluje.html), (5.2.2015);
- ~ Penrose triangle  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Penrose\\_triangle#mediaviewer/File:Penrose-dreieck.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/Penrose_triangle#mediaviewer/File:Penrose-dreieck.svg), (5.2.2015);
- ~ Zakulisje pogleda  
<http://www.sinapsa.org/TM/poljudno.php?id=76>, (5.2.2015);
- ~ Fata morgana  
<http://zvonko.fgg.uni-lj.si/seminarji/fatamorgana/fatamorg.html> , (5.2.2015);
- ~ Slovar slovenskega knjižnega jezika  
<http://bos.zrc-sazu.si/sskj.html>, (5.2.2015);

- ~ Rubinova vaza  
<http://eucbeniki.sio.si/test/etorba/lum9/2372/Rubin-vase.jpg>, (5.2.2015);
- ~ Müller-Lyer Illusion  
[http://en.wikipedia.org/wiki/M%C3%BCller-Lyer\\_illusion#mediaviewer/File:M%C3%BCller-Lyer\\_illusion.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/M%C3%BCller-Lyer_illusion#mediaviewer/File:M%C3%BCller-Lyer_illusion.svg), (5.2.2015);
- ~ Kanizsasin triangle  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion#mediaviewer/File:Kanizsa\\_triangle.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion#mediaviewer/File:Kanizsa_triangle.svg), (5.2.2015);
- ~ Fiziološka optična prevara  
<http://www.cmschippewa411.com/wp-content/uploads/2014/11/optical-2-475x456.jpg>, (5.2.2015);
- ~ Ebbinghaus illusion  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion#mediaviewer/File:Mond-vergleich.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion#mediaviewer/File:Mond-vergleich.svg), (5.2.2015);
- ~ Café wall illusion  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion#mediaviewer/File:Caf%C3%A9\\_wall.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion#mediaviewer/File:Caf%C3%A9_wall.svg), (5.2.2015);
- ~ Pinna's illusory  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion#mediaviewer/File:Pinna%27s\\_illusory\\_intertwining\\_effect.gif](http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion#mediaviewer/File:Pinna%27s_illusory_intertwining_effect.gif), (5.2.2015);
- ~ Simultaneous Contrast Illusion  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion#mediaviewer/File:Gradient-optical-illusion.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion#mediaviewer/File:Gradient-optical-illusion.svg), (5.2.2015);
- ~ Revolving circles  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_illusion#mediaviewer/File:Revolving\\_circles.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_illusion#mediaviewer/File:Revolving_circles.svg), (5.2.2015);
- ~ Ponzo illusion  
[http://ww2.justanswer.com/uploads/fael/2011-08-06\\_032529\\_ponzoillusionapplet.gif](http://ww2.justanswer.com/uploads/fael/2011-08-06_032529_ponzoillusionapplet.gif), (5.2.2015);
- ~ Hermann grid illusion  
<http://www.telegraph.co.uk/news/newstoppers/howaboutthat/3520448/Optical-Illusions-the-top-20.html>, (5.2.2015);
- ~ Devils fork  
<http://www.optical-illusionist.com/imagefiles/blivet.jpg>, (5.2.2015).





Priloga 2

## POTRDILO O OPRAVLJENI RAZISKAVI V DOMU OSTARELIH



**Dom za varstvo  
odraslih Velenje**

Kidričeva 23, SI-3320 Velenje  
t: 03 898 84 02 | f: 03 897 06 51 | [www.dom-velenje.com](http://www.dom-velenje.com) | [info@domvelenje.si](mailto:info@domvelenje.si)

---

Datum: 25.2.2015

## POTRDILO

Potrujemo, da je Andraž TRUPEJ, rojen 1.6.2000, stanujoč Tomšičeva 49, Velenje opravljal raziskovalno nalogo z naslovom OPTIČNE PREVARE v Domu za varstvo odraslih Velenje.

Potrdilo izdajamo na željo imenovanega.

Violeta Potočnik Krajnc  
DIREKTORICA

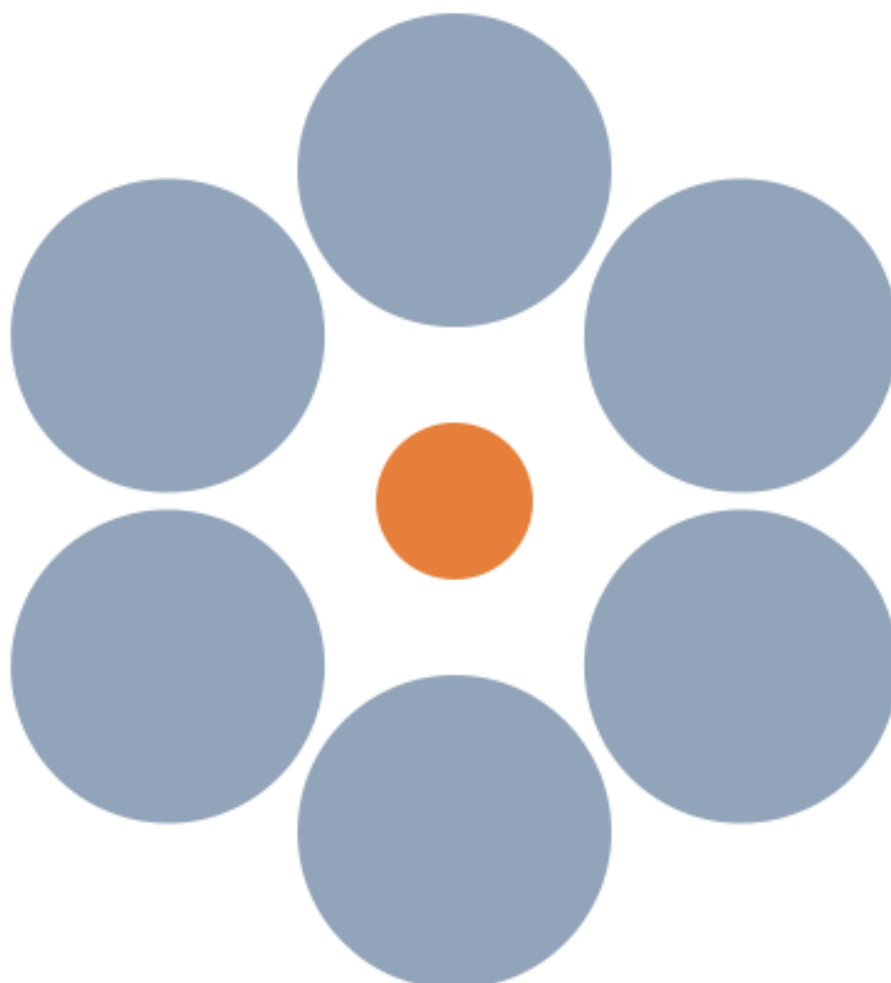
*po podbl. T. b. k.*



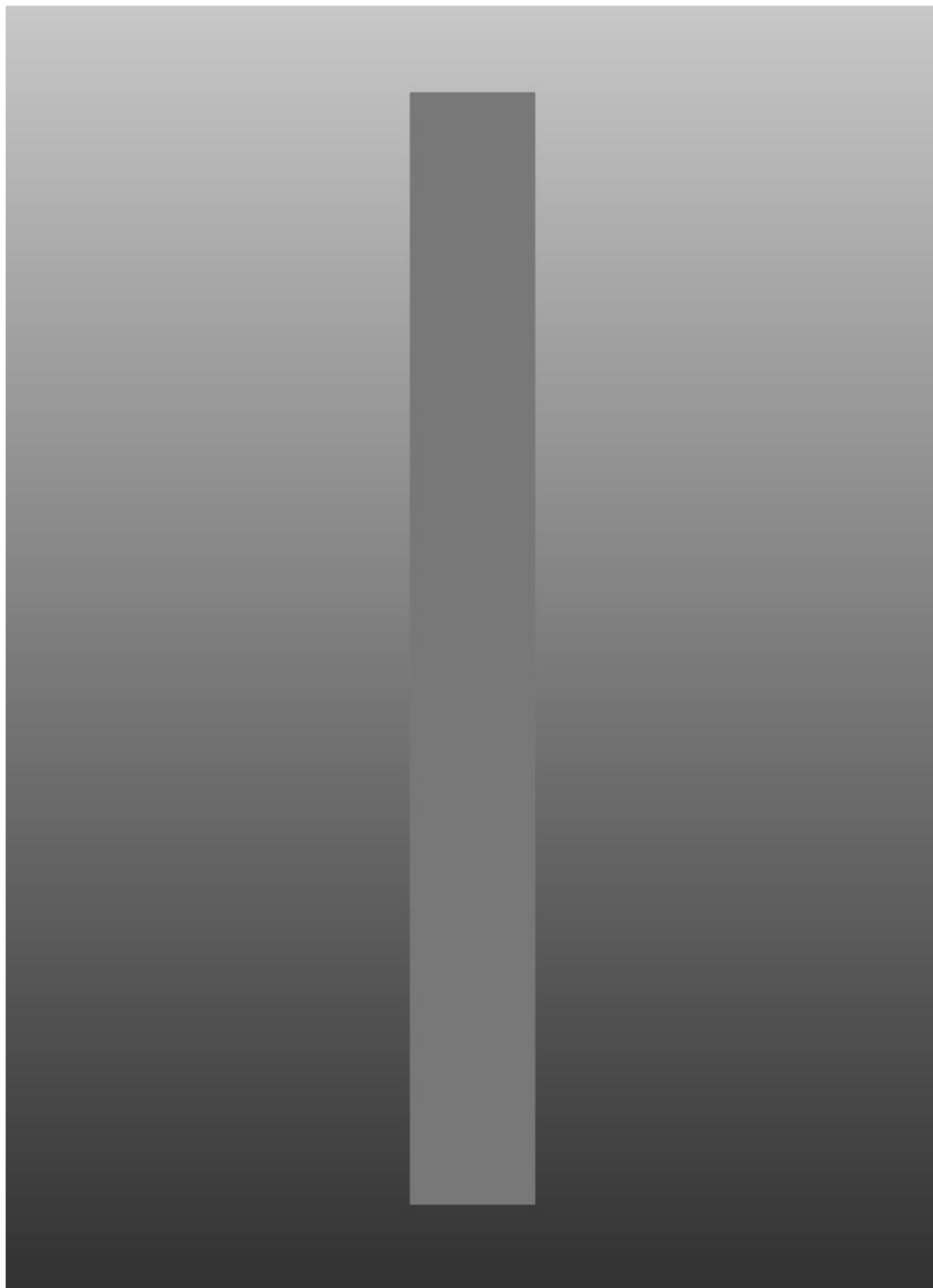
**Vročeno:**  
- Imenovani

SLIKE TESTNIH OPTIČNIH PREVAR

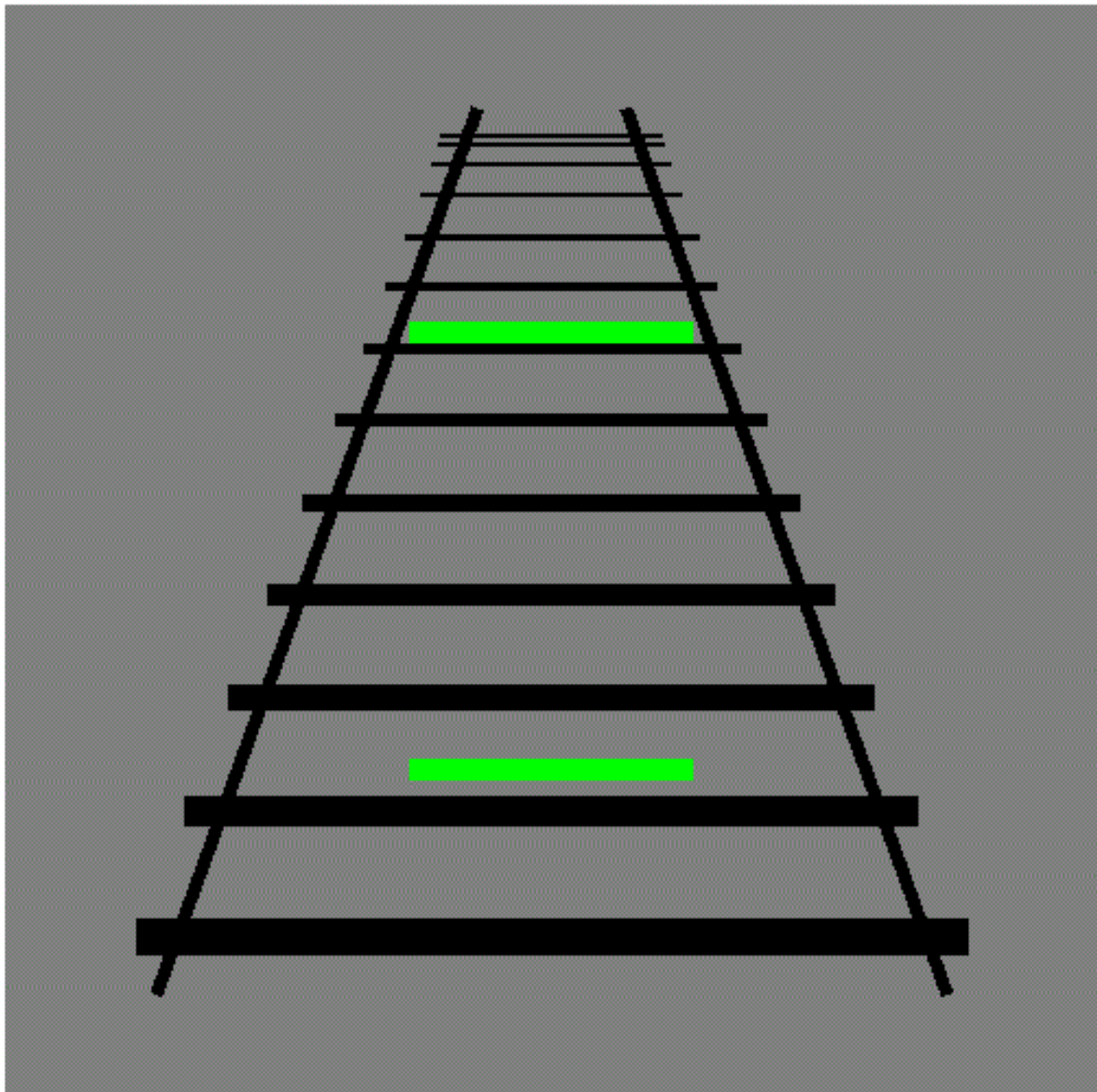
**Test 01 – Kognitivna zavajajoča optična prevara**



### ***Test 02 - Fiziološka optična prevara***

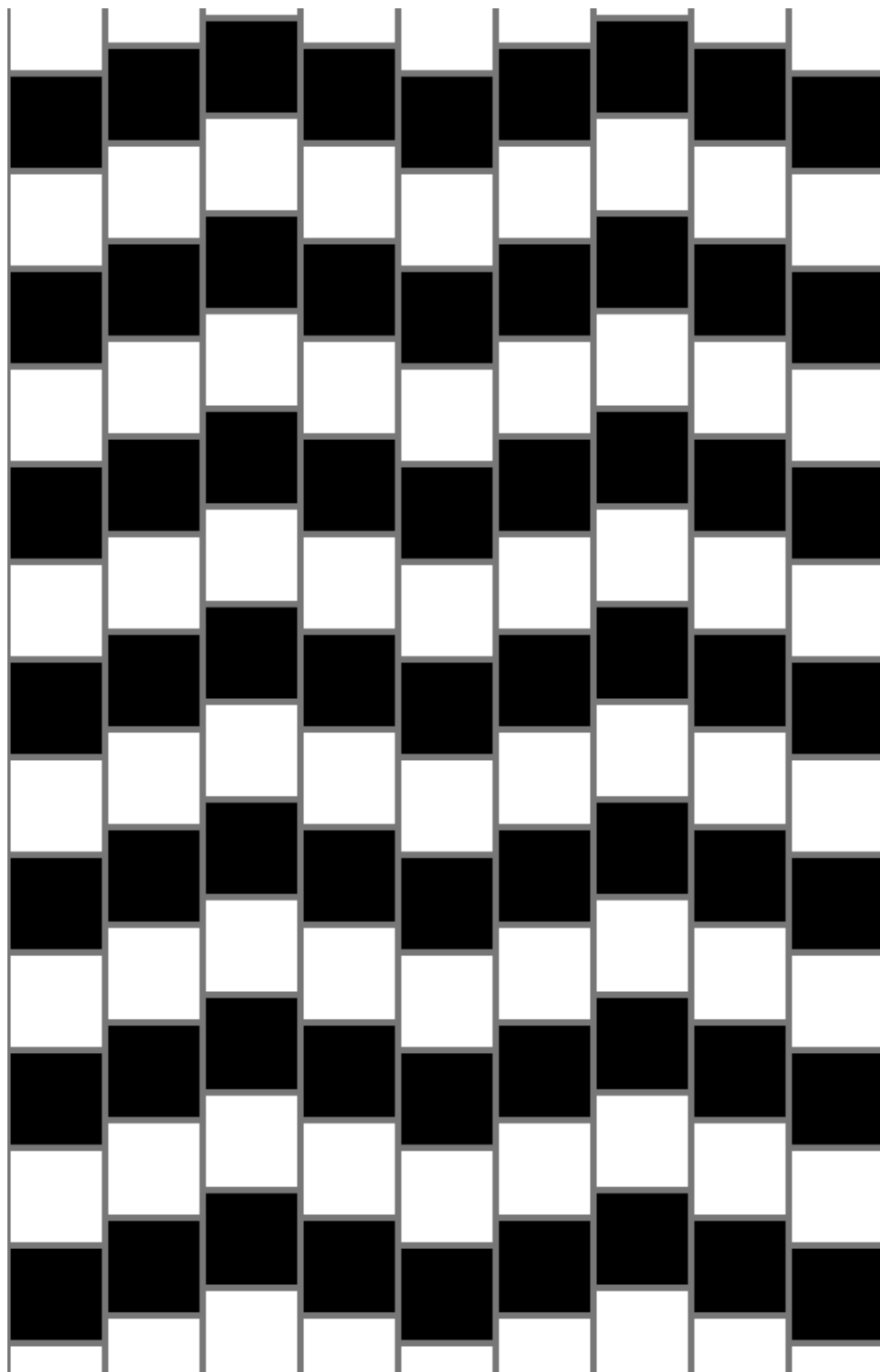


***Test 03 - Kognitivna zavajajoča optična prevara***

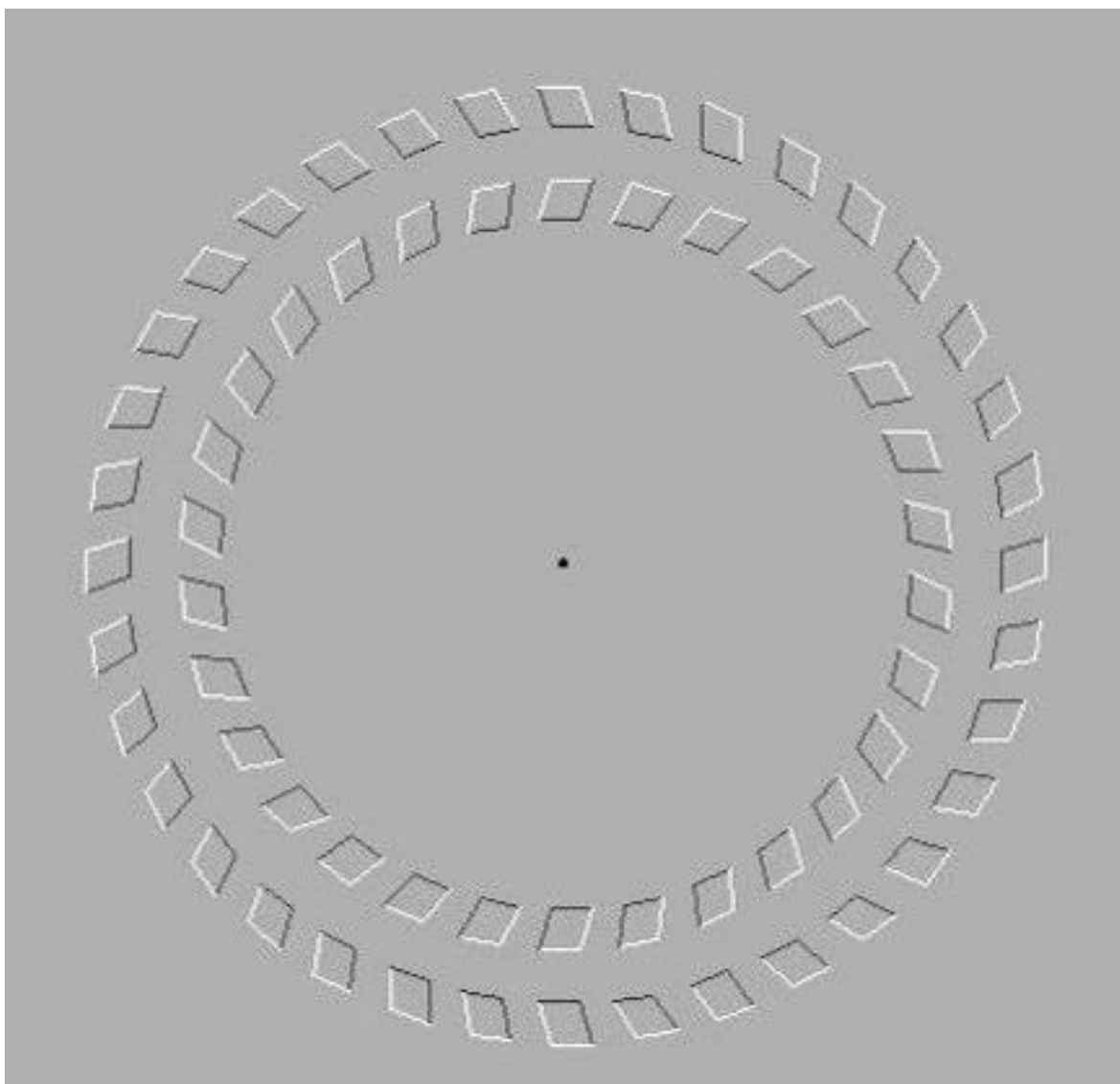




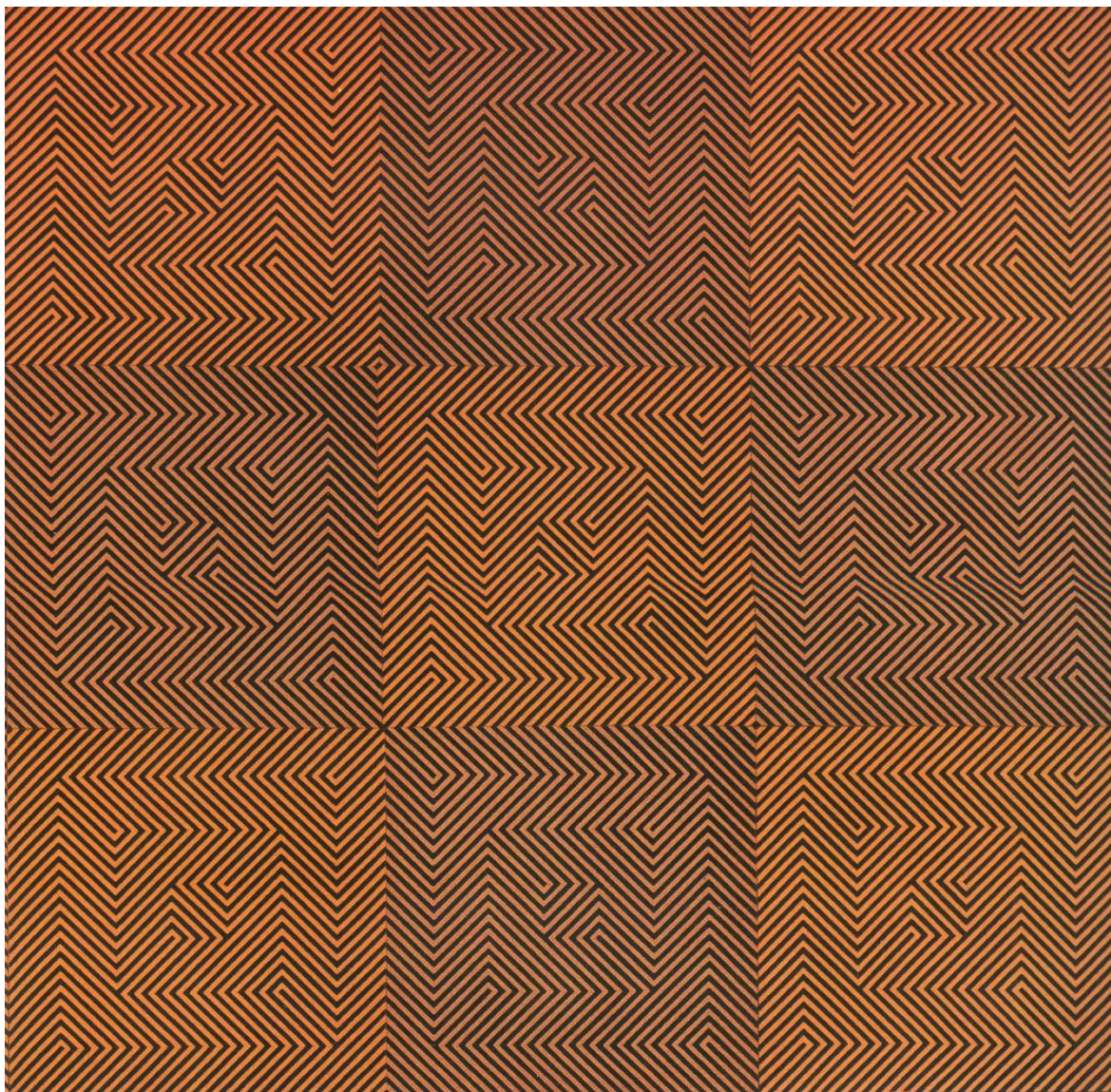
***Test 04 - Kognitivna zavajajoča optična prevara***



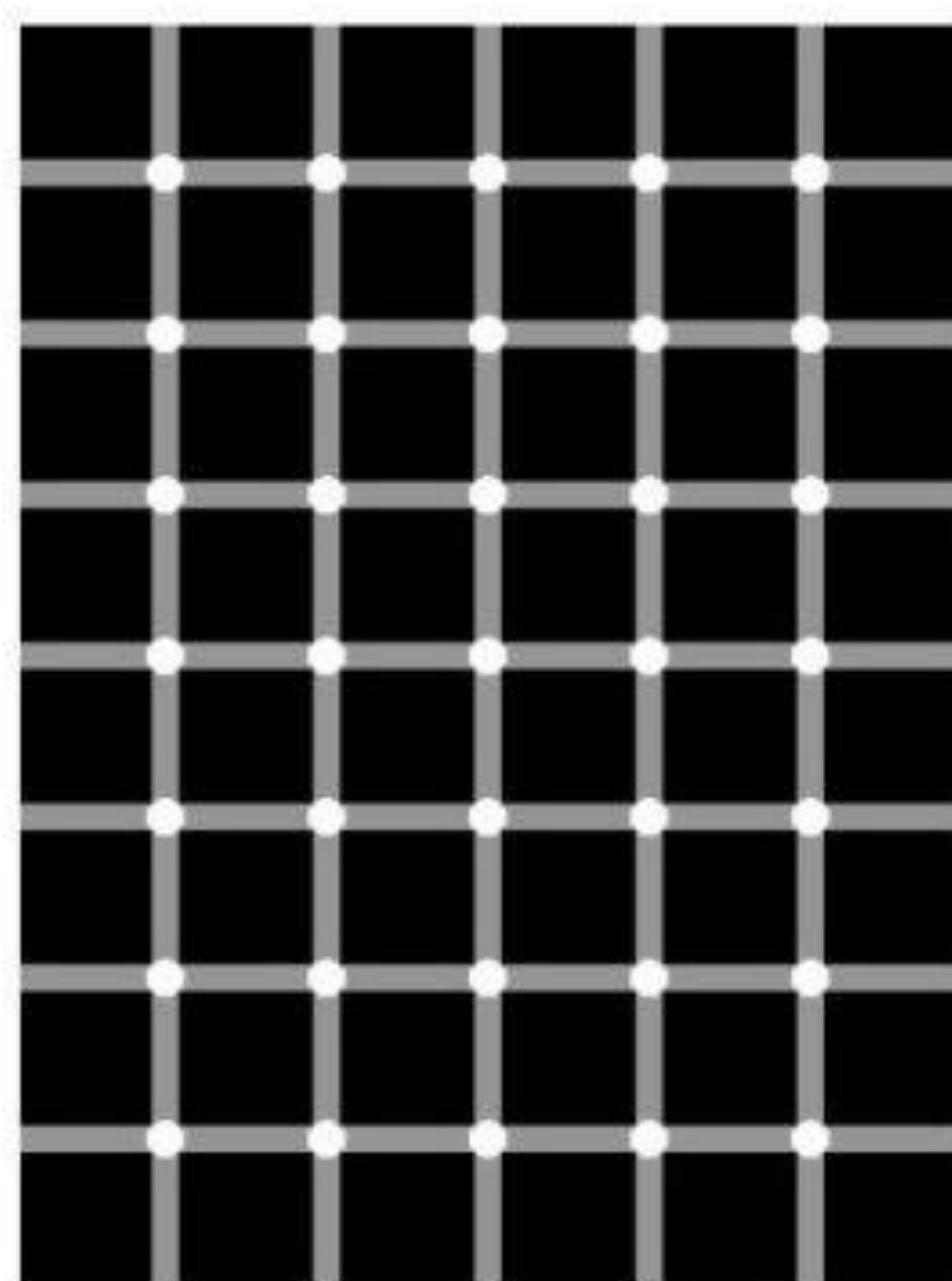
### ***Test 05 - Fiziološka optična prevara***



***Test 06 – Kognitivna zavajajoča optična prevara***



***Test 07 - Fiziološka optična prevara***

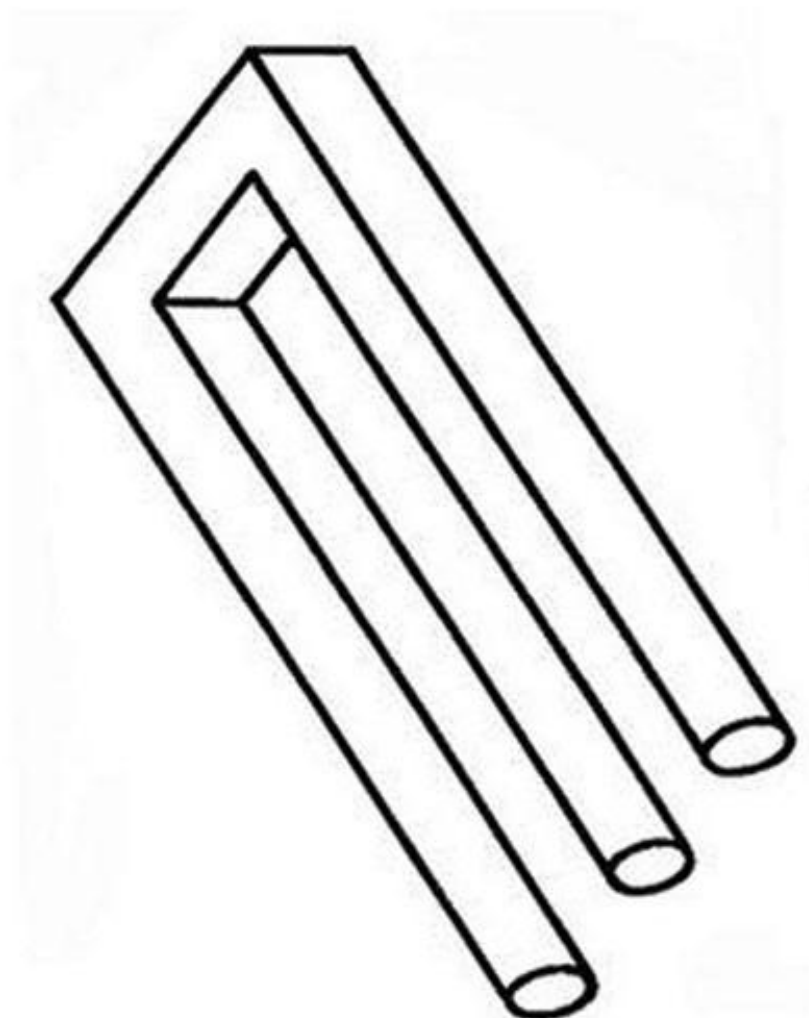




***Test 08 – Kognitivna zavajajoča optična prevara***



***Test 09 – Kognitivna protislovna optična prevara***



### ***Test 10 - Fiziološka optična prevara***

