

# UTJECAJ SKIJAŠKE KACIGE I NAOČALA NA VIDNO POLJE I VRIJEME REAKCIJE

---

Očić, Mateja

Doctoral thesis / Disertacija

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:996568>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)





Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Mateja Očić

**UTJECAJ SKIJAŠKE KACIGE I  
NAOČALA NA VIDNO POLJE I VRIJEME  
REAKCIJE**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2023.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Mateja Očić

**THE INFLUENCE OF SKI HELMET AND  
GOGGLES ON VISUAL FIELD AND  
REACTION TIME**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2023



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

MATEJA OČIĆ

**UTJECAJ SKIJAŠKE KACIGE I  
NAOČALA NA VIDNO POLJE I VRIJEME  
REAKCIJE**

DOKTORSKI RAD

Mentori:

Izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Cigrovski

Prof. dr. sc. Lana Ružić

Zagreb, 2023.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Mateja Očić

**THE INFLUENCE OF SKI HELMET AND  
GOGGLES ON VISUAL FIELD AND  
REACTION TIME**

DOCTORAL THESIS

Supervisors:

Assoc. prof. Vjekoslav Cigrovski, PhD

Prof. Lana Ružić, PhD

Zagreb, 2023

## ŽIVOTOPISI MENTORA

**Izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Cigrovski**, diplomirao je na tadašnjem Fakultetu za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu (današnji Kineziološki fakultet) 2000. godine, a zaposlen je kao izvanredni profesor na Katedri za monostrukturne discipline Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Nositelj je obaveznih predmeta Skijanje na integriranom sveučilišnom studiju kineziologije kao i na stručnom studiju za izobrazbu trenera. Doktorat znanosti stekao je u području kineziologije, odnosno alpskog skijanja 2007. godine. Objavio je više od 130 publikacija u raznim časopisima i zbornicima; 69 znanstvenih radova, od koji je 45 u znanstvenim časopisima (od toga 34 znanstvene objave u WoS publikacijama). Bio je predavač na više domaćih i međunarodnih skupova i aktivni sudionik više od 40 domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova. Glavni interes istraživanja mu je područje alpskog skijanja s različitih aspekata, kao i razna područja pedagogije, kliničke medicinske znanosti i psihologije. Član je zbora učitelja i trenera sportova na snijegu te je voditelj ili suradnik na raznim domaćim i međunarodnim projektima vezanim uz kineziologiju sporta s naglaskom na zimske sportove. Autor ili koautor je više udžbenika i poglavlja u udžbenicima od kojih su za istaknuti Skijaška tehnika-carving i Sportovi na snijegu.

**Prof. dr. sc. Lana Ružić, dr. med.**, diplomirala je na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1993. godine, a zaposlena je kao redovita profesorica u trajnom zvanju na Katedri za medicinu sporta i vježbanja Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, gdje je i voditeljica doktorskog studija Kineziologija. Nositeljica je obaveznih predmeta Fiziologija sporta i vježbanja na integriranom sveučilišnom studiju kineziologije kao i na stručnom studiju za izobrazbu trenera. Doktorat znanosti stekla je u području medicinskih znanosti 2004. godine, nakon stjecanja magisterija znanosti u području kineziologije obranjenog 2000. godine. Sunositeljica je dva predmeta poslijediplomskog sveučilišnog specijalističkog studija Medicina rada i sporta na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Objavila je ukupno više od 150 publikacija u raznim časopisima i zbornicima; 93 znanstvena rada, od kojih je 68 u znanstvenim časopisima (od toga 59 znanstvene objave u WoS publikacijama). Bila je pozvana predavačica na više domaćih i međunarodnih skupova te na doktorskim studijima u Srbiji te Bosni i Hercegovini. Također, aktivno je sudjelovala na više od 50 domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova. Recenzirala je radove za nekoliko WoS indeksiranih međunarodnih znanstvenih časopisa, a od 2003. godine do danas je urednica znanstvenog časopisa Hrvatski športskomedicinski vjesnik. Glavni interesi istraživanja su joj fiziologija sporta i vježbanja, vježbanje i kronične bolesti, posebno šećerna bolest, kao i razna područja sportske medicine.

Članica je Hrvatskog zbora učitelja i trenera sportova na snijegu te joj je zbog navedenog područje interesa također i alpsko skijanje, odnosno općenito zimski sportovi. Autorica ili koautorica je više udžbenika od kojih su za istaknuti Fiziologija sporta i vježbanja i Šećerna bolest i tjelesno vježbanje.

## ZAHVALA

Podrška najužeg kruga bliskih ljudi i suradnja s brojnim kvalitetnim kolegama omogućili su mi ostvarenje ovog cilja. Želim iskazati veliku zahvalnost osobama koje su dale značajan doprinos u nastajanju ovog rada i čija je prisutnost u ovom periodu života bila ključna za moj uspjeh.

Hvala dragim i cijenjenim mentorima, izv. prof. dr. sc. Vjekoslavu Cigrovskom i prof. dr. sc. Lani Ružić. Njihovo usmjeravanje, stručnost, susretljivost i razumijevanje oblikovali su me kao znanstvenicu. Konstruktivne povratne informacije i intelektualna razmjena potaknuli su me da proširim svoje horizonte i izazvali me na kritičko razmišljanje. Čast mi je što sam imala priliku surađivati s njima i što su me naučili vrijednostima kvalitetnog vodstva.

Hvala članovima povjerenstva za ocjenu doktorskog rada, prof. dr. sc. Branki Matković, prof. dr. sc. Miljenku Marušiću i izv. prof. dr. sc. Tomislavu Rupčiću, što su svojim konstruktivnim savjetima i susretljivošću pomogli u svim fazama izrade ovog doktorskog rada.

Hvala mojoj ekipi iz Laboratorija za sportske igre što su bili moji partneri u učenju, istraživanju i zajedničkom radu na ovom i mnogim drugim projektima. Nebrojani sati provedeni u raspravi o idejama i protokolima mjerenja te sudjelovanje u poticajnim razgovorima bili su neprocjenjivi. Njihovo prijateljstvo obogatilo je moje doktorsko putovanje, čineći dugotrajne sate studiranja i istraživanja ugodnijim i nezaboravnim.

Za kraj – najveće HVALA mojoj obitelji i prijateljima za bezrezervnu podršku, neprekidnu motivaciju i vjeru u mene. Oni su moji najveći navijači, a njihova ljubav i ohrabrenje bili su pokretačka snaga mog uspjeha. Hvala im što su uvijek tu za mene, što slave moje uspjehe, što su mi utočište u teškim trenucima i što donose neizmjernu radost i smijeh u moj život.



# UTJECAJ SKIJAŠKE KACIGE I NAOČALA NA VIDNO POLJE I VRIJEME REAKCIJE

## Sažetak

Problem ovog doktorskog rada leži u činjenici da je naglasak kod testiranja zaštitne uloge skijaške kacige uglavnom bio na smanjenju sila koje djeluju na glavu s ciljem smanjenja rizika od ozljeđivanja. No, pritom se ne uzimaju u obzir potencijalna ograničenja vida koja mogu značajno utjecati na smanjenu reakciju na podražaj u situacijskim uvjetima alpskog skijanja. Iako se broj korisnika skijaških kaciga povećava iz godine u godinu, nije poznato kako se proporcionalno tome smanjuje broj ozljeda glave. Jedan od razloga može biti i činjenica da skijaške kacige u kombinaciji sa skijaškim naočalama utječu na smanjenje širine vidnog polja te smanjenu brzinu reakcije skijaša na vizualne podražaje iz okoline.

Kako bi se istražio navedeni problem, proveli su se integrirani laboratorijski i terenski protokoli mjerenja na istoj skupini ispitanika. U istraživanju su sudjelovali studenti Kineziološkog fakulteta u sklopu nastave redovnog predmeta „Skijanje“ i usmjerenja „Skijanje“ (n=45) koji su završili minimalno osnovnu školu alpskog skijanja. Također, istraživanjem su obuhvaćeni ispitanici koji imaju stečenu naviku nošenja skijaške kacige (n=22) i oni koji nemaju razvijenu naviku (n=23) kako bi se utvrdile potencijalne razlike između njih u rezultatima mjerenja. Testirano je 5 kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu (kontrolno stanje – skijaška kapa, skijaška kapa i sunčane naočale, skijaška kapa i skijaške naočale, skijaška kaciga i sunčane naočale, skijaška kaciga i skijaške naočale). Za potrebe laboratorijskog istraživanja koristio se ortoreter uređaj za mjerenje vidnog polja temeljem provedenog testa „Perimetrija 28 točaka“ te WITTY sustav fotoćelija za mjerenje brzine reakcije izravno na terenu, tj. na skijaškoj stazi.

Na temelju dobivenih rezultata laboratorijskog mjerenja veličine vidnog polja može se zaključiti da navika nošenja kacige ne utječe na smanjenje vidnog polja skijaša, no postoje značajne razlike između pojedinih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu u smetnji koje predstavljaju za periferni vid skijaša rekreativne razine. Rezultati terenskog dijela istraživanja na skijaškoj stazi usmjerenog na utvrđivanje vremena potrebnog za reakciju na vizualni podražaj pokazuju da postoje statistički značajne razlike između grupe ispitanika koji imaju naviku nošenja kacige i grupe ispitanika koji nemaju stečenu naviku nošenja skijaške kacige. Također, dobivena je statistički značajna razlika između testiranih uvjeta nošenja zaštitne

opreme za glavu. Kada se promatraju rezultati kombiniranog utjecaja zaštitne opreme za glavu i navike nošenja skijaške kacige, utvrdilo se da postoji statistički značajna interakcija između skupine ispitanika i testiranih uvjeta. Naime, statistički značajna razlika utvrđena je između rezultata nenositelja kacige i nositelja kacige u uvjetima nošenja skijaške kacige i skijaških naočala, u korist boljeg rezultata, tj. brže reakcije kod ispitanika koji uobičajeno koriste skijašku kacigu.

Prikazom svih navedenih rezultata može se zaključiti kako postoji značajan utjecaj pojedinih kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu (kontrolno stanje u odnosu na 4 eksperimentalna uvjeta te između pojedinih eksperimentalnih uvjeta) na utvrđenu veličinu vidnog polja, tj. uočavanje podražaja u perifernom vidnom polju te na vrijeme reakcije na vizualni podražaj. Ovisno o pojedinoj kombinaciji nošenja zaštitne opreme, utjecaj je manje ili više izražen u smislu negativnog trenda kretanja rezultata u odnosu na kontrolno stanje. Također, skijaške naočale pokazale su se većim limitirajućim čimbenikom u odnosu na samu skijašku kacigu, u oba dijela istraživanja vizualne percepcije – lokalizaciji podražaja u vidnom polju i vremenu potrebnom za reakciju na periferne vizualne podražaje.

Dobiveni rezultati donose nove znanstvene i praktične spoznaje koje se odnose na potencijalne rizike vezane uz vid i vrijeme reakcije pri nošenju zaštitne opreme u alpskom skijanju unatoč njenim neprijepornim brojnim korisnicima. Iako se nošenje kacige općenito preporučuje iz sigurnosnih razloga, skijaši također trebaju biti svjesni mogućeg utjecaja na vrijeme reakcije i vidno polje te moraju prilagoditi svoju tehniku i opremu u skladu s tim kako bi se osigurala optimizacija vidljivosti i sigurnosti na padinama.

**Ključne riječi:** rekreativno skijanje, ozljede glave, vizualni podražaji, ortoreter, laboratorijski test, WITTY sustav, terenski test, sigurnosna oprema

# **THE INFLUENCE OF SKI HELMET AND GOGGLES ON VISUAL FIELD AND REACTION TIME**

## **Abstract**

The problem of this doctoral thesis lies in the fact that the emphasis in testing the protective role of the ski helmet was mainly on reducing the impact of the forces on the head with the aim of minimizing the risk of injury. However, this does not take into account potential vision limitations that can significantly affect the reduced response to visual stimuli in the situational conditions of alpine skiing. Despite the fact that the usage of ski helmets increases, it is still elusive if the frequency of head injuries decreased significantly. One of the reasons may be in the fact that ski helmets in combination with ski goggles influence the width of the visual field and potentially decrease the speed of the skier's reaction to external visual stimuli.

In order to investigate this problem, integrated laboratory and field testing protocols were conducted on the same group of participants. The students of the Faculty of Kinesiology (n=45) who completed at least the elementary school of alpine skiing participated in the study as part of the regular course "Skiing" and the specialization "Skiing". Also, the research included respondents who have developed a habit of wearing a ski helmet (n=22) and those who have not developed this habit (n=23) in order to determine potential differences between them in the test results. Five combinations of wearing head protective equipment were tested (control condition – ski cap, ski cap and sunglasses, ski cap and ski goggles, ski helmet and sunglasses, ski helmet and ski goggles). For the purposes of laboratory research, an orthoreter device was used to test the visual field based on the 28-point Perimetry test, and the WITTY photocell system was used to measure reaction speed directly on the field, i.e. on the ski slope.

Based on the obtained results of laboratory testing of the visual field size, it can be concluded that the habit of wearing a helmet does not affect the reduction of the skier's visual field, but there are significant differences between the each condition of wearing head protective equipment in the interference they represent for the peripheral vision of recreational skiers. The results of the on-the-field part of the research on the ski slope aimed at determining the time required to react to a visual stimulus show that there are statistically significant differences between the group of respondents who have the habit of wearing a helmet and the group of respondents who have not acquired the habit of wearing a ski helmet. Furthermore, statistically significant difference was obtained between the tested conditions of wearing protective head

equipment. When observing the results of the combined influence of protective headgear and the habit of wearing a ski helmet, it was found that there is a statistically significant interaction between the group of respondents and the tested conditions. Namely, a statistically significant difference was found between the results of helmet non-users and users in the condition of wearing a ski helmet and ski goggles, in favor of a better result, i.e. faster reactions in respondents who usually wear a ski helmet.

Presented results suggest a significant influence of certain combinations of wearing head protective equipment (control condition vs. 4 experimental conditions and between individual experimental conditions) on the determined size of the visual field, i.e. the perception of stimuli in the peripheral visual field and on the reaction time to visual stimulus. Depending on the particular combination of wearing protective equipment, the influence is more or less pronounced in terms of a negative trend in the results compared to the control condition. Also, ski goggles proved to be a greater limiting factor compared to the ski helmet itself, in both parts of visual perception research - stimulus localization in the visual field and the time required to react to peripheral visual stimuli.

The obtained results bring new scientific and practical knowledge related to potential risks related to vision and reaction time when wearing protective equipment in alpine skiing despite its undisputed numerous users. Although wearing a helmet is generally recommended for safety reasons, skiers should also be aware of the potential impact on reaction time and visual field and have to adjust their technique and equipment accordingly to ensure optimized visibility and safety on the slopes.

**Key words:** recreational skiing, head injuries, visual stimuli, ortoreter, laboratory test, WITTY system, on-the-field test, safety equipment

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD U PROBLEM .....</b>	<b>1</b>
1.1. PROCES STVARANJA VIDA .....	3
1.2. VIDNO POLJE .....	5
1.2.1. OPTOMETRIJA .....	7
1.3. VAŽNOST VIDA U SPORTU .....	8
1.4. BRZINA REAKCIJE .....	10
1.4.1. BRZINA REAKCIJE U SPORTU .....	11
1.5. VIDNO POLJE I BRZINA REAKCIJE U ALPSKOM SKIJANJU .....	13
<b>2. OZLJEDE U ALPSKOM SKIJANJU I NJIHOV MEHANIZAM NASTANKA .....</b>	<b>17</b>
2.1. OZLJEDE GLAVE U ALPSKOM SKIJANJU .....	19
<b>3. ZAŠTITNA OPREMA ZA GLAVU U SPORTU .....</b>	<b>22</b>
3.1. PREVALENCIJA NOŠENJA KACIGE U ALPSKOM SKIJANJU .....	24
3.2. SIGURNOSNI STANDARDI TESTIRANJA KACIGE U ALPSKOM SKIJANJU .....	26
3.3. PREDNOSTI I NEDOSTACI KORIŠTENJA SKIJAŠKE KACIGE I OSTALE ZAŠTITNE OPREME ZA GLAVU .....	28
<b>4. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>34</b>
<b>5. METODE ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>35</b>
5.1. UZORAK ISPITANIKA .....	35
5.2. ODOBRENJE ETIČKOG POVJERENSTVA .....	35
5.3. OPĆE INFORMACIJE O PROVEDBI ISTRAŽIVANJA .....	36
5.4. VARIJABLE I OPREMA .....	37
5.4.1. LABORATORIJSKO ISTRAŽIVANJE .....	37
5.4.2. TERENSKO ISTRAŽIVANJE .....	39
5.5. PROTOKOL MJERENJA .....	41
5.5.1. LABORATORIJSKO ISTRAŽIVANJE .....	41
5.5.2. TERENSKO ISTRAŽIVANJE .....	44
5.6. METODE ANALIZE PODATAKA .....	48
<b>6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>49</b>
6.1. REZULTATI LABORATORIJSKOG DIJELA ISTRAŽIVANJA .....	49
6.2. REZULTATI TERENSKOG DIJELA ISTRAŽIVANJA .....	59
<b>7. RASPRAVA .....</b>	<b>68</b>
<b>8. ZNANSTVENI I PRAKTIČNI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>88</b>
<b>9. PREDNOSTI I OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>89</b>
<b>10. TESTIRANJE POSTAVLJENIH HIPOTEZA I ZAKLJUČAK .....</b>	<b>91</b>
10.1. TESTIRANJE POSTAVLJENIH HIPOTEZA .....	91
10.2. ZAKLJUČAK .....	92
<b>11. LITERATURA .....</b>	<b>94</b>
<b>12. PRILOZI .....</b>	<b>106</b>
<b>13. ŽIVOTOPIS AUTORICE I POPIS OBJAVLJENIH RADOVA .....</b>	<b>110</b>

## 1. UVOD U PROBLEM

Sve trenutne spoznaje iz dostupnih srodnih istraživanja mogu pružiti važne informacije za sportaše, trenere i rekreativce iz različitih sportskih aktivnosti, posebno onih dinamičnih kao što je alpsko skijanje, o tome kako zaštitna oprema za glavu utječe na vizualno-perceptivno-motoričku sposobnost. Temeljem pregleda radova iz područja zaštitne uloge skijaške kacige i naočala, moguće je zaključiti da se tijekom raznih protokola testiranja često ne uzima u obzir činjenica da ova oprema može utjecati na vidnu sposobnost i općenito percepciju skijaša, kao i na vrijeme reakcije, iako navedeno može imati uistinu važnu ulogu u reduciranju broja i težine potencijalnih ozljeda. Također, prijenos dobivenih spoznaja u populaciju rekreativnih skijaša izuzetno je važan u praktičnom smislu povećanja sigurnosti na skijaškim stazama i smanjenja rizika od ozljeđivanja.

Kada je riječ o konkretnom testiranju zaštitne opreme za glavu i njenom utjecaju na vid, razni dostupni protokoli testiranja vida primjenjuju se i za potrebe specifičnih aktivnosti kao što je sport, odnosno u ovom slučaju alpsko skijanje. Suvremena tehnologija dizajnirana za procjenu sposobnosti vida koja se koristi u medicinskoj dijagnostici u području optometrije također se može koristiti za testiranje u uvjetima kada ispitanik nosi različitu zaštitnu opremu za glavu (skijaška kaciga, skijaške naočale, sunčane naočale) te može dati odgovore o konkretnom utjecaju zaštitne opreme na sposobnosti percepcije i brzinu reakcije skijaša rekreativaca. Za dobivanje valjanih podataka i objektivno utvrđivanje utjecaja skijaške kacige, skijaških naočala i sunčanih naočala na vidno polje tijekom alpskog skijanja, potrebno je provesti odgovarajuća mjerenja i protokole testiranja.

Problematika dosadašnjih istraživanja područja vizualne percepcije u alpskom skijanju većinom je usmjerena na dobivanje podataka provođenjem laboratorijskih protokola mjerenja koji svakako omogućuje donošenje određenih zaključaka. Međutim, oni ne mogu u potpunosti imitirati stvarne situacijske uvjete prisutne na samoj skijaškoj stazi te se iz tog razloga zaključci takvih istraživanja moraju uzeti s određenom dozom opreza. Nadalje, nejasno je postoje li razlike u vizualno-perceptivno-motoričkom obrascu između korisnika kacige i onih skijaša rekreativaca koji nisu navikli nositi kacigu. Postoji pretpostavka da će kaciga više utjecati na one koji nemaju razvijenu naviku njenog korištenja u smislu lošijih perceptivnih sposobnosti, no za to su potrebna dodatna istraživanja koja će pojasniti postoje li doista razlike te jesu li te potencijalne razlike specifične s obzirom na testirane kombinacije zaštitne opreme za glavu.

Za donošenje valjanih zaključaka potrebno je provesti protokole testiranja koji se sastoje od uvjeta koji uključuju nošenje kacige i naočala zasebno, ali i u različitim kombinacijama i to u strogo kontroliranim laboratorijskim uvjetima nakon kojih slijede protokoli mjerenja na terenu u dinamičnijim i realnijim uvjetima, na istim ispitanicima. Tek nakon integracije spoznaja dobivenih primjenom navedenih protokola mjerenja bit će moguće razjasniti izravne utjecaje, odnosno prednosti i nedostatke korištene opreme kada je riječ o vidnom polju i brzini reakcije.

Zbog navedenog, problem ovog doktorskog rada leži u činjenici da je naglasak u testiranjima zaštitne uloge kacige uglavnom bio na smanjenju sila koje djeluju na glavu s ciljem minimiziranja rizika od ozljeđivanja. No, pritom se ne uzimaju u obzir potencijalna ograničenja vida koja mogu značajno utjecati na smanjenu reakciju na podražaj u situacijskim uvjetima alpskog skijanja. Skijaška kaciga i naočale, u slučaju značajnog smanjenja vidne sposobnosti sportaša, mogu biti štetne za njegovu izvedbu te sigurnost. Nadalje, navedena zaštitna oprema za glavu potencijalno može utjecati na smanjenje perifernog vidnog polja što u konačnici može rezultirati smanjenjem sposobnosti uočavanja i lokalizacije vizualnog sadržaja u okolini te povećanjem vremena potrebnog za reakciju na vizualne podražaje.

Doprinos ovog cjelokupnog istraživanja očituje se u tome što će se uz pomoć znanstvenih metoda utvrditi razina utjecaja dijela skijaške opreme na brzinu senzomotoričke reakcije, sposobnost lokalizacije unutar vidnog polja i ograničenja opsega vidnog polja. Za navedeno, postojeća saznanja u većoj mjeri proizlaze iz empirije i mogu biti pogrešno interpretirana. U radu će, za razliku od dosadašnjih istraživanja, biti integriran i laboratorijski i terenski protokol što doprinosi pouzdanosti rezultata, a posebno je značajno što će se navedeno primijeniti i u situacijskim uvjetima na skijaškoj stazi. U praktičnom smislu, novi protokol mjerenja može biti primijenjen u sportskoj industriji za testiranje utjecaja zaštitne opreme na procesuiranje vizualnih podražaja iz okoline i predviđanje ponašanja rekreativnih skijaša što može značajno doprinijeti sigurnosti na terenu.

## 1.1. PROCES STVARANJA VIDA

Vid je osjetilo pomoću kojeg čovjek prikuplja 90% informacija iz vanjskog svijeta te je iz tog razloga izuzetno važno razumjeti cjelokupni proces stvaranja vida te ulogu vida u svakodnevnom životu, ali i u specifičnim situacijama i uvjetima kakve predstavlja sport (Carpenter, 1988; Schütz, Braun i Gegenfurtner, 2011; Fooken, Kreyenmeier i Spering, 2021).

Proces stvaranja vida započinje kada se svjetlosna zraka, koja se odbija od objekta i putuje kroz optički sustav oka, refraktira i fokusira u točku vidne oštine. Vidna oština je temeljni pokazatelj funkcije oka te predstavlja sposobnost vida da se jasno vide dvije odvojene točke i označava najbolju moguću vidnu funkciju sa ili bez korekcije naočalama ili kontaktnim lećama. Uredna vidna oština označava se s 1,0 ili 100%. Preduvjet dobre centralne vidne oštine je žarište slike na fovei uredne žute pjege, uz uredne živčane puteve do vidnih centara u mozgu. Fovea je točka u središtu žute pjege s najgušće smještenim čunjićima i predstavlja mjesto na kojem se u normalnom, zdravom oku treba nalaziti žarište. Za dobar vid bez smetnji ta točka mora biti na mrežnici (Davids, Wiliams i Wiliams, 1998; Fooken, Kreyenmeier i Spering, 2021).

Iako je oko manje složeno u odnosu na optičke sustave koji se često sastoje od mnogo leća, ova jednostavna struktura dobro je prilagođena zahtjevima vidnog sustava i omogućava formiranje kvalitetnih slika objekata smještenih na različitim udaljenostima u velikom polju koje je obuhvaćeno pogledom. Priroda svjetla i svojstva oka zajedno mogu uzrokovati i određena fizička ograničenja vida, odnosno ako su slike na mrežnici zamućene vidni sustav neće pravilno funkcionirati i vid će posljedično biti loš. Kao što je spomenuto, objekti u okruženju mogu biti smješteni na mnogo različitih udaljenosti, od onih udaljenih do onih bližih. Nakon što se svjetlost prelomi od leće, prolaskom kroz različita područja oka na kraju dolazi do mrežnice, odnosno do fovee. Oči se neprekidno pomiču kako bi fiksirale željene detalje na foveu i time stvorile sliku najbolje moguće oštine, neovisno o udaljenosti na kojoj se objekt nalazi. Periferni dijelovi mrežnice imaju nižu rezoluciju od fovee, ali su važni jer su specijalizirani za primjećivanje pokreta i potrebni su za lociranje objekata u vidnom polju (Artal, 2015; Roux-Sibilon i sur., 2019).

Za neometano odvijanje cjelokupnog procesa vida potrebna je i odgovarajuća pokretljivost oka koja omogućuje percepciju vizualnih podražaja iz okoline nakon čega započinje već opisani proces stvaranja slike objekta koji se promatra. Područje istraživanja vizualne percepcije s naglaskom na pokretljivost oka fokusira se ponajprije na sakade,



konvergenciju i akomodaciju oka. Prikupljanjem podataka o navedenim pokretima oka može se dobiti informacija o možebitnim nedostacima vida kada su u pitanju određene neurološke abnormalnosti ili ozljede glave. Također, pomoću njih se može dobiti i jasan uvid u više kognitivne funkcije kao što su, primjerice, pažnja i pamćenje (Duane, 1922; Schütz, Braun i Gegenfurtner, 2011). Osoba vizualno istražuje svoju okolinu na način da svake sekunde 3 do 4 puta mijenja fiksaciju pogleda, a svaka je praćena brzim pokretom oka (sakadama) kako bi se promijenio fokus na drugi predmet interesa (Eckner i sur., 2011; Schütz, Braun i Gegenfurtner, 2011; Paradiso i sur., 2012). Nadalje, konvergencija i akomodacija predstavljaju sposobnosti oka koje se često koriste za prikupljanje podataka o binokularnom i monokularnom vidu jer su međusobno usko povezane u produkciji fokusiranog pogleda. Funkcija akomodacije očituje se u omogućavanju jasnog vida, tj. omogućava da čovjek uvijek jasno vidi predmet ispred sebe neovisno o njegovoj udaljenosti. Konvergencija predstavlja istovremeno kretanje oba oka jedno prema drugome prema unutra uobičajeno u nastojanju da se održi jedan binokularni vid, odnosno ima funkciju otklanjanja diplopije (stvaranje dvoslika). Akomodacija i konvergencija djeluju sinergično, odvijaju se automatski bez pretjeranog razmišljanja (kod osoba bez nedostataka vida) te se uobičajeno mjere zajedno kao integrirani dio određenih testova za mjerenje vida koji se odnose na mjerenje oštine vida (Green i sur., 2010; Eckner i sur., 2011).

Osim navedenog, općenita sposobnost oka da vidi uključuje razne sposobnosti vida i vještine, kao što su kontrastna osjetljivost, fokus, točnost, vid boja, percepcija dubine itd. Ljudski vid sastoji se od različitih vrsta i mnogo je čimbenika koji doprinose zdravom vidu, bez određenih ispada i nedostataka. Neki od čimbenika kojima se definira zdravi vid jesu vidno polje, pokreti oka, zdravlje oka, veličina oka, oština vida, percepcija boja, pigmentacija te broj štipića i čunjića prisutnih u oku. Ponekad i najmanja promjena u pojedinom faktoru ili u kombinaciji više njih može dovesti do velikog nedostatka u vidu što u konačnici utječe na sam proces vida i percepciju vizualnih podražaja iz okoline (Davids, Williams i Williams, 1998; Millodot, 2014).

Normalna pokretljivost oka, automatsko odvijanje pokreta i različitih funkcija te njihovo sinergično djelovanje preduvjet su za percepciju promjena u okolini, posebice u dinamičnim uvjetima kakvi su, primjerice, prisutni tijekom bavljenja sportom s naglaskom na sportove koji se odvijaju u promjenjivim okolnostima. Jedan od primjera takvih sportova predstavljaju upravo zimski sportovi koji izravno ovise o vremenskim uvjetima i uvjetima na skijaškoj stazi koji se kontinuirano mijenjaju.

## 1.2. VIDNO POLJE

Jedan od spomenutih čimbenika koji određuju sposobnost vida je i veličina, odnosno širina samog vidnog polja. Vidno polje definira se kao dio prostora koji obuhvaća periferne i sve ostale objekte vidljive osobi kada ista ima mirnu fiksaciju pogleda u jednom smjeru (ravno naprijed), uz uvjet da nema dodatnih pokreta glave i očiju (Spector, 1990; Adhilakshmi, Karthiga i Ashok, 2016).

Vidno polje uobičajeno se mjeri u stupnjevima od središta vertikalno ili horizontalno. Normalna širina vidnog polja za svjetlosni podražaj je gore  $60^\circ$ , dolje  $75^\circ$ , temporalno (lateralno)  $95-110^\circ$  i nazalno (medijalno)  $60^\circ$ . Odnosno, za oba oka kombinirano vidno polje je vertikalno  $130-135^\circ$ , a horizontalno  $200-220^\circ$  (Spector, 1990; Dersu i sur., 2006). Cjelokupno vidno polje podijeljeno je na središnje (centralno ili fovealno) vidno polje koje je definirano kao vidno polje promjera  $60^\circ$  vodoravno te na periferno vidno polje koje se odnosi na ostatak horizontalnog promjera cjelokupnog vidnog polja (Strasburger, Rentschler i Jüttner, 2011). Vizualno okruženje iznimno je složeno, sastoji se od stacionarnih i dinamičkih podražaja u mnoštvu veličina, nijansi i razina kontrasta. Zbog navedenog, ljudsko oko je evoluiralo te steklo sposobnost adaptacije na zahtjeve iz okoline na način da je fovea specijalizirana za razlučivost i identifikaciju sitnih detalja u nepokretnim objektima, dok je uloga periferne mrežnice otkrivanje promjena koje se događaju unutar vidnog polja (Lewis i sur., 2014; Roux-Sibilon i sur., 2019).

Središnji (centralni ili fovealni) vid formiran je u središtu oka zahvaljujući receptorima - čunjićima koji se nalaze u središtu mrežnice i omogućava osobi da formira prioritarnu točku gledišta. Također, za središnji vid odgovorna je već spomenuta žuta pjega koja predstavlja fotoosjetljivi sloj mrežnice i sadrži visoke koncentracije fotoreceptorskih stanica koje primjećuju svjetlost i mogu slati signale mozgu. Mozak, zajedno s drugim vizualnim informacijama, pretvara te signale u slike. Glavna karakteristika središnjeg vida je sposobnost da vidimo stvari ravno ispred sebe i s ostrim detaljima, omogućujući pritom osobi da vidi oblike, boje i detalje objekta (područje fiksacije pogleda) koji je točno ispred njih. Istodobno, svi ostali detalji koji okružuju točku fiksacije, tj. predmet interesa osobe, ispadaju iz vidnog polja i percipiraju se kao mutna pozadina zbog perifernog (bočnog) vida. Opisano prioritarno fokusiranje omogućuje rasterećenje živčanog sustava. Naime, kada bi mozak jednako percipirao sve informacije o objektima koji ga okružuju, svijest i podsvijest bile bi podvrgnute

izuzetno velikom opterećenju (Harrington, 1971; Spector, 1990; Kaiser i Flammer, 1992; Strasburger, Rentschler i Jüttner, 2011).

Periferni (neizravni) vid je bočni vid oka koji omogućava osobi da promatra predmete oko sebe, bez potrebe za okretanjem glave ili pomicanjem očiju. Periferni vid pomaže vidjeti predmete i scene koji se nalaze izvan područja središnjeg vida. Ova vrsta vida rezultat je integriranog rada različitih živčanih stanica i receptora štapića smještenih izvan žute pjege. Periferna vidna oštrina je mnogo niža od središnje zbog činjenice da je broj čunjića u perifernim dijelovima mrežnice mnogo manji nego u središnjem. Rad bočnog vida koordiniraju već spomenuti posebni receptori - štapići, smješteni u većoj mjeri uz rubove mrežnice. Zahvaljujući njima mogu se vidjeti objekti koji se nalaze na periferiji i udaljeni su od glavnog prioriternog objekta koji je u fokusu (Harrington, 1971; Spector, 1990; Kaiser i Flammer, 1992; Strasburger, Rentschler i Jüttner, 2011). Periferni vid ima važnu ulogu u svakodnevnom životu, dominirajući ljudskom percepcijom samokretanja i orijentacije tijela u odnosu na okolinu. Obrasci kretanja prikazani u perifernom vidu vrlo su učinkoviti u pokretanju brzih posturalnih prilagodbi, kao i pokreta očiju i glave, uključujući i orijentacijske i obrambene reakcije. Periferni vid dalje se dijeli u tri kategorije: daleki periferni vid koji obuhvaća preko  $60^\circ$  do  $100^\circ$ - $110^\circ$  vidnog polja, srednji periferni vid koji obuhvaća iznad  $30^\circ$ , ali ograničeno na  $60^\circ$  vidnog polja te neposredni periferni vid koji obuhvaća područje izvan  $18^\circ$  do  $30^\circ$  vidnog polja.

Prema određenim podacima, smatra se da je područje najjasnijeg vida osobe do  $1,5^\circ$  udaljenosti od oka. Nadalje, zona jasnog vida je  $15^\circ$ , a maksimalna zona vida (uključujući periferiju) je  $35^\circ$ . Za proučavanje objekata koji se nalaze izvan ovih zona, potrebno je pomaknuti pogled, odnosno promijeniti fiksaciju u odnosu na početni objekt fokusa. Dakle, tijekom jednog fiksiranja pogleda osoba može dobiti samo određenu količinu informacija (Strasburger, Rentschler i Jüttner 2011).

Važno je zaključiti kako tijekom cjelokupnog procesa stvaranja vida dolazi do preklapanja korištenja središnjeg vida za analizu detalja objekata u blizini našeg fokusa pažnje te korištenja perifernog vida za pretraživanje okoline u potrazi za promjenjivim uvjetima i za pokretanje brze akcije kada je to potrebno (Palmer i Rosa, 2006).

### 1.2.1. OPTOMETRIJA

Metoda kojom se mjeri veličina, odnosno širina vidnog polja naziva se optometrija te služi za ispitivanje granica vidnog polja i postojanje eventualnih ispada, tj. nedostataka u njemu. Rezultati takve pretrage su važni za analizu ponajprije perifernog vida i općenito otkrivanje poremećaja u rubnim dijelovima vidnog polja. U kliničkom smislu optometrija je bitna za rano otkrivanje abnormalnosti, diferencijalnu dijagnozu, praćenje progresije i remisije bolesti te otkrivanje nezapaženih oštećenja vida. Potrebno je spomenuti da je u medicinskoj dijagnostici optometrija samo jedna od pretraga kojom se ispituje vidna funkcija, a koju je potrebno detaljno analizirati i naposljetku uklopiti u cjelokupnu sliku oftalmološkog nalaza svake osobe.

Procjena veličine perifernog vidnog polja počela se provoditi prije više od 2000 godina, a kvantitativna mjerenja osjetljivosti vidnog polja provode se gotovo 200 godina. Tijekom tog vremena došlo je do značajnog napretka u navednoj oftalmološkoj dijagnostičkoj proceduri ispitivanja, iako konačan zadatak otkrivanja male mete na jednoličnoj pozadini nije zamijenjen nijednom drugom procedurom za rutinsku kliničku procjenu vidnog polja (Johnson, Wall i Thompson, 2011). U posljednje vrijeme postoji mnogo različitih pristupa i inovacija vezanih uz optometriju i testiranje vidnog polja. Glavni naglasci novih postupaka usmjereni su na razvoj protokola za poboljšanje točnosti, povećanje učinkovitosti, osmišljavanje lakših testova za izvođenje, izolaciju i mjerenje statusa pojedinih podskupova vidnih mehanizama i uspostavljanje informativnih kliničkih dijagnostičkih alata za otkrivanje, diferencijalnu dijagnozu i praćenje osobe (Johnson, Wall i Thompson, 2011).

Dvije su osnovne vrste testova vidnog polja koji se uobičajeno koriste u medicinskoj dijagnostici. Ovisno o tome kreće li se podražaj ili ne, test se može klasificirati kao statički ili kinetički. Goldmannova perimetrija je čest primjer kinetičke perimetrije, dok je Humphreyeva perimetrija uobičajeni primjer statičke perimetrije. Perimetri se također mogu klasificirati kao ručni ili automatizirani, ovisno o tome pomiče li se podražaj rukom kao u Goldmannu ili ako se mjesto podražaja mijenja pomoću računala, kao u Humphreyjevom testiranju vidnog polja (Dersu i sur., 2006).

Osim navedenih uređaja, danas postoji širok spektar srodnih instrumenata i protokola testiranja s ciljem procjene vidnog polja, ali i ostalih sposobnosti vida koji imaju široku upotrebu, kako kod opće populacije tako i u uvjetima kada postoji potreba za specifičnim

situacijskim testiranjima, primjerice u sportu (Haggerty i sur., 2005; Wroblewski i sur., 2014; Matsumoto i sur., 2016; Bergmann i sur., 2016; Schumacher i sur., 2019).

### **1.3. VAŽNOST VIDA U SPORTU**

Vizualna percepcija općenito, s naglaskom na spomenuti periferni vid, predmet je rasprave u sportu te se smatra izuzetno značajnim čimbenikom kada je riječ o izravnom utjecaju na izvedbu sportaša. Smatra se da je vid primarno osjetilo odgovorno za sportsku izvedbu na visokoj razini (Blundell, 1985; Zwierko, 2007). Navedena tvrdnja može se potkrijepiti činjenicom da vizualni podražaji mogu predstavljati do 85-90% od ukupnog senzornog podražaja koje sportaš prima tijekom sportskog natjecanja (Khanal, 2015).

Kao što je već definirano u teoriji cjelokupnog procesa stvaranja vida tako se i u području istraživanja sporta periferni vid definira kao sposobnost otkrivanja vizualnih podražaja i reagiranja na podražaje izvan središnjeg (centralnog ili fovealnog) vida samog sportaša u uvjetima u kojima se odvijaju mnogobrojne promjene koje iziskuju primjerene i pravovremene reakcije samog sportaša (Williams, Davids i Williams, 1999). Vid se u slučaju sporta specifičnije definira kao signal koji usmjerava tijelo da odgovori i daje sportašima informacije o tome gdje i kada treba nastupiti te provesti odgovarajuću akciju. Važno je da svi pokreti oka i vidni sustavi funkcioniraju na naprednoj razini jer sportska izvedba predstavlja jednu od najsurovijih i najnaprednijih aktivnosti za cjelokupni vidni sustav (Hitzemen i Beckerman, 1993).

Nadalje, važnu ulogu u dinamičnim uvjetima sporta imaju i višestruke sakade oka koje omogućuju izgradnju prikaza vidnog polja, većim dijelom na periferiji u niskoj rezoluciji. Sakadički pokreti i prateći pokreti očiju, kao i brzina i točnost njihova izvođenja ključne su vještine potrebne za učinkovitost u sportu. Po dosadašnjim saznanjima, kvalitete sakada i pokreta očiju superiorne su kod sportaša u usporedbi s nesportašima (Khanal, 2015).

Osim navedenog, vrijeme reakcije na vizualni podražaj, prostorna lokalizacija i brzina prepoznavanja također su ključne vještine u mnogim sportovima, kako u zatvorenom tako i na otvorenom prostoru, a treniranje ovih vještina ključno je za uspješnu izvedbu sportaša. Rezultati su pokazali da sportaši također imaju veći opseg vidnog polja od nesportaša i bolje sposobnosti prepoznavanje objekata koji su periferno locirani (Christenson i Winkelstein, 1988). Važno je spomenuti da se optimalna vizualna izvedba odnosi na davanje odgovarajućeg odgovora u najkraćem vremenskom razdoblju na temelju najmanje količine informacija, uz najmanje

napora, kontinuirano ili diskontinuirano tijekom duljeg vremenskog razdoblja. Napredna sposobnost prepoznavanja i reagiranja na periferne podražaje, brze promjene pogleda i praćenja objekata dok su u pokretu doprinose vrhunskim sportskim performansama, posebice u sportovima u kojem se kontinuirano odvijaju promjene u okolini. Pokazalo se da poboljšano vrijeme vizualne reakcije, vizualna memorija i vizualna diskriminacija izravno utječu na poboljšanu sportsku izvedbu i smanjuju rizik od ozljeda lokomotornog sustava te posebno vrata i glave čije ozljede često rezultiraju velikim i ozbiljnim traumama te mogu biti i fatalne (Poltavski i Biberdorf, 2015).

Svaki sport, neovisno o svojim karakteristikama, zahtijeva skup vizualnih vještina koje su ključni elementi za većinu sportskih performansi. Iako izraz "vid" općenito podrazumijeva jasnoću slike na mrežnici, vid ipak obuhvaća i šire značenje u obliku mentalnog procesa pronalaska značenja iz onoga što se vidi i rezultat je sinergičnog djelovanja cjelovitog vidnog puta, vizualne učinkovitosti i obrade vizualnih informacija (Khanal, 2015). S obzirom na dosege u sportu i saznanja da na uspješnost u sportu utječe niz čimbenika koji se ne odnose isključivo na tjelesnu spremnost, danas se u trening sportaša često uključuje i dio vježbi vezanih uz poboljšanje percepcije podražaja iz okoline kako bi se u konačnici povećala vještina i spretnost sportaša u pravovremenom donošenju odluka. Spretnost u donošenju odluka podrazumijeva od sportaša da odaberu i integriraju najkorisnije vizualne informacije koje su im dostupne, dok istovremeno zanemaruju druge manje istaknute izvore informacija. Naime, u dinamičnim aktivnostima kao što su one koje se javljaju tijekom vožnje ili bavljenja sportom, vremenski zahtjevi koje nameću ovi zadaci odnose se na to da se ključni objekti moraju prepoznati brzo i točno kako bi se osigurala optimalna izvedba (Donghyun i sur., 2013).

Sportašima početnicima ili rekreativcima u pojedinom sportu često je potrebna veća količina vidnih i kognitivnih resursa za održavanje pozornosti kako bi se koncentrirali na relativno nepoznate informacije koje se nalaze u području njihovog središnjeg vida. Samim time imaju malo (u nekim slučajevima i nimalo) sposobnosti pažnje da se posvete perifernijim vizualnim informacijama. Razvijenost tehnike koja dopušta selektivnu prezentaciju informacija središnjim i perifernim segmentima vidnog polja vrlo je poželjna za određivanje preuzimanja odabranih najbitnijih informacija iz središnjeg i perifernog vida. U odnosu na početnike i rekreativce, iskusniji sportaši s izraženijim vještinama procesuiranja vizualnih informacija imaju sposobnost za donošenje odluka kao da koriste puno vidno polje bez obzira na to koriste li u stvarnosti samo središnji ili periferni vid (Donghyun i sur., 2013). Ono što je također

karakteristično za sportaše je tzv. središnje-periferna svijest. Središnje-periferna svijest definirana je kao sposobnost sportaša da zadrži središnju fiksaciju na metu (objekt) i istovremeno bude svjestan onoga što se događa u perifernom vidnom polju. Ova funkcija vizualne percepcije procjenjuje sposobnost sportaša da odgovori na središnje i periferne podražaje bez pomicanja glave i dodatnih pokreta koji narušavaju vrijeme reakcije (Schumacher i sur., 2019; Zwierko, 2007).

#### **1.4. BRZINA REAKCIJE**

Nastavno na područje vizualne percepcije neophodno je detaljnije analizirati brzinu reakcije na podražaje iz okoline koja je u uskoj vezi sa samom percepcijom promjena koje se odvijaju u području vidnog polja osobe. Općenito se brzina reakcije, odnosno točnije rečeno vrijeme reakcije, definira kao vrijeme koje je proteklo između percepcije osjetilnog podražaja i naknadne bihevioralne reakcije. Vrijeme jednostavne reakcije obično se definira kao vrijeme potrebno da promatrač otkrije prisutnost podražaja te je to u konačnici fizička vještina usko povezana s ljudskom izvedbom (Shelton i Kumaar, 2010).

U dostupnoj literaturi postoje oprečne informacije kada je riječ o vremenu potrebnom za reakciju ovisno o vrsti senzornog podražaja. Neka istraživanja utvrdila su da je vrijeme reakcije na vizualne podražaje brže nego na slušne podražaje (Yagi i sur., 1999; Verlager, 1997). S druge strane, studija koju su proveli Thompson i sur. (1992) donosi zaključak da je prosječno vrijeme reakcije za otkrivanje vizualnih podražaja otprilike 180 do 200 milisekundi, dok je za zvuk oko 140-160 milisekundi.

Vrijeme potrebno za odgovor na podražaj svakako ovisi o složenosti, vrsti (vid, sluh, itd.) i snazi podražaja. Zbog toga se vrijeme reakcije može podijeliti na vrijeme jednostavne reakcije, vrijeme reakcije prepoznavanja i vrijeme reakcije izbora. Jednostavno vrijeme reakcije daje najbrži odgovor od spomenuta tri (smatra se da je potrebno oko 0,13-0,18 sekundi), dok vrijeme odabrane reakcije (vrijeme reakcije izbora) traje najdulje. Navedeno se objašnjava činjenicom da što više informacija mozak mora procesuirati, to je potreban dulji vremenski period za primjeren odgovor (tzv. Hickov zakon) (Jamieson i Mewhort, 2009).

Nadalje, postojeća istraživanja o navedenoj tematici (npr. Halpern, 1992; Herlitz i Love'n, 2009) bave se i problematikom percepcije određenih podražaja ovisno o spolu. Temeljem rezultata istraživanja pokazalo se da se spolne razlike pronalaze u specifičnim kognitivnim sposobnostima, ali ne i općoj inteligenciji (Deary i sur., 2007). Primjerice, žene

obično postižu bolje rezultate od muškaraca u testovima verbalne sposobnosti i epizodnog pamćenja, dok muškarci pokazuju bolje rezultate u području vizualno-prostornih i kvantitativnih sposobnosti (Halpern, 1992; Herlitz & Love'n, 2009).

Također, postoje određene razlike u percepciji podražaja ovisno i o testiranim dobnim skupinama. Tako se temeljem meta-analize koju su proveli Dykiert i sur. (2012) zaključilo da je u djetinjstvu i adolescenciji prisutan uobičajeni obrazac povećane sposobnosti brzine reakcije i smanjenja varijabilnosti u vremenu reakcije, koji je zatim praćen smanjenjem brzine reakcije i povećanjem varijabilnosti kroz odraslu dob sve do starosti. Također, važno je naglasiti da se vrijeme reakcije s godinama povećava značajnije kod složenijih zadataka u odnosu na jednostavnije zadatke gdje je prisutno sporije opadanje sposobnosti. Nastavno na spomenutu meta-analizu, dokazana je veća intraindividualna varijabilnost u sposobnostima percepcije u starijoj nego u mlađoj dobi. Navedeno se odnosi i na jednostavnije i složenije zadatke te su dobiveni rezultati dosljedni i u usporedbama između različitih dobnih skupina (starija populacija naspram mladih, kao i starija populacija naspram one srednjih godina) (Dykiert i sur., 2012).

#### **1.4.1. BRZINA REAKCIJE U SPORTU**

U kontekstu sporta, podražaj također može biti vizualni (vid), auditivni (sluh) ili taktilni (dodir), ovisno o vrsti aktivnosti koja se analizira. Nakon što se signal percipira kroz senzorni sustav (dio živčanog sustava odgovoran za obradu senzornih informacija), mozak brzo obrađuje informacije i reagira slanjem poruke niz leđnu moždinu do odabranih mišića odgovornih za fizički odgovor na podražaj.

U prošlosti se vodila rasprava o tome jesu li vizualna obrada i odgovor na vizualne informacije bolje razvijeni kod sportaša u usporedbi s nesportašima i kod iskusnih sportaša u usporedbi s početnicima. No, s vremenom se ipak pokazalo da su vrijeme potrebno za percepciju podražaja i odgovarajući motorički odgovor uistinu važni čimbenici u sportaševoj izvedbi i mogu razlikovati uspješne sportaše od onih manje uspješnih. Što brže podražaj stigne do mozga to se signal brže obrađuje i šalju se potrebni odgovori za odgovarajuću motoričku reakciju (Donders, 1969; Shelton i Kumar, 2010).

Brzina reakcije, odnosno period vremena koji prođe od podražaja do reakcije na taj podražaj izuzetno su važni u sportu iz nekoliko razloga. Ponajprije, sposobnost brzog reagiranja na promjene koje se događaju u okruženju može značajno smanjiti nezgode i ozljede. Kada je



riječ o ozljedama, periferna svijest i poboljšane vizualne sposobnosti značajno mogu smanjiti rizik od potresa mozga. To je specifično za sportove i one aktivnosti koje karakterizira visoka razina kontakta ili dinamični uvjeti izvođenja, kao što su primjerice američki nogomet ili alpsko skijanje. Također, bolja koordinacija tipa „oko-ruka“, brža odgovarajuća reakcija i učinkovitija obrada informacija također mogu rezultirati poboljšanom izvedbom sportaša. Brži motorički odgovor na podražaj može pomoći da se sportaš brže i spretnije kreće u skladu s podražajem iz okoline (Nuri i sur., 2013). Nastavno na navedeno, brže vrijeme reakcije na vizualni podražaj, brža diskriminacija vizualnog podražaja, bolja vizualna memorija i brža sposobnost prebacivanja fokusa između udaljenih i bliskih objekata mogu značajno predvidjeti važan dio statistike izvedbe kao što je primjerice postotak postignutih pogodaka ili pak ukupno vrijeme potrebno za dolazak do cilja (Poltavski i Biberdof, 2015).

Splet mentalnih vještina potrebnih za uspješnost u sportu također uključuju visoku razvijenost perceptivnih i kognitivnih vještina koje omogućuju iskusnim sportašima u mnogim brzim i dinamičnim sportovima da donose odluke i izvršavaju složene motoričke radnje u vremenskim okvirima koji prelaze vrijeme uobičajene ljudske reakcije (Mann i sur., 2007; Fadde i Zaichkowsky, 2019). Ambiciozni sportaši obično posvećuju velik broj sati treniranju tehničkih vještina, kondicijskih sposobnosti i motoričkih sposobnosti kao što su snaga, jakost, brzina kretanja i aerobni kapacitet (Ward i sur., 2004). Međutim, izravna izvedba sportaša u mnogim sportovima uključuje i brzinu obrade informacija u mozgu nakon čega slijedi odgovarajuća motorička reakcija (Roca i Williams, 2016). Primjerice, u sportovima koji uključuju brzo reagiranje na pokrete protivnika, iskusni sportaši kontinuirano se koriste perceptivno-kognitivnim vještinama kako bi predvidjeli akcije protivnika i na taj način prilagodili svoje motoričke reakcije (Muller i Abernethy, 2012).

Potrebno je naglasiti da u sportovima cikličnog tipa izvedba manje ovisi o okolini i podražajima iz okoline te pokreti slijede zadane obrasce (npr. atletika i plivanje). No, sportovi acikličnih kretnji i složenijeg tipa odvijaju se u relativno nepredvidivim, odnosno kontinuirano promjenjivim uvjetima te se pokreti moraju konstantno prilagođavati (npr. igre s loptom i alpsko skijanje) (Nuri i sur., 2013).

Kada je riječ o sportskim aktivnostima i općenito tjelesnoj aktivnosti u korelaciji s vizualnom percepcijom, prema autorima Ando i sur. (2008) smatra se da akutna tjelovježba utječe na ljudsku perceptivno-motoričku izvedbu. Navedeno se objašnjava povećanjem metaboličkog opterećenja povezanog s tjelovježbom što izaziva povećanje razine uzbuđenja

koja utječe na perceptivno-motoričku izvedbu. Smatra se da povećanje razine uzbuđenja može dovesti do sužavanja fokusa pažnje, uz postupnu eliminaciju unosa informacija iz perifernih aspekata okoline. Stoga se može pretpostaviti da akutna tjelovježba pogoršava perceptivno-motoričku izvedbu kada osoba reagira na vizualne podražaje prikazane na periferiji vidnog polja. Ukratko, spomenuta je studija pokazala da se premotoričko vrijeme do vizualnog podražaja prikazanog na periferiji vidnog polja povećava tijekom umjerene do teške vježbe u odnosu na ono u mirovanju ( $195,9 \pm 7,9$  ms vs.  $183,7 \pm 6,8$  ms). S druge strane, premotoričko vrijeme do vizualnog podražaja prikazanog u središnjem dijelu vidnog polja ostaje nepromijenjeno tijekom vježbanja u usporedbi s onim u mirovanju ( $185,3 \pm 7,6$  ms vs.  $188,4 \pm 6,6$  ms). Navedene činjenice sugeriraju da umjerena do teška tjelovježba može smanjiti sposobnost percepcije vizualnih informacija s periferije vidnog polja i sužava fokus pažnje. Uzimajući u obzir da sposobnost percepcije vizualnih informacija s periferije vidnog polja utječe na izvedbu u sportovima u kojima periferni vid ima važnu ulogu, navedena otkrića zasigurno imaju praktični doprinos za sportaše.

Zbog dokazanog utjecaja vizualne percepcije na uspješnost u sportu, sve veći broj sportaša u svoju rutinu treninga uključuje i trening za poboljšanje vizualno-perceptivnih vještina kako bi osigurali pravovremenu reakciju na vizualne podražaje u situacijskim uvjetima. Naime, kako na profesionalnoj tako i na rekreativnoj razini bavljenja sportom postoji niz faktora koji utječu na cjelokupnu izvedbu i uspješnost u pojedinom sportu ili aktivnosti te je cilj razvijati i „trenirati“ svaku od komponenti. Kako uslijed opterećenja pod kojim se sportaš nalazi tijekom bavljenja aktivnošću ne bi došlo do opadanja brzine reakcije i pravovremene percepcije podražaja iz okoline, posebno u završnim fazama utakmice ili utrke, potrebno je kroz trenažni proces razvijati upravo ovu komponentu imitacijom situacijskih uvjeta.

## **1.5. VIDNO POLJE I BRZINA REAKCIJE U ALPSKOM SKIJANJU**

Alpsko skijanje je primjer sporta i rekreativne aktivnosti koja se odvija u specifičnim i promjenjivim uvjetima te je izuzetno dinamičnog karaktera. Kako bi skijaš pravovremeno i kvalitetno reagirao na vanjske podražaje, posebno one vizualne, svakako je važna brzina reakcije, odnosno što kraće vrijeme potrebno za percepciju promjena u okolini i zatim odgovarajući motorički odgovor. Nadalje, važan faktor je i periferni vid koji je usmjeren na primjećivanje vizualnog sadržaja koji se nalazi izvan centra fokusa. To je česta potreba u alpskom skijanju kada se uzme u obzir činjenica da je funkcija perifernog vida percepcija okoline koja okružuje skijaša, a koja utječe na pokrete oka i glave te brze akcije i reakcije. Sve

od navedenog ključno je za optimalnu izvedbu i sigurnost alpskih skijaša. Kao što je središnji vid (fovealni ili centralni) orijentiran na percepciju finih detalja na mirnoj slici, tako je periferan vid dizajniran za uočavanje promjena u samom vidnom polju, posebice u rubnim dijelovima koji su izvan primarnog fokusa (Lewis i sur., 2014). Periferni vid i brzina reakcije su zbog navedenih razloga izuzetno važni faktori za sudjelovanje u alpskom skijanju kako na vrhunskoj, tako i na rekreativnoj razini (Senner i sur., 1999).

Općenito govoreći, periferni vid uistinu je vrlo važan za obavljanje širokog spektra dnevnih aktivnosti (Larson i Loschky, 2009; Strasburger, Rentschler i Jüttner, 2011), ali je njegova važnost još više naglašena u sportu zbog percepcije vizualnih podražaja koji se nalaze izvan fokusa primarnog područja. Primjerice, periferni vid ključan je za sposobnost skijaša da predvidi sudar na skijaškoj stazi. Danas je to izuzetno važno zbog sve izraženijih uvjeta gužve na skijaškim stazama. Odgovarajuća razina predviđanja, odnosno anticipacije, pomaže skijašima da se pravilno postave kako bi smanjili sile koje se prenose na glavu ili promijene svoj smjer kretanja kako bi u potpunosti izbjegli sudar. Na taj način skijaš može smanjiti rizik od ozljeda cjelokupnog lokomotornog sustava, a posebice ozljede glave. U slučaju kada skijaš ne predvidi sudar, postoji tendencija da glava bude prva točka kontakta i rezultirajuće sile udara glavom o podlogu ili u drugog skijaša su intenzivnije (Burg, 1966; Broglio i sur., 2003; Schläppi, Urfer, Kredel, 2016; Kramer i sur., 2021).

U cjelokupnoj izvedbi skijaša na vrhunskoj ili rekreativnoj razini, visoka razina razvijenosti vizualne percepcije omogućuje naprednu sposobnost prepoznavanja i reagiranja na periferne podražaje, brzo mijenjanje pogleda i praćenje objekata koji su statički (npr. drvo, oznake na stazi, stupovi) ili u pokretu (drugi skijaši na stazi). Povišene vještine koje se odnose na brzinu reakcije na vizualne podražaje iz okoline i razlučivanje detalja vizualnog sadržaja izravno su povezane s poboljšanom izvedbom u alpskom skijanju (Christenson i Winkelstein, 1988).

Zbog specifičnih i dinamičnih uvjeta u kojima se odvijaju, zimski sportovi zahtijevaju brzu i stalnu obradu vizualnih informacija. Na temelju vizualne povratne informacije, skijaši moraju brzo prosuđivati i prilagođavati svoje radnje, poput brzine, smjera kretanja ili položaja tijela (Decroix i sur., 2017; Ruedl i sur., 2011a). Primjerice, autori Jendrusch i sur. (1999) ispitali su utjecaj vida skijaša na njihovu sigurnost. Njihovi rezultati uspjeli su dokazati da skijaši s oštećenim vidom ili smanjenim sposobnostima vida ne prepoznaju manje objekte

niskog kontrasta čime se oni svrstavaju u rizičnu populaciju kada je riječ o sudaru ili padu na stazi.

Kada je naglasak na terenskim mjerenjima brzine reakcije na podražaje iz okoline, Senner i sur. (1999) proveli su terenska mjerenja sa skijašima kako bi se utvrdio učinak smanjene vidne oštine na vrijeme reakcije u različitim situacijama tijekom alpskog skijanja. Za veće objekte poput skijaša koji stoje ili se kreću, nije bilo značajne razlike u vremenu reakcije utvrđeno u usporedbi s ispitivanjima sa smanjenom oštrinom vida. Međutim, kod mjerenja reakcije na ledenim pločama, koje je bilo teže prepoznati, značajno se produljilo vrijeme reakcije skijaša.

Nadalje, Harley i sur. (2010) također su istraživali vrijeme reakcije, ali kod skijaša i snowboardera. Proveli su testiranje na skijaškoj stazi koje je izvedeno na način da su skijaši koji su se spuštali niz stazu morali reagirati na različite podražaje uz uputu da uvijek reagiraju na isti način, tj. kočenjem određene vrste. Vrijeme reakcije je definirano kao vrijeme između trenutka kada se znak prvi put pojavio i kada je skijaš ili snowboarder započeo reakciju (vrijeme početnog odmicanja skije, snowboarda ili tijela od izvorne putanje ili luka sudionika). Utvrđene su statistički značajne razlike u prosječnom vremenu reakcije između dvije grupe. S druge strane, zabilježena su slična vremena reakcije pri usporedbi različitih vrsta odgovora, tj. reakcije tipa "zaustavljanje" i "okretanje".

Slično postavkama prethodne studije, autori Schmitt i Muser (2012) proveli su mjerenja na skijaškoj stazi kako bi se odredilo vrijeme reakcije rekreativnih skijaša i snowboardera. Ispitanici koji su se spuštali niz strminu dobili su upute da zakoče do potpunog zaustavljanja nakon vizualnog i zvučnog signala. Prosječno vrijeme do prve vidljive reakcije (vrijeme reakcije) bilo je slično između skijaša i snowboardera. Sudionicima je u prosjeku trebalo dodatnih 470 ms nakon uočavanja podražaja do početka kočenja.

Temeljem prikazanih istraživanja, moguće je zaključiti da je važnost perifernog vida i brzine reakcije u alpskom skijanju jasna, no i dalje postoji ograničen broj studija usmjerenih na sve aspekte vizualne percepcije u alpskom skijanju. Limitiran broj studija posebice je prisutan kada se promatra broj studija usmjerenih na periferni vid i vrijeme reakcije te direktan utjecaj zaštitne opreme glave na vizualne sposobnosti rekreativnih skijaša. Glavni razlog tome jesu određena tehnička ograničenja i kompleksnost protokola testiranja potrebnih za mjerenje vizualnih sposobnosti, posebno u uvjetima terenskog testiranja na skijaškim stazama. Također,

studije iz područja alpskog skijanja uglavnom su usmjerene na biomehaničke karakteristike skijanja, fiziološke obrasce ili psihološke karakteristike, a ne na perceptivno-kognitivne aspekte motoričke izvedbe. Osim važnosti vizualne percepcije za alpsko skijanje općenito, sportaši su posebno istaknuli njenu važnost u slučajevima otežanih vidnih uvjeta zbog promjene svjetla, magle i slično.

Što se tiče posljedica smanjene vizualne percepcije, najvažniji rezultat analize koju su proveli Schläppi, Urfer i Kredel (2016) očituje se u prijedlogu sportaša da se odnos između psiholoških zahtjeva, motoričke izvedbe i vizualne percepcije treba shvatiti dvosmjerno. Odnosno, ne samo da je vizualna percepcija smanjena psihološkim pritiskom, već je smanjeno i samopouzdanje u lošim perceptivnim uvjetima. Također, ne samo da je vizualna percepcija poboljšana izvrsnom tehnikom skijanja, već je i tehnička izvedba poboljšana neometanim opažanjem i obradom vizualnih podražaja.

Iako se studije o povezanosti percepcije i reakcije tijekom alpskog skijanja mogu provoditi u laboratoriju, primjerice korištenjem optometrijskih testova i protokola, na skijaškim simulatorima i projekcijama skijaške staze u prirodnoj veličini, istraživanja koja se provode u situacijskim uvjetima izravno na skijaškoj stazi ključna su za prikupljanje valjanih rezultata. Takva istraživanja u konačnici omogućuju donošenje konkretnih zaključaka o izravnom utjecaju brzine reakcije i veličine vidnog polja na izvedbu skijaša. Također, vrijednost provođenja testiranja vizualno-perceptivnih sposobnosti skijaša važna su i zbog aspekta utjecaja razne zaštitne opreme za glavu koja može promijeniti skijaševe sposobnosti anticipacije i brzine reakcije.

## 2. OZLJEDE U ALPSKOM SKIJANJU I NJIHOV MEHANIZAM NASTANKA

Zimski sportovi, s naglaskom na alpsko skijanje i snowboarding na vrhunskoj razini, fizički su zahtjevni sportovi koji uključuju velike brzine, velike skokove, tehničke manevre i specifičnu opremu. S druge strane, rekreativni alpski sportovi obuhvaćaju širok raspon dobi, razine vještina, opreme, okruženja i opasnosti. Razumijevanje mehanizama nastanka ozljeda u alpskim sportovima, s naglaskom na ozljede glave, mogu pružiti relevantne informacije o mjerama za prevenciju ozljeda. Neke od mjera prevencija svakako su korištenje zaštitne opreme, primjerice kacige, ali i obrazovanje skijaša te dizajn okoliša skijaških staza i karakteristike parkova ili terena kako bi se posljedično smanjio rizik od ozljeđivanja.

Temeljem velikog broja podataka prikazanih u preglednom radu Daveya i sur. (2018) izvidno je kako je većina ozljeda tijekom alpskog skijanja vezana uz lokomotorni sustav. Promatrajući dostupne izvještaje, najveći udio ozljeda odnosi se na ozljede donjih ekstremiteta, u rasponu od 43% do 77% svih ozljeda povezanih s alpskim skijanjem. Zatim slijede ozljede gornjih ekstremiteta koje čine otprilike 14% ozljeda i prvenstveno uključuju ozljede palca i ramenog zgloba. U alpskom skijanju ozljeda koljena je najčešća ozljeda s oko jedne trećine ukupnog broja ozljeda. Najčešća vrsta ozljeda koljena su istegnuća ligamenata koja zahvaćaju prednji križni ligament (ACL) i/ili medijalni kolateralni ligament (MCL). Prema radu autora Ruedla i sur. (2019) smatra se da je jedna od najčešćih dijagnoza kod ozlijeđenih rekreativnih alpskih skijaša ruptura prednjeg križnog ligamenta (ACL) s 15-21% svih zabilježenih ozljeda. Ostale uobičajene specifične dijagnoze uključuju glenohumeralne dislokacije i ozljede zapešća i ruke.

Prema istraživanju Dicksona i Terwiela (2021), temeljem pregleda trenda ozljeđivanja u periodu od 2008./2009. godine do 2017./2018. godine, većina ozljeda u alpskom skijanju i snowboardingu dogodila se na označenim stazama (80%). Od ukupnog broja, 47,3% svih ozljeda dogodilo se na zelenim stazama (najlakše staze), odnosno 73% skijaša početnika, 37% skijaša srednje razine, 23% naprednih skijaša i 18% iskusnih skijaša ozljedilo se na zelenim stazama. Nadalje, 40% svih ozljeda dogodilo se na plavim stazama (teže staze), gdje se ozljedilo 24% skijaša početnika, 44% skijaša srednje razine, 40% naprednih skijaša i 33% iskusnih skijaša. Samo 13,2% ozljeda događa se na crnim stazama (najteže staze), uz ukupno 3,8% ozljeda koje se događaju na najzahtjevnijim crnim stazama koje se opisuju kao ekstremni tereni. Od ukupnog broja ozljeda, 3,5% ozljeda skijaša početnika dogodi se na crnim i ekstremnim stazama. Tijekom sezone niske razine snijega 2014./2015. godine više ozljeda dogodilo se na

najlakšem terenu (49,5%). Terenski parkovi činili su područje nastanka ozljeda u 11,5% slučajeva svih ozljeda. Udio ozljeda koji se dogodio u terenskim parkovima smanjio se s vrhunca u 2010./2011. godini (12,8%) na najniži u 2017./2018. godini (8,7%). Padovi su glavni mehanizam nastanka ozljeda (79,6%), a zatim slijede sudari te ozljede koje nastaju kao posljedica pokušaja izbjegavanja sudara (10,7%). Padovi na zelenom ili plavom terenu dominantan su mehanizam svih ozljeda (68,3%).

Kada je riječ o ozljedama uzrokovanim sudarom ili onima nastalim tijekom pokušaja izbjegavanja sudara, u preglednom radu autora Wallner i sur. (2022) analizirano je 30 503 sudara na skijaškim stazama u kojima je sudjelovalo 52 430 (85,9%) skijaša i 8 576 (14,1%) snowboardera. U usporedbi sa skijašima, snowboarderi su mlađi (23 vs. 42 godine), pretežno muškarci (77,4% vs. 61,0%) i rjeđe teško ozlijeđeni (46,8% vs. 26,2%). Većina nesreća dogodila se na skijaškim stazama (>95%). Sudari u kojima su sudjelovala dva snowboardera proporcionalno su se češće događali u snježnim parkovima (4,1% od 1664 ozlijeđena snowboardera) i dok je osoba stajala ili sjedila (9,7%). Kontuzije, istegnuća i iščašenja bila su najzastupljenije ozljede (>23%), kao i ozljede glave (>12%). Kod skijaša su se češće događale ozljede prsnog koša, ramena, kuka, bedra i koljena koje su se manifestirale u obliku prijeloma i iščašenja, a zabilježeni su i potres mozga te unutarnje ozljede. Kod snowboardera su češće bile ozljede kralježnice i leđa, lakta, podlaktice, ručnog zgloba i potkoljenice. Ženski spol i stajanje ili sjedenje na stazi prije nesreće bili su čimbenik rizika za teže ozljede u sudarima. Također, nošenje kacige povećalo je rizik kada su se dva skijaša sudarila te je u sudarima skijaša i snowboardera skijaš imao veći rizik od ozbiljnijih ozljeda.

Nadalje, glavni nalazi istraživanja Ruedla i sur. (2013) jesu dvostruki izgledi za sudare s drugim osobama i dvostruki izgledi za ozljede ruke zadobivene na križanju dvije staze (prijelaz jedne staze u drugu) u usporedbi s ozljedama nastalim izravno na skijaškim stazama. Osim toga, niža srednja dob, veći udio muškog spola i veći udio mekog snijega zabilježeni su u mehanizmu nastanka ozljeda zadobivenih u snježnim parkovima u usporedbi s ozljedama koje su se dogodile na skijaškim stazama. S obzirom na ozljeđenost dijelova tijela, izgledi za ozljedu koljena smanjeni su za 60%, dok su šanse za ozljedu leđa bile oko šesterostruke u snježnim parkovima u usporedbi s ozljedama na skijaškim stazama. Glavni uzrok ozljeda bio je pad s 89% zastupljenosti i sudar s oko 11% ukupne zastupljenosti. Iako vrsta i težina ozljeda nisu zabilježene, može se pretpostaviti veća težina ozljeda uslijed sudara s drugim osobama zbog jakog utjecaja stvorene sile. Muser i sur. (2009) prikazali su u sudaru lutki za testiranje

sudara pri 30 km/h i 50 km/h da primarni udar uzrokuje velika opterećenja i sile koji rezultiraju značajnim opasnostima, posebice kada je riječ o ozljedama glave čak i ako se nosi kaciga. Osim toga, izvijestili su o važnosti sekundarnog utjecaja, tj. udara o tlo, koji se povećava pri većoj brzini sudara. U Austriji je oko 19% traumatskih smrti na skijaškim stazama uzrokovano sudarom s drugom osobom (Ruedl i sur., 2011b).

Neki od uzroka sudara na stazi su sve veći broj korisnika skijaških staza koji proporcionalno ne prati porast broja dostupnih skijaških staza, nedovoljna razina usvojenosti skijaškog znanja, neopreznost sudionika, ali isto tako i nedostatak razvijenosti percepcije nadolazeće opasnosti koju može predstavljati druga osoba na stazi ili pak neravnina i prepreka na stazi. Primjerice, odgođena reakcija na vizualne podražaje iz okoline povećava rizik od sudara i poljedično se povećava i rizik od ozljeđivanja. Interakcija vizualne percepcije s odgovarajućom motoričkom izvedbom, koja nastaje kao odgovor na percipirani vizualni sadržaj iz okoline, omogućuje skijašu da na optimalan način reagira i prilagodi svoju akciju s obzirom na određene vizualne smetnje, prepreke ili opasnosti na skijaškoj stazi (Schläppi i sur., 2016).

## **2.1. OZLJEDE GLAVE U ALPSKOM SKIJANJU**

Kao što je već spomenuto, popularnost zimskih sportova u stalnom je porastu, a sukladno tome kreće se i trend popularnosti svladavanja velikih brzina i potrebe za porastom adrenalina na skijaškim stazama. Sve veći broj skijaša na samoj stazi povećava rizik od sudara, a kako raste rizik od sudara i nesreća na skijaškoj stazi tako se povećavaju rizik od nastajanja ozljeda i broj ozljeda. Jedne od najozbiljnijih ozljeda koje se mogu pojaviti tijekom bavljenja zimskim sportova su zasigurno ozljede glave.

Prema Ruedlu i sur. (2019), osim ozljeda lokomotornog sustava, oko 20% svih ozljeda na skijaškim stazama su upravo ozljede glave. Međutim, prema nekim podacima smatra se da je rizik od ozljede glave moguće značajno smanjiti nošenjem skijaške kacige. Primjerice, Shealy i sur. (2015) otkrili su u periodu zimske sezone od 1995./1996. godine do 2011./2012. godine smanjenu učestalost bilo koje ozljede glave i potencijalno teških ozljeda glave za 62%, odnosno za 67%, dok je stopa korištenja kacige porasla u isto vrijeme od 8% do 84%.

Iako je s napretkom u zaštitnoj opremi i povećanom upotrebom kaciga prisutan trend smanjenja broja svih vrsta ozljeda povezanih s alpskim skijanjem, broj traumatskih smrtnih slučajeva ostao je konstantan. Ozljede mozga su najčešća teška traumatska ozljeda povezana s alpskim skijanjem i ozljeda s najvećom prevalencijom smrtnih ishoda. Poremećaji svijesti ili



znakovi potresa mozga prijavljeni su u 22% do 42% ozljeda glave povezanih s alpskim skijanjem. Kada je riječ o uzrocima, najčešći uzrok ozljeda glave je pad, zatim slijede sudari s objektom koji nije skijaška površina, a koje uzrokuju 23,1% do 42,5% ozljeda glave. Potresi mozga su prijavljeni kao najčešće ozljede glave, a pojavnost razderotina i otvorenih rana razlikuje se ovisno o studiji (Davey i sur., 2018).

Nadalje, prema preglednom istraživanju relevantnih radova Owensa i sur. (2018) ozljede glave čine približno 28% svih ozljeda na alpskom skijanju i 33,5% svih ozljeda snowboardera. Ozljede glave također su vodeći uzrok upućivanja u centre za traumu nakon nesreće na skijaškim stazama zbog čega se naglašava važnost pravilne trijaže takvih ozljeda u početnoj procjeni traume. Budući da snowboarderi imaju tendenciju pada unatrag, oni su skloniji ozljedama zatiljka, za razliku od skijaša koji mogu koristiti svoje gornje ekstremitete da se podupru tijekom pada. Sveukupno 22% ozljeda glave dovoljno je ozbiljno da izazovu kliničke znakove potresa mozga. Akutni subduralni hematom bio je najčešći obrazac intrakranijske ozljede koji je zahtijevao intervenciju. Traumatska ozljeda mozga smrtonosna je među snowboarderima i skijašima svih dobnih skupina te je faktor koji pridonosi do 88% svih smrtnih slučajeva povezanih s ozljedama.

Kada je riječ o fatalnim ishodima, iako su smrtni slučajevi uzrokovani nesrećama povezanim s alpskim skijanjem i snowboardanjem na snijegu iznimno neuobičajeni, odnosno procjenjuje se da je samo 0,01% svih ozljeda povezanih s alpskim skijanjem opasno po život, približno 38 smrtnih slučajeva dogodi se svake skijaške sezone u Sjedinjenim Američkim Državama, što je jednako 0,67 smrtnih slučajeva na milijun skijaša posjeta. Ova je stopa ostala konstantna tijekom nekoliko desetljeća. Isto izvješće isključuje smrtne slučajeve zbog medicinskih problema tako da su svi prijavljeni smrtni slučajevi izravno uzrokovani traumatskim ozljedama. U studiji koja je uključila ove smrtne slučajeve, akutni srčani događaji činili su više od polovice svih smrtnih slučajeva. Od smrtnih slučajeva uzrokovanih ozljedama, trauma mozga bila je najčešći uzrok smrti, a ozljede su uglavnom pretrpjeli muškarci uslijed sudara s objektima na skijaškoj stazi ili izvan nje, a koji nisu snježna površina (Davey i sur., 2018).

Slični podaci dostupni su u preglednom radu Pattona i sur. (2020) temeljem kojih se zaključuje da ozljede glave u alpskom skijanju i snowboardingu čine do 38% svih ozljeda, pri čemu potres mozga čini znatan dio svih ozljeda glave. Ovaj trend prisutan je i u drugim citiranim studijama. Konkretno, potresi mozga predstavljaju 31-77% i 32-83% svih ozljeda

glave u alpskom skijanju i snowboardingu. Frakture lubanje činile su 46% svih umjerenih do teških ozljeda glave, konkretno u alpskom skijanju 53%, a u snowboardingu 40%. Najčešća intrakranijalna ozljeda tijekom alpskog skijanja bila je cerebralna kontuzija, za koju je utvrđeno da čini 22% svih umjerenih do teških ozljeda glave u studijama. Nasuprot tome, subduralni hematom činio je 27% svih umjerenih do teških ozljeda glave u snowboardingu u svim studijama. Subarahnoidni, epiduralni i intracerebralni hematom relativno su rijetki u alpskim sportovima i čine 9%, 7% te 2% svih umjerenih do teških ozljeda glave u analiziranim studijama.

Nadalje, prema zaključcima iste studije, iako je ozljeda glave odgovorna za otprilike polovicu svih traumatskih smrtnih slučajeva koji se dogode na padinama, smrtonosne ozljede su rijetke s manje od 1% svih skijaških ozljeda glave koje završe smrću. Prema dostupnim podacima, ozljede glave obično se događaju kod muškaraca u dobi od 23 do 29 godina s početničkim ili srednjim vještinama i usvojenošću tehnike, na blagim do umjerenim padinama. Većinu ozljeda glave na alpskom skijanju zadobili su skijaši početnici (33-50%) i skijaši srednje razine iskustva (42-45%). Slično tome, većinu ozljeda glave u snowboardingu zadobili su također početnici (31-57%) i oni srednje razine iskustva (26-49%). Samo 8-23% i 5-19% ozljeda glave pretrpjeli su napredni skijaši i snowboarderi (Patton i sur., 2020). Kao što je već spomenuto, skijaši obično padaju prema naprijed (36-74%), udarajući u prednji dio glave dok ostali uobičajeni situacijski događaji s ozljedama glave uključuju sudar s predmetima ili drugim ljudima tijekom alpskog skijanja (20-62%) i pad na skakaonicama u parkovima (1-31%). Kod alpskog skijanja, udarci glavom koji uzrokuju ozljede prvenstveno su frontalne (37-56%) i okcipitalne (33-41%) regije.

### 3. ZAŠTITNA OPREMA ZA GLAVU U SPORTU

Iako je zaštitna oprema u pojedinim sportovima različita, njena uloga je u konačnici ista i odnosi se na povećanje sigurnosti sportaša i smanjenje rizika od ozljeđivanja. Potrebno je naglasak staviti na činjenicu da su posljedice izuzetno teške nakon pada ili sudara, a mogu biti i fatalne, posebice ako je riječ o ozljedama vratne kralježnice i glave. Iz tog razloga, postoje razna istraživanja iz područja različitih sportova koja istražuju utjecaj zaštitne opreme koja štiti glavu na sposobnost percepcije podražaja iz okoline i pravovremene reakcije sportaša. S obzirom na specifičnost dizajna pojedine kacige i njenih dodataka ovisno o sportu u kojem se koristi, velik je naglasak upravo na istraživanju potencijalnog utjecaja kacige na sposobnosti sportaša koje se odnose na područje vida, odnosno vizualne percepcije i područje brzine reakcije.

Poveznica između brzine reakcije i anticipacije je izravna jer ih regulira jedan kontinuirani živčani sustav. Dodatno, postoje čvrsti dokazi da je loša anticipacija povezana s povećanim rizikom od ozljeda što se često odnosi na potencijalne ozljede donjih ekstremiteta ili pak ozljede glave (najčešće potres mozga). Slično, potencijalni nedostaci uzrokovani kacigom u smislu lošije sposobnosti procjene akcije tipa „kreni/ne kreni“ odražavaju se na općenitu sposobnost sportaša da protumači podražaj i u skladu s tim pravovremeno odgovori na taj isti podražaj. Također, korištenje kacige povezano je s lošijom koordinacijom tipa „oko-ruka“, a oba spomenuta nedostatka u konačnici mogu biti povezani s ozbiljnijim udarcima glavom o protivnika, odnosno drugu osobu u alpskom skijanju, ili o podlogu u slučaju neodgovarajućeg i nepravovremenog odgovora. Iako je svrha korištenja kacige smanjenje rizika od ozljeda, svakako treba uzeti u obzir smanjenje sposobnosti vida koje ona uzrokuje (Kramer i sur., 2021). Spomenuti nedostaci mogu značajno smanjiti uspješnost izvedbe u usporedbi s onom izvedbom kada se ne koristi zaštitna oprema za glavu, a često se može definirati kroz smanjenu sposobnost da se percipira nadolazeći protivnik i da sukladno tome sportaš tek s određenim vremenskim odmakom odluči hoće li se nastaviti kretati kao prije ili stati kako bi se pripremio za udarac, čime se povećava mogućnost ozljede.

Primjerice, kada se promatra utjecaj motociklističke kacige na vidno polje zaključuje se kako one imaju izuzetno negativan utjecaj u smislu smanjenja perifernog vidnog polja ispitanika. Smanjenje perifernog vida motociklisti nastoje spriječiti povećanom rotacijom glave, ali to često nije dovoljno za potpunu kompenzaciju blokiranog dijela vidnog polja te može rezultirati gubitkom ravnoteže usred pretjeranog okretanja glave čime se gubi vrijeme

potrebno za anticipaciju eventualno opasnih situacija. Dodatnim pokretima glave nastoji se izbjeći i stvaranje područja tzv. slijepe točke što u pojedinim situacijama može biti izuzetno opasno za samog vozača (McKnight i McKnight, 1995; Morice i sur., 2015; Tabary i sur., 2021). Kako bi se smanjila blokada dijelova vidnog polja započelo se s korištenjem „pametnih motociklističkih kaciga“ s integriranim pomoćnim kamerama što predstavlja novi trend koji se nameće s ciljem povećanja sigurnosti vozača. Posjedovanje sustava koji omogućuje stražnji pogled tijekom vožnje predstavlja idealnu kombinaciju funkcionalnosti i jednostavnosti korištenja za vozača (Flores-Arias i sur., 2019).

Također, kacige uz dodatak vizira i ostalih nastavaka u pojedinim kontaktnim sportovima, kao što je hokej na ledu, dizajnirane su na način da štite i pokrivaju lice. No, velika je razlika u utjecaju zaštitne opreme za glavu ovisno o njenom dizajnu. Primjerice, autori Asplund, Bettcher i Borchers (2009) zaključuju da zaštita koja pokriva cijelu glavu i lice smanjuje broj i rizik od ukupnih ozljeda u usporedbi sa zaštitnom opremom koja samo prekriva glavu, ali ne i lice. No, iako ova posljednje spomenuta oprema ne štiti kao ona koja pruža cjelokupnu zaštitu, zaključilo se da njeno korištenje ipak utječe na smanjenje rizika od ozljeđivanja u odnosu na onaj koji bi bio prisutan da se zaštitna oprema uopće ne koristi. Iako je rizik ozljeđivanja manji u slučaju nošenja cjelokupne zaštite, važno je uzeti u obzir rizik utjecaja opreme na sposobnost percepcije koji se povećava, odnosno perceptivne sposobnosti slabe.

Nadalje, novi propisi u kriketu vezani uz zaštitnu opremu doveli su do prilagodbi u dizajnu kacige s ciljem zaštite od ozljeda, ali je isto tako nova kaciga u usporedbi s prethodnim dizajnom rezultirala značajnim smanjenjem vidnog polja sportaša što izravno utječe na samu izvedbu sportaša. Navedeno govori o važnosti samog dizajna kacige kada je riječ o utjecaju na vizualnu percepciju (Wilkins i sur., 2019).

Kao dodaci raznim modelima kaciga u svrhu zaštite učestalo se koriste i viziri te određeni specifični nastavci koji štite bradu ili usta, a čija uloga u prevenciji ozljeda glave također nije precizno definirana, posebice kada je riječ o utjecaju na percepciju podražaja i brzinu reakcije (Schiff, Caine i O'Halloran, 2010; Donnellan i sur., 2011).

Nastavno na razne nastavke koji se koriste u svrhu zaštite glave i lica, Ing i sur. (2002) proveli su studiju na igračima hokeja i zaključili da razni viziri i sportske naočale mogu negativno utjecati na periferni vid sportaša. O sličnom negativnom utjecaju sportskih naočala

na vid osvrnuli su se autori Kauffmann i sur. (2015) te Ruedl i sur. (2011a) u studijama koje su proveli. Naime, njihov je zaključak kako su upravo naočale uzrokovale lošiju anticipaciju te općenito vizualnu percepciju s naglaskom na smanjenje vidnog polja i produljenje vremena potrebnog za odgovor na nadolazeći podražaj.

Zbog svega navedenog, iako je neosporno da zaštitna oprema za glavu, s naglaskom na korištenje kacige i raznih dodataka, uistinu predstavlja značajnu sigurnosnu komponentu tijekom bavljenja sportom, postoje velike mogućnosti za napredak u kreiranju protokola testiranja u području istraživanja utjecaja zaštitne opreme koja štiti glavu na sposobnosti vida i brzine reakcije sportaša. Navedene spoznaje mogu pomoći u razumijevanju cjelokupne problematike te pružiti relevantne informacije koje se kasnije mogu integrirati u praktičnom smislu i omogućiti osmišljavanje trenažnih procesa tijekom pripremnog perioda s naglaskom na poboljšanje vizualno-perceptivno-motoričkih sposobnosti.

### **3.1. PREVALENCIJA NOŠENJA KACIGE U ALPSKOM SKIJANJU**

Ono što razlikuje alpsko skijanje od nekih drugih sportova je činjenica da se odvija u specifičnim vremenskim uvjetima i pretpostavlja korištenje različite skijaške opreme, one nužne za provođenje aktivnosti kao i one koja služi za zaštitu skijaša. Naime, kako je alpsko skijanje dinamični sport velika važnost pridaje se upravo zaštitnoj opremi što se konkretno odnosi na opremu koja štiti glavu, a to su pretežno skijaške naočale i skijaška kaciga. Osim izravne zaštite, navedena oprema olakšava snalaženje u prostoru u uvjetima smanjene vidljivosti kada se nerijetko događaju nezgode na skijaškoj stazi. Navedeno je osobito važno ako se uzme u obzir činjenica da je alpsko skijanje kao rekreativna aktivnost danas izuzetno popularno i rasprostranjeno u cijelom svijetu. Primjerice, u istraživanju iz 2002. godine navodi se kako je već tada zabilježeno oko 200 milijuna rekreativnih skijaša diljem svijeta, a navedene brojke rastu iz godine u godinu (Koehle, Loyd-Smith i Taunton, 2002).

Zbog očitog stalnog porasta broja skijaša na skijaškim stazama, kao posljedica se javlja i velik broj ozljeda skijaša rekreativaca na stazama. Sukladno tome, zaštitna oprema koja štiti glavu sve je korištenija kod skijaša rekreativaca. Razlog njenog korištenja svakako je činjenica kako su ozljede glave među najopasnijima po život kod skijaša i snowboardera rekreativne razine (Sulheim i sur., 2006; Levy i sur., 2002; Ackery i sur., 2007; Jung i sur., 2011; Steenstrup, Bere i Bahr, 2014; Stenroos i Handolin, 2018; Owens i sur., 2018).

Kada je riječ o natjecateljskom skijanju, skijaške kacige su obvezne za skijaše na svim službenim FIS (*International Ski and Snowboard Federation*) natjecanjima. Skijališta obično ne zahtijevaju korištenje kacige za odrasle rekreativne skijaše. Iako nisu obvezne, stopa korištenja kaciga među rekreativnim skijašima porasla je u posljednjem desetljeću sa 16% na 25% u 2002./2003. godini, do 73%–89% u sezoni 2013./2014. (NSAA, 2014; Baschera i sur., 2015). Prema podacima iz američke države Colorado broj skijaša koji tijekom alpskog skijanja nose kacigu porastao je sa 25% od 2002. godine na 57% 2010. godine. Prema istraživanju Baillya i sur. (2017) zabilježen je porast s 15% u sezoni 1995. godine na 97% 2014. godine kod djece na francuskim skijalištima. Kod odraslih skijaša zabilježeno je da je 9% nosilo skijašku kacigu 2005. godine, a čak 59% 2014. godine, iako skijaška kaciga tamo nije dio obavezne opreme za vrijeme rekreativnog skijanja. Nadalje, prema postavljenim pravilima ponašanja na skijaškim terenima obavezno nošenje skijaških kaciga za djecu mlađu od 14. godine u Hrvatskoj i Italiji na snazi je od 2005. godine. Isto pravilo u Austriji je stupilo na snagu 2010. godine uz iznimku saveznih pokrajina Tirol i Vorarlberg u kojem nema zakonskog propisa već je nošenje kacige isključivo javna preporuka. Veliki porast broja korisnika kaciga pozitivno je utjecao na smanjenje broja ozljeda glave, ali ipak nije zabilježeno značajno sveukupno smanjenje broja smrtnih slučajeva na skijaškom terenu (Cigrovski, 2018).

Sve veći broj korisnika kacige može biti posljedica već spomenutog uvođenja obvezne upotrebe kaciga u nekoliko zemalja za djecu i tijekom nastave škole alpskog skijanja, no važnu ulogu svakako imaju i stupanj povećane svijesti javnosti o riziku od ozljeda glave i zaštitnom učinku kaciga, povećana dostupnost kaciga, poboljšani dizajn i udobnost te smanjenje troškova kaciga čime su one dostupnije široj masi s obzirom na pristupačnu cijenu (Vriend i sur., 2018).

S obzirom da je trenutna politika u Europi prepustiti odluku o nošenju kacige odraslim skijašima i snowboarderima, učinkovite strategije popularizacije korištenja skijaške kacige s ciljem povećanja sigurnosti trebale bi se usredotočiti na promjenu ponašanja kao ključni čimbenik uspjeha. Primjerice, neke od strategija intervencija bila su usmjerene na promjenu ponašanja u smislu povećanja svijesti u vezi s rizikom od zadobivanja ozljede glave tijekom alpskog skijanja ili snowboardanja i njezinim mogućim dugoročnim posljedicama, motivaciji za korištenje kacige i stvarnom korištenju kacige (Vriend i sur., 2018).

Nadalje, prema nekim podacima, čini se da je korištenje skijaške kacige povezano i s različitim čimbenicima poput dobi, razine skijaške vještine itd. Pokazalo se da je korištenje kacige bilo značajno češće u mlađoj nego u starijoj dobi, značajno veće kod lokalnog

stanovništva nego kod turista i veća kod skijaša više razine vještina nego kod manje vještih skijaša (Ruedl i sur., 2012a). Nastavno na navedeno, jedna od analiza korištenja skijaških kaciga kod rekreativnih alpskih skijaša pokazala je kako se upotreba kaciga povećava kako raste razina usvojenog skijaškog znanja (Tudor i sur., 2010).

### **3.2. SIGURNOSNI STANDARDI TESTIRANJA KACIGE U ALPSKOM SKIJANJU**

Prema podacima već spomenute studije Pattona i sur. (2020), smatra se da skijaši postižu veće brzine od snowboardera te se to odnosi na brzine do 30 m/s u odnosu na 22 m/s koje postižu snowboarderi. Osim toga, skijaši i snowboarderi viših razina vještina postižu veće brzine u usporedbi s onima koji imaju nižu razinu vještina. Ono što je važno u testiranjima sigurnosnih standarda skijaške kacige je uzeti u obzir sve relevantne čimbenike koji mogu utjecati na posljedice pada ili sudara, a to su spomenuta brzina kretanja te vektor udara koji može biti linearan ili kosi. Trenutni standardi protokola testiranja alpskih sportskih kaciga zahtijevaju testiranja u obliku linearnih padova na krute nakovnje, ali korelacija između udaraca kacige o krute nakovnje i snježne površine nije poznata. Također, nijedna alpska sportska kaciga ne zahtijeva ispitivanje kosim udarom. Korištenje kacige korelira sa značajnim smanjenjem vršnih linearnih ubrzanja glave i za udarce tipa „skijaš-stup“ i tipa „skijaš-skijaš“. Utvrđeni su značajni zaštitni učinci za udare skijaša u stup, udare „skijaš-skijaš“ i udare pri padu na tvrdi snijeg, ali ne i za mekani snijeg. Tijekom doskoka, snaga i jakost donjih ekstremiteta značajno smanjuju ubrzanje tijekom potencijalnog udarca o podlogu. Osim toga, dizajn terena na kojem je predviđen skok može utjecati na izvođenje skoka, a visina koja prethodi samom padu može se povezati s mogućim rizikom od ozljede glave.

Iako se dugo smatralo da kacige smanjuju rizik od ozljeda glave tijekom alpskog skijanja i snowboardinga te postoji velik broj studija koje uistinu potvrđuju takve zaključke, postoje i određene recentne studije koje su izvijestile o nedosljednim dokazima o zaštitnom učinku kaciga u alpskim sportovima, što će detaljnije biti opisano u poglavlju vezanom za prednosti i nedostatke nošenja skijaške kacige. Sigurnosni standardi kaciga koje se koriste u zimskim sportovima trebali bi bolje odražavati situacijske uvjete udara glavom skijaša i snowboardera koji uzrokuju razne ozljede. Primjerice, standard protokola testiranja skijaške kacige može uključivati oštiri kosi test na prednjem dijelu kacige, dok standard kacige za snowboardere može uključivati test pada na zatiljnu regiju.

Kada je riječ o sigurnosnim standardima, veoma je važno spomenuti da ozljede glave u snježnim sportovima predstavljaju događaj složene prirode i nisu rezultat samo jednog mehanizma. Uočeni povećani rizik od teške ozljede glave povezan s visokoenergetskim mehanizmima kao što su pad s visine i udar nakon prethodnog skoka podržava ideju o dodavanju testa udarca visoke energije kako bi se najbolje procijenile zaštitne sposobnosti kacige. Visoka učestalost potresa mozga podupire potrebu poboljšanja preventivnih mjera za smanjenje rizika od lakših ozljeda. Nadalje, istraživanje usmjereno na testiranje učinkovitosti kacige pokazalo je smanjeni rizik od težih ozljeda, ali ne i korist kacige u zaštiti od lakših ozljeda kao što je potres mozga. Samim time, naglašena je potencijalna korisnost testa udarca pri maloj brzini u sprječavanju ove učestale vrste ozljeda. Razumijevanjem mehanizma ozljede može se postići odgovarajuća procjena važnosti pojedinih preventivnih mjera. Takve se informacije mogu izravno povezati s poboljšanjem sigurnosne opreme i ponovnim ocjenjivanjem standarda certificiranja (Stuart i sur., 2020).

Veoma je važno razlikovati ulogu kacige koja s jedne strane mora zadovoljiti potrebe natjecateljskih (elitnih) sportaša i ulogu koju kaciga predstavlja za rekreativce. Samim time, dizajn i karakteristike kacige mijenja se ovisno o potrebama i razini bavljenja skijanjem. Nadalje, u nekim sportovima, pa tako i u alpskom skijanju, utvrđeni su određeni nedostaci u bazi dokaza o rizicima od ozljeda glave te djelotvornosti kaciga. Problemi u dizajniranju kaciga koje su prikladne za sprječavanje teških ozljeda glave i potresa mozga predmet su rasprave iz biomehaničke i inženjerske perspektive. Potreba za procjenom zaštitne uloge kacige u kosim udarcima i uključivanje spomenutog u standarde dodjeljivanja certifikata obrađena je u brojnim prezentacijama raznih proizvođača skijaške opreme. Također, pojavljuju se razne mogućnosti korištenja tehnologije za ugradnju u kacigu s ciljem poboljšanja zaštitne uloge kacige tijekom udara ili za mjerenje izloženosti udaru. Tehnologija ugrađena u kacigu može pružiti ključne informacije o težini udarca, lokaciji ozlijeđenog skijaša i pomoći u trenutnom, kao i dugoročnom medicinskom zbrinjavanju sportaša. Utvrđeno je da sportaši, rekreativci i sportske organizacije mogu imati značajne koristi od pristupa informacijama o učinku kacige. Ono što je potrebno naglasiti jest da je važno odabrati kacigu odgovarajuće veličine, ali i osigurati da su kaciga i vizir optimalno prilagođeni i pričvršćeni te da ne ograničavaju sposobnosti skijaša tijekom percepcije okoline. Prijenos informacija dobivenih znanstvenim spoznajama do njihove praktične primjene korak je prema dizajniranju novih i boljih kaciga te predstavlja ključan proces u razvoju odgovarajućih standarda za kacige i zahtjeva da se koriste samo kacige koje su certificirane prema tim standardima (McIntosh i sur., 2011).



Određene administrativne kontrole također su jedna od metoda smanjenja rizika od ozljeda, a mogu uključivati obuku vještina, odvajanje početnika od naprednih skijaša i snowboardera i pravila koja se odnose na prolasku drugih osoba na stazama. Također, tehničke i inženjerske kontrole mogu biti učinkovite u smislu smanjenja rizika od ozljeda. Za alpske sportove, inženjerske kontrole uključuju dizajn padine (npr. nagib, održavanje i postavljanje staze, postavljanje stupova, uklanjanje drveća) i dizajn terenskih parkova (vrsta, položaj i veličina elemenata, geometrija skoka).

U metodama ovog istraživanja bit će spomenut sigurnosni certifikat korištene skijaške kacige CE EN 1077 koji je uobičajeni europski standard za nemotorizirane snježne sportove kao što su rekreativno skijanje i snowboarding, izdan od strane Europskog odbora za standardizaciju. Ovaj je standard vidljiv na gotovo svim certificiranim kacigama za rekreativno skijanje ili snowboarding. Navedeni certifikat uključuje određene odredbe koje je potrebno zadovoljiti kako bi skijaška kaciga bila u skladu sa sigurnosnim mjerama. Zahtjevi i odgovarajuće metode ispitivanja, prema potrebi, dani su za sljedeće: konstrukcija uključujući vidno polje, svojstva amortizacije udarca, otpornost na proboj, svojstva retencijskog sustava, označavanje i informiranje. Ova europska norma primjenjiva je na zahtjeve sigurnosnih standarda i ispitivanja za dvije klase kaciga za alpske skijaše, snowboardere i slične skupine, uključujući djecu i sudionike natjecanja te je na snazi od 2007. godine. Hrvatski zavod za norme prihvatio je i objavio navedeni normativni dokument 2008. godine, čime je on na snazi i u Republici Hrvatskoj. Vezano uz odredbu koja se odnosi na vidno polje, spomenuto je da dizajn kacige ne smije ometati vidno polje korisnika kacige, no nije jasno definiran način na koji se provode protokoli testiranja kojim se utvrđuju smetnje koje kaciga uzrokuje u vizualnoj percepciji.

### **3.3. PREDNOSTI I NEDOSTACI KORIŠTENJA SKIJAŠKE KACIGE I OSTALE ZAŠTITNE OPREME ZA GLAVU**

Kada je riječ o zaštitnoj opremi za glavu u alpskom skijanju – skijaškoj kacigi i naočalama, veoma je važno promotriti sve aspekte i razloge njihovog korištenja te ustanoviti sve prednosti i nedostatke koje ih karakteriziraju. Naime, prednosti i nedostaci zaštitne opreme za glavu svakako su predmet kontinuirane rasprave u industriji snježnih sportova za rekreativne skijaše i postoji mnogo suprotnih mišljenja o toj temi. Važno je spomenuti kako je poseban naglasak stavljen upravo na ulogu skijaške kacige te na definiranje njenih prednosti i

nedostataka, dok je područje istraživanja uloge skijaških naočala predmet manjeg broja istraživanja iako je njihova uloga uistinu značajna iz perspektive vizualne percepcije.

Korištenje kaciga zagovara se zbog njenog neprijepornog sigurnosnog aspekta, a udio skijaša koji nose kacige značajno se povećao posljednjih godina i premašio 80% do 2017./2018. godine. Iako su mnoge ozljede koje je spriječila uporaba kacige bile rjeđe i manje ozbiljne, poput razderotina i kontuzije, postoje dokazi koji podupiru smanjenje rizika od potresa mozga korištenjem kacige (Sulhelm i sur., 2017).

Kao što je već spomenuto, ozljede glave i vrata zastupljene su u slučajevima teških trauma, a traumatska ozljeda mozga vodeći je uzrok smrti i teških ozljeda među skijašima i snowboarderima. Jedan od načina smanjenja rizika od ozljeda svakako je korištenje zaštitne opreme koja štiti glavu s naglaskom na korištenje skijaške kacige koja izravno štiti glavu prilikom sudara ili pada (Russell i sur., 2010).

Kada je riječ o nastanku ozljeda glave tijekom alpskog skijanja, istraživanje koje su proveli Greve i sur. (2009) pokazalo se da se većina ozljeda glave (74%) dogodila kada je skijaš udario glavom o snijeg, dok se 10%-13% dogodilo nakon sudara s drugim skijašima i fiksnim objektima. Haider i sur. (2012) potvrdili su navedene rezultate sustavnim pregledom značaja upotrebe kacige i povezanosti s ozljedama. Otkrili su da korištenje kacige doista smanjuje učestalost i ozbiljnost ozljeda glave, bez vidljivog povećanja rizičnog ponašanja i ozljeda vrata. No, učestalost smrtnih slučajeva ostala je konstantna iako je upotreba kaciga uvelike porasla. To je vjerojatno zato što događaji koji rezultiraju smrtnim ishodom premašuju zaštitni kapacitet kaciga, a čak i ako se spriječi smrtonosna ozljeda glave, skijaš zadobiva druge ozljede koje mogu biti fatalne. Zaključno, podaci pokazuju da povećana uporaba kaciga najvjerojatnije smanjuje rizik od manjih i umjerenih ozljeda glave i potresa mozga, ali pritom ne smanjuje ukupnu učestalost smrtnih slučajeva.

S druge strane, u prošlosti se ukazivalo na činjenicu da uporaba kacige u sportu u pojedinim slučajevima može povećati rizik od ozljede vrata u sudaru ili padu. To može biti učestalije među djecom jer imaju veći omjer glave i tijela od odraslih te dodatna veličina i težina kaciga može povećati rizik od ozljede vrata pri inače uobičajenim padovima koji se događaju tijekom alpskog skijanja. Međutim, rezultati meta-analize koju su proveli Russel i sur. (2010) ukazuju da nema značajne povezanosti između upotrebe kacige i rizika od bilo kakve ozljede vrata među djecom uz uvjet odgovarajuće prilagodbe same kacige za dob i aktivnost. Također,

u studiji koju su proveli Macnab i sur. (2002) također su dobiveni rezultati koji ne dovode u korelaciju korištenje kacige i učestalost ozljede vratne kralježnice prilikom pada ili sudara na skijaškoj stazi.

Istraživanje autora Summers i sur. (2017) pokazalo je kako se potencijalni zaštitni utjecaj skijaške kacige na ozljede rekreativnih alpskih skijaša u zadnjih 10 godina smanjio, aludirajući na rizična ponašanja tijekom alpskog skijanja kao moguće objašnjenje. Slični rezultati prikazani su i u studiji od Baschera i sur. (2015) gdje usporedba incidencije traumatske ozljede glave zadobivena tijekom rekreativnog alpskog skijanja nije manja u periodu 2010./2011. godine, kada je udio skijaša koji nose kacige bio 71% u odnosu na 2000./2001. godinu gdje je taj udio bio 0%. Ono što autori primjećuju u istom periodu je porast udjela skijaša koji su skijali izvan uređenih staza. Upravo su Ruedl i sur. (2011b) u svojem istraživanju pokušali definirati čimbenike koji utječu na rizično ponašanje alpskih skijaša na skijaškom terenu te su zaključili kako korištenje kacige ipak nije među vodećim čimbenicima. Kao važnije čimbenike rizičnog ponašanja na skijaškim stazama naveli su mlađu životnu dob, višu razinu skijaškog znanja, muški spol te veću brzinu skijanja.

No, pitanje vezano uz zaštitnu ulogu kacige postavljeno je u studiji Portera i sur. (2019). Naime, pokazalo se da su skijaši koji koriste kacigu, a procijenjeni su u centru za traumu, imali veću vjerojatnost da će pretrpjeti teške ozljede glave, uključujući intrakranijalno krvarenje, u usporedbi sa skijašima koji ne koriste kacigu. Međutim, zabilježena je i manja vjerojatnost da će zadobiti prijelome lubanje ili ozljede vratne kralježnice. Ova otkrića pojačavaju važnost sigurne prakse skijanja i procjene traume nakon ozljede s pretrpljenim velikim udarcima, bez obzira na korištenje kacige.

Važno je istaknuti još neke argumente koji se spominju kao nedostaci skijaške kacige. Primjerice, prema određenim istraživanjima, korištenje kacige može pružiti lažni osjećaj sigurnosti i rezultirati agresivnijim ili opasnijim ponašanjem tijekom alpskog skijanja, što bi u konačnici moglo povećati rizik od ozljeda pojedinih dijelova tijela. Nekoliko je studija ispitalo kompenzaciju rizika u vezi s upotrebom kacige među skijašima i snowboarderima (Sulhelm i sur., 2006; Hagel i sur., 2005a/b; Scott i sur., 2007). Dokazi su oprečni, odnosno neke od studija dokazale su povećano preuzimanje rizika među onima koji su koristili kacige, dok su druge pokazale da su korisnici kaciga bili opreznija podskupina sudionika (Scott i sur., 2007; Russel i sur., 2010).

Primjerice, Scott i sur. (2007) testirali su hipotezu o kompenzaciji rizika za zaštitne kacige među kohortom od oko 1800 neozlijeđenih skijaša i snowboardera. Autori su izvijestili da su korisnici kaciga skijali pri nižim brzinama koje sami percipiraju i manje su se prepuštali izazovima nego oni koji ne nose kacige zaključivši da u ovoj studiji nema dokaza o kompenzaciji rizika među nositeljima kaciga. Također, zaključilo se da napredni skijaši, a i snowboarderi češće nose kacige nego početnici.

Ruedl i sur. (2010) mjerili su srednje brzine na skijaškim stazama s radarom za mjerenje brzine na više od 500 neozlijeđenih skijaša i snowboardera, a zatim su proveli upitnik o njihovoj samoprocjeni jesu li oprezniji ili rizičniji skijaši i snowboarderi. Rizično ponašanje na skijaškim stazama prema samoprocjeni bilo je povezano s mlađom dobi, višom razinom skijaške sposobnosti, tj. tehnike, muškim spolom, nižim indeksom tjelesne mase i s prosječno 8 km/h većom brzinom spuštanja, ali ne i s uporabom kacige. U kasnijoj studiji, Ruedl i sur. (2012b) među kohortom neozlijeđenih skijaša i snowboardera otkrili su da su muški spol, mlađa dob, alpsko skijanje, viša razina vještina, veći prosječni broj skijaških dana po sezoni i viši rezultati na ljestvici traženja uzbuđenja, ali ne i korištenje kacige, bili prediktori za rizičnije ponašanje prema samoprocjeni. Nadalje, što se tiče kompenzacije rizika, 25% nositelja kaciga vjeruje da skijaju/boardaju brže ili na rizičniji način ako nose skijašku kacigu u usporedbi s onim korisnicima kaciga koji nisu prijavili kompenzaciju rizika.

Nadalje, Willick i sur. (2019) među kohortom neozlijeđenih skijaša i snowboardera otkrili su da su pojedinci koji su izjavili da ponekad nose kacigu postigli značajno više rezultate na kratkotrajnoj ljestvici traženja uzbuđenja u usporedbi s onima koji su izjavili da nikada nisu nosili kacigu ili da su je uvijek nosili, dok se posljednje dvije skupine nisu međusobno značajno razlikovale. Osim toga, kompenzacija rizika bila je značajno povezana s povremenim nošenjem kacige u usporedbi s kontinuiranim nošenjem kacige.

Ako bi teorija o kompenzaciji rizika zbog korištenja skijaške kacige uistinu bila točna, odnosno ako bi korištenje kacige povećalo rizično ponašanje, a time i opći rizik od ozljeda na skijaškim stazama, očekivale bi se neke razlike među nositeljima i nenositeljima kaciga. Međutim, Hagel i sur. (2005a) u kohorti od oko 3300 ozlijeđenih skijaša i snowboardera nisu pronašli dokaze da uporaba kacige povećava rizik od ozbiljnih ozljeda ili okolnosti sudara s visokom energijom zbog veće brzine. Njihovi rezultati upućuju na to da korištenje kacige u alpskom skijanju i snowboardingu nije povezano s rizičnijim aktivnostima koje dovode do ozljeda.

Nastavno na mogućnost povećane razine preuzimanja rizika kod korisnika kacige, važno je spomenuti lažni osjećaj sigurnosti koji bi mogao uzrokovati njihovo opasnije ponašanje koje premašuje normalnu razinu prihvatljivog rizika (Hagel i sur., 2005b; Scott i sur., 2007; Russel i sur., 2010; Ruzic i Tudor, 2011; Ruedl i sur., 2012b). No, spomenute hipoteze koje govore da zaštitna oprema usađuje lažni osjećaj sigurnosti svojim korisnicima navodeći ih da se uključe u kompenzirajuće ponašanje koje premašuje njihovu normalnu razinu prihvatljivog rizika i dalje su predmet rasprave u znanosti i praksi.

Ograničenja skijaške kacige predmet su rasprave autora Dohina i Kohlera (2008) koji su u svojoj studiji zaključili da skijaška kaciga u kombinaciji sa skijaškim naočalama uistinu daje lažni osjećaj sigurnosti i zaštite skijaša. Samim time, nije moguće izravno smanjiti broj ozljeda glave i teških trauma unatoč sve većem broju korisnika kacige. Razlog navedenog možda je velika brzina spuštanja niz padinu unatoč slabijoj tehnici zaustavljanja skijaša rekreativaca, a time i smanjenoj kontroli nad skijama (Ruzic i Tudor, 2011; Evans i sur., 2011).

Kao što je već spomenuto, studije usmjerene na analizu sigurnosne uloge kacige ukazuju kako korištenje skijaške kacige ima brojne prednosti kada je riječ o zaštiti glave (Sulheim i sur., 2006; Levy, Hawkes i Rossie, 2007). Međutim, doprinos njene zaštite još uvijek nije dovoljno precizno definiran sa stajališta utjecaja na percepciju podražaja i vrijeme potrebno za reakciju skijaša te utjecaja na spremnost za preuzimanje većeg rizika skijaša rekreativaca.

Čest argument za nekorištenje kacige je činjenica da skijaške kacige u kombinaciji sa skijaškim naočalama utječu na smanjenje vidnog polja, nemogućnost lokalizacije podražaja te smanjenu brzinu reakcije na vanjske vizualne i auditivne podražaje (Tudor i sur., 2010; Ružić i sur., 2015; Evans i sur., 2009; Ruedl i sur., 2010). Štoviše, sugerirano je da bi kaciga mogla promijeniti sposobnost skijaša da „osjećaju“ okolinu i percipiraju eventualne promjene što bi potencijalno moglo dovesti do rizičnih situacija na skijaškoj stazi.

Nastavno na važnost percepcije podražaja iz okoline, autori Ružić i sur. (2015) kao mogući razlog odnosa porasta korisnika skijaških kaciga te i dalje visokog broja ozljeda vide u činjenici da skijaška kaciga može utjecati na lokalizaciju zvuka koji dolazi od drugih sudionika na skijaškim terenima kao i na udaljenost pri kojoj se zvuk prvi puta čuje. Naime, vrlo često su konstrukcije skijaških kaciga takve da osim što pokrivaju uši, vrše i određeni pritisak na njih, pa se pretpostavlja kako to utječe na sluh. U konačnici alpski skijaši imaju manje vremena za reakciju koja im omogućuje izbjegavanje sudara s drugim sudionicima na skijaškom terenu.

Kako bi se spriječio navedeni problem savjetuje se odraslim rekreativnim alpskim skijašima da koriste kacigu koja nema čvrste materijale u dijelu koji prekriva uši. Također, jedan od zaključaka analizirane studije je da su lažni osjećaj sigurnosti te smetnje zvuka izraženiji kod skijaša koji su dugo skijali bez skijaške kacige, a zatim su ju počeli koristiti u odnosu na one skijaše koji su se od početka adaptirali na kacigu zbog dužeg i kontinuiranog korištenja.

Osim spomenutih auditivnih podražaja koji mogu biti teže percipirani kod korisnika kacige, dizajn određenih kaciga i naočala svakako u određenom postotku može predstavljati prepreku i za vid korisnika, što u konačnici može biti štetno za sigurnost i izvedbu sportaša (Kramer i sur., 2021, Ruedl i sur., 2011a).

Iznenadjujuće, potrebno je naglasiti da otprilike jedna trećina onih koji ne nose kacigu ipak zagovara korištenje kacige za sve sudionike zimskih sportova. Ovaj se rezultat može objasniti Prochaskinim transteorijskim modelom promjene ponašanja koji sugerira da osobe prelaze iz jedne faze promjene u drugu sve dok na kraju ne ugrade zdravu akciju u uobičajeni obrazac ponašanja (Ruedl i sur., 2012a).

S obzirom na sve navedeno te prisutan velik broj oprečnih mišljenja i zaključaka raznih istraživanja još uvijek postoji rasprava o tome pruža li korištenje skijaške kacige lažni osjećaj sigurnosti i posljedično dovodi do povećanog rizika od ozljeda lokomotornog sustava i glave. Također, područje vizualne percepcije u alpskom skijanju još uvijek nije dovoljno istraženo te će se ovim istraživanjem nastojati analizirati spomenuta problematika i doći do određenih novih spoznaja i zaključaka koje se kasnije mogu primijeniti u praksi.

#### 4. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Temeljni ciljevi ovog istraživanja su:

1. utvrditi utjecaj skijaške kacige i skijaških naočala u različitim kombinacijama na smanjenje vidnog polja (u laboratoriju – strogo kontrolirani uvjeti),
2. utvrditi utjecaj skijaške kacige i skijaških naočala u različitim kombinacijama na povećanje vremena potrebnog za reakciju na vizualni podražaj na skijaškoj stazi (terensko mjerenje – situacijski uvjeti),
3. utvrditi postoji li razlika u dobivenim rezultatima između osoba koje su naviknute na korištenje kacige te potencijalnih novih korisnika kacige, odnosno onih osoba koje nemaju stečenu naviku nošenja kacige.

Na temelju postavljenih ciljeva i rezultata dosadašnjih istraživanja postavljene su sljedeće hipoteze:

H1: Skijaška kaciga i skijaške naočale utječu na smanjenje vidnog polja i vrijeme potrebno za reakciju u laboratorijskim i terenskim uvjetima.

H2: Razlika u širini vidnog polja i vremenu potrebnom za reakciju na vizualni podražaj s i bez kacige je veća u osoba koje nikada ne nose kacigu.

Sve će hipoteze biti testirane na razini statističke značajnosti od  $p < 0,05$ .

## **5. METODE ISTRAŽIVANJA**

### **5.1. UZORAK ISPITANIKA**

U istraživanju je sudjelovalo 45 ispitanika, studenata Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji su pohađali nastavu redovnog predmeta „Skijanje“ i usmjerenja „Skijanje“. Svi sudionici bili su alpski skijaši rekreativci koji su završili minimalno osnovnu školu alpskog skijanja i od tada skijaju u kontinuitetu svaku skijašku sezonu. Prije uključenja u protokol testiranja ispitanici su ispunili kratki upitnik čija su se pitanja odnosila na informacije o eventualnim prethodnim ozbiljnim zdravstvenim problemima u vezi sa sustavom vida (svi su negirali smetnje i probleme). S obzirom da su ispitanici služili kao vlastita kontrola tijekom testiranja svakog pojedinog uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu, nije bilo iznimno važno procijeniti njihov točan status vida.

Ispitanici su se u upitniku izjasnili i o navici korištenja skijaške kacige tijekom alpskog skijanja (22 koriste kacigu, 23 ne koriste kacigu). Vezano uz prethodno iskustvo u korištenju kacige, u istraživanje su uključeni i oni koji imaju naviku nošenja kacige i oni koji nemaju tu naviku jer ti podaci mogu doprinijeti boljem razumijevanju dobivenih rezultata. Također, svi ispitanici koji koriste kacigu izjavili su da kacigu koriste kontinuirano od svog prvog dana skijanja, a oni koji ne koriste kacigu izjavili su da je nisu nikada ni koristili. Tijekom provedbe protokola mjerenja nijedan ispitanik nije odustao te su svi sudjelovali u laboratorijskom i terenskom dijelu istraživanja.

### **5.2. ODOBRENJE ETIČKOG POVJERENSTVA**

Sudjelovanje u istraživanju bilo je dobrovoljno, a ispitanici su bili informirani o svrsi istraživanja i omogućeno im je odustajanje u bilo kojem trenutku provođenja istraživanja. Svi ispitanici dali su pisani pristanak za sudjelovanje u ovom istraživanju nakon što su bili detaljno upoznati s ciljevima i protokolom laboratorijskog i terenskog mjerenja. Etičko povjerenstvo Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Hrvatska) odobrilo je eksperimentalni protokol i studiju koja je provedena u skladu s etičkim standardima Helsinške deklaracije (broj odobrenja 106/2020).



Tablica 1. Osnovni podaci o ispitanicima koji su sudjelovali u istraživanju.

<b>Varijabla</b>	<b>N</b>
BROJ ISPITANIKA	45 (27 M; 18 Ž)
DOB ISPITANIKA (AS±SD)	25,6±3,1
SKIJAŠKO ISKUSTVO (u godinama) (AS±SD)	7,5±2,4
BROJ SKIJAŠKIH DANA GODIŠNJE (AS±SD)	6,0±2,2
NAVIKA NOŠENJA KACIGE	NOSE KACIGU – 22 ispitanika NE NOSE KACIGU – 23 ispitanika

### 5.3. OPĆE INFORMACIJE O PROVEDBI ISTRAŽIVANJA

Sva mjerenja provela je autorica rada, a u mjerenjima su asistirala još dvojica magistara kineziologije s višegodišnjim iskustvom u području sportske dijagnostike. Istraživanje je bilo podijeljeno na 2 dijela – laboratorijsko (strogo kontrolirani uvjeti) i terensko mjerenje (situacijski uvjeti na skijaškoj stazi).

Za potrebe laboratorijskog dijela istraživanja koristio se ortoreter uređaj za dijagnostiku vida, posuđen od Škole narodnog zdravlja Andrija Štampar (Zavod za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada). Odgovorna osoba iz navedenog zavoda obučena za korištenje ortoretera provela je odgovarajuću edukaciju mjeritelja kako bi mogli samostalno provoditi laboratorijski dio mjerenja. Također, za potrebe oba dijela istraživanja, laboratorijskog i terenskog, korištena su vidna i zaštitna oprema za glavu (kapa, sunčane naočale, skijaške naočale i skijaška kaciga) koje imaju potrebne certifikate o zadovoljenju sigurnosnih standarda, dostupne su za široku upotrebu i koriste se za potrebe rekreativnog skijanja. Za potrebe terenskog mjerenja korišten je Witty sustav fotoćelija proizvođača Microgate za mjerenje vremena, posuđen od strane Laboratorija za sportske igre (Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu).

## 5.4. VARIJABLE I OPREMA

### 5.4.1. LABORATORIJSKO ISTRAŽIVANJE

Za postupak mjerenja u laboratorijskim uvjetima korišten je uređaj ortoreter Optovist EU (Vistec, Rodenstock, Njemačka) za procjenu vidnog polja, upravljačka konzola te odgovarajući softver proizvođača za provedbu testova i analizu rezultata. Ortoreter korišten u ovom istraživanju karakterizira učestala primjenjivost u medicinskoj dijagnostici vida, odnosno optometriji zbog svojeg jednostavnog korištenja i široke primjenjivosti s obzirom na velik broj predefiniраних testova za utvrđivanje sposobnosti vida (tzv. *vision-screening*). Također, u postavkama samog uređaja postoji mogućnost kreiranja dodatnih segmenata unutar pojedinih testova ili pak kreiranje u potpunosti novih testova, ovisno o potrebama pojedine dijagnostike. Ovaj instrument se uobičajeno koristi za otkrivanje različitih aspekata vida, a jedan od segmenata je testiranje vidnog polja s naglaskom na periferni vid. Važno je spomenuti kako je moguće mijenjati i prilagođavati visinu ortoretera kako bi svaki ispitanik imao identične uvjete te kako se ne bi mijenjao kut pod kojim ispitanik provodi pojedine testove.

Uređaj sadrži razne predefiniране testove često korištene u dijagnostici kao što su:

- Landolt prstenovi
- Brojke
- Slova
- Stereo test
- Phorija test
- Test na boje Ishihara
- Kontrast
- Adaptometrija
- **Perimetrija 28 točaka**

Pouzdanost i valjanost korištenja Optovist *screening* instrumenta za analizu različitih aspekata vida potvrđena je u prethodnim studijama sličnih aktivnosti (Wilhelm i sur., 2013; Theis i sur., 2014; Bergmann i sur., 2016; Westhoven, Paul i Alexander, 2016). Zahvaljujući prilagodljivosti konstrukcije omogućuje procjenu vidnog polja bez nošenja vidnih pomagala i zaštitne opreme, ali i uz dodatak opreme kao što su kapa, sunčane naočale, skijaške naočale i skijaška kaciga, samostalno ili u različitim kombinacijama. Test koji je korišten za potrebe ovog istraživanja je „Perimetrija 28 točaka“ koji se odnosi na percepciju 28 LED svjetlosnih

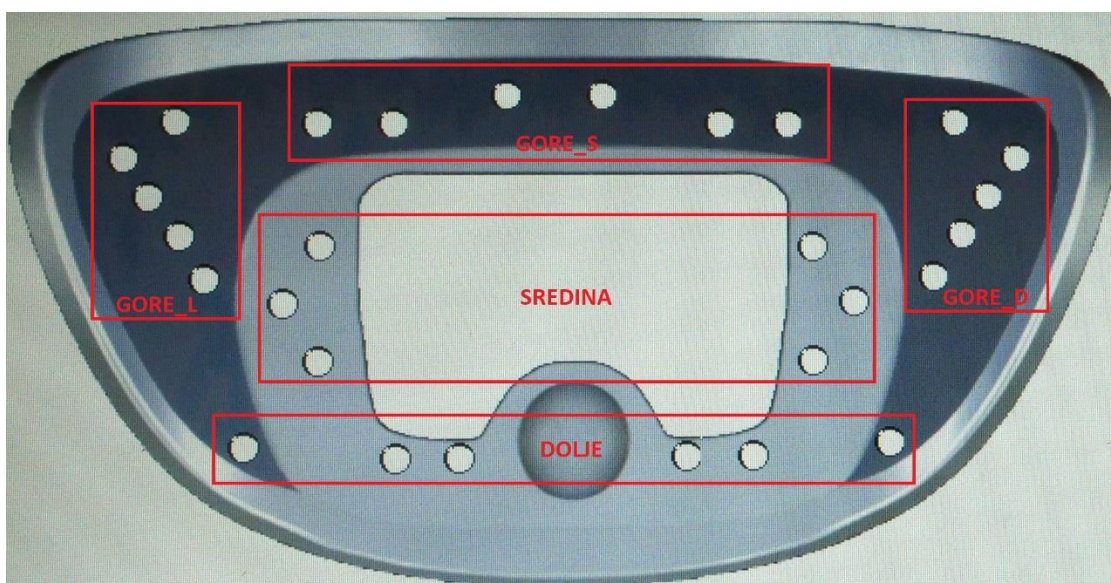
vizualnih podražaja integriranih u instrument. Svjetlosni podražaji kasnije su podijeljeni u različite regije za potrebe analize cjelokupnog vidnog polja.

Postignuti rezultati su naknadnom analizom promatrani zasebno za 5 regija vidnog polja koje istovremeno predstavljaju i analizirane varijable. Regije su bile:

1. gornja lijeva regija - Gore\_L (n/5),
2. gornja desna regija - Gore\_D (n/5),
3. gornja srednja regija - Gore\_S (n/6),
4. srednja regija – Sredina (n/6) i
5. donja regija – Dolje (n/6).



Slika 1. Prikaz ortoreter uređaja Optovist Vistec EU.



Slika 2. Prikaz definiranih regija (varijabli) tijekom testa „Perimetrija 28 točaka“ na ortoreteru.

Rezultati u navedenim varijablama promatrani su za svaki od unaprijed definiranih uvjeta, a to su:

1. nošenje samo skijaške kape (kontrolno stanje),
2. nošenje skijaške kape i sunčanih naočala,
3. nošenje skijaške kape i skijaških naočala,
4. nošenje skijaške kacige i sunčanih naočala i
5. nošenje skijaške kacige i skijaških naočala.

#### **5.4.2. TERENSKO ISTRAŽIVANJE**

Za potrebe mjerenja u situacijskim uvjetima na terenu (skijaška staza) koristio se Witty sustav fotoćelija (Microgate, Bolzano, Italija) te pripadajuća upravljačka konzola. Navedeni sustav koristio se u ovom istraživanju u svrhu mjerenja brzine reakcije ispitanika na nadolazeći vizualni podražaj u obliku skijaša koji se spušta niz skijašku stazu. Protokol terenskog mjerenja sniman je sa 2 kamere Panasonic GH5 za snimanje video materijala visoke rezolucije koji omogućuju jednostavnu video analizu snimki kako bi se utvrdila eventualna odstupanja u postavljenom protokolu mjerenja.

Witty sustav korišten za potrebe ovog istraživanja sastoji se od bežičnih fotoćelija, reflektirajućih senzora i odgovarajuće upravljačke konzole (Slika 3). Sustav je prijenosan te podesiv po visini s obzirom na zahtjeve testa. Koristi se za precizno mjerenje vremena tijekom provođenja testova i protokola različitih karakteristika i trajanja. Osim u dijagnostici, učestalo se koristi i u samom trenažnom procesu iz područja različitih sportova s obzirom da osim predefiniраниh testova nudi mogućnost i kreiranja različitih novih protokola ovisno o potrebama. S obzirom da sustav dobro podnosi i niže temperature (preporuka je korištenje u rasponu od 0-45 stupnja Celzijusa) i ima dugo trajanje baterije (cca 10 sati) može se koristiti u svrhu mjerenja u situacijskim uvjetima na skijaškoj stazi. Zahvaljujući integriranom prijenosnom sustavu koji ima domet od 150 metara fotoćelije su vrlo pouzdane. Kontinuirani i ponavljajući radio prijenos osigurava da se prikupljeni podaci prenose na upravljačku konzolu s maksimalnom preciznošću ( $\pm 0,4$  tisućinke sekunde) čak i ako je signal u pojedinim dijelovima mjerenja poremećen. Witty upravljačka konzola prepoznaje ID broj fotoćelije što omogućuje korisniku da jednostavno postavi vrstu signala na fotoćeliji, odnosno start, stop i međuvremena ukoliko su potrebna. Primjerice, za potrebe ovog istraživanja u postavkama testa definirano je da se vrijeme automatski pokreće prolaskom skijaša kroz prostor omeđen fotoćelijama, a da se

vrijeme zaustavlja kada ispitanik pritisne tipku stop. Pouzdanost i valjanost ovog sustava dokazani su korištenjem u prethodnim istraživanjima (Bucheit i sur., 2014; Haugen i Buchheit, 2016; Balsalobre-Fernández i sur., 2019; Doyle, Browne i Horan, 2020).

Za potrebe ovog istraživanja promatrane su sljedeće varijable:

1. brzina, tj. vrijeme reakcije kada skijaš prolazi s lijeve strane ispitanika – LS i
2. brzina, tj. vrijeme reakcije kada skijaš prolazi s desne strane ispitanika – DS.

Za obje promatrane varijable rezultat je bio izražen u sekundama s točnošću od 1/100 sekunde.

Svaki ispitanik imao je 5 izmjerenih rezultata sa svake strane prolaska skijaša (5 LS, 5 DS), za svaki od definiranih uvjeta, a to su:

1. nošenje samo skijaške kape (kontrolno stanje),
2. nošenje skijaške kape i sunčanih naočala,
3. nošenje skijaške kape i skijaških naočala,
4. nošenje skijaške kacige i sunčanih naočala i
5. nošenje skijaške kacige i skijaških naočala.



Slika 3. Witty sustav za mjerenje vremena. (preuzeto sa: <https://training.microgate.it/en/products/witty/wittygate>)

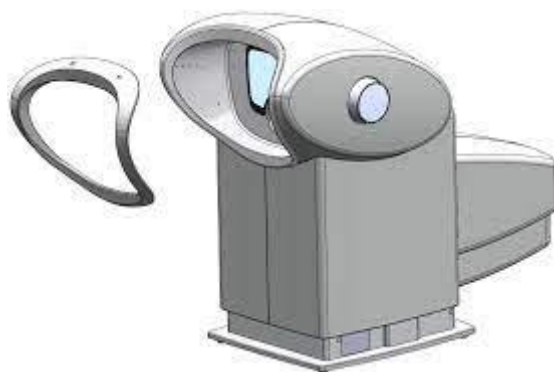
## **5.5. PROTOKOL MJERENJA**

### **5.5.1. LABORATORIJSKO ISTRAŽIVANJE**

Laboratorijski dio istraživanja proveden je u Laboratoriju za fiziologiju sporta i vježbanja na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Prostorija je dobro zvučno izolirana (bez mogućnosti remetećih čimbenika u obliku auditivnih podražaja) i blago zamračena kako eventualne promjene u dnevnoj svjetlosti ne bi utjecale na protokol mjerenja na ortoreteru.

Ortoreter uređaj bio je fiksiran za stol. Stolica na kojoj je ispitanik sjedio bila je prilagodljive visine kako bi se osigurali identični uvjeti za sve ispitanike. Ispitanik je sjedio na način da je linija obrva bila u ravnini s gornjim rubom ortoretera na koji se prislanjalo lice. Nadalje, stolica je imala naslon kako bi ispitanik sjedio uspravno, cijelom dužinom leđa oslonjen na naslon, rukama oslonjenim na stol na kojem se nalazio ortoreter, a kut u zglobu kuka bio je 90 stupnjeva. Svi uključeni ispitanici testirani su identičnim protokolom. Mjerenje je provedeno u trajanju od 9 dana, odnosno svaki dan testirano je 5 ispitanika. Po dolasku, svaki ispitanik bio je informiran o svrsi istraživanja i potpisao je suglasnost za sudjelovanje. Zatim je svaki ispitanik ispunio kratki upitnik koji je sadržavao pitanja vezana uz osobne informacije, eventualne poteškoće vida, navike nošenja skijaške kacige i skijaško iskustvo. Nakon toga objašnjen je protokol provođenja testa na ortoreteru te je prije stvarnih testova lokalizacije vizualnih podražaja sudionik prošao probni pokušaj kako bi se upoznao s karakteristikama testa.

Također, prije početka samog mjerenja odabrana je odgovarajuća veličina skijaške kacige, sunčanih naočala i skijaških naočala. Korištena je konvencionalna skijaška kaciga (Briko, odobrena: CE EN 1077), standardna skijaška kapa (50 % vuna, 50 % akril), standardne skijaške naočale (Model: Briko Homer P1) i standardne sunčane naočale (Model: Bliz Hybrid). Skijaška kaciga bila je dostupna u 4 različite veličine (S, M, L, XL) kako bi se osiguralo optimalno pristajanje kacige svakom ispitaniku. Tijekom mjerenja skijaška kapa morala se nositi tako da su oba uha bila potpuno pokrivena i rub kape završavao je do gornjeg ruba obrve. Sunčane i skijaške naočale nosile su se na način da su u potpunosti bile unutar otvora ortoretera, dok je skijaška kaciga tijekom mjerenja bila oslonjena na rub ortoretera na način da je onemogućeno vidjeti okolinu izvan područja otvora ortoretera. Tijekom testiranja uvjeta nošenja kacige, u kombinaciji sa sunčanim i skijaškim naočalima, uklonjen je dio konstrukcije ortoretera kako bi se omogućilo maksimalno pritanjanje ruba kacige uz otvor ortoretera (Slika 4).



Slika 4. Prikaz ortoreter uređaja za potrebe testiranja uvjeta koji uključuju skijašku kacigu (uklonjen konstrukcijski dodatak uređaja).

#### *Opis testa „Perimetrija 28 točaka“*

Nakon što se ispitanik namjestio u prethodno opisan položaj krenulo se s provođenjem testa koji je predefiniран u sklopu provođenja dijagnostike vida na korištenom ortoreteru. Ispitanik je za početak morao potvrditi da jasno vidi točku fiksacije pogleda u obliku svjetlosnog podražaja koji se morao nalaziti točno u sredini vidnog polja. U slučaju da točka fiksacije nije bila jasno vidljiva ili nije bila točno u sredini vidnog polja prilagodila se visina ortoretera kako bi se osigurali identični uvjeti za svakog ispitanika. Nakon toga, ispitanik je imao zadatak signalizirati jednostavnim odgovorom DA/NE kada primijeti da se LED svjetlo upalilo u različitim regijama ispitivanog vidnog polja. Ispitivač je bilježio odgovore ispitanika tijekom trajanja testa na upravljačkoj konzoli. Ukupno 28 LED svjetala se nasumično upalilo u definiranim područjima tijekom postupka testiranja, a zbog nasumičnog redoslijeda paljenja nije bilo mogućnosti učenja redoslijeda paljenja LED svjetala. Po završetku testa na upravljačkoj konzoli se jasno prikazuje ukupni rezultat te rezultat ostvaren po regijama na način da su primijećeni podražaji označeni zelenom bojom, dok su oni signali koji nisu primijećeni označeni crvenom bojom.

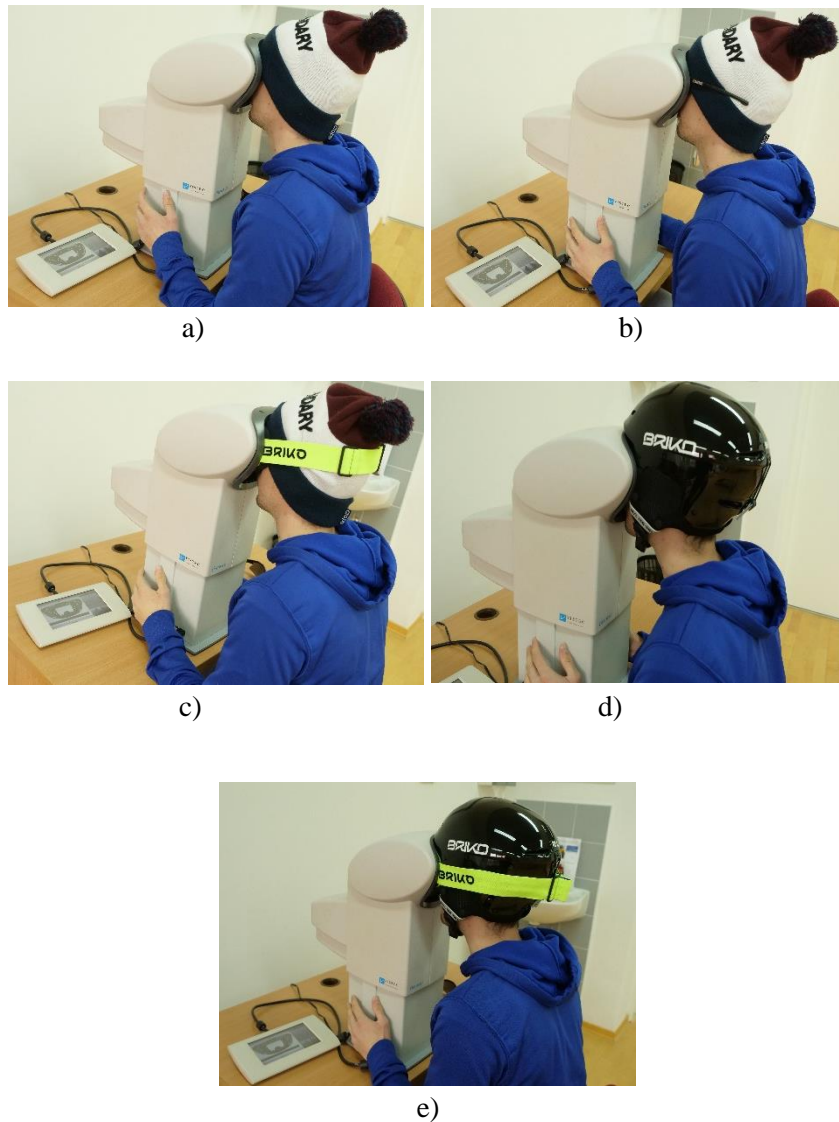
Postupak mjerenja proveden je 5 puta, svaki put testirajući različite uvjete:

1. nošenje samo skijaške kape (kontrolno stanje),
2. nošenje skijaške kape i sunčanih naočala,
3. nošenje skijaške kape i skijaških naočala,
4. nošenje skijaške kacige i sunčanih naočala i

## 5. nošenje skijaške kacige i skijaških naočala.

Za svaki od testiranih uvjeta dobiven je rezultat iskazan kao ukupan broj primijećenih vizualnih podražaja i kao broj primijećenih vizualnih podražaja raspoređen po unaprijed definiranim regijama vidnog polja. Rezultat po regijama kasnije se analizirao primjerenim statističkim metodama obrade podataka.

U nastavku slijedi prikaz testiranih uvjeta na ortoreteru.



Slika 5. Prikaz testiranih uvjeta u laboratorijskom dijelu istraživanja: a) kontrolno stanje – kapa te eksperimentalni uvjeti – b) kapa i sunčane naočale, c) kapa i skijaške naočale, d) skijaška kaciga i sunčane naočale, e) skijaška kaciga i skijaške naočale.



## 5.5.2. TERENSKO ISTRAŽIVANJE

Terenski dio istraživanja proveden je u skijaškom centru Sappada u Italiji, tijekom provođenja nastave iz redovnog predmeta „Skijanje“ i usmjerenja „Skijanje“. Mjerenje se provodilo u trajanju od 2 tjedna tijekom kojih je bilo raspoređeno 45 ispitanika, različito u svakom danu ovisno o vremenskim uvjetima. Za potrebe mjerenja odabrana je crvena staza srednje strmine. Mjerenje se provodilo u jutarnjim satima kako bi se osigurali identični uvjeti osvjetljenja. Također, u danima kada vremenski uvjeti nisu bili odgovarajući (padaline, oblačno vrijeme) nije se provodilo mjerenje. Na skijaškoj stazi postavljen je koridor širine 30 metara koji je bio omeđen vidljivim oznakama. Odabrani dio staze u kojem je koridor bio postavljen i gdje se provodilo mjerenje bio je zatvoren za ostale skijaše kako bi se isključila mogućnost dodatnih remetećih faktora u obliku vizualnih i auditivnih podražaja.

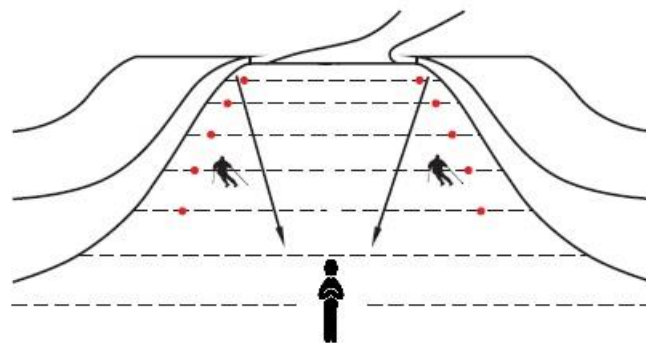
Ispitanik je stajao na sredini koridora leđima okrenut prema vrhu skijaške staze te mu je glava bila u fiksnom položaju oslonjena na stalak prilagodljive visine kako bi se osigurali identični uvjeti za sve ispitanike. Kako bi se izolirao remeteći zvučni podražaj i isključivo testirala brzina reakcije na nadolazeći vizualni podražaj u obliku nadolazećeg skijaša, ispitanik je nosio čepiće za uši. Nadalje, pri dnu koridora s lijeve i desne strane nalazile su se fotoćelije. Ispitanik je u rukama držao upravljačku konzolu te je pritiskom na tipku stop zaustavljao vrijeme koje je bilo pokrenuto u trenutku kada je skijaš prošao kroz prostor omeđen fotoćelijama s lijeve ili desne strane. Kada se ispitanik namjestio u definirani položaj, na znak ispitivača (koji je bio izvan vidokruga ispitanika), u zadanom koridoru s obje strane iza leđa ispitanika spuštali su se skijaši koji predstavljaju potencijalnu opasnost za sudar na skijaškoj stazi. Spuštanje skijaša provodilo se naizmjenično i nasumičnim redoslijedom 10 puta (5 s lijeve i 5 s desne strane). Kako bi se ograničila brzina kretanja skijaša, dobivena je uputa da se izvodi paralelni zavoj od ruba do ruba koridora te je na znak ispitivača neposredno prije ulaska u prostor omeđen fotoćelijama odabrana lijeva ili desna strana za prolazak. U trenutku kada je skijaš prošao zamišljenu startnu liniju prolaskom kroz prostor omeđen fotoćelijama prekinule su se zrake i pokrenulo se vrijeme. Zadatak ispitanika bio je neposredno po vizualnoj registraciji skijaša pritisnuti tipku stop na upravljačkoj konzoli čime se zaustavilo vrijeme. Navedeno vrijeme potrebno za uočavanje vizualnog podražaja od trenutka prolaska skijaša do zaustavljanja vremena ispitanika predstavlja vrijeme reakcije ispitanika. Svaki rezultat zabilježen je od strane ispitivača.

Postupak mjerenja proveden je 10 puta za svaki od niže navedenih uvjeta (5 lijeva strana, 5 desna strana), svaki put testirajući različite uvjete:

1. nošenje samo skijaške kape (kontrolno stanje),
2. nošenje skijaške kape i sunčanih naočala,
3. nošenje skijaške kape i skijaških naočala,
4. nošenje skijaške kacige i sunčanih naočala i
5. nošenje skijaške kacige i skijaških naočala.

Također, koridor u kojem se odvijalo mjerenje snimao se s dvije kamere, jednom sa svake strane zadanih koridora zbog potrebe eventualne naknadne analize pojedinih pokušaja. Navedenom analizom isključili su se pokušaji u kojima se dogodilo pomicanje glave ispitanika ili spuštanje skijaša na neodgovarajući način (npr. nije se izvodio paralelni zavoj od ruba do ruba koridora, nekontrolirana brzina).

U nastavku slijedi prikaz protokola mjerenja na skijaškoj stazi te prikaz testiranih uvjeta.



Slika 6. Nacrt koridora za provedbu terenskog mjerenja.



a)

b)

Slika 7. Prikaz postavljenog koridora: a) prazan koridor, b) kontrolno mjerenje.



a)

b)



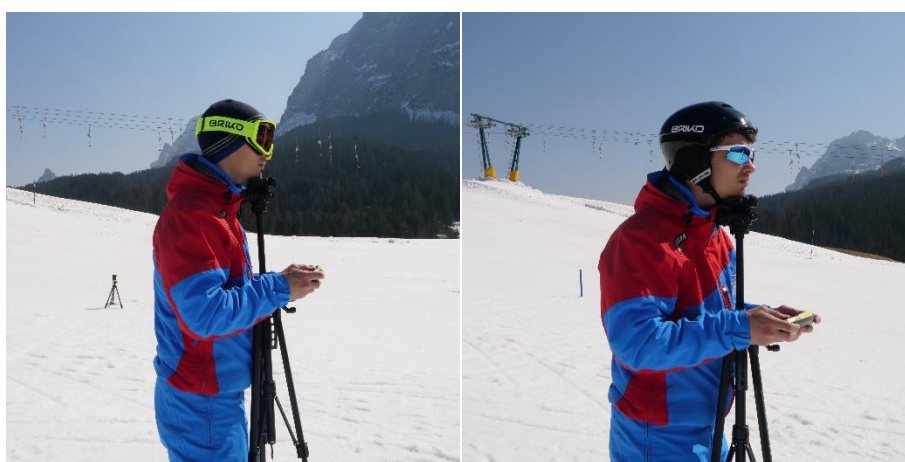
c)

Slika 8. Prikaz prolaska skijaša: a) prolaz skijaša kroz koridor, b) prolaz skijaša kroz prostor označen fotoćelijama s desne strane, c) prolaz skijaša kroz prostor označen fotoćelijama s lijeve strane.



a)

b)



c)

d)



e)

Slika 9. Prikaz testiranih uvjeta u terenskom dijelu istraživanja na skijaškoj stazi: a) kontrolno stanje – kapa te eksperimentalni uvjeti – b) kapa i sunčane naočale, c) kapa i skijaške naočale, d) skijaška kaciga i sunčane naočale, e) skijaška kaciga i skijaške naočale.

## 5.6. METODE ANALIZE PODATAKA

Pomoću programa G\*power 3.1.9.7 (University of Dusseldorf, Dusseldorf, Njemačka) izračunata je veličina uzorka ( $n=40$ ) potrebna za postupak ispitivanja sa statističkom značajnošću  $p<0,05$ ; statistička snaga 0,80; veličina učinka 0,30; 2 grupe i 5 mjerenja, tj. 5 različitih uvjeta testiranja. Za analizu podataka korišten je statistički paket Statistica verzija 14.0.1.25 (TIBCO Software Inc, Palo Alto, CA).

Izračunati su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji varijabli (aritmetička sredina i standardna devijacija). Za testiranje razlika u učincima pojedine kombinacije nošenja zaštitne opreme između skupine ispitanika koji imaju naviku nošenja kacige naspram skupine ispitanika koji nemaju naviku nošenja kacige korištena je  $2 \times 5$  MANOVA za ponavljana mjerenja sa skupinom po navici nošenja kacige kao faktorom između ispitanika (*between* faktor - 2 razine: nositelji kaciga i nenositelji kaciga) i uvjetima (kombinacijama nošenja zaštitne opreme) kao faktorom unutar ispitanika (*within* faktor - 5 razina: kapa, kapa i sunčane naočale, kapa i skijaške naočale, kaciga i sunčane naočale, kaciga i skijaške naočale).

Kod varijabli laboratorijskog dijela istraživanja, u slučaju značajnog glavnog učinka, usporedba rezultata između svakog eksperimentalnog uvjeta i kontrolnog uvjeta (tj. kapa i sunčane naočale naspram kape, kapa i skijaške naočale naspram kape, kaciga i sunčane naočale naspram kape, kaciga i skijaške naočale naspram kape) radila se Dunnett post-hoc testom.

Kod varijabli terenskog dijela istraživanja, u slučaju značajnog glavnog učinka, usporedba rezultata između svakog eksperimentalnog uvjeta i kontrolnog uvjeta (tj. kapa i sunčane naočale naspram kape, kapa i skijaške naočale naspram kape, kaciga i sunčane naočale naspram kape, kaciga i skijaške naočale naspram kape) radila se Dunnett post-hoc testom.

Utvrđivanje razlika u rezultatima između pojedine interakcije faktora provodilo se Tukey post-hoc testom. Statistička značajnost postavljena je na  $p<0.05$ .

## 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja su prikazani redosljedom obrade podataka na način da su prvo prikazani deskriptivni pokazatelji svakog pojedinog dijela istraživanja nakon kojih slijede rezultati statističkih analiza i provjera hipoteza.

### 6.1. REZULTATI LABORATORIJSKOG DIJELA ISTRAŽIVANJA

U tablici 2. slijedi prikaz deskriptivnih statističkih pokazatelja (aritmetička sredina i standardna devijacija) ostvarenih rezultata zasebno za svaku testiranu regiju vidnog polja tijekom provedbe testa „Perimetrija 28 točaka“. Navedeno je prikazano za obje skupine ispitanika, za kontrolni uvjet i za svaki pojedini eksperimentalni uvjet nošenja zaštitne opreme za glavu.

Tablica 2. Deskriptivni statistički parametri varijabli laboratorijskog mjerenja u svim testiranim uvjetima za obje skupine ispitanika.

		KONTROLNI UVJET		EKSPERIMENTALNI UVJETI							
		KAPA		KAPA+SUNČANE NAOČALE		KAPA+SKIJAŠKE NAOČALE		KACIGA+SUNČANE NAOČALE		KACIGA+SKIJAŠKE NAOČALE	
VARIJABLE	N	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD
<b>LIJEVO GORE</b>	5	3,59±0,96	4,00±1,00	3,50±1,06	3,48±1,27	0,82±0,59	1,13±0,76	1,91±1,19	2,17±1,19	1,05±0,65	1,17±0,65
<b>DESNO GORE</b>	5	3,64±1,05	4,30±0,93	3,50±1,01	3,52±0,99	1,23±1,19	1,43±0,79	2,14±1,36	2,26±1,18	1,09±0,75	1,26±0,69
<b>SREDINA GORE</b>	6	5,68±0,78	5,61±0,58	5,14±0,89	4,87±1,39	0,77±1,19	1,00±1,45	4,05±1,70	3,65±2,17	0,55±0,80	0,61±0,99
<b>SREDINA</b>	6	6,00±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	5,96±0,21	6,00±0,00	6,00±0,00	5,95±0,21	5,96±0,21	6,00±0,00	5,96±0,21
<b>DOLJE</b>	6	5,77±0,43	5,87±0,34	5,91±0,43	5,96±0,21	5,45±0,80	5,57±0,79	5,86±0,35	5,65±0,71	5,59±0,59	5,35±0,93

Legenda: N – broj svjetlosnih vizualnih podražaja u pojedinoj regiji; nositelji – ispitanici koji imaju naviku nošenja skijaške kacige; nenositelji – ispitanici koji nemaju naviku nošenja skijaške kacige; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija.

Pregledom rezultata prikazanih u tablici 2. moguće je analizirati uspješnost pojedine skupine ispitanika u provedenom testu po definiranim regijama, odnosno u varijablama mjerenim tijekom testiranja vidnog polja na ortoreter uređaju, za svaki pojedini uvjet nošenja zaštitne opreme za glavu.

Kada se promatraju rezultati postignuti u regiji Lijevo gore, najbolji rezultat postignut je tijekom kontrolnog mjerenja koje podrazumijeva nošenje samo skijaške kape, za ispitanike koji imaju naviku nošenja skijaške kacige i za one koji nemaju razvijenu naviku. Također, izuzetno male smetnje u smanjenju vidnog polja vidljive su tijekom nošenja kombinacije skijaške kape i sunčanih naočala kod obje skupine ispitanika. Ono što je potrebno istaknuti je da se kombinacija kacige i sunčanih naočala pokazala manjom smetnjom u odnosu na obje kombinacije koje uključuju skijaške naočale. Odnosno, najmanje primjećenih vizualnih podražaja prisutno je kod kombinacije skijaške kape i skijaških naočala ( $n=0,82$ ;  $n=1,13$ ) nakon čega slijedi kombinacija kacige i skijaških naočala ( $n=1,05$ ;  $n=1,17$ ). Navedeni trend kretanja rezultata sličan je kod nositelja i nenositelja kacige.

Rezultati su slični kada se promatra regija Desno gore, odnosno najmanje smetnje u percepciji podražaja vidljive su kod kontrolnog uvjeta nakon čega slijede kombinacije koje uključuju sunčane naočale. Najveće smetnje u veličini vidnog polja također su primjetne kod kombinacija koje uključuju skijaške naočale, no u drugačijem omjeru nego što je to bio slučaj kod regije Lijevo gore. Kod regije Desno gore najveći ograničavajući čimbenik predstavlja kombinacija kacige i skijaških naočala ( $n=1,09$ ;  $n=1,26$ ) nakon čega slijedi kombinacija skijaške kape i skijaških naočala ( $n=1,23$ ;  $n=1,43$ ), neovisno o tome radi li se o nositeljima ili nenositeljima kaciga.

Promatrajući regiju Sredina gore potrebno je istaknuti kako su najveće smetnje primjetne kada se nosi skijaška kaciga u kombinaciji sa skijaškim naočalima kod obje skupine ispitanika ( $n=0,55$ ;  $n=0,61$ ). Nakon navedenog uvjeta slijedi kombinacija skijaške kape i skijaških naočala ( $n=0,77$ ;  $n=1,00$ ). Rezultati ostalih kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu kreću se u sličnom smjeru kao kod već spomenutih regija vidnog polja.

Najmanje smetnje različitih kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu primjetne su kod regije Sredina što je i očekivano s obzirom da se navedena regija odnosi na sredinu vidnog polja, a ne na rubne periferne dijelove te ulogu primjećivanja vizualnih podražaja preuzima središnji (centralni) vid koji omogućuje da osoba vidi stvari (objekte) ravno ispred sebe. Srednje

vrijednosti slične su kod svih testiranih kombinacija te nema nekih velikih odstupanja s obzirom na testirane uvjete.

Također, slične vrijednosti vidljive su i kada se promatra regije Dolje, odnosno postižu se slični rezultati u svakom pojedinom uvjetu te nema prisutnih velikih smetnji u vidnom polju. No, također je primjetan trend određenog smanjenja percepcije podražaja u uvjetima nošenja skijaških naočala u kombinaciji s kacigom ili kapom.

S obzirom na opći trend kretanja rezultata, moguće je zaključiti kako su najveće smetnje tijekom nošenja zaštitne opreme za glavu prisutne u rubnim, tj. perifernim dijelovima vidnog polja (regije Lijevo gore, Desno gore i Sredina gore). Nadalje, pokazalo se da najveći ograničavajući čimbenik predstavljaju skijaške naočale, neovisno o tome kombiniraju li se s kapom ili kacigom. Kombinacija kacige i sunčanih naočala predstavlja manju smetnju u postignutim rezultatima što dovodi do zaključka da sama kaciga ipak nije najvažniji čimbenik u smanjenju vidnog polja kada se provodi mjerenje u strogo kontroliranim laboratorijskim uvjetima. No, kako bi se u potpunosti razumjeli dobiveni rezultati i donijeli konkretni zaključci o potencijalnim razlikama između pojedinih eksperimentalnih uvjeta kao i relaciji njihovih rezultata u odnosu na kontrolni uvjet, potrebne su daljnje kompleksnije analize koje slijede u nastavku samog rada. Također, dobit će se uvid u potencijalne razlike između ispitanika koji imaju stečenu naviku nošenja skijaške kacige i onih ispitanika koji nemaju naviku korištenja kacige tijekom alpskog skijanja.



Tablica 3. Multivarijatna analiza varijance (MANOVA one way) za utvrđivanje generalnih razlika između grupe nositelja kacige i nenositelja kacige (*between* faktor).

Varijabla	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>KACIGA</b>	Wilks	0,910	0,230	0,632

Multivarijatnom analizom varijance utvrđivala se razlika u svim izmjerenim varijablama između dvije promatrane grupe ispitanika. Rezultati prikazani u tablici ukazuju da ne postoje statistički značajne razlike između dvije testirane grupe ispitanika ( $F=0,230$ ,  $p=0,632$ ).

Tablica 4. Multivarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (MANOVA repeated) za utvrđivanje razlika između testiranih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu (*within* faktor).

Varijabla	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>UVJET</b>	Wilks	0,004	251,450	<0,001*

Multivarijatnom analizom varijance za ponovljena mjerenja utvrđivala se razlika u svim izmjerenim varijablama između testiranih uvjeta, odnosno kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu. Rezultati prikazani u tablici ukazuju da postoje statistički značajne razlike između testiranih uvjeta ( $F=251,450$ ;  $p<0,001$ ).

Tablica 5. Univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (ANOVA repeated) za svaku promatranu varijablu zasebno za utvrđivanje razlika između testiranih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu.

Varijable	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>LJEVO GORE</b>	Wilks	0,082	114,710	<0,001*
<b>DESNO GORE</b>	Wilks	0,107	85,820	<0,001*
<b>SREDINA GORE</b>	Wilks	0,041	237,900	<0,001*
<b>SREDINA</b>	Wilks	0,911	1,370	0,266
<b>DOLJE</b>	Wilks	0,678	4,870	0,003*

U tablici su prikazane razlike između testiranih uvjeta, tj. kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu zasebno za svaku promatranu varijablu. Statistički značajne razlike su utvrđene u svim varijablama s iznimkom varijable, tj. regije Sredina tijekom provođenja protokola testiranja na ortoreteru ( $F=1,370$ ,  $p=0,266$ ).

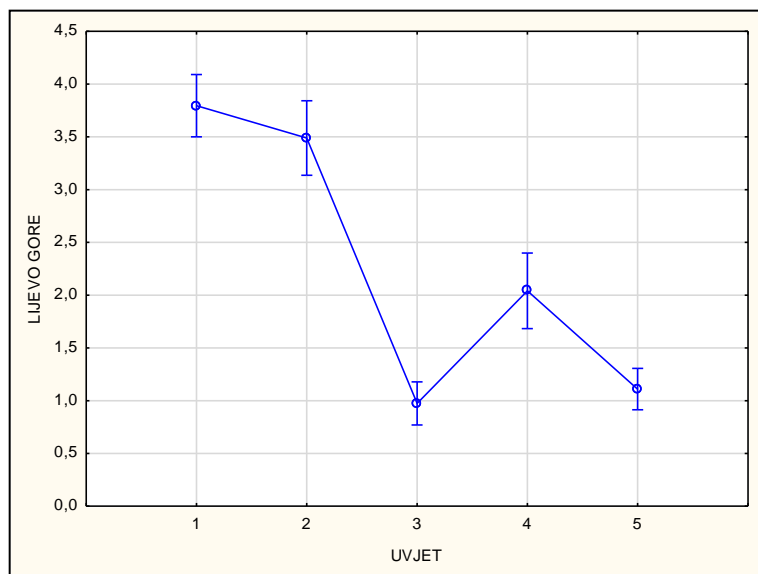
Tablica 6. Dunnett post-hoc test za promatrane varijable koje se statistički značajno razlikuju u testiranim uvjetima nošenja zaštitne opreme za glavu.

LJEVO GORE		DESNO GORE		SREDINA GORE		DOLJE	
UVJET	1	UVJET	1	UVJET	1	UVJET	1
1		1		1		1	
2	0,163	2	0,020*	2	0,022*	2	0,731
3	<0,001*	3	<0,001*	3	<0,001*	3	0,025*
4	<0,001*	4	<0,001*	4	<0,001*	4	0,941
5	<0,001*	5	<0,001*	5	<0,001*	5	0,008*

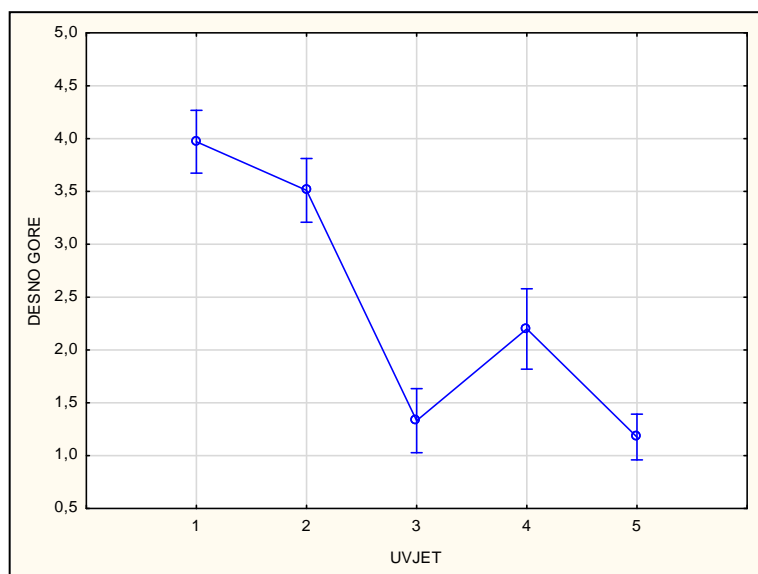
Legenda: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale.

Iz tablice je vidljivo da se gotovo svi promatrani eksperimentalni uvjeti statistički značajno razlikuju u odnosu na kontrolno mjerenje, uz iznimku varijable Lijevo gore gdje nije utvrđena razlika između eksperimentalnog uvjeta koji uključuje kapu i sunčane naočale u odnosu na kontrolno mjerenje koje uključuje samo kapu ( $p=0,163$ ). Također, nije utvrđena razlika u regiji Dolje kada se uspoređuju isti uvjeti (kapa vs. kapa i sunčane naočale,  $p=0,731$ ) te kada se uspoređuje kontrolno mjerenje s eksperimentalnim uvjetom koji uključuje kacigu i sunčane naočale ( $p=0,941$ ).

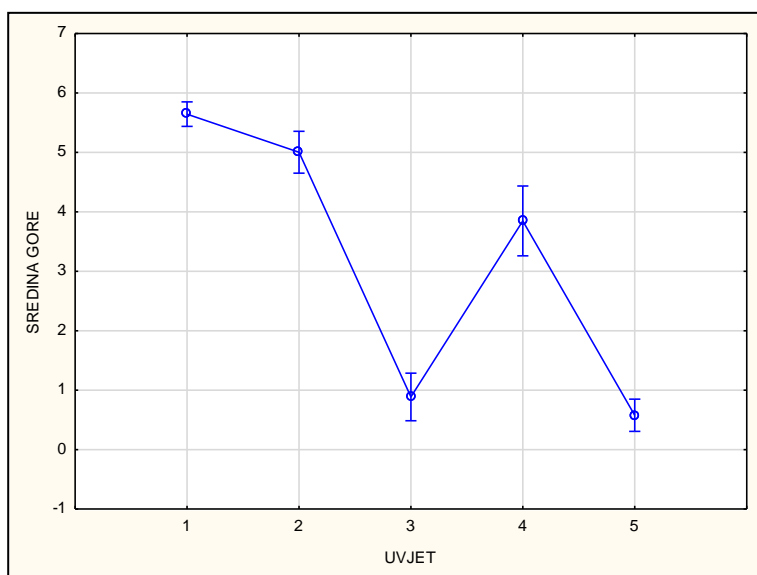
Trend kretanja rezultata tijekom testiranja pojedinih uvjeta, tj. kombinacija zaštitne opreme u svakoj pojedinoj regiji za koje su utvrđene statistički značajne razlike prikazani su u nastavku u grafičkom obliku.



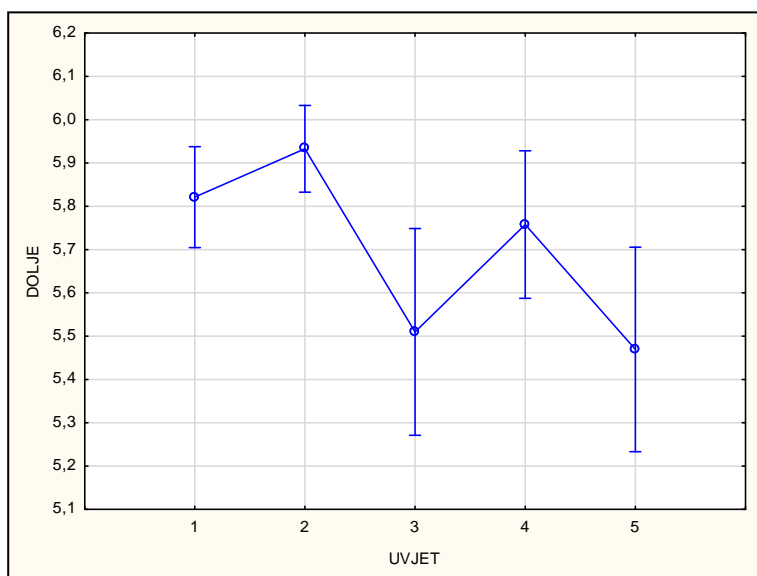
Graf 1. Prikaz vrijednosti rezultata za svaki testirani uvjet u varijabli Lijevo gore (uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale).



Graf 2. Prikaz vrijednosti rezultata za svaki testirani uvjet u varijabli Desno gore (uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale).



Graf 3. Prikaz vrijednosti rezultata za svaki testirani uvjet u varijabli Sredina gore (uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale).



Graf 4. Prikaz vrijednosti rezultata za svaki testirani uvjet u varijabli Dolje (uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale).

Kriterij prema kojem se razlikuju dvije skupine ispitanika je iskustvo nošenja skijaške kacige, odnosno u istraživanje je uključena skupina ispitanika koja nema naviku nošenja skijaške kacige tijekom alpskog skijanja te skupina ispitanika koja ima stečenu naviku nošenja skijaške kacige tijekom alpskog skijanja od samog početka učenja skijaške tehnike. Za analizu razlika kroz uvjete između dviju skupina korištena je dvosmjerna MANOVA (skupina  $\times$  uvjet) za ponovljena mjerenja:

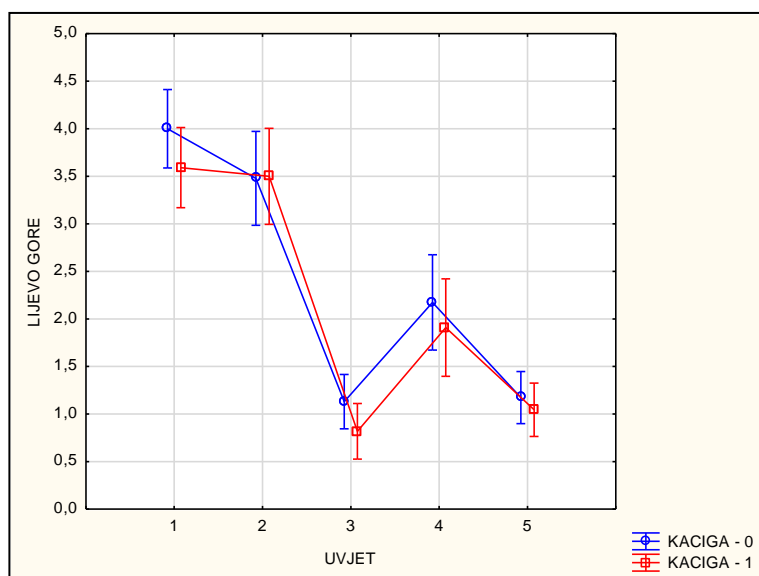
- Faktor skupine (2 razine; nositelji i nenositelji skijaške kacige)
- Faktor uvjeta (5 razina; kontrolno mjerenje – kapa, eksperimentalna mjerenja – kapa i sunčane naočale, kapa i skijaške naočale, skijaška kaciga i sunčane naočale, skijaška kaciga i skijaške naočale).

Tablica 7. Rezultati  $2 \times 5$  MANOVA-e za ponovljena mjerenja (1. faktor – navika nošenja kaciga kao faktor između ispitanika, 2. faktor – različiti uvjeti/kombinacije nošenja zaštitne opreme za glavu kao faktor unutar ispitanika).

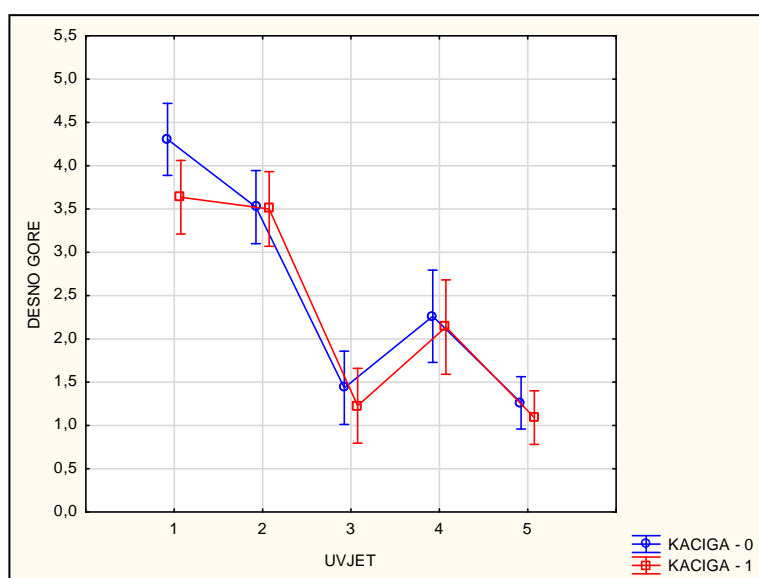
Interakcija	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>KACIGA*UVJET</b>	Wilks	0,451	1,110	0,405

Analiza je pokazala da nema statistički značajne interakcije između skupine ispitanika i testiranih uvjeta ( $F=1,110$ ;  $p=0,405$ ).

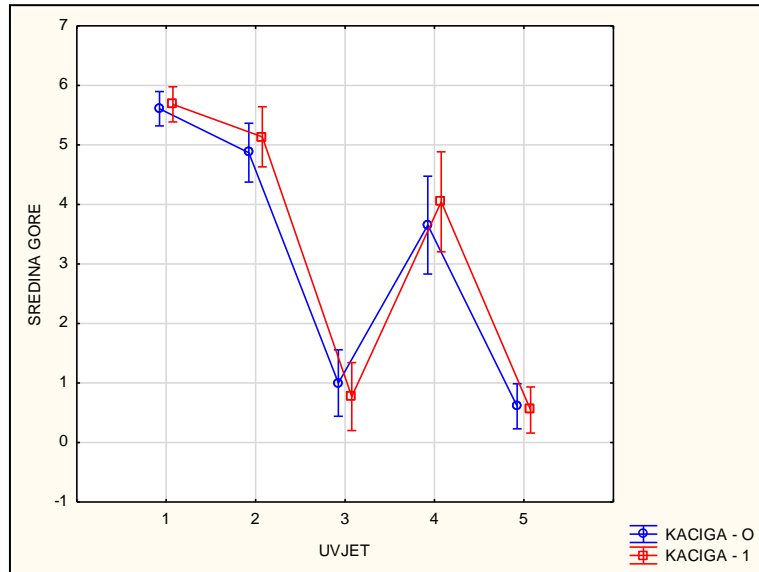
U nastavku slijedi grafički prikaz kretanja trenda rezultata kada se promatra interakcija *between* faktora (navika korištenja kacige) i *within* faktora (kombinacije nošenja zaštitne opreme za glavu).



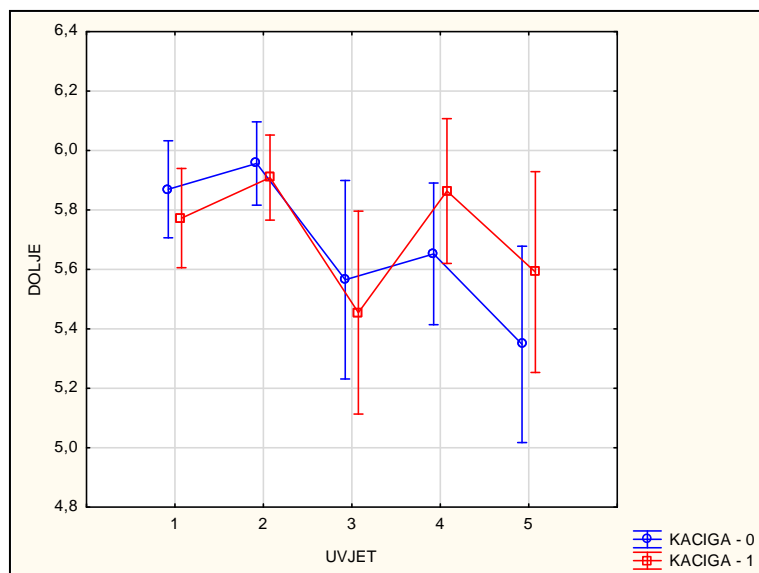
Graf 5. Prikaz vrijednosti rezultata za interakciju kaciga\*uvjet u varijabli Lijevo gore (*kaciga: 0 – nenositelji kacige, 1 – nositelji kacige; uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale*).



Graf 6. Prikaz vrijednosti rezultata za interakciju kaciga\*uvjet u varijabli Desno gore (*kaciga: 0 – nenositelji kacige, 1 – nositelji kacige; uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale*).



Graf 7. Prikaz vrijednosti rezultata za interakciju kaciga\*uvjet u varijabli Sredina gore (*kaciga: 0 – nenositelji kacige, 1 – nositelji kacige; uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale*).



Graf 8. Prikaz vrijednosti rezultata za interakciju kaciga\*uvjet u varijabli Dolje (*kaciga: 0 – nenositelji kacige, 1 – nositelji kacige; uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale*).

## 6.2. REZULTATI TERENSKOG DIJELA ISTRAŽIVANJA

U tablici 8. slijedi prikaz deskriptivnih statističkih pokazatelja (aritmetička sredina i standardna devijacija) ostvarenih rezultata zasebno za svaku varijablu, odnosno stranu prolaska skijaša u odnosu na ispitanika tijekom provedbe terenskog protokola mjerenja. Navedeno je prikazano za obje skupine ispitanika, za kontrolni uvjet i za svaki pojedini eksperimentalni uvjet nošenja zaštitne opreme za glavu.

Tablica 8. Deskriptivni statistički parametri varijabli terenskog mjerenja u svim testiranim uvjetima za obje skupine ispitanika.

		KONTROLNI UVJET		EKSPERIMENTALNI UVJETI							
		KAPA		KAPA+SUNČANE NAOČALE		KAPA+SKIJAŠKE NAOČALE		KACIGA+SUNČANE NAOČALE		KACIGA+SKIJAŠKE NAOČALE	
VARIJABLE	N	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD	NOSITELJI AS±SD	NENOSITELJI AS±SD
LIJEVA STRANA	5	0,30±0,08	0,28±0,08	0,29±0,08	0,29±0,08	0,45±0,08	0,48±0,07	0,36±0,08	0,37±0,09	0,50±0,10	0,54±0,10
DESNA STRANA	5	0,29±0,07	0,28±0,07	0,32±0,06	0,30±0,06	0,46±0,09	0,47±0,09	0,34±0,08	0,36±0,09	0,51±0,09	0,55±0,09

Legenda: N – broj prolazaka skijaša iza leđa ispitanika (broj zabilježenih vremena reakcije); nositelji – ispitanici koji imaju naviku nošenja skijaške kacige; nenositelji – ispitanici koji nemaju naviku nošenja skijaške kacige; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija.



Pregledom rezultata prikazanih u tablici 8. moguće je analizirati rezultate pojedine skupine ispitanika u provedenom testu za svaku varijablu (stranu prolaska skijaša) tijekom mjerenja vremena potrebnog za reakciju na vizualni podražaj, tijekom testiranja svakog pojedinog uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu.

U slučaju pojavljivanja vizualnog podražaja s lijeve strane, najbolje vrijeme reakcije zabilježeno je tijekom testiranja uvjeta koji podrazumijevaju nošenje kape te kape i sunčanih naočala, kod obje testirane skupine ispitanika. Nakon njih slijedi kombinacija kacige i sunčanih naočala s također veoma sličnim srednjim vrijednostima, neovisno o testiranoj skupini (0,36 s; 0,37 s). Kao što je to bio slučaj i tijekom mjerenja vidnog polja, najveće smetnje u percepciji vizualnog podražaja predstavljaju uvjeti koji podrazumijevaju kombinacije sa skijaškim naočalima. Nadalje, rezultati nenositelja kacige pokazali su se lošijima u odnosu na nositelje kaciga, tj. nositelji kacige imaju brže vrijeme reakcije na nadolazeći vizualni podražaj kada se promatra kombinacija kapa i skijaških naočala (0,45 s; 0,48 s). Najlošije vrijeme reakcije prisutno je tijekom testiranja kombinacije skijaških naočala i kacige, a trend kretanja rezultata između testiranih skupina ispitanika sličan je kao u prethodno opisanoj kombinaciji nošenja zaštitne opreme za glavu. Naime, pokazalo se da nenositelji kacige prosječno trebaju više vremena za reakciju u odnosu na ispitanike koji imaju naviku nošenja skijaške kacige (0,50 s; 0,54 s).

Kada se promatraju vrijednosti vremena reakcije na podražaj koji dolazi s desne strane, prisutan je sličan trend kretanja rezultata. Najbrže vrijeme reakcije također je zabilježeno tijekom testiranja kape te kape u kombinaciji sa sunčanim naočalima, nakon čega slijedi eksperimentalni uvjet koji podrazumijeva nošenje kacige u kombinaciji sa sunčanim naočalima. Rezultati su slični kod obje skupine ispitanika, s time da je kod kombinacije kacige i sunčanih naočala primjetan nešto lošiji rezultat nenositelja kacige u odnosu na nositelje (0,34 s; 0,36 s). Najveći ograničavajući čimbenik u percepciji nadolazećeg vizualnog podražaja i u ovom slučaju predstavljaju skijaške naočale s obzirom da se u obje kombinacije koje uključuju skijaške naočale postižu najsporija vremena reakcije. Kada se promatraju rezultati obje skupine ispitanika, u kombinaciji kape i skijaških naočala nisu prisutne velike razlike te je zabilježen nešto lošiji rezultat kod nenositelja kacige (0,46 s; 0,47 s). Veća razlika između testiranih skupina ispitanika vidljiva je kod testiranja uvjeta koji podrazumijeva kombinaciju skijaških naočala i kacige, odnosno nositelji kacige trebaju manje vremena za reakciju na vizualni podražaj (0,51 s; 0,55 s). Također, ovaj eksperimentalni uvjet općenito se pokazao kao onaj

koji predstavlja najveće smetnje u reakciji na nadolazeći vizualni podražaj u obliku skijaša koji se spušta iza leđa ispitanika.

S obzirom na opći trend kretanja rezultata, moguće je zaključiti kako najveće smetnje u percepciji podražaja u smislu produljenja vremena potrebnog za reakciju izazivaju skijaške naočale, posebice kada se kombiniraju sa skijaškom kacigom. Dobivene su slične vrijednosti neovisno o strani kojom skijaš prolazi u odnosu na ispitanika. Kako bi se mogli donijeti sigurni zaključci o veličini razlike između testiranih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu potrebne su daljnje analize koje slijede u nastavku rada. Daljnje analize omogućit će i donošenje zaključaka o postojanju razlika između ispitanika koji imaju stečenu naviku nošenja skijaške kacige i onih ispitanika koji nemaju naviku korištenja kacige tijekom alpskog skijanja.

Tablica 9. Multivarijatna analiza varijance (MANOVA one way) za utvrđivanje generalnih razlika između grupe nositelja kacige i nenositelja kaciga (*between* faktor).

Varijabla	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>KACIGA</b>	Wilks	0,781	6,004	<0,001*

Multivarijatnom analizom varijance utvrđivala se razlika u svim izmjerenim varijablama između dvije promatrane grupe ispitanika. Rezultati prikazani u tablici ukazuju da postoje statistički značajne razlike između dvije testirane grupe (F= 6,004; p<0,001).

Tablica 10. Univarijatna analiza varijance (ANOVA – *Whole model* prikaz) za svaku promatranu varijablu zasebno za utvrđivanje razlika između testiranih grupa.

Varijable	F	p
<b>LS_1</b>	2,786	0,096
<b>DS_1</b>	0,020	0,888
<b>LS_2</b>	0,045	0,832
<b>DS_2</b>	4,539	0,034*
<b>LS_3</b>	9,081	0,003*
<b>DS_3</b>	1,380	0,241
<b>LS_4</b>	2,322	0,129
<b>DS_4</b>	4,378	0,038*
<b>LS_5</b>	8,820	0,003*
<b>DS_5</b>	11,185	0,001*

Legenda: LS – lijeva strana; DS – desna strana; uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale).

U tablici su prikazane razlike između testiranih grupa, odnosno ispitanika koji imaju razvijenu naviku nošenja kacige i onih koji nemaju razvijenu naviku zasebno za svaku promatranu varijablu. Statistički značajne razlike su utvrđene u 5 testiranih varijabli, tj. kombinacija nošenja zaštitne opreme glave tijekom mjerenja na skijaškoj stazi (DS\_2- F=4,539, p=0,034; LS\_3 – F=9,081, p=0,003; DS\_4 - F=4,378, p=0,038; LS\_5 - F=8,820, p=0,003; DS\_5 - F=11,185, p=0,001).

Tablica 11. Multivarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (MANOVA repeated) za utvrđivanje razlike između testiranih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu (*within* faktor).

Varijabla	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>UVJET</b>	Wilks	0,051	504,547	<0,001*

Multivarijatnom analizom varijance za ponovljena mjerenja utvrđivala se razlika u svim izmjerenim varijablama između testiranih uvjeta, odnosno kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu. Rezultati prikazani u tablici ukazuju da postoje statistički značajne razlike između testiranih uvjeta ( $F= 504,547$ ;  $p<0,001$ ).

Tablica 12. Univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (ANOVA repeated) za svaku promatranu varijablu zasebno za utvrđivanje razlika između testiranih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu.

Varijable	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>LIJEVA STRANA</b>	Wilks	0,087	580,628	<0,001*
<b>DESNA STRANA</b>	Wilks	0,083	604,584	<0,001*

U tablici su prikazane razlike između testiranih uvjeta, tj. kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu zasebno za svaku promatranu varijablu. Statistički značajne razlike su utvrđene u obje testirane varijable (LS -  $F=580,628$ ,  $p<0,001$ ; DS –  $F=604,584$ ,  $p<0,001$ ).

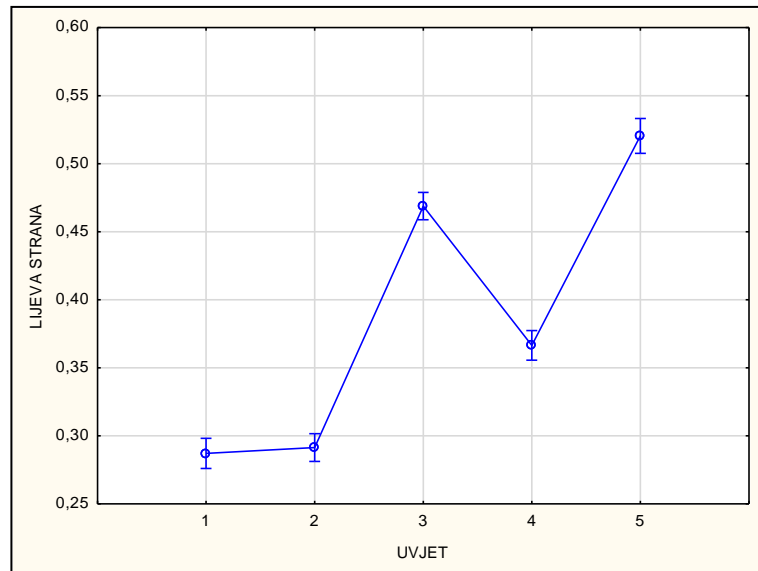
Tablica 13. Dunnett post-hoc test za promatrane varijable koje se statistički značajno razlikuju u testiranim uvjetima nošenja zaštitne opreme za glavu.

<b>LIJEVA STRANA</b>		<b>DESNA STRANA</b>	
<b>UVJET</b>	<b>1</b>	<b>UVJET</b>	<b>1</b>
<b>1</b>		<b>1</b>	
<b>2</b>	0,857	<b>2</b>	<0,001*
<b>3</b>	<0,001*	<b>3</b>	<0,001*
<b>4</b>	<0,001*	<b>4</b>	<0,001*
<b>5</b>	<0,001*	<b>5</b>	<0,001*

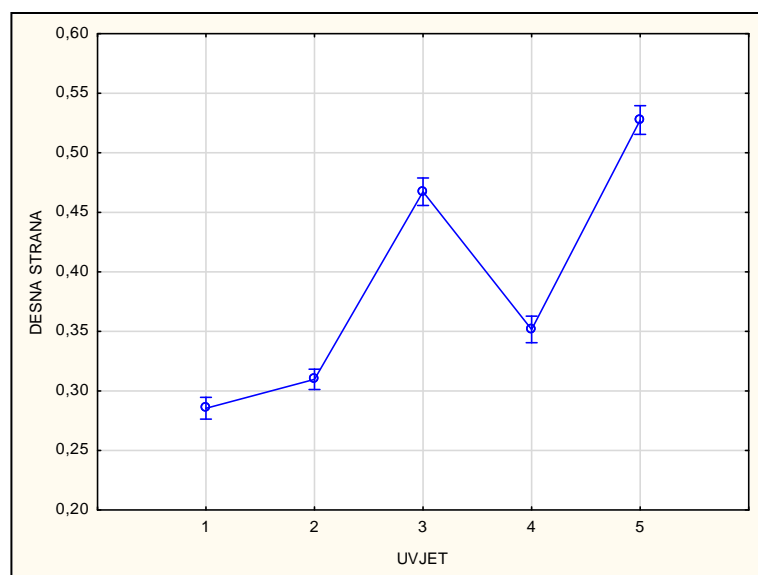
Legenda: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale).

Iz tablice je vidljivo da se gotovo svi promatrani eksperimentalni uvjeti statistički značajno razlikuju u odnosu na kontrolno mjerenje, uz iznimku u varijabli Lijeva strana gdje nije utvrđena razlika između eksperimentalnog uvjeta koji uključuje kapu i sunčane naočale u odnosu na kontrolno mjerenje koje uključuje samo kapu ( $p=0,857$ ).

Prikaz kretanja dobivenih rezultata za svaki pojedini testirani uvjet, tj. kombinaciju nošenja zaštitne opreme za glavu slijedi u nastavku.



Graf 9. Prikaz vrijednosti rezultata za svaki testirani uvjet u varijabli Lijeva strana (uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale).



Graf 10. Prikaz vrijednosti rezultata za svaki testirani uvjet u varijabli Desna strana (uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale).

Tablica 14. Rezultati  $2 \times 5$  MANOVA-e za ponovljena mjerenja (1. faktor – navika nošenja kaciga kao faktor između ispitanika, 2. faktor – različiti uvjeti/kombinacije nošenja zaštitne opreme za glavu kao faktor unutar ispitanika).

Interakcija	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>KACIGA*UVJET</b>	Wilks	0,782	7,541	<0,001*

Analiza je pokazala da postoje statistički značajne interakcije između skupine ispitanika i testiranih uvjeta ( $F=7,541$ ;  $p<0,001$ ).

Tablica 15. Rezultati  $2 \times 5$  ANOVA-e za ponovljena mjerenja s interakcijom KACIGA\*UVJET za svaku promatranu varijablu.

Varijable	Test	Lambda vrijednost	F	p
<b>LJEVA STRANA</b>	Wilks	0,868	8,392	<0,001*
<b>DESNA STRANA</b>	Wilks	0,865	8,570	<0,001*

U tablici su prikazane razlike između testiranih interakcija između skupina i testiranih uvjeta, tj. kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu zasebno za svaku promatranu varijablu. Statistički značajne razlike u interakcijama su utvrđene u obje testirane varijable (LS -  $F=8,392$ ,  $p<0,001$ ; DS –  $F=8,570$ ,  $p<0,001$ ).

Tablica 16. Tukey post-hoc test za interakciju KACIGA\*UVJET za varijablu Lijeva strana.

K*U	K	U	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}
{1}	0	1		0,879	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,812	0,949	<0,001*	<0,001*	<0,001*
{2}	0	2	0,879		<0,001*	<0,001*	<0,001*	1,000	1,000	<0,001*	<0,001*	<0,001*
{3}	0	3	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,156	<0,001*	0,886
{4}	0	4	<0,001*	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,893	<0,001*
{5}	0	5	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,020*
{6}	1	1	0,812	1,000	<0,001*	<0,001*	<0,001*		1,000	<0,001*	<0,001*	<0,001*
{7}	1	2	0,949	1,000	<0,001*	<0,001*	<0,001*	1,000		<0,001*	<0,001*	<0,001*
{8}	1	3	<0,001*	<0,001*	0,156	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*
{9}	1	4	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,893	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*		<0,001*
{10}	1	5	<0,001*	<0,001*	0,886	<0,001*	0,020*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	

Legenda: (K) kaciga: 0 – nenositelji kacige, 1 – nositelji kacige; (U) uvjet: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale.

U tablici su prikazane interakcije između dva faktora (navika nošenja skijaške kacige i uvjet, tj. kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu). Temeljem rezultata moguće je zaključiti kako nema statistički značajne razlike u interakcijama kada se uspoređuju interakcije

1 i 6 ( $p=0,812$ ), 2 i 7 ( $p=1,000$ ), 3 i 8 ( $p=0,156$ ) te 4 i 9 ( $p=0,893$ ). Statistički značajna razlika utvrđena je između interakcija 5 i 10 ( $p=0,020$ ), odnosno postoji razlika u vremenu potrebnom za reakciju na vizualni podražaj kada se on pojavljuje s lijeve strane ispitanika između interakcije 5 (nenositelji kacige\*kaciga i skijaške naočale) i interakcije 10 (nositelji kacige\*kaciga i skijaške naočale).

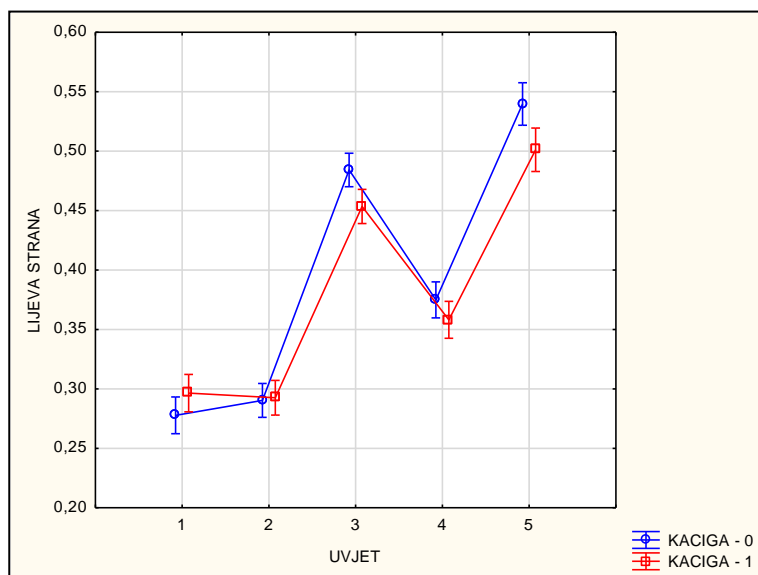
Tablica 17. Tukey post-hoc test za interakciju KACIGA\*UVJET za varijablu Desna strana.

K*U	K	U	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}
{1}	0	1		0,640	<0,001*	<0,001*	<0,001*	1,000	0,047*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
{2}	0	2	0,640		<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,943	0,786	<0,001*	0,009*	<0,001*
{3}	0	3	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,958	<0,001*	0,065
{4}	0	4	<0,001*	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*	0,001*	<0,001*	0,451	<0,001*
{5}	0	5	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
{6}	1	1	1,000	0,943	<0,001*	<0,001*	<0,001*		0,003*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
{7}	1	2	0,047*	0,786	<0,001*	0,001*	<0,001*	0,003*		<0,001*	0,256	<0,001*
{8}	1	3	<0,001*	<0,001*	0,958	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*
{9}	1	4	<0,001*	0,009*	<0,001*	0,451	<0,001*	<0,001*	0,256	<0,001*		<0,001*
{10}	1	5	<0,001*	<0,001*	0,065	<0,001*	0,005*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	

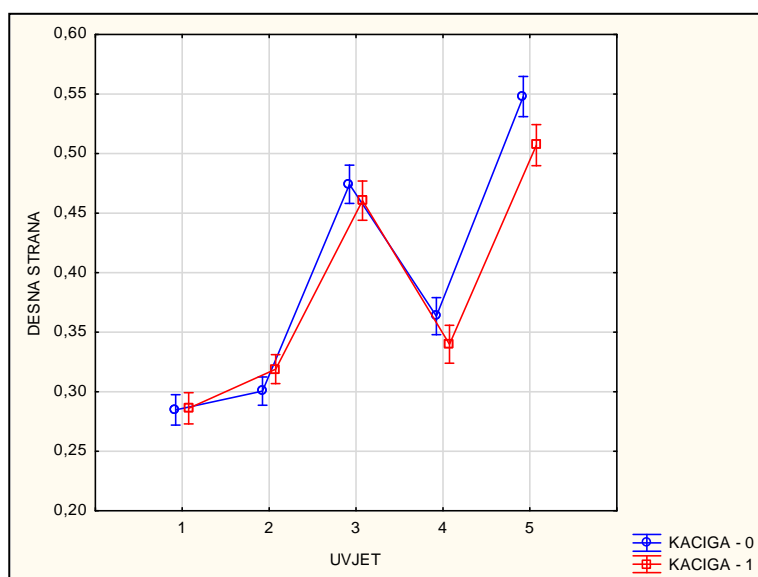
Legenda: (K) kaciga: 0 – nenositelji kacige, 1 – nositelji kacige; (U) uvjet: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale.

U tablici su prikazane interakcije između dva faktora (navika nošenja skijaške kacige i uvjet, tj. kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu). Temeljem rezultata moguće je zaključiti kako nema statistički značajne razlike u interakcijama kada se uspoređuju interakcije 1 i 6 ( $p=1,000$ ), 2 i 7 ( $p=0,786$ ), 3 i 8 ( $p=0,958$ ) te 4 i 9 ( $p=0,451$ ). Statistički značajna razlika utvrđena je između interakcija 5 i 10 ( $p=0,005$ ), odnosno postoji razlika u vremenu potrebnom za reakciju na vizualni podražaj kada se on pojavljuje s desne strane ispitanika između interakcije 5 (nenositelji kacige\*kaciga i skijaške naočale) i interakcije 10 (nositelji kacige\*kaciga i skijaške naočale).

U nastavku slijedi grafički prikaz kretanja trenda rezultata kada se promatra interakcija *between* faktora (navika korištenja kacige) i *within* faktora (kombinacije nošenja zaštitne opreme za glavu).



Graf 11. Prikaz vrijednosti rezultata za interakciju kaciga\*uvjet u varijabli Ljeva strana (*kaciga: 0 – nenositelji kacige, 1 – nositelji kacige; uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale*).



Graf 12. Prikaz vrijednosti rezultata za interakciju kaciga\*uvjet u varijabli Desna strana (*kaciga: 0 – nenositelji kacige, 1 – nositelji kacige; uvjeti: 1) kontrolno stanje – kapa, 2) kapa i sunčane naočale, 3) kapa i skijaške naočale, 4) skijaška kaciga i sunčane naočale, 5) skijaška kaciga i skijaške naočale*).



## 7. RASPRAVA

Istraživanjem u sklopu ovog doktorskog rada pokušao se utvrditi utjecaj zaštitne opreme za glavu u različitim kombinacijama na smanjenje vidnog polja i povećanje vremena potrebnog za reakciju na periferni vizualni podražaj. Nadalje, jedan od ciljeva rada bio je utvrditi potencijalnu razliku između ispitanika koji imaju stečenu naviku nošenja skijaške kacige i onih koji nemaju navedenu naviku. U kontekstu provođenja laboratorijskog mjerenja utvrđeno je kako ne postoji razlika između testiranih skupina ispitanika, tj. navika nošenja kacige ne utječe na veličinu vidnog polja i uočavanje podražaja u perifernim dijelovima vidnog polja. Kada se promatraju rezultati testiranja na skijaškoj stazi u kontekstu istog cilja može se utvrditi da postoji statistički značajna razlika između testiranih skupina u vremenu potrebnom na reakciju na vizualni podražaj. Korisnici kaciga imaju zabilježene bolje vrijednosti koje se odnose na vrijeme reakcije na vizualni podražaj u odnosu na ispitanike koji nisu korisnici kacige.

Nadalje, prikazom svih navedenih rezultata može se zaključiti kako postoji utjecaj pojedinih kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu (kontrolni uvjet vs. 4 eksperimentalna uvjeta) na utvrđenu veličinu vidnog polja, tj. uočavanje podražaja u perifernom vidnom polju te na vrijeme reakcije na vizualni podražaj. S obzirom na testiranje pojedine kombinacije zaštitne opreme za glavu, mijenja se učinak njenog negativnog utjecaja na vidno polje i vrijeme reakcije. Navedeno je utvrđeno prikazanim i opisanim razlikama u prethodnom poglavlju za svaku zavisnu varijablu zasebno, za svaki eksperimentalni uvjet u odnosu na kontrolno mjerenje.

Temeljem pregleda radova iz područja zaštitne uloge skijaške kacige i naočala, može se zaključiti da se često ne uzima u obzir činjenica da ova oprema uistinu može utjecati na vidnu sposobnost i općenito percepciju skijaša, kao i na vrijeme reakcije. Također, broj radova iz područja vizualne percepcije skijaša, a posebice skijaša rekreativaca izuzetno je oskudan i ne daje konkretne odgovore na postavljen problem koji je iznimno važan sa stajališta praktične primjene dobivenih spoznaja s ciljem reduciranja broja i ozbiljnosti potencijalnih ozljeda. Srodne studije iz raznih sportova i aktivnosti u kojima je uobičajena uporaba zaštitnih pomagala i opreme za glavu također se mogu koristiti kao referenca za razne usporedbe s alpskim skijanjem s obzirom na određene sličnosti korištene opreme. Naime, spoznaje iz dostupnih srodnih istraživanja mogu pružiti važne informacije za igrače i trenere iz različitih sportskih aktivnosti, posebno onih dinamičnih kao što je alpsko skijanje, o tome kako zaštitna oprema za glavu utječe na vizuomotoričku sposobnost.

Primjerice, slična problematika utjecaja kacige na vizualne sposobnosti proučavana je i kod vozača motocikala. Naime, iako su kacige prvenstveno dizajnirane s učinkom ublažavanja i zaštite u prevenciji ozljeda glave, postoje dokazi o povećanom riziku od ozljeda vrata i smanjenog perifernog vida i sluha kod vozača motocikla koji koriste kacigu. Problem i ciljeve ovog istraživanja moguće je povezati sa spoznajama dobivenim u studiji koju su proveli autori Adhilakshmi i sur. (2016). Njihovi rezultati ukazuju na činjenicu da kacige s potpunom pokrivenošću pružaju oko 3% ograničenja u horizontalnom perifernom vidnom polju u usporedbi s vozačem koji nema kacigu. Vidno polje testirano je Listersovim perimetrom, a zabilježeno je i slušno i vizualno vrijeme reakcije. Temeljem rezultata zaključilo se da vidno polje te auditivno i vizualno vrijeme reakcije nisu bili izuzetno pogođeni kod zdravih muških i ženskih korisnika kontrolnih kaciga koje koriste standardnu kacigu patentirane tvrtke. No, vrijeme reakcije na vizualne podražaje u obliku crvenog i zelenog svijetla bilo je produljeno kod korisnika kacige. Uspoređujući spomenute rezultate s rezultatima testiranja ovog istraživanja, dobivene su djelomično oprečne spoznaje s obzirom da je u testiranju skijaške kacige zaključeno da korištenje kacige uistinu značajno utječe na smanjenje vidnog polja i na produljenje vremena za reakciju na vizualne podražaje, neovisno o boji podražaja koja u slučaju mjerenja za potrebe ovog istraživanja nije analizirana zasebno. S druge strane, definirana ograničenja tijekom nošenja kacige su slična kada se promatraju smetnje koje se manifestiraju upravo u perifernom vidnom polju i smanjenoj mogućnosti odgovora na pojedine vizualne podražaje. Pregledom rezultata skijaškog istraživanja i njihovom detaljnijom analizom utvrđeno je da je percepcija podražaja očuvana jedino za regiju Sredina što je i očekivano s obzirom da u tom slučaju ulogu percepcije podražaja ima tzv. središnji (centralni) vid koji omogućuje da osoba vidi stvari ravno ispred sebe, a ne periferni vid što je slučaj kod ostalih testiranih regija.

Naime, većinu vremena tijekom cjelokupnog procesa stvaranja vida pokreti očiju usmjeravaju središnji vid prema relevantnim objektima, dok periferni vid kontinuirano izdvaja koherentne kontekstualne informacije. Navedeni procesi omogućuju da vizualno prepoznavanje kod ljudi bude veoma učinkovito i brzo. Složeni podražaji kao što su objekti i prirodni prizori robusno se obrađuju i kategoriziraju unatoč njihovoj beskonačnoj varijabilnosti. No, upravo zbog spomenute varijabilnosti, obrada prostornih frekvencija je nehomogena u cijelom vidnom polju (Roux-Sibilon i sur., 2019). Smanjena homogenost obrade vizualnih informacija još je više izražena kada se koristi pojedina zaštitna oprema za glavu s time da ona predstavlja

određena dodatna ograničenja koja se moraju procesuirati i uzeti u obzir kada je u pitanju cjelokupni vizualno-perceptivno-motorički obrazac.

Nastavno na područje korištenja kacige kod motociklista, Morice i sur. (2015) također su istražili perceptivne učinke nošenja kacige tijekom vožnje motocikla. Njihov cilj bio je donijeti određene zaključke o tome smanjuje li nošenje kacige težinu ozljeda u sudaru motocikla uz istovremeni rizik da se vjerojatnost sudjelovanja u prometnoj nesreći može povećati smanjenjem vidnog polja vozača. Zadatak koju su provodili ispitanici se sastojao od svladavanja zavoja u fiksnom simulatoru dok se istovremeno manipuliralo okomitom dimenzijom vizira kacige i potrebom vozača za provjerom brzinomjera. Smanjenje okomitog otvora ispod otprilike 30° značajno je umanjilo sposobnost vozača da zadrži svoju poziciju u traci i brzinu pri čemu je učinak veličine otvora bio znatno veći kada je bila potrebna provjera brzinomjera. Pogoršanje performansi vožnje pri manipuliranju vidnim poljem, tj. smanjenju vertikalnih dimenzija vizira, zbog čega vozači imaju poteškoća u održavanju svoje pozicije u traci i brzine, sugerira da učinkovite performanse vožnje zahtijevaju korištenje vizualnih informacija na daljinu i na blizinu. Slično je i u alpskom skijanju, s obzirom da skijaš mora prilagoditi svoje reakcije i motorički odgovor sukladno situaciji na skijaškoj stazi. Skijaš kontinuirano mijenja svoj fokus kako bi izbjegao određene opasnosti koje se nalaze u njegovoj neposrednoj blizini ili kako bi izbjegao statičke i dinamičke objekte koji se nalaze na većoj udaljenosti. To je još više naglašeno kada se kombinirano koriste kaciga i skijaške naočale s obzirom da su tada smanjene sposobnosti lokalizacije rubnih vizualnih podražaja (u regijama Lijevo i Desno gore gdje su zabilježene najveće smetnje), a i vrijeme odgovora na podražaj značajno je produljeno u odnosu na kontrolni uvjet kada se nosi samo kapa ( $p < 0,001$ ).

U nedavno objavljenom preglednom radu autora Tabary i sur. (2021) napravljen je pregled literature u koji je uključeno ukupno 137 studija kako bi se istražila i ocijenila učinkovitost različitih vrsta motociklističkih kaciga, odnosno povezanost između različitih vrsta kaciga i učestalosti i ozbiljnosti ozljeda glave, vrata i lica kod motociklista. Pronađen je vrlo ograničen broj dokaza o boljoj zaštiti pomoću kaciga koje pokrivaju cijelo lice od ozljeda glave i lica u usporedbi s kacigama s otvorenim licem i polupokrivajućim kacigama. Nadalje, bilo je malo dokaza o superiornosti određene vrste kacige u odnosu na druge u smislu zaštite od ozljeda vrata. Utvrđeno je i da kacige mogu utjecati i ograničiti vozače u smislu vida, sluha i ventilacije. Primjerice, periferni vid je ograničen pri korištenju kacige što može dovesti do pogrešne procjene zavoja i brzine. Ovo ograničenje izravno prisiljava vozače da pomiču glavu

i povećaju rotacije glave kako bi pokrili slijepe točke. Slične spoznaje mogu se primijeniti i u području alpskog skijanja, s obzirom na važnost kontinuirane prilagodbe izvedbe skijaškog zavoja, brzine i motoričkih reakcija ovisno o situacijama na samoj stazi. Korištenjem kacige navedene radnje moraju se provoditi s još većom dozom opreza i još većom spoznajom važnosti pravovremenog uočavanja potencijalnih opasnosti s ciljem donošenja pravovremenih odluka prilagođenih svakoj situaciji. Sličnost između motociklizma i alpskog skijanja je također u važnosti pravovremenog reagiranja na podražaje koji se pojavljuju upravo iza leđa same osobe čime se još više povećava važnost pravovremene anticipacije i reakcije kada se vizualni podražaj pojavi u perifernom vidnom polju same osobe.

Kada je riječ o drugim sportskim aktivnostima, autori Wilkins i sur. (2019) proveli su ispitivanje vidnog polja kod igrača kriketa koje su podijelili u pojedine regije, slično kao i u laboratoriju na ortoreter uređaju za potrebe ovog istraživanja kada je proveden test „Perimetrija 28 točaka“. Autori su testirali različite regije vidnog polja u specifičnim uvjetima kada su igrači nosili kacige za kriket; „staru“ koja nije u skladu s novim propisima i ekvivalentnu zamjenu, odnosno kacigu koja zadovoljava nove propise i sigurnosne standarde. Ispitivanje vidnog polja provedeno je monokularno na oba oka svakog sudionika pomoću Humphreyeve perimetrije s uzorkom vidnog polja od 76 točaka koje se pojavljuju kroz ukupno vidno polje koje iznosi 60 stupnjeva. Vizualni podražaji su prikazani na različitim pozicijama unutar perifernog vida sudionika u definiranom vidnom polju. Također, u naknadnoj analizi, vidno polje podijeljeno je u pet regija kako bi se istražilo jesu li neka područja vida različito pogođena uvođenjem nove kacige. Tih pet regija definirano je kao gornje vidno polje, gornje središnje vidno polje, središnje vidno polje, donje središnje vidno polje i donje vidno polje. Novi dizajn kacige pokazao se većom smetnjom i značajnije smanjuje vidno polje nositelja (66,1 točaka percipiranih u novoj kacigi vs. 74,8 točaka percipiranih sa starom kacigom), s ograničenjem vida pretežno usmjerenim na gornje vidno polje. Odnosno, korištenje novog modela kacige smanjilo je vidno polje i primjećivanje vizualnih podražaja u perifernim dijelovima. No, nisu poznati rezultati brzine reakcije ovisno o tipu korištene opreme zbog čega se ne mogu donijeti potpuni zaključci o utjecaju kacige za kriket na cjelokupni vizualno-perceptivno-motorički obrazac sportaša.

Rezultati spomenute studije slični su onima dobivenim u laboratorijskom dijelu ovog istraživanja gdje je najveće smanjenje vidnog polja tijekom korištenja različitih kombinacija skijaške kacige i skijaških naočala uočeno u gornjem dijelu vidnog polja, točnije u regijama

Lijevo gore, Desno gore i Sredina gore. Iako kombinacija skijaške kacige i skijaških naočala zasigurno pruža najveću sigurnosnu zaštitu skijaša, ona istovremeno značajno narušava vidne sposobnosti samog skijaša. Ono što je zanimljivo je činjenica da u ovom istraživanju skijaške naočale kao dodatak doprinose smanjenju vidnog polja čak i u uvjetima kada se kombiniraju sa skijaškom kapom. S druge strane, kaciga u kombinaciji sa sunčanim naočalima nije se pokazala kao vodeći remeteći čimbenik. Nastavno na prethodno spomenutu studiju te na rezultate ovog istraživanja očekivano je da navedene regije gornjeg dijela vidnog polja imaju najniže postignute vrijednosti jer nisu u glavnom fokusu oka, odnosno nalaze se u području koje pokriva isključivo periferni vid. Ukupan broj točaka u testiranju na ortoreteru bio je 28 te je u uvjetima nošenja samo kape percipirano prosječno 25,23 točaka kada se promatraju svi ispitanici zajedno dok je u uvjetima nošenja skijaške kacige i skijaških naočala percipirano prosječno 14,31 točka što ukazuje na razmjere utjecaja spomenute opreme na smanjenje vidnog polja skijaša rekreativaca. Vezano uz interakciju kaciga\*uvjet, nisu zabilježene značajne razlike kada se promatraju rezultati lokalizacije vizualnih podražaja iskusnih nositelja kacige u odnosu na one koji ju uobičajeno ne koriste tijekom alpskog skijanja ( $p=0,405$ ).

Još jedna studija usmjerila se na istraživanje područja utjecaja zaštitne kacige na vizualnu percepciju u kriketu, a proveli su je Neave i sur. (2004). U navedenoj studiji provedeni su postupci samoprocjene i utvrđivanje određenih kognitivnih mjera na uzorku od 16 igrača kriketa prije i nakon umjereno intenzivne vježbe (vježbe udaranja loptice u kriketu). Sudionici su dva puta bili podvrgnuti mjerenju, jednom dok su nosili standardnu zaštitnu kacigu, a drugi put kada nisu nosili kacigu. Kognicija je u ovoj studiji procijenjena korištenjem CDR kompjutoriziranog sustava testiranja (Cognitive Drug Research Ltd, Reading, UK), a jedna od komponenti koja se promatrala je vrijeme reakcije na podražaj te sposobnosti brze obrade vizualnih informacija. Točnost pažnje (test koji se sastoji od točnosti i pogrešaka u zadacima budnosti i točnost u zadatku vremena reakcije izbora) otkrila je značajan učinak pojedinog uvjeta testiranja jer je izvedba tijekom nošenja kacige bila manje precizna nego u stanju bez korištenja kacige ( $p=0,02$ ). Nadalje, korištenje zaštitne kacige dovelo je do određenih kognitivnih promjena u smislu smanjenja pažnje, budnosti i vremena reakcije. Ovi zaključci mogu imati značaj za one aktivnosti u kojima sudionici izvode kognitivno zahtjevne zadatke u uvjetima tjelesne aktivnosti dok nose zaštitne kacige. Alpsko skijanje je jedan od takvih primjera, s obzirom da je sposobnost brzog i točnog reagiranja tijekom dugotrajnije koncentracije ključna za uspjeh cjelokupne izvedbe skijaša. Spomenuti rezultati slični su onima dobivenim u ovom istraživanju sa stajališta utjecaja kacige na vizualne sposobnosti, posebno

kada je riječ o brzini reakcije na podražaj. Naime, testiranjem na skijaškoj stazi u uvjetima nošenja skijaške kacige ispitanik je imao značajno sporiju reakciju na nadolazeći periferni vizualni podražaj čime se povećava rizik od zakašnjele, tj. nepravovremene i neprilagođene reakcije u obliku motoričkog odgovora (prosječno vrijeme reakcije je 0,36 sekundi kada se kaciga kombinira sa sunčanim naočalama u odnosu na prosječno vrijeme od 0,29 sekundi kada se nosi samo kapa). Rizik je još veći kada se kombinira skijaška kaciga sa skijaškim naočalama, s obzirom da je tada zabilježeno najduže vrijeme reakcije, odnosno prosječno vrijeme reakcije svih ispitanika iznosi 0,53 sekunde. Potrebno je naglasiti da su u slučaju kombiniranog korištenja kacige i naočala primjetne značajne razlike između nositelja i nenositelja kacige (LS -  $p=0,020$ ; DS -  $p=0,005$ ), tj. nositelji kacige imaju zabilježeno brže vrijeme reakcije u odnosu na nenositelje kacige.

Nadalje, konkretno vezano uz skijaške sportove, smanjenjem perceptivnih sposobnosti javlja se opasnost odgođene reakcije čime se povećava rizik od nastanka ozljeda glave i lokomotornog sustava uslijed sudara s drugim skijašima ili pada na skijaškoj stazi. Sposobnost osobe da reagira i zaštiti se vitalna je zaštitna strategija za izbjegavanje udaraca glavom ili drugih udaraca tijekom bavljenja sportom koji uključujuje druge sportaše (namjerni ili nenamjerni kontakt s protivnicima, suigračima ili drugim skijašima na skijaškoj stazi). Autori Eckner i sur. (2011) provodili su istraživanje na sportovima s palicom gdje su promatrali vrijeme reakcije u korelaciji s jednostavnim testom reakcije i sposobnost zaštite glave rukama kada se predmet približava glavi. Iako je odgovor s ciljem zaštite glave korišten u njihovoj studiji najbliži simulaciji zaštitnog odgovora koji bi se mogao koristiti u sportu s palicom (bejzbol, softbol ili kriket), postoji vjerojatnost da je ova vrsta reakcije relevantna i u drugim sportovima i situacijama. Tijekom alpskog skijanja, na temelju vizualne povratne informacije, skijaši moraju brzo procijeniti i prilagoditi svoje radnje, poput brzine, smjera kretanja ili položaja tijela kako bi se zaštitili od eventualnih nadolazećih prijetnji u smislu sudara ili pada.

Spomenuti trend kretanja rezultata prisutan u testiranju vidnog polja za potrebe ovog istraživanja omogućuje donošenje zaključka da su najveće smetnje prisutne upravo u kutovima vidnog polja kada se nosi skijaška kaciga u pojedinim kombinacijama. Odnosno, lokalizacija vizualnih podražaja bila je najlošija u regijama Lijevo gore i Desno gore uz uočenu statistički značajnu razliku kada se rezultati uspoređuju s kontrolnim uvjetom ( $p<0,001$ ). Područja vidnog polja obuhvaćena središnjim vidom manje su pogođena nošenjem pojedine kombinacije zaštitne opreme u odnosu na polja koja se nalaze na periferiji.

Slični nalazi dobiveni su u studiji koju su proveli Kramer i sur. (2021). Njihov glavni fokus bio je na učinku zaštitnih kaciga na vid i senzorne performanse tijekom bavljenja američkim nogometom, lacrosseom ili hokejom na ledu. Učinkovitost vida procijenjena je pomoću Senaptec Sensory Station (Senaptec, Inc.), digitalnog uređaja za dijagnostiku i trening sportaša. Njihovi zaključci bili su povezani sa smanjenom sposobnošću reagiranja na podražaje koji su se nalazili u kutovima Senaptec Sensory ekrana, odnosno odgovor je bio sporiji na vizualne mete na periferiji u uvjetima kada se nosi kaciga. Sukladno tome, za ocjenu reakcije tipa „kreni/ne kreni“, sudionici su osvojili manje bodova kada su nosili kacigu. Za procjenu koordinacije tipa „oko-ruka“, smanjenje performansi povezano sa stanjem nošenja kacige bilo je izravno povezano sa usporenim odgovorima na periferne mete. Navedeni rezultati slažu se sa samoprocjenom zadatka koju su prijavili sudionici po završetku testiranja, navodeći da su imali poteškoća s uočavanjem podražaja u kutovima ekrana u uvjetima kada su nosili kacigu.

Nadalje, podaci navedene studije sugeriraju da hokejaške kacige uvelike uzrokuju lošiju koordinaciju tipa „oko-ruka“ tijekom nošenja kacige. Osim toga, hokejaške kacige negativno utječu i na izvedbu povezanu s vremenom jednostavne reakcije ruku. Ovi dokazi ukazuju da hokejaške kacige različito utječu na vizualne performanse, što bi moglo biti posljedica jedinstvenog dizajna vizira koji se nosi na hokejaškim kacigama. U skladu s tim, smatra se da distraktni faktor pred očima može negativno utjecati na vidne sakade čime je sposobnost vida narušena, a posljedično je vidljiv negativan utjecaj i na samu izvedbu te reakcije sportaša. Navedene spoznaje mogu se transferirati i u područje alpskog skijanja kada se promatra utjecaj skijaških naočala na vidno polje i brzinu reakcije s obzirom na sličnost dodatka skijaških naočala i samog vizira ili „kaveza“ na hokejaškim kacigama.

Slični problemi vidnih sposobnosti, odnosno smanjenje vidnog polja, prisutno je tijekom testiranja na ortoreter uređaju gdje je uočena degradacija performansi u smislu smanjene percepcije perifernih vizualnih podražaja u kombinacijama nošenja zaštitne opreme koje uključuju skijašku kacigu ili skijaške naočale, a posebno se to odnosi na istovremeno nošenje kacige i skijaških naočala (prosječno 25,23 podražaja percipirano tijekom nošenja kape vs. prosječno 14,31 podražaja percipirano tijekom kombinacije kacige i skijaških naočala). Također, u terenskom dijelu istraživanja dobiveni su slični rezultati vezani uz produljeno vrijeme reakcije u uvjetima nošenja skijaške kacige i skijaških naočala (statistički značajna razlika u odnosu na nošenje kape,  $p < 0,001$  za obje strane). Prednost ovog istraživanja područja vizualne percepcije sa stajališta utjecaja zaštitne opreme za glavu na brzinu reakcije na periferne

podražaje je u provođenju u situacijskim uvjetima, što omogućava donošenje konkretnijih zaključaka u odnosu na spomenuto istraživanje autora Kramer i sur. (2021). Navedeni zaključci izuzetno su važni kada se uzme u obzir činjenica da je vrijeme reakcije ključno u sportu jer dodatno vrijeme koje je potrebno pojedincu da odgovori na metu kada nosi kacigu dovodi do sporijeg odgovora na nadolazeću prijetnju. Primjerice, u slučaju alpskog skijanja, sporija reakcija i suženo vidno polje zasigurno povećavaju rizik od sudara s drugim skijašima na skijaškoj stazi ili pak nekim drugim, fiksnim objektima.

Konstrukcija kacige, odnosno sami dizajn kacige izuzetno je važan sa stajališta stvaranja potencijalnih blokada u vidnom polju te je taj čimbenik važno uzeti u obzir kod izdavanja sigurnosnih certifikata. Spoznaje vezane uz utjecaj konstrukcije kacige na vidno polje učestalo su tema rasprave i u području američkog nogometa gdje se primjenjuje slična metodologija istraživanja primjenjena za potrebe laboratorijskog protokola mjerenja u ovom istraživanju. Studija koju su proveli Shelly i sur. (2019) procjenjuje tvrdnju da novi modificirani prototip kacige osigurava veće vidno polje za igrača u usporedbi s kacigom koju uobičajeno nose igrači američkog nogometa. Testiranje je provedeno uz pomoć FITLIGHT bežičnog reakcijskog sustava koji se sastoji od LED svjetala. Ispitanici su izjavili da je modificirana kaciga znatno manje utjecala na njihov središnji i periferni vid nego uobičajena kaciga. Rezultati ukazuju da standardni tip kacige značajno povećava vrijeme odgovora nositelja ( $p < 0,05$ ). Također, dok je kvantifikacija percepcije vidnog polja bila slična za sve uobičajene tipove kaciga, ispitanici su uočili da modificirani prototip kacige ima značajno veće očuvanje ukupne veličine vidnog polja, za frontalni vid ( $p < 0,05$ ) i za periferni vid ( $p < 0,05$ ). Kada se promatra utjecaj modificirane kacige i uvjeta testiranja bez kacige, nema značajnih razlika u veličini vidnog polja. Kod modificirane kacige gornji dio maske za lice gdje se gornja traka povezuje s prednjim vrhom kacige ne dolazi u vidokrug nositelja dok većina ostalih kaciga ima maske za lice vidljive u gornjim kutovima područja gledanja što u konačnici uzrokuje određene blokade tijekom vizualne percepcije. Odnosno, kacige u američkom nogometu zaklanjaju vidno polje korisnika putem maske za lice, ali u velikom broju slučajeva sama konstrukcija kacige također može ograničiti periferni pogled. Zaključke o negativnom utjecaju dodatka u smislu maske za lice moguće je korelirati s podacima ovog istraživanja s obzirom da su velike smetnje u vizualnoj percepciji također zabilježene kada se kombiniraju kaciga i skijaške naočale, kako u laboratorijskom testu analize vidnog polja, tako i u terenskom testu analize brzine reakcije. Također, podaci su slični neovisno o testiranoj skupini ispitanika, no važno je spomenuti kako su u situacijskim uvjetima ispitanici koji nemaju naviku nošenja skijaške kacige postigli lošije



rezultate u odnosu na korisnike kaciga (Lijeva strana –  $p=0,020$ ; Desna strana –  $p=0,005$ ). Razlog tome može biti što navedenim ispitanicima korištenje kacige nije prirodno stanje tijekom alpskog skijanja čime se povećavaju smetnje percepcije, odnosno odgođen je motorički odgovor na periferne podražaje. Iskusni korisnici kacige drugačije percipiraju okolinu tijekom korištenja kacige te imaju iskustva u tome kako prilagoditi svoje motoričke radnje u smislu što bržeg otkrivanja promjena u okolini i primjerenom reakciji u pojedinoj situaciji na skijaškom terenu. S druge strane, rezultati laboratorijskog testiranja veličine vidnog polja pokazuju da nema razlika između grupe ispitanika koji imaju naviku nošenja kacige i grupe ispitanika koji nemaju stečenu naviku nošenja skijaške kacige kada se promatraju. Navedeno se može objasniti strogo kontroliranim uvjetima u kojima ispitanik nije trebao procesuirati dodatne informacije koje ga okružuju te je fokus bio isključivo na rješavanju jednog zadatka i percepciji unaprijed definiranih podražaja, bez dodatnih kontekstualnih informacija i raznih vizualnih podražaja različite jačine iz okoline.

Miller i sur. (2019) također su istraživali učinak zaštitne opreme za glavu na vrijeme reakcije i vizualno otkrivanje mete kod igrača američkog nogometa primjenom laboratorijskog protokola mjerenja. Ispitanici su sudjelovali u mjerenju koje se sastojalo od tri uvjeta: kontrolna vrijednost bez pokrivala za glavu, samo kaciga i kaciga sa štitnikom za oči. Testovi su provedeni korištenjem Dynavision D2 Visuomotor ploče sa 64 svjetlosna signala. Sposobnost otkrivanja mete bila je veća, tj. bolji rezultat postignut je bez nošenja zaštitne opreme nego sa nošenjem kacige ( $p<0,001$ ) i kacige i štitnika ( $p<0,001$ ). Prosječno ( $p<0,001$ ), vršno ( $p<0,001$ ), minimalno ( $p<0,001$ ) i srednje ( $p<0,001$ ) vrijeme periferne reakcije bilo je brže tijekom kontrolnog uvjeta nego kada se nosila kaciga te kombinirano kaciga i štitnik. Nisu primijećene značajne razlike za bilo koje rezultate između uvjeta nošenja kacige te kacige i štitnika ( $p>0,05$ ). Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti da je zaštitna oprema za glavu općenito produžila vrijeme reakcije na periferne vizualne podražaje. Dodavanje štitnika za oči imalo je također određeni mali učinak na vrijeme reakcije i otkrivanje cilja, odnosno lokalizaciju podražaja. S druge strane, u ovom istraživanju, uloga skijaških naočala pokazala se značajnijom u smanjenju vidnog polja i produljenog vremena reakcije na vizualne podražaje, neovisno o tome nose li se kao dodatak skijaškoj kapi ili skijaškoj kacigi. Odnosno, kombinacije testiranja koje su uključivale skijaške naočale pokazale su se većim izazovom ispitanicima i uzrokovale su statistički značajne negativne promjene u percepciji podražaja, kako u laboratoriju tako i na skijaškoj stazi. Primjerice, tijekom kombinacije kacige i sunčanih naočala zabilježeno je prosječno 19,91 primijećenih vizualnih podražaja u odnosu na 14,31 vizualnih podražaja

zabilježenih tijekom kombinacije kacige i skijaških naočala, što ukazuje na veći utjecaj dizajna i konstrukcije skijaških naočala na smanjenje vidnog polja. Također, vidno polje suženo je u vertikalnom smislu kada se kombinira kapa sa skijaškim naočalima gdje je zabilježen rezultat od prosječno 14,7 vizualnih podražaja, što dodatno naglašava činjenicu o izravnom utjecaju skijaških naočala na smanjenje sposobnosti lokalizacije podražaja unutar vidnog polja.

Nastavno na navedeno, kada je riječ o izravnom, odnosno izoliranom utjecaju naočala na vizualnu percepciju, Kauffman i sur. (2015) proveli su istraživanje u kojem su izvijestili da su sportašice koje su nosile sportske naočale imale oslabljeno pronalaženje perifernih vizualnih podražaja što podupire tvrdnju o negativnom učinku naočala na vidno polje i vrijeme potrebno za reakciju. Navedena studija jasno pokazuje da kako se udaljenost između središnje točke fiksacije i vizualnog podražaja povećava, vrijeme reakcije je sporije. Osim toga, korištenje sportskih naočala utječe više na periferni vid nego središnji vid što može dovesti do lošeg učinka sportaša i potencijalno povećan rizik od ozljeda. Sportske naočale različitog dizajna izravno se mogu povezati s rizikom od mehanizma ozljede tipa "slijepa točka", odnosno nemogućnost primjerenog odgovora u najkraćem mogućem vremenu na one podražaje koji se nalaze u rubnim dijelovima vidnog polja izvan fokusa promatrača. Navedeni zaključci koreliraju sa zaključcima ovog skijaškog istraživanja s obzirom na utvrđeni izravan utjecaj skijaških naočala na degradaciju vizualne percepcije i motoričkog odgovora. Naime, zbog svog dizajna i konstrukcije one uistinu ograničavaju sposobnost skijaša da primijeti podražaje u rubnim dijelovima čime je i odgovor skijaša učestalo odgođen i izostane primjerena reakcija. Tijekom testiranja na skijaškoj stazi zabilježeno je prosječno vrijeme reakcije za sve ispitanike od 0,36 sekundi kada se kombinira skijaška kaciga sa sunčanim naočalima u odnosu na prosječan rezultat od 0,52 sekunde kada se kaciga kombinira sa skijaškim naočalima što ukazuje na statistički značajnu razliku, neovisno o testiranoj skupini ispitanika i promatranoj strani s koje se podražaj pojavljuje ( $p < 0,000$ ). Prema spomenutim rezultatima, zaključuje se da skijaške naočale uzrokuju značajno smanjenje sposobnosti brze reakcije i odgovora na podražaje iz okoline.

Slična problematika obrađena je u studiji autora Ing i sur. (2002) koji su ispitivali učinak hokejaškog vizira i sportskih naočala na funkciju vida kako bi se utvrdilo je li potencijalna smetnja vida bitan razlog zbog kojeg sportaši izbjegavaju korištenje zaštitnih naočala. Proveo se niz testova, a međuostalim provela se Humphreyjeva središnja perimetrija od  $30^\circ$  i periferna perimetrija od  $30^\circ$  do  $60^\circ$  kod ispitanika sa i bez sportskih naočala i hokejaškog vizira (štitnik

za gornju polovicu lica). Nisu uočene statistički značajne razlike u kontrastnoj osjetljivosti sa ili bez zaštitnih naočala. No, vizir je uzrokovao statistički značajno smanjenje vidnog polja u usporedbi s uvjetom bez korištenja zaštitne opreme ( $p=0,00$ ), dok naočale nisu. Svaki od ukupnih pragova perifernog kvadranta značajno je smanjen s vizikom u usporedbi s uvjetom bez maske ( $p=0,05$ ). Temporalno polje od  $30^\circ$  do  $60^\circ$  bilo je bolje očuvano s naočalama nego s vizikom, ali periferno polje oko nosa bilo je lošije s naočalama nego s vizikom. No, općeniti zaključak provedene studije je da hokejaški vizir i sportske naočale nepovoljno utječu na periferni vid, osobito u dalekom temporalnom polju, većem od  $60^\circ$  od fiksacije.

Jedan od razloga za smanjenje perifernog vida pri nošenju različitih zaštitnih sportskih naočala može biti njihov zaštitni dizajn, ali i udaljenost između zaštitnog materijala naočala i oka. Skijaške i ostale slične sportske naočale karakteriziraju relativno debeli okviri koji su fiksirani vrlo blizu orbitalne regije lica i mogu uzrokovati veće smetnje perifernom vidu. No, važno je istaknuti kako u slučaju alpskog skijanja upravo skijaške naočale izazivaju velike smetnje u vizualnoj percepciji, dok primjerice sunčane naočale ne predstavljaju vodeći remeteći čimbenik u smanjenju vidnog polja ili brzini reakcije. Iako skijaške naočale imaju zaštitnu ulogu jer štite od ultraljubičastog zračenja i smanjuju utjecaj strujanja zraka na oko, svakako je potrebno u obzir uzeti i ograničavajuće faktore tog dodatka sa stajališta potencijalno negativnog utjecaja na sposobnost percepcije. Naime, vizualna i osjetilna percepcija može utjecati na sposobnost pojedinca da interpretira znakove okoline, predviđa radnje protivnika i stvara odgovarajuće motoričke reakcije. Na taj se način djeluje preventivno kako bi se ograničila, odnosno smanjila ozbiljnost nadolazećeg udarca glavom uslijed pada ili sudara na skijaškoj stazi (Harpham i sur., 2014).

Osmišljavanje i provedba raznih protokola ispitivanja vidnog polja, s naglaskom na periferni vid, općenito je predmet sve većeg interesa u uvjetima korištenja razne zaštitne opreme za glavu, kao što su kaciga, naočale, viziri, štitnici itd. Kada se promatra njihov utjecaj zaključuje se da korištenje navedene opreme ima značajan doprinos u zaštiti glave usred nadolazeće sile koja nastaje kao posljedica udarca ili pada, no s druge strane sve češće se ističe njihov utjecaj na senzomotorički odgovor same osobe koja navedenu opremu koristi tijekom bavljenja sportom.

Primjerice, štitnici za lice kod hokeja na ledu ključni su za sprječavanje nastanka ozljeda oka, ali također mogu ometati vid i posljedično učinak igrača, slično kao što je to slučaj tijekom korištenja zaštitne opreme za glavu u alpskom skijanju, neovisno o tome radi li se o skijašima natjecateljima ili skijašima rekreativcima. Nastavno na studije iz područja hokeja i korištenja zaštitne opreme glave, autori Dowler i sur. (2009) istražili su učinke tri različita uvjeta zaštite za lice na vremenske parametre, odnosno proveli su mjerenja u uvjetima nošenja kacige (kontrola), vizira i „kaveza“. Mjereni su sljedeći parametri: vrijeme reakcije, vrijeme kretanja i vrijeme odgovora. Rezultati su pokazali da se vrijeme odgovora značajno povećalo s „kavezom“ (23 ms), kao i odgođena reakcija u smislu rotacije glave i za vizir (14 ms) i za „kavez“ (18 ms). Ove razlike mogu predstavljati funkcionalni nedostatak za igračevu izvedbu s obzirom na dinamično okruženje i važnost donošenja brzih odluka. Primjetno je i povećanje vremena potrebnog za odgovor dok se nosio pokrivač za kavez, a u manjoj mjeri dok se nosio vizir. Blagi porast u vremenu odgovora na elitnoj razini hokeja na ledu ima potencijal ograničiti sposobnost igrača da reagira na promjene u okruženju kao što je nadolazeći sudar ili kretanje paka. Navedeni zaključci mogu se potencijalno primijeniti i u području alpskog skijanja s obzirom na sličnost korištene opreme u vidu nošenja zaštitne kacige i naočala koji također uzrokuju određene blokade vidnog polja i produljuju vrijeme odgovora. Time se potencijalno dovodi u opasnost skijaša i povećava se rizik od pada ili sudara zbog smanjene sposobnosti reakcije i percepcije okoline koja ga okružuje. Opasnost je još više izražena kod neiskusnih korisnika kacige kod kojih je uočeno prosječno sporije vrijeme reakcije na podražaje u uvjetima nošenja kacige i skijaških naočala čime se produljuje vrijeme odgovora na specifične situacije na skijaškoj stazi. Skijaši rekreativci oslanjaju se na vizualne znakove za snalaženje po terenu, predviđanje prepreka i donošenje odluka u djeliću sekunde. Kada se tijekom alpskog skijanja koristi zaštitna oprema za glavu, odnosno kaciga i naočale, potrebno je sve radnje prilagoditi eventualnim smetnjama koje ta oprema može uzrokovati kako bi se osigurala ista razina snalaženja, predviđanja i donošenja odluka.

Nastavno na spoznaje prethodno spomenutih radova, Poltavski i Biberdorf (2015) zaključili su da se 69% varijance u golovima koji su se postigli u hokeju u razdoblju od 2011. do 2013. godine moglo predvidjeti igračevim bržim vremenom reakcije na vizualni podražaj, boljom vizualnom memorijom, boljom vizualnom diskriminacijom i bržom sposobnošću prebacivanja fokusa između bliskih i udaljenih objekata. Približno 33% varijance u bodovima u igri bilo je značajno povezano s boljom diskriminacijom među konkurentskim vizualnim podražajima. To je jedno od istraživanja koje dokazuje da su vizualne vještine doista važne za

izvedbu hokejaša na ledu, ali i ostalih sportaša srodnih sportova u kojima je potrebno pravovremeno reagirati na vizualne podražaje. Područje rekreativnog bavljenja skijanjem još je specifičnije zbog raznolikosti populacije koja se bavi alpskim skijanjem te je kod skijaša rekreativne razine smanjena mogućnost „treniranja“ vizualnih vještina. Upravo zbog ove činjenice, kod skijaša rekreativaca posebno je važna informacija o utjecaju pojedine opreme na vid i brzinu reakcije kako bi se u praktičnom smislu mogle dati smjernice za odabir te konstrukciju kacige i skijaških naočala koje će imati minimalne utjecaje na konačnu izvedbu i sigurnost skijaša. Navedeno je dokazano i potvrđeno rezultatima terenskog mjerenja u ovom istraživanju. Utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika kada se analiziraju odnosi svih eksperimentalnih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu s kontrolnim mjerenjem, s iznimkom usporedbe rezultata kontrolnog stanja (kapa) vs. kapa i sunčane naočale kada se skijaš spušta lijevom stranom iza leđa ispitanika. Također, u laboratorijskom dijelu mjerenja također se utvrdilo da se gotovo svi promatrani eksperimentalni uvjeti razlikuju od kontrolnog mjerenja, s iznimkom regije Lijevo gore gdje nije utvrđena razlika u relaciji kapa vs. kapa i sunčane naočale. Nadalje, razlika nije utvrđena u regiji Dolje u relaciji istih testiranih uvjeta.

Kada je riječ o studijama iz područja alpskog skijanja, postoji određen broj onih koje su usmjerene na istraživanje utjecaja skijaške kacige na brzinu reakcije na podražaje iz okoline, ali naglasak je dominantno stavljen na percepciju i lokalizaciju zvučnih podražaja te se dobiveni rezultati mogu samo djelomično uspoređivati s rezultatima ovog istraživanja.

Primjerice, u studiji Ruedla i sur. (2014) provedena je usporedba pragova sluha i lokalizacija izvora zvuka u uvjetima nošenja skijaške kacige i skijaških naočala, nošenja skijaške kape i skijaških naočala s kontrolnim stanjem bez pokrivala za glavu. Pragovi sluha pri nošenju skijaške kacige ( $6,8 \pm 1,6$  dB) i skijaške kape ( $5,5 \pm 1,6$  dB) značajno su se razlikovali ( $p=0,030$ ). U usporedbi s kontrolnim stanjem ( $2,5 \pm 1,2$  dB), značajna razlika je utvrđena samo za skijašku kacigu ( $p=0,040$ ). Što se tiče lokalizacije izvora zvuka, točni rezultati u kontrolnom stanju (90%) pokazali su vrlo značajnu razliku u usporedbi s onima u uvjetima s kapom (65%) i kacigom (58%) ( $p<0,001$ ). U usporedbi sa skijaškom kapom, nošenje kacige značajno je smanjilo točne rezultate ( $p=0,020$ ). Zaključno, nošenje skijaške kacige negativno djeluje na sluh u maloj, ali znatno većoj mjeri u usporedbi s kapom, no stupanj je manji od onoga što se uobičajeno naziva oštećenjem sluha. U usporedbi s kontrolnim stanjem, nošenje skijaške kape ili skijaške kacige značajno je smanjilo sposobnost lokalizacije izvora zvuka. Kada je riječ o lokalizaciji i percepciji podražaja, postoje određene sličnosti utjecaja kacige neovisno o tome

radi li se o zvučnom ili vizualnom podražaju, odnosno kaciga predstavlja limitirajući faktor kada se uspoređuje s utjecajem kape na sposobnosti percepcije. U slučaju ovog istraživanja razlike između ova dva uvjeta također su statistički značajne kod obje testirane skupine ispitanika. Gotovo svi testirani uvjeti (kombinacije nošenja zaštitne opreme za glavu) statistički se značajno razlikuju u odnosu na kontrolni uvjet kada se promatraju smetnje u lokalizaciji podražaja i brzini reakcije. Razlika nije uočena jedino u usporedbi rezultata između kontrolnog uvjeta i nošenja kape u kombinaciji sa sunčanim naočalama kada se podražaj pojavljuje s lijeve strane ispitanika ( $p=0,857$ ). U području lokalizacije vizualnih podražaja svakako je potrebno istaknuti ulogu skijaških naočala s obzirom na dokazani izravni utjecaj njihove konstrukcije na vidno polje i brzinu reakcije skijaša rekreativaca u laboratorijskim, ali i situacijskim uvjetima testiranja.

Slična problematika istražena je i u radu autora Tudor i sur. (2010) koji su proveli studiju kako bi se utvrdilo smanjuje li skijaška kaciga sluh skijaša, s naglaskom na zvukove koji mogu upozoriti skijaše na potencijalno opasne situacije. Testirani uvjeti bili su nošenje skijaške kape, skijaške kacige i bez intervencija, tj. kontrola (bez pokrivala). Analizirane su razine zvučnog tlaka (dB) i frekvencije zvučnog spektra. Nisu pronađene razlike između kontrolnog uvjeta i nošenja samo skijaške kape. Značajne karakteristike prigušenja zvuka kacigom utvrđene su za frekvencije 2, 4 i 8 kHz ( $p=0,001$ ). Nadalje, visoke razine zvučnog tlaka utvrđene su za sve opasne zvukove izmjerene na padini, posebno na frekvencijama na koje je najviše utjecalo prigušenje zvuka kacige (2-8 kHz) u prethodno provedenim laboratorijskim ispitivanjima. Kacige bi mogle utjecati na razinu praga sluha u frekvencijama između 2 i 8 kHz. Spektar opasnih zvukova na padini ima visoke razine tlaka na frekvencijama na koje su najviše utjecale karakteristike prigušenja zvuka kacige (2-8 kHz), pa bi nositelji kacige mogli pogrešno protumačiti zvukove potencijalno opasnih situacija jer bi zvuk mogao biti izobličen. Sa stajališta vizualne percepcije, temeljem dobivenih rezultata u sklopu provođenja mjerenja za potrebe doktorskog rada, kaciga također može potencijalno uzrokovati pogrešno tumačenje opasnih situacija i onemogućiti skijašu da kvalitetno i pravovremeno reagira, čime se potencijalno povećava rizik od pada ili sudara s drugim skijašima na stazi. Visoka razvijenost perceptivnih i kognitivnih vještina omogućuju u mnogim brzim i dinamičnim sportovima donošenje odluke i izvršavanje složenih motoričkih radnji u vremenskim okvirima koji prelaze vrijeme uobičajene ljudske reakcije (Fadde i Zaichkowsky, 2019). Alpsko skijanje predstavlja upravo takvu aktivnost te je potrebno kontinuirano istraživati sve perceptivne i kognitivne

čimbenike koji mogu utjecati na skijaševo donošenje odluka i popratnih motoričkih radnji ovisno o različitim specifičnim situacijskim uvjetima.

Jedan od već spomenutih čimbenika koji se nastojao istražiti primjenom integriranog protokola je i utjecaj navike nošenja skijaške kacige na očuvanje vidnog polja i vrijeme reakcije. Važno je još jednom istaknuti da rezultati terenskog mjerenja na skijaškoj stazi usmjerenog na utvrđivanje vremena potrebnog za reakciju na vizualni podražaj ukazuju da postoji statistički značajna razlika između grupe ispitanika koji imaju naviku nošenja kacige i grupe ispitanika koji nemaju stečenu naviku nošenja skijaške kacige. Korisnici kaciga imaju zabilježene bolje vrijednosti koje se odnose na vrijeme reakcije na vizualni podražaj u odnosu na ispitanike koji nisu korisnici kacige. Kada je riječ o lokalizaciji vizualnih podražaja tijekom provedbe laboratorijskog protokola mjerenja, nisu utvrđene razlike kada se ispitanici grupiraju s obzirom na iskustvo nošenja kacige.

Utjecaj navike nošenja skijaške kacige na senzomotorički odgovor bio je jedan od predmeta istraživanja autora Ružić i sur. (2015) koji su proveli istraživanje kao nastavak prethodno spomenute studije autora Tudor i sur. (2010), no u specifičnim uvjetima na samoj skijaškoj stazi. Cilj istraživanja bio je ispitati ometa li skijaška kaciga lokalizaciju zvuka i vrijeme percepcije zvuka u frontalnoj ravnini. Testiranje je provedeno na stazi u 2 stanja, sa i bez nošenja skijaške kacige. Svaki od ispitanika morao je čim prije reagirati na zvuk i signalizirati ispravnu stranu dolaska zvuka. Rezultati su pokazali značajnu razliku u sposobnosti lokalizacije specifičnih zvukova skijanja, odnosno zabilježen je  $72,5 \pm 15,6\%$  točan odgovor bez kacige naspram  $61,3 \pm 16,2\%$  s kacigom ( $p < 0,01$ ). Međutim, učinak na ovom testu nije ovisio o tome jesu li ispitanici navikli nositi skijašku kacigu ( $p = 0,89$ ). U određivanju vremena u kojem je zvuk prvi put opažen, rezultati su također bili u korist uvjeta kada se nije nosila kaciga. Ispitanici su izjavili da su čuli zvuk skijanja na  $73,4 \pm 5,56$  m bez kacige naspram  $60,29 \pm 6,34$  m s kacigom ( $p < 0,001$ ). U tom slučaju rezultati su ovisili o prethodnom iskustvu nošenja kacige ( $p < 0,05$ ), što znači da bi redovita uporaba kaciga, tj. navika nošenja kacige mogla pomoći u smanjenju slabljenja zvučne identifikacije do koje dolazi zbog korištenja kaciga. Zaključak istraživanja je da kacige mogu ograničiti sposobnost skijaša da lokalizira smjer zvukova opasnosti i mogu ometati trenutak u kojem se zvuk prvi put čuje.

Pragovi sluha i sposobnost lokalizacije zvuka kod ispitanika bili su također predmet istraživanja autora Seebacher i sur. (2022) te su procijenjeni promatrajući tri stanja: bez skijaške kacige, s konvencionalnom kacigom i s modificiranom kacigom. Sva ispitivanja sluha u ovoj

studiji provedena su u uvjetima slobodnog zvučnog polja u anehoičnoj komori. Rezultati su pokazali da je modificirana kaciga bolja od konvencionalne kacige u svim aspektima, ali ipak nisu postignuti učinci i rezultati koji su postignuti u uvjetima bez nošenja kacige. Pragovi sluha kod ispitanika značajno su se poboljšali kada su im uši bile pokrivenne modificiranim jastučićima za uši, u usporedbi s konvencionalnim jastučićima za uši. Temeljem rezultata provedenog istraživanja zaključilo se da nošenje skijaške kacige ne bi trebalo smanjiti sposobnosti percepcije skijaša čime se utječe i na smanjenje rizika od ozljeđivanja. U tu svrhu, dizajn skijaške kacige trebao bi uključivati akustički poboljšane jastučice za uši, kao što je predloženo u studiji. S obzirom na važnost precizne lokalizacije sluha i zvuka tijekom alpskog skijanja, akustički poboljšani jastučići za uši skijaških kaciga mogu bitno doprinijeti povećanju sigurnosti na skijaškim stazama. Njihovi rezultati mogu se povezati s rezultatima ovog istraživanja s obzirom na istaknutu važnost percepcije i lokalizacije podražaja, kako zvučnih tako i vizualnih, s ciljem smanjenja opasnosti od padova, sudara ili neprimjerenih reakcija uslijed odgođene motoričke reakcije na podražaje iz okoline.

Iako je u slučaju lokalizacije zvuka i reakcije na zvučne podražaje dokazano da korištenje skijaške kacige utječe na smanjenje sposobnosti percepcije, reakcije i pravovremenog odgovora, područje vizualne percepcije u alpskom skijanju još uvijek nije dovoljno istraženo, posebice kod populacije rekreativaca. Zanimljivo je usporediti rezultate vezane uz utjecaj navike nošenja skijaške kacige na perceptivne sposobnosti. Iako u ovom istraživanju nisu utvrđene značajne razlike između nositelja i nenositelja kacige kada se promatra isključivo veličina vidnog polja u pojedinim uvjetima nošenja zaštitne opreme, razlike postoje kada se promatraju pojedine interakcije nakon terenskog dijela istraživanja. Dakle, sposobnost lokalizacije vizualnih podražaja, jednako kao i zvučnih podražaja u prethodno spomenutoj studiji Ružić i sur. (2015) nije ovisila o iskustvu nošenja skijaške kacige. No, kada je riječ o vremenu potrebnom za reakciju te motorički odgovor na periferni vizualni podražaj, zabilježena je statistički značajna interakcija kaciga\*uvjet kada se promatraju generalni rezultati. Konkretno, navedeno se odnosi na zabilježene statistički značajne razlike u slučaju kombiniranja skijaške kacige i skijaških naočala između nositelja i nenositelja kaciga (Lijeva strana –  $p=0,020$ ; Desna strana –  $p=0,005$ ). Odnosno, redovita upotreba kaciga pokazala se značajnim faktorom u smislu brže reakcije na periferne vizualne podražaje, neovisno s koje strane podražaj dolazi. Samim time, razvijenost navike nošenja kacige doprinosi razvoju sposobnosti brze vizualne identifikacije do koje dolazi u uvjetima istovremenog nošenja kacige i skijaških naočala.



Dostupne studije usmjerene na vizualnu percepciju u alpskom skijanju, s naglaskom na populaciju rekreativaca, većinom se odnose na provođenje raznih laboratorijskih protokola istraživanja što ne omogućuje donošenje konkretnih i konačnih zaključaka s obzirom da takvi protokoli ne mogu u potpunosti imitirati specifične uvjete koji su prisutni tijekom alpskog skijanja na skijaškoj stazi.

Kada je riječ o povezanosti vizualne percepcije, brzine reakcije i zaštitne opreme koja štiti glavu, jedno od istraživanja o utjecaju kacige i naočala na vidno polje i vrijeme reakcije na vizualne podražaje proveli su Ruedl i sur. (2011a) koji su istraživali razlike u vremenu reakcije na periferne podražaje pri testiranju različitih uvjeta korištenja zaštitne skijaške opreme (kapa, kapa u kombinaciji sa skijaškim naočalima, skijaška kaciga, skijaška kaciga u kombinaciji sa skijaškim naočalima). Proveli su *Compensatory-Tracking-Test* gdje je najniže prosječno vrijeme reakcije izmjereno za korištenje samo kape (477,3±16,6), što se nije razlikovalo od korištenja samo kacige (478,5±9,1, p=0,911). Međutim, vrijeme reakcije bilo je značajno dulje za korištenje kape i naočala (514,1±20,8, p=0,005) i za korištenje kacige i naočala (497,6±17,3, p=0,017) u usporedbi s korištenjem samo kape. Zaključili su da nošenje samo skijaške kacige nije umanjilo vrijeme periferne reakcije tijekom provedenog testa, ali je dodavanje skijaških naočala kacigi negativno utjecalo na vrijeme reakcije perifernog vida. Iako argumenti vezani uz nedostatke skijaške kacige uključuju oštećenje vida, pet dobro pristajajućih skijaških kaciga odabranih za navedeno istraživanje konstruirano je na način da je rub kacige izvan vidnog polja te samim time nemaju negativan utjecaj na samo vidno polje i vrijeme reakcije. S druge strane, rezultati pokazuju da su skijaške naočale povećale srednje vrijeme reakcije na periferne podražaje te da njihovo korištenje dovodi do smanjenja sposobnosti vida i brzine reakcije na periferne vidne podražaje. S obzirom na spomenute zaključke postavilo se pitanje utječe li uistinu skijaška kaciga na sposobnosti vizualne percepcije ili su ipak skijaške naočale glavni čimbenik u nastajanju smetnji u vidnom polju i povećanju vremena potrebnog za reakciju. Naime, u praktičnom smislu kontinuirano se vodila debata o izravnom utjecaju skijaške kacige na percepciju i motorički obrazac odgovora na podražaje iz okoline dok je uloga skijaških naočala bila donekle zanemarena. Zaključci ovog istraživanja idu u smjeru istih zaključaka spomenute studije s obzirom da je također dokazana značajnija uloga skijaških naočala u području vizualne percepcije u odnosu na korištenje skijaške kacige. S obzirom na opći trend kretanja rezultata, najveće smetnje tijekom nošenja zaštitne opreme za glavu prisutne u rubnim, tj. perifernim dijelovima vidnog polja (regije Lijevo gore, Desno gore i Sredina gore). Kombinacija kacige i sunčanih naočala predstavlja manju smetnju u postignutim rezultatima u

odnosu na kombinacije koje uključuju skijaške naočale što dovodi do zaključka da sama kaciga ipak nije najvažniji čimbenik u smanjenju vidnog polja.

Ono što je poveznica između rezultata spomenutih istraživanja iz područja vizualne percepcije u alpskom skijanju i rezultata istraživanja u sklopu ovog doktorskog rada je upravo istražena izolirana uloga skijaške kacige i skijaških naočala. Rezultati dokazuju da su veća ograničenja vizualne percepcije uzrokovana skijaškim naočalima nego što to uzrokuje korištenje same skijaške kacige.

Kada je riječ o skijaškim naočalima, ono što je potrebno istaknuti je važnost edukacije skijaša rekreativaca vezano uz odabir ispravnih leća skijaških naočala koje trebaju biti prilagođene uvjetima vidljivosti. Naglasak je potrebno staviti na korištenje naočala s dobrom ventilacijom kako bi se izbjegla mogućnost zamagljivanja i odabir prozirnih ili tamnijih leća ovisno o uvjetima okoline kako bi se osigurala dobra kontrastna osjetljivost i održala vidna oštrina. Naime, skijaške naočale mogu poboljšati vidljivost u uvjetima slabog osvjetljenja i smanjiti odsjaj, ali također mogu ograničiti periferni vid skijaša ako su loše dizajnirane ili ne pristaju pravilno. Slično tome, kacige mogu pružiti zaštitu, ali također mogu ograničiti vidno polje skijaša ako su prevelike ili ne pristaju kako treba. Također, preporuka je odabrati skijaške naočale koje imaju relativno tanje okvire kako bi se smanjila udaljenost između leće i oka čime se osigurava bolja sposobnost percepcije vizualnih podražaja u rubnim dijelovima perifernog vidnog polja.

Nadalje, kako bi se donijeli još konkretniji zaključci o promjenama koje se događaju u vidnom polju u uvjetima nošenja različite zaštitne opreme Ruedl i sur. (2012c) proveli su istraživanje s ciljem procjene smanjuje li slušanje glazbe s audio skijaškom kacigom vrijeme reakcije na periferne podražaje. Za potrebe ispitivanja koristio se također već spomenuti *Compensatory-Tracking-Test*. Analizom dobivenih rezultata utvrđene su značajne razlike u vremenu reakcije između četiri uvjeta ispitivanja ( $p=0,039$ ). Najniže srednje vrijeme reakcije izmjereno je za korištenje kacige tijekom slušanja glazbe ( $507,9 \pm 13,2$  ms), što se nije razlikovalo od samog korištenja kacige ( $514,6 \pm 12,5$  ms;  $p=0,528$ ). Međutim, u usporedbi s korištenjem kacige tijekom slušanja glazbe, vrijeme reakcije bilo je značajno dulje za kacigu i skijaške naočale koje su se koristile zajedno ( $535,8 \pm 14,2$  ms;  $p=0,005$ ), sa sličnim trendom za kacigu i skijaške naočale koje su se koristile zajedno tijekom slušanja uz glazbu ( $526,9 \pm 13,8$  ms;  $p=0,094$ ). Zaključno, slušanje glazbe s audio skijaškom kacigom nije povećalo prosječno vrijeme reakcije na periferne podražaje u laboratorijskim uvjetima. Kada je općenito riječ o

utjecaju kacige na brzinu reakcije na podražaje iz okoline, svakako je potrebno obratiti pažnju na činjenicu da kaciga može dodati težinu glavi i samim time utjecati na ravnotežu i koordinaciju skijaša, što može potencijalno negativno utjecati na vrijeme reakcije.

Potrebno je naglasiti kako su oba prethodno spomenuta istraživanja provedena isključivo u laboratorijskim uvjetima te se ne može zaključiti kakvi bi bili rezultati da su testiranja provedena u specifičnim situacijskim uvjetima na skijaškoj stazi. No, rezultati mjerenja u sklopu doktorskog rada, koji objedinjuju laboratorijska i terenska mjerenja, uistinu idu u smjeru donošenja zaključaka o skijaškim naočalama kao vodećem limitirajućim čimbenikom vizualne percepcije. Kombinacije zaštitne opreme koje uključuju skijaške naočale, neovisno radi li se samo o kapi ili kacigi, predstavljaju najveću smetnju u lokalizaciji vizualnih podražaja u cjelokupnom vidnom polju te u samom odgovoru, odnosno u potrebnom vremenu za reakciju na periferne vizualne podražaje. Većinu vremena u prirodnom vidu pokreti očiju usmjeravaju središnji vid prema relevantnim objektima, dok periferni vid kontinuirano izvlači koherentne kontekstualne informacije. Kad se pred očima pojavi zapreka, još je veći izazov prepoznati i regrutirati informacije dobivene iz perifernog vida te primjereno i pravovremeno reagirati. U skladu s tim, distraktor pred očima može negativno utjecati na vidne sakade. Dodatno vrijeme koje je potrebno za odgovor na metu kada se nosi kaciga dovodi do sporijeg odgovora na nadolazeću prijetnju što može izravno smanjiti sposobnost sportaša da izbjegne ili se pripremi za udarac, čime se povećava mogućnost ozljede.

Prilikom obrade informacija iz okoline, mozak je više posvećen vidu nego svim drugim osjetilima zajedno, pa u slučaju da je vizualni sustav opstruiran, to može uzrokovati neučinkovitu upotrebu vizualnih procesa i sposobnosti vida što može značajno utjecati na performanse pojedinca. U konačnici to znači da što brže podražaj stigne do motoričkog korteksa, brže će biti vrijeme reakcije na podražaj, tj. što podražaj brže stigne do mozga, to se signal brže obrađuje i šalju potrebni odgovori za primjerenu motoričku reakciju.

Visokorazvijene vještine koje se odnose na brzinu reakcije na vizualne podražaje iz okoline i razlučivanje detalja vizualnog sadržaja izravno su povezane s poboljšanom izvedbom u alpskom skijanju te svaka smetnja u obliku zaštitne opreme može utjecati na smanjenje spomenutih vještina. Sa stajališta alpskog skijanja na rekreativnoj razini, smanjena sposobnost reakcije i razlučivanja vizualnog sadržaja u okolini može dovesti do povećanja rizika od pada i sudara koji predstavljaju rizični faktor za nastajanje većine ozljeda u alpskom skijanju. Također, važno je spomenuti i samu tehniku skijanja skijaša rekreativaca jer ne samo da je vizualna

percepcija poboljšana u slučaju više razine tehnike skijanja, već je i sama tehnička izvedba poboljšana neometanim opažanjem i obradom vizualnih podražaja. Nadalje, odnos između psiholoških zahtjeva, motoričke izvedbe i vizualne percepcije treba biti shvaćen dvosmjerno. Odnosno, ne samo da je vizualna percepcija smanjena psihološkim pritiskom, već je smanjeno i samopouzdanje u lošim percepcijskim uvjetima.

Temeljem svih prikazanih radova i rezultatima dobivenim u ovom istraživanju, dokazi o razlikama u vizualnoj percepciji između skijaša s razvijenom navikom nošenja kacige i onih koji nemaju navedenu naviku su različiti. Dok su neke studije otkrile da korištenje kacige može negativno utjecati na percepciju podražaja, druge studije nisu otkrile značajne razlike. Skijaši bi trebali odabrati odgovarajuće kacige koje dobro pristaju, nisu preteške i ne ograničavaju njihovo vidno polje, a također bi trebali poduzeti dodatne radnje za optimizaciju vidljivosti i sigurnosti na padinama kao što je, primjerice, prilagodba tehnike skijanja. Nadalje, utjecaj zaštitne opreme za glavu na vrijeme reakcije u alpskom skijanju složeno je pitanje koje ovisi o nizu čimbenika, uključujući vrstu i dizajn, razinu iskustva i tehnike skijaša te specifični zadatak koji obavlja. Iako se nošenje kacige općenito preporučuje iz sigurnosnih razloga, skijaši također trebaju biti svjesni mogućeg utjecaja na vrijeme reakcije i moraju prilagoditi svoju tehniku i opremu u skladu s tim.

## 8. ZNANSTVENI I PRAKTIČNI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA

Znanstveni doprinos ovog cjelokupnog istraživanja očituje se u tome što se uz pomoć znanstvenih metoda utvrdila razina utjecaja zaštitne skijaške opreme za glavu na brzinu senzomotoričke reakcije, sposobnost lokalizacije unutar vidnog polja i ograničenja opsega vidnog polja. Za navedeno, postojeća saznanja u većoj mjeri proizlaze iz empirije i mogu biti pogrešno interpretirana. U ovom istraživanju je, za razliku od dosadašnjih, integriran i laboratorijski i terenski protokol što doprinosi pouzdanosti rezultata, a posebno je značajno što je osmišljen protokol mjerenja koji je proveden u situacijskim uvjetima na skijaškoj stazi. U praktičnom smislu, novi protokol može ubuduće biti primijenjen u sportskoj industriji za testiranje utjecaja zaštitne opreme na procesuiranje vizualnih podražaja iz okoline i predviđanje ponašanja rekreativnih skijaša što može značajno doprinijeti sigurnosti na terenu.

Dobivene spoznaje omogućuju donošenje zaključaka koji idu u smjeru važnosti povećanja svijesti o potencijalnim ograničenjima koja može uzrokovati zaštitna oprema za glavu s naglaskom na kacigu i skijaške naočale. Iako se zaštitna uloga kacige i naočala ne može osporiti jer svakako imaju ulogu smanjenja ozbiljnosti ozljeda glave tijekom sudara ili pada, njihov istovremeni utjecaj na smanjenje perceptivnih sposobnosti zasigurno je potrebno uzeti u obzir. Korištenje ovih informacija potrebno je primijeniti u samoj industriji sportske opreme gdje je potrebno uvesti nove postupke testiranja opreme i dodjeljivanja potrebnih sigurnosnih certifikata, ovisno o pojedinim modelima i dizajnu same opreme. Nadalje, dobivene informacije mogu se koristiti i u obrazovne svrhe u školama alpskog skijanja kako bi skijaši rekreativci mogli odabrati svoju skijašku opremu sukladno potrebama te kako bi prilagodili svoje ponašanje na skijaškim stazama i smanjili rizično ponašanje u uvjetima nošenja skijaške kacige i naočala s obzirom na negativan utjecaj na vidne sposobnosti koje mogu uzrokovati. S druge strane, poticanje razvoja navike nošenja skijaške kacige svakako je još jedan važan čimbenik posebice kada se uzme u obzir činjenica da su iskusni korisnici kacige imali manje smetnje u brzini reakcije na periferne vizualne podražaje na skijaškoj stazi u odnosu na one ispitanike koji nemaju razvijenu navedenu naviku.

## 9. PREDNOSTI I OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA

Prednosti provedenog istraživanja su sljedeća:

1. Testiranje svih pet mogućih kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu (skijaška kapa, skijaška kapa i sunčane naočale, skijaška kapa i skijaške naočale, skijaška kaciga i sunčane naočale, skijaška kaciga i skijaške naočale) s ciljem utvrđivanja utjecaja na cjelokupnu vizualnu percepciju. U dosadašnjim istraživanjima uglavnom su testirane samo neke od spomenutih kombinacija, a najčešće se to odnosilo na usporedbu između uvjeta kada se kaciga nosi i ne nosi.
2. Integrirana dva protokola istraživanja – laboratorijski protokol mjerenja u strogo kontroliranim uvjetima te terenski protokol u situacijskim uvjetima na skijaškoj stazi. U dosadašnjim istraživanjima većinom su se primjenjivali razni protokoli mjerenja u laboratorijskim uvjetima bez potvrde dobivenih rezultata u situacijskim uvjetima što onemogućuje donošenje konačnih zaključaka u području vizualne percepcije.
3. Isti ispitanici bili su uključeni u oba protokola istraživanja temeljem čega dobiveni rezultati imaju veću značajnost zbog integriranog pristupa istraživanju vizualne percepcije. Odnosno, za iste ispitanike utvrđena je razina utjecaja pojedine skijaške opreme na vidno polje i brzinu reakcije što omogućuje donošenje konkretnih zaključaka.
4. Provedba mjerenja u standardiziranim uvjetima i uz korištenje standardizirane certificirane opreme. Prostor u kojem se provodio laboratorijski dio mjerenja bio je primjereno opremljen u skladu s potrebama istraživanja, osigurani su identični uvjeti za svakog ispitanika te je cjelokupno mjerenje bilo proveden od strane tri ista mjeritelja. U terenskom dijelu istraživanja maksimalno su se standardizirali uvjeti testiranja i osigurali su se gotovo identični uvjeti za svakog ispitanika.
5. Dobivanje informacije o razlikama između ispitanika koji imaju razvijenu naviku korištenja skijaške kacige i onih koji nemaju naviku korištenja skijaške kacige. Navedena informacija može pružiti nove spoznaje u području važnosti korištenja zaštitne opreme za glavu koja u dosadašnjim istraživanjima vizualne percepcije u alpskom skijanju nije dovoljno naglašena.

Ograničenja provedenog istraživanja su sljedeća:

1. Istraživanje je provedeno na skupini ispitanika koja ima prethodno skijaško iskustvo te nisu bili uključeni skijaški početnici. U uvjetima terenskog mjerenja utjecaj zaštitne opreme može potencijalno biti drugačiji kod skijaša početnika s obzirom na njihovo neiskustvo snalaženja na skijaškoj stazi i neprirodne okoline u kojoj se provodi testiranje njihovih sposobnosti vizualne percepcije.
2. U daljnja istraživanja potrebno je uključiti veći broj ispitanika, skijaša rekreativaca različite razine skijaškog znanja, spola i dobi kako bi se mogli donijeti konkretni zaključci o utjecaju zaštitne opreme za glavu s obzirom na drugačije karakteristike testirane populacije.
3. Za potrebe ovog istraživanja testiran je samo jedan dizajn certificiranih modela standardne skijaške kacige, sunčanih naočala i skijaških naočala. U budućim istraživanjima bilo bi potrebno istražiti utjecaj različitog dizajna svake pojedine opreme s obzirom na moguće razlike u samoj konstrukciji koje mogu u konačnici utjecati i na dobivene rezultate kada se provodi identičan protokol mjerenja.
4. Protokol mjerenja u laboratorijskim uvjetim mogao bi se modificirati i unaprijediti dodavanjem još jedne varijable koja bi se odnosila na vrijeme reakcije na vizualni podražaj koji se pojavljuje tijekom istog testa „Perimetrija 28 točaka“. Navedeni test bio bi složeniji, ali bi također dao potpuniji uvid u sposobnost vizualne percepcije svakog ispitanika u kontroliranim uvjetima.
5. Protokol mjerenja na skijaškoj stazi potrebno je također dalje unaprijeđivati. Naime, u provedenom protokolu mjerenja ispitanik stoji na skijaškoj stazi. Kako bi se u potpunosti imitirali dinamični situacijski uvjeti na skijaškoj stazi ispitanik bi trebao biti u pokretu što bi u konačnici moglo utjecati na rezultate cjelokupnog istraživanja.

## **10. TESTIRANJE POSTAVLJENIH HIPOTEZA I ZAKLJUČAK**

Provedeno istraživanje je imalo za ciljeve: (1) utvrditi utjecaj skijaške kacige i skijaških naočala u različitim kombinacijama na smanjenje vidnog polja (u laboratoriju – strogo kontrolirani uvjeti); (2) utvrditi utjecaj skijaške kacige i skijaških naočala u različitim kombinacijama na povećanje vremena potrebnog za reakciju na vizualni podražaj na skijaškoj stazi (situacijski uvjeti) te (3) utvrditi postoji li razlika u dobivenim rezultatima između osoba koje su naviknute na korištenje kacige te potencijalnih novih korisnika kacige, odnosno onih osoba koje nemaju stečenu naviku nošenja kacige. U nastavku slijedi poglavlje vezano uz testiranje postavljenih hipoteza na temelju čega se donio konačan zaključak cjelokupnog istraživanja.

### **10.1. TESTIRANJE POSTAVLJENIH HIPOTEZA**

Prva hipoteza je pretpostavljala da će skijaška kaciga i skijaške naočale utjecati na smanjenje vidnog polja i vrijeme potrebno za reakciju u laboratorijskim i terenskim uvjetima. Rezultati istraživanja potvrđuju prvu hipotezu. Kod provođenja protokola mjerenja u laboratorijskim uvjetima utvrđene su značajne smetnje u vidnom polju kada se koriste skijaška kaciga i skijaške naočale. Također, u terenskom dijelu istraživanja utvrdio se negativan utjecaj skijaške kacige i skijaških naočala na vrijeme potrebno za reakciju na nadolazeći vizualni podražaj u obliku skijaša koji se spušta iza leđa ispitanika. Važno je napomenuti da se u oba protokola mjerenja pokazalo kako kombinacije koje uključuju skijaške naočale (kapa i skijaške naočale, kaciga i skijaške naočale) predstavljaju veći ograničavajući čimbenik i više utječu na smanjenje vidnog polja u perifernim dijelovima u odnosu na samu kacigu kada se ona kombinira sa sunčanim naočalama. Odnosno, kombinacije koje uključuju skijaške naočale predstavljaju veću smetnju na samoj skijaškoj stazi kada ispitanik mora reagirati na vizualni podražaj i više utječu na odgođeno vrijeme reakcije u odnosu na samu kacigu kada se ona kombinira sa sunčanim naočalama.

Druga hipoteza je pretpostavljala da će kod ispitanika koji nemaju razvijenu naviku nošenja skijaške kacige biti prisutne veće razlike u smanjenju vidnog polja i vremenu potrebnom za reakciju na vizualni podražaj u odnosu na ispitanike koji imaju razvijenu naviku korištenja skijaške kacige. Rezultati istraživanja djelomično potvrđuju drugu hipotezu. Naime, u testiranju vidnog polja ispitanika tijekom laboratorijskog dijela istraživanja nisu uočene značajne razlike između korisnika kacige i onih koji ne koriste kacigu između pojedinih



testiranih uvjeta, tj. kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu. Nadalje, izostanak značajnog interakcijskog efekta između faktora skupine (nose kacigu vs. ne nose kacigu) i faktora uvjeta testiranja (kontrolni uvjet - kapa, kapa i sunčane naočale, kapa i skijaške naočale, kaciga i sunčane naočale, kaciga i skijaške naočale) ukazuje da nisu opažene razlike u veličini vidnog polja kroz testirane uvjete između korisnika kacige i onih koji ne koriste skijašku kacigu. No, kada se promatraju rezultati terenskog dijela istraživanja, uočene su statistički značajne razlike između korisnika kacige i onih koji nemaju naviku nošenja kacige. Odnosno, promatrajući vrijeme reakcije na vizualni podražaj kroz testirane uvjete između dvije promatrane skupine ispitanika utvrđen je značajan interakcijski efekt između faktora skupine (nose kacigu vs. ne nose kacigu) i faktora uvjeta testiranja (kontrolni uvjet - kapa, kapa i sunčane naočale, kapa i skijaške naočale, kaciga i sunčane naočale, kaciga i skijaške naočale). Korisnici kaciga imaju zabilježene bolje vrijednosti koje se odnose na vrijeme reakcije na vizualni podražaj u odnosu na ispitanike koji nisu korisnici kacige.

## 10.2. ZAKLJUČAK

Temeljem dobivenih rezultata laboratorijskog protokola testiranja veličine vidnog polja može se zaključiti da navika nošenja kacige ne utječe na smanjenje vidnog polja skijaša, no postoje značajne razlike između pojedinih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu u smetnji koje predstavljaju za periferni vid skijaša rekreativne razine.

Rezultati terenskog dijela istraživanja na skijaškoj stazi usmjerenog na utvrđivanje vremena potrebnog za reakciju na vizualni podražaj pokazuju da postoje razlike između grupe ispitanika koji imaju naviku nošenja kacige i grupe ispitanika koji nemaju stečenu naviku nošenja skijaške kacige. Također, dobivena je statistički značajna razlika između testiranih uvjeta nošenja zaštitne opreme za glavu. Kada se promatraju rezultati kombiniranog utjecaja zaštitne opreme za glavu i navike nošenja skijaške kacige, utvrdilo se da postoji statistički značajna interakcija između skupine ispitanika i testiranih uvjeta. Naime, statistički značajna razlika utvrđena je između rezultata nenositelja kacige i nositelja kacige u uvjetima nošenja skijaške kacige i skijaških naočala, u korist boljeg rezultata, tj. brže reakcije kod ispitanika koji uobičajeno koriste skijašku kacigu.

Zaključno, prikazom svih navedenih rezultata može se zaključiti kako postoji značajan utjecaj pojedinih kombinacija nošenja zaštitne opreme za glavu (kontrolno stanje vs. četiri eksperimentalna uvjeta te između pojedinih eksperimentalnih uvjeta) na utvrđenu veličinu

vidnog polja, tj. uočavanje podražaja u perifernom vidnom polju te na vrijeme reakcije na vizualni podražaj. Također, skijaške naočale pokazale su se većim limitirajućim čimbenikom u odnosu na samu skijašku kacigu, u oba dijela istraživanja vizualne percepcije – lokalizaciji podražaja u vidnom polju i vremenu potrebnom za reakciju na periferne vizualne podražaje.

Dobiveni rezultati donose nove znanstvene i praktične spoznaje koje se odnose na potencijalne rizike vezane uz vid i vrijeme reakcije pri nošenju zaštitne opreme u alpskom skijanju unatoč njenim neprijepornim brojnim korisnicima. Metodologija koja se primijenila u ovom istraživanju može se koristiti za provođenje daljnjih znanstvenih istraživanja u području testiranja sigurnosne opreme koja se koristi u alpskom skijanju na rekreativnoj razini, ali i u industriji same opreme.

Utjecaj zaštitne opreme za glavu na vrijeme reakcije u alpskom skijanju složeno je pitanje koje ovisi o nizu čimbenika, uključujući vrstu i dizajn opreme, razinu iskustva i tehnike skijaša te uvjete u okolini i karakteristike skijaške staze. Iako se nošenje kacige općenito preporučuje iz sigurnosnih razloga, skijaši također trebaju biti svjesni mogućeg utjecaja na vrijeme reakcije i vidno polje te moraju prilagoditi svoju tehniku i opremu u skladu s tim kako bi se osigurala optimizacija vidljivosti i sigurnosti na padinama.

## 11. LITERATURA

1. Ackery, A., Hagel, B.E., Provvidenza, C. i Tator, C.H. (2007). An international review of head and spinal cord injuries in alpine skiing and snowboarding. *Injury Prevention*, 13, 368–375.
2. Adhilakshmi, A., Karthiga, U.K. i Ashok, N.J. (2016). Auditory and visual reaction time and peripheral field of vision in helmet users. *Journal of Bangladesh Society of Physiologist*, 11(2), 38-43.
3. Ando, S., Kokubu, M., Kimura, T., Moritani, T. i Araki, M. (2008). Effects of Acute Exercise on Visual Reaction Time. *International Journal of Sports Medicine*, 29(12), 994–998.
4. Artal, P. (2015). Image Formation in the Living Human Eye. *Annual Review of Vision Science*, 1(1), 1–17.
5. Asplund, C., Bettcher, S. i Borchers, J. (2009). Facial protection and head injuries in ice hockey: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(13), 993–999.
6. Bailly, N., Afquir, S., Laporte, J.D., Melot, A., Savary, D., Seigneuret, E., Delay, J.B., Donnadiou, T., Masson, C. i Arnoux, P.J. (2017). Analysis of Injury Mechanisms in Head Injuries in Skiers and Snowboarders. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(1), 1-10.
7. Balsalobre-Fernández, C., Bishop, C., Beltrán-Garrido, J.V., Cecilia-Gallego, P., Cuenca-Amigó, A., Romero-Rodríguez, D. i Madruga-Parera, M. (2019). The validity and reliability of a novel app for the measurement of change of direction performance. *Journal of Sports Sciences*, 37, 2420-2424.
8. Baschera, D., Hasler, R.M., Taugwalder, D., Exadaktylos, A. i Raabe, A. (2015). Association between head injury and helmet use in alpine skiers: cohort study from a Swiss level 1 trauma center. *Journal of Neurotrauma*, 32, 557–562.
9. Bergmann, L.C., Darius, S., Kropf, S. i Böckelmann, I. (2016). Measurement of contrast vision: mesopic or photopic vision?: Comparison of different methods for measuring contrast sensitivity within the framework of driving licence regulations. *Der Ophthalmologe: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, 113(10), 844-851.
10. Blundell, N.L. (1985). The contribution of vision to the learning and performance of sports skills: Part 1. The role of selected visual parameters. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, 3-11.

11. Broglio, S.P., Ju, Y.-Y., Broglio, M.D. i Sell, T.C. (2003). The Efficacy of Soccer Headgear. *Journal of Athletic Training*, 38(3), 220–224.
12. Bucheit, M., Allen, A., Poon, T. K., Modonutti, M., Gregson, W. i Di Salvo, V. (2014). Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *Journal of Sports Sciences*, 32, 1844–1857.
13. Burg, A. (1966). Visual Acuity as Measured by Dynamic and Static Tests: A Comparative Evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 50(6), 460–466.
14. Carpenter, R. H. S. (1988). *Movements of the eyes* (2nd rev. & enlarged ed.). Pion Limited.
15. Christenson, G.N. i Winkelstein, A.M. (1988). Visual skills of athletes versus nonathletes: development of a sports vision testing battery. *Journal of the American Optometric Association*, 59(9), 666-675.
16. Cigrovski, V. (2018). Skijaške kacige: koriste li u prevenciji ozljeda rekreativnih alpskih skijaša ili ne? – pregled temeljen na dokazima. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 33, 65-71.
17. Davey, A., Endres, N. K., Johnson, R. J. i Shealy, J. E. (2018). Alpine Skiing Injuries. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 11(1),18–26.
18. Davids, K., Williams, A.M. i Williams, J.G. (Eds.). (1998). *Visual Perception and Action in Sport* (1st ed.). Routledge.
19. Deary, I. J., Irwing, P., Der, G. i Bates, T. C. (2007). Brother-sister differences in the g factor in intelligence: Analysis of full, opposite-seks siblings from the NLSY1979. *Intelligence*, 35, 451–456.
20. Decroix, M., Wazir, M.R.W.N., Zeuwts, L., Deconinck, F.F.J.A., Lenoir, M. i Vansteenkiste, P. (2017). Expert–non-expert differences in visual behaviour during alpine Slalom skiing. *Human Movement Science*, 55, 229–239.
21. Dersu, I., Wiggins, M.N., Luther, A., Harper, R. i Chacko, J. (2006). Understanding Visual Fields, Part I; Goldmann Perimetry. *The Journal of Ophthalmic Medical Technology*, 2(2).
22. Dickson, T. J. i Terwiel, F. A. (2021). Injury trends in alpine skiing and a snowboarding over the decade 2008–09 to 2017–18. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(10), 1055–1060.

23. Dohin, B. i Kohler, R. (2008). Skiing and snowboarding trauma in children: Epidemiology, physiopathology, prevention and main injuries. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 15(11), 1717–1723.
24. Donders, F.C. (1969). On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*, 30, 412-431.
25. Donghyun, R., Abernethy, B., Mann, D.L., Poolton, J.M. i Gorman, A.D. (2013). The role of central and peripheral vision in expert decision making. *Perception*, 42, 591 – 607.
26. Donnellan, J., Walker, T.W.M., McArdle, N., Byrne, S.E., Kerin, M.J. i McCann, P.J. (2011). Sport related facial injury and evidence based helmet design. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 49(1), 49–50.
27. Dowler, P.M., Pearsall, D.J. i Stapley, P.J. (2009). Effects of ice hockey facial protectors on the response time and kinematics in goal-directed tasks. Proc. IMechE Vol. 223 Part P: *J. Sports Engineering and Technology*.
28. Doyle, B., Browne, D. i Horan, D. (2020). The relationship of aerobic endurance and linear speed on repeat sprintability performance in female international footballers. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8, 147-153.
29. Duane, A. (1922). Studies in Monocular and Binocular Accommodation, with Their Clinical Application. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 20, 132–157.
30. Dykiert, D., Der, G., Starr, J.M. i Deary, I.J. (2012). Age Differences in Intra-Individual Variability in Simple and Choice Reaction Time: Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 7(10).
31. Eckner, J.T., Lipps, D.B., Kim, H., Richardson, J.K. i Ashton-Miller, J.A. (2011). Can a Clinical Test of Reaction Time Predict a Functional Head-Protective Response? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(3), 382–387.
32. Evans, B., Gervais, J.T., Heard, K., Valley, M. i Lowenstein, S.R. (2009). Ski patrollers: reluctant role models for helmet use. *The International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 16, 9-14.
33. Evans, B., Gervais, J.T., Nowinski, C.J., McKee, A.C. i Cantu, R.C. (2011). Ski patrollers: Reluctant model for helmet use. *The International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 16(1), 9-14.
34. Fadde, P.J. i Zaichkowsky, L. (2019). Training perceptual cognitive skills in sports using technology. *Journal of Sport Psychology in Action*, 9(1), 1-10.

35. Flores-Arias, J.M., Núñez, M., Moreno Moreno, C.D., Bellido-Outeiriño, F.J. i Latorre, F.J.Q. (2019). Sensorized Camera System and Display to Increase Motorcycle Rider Safety. In: Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, NV, USA; 2019, pp. 1-2.
36. Fooker, J., Kreyenmeier, P. i Sperling, M. (2021). The role of eye movements in manual interception: A mini-review. *Vision Research*, 183, 81–90.
37. Green, W., Ciuffreda, K.J., Thiagarajan, P., Szymanowicz, D., Ludlam, D.P. i Kapoor, N. (2010). Static and dynamic aspects of accommodation in mild traumatic brain injury: A review. *Journal of the American Optometric Association*, 81(3), 129-136.
38. Greve, M.W., Young, D.J., Goss, A.L. i Degutis, L.C. (2009). Skiing and snowboarding head injuries in 2 areas of the United States. *Wilderness & Environmental Medicine*, 20, 234-238.
39. Hagel, B., Pless, I.B., Goulet, C., Platt, R. i Robitaille, Y. (2005). The effect of helmet use on injury severity and crash circumstances in skiers and snowboarders. *Accident Analysis & Prevention*, 37, 103-108.
40. Hagel, B.E., Pless, I.B., Goulet, C., Platt, R.W. i Robitaille, Y. (2005). Effectiveness of helmets in skiers and snowboarders: case-control and case crossover study. *British medical journal*, 330, 281.
41. Haggerty, H., Richardson, S., Mitchell, K.W. i Dickinson, A.J. (2005). A modified method for measuring uniocular fields of fixation: reliability in healthy subjects and in patients with Graves orbitopathy. *Archives of Ophthalmology*, 123(3), 356-62.
42. Haider, A.H., Saleem, T., Bilaniuk, J.W. i Barraco, R.D. (2012). An evidence-based review: efficacy of safety helmets in the reduction of head injuries in recreational skiers and snowboarders. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 73, 1340-1347.
43. Halpern, D.F. (1992). Sex differences in cognitive abilities (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
44. Harley, E., Scher, I., Stepan, L., Young, D. i Shealy, J. (2010). Reaction time of skiers and snowboarders. *Journal of ASTM International*, 7(9).
45. Harpham, J.A., Mihalik, J.P., Littleton, A.C., Barnett, S.F. i Guskiewicz, K.M. (2014). The Effect of Visual and Sensory Performance on Head Impact Biomechanics in College Football Players. *Annals of Biomedical Engineering*, 42(1).
46. Harrington, D.O. (1971). The visual fields. St. Louis: CV Mosby.
47. Haugen, T. i Buchheit, M. (2016). Sprint running performance monitoring: methodological and practical considerations. *Sports Medicine*, 46, 641–656.

48. Herlitz, A. i Love'n, J. (2009). Sex differences in cognitive functions. *Acta Psychologica Sinica*, 41, 1081–1090.
49. Hitzemen, S.A. i Beckerman, S.A. (1993). What the literature says about sports vision. *Clinical Optometry*, 3(1), 145-169.
50. Ing, E., Ing, T. i Ing, S. (2002). The effect of a hockey visor and sports goggles on visual function. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 37(3), 161-167.
51. Jamieson, R.K., i Mewhort, D.J.K. (2009). Applying an exemplar model to the serial reaction-time task: Anticipating from experience. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(9), 1757–1783.
52. Jendrusch, G., Senner, V., Schaff, P. i Heck, H. (1999). Vision, an essential factor for safety in skiing: Visual acuity, stereoscopic depth perception, effect of colored lenses. In R. J. Johnson (Ed.), *Skiing Trauma and Safety* (vol. 12, pp. 23–34). West Conshohocken, PA: ASTM (American Society for Testing and Materials).
53. Johnson, C.A., Wall, M. i Thompson, H.S. (2011). A history of perimetry and visual field testing. *Optometry and Vision Science*, 88(1), 8-15.
54. Jung, C.S., Zweckberger, K., Schick, U. i Unterberg, A.W. (2011). Helmet use in winter sport activities-attitude and opinion of neu-rosurgeons and non-traumatic-brain-injury-educated persons. *Acta Neurochirurgica*, 153, 101-106.
55. Kaiser, H.J. i Flammer, J. (1992). *Visual field atlas*. Basel: University Eye Clinic Basel, 11-14.
56. Kauffman, D.C., Clark, J.F. i Smith, J.C. (2015). The influence of sport goggles on visual target detection in female intercollegiate athletes. *Journal of Sports Sciences*, 33, 1117-1123.
57. Khanal, S. (2015). Impact of Visual Skills Training on Sports Performance: Current and Future Perspectives. *Advances in Ophthalmology & Visual System*, 2(1).
58. Koehle, M.S., Loyd-Smith, R. i Taunton, E. (2002). Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Medicine*, 32(12), 785-793.
59. Kramer, M.R., Teel, E.F., Wasserman, E.B. i Mihalik, J.P. (2021). Effect of Protective Helmets on Vision and Sensory Performance in Healthy Men. *Athletic Training & Sports Health Care*, 13(3), 130-135.
60. Larson, A.M. i Loschky, L.C. (2009). The contributions of central versus peripheral vision to scene gist recognition. *Journal of Vision*, 9(10), 1-16.

61. Levy, A.S., Hawkes, A.P. i Rossie, G.V. (2007). Helmets for skiers and snowboarders: An injury prevention program. *Health Promotion Practice*, 8(3), 257–265.
62. Levy, A.S., Hawkes, A.P., Hemminger, L.M., Lee, M. i Knight, S. (2002). An analysis of head injuries among skiers and snowboarders. *The Journal of trauma*, 53(4), 695–704.
63. Lewis, P., Baskaran, K., Rosen, R., Lundstrom, L., Unsbo, P. i Gustafsson, J. (2014). Objectively Determined Refraction Improves Peripheral Vision. *Optometry And Vision Science*, 91(7), 740-746.
64. Macnab, A.J., Smith, T., Gagnon, F.A., i Macnab, M. (2002). Effect of helmet wear on the incidence of head/face and cervical spine injuries in young skiers and snowboarders. *Injury Prevention*, 8, 324-327.
65. Mann, D.T., Williams, A.M., Ward, P. i Janelle, C.M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29,457–478.
66. Matsumoto, C., Yamao, S., Nomoto, H., Takada, S., Okuyama, S., Kimura, S., Yamanaka, K., Aihara, M. i Shimomura, Y. (2016). Visual Field Testing with Head-Mounted Perimeter ‘imo’. *PloS ONE*, 11(8).
67. McIntosh, A.S., Andersen, T.E., Bahr, R., Greenwald, R., Kleiven, S., Turner, M., Varese, M. i McCrory, P. (2011). Sports helmets now and in the future. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 1258-1265.
68. McKnight, A.J. i McKnight, A.S. (1995). The effects of motorcycle helmets upon seeing and hearing. *Accident analysis and prevention*, 27(4), 493-501.
69. Miller, R.A., Rogers, R.R., Williams, T.D., Marshall, M.R., Moody, J.R., Hensarling, R.W. i Ballmann, C.G. (2019). Effects of Protective American Football Headgear on Peripheral Vision Reaction Time and Visual Target Detection in Division I NCAA Football Players. *Sports*, 7, 213.
70. Millodot, M. (2014). *Dictionary of Optometry and Visual Science*. Elsevier Health Sciences UK, 250.
71. Morice, A.H.P., Sevez, V., Gray, R. i Montagne, G. (2015). Investigating the Interaction between Helmet Field of View and Steering Behavior in a Novel Motorcycle Simulator. In: *Proceedings of the Eighth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design*; 2015 June 22-25. Salt Lake City, Utah. Iowa City, IA: Public Policy Center, University of Iowa; 2015, pp.57-62.



72. Muller, S. i Abernethy, B. (2012). Expert anticipatory skill in striking sports: A review and a model. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83, 175–187.
73. Muser, M.H., Schmitt, K.U., Lanz, C. i Walz, F.H. (2009). Experimental analysis of biomechanical loading of skiing collisions. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60, 315–320.
74. National Ski Areas Association. Helmet usage and safety fact sheet: national ski areas Association (NSAA). Available online: [https://www.nsaa.org/media/209466/HelmetFactSheet\\_10\\_1\\_2014.pdf](https://www.nsaa.org/media/209466/HelmetFactSheet_10_1_2014.pdf) (accessed on 20 May 2022).
75. Neave, N., Emmett, J., Moss, M., Ayton, R., Scholey, A. i Wesnes, K. (2004). The Effects of Protective Helmet Use on Physiology and Cognition in Young Cricketers. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 1181–1193.
76. Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N., Attarbashi Moghadam, B. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 431-436.
77. Owens, B. D., Nacca, C., Harris, A. P. i Feller, R. J. (2018). Comprehensive Review of Skiing and Snowboarding Injuries. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 26(1), 1–10.
78. Palmer, S.M. i Rosa, M.G.P. (2006). A distinct anatomical network of cortical areas for analysis of motion in far peripheral vision. *European Journal of Neuroscience*, 24, 2389–2405.
79. Paradiso, M.A., Meshi, D., Pisarcik, J. i Levine, S. (2012). Eye movements reset visual perception. *Journal of Vision*, 12(13), 1–14.
80. Patton, D.A., McIntosh, A.S., Hagel, B.E. i Krosshaug, T. (2020). A Review of Head Injury and Impact Biomechanics in Recreational Skiing and Snowboarding. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 10(2), 211-232.
81. Poltavski, D. i Biberdorf, D. (2015). The role of visual perception measures used in sports vision programmes in predicting actual game performance in Division I collegiate hockey players. *Journal of Sports Sciences*, 33(6), 597-608.
82. Porter, E.D., Trooboff, S.W., Haff, M.G., Cooros, J.C., Wolffing, A.B., Briggs, A., Rhynhart, K.K. i Crockett, A.O. (2019). Helmet use is associated with higher Injury Severity Scores in alpine skiers and snowboarders evaluated at a Level I trauma center. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 87(5), 1205-1213.

83. Roca, A. i Williams, A. M. (2016). Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: Implications for testing and training. *Frontiers in Psychology*, 7, 792.
84. Roux-Sibilon, A., Trouilloud, A., Kauffmann, L., Guyader, N., Mermillod, M. i Peyrin, C. (2019). Influence of peripheral vision on object categorization in central vision. *Journal of Vision*, 19(14), 1–16.
85. Ruedl, G., Abart, M., Ledochowski, L., Burtscher, M. i Kopp, M. (2012b). Self-reported risk taking and risk compensation in skiers and snowboarders are associated with sensation seeking. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 292-296.
86. Ruedl, G., Bilek, H., Ebner, H., Gabl, K., Kopp, M. i Burtscher, M. (2011b). Fatalities on Austrian ski slopes during a 5 year period. *Wilderness and Environmental Medicine*, 22, 326–328.
87. Ruedl, G., Herzog, S., Schöpf, S., Anewanter, P., Geiger, A., Burtscher, M. i Kopp, M. (2011a). Do ski helmets affect reaction time to peripheral stimuli? *Wilderness and Environmental Medicine*, 22(2), 148-50.
88. Ruedl, G., Kopp, M., Burtscher, M., Zorowka, P., Weichbold, V., Stephan, K., Koci, V. i Seebacher, J. (2014). Effect of Wearing a Ski Helmet on Perception and Localization of Sounds. *International Journal of Sports Medicine*, 35, 645–650.
89. Ruedl, G., Kopp, M., Rumpold, G., Holzner, B., Ledochowski, L. i Burtscher, M. (2012a). Attitudes regarding ski helmet use among helmet wearers and non-wearers. *Injury Prevention*, 18, 182-186.
90. Ruedl, G., Kopp, M., Sommersacher, R., Woldrich, T. i Burtscher, M. (2013). Factors associated with injuries occurred on slope intersections and in snow parks compared to on-slope injuries. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 1221–1225.
91. Ruedl, G., Pocecco, E., Sommersacher, R., Gatterer, H., Kopp, M., Nachbauer, W. i Burtscher, M. (2010). Factors associated with self-reported risk taking behaviour on ski slopes. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 204 –206.
92. Ruedl, G., Pocecco, E., Wolf, M., Schöpf, S., Burtscher, M. i Kopp, M. (2012c). Does Listening to Music with an Audio Ski Helmet Impair Reaction Time to Peripheral Stimuli? *International Journal of Sports Medicine*, 33, 1016-1019.
93. Ruedl, G., Posch, M., Niedermeier, M., Greier, K., Faulhaber, M., Schranz, A. i Burtscher, M. (2019). Are Risk-Taking and Ski Helmet Use Associated with an ACL Injury in Recreational Alpine Skiing? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 3107.

94. Russell, K., Christie, J. i Hagel, B.E. (2010). The effect of helmets on the risk of head and neck injuries among skiers and snowboarders: a meta-analysis. *Canadian Medical Association Journal*, 182(4).
95. Ruzic, L. i Tudor, A. (2011). Risk-taking behavior in skiing among helmet wearers and nonwearers. *Wilderness and Environmental Medicine*, 22(4), 291-296.
96. Ružić, L., Tudor, A., Radman, I., Kasović, M. i Cigrovski, V. (2015). The influence of ski helmets on sound perception and sound localisation on the ski slope. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 28(2), 389-394.
97. Schiff, M.A., Caine, D.J. i O'Halloran, R. (2010). Injury Prevention in sports. *Journal of Lifestyle Medicine*, 4(1), 42-64.
98. Schläppi, O., Urfer, J. i Kredel, R. (2016). Visual perception in alpine ski racing. A qualitative analysis based on interviews with top-level athletes. *Sportwiss*, 46, 201-212.
99. Schmitt, K.U. i Muser, M. (2012). Investigating reaction times and stopping performance of skiers and snowboarders. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 165–170.
100. Schumacher, N., Schmidt, M., Reer, R., Braumann, K.M. (2019). Peripheral Vision Tests in Sports: Training Effects and Reliability of Peripheral Perception Test. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 5001.
101. Schütz, A. C., Braun, D. I. i Gegenfurtner, K. R. (2011). Eye movements and perception: A selective review. *Journal of Vision*, 11(5):9, 1–30.
102. Scott, M.D., Buller, D.B., Andersen, P.A., Walkosz, B.J., Voeks, J.H., Dignan, M.B. i Cutter, G.R. (2007). Testing the risk compensation hypothesis for safety helmets in alpine skiing and snowboarding. *Injury Prevention*, 13, 173–177.
103. Seebacher, J., Posch, M., Zelger, P., Pocerco, E., Burtscher, M., Zorowka, P.G. i Ruedl, G. (2022). Improving Spatial Hearing when Wearing Ski Helmets in Order to Increase Safety on Ski Slopes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 15905.
104. Senner, V., Jendrusch, G., Schaff, P. i Heck H. (1999). Vision—an essential factor for safety in skiing: perception, reaction, and motion control aspects. Ed. Skiing Trauma and Safety. In: Johnson RJ; 1999. West Conshohocken, PA: ASTM International; 1999, pp.11–22.
105. Shealy, J.E., Ettlinger, C.F., Johnson, R.J. i Scher, I.S. (2015). Role of helmets in mitigation of head injuries: Epidemiologic study of head injuries to skiers. In Skiing

- Trauma and Safety; Johnson, R.J., Shealy, J.E., Greenwald, R.M., Eds.; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2015; Volume 20, pp. 22–36.
106. Shelly, Z., Stewart, E., Fonville, T., Burch, R.F., Chander, H., Strawderman, L., May, D., Smith, J.E., Carruth, D., Bichey, C. (2019). Helmet Prototype Response Time Assessment using NCAA Division 1 Collegiate Football Athletes. *International Journal of Kinesiology & Sports Science*, 7(4), 53-65.
  107. Shelton, J. i Praveen Kumar, G. (2010). Comparison between Auditory and Visual Simple Reaction Times. *Neuroscience & Medicine*, 1, 30-32.
  108. Spector, R.H. (1990). Visual Fields. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, editors. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3rd edition. Boston: Butterworths, Chapter 116.
  109. Steenstrup, S.E., Bere, T. i Bahr, R. (2014). Head injuries among FIS World Cup alpine and freestyle skiers and snowboarders: a 7-year cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 41–45.
  110. Stenroos, A. i Handolin, L. (2018). Head injuries in urban environment skiing and snowboarding: a retrospective study on Injury severity and Injury mechanisms Scandinavian. *Journal of Surgery*, 107(2), 166–17.
  111. Strasburger, H., Rentschler, I. i Jüttner, M. (2011). Peripheral vision and pattern recognition: A review. *Journal of vision*, 11, 13.
  112. Stuart, C.A., Brubacher, J.R., Yau, L., Yip, R. i Cripton, P.A. (2020). Skiing and snowboarding head injury: A retrospective centre-based study and implications for helmet test standards. *Clinical Biomechanics*, 73, 122–129.
  113. Sulheim, S., Ekeland, A., Holme, I. i Bahr, R. (2017). Helmet use and risk of head injuries in alpine skiers and snowboarders: changes after an interval of one decade. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 44-50.
  114. Sulheim, S., Holme, I., Ekeland, A. i Bahr R. (2006). Helmet use and risk of head injuries in alpine skiers and snowboarders. *Journal of the American Medical Association*, 295(8), 919–924.
  115. Summers, Z., Teague, W.J., Hutson, J.M., Palmer, C.S., Jowett, H.E. i King, S.K. (2017). The spectrum of pediatric injuries sustained in snow sports. *Journal of Pediatric Surgery*, 52(12), 2038-2041.
  116. Tabary, M., Ahmadi, S., Amirzade-Iranaq, M.H., Shojaei, M., Sohrabi Asl, M., Azarhomayoun, A., Ansari-Moghaddam, A., Atlasi, R., Araghi, F., Shafieian, M., Heydari, S.T., Sharif-Alhoseini, M., O'Reilly, G. i Rahimi-Movaghar, V. (2021). The

- effectiveness of different types of motorcycle helmets - A scoping review. *Accident analysis and prevention*, 154, 106065.
117. Theis, S., Alexander, T., Wille, M. (2014). The nexus of human factors in cyber-physical systems: ergonomics of eyewear for industrial applications. In Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on Wearable Computers: Adjunct Program (ISWC '14 Adjunct). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; pp. 217–220.
118. Thompson, P.D., Colebatch, J.G., Brown, P., Rothwell, J.C., Day, B.L. i Obeso, J.A. (1992). Voluntary Stimulus Sensitive Jerks and Jumps Mimicking Myoclonus or Pathological Startle Syndromes. *Movement Disorders*, 7(3), 257-262.
119. Tudor, A., Ružić, L., Benčić, I., Šestan, B. i Bonifačić M. (2010). Ski helmets could attenuate the sounds of danger. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(3), 173-178.
120. Verlager, R. (1997). On the Utility of P3 Latency as an Index of Mental Chronometry. *Journal of Psychophysiology*, 34(2), 131-156.
121. Vriend, I., Hesselink, A., Kemler, E., Goutterborge, V., van Mechelen, W. i Verhagen, E. (2018). Effectiveness of a nationwide intervention to increase helmet use in Dutch skiers and snowboarders: an observational cohort study. *Injury Prevention*, 24, 205–212.
122. Wallner, B., Rugg, C., Paal, P. i Ströhle, M. (2022). Collisions with another person while skiing and snowboarding: A 13-year national registry analysis. *Injury*, 53(7), 2485-2492.
123. Ward, P., Hodges, N. J., Williams, A. M. i Starkes, J.L. (2004). Deliberate practice and expert performance: Defining the path to excellence. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Eds.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (pp. 232–258). London,UK: Routledge.
124. Westhoven, M., Paul, D. i Alexander, T. (2016). Head turn scaling below the threshold of perception in immersive virtual environments. In Proceedings of the 22nd ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology - VRST 2016, Munich, Germany, 2-4 November; pp. 77-86.
125. Wilhelm, H., Peters, T., Durst, W., Roelcke, S., Quast, R., Hütten, M. i Wilhelm, B. (2013). Assessment of mesopic and contrast vision for driving licences: which cut-off values, which methods are appropriate? *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*, 230(11), 1106-1113.

126. Wilkins, L., Mann, D., Dain, S., Hayward, T., Allen, P. (2019). Out with the old, in with the new: how changes in cricket helmet regulations affect the vision of batters. *Journal of Sports Sciences*, 37(1), 13-19.
127. Williams, A.M., Davids, K. i Williams, J.G.P. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*; Taylor & Francis: Abingdon,UK.
128. Willick, S.E., Wagner, G., Ericson, D., Josten, G., Teramoto, M. i Davis, J. (2019). Helmet use and risk-taking behavior among skiers and snowboarders. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 29, 329–335.
129. Wroblewski, D., Francis, B.A., Sadun, A., Vakili, G. i Chopra, V. (2014). Testing of visual field with virtual reality goggles in manual and visual grasp modes. *BioMed Research International*, 206082.
130. Yagi, Y., Coburn, K.L., Estes, K.M. i Arruda, J.E. (1999). Effects of Aerobic Exercise and Gender on Visual and Auditory P300, Reaction Time, and Accuracy. *European Journal of Applied Physiology*, 80, 402- 408.
131. Zwierko, T. (2007). Differences in Peripheral Perception between Athletes and Nonathletes. *Journal of Human Kinetics*, 19, 53–62.

## 12. PRILOZI

### PRILOG 1: UPITNIK VID I SKIJANJE

#### UPITNIK VID

1. Imate li određene poteškoće vida?    **DA**        **NE**  
Ako da, navedite koje.
- 

2. Nosite li naočale?    **DA**        **NE**

3. Nosite li leće?    **DA**        **NE**

4. Dioptriya :    +            -

5. Vrijednost dioptrije:
- 

#### UPITNIK SKIJANJE

1. Koliko dugo aktivno skijate?
- 

2. Nosite li skijašku kacigu tijekom skijanja:    **DA**        **NE**  
Ako da, koliko dugo već koristite skijašku kacigu?
-

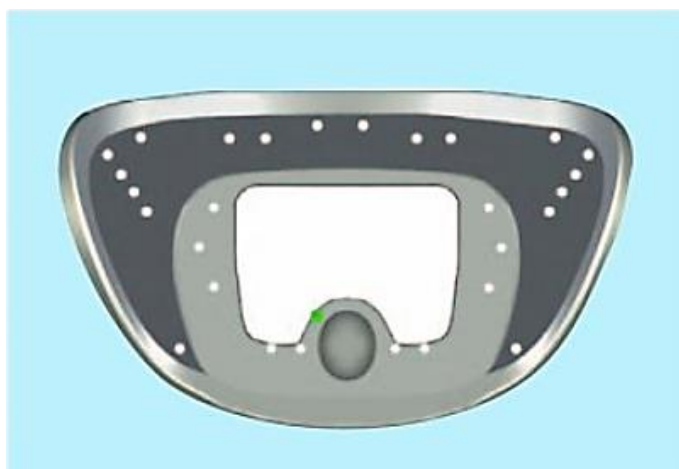
## PRILOG 2: OBRAZAC ZA LABORATORIJSKO TESTIRANJE

### TESTIRANJE LABORATORIJ

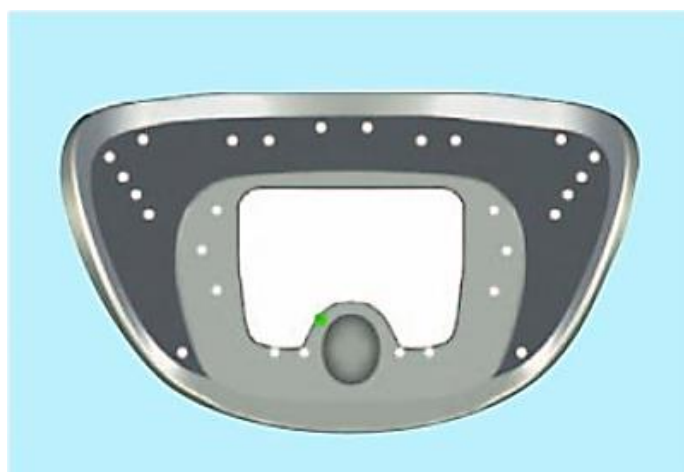
Veličina skijaške kacige:

Veličina skijaških naočala:

#### 1. KONTROLA

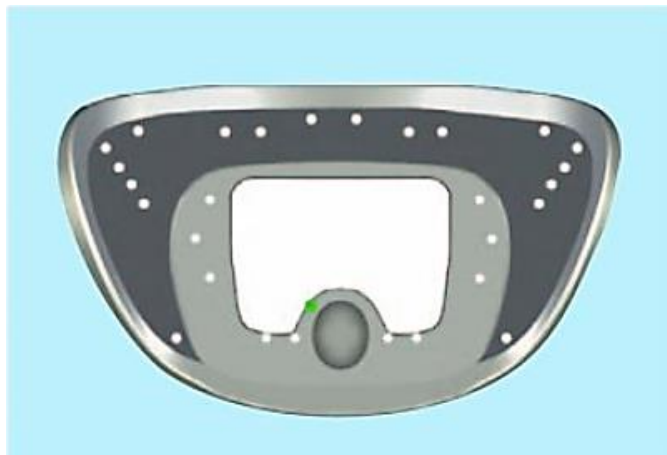


#### 2. KAPA I SUNČANE NAOČALE

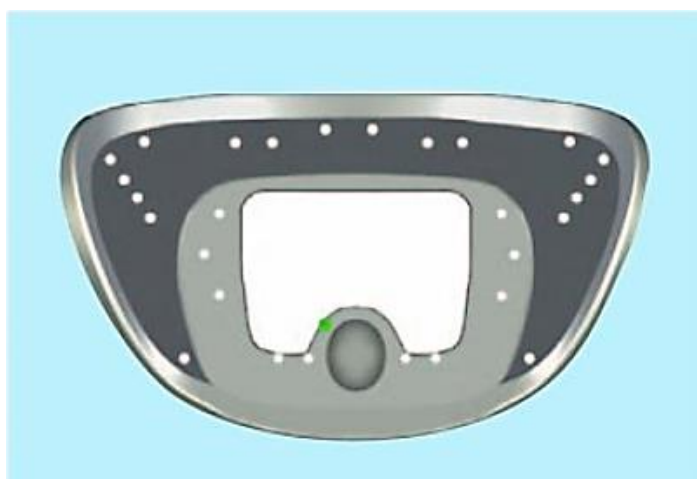




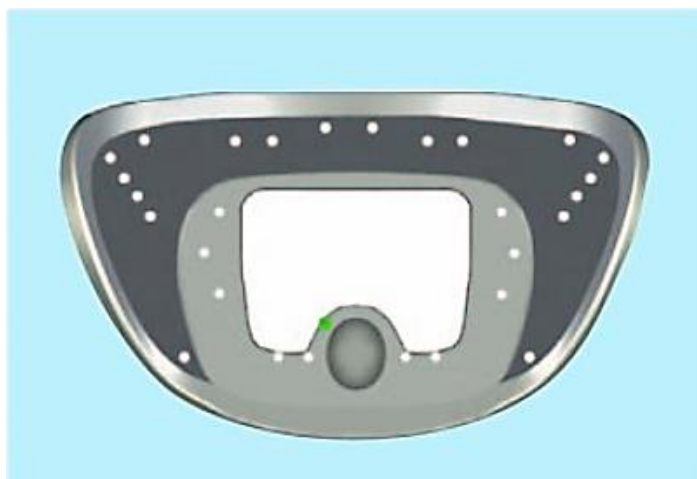
### 3. KAPA I SKIJAŠKE NAOČALE



### 4. SKIJAŠKA KACIGA I SUNČANE NAOČALE



### 5. SKIJAŠKA KACIGA I SKIJAŠKE NAOČALE



**PRILOG 3. OBRAZAC ZA TERENSKO TESTIRANJE**

KAPA		KAPA+ SUNČANE NAOČALE	
L	D	L	D
L	D	L	D
L	D	L	D
L	D	L	D
L	D	L	D
KAPA+SKIJAŠKE NAOČALE		SKIJAŠKA KACIGA+SUNČANE NAOČALE	
L	D	L	D
L	D	L	D
L	D	L	D
L	D	L	D
L	D	L	D
SKIJAŠKA KACIGA+SKIJAŠKE NAOČALE			
L	D		
L	D		
L	D		
L	D		
L	D		

## **13. ŽIVOTOPIS AUTORICE I POPIS OBJAVLJENIH RADOVA**

### **ŽIVOTOPIS AUTORICE**

Mateja Očić rođena je 1.5.1992. godine u Zaboku. Osnovnu školu završila je u Krapinskim Toplicama, a Opću gimnaziju u Zaboku (Gimnazija Antuna Gustava Matoša). Kineziološki fakultet u Zagrebu upisuje 2011. godine gdje je 27. rujna 2016. godine diplomirala (s usmjerenjem: Kineziterapija) pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Vjekoslava Cigrovskog. Poslijediplomski doktorski studij kineziologije na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu upisuje 2017. godine.

Tijekom studiranja, dobitnica je sveučilišne stipendije za izvrsnost u studiranju te osvaja nagradu za najbolju studenticu generacije 4 godine zaredom.

Uz studij je provodila kondicijske treninge te kineziterapijske programe usmjerene na prevenciju i rehabilitaciju od lokomotornih ozljeda s rekreativcima i profesionalnim sportašima različite dobi i razine treniranosti. Dosad je aktivno sudjelovala na brojnim seminarima, radionicama i konferencijama iz područja kineziologije, kao i u provođenju niza projekata i istraživanja na Kineziološkom fakultetu. Do danas je autorica ili koautorica stručnih i znanstvenih radova s temama vezanim za dijagnostiku treniranosti i izvedbe sportaša, kondicijsku pripremu sportaša, biomehaničku analizu iz niza različitih sportova, te radova vezanih uz utjecaj tjelesne aktivnosti na populaciju rekreativaca.

Kao suradnica na projektu radi na Kineziološkom fakultetu od 2018. godine, a 2021. godine zaposlena je kao asistentica u Laboratoriju za sportske igre koji djeluje na Kineziološkom fakultetu.

## POPIS OBJAVLJENIH RADOVA U ČASOPISIMA

Temeljem pregleda aktivnosti autorice Mateje Očić u pregledniku CROSBİ (Hrvatska znanstvena bibliografija) zavedeno je ukupno 50 radova, od kojih je 18 radova u časopisima, 15 radova objavljeno je u zbornicima skupova, ukupno je zavedeno 15 sažetaka sa skupova te su zabilježena 2 poglavlja u knjigama.

U nastavku slijedi popis radova objavljenih u časopisima, poredano od najnovijih prema najstarijim.

1. Šimunić-Briški, N., Zekić, R., Dukarić, V., **Očić, M.**, Frkatović-Hodžić, A., Deriš, H., Lauc, G. i Knjaz, D. (2023). Physical Exercise Induces Significant Changes in Immunoglobulin G N-Glycan Composition in a Previously Inactive, Overweight Population. *Biomolecules*, 13(5), 762.
2. **Očić, M.**, Bon, I., Ružić, L., Cigrovski, V. i Rupčić, T. (2023). The Influence of Protective Headgear on the Peripheral Vision Reaction Time of Recreational-Level Skiers. *Applied Sciences*, 13(9), 5459.
3. Belčić, I., **Očić, M.**, Dukarić, V., Knjaz, D. i Zoretić, D. (2023). Effects of One-Step and Three-Step Run-Up on Kinematic Parameters and the Efficiency of Jump Shot in Handball and the Efficiency of Jump Shot in Handball. *Applied sciences*, 13(6), 3811.
4. **Očić, M.**, Bon, I., Ružić, L., Cigrovski, V. i Rupčić, T. (2022). The Influence of Protective Headgear on the Visual Field of Recreational-Level Skiers. *International journal of environmental research and public health*, 19(17), 10626.
5. Dukarić, V., **Očić, M.**, Bon, I., Rupčić, T. i Knjaz, D. (2022). Changes of impact force during performance of straight punch with two boxing techniques – Case study. *Studia sportiva*, 16(2), 7-14.
6. Cigrovski, V., **Očić, M.**, Bon, I., Matković, B. i Šagát, P. (2022). Inline Skating as an Additional Activity for Alpine Skiing: The Role of the Outside Leg in Short Turn Performance. *International journal of environmental research and public health*, 19(3), 1747.
7. Segin, J., Cigrovski, V., Bon, I., **Očić, M.** i Božić, I. (2022). Well-Selected Ski Equipment Helps Ski Beginners Inacquisition of Ski Knowledge. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 11(1), 30-30.

8. Bon, I., **Očić, M.**, Cigrovski, V., Rupčić, T. i Knjaz, D. (2021). What Are Kinematic and Kinetic Differences between Short and Parallel Turn in Alpine Skiing? *International journal of environmental research and public health*, 18(6), 3029.
9. Cigrovski, V., Rupčić, T., Bon, I., **Očić, M.** i Krističević, T. (2020). How can Xsens Kinematic Suit Add to Our Understanding of a Slalom Turn: A Case Study in Laboratory and Field Conditions. *Kinesiology : international journal of fundamental and applied kinesiology*, 52(2), 187-195.
10. Cigrovski, V., **Očić, M.**, Bon, I., Rupčić, T. i Božić, I. (2020). Does the Sequential Teaching of Elements of Alpine Ski School Follow the Increase of Pressure Beneath the Skier's Foot? *Acta kinesiologica*, 14(2), 42-46.
11. Škovran, M., Cigrovski, V., Čuljak, K., Bon, I. i **Očić, M.** (2020). Razina tjelesne aktivnosti i dnevno sjedenje:čimbenici sedentarnog načina života kod mladih. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 35(1-2), 74-80.
12. Cigrovski, V., Bon, I., **Očić, M.**, Božić, I. i Škovran, M. (2020). Methods of Implementation of an Alpine Skiing School. *SportLogia*, 16(1), 41-47.
13. Božić, I., Cigrovski, V., **Očić, M.**, Bon, I. i Škovran, M. (2019). The Relation Between Different Alpine Ski Programmes And The Level Of Acquired Alpine Ski Technique. *Sport Science*, 12(2), 141-146.
14. Cigrovski, V., Škovran, M., Bon, I., **Očić, M.** i Basara, R. (2019). Razina zadovoljstva magistara kineziologije studijskim programom izbornog smjera skijanje. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 34(2), 90-95.
15. Cigrovski, V., Radman, I., Konter, E., **Očić, M.** i Ružić, L. (2018). Sport Courage, Worry and Fear in Relation to Success of Alpine Ski Learning. *Sports*, 6(3), 96.
16. **Očić, M.**, Bon, I. i Pavičić Vukičević, J. (2018). Utjecaj različitih programa vježbanja na morfološke i motoričke promjene prethodno tjelesno neaktivnih osoba ženskog spola. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 33(2), 81-87.
17. Cigrovski, V., Franjko, I., Bon, I., **Očić, M.** i Božić, I. (2018). Recreational Level Alpine Skiing and Balance - a Causative Relationship? *Acta kinesiologica*, 12(2), 67-71.
18. Jukić, I., Milanović, L., Svilar, L., Dadić, M. i **Očić, M.** (2016). T.O.M.I.S.A.B.I.Model dizajniranja uvodno- pripremnog dijela treninga, *Kondicijski trening*, 14(1), 18-27.