

# Povezanost tjelesne pripremljenosti i fiziološkoga opterećenja rukometnih sudaca tijekom utakmice s kvalitetom suđenja

---

**Belčić, Ivan**

**Doctoral thesis / Disertacija**

**2017**

*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:117:232948>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-22**



*Repository / Repozitorij:*

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





Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Belčić

**POVEZANOST TJELESNE  
PRIPREMLJENOSTI I FIZIOLOŠKOGA  
OPTEREĆENJA RUKOMETNIH SUDACA  
TIJEKOM UTAKMICE S KVALITETOM  
SUĐENJA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2017.



Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF KINESIOLOGY

Ivan Belčić

**CORRELATION BETWEEN PHYSICAL  
FITNESS AND PHYSIOLOGICAL LOADS  
OF HANDBALL REFEREES DURING  
MATCH WITH THE QUALITY OF  
REFEREEING**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2017.



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Belčić

**POVEZANOST TJELESNE  
PRIPREMLJENOSTI I FIZIOLOŠKOGA  
OPTEREĆENJA RUKOMETNIH SUDACA  
TIJEKOM UTAKMICE S KVALITETOM  
SUĐENJA**

DOKTORSKI RAD

Mentor:  
Prof.dr.sc. Lana Ružić

Zagreb, 2017.



Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF KINESIOLOGY

Ivan Belčić

**CORRELATION BETWEEN PHYSICAL  
FITNESS AND PHYSIOLOGICAL LOADS  
OF HANDBALL REFEREES DURING  
MATCH WITH THE QUALITY OF  
REFEREEING**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:  
Prof.dr.sc. Lana Ružić

Zagreb, 2017.

## ZAHVALA

Rukometom sam se „zarazio“ u osnovnoj školi i od mojih prvih koraka i prvog manipuliranja loptom pa sve do danas, rukomet je bio i ostao sport broj jedan u mom životu. Hvala svima koji su tijekom punih 20 godina bili dio moje rukometne priče. Treneri, suigrači, suci, nadzornici a posebice prijatelji - rukometaši s kojima sam proveo veći dio svog života u najljepšoj igri na svijetu. Upravo zato jer se divim rukometnoj igri a i da se odužim sportu koji mi je donio toliko toga lijepog i nezaboravnog u životu, odabrao sam proširiti znanstvene spoznaje u rukometu kroz objavljivanje ove doktorske disertacije.

Prilikom izrade ovog znanstvenog rada značajan doprinos imalo je nekoliko osoba. Najprije bi se htio zahvaliti profesorici Lani Ružić, mentorici, na izvanrednoj suradnji tijekom istraživanja i pisanja ovog rada. Posebice joj se zahvaljujem na iznimnoj podršci i prilici da na matičnoj ustanovi, gdje sam stekao akademski naziv magistra kineziologije, istražim temu iz sporta koji mi teče venama.

Također se zahvaljujem i ostalim pojedincima koji su imali značajan doprinos u izradi ovog rada. Zahvalio bi se Udruzi hrvatskih rukometnih sudaca, posebice gospodinu Josipu Posavcu, predsjedniku Udruge, na prepoznavanju značaja ovog projekta kao i na suradnji koja je bila izvanredna. Također zahvaljujem članovima komisije na njihovom vremenu, savjetima i prijedlozima za izradu disertacije te na izvanrednoj sveukupnoj suradnji: profesorici Branki Matković te profesorima Nenadu Rogulju i Marku Šibili.

Hvala na podršci, razumijevanju te vjerovanju u moj uspjeh i dijeljenju zajedničke sreće svim mojim prijateljima i široj obitelji.

Veliko hvala na iznimnoj podršci, savjetima, motivaciji te na dijeljenju sreće i ponosa završetkom mog doktorskog studija i stjecanju akademskog naziva doktora društvenih znanosti u polju kineziologije, mojim najbližim osobama: djevojci, bratu sa svojom obitelji i roditeljima.

## **POSVETA**

U mom životu postoje dvije osobe kojima se nikad neću moći odužiti za sve što su mi ikad pružile i omogućile. Oni su moji uzori kojima se divim, ljudi radi kojih je moj život ljepši, sadržajni i ispunjeniji. Njihova ljubav prema meni je oduvijek bila nemjerljiva. Njihova podrška, bez obzira da li sam donosio dobre ili loše odluke, bezgranična. Njihovi savjeti su uvijek bili ispravni i dobronamjerni. Njihovo odricanje u moju korist je bilo nestvarno. Njihov život, njihovo sve, je bilo podređeno mom bratu i meni, i zato im neizmjereno hvala.

Budući da im nikad neću moći dovoljno zahvaliti za sve što su učinili za mene, mogu im se ovako javno zahvaliti i moju doktorsku disertaciju posvetiti upravo njima.

**Mojim roditeljima: Ani i Marijanu.**

**HVALA** vam za sve.

Ivan

## SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi fiziološko opterećenje rukometnih sudaca tijekom utakmice, istražiti utjecaj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti i morfoloških obilježja na kvalitetu suđenja, te također istražiti da li postoji povezanost između fiziološkog opterećenja tijekom utakmice i kvalitete suđenja.

Uzorak ispitanika činilo je svih 16 sudačkih parova, odnosno 32 rukometna suca koji se nalaze na listi Premijer hrvatske rukometne lige. Prije početka testiranja svaki je ispitanik potpisao izjavu o dobrovoljnom pristanku na testiranje i priložio potvrdu liječnika da je urednog zdravstvenog stanja. Mjerenje rukometnih sudaca provedeno je u tri dijela. Prvi i drugi dio mjerenja (laboratorijski) provedeni su u Dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Prva dva dijela mjerenja provodile su stručne i educirane osobe, suradnici Dijagnostičkog centra. Treći je dio proveden na utakmicama Premijer hrvatske rukometne lige kao terensko mjerenje, također od strane stručne i educirane osobe.

Laboratorijsko mjerenje je započelo mjerenjem antropometrijskih mjera ispitanika kako bi se utvrdile morfološke karakteristike. Nakon toga ispitanici su proveli 20 minutni protokol zagrijavanja i obavili odabrane motoričke testove agilnosti, koordinacije te eksplozivne snage tipa sprinta. Nakon odmora sucima su testirane funkcionalne sposobnosti spirogrometrijskim testom progresivnog opterećenja na pokretnoj traci. Treći dio mjerenja je bilo terensko mjerenje na utakmicama Premijer hrvatske rukometne lige gdje se pratilo fiziološko opterećenje sudaca. Tijekom utakmice suci su bili opremljeni telemetrijskim sustavom za praćenje frekvencije srca ispod dresa a na ruci su nosili uređaj koji je bilježio frekvenciju srca tijekom utakmice.

Obrada podataka je izvršena statističkim paketom STATISTICA 8. Višestrukom (multiplom) regresijskom analizom utvrđena je zavisnost funkcionalnih i motoričkih sposobnosti te morfoloških karakteristika (nezavisne varijable) i ocjene suđenja (zavisna varijabla) na rukometnim utakmicama koju procjenjuju nadzornici suđenja. Utvrđena je i statistička značajnost vremena provedenog u anaerobnoj zoni tijekom utakmice s kvalitetom suđenja. Pearsonovim koeficijentom korelacije utvrđena je povezanost između ukupnog iskustva u suđenju, iskustva u suđenju najvišeg ranga, dobi te ocjene uspješnosti suđenja.



Prosječna dob sudaca je  $34,29 \pm 6,20$  godina s prosječan ukupnim stažom od  $13 \pm 4,99$  godina i prosječnim stažom od  $7,03 \pm 4,00$  godina u najvišem rangu suđenja. Izmjerene morfološke karakteristike sudaca ukazuju na prosječnu tjelesnu visinu od  $184,46 \pm 5,78$  centimetara i tjelesnu masu od  $91,73 \pm 10,57$  kilograma. Izračunati prosječni postotak tjelesne masti iznosi  $19,20 \pm 3,94$  što ukazuje na optimalno stanje tjelesnih masti kod sudaca. Indeks tjelesne mase iznosi  $26,91 \pm 2,47$  kg/m<sup>2</sup>.

Od pet motoričkih testova samo je test 93639 s okretom za 180 stupnjeva statistički značajan s varijablom ocjena uspješnosti suđenja uz standardizirani regresijski koeficijent od -0,57 uz koeficijent značajnosti  $p = 0,00$ . Značajan je i cijeli regresijski model testiranih motoričkih sposobnosti uz koeficijent multiple korelacije 0,81, dok je koeficijent determinacije 0,66 uz značajnost  $p = 0,00$ . Kod nijedne varijable funkcionalnih sposobnosti, ni funkcionalnih sposobnosti kao cjeline nije dobivena statistički značajna povezanost s ocjenom uspješnosti suđenja. Morfološka karakteristika postotak tjelesne mase također nije statistički značajno povezana s ocjenom uspješnosti suđenja. Praćenjem fiziološkog opterećenja tijekom utakmice nije pronađena statistički značajna povezanost između postoka vremena provedenog iznad anaerobnog ventilacijskog praga i ocjene uspješnosti suđenja. Korelacijskom analizom utvrđena je statistički značajna povezanost između iskustva suđenja u najvišem rangu (staž) i ocjene uspješnosti suđenja uz  $r = 0,62$ .

Prosječni maksimalni relativni primitak kisika kod rukometnih sudaca bio je  $45,35 \pm 6,12$  ml/min/kg. Utvrđen je lošiji anaerobni kapacitet kod sudaca, ali zadovoljavajući aerobni kapacitet. S obzirom na fiziološke zahtjeve tijekom rukometne utakmice koji su dominantno aerobne energetske potrošnje, postojeća tjelesna spremnost sudaca je optimalna. S obzirom na pojedine dijelove utakmice s anaerobnom energetskom potrošnjom preporuka je da suci u svoj individualni rad na tjelesnoj spremi uvrste i trening za podizanje anaerobnih sposobnosti.

S obzirom na postojeće eliminacijske kriterije koje suci moraju zadovoljiti na službenim seminarima uoči početka sezone i na sredini sezone, nema velikog varijabiliteta između sudaca i suci su selekcionirana homogena skupina. Da nema eliminacijskih kriterija na službenim seminarima, postojao bi veći varijabilitet između sudaca i moguće da bi se tada potvrdile sve postavljene hipoteze, odnosno da bi sve testirane sposobnosti i karakteristike imale utjecaj na kvalitetu suđenja. Radi navedenih činjenica se zaključuje da je postojeća selekcija sudaca dobra i nema velikog varijabiliteta među njima gledajući njihove motoričke i funkcionalne sposobnosti te morfološke karakteristike. Sudačke funkcionalne sposobnosti,

postotak tjelesnih masti i postotak vremena tijekom utakmice provedenog u anaerobnoj zoni u varijabilitetu u kojem postoje, ne diskriminiraju na način da su neki uspješniji u ocjenama uspješnosti suđenja.

**Ključne riječi:** *rukometni suci, anaerobni kapacitet, fiziološko opterećenje, iskustvo*

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine physiological loads in handball referees during the game, explore the impact of motor and functional abilities and morphological characteristics on quality of refereeing, and also to determine whether there is a relationship between physiological loads during the game and quality of the refereeing.

The sample consisted of all 16 referee pairs which are 32 handball referees who are on the Croatian „Premijer liga“ handball league list. Before the start of testing each participant sign a voluntary statement for testing and attached confirmation of the doctor confirming proper state of health. Handball referees measurements were divided into three parts. First and second measurement (laboratory) was performed in Diagnostic center of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb. The first two measurements were carried by competent and educated experts in field, employees of the Diagnostic Center. The third part was observed during matches of Croatian „Premijer liga“ handball league as field measurements also by competent and educated expert.

Laboratory measurements started with measuring kinanthropometric measures to identify morphological characteristics. After that referees spent 20 minutes warming up by protocol and then they conducted selected motor tests of agility, coordination and explosive power sprint type. After the break referees were tested for functional abilities with spiroergometric progressive load test on the treadmill. The third part of the measurements was observed during matches of Croatian „Premijer liga“ handball league where referees were monitored for physiological loads during matches. During the match referees wore a telemetry system for monitoring the heart rate below the jersey and on wrist they had a wristwatch which recorded heart rate during the match.

Data processing was carried out by statistical package STATISTICA 8. Multiple regression analysis determined the dependence of functional and motor abilities and morphological characteristics (independent variables) and average referees score (dependent variable) which is estimated during handball matches by supervisors. Statistical significance was estimated for time spent in anaerobic zone during the match with the quality of refereeing. Pearson's correlation coefficient was used to establish correlations between age, total refereeing experience, refereeing experience in highest rank and average referees score.

The average age of referees was  $34,29 \pm 6,20$  years with an average experience of  $13 \pm 4,99$  years in handball refereeing in total. Average years of refereeing in highest level of handball leagues was  $7,03 \pm 4,00$  years. Measured morphological characteristics of referees indicates average body height of  $184,46 \pm 5,78$  centimeters and weight of  $91,73 \pm 10,57$  kilograms. The calculated average percentage of body fat was  $19,20 \pm 3,94$  which indicates the optimal balance of body fat by referees. Body mass index was  $26,91 \pm 2,47$  kg / m<sup>2</sup>.

From five motor abilities tests only test 93639 with turn for 180 degrees was statistically significant with a variable average referees score with standard regression coefficient of  $-0,57$  with significance level  $p = 0,00$ . Significant was also the whole regression model of tested motor abilities with coefficient of multiple correlation of  $0,81$ , and determination coefficient of  $0,66$  with significance level  $p = 0,00$ . Non of the functional abilities variables, not functional ability as a whole were obtained with statistically significant difference with average referees score. Morphological characteristics of body weight percentage is also not statistically significantly associated with average referees score. Monitoring physiological loads during a match there wasn't statistically significant difference between percentage of time spent above the anaerobic threshold and average referees score. With correlation analysis there was statistically significant link between the experience in refereeing at the highest level and average referees score with  $r = 0,62$ .

Average relative maximum oxygen uptake was measured for referees  $45,35 \pm 6,12$  ml/min/kg. Poor anaerobic capacity was determined for handball referees, but there is satisfactory aerobic capacity. Looking at physiological requirements during handball games where is domination of aerobic energy use existing physical fitness of referees is optimal. Due to certain parts of the game with anaerobic energy consumption there is recommendation that referees work on physical fitness during their individual training and incorporate training for development of anaerobic capacity .

Given the current elimination criteria that judges must meet during official seminars before start of the season and in the middle of the season there is no big variability between referees and they are homogeneous selection group. When there would be no elimination criteria in the official seminars there would be a greater variability between referees and it is possibility that all the assumed hypotheses would be confirmed, and all of tested abilities and characteristics would have significant effect on average referees score. Due to these facts, it is concluded that the existing selection of referees is good and there is no big variability among

them when looking at their motor and functional abilities and morphological characteristics. Their functional capacity, percentage of body fat and percentage of time spent above the anaerobic threshold in that variability in which they do not discriminate one referee in the way that some more referees are more successful in the average referees score.

**Keywords:** *handball referees, anaerobic capacity, physiological load, experience*

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	15
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA .....	24
3. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....	35
4. METODE ISTRAŽIVANJA .....	36
4.1 UZORAK ISPITANIKA .....	36
4.2 UZORAK VARIJABLI .....	37
4.3 PROTOKOL ISTRAŽIVANJA .....	57
4.4 METODE OBRADE PODATAKA .....	59
5. REZULTATI .....	60
5.1 FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI.....	60
5.1.1 POVEZANOST FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA .....	65
5.2 MOTORIČKE SPOSOBNOSTI .....	67
5.2.1 POVEZANOST MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA .....	70
5.3 MORFOLOŠKE KARAKTERSTIKE.....	72
5.3.1 POVEZANOST POSTOTKA TJELESNE MASTI I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA .....	75
5.4 FIZIOLOŠKO OPTEREĆENJE TIJEKOM UTAKMICA .....	76
5.4.1 POVEZANOST VREMENA U UTAKMICI PROVEDENOG IZNAD ANAEROBNOG VENTILACIJSKOG PRAGA I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA .....	80
5.5 POVEZANOST DOBI, STAŽA I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA .....	82

6. RASPRAVA.....	83
6.1 FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI .....	85
6.2 MOTORIČKE SPOSOBNOSTI .....	89
6.3 MORFOLOŠKE KARAKTERSTIKE .....	92
6.4. FIZIOLOŠKO OPTEREĆENJE TIJEKOM UTAKMICA .....	98
6.5. POVEZANOST FUNKCIONALNIH I MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI, VREMENA PROVEDENOG IZNAD ANAEROBNOG VENTILACIJSKOG PRAGA, POSTOTKA TJELESNE MASTI TE DOBI I ISKUSTVA U SUĐENJU S OCJENOM USPJEŠNOSTI SUĐENJA .....	104
7. ZAKLJUČAK .....	109
8. LITERATURA .....	111
9. PRILOZI .....	121
10. ŽIVOTOPIS .....	127

## 1. UVOD

Rukomet je dinamična sportska igra strukturirana od više jednostavnih i složenih cikličkih i acikličkih gibanja koja se izvode suradnjom i koordinacijom više igrača. Karakteriziraju ga naizmjenični visoko intenzivni kontakti koji zahtjevaju kombinaciju aerobne i anaerobne izdržljivosti i dobro koordiniranih aktivnosti na terenu (Cazan i sur., 2012). Dominiraju brzina, (specifična) snaga, jakost, promjena pravca i smjera kretanja (agilnost), sposobnosti ponavljanja kratkih maksimalnih podražaja tijekom utakmice i ostale visoko intenzivne radnje (Marques, 2007; Chelly, 2011; Aguilar-Martínez 2012; Ghobadi, 2013; Corvino i sur., 2014; Haugen i sur., 2016) koje omogućavaju stjecanje prednosti nad protivnikom (Povoas, 2014). Mogućnost ponavljanja navedenih sposobnosti na najvišoj razini tijekom utakmice vrlo je bitan za kvalitetu igre (Massuca, 2013) kao i konačan rezultat. Tehnički i tjelesni zahtjevi variraju prema pozicijama u igri. Krila izvedu najviše visoko intenzivnih aktivnosti kao što je sprint, dok su manje zastupljene brze promjene pravca i smjera kretanja i dueli jedan na jedan u odnosu na druge pozicije u igri. Kružni napadači se najviše nalaze u tjelesnim duelima i kontaktima, dok vanjski igrači više dodaju i šutiraju nego što to čine na ostalim pozicijama u igri (Haugen i sur., 2016). Tijekom utakmice igrači u prosjeku prijeđu (zavisno o pozicijama u igri) između 4 kilometara i 510 metara i 5 kilometara i 130 metara. Najviše prelaze krila i linijski igrači, dok vanjski igrači ne zaostaju mnogo za tim vrijednostima (Bon i sur., 2002). Jedna od vrlo bitnih sastavnica antropoloških obilježja za rukometnu igru jest i razina morfoloških karakteristika (Srhoj i sur., 2002). Parametri koji imaju značajnu ulogu pri selekciji igrača u rukometu su antropometrijske karakteristike (poznavanje dominantnih svojstava za selekciju u rukometu), funkcionalne sposobnosti organa i organskih sustava (aerobni i anaerobni kapacitet), motoričke sposobnosti, socijalne karakteristike ličnosti, kao i kognitivne i konativne karakteristike. Prema mišljenju Karišika i suradnika (2011) od iznimne je značajnosti za uspjeh u rukometu utvrditi koje su to antropometrijske mjere koje igrač treba posjedovati kako bi mogao igrati kvalitetan rukomet, odnosno kako bi nastupao za kvalitetne klubove s ciljem postizanja maksimalnih sportskih rezultata. Sličnu misao možemo preslikati i na suce jer su sastavni dio rukometne igre i isto je vrlo bitno da oni sude na kvalitetnoj razini te da drže konstantu u kvaliteti obavljanja svog zadatka tijekom utakmice ili natjecanja.

Prema analizi Bilgea (2012) rukomet se kao sport brzo razvija, posebice posljednjih osam godina na svim većim natjecanjima kao što su europsko i svjetsko prvenstvo i



Olimpijske igre. To se odnosi na sve veću dinamičnost, agresivnost i brzinu u igri – kako u obrani, tako i u napadu, posebice kod europskih ekipa, iako ni ekipe s drugih kontinenata ne zaostaju za ovim vidom evolucije rukometne igre. Razvoju rukometa u tom smjeru je pridonio veći broj faktora, a jedan od najbitnijih je promjena pravila kao što su brzo izvođenje nastavka igre nakon postignutog pogotka te promjene vezane uz pasivnu igru (Sevim i Bilge, 2007; Kruger, 2013). Nakon tih promjena u rukometu vrijeme između faze obrane i faze napada je značajno smanjeno, stoga je i igra postala dinamičnija i zahtjevnija (Sporiš i sur., 2014; Povoas i sur., 2014) kako za igrače, tako i za suce. Tumačenje pravila pasivne igre rezultiralo je koncentracijom najboljih ekipa na taktiku kontranapada i na ubrzavanje igre tijekom napada znajući da je kontranapad glavni determinirajući faktor uspjeha kod ekipa istog ranga u rukometu kao i u košarci (Yang i sur., 2006; Fernandez i sur., 2009; Gutierrez i Lopez, 2011), posebice uzimajući u obzir podatak da je pozicija šutiranja na vrata u kontranapadu najefikasnija s 88.23% uspješnosti (Alexandru i Alexandru, 2009). Kao još jedna izravna posljedica promjene pravila je skraćivanje pripremnog dijela napada, što je dovelo do dinamičnije i brže igre i do bogatijih i sofisticiranijih taktika u igri (Bilge, 2012). Sukladno tome pravilo brzog izvođenja nastavka igre nakon postignutog pogotka doprinijelo je i većim tjelesnim zahtjevima igrača (Kruger, 2013), kao i sudaca čije fiziološko opterećenje tijekom utakmice može biti više od fiziološkog opterećenja igrača tijekom utakmice (Matković i Nedić, 2012).

Novi trendovi u tehničkom, taktičkom i tjelesnom razvoju rukometne igre zahtijevaju nove tehničke i motoričke sposobnosti i karakteristike igrača. Moderni rukomet zahtijeva od igrača da budu brži, dinamičniji, svestrani u obrani i napadu, tehnički usavršeniji, da imaju dobru percepciju igre i da mogu igrati na više pozicija u igri, barem na kratko vrijeme (Pokrajac, 2007; Taborsky, 2008). Usporedno s evolucijom rukometne igre koja postaje agresivnija, atraktivnija i brža, rukomet privlači sve više gledatelja. Prema posljednjim podacima više od milijarde i 650 milijuna gledatelja u 175 država je pratilo televizijski prijenos s posljednjeg Europskog prvenstva (početkom 2016. Godine) u Poljskoj. Uživo je prvenstvo pratilo više od 400.000 gledatelja, što je povećanje u odnosu na prošlo Europsko prvenstvo u Danskoj nevjerojatnih 26,5% (European handball federation, 2016). Upravo radi ovih brojki koje će se u budućnosti samo povećavati uloga rukometnih sudaca postaje sve važnijom jer njihove odluke mogu utjecati na konačan rezultat utakmice i natjecanja (Unkelbach i Memmert, 2010; Chelly i sur., 2011; Estriga, 2011; Pizzera i Raab, 2012; Elsworth, 2014; Caballero i sur., 2015; Nizam i sur., 2015; Brightmore i sur., 2016). Mnoga

istraživanja u sportu su vezana ponajviše uz same sudionike – natjecatelje. U posljednje vrijeme postoji tendencija znanstveno utemeljenog proučavanja i istraživanja sportskih sudaca, najviše u sportovima koji su globalno najrašireniji i u kojima se raspolaze i s najvećim financijskim sredstvima.

Da bi igrači nesmetano igrali i pridržavali se unaprijed utvrđenih pravila međunarodne rukometne igre, utakmicu vode, tj. sude dva ravnopravna suca uz pomoć mjeritelja vremena i zapisničara (International handball federation, 2016). Neizravno u vođenju utakmice (“game management”) sudjeluje i nadzornik utakmice koji na kraju utakmice ocjenjuje i savjetuje sudački par. U literaturi Clegga i Thompsona (1985) nalazimo pregled znanstvenih spoznaja o sucima u različitim sportovima. Autori navode da se prema ukupnoj kompleksnosti rukometa kao sporta, tehničkoj zahtjevnosti i velikoj brzini igre rukomet smatra teškim i vrlo stresnim sportom za suđenje.

Odgovornost sudaca za tzv. kontaktne sportove (rukomet, ragbi, košarka, nogomet itd.) podrazumijeva implementaciju pravila igre i omogućavanje igračima da se pridržavaju pravila i propozicija. Sucima je dužnost biti što bliže igri te uočavati i sankcionirati povrede pravila. Štoviše, uspjeh suđenja u tim sportovima je usko vezan uz mogućnost praćenja tjelesnih i fizioloških zahtjeva tijekom utakmice (Castagna i sur., 2004; Reilly i Gregson, 2006; Weston i sur., 2007; Rebelo i sur., 2011; Valdevit i sur., 2011). Suci vode utakmicu uz donošenje odluka vezanih uz pravila igre i primjenjuju disciplinske mjere za osiguravanje pravedne provedbe pravila i nepristranu primjenu istih s namjerom da igrači ostanu sigurni i zaštićeni tijekom igre (Estriga, 2011; Mallo, 2012; Rebelo, 2015). Svojim odlukama suci utječu na prirodu i učestalost neprimjerenog ponašanja igrača tijekom igre (Souchon i sur., 2004). Suci igraju aktivnu ulogu u sportu i izloženi su utjecaju raznolikih složenih psiholoških stanja svih sudionika u natjecanju. Njihov je zadatak držati sve te utjecaje pod kontrolom i sačuvati skladan odnos tijekom utakmice ili natjecanja, posebice u slučaju ozbiljne pogreške ili propusta u prosudbi kada nastaju najteži psihološki i socijalni problemi na terenu i izvan njega (Valdevit i sur., 2011). Budući da je poznato da natjecateljske strane situacije u igri percipiraju različito (Philips, 1985), rezultat toga je veliki broj sukoba tijekom utakmica i natjecanja koje upravo suci moraju razriješiti (Tsorbatzoudis i Kaissidis-Rodafinos, 2005). Svojim dominantnim i autoritativnim stavom, kao i vrsnim poznavanjem pravila suci smanjuju neprimjereno ponašanje i agresivnu igru, dok gubitak autoriteta i nesnalaženje u interpretaciji ili primjeni pravila vodi suprotnom. Ekipni kontaktni sport je odličan primjer kompleksnog donošenja odluka kod sudaca, gdje se te odluke moraju donositi brzo (Plessner,

2005). Suočeni s donošenjem odluka u izrazito kratkom vremenu, istraživanja pokazuju da se suci oslanjaju na prosudbu heuristike (brza i jednostavna pravila odlučivanja, intuicija, anticipacija) da im pomogne donijeti odluku (Mascarenhas i sur., 2006; Plessner i Haar, 2006). Istraživanja pojedinih autora pokazala su da iskusni suci koriste kraće vrijeme za prepoznavanje događaja na terenu, a potrebno im je i manje vizualnih informacija kako bi donijeli ispravnu odluku (Nazarudim i sur., 2015. Prema Abernethy, 1991; Bard i sur., 1994).

Sportsko suđenje ima mnogo aspekata od kojih su najzastupljeniji pravni, društveni, moralni, psihološki i ekonomski (Valdevit, 2011). Često osuđivani, ponekad kritizirani, a rijetko zaboravljeni, suci su često u samoj jezgri žučnih rasprava, a isto tako i predmet inspiracije za medije (Baldwin 2008; Doseville, 2012; Mirjamali, 2012; Gundogdu i sur., 2012). Na sucima je, što je utakmica značajnija, pritisak veći jer njihove odluke mogu utjecati na konačan rezultat utakmice i natjecanja (Unkelbach i Memmert, 2010; Chelly i sur., 2011; Estriga, 2011; Pizzera i Raab, 2012; Elsworth, 2014; Caballero i sur., 2015; Nizam i sur., 2015; Brightmore i sur., 2016). Pritisak može biti od strane službenih osoba klubova, navijača, medija i igrača (Titlebaum, 2009; Boyko, 2007). Rukometni suci tijekom sezone ne samo da moraju podnijeti tjelesna opterećenja (održavati kondicijske sposobnosti), već moraju podnijeti i psihički pritisak (Mirjamali, 2012) u vidu više vrsta stresa s obzirom da je posao sportskih sudaca na sportskim manifestacijama prepoznat kao vrlo stresna aktivnost. Sagledajući tu činjenicu suci mogu patiti od različitih stresora prilikom vođenja utakmice. Stresori mogu negativno utjecati na kognitivne te psihosocijalne procese kao što su koncentracija, pažnja, fokus, trud, uzbuđenje koje dovodi do umanjene motorne izvedbe (Anshel, Jones & Hardy, 1989). Najčešći faktori stresa kod sudaca su vlastita tehnička izvedba, ocjena suđenja od strane nadzornika i strah od pogrešne dosudbe, odnosno bilo koje pogreške tijekom suđenja (Mirjamali, 2012).

Suci u velikoj većini kontaktnih sportova moraju biti tjelesno spremni za zahtjeve za kretanjem u utakmici (Emmonds i sur., 2015), odnosno pozicioniranjem tijekom cijele utakmice. Tjelesni zahtjevi sudaca su tijekom utakmice diktirani od strane sportaša, a sportaši su u prosjeku između 10 i 15 godina mlađi nego suci (Weston i sur., 2010). Radi toga suci moraju održavati funkcionalne sposobnosti na adekvatnoj razini posebice poznavajući da su iste podložne padu kvalitete usporedno s dobi. Prema Rebelu i suradnicima (2011) uspjeh u suđenju u kontaktnim sportovima se odnosi barem djelomično na sposobnost sudaca da neometano prati tjelesne i fiziološke zahtjeve tijekom odigravanja utakmice. Za razliku od ranije kada je uspjeh bio ponajviše koncipiran na tehničkoj pripremljenosti igrača, današnji,

moderni rukomet zahtijeva od igrača višu razinu tjelesne pripremljenosti, (Belčić i Sporiš, 2012). Iako suci u nižim ligama mogu kompenzirati nedostatak tjelesne pripremljenosti svojim iskustvom, na međunarodnoj razini i višim ligama to je više nije moguće (Gruss, 1997).

Uvažavajući tu činjenicu rukometni suci moraju biti tjelesno spremni pratiti tijek igre i biti što je moguće bliže aktivnostima na terenu (MacMahon i sur., 2006; Reilly i Gregson, 2006; Da Silva i sur., 2010; Mallo i sur., 2012; Matković i sur., 2014; Nabli i sur., 2016; Mazaheri i sur., 2016) što je puno zahtjevnije u modernom rukometu gdje se prema podacima Estrige i sur. (2013a) tijekom rukometne utakmice izmijeni oko 120 tranzicija obrana – napad, s prosječnim trajanjem tranzicije iz obrane u napad od 10 sekundi kod koje suci prijeđu 25 metara.



**Slika 1.** Kretanje dvojice sudaca (zeleni i plavi) tijekom prve dvije minute utakmice (Estriga, 2011)

Sveukupna kvaliteta suđenja mora biti na konzistentna tijekom cijele utakmice i ne bi smjela opadati radi nedostatka tjelesne pripremljenosti kod sudaca (Gruss, 1997). Tjelesna pripremljenost sudaca mora biti na toj razini da se izbjegava umor i tjelesna iscrpljenost tijekom utakmice koje onemogućavaju pravilno donošenje odluka (Matković i Nedić, 2012). Kako su tjelesni zahtjevi sudaca tijekom utakmice povezani s rangom natjecanja (Rontoyannis i sur., 1998; Bartha i sur., 2009; Borin i sur., 2013), suci moraju povećati pokazatelje maksimalne sposobnosti kako bi bili u mogućnosti nositi se sa zahtjevima koje nameću igrači (Caballero i sur., 2015). Tako Mazaheri i suradnici (2016) iznose podatak da su nogometni suci tijekom utakmice izloženi sličnim tjelesnim zahtjevima kao vezni igrači u nogometu. Istraživanja više skupina autora (Harley i sur., 1999; Castagna i sur., 2007.; Lategan, 2011; Mallo i sur., 2012; Matković i Nedić, 2012; Luis 2015) su pokazala da je udaljenost sudaca od mjesta prekršaja vrlo bitna kod pravilne dosube, a ona ovisi o poziciji na terenu gdje se događaj dogodio, vremenu u utakmici kad se donijela odluka i tjelesnoj pripremi sudaca (Lategan, 2011; Birinci i sur., 2014; Matković i sur., 2014; Nazarudin i sur., 2015; Pearce i sur., 2015; Castillo i sur., 2015; Mazaheri i sur., 2016). S druge strane, prevelika udaljenost od mjesta događaja koja se događa u fazi smanjene tjelesne sposobnosti (umor) povećava rizik od pogrešne odluke s obzirom da vidljivost nije dovoljno jasna (Rupčić, 2010; Mallo i sur., 2012; Elsworthy, 2014). U isto vrijeme kad se suci prilagođavaju na dobru poziciju na terenu, vrlo je bitno da i donesu ispravnu odluku (Mallo i sur., 2012). Dobro pozicioniranje je moguće samo ukoliko je sudac mobilan i tjelesno spreman za tjelesne zahtjeve sporta, a isto tako suci moraju znati zadržati mentalnu koncentraciju i donositi odluke o situacijama na terenu u djeliću sekunde (Reilly i Gregson, 2006). Specifično-sportski zahtjevi suđenja su ekstremni, s obzirom da suci moraju donositi odluke brzo i što je točnije moguće, kako bi pravilno vodili igru (Brand i sur., 2006) i spriječili situacije kojima nije mjesto na sportskim terenima. Vrijeme donošenja odluke je kratko, a odluke se donose frekventno. Pozornost i koncentracija sudaca u trenutku donošenja odluka mora biti na najvišoj razini efektivnosti. Suci povećavaju rizik donošenja pogrešnih odluka kako se utakmica približava kraju. Helsen i Bultynck (2004) iznose podatak da nogometni suci tijekom međunarodne utakmice donesu 140 odluka što je sličan podatak kao i kod Evansa i Belliona (2006) koji su proveli istraživanje o nogometnim sucima za vrijeme Svjetskog prvenstva u nogometu 2006. godine, te došli do podatka da je u zadnjih 16 utakmica tog turnira dosuđeno 2167 odluka. Drugim riječima, svaka odluka sudaca je donesena u periodu manjem od 40 sekundi što ukazuje na nužnost donošenja uzastopnih i brzih prosudbi i traži od sportskih sudaca potpunu pozornost i koncentraciju. Budući da su situacije na terenu promjenjive i predikcijska komponenta

događaja koji slijede je vrlo niska, suci moraju apsorbirati vizualne informacije koje uključuje ne samo čistu percepciju vanjskih promjena (vizualnih podražaja) već moraju aktivirati i akumulirano znanje o sličnim situacijama koje su se događale u prošlosti. Suci moraju imati kapacitet da u ekstremnim slučajevima prihvate i kognitivno obrade velike količine podataka koji dolaze iz različitih izvora (Pietraszewski i sur., 2014). Uzimajući u obzir podatak da rukometni suci tijekom utakmice prijeđu  $6,2 \pm 0,3$  km (Estriga i sur., 2013a) što je više nego igrači (4,51 – 5,13 km) u sličnom istraživanju skupine autora (Bon i sur., 2002). Suci navedenu udaljenost prelaze prosječnom brzinom od 5 km/h. Prema Estrigi i suradnicima (2013b) 60% vremena trajanja utakmice suci provedu stojeći na mjestu ili hodajući, dok 7% vremena provedu treći između 9 km/h i 15 km/h. Kod analize utakmica od strane stručnjaka dolazi se do podataka da je tijekom utakmica u prosjeku 13% sudačkih odluka pogrešno, dok su 5% pogrešaka značajne greške sudaca (isključenja na 2 minute, sedmerac, diskvalifikacija, golovi). Značajne greške sudaca se distribuiraju ravnomjerno između ekipa, stoga prema prosjeku one ne utječu na krajnji rezultat utakmice. No u nekim slučajevima one ipak utječu. Većina (50%) od svih pogrešaka i značajnih pogrešaka izazvane su izostavljenom sankcijom postojećih pogrešaka (Estriga i sur., 2013b).

Europska, pa i svjetska rukometna praksa stavlja naglasak na što ranijem početku suđenja u nacionalnim rukometnim savezima kako bi suci što prije stekli potrebne vještine za suđenje najzahtjevnijih utakmica. Da je to dobar način potvrđuju Pizzera i Raab (2011) na znanstveno utemeljenim činjenicama u svom istraživanju o percepciji odluka sportskih sudaca koje su uvjetovane motoričkom i vizualnom iskustvu. Autori navode da se sportski suci moraju vrlo rano specijalizirati u suđenju, ili što ranije prikupljati vizualno-motorička iskustva kao promatrači ili sportaši a zatim se specijalizirati kao sportski suci. Nakon bazične obuke u nacionalnim savezima, najbolji suci u međunarodnim savezima dobivaju odgovarajuće znanje te obuku koja im pomaže usavršiti znanje suđenja u cjelini. MacMahon i suradnici (2006) navode da suci pokazuju ranu specijalizaciju, u odnosu na neka prijašnja vremena kada su sucima postajali bivši igrači na kraju igračke karijere. Isti autori navode da postizanjem vrhunskog nivoa u suđenju, suci ne samo da podižu volumen treninga već i uvode dodatne praktične aktivnosti kojima dodatno podižu svoj nivo, a i općenito znanje o suđenju za razliku od početaka sudačkih karijera gdje su suci uglavnom koncentrirani gotovo isključivo na tjelesnu pripremu.

Prema mišljenju grupe autora (Catteuw i sur., 2009) u suđenju je iznimno bitno iskustvo, broj sati provedenih u teorijskom i praktičnom treningu i broj odsuđenih utakmica, a

sve to je pozitivno povezano sa vještinom suđenja. Jungebrand (2006) navodi da su najbitnije prediktivne vrijednosti za uspješnost u suđenju psihička stabilnost te kondicijsko - motorička pripremljenost uz sposobnost kontroliranja situacije na terenu, hrabrost i objektivnost pri donošenju odluka, poštenje, razumijevanje igre, neverbalna komunikacija, sposobnost primjenjivanja stečenog znanja te sposobnost kontrole stresa.

Pomno proučavajući dostupnu literaturu vezanu uz suđenje u više vrsta ekipnih sportova, s posebnim naglaskom na rukometne suce, može se zaključiti da je suđenje je izrazito kompleksan i zahtjevan dugogodišnji proces usavršavanja u vještini donošenja odluka. Kvalitetno suđenje se ne može trenirati već je ono logični slijed stjecanja iskustva kroz godine suđenja, velikog broja utakmica, velikog broja nespecifičnih situacija u kojima se sudac nađe i stereotipno uči a kasnije to znanje primjenjuje. Samim time sudac podiže svoju kvalitetu suđenja i donošenja odluka iskustvom, posebice u najvišem rangu kojeg stječe visokim ocjenama uspješnosti suđenja tijekom godina i ispunjavanjem eliminacijskih kriterija tjelesne mase i tjelesne pripremljenosti.

Da bi sudac bio uspješan mora biti vrlo stabilna i nepristrana osoba, nepodložna pritisku i iracionalnim emocijama, s iznimno velikim pragom samokontrole i autoriteta prema svim sudionicima jednog natjecanja. Sudac bi svojim vizualnim izgledom trebao odavati dojam sportaša, autoritativne osobe koja iznimno dobro poznaje pravila i propozicije sporta i natjecanja u kojem sudi a ujedno i pokušati biti što manje u fokusu utakmice, posebice u negativnom kontekstu. Sudac mora biti vrlo dobro tjelesno pripremljen kako bi nesmetano mogao pratiti tjelesne zahtjeve tijekom utakmice, posebice one submaksimalnog i maksimalnog opterećenja. Suci moraju održavati svoje funkcionalne i motoričke sposobnosti pomno planiranim i programiranim treninzima. Vrlo je bitno da sudac ima vrlo dobro razvijeni aerobni kapacitet za neometano i konstantno kretanje tijekom utakmice. Ono je vrlo bitno za kvalitetno pozicioniranje, neometano praćenje svih tehničko-taktičkih elemenata u utakmici koji zahtjevaju brzo kretanje, posebice kontranapada. Uz individualni rad na podizanju aerobnog kapaciteta suci bi trebali više pozornosti pridavati na podizanje anaerobnih sposobnosti kako bi nesmetano tijekom utakmice pratili veliki broj aktivnosti koje se opetovano ponavljaju, a iste su visokog intenziteta. Upravo takav sudac će imati najmanji utjecaj na rezultat ili tijekom utakmice i svojom pojavom voditi igrače da u jednakim uvjetima na terenu ostvare svoja maksimalna dostignuća.

Mnoga istraživanja u sportu su vezana najviše uz same sudionike, natjecatelje, no postoji tendencija proučavanja sportskih sudaca u posljednje vrijeme (od 2000. godine na dalje) s obzirom na njihovu veliku važnost u sportskom događaju. Posljednjih godina zamijećen je porast istraživanja košarkaških i nogometnih sudaca i veći broj radova vezanih uz suce u ragbiju. Najčešće istraživani aspekti suđenja u dostupnoj literaturi su stres i nošenje sa stresom, pozicioniranje i kretanje, psihološka i tjelesna priprema, donošenje odluka, motoričke i vizualne sposobnosti, utjecaj publike, medija i drugih izravnih i neizravnih sudionika te komunikacija s istima, morfološke i psihološke karakteristike, evaluacija treninga, fiziološka opterećenja tijekom utakmica i samo znanje o suđenju kao vještini. Rukometni suci su bili najmanje zastupljeni subjekt znanstvenih istraživanja od navedenih sportova i literature je vrlo malo u dostupnim bazama podataka. Pregledom dostupne literature zasad nisu potpuno poznati odnosi tjelesne pripremljenosti i kvalitete suđenja koje će se istražiti u ovoj doktorskoj disertaciji.



## 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

### Istraživanje fiziološkoga opterećenja sudaca u rukometu

Istraživanja fiziološkog opterećenja sudaca u rukometu obrađena su u dva dostupna znanstvena rada. U jednom radu su mjerene količine laktata tijekom službenog testiranja Europske rukometne federacije na službenim seminarima i natjecanjima, a u drugom su mjerena fiziološka opterećenja laboratorijski u standardiziranim uvjetima i tijekom službenih rukometnih utakmica najvišeg ranga natjecanja u Brazilu.

Krista Gruss (1997) je na službenim testiranjima EHF sudaca ("Shuttle run" test) mjerila količine laktata u krvi na uzorku od 20 rukometnih sudaca. Autorica je mjerenje provodila na dva službena natjecanja. Prvo mjerenje je provodila kako bi stekla uvid u stanje sudaca i kako bi se sucima programirao trening za podizanje tjelesne pripremljenosti. Nakon provođenja treninga suci su testirani na drugom službenom natjecanju gdje je 47,4% sudaca podiglo razinu tjelesne pripremljenosti, 5,3% je ostalo na istoj razini, 26,2 posto je imalo lošije rezultate dok ostatak testiranog uzorka nije ulazio u analizu jer su testirani prvi puta (nisu bili delegirani za prošlo natjecanje). Dobiveni su podaci da kod 7 km/h suci imaju prosječnu količinu laktata od 1,99 mmol/l, kod 8 km/h imaju 2,58 mmol/l, kod 9 km/h imaju 4,14 mmol/l, kod 10 km/h imaju 6,30 mmol/l, dok kod 11 km/h prosječna količina izmjerenih laktata je iznosila 8,85 mmol/l. Suci su prosječno prelazili aerobni prag na 8,04 km/h dok su anaerobni laktatni prag prelazili na 9,1 km/h. Autorica predlaže da se svim savezima dostave planovi i programi za trening sudaca, te da se periodično kontrolira napredak sudaca, kako tijekom utakmica loša tjelesna pripremljenost nebi utjecala na sudački učinak, odnosno kvalitetu suđenja.

U istraživanju Fernandes da Silve i suradnika (2010) autori analiziraju fiziološke zahtjeve rukometnih sudaca tijekom utakmice. Uzorak ispitanika činilo je 16 rukometnih sudaca nacionalnog i međunarodnog ranga. Prosječna starost sudaca bila je  $34,9 \pm 3,4$  godine. Morfološke karakteristike su imale prosječne vrijednosti: visina  $173,5 \pm 7,5$  centimetara, prosječna masa tijela bila je  $77,4 \pm 10,6$  kilograma, dok je prosječan postotak masti u tijelu kod ispitanika bio  $22,3 \pm 6,6$ . Suci su testirani u nekoliko testova laboratorijski kao i na službenim utakmicama. Autori navode da rukometni suci provedu 96,4% vremena na terenu u normalnim opterećenjima, 2,3% posto vremena su ta opterećenja submaksimalna dok 1,3% vremena provedu u zoni maksimalnog opterećenja. Prosječna frekvencija srca tijekom cijele

utakmice je bila  $131 \pm 15$  otkucaja u minuti (68% od maksimalne frekvencije srca). Prosječan relativni maksimalni primitak kisika kod sudaca je bio  $48,5 \pm 6,1$  ml/kg/min, što je očekivano manje od rezultata postignutih kod rukometaša. Limitacije te studije leže u tome su vrijednosti rezultat procjene na temelju „Shuttle-run“ testa i nisu rezultat direktnog laboratorijskog mjerenja koje je vjerodostojnije. Prosječna najveća brzina postignuta na testiranju aerobnih kapaciteta bila je  $12,5 \pm 1,0$  km/h. Autori također navode da je to prvo takvo istraživanje rukometnih sudaca.

Podaci koji su se obradili u ovoj disertaciji prema posljednje navedenom znanstvenom radu očituju se u novom znanstvenom doprinosu gdje se došlo do podataka da li motoričke i funkcionalne sposobnosti utječu na kvalitetu suđenja, a isto tako i do novih podataka o fiziološkom opterećenju sudaca u Europi, gdje se igra najkvalitetniji rukomet. Istraživanje se provelo na kvalitetnijem i većem uzorku, suci su testirani u standardiziranim testovima u laboratorijskim uvjetima, a isto tako se dobilo i više podataka vezanih uz rukometne suce.

## Istraživanje fiziološkoga opterećenja sudaca u drugim ekipnim sportovima

Razina fiziološkog opterećenja nogometnih sudaca je obrađena u istraživanju Catteralla i suradnika (1993). Na uzorku od 14 nogometnih sudaca najvišeg sudačkog ranga pokazali su visoko fiziološko opterećenje tijekom cijele utakmice. Prosječna udaljenost koju su suci prelazili tijekom utakmice bila je 9,44 kilometra s napomenom da su u drugom poluvremenu suci prelazili manje udaljenosti. Prosječna frekvencija srca u prvom poluvremenu bila je  $165 \pm 8$  otkucaja u minuti a u drugom poluvremenu  $165 \pm 9$  otkucaja u minuti.

U istom sportu je provedeno istraživanje i D'Ottavia i Castagne (2001) na uzorku od 18 nogometnih sudaca tijekom natjecateljske sezone 1992/1993. talijanske prve lige (Seria A). Rezultati primjenom elektronskog mjerača frekvencije srca pokazali su kao i u prethodnom istraživanju visoko fiziološko opterećenje tijekom cijele utakmice, s prosječnom vrijednosti frekvencije srca od  $163 \pm 5$  otkucaja u minuti, odnosno 89,1% od maksimalne frekvencije srca. Prosječna vrijednost frekvencije srca u prvom poluvremenu bila je  $163 \pm 5$  otkucaja u minuti, a u drugom poluvremenu  $162 \pm 5$  otkucaja u minuti. Autori su utvrdili da se vrijednosti frekvencije srca između prvog i drugog poluvremena statistički značajno ne razlikuju.

Slično istraživanje proveli su u Danskoj Krstrup i Bangsbo (2001) na 27 nogometnih sudaca na 43 utakmice Danske nogometne lige. Udaljenosti koje su suci prešli su bile  $10,07 \pm 0,13$  kilometara, od čega  $1,67 \pm 0,08$  kilometara u trčanju visokim intenzitetom. Utvrđeno je da suci tijekom suđenja većinu vremena provode u aktivnostima niskog intenziteta kao što su stajanje (21,8%), hodanje (41,4%) ili lagano trčanje (15,6%). Manji dio vremena suci provode u aktivnostima većeg intenziteta kao što su trčanje unatraške (5,5%), umjereno trčanje (4,7%), brzo trčanje (1,5%) i sprint (0,5%). Prosječna vrijednost frekvencije srca za vrijeme suđenja iznosila je  $162 \pm 2$  otkucaja u minuti, odnosno  $85 \pm 1\%$  od maksimalne frekvencije srca. Od ukupnog trajanja utakmice, 56% vremena vrijednosti frekvencije srca kretale su se u rasponu od 150 do 170 otkucaja u minuti, a 27% vremena iznad 170 otkucaja u minuti. Dobiveni su podaci da suci u drugom poluvremenu prijeđu manju udaljenost visokim intenzitetom i trčanjem unatraške.

Isti autori (Krstrup i Bangsbo, 2002) su proveli istraživanje i na pomoćnim sucima te pokušali utvrditi stvarno fiziološko opterećenje pomoćnih sudaca tijekom nogometne

utakmice. Uzorak ispitanika činilo je 15 sudaca najvišeg sudačkog ranga, a samo istraživanje je provedeno za vrijeme 22 natjecateljske utakmice Danske nogometne lige. U prosjeku su suci za vrijeme utakmice prolazili put od 7,28 kilometara (u rasponu od 5,78 do 8,16 kilometara), od čega 1,15 kilometara u trčanju visokim intenzitetom (u rasponu od 0,86 do 1,44 kilometara) te 1,16 kilometara u bočnom trčanju (u rasponu od 0,12 do 2,34 kilometra). Prosječna vrijednost frekvencije srca iznosila je 137 otkucaja u minuti, što ukupno iznosi 73% od maksimalne frekvencije srca.

Barbero-Alvarez i suradnici (2012) su tijekom Američkog kupa 2007. godine. Uzorak ispitanika činilo je 7 glavnih sudaca (sudac na terenu) najvišeg ranga prosječne starosti  $40,6 \pm 2,2$  godine, visine  $1,75 \pm 0,42$  metra, mase  $68,0 \pm 6,8$  kilograma. U uzorku je drugu skupinu ispitanika činilo 7 pomoćnih sudaca prosječne starosti  $36,6 \pm 5,2$  godine, visine  $1,74 \pm 0,35$  metra, mase  $76,1 \pm 6,3$  kilograma. Dobiveni su podaci da tijekom utakmice glavni suci u prosjeku prijeđu 10197 metara dok pomoćni prijeđu 5819 metara. Kod kardiovaskularnih opterećenja prosječna frekvencija tijekom utakmice je bila 85,6 % od maksimalne frekvencije srca kod glavnih sudaca, dok je kod pomoćnih sudaca vrijednost iznosila 75,3 %. Autori su dobili statistički značajnu razliku između prosječnog postotka frekvencije srca i prijeđene udaljenosti tijekom utakmice.

U svom radu Costa i suradnici (2013) su proveli istraživanje o unutarnjem i vanjskom opterećenju na 11 sudaca na 35 utakmica u Brazilu i zaključili da nema statistički značajnih razlika između prijeđenih udaljenosti ( $5219 \pm 205$  i  $5230 \pm 237$ m) i maksimalne brzine ( $19,3 \pm 1,0$  i  $19,4 \pm 1,4$  km/h) koju postižu suci između dva poluvremena. Prosječna frekvencija srca tijekom utakmice je bila 89% od maksimalne frekvencije srca, dok je u 95% utakmica prosječna frekvencija srca iznosila više od 80% od maksimalne frekvencije srca. Vrijeme provedeno u zoni od 90 do 100% od maksimalne frekvencije srca je bilo više u prvom poluvremenu promatranih utakmica. Autori zaključuju da brazilski nogometni suci tijekom službenih utakmica imali visoka eksterna i interna opterećenja.

Dvadeset i dva nogometna suca nacionalnog ranga u Španjolskoj su istraživana u svrhu određivanja fiziološkog profila nogometnih sudaca u radu Caballera i suradnika (2015). Svi suci su imali najmanje 5 godina iskustva u suđenju. Deskriptivna statistika uzorka ispitanika pokazuje da su prosječne starosti  $26,0 \pm 4,9$  godina, visine  $1,76 \pm 0,08$  metara, tjelesne mase  $76,3 \pm 13,1$  kilograma te indeksa tjelesne mase od  $24,4 \pm 2,8$  kg/m<sup>2</sup>. Ispitanici su testirani na standardnim testovima međunarode nogometne federacije (FIFA). Dobiveni

rezultati ukazuju na vrijednosti od  $48,7 \pm 4,3$  ml/kg/min. Autori zaključuju da su fizički zahtjevi sudaca tijekom utakmice povezani s rangom natjecanja i da suci moraju povećati svoje tjelesno-fiziološke pokazatelje kako bi bili u mogućnosti nositi se s zahtjevima koje nameću igrači.

U istraživanju o fiziološkom opterećenju sudaca u nogometu, Castillo i suradnici (2015) su istraživali 24 nogometna suca na 8 utakmica španjolske 3. nogometne lige. U uzorku su sudjelovali glavni i pomoćni suci. Kod glavnih sudaca prosječna starost ispitanika je bila  $25,6 \pm 5,3$  godine, dok kod pomoćnih  $32,3 \pm 9,6$  godina. Prosječna visina tijela kod glavnih sudaca bila je  $182,8 \pm 6,6$  centimetara, a kod pomoćnih sudaca  $175,4 \pm 4,1$  centimetara. Prosječna tjelesna masa glavnih sudaca iznosila je  $77,0 \pm 8,9$  kilograma, dok je kod pomoćnih sudaca iznosila  $74,4 \pm 8,3$  kilograma. Indeks tjelesne mase kod glavnih sudaca bio je  $22,4 \pm 1,7$  kg/m<sup>2</sup>, kod pomoćnih  $23,8 \pm 2,8$  kg/ m<sup>2</sup>. Tijekom utakmice glavni suci su u prosjeku prošli  $10,053 \pm 1,165$  kilometara u odnosu na pomoćne koji su prošli gotovo dvosturko manje:  $5,305 \pm 0,497$  kilometara. Najveća frekvencija srca tijekom utakmice bila je  $185 \pm 9$  kod glavnih, dok je kod pomoćnih zabilježena  $169 \pm 14$  dok je prosječna kod glavnih bila  $161 \pm 11$  a kod pomoćnih  $133 \pm 17$  otkucaja u minuti.

U istraživanju Birincija i suradnika (2016) o povezanosti respiracijskih pokazatelja i aerobnih kapaciteta kod nogometnih sudaca različitog ranga i obrazovanja u Turskoj sudjelovalo je 28 ispitanika. Prosječnu starost ispitanika je bila  $25,86 \pm 4,4$  godina, prosječna visina tijela  $180,36 \pm 5,68$  centimetara, prosječna tjelesnu masa  $74,5 \pm 8,66$  kilograma, dok je indeks tjelesne mase iznosio  $22,79 \pm 2,17$  kg/m<sup>2</sup>. Autori su ispitanike podijelili u nekoliko grupa sa dodatnim podgrupama prema iskustvu u suđenju, zanimanju, edukaciji, kvaliteti u suđenju i rangu suđenja. Najzanimljiviji podaci o respiracijskim pokazateljima su relativni maksimalni primitak kisika i minutni volumen disanja. Prosječni relativni maksimalni primitak kiska je kod sudaca do 5 godina iskustva u suđenju iznosio  $45,51 \pm 3,0$  ml/kg/min, kod sudaca s 5 do 10 godina iskustva  $48,29 \pm 3,80$  ml/kg/min te kod sudaca s više od 10 godina iskustva  $46,80 \pm 3,15$  ml/kg/min. Minutni volumen disanja je kod sudaca do 5 godina iskustva u suđenju iznosio  $168,0 \pm 37,33$  l/min kod sudaca s 5 do 10 godina iskustva  $175,67 \pm 21,66$  l/min te kod sudaca s više od 10 godina iskustva  $176,14 \pm 35,90$ . Autori su pronašli statistički značajne razlike između određenih respiracijskih pokazatelja (forsirani vitalni kapacitet, vitalni kapacitet, minutni volumen disanja) i relativnog maksimalnog primitka kisika kod sudaca nižeg i višeg ranga. Zaključuju da suci u višem rangu imaju bolji dišne

pokazatelje i savjetuju da bi i ostali suci trebali provoditi trening za podizanje istih, a mlađi suci intenzivan trening za dostizanje visokih razina respiracijskih pokazatelja.

U istraživanju Castilla i suradnika (2016) o tjelesnoj spremi i fiziološkim karakteristikama nogometnih sudaca u Španjolskoj sudjelovalo je 45 ispitanika. Suci su bili podijeljeni u nekoliko kategorija raščlanjujući glavne i pomoćne te nacionalne i regionalne suce. Morfološke karakteristike sudaca se nisu značajno razlikovale prema kategorijama, stoga su navedeni prosječni podaci o svim ispitanicima. Autori navode prosječnu starost ispitanika  $29,6 \pm 7,8$  godina, prosječnu visina tijela  $175,9 \pm 5,6$  centimetara, prosječnu tjelesnu masu od  $73,3 \pm 7,6$  kilograma, dok je indeks tjelesne mase iznosio  $23,7 \pm 2,1$  kg/m<sup>2</sup>. Autori nisu pronašli statistički značajne razlike između kategorija sudaca u tjelesnoj spremi i fiziološkim karakteristikama. No uočavaju da su suci stariji od 35 godina značajno sporiji od mlađih sudaca u sprintevima, da prijeđu manje udaljenosti tijekom utakmica i da im je prosječna maksimalna frekvencija srca manja nego je to slučaj kod sudaca mlađih od 35 godina neovisno o kategoriji ili poziciji u suđenju (glavni i pomoćni suci). Autori preporučuju specifične programe treninga za starije suce kako bi se održala sposobnost brze promjene pravca i smjera kretanja, i povećali ili održali aerobni i sprinterski kapaciteti ispitanika.

U istraživanju fiziološkog opterećenja nogometnih sudaca tijekom utakmica Mazaheri i suradnici (2016) su koristili uzorak od 78 sudaca iz najvišeg ranga suđenja u Iranu. Autori su istraživali povezanost sposobnosti kardiorespiratornog sustava i sastava tijela u odnosu na kvalitetu suđenja tijekom utakmica. Prosječna dob ispitanika bila je  $36,96 \pm 3,84$  godina. Prosječna visina sudaca iznosila je  $177,98 \pm 5,83$  centimetara, prosječna tjelesna masa  $74,94 \pm 8,08$  kilograma, prosječni postotak tjelesne masti je  $20,67 \pm 3,92$  dok je indeks tjelesne mase  $23,64 \pm 2,06$  kg/m<sup>2</sup>. Ispitanici su testirani u laboratorijskim i terenskim uvjetima. Od podataka koje autori navode značajni su prosječna maksimalna frekvencija srca od  $159,45 \pm 20,19$  te prosječni relativni maksimalni primitak kisika iznosio je  $59,94 \pm 7,09$  ml/kg/min. Autori nisu dobili statistički značajnu povezanost za nijednu varijablu vezanu uz sposobnosti kardiorespiratornog sustava i sastava tijela u odnosu na ocjene suđenja i zaključuju da utjecaj na ocjene suđenja, odnosno kvalitetu suđenja imaju brojni drugi čimbenici koje valja istražiti.

Paes i Fernandez (2016) su istražili energetske potrošnje u laboratorijskim uvjetima na uzorku ispitanika od 10 nogometnih sudaca iz Brazila. prosječna starost ispitanika je bila  $29 \pm 7,8$  godine sa sudačkim iskustvom od  $7,33 \pm 4,92$  godine. Prosječna visina tijela kod sudaca bila je  $178 \pm 0,07$  centimetara, prosječna masa tijela je  $77,5 \pm 6,2$  dok je indeks tjelesne mase

24,07 ± 1,69 kg/m<sup>2</sup> a prosječni postotak tjelesne masti iznosio 19,9 ± 2,1 %. U spirometrijskom testiranju su postignuti rezultati relativnog maksimalnog primitka kisika od 41,20 ± 3,60 ml/kg/min s prosječnom maksimalnom frekvencijom tijekom testiranja od 190,5 ± 7,9 otkucaja u minuti. Autori su istraživali razlike i energetske potrošnje u kretanjima pram naprijed i unatrag čiji rezultati nemaju direktne veze s ovim istraživanjem, no podaci o izmjerenim morfološkim karakteristikama i testiranim funkcionalnim sposobnostima će poslužiti za usporedbu rezultata s rukometnim sucima.

U sportu sličnih kretnih struktura kao i u nogometu, Martin i suradnici (2005) su istraživali fiziološko opterećenje ragbi sudaca u prvoj engleskoj ligi. Uzorak ispitanika činilo je 13 ragbi sudaca. Autori su pratili sucima vrijednosti frekvencije srca. Njihova prosječna vrijednost frekvencije srca iznosila je 153 ± 9 otkucaja u minuti ili 84,5% od maksimalne frekvencije srca. Autori isto tako iznose podatak da ne postoji statistički značajna razlika u frekvenciji srca između prvog i drugog poluvremena utakmica.

O'Hara i suradnici (2012) su istražili 8 profesionalnih ragbi sudaca najvišeg ranga prosječne starosti 34,3 ± 6,5 godina, visine 175 ± 47 centimetra, mase 77,3 ± 6,0 kilograma. Prosječni maksimalni primitak kisika kod ispitanika iznosi 59,8 ± 5,8 ml/kg/min. Prosječna maksimalna frekvencija srca je 184,4 ± 5,3 otkucaja u minuti. Prosječna frekvencija srca od maksimalne frekvencije srca tijekom utakmice je bila statistički viša u prvom (85,5 ± 3,4 % od maksimalne frekvencije srca) u odnosu na drugo poluvrijeme utakmice (82,9 ± 3,8 % od maksimalne frekvencije srca). Autori navode da se suđenje u ragbiju sastoji od perioda niskih brzina kretanja tijekom utakmice i visokih brzina kretanja koje se vrlo često izmjenjuju.

Pearce i suradnici (2015) su proveli istraživanje fiziološkog opterećenja ragbi sudaca u Australiji tijekom utakmica nacionalne lige. Suci su podijeljeni u 2 grupe. Jednu grupu sudaca činili su glavni suci (u polju), dok su drugu grupu sudaca činili pomoćni suci. Uzorak ispitanika sastojao se od 19 sudaca prosječne starosti 29,2 ± 9,9 godina. Prosječna tjelesna visina ispitanika iznosila je 180,9 ± 8,3 centimetra a prosječna tjelesna masa je iznosila 83,9 ± 13,1 kilograma. Autori ne navode podatak o postotku tjelesnih masti ili indeksu tjelesne mase kod ispitanika. Dobiveni rezultati ukazuju da tijekom utakmice suci imaju prosječnu frekvenciju srca od 161,1 ± 10,0 otkucaja u minuti, što iznosi 84,1 ± 4,2% od maksimalne frekvencije srca dobivene tijekom testiranja. Tijekom utakmice suci su proveli u zoni manjoj od 57% od maksimalne frekvencije srca ukupno 0,5 ± 1,3 % vremena trajanja utakmice, u zoni 57-63,9% su proveli 1,6 ± 2,4 %, u zoni 64-75,9% su proveli 14,5 ± 9,5 %, u zoni 76-

95,9% su proveli  $77,1 \pm 11,2$  % dok su iznad zone od 95,9% proveli  $4,7 \pm 9,2$ % vremena trajanja utakmice. Autori zaključuju da su suci pod visokim opterećenjima tijekom utakmice koja se povećavaju prema kraju utakmice.

U košarci je Leicht (2003) proveo studiju na košarkaškom sucu starom 32 godine. Tjelesna visina ispitanika iznosila je 178 centimetra, tjelesnu masu 79 kilograma a indeks tjelesne mase  $24,9 \text{ kg/ m}^2$ . Autor rada izosi podatak da nema značajne razlike u fiziološkom opterećenju tijekom utakmice između muških i ženskih utakmica, kao i tehnike suđenja (dva ili tri suca). Prosječna frekvencija srca tijekom 4 promatrane utakmice je iznosila 73% od maksimalne frekvencije srca tijekom više od 63% ukupnog trajanja utakmice. Autor je opterećenja na utakmici podijelio u zone opterećenja i dobio postotke vremena trajanja utakmice. Tako je ispitanik u laganoj zoni koja se kreće od 35 do 54% od maksimalne frekvencije srca bio 4,1% vremena trajanja utakmice, u umjerenoj zoni od 55 do 69% je proveo 30,0% vremena, u teškoj zoni od 70 do 89% je proveo 64,4% i u iznimo teškoj zoni koja se kreće iznad 90% od maksimalne frekvencije srca, ispitanik je proveo 0,6% ukupnog vremena trajanja utakmice.

Lončar, Dežman i Licen (2004) su istraživali intenzitet kretanja i prijedenu udaljenost sudaca tijekom košarkaške utakmice. Istraživanje je provedeno tijekom službene utakmice doigravanja 1A slovenske lige. Utakmice su snimane kamerama pričvršćenih za strop dvorane. Programskom aplikacijom (SAGIT) koja omogućava detaljnu analizu intenziteta i ukupno prijedene udaljenosti za vrijeme utakmice su obrađeni digitalni zapisi. Ukupna prijedena udaljenost sudaca tijekom utakmice iznosila je 5291 metar. Od toga 1982 metra (37,5%) hodajući, 2061 metar (38,9%) u sporom trčanju, 1083 metra (20,5%) u umjereno brzom trčanju te 166 metara (3,1%) u brzom trčanju. Od ukupnog trajanja košarkaške utakmice suci su proveli 56 minuta hodajući, 17,6 minuta u sporom trčanju, 4,8 minuta u umjereno brzom trčanju, 0,5 minuta u brzom trčanju te odmarajući se 9,9 minuta.

Leicht (2007) je proveo istraživanje na uzorku od 25 košarkaških sudaca najvišeg ranga suđenja. Suci su bili prosječne dobi od  $37,6 \pm 9,5$  godina. Morfološke karakteristike sudaca su ukazivale na prosječnu tjelesnu visinu od  $179,4 \pm 5,4$  centimetra, tjelesnu masu od  $83,0 \pm 8,6$  kilograma te prosječni postotak tjelesne masti od  $23,8 \pm 8,4$ . Autor rada je mjerio postotak tjelesne masti s više metoda i dobio kod svih metoda značajne korelacije. U istraživanju su navedeni i podaci za relativni maksimalni primitak kisika kod sudaca koji je



iznosio  $50,8 \pm 3,2$  ml/kg/min. Autor zaključuje da populacija sudaca ima statistički značajno veći aerobni kapacitet od normalne populacije sličnih morfoloških karakteristika.

U doktorskoj disertaciji Rupčić (2010) je istraživao fiziološko opterećenje košarkaških sudaca tijekom utakmice te utjecaj motoričkih, odnosno funkcionalnih sposobnosti na njihovu kvalitetu suđenja. Uzorak ispitanika sastojao se od 31 suca koji su sudili 1. Hrvatsku košarkašku ligu (najviši rang u Hrvatskoj). Prosječna dob ispitanika bila je  $33,35 \pm 5,17$  godina uz prosječno iskustvo u suđenju  $7,29 \pm 5,06$  godina u najvišem rangu u Hrvatskoj. Prosječna visina sudaca iznosila je  $186,34 \pm 5,40$  centimetara, a prosječna masa  $88,04 \pm 7,47$  kilograma što ukazuje na očekivanu činjenicu da su većina sudaca bivši košarkaši. Ispitanici su testirani u laboratorijskim i terenskim uvjetima. Rezultati koje autor iznosi su: prosječna frekvencija srca tijekom košarkaške utakmice iznosila je  $131,52 \pm 9,10$  otkucaja u minuti, odnosno  $70,52 \pm 4,80\%$  od maksimalne frekvencije srca te  $77,34 \pm 6,05\%$  od frekvencije srca pri anaerobnom pragu. Prosječni maksimalni primitak kisika iznosio je  $4,59 \pm 0,48$  litara, dok je prosječni relativni maksimalni primitak kisika iznosio  $52,49 \pm 5,80$  ml/kg/min. Utvrđeno je da suci 50% od ukupnog trajanja košarkaške utakmice provode u zonama visokog aerobnog opterećenja (ekstenzivna i intenzivna aerobna zona), a ukoliko se uzme u obzir samo vrijeme tijekom četvrtina, tada taj postotak iznosi i do 60%. Samo 1-2% od ukupnog vremena suci provode u zoni opterećenja tijekom koje dolaze do izražaja anaerobni energetske procesi.

Nabli i suradnici (2016) su u najnovijem istraživanju fizioloških opterećenja kod sudaca u košarci istraživali uzorak od 16 ispitanika prosječne dobi od  $35,9 \pm 9,4$  godina. Izmjerene morfološke karakteristike sudaca pokazuju prosječnu tjelesnu visinu od  $180 \pm 5$  centimetra, tjelesnu masu od  $81,3 \pm 6,6$  kilograma te prosječni indeks tjelesne mase od  $24,7 \pm 1,6$  kg/m<sup>2</sup>. Ispitanici su bili nacionalni i međunarodni košarkaški suci. Istraživanje je provedeno na nacionalnom prvenstvu Tunisa u košarci za igrače do 19 godina. Rezultati istraživanja ukazuju da su suci uz statističku značajnost ( $p < 0,01$ ) proveli najviše vremena hodajući ( $63,72 \pm 2,02$  minute) u odnosu na lagano trčanje ( $3,10 \pm 0,29$  minute), trčanje ( $4,24 \pm 0,46$  minute) i trčanje sprintom ( $1,69 \pm 0,24$  minute). Prosječna frekvencija srca kod sudaca je bila  $74,89 \pm 6,86\%$  od maksimalne frekvencije srca i ona nije statistički značajna u razlici između četvrtina utakmica. Koncentracija laktata izmjerenih u poluvremenu utakmice ( $4,30 \pm 3,92$  mmol/l) u odnosu na kraj utakmice ( $6,70 \pm 4,90$  mmol/l) također se statistički značajno ne razlikuju.

U pretraživanju dosadašnjih istraživanja u području fiziološkog opterećenja kod sudaca u sportu vrijedi spomenuti i doktorsku disertaciju Bergovca (2008) koja proučava kardiovaskularno opterećenje ortopeda tijekom operacijskih zahvata ugradnje totalne endoproteze zgloba kuka. Istraživanje navodi slične zaključke kao i kod istraživanja vezanih uz fiziološka opterećenja sudaca u raznim sportovima. U istraživanju je sudjelovalo 29 muškaraca, doktora medicine koji su po specijalizaciji ortopedi. Njima su tijekom operacija neinvazivno praćeni kardiološki pokazatelji kod zahvata ugradnje totalne endoproteze zgloba kuka. Ispitanici su testirani ergometrijskim testom na pokretnoj traci ali po Bruceovom protokolu gdje ispitanik hoda uz određeni nagib što je različito u odnosu na ostala istraživanja u sportu gdje ispitanik trči. Rezultati istraživanja pokazuju povećano fiziološko opterećenje tijekom operacije nego tijekom prijeoperacijskog i poslijeoperacijskog mirovanja ( $p \leq 0,008$ ). Kod tjelesno zahtjevnijih dijelova operacije veća su fiziološka opterećenja u odnosu na tjelesno manje zahtjevne ( $p \leq 0,031$ ). Stupanj anksioznosti koji je mjeran upitnikom bio je viši u prijeoperacijskom vremenu nego u poslijeoperacijskom ( $p < 0,001$ ). Autor zaključuje da su više vrijednosti kardiovaskularnog odgovora tijekom operacije rezultat utjecaja tjelesnog opterećenja i psihičkog stresa operatera te da metabolička potražnja odgovara umjereno teškim tjelesnim aktivnostima.

Iz prethodno navedenih istraživanja vidljivo je da su fiziološka opterećenja sudaca donekle istraživana, posebice u nogometu, dok su u rukometu fiziološka opterećenja sudaca, kao i njihove motoričke i funkcionalne sposobnosti istraživane vrlo malo ili uopće nisu istražena. Istraživana su samo fiziološka opterećenja rukometnih sudaca putem mjerenja laktata na službenim testiranjima i mjerenjem frekvencije srca tijekom utakmica bez uspostavljanja odnosa tih vrijednosti s individualnim zonama opterećenja. Problem koji se uočava je da nema istraživanja o utjecaju fiziološkog opterećenja tijekom utakmica na kvalitetu suđenja. Stoga će temeljem uočenog problema ovaj rad imati slijedeće ciljeve koji su navedeni u poglavlju 3. – Cilj i hipoteze istraživanja

### **3. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

Cilj ovog istraživanja je utvrditi fiziološko opterećenje rukometnih sudaca tijekom utakmice, istražiti utjecaj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti i morfoloških obilježja na kvalitetu suđenja, te također istražiti da li postoji povezanost između fiziološkog opterećenja tijekom utakmice i kvalitete suđenja.

Prema ciljevima istraživanja postavljene su sljedeće hipoteze:

**H1:**

Postoji statistički značajna povezanost između boljih funkcionalnih sposobnosti i bolje ocjene uspješnosti suđenja

**H2:**

Postoji statistički značajna povezanost između boljih motoričkih sposobnosti i bolje ocjene uspješnosti suđenja

**H3:**

Postoji statistički značajna negativna povezanost između većeg postotka tjelesne masti i lošije ocjene uspješnosti suđenja

**H4:**

Postoji statistički značajna povezanost između većeg fiziološkog opterećenja tijekom suđenja (mjenog vremenom provedenim u anaerobnoj zoni) i kvalitete suđenja.

## 4. METODE ISTRAŽIVANJA

### 4.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika činilo je svih 16 sudačkih parova, odnosno 32 rukometna suca koji se nalaze na listi Premijer hrvatske rukometne lige (najviša liga po rangu u Hrvatskoj). Listu sudačkih parova svake godine prema ocjenama suđenja iz prethodne sezone predlaže i potvrđuje strukovno povjerenstvo Udruge hrvatskih rukometnih sudaca (službeni naziv). Na listi se nalazi i 5 sudačkih parova koji uz suđenje utakmica u Hrvatskoj sude i na natjecanjima pod ingerencijom međunarodnih rukometnih federacija. Tri para posjeduju bedž Europske rukometne federacije (EHF) i dva para posjeduju bedž Svjetske rukometne federacije (IHF), dok je jedan par u projektu osposobljavanja mladih sudaca za međunarodno suđenje - European young referee project (EYRP).

**Tablica 1.** Deskriptivni statistički pokazatelji dobi ispitanika, ukupnog staža u suđenju i staža u najvišem rangu suđenja

N = 32	Dob ispitanika	Stož u suđenju	Stož u najvišem rangu
Prosjek	34,29	13,00	7,03
Standardna devijacija	6,20	4,99	4,00
Maksimalni rezultat	45	25	15
Minimalni rezultat	24	6	1

Prosječna dob sudaca je 34,29 godina sa standardom devijacijom od 6,20. Prosječan ukupni staž kod sudaca je 13 sa standardnom devijacijom od 4,99 što ukazuje da su ispitanici vrlo rano počeli sa suđenjem. Najmlađi ispitanik je imao 24 godine dok je najstariji imao 45 godina. Najiskusniji sudac je imao ukupno 25 godina staža u suđenju, dok je najmanje iskusan sudac imao 6 godina staža ukupno i samo jednu godinu iskusta u najvišem rangu suđenja.

## 4.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli su činile varijable za utvrđivanje morfoloških karakteristika sudaca, varijable za procjenu njihovih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti te varijable za procjenu fiziološkog opterećenja tijekom suđenja rukometnih utakmica. Kriterijska varijabla je ocjena uspješnosti suđenja na kraju sezone.

### Morfološke karakteristike

Morfološke karakteristike opisuju građu tijela sportaša uzimajući u obzir veći broj antropometrijskih mjera. Kod ispitanika su prvo izmjerene antropometrijske mjere prema standardnom protokolu Međunarodnog biološkog programa (International Biological Program – IBP), prema uputama iz priručnika Kinantropologija (Mišigoj-Duraković, 2008):

- Mjere longitudinalne dimenzionalnosti skeleta (visina tijela):
  - Mjeri se antropometrom. Ispitanik stoji na ravnoj podlozi a težina je podjednako raspoređena na obje noge. Ramena su opuštena, pete skupljene, a glava postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale, što znači da je zamišljena linija koja spaja donji rub lijeve orbite i tragus helix lijevog uha u vodoravnom položaju. Antropometar se postavlja vertikalno uz ispitanikova leđa tako da je dodirna točka u području sakruma i interskapularno. Vodoravni krak antropometra spušta se do tjemena glave (točka cortex) tako da prianja čvrsto, ali bez pritiska.
- Mjere volumena i mase tijela (masa tijela):
  - Mjeri se digitalnom vagom koja je baždarena na 0,01 kg. Ispitanik stoji na vagi odjeven samo u donje rublje (gaćice).
- Mjere potkožnog masnog tkiva:
  - Mjeri se kaliperom tako da se nabor prihvati vrhovima kalipera. Mjeri se tri puta u nizu s mjerenjem ostalih nabora tako da mjeritelj odigne kožni nabor na zadanom dijelu tijela i očita vrijednost. Mjere kožnih nabora:
    - Nadlaktice
    - Leđa
    - Prsa
    - Trbuha (abdominalni kožni nabor)
    - Suprailiokristalni
    - Natkoljenice
    - Aksilarni

Nakon mjerenja izračuna se sastav tijela, odnosno utvrđuje postotak potkožnog masnog tkiva. Najprije se izračuna gustoća tijela prema generaliziranoj jednadžbi gustoće tijela za muškarce (Mišigoj-Duraković, 2008 prema Jackson i Pollock, 1985):

$$\text{Gustoća} = 1,11200000 - 0,00043499 \times (\text{zbroy 7 kožnih nabora}) + 0,00000055 \times (\text{zbroy 7 kožnih nabora})^2 - 0,00028826 \times \text{godine}$$

Zatim se u Brožekovu jednadžbu za dobivanje postotaka tjelesne masti (Mišigoj-Duraković, 2008 prema Brožek i sur., 1963) uvrsti dobivena vrijednost gustoće tijela:

$$\text{Postotak tjelesne masti} = \left( \frac{457}{\text{Gustoća}} \right) - 414$$

Longitudinalna dimenzionalnost skeleta je morfološka osobina na koju uglavnom nije moguće utjecati treningom, stoga je kondicijski trening uglavnom usmjeren na unapređenje i optimizaciju volumena mišićnog tkiva i potkožnog masnog tkiva (Jukić i sur., 2008).

**Tablica 2.** Popis varijabli sa skraćenim nazivom i mjernom jedinicom

Ime varijable	Skraćeni naziv varijable	Mjerna jedinica
Tjelesna visina	visina	cm
Tjelesna masa	masa	kg
Postotak tjelesnih masti	% PMT 7	%
Indeks tjelesne mase	BMI	kg/m <sup>2</sup>

Mjere procjene pretilosti (indeks tjelesne mase):

- Izračunava se na temelju omjera tjelesne mase izražene u kilogramima i kvadrata tjelesne visine izražene u kvadratnim metrima.

Varijabla se izračunava uz jednadžbu:

$$\text{Indeks tjelesne mase} = \frac{\text{Tjelesna masa (kg)}}{\text{Tjelesna visina (m)}^2}$$

## **Motoričke sposobnosti**

Motoričke sposobnosti određuju motorički kapacitet ispitanika/sportaša (npr. koordinacija, fleksibilnost, eksplozivna snaga, agilnost itd.). Različitim modalitetima i metodama treninga se razvijaju a utvrđuju testovima motoričkih sposobnosti (Jukić i sur., 2008). Uspješnost sportaša određena je širokim spektrom motoričkih sposobnosti, posebice u polistukturalnoj kompleksnoj aktivnosti (sportu) kao što je rukomet. U istraživanju su korišteni motorički testovi koji najbolje reprezentiraju kretanja rukometnih sudaca. Testovima osmica sa sagibanjem, 93639 s okretom za 180 stupnjeva i T-test testirao se motorički prostor agilnosti i koordinacije, testom koraci u stranu testirao se motorički prostor bočne, odnosno lateralne agilnosti. Za testiranje eksplozivne snage tipa sprinta korišten je test trčanje na 20 metara s prolazima na 5 i 10 metara. Svi testovi su standardni testovi, valjanih metrijskih karakteristika visoke pouzdanosti, valjanosti, homogenosti i osjetljivosti a koriste se za procjenu navedenog motoričkog prostora u Dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

- Trčanje na 20 metara s prolazima na 5 i 10 metara

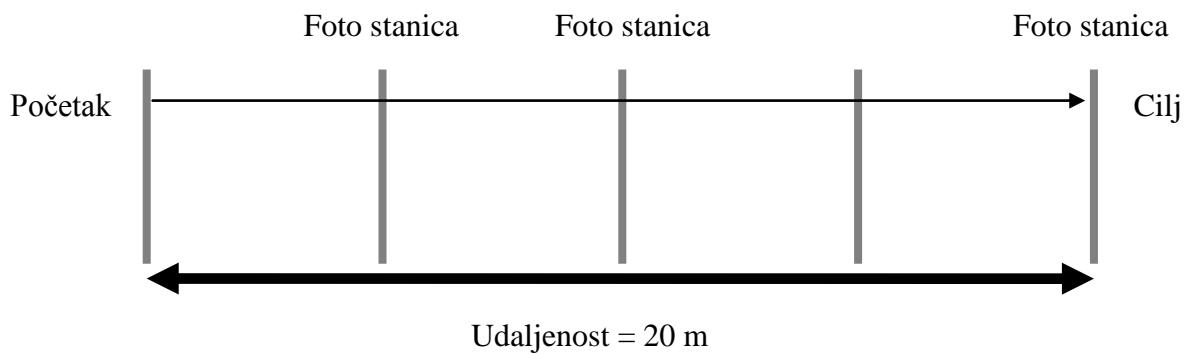
Tehnički opis:

Test provodi u zatvorenom (dvorana) ili otvorenom prostoru isključivo na tvrdoj i ravnoj podlozi. Na međusobno paralelnim crtama dugima jedan metar postavljene su foto stanice. One se nalaze na 5, 10 i 20 metara od startne crte. Za digitalno mjerenje vremena ispitanika koji prelazi udaljenosti od 5, 10 i 20 metara koristi se sustav za elektronsko mjerenje vremena.

Opis mjernog postupka:

Ispitanik je u položaju visokog starta te na signal mjeritelja („Na mjesta!“ - zvučni signal) počinje trčati. Kada ispitanikova prsa prijeđu zamišljenu crtu na prvim oznakama od 5 i 10 metara, mjere se prolazna vremena, a nakon pretrčanih završnih 20 metara najvećom brzinom štoperica se zaustavlja kada ispitanikova prsa prijeđu ciljnu crtu. Zadatak se ponavlja tri puta s odmorom između svakog trčanja (60 – 90 sekundi odmora). Kao rezultat upisuje se vrijeme pretrčanih dionica od 5, 10 i 20 metara u stotinkama sekunde za sva tri mjerenja, a najbolji rezultat uzima se kao meritorni rezultat.





**Slika 2.** Skica motoričkog testa trčanje na 20 metara s prolazima na 5 i 10 metara

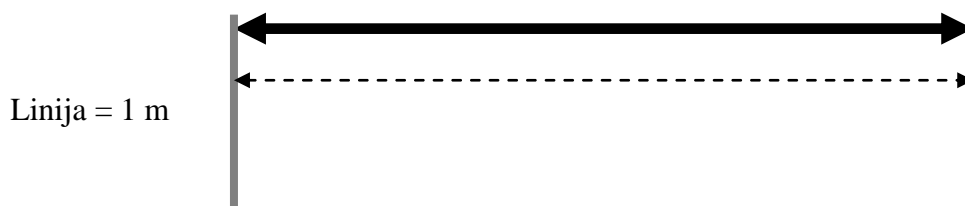
- Koraci u stranu

Tehnički opis:

Test se provodi u zatvorenom (dvorana) ili otvorenom prostoru isključivo na tvrdoj i ravnoj podlozi minimalnih dimenzija 6 x 2 metra. Na podlozi su označene dvije paralelne linije dužine jednog metra, a međusobno udaljene četiri metra. Za digitalno mjerenje vremena ispitanika predviđenog za izvođenje zadatka koristi se digitalna štoperica ili sustav foto stanica. Za startni signal koristi se bilo koje pomagalo koje izvodi kratak glasan zvučni signal ili znak mjeritelja.

Opis mjernog postupka:

Ispitanik stoji sunožno unutar linija, bočno uz jednu od linija (proizvoljno). Izvođenje zadatka započinje znakom mjeritelja. Ispitanik mora što brže izvoditi zadatak bočnim kretanjem tehnikom korak-dokorak u stranu, bez križanja nogu, do slijedeće linije. Kada dotakne drugu liniju stopalom ili prijeđe preko linije, ispitanik se zaustavlja i bez promjene položaja tijela na identičan način bočnom tehnikom kreće prema početnoj liniji koju također mora dotaknuti ili prijeći preko nje stopalom. Zadatak je završen nakon što ispitanik šest puta prođe standardizirani razmak od četiri metra i dotakne liniju ili je prijeđe vanjskim stopalom.



**Slika 3.** Skica motoričkog testa koraci u stranu

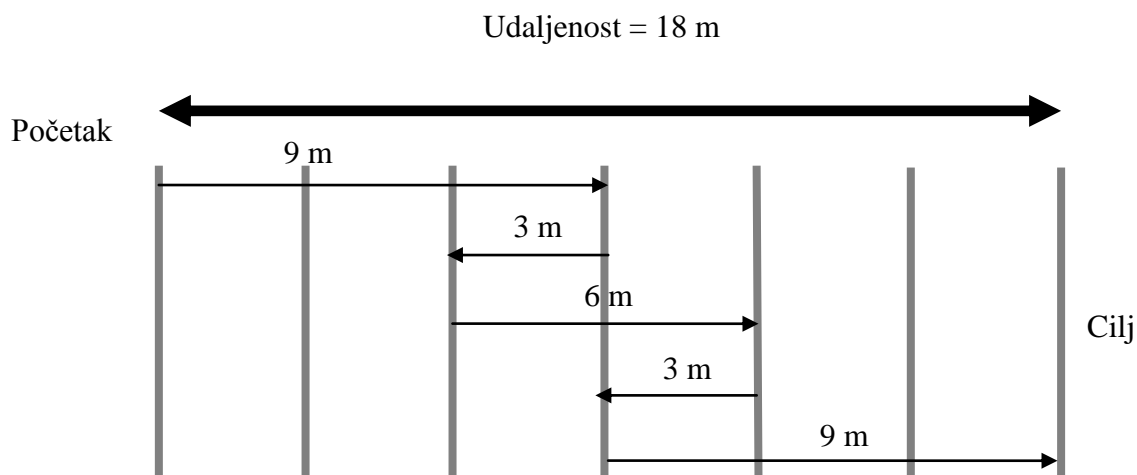
- 93639 s okretom za 180 stupnjeva

#### Tehnički opis:

Test se provodi u zatvorenom (dvorana) ili otvorenom prostoru isključivo na tvrdoj i ravnoj podlozi na stazi dugoj 18 metara. Prostor se može označiti na odbojkaškom igralištu ili se na stazi iscrtaju linije duljine 1 metar na udaljenostima od 6, 9 i 12 metara te na 18 metara ciljna crta također duljine 1 metar. Za digitalno mjerenje vremena ispitanika predviđenog za izvođenje zadatka koristi se digitalna štoperica ili sustav foto stanica. Za startni signal koristi se bilo koje pomagalo koje izvodi kratak glasan zvučni signal ili znak mjeritelja.

#### Opis mjernog postupka:

Ispitanik zauzme položaj visokog starta ispred početne crte. Na dogovoreni znak uređaja ili mjeritelja ispitanik trči maksimalnom brzinom do crte udaljene 9 metara, dotakne crtu stopalom, okreće se za 180 stupnjeva i trči do crte udaljene 6 metara od starta, ponovo dotakne crtu, okreće se za 180 stupnjeva i trči do crte udaljene 12 metara od starta, dotakne crtu, okreće se za 180 stupnjeva i trči do crte 9 metara udaljene od starta, dotakne crtu, okreće se za 180 stupnjeva i trči do crte udaljene 18 metara od starta, odnosno radi boljeg vremena protrčava ciljnu crtu u najvećoj brzini. Ispitanik ne smije okretati glavu tijekom izvođenja zadatka, a zadatak se smatra završenim kada ispitanik prsima prođe zamišljenu crtu cilja ili posljednju liniju na odbojkaškom igralištu. Zadatak se izvodi tri puta.



**Slika 4.** Skica motoričkog testa 9-3-6-3-9 s okretima za 180 stupnjeva

- Osmica sa sagibanjem

Tehnički opis:

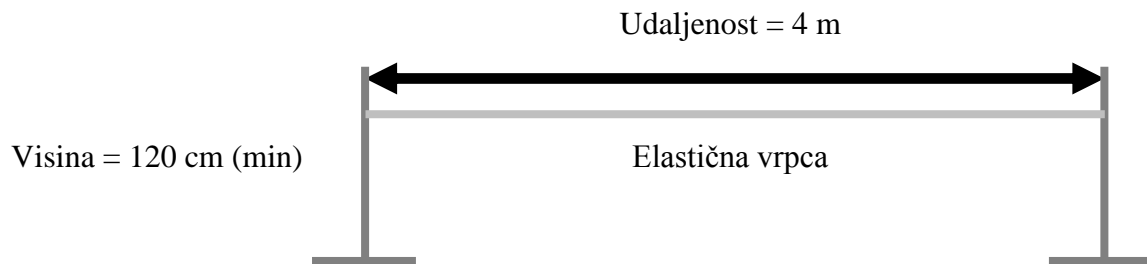
Test se provodi u zatvorenom (dvorana) ili otvorenom prostoru isključivo na tvrdnoj i ravnoj podlozi minimalnih dimenzija 6 metara x 3 metra. Stalci su postavljeni međusobno udaljeni 4 metra, a između njih je razapeta elastična vrpca. Za zadatak je potrebno postaviti 2 stalka sa stabilnim postoljem a koja su visoka minimalno 120 centimetara te između njih elastična vrpca dugu 7 metara.

Opis mjernog postupka:

Ispitanik zauzme položaj visokog starta pored jednog stalka okrenut u smjeru drugog. Elastična traka je zategnuta i u visini je najvišeg ruba karlice ispitanika. Na dogovoreni znak uređaja ili mjeritelja ispitanik najbrže što može obilazi stalke pritom se saginjujući svaki put ispod zategnute elastične trake. Nakon što ispitanik prijeđe oko stalaka četiri puta i protrči pored stalka kod kojeg je započeo zadatak, zadatak se smatra završenim. Zadatak se izvodi tri puta s odmorom dovoljnom za oporavak.

**Napomena:** Ispitanik tijekom izvođenja zadatka ne smije doticati vrpca. Ako ispitanik dotakne vrpca samo jedanput tijekom izvođenja zadatka, ispitanik se upozori a rezultat se priznaje. No ukoliko ispitanik dva puta dotakne vrpca, zadatak se prekida i ispitanik ponavlja zadatak.

Grafički prikaz zadatka:



**Slika 5.** Skica motoričkog testa osmica sa sagibanjem

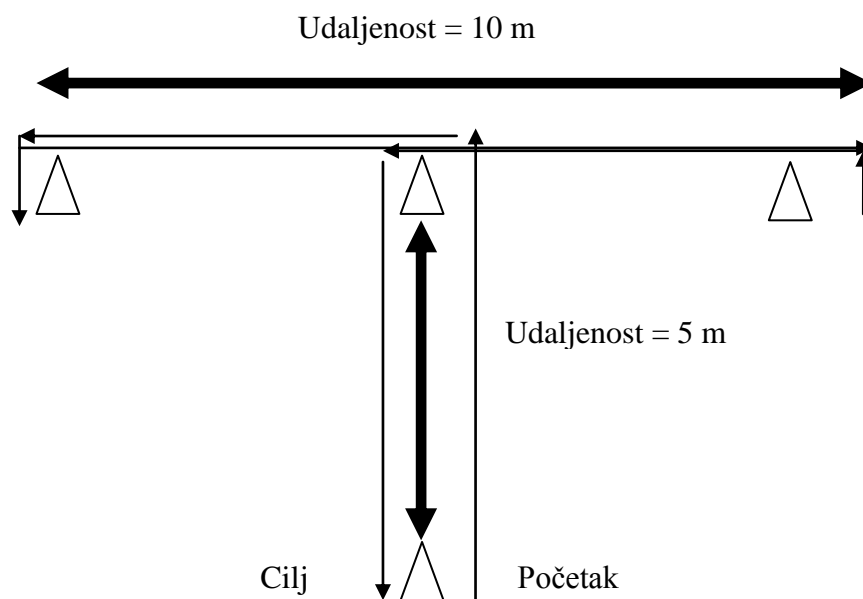
- T-test agilnosti

Tehnički opis:

Zadatak se provodi u zatvorenom (dvorana) ili otvorenom prostoru isključivo na tvrdoj i ravnoj podlozi minimalnih dimenzija 10 kvadratnih metara. Četiri stalka su postavljena na udaljenosti od 5 metara tako da tvore zamišljeno slovo T. Za digitalno mjerenje vremena ispitanika predviđenog za izvođenje zadatka koristi se digitalna štoperica ili sustav foto stanica. Za startni signal koristi se bilo koje pomagalo koje izvodi kratak glasan zvučni signal ili znak mjeritelja.

Opis mjernog postupka:

Ispitanik zauzme položaj visokog starta pored jednog stalka okrenut u smjeru drugog. Elastična traka je zategnuta i u visini je najvišeg ruba karlice ispitanika. Na dogovoreni znak uređaja ili mjeritelja ispitanik trči maksimalnom brzinom do stalka udaljenog 5 metara od starta te ga zatim obilazi, trči do slijedećeg stalka (proizvoljna strana) kojeg obilazi, zatim trči do suprotnog stalka, obilazi ga i trči prema drugom po redu stalku, obilazi ga i protrčava stalak na startu. Nakon što ispitanik obiđe oko stalaka na opisani način i protrči pokraj stalka koji je služio za start, zadatak je završen.



**Slika 6.** Skica motoričkog testa T-test agilnosti

**Tablica 3.** Popis varijabli sa skraćenim nazivom i mjernom jedinicom

Ime varijable	Skraćeni naziv varijable	Mjerna jedinica
<b>Koraci u stranu</b>	KUS	s
<b>936939 s okretom za 180</b>	93639OK	s
<b>Osmica sa sagibanjem</b>	OSS	s
<b>T-test agilnosti</b>	T-TEST	s
<b>Trčanje na 20m s prolazom na 5m</b>	5m SPRINT	s
<b>Trčanje na 20m s prolazom na 5m</b>	10m SPRINT	s
<b>Trčanje na 20m</b>	20m SPRINT	s

## Funkcionalne sposobnosti

Spiroergometrijski test na pokretnoj traci se na zdravim ispitanicima (temeljem uvjerenja nadležnog liječnika sportske ili opće medicine) primjenjuje u Sportsko dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u prisutnosti stručnih osoba. Tijekom postupka testiranja uvijek je uz stručne osobe koje provode protokol testiranja nazočan i doktor medicine budući da se testu ispitanici idu do maksimalnih granica izdržljivosti. Oni ispitanici koji nikad nisu imali prilike hodati ili trčati na pokretnoj traci, a radi njihove prilagodbe na pokretnu traku, prije početka mjerenja vježbali su hod i trčanje na pokretnoj traci u trajanju do dvadeset minuta. Test se izvodi u zatvorenoj i prozračenoj prostoriji, uz kontrolirane stalne mikroklimatske uvjete (18-21°C). Računalo s pratećom aparaturom prikazuje podatke o ispitaniku numerički i grafički tijekom testiranja u realnom vremenu na zaslonu računala. Tijekom testiranja dobiva se povratna informacija o stanju ispitanika a sve te informacije automatski se pohranjuju u računalo te kasnije služe za analizu ispitanika. Radi sigurnosti testiranja i puzdanosti podataka ispitaniku su prije početka testiranja pričvršćena dva seta telemetrijskijskog sustava za praćenje frekvencije srca. Sustav se sastoji od dvije elektrode s odašiljačem koji su dometa otprilike jednog metra i koji se elastičnom trakom pričvršćuje oko prsnog koša i prijavnika (Polar RS 400).

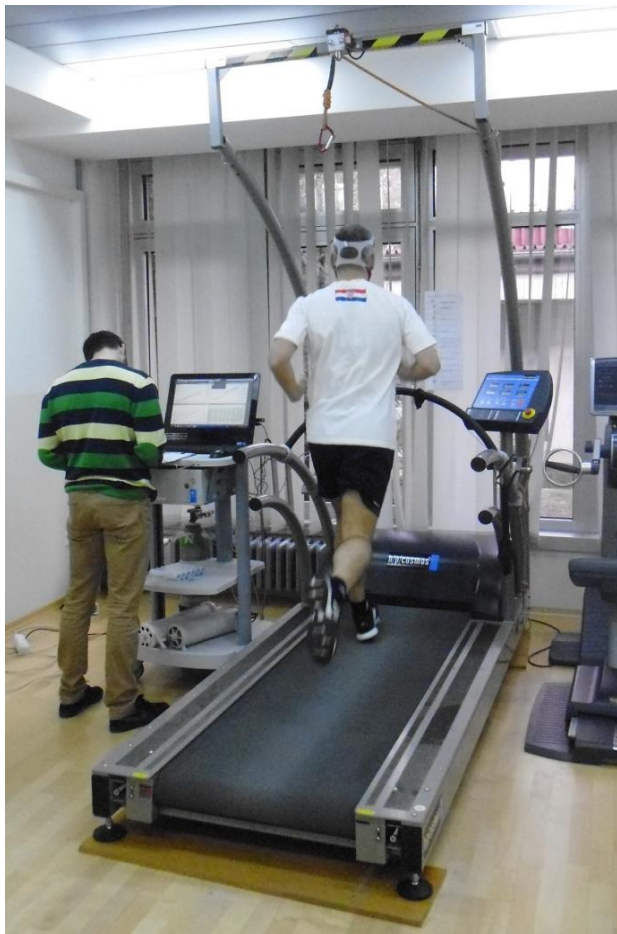


**Slika 7.** Elastična traka, transmiter i ručni Sat Polar RS 400



**Slika 8.** Postavljanje elastičnih traka i transmitera ispitaniku

Tijekom testa ispitanici dišu preko respiracijske maske (*Hans Rudolph*, SAD) za nos i usta a koja je spojena na bidirekcionalnu turbinu s optoelektričnim čitačem protoka zraka. Uzorak zraka (1 mL/s) se odvodi od turbine putem *Nafion Permapure*® kapilarne cijevi (odstranjuje vlagu ne mijenjajući koncentraciju plinova) do brzih analizatora za kisik (cirkonijski) i ugljični dioksid (infracrveni). Turbina se baždari prije svakog ispitanika pomoću 3-L pumpe, dok su analizatori baždareni s standardnom mješavinom plina koncentracije (16,1 % O<sub>2</sub> i 5,2 % CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ostatak). Kontinuirano praćenje ventilacijsko-metaboličkih pokazatelja omogućeno je na zaslonu računala nakon analogno-digitalne konverzije signala. Ventilacijsko-metaboličke pokazatelje je moguće pratiti za svaki ciklus udaha i izdaha (*breath-by-breath*). Budući da se skuplja velika količina podataka, podaci se moraju filtrirati na vremenske intervale od 30 sekundi (Slika 13.) te se kao maksimalne vrijednosti pokazatelja uzimaju najviše vrijednosti u pojedinom intervalu od 30 sekundi. (Vučetić, 2007).



**Slika 9.** Sustav Cosmed – Quark "breath by breath" spiroergometar i pokretna traka



**Slika 10.** Ispitanik tijekom testiranja diše preko respiracijske maske

Protokol testiranja započinje tako da ispitanik prvu minutu stoji maksimalno opušten na mjestu i diše kroz respiracijsku masku. Nakon isteka jedne minute ispitanik kreće hodati pri 3 km/h u trajanju od 2 minute. Kad ispitanik hoda na traci brzina se povećava svake minute za 1 km/h. Kod brzine otprilike 8 km/h ispitanik počinje trčati (brzina početka trčanja je individualna) i nastavlja s trčanjem do trenutka kad više nije u stanju pratiti brzinu pokretne trake ili ako ima ograničavajućih faktora ili kontraindikacija za prijevremeno prekidanje testiranja. Nagib je konstantan i iznosi 1.5%. Podaci mjerenja su filtrirani na vremenske intervale od 30 sekundi, a kao maksimalne vrijednosti pokazatelja određuju se najviše vrijednosti u zadanom vremenskom intervalu. Kao maksimalna FS (FSmax) određena je vrijednost FS u zadnjem vremenskom intervalu na kraju testa. Tijekom testiranja ispitanici unaprijed dogovorenom gestikulacijom šalju povratnu informaciju mjeritelju o subjektivnom osjećaju opterećenja prema modificiranoj Borgovoj skali subjektivnog opterećenja od 0 do 13 (Vučetić, 2007 prema Borg, 1973) koja je bila smještena točno ispred ispitanika (Slika 11. – mjeritelj pokazuje i objašnjava ispitaniku komunikaciju tijekom testa dajući povratnu informaciju preko modificirane Borgove skale (Tablica 4.)

**Tablica 4.** Modificirana Borgova skala subjektivnog osjećaja opterećenja (Vučetić,2007 prema Borg,1973)

Zone opterećenja	SPO	Subjektivni osjećaj
Mirovanje	00	Vrlo, vrlo lagano
Oporavak	0	Vrlo, vrlo lagano
Oporavak	1	
Ekstenzivno	2	Vrlo lagano
Ekstenzivno	3	
Ekstenzivno	4	Prilično lagano
Intenzivno	5	
Intenzivno	6	
Intenzivno	7	Ponešto teško
Prag	8	
Prag	9	Teško
Anaerobno	10	
Anaerobno	11	Vrlo teško
Snaga	12	
Snaga	13	Vrlo, vrlo teško



**Slika 11.** Ispitanik prije početka testiranja prima upute od mjeritelja

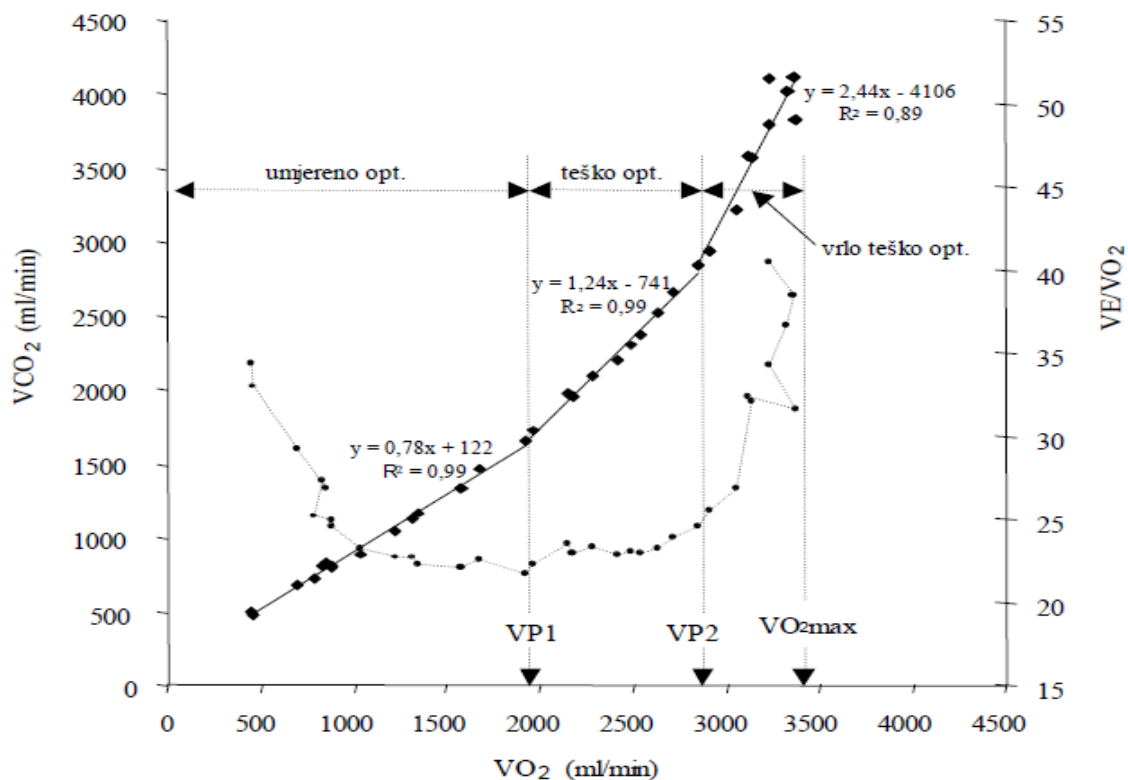


Spiroergometrijski test na pokretnoj traci izvodi se do iscrpljenja ispitanika. Prema pojedinim autorima (Vučetić, 2007 prema Billat i sur., 1998; Duncan i sur., 1997; Froelicher i sur., 1974; Gleim i sur., 1990; Medved, 1987; Rowland i sur., 1996; Wasserman i sur., 1999) dostignuća maksimalnih vrijednosti utvrđuju se kriterijima:

- maksimalni primitak kisika ( $VO_2$ ) dostiže *plateau* (porast manje od 2 mL/kg/min ili < 5%) sa porastom opterećenja,
- frekvencija srca unutar je 10 otkucaja/min ili 5% u odnosu na predviđeni maksimum za dob,
- RQ (respiracijski kvocijent) > 1.10 ili >1.15,
- $VE/VO_2$  (dišni ekvivalent) > 30,
- subjektivni osjećaj opterećenja (SOO) iznosi 13 bodova prema modificiranoj Borgovoj ljestvici

Prema mišljenju više autora stavovi oko stvarne vrijednosti maksimalnog primitka kisika i broja korištenih kriterija se razlikuju. Radi toga je uveden vršni primitak kisika koji označava maksimalnu vrijednost primitka kisika (Vučetić, 2007 prema Bruce i sur., 1973; Rowland i sur., 1996; Wasserman i sur., 1999) u određenom testu kojim se on i ostali ventilacijski pokazatelji procjenjuju.

Subjektivni osjećaj opterećenja je korišten kod ispitanika kao kriterij za utvrđivanje stvarnih maksimalnih vrijednosti u spiroergometrijskom testu. Svi ventilacijski podaci dobiveni tijekom testiranja filtrirani su u 30 sekundnim intervalima kako bi se dobili sređeni podaci. Najveće vrijednosti postignute kod apsolutnog maksimalnog primitka kisika, relativnog maksimalnog primitka kisika, dišnog volumena, maksimalne minutne ventilacije, maksimalne frekvencija srca i maksimalne brzine pokretne trake su određene kao vršne vrijednosti koje će se koristiti u daljnoj obradi podataka. Ventilacijski anaerobni prag određivao se V-Slope metodom (Beaver i sur., 1986.) gdje se prag određuje prema većem rastu izdahnutog ugljičnog dioksida u odnosu na apsolutni maksimalni primitak kisika (Schneider i sur, 1993). Također u obzir se uzimaju i promjene kod odnosa minutnog volumena disanja i apsolutnog maksimalnog primitka kisika, odnosno ugljičnog dioksida (Walsh i Davis, 1990; Vučetić 2007).



**Slika 12.** Aerobni i anaerobni ventilacijski prag (VP1, VP2) određeni *V-slope* metodom.

$VCO_2$  i  $VO_2$  = volumen izdahnutog ugljičnog dioksida i primitka kisika;  $VE/VO_2$  = ventilacijski ekvivalent. Pri intenzitetu (primitku kisika) manjem od AP1, nagib regresijskog pravca  $VO_2 / VCO_2$  manji je od 1 (0,78), dok je iznad aerobnog praga nagib  $> 1$  (1,24). Pri intenzitetu iznad AP2, dolazi do metaboličke acidoze što dovodi do hiperventilacije i povećanog izdavanja  $VCO_2$ , naglog porasta ventilacijskog ekvivalenta i daljeg porasta nagiba regresijskog pravca  $VO_2 / VCO_2$  (2,44) od AP2 do  $VO_{2max}$  (Šentija i Vučetić, 2006).

Nakon određivanja anaerobnog praga, vrijednosti relativnog primitka kisika pri anaerobnom pragu, frekvencije srca pri anaerobnom pragu i brzine pri anaerobnom pragu korištene su u daljnjoj statističkoj obradi. Postotak relativnog maksimalnog primitka kisika pri anaerobnom pragu u odnosu na relativni maksimalni primitak kisika te postotak frekvencije srca pri anaerobnom pragu u odnosu na maksimalnu frekvenciju srca izračunati su pomoću jednadžbi:

**Postotak od maksimalnog relativnog primitka kisika pri anaerobnom pragu =**

$$\left( \frac{\text{relativni primitak kisika pri anaerobnom pragu}}{\text{maksimalni primitak kisika}} \right) \times 100$$

**Postotak od maksimalne frekvencije srca pri anaerobnom pragu =**

$$\left( \frac{\text{frekvencija srca pri anaerobnom pragu}}{\text{maksimalna frekvencija srca}} \right) \times 100$$

ID code: 1641	Test number: 2891	Barometric press. (mmHg): 756
Sex: M	Test date: 24.10.2015	Temperature (degrees C): 21
Age: 28	Test time: 11:34	STPD: 0.821
Height (cm): 174.3	N. of steps: 42	BTPS insp: 1.110
Weight (Kg): 73.7	Duration (hh:mm:ss): 00:21:00	BTPS exp: 1.019
HR max (bpm): 192	BSA (m²): 1.8	BMI (Kg/m²): 24.2
Last turbine calibration: 20.10.2015	Last Gas calibration: 21.10.2015	

t	HR	VO2/Kg	VO2	VCO2	R	Rf	VT	VE	VO2/HR	O2exp	CO2exp	VE/VO2	VE/VCO2	FeO2	FeCO2
hh:mm:ss	bpm	ml/min/Kg	ml/min	ml/min	---	b/min	l	l/min	ml/bpm	ml	ml	---	---	%	%
00:00:30	92	5.69	420	301	0.71	7.4	1.256	9.3	4.5	197.9	50.2	22.3	31.0	15.75	4.00
00:01:00	92	4.45	328	233	0.71	8.2	0.956	7.8	3.5	153.9	35.3	23.9	33.7	16.08	3.69
00:01:30	97	9.98	735	475	0.64	14.8	0.991	14.7	7.5	150.5	39.8	20.0	30.9	15.18	4.02
00:02:00	102	12.61	929	606	0.65	17.4	1.070	18.7	9.1	162.8	43.2	20.1	30.9	15.20	4.03
00:02:30	103	13.51	995	674	0.67	18.4	1.134	20.8	9.6	175.0	45.7	20.9	30.9	15.43	4.03
00:03:00	109	13.05	962	690	0.71	19.6	1.114	21.8	8.8	176.2	44.0	22.7	31.6	15.80	3.95
00:03:30	101	12.10	892	632	0.70	17.7	1.068	18.9	8.8	165.0	44.4	21.2	29.9	15.43	4.16
00:04:00	102	13.52	997	672	0.67	19.2	1.063	20.4	9.7	162.8	43.7	20.5	30.4	15.31	4.11
00:04:30	102	14.77	1089	738	0.67	16.4	1.285	21.1	10.6	192.4	55.9	19.4	28.6	14.97	4.35
00:05:00	104	15.96	1177	818	0.69	17.0	1.345	22.9	11.3	201.7	59.9	19.4	28.0	14.99	4.45
00:05:30	109	16.66	1228	840	0.68	22.2	1.099	24.4	11.2	166.3	47.3	19.9	29.1	15.12	4.30
00:06:00	112	18.04	1329	958	0.72	20.5	1.319	27.1	11.8	200.7	58.5	20.3	28.2	15.20	4.43
00:06:30	114	20.70	1526	1100	0.72	21.4	1.423	30.6	13.3	216.0	63.9	20.0	27.7	15.17	4.49
00:07:00	123	25.82	1903	1408	0.74	23.8	1.612	38.4	15.4	245.6	73.7	20.1	27.2	15.23	4.57
00:07:30	124	28.32	2087	1562	0.74	24.3	1.752	42.6	16.8	267.5	80.0	20.4	27.3	15.26	4.56
00:08:00	127	29.60	2182	1688	0.77	23.2	1.930	44.8	17.1	293.9	90.8	20.5	26.5	15.22	4.70
00:08:30	133	31.51	2322	1745	0.75	23.2	1.941	45.0	17.4	289.8	94.0	19.4	25.8	14.93	4.84
00:09:00	133	31.52	2323	1857	0.79	22.5	2.228	50.2	17.4	345.4	102.9	21.6	27.0	15.50	4.61
00:09:30	138	34.54	2545	2010	0.78	26.5	1.983	52.6	18.4	302.9	94.8	20.6	26.1	15.26	4.78
00:10:00	142	35.79	2637	2162	0.81	25.6	2.162	55.3	18.5	330.8	105.5	21.0	25.6	15.30	4.88
00:10:30	145	36.71	2706	2174	0.80	23.2	2.232	51.8	18.6	330.2	116.7	19.1	23.8	14.79	5.23
00:11:00	150	39.06	2879	2426	0.84	23.7	2.478	58.8	19.1	374.6	127.4	20.4	24.2	15.11	5.14
00:11:30	155	40.28	2969	2589	0.87	27.7	2.320	64.4	19.1	357.8	116.5	21.7	24.8	15.41	5.02
00:12:00	158	41.10	3029	2662	0.87	24.0	2.671	64.3	19.1	407.9	138.6	21.2	24.1	15.27	5.18
00:12:30	164	43.34	3194	2825	0.88	27.5	2.501	68.9	19.4	384.3	128.5	21.5	24.4	15.36	5.13
00:13:00	168	43.50	3206	2906	0.90	22.1	3.091	68.3	19.0	470.9	164.6	21.3	23.5	15.23	5.32
00:13:30	173	45.17	3329	3113	0.93	28.1	2.750	77.3	19.2	431.1	138.6	23.2	24.8	15.67	5.03
00:14:00	179	47.09	3470	3343	0.96	32.5	2.698	87.8	19.3	433.5	129.1	25.3	26.2	16.06	4.78
00:14:30	183	49.19	3625	3587	0.98	37.5	2.616	98.2	19.8	428.8	120.1	27.1	27.4	16.38	4.59
00:15:00	187	50.58	3728	3845	1.03	36.5	2.915	106.5	19.9	482.8	132.3	28.5	27.7	16.56	4.54
00:15:30	189	52.55	3873	3920	1.01	39.8	2.759	110.0	20.4	457.8	124.0	28.4	28.0	16.59	4.49
00:16:00	193	53.39	3935	4111	1.04	37.7	3.031	114.4	20.3	504.8	137.3	29.0	27.8	16.65	4.53
00:16:30	195	54.94	4049	4352	1.07	39.3	3.103	122.1	20.7	520.2	139.8	30.1	28.0	16.76	4.50
00:17:00	195	28.30	2086	2356	1.12	28.9	2.422	70.0	10.6	415.1	103.5	33.5	29.7	17.13	4.27
00:17:30	195	55.77	4110	4272	1.03	47.0	2.772	130.4	21.0	472.7	115.7	31.7	30.5	17.05	4.17
00:18:00	200	56.26	4147	4450	1.07	52.7	2.562	135.0	20.7	438.7	107.6	32.5	30.3	17.12	4.19
00:18:30	199	51.92	3826	4361	1.13	39.7	3.027	120.2	19.2	512.9	139.0	31.4	27.5	16.94	4.59
00:19:00	186	40.26	2967	3732	1.25	38.6	2.739	105.8	15.9	472.9	122.5	35.6	28.3	17.26	4.47
00:19:30	168	30.61	2256	3029	1.34	33.1	2.663	88.3	13.4	466.5	115.6	39.1	29.1	17.51	4.34
00:20:00	154	26.92	1984	2654	1.33	32.4	2.523	81.8	12.8	446.6	104.1	41.2	30.8	17.70	4.12
00:20:30	144	23.05	1699	2168	1.27	25.4	2.463	62.6	11.8	427.7	108.2	36.8	28.8	17.36	4.39
00:21:00	140	20.73	1528	1933	1.26	19.4	2.716	52.7	10.9	463.8	125.7	34.5	27.2	17.07	4.63

Slika 13. Primjer ispisa rezultata tijekom spiroergometrijskog testa

**Tablica 5.** Popis varijabli sa skraćenim nazivom i mjernom jedinicom

<b>Ime varijable</b>	<b>Skraćeni naziv varijable</b>	<b>Mjerna jedinica</b>
<b>Maksimalni primitak kisika</b>	VO2max	l/min
<b>Relativni maksimalni primitak kisika</b>	RVO2max	ml/min/kg
<b>Relativni primitak kisika pri anaerobnom pragu</b>	RVO2 max anp	ml/min/kg
<b>Postotak relativnog primitka kisika pri anaerobnom pragu od maksimalnog primitka kisika</b>	%RVO2max anp	%
<b>Dišni volumen</b>	VT	L
<b>Minutni volumen disanja</b>	VE max	l/min
<b>Maksimalna frekvencija srca</b>	FS max	otk/min
<b>Frekvencija srca pri anaerobnom pragu</b>	FS anp	otk/min
<b>Postotak frekvencije srca pri anaerobnom pragu od maksimalne frekvencije srca</b>	%FS max anp	%
<b>Brzina pri anaerobnom pragu</b>	v anp	km/h
<b>Maksimalna brzina pokretne trake</b>	v max	km/h

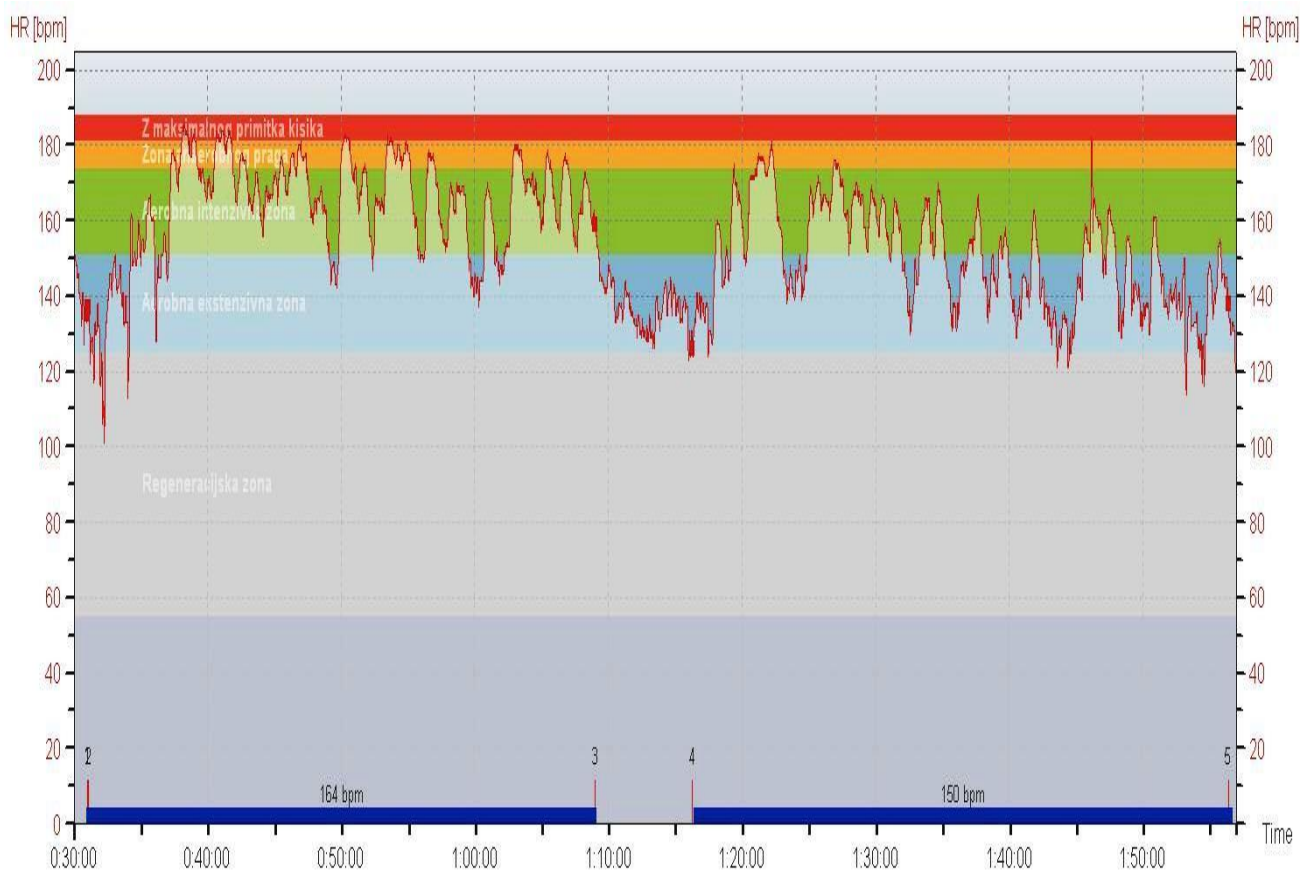
## Mjerenje opterećenja tijekom utakmice

Fiziološko opterećenje ispitanika je mjereno na službenim utakmicama Premijer hrvatske rukometne lige, a sve utakmice su igrane na rukometnim terenima koji zadovoljavaju uvjete u službenim propozicijama Hrvatskog rukometnog saveza i u međunarodnim pravilima rukometne igre. Fiziološko opterećenje tijekom utakmice mjereno je na dva načina. Objektivnom metodom mjerenja frekvencije srca i subjektivnom metodom procjene sudaca. Suci su na utakmicama nosili ispod službenog dresa nevidljivo postavljen telemetrijski sustav za praćenje frekvencije srca. Sustav se sastoji od dvije elektrode s odašiljačem (dometa otprilike 1 metra) koji se elastičnom trakom pričvršćuje oko prsnog koša i prijamnika na ručnom zglobu ispitanika (Polar RS 400). Tijekom utakmice na prijemniku se bilježilo fiziološko opterećenje sudaca (slika 14.) a interpretiralo kasnije pomoću zona intenziteta u kojima su se suci nalazili tijekom utakmice. Na temelju informacija pohranjenih u sustav moglo se utvrditi vrijeme provedeno u određenoj zoni intenziteta.

Zone intenziteta su prethodno određene a nakon spiroergometrijskog testiranja na pokretnoj traci. U ovom radu koristio se 5 komponentni model zona opterećenja temeljem frekvencija srca (Sachs, 2011). Zona oporavka je zona opterećenja u kojoj je frekvencija srca između 50 i 60% od maksimalne frekvencije srca. U toj zoni se provode treninzi oporavka sportaša ili razne vrste rastrčavanja nakon treninga radi lakše apsorpcije mliječne kiseline nakupljene tijekom treninga. Zona ekstenzivnog aerobnog treninga je zona frekvencije srca u kojoj se provode treninzi kojima je cilj smanjenje potkožnog masnog tkiva kod sportaša i ona se provodi u frekvenciji srca između 60 i 70% od maksimalne frekvencije srca. Zona intenzivnog aerobnog treninga se kreće u intervalu od 70 do 80% od maksimalne frekvencije srca i ona se koristi za intenzivniji aerobni trening koji je pogodan za razvijanje maksimalnih aerobnih kapaciteta i za adaptaciju srca na intenzivniju frekvenciju. U toj zoni se mliječna kiselina u tijelu razgrađuje tako da se održava stabilna koncentracija. Zona anaerobnog praga se kreće u intervalu od 80 do 90% od maksimalne frekvencije srca. Ovo je zona gdje aerobni načini dobivanja energije više nisu dostatni za savladavanje opterećenja pa se uključuje dodatna energija, odnosno u anaerobnom režimu rada organizam funkcionira uz limitirajuće vrijeme izvedbe radi naglog zasićenja organizma mliječnom kiselinom. Zona je pogodna za razvijanje anaerobnih kapaciteta sportaša. Posljednja zona je zona maksimalnog primitka kisika. U toj zoni sportaš je izložen maksimalnim naporima koje se odvijaju u kraćim vremenskim intervalima.

**Tablica 6.** Prikaz zona opterećenja prema postotku od maksimalne frekvencije srca

Zone intenziteta	Postotak od maksimalne frekvencije srca
Zona oporavka	50 – 60 %
Ekstenzivna aerobna zona	61 – 70 %
Intenzivna aerobna zona	71 – 80 %
Zona anaerobnog praga	81 – 90 %
Zona maksimalnog primitka kisika	≥ 91 %



**Slika 14.** Primjer fiziološkog opterećenja (frekvencija srca tijekom utakmice) ispitanika HR (bpm) – frekvencija srca (otkucaji u minuti); Time – vrijeme; Od točke 2 do točke 3 – Prvo poluvrijeme utakmice; ; Od točke 3 do točke 4 – Odmor između prvog i drugog poluvremena utakmice; ; Od točke 4 do točke 5 – Drugo poluvrijeme utakmice.

Fiziološko opterećenje sudaca pratilo se prije (zagrijavanje), tijekom (utakmica) i nakon (hlađenje i službene dužnosti sudaca neposredno nakon utakmice) utakmice. Utakmicu je pratila stručna osoba i kontrolirala da suci pravilno označavaju intervale u utakmici kako bi se nakon utakmice rezultati prenesli i obradili u programskom paketu Polar Pro Trainer. Rezultati se obrađuju prema utvrđenim zonama opterećenja kod ispitanika koje su postigli na spiroergometrijskom testiranju na pokretnoj traci. Petnaest minuta nakon utakmice suci su

procjenili osobnu razinu opterećenja tijekom utakmice na modificiranoj Borgovoj skali subjektivnog opterećenja od 0 do 13 (Vučetić, 2007 prema Borg, 1973).

**Tablica 7.** Popis varijabli sa skraćenim nazivom i mjernom jedinicom

<b>Ime varijable</b>	<b>Skraćeni naziv varijable</b>	<b>Mjerna jedinica</b>
<b>Prosječna frekvencija srca tijekom utakmice</b>	FS mean	otk/min
<b>Prosječni postotak od maksimalne frekvencije srca</b>	%FS max	%
<b>Postotak od maksimalne frekvencije srca pri anaerobnom pragu</b>	%FS anp	%
<b>Minimalna frekvencija srca tijekom utakmice</b>	FS min	otk/min
<b>Maksimalna frekvencija srca tijekom utakmice</b>	FS max	otk/min
<b>Energetski utrošak tijekom utakmice</b>	ENUT	Kcal

## Kriterijska varijabla

Kriterijska varijabla je ocjena uspješnosti suđenja. Ona je prosjek ocjena tijekom sezone, odnosno omjer sume ocjena svih odsuđenih utakmica i broja odsuđenih utakmica i ona predstavlja kvalitetu sudaca.

$$\text{Prosječna ocjena} = \frac{\text{Suma ocjena u Izvještaju o suđenju}}{\text{Broj odsuđenih utakmica}}$$

"Izvješće o suđenju" (slika 15.) je nadzor koji se provodi tijekom cijele rukometne utakmice od strane nadzornika suđenja. U izvješću nadzornik suđenja, koji je ekspert za suđenje s obzirom na dugogodišnji sudački, a i nadzornički staž s obzirom na status nadzornika u najvišem rangu, bilježi cjelokupnu situaciju na terenu za koju su zaduženi suci. U izvješću postoji 14 elemenata po kojima se suci ocjenjuju: progresivno kažnjavanje, sedmerac, prekršaj u napadu, igra na crti vratarevog prostora, provedba pravila, koraci, pasivna igra, nepravilni pogodak, prednost, osobnost, razumijevanje igre i vođenje utakmice, signalizacija, kreiranje te postavljanje i suradnja i posljednji element suradnja sa zapisničkim stolom. Nadzornici sucima prema broju pogrešaka daju ocjenu - -, -, 0, +, ++, +++ (2 minusa, 1 minus, 0, 1 plus, 2 plusa i 3 plusa), gdje svaka ima zasebno značenje. Na kraju se ocjene zbrajaju i maksimalni broj bodova je 100. Na temelju prosječnog zbroja bodova svih utakmica u sezoni izrađena je rang lista sudaca koja se koristila u svrhu obrade podataka.



UDRUGA HRVATSKIH RUKOMETNIH SUDACA												
2015/16 Izvješće o suđenju					Popunjava =>			Nadzornik			Suci	
					Broj utakmice							
Suci					Nadzornik							
Mjesto i datum igranja					REZULTAT		7M	O	2M	D	DP	
					KRAJ	POL						
Domaćin												
Gost												
Elementi ocjenjivanja		--	-	Ø	+	++	NAPUTCI (obavezno upisati)					
Progresivno kažnjavanje							Pozitivne stvari					
Sedmerac												
Prekršaj u napadu												
Igra na crti vratarevog prostora							Negativne stvari					
Provedba pravila												
Koraci												
Pasivna igra							Savjeti za poboljšanje					
Nepravilni pogodak												
Prednost												
Osobnost												
Razumijevanje igre i vođenje utakmice												
Signalizacija, "govor tijela"												
Kretanje, postavljanje i suradnja												
Suradnja sa zapisničkim stolom												
UKUPAN DOJAM		→ <input type="checkbox"/>			↘ <input type="checkbox"/>			↗ <input type="checkbox"/>				
TEŽINA UTAKMICE		Laka <input type="checkbox"/>	Normalna <input type="checkbox"/>	Teška <input type="checkbox"/>			Vrlo teška <input type="checkbox"/>					
UTJECAJ SUDACA NA UTAKMICU		Povećali težinu utakmice <input type="checkbox"/>		Bez utjecaja <input type="checkbox"/>		Smanjili težinu <input type="checkbox"/>		Utjecali na rezultat <input type="checkbox"/>				
Potpisi nadzornika/sudaca		Nadzornik _____ Suci _____										
NAPOMENA (upisuju se podaci za koje smatrate da su bitni za Udrugu hrvatskih rukometnih sudaca)												

Slika 15. Primjer nadzora koji tijekom utakmice ispunjavaju nadzornici - Izvješće o suđenju

### 4.3. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

Prije provedbe projekta dostavljena je prijava istraživanja Povjerenstvu za znanstveni rad i etiku Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Istraživanje je odobreno od strane Povjerenstva.

Ispitanici su prema dogovoru dolazili na mjerenja tijekom vikenda kada su bili delegirani za utakmicu Premijer lige u Zagrebu, okolici Zagreba ili kada su s obzirom na svoje prebivalište prolazili blizu Zagreba gdje su provedena sva mjerenja. Ispitanici su dolazili su u točno određeno vrijeme u parovima kako i sude tijekom službenih utakmica Premijer lige. Mjerenja su provedena tijekom prvom dijela natjecanja u sezoni 2015/2016 i ukupno su trajala 8 tjedana.

Svaki je od ispitanika dao na uvid liječničku potvrdu da nema zdravstvenih kontraindikacija za suđenje rukometnih utakmica, kao i za testiranje koje će se provoditi. Prije početka testiranja svaki je ispitanik potpisao izjavu o dobrovoljnom pristanku na testiranje. Mjerenje rukometnih sudaca provedeno je u tri dijela. Prvi i drugi dio mjerenja proveden je u Dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Prva dva dijela mjerenja provodile su stručne i educirane osobe, suradnici Dijagnostičkog centra. Treći je dio proveden na utakmicama Premijer hrvatske rukometne lige kao terensko mjerenje također od strane stručne i educirane osobe.

Svi ispitanici su prolazili unaprijed utvrđeni protokol mjerenja koji je započeo mjerenjem kinantropmetrisjkih mjera. Nakon mjerenja antropometrijskih mjera ispitanici su proveli 20 minutni protokol zagrijavanja (dinamičko istezanje, škola trčanja s pojačavanjem intenziteta, maksimalno istrčavanje i statičko istezanje). Nakon zagrijavanja ispitanici su krenuli s motoričkim testovima agilnosti, koordinacije te eksplozivne snage tipa sprinta.

Drugi dio mjerenja odnosio se na spirogrometrijski test progresivnog opterećenja. Budući da je iskustvo pojedinih ispitanika u trčanju na pokretnoj traci bilo iznimno malo ili je izostalo, radi prilagodbe ispitanici su prije početka mjerenja vježbali hod i trčanje na pokretnoj traci u trajanju od 15-20 minuta. Prije početka spiroergometrijskog testa na pokretnoj traci mjeritelj je detaljno objasnio ispitaniku način komunikacije o subjektivnom osjećaju opterećenja i o mogućnosti istrčavanja slijedećeg vremenskog intervala od 30 sekundi. Ispitaniku su pričvršćena dva seta telemetrijskijskog sustava za praćenje frekvencije

srca i maska koja pokriva nos i usta i služi za protok respiratornih plinova koji se šalju u analizatore gdje se provodi analogno-digitalna konverzija signala i omogućuje praćenje ventilacijsko-metaboličkih pokazatelja na zaslonu računala. Ovaj test se provodi kontinuirano s postupnim povećanjem intenziteta opterećenja do pojave simptoma koji ograničavaju testiranje ili do postizanja maksimalnog opterećenja. Aparatura s računalom tijekom testiranja ispisuje numeričke i grafičke podatke na ekranu u realnom vremenu. Nakon završenog testiranja ti isti rezultati se radi prevelike količine podataka (svaki udah i izdah) filtriraju na 30 sekundi i kasnije se koriste vršne vrijednosti kao rezultat ispitanika u spiroergometrijskom testu na pokretnoj traci.

Terensko mjerenje na utakmicama Premijer hrvatske rukometne lige provedeno je praćenjem fiziološkog opterećenja sudaca. Prije početka utakmice sudacima je postavljen telemetrijski sustav za praćenje frekvencije srca. Sustav se sastoji od dvije elektrode s odašiljačem (dometa otprilike 1 metra) koji se elastičnom trakom pričvršćuje oko prsnog koša i prijamnika (Polar RS 400). Na ruci su ispitanici imali uređaj koji je bilježio frekvenciju srca tijekom utakmice. Fiziološko opterećenje sudaca pratilo se prije (zagrijavanje), tijekom (utakmica) i nakon (hlađenje i službene dužnosti sudaca neposredno nakon utakmice) utakmice. Petnaest minuta nakon utakmice suci su procijenili razinu opterećenja tijekom utakmice na modificiranoj Borgovoj skali subjektivnog opterećenja od 0 do 13 (Vučetić, 2007 prema Borg, 1973). Nakon utakmice rezultati su preneseni i obrađeni u programskom paketu Polar Pro Trainer.

#### **4.4. METODE OBRADJE PODATAKA**

Obrada podataka se izvršila statističkim paketom STATISTICA 8. Za svaku varijablu izračunati su osnovni statistički pokazatelji: aritmetička sredina (AS), najmanja vrijednost (MIN), najveća vrijednost (MAX), standardna devijacija (SD) te zakrivljenost (SKEW) i spljoštenost (KURT) distribucije. Normalnost distribucije testirana je Kolmogorov-Smirnovljev testom. U Kolmogorov-Smirnovljev testu se provjerava najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije (Max D).

Višestrukom (multiplom) regresijskom analizom utvrđena je zavisnost funkcionalnih i motoričkih sposobnosti te morfoloških karakteristika (nezavisnih varijabli) i ocjene suđenja (zavisna varijabla) na rukometnim utakmicama koju procjenjuju nadzornici suđenja. Analizirana je i statistička značajnost vremena provedenog u anaerobnoj zoni tijekom utakmice s kvalitetom suđenja.

Pearsonovim koeficijentom korelacije analizirana je povezanost između ukupnog iskustva u suđenju, iskustva u suđenju najvišeg ranga, dobi te ocjene uspješnosti suđenja.

## 5. REZULTATI

### 5.1. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI

Funkcionalne sposobnosti rukometnih sudaca su izmjerene spiroergometrijskim testom na pokretnoj traci. S obzirom na specifičnost varijabli i mjerenih pokazatelja, svaka varijabla ima svoju mjernu jedinicu u kojoj je izražen rezultat.

**Tablica 8.** Deskriptivni statistički pokazatelji funkcionalnih sposobnosti

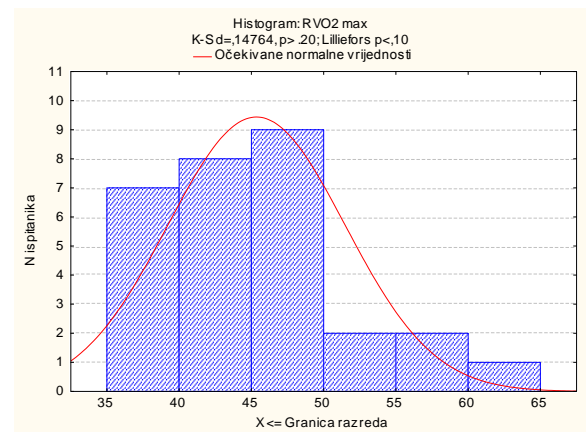
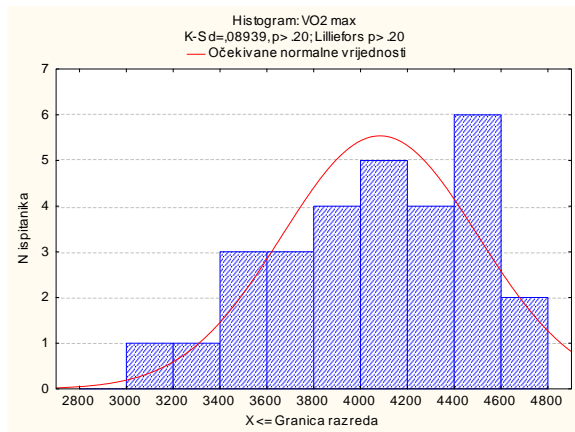
N = 31	MJ	AS	MIN	MAX	SD	SKEW	KURT	MAX D
<b>VO<sub>2</sub>max</b>	l/min	4,08	3,12	4,74	0,42	-0,40	-0,54	0,09
<b>RVO<sub>2</sub>max</b>	ml/min/kg	45,35	38,06	61,02	6,12	1,10	0,91	0,14
<b>RVO<sub>2</sub> max anp</b>	ml/min/kg	41,06	32,62	52,74	4,91	0,60	0,18	0,09
<b>%RVO<sub>2</sub>max anp</b>	%	90,78	82,17	100	4,38	0,22	-0,14	0,10
<b>VT</b>	L	3,06	2,32	4,23	0,46	0,62	0,08	0,10
<b>VE max</b>	l/min	142,84	116	193,3	20,47	0,72	0,10	0,10
<b>FS max</b>	otk/min	187,34	171	203	8,93	-0,11	-0,62	0,07
<b>FS anp</b>	otk/min	176,51	161	191	8,51	-0,12	-0,59	0,11
<b>%FS max anp</b>	%	94,26	86,01	98,84	2,93	-1,32	2,87	0,17
<b>v anp</b>	km/h	12,17	9	15	1,15	-0,20	1,75	0,16
<b>v max</b>	km/h	14,12	11,50	18	1,48	0,11	0,44	0,14

Legenda: VO<sub>2</sub>max – apsolutni maksimalni primitak kisika; RVO<sub>2</sub>max – relativni maksimalni primitak kisika; RVO<sub>2</sub> max anp – relativni maksimalni primitak kisika pri anaerobnom pragu; %RVO<sub>2</sub>max anp – postotak od relativnog maksimalnog primitka kisika pri anaerobnom pragu; VT – dišni volumen; VE max – maksimalna minutna ventilacija; FS max – najveća frekvencija srca; FS anp – frekvencija srca pri anaerobnom pragu; %FS max anp – postotak od maksimalne frekvencije srca pri anaerobnom pragu; v anp – brzina pri anaerobnom pragu; v max – maksimalna brzina pokretne trake; AS – aritmetička sredina; MIN – najmanja vrijednost; MAX – najveća vrijednost; SD – standardna devijacija; SKEW – skewness (mjera asimetrije distribucije); KURT – kurtosis (mjera izduženosti distribucije); MAX D - najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije

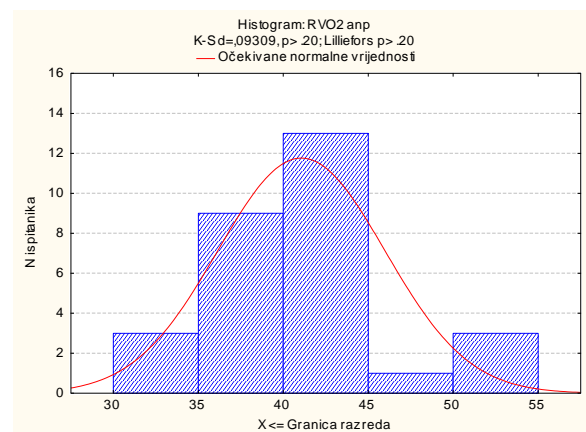
U tablici 8. možemo vidjeti da je kod ispitanika izmjerena prosječna vrijednost apsolutnog maksimalnog primitka kisika od 4,08 litara kisika u minuti sa standardnom devijacijom od 0,42 litre kisika u minuti. Najmanja postignuta vrijednost je 3,12 litara kisika u minuti dok je najbolja postignuta vrijednost na testiranju 4,74 litre kisika u minuti. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,40 i -0,54) ukazuju na normalnu raspodjelu

rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 16.).

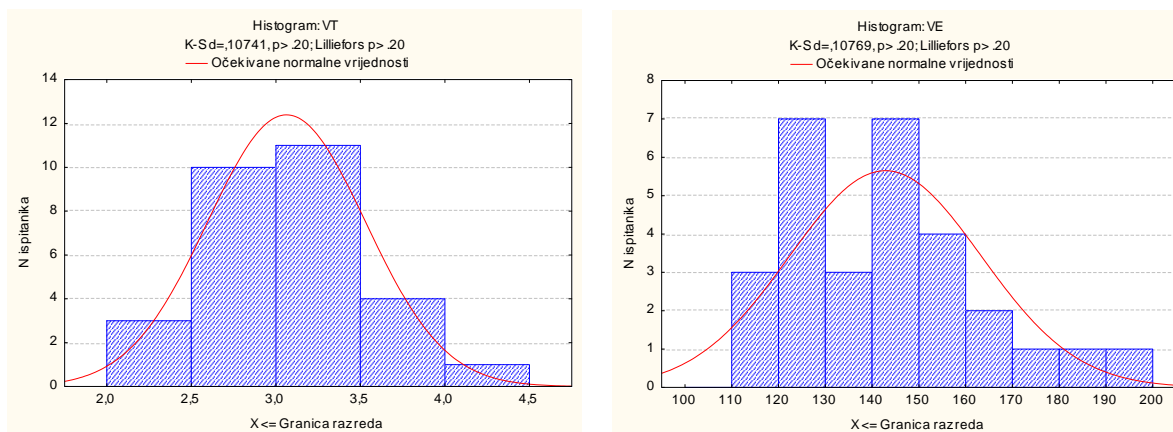
Relativni maksimalni primitak kisika je prosječno iznosio 45,35 mililitara kisika u minuti po kilogramu sa standardnom devijacijom od 6,12 mililitara kisika u minuti po kilogramu. Najmanja vrijednost relativnog maksimalnog primitka kisika iznosi 38,06 mililitara kisika u minuti po kilogramu, dok je najveća izmjerena vrijednost 61,02 mililitara kisika u minuti po kilogramu. Relativni primitak kisika pri anaerobnom pragu je prosječno 41,06 mililitara kisika u minuti po kilogramu sa standardnom devijacijom od 4,91 mililitra kisika u minuti po kilogramu. Najmanja vrijednost relativnog primitka kisika pri anaerobnom pragu je 32,62 mililitara kisika u minuti po kilogramu, dok je najveća izmjerena vrijednost 52,74 mililitara kisika u minuti po kilogramu. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije kod relativnog maksimalnog i relativnog primitka kisika pri anaerobnom pragu (skewness = 1,10 i 0,60, kurtosis = 0,91 i 0,18) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 17 i 18.).



**Slike 16., 17. i 18.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli VO2 max, RVO2 max i RVO2 anp.



Prosječna vrijednost dišnog volumena je 3,06 litre sa standardnom devijacijom od 0,46 litre. Najmanja izmjerena vrijednost dišnog volumena je 2,32 litre, dok je najveća izmjerena vrijednost 4,23 litre. Prosječna maksimalna minutna ventilacija je 142,84 litre u minuti sa standardnom devijacijom od 20,47 litre u minuti. Najmanja izmjena vrijednost maksimalne minutne ventilacije je 116 litara u minuti, dok je najveća izmjerena vrijednost 193,3 litre u minuti. Vrijednosti mjera asimetrije (skewness = 0,62 i 0,72) i izduženosti distribucije (kurtosis = 0,08 i 0,10) kod dišnog volumena i maksimalne minutne ventilacije ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slike 19. i 20.).

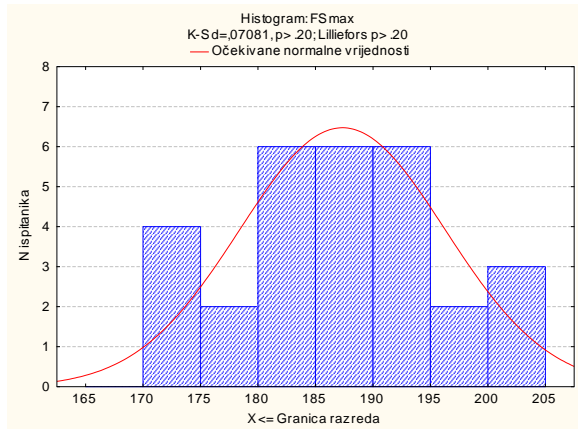


**Slika 19. i 20.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli VT i VE

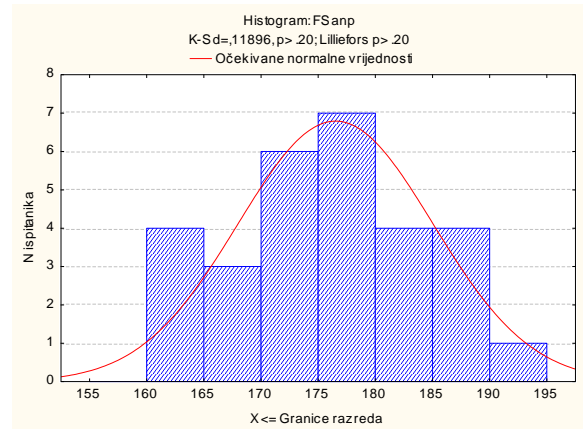
Prosječna maksimalna frekvencija srca postignuta tijekom spiroergometrijskog testa na pokretnoj traci iznosi 187,34 otkucaj u minuti sa standardnom devijacijom od 8,93 otkucaj u minuti. Najveća izmjerena vrijednost maksimalne frekvencije srca je 203 otkucaj u minuti, dok je najmanja vrijednost 171 otkucaj u minuti. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,11 i -0,62) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 21.).

Prosječna frekvencija srca pri anaerobnom pragu ispitanika je 176,51 otkucaj u minuti sa standardnom devijacijom od 8,51 otkucaj u minuti. Najveća izmjerena vrijednost

frekvencije srca pri anaerobnom pragu je 191 otkucaj u minuti, dok je najmanja vrijednost 161 otkucaj u minuti. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,12 i -0,59) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 22.).



**Slika 21.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli FS max



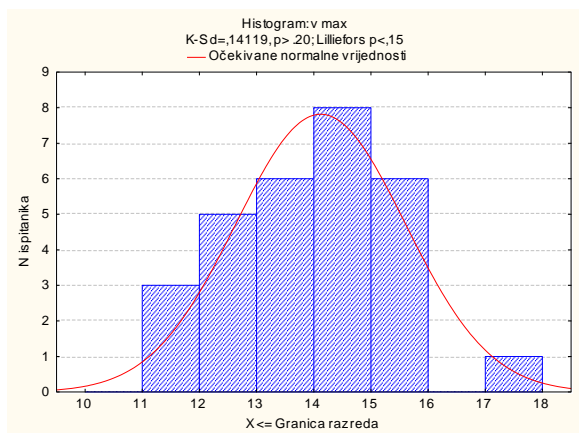
**Slika 22.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli FS anp

Prosječna maksimalna brzina postignuta kod spiroergometrijskog testa na pokretnoj traci je 14,12 kilometara na sat sa standardnom devijacijom od 1,48 kilometara na sat. Najmanja postignuta brzina kod spiroergometrijskog testa na pokretnoj traci je 11,5 kilometara na sat, dok je najveća izmjerena vrijednost 18 kilometara na sat. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (0,11 i 0,44) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 23.).

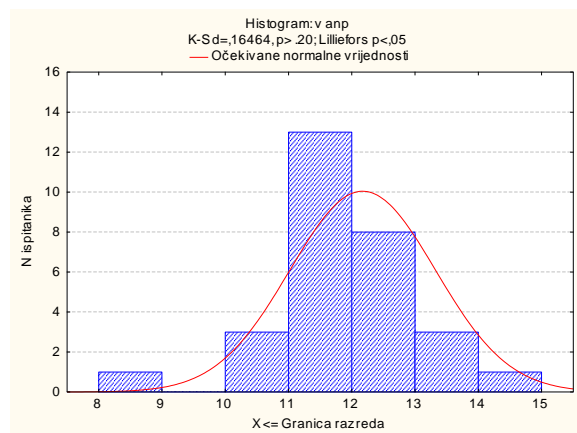
Prosječna maksimalna brzina pri anaerobnom pragu ispitanika postignuta kod spiroergometrijskog testa na pokretnoj traci je 12,17 kilometara na sat sa standardnom devijacijom od 1,15 kilometara na sat. Najmanja postignuta brzina pri anaerobnom pragu ispitanika kod spiroergometrijskog testa na pokretnoj traci je 9 kilometara na sat, dok je najveća izmjerena vrijednost 15 kilometara na sat. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (0,11 i 0,44) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički



značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 24.).



**Slika 23.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli v max



**Slika 24.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli v anp

### 5.1.1. POVEZANOST FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI I OCJENE USPJEŠNOSTI SUDENJA

**Tablica 9.** Rezultati regresijske analize - utjecaj funkcionalnih sposobnosti na ocjenu suđenja

<b>Pregled regresijske analize za zavisnu varijablu Ocjena: <math>R = 0,70 / R^2 = 0,49</math></b>						
<b>/ Prilagođen <math>R^2 = 0,17 / F(7,21) = 1,54 / p &lt; 0,20 /</math> Standardna pogreška</b>						
<b>prognoze = 3,52</b>						
<b>N = 31</b>	<b>Beta</b>	<b>Std.Err . of B</b>	<b>B</b>	<b>Std.Err . of B</b>	<b>t (21)</b>	<b>p-level</b>
<b>Intercept</b>			-672	1116	-0,60	0,56
<b>VO2max</b>	0,02	0,31	0	3	0,08	0,94
<b>RVO2max</b>	-0,66	3,83	-0	2	-0,17	0,86
<b>RVO2 max anp</b>	0,48	3,52	0	3	0,14	0,89
<b>%RVO2max anp</b>	-0,14	1,37	-0	1	-0,10	0,92
<b>VT</b>	0,34	0,24	3	2	1,46	0,16
<b>VE max</b>	0,24	0,25	0	0	0,97	0,35
<b>FS max</b>	8,89	13,94	4	6	0,64	0,53
<b>FS anp</b>	-9,28	14,04	-4	6	-0,66	0,52
<b>%FS max anp</b>	5,99	8,92	8	12	0,67	0,51
<b>v anp</b>	-0,07	0,50	-0	2	-0,14	0,89
<b>v max</b>	0,48	0,53	1	1	0,90	0,38

Legenda: VO2max – apsolutni maksimalni primitak kisika; RVO2max – relativni maksimalni primitak kisika; RVO2 max anp – relativni maksimalni primitak kisika pri anaerobnom pragu; %RVO2max anp – postotak relativnog maksimalnog primitka kisika pri anaerobnom pragu u odnosu na relativni maksimalni primitak kisika; VT – dišni volumen; VE max – maksimalna minutna ventilacija; FS max – najveća frekvencija srca; FS anp – frekvencija srca pri anaerobnom pragu; %FS max anp – postotak frekvencije srca pri anaerobnom pragu u odnosu na maksimalnu frekvenciju srca; v anp – brzina pri anaerobnom pragu; v max – maksimalna brzina pokretne trake; R – multipla korelacija; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije multiple korelacije; F – vrijednost testiranja značajnosti varijabli; p – razina značajnosti koeficijenta multiple korelacije; Beta – standardizirani regresijski koeficijent; Std.Err. of B – standardna pogreška standardiziranih regresijskih koeficijenata; B – nestandardizirani regresijski koeficijenti; Std. Err. of B - standardna pogreška nestandardiziranih regresijskih koeficijenata; t – vrijednost stupnjeva slobode pri testiranju značajnosti regresijskih koeficijenata; p - razina značajnosti regresijskih koeficijenata

U tablici 9. dobiven je koeficijent multiple korelacije 0,70, dok je koeficijent determinacije 0,49 a prilagođeni koeficijent determinacije je 0,17 uz značajnost p manju od 0,20. Standardna pogreška prognoze iznosi 3,52.

Provedbom multiple regresijske analize sa ocjenom uspješnosti suđenja kao zavisnom varijablom i odabranih varijabli funkcionalnih sposobnosti kao nezavisnom varijablom dobiveni su standardizirani regresijski koeficijenti uz koeficijente značajnosti: Kod varijable maksimalni primitak kisika standardizirani regresijski koeficijent iznosi -0,25 uz koeficijent značajnosti p od 0,30. Relativni maksimalni primitak kisika ima standardizirani regresijski koeficijent -0,57 uz koeficijent značajnosti p od 0,00. Relativni primitak kisika na anaerobnom pragu ima standardizirani regresijski koeficijent 0,79 i koeficijent značajnosti p od 0,00. Standardizirani regresijski koeficijent kod postotka od maksimalnog primitka kisika na anaerobnom pragu je -0,41 uz koeficijent značajnosti p od 0,21. Dišni volumen ima standardizirani regresijski koeficijent od -0,11 i koeficijent značajnosti p 0,83. Minutni volumen disanja ima standardizirani regresijski koeficijent 0,79 i koeficijent značajnosti p od 0,13. Maksimalna frekvencija srca ima standardizirani regresijski koeficijent -0,16 i koeficijent značajnosti p od 0,32. Frekvencija srca pri anaerobnom pragu ima standardizirani regresijski koeficijent -0,11 i koeficijent značajnosti p od 0,83. Postotak od maksimalne frekvencije srca pri anaerobnom pragu ima standardizirani regresijski koeficijent 0,79 i koeficijent značajnosti p od 0,13. Brzina pokretne trake pri anaerobnom pragu ima standardizirani regresijski koeficijent -0,16 i koeficijent značajnosti p od 0,32. Maksimalna brzina pokretne trake ima standardizirani regresijski koeficijent od -0,16 i koeficijent značajnosti p od 0,32.

Prema dobivenim rezultatima regresijske analize te koeficijenta multiple korelacije od 0,70 i koeficijenta značajnosti p manjeg od 0,20 zaključuje se da ne postoji statistički značajna povezanost između funkcionalnih sposobnosti sudaca i ocjene uspješnosti suđenja. Koeficijent determinacije od 0,49 pokazuje da cijeli skup nezavisnih (motoričkih) varijabli dijeli 49% zajedničke varijance. Prema standardiziranim regresijskim koeficijentima u pojedinim varijablama kod funkcionalnih sposobnosti zaključuje se da nijedan pokazatelj funkcionalnih sposobnosti nema statistički značajan utjecaj na ocjenu uspješnosti suđenja.

## 5.2. MOTORIČKE SPOSOBNOSTI

Rezultati dobiveni u izabranim motoričkim testovima su obrnuto skalirani, što znači da manja vrijednost daje bolji rezultat. Aritmetičke sredine, najmanja i najveća vrijednost izražene su u standardiziranoj jedinici vremena – sekundi.

**Tablica 10.** Deskriptivni statistički pokazatelji motoričkih sposobnosti

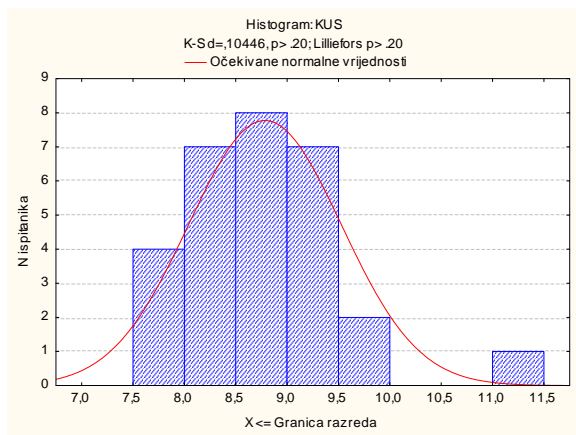
<b>N = 31</b>	<b>AS</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>SD</b>	<b>SKEW</b>	<b>KURT</b>	<b>MAX D</b>
<b>KUS</b>	8,78	7,53	11,14	0,74	1,04	2,31	0,10
<b>93639OK</b>	8,91	7,49	11,33	0,84	1,20	1,78	0,14
<b>OSS</b>	19,16	16,73	23,59	1,56	0,95	1,23	0,09
<b>T-TEST</b>	9,28	7,71	11,87	0,80	1,14	3,19	0,16
<b>5m SPRINT</b>	1,61	1,31	1,86	0,16	-0,21	-0,96	0,09
<b>10m SPRINT</b>	2,42	1,98	2,81	0,22	-0,15	-0,36	0,08
<b>20m SPRINT</b>	3,87	3,40	4,79	0,29	1,23	2,82	0,20

Legenda: KUS – koraci u stranu; 93639OK – 9-3-6-3-9 s okretom za 180 stupnjeva; OSS – osmica sa sagibanjem; T-TEST – t-test agilnosti; 5m SPRINT – Trčanje, prolaz na 5 metara; 10m SPRINT - Trčanje, prolaz na 10 metara; 20m SPRINT – Trčanje na 20 metara; AS – aritmetička sredina; MIN – najmanja vrijednost; MAX – najveća vrijednost; SD – standardna devijacija; SKEW – skewness (mjera asimetrije distribucije); KURT – kurtosis (mjera izduženosti distribucije); MAX D - najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije.

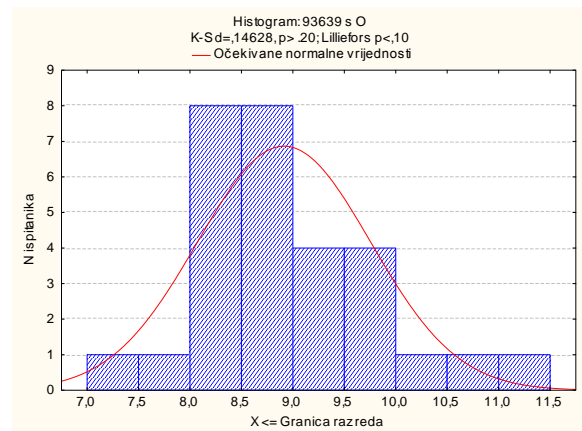
Iz rezultata u tablici 9. možemo vidjeti da je izmjerena prosječna vrijednost motoričkog testa koraci u stranu kod ispitanika 8,78 sekundi sa standardnom devijacijom od 0,74 sekunde. Najbolji rezultat postignut u testu je 7,53 sekunde, dok je najlošiji rezultat 11,14 sekundi. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (1,04 i 2,31) ukazuju na umjereno odstupanje od normalne raspodjele rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 25.).

Prosječna vrijednost izmjerena kod motoričkog testa 93639 s okretom za 180 stupnjeva je 8,91 sekundu sa standardnom devijacijom od 0,84 sekunde. Najbolji rezultat postignut u testu je 7,49 sekundi, dok je najlošiji rezultat 11,33 sekunde. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (1,20 i 1,78) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne

postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 26.).



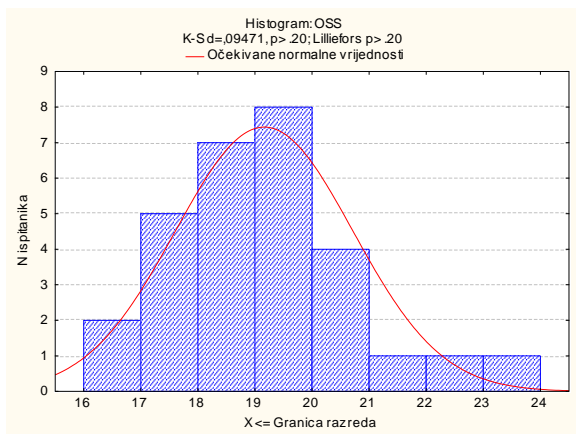
**Slika 25.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli koraci u stranu



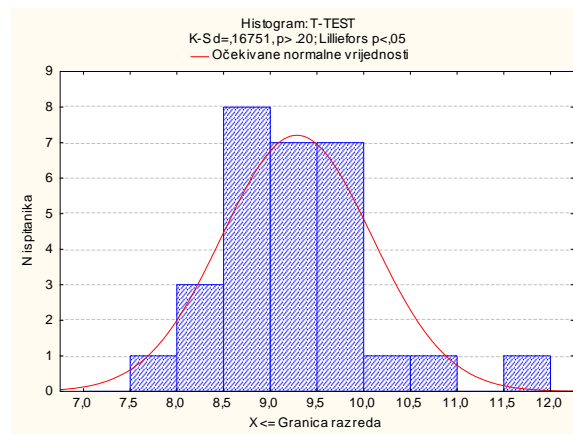
**Slika 26.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli 93639 s okretom za 180°

Izmjerena prosječna vrijednost kod motoričkog testa osmica sa sagibanjem je 19,16 sekundi sa standardnom devijacijom od 1,56 sekundi. Najlošiji rezultat u testu je 23,59 sekundi, dok je najbolji rezultat 16,73 sekunde. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (1,56 i 0,95) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 27.).

Kod motoričkog t-testa agilnosti izmjerena prosječna vrijednost je 9,28 sekundi sa standardnom devijacijom od 0,80 sekundi. Najlošije izmjereni rezultat u testu je 11,87 sekundi, dok je najbolji rezultat 7,71 sekundu. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (1,14 i 3,19) ukazuju na odstupanje od normalne raspodjele i homogenizaciju rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 28.).

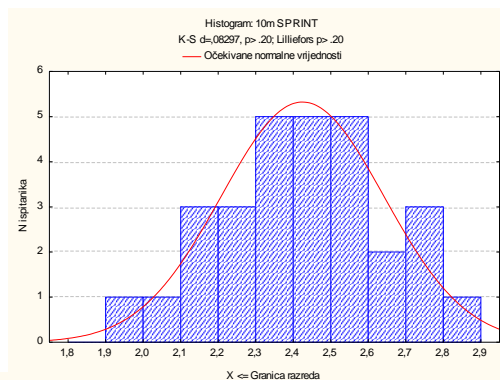
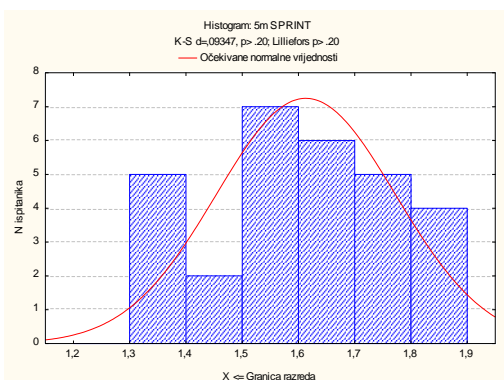


**Slika 27.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli osmica sa sagibanjem

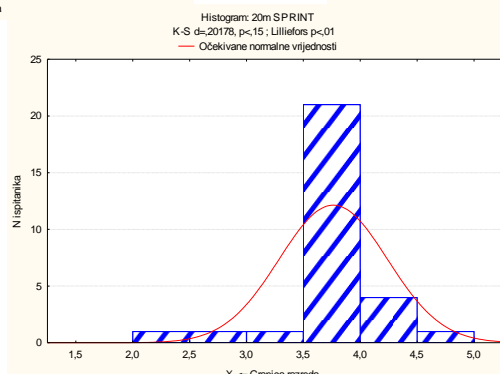


**Slika 28.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli T-test agilnosti

Kod motoričkog testa trčanje na 20 metara mjerili su se prolazi na 5 i 10 metara. Prosječna vrijednost kod varijable 5m Sprint je 1,61 sekundu sa standardnom devijacijom od 0,16 sekundi. Najbolji rezultat je 1,31 sekundu, dok je nalošiji 1,86 sekundi. Kod varijable 10m Sprint prosječni rezultat je 2,42 sekunde sa standardnom devijacijom od 0,22 sekunde. Najbolji izmjereni rezultat je 1,98 sekundi, dok je nalošiji 2,81 sekundu. Prosječna vrijednost kod varijable 20m Sprint je 3,87 sekundi sa standardnom devijacijom od 0,29 sekundi. Najbolji rezultat iznosi 3,40 sekundi, dok je nalošiji 4,79 sekundi. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije gotovo kod svih triju varijabli (skewness = -0,21, -0,15 i 1,23, kurtosis = -0,96, -0,36 i 2,82) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata (slike 29., 30. i 31.). Iznimka je homogeniziranje rezultata u varijabli trčanje na 20 metara.



**Slike 29., 30. i 31.** Distribucije prosječnih rezultata u varijablama sprint na 5, 10 i 20 metara



### 5.2.1. POVEZANOST MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA

Povezanost izabranih motoričkih sposobnosti i ocjene uspješnosti suđenja provjerena je multiplom regresijskom analizom. U provedenom regresijskom modelu zavisna varijabla je ocjena uspješnosti suđenja a nezavisne varijable su varijable koje predstavljaju izabrane motoričke sposobnosti.

**Tablica 11.** Rezultati regresijske analize - utjecaj motoričkih sposobnosti na ocjenu suđenja

<b>Pregled regresijske analize za zavisnu varijablu Ocjena: <math>R = 0,81 / R^2 = 0,66 /</math> Prilagođen <math>R^2 = 0,55 / F(7,21) = 5,93 / p &lt; 0,001 /</math> Standardna pogreška prognoze = 2,60</b>						
<b>N = 31</b>	<b>Beta</b>	<b>Std.Err. of B</b>	<b>B</b>	<b>Std.Err. of B</b>	<b>t (21)</b>	<b>p-level</b>
<b>Intercept</b>			<b>60,84</b>	<b>7,47</b>	<b>8,14</b>	<b>0,0001*</b>
<b>KUS</b>	-0,25	0,24	-1,31	1,25	-1,05	0,307
<b>93639OK</b>	<b>-0,57</b>	<b>0,19</b>	<b>-2,62</b>	<b>0,90</b>	<b>-2,92</b>	<b>0,008*</b>
<b>OSS</b>	<b>0,79</b>	<b>0,22</b>	<b>1,97</b>	<b>0,54</b>	<b>3,64</b>	<b>0,002*</b>
<b>T-TEST</b>	-0,41	0,32	-1,98	1,56	-1,27	0,218
<b>5m SPRINT</b>	-0,11	0,51	-2,62	12,42	-0,21	0,835
<b>10m SPRINT</b>	0,79	0,50	14,13	8,97	1,58	0,130
<b>20m SPRINT</b>	-0,16	0,15	-1,27	1,24	-1,02	0,320

Legenda: KUS – koraci u stranu; 93639OK – 9-3-6-3-9 s okretom za 180 stupnjeva; OSS – osmica sa sagibanjem; T-TEST – t-test agilnosti; 5m SPRINT – Trčanje, prolaz na 5 metara; 10m SPRINT - Trčanje, prolaz na 10 metara; 20m SPRINT – Trčanje na 20 metara; R – multipla korelacija; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije multiple korelacije; F – vrijednost testiranja značajnosti varijabli; p – razina značajnosti koeficijenta multiple korelacije; Beta – standardizirani regresijski koeficijent; Std.Err. of B – standardna pogreška standardiziranih regresijskih koeficijenata; B – nestandardizirani regresijski koeficijenti; Std. Err. of B - standardna pogreška nestandardiziranih regresijskih koeficijenata; t – vrijednost stupnjeva slobode pri testiranju značajnosti regresijskih koeficijenata; p - razina značajnosti regresijskih koeficijenata

U tablici 11. dobiven je koeficijent multiple korelacije 0,81, dok je koeficijent determinacije 0,66 a prilagođeni koeficijent determinacije je 0,55 uz značajnost p manju od 0,001. Standardna pogreška prognoze iznosi 2,60.

Provedbom multiple regresijske analize s ocjenom uspješnosti suđenja kao zavisnom varijablom i odabranih testova motoričkih sposobnosti kao nezavisnom varijablom dobiveni su standardizirani regresijski koeficijenti uz koeficijente značajnosti. Kod varijable koraci u

stranu standardizirani regresijski koeficijent je -0,25 uz koeficijent značajnosti p od 0,30. Kod 9-3-6-3-9 s okretom za 180 stupnjeva standardizirani regresijski koeficijent je -0,57 uz koeficijent značajnosti p od 0,0001 koji je statistički značajan. Osmica sa sagibanjem ima standardizirani regresijski koeficijent 0,79 uz koeficijent značajnosti p od 0,00 koji je isto statistički značajan. T test ima standardizirani regresijski koeficijent -0,41 uz koeficijent značajnosti p od 0,21. Sprint na 5 metara ima standardizirani regresijski koeficijent -0,11 uz koeficijent značajnosti p od 0,83. Sprint na 10 metara ima standardizirani regresijski koeficijent 0,79 uz koeficijent značajnosti p od 0,13 i 20 metara sprint ima standardizirani regresijski koeficijent -0,16 uz koeficijent značajnosti p od 0,32.

Prema dobivenim rezultatima regresijske analize te koeficijenta multiple korelacije od 0,81 i koeficijenta značajnosti  $p < 0,001$  zaključuje se da postoji statistički značajna povezanost između motoričkih sposobnosti sudaca i kvalitete suđenja. Koeficijent determinacije od 0,66 pokazuje da cijeli skup nezavisnih (motoričkih) varijabli dijeli 66% zajedničke varijance. Prema standardiziranim regresijskim koeficijentima u pojedinim varijablama kod motoričkih sposobnosti zaključuje se da test 93636 s okretom za 180 stupnjeva i test osmica sa sagibanjem imaju statistički značajan utjecaj na ocjenu uspješnosti suđenja, dok ostali testovi nemaju statistički značajan utjecaj na zavisnu varijablu.



### 5.3. MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

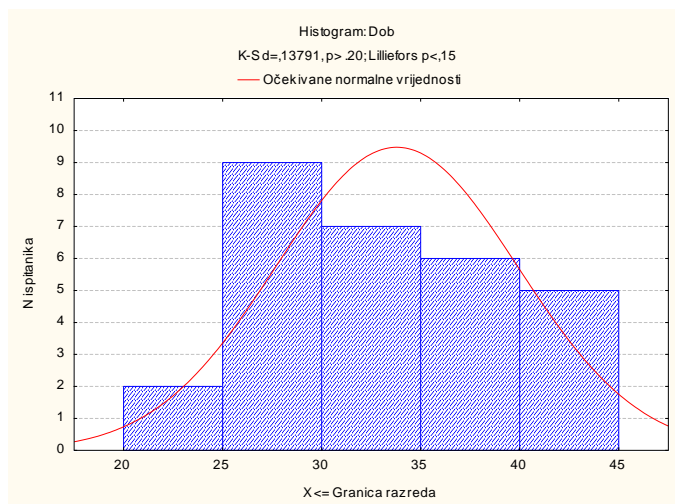
U tablici 12. su prikazani deskriptivni pokazatelji morfoloških karakteristika za 32 ispitanika. Izračunata je aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), najmanja vrijednost (MIN), najveća vrijednost (MAX), koeficijent asimetrije (SKEW) i koeficijent zakrivljenosti (KURT) i najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije (MAX D).

**Tablica 12.** Deskriptivni statistički pokazatelji morfoloških karakteristika i dobi ispitanika

N = 32	AS	MIN	MAX	SD	SKEW	KURT	MAX D
Dob (godine)	34,29	24	45	6,20	0,32	-0,94	0,13
Visina (cm)	184,46	174,3	196,4	5,78	0,20	-0,46	0,09
Masa (kg)	91,73	71,7	109,8	10,57	-0,23	-0,69	0,10
Tj masti (%)	19,20	11,80	29,07	3,94	0,13	0,32	0,09
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	26,91	22,86	32,18	2,47	0,47	-0,51	0,13

Legenda: Tj masti – Postotak tjelesne masti; ITM – indeks tjelesne mase; AS – aritmetička sredina; MIN – najmanja vrijednost; MAX – najveća vrijednost; ; SD – standardna devijacija; SKEW – skewness (mjera asimetrije distribucije); KURT – kurtosis (mjera izduženosti distribucije); MAX D - najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije; MAX D - najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije

U ovom istraživanju 32 ispitanika prosječne je dobi 34,29 godina uz standardnu devijaciju od 6,20 godina. Najmlađi ispitanik je imao 24 godine, dok je najstariji ispitanik imao 45 godina. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (0,32 i -0,94) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 32.).



**Slika 32.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli dob

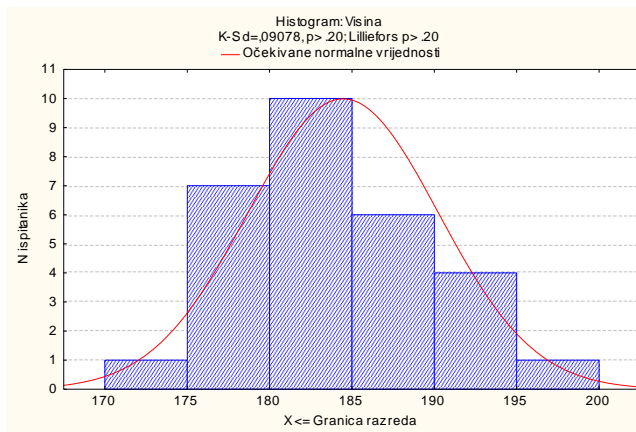
Ispitanici su prosječne tjelesne visine 184,46 centimetara sa standardnom devijacijom od 5,78 centimetara. Najniži ispitanik je visine 174,3 centimetara, dok je najviši ispitanik imao 196,4 centimetara. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (0,20 i -0,46) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije

ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 33.).

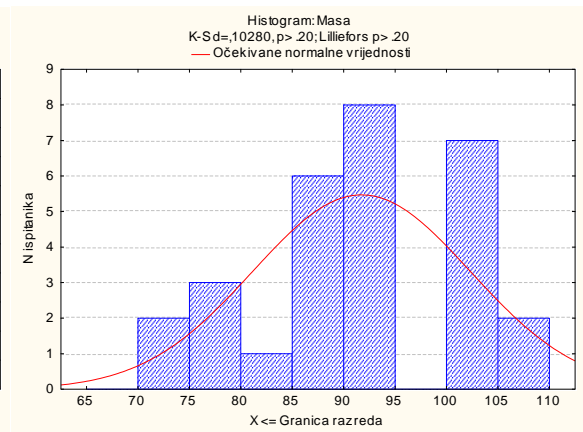
Prosječna tjelesna masa ispitanika bila je 91,73 kilograma sa standardnom devijacijom od 10,57 kilograma. Najlakši ispitanik je imao 71,7 kilograma, dok je najteži ispitanik imao 109,8 kilograma, što ukazuje na raspon od 38,1 kilogram. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,23 i -0,69) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 34.).

Prosječan postotak masti u tijelu kod ispitanika je 19,20% sa standardnom devijacijom od 3,94%. Kod ispitanika s najmanjim postotkom masti u tijelu izračunano je 11,8%, dok je kod ispitanika s najvećim postotkom masti u tijelu izračunano 29,07% masti u tijelu, što je raspon rezultata od gotovo 17,3%. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,13 i 0,32) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 35.).

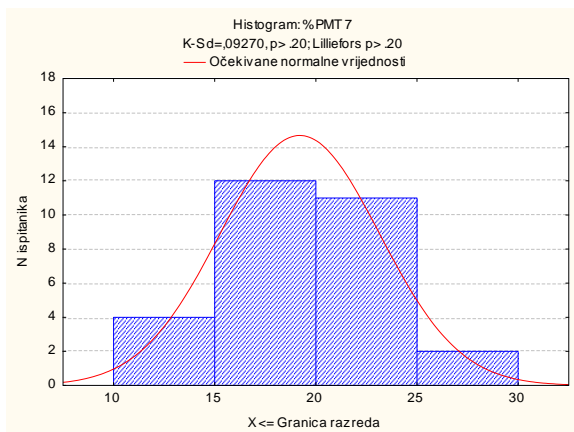
Prosječni indeks tjelesne mase kod ispitanika je 26,91 kilograma po kvadratnom metru sa standardnom devijacijom od 2,47 kilograma po kvadratnom metru. Kod ispitanika s najmanjim indeksom tjelesne mase izračunano je 22,86 kilograma po kvadratnom metru dok je kod ispitanika s najvećim indeksom tjelesne mase izračunano 32,18 kilograma po kvadratnom metru. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije (slika 36.).



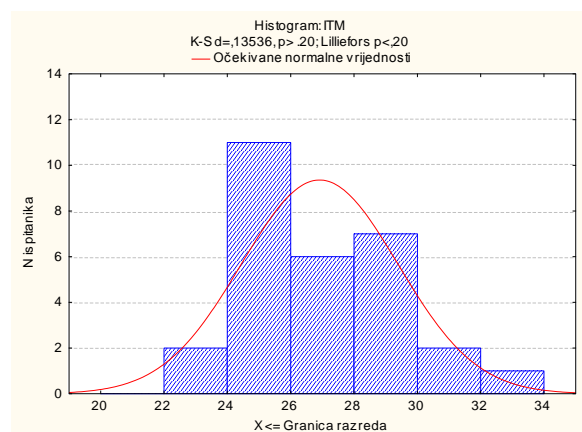
**Slika 33.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli visina



**Slika 34.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli masa



**Slika 35.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli postotak tjelesnih masti



**Slika 36.** Distribucija prosječnih rezultata u varijabli indeks tjelesne mase

### 5.3.1. POVEZANOST POSTOTKA TJELESNE MASTI I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA

Povezanost postotka tjelesnih masti i ocjene uspješnosti suđenja provjerena je jednostavnom regresijskom analizom. U provedenom regresijskom modelu zavisna varijabla je ocjena uspješnosti suđenja a nezavisna varijabla je postotak tjelesnih masti.

**Tablica 13.** Rezultati regresijske analize - utjecaj postotka tjelesnih masti na ocjenu suđenja

<b>Pregled regresijske analize za zavisnu varijablu Ocjena: <math>R = 0,05 / R^2 = 0,00 /</math></b>						
<b>Prilagođen <math>R^2 = --- / F(7,21) = 0,09 / p = 0,75 /</math> Standardna pogreška prognoze = 3,95</b>						
<b>N = 32</b>	<b>Beta</b>	<b>Std.Err. of B</b>	<b>B</b>	<b>Std.Err. of B</b>	<b>t (21)</b>	<b>p-level</b>
<b>Intercept</b>			<b>71,82</b>	<b>3,93</b>	<b>18,26</b>	<b>0,00</b>
<b>%PMT 7</b>	-0,06	0,19	-0,06	0,20	-0,31	0,75

Legenda: %PMT 7 – postotak tjelesnih masti mjerenih na 7 kožnih nabora; R – multipla korelacija;  $R^2$  – koeficijent determinacije multiple korelacije; F – vrijednost testiranja značajnosti varijabli; p – razina značajnosti koeficijenta multiple korelacije; Beta – standardizirani regresijski koeficijent; Std.Err. of B – standardna pogreška standardiziranih regresijskih koeficijenata; B – nestandardizirani regresijski koeficijenti; Std. Err. of B - standardna pogreška nestandardiziranih regresijskih koeficijenata; t – vrijednost stupnjeva slobode pri testiranju značajnosti regresijskih koeficijenata; p - razina značajnosti regresijskih koeficijenata

U tablici 13. dobiven je koeficijent jednostavne korelacije od 0,05, dok je koeficijent determinacije 0,00 a prilagođeni koeficijent determinacije nije moguće prikazati uz značajnost jednaku 0,75. Standardna pogreška prognoze iznosi 3,95.

Standardizirani regresijski koeficijenti varijable za procjenu postotka tjelesnih masti mjerenih na 7 kožnih nabora je -0,06 uz koeficijent značajnosti  $p = 0,75$ .

Prema dobivenim rezultatima regresijske analize te koeficijenta jednostavne korelacije od 0,05 i koeficijenta značajnosti  $p = 0,75$  zaključuje se da ne postoji statistički značajna povezanost između postotka tjelesnih masti sudaca i ocjene uspješnosti suđenja. Koeficijent determinacije od 0,00 pokazuje da skup nezavisnih (motoričkih) varijabli ne dijeli zajedničku varijancu. Prema standardiziranom regresijskom koeficijentu u varijabli postotak tjelesnih masti zaključuje se da varijabla nema statistički značajan utjecaj na ocjenu uspješnosti suđenja.

## 5.4. FIZIOLOŠKO OPTEREĆENJE TIJEKOM UTAKMICA

Rezultati dobiveni tijekom utakmica su mjereni pomoću telemetrijskog sustava za praćenje frekvencije srca. Sustav se sastoji od dvije elektrode s odašiljačem (dometa otprilike 1 metar) koji se elastičnom trakom pričvršćuje oko prsnog koša i prijavnika.

**Tablica 14.** Deskriptivni statistički pokazatelji fiziološkog opterećenja tijekom utakmica

N = 31	AS	MIN	MAX	SD	SKEW	KURT	MAX D
FS mean	141,89	97,00	164,00	16,02	-0,62	0,69	0,09
%FS max	75,86	56,73	92,00	7,94	-0,01	0,49	0,17
%FS anp	80,58	60,25	98,18	8,47	-0,04	0,32	0,14
FS min	102,30	75,00	137,00	13,32	0,30	0,95	0,08
FS max	167,89	117,00	193,00	16,93	-1,09	1,62	0,14
ENP	1025,37	508,00	1378,00	210,19	-0,06	-0,01	0,18
ENP/KG	11,30	5,07	18,07	2,60	0,08	1,08	0,11

Legenda: FS mean – prosječna frekvencija srca; %FS max – postotak frekvencije srca od maksimalne; %FS anp – postotak frekvencije srca pri anaerobnom pragu od maksimalne; FS min – minimalna frekvencija srca; FS max – maksimalna frekvencija srca; ENP – energetska potrošnja; ENP/KG – energetska potrošnja po kilogramu ispitanika; AS – aritmetička sredina; MIN – najmanja vrijednost; MAX – najveća vrijednost; SD – standardna devijacija; SKEW – skewness (mjera asimetrije distribucije); KURT – kurtosis (mjera izduženosti distribucije); MAX D - najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije.

Iz rezultata u tablici 14. možemo vidjeti da je izmjerena prosječna vrijednost frekvencije srca tijekom utakmica 141,89 otkucaja u minuti sa standardnom devijacijom od 16,02 otkucaja u minuti. Najveća prosječna frekvencija tijekom utakmica je 164 otkucaja u minuti a najmanja 97 otkucaja u minuti. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,62 i 0,69) ukazuju na normalnu raspodjele rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije.

Prosječna vrijednost postotka od maksimalne frekvencije srca tijekom utakmica iznosi 75,86% sa standardnom devijacijom od 7,94%. Najniži postotak od maksimalne frekvencije srca tijekom utakmica je 56,73%, dok je najviši 92,00%. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,01 i 0,49) ukazuju na normalnu raspodjele rezultata. Rezultati

dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije.

Prosječna vrijednost postotka od maksimalne frekvencije srca pri anaerobnom pragu tijekom utakmica iznosi 80,58% sa standardnom devijacijom od 8,47%. Najniži postotak od maksimalne frekvencije srca pri anaerobnom pragu tijekom utakmica je 60,25%, dok je najviši 98,18%. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,04 i 0,32) ukazuju na normalnu raspodjele rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije.

Prosječna minimalna frekvencija srca postignuta tijekom utakmica iznosi 102,30 otkucaja u minuti sa standardnom devijacijom od 13,32 otkucaja u minuti. Najveća izmjerena vrijednost minimalne frekvencije srca tijekom utakmica je 137 otkucaja u minuti, dok je najmanja vrijednost 75 otkucaja u minuti. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (0,30 i 0,95) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije.

Maksimalna frekvencija srca postignuta tijekom utakmica prosječno iznosi 167,89 otkucaja u minuti sa standardnom devijacijom od 16,93 otkucaja u minuti. Najveća izmjerena vrijednost maksimalne frekvencije srca tijekom utakmica je 193 otkucaja u minuti, dok je najmanja vrijednost 117 otkucaja u minuti. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-1,09 i 1,62) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije.

Energetska potrošnja tijekom utakmica prosječno iznosi 1025,37 kilokalorija sa standardnom devijacijom od 210,19 kilokalorija. Najveća izmjerena energetska potrošnja tijekom utakmica je 1378 kilokalorija, dok je najmanja izmjerena vrijednost 508 kilokalorija. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (-0,06 i -0,01) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti

distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije.

Relativna energetska potrošnja tijekom utakmica prosječno iznosi 11,30 kilokalorija po kilogramu ispitanika sa standardnom devijacijom od 2,60 kilokalorija po kilogramu ispitanika. Najveća relativna energetska potrošnja tijekom utakmica je 18,07 kilokalorija po kilogramu ispitanika, dok je najmanja izračunata vrijednost 5,07 kilokalorija po kilogramu ispitanika. Vrijednosti mjera asimetrije i izduženosti distribucije (0,08 i 1,08) ukazuju na normalnu raspodjelu rezultata. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije.

**Tablica 15.** Deskriptivni statistički pokazatelji zona opterećenja tijekom utakmica

Zone intenziteta	AS	MIN	MAX	SD	SKEW	KURT	MAX D
Zona oporavka	15,87	0,00	98,90	22,99	2,34	5,93	0,27
Ekstenzivna aerobna zona	54,41	1,10	88,00	28,59	-0,61	-1,01	0,17
Intenzivna aerobna zona	25,06	0,00	92,70	26,79	1,12	0,29	0,21
Zona anaerobnog praga	3,12	0,00	25,40	7,14	2,34	4,32	0,38
Z maksimalnog primitka kisika	1,58	0,00	27,00	5,57	4,16	18,11	0,46

Legenda: AS – aritmetička sredina; MIN – najmanja vrijednost; MAX – najveća vrijednost; ; SD – standardna devijacija; SKEW – skewness (mjera asimetrije distribucije); KURT – kurtosis (mjera izduženosti distribucije); MAX D - najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije; Z – zona.

U tablici 15. Može se vidjeti da su ispitanici najviše vremena provodili u ekstenzivnoj aerobnoj zoni. U toj zoni su prosječno proveli 54,41% aktivnog i pasivnog trajanja igre. Zatim slijedi intenzivna aerobna zona u kojoj su ispitanici proveli 25,06% vremena. U regeneracijskoj zoni ispitanici su proveli 15,87% vremena, dok su u dvije najzahtjevnije zone proveli ukupno gotovo 5%. U zoni anaerobnog praga ispitanici su proveli 3,12%, dok su u zoni maksimalnog primitka kisika proveli 1,58% ukupnog aktivnog i pasivnog trajanja utakmica.

Najveće vrijednosti ukazuju da su pojedini ispitanici gotovo cijelu utakmicu proveli u pojedinim zonama. U zoni oporavka s 98,9% trajanja utakmice i u intenzivnoj aerobnoj zoni s 92,70% trajanja utakmice. Vrijednosti mjera asimetrije (2,34; -0,61; 1,12; 2,34 i 4,16) i izduženosti distribucije (5,93; -1,01; 0,29; 4,32 i 18,11) ukazuju na odstupanje od normalne

raspodjele rezultata. To se posebice odnosi na postotak vremena provedenog u regeneracijskoj zoni, zoni anaerobnog praga i u zoni maksimalnog primitka kisika. Rezultati dobiveni Kolmogorov-Smirnovljev testom normalnosti distribucije ukazuju da ne postoji statistički značajno odstupanje između relativne kumulativne teoretske frekvencije i relativne kumulativne empirijske frekvencije.



### 5.4.1. POVEZANOST VREMENA U UTAKMICI PROVEDENOG IZNAD ANAEROBNOG VENTILACIJSKOG PRAGA I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA

Povezanost vremena u utakmici provedenog iznad anaerobnog ventilacijskog praga i ocjene uspješnosti suđenja provjerena je jednostavnom regresijskom analizom. U provedenom regresijskom modelu zavisna varijabla je ocjena uspješnosti suđenja a nezavisna varijabla je vrijeme u utakmici provedeno iznad anaerobnog praga

**Tablica 16.** Rezultati regresijske analize - utjecaj vremena u utakmici provedenog iznad anaerobnog praga na ocjenu suđenja

<b>Pregled regresijske analize za zavisnu varijablu Ocjena: <math>R = 0,25</math> / <math>R^2 = 0,06</math> / Prilagođen <math>R^2 = 0,03</math> / <math>F(1,27) = 1,88</math> / <math>p &lt; 0,18</math> / Standardna pogreška prognoze = 3,82</b>						
<b>N = 31</b>	<b>Beta</b>	<b>Std.Err. of B</b>	<b>B</b>	<b>Std.Err. of B</b>	<b>t (21)</b>	<b>p-level</b>
<b>Intercept</b>			<b>71,06</b>	<b>0,78</b>	<b>91,10</b>	<b>0,00</b>
<b>%V anp</b>	-0,26	0,19	-0,15	0,11	-1,37	0,18

Legenda: %V anp – postotak vremena tijekom utakmice provedenog iznad anaerobnog praga; R – multipla korelacija;  $R^2$  – koeficijent determinacije multiple korelacije; F – vrijednost testiranja značajnosti varijabli; p – razina značajnosti koeficijenta multiple korelacije; Beta – standardizirani regresijski koeficijent; Std.Err. of B – standardna pogreška standardiziranih regresijskih koeficijenata; B – nestandardizirani regresijski koeficijenti; Std. Err. of B - standardna pogreška nestandardiziranih regresijskih koeficijenata; t – vrijednost stupnjeva slobode pri testiranju značajnosti regresijskih koeficijenata; p - razina značajnosti regresijskih koeficijenata

U tablici 16. dobiven je koeficijent jednostavne korelacije od 0,25, dok je koeficijent determinacije 0,06 a prilagođeni koeficijent determinacije je 0,03 uz značajnost p manju od 0,18. Standardna pogreška prognoze iznosi 3,82.

Standardizirani regresijski koeficijenti varijable vremena u utakmici koje je provedeno iznad anaerobnog ventilacijskog praga -0,26 uz koeficijent značajnosti p od 0,18.

Prema dobivenim rezultatima regresijske analize te koeficijenta jednostavne korelacije od 0,25 i koeficijenta značajnosti  $p = 0,18$  zaključuje se da ne postoji statistički značajna povezanost između vremena u utakmici provedenog iznad anaerobnog praga i ocjene uspješnosti suđenja. Koeficijent determinacije od 0,06 pokazuje da skup nezavisnih (motoričkih) varijabli ne dijeli zajedničku varijancu. Prema standardiziranom regresijskom

koeficijentu u varijabli vrijeme u utakmici provedeno iznad anaerobnog praga zaključuje se da varijabla nema statistički značajan utjecaj na ocjenu uspješnosti suđenja, odnosno na kvalitetu suđenja.

## 5.5. POVEZANOST DOBI, STAŽA I OCJENE USPJEŠNOSTI SUĐENJA

Povezanost dobi, ukupnog staža u suđenju, staža u najvišem rangu suđenja i ocjene uspješnosti suđenja provjerena je modelom međusobnih korelacija među varijablama.

**Tablica 17.** Matrica korelacija između dobi, ukupnog staža i staža u najvišem rangu suđenja i ocjene uspješnosti suđenja

N = 32	Dob	Stož - ukupno	Stož - Premijer	Ocjena
Dob	1,00	<b>0,73*</b>	<b>0,61*</b>	0,23
Stož - ukupno	<b>0,73*</b>	1,00	<b>0,85*</b>	0,30
Stož - Premijer	<b>0,61*</b>	<b>0,85*</b>	1,00	<b>0,62*</b>
Ocjena	0,23	0,30	<b>0,62*</b>	1,00

Prema Pearsonovom koeficijentu korelacije i uz standardnu pogrešku od 0,05 varijable dob ispitanika, ukupan staž u suđenju i staž u najvišem rangu suđenja te ocjena uspješnosti suđenja su statistički značajno povezane. Dob je statistički značajno povezana sa ukupnim stažom u suđenju ( $r = 0,73$ ) i stažom u najvišem rangu suđenja ( $r = 0,61$ ). Ukupan staž u suđenju je osim već spomenute povezanosti s dobi ( $r = 0,73$ ), statistički značajno povezan i sa stažom u najvišem rangu suđenja ( $r = 0,85$ ). Jedinu statistički značajnu povezanost s ocjenom uspješnosti suđenja ima varijabla staž u najvišem rangu suđenja ( $r = 0,62$ ).

## 6. RASPRAVA

Rukometni suci u Hrvatskoj su amateri kojima je suđenje hobi. Ovisno o kvaliteti sudaca i razini suđenja (od nacionalnih do međunarodnih sudaca) postoje razlike u pristupu i broju treninga tijekom sezone. Suci se bave tjelesnom aktivnošću od jednom do čak osam puta tjedno (ne ubrajajući u to utakmicu kao tjelesnu aktivnost). Stoga je vrlo nezahvalno i nevjerodostojno dobivene podatke uspoređivati s populacijom rukometaša koji treniraju svakodnevno ili više puta dnevno jer većinom suci treniraju tek dva puta tjedno. Iz dosadašnjih istraživanja najbolji primjeri za usporedbu rezultata mogu biti profesionalni vojnici u Hrvatskoj koji provode vremenski tjedno u treningu slično kao i međunarodni suci u rukometu i ostalim sportovima i čiji podaci su dostupni. U ostalim sportovima koristiti će se rezultati dobiveni u dosadašnjim istraživanjima kod sudaca u nogometu, ragbiju, košarci kao i nekoliko istraživanja gdje su subjekt bili rukometni suci. S druge strane, treba biti oprezan u tumačenju tih rezultata jer rukomet, nogomet, ragbi i košarka su sportovi koji se igraju na različitim podlogama, različitim dimenzijama igrališta i dominiraju različite energetske potrebe tijekom utakmice. Motorički prostor sudaca je istraživao samo u doktorskoj disertaciji Rupčića (2010) koji je istraživao utjecaj kondicijsko – motoričke pripremljenosti sudaca na kvalitetu suđenja u košarci. Najrelevantniji podaci za usporedbu su iz jedinog dosad objavljenog rada iz rukometa Da Silve i suradnika (2010) koji istražuju fiziološko opterećenje rukometnih sudaca tijekom utakmice.

U ovom istraživanju sudjelovala su 32 ispitanika prosječne dobi  $34.29 \pm 6.20$  godina. Prosječna dob, kao i standardna devijacija ispitanika gotovo je identična prosječnim rezultatima od  $34.9 \pm 3.4$  (Da Silva i sur., 2010),  $33.35 \pm 5.17$  (Rupčić, 2010) koje su prikazali autori koji su radili istraživanja fizioloških opterećenja sudaca u rukometu i košarci. Kod nogometnih sudaca prosječna je dob  $40.6 \pm 2.2$  (Barbero-Alvarez i sur., 2012),  $26.0 \pm 4.9$  (Caballero i sur., 2015),  $25.6 \pm 5.3$  i  $32.3 \pm 9.6$  (Castill i sur., 2015),  $25.86 \pm 4.4$  (Birinchi i sur., 2016) i  $36.96 \pm 3.84$  (Mazaheri i sur., 2016).

Prosječna dob sudaca je 34,29 godina sa standardom devijacijom od 6,20. Prosječan ukupni staž kod sudaca je 13 sa standardnom devijacijom od 4,99 što ukazuje da su ispitanici suci vrlo rano počeli sa suđenjem, što je sve češća praksa u novije doba. Posebice se naglasak na što ranijem početku suđenja stavlja u nacionalnim rukometnim savezima, kao primjerice u Europskoj rukometnoj federaciji gdje postoji i poseban projekt za regrutiranje, praktično usavršavanje i praćenje u razvoju mladog sudačkog para (EHF Young referee project). U

prijašnja vremena suci su se uglavnom regrutirali među bivšim igračima koji su završili s igranjem i nije se pridavala velika pozornost tjelesnoj pripremi sudaca. Minimalna dob ispitanika (24) kao i minimalni staž suđenja od jedne godine u najvišem rangu, ukazuje na europski trend u Udruzi hrvatskih rukometnih sudaca kojim se teži podmlađivanju lista radi sve većih fizioloških opterećenja u modernom rukometu koja lakše prate i savladavaju mlađi i tjelesno pripremljeniji suci.

## 6.1. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI

U dosadašnjim istraživanjima funkcionalnih sposobnosti kod sudaca najrasprostranjeniji i najčešće korišteni podaci su vezani uz relativni maksimalni primitak kisika, maksimalnu brzinu, maksimalnu frekvenciju srca te brzinu i frekvenciju srca pri anaerobnom ventilacijskom pragu.

U spiroergometrijskom testu na pokretnoj traci rukometnim sucima je prosječan maksimalni primitak kisika iznosio  $4,08 \pm 0,42$  litre kisika u minuti, dok je prosječni relativni maksimalni primitak kisika iznosio  $45,35 \pm 6,12$  mililitara kisika u minuti po kilogramu ispitanika. Sagledajući dobivene podatke i uspoređujući ih s normativnim vrijednostima relativnog maksimalnog primitka kisika i uzimajući u obzir dob ispitanika, može se zaključiti da suci imaju prosječan rezultat za opću populaciju, a ispodprosječan za populaciju sportaša. S obzirom da su tijekom utakmica opterećenja sudaca ponekad ista ili čak viša nego kod sportaša (Mazaheri i sur., 2016), suci bi trebali treningom podizati razinu svojih funkcionalnih sposobnosti da bi neometano mogli pratiti sve zahtjeve na utakmici, kako loša tjelesna pripremljenost ne bi utjecala na sudački učinak, odnosno kvalitetu suđenja. Sudac mora biti tjelesno sposoban nositi se s najtežim tjelesnim zahtjevima tijekom cijele utakmice i tjelesna pripremljenost suca ne bi smjela biti limitirajući faktor u kvaliteti suđenja. Iako je u pojedinim ligama moguće nedostatak tjelesne pripremljenosti kompenzirati iskustvom, na međunarodnoj razini i višim ligama to više nije moguće (Gruss, 1997), a uviđajući evoluciju rukometne igre, taj vid kompenzacije više neće biti moguć ni u nižim rangovima natjecanja u bliskoj budućnosti. U drugim istraživanjima funkcionalnih sposobnosti, posebice relativnog maksimalnog primitka kisika, dobiveni su slični prosječni rezultati u jedinom dosad objavljenom istraživanju fiziološkog opterećenja kod rukometnih sudaca. Da Silva i suradnici (2010) iznose podatak o  $48,5 \pm 6,1$  ml/kg/min, što je samo neznatno više, za razliku od košarkaških sudaca koji imaju puno bolje vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika od  $52,49 \pm 5,80$  ml/kg/min (Rupčić, 2010). Kod nogometnih i ragbi sudaca su također provedena istraživanja i dobiveni rezultati relativnog maksimalnog primitka kisika kod ispitanika. S obzirom na veliku razliku u veličini terena, podlozi te strukturnoj i funkcionalnoj analizi aktivnosti između sportova, razumljivo je da su nogometni suci tjelesno bolje spremni i da imaju bolje pokazatelje funkcionalnih sposobnosti. Vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika kod nogometnih sudaca su  $48,7 \pm 4,3$  ml/kg/min (Caballero i sur., 2015),  $48,29 \pm 3,80$  ml/kg/min (Bircini i sur., 2016) i  $49,30 \pm 8,0$  ml/kg/min (Castagna i sur., 2002).

U istraživanju nogometnih sudaca Mazaherija i suradnika (2016) postignute su vrijednosti od  $59,94 \pm 7,09$  ml/kg/min, te u istraživanju ragbi sudaca O'Hare i suradnika postignute su vrijednosti od  $59,8 \pm 5,8$  ml/kg/min što su iznimni rezultati koji se postižu kod vrhunskih sportaša.

Podaci o prosječnom relativnom maksimalnom primitku kisika pri anaerobnom ventilacijskom pragu od  $41,06 \pm 4,91$  ml/kg/min, izraženo u postocima od relativnog maksimalnog primitka kisika koji iznosi 90,78%, govore o manje razvijenom anaerobnom kapacitetu rukometnih sudaca. Anaerobni energetske kapacitet (opća anaerobna izdržljivost) je sposobnost odupiranja umoru pri dinamičkim aktivnostima submaksimalnog ili maksimalnog intenziteta u uvjetima hipoksije, odnosno nedostatka kisika. Mišićni glikogen i kreatin-fosfat se koriste kao energenti, a kao nusprodukt anaerobnog (glikolitičkog) metabolizma nastaje mliječna kiselina (laktat). S obzirom na visoku kiselost mliječne kiseline ona snižava pH i dolazi do porasta vodikovih ( $H^+$ ) iona u krvi koji ometaju funkciju mišića (Šentija i Vučetić, 2005). Rukometni suci vrlo brzo nakon prelaska anaerobnog ventilacijskog praga prestaju sa testiranjem u spiroergometrijskom testu (ne podnose povećanu koncentraciju laktata), odnosno dostižu svoj maksimum. Anaerobni ventilacijski prag je kritični intenzitet rada do kojeg organizam svojim puferskim mehanizmima može stabilizirati koncentraciju mliječne kiseline (laktata) u krvi, a prelazak tog intenziteta ima za posljedicu povećanje koncentracije mliječne kiseline u krvi i mišićima (Matković i Ružić, 2009). Rezultati ukazuju na potrebu za programiranim treningom podizanja anaerobnih kapaciteta kako bi suci u dijelovima utakmica kada su opterećenja iznad pojedinačnih anaerobnih pragova zadržali kvalitetu suđenja. Treningom bi suci kasnije prelazili anaerobni prag, odnosno prelazili bi ga pri višim postocima od maksimalnog primitka kisika i maksimalne frekvencije srca. S obzirom da su sposobnosti suca (koje utječu na kvalitetu suđenja) kod povećane koncentracije laktata u krvi u padu, potrebno je višom razinom tjelesne pripreme prevenirati, odnosno smanjiti što je više moguće vrijeme provedeno u toj zoni opterećenja u cilju bolje kvalitete suđenja. Prosječna maksimalna frekvencija srca tijekom spiroergometrijskog testa na pokretnoj traci je iznosila  $187,34 \pm 8,93$  otkucaja u minuti. Kod drugih autora objavljeni su slični podaci, pa je tako kod Paesa i suradnika (2016) prosječna maksimalna frekvencija srca kod nogometnih sudaca  $190,5 \pm 7,9$  otkucaja u minuti. Kod košarkaških sudaca (Rupčić, 2010) objavljen je podatak o  $187,12 \pm 8,75$  otkucaja u minuti, što je gotovo identičan podatak kao i u ovom istraživanju. Kod rukometnih sudaca (Da Silva i sur., 2010) nije objavljen podatak o prosječnoj maksimalnoj frekvenciji srca, ali poznavajući ostale podatke može se izračunati i iznosi

192,64 otkucaja u minuti. U dosadašnjim istraživanjima mnogi su autori koristili često upotrebljavanu jednadžbu  $220 - \text{godine} = \text{maksimalna frekvencija srca}$  ispitanika. To nije točno u praksi (Correa Mesa i sur., 2015) i prema podacima iz ovog istraživanja ona je točna u nekoliko slučajeva, stoga se može smatrati da slučajno daje točan rezultat i za znanstvena istraživanja u vrhunskom sportu bi se trebao koristiti neki od standardiziranih postupaka za mjerenje maksimalne frekvencije srca.

Kod rukometnih sudaca prosječna frekvencija srca na anaerobnom ventilacijskom pragu je  $176,51 \pm 8,51$  otkucaj u minuti ili izraženo u postocima prema maksimalnoj frekvenciji srca  $94,26 \pm 2,93$ . Ovaj podatak pokazuje da suci imaju dobro razvijen aerobni kapacitet, a lošije razvijeni anaerobni, što je logično s obzirom na pretežito aerobni tip treniranosti kod rukometnih sudaca. Primjećeno je kod nekih sudaca da imaju izrazito lošu toleranciju na laktate, jer čim prijeđu svoj anaerobni ventilacijski prag, oni ne mogu nastaviti testiranje i pokazuju mjeritelju iznimno visoke ocjene subjektivnog osjećaja opterećenja, te zatim prekidaju testiranje. Budući da se većina sudaca (gotovo svi) izjasnila da isključivo provode aerobni trening konstantnom brzinom u određenom vremenskom intervalu, podatak je vrlo zabrinjavajući. Poznavajući opterećenja tijekom utakmica, posebice ona koja se događaju u zonama iznad anaerobnog ventilacijskog praga kada je smanjena koncentracija i kada su određene motoričke sposobnosti u padu radi povećane koncentracije laktata u krvi, suci mogu vrlo lako donijeti pogrešnu odluku. To može biti vrlo loše s obzirom da i jedna odluka u rukometu može odlučiti pobjednika utakmice ili natjecanja. Upravo radi ovih podataka suci moraju imati bolje razvijeni anaerobni kapacitet kako bi se mogli nositi sa svim tjelesnim i fiziološkim zahtjevima tijekom rukometne utakmice. Najveća prosječna brzina trčanja tijekom spiroergometrijskog testa na pokretnoj traci je bila  $14,12 \pm 1,48$  kilometara na sat, dok su suci anaerobni ventilacijski prag dosegali u prosjeku kod  $12,17 \pm 1,15$  kilometara na sat. Brzina pri anaerobnom pragu proporcionalna je s maksimalnim primitkom kisika i jedan od indikatora razine treniranosti aerobnog kapaciteta (Šentija i Vučetić, 2005). U istraživanju Da Silve i suradnika je objavljena znatno manja prosječna maksimalna brzina trčanja od  $12,5 \pm 1,00$  kilometara na sat. Kod košarkaških sudaca objavljena je prosječna maksimalna brzina trčanja od  $15,41 \pm 1,08$  s prosječnim postizanjem anaerobnog praga kod brzine trčanja od  $11,88 \pm 1,08$ . Iz ovih podataka se može vidjeti da košarkaški suci imaju razvijeniji anaerobni kapacitet u odnosu na rukometne suce.

Primjećeno je da svi nadzornici na utakmicama (neovisno o sportu) daju sucima maksimalne ocjene za tjelesnu spremu (jedna od podgrupa ocjena koje čine ukupnu ocjenu) i



koncentriraju se na druge stvari koje ocjenjuju tijekom utakmice (Mazaheri i sur., 2016). Nadzornici to čine jer smatraju da su suci tjelesno spremni za zahtjeve na utakmici kada prođu eliminacijska testiranja tjelesne pripremljenosti na početku sezone tijekom službenih seminara. To praksa je iznimno loša i neprihvatljiva u kontekstu cjelokupne kvalitete suđenja. Posebno je zabrinjavajući taj podatak kad je detaljnim uvidom u rezultate testiranja sudaca spiroergometrijskim testom na pokretnoj traci ustanovljeno je da suci nemaju adekvatno razvijene funkcionalne sposobnosti. Nadzornici bi trebali pridavati veću pozornost i toj komponenti suđenja (i ocjene suđenja) jer je poznato da loša tjelesna pripremljenost negativno utječe na kvalitetu suđenja (Castagna i sur., 2004; Reilly i Gregson, 2006; Weston i sur., 2007; Rebelo i sur., 2011; Valdevit i sur., 2011; Castillo i sur., 2015; Mazaheri i sur., 2016) a posebice na odluke koje se donose u vrlo kratkom vremenu (Reilly i Gregson, 2006) i koje mogu odlučiti utakmicu ili u lošijem slučaju za oštećene cijelo natjecanje (Estriga, 2011; Pizzera i Raab, 2012; Caballero i sur., 2015; Nizam i sur., 2015).

## 6.2. MOTORIČKE SPOSOBNOSTI

Kod motoričkog testa bočne agilnosti koraci u stranu postignute su prosječne vrijednosti od  $8,79 \pm 0,74$  sekunde, u prosjeku neznatno lošije od košarkaških sudaca (Rupčić, 2010) koji su prosječno test koraci u stranu obavili za  $8,19 \pm 0,82$  sekundi. No kad pogledamo najbolji ( $7,53$  kod rukometnih i  $6,54$  kod košarkaških sudaca) i najlošiji rezultat ( $11,14$  kod rukometnih i  $9,90$  kod košarkaških sudaca), košarkaški suci su postigli značajno bolje rezultate. Rezultati se mogu tumačiti većom visinom tijela kod košarkaša koje omogućuje brže kretanje u navedenom testu, kao i da kretanje u testu koraci u stranu predstavlja osnovno kretanje u obrambenom košarkaškom stavu. Budući da su košarkaški suci prema zaključku autora bivši košarkaški igrači, vještinu kretanja u tom stavu su usavršavali tijekom svojih igračkih dana.

Rukomet karakteriziraju naizmjenični (intermitentni) visoko intenzivni kontakti koji zahtjevaju kombinaciju aerobne i anaerobne izdržljivosti i dobro koordiniranih aktivnosti na terenu kao što su brzina, snaga, jakost, promjena pravca i smjera kretanja (agilnost), sposobnosti ponavljanja kratkih maksimalnih podražaja tijekom utakmice i ostale visoko intenzivne radnje (Marques, 2007; Chelly, 2011; Aguilar-Martínez 2012; Ghobadi, 2013; Corvino i sur., 2014), koje omogućavaju stjecanje prednosti nad protivnikom (Povoas i sur., 2014). Mogućnost ponavljanja navedenih sposobnosti na najvišoj razini tijekom utakmice vrlo je bitna za kvalitetu igre (Massuca i sur., 2013) kako kod igrača, tako i kod sudaca. Moderan rukomet od sudaca zahtijeva iznimnu tjelesnu spremu za što kvalitetnije praćenje tijekom utakmice. Tijekom utakmica razvijenost pojedinih motoričkih sposobnosti omogućuje sucima biti što bliže događanjima na terenu, da bi mogli donijeti pravilnu odluku. Donošenje odluke je preciznije i brže ukoliko su suci što bliže samom događaju (dobro pozicioniranje), a za to im je potrebna viša razina tjelesne pripremljenosti (Castagna i sur., 2007.; Mallo i sur., 2012; Matković i Nedić, 2012). Kvalitetno pozicioniranje je moguće ukoliko je sudac mobilan i fizički spreman na zahtjeve sporta (Reilly i Gregson, 2006).

Dosadašnjim istraživanjima nisu utvrđene motoričke sposobnosti koje imaju utjecaj na kvalitetu suđenja u rukometu. S obzirom da u rukometu dva suca moraju pokriti cijeli teren igračkih dimenzija 40 metara dužine i 20 metara širine ( $800 \text{ m}^2$  i više s obzirom na kretanje sudaca i izvan označenih linija igrališta) i u isto vrijeme osigurati dobru poziciju na terenu, vrlo je važno da donesu i ispravnu odluku (Mallo i sur., 2012). U osiguravanju što bolje

pozicije i praćenju tjelesnih zahtjeva utakmice ponajviše doprinose određene motoričke sposobnosti kao što su agilnost, koordinacija i eksplozivna snaga tipa brzine. Za potrebe ovog istraživanja odabrani su testovi motoričkih sposobnosti koje najbolje predstavljaju kretanja sudaca tijekom utakmice, kao i potrebe sudaca za što kvalitetnijim praćenjem događaja na utakmici. S obzirom da nisu utvrđene motoričke sposobnosti koje imaju utjecaj na kvalitetu suđenja i pozicioniranje u rukometu, rezultati dobiveni u ovom istraživanju su ne mogu usporediti s prijašnjim istraživanjima.

Motorički test 93639 s okretom za 180 stupnjeva najbolje opisuje kretanje sudaca tijekom rukometne utakmice. Rukometni suci tijekom utakmice se prema uputama o kretanju sudaca moraju kretati tako da nikad ne okreću leđa lopti i da nikad ne trče unatrag (slika 37.). Logično je da se suci tijekom svojih kretanja okreću za 180 stupnjeva s oštrim promjenama pravca kretanja što je ujedno i preslika testa 93639 s okretom za 180 stupnjeva. Rukometni suci su tijekom testa postigli prosječni rezultat od  $8,91 \pm 0,84$  sekunde, što je neznatno lošiji rezultat nego kod košarkaških sudaca koji su postigli rezultat od  $8,40 \pm 0,55$  sekundi (Rupčić, 2010) i vojnih pilota oružanih snaga u Hrvatskoj (Jukić i sur., 2008) koji su postigli prosječni rezultat od  $8,59 \pm 1,19$  sekundi.



**Slika 37.** Smjer kretanja sudaca nakon završetka napada igrača u crvenom. < raspoloživo na: <https://supertomblog.files.wordpress.com/2012/08/handballgame.jpg>>, [pristupljeno 17.11.2016]

U motoričkom testu osmica sa sagibanjem dostupno je više podataka u istraživanjima za usporedbu s podacima u ovom istraživanju. Isti test su u radu Jukića i suradnika (2008) provodili ročnici, specijalci i vojni piloti oružanih snaga u Hrvatskoj s postignutim prosječnim rezultatima od  $17,34 \pm 1,32$ ,  $16,57 \pm 0,88$  i  $17,52 \pm 1,20$  sekundi. U doktorskoj disertaciji Rupčića (2010) zabilježeni su prosječni rezultati od  $16,76 \pm 1,23$  sekunde. Svi rezultati su boji nego prosječni rezultati postignuti kod rukometnih sudaca ( $19,16 \pm 1,56$ ). Kasnije, u raspravi je detaljno objašnjen razlog postizanja lošijih rezultata kod rukometnih sudaca. Uz to, uočene su velike razlike između najboljeg i najlošijeg rezultata. Najbolji rezultat je iznosio 16,73 sekunde, dok je najlošiji iznosio 23,59 sekundi, što čini raspon od gotovo 7 sekundi, što je u testu kratkog trajanja neprihvatljiva razlika. Razlika je neprihvatljiva radi načina kretanja sudaca u rukometu kao i prevelikog varijabiliteta između najuspješnijih i najlošijih sudaca i snalaženja u prostoru i stoga je potrebno treningom motoričkih sposobnosti navedenu razliku dovesti na najmanju moguću.

U trčanju na 20 metara s prolazima na 5 i 10 metara postignuti prosječni rezultati kod vojnih pilota u hrvatskoj vojsci i rukometnih sudaca su gotovo identični. Rukometni suci su trčali prosječno  $1,61 \pm 0,16$  sekundi na prolazu na 5 metara (vojni piloti  $1,62 \pm 0,12$ ),  $2,42 \pm 0,22$  sekunde na prolazu na 10 metara (vojni piloti  $2,43 \pm 0,23$ ) i  $3,87 \pm 0,29$  sekundi na kraju testa 20 metara sprint (vojni piloti  $3,83 \pm 0,23$ ). Sličan rezultat je ostavaren u testu trčanje na 20 metara i kod specijalaca ( $3,85 \pm 0,14$  sekundi). Košarkaški suci su tijekom testiranja postigli prosječan rezultat od  $1,54 \pm 0,15$  sekundi kod prolaza na 5 metara,  $2,37 \pm 0,18$  sekundi kod prolaza na 10 metara i  $3,78 \pm 0,24$  sekundi na kraju testa trčanje na 20 metara. Rezultati su za nijansu bolji od prethodno navedenih, dok su ročnici postigli prosječan rezultat od  $3,60 \pm 0,19$  sekundi u testu trčanje na 20 metara što je brže od svih ostalih.

T-test agilnosti koji je korišten u ovom istraživanju nije korišten u dosadašnjim istraživanjima i nije moguće raditi usporedbe. Prema rezultatima postignutima na testiranju vrijednosti u t-testu agilnosti su vrlo slične vrijednostima u testu 93639 s okretom za 180 stupnjeva što ukazuje na značajnost dobrih rezultata i u ovom motoričkom testu.

### 6.3. MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Jedna od najvažnijih sastavnica antropoloških obilježja za rukometnu igru su vrijednosti nekih morfoloških karakteristika (Srhoj i sur., 2002). Kako kod igrača, tako i kod rukometnih sudaca, značajan udio pri selekciji čine morfološke karakteristike, pa je zato kod rukometnih sudaca tijekom godišnjih i polugodišnjih službenih seminara potrebno zadovoljiti unaprijed utvrđene norme tjelesne mase koja se određuje prema dobi i visini. S obzirom da navedene norme uzimaju u obzir samo visinu tijela i na temelju toga određuju dozvoljenu tjelesnu masu, smatra se da su ispitanici s povećanom mišićnom masom diskriminirani. Kod navedenih normi trebalo bi uvrstiti i postotak tjelesnih masti kako bi se dobio precizniji uvid u stanje morfoloških karakteristika, budući da one opisuju građu tijela sagledajući veći broj antropometrijskih mjera. Jedina morfološka karakteristika u ovom radu na koju gotovo da i nije moguće utjecati je visina tijela. Budući da visina tijela nema značajan utjecaj na kvalitetu suđenja, potrebno se usmjeriti na programirani kondicijski trening rukometnih sudaca radi optimizacije mišićne mase i postotka masti u tijelu. Uzimajući u obzir evoluciju rukometne igre i povećanje motoričkih i fizioloških zahtjeva tijekom utakmice, povećani postotak tjelesne masti u tijelu može negativno utjecati na motoričke i funkcionalne sposobnosti (Ańgyan i sur., 2003; Vaara i sur., 2012; Riendau i sur, 2013; Marta i sur., 2013; Maciejczyk i sur, 2014) sudaca, odnosno na kvalitetu suđenja.

Ispitanici su prosječne tjelesne visine  $184,46 \pm 5,78$  centimetara. Visina ispitanika je malo niža nego je to u istraživanju Rupčića (2010) gdje su dobivene vrijednosti  $186,34 \pm 5,40$  centimetara i gdje autor zaključuje da se s obzirom na visinu radi o bivšim košarkašima, jer ona značajno nadilazi prosječnu visinu odraslih muškaraca u Republici Hrvatskoj. Do zaključka dolazi uz činjenicu da u košarci postoji selekcija u najranijim uzrastima, i gdje visina tijela ima značajnu ulogu – a logično je da su većinom suci ipak svoju karijeru započinjali kao igrači, a tek kasnije su nastavili kao košarkaški suci. Prema podacima (tablica 18.) o prosječnoj visini kod vrhunskih rukometaša (Ghobadi, 2013; Muratovic, 2014; Ramos-Campo, 2014; Vaquera, 2015) suci su niži u prosjeku. S obzirom na veliki varijabilitet između visina prema pozicijama u rukometu ne možemo sa sigurnošću zaključiti radi li se o bivšim rukometašima temeljem visine ispitanika.

**Tablica 18.** Prosječna visina i masa kod vrhunskih rukometaša i košarkaša (3 – Ghobadi, 2013; 2 i 4 – Muratovic, 2014; Ramos-Campo, 2014; SD1 – Vaquera, 2015).

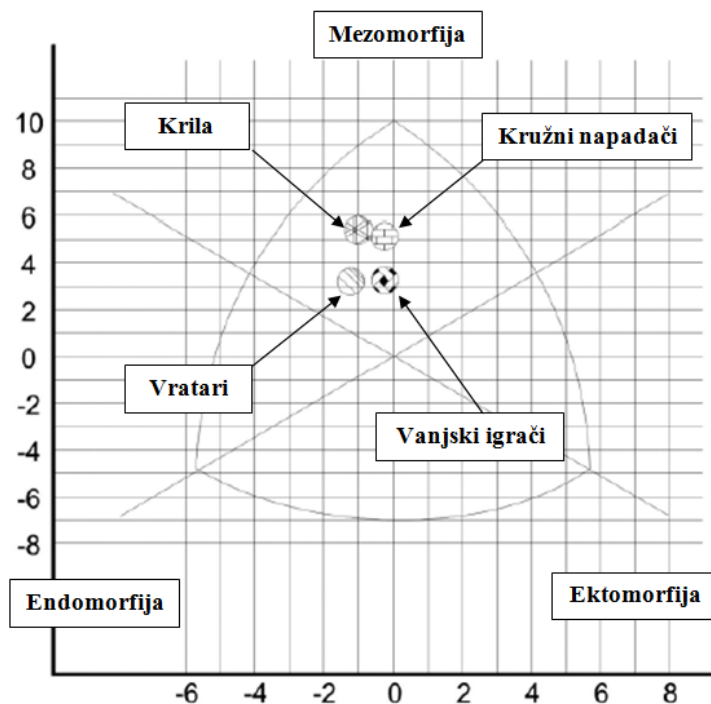
DesPok	Košarka				Rukomet			
	Prosjek1	SD1	Prosjek2	SD2	Prosjek3	SD3	Prosjek4	SD4
Visina	195,30	2,69	199,50	7,37	190,10	6,82	188,16	0,81
Masa	97,95	3,52	99,57	11,60	92,37	9,80	86,63	0,87
Pozicije	Play / Šuteri / Krila		Krilni centri / centri		Krilni igrači		Vanjski / Pivot	
DesPok	Prosjek	SD	Prosjek	SD	Prosjek	SD	Prosjek	SD
Visina	189,75	3,69	207,45	5,73	187,57	4,50	192,83	6,18
Masa	87,17	6,55	109,94	10,80	87,84	5,60	100,90	11,60

Prosječna visina ročnika u Hrvatskoj vojsci iznosila je  $179 \pm 6,7$ , specijalaca  $178,6 \pm 6,3$  i vojnih pilota  $180,2 \pm 5,7$  centimetara. Prosječna visina ispitanika u istraživanju Jukića i suradnika (2008) na pripadnicima Hrvatske vojske je značajno niža nego u ovom istraživanju.

Prosječna tjelesna masa ispitanika u istraživanju Rupčića (2010) je  $88,04 \pm 7,47$  kilograma, što je manje od prosječne mase ispitanika u ovom istraživanju ( $91,73 \pm 10,57$ ).

Budući da se radi o bivšim igračima (kako je spomenuto) i poznavajući konstitucijski tip (somatotip) košarkaša, gdje dominira ektomorfna komponenta (Matković, 1994), za razliku od rukometaša gdje je dominantnija mezomorfna komponenta (Rogulj i sur., 2008; Šibila i Pori, 2009), rezultat je logičan.

Kod istraživanja Da Silve i suradnika (2010) kod rukometnih sudaca prosječna tjelesna masa ispitanika je iznosila  $77,4 \pm 10,6$  kilograma, što je znatno manje nego u ostala dva rada ali i razumljivo, s obzirom na značajno manje vrijednosti dobivene u rezultatima o visini ispitanika od  $173,5 \pm 7,5$  centimetara. Prosječne tjelesne mase ispitanika kod istraživanja fizioloških opterećenja nogometnih sudaca su iznosile  $68,0 \pm 6,8$  (Barbero-Alvarez i sur., 2012),  $76,3 \pm$



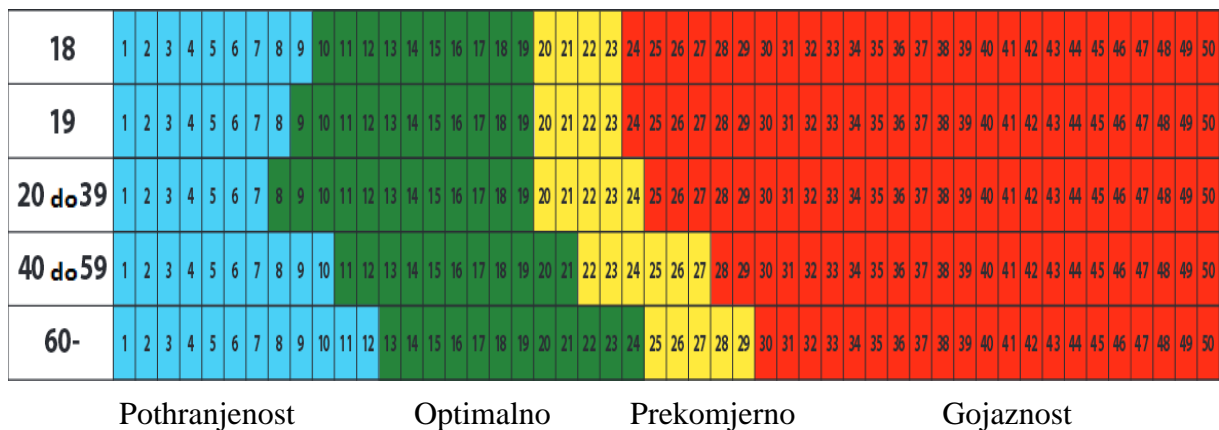
**Slika 37.** Somatotip igrača u rukometu prema pozicijama u igri (Šibila i Pori, 2009)

13,1 (Caballero i sur., 2015),  $77,0 \pm 8,9$  i  $74,4 \pm 8,3$  (Castill i sur., 2015),  $74,5 \pm 8,66$  (Birinchi i sur., 2016) i  $74,94 \pm 8,08$  (Mazaheri i sur., 2016), što je podosta veliki varijabilitet između rezultata, ali svi rezultati su i dalje značajno niži nego u ovom istraživanju. Prosječna tjelesna masa hrvatskih vojnika u istraživanju Jukića i suradnika (2008) iznosila je  $76,2 \pm 10,2$  kod ročnika,  $85,5 \pm 7,4$  kod specijalaca i  $82,5 \pm 9,5$  kilograma kod vojnih pilota. Značajno manja prosječna tjelesna masa kod hrvatskih vojnika je logična s obzirom i na značajno manju prosječnu visinu. Raspon tjelesne mase ispitanika u ovom istraživanju je od 71,7 kilograma kod najlakšeg do 109,8 kilograma kod najtežeg ispitanika, što ukazuje na veliki varijabilitet u tjelesnoj masi kod rukometnih sudaca.

Prosječan postotak masti u tijelu kod ispitanika je  $19,20 \pm 3,94$ . S obzirom na dob ispitanika vrijednosti pokazuju da ispitanici imaju još uvijek optimalan postotak masti u tijelu (slika 38.), no blizu su granici prekomjernog. Ispitanik s najmanjim postotkom masti u tijelu ima 11,80 %, dok ispitanik s najvišim postotkom ima 29,07 % masti u tijelu, što ukazuje na gojaznost. Takav postotak masti u tijelu je neprimjeren normalnoj populaciji odraslih muškaraca (Gallagher i sur., 2000), a posebice se to odnosi na suce. Teixeira i suradnici (2014) iznose tvrdnje da je prehrana sudaca suviše zasićena mastima i prekalorična s nedostatkom esencijalnih vitamina i vlakana. Također upozoravaju da prehrana koju suci konzumiraju nije adekvatna zahtjevima koje suci imaju tijekom treninga i utakmica, a posebice se to odnosi na oporavak od visoko intenzivnih tjelesnih aktivnosti. Prekomjerni udio masti u tijelu sudaca negativno utječe na njihove funkcionalne i motoričke sposobnosti, a isto tako „neuredan“ izgled suca ne ostavlja pozitivan i autoritativan dojam na igrače, što za posljedicu ima teško uspostavljanje autoriteta nad igračima, službenim osobama, pa i navijačima tijekom utakmice od strane sudaca. Kod nogometnih sudaca postoci tjelesnih masti su značajno niži i iznose  $19,9 \pm 2,1$  (Paes i Fernandez, 2016) i  $20,67 \pm 3,92$  (Mazaheri i sur., 2016). U radovima s podacima o tjelesnim mastima kod košarkaških sudaca Rupčić (2010) navodi se vrijednost od  $15,99 \pm 3,37$  % masti u tijelu što je značajno manje, ali uzimajući već gore objašnjeni konstitucijski tip košarkaša i raspon od 8,20 % do 23,40 % masti ovo su očekivane vrijednosti. Leicht (2007) je izmjerio  $22,4 \pm 4,10$  % masti u tijelu metodom električne bioimpedancije, što je značajno više nego u radu Rupčića (2010) o košarkaškim sucima.

Povećane vrijednosti prosječnog postotka masti u tijelu kod Da Silve i suradnika (2010) nisu poželjne s obzirom na već spomenutu nižu prosječnu visinu kod tih sudaca, što je vrlo loše s obzirom na normativne vrijednosti postotka tjelesne masti u tijelu. U istraživanju

kondicijske pripremljenosti hrvatskih vojnika (Jukić i sur., 2008) dobivene su slične vrijednosti kao i kod košarkaških sudaca, no značajno manje nego kod rukometnih sudaca u oba spomenuta istraživanja.



**Slika 38.** Rasponi tjelesnih masti prema kategorijama (Gallagher i sur, 2000)

U većem broju znanstvenih istraživanja (Ańgyan i sur., 2003; Vaara i sur., 2012; Riendau i sur, 2013; Marta i sur., 2013; Maciejczyk i sur, 2014) dokazana je negativna povezanost povišenog postotka tjelesne masti s razinom motoričkih ili funkcionalnih sposobnosti kao što su brzina, eksplozivnost, koordinacija, agilnost te aerobni i anaerobni kapaciteti. Upravo bi neka od tih komponenti mogla biti odlučujući faktor koji će odlučiti rezultat utakmice s obzirom na udaljenost sudaca od mjesta prekršaja, koja je iznimno bitna kod pravilne odluke, a ona ovisi o poziciji na terenu gdje se događaj dogodio, vremenu u utakmici kad se donijela odluka i tjelesnoj pripremi sudaca (Castagna i sur., 2004; Plessner, 2005; Reilly i Gregson, 2006; Mascarenhas i sur., 2006; Nazarudim i sur., 2015). S drugog aspekta gledanja, prevelika udaljenost od mjesta događaja koja dolazi u fazi smanjene fizičke sposobnosti (umor) povećava rizik od pogrešne odluke s obzirom da vidljivost nije dovoljno jasna (Elsworthy, 2014; Mallo i sur., 2012). Suci s povećanim postotkom tjelesnih masti imaju smanjene motoričke i funkcionalne sposobnosti, odnosno tjelesna pripremljenost im nije dovoljna za kvalitetno praćenje tjelesnih zahtjeva utakmice. Posebice se to odnosi na utakmice velike važnosti koje odlučuju o naslovu prvaka, osvajaču pojedinog trofeja, napredovanju u viši rang ili na utakmice koje odlučuju o ispadanju u niži rang natjecanja, gdje jedna pogrešna odluka može imati izravan utjecaj na rezultat pojedine utakmice a s time i na cijelu sezonu.



**Tablica 19.** Frekvencije ispitanika u varijabli postotak tjelesnih masti

Postotak tjelesnih masti	Ispitanici od 20 do 39	Ispitanici 40 +	UKUPNO
Pothranjenost	0	0	0
Optimalno	16	6	22
Prekomjerno	7	1	8
Gojaznost	1	1	2

U istraživanju se koristila i varijabla indeksa tjelesne mase koja je korištena u mnogim istraživanjima gdje su mjerene morfološke karakteristike sudaca i sportaša. Varijabla indeks tjelesne mase je vrlo varljiva i nepouzdana u procjenjivanju sastava tijela, no zastupljena je u mnogim istraživanjima radi jednostavne primjene.

Varijabla se koristi jednadžbom:

$$\text{Indeks tjelesne mase} = \frac{\text{Tjelesna masa (kg)}}{\text{Tjelesna visina (cm)}^2}$$

Temeljem rezultata koji proizlaze iz te jednadžbe ne možemo uopće odrediti sastav tijela, tj. biti sigurni da je sastav tijela adekvatan dobivenim vrijednostima. Posebice uzevši u obzir da dva različita ispitanika mogu imati identičnu tjelesnu visinu i masu, a potpuno drugačiji postotak tjelesnih masti. Prosječno izračunata vrijednost ispitanika iznosi 26,91 kg/m<sup>2</sup>, što uz prosjek visine od 184,46 i prosječnu tjelesnu masu od gotovo 92 kilograma, svrstava rukometne suce u osobe s prekomjernom tjelesnom masom. Taj podatak se ne može uzeti u obzir kao relevantan upravo radi već prije spomenutog nedostatka kod varijable indeksa tjelesne mase, a i poznavajući podatak da ispitanici u ovom istraživanju spadaju u skupinu s optimalnim postotkom tjelesnih masti.

**Tablica 20.** Frekvencije ispitanika prema visini u varijabli indeks tjelesne mase

Indeks tjelesne mase	170 – 180 cm	180 – 190 cm	> 190 cm	UKUPNO
Pothranjenost	0	0	0	0
Idealna težina	3	5	5	13
Prekomjerna težina	2	10	2	14
Pretilost	2	3	0	5

Prema metodologiji kojom se mjeri i izračunava postotak tjelesnih masti u tijelu, podatak o optimalnoj tjelesnom stanju uhranjenosti ispitanika uzima se kao relevantan. S obzirom na svoj posao, tj. hobi koji je tjelesno aktivan, a i redovitim treninzima koje provode, mišićna masa rukometnih sudaca je veća nego kod opće, većinom tjelesno neaktivne populacije. Upravo veća mišićna masa daje lošiji ukupan rezultat u varijabli indeks tjelesne mase. U ostalim istraživanjima gdje se koristila varijabla indeksa tjelesne mase dobivene su manje vrijednosti, posebice u nogometu, dok je kod košarkaških sudaca indeks tjelesne mase sličan. Kod nogometnih sudaca indeksi tjelesne mase su nižih vrijednosti i iznose  $24,4 \pm 2,8$  kg/m<sup>2</sup> (Caballero i sur., 2015),  $22,4 \pm 1,7$  kg/m<sup>2</sup> (Castillo i sur., 2015),  $22,79 \pm 2,17$  kg/m<sup>2</sup> (Birinci i sur., 2016),  $23,7 \pm 2,1$  kg/m<sup>2</sup> (Castillo i sur., 2016),  $24,07 \pm 1,69$  kg/m<sup>2</sup> (Paes i Fernandez, 2016) i  $23,64 \pm 2,06$  kg/m<sup>2</sup> (Mazaheri i sur., 2016). Kod košaraških sudaca vrijednosti su nešto manje nego u ovom istraživanju i iznose  $24,9$  kg/m<sup>2</sup> (Leicht, 2003),  $25,80 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup> (Leicht, 2007),  $25,32 \pm 1,6$  kg/m<sup>2</sup> (Rupčić, 2010) i  $24,7 \pm 1,6$  kg/m<sup>2</sup> (Nabli i sur., 2016).

S obzirom na veliku razliku između postotka tjelesnih masti, a gotovo istog indeksa tjelesne masti između rukometnih i košaraških sudaca, možemo zaključiti da kod rukometnih sudaca prevladavaju endomorfna i mezomorfna, dok kod košarkaških dominantno ektomorfna konstitucijska komponenta.

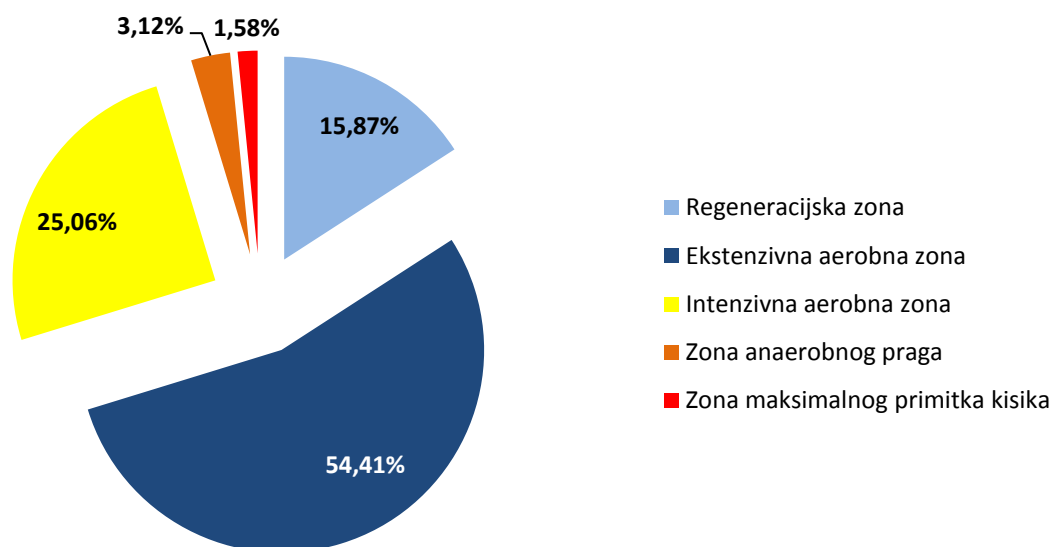
#### 6.4. FIZIOLOŠKO OPTEREĆENJE TIJEKOM UTAKMICA

U rukometu se igraju dva poluvremena od po 30 minuta aktivne igre. Tijekom utakmica su izmjerena fiziološka opterećenja u ta dva intervala i korištena u obradi podataka kao fiziološko opterećenje tijekom utakmice. Prema dobivenim podacima koji su nakon utakmica obrađeni i analizirani, dobivena je prosječna frekvencija srca tijekom utakmica  $141,89 \pm 16,02$  otkucaja u minuti, što je  $75,86 \pm 7,94$  % od maksimalne frekvencije srca. U istraživanju rukometnih sudaca Da Silve i suradnika (2010) dobiveni su podaci o prosječnoj frekvenciji srca tijekom cijele utakmice od  $131 \pm 15$  otkucaja u minuti, što je 68 % od maksimalne frekvencije srca HR. Rezultati su značajno niži kod sudaca u Brazilu nego je to slučaj kod sudaca u Hrvatskoj. Brojčano iskazano, iznimno slične rezultate onima kod brazilskih sudaca dobio je Rupčić (2010) u košarci, gdje je prosječna frekvencija srca tijekom košarkaške utakmice iznosila  $131,52 \pm 9,10$  otkucaja u minuti, odnosno  $70,52 \pm 4,80$ % od maksimalne frekvencije srca. U istraživanjima nogometnih sudaca dobivene su značajno više prosječne frekvencije srca tijekom utakmica, što se i pretpostavljalo s obzirom na puno veću površinu igrališta i teže uvjete za kretanje na neravnom terenu u odnosu na dvorane. D'Ottavio i Castagna (2001) navode prosječnu vrijednost frekvencije srca tijekom utakmice od  $163 \pm 5$ , odnosno 89,1% od maksimalne frekvencije srca. Ostali autori navode slične frekvencije srca tijekom utakmica u nogometu bez obzira na starost istraživanja:  $162 \pm 2$  otkucaja u minuti, odnosno  $85 \pm 1$ % od maksimalne frekvencije srca (Krustrup i Bangsbo, 2001),  $159,45 \pm 20,19$  (Mazaheri i sur., 2016),  $153 \pm 9$  otkucaja u minuti ili 84,5% od maksimalne frekvencije srca (Martin i sur., 2015) i  $161,1 \pm 10,0$  otkucaja u minuti što iznosi  $84,1 \pm 4,2$  % od maksimalne frekvencije srca (Pearce i sur., 2015). Prosječne frekvencije srca su pojedini autori iskazali i u postocima anaerobnog ventilacijskog praga, pa tako je ta vrijednost u ovom radu  $80,58 \pm 8,47$  % od anaerobnog ventilacijskog praga. Kod Rupčića (2010) je taj postotak  $77,34 \pm 6,05$  od frekvencije srca pri anaerobnom pragu

Najveća prosječna frekvencija srca tijekom utakmica je 164 otkucaja u minuti, a najmanja 97 otkucaja u minuti, što je iznimno veliki varijabilitet. Zanimljivo je spomenuti da je najmanju prosječnu frekvenciju imao najbolje ocijenjeni sudac, dok je najveću prosječnu frekvenciju imao jedan od najlošije ocijenjenih sudaca. Najmanja minimalna frekvencija tijekom utakmica je 75 otkucaja u minuti, dok je najviša 193 otkucaja u minuti i već prema samoj frekvenciji može se zaključiti da se sudac nalazio u zoni maksimalnih opterećenja, a

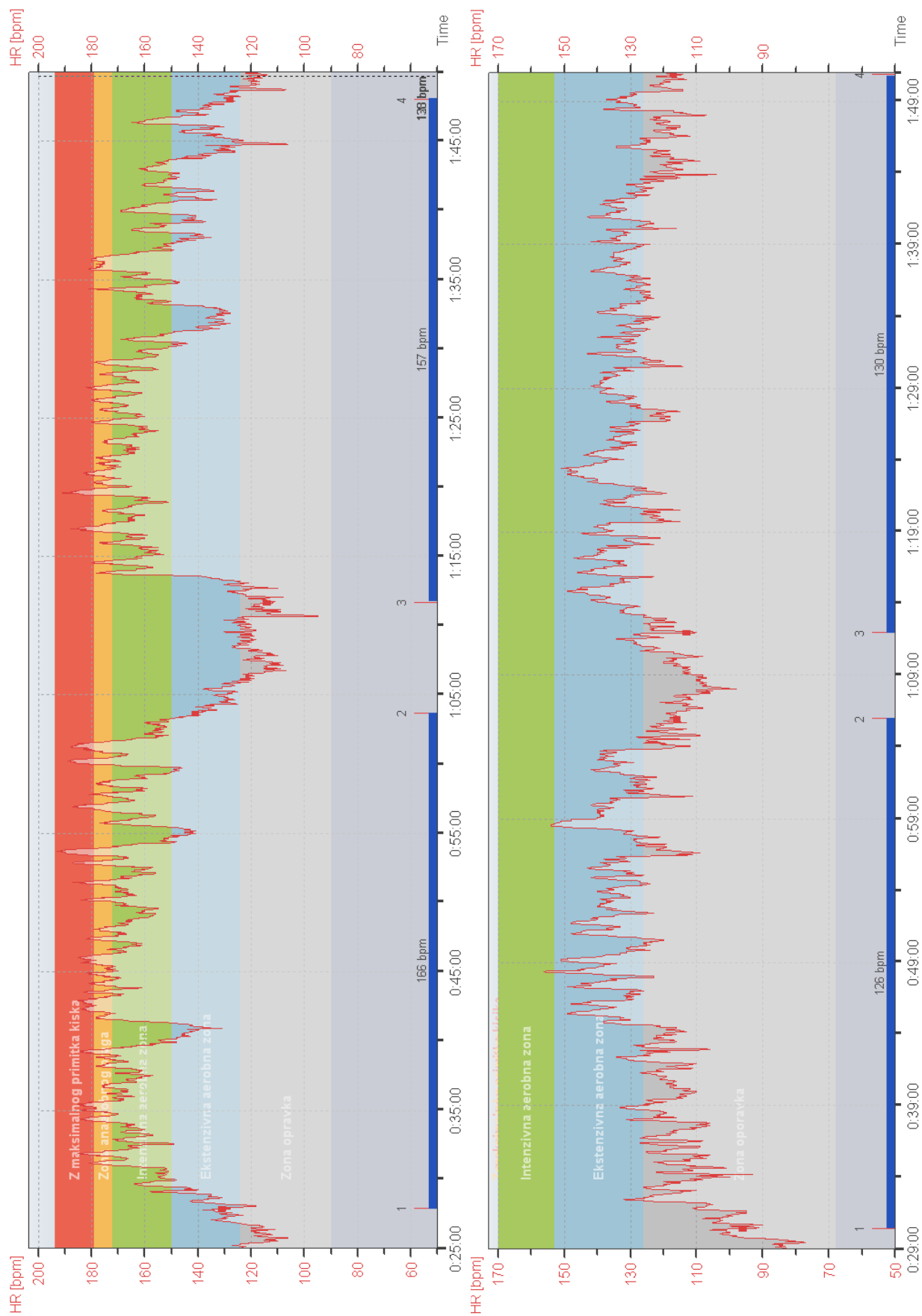
frekvencija pokazuje iznimno visoka fiziološka opterećenja kojima su izloženi suci tijekom rukometne utakmice.

Nakon provedenog spiroergometrijskog testa progresivnog opterećenja na pokretnoj traci i obrade dobivenih podataka, ispitanicima su se pojedinačno odredile zone opterećenja. Zone su podijeljene u pet skupina prema postocima od maksimalne frekvencije srca koje su ranije u radu klasificirane u postotne razrede. Ukupno tijekom utakmice suci su proveli najviše vremena u ekstenzivnoj aerobnoj zoni i to malo više od polovice ukupnog vremena trajanja utakmice ili 54,41 %. Druga dominantna zona je intenzivna aerobna zona u kojoj su suci proveli točno jednu četvrtinu od ukupnog vremena trajanja utakmice ili 25,04 %. S obzirom da suma aerobnih zona daje gotovo 80% ukupnog vremena trajanja utakmice, možemo zaključiti da je suđenje rukometne utakmice dominantno aerobna aktivnost. S obzirom na vrstu energetske potrošnje tijekom utakmice suci moraju imati dobro razvijen aerobni kapacitet koji će im omogućiti kvalitetno praćenje utakmice, ali i brz oporavak frekvencije srca tijekom odmora ili nakon intenzivnije aktivnosti tijekom utakmice. Treća najzastupljenija zona je zona oporavka. U njoj suci najčešće provode aktivnosti na samom početku utakmice ili za vrijeme kraćih prekida tijekom utakmice, a radi gore navedenih optimalnih aerobnih kapaciteta koji olakšavaju srcu da smanji frekvenciju do vrijednosti zone oporavka. Suci su u navedenoj zoni proveli 15,87 % ukupnog vremena trajanja utakmice. Intenzivno najteže zone, zona anaerobnog ventilacijskog praga i zona maksimalnog primitka kiska bi tijekom utakmice morale biti što je moguće manje zastupljene. Tijekom visokih opterećenja koje sežu iznad anaerobnog praga organizam podnosi submaksimalne i maksimalne napore. Tijekom tih visokih intenziteta aktivnosti nastaje pad sposobnosti organizma, a kod sudaca se to posebice odnosi na koncentraciju i tehničku izvedbu suđenja. Suci bi trebali provoditi trening za podizanje anaerobnih kapaciteta upravo radi ovog dijela utakmice koji se odvija u tim zonama opterećenja. To se najčešće događa na kraju utakmice ili kod nejasnih ili dvojbenih situacija u kojima sudac treba odlučiti u u djeliću sekunde (Reilly i Gregson, 2006). Jedna odluka može odlučiti pobjednika utakmice, pobjednika natjecanja, poraženog s posljedicom ispadanja iz natjecanja te drugih ishoda. Upravo radi iznimne važnosti istih suci moraju biti spremi nositi se s tom vrstom opterećenja kako bi greške u svojim prosudbama sveli na najmanju moguću mjeru.



**Slika 39.** Distribucija vremena provedenog u pojedinim zonama intenziteta (%)

Energetska potrošnja tijekom utakmica prosječno iznosila  $1025,37 \pm 210,19$  kilokalorija uz najveću izmjerenu potrošnju od 1378 kilokalorija, dok je najmanja izmjerena vrijednost 508 kilokalorija. Zanimljiv je podatak da je najmanju energetske potrošnje tijekom utakmice imao najbolje ocijenjeni sudac, dok je najvišu imao jedan od najlošije ocijenjenih sudaca. Estriga i suradnici (2013b) su dobili prosječne podatke od 900 do 1100 kilokalorija tijekom rukometnih utakmica završnice kupa u Portugalu, što su slične vrijednosti kao i u ovom istraživanju. Da Silva i suradnici (2003) su u nogometu izmjerili energetske potrošnje tijekom utakmice od  $734,7 \pm 6,50$  kilokalorija (što je vrlo upitan podatak s obzirom na trajanje i opterećenja na nogometnoj utakmici), Reilly i Gregson (2006) su izmjerili 1337,53 kilokalorije. Rupčić (2010) je izmjerio potrošnju kod košarkaških sudaca od  $1271,19 \pm 189,97$  kilokalorija. S obzirom da su u ovom istraživanju kao i u većini drugih energetske potrošnje tijekom utakmice veće od 1000 kilokalorija, možemo reći da se radi o visoko intenzivnim aktivnostima, posebice se to odnosi na rukomet i košarku gdje ukupno vrijeme odigravanja utakmice mnogo kraće nego u nogometu. Ovi podaci su tumačeni radi lakše usporedbe rezultata s dosadašnjim istraživanjima, no s obzirom da svi ispitanici nemaju istu tjelesnu masu, smatra se da je bolje upotrijebiti relativnu vrijednost za energetske potrošnje. Relativna vrijednost energetske potrošnje, tj potrošnje po kilogramu ispitanika tijekom utakmica hrvatske Premijer lige u rukometu je iznosila  $11,30 \pm 2,60$  kilokalorija. Najveća relativna energetska potrošnja tijekom utakmica je 18,07 kilokalorija po kilogramu ispitanika, dok je najmanja izračunata vrijednost 5,07 kilokalorija po kilogramu ispitanika.



**Slika 40 i 41.** Fiziološko opterećenje sudaca tijekom utakmice. Lijevi grafički prikaz (40): mlad i neiskusni sudac. Desni grafički prikaz (41): iskusan međunarodni sudac

Slike 40 i 41 i tablica 21 su primjeri dvojice različitih sudaca na utakmici sličnog rezultatskog tijeka i značaja u rukometnoj dvorani domaće ekipe kod koje je glasna podrška navijača i veliki pritisak prema sucima od strane domaćih (ponekad i gostujućih) navijača. Podrška navijača tijekom utakmice može rezultirati nesvjesnom favoriziraju domaće ekipe odlukama sudaca na koje utječe buka domaćih navijača (Nevill i sur., 2012). Prvi primjer (slika 40) prikazuje fiziološko opterećenje tijekom utakmice kod mladog suca koji je u debitantskoj sezoni najvišeg ranga u suđenju (utakmica Premijer lige). Uz to što je sudac neiskusni i niže kvalitete (donji dio ljestvice prema ocjeni uspješnosti suđenja), sudac ima prekomjernu količinu tjelesnih masti i ispodprosječan rezultat kod mjerenja relativnog maksimalnog primitka kisika.

**Tablica 21.** Fiziološka opterećenja sudaca tijekom rukometne utakmice podijeljena prema zonama opterećenja (primjer dva vrlo različita ispitanika)

<b>Zone intenziteta</b>	<b>Mj.jedinica</b>	<b>Ispitanik 1</b>	<b>Ispitanik 2</b>
<b>Zona oporavka</b>	%	1,90	37,70
<b>Ekstenzivna aerobna zona</b>	%	19,10	61,80
<b>Intenzivna aerobna zona</b>	%	49,10	0,40
<b>Zona anaerobnog praga</b>	%	18,40	0,00
<b>Zona maksimalnog primitka kisika</b>	%	11,50	0,00

Sudac je tijekom utakmice proveo 11,5 % vremena od ukupnog trajanja utakmice u zoni maksimalnog primitka kisika i 18,4 % u zoni iznad anaerobnog ventilacijskog praga. 49,1 % (intenzivna) i 19,1 % (ekstenzivna) vremena od ukupnog trajanja utakmice je ispitanik proveo u kombiniranoj aerobnoj zoni. Podatak od samo 1,9 % vremena provedenog u zoni oporavka je iznimno loš, jer je to zona u kojoj su najmanji tjelesni zahtjevi i sudac najrazboritije može odlučivati i odluke koje donese su najčešće ispravne. S obzirom da velika većina sudaca (kao u primjeru 2) započinje utakmicu u zoni oporavka, u ovom slučaju mogu biti dva primarna razloga visoke frekvencije srca već na samom početku utakmice. Prvi razlog mogu biti loše aerobne sposobnosti, jer sučeva frekvencija srca se nije oporavila nakon zagrijavanja za utakmicu, dok je drugi razlog - s obzirom na neiskustvo ovog ispitanika - trema s obzirom na sve navedene činjenice. U drugom primjeru (slika 41) ispitanik je iznimno iskusni međunarodni sudac sa samog vrha ljestvice uspješnosti suđenja, iznadprosječnog je rezultata kod mjerenja relativnog maksimalnog primitka kisika i ima optimalne količine

tjelesnih masti. Razlika između dva ispitanika je velika. Sudac iz drugog primjera se tijekom utakmice nalazio u samo dvije zone i to niskih opterećenja. 37,70 % vremena od ukupnog trajanja utakmice se nalazio u zoni oporavka te 61,80 % vremena u ekstenzivnoj aerobnoj zoni, dok je 0,4% vremena u intenzivnoj aerobnoj zoni zanemarivo. Sudac uopće nije imao naznake treme, a s obzirom na iznadprosječne tjelesne sposobnosti oporavak nakon zagrijavanja je vidljiv. S obzirom na iznijete činjenice može se zaključiti da je primjer drugog ispitanika modelni primjer kako prevenirati moguću lošu kvalitetu suđenja. Iako mladi suci moraju stjecati iskustvo i dok god ga ne steknu imaju hendikep u odnosu naiskusne suce, oni moraju sve ostale segmente koji čine vrhunskog suca aktualizirati i podići na maksimalnu moguću razinu kako bi kvaliteta njihovog suđenja bila na zadovoljavajućoj razini.



## **6.5. POVEZANOST FUNKCIONALNIH I MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI, VREMENA PROVEDENOG IZNAD ANAEROBNOG VENTILACIJSKOG PRAGA, POSTOTKA TJELESNIH MASTI TE DOBI I ISKUSTVA U SUĐENJU S OCJENOM USPJEŠNOSTI SUĐENJA**

U provjeri druge hipoteze (H2) gdje se provjeravala povezanost između boljih motoričkih sposobnosti i bolje ocjene uspješnosti suđenja razvidno je da je regresijska analiza ukupno značajna ( $R^2 = 0,66$  uz pogrešku  $p < 0,00$ ). Detaljnijim uvidom u standardizirane regresijske koeficijente vidi se da razlici najviše pridonose testovi osmica sa sagibanjem i 93639 s okretom za 180 stupnjeva, jer su oba standardizirana regresijska koeficijenta statistički značajna. Kod motoričkog testa 93639 s okretom za 180 stupnjeva dobivena je statistički značajna negativna korelacija s ocjenom uspješnosti suđenja. Negativna povezanost objašnjava da manji rezultat u testu (obrnuto skalirana varijabla – manja vrijednost je bolji rezultat) znači bolju ocjenu uspješnosti suđenja. S obzirom na kretanje dva ravnopravna suca u rukometu, potvrda statistički značajne povezanosti motoričkog testa 93639 s okretom za 180 stupnjeva i ocjene uspješnosti suđenja je logična. Kretanje u ovom testu je iznimno slično kretanjima sudaca na terenu. Na početku napada jedne od ekipa jedan sudac stoji ispred središnje linije igrališta, otprilike na polovici udaljenosti između bočne granice igrališta i zamišljene crte koja prolazi cijelim terenom točno kroz sredinu vrata. Sudac prema uputama sudačkih komisija i mentora nikad ne bi smio stajati na terenu već se uvijek kretati i tražiti najbolji kut za što bolji i jasniji pregled igre, posebice jer prevelika udaljenost od mjesta događaja koja se događa u fazi smanjene tjelesne sposobnosti (umor) povećava rizik od pogrešne odluke s obzirom da vidljivost nije dovoljno jasna (Elsworthy, 2014; Mallo i sur., 2012). Kada se suci prilagođavaju na dobru poziciju na terenu iznimno je bitno da donesu i ispravnu odluku (Mallo i sur., 2012), a šanse za donošenjem iste su puno veće kada sudac ima kvalitetan pregled igre u svakom trenutku utakmice. Dobro razvijene motoričke sposobnosti će sucu olakšati pozicioniranje, a samim time i podići kvalitetu suđenja poznavajući da kraća udaljenost od mjesta događaja rezultira većim brojem ispravno dosuđenih odluka (2015). Pretpostavlja se da će suci s lošijom kondicijsko-motoričkom pripremljenošću teže dolaziti u kvalitetne pozicije tijekom utakmica (Rupčić, 2010). Kretanje suca koji je bliže sredini igrališta je gotovo u svim smjerovima po nekoliko metara (slika 42.). Također kretanje u motoričkom testu 93639 možemo pobliže vizualizirati kretanjem sudaca u dva brza kontranapada. Nakon izgubljene lopte u napadu jedne od ekipa sudac kreće sprintom prema suprotnim vratima i prati igrača u kontranapadu i pokušava biti ispred igrača kako bi imao

najbolji mogući pregled kontranpada znajući da je kontranapad glavni determinirajući faktor uspjeha kod ekipa istog ranga u rukometu (Gutierrez i Lopez, 2011), a posebno uzimajući u obzir podatak da je pozicija šutiranja na vrata u kontranapadu najefikasnija s 88,23% uspješnosti (Alexandru i Alexandru, 2009). Napadač promašuje udarac na vrata i slijedi kontra napad na suprotnu stranu igrališta. Sudac istrčava do trenutka kada ekipa koja se obranila kreće u novi kontranapad i potpuno identičnim zaustavljanjem i okretom kao u motoričkom testu 93639 s okretom za 180 stupnjeva kreće u ponovni sprint na suprotnu stranu igrališta.



**Slika 42.** Kretanje sudaca nakon zauzimanja pozicije na igralištu. < raspoloživo na: [http://jmu-journalism.org.uk/wp-content/uploads/2012/10/handball\\_court.jpg](http://jmu-journalism.org.uk/wp-content/uploads/2012/10/handball_court.jpg)>, [pristupljeno 17.11.2016]

Drugi sudac stoji otprilike iza linije vrata na sjecištu linije vratareva prostora i linije vrata, ali on stoji na suprotnoj strani igrališta u odnosu na svog kolegu. Njegovo kretanje je u velikoj većini slučajeva bočno lijevo – desno efektom suncokreta prema lopti s povremenim vrlo kratkim ulaskom u vratarev prostor (slika 43.) kako bi imao kvalitetan pregled na

suprotnu stranu (najčešće kod skok šuta koje izvode krilni igrači) kada mu pogled ometa vratar ili vrata s pripadajućom mrežom. Nakon završetka napada sudac koji je bio na centru trči (nikad ne okrećući leđa igračima) na suprotnu stranu igrališta gdje zauzima identičnu poziciju koju je njegov kolega imao na suprotnoj strani iza linije vrata na istoj strani igrališta na kojoj je bio pozicioniran u napadu prije. Ovim objašnjenjem razvidno je da se suci kreću sličnim kretnim strukturama kao u motoričkom testu 93639 s okretom za 180 stupnjeva.



**Slika 43.** Sudac na liniji ulazi u prostor radi bolje preglednosti prilikom udarca s krila. < raspoloživo na: [http://ihf.info/Portals/0/TECH\\_Corner/Sweden2011/12\\_800.jpg](http://ihf.info/Portals/0/TECH_Corner/Sweden2011/12_800.jpg)>, [pristupljeno 17.11.2016]

Kod motoričkog testa osmica sa sagibanjem rezultati multiple regresijske analize pokazuju statistički značajnu pozitivnu povezanost s ocjenom uspješnosti suđenja. Kad se pogledaju rezultati ovo nije očekivana povezanost, već se očekivala negativna povezanost s obzirom da je varijabla osmica sa sagibanjem obrnuto skalirana. Kontradiktorni rezultat se objašnjava činjenicom da su najbolje ocijenjeni suci u prosjeku najstariji i najiskusniji suci (statistički značajna korelacija ocjene uspješnosti suđenja i iskustva u suđenju) koji imaju smanjene motoričke sposobnosti radi svoje dobi, a koje su relevantne za uspjeh u ovom testu. Kada se iz rezultata isključe tri najbolje ocijenjena suca, ovaj test više nije statistički značajan i potvrđuje navedenu tezu.

Kod motoričkih testova koraci u stranu i trčanje na 20 metara sprintom s prolazima na 5, 10 i 20 metara nije nađena statistički značajna povezanost s ocjenom uspješnosti suđenja. Kod T-testa agilnosti također nije potvrđena statistički značajna povezanost s ocjenom uspješnosti suđenja, no ona je visoka. T-test agilnosti je vrlo sličan načinu kretanja sudaca kad zauzmu poziciju tijekom napada jedne od ekipa i iz toga proizlazi visoka povezanost, iako ne i statistički značajna.

Provedbom statističke analize koristeći multiplu regresijsku analizu odbacuje se hipoteza H1 i zaključuje da ne postoji statistički značajna povezanost između boljih

funkcionalnih sposobnosti i bolje ocjene uspješnosti suđenja. Provjera hipoteze H2 je utvrdila da je regresijski model koji provjerava povezanost motoričkih sposobnosti i ocjene uspješnosti suđenja ukupno statistički značajan te potvrđuje hipotezu H2 i dokazuje statistički značajnu povezanost između boljih motoričkih sposobnosti i bolje ocjene uspješnosti suđenja. Motorički test 93639 s okretom za 180 stupnjeva statistički je značajan s varijablom ocjena uspješnosti suđenja. Morfološka karakteristika postotak tjelesne masti također nije statistički značajno povezana s ocjenom uspješnosti suđenja. S obzirom da su ispitanici prosječno optimalnog postotka tjelesnih masti, kao i da postojećim eliminacijskim kriterijima s obzirom na broj kilograma i visinu ne mogu imati velike količine tjelesnih masti razlike između ispitanika nisu velike. Većina ih je optimalnih postotaka tjelesnih masti, dok oni koji imaju prekomjernu količinu tjelesnih masti ne odstupaju značajno od granice optimalnog. Stoga hipotezu H3 s pretpostavkom da postoji statistički značajna negativna povezanost između većeg postotka tjelesne masti i lošije ocjene uspješnosti suđenja odbacujemo. Tijekom utakmica se provjeravala hipoteza H4 uz pretpostavku da postoji statistički značajna povezanost između većeg fiziološkog opterećenja tijekom suđenja (mjerelog vremenom provedenim u anaerobnoj zoni) i ocjene uspješnosti suđenja. Nije pronađena statistički značajna povezanost između postotka vremena provedenog iznad anaerobnog ventilacijskog praga i kvalitete suđenja i stoga odbacujemo hipotezu H4.

Korelacijskom analizom utvrdila se statistički značajna povezanost između dobi, ukupnog staža u suđenju i staža u najvišem rangu suđenja s ocjenom uspješnosti suđenja. Iskustvo suđenja u najvišem rangu je statistički značajno uz  $r = 0,62$  ( $p < 0,05$ ). U suđenju je vrlo bitno prvotno iskustvo i što ranija specijalizacija u sportu (Pizzera i Raab, 2012) gdje se upoznaje s pravilima sporta kroz bavljenje tim sportom ili promatranjem sporta kroz perspektivu gledatelja (prikupljanje vizualno-motoričkog iskustva). Najčešće su najuspješniji suci bivši igrači u tom sportu koji u mladoj dobi započinju ili zasebno ili usporedno sudačku karijeru. Godine suđenja, tjedni sati provedeni u treningu i broj odsuđenih utakmica su značajno povezani s vještinom suđenja (Mazaheri i sur., 2016). Iskustvo jedan od najbitnijih elemenata suđenja kao vještine, a upravo to potvrđuje zaključak Uzunkare (Gundogdu i sur., 2014 prema Unzukara, 2007) i Westona i suradnika (2010) da su stariji suci kvalitetniji, odnosno da su više rangirani na ljestvici uspješnosti od mlađih kolega. Suđenje se ne može vježbati na treningu (Catteeuw i sur., 2009), vještina suđenja se stječe iskustvom, osjećajem za igru i velikim brojem ponavljanja opetovanih i za sport specifičnih situacija koje se događaju, jer je suđenje nepredvidljivo i puno novih situacija s gotovo uvijek različitim

ishodima. S obzirom na selekciju sudaca i napredovanje kroz godine suđenja, u najviši rang napreduju samo najbolji suci. Najboljim ocijenjenim sucima je tijekom sezone delegirano najviše utakmica (Mazaheri i sur., 2016), a posebno onih rezultatski (i fiziološki) najzahtjevnijih. Među sucima postoje razlike koje se godinama i iskustvom smanjuju, no ukoliko sudac ne posjeduje i ostale sposobnosti relevantne za uspjeh u suđenju, ne može biti kvalitetan sudac posjedujući samo iskustvo kao svoju sposobnost. A isto tako vrlo je diskutabilno ukoliko bi takav sudac mogao doći na listu najvišeg ranga suđenja u svom nacionalnom savezu a posebice pak na liste međunarodnih federacija gdje dolaze samo najbolji sudački parovi iz nacionalnih saveza.

Ne možemo tvrditi da postojeće eliminacijske kriterije (testovi motoričkih i funkcionalnih sposobnosti na službenim testiranjima) koje suci moraju zadovoljiti na službenim seminarima uoči početka sezone i na sredini sezone treba ukinuti ili da oni nisu dovoljni. Upravo zato jer postoje ti kriteriji, suci su već selekcionirana populacija koja je homogena i manji je varijabilitet tog uzorka. Da nema eliminacijskih kriterija na službenim seminarima postojao bi veći varijabilitet između sudaca i moguće da bi se tada potvrdile sve postavljene hipoteze, odnosno da bi sve testirane sposobnosti i karakteristike imale utjecaj na kvalitetu suđenja. Radi navedenih činjenica se zaključuje da je postojeća selekcija sudaca dobra i nema velikog varijabiliteta među njima gledajući njihove motoričke i funkcionalne sposobnosti te morfološke karakteristike. Njihove funkcionalne sposobnosti, postotak tjelesnih masti i postotak vremena tijekom utakmice provedenog u anaerobnoj zoni u onom varijabilitetu u kojem postoje ne diskriminiraju na način da su neki uspješniji u ocjenama uspješnosti suđenja. Motoričke sposobnosti i iskustvo u suđenju pokazuju se kao značajne za uspješnost u suđenju. Posebice se to odnosi na agilnost, koordinaciju, brzinu kao i iskustvo suđenja u najvišem rangu.

## 7. ZAKLJUČAK

Kada bi se strogo gledali dobiveni rezultati, moglo bi se tumačiti da nema statistički značajne povezanosti testiranih motoričkih sposobnosti i ocjene uspješnosti suđenja, no treba biti vrlo oprezan i kod zaključivanja uzeti sve pokazatelje u obzir.

Multipla regresijska analiza je pokazala da kod nijedne varijable funkcionalnih sposobnosti, ni funkcionalnih sposobnosti kao cjeline, nije dobivena statistički značajna povezanost s ocjenom uspješnosti suđenja, stoga hipotezu H1 odbacujemo i zaključujemo da ne postoji statistički značajna povezanost između boljih funkcionalnih sposobnosti i bolje ocjene uspješnosti suđenja.

Regresijski model kojim je provjerena povezanost motoričkih sposobnosti i ocjene uspješnosti suđenja je ukupno statistički značajan te potvrđuje hipotezu H2 i dokazuje statistički značajnu povezanost između boljih motoričkih sposobnosti i bolje ocjene uspješnosti suđenja. Motorički test 93639 s okretom za 180 stupnjeva statistički je značajan s varijablom ocjena uspješnosti suđenja.

Morfološka karakteristika postotak tjelesne masti nije statistički značajno povezan s ocjenom uspješnosti suđenja te stoga odbacujemo hipotezu H3 s pretpostavkom da postoji statistički značajna negativna povezanost između većeg postotka tjelesne masti i lošije ocjene uspješnosti suđenja.

Hipoteza H4 se provjeravala tijekom utakmica uz pretpostavku da postoji statistički značajna povezanost između većeg fiziološkog opterećenja tijekom suđenja (mjenog vremenom provedenim u anaerobnoj zoni) i ocjene uspješnosti suđenja. Statistički značajna razlika nije pronađena i stoga odbacujemo hipotezu H4.

Iskustvo u suđenju najvišeg nacionalnog ranga ima statistički značajan učinak u ocjeni uspješnosti suđenja, s obzirom da je suđenje vještina čija se kvaliteta postiže ranom specijalizacijom, individualnim radom, brojem odsuđenih utakmica i iskustvom.

Suci imaju lošiji anaerobni kapacitet koji je posljedica provođenja isključivo aerobnog treninga tijekom individualnih priprema. Aerobni kapacitet je zadovoljavajući za suđenje rukometnih utakmica u kojima prevladavaju aerobni energetske procesi (intenzivna i ekstenzivna aerobna zona). Tijekom utakmica u kraćim vremenskim intervalima pojavljuju se

anaerobni energetske procesi kojima je karakterističan pad motoričkih i funkcionalnih sposobnosti kao i kognitivnih sposobnosti koje su značajne u suđenju, kao što su pažnja, koncentracija i donošenje odluka. Da bi se smanjila mogućnost pogreški uzrokovanih tim aspektima suđenja na najmanju razinu, suci bi trebali provoditi programirani trening za podizanje razine funkcionalnih sposobnosti s naglaskom na povećanje anaerobnih kapaciteta pod nadzorom ili uz upute stručne osobe.

Znanstveni doprinos ovog istraživanja se očituje u povezanosti motoričkih sposobnosti i ocjene uspješnosti suđenja, a posebice se to odnosi na motorički test 93639 s okretom za 180 stupnjeva. Kretanje u testu opisuje i kretanje sudaca tijekom rukometne utakmice i preporuka je da se taj test koristi u službenim testiranjima rukometnih sudaca zajedno s ostalim testovima tjelesne pripremljenosti jer test diskriminira ispitanike. U radu je također dokazana statistički značajna povezanost iskustva u suđenju najvišeg nacionalnog ranga i ocjene uspješnosti suđenja. Uz znanstveni doprinos bitan je i praktični doprinos ovog rada koji se očituje u rezultatima koji su omogućili izradu individualnih izvješća o tjelesnoj pripremljenosti svakog suca i izradu individualnih programa za održavanje ili unapređenje postojećih kondicijsko-motoričkih kapaciteta relevantnih za uspješno suđenje (Prilog).

Suci su homogena skupina koja je selekcionirana ocjenama uspješnosti suđenja i eliminacijskim kriterijima na testiranjima koje moraju zadovoljiti na službenim seminarima uoči početka i na sredini sezone. S obzirom na postojeću selekciju, varijabilitet između sudaca je malen i ne razlikuje suce u većini testiranih sposobnosti na način da diskriminira suce da su neki uspješniji u ocjenama uspješnosti suđenja. Da nema eliminacijskih kriterija na službenim seminarima postojao bi veći varijabilitet između sudaca i moguće da bi se tada potvrdile sve postavljene hipoteze, odnosno da bi sve testirane sposobnosti i karakteristike imale utjecaj na ocjenu uspješnosti suđenja. Radi navedenih činjenica se zaključuje da je postojeća selekcija sudaca dobra i nema velikog varijabiliteta među njima, gledajući njihove motoričke i funkcionalne sposobnosti te morfološke karakteristike. Kada suci ne bi imali odgovarajuću razinu tjelesne pripremljenosti, specifične morfološke karakteristike i visoke ocjene uspješnosti suđenja, oni ne bi bili ni kompetentni, ni kvalificirani za suđenje u najvišem rangu.

## 8. LITERATURA

1. Aguilar-Martínez D, Chiroso L.J, Martín I, Chiroso, I.J. i Cuadrado-Reyes J. (2012). Effect of power training in throwing velocity in team handball. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12 (48): 729-744
2. Alexandru, E. i Alexandru, A. (2009). The quantitative model of the finalizations in men's competitive handball and their efficiency. *Journal of Physical Education and Sport*. 24(3), 1–6.
3. Ángyan, L., Teczely, T., Zalay, Z., Karsai, I. (2003.). Relationship of anthropometrical, physiological and motor attributes to sport-specific skills. *Acta Physiologica Hungarica*. 90(3), 225-231.
4. Barbero-Álvarez, J., Boullosa, D., Nakamura, F., Andrín, G. i Castagna, C. (2012). Physical and Physiological Demands of Field and Assistant Soccer Referees During America's Cup. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (5), 1383-1388.
5. Bartha, C., Petridis, L., Hamar, P., Puhl, S., Castagna, C. (2009). Fitness test results of Hungarian and international-level soccer referees and assistants. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23, 121—126.
6. Beaver, W. L., Wasserman, K. i Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of Applied Physiology*, 60 (6), 2020-2027.
7. Bergovec, M. (2008). Kardiovaskularno opterećenje ortopeda tijekom operacijskih zahvata ugradnje totalne endoproteze zgloba kuka. *Doktorska disertacija, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu*.
8. Bilge, M. (2012). Game Analysis of Olympic, World and European Championships in Men's Handball. *Journal of Human Kinetics*, 35(1).
9. Birinci, M., Yılmaz, A., Erkin, A., Sahbaz, S. i Aydın, I. (2014). Determination of Relationship between Respiratory Parameters and Aerobic Capacity of Referees. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 353-357.
10. Boyko, R. H., Boyko, A. R., Boyko, M. G. (2007). Referee bias contributes to home advantage in English Premiership football. *Journal of Sports Sciences*, September 2007. 25(11), 1185-1194.
11. Brand, R., Schmidt, G. i Schneeloch, Y. (2006). Sequential effects in elite basketball referees' foul decisions: An experimental study on the concept of game management. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 28(1), 93-99.



12. Brightmore, A., O'Hara, J., Till, K., Cobley, S., Hubka, T., Emmonds, S. i Cooke, C. (2016). Movement and Physiological Demands of Australasian National Rugby League Referees. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 11(8), 1080-1087.
13. Caballero J., Ojeda, E., Garcia-Aranda, J., Mallo, D., Helsen, W., Sarmiento, S., Veldivielso, M.N. i Garcia-Manso, J.M. (2011). Physiological profile of national-level Spanish soccer referees. *International Sportmed Journal for Fims*, 2 (2), 85-91.
14. Can, Y., Soyer, F., Yilmaz, F. (2010). Examining the Relationship between the Levels of Professional Burnout and Job Satiety of Handball Referees. *Selçuk University Journal of Physical Education and Sport Science*. 2010; 12 (2), 113-119.
15. Castagna, C., Abt, G., D'Ottavio, S. (2002). Relation between fitness tests and match performance in elite Italian soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*.16, 231-235.
16. Castagna, C., Abt, G. i D'Ottavio, S. (2004). Activity Profile of International-Level Soccer Referees During Competitive Matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18(3), 486-496.
17. Castillo, D., Yanci, J., Cámara, J. and Weston, M. (2015). The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 557-563.
18. Castillo, D., Yanci, J., Casajús, J. i Cámara, J. (2016). Physical fitness and physiological characteristics of soccer referees. *Science & Sports*, 31(1), 27-35.
19. Catteeuw, P., Helsen, W., Gilis, B. i Wagemans, J. (2009). Decision-making skills, role specificity, and deliberate practice in association football refereeing. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1125-1136.
20. Cazan, F., Rizescu, C. i Georgescu, A. (2012). The motric structure and dynamic of handball. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 12(2), 293-297.
21. Cemal Gündoğdu, A. Serdar Yücel, Veysel Küçük i Özgür Karataş (2012). Researching of ranking handball referees' job satisfaction levels in terms of some parameters. *International Journal of academic Research*. 4(1), 74-82.
22. Chelly, M.S., Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Van den Tillar, R., Chamari, K. i Shepard, J.R. (2011). Match analysis of elite adolescent team handball players. *Journal of Strength and Conditioning research*, 25 (9), str. 2410 – 2417.

23. Clegg, R. i Thompson, W. (1985). *Modern sports officiating*. Duburuque, IA: Wm. C. Brown.
24. Correa Mesa, J., Cruz Martinez, L., Correa Morales, J. i Rojas Valencia, J. (2015). Maximum Heart Rate during exercise: Reliability of the 220-age and Tanaka formulas in healthy young people at a moderate altitude. *Revista de la Facultad de Medicina*, 62(4), 579-585.
25. Corvino, M., Tessitore, A., Minganti, C. i Šibila, M. (2014). Effect of Court Dimensions on Players' External and Internal Load during Small-Sided Handball Games. *Journal of Sports Science and Medicine*. 13, 297-303
26. Costa, E. C., Vieira, C. M. A., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C., i Aoki, M. S. (2013). Monitoring External and Internal Loads of Brazilian Soccer Referees During Official Matches. *Journal of Sports Science & Medicine*. 12(3), 559–564.
27. Da Silva, A.I., Fernandez Perez, R. (2003). Dehydration of football referees during a match. *British Journal of Sports Medicine*, 37(6), 502-506.
28. Daniel, J., Borin, Bonganha, Moraes, Cavaglieri, Mercadante, Nolasco, M. i Montagner, (2013). The distances covered by basketball referees in a match increase throughout the competition phases, with no change in physiological demand. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 193-198.
29. Elsworthy, N., Burke, D. i Dascombe, B.J. (2014). Factors relating to the decision-making performance of Australian football officials. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 14, 401-410
30. Emmonds, S., O'Hara, J., Till, K., Jones, B., Brightmore, A. i Cooke, C. (2015). Physiological and Movement Demands of Rugby League Referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3367-3374.
31. Estriga, M.L., Ferreira, A. i Santiago, C. (2013a). Live Exertion Evaluation in Elite Handball Referees. 2nd EHF Scientific Conference
32. Estriga, M.L., Ferreira, A. i Carvalho, J. (2013b). Rulling and reality – the handball case. 2nd EHF Scientific Conference
33. European handball federation (2016). Men's EHF EURO 2016 sets new records as 1.65 billion tune in worldwide. [Internet], <raspoloživo na: [http://www.ihf.info/upload/pdf-download/rules\\_english.pdf](http://www.ihf.info/upload/pdf-download/rules_english.pdf)>, [pristupljeno 03. rujna 2016].

34. Fernandez, J., Camerino, O., Anguera, M.T. i Jonsson, G.K. (2009). Identifying and analyzing the construction and effectiveness of offensive plays in basketball by using systematic observation. *Behaviour Research Methods*. 41(3), 719–730.
35. Gallagher, D., Heymsfield, S.B., Heo, M., Jebb, S.A., Murgatroyd, P.R. i Sakamoto, Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 694–701
36. Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., Bayati, M., Jeffreys I. (2013). Anthropometry of World-Class Elite Handball Players According to the Playing Position: Reports From Men's Handball World Championship 2013. *Journal of Human Kinetics*, 39:213 – 220.
37. Gorostiaga E.M, Granados C, Ibanez J, Gonzalez-Badillo J.J. i Izquierdo M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2006 38 (2): 357-366.
38. Gruss, K. (2011). The Shuttle Run - An Endurance Test for Handball Referees. 2nd EHF Scientific Conference, Vienna 2011.
39. Gündoğdu, C., Yücel, A.S., Küçük, V., Karataş, O. (2014). Researching of ranking handball referees' job satisfaction levels in terms of some parameters. *International Journal of Academic Research*. 4(1), 74-82.
40. Gutierrez, A.O. i Lopez, P.P.J. (2011). Discriminant analysis between winners and losers in the Asobal League 2008–2009. *European handbal federation Web Periodical* 2011.
41. Harley R.A., Tozer K. and Doust J.(1999). An Analysis of movement patterns and physiological strain in relation to optimal positioning of Association Football Referees. *Journal of Sport Science*, 17(10), 813-820.
42. Haugen, T.A., Tonnessen, E. i Seiler, S. (2016). Physical and physiological characteristics of male handball players: influence of playing position and competitive level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(1), 19–26.
43. Helsen, W.F., Bultynck, J.B. (2004). Physical and perceptual cognitive demands of top-class refereeing in association football. *Journal of Sports Sciences*. 22, 179-189.
44. International handball federation (2016). Rules of the game. [Internet], <raspoloživo na: [http://www.ihf.info/upload/pdf-download/rules\\_english.pdf](http://www.ihf.info/upload/pdf-download/rules_english.pdf)>, [pristupljeno 03. rujna 2016].
45. Jungebrand, C. (2006.). The importance of psychological strength in officiating. *Fiba Assist Magazine*, 30-33.

46. Karišik, S., Goranović, S., Valdevit, Z. (2011). Mogućnosti selekcije vrhunskih rukometaša u zavisnosti od antropometrijskih karakteristika. *Sport i zdravlje VI*. 1, 60-66.
47. Krüger, K., Pilat, C., Uckert, K., Frech, T., Mooren, F.C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28(1), 117-125.
48. Lategan, L. (2011). Physiological profiles of South African soccer referees and assistant referees. *African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance*. 17(4), 675-693.
49. Leicht, A. (2004). Cardiovascular stress on an elite basketball referee during national competition. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 1-2.
50. Leicht, A.S. (2007.). Aerobic power and anthropometric characteristics of elite basketball referees. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47 (1), 46-50.
51. Luis, V., Canelo, A., Morenas, J., Gómez-Valadés, J. i Gómez, J. (2015). Comportamiento visual de árbitros de fútbol en situaciones de fuera de juego / Referees' Visual Behaviour During Offside Situations In Football. *International Journal of medicine and science of physical activity and sport*. 58, 325-338
52. Maciejczyk, M., Więcek, M., Szymura, J., Szyguła, Z., Wiecha, S. and Cempla, J. (2014). The Influence of Increased Body Fat or Lean Body Mass on Aerobic Performance. *PLoS ONE*, 9 (4).
53. MacMahon, C., Helsen, W., Starks, J. i Weston, M. (2007). Decision-making skills and deliberate practice in elite association football referees. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 65-78.
54. Mallo, J., Frutos, P., Juárez, D. i Navarro, E. (2012). Effect of positioning on the accuracy of decision making of association football top-class referees and assistant referees during competitive matches. *Journal of Sports Sciences*. 30(13), 1437-1445.
55. Marta, C., Marinho, D., Barbosa, T., Carneiro, A., Izquierdo, M. and Marques, M. (2013). Effects of Body Fat and Dominant Somatotype on Explosive Strength and Aerobic Capacity Trainability in Prepubescent Children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (12), 3233-3244.
56. Marques M.C, Tillaar R, Vescovi J.D. i González-Badillo J.J. (2007) Relationship Between Throwing Velocity, Muscle Power, and Bar Velocity During Bench Press in Elite Handball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2: 414-422.

57. Mascarenhas, D., O'Hare, D. i Plessner, H. (2006). The psychological and performance demands of Association Football refereeing. *International Journal of Sport Psychology*, 37, 99–120
58. Massuça, L., Fragoso, I. i Teles, J. (2014). Attributes of Top Elite Team-Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 178-186.
59. Matković, A., Rupčić, T., Knjaz, D. (2014). Physiological load of referees during basketball games. *Kinesiology* 46(2), 258-265.
60. Matković, B. i Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Kineziološki fakultet Zagreb
61. Matković, B., Matković, B.R. i Ivanek, M. (1994). Morphological characteristics of female basketball players. *Biology of Sport*, 11(3), 181-186.
62. Mazaheri, R., Halabchi, F., Seif Barghi, T. i Mansournia, M. (2016). Cardiorespiratory Fitness and Body Composition of Soccer Referees; Do These Correlate With Proper Performance? *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(1).
63. Mirjamali, A., Ramzaninezhad, R., Rahmaninia, F. i Reihani, M. (2012). A study of Sources of Stress in International and National Referees. *World Journal of Sport Sciences*. 6(4), 347-354
64. Mišigoj-Duraković, M. (2008.). *Kinantropologija*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
65. Muratovic, A., Vujovic, D. i Hadzic, R. (2014). Comparative Study of Anthropometric Measurement and Body Composition between Elite Handball and Basketball Players. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 3(2), 19-22.
66. Nabli, M.A., Abdelkrim, N.B, Castagna, C., Jabri, I., Batikh, T., Chamari, T. (2016). Physical and physiological demands of U-19 basketball refereeing: Aerobic and anaerobic demands. *Physician and Sportsmedicine*, 44(2), 158-163.
67. Nazarudim, N.M., , Abdullah, M.R., Suppiah, P.K., Fauzee, M.S.O., Parnabas, V. i Abdullah, N.M. (2015). Decision making and performance of Malaysian rugby sevens referees. *Movement, Health & Exercise*, 4.
68. Nevill, A., Balmer, N. i Mark Williams, A. (2002). The influence of crowd noise and experience upon refereeing decisions in football. *Psychology of Sport and Exercise*, 3(4), 261-272.
69. O'Hara, J., Brightmore, A., Till, K., Mitchell, I., Cummings, S. i Cooke, C. (2013). *Evaluation of Movement and Physiological Demands of Rugby League Referees*

- Using Global Positioning Systems Tracking. *International Journal of Sports Medicine*. 34(09), 825-831.
70. Paes, M. i Fernandez, R. (2016). Evaluation of energy expenditure in forward and backward movements performed by soccer referees. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 49(5).
71. Philips, C, L. (1985). Sport group behavior and officials' perceptions. *International Journal of Sport Psychology*, 16, 1-11.
72. Pietraszewski, P., Maszczyk, A., Rocznio, R., Gołaś, A. i Stanula, A. (2014). Differentiation of Perceptual Processes in Elite and Assistant Soccer Referees. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117, 469-474.
73. Plessner, H. (2005). Positive and negative effects of prior knowledge on referee decisions in sports. U T. Betsch i S. Haberstroh (Ur.), *The routines of decision-making*, 311-324
74. Plessner, H. i Haar, T. (2006). Sports performance judgments from a social cognitive perspective. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 555–575.
75. Pokrajac, B. (2007). World Championship, Germany, 2007 - statistics and analyses. *European handball federation Web Periodical 2007*.
76. Povoas, S.C.A., Ascensao, A.A.M.R., Magalhaes, J., Seabra, A.F., Krusturp, P., Soares, J.M.C., i Rebelo, A.N.C. (2014). Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position. *Journal of Strength and Conditioning research*, 28 (2), 430-442.
77. Ramos-Campo, D., Martínez Sánchez, F., Esteban García, P., Rubio Arias, J., Borez Cerezal, A., Clemente-Suarez, V. i Jiménez Díaz, J. (2014). Body Composition Features in Different Playing Position of Professional Team Indoor Players: Basketball, Handball and Futsal. *International Journal of Morphology*, 32(4), 1316-1324.
78. Rebelo, A., Ascensão, A., Magalhães, J., Bischoff, R., Bendiksen, M. i Krusturp, P. (2011). Elite Futsal Refereeing: Activity Profile and Physiological Demands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 980-987.
79. Reilly, T. i Gregson, W. (2006). Special populations: The referee and assistant referee. *Journal of Sports Sciences*. 24(7), 795-801.
80. Riendeau, R.P., Welch, B.E., Crisp, C.E., Crowley, L.V., Griffin, P.E. i Brockett, J.E. (2013). Relationships of Body Fat to Motor Fitness Test Scores. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 29, 200-203.

81. Rogulj, Nenad; Papić, Vladan; Čavala, Marijana (2008). Kategorizacija sportskih aktivnosti u prostoru nekih morfoloških značajki. Zbornik radova 17. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske, Hrvatski kineziološki savez, Poreč 2008.
82. Rontoyannis, G.P., Stalikas, A., Sarros, G., Vlastaris, A. (1998). Medical, morphological and functional aspects of Greek football referees. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 38, 208—214.
83. Rupčić, T. (2010). Fiziološko opterećenje sudaca tijekom košarkaške utakmice. Doktorska disertacija, Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
84. Pearce, A.L., Woods, C.T., Sinclair, H.W. i Leicht, A.S. (2015). Impact of role on internal demands in officials during sub-elite Rugby League matches. *Journal of Australian Strength and Conditioning*. 23(6), 90-92.
85. Sachs, L. (2011). Heart rate training, exercise results can be improved with proper use of a heart rate monitor. *Fitness Journal*, 28-31.
86. Schneider D.A., Phillips, S.E. i Stoffolano, S. (1993). The simplified V-slope method of detecting gas exchange threshold. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 1180–1184.
87. Sevim Y i Bilge M. (2007). The comparison of the last Olympic, World and European Men Handball Championships and the current developments in World Handball. *Res Yearbook*, 13 (1), 70-76
88. Souchon, N., Coulomb-Cabagno, G., Traclet, A. and Rascle, O. (2004). Referees' Decision Making in Handball and Transgressive Behaviors: Influence of Stereotypes About Gender of Players?. *Sex Roles*, 51(7/8), pp.445-453.
89. Souchon, N., Cabagno, G., Traclet, A., Dosseville, F., Livingstone, A., Jones, M. and Maio, G. (2010) Referees' decision-making and player gender: The moderating role of the type of situation. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22, 1-16.
90. Sporiš, G., Vučetić, V., Milanović, L., Milanović, Z., Krespi, M. i Krakan, I. (2014). Anaerobic endurance capacity in elite soccer, handball and basketball players. *Kinesiology* 46, 52-58.
91. Srhoj, V., Marinović, M. i Rogulj, N. (2002). Position Specific Morphological Characteristics of Top-Level Male Handball Players. *Collegium Antropologicum*. 26, 219-227.
92. Šibila, M. i Pori, P. (2009). Position-Related Differences in Selected Morphological Body Characteristics of Top-Level Handball Players. *Collegium Antropologicum*. 4, 1079-1086.

93. Šentija, D., Vučetić, V. (2006): Estimation of anaerobic running capacity from a single ramp test. Zbornik radova : The 11th Annual Congress of the European college of sport science. Lausanne, 293-294.
94. Šentija, D., Vučetić, V. (2005). Sportskomedicinska funkcionalna dijagnostika. U: Čajavec R, Heimer S, Mišigoj Duraković M, Šentija D. Testiranja u medicini sporta (VII pogl.), U: Heimer S i sur (ur): Sportska medicina, 140-157.
95. Taborsky, F. (2011). Competitive loading in top team handball. European handball federation Web Periodical 2011.
96. Titlebaum, P.J., Haberlin, N. i Titlebaum, G. (2009) Recruitment and retention of sports officials. *Recreational Sports Journal*. 33, 102-108.
97. Tablice indeksa tjelesne mase (2016). [Internet], <raspoloživo na: <http://tabletezamrsavljenje.com/indeks-tjelesne-mase-3d-bmi-kalkulator/>
98. Teixeira, V., Gonçalves, L., Meneses, T. i Moreira, P. (2014). Nutritional intake of elite football referees. *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1279-1285.
99. Tsorbazoudis, H. i Kaissidis-Rodafinos, A. (2005). Sources of stress among Greek team handball referees: Construction and validation of the handball officials' sources of stress survey. *Perceptual and Motor Skills*, 100(3), 821-830.
100. Unkelbach, C. i Memmert, D. (2010). Crowd Noise as a Cue in Referee Decisions Contributes to the Home Advantage. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 32(4), pp.483-498.
101. Uzunkara M.K. (2007). Ankara Bölgesi Basketbol Hakemlerinin Sosyo - Ekonomik Yapılarının İncelenmesi ve Hakemliği Seçme Nedenleri Üzerine Bir Araştırma, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 18.
102. Vaara, J., Kyröläinen, H., Niemi, J., Ohrankämnen, O., Häkkinen, A., Kocay, S. and Häkkinen, K. (2012). Associations of Maximal Strength and Muscular Endurance Test Scores with Cardiorespiratory Fitness and Body Composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26 (8), 2078-2086.
103. Valdevit, Z., Ilić, D., Vesković, A., Suzović, D. (2011). The psychological features of team handball referees. *Research in Kinesiology* 39, 61-66.
104. Vaquera, A., Santos, S., Villa, J., Morante, J. i García-Tormo, V. (2015). Anthropometric Characteristics of Spanish Professional Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 46(1).



105. Vučetić, V. (2007). Razlike u pokazateljima energetske kapaciteta trkača dobivenih različitim protokolima opterećenja. Doktorska disertacija, Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
106. Walsh, S.D. i Davis, J.A. (1990.). Noninvasive lactate threshold detection using the modified V-Slope method with non-breath-by-breath data. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22 (2), 56
107. Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., i Breivik, S. (2010). Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 13, 96-100.
108. Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F., Rampinini, E. i Abt, G. (2007). Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 390-397.
109. Yang, Z., Zhang, S. i Chen, R. (2006). Analysis on the present situations of men basketball teams by the final of the 10. national games of China. *Journal of Nanjing Institute of Physical Education*, 02

## 9. PRILOZI

### SUDAC 1 – IZVJEŠTAJ Izradio: Ivan Belčić, mag.cin.

<b>Datum rođenja</b>	XX.XX.197X.
<b>Staž</b>	15 godina
<b>Visina</b>	184,7 cm
<b>Masa</b>	86,5 kg
<b>Maksimalna frekvencija srca</b>	187
<b>Minimalna frekvencija srca</b>	65
<b>Kompozicija tijela</b>	17,76 % masti
<b>Relativni maksimalni primitak kisika</b>	45,54 ml/kg/min
<b>Maksimalni primitak kisika</b>	3940 ml

**Kompozicija tijela** (određena mjerenjem kožnih nabora) ukazuje na 17,76 % masti u tijelu što je vrlo dobra količina tjelesnih masti u tijelu kod normalne populacije u odnosu na životnu dob ispitanika. Kod populacije sportaša, odnosno rukometnih sudaca SUDAC 1 ima optimalnu količinu potkožnog masnog tkiva. Potrebno je ustrajati na održavanju ili poboljšanju postojećeg postotka masnog tkiva, odnosno količine tjelesnih masti u tijelu.

Normativne vrijednosti postotka potkožnog masnog tkiva

<b>Postotak tjelesne masti</b>	<b>Normalna populacija (količina tjelesne masti)</b>
9 – 15 %	Sportska građa tijela (niska razina tjelesnih masti)
<b>16 – 19 %</b>	<b>Vrlo dobra</b>
20 – 23 %	Optimalna
23 – 26 %	Prekomjerna
>26 %	Gojaznost (adipozitet)

<b>Postotak tjelesne masti</b>	<b>Rukometni suci (količina tjelesne masti)</b>
8 – 13 %	Vrhunsko stanje (niska razina tjelesnih masti)
14 – 16 %	Vrlo dobra
<b>17 – 19 %</b>	<b>Optimalna</b>
20 – 22 %	Prekomjerna
23 – 25 %	Iznimno prekomjerna
>25 %	Gojaznost (adipozitet)

Prema spiroergometrijskim pokazateljima mogu se odrediti **zone frekvencije srca**:

<b>Zone intenziteta</b>	<b>Frekvencije srca</b>
Regeneracijska zona	65 – 113
Zona ekstenzivnog aerobnog treninga	114 – 137
Zona intenzivnog aerobnog treninga	138 – 157
Zona anaerobnog praga	158 – 164
Zona maksimalnog primitka kisika	> 164

**Aerobni kapacitet** (Relativni  $VO_2\max = 45,54$  ml/kg/min, postignut pri brzini od 15 km/h), utvrđen direktnim mjerenjem primitka kisika progresivnim kontinuiranim testom na pokretnom sagu (sistem Quark b<sup>2</sup>, COSMED) ukazuje na vrlo dobar rezultat kod normalne populacije, dok je kod populacije sportaša gdje pripadaju rukometni suci postignuti rezultat prosječan. Preporučuje se provoditi programirani trening za održavanje postojećih aerobnih kapaciteta ili raditi na podizanju programiranim treningom (s obzirom na kvalitetu i status suca – međunarodni sudac).

Normativna tablica  $VO_2\max$  kod normalne populacije

Vrednovanje rezultata relativni $VO_2\max$	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65+
Odlično	> 60	> 56	> 51	> 45	> 41	> 37
<b>Vrlo dobro</b>	52-60	49-56	<u>43-51</u>	39-45	36-41	33-37
Iznadprosječno	47-51	43-48	39-42	36-38	32-35	29-32
Prosječno	42-46	40-42	35-38	32-35	30-31	26-28
Ispodprosječno	37-41	35-39	31-34	29-31	26-29	22-25
Loše	30-36	30-34	26-30	25-28	22-25	20-21
Iznimno loše	< 30	< 30	< 26	< 25	< 22	< 20

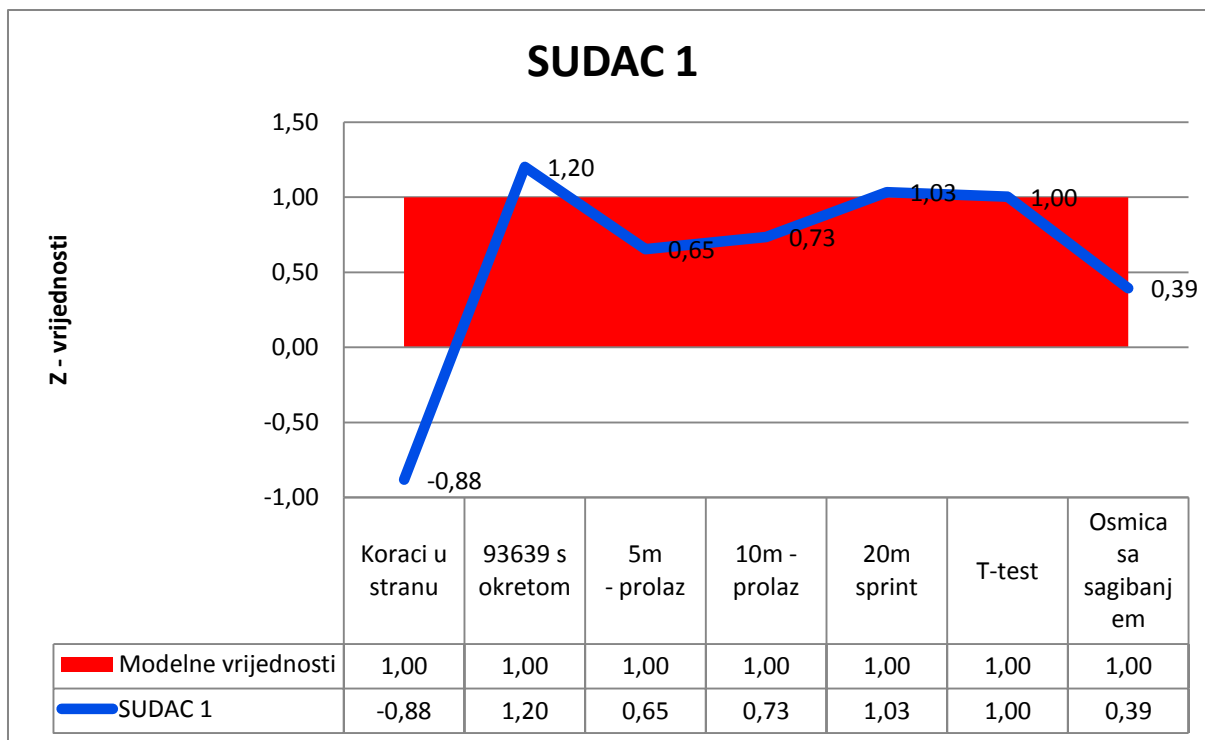
Normativna tablica  $VO_2\max$  kod populacije sportaša

Vrednovanje rezultata relativni $VO_2\max$	20-29	30-39	40-49	50-59	60-65
Vrhunski sportaši (olimpijci)	70 +	65 +	61 +	56 +	50 +
Kvalitetni sportaši (odlično)	63 – 69	58 – 64	54 – 60	49 – 55	45 – 49
Vrlo dobro	57 – 62	52 – 57	48 – 53	44 – 48	40 – 44
Iznadprosječno	52 – 56	48 – 51	44 – 47	40 – 43	36 – 39
<b>Prosječno</b>	44 – 51	<u>40 – 47</u>	36 – 43	32 – 39	27 – 35
Ispodprosječno	39 – 43	35 – 39	31 – 35	26 – 31	22 – 26
Loše	< 38	< 34	< 30	< 25	< 21

## ANALIZA TESTIRANIH MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI

Rezultati postignuti na testiranjima u određenim motoričkim testovima:

SUDAC 1 – rukometni sudac		Broj mjerenja		
Ime testa	ID Testa	1.	2.	3.
Koraci u stranu	MAGKUS	8,80	8,97	8,69
93639 - s okretom za 180	MAG9OK	8,39	7,49	7,64
Prolaz na 5 m pri trčanju na 20 m	MES05m	1,52	1,38	1,49
Prolaz na 10 m pri trčanju na 20 m	MES10m	2,30	2,16	2,26
Trčanje na 20 m	MES20m	3,73	3,52	3,64
T-test	TTEST	9,13	8,66	8,44
Osmica sa sagibanjem	MASOSM	21,06	19,06	18,06



Temeljem postignutih rezultata u motoričkim testovima dijagnosticirane su razine treniranosti u praćenim motoričkim sposobnostima u odnosu na populaciju vrhunskih rukometnih sudaca, odnosno znanstveno istraženih modelnih vrijednosti\* vrhunskih rukometnih sudaca.

#### MOTORIČKI TESTOVI:

- Koraci u stranu – test bočne agilnosti (dokoračno kretanje) – **VRLO DOBAR**
- 93639 s okretom za 180 – test koordinacije i agilnosti (okret oko osi tijela za 180) – **ODLIČAN**
- Prolaz na 5 m – startna reakcija i brzina – **VRLO DOBAR**
- Prolaz na 10 m – startna brzina – **VRLO DOBAR**
- Trčanje na 20 m – brzina kretanja u sprintu – **ODLIČAN**
- T-test – test koordinacije i agilnosti – **ODLIČAN**
- Osmica sa sagibanjem – test koordinacije i agilnosti – **VRLO DOBAR**

\*Standardizirani oblik (z-vrijednosti) rezultata analiziranih testova interpretiranog motoričkog prostora prikazani su u prilogu tabličnim i grafičkim oblikom. Model vrhunskog rukometnog suca proizlazi iz rezultata u motoričkim testovima 4 najbolja suca u odabranoj kategoriji.

<b>PLAN TRENINGA - Pripremni period</b>			
<b>Dani u tjednu</b>	<b>Naziv trenažnog operatora</b>	<b>Ekstenzitet</b>	<b>Intenzitet</b>
<b>Ponedjeljak</b>	Trčanje	45 minuta ili 25 + 20 minuta	60 – 70 % FS max
<b>Utorak</b>	<b>ODMOR ili aktivni odmor</b>		
<b>Srijeda</b>	Zagrijavanje uz postepeno dizanje intenziteta (trčanje srednjeg intenziteta, škola trčanja (niski skip, visoki skip, bočno kretanje, zabacivanje potkoljenica, izbacivanje potkoljenica, zanoženje, prednoženje, ...)	10 minuta	Srednji
	Istezanje (dinamičko)	5 minuta	
	30 metara sprint	12 – 15 ponavljanja	Maksimalan
	20 metara sprint	10 - 14 ponavljanja	Maksimalan
	10 metara sprint	10 – 13 ponavljanja	Maksimalan
	5 metara sprint	8 – 12 ponavljanja	Maksimalan
	Odmor između serija sprintova je hodanje na početno mjesto sprinta		
	Hlađenje (cool down) s istezanjem (statičkim)	10 minuta	
<b>Četvrtak</b>	<b>ODMOR ili aktivni odmor</b>		
<b>Petak</b>	Trčanje	45 minuta ili 25 + 20 minuta	60 – 70 % FS max
<b>Petak</b>	<b>ODMOR ili aktivni odmor</b>		
<b>Subota</b>	Trčanje	45 minuta ili 25 + 20 minuta	60 – 70 % FS max
<b>Nedjelja</b>	<b>ODMOR ili aktivni odmor</b>		
<b>Ponedjeljak</b>	Trčanje	50 minuta ili 2 x 25 minuta	60 – 70 % FS max
<b>Utorak</b>	<b>ODMOR ili aktivni odmor</b>		
<b>Srijeda</b>	Zagrijavanje uz postepeno dizanje intenziteta (trčanje srednjeg intenziteta, škola trčanja (niski skip, visoki skip, bočno kretanje, zabacivanje potkoljenica, izbacivanje potkoljenica, zanoženje, prednoženje, ...)	10 minuta	Srednji
	Istezanje (dinamičko)	5 minuta	
	50 metara sprint	2 – 4 ponavljanja	Maksimalan
	40 metara sprint	4 – 6 ponavljanja	Maksimalan
	30 metara sprint	5 – 8 ponavljanja	Maksimalan
	20 metara sprint	8 – 12 ponavljanja	Maksimalan
	10 metara sprint	10 – 14 ponavljanja	Maksimalan
Odmor između serija sprintova je hodanje na početno mjesto sprinta			
	Hlađenje (cool down) s istezanjem (statičkim)	10 minuta	
<b>Četvrtak</b>	<b>ODMOR ili aktivni odmor</b>		
<b>Petak</b>	Trčanje	50 minuta ili 2 x 25 minuta	60 – 70 % FS max
<b>Petak</b>	<b>ODMOR ili aktivni odmor</b>		
<b>Subota</b>	Trčanje	50 minuta ili 2 x 25 minuta	60 – 70 % FS max
<b>Nedjelja</b>	<b>ODMOR ili aktivni odmor</b>		

<b>PLAN TRENINGA – Natjecateljski period</b>			
<b>Dani u tjednu</b>	<b>Naziv trenažnog operatora</b>	<b>Ekstenzitet</b>	<b>Intenzitet</b>
<b>Ponedjeljak</b>	Zagrijavanje uz postepeno dizanje intenziteta (trčanje srednjeg intenziteta, škola trčanja (niski skip, visoki skip, bočno kretanje, zbacivanje potkoljenica, izbacivanje potkoljenica, zanoženje, prednoženje, ...)	10 minuta	Srednji
	Istezanje (dinamičko)	5 minuta	
	30 metara sprint	15 ponavljanja	Maksimalan
	20 metara sprint	14 ponavljanja	Maksimalan
	10 metara sprint	13 ponavljanja	Maksimalan
	5 metara sprint	12 ponavljanja	Maksimalan
	Odmor između serija sprintova je hodanje na početno mjesto sprinta		
	Hlađenje (cool down) s istezanjem (statičkim)	10 minuta	
<b>ODMOR (aktivni) – trening snage po izboru (proizvoljno)</b>			
<b>Utorak</b>	Zagrijavanje na traci za trčanje ili bicikl ergometru i dinamičko istezanje	15 minuta	Srednji
	Bench press ravni Razvlačenje bučicama na kosoj klupi Opružanje s čela Opružanje na lat mašini Čučanj (prednji / stražnji) Iskoraci Potisak bučicama iznad glave	15 – 12 ponavljanja  u  4 serije	55 – 65 %
	Hlađenje (cool down) s istezanjem (statičkim)	10 minuta	
<b>Srijeda</b>	Trčanje	50 minuta ili 2 x 25 minuta	60 – 70 % FS max
<b>Četvrtak</b>	Zagrijavanje uz postepeno dizanje intenziteta (trčanje srednjeg intenziteta, škola trčanja (niski skip, visoki skip, bočno kretanje, zbacivanje potkoljenica, izbacivanje potkoljenica, zanoženje, prednoženje, ...)	15 minuta	
	Istezanje (dinamičko)	5 minuta	Maksimalan
	50 metara sprint	4 ponavljanja	Maksimalan
	40 metara sprint	6 ponavljanja	Maksimalan
	30 metara sprint	8 ponavljanja	Maksimalan
	20 metara sprint	12 ponavljanja	Maksimalan
	10 metara sprint	14 ponavljanja	Maksimalan
Odmor između serija sprintova je potpun (minimalno 3 minute)			
	Hlađenje (cool down) s istezanjem (statičkim)	10 minuta	
<b>ODMOR (aktivni) – trening snage po izboru (proizvoljno)</b>			
<b>Petak</b>	Zagrijavanje na traci za trčanje ili bicikl ergometru i dinamičko istezanje	15 minuta	Srednji
	Zgibovi – maksimum ili s utezima Veslanje na trenažeru Pregib s bučicama Pregib sa šipkom na Scottovoj klupi Podizanje na trenažeru (listovi) Veslanje stojeći Ruski twist s vanjskim opeterećenjem (5kg)	15 – 12 ponavljanja  u  4 serije	55 – 65 %
	Hlađenje (cool down) s istezanjem (statičkim)	10 minuta	
<b>Subota</b>	<b>UTAKMICA</b>		
<b>Nedjelja</b>	<b>ODMOR</b>		

<b>PLAN TRENINGA – Natjecateljski period s 2 utakmice tjedno (EHF i IHF suci)</b>			
<b>Dani u tjednu</b>	<b>Naziv trenaznog operatora</b>	<b>Ekstenzitet</b>	<b>Intenzitet</b>
<b>Ponedjeljak</b>	Zagrijavanje uz postepeno dizanje intenziteta (trčanje srednjeg intenziteta, škola trčanja (niski skip, visoki skip, bočno kretanje, zabacivanje potkoljenica, izbacivanje potkoljenica, zanoženje, prednoženje, ...)	10 minuta	Srednji
	Istezanje (dinamičko)	5 minuta	
	30 metara sprint	10 ponavljanja	Maksimalan
	20 metara sprint	8 ponavljanja	Maksimalan
	10 metara sprint	8 ponavljanja	Maksimalan
	5 metara sprint	6 ponavljanja	Maksimalan
	Odmor između serija sprintova je hodanje na početno mjesto sprinta		
	Hlađenje (cool down) s istezanjem (statičkim)	10 minuta	
<b>Utorak</b>	Trčanje	40 minuta ili 2 x 20 minuta	60 – 70 % FS max
<b>Srijeda</b>	<b>UTAKMICA</b>		
<b>Četvrtak</b>	Zagrijavanje uz postepeno dizanje intenziteta (trčanje srednjeg intenziteta, škola trčanja (niski skip, visoki skip, bočno kretanje, zabacivanje potkoljenica, izbacivanje potkoljenica, zanoženje, prednoženje, ...)	10 minuta	Srednji
	Trčanje (fartlek)	3 minute	75 – 85 % FS max
	Trčanje (fartlek)	1 minuta	40 – 50% FS max
	Trčanje (fartlek) provoditi u 3 serije (3 minute 75-85%, 1 minuta 40-50%, 3 minute 75-85%, 1 minuta 40-50%, ...)		
		Hlađenje (cool down) s istezanjem (statičkim)	10 minuta
<b>Petak</b>	ODMOR (aktivni)		
<b>Subota</b>	<b>UTAKMICA</b>		
<b>Nedjelja</b>	ODMOR		

## 10. ŽIVOTOPIS

Ivan Belčić je rođen 24. siječnja 1987. godine u Čakovcu. Završio je prirodoslovno-matematičku gimnaziju u Čakovcu, a nakon srednjoškolskog obrazovanja u rujnu 2006. godine upisuje Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Prije i tijekom studija kategoriziran je u rukometu kao vrhunski sportaš Hrvatskog olimpijskog odbora. Tijekom studija predstavljao je fakultet na sveučilišnim natjecanjima u rukometu i vaterpolu. Akademski naziv magistra kineziologije usmjerenja kondicijske pripreme sportaša stekao je 28. listopada 2011. godine obranom eksperimentalne diplomske radnje nakon integriranog preddiplomskog i diplomskog sveučilišnog studija kineziologije u trajanju od pet godina. Sudionik je većeg broja znanstvenih konferencija i stručnih seminara, a na 6. međunarodnoj konferenciji Kinesiology 2011. održao je usmenu prezentaciju znanstvenog A1 rada kao prvi autor na engleskom jeziku. Od studenog 2012. godine polaznik je poslijediplomskog doktorskog studija kineziologije na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Kao kondicijski i osobni trener radio je s mnogim rekreativcima, mlađim perspektivnim sportašima, kao i vrhunskim sportašima i reprezentativcima u više sportova. Trenutno surađuje sa švicarskom sportskom agencijom na najznačajnijim sportskim natjecanjima u Europi i Svijetu na poziciji statističkog eksperta i supervizora kao samostalni ugovorni suradnik.

Objavljeni znanstveni radovi:

1. **Belčić, I.**, Marošević, A., Gruić, I. (2011). Unilateralna opterećenja u rukometu – razlike u pokazateljima motoričke izvedbe dominantne i nedominantne strane tijela – 20. Ljetna škola kineziologa Hrvatske
2. Marošević, A., **Belčić, I.** (2011). Attitude scale towards alcohol in sport – 6th FIEP European congress
3. Marošević, A., **Belčić, I.** (2011). Skala stavova prema alkoholu u sportu s obzirom na spol - Sportska rekreacija u funkciji unapređenja zdravlja
4. **Belčić, I.**, Marošević, A., Rodić, S. (2011). Effects of unilateral handball training in comparison with effects in sports with dominant bilateral loads in training – 6th International scientific conference on Kinesiology
5. **Belčić, I.**, Sporiš, G. (2012). Differences between parameters of situational efficiency according to level of competition in croatian handball leagues (case study) – Acta Kinesiologica 6