

# INTERNA I EKSTERNA VALIDNOST MERENJA OBIMA KRETANJA VRHUNSKIH FUDBALERA TOKOM UTAKMICE MERENA PRIMENOM SOFTVERSKOG SISTEMA TRACKING MOTION BIOIRC

DOI 10.7251/SIZ2001059R  
ISSN 1840-152X  
UDK 796.012:796.332  
<http://sportizdravlje.rs.ba/>  
<https://doisrpska.nub.rs/index.php/SZ>

<sup>1,3</sup>Radivoje Radaković,  
<sup>2</sup>Milivoj Dopsaj,  
<sup>1</sup>Nenad Filipović

<sup>1</sup> Istraživačko razvojni centar za bioinženjering, BioIRC Kragujevac,  
<sup>2</sup> Fakultet Sporta i Fizičkog Vaspitanja, Univerzitet u Beogradu,  
<sup>3</sup> FK Crvena Zvezda, Ljutice Bogdana 1, 11000 Beograd

## ORIGINALNI NAUČNI ČLANAK

**Apstrakt:** Cilj ove studije je određivanje interne i eksterne validnosti merenja obima kretanja vrhunskih igrača tokom utakmice merenog korišćenjem Software System Tracking Motion BIOIRC. Istraživanje je realizovano na uzorku od 63 igrača, koji su snimani tokom 11 zvaničnih utakmica iz sledećih klubova ili reprezentacija: FK Crvena Zvezda, Beograd; FK Radnički 1923, Kragujevac; FK Partizan, Beograd; FC Bordoaux, Bordoaux; seniorske reprezentacije Srbije i Nacionalnog tima Belgije. U varijablama su date procene varijabilnosti kretanja vrhunskih igrača tokom utakmice praćene softverskim sistemom Tracking motion (BioIRC, Kragujevac, Serbia). Parametri strukture kretanja su analizirani deskriptivnom statističkom metodom, a reliabilnost praćenih varijabli je ispitivana primenom linearne regresione analize. Na osnovu dobijenih rezultata kretanja igrača tokom analiziranih utakmica, može se zaključiti da je interna i eksterna validnost obima kretanja igrača tokom prvog i drugog poluvremena utakmice, kako na nivou celog tima, tako i po linijama tima veoma visoka.

**Ključne riječi:** validnost, merenje, obim kretanja, utakmica, vrhunski fudbaleri

## 1. Uvod

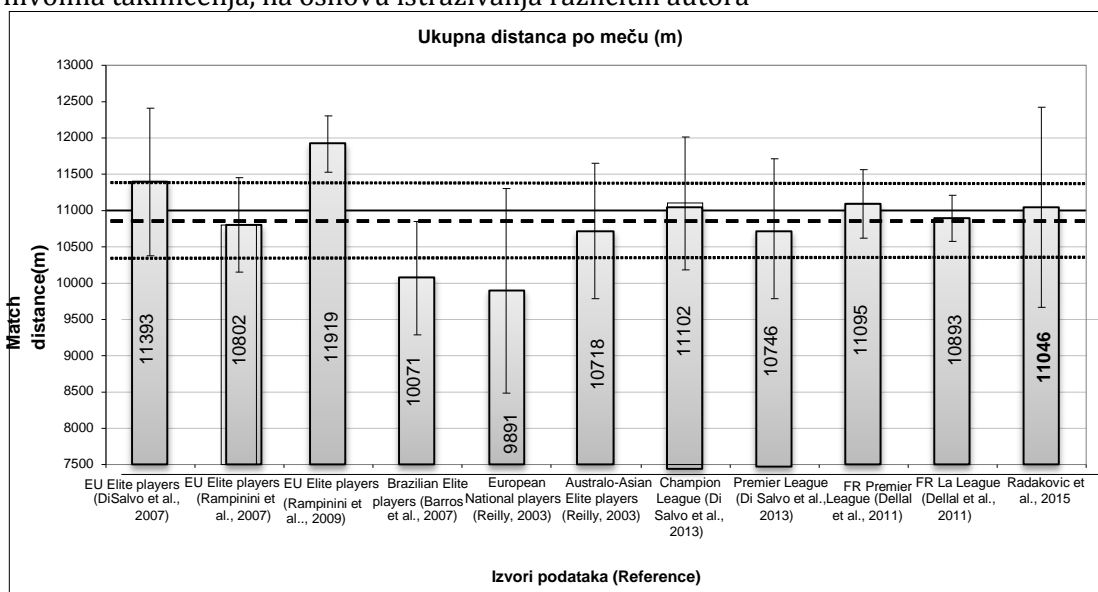
U vrhunskom fudbalu, Tracking motion praćenje i analiza podataka o kretanju igrača tokom meča postali su važno dijagnostičko-analitičko sredstvo za analizu i razumevanje funkcionalnosti i situacione efikasnosti igrača. Informacije, koje nam omogućavaju, izuzetno su popularne i primenljive, kako u dijagnostici i analitici, kao nezaobilaznim segmentima sportske nauke, tako i u sprovođenju svakodnevnog trenažnog procesa i takmičenju sportista. Značaj primene ovih istraživanja u trenažnoj i analitičkoj praksi, izaziva posebnu pažnju, odnosno preduzet je niz naučno-istraživačkih postupaka da se pokrene novi pravac uticaja, sa ciljem unapređenja efektivnosti i egzaktnosti trenažnih alata i metoda (postulata). Softversko praćenje i analiza kretanja su veoma značajno sredstvo za određivanje metaboličkih profila trenažnih stimulusa, u mikro i makro periodizaciji trenažnog

procesa. Sa tim u vezi napravljen je poseban softver, za praćenje i analizu kretanja. Široki spektar informacija, dobijenih korišćenjem ovakvih analitičkih sistema ukazuje i na kvalitet i kvantitet takmičenja, obrađujući strukturu pojedinačnih utakmica na egzaktan način, što često nije u korelaciji sa spekulativnim i hipotetskim predstavama o navedenim parametrima.

Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja sprovedenih u ovoj oblasti vrhunski igrači fudbala tokom utakmice prosečno prelaze od 11.1 do 13.5 kilometara, u zavisnosti od pozicija u timu. Struktura kretanja je prema intenzitetima klasifikovana na kretanje niskim intenzitetom, umerenim intenzitetom, visokointenzivno trčanje i submaksimalno i maksimalno trčanje (sprint), (Railly 2000; Bangsbo 2003).

Praćenje kretanja softverskim sistemom BIOIRC u velikoj meri dalo je rezultate koji su u skladu sa rezultatima praćenja kretanja igrača iz najboljih evropskih liga i Lige Šampiona.

**Tabela 1.** Prikaz prosečnih vrednosti kretanja igrača tokom meča na različitim nivoima takmičenja, na osnovu istraživanja različitih autora



Cilj ove studije je određivanje interne i eksterne validnosti merenja obima kretanja vrhunskih igrača tokom utakmice, merenog korišćenjem Software System-a Tracking Motion BIOIRC.

Dobijeni podaci ukazuju na metodološki pristup, pri merenju strukture kretanja vrhunskih igrača softverskom metodom praćenja kretanja.

## 2. Metod

Istraživanje je realizovano na uzorku od 63 igrača, koji su snimani tokom 11 zvaničnih utakmica iz sledećih klubova, ili reprezentacija: FK Crvena Zvezda, Beograd; FK Radnički 1923, Kragujevac; FK Partizan, Beograd; FC Bordoaux, Bordoaux; seniorske reprezentacije Srbije i Nacionalnog tima Belgije.

Posmatrane utakmice su igrane kao kvalifikacioni mečevi UEFA Lige: Crvena Zvezda – Omonia i Crvena Zvezda - Bordoaux u sezoni 2012/13; polufinalni mečevi kupa Srbije u sezoni 2011/12; Crvena Zvezda-Partizan i Partizan-Crvena Zvezda; kvalifikacioni meč za World Cup Brazil 2014: Srbija-Belgija; i mečevi Premier Lige Srbije u sezoni 2014 / 15. Struktura igrača je bila: 19 igrača iz odbrambene linije, 23 igrača iz vezne linije i 21 igrač iz napada. Igrači su selektirani za analizu slučajnim izborom, uz uslov da su u potpunosti tj. svih 90+ minuta bili u igri. U varijablama su date procene varijabilnosti kretanja vrhunskih igrača tokom utakmice praćene softverskim sistemom Tracking motion (BioIRC, Kragujevac, Serbia):

Varijable analizirane u prvom poluvremenu utakmice:

- Ekipno I poluvreme, kretanje svih igrača ekipe tokom prvog poluvremena
- Odbrana I poluvreme, kretanje igrača odbrane tokom prvog poluvremena
- Sredina I poluvreme, kretanje igrača sredine tokom prvog poluvremena
- Napad I poluvreme, kretanje igrača napada tokom prvog poluvremena

Varijable analizirane u drugom poluvremenu utakmice:

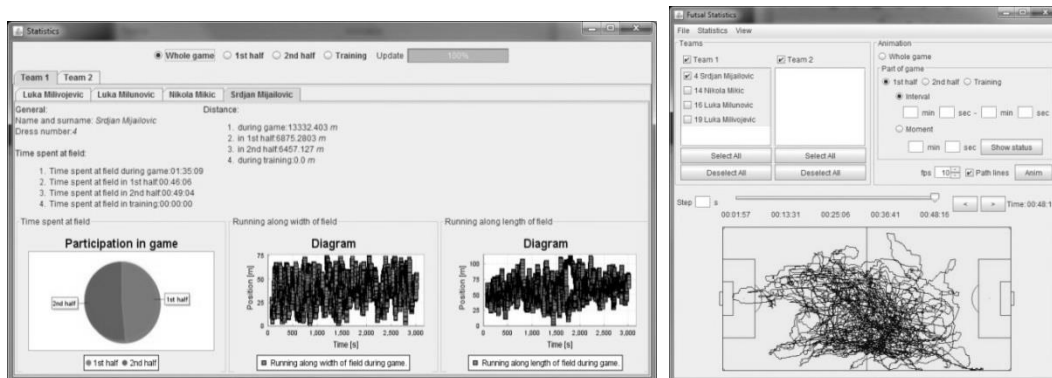
- Ekipno II poluvreme, kretanje svih igrača ekipe tokom drugog poluvremena
- Odbrana II poluvreme, kretanje igrača odbrane tokom drugog poluvremena
- Sredina II poluvreme, kretanje igrača sredine tokom drugog poluvremena
- Napad II poluvreme, kretanje igrača napada tokom drugog poluvremena

### **Performanse softverskog sistema za analizu kretanja**

Snimanje utakmica sistemom BioIRC Tracking Motion, vršeno je dvema identičnim video kamerama Sony NEX-VG10, u full-HD rezoluciji, i jednom kontrolnom kamerom sa high speed performansama. Algoritamski deo softvera za obradu video snimaka, tj. za praćenje kretanja igrača, zasnivao se na utvrđivanju mere sličnosti statističke distribucije boje objekata. Video snimci utakmice, obrađivani su u više faza. Za potrebe analize video fajlova, video snimci su komprimovani XVID kodekom u MOV format, sa frekvencijom osvežavanja od 30 slika u sekundi. Algoritamski deo softvera, za praćenje kretanja igrača, odnosno za obradu video snimaka baziran je na utvrđivanju mere sličnosti statističke distribucije boje objekata.

Sušтина je u tome da softver za analizu, prati kretanje igrača na celoj površini terena, naizmenično analizirajući snimke obe polovine terena, u zavisnosti od trenutne aktivnosti igrača. Brzina analize na računaru Intel(R) Core2Duo E6750@2.66GHz, 2GB RAM, Win7 32bit, iznosi ~4 frejma u sekundi.

Analiza praćenja kretanja podrazumeva različite vrste merenja, a ne samo deskripciju, ili isticanje posebnih postupaka. koji moraju da se preduzimaju za postizanje datog cilja. Metode korišćene u ovom istraživanju, mogu se grubo klasifikovati kao visoke tehnologije bazirane na hardverskom sistemu i na osnovu algoritma. Predstavljaju veoma korisno sredstvo u sportskoj analitici i dijagnostici, kao i planiranju, programiranju treninga i izboru i kreiranju novih trenažnih metoda u profesionalnom i vrhunskom sportu.



**Slika 1.** Aplikacija za prikaz i statističku analizu kretanja igrača: a) učešće u ukupnom kretanju tokom meča i numerički prikaz b) vizuelizacija kretanja igrača i mogućnosti softvera.

Performanse i mogućnosti softvera podrazumevaju individualno, linijsko, ili timsko praćenje igrača u bilo kom momentu meča, što omogućava da treneri u svakom trenutku utakmice imaju informacije u realnom vremenu, o poziciji i načinu kretanja sopstvenih, ili protivničkih igrača. Ovakav način analize omogućava sagledavanje pozitivnih i negativnih odgovora na zahteve igre, taktičkih zamisli, ili individualnih akcija igrača na terenu, što je pre bilo nemoguće. Takođe je veliki značaj vizuelnih efekata u prikazima samim akterima na terenu, u smislu analize i korekcija konkretnih detalja vezanih za određene kretnje. Progresija softvera i hardvera omogućava korišćenje video snimanja, u realnom vremenu, transformacije, kao i softvera za filtriranje koji, istovremeno prikazuju snimak i 2 D prikaze i sheme analize utakmice. Svi rezultati su dinamički sinhronizovani u realnom vremenu, tako da ih istraživač, trener, sportista mogu efikasno koristiti, kao bazu i proceniti motoričke i funkcionalne performanse svojih igrača i njihovu refleksiju na efikasnost u situacionim uslovima. Metod softverskog praćenja kretanja igrača tokom fudbalske utakmice pruža mogućnost egzaktnog uvida u strukturu kretanja igrača, i sagledavanje situacija na

terenu, nudeći sportskim ekspertima i trenerima velike mogućnosti za korekcije i analizu. Istovremeno se mogu napraviti brojne opservacije, perspektive i predikcije pod različitim situacionim uslovima a zatim izvršiti neophodna prilagođavanja trenažnih stimulusa za razvoj datih sposobnosti prema metaboličkim profilima kretanja. Rezultati merenja su dati za opšte parametre, nakon sticanja eksperimentalnih rezultata, korišćenjem obrade slika i video softvera za analizu i pripremu numeričkih proračuna, što je samo deo mogućnosti softvera.

Osnovni cilj ove studije bio je stvaranje apsolutnog uvida u strukturu, obim i intenzitet kretanja igrača na individualnom i integralnom nivou. Softver poseduje mogućnost prikaza podataka u formi grafikona i numeričkih prikaza iskazanih u metrima, ili procentima od ukupnog kretanja u funkciji vremena (slika 1). Podešen je takođe da vrši i 2 D prikaz kretnji u bilo kom trenutku utakmice, paralelno sa praćenjem snimka meča, a ono što je najvažnije, program omogućava nebrojeni niz operacija i analiza u bilo kom vremenskom intervalu, na individualnom, grupnom, ili integralnom nivou, za jednu, ili obe ekipe istovremeno. Iz navedenog proizilazi konstatacija da treneri i sportski eksperti mogu ovim softverom pratiti kretanje svojih, ili protivničkih igrača u svakom trenutku i na bilo kom delu terena. Ovakav nivo sofisticiranosti BIOIRC tracking motion softverskog programa nudi ogromne mogućnosti, u smislu analize i pokaza kretanja, pozicija igrača u datom trenutku, te kao takva može biti i sredstvo taktičke analize, a ne samo analize funkcionalnog efektivizma igrača tokom utakmice.

### **Metode statističke obrade podataka**

Parametri strukture kretanja su analizirani deskriptivnom statističkom metodom, gde su izračunate: prosečne vrednosti (Mean), standardna devijacija (SD), koeficijent varijacije (cV%), standardna greška merenja izražena u apsolutnim (Std. Error. Aps.) i relativnim (Std. Error. Rel.) vrednostima, minimalna (Min) i maksimalna (Max) vrednost izmerenih varijabli. Reliabilnost praćenih varijabli je ispitivana primenom linearne regresione analize, primenom metode za definisanje interklasne korelacija podataka (ICC and Cronbach's Alpha), dok je razlika između parova varijabli utvrđena primenom univarijantne analize varijanse (ANOVA). Sve analize su realizovane pomoću softverkog paketa SPPSS 19.0, a kriterijum verovatnoće razlika, ili korelacija je bio na nivou  $p = 0.05$ .

### **3. Rezultati i diskusija**

Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli kretanja igrača u prvom i drugom poluvremenu, na nivou celog tima, prikazani su u tabeli 1. Može se tvrditi da su sve izmerene varijable, u odnosu na rezultate celokupnog uzorka igrača, veoma pouzdane, jer koeficijent varijacije ne prelazi vrednost od 15.81 % (Tabela 1, Odbrana II poluvreme) pa sve do samo 2.33 % varijacije (Napadači II poluvreme). U odnosu na relativnu vrednost standardne greške merenja, kao mere greške merenja

metode, može se tvrditi da se ona nalazi u rasponu od 0.94 % za Napadače u II poluvremenu do 5.00 % za Odbrambene igrače u II poluvremenu. Drugim rečima, u odnosu na prosek svih greški merenja praćenih varijabli po pozicijama, ona se nalazi na nivou od 2.24 % (Tabela 1).

**Tabela 1.** Bazična deskriptivna statistika merenih varijabli

	Mean (m)	SD (m)	cV%	Std. Error. Aps. (m)	Std. Error. Rel. (%)	Min (m)	Max (m)
Ukupan uzorak igrača (N = 51)							
I poluvreme	5507.77	704.52		98.65		3548.57	6875.28
II poluvreme	5538.5	718.20		100.57		3762.32	6808.21
Cela igra	11046.27	1422.72		199.22		7310.89	13683.49
Odbrana (N = 18)							
I poluvreme	5095.04	683.76				4041.5	6049.23
II poluvreme	5309.75	812.57				3938.6	6612.7
Cela igra	10404.79	1496.33				8038.0	12242.0
Vezni (N = 17)							
I poluvreme	5993.55	605.09				6145.8	6875.3
II poluvreme	5902.65	589.15				6096.8	6808.2
Cela igra	11896.2	1194.24				12242.6	13549.5
Napadači (N = 16)							
I poluvreme	5455.97	509.27				5586.0	6017.5
II poluvreme	5408.94	608.17				5596.5	6009.7
Cela igra	10864.91	1117.44				11182.6	11930.9

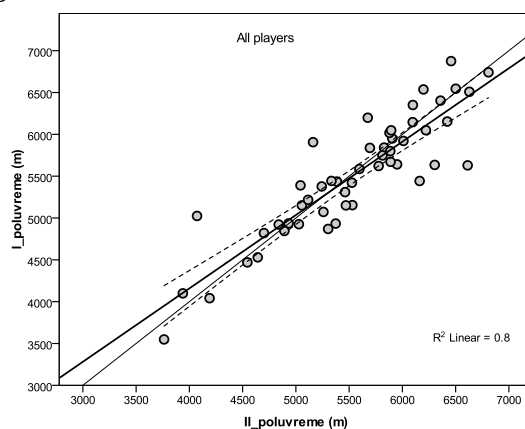
U **tabeli 2.** su prikazani rezultati izračunatih koeficijanata reliabilnosti za ispitivane varijable. Na osnovu dobijenih rezultata se može tvrditi da se nivo generalne validnosti, tj. validnosti za celokupan uzorak igrača nalazi na nivou od 0.944 (Table 2, Cronbach's Alpha) i da je statistički visoko značajan ( $p = 0.000$ ). Veoma visoki koeficijenti validnosti su utvrđeni i za igrače po pozicijama i to: za Odbrambene – 0.952,  $p = 0.000$ ; za Vezne – 0.937,  $p = 0.000$ ; i za Napadače – 0.925,  $p = 0.000$  (Table 2).

**Tabela 2.** Rezultati relijabilnosti

	Cronbach's Alpha	ANOVA F relation	P value	Intraclass Correlation Coefficient				P value
				Single Measures	Average Measures	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
Ukupan uzorak igrača								
I vs II poluvreme	0.944	0.449	0.506	0.894	0.944	0.821	0.938	0.000
Odbrambeni								
I vs II poluvreme	0.952	8.089	0.011	0.909	0.952	0.774	0.965	0.000
Vezni								
I vs II poluvreme	0.937	1.670	0.215	0.882	0.937	0.705	0.956	0.000
Napadači								
I vs II poluvreme	0.925	0.403	0.535	0.860	0.925	0.646	0.949	0.000

Rezultati linearne regresione analize, prikazani su na grafikonima 1 do 4, radi definisanja linearnog stepena slaganja rezultata distance kretanja u prvom i drugom poluvremenu kao mere sličnosti ispitivanih varijabli primenom Tracking Motion software system-a. Na grafikonu 1 su prikazani parametri distribucije zavisnosti kretanja igrača celog tima tokom prvog i drugog poluvremena, na osnovu linearne regresije. Na generalnom nivou (Grafikon 1) se može tvrditi da je stepen slaganja rezultata prvog i drugog poluvremena, u odnosu na ostvarene distance kretanja tokom utakmice na nivou koeficijenta determinacije od  $R^2 = 0.8$ , odnosno na nivou 80% objašnjenog varijabiliteta.

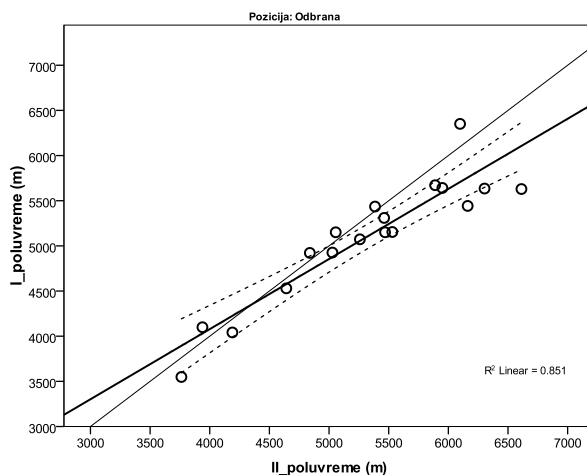
**Grafikon 1.** Linearna regresija zavisnosti distance kretanja tokom prvog I drugog poluvremenaza sve igrače tima



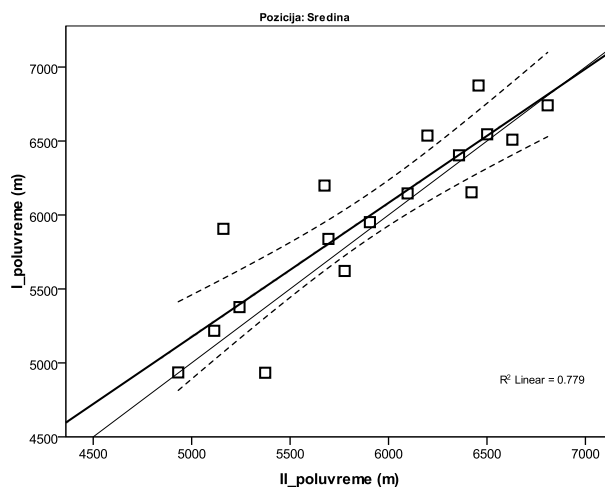
Parametri distribucije zavisnosti kretanja igrača odbrambene linije, srednje linije i igrača iz napada tokom prvog i drugog poluvremena, prikazani su na grafikonima 2,

3 i 4. Dobijeni rezultati (Grafikon 2, 3 i 4) potvrđuju da je stepen slaganja rezultata prvog i drugog poluvremena u odnosu na ostvarene distance kretanja, tokom utakmice za odbranbenu liniju na nivou koeficijenta determinacije od  $R^2 = 0.851$ , odnosno na nivou 85.1% objašnjenog varijabiliteta, za srednju liniju na nivou koeficijenta determinacije od  $R^2 = 0.779$ , odnosno na nivou 77.9% objašnjenog varijabiliteta i za liniju napada na nivou koeficijenta determinacije od  $R^2 = 0.764$ , odnosno na nivou 76.4% objašnjenog varijabiliteta kretanja.

**Grafikon 2.** Linearna regresija zavisnosti distance kretanja tokom prvog i drugog poluvremena za igrače odbranbene linije tima

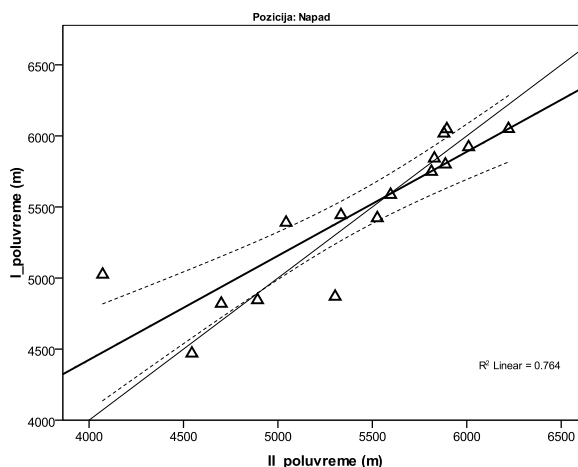


**Grafikon 3.** Linearna regresija zavisnosti distance kretanja tokom prvog i drugog poluvremena za igrače vezne linije tima





**Grafikon 4.** Linearna regresija zavisnosti distance kretanja tokom prvog i drugog poluvremena za igrače napadačke linije tima



#### 4. Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata kretanja igrača tokom analiziranih utakmica, može se zaključiti da postoji visok nivo izmerenih rezultata kretanja, kao mere sličnosti ispitivanih varijabli primenom Tracking Motion software system-a, odnosno da je interna i eksterna validnost obima kretanja igrača tokom prvog i drugog poluvremena utakmice, kako na nivou celog tima, tako i po linijama tima, veoma visoka - stepen validnosti kreće se u domenu vrlo visoke vrednosti, kod igrača celog tima (Cronbach  $\alpha = 0,944$ ), odbrambene (Cronbach  $\alpha = 0,952$ ), srednje linije tima (Cronbach  $\alpha = 0,937$ ) i kod igrača napadačke linije tima (Cronbach  $\alpha = 0,925$ ). Na osnovu dosadašnjih istraživanja, prosečna vrednost obima kretanja vrhunskih fudbalera iz različitih evropskih ligaških takmičenja, za vreme utakmice, kao globalni standard, iznosi  $10880 \pm 561$  m (interval pouzdanosti Mean  $\pm$  1SD iznosi 10319 do 11441 m). Na osnovu činjenice da se vrednost ukupne prosečne distance kretanja fudbalera izmerene pomoću Tracking Motion BioIRC software-a nalazi u okviru graničnih vrednosti proseka  $\pm 1$  standardne devijacije vrednosti date varijable, koju su izmerili i istraživači u prethodno publikovanim referentim istraživanjima, može se tvrditi da je eksterna validnost korišćenog sistema naučno prihvatljiva. Iz ove konstatacije proizilazi da se softverska analiza odlikuje visokim stepenom osetljivosti i zadovoljavajućim koeficijentima interne i eksterne validnosti. Sistem softverske analize je veoma precizan analitički instrument, sa egzaktnim parametrima i veoma upotrebljiv za objašnjenje i korišćenje u metodologiji rada trenera i sportskih eksperata, te je kao takav preporučljiv u analitičko-dijagnostičkoj praksi u fudbalu. Potrebe egzaktnosti i validnosti budućih studija slične tematike, nameću neophodnost postojanja većeg broja analiziranih utakmica (ispitanika), različitih

tehničko-taktičkih zahteva i kvalitativnih nivoa takmičenja, kako bi se korelacije i međusobne zavisnosti datih parametara potvrdile na velikom uzorku i nametnule kao standardizovano analitičko-dijagnostičko sredstvo u metodologiji rada u fudbalu.

## REFERENCE

- Baviskar, S. P., & Ujgare, N. S. (2012). Kernel Based Object Tracking Using Mean Shift Method. *IJCA Proceedings on International Conference in Computational Intelligence*, New York, USA, Published by Foundation of Computer Science.
- Bradley, P., Sheldon, W., & Wooster, B. (2003). High Intensity Running in English Premier League Soccer Matches. *Journal of Sports Science*, 27, 156-168.
- Comaniciu, D., Ramesh, V. and Meer, P. (2000). Real-Time Tracking of Non-Rigid Objects Using Mean Shift. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2, 142-149.
- Comaniciu, D., & Meer, P. (2002). Mean shift: A robust approach toward feature space analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, 24, 603-619.
- Comaniciu, D., Ramesh, V. & Meer, P. (2003). Kernel-Based Object Tracking, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 5, 564-579.
- Carling, C., Bloomfield, J., & Nielsen, L. (2008). The Role of Motion Analysis in Elite Soccer Contemporary performance Measurement Technique and Work Rate Data. *Journal of Sports Medicine*, 38, 839-862.
- Casajus, J.A. (2001). Season variation in fitness variables in professional soccer players. *Journal of Sports Medicine & Physiological Fitness*, 41, 463-465.
- Di Prampero, P.E., Capelli, C., Pagliaro, P. et al. (1993). Energetics of the Best performances in Middle-distances running. *Journal of Applied Physiology*, 74(5), 2318-2324.
- Dellal, A., Del Wong, P., Moalla, W., & Chamari, K. (2010). Physical and Technical Activity of Soccer Players in the French First League- With Special Reference to their Playing Positions. *International Sport Medicine Journal*, 11, 278-290.
- Di Salvo, V., Pigozzi, F., Gonzales-Hero, C., Laughlin, M.S., & De Wiff, J.K. (2013). Match Performance Comparison in Top English Soccer Leagues. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 526-532.
- Scott, D. W. (1992). *Multivariate Density Estimation*, Wiley.
- Gevers T. (2001). Color in Image Search Engines, Survey on color for image retrieval from Multimedia Search, Published in Visual Information Retrieval, London, Springer Verlag.
- Kailath, T. (1999). The Divergence and Bhattacharyya Distance Measures in Signal Selection. *IEEE Transactions on Communication Technology*, 15, 253-259.
- Menz, V., Marterer, M., Amin, S.B., Faulhaber, M., Hansen, A.B., & Lawley, J.S. (2019) Functional Vs. Running Low-Volume High-Intensity Interval Training: Effects on VO<sub>2</sub>max and Muscular Endurance. *Journal of Sport Science & Medicine*, 18(3), 497/504.

- Rampini, E., Coutts, A.J. & Sastagna C. (2007). Variation in Top Level Soccer Match Performance. *Journal of sports Medicine*, 28, 1018-1024.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. (2009). Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer: A New Analysis Approach. *Journal of Medicine & Science in sports & Exercise*, 49, 170-177.
- Carling, C., Bloomfield, J., & Nielsen, L. (2008). The Role of Motion Analysis in Elite Soccer Contemporary performance Measurement Technique and Work Rate Data. *Journal of Sports Medicine*, 38, 839-862.
- Radaković, R., Prosinečki, R., Đurović, Ž., Marović, S., Peulić, A., Nikolić, D., i Filipović, N. (2013). Analiza kretanja igrača FK Crvena Zvezda tokom utakmice 4. Kola kvalifikacija za Ligu Evrope 2012/13. *Zbornik radova: 11. Međunarodna konferencija UKTH, Zagreb, 21-23 veljače 2013.*, str 422-427.
- Radaković, R., Đurović, Ž., Prosinečki, R., Vulović, R., Peulić, A., Nikolić, D., & Filipović, N. (2012). Opšti parametri Tracking motion analize igrača FK Crvena Zvezda tokom utakmice 4. Kola kvalifikacija za Ligu Evrope 2012/13. *Abstract book of: International Conference Faculty of Sport and Physical Education, Belgrade, Serbia, 9-11 decembre 2013*, 328-333.
- Yokohama, K., Tabuchi, N., Araujo, D., & Yamamoto, Y. (2020). How Training Tools Physically Linking Soccer Players Improve Interpersonal Coordination. *Journal of Sport Science & Medicine*, 19(2), 245/

**INTERNAL AND EXTERNAL VALIDITY OF THE MOVEMENT RANGE  
MEASUREMENT OF TOP SOCCER PLAYERS DURING THE MATCH MEASURED  
USING THE SOFTWARE SYSTEM TRACKING MOTION BIOIRC**

**ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLE**

---

**Abstract:** The aim of this study is to determine the internal and external validity of measuring the range of motion of top players during a match measured using Software System Tracking Motion BIOIRC. The research was conducted on a sample of 63 players, who were recorded during 11 official matches from the following clubs or national teams: Red Star F.C. Belgrade; Radnicki 1923 F. C. Kragujevac; Partizan F. C. Belgrade; Bordoaux F. C. Bordoaux; senior national teams of Serbia and the National Team of Belgium. The variables provide estimates of the variability of the movement of top players during the game, followed by the software system Tracking motion (BioIRC, Kragujevac, Serbia). The parameters of the movement structure were analyzed by a descriptive statistical method, and the reliability of the monitored variables was examined using linear regression analysis. Based on the obtained results of player movement during the analyzed matches, it can be concluded that the internal and external validity of the range of player movement during the first and second half of the match is very high, both at the level of the whole team and the team lines.

**Keywords:** validity, measurement, movement range, game, top soccer players

---

**Primljeno:** 18.07.2020.

**Odobreno:** 19.11.2020.

**Korespondencija:**

Radivoje Radaković

Istraživačko razvojni centar za bioinženjering, BioIRC

Sretenjskog ustava 27, 34000 Kragujevac

Tel: +381668011089

e-mail: didisport@yahoo.com