

UNIVEZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT  
Športna vzgoja

**ANALIZA CIKLIČNIH AKTIVNOSTI (HOJA IN TEK) IZBRANEGA IGRALCA NA EP  
2004 V ROKOMETU ZA MOŠKE**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:izr. prof. dr. Marko Šibila  
SOMENTOR: doc. dr. Goran Vučković  
RECENZENT: doc. dr. Stanislav Pinter

AVTORICA: NIKITA PRIVŠEK

Ljubljana, 2015

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se predvsem mentorju, dr. Marku Šibili za strokovno pomoč, številne potrebne nasvete, nove izkušnje in znanja, predvsem pa za njegovo potrpežljivost pri nastajanju diplomske naloge. Še posebej se mu zahvaljujem za njegovo dostopnost in odprtost ob številnih mojih vprašanjih.

Prav tako se zahvaljujem dr. Goranu Vučkoviću za strokovno pomoč pri spoznavanju sistema SAGIT in analiziranju podatkov.

Posebna zahvala gre moji družini in prijateljem, ki so me ves čas vzpodbujali in mi stali ob strani.

## **ANALIZA CIKLIČNIH AKTIVNOSTI (HOJA IN TEK) IZBRANEGA IGRALCA NA EP 2004 V ROKOMETU ZA MOŠKE**

Nikita Privšek

**Ključne besede:** rokomet, moški, evropsko prvenstvo, analiza cikličnih aktivnosti, sledilni sistem SAGIT, finalna tekma.

### **IZVLEČEK:**

V današnjem procesu treniranja športnih iger si trenerji vedno bolj prizadevajo pridobiti čim več natančnih podatkov o sami strukturi igre in obremenitvah, ki določeno igro zaznamujejo. Pri pridobivanju teh podatkov jim je v vse večjo pomoč najnovejša vrhunska tehnologija. Kljub velikim prizadevanjem trenerjev in znanstvenikov, je na tem področju še vedno zaslediti precejšno praznino (Bon, Perš, Šibila in Kovačič, 2002). Razvoj športne znanosti v veliki meri temelji na raziskavah, ki izhajajo iz potreb in spoznanj športne prakse. Pri analizah gibanja je izmed športnih iger najbolj raziskan nogomet, kjer je opravljenih tudi največ analiz v svetovnem merilu. V Sloveniji pa smo s poglobljenimi študijami strukture gibanja igralca med tekmo začeli prav pri rokometu. Začeli smo torej s sistemom, ki je sposoben slediti vsem igralcem obeh ekip po celem igrišču vso tekmo.

Namen diplomskega dela je bil opraviti analizo cikličnih aktivnosti dveh igralcev na finalni tekmi evropskega prvenstva, ki je potekalo leta 2004 v Sloveniji. Predvsem predstavitev obsega in njunih hitrosti gibanj, ki sta jih igralca opravila in vrste gibanj skozi celotno tekmo. Analizirali smo obseg in intenzivnost cikličnih aktivnosti dveh igralcev med finalno tekmo EP 2004 za moške v Sloveniji, primerjali podatke obeh preučevanih igralcev, kjer smo naleteli na določene razlike med pridobljenimi rezultati. Analizirane podatke smo nato predstavili in poudarili določene značilnosti glede na obseg in intenzivnost cikličnih aktivnosti med finalno tekmo.

Rokometna igra se je torej v zadnjih dveh desetletjih močno spremenila, predvsem v hitrosti, dinamiki igre ter moči igralcev v posameznih fazah igre, zaradi tega nam podrobne analize s sistemom SAGIT lahko v veliki meri pripomorejo k sestavi in načrtovanju učinkovitega treninga in trenažnega procesa rokometišča.

## **ANALYSIS OF CYCLICAL ACTIVITIES (WALKING AND RUNNING) OF SELECTED PLAYERS AT EUROPEAN MEN'S HANDBALL CHAMPIONSHIP 2004**

Nikita Privšek

**Key words:** handball, men, European championship, analysis of cyclical activities, tracking system SAGIT, final match

**Abstract:** When planning a training process coaches nowadays try to get as many information on game structure and loads on players as possible. In order to collect data they have a real cutting-edge technology on their disposal. However there are still big voids in the field according to coaches and scientists (Bon, Perš, Šibila in Kovačič, 2002). Development of science in sports is primarily based on research projects arising from needs of practical sport. As far as analysis of cyclical activities is concerned the most research on global level have been done in football so far. In Slovenia, however, the analysis started in handball – we started using a system which follows all the players of both teams on the entire court for the whole time.

The purpose of this thesis is to conduct an analysis of cyclical activities of two players on the final match of European men's handball championship 2004, which took place in Slovenia. The main focus is on scale, speed and varieties of two player's movements throughout the game. The analysis of scale and intensity of their cyclical activities during the final match has been conducted and furthermore the comparison between them has been added to the research. Doing that we encountered some differences among the results. The data collected during research has then been presented, emphasizing specific characteristics concerning scale and intensity of cyclical activities during final match of European men's handball championship in Slovenia.

**Overall:** handball has changed dramatically in the past two decades, especially in terms of speed, dynamics and power of players in different stages of a game. Thus a detailed analysis conducted with SAGIT system can contribute greatly to more successful training planning and individual development of a certain player.

## KAZALO

1.	UVOD.....	8
1.1	STRUKTURA ROKOMETNE IGRE.....	9
1.2	ANALIZA OBREMENITEV PRI ROKOMETU.....	10
1.2.1	CIKLIČNA GIBANJA.....	10
1.2.2	ACIKLIČNA GIBANJA.....	11
1.3	DOSEDANJE RAZISKAVE CIKLIČNIH OBREMENITEV MED ROKOMETNO IGRO .....	11
1.4	MODEL ROKOMETNEGA MOŠTVA .....	14
1.5	MODELNE ZNAČILNOSTI IGRALCA.....	14
1.6	PREDSTAVITEV EP 2004 V SLOVENIJI.....	16
1.7	REZULTATI SLOVENSKE REPREZENTANCE NA EP 2004 IN PRIMERJAVA REZULTATOV IZ PRETEKLIH EVROPSKIH TEKMOVANJ .....	18
1.8.	PRIKAZ REZULTATOV V SKUPINAH ZAČETNEGA DELA TEKMOVANJA NA EP 2004 .....	18
1.9.	ZNAČILNOSTI REPREZENTANC, KI SO NASTOPALE NA EP 2004.....	20
1.10.	RAZVOJ RAČUNALNIŠKO PODPRTIH SISTEMOV ZA UGOTAVLJANJE OBREMENITEV V MOŠTVENIH ŠPORTIH.....	23
1.11.	RAČUNALNIŠKI VID IN SISTEM SAGIT .....	23
1.12.	PREDNOSTI UPORABE RAČUNALNIŠKEGA VIDA.....	24
1.13.	ZAHTEVE IN PREDPOSTAVKE SISTEMA SAGIT .....	25
1.14.	DELOVANJE SISTEMA.....	26
1.15.	NAPREDEK SISTEMA SAGIT.....	27
2.	METODE DELA .....	28
2.1.	ZBIRANJE PODATKOV .....	28
2.2.	VZOREC TEKEM.....	28
2.3.	VZOREC IGRALCEV .....	28
2.4.	VZOREC SPREMENLJIVK.....	28
2.5.	PREDSTAVITEV OBEH ANALIZIRANIH IGRALCEV.....	29
3.	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	31
3.1.	ANALIZA INTENZIVNOSTI IZVEDBE TEKA IN HOJE MED TEKMO.....	32
3.2.	ANALIZA OBSEGA PRETEČENIH IN PREHOJENIH RAZDALIJ NA TEKMI (OPRAVLJENA POT) ..	37
4.	SKLEP .....	39
5.	VIRI .....	41

## KAZALO SLIK

Slika 1: Graf visoko intenzivnih obremenitev (Karcher in Buchheit, 2014).....	12
Slika 2: Graf o opravljeni razdalji.....	13
Slika 3: Graf razlike med igralnimi mesti.....	13
Slika 4:Sestava moštva.....	14
Slika 5:Morfološke značilnosti igralcev glede na igralno mesto.....	15
Slika 6: Pomembne motorične sposobnosti glede na igralno mesto.....	15
Slika 7: Uradni logotip prvenstva.....	16
Slika 8:Zunanja podoba dvorane Tivoli.....	16
Slika 9:Notranjost dvorane Bonifika med rokometno tekmo.....	17
Slika 10:Rdeča dvorana.....	17
Slika 11: Notranjost dvorane Zlatorog med tekmo.....	17
Slika 12: Sestava slovenske reprezentance na EP 2004.....	21
Slika 13:Andrej Kastelic.....	29
Slika 14:Christian Schwarzer pri strelu s padcem.....	30

## KAZALO TABEL

Tabela 1:Tabela 1: Delitev cikličnih gibanj igralcev v razrede.....	11
Tabela 2:Preglednica rezultatov slovenske reprezentance na EP 2004.....	18
Tabela 3:Podatki o tekmah v skupini A na EP 2004 - prizorišče: - Rdeča dvorana.....	18
Tabela 4:Podatki o tekmah v skupini B na EP 2004 - prizorišče: dvorana Tivoli.....	19
Tabela 5:Podatki o tekmah v skupini C na EP 2004 - prizorišče: dvorana Zlatorog.....	19
Tabela 6:Podatki o tekmah v skupini D na EP 2004 - prizorišče: dvorana Bonifika.....	19
Tabela 7:Tabela 8:Podatki o višini in teži igralcev na EP 2004 (Šibila in Tiselj, 2004).....	22
Tabela 8:Povprečne vrednosti hitrosti gibanja dosežene v okviru posameznih hitrostnih razredov pri Kastelicu v prvem polčasu.....	32
Tabela 9:Deleži igralnega časa, ko se je Kastelic gibal v okviru hitrosti predvidenimi s posameznimi hitrostnimi razredi v prvem polčasu.....	32
Tabela 10:Povprečne vrednosti hitrosti gibanja dosežene v okviru posameznih hitrostnih razredov pri Kastelicu v drugem polčasu.....	33
Tabela 11:Deleži igralnega časa, ko se je Kastelic gibal v okviru hitrosti predvidenimi s posameznimi hitrostnimi razredi v drugem polčasu.....	33
Tabela 12: Povprečne vrednosti hitrosti gibanja dosežene v okviru posameznih hitrostnih razredov pri Schwarzerju v prvem polčasu.....	34
Tabela 13:Deleži igralnega časa, ko se je Schwarzer gibal v okviru hitrosti predvidenimi s posameznimi hitrostnimi razredi v prvem polčasu.....	35
Tabela 14:Povprečne vrednosti hitrosti gibanja dosežene v okviru posameznih hitrostnih razredov pri Schwarzerju v drugem polčasu.....	35
Tabela 15:Deleži igralnega časa, ko se je Schwarzer gibal v okviru hitrosti predvidenimi s posameznimi hitrostnimi razredi v drugem polčasu.....	36

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Najvišje dosežene hitrosti na tekmi .....	31
Graf 2: Delež časa v posameznem hitrostnem razredu Kastelica v prvem polčasu .....	32
Graf 3: Delež časa v posameznem hitrostnem razredu Kastelica v drugem polčasu .....	34
Graf 4: Delež časa v posameznem hitrostnem razredu Schwarzerja v prvem polčasu .....	35
Graf 5: Delež časa v posameznem hitrostnem razredu Schwarzerja v drugem polčasu .....	36
Graf 6: Razlika v opravljeni poti med obema igralcema .....	37
Graf 7: Graf absolutnih vrednosti pretečene ali prehojene razdalje obeh igralcev na minuto .....	38

## 1. UVOD

Rokometno igro uvrščamo v skupino moštvenih športnih iger z žogo. Sama igra je sestavljena iz cikličnih in acikličnih aktivnosti, ki jih bom v nadaljevanju podrobneje razložila. Vse ciklične in aciklične aktivnosti pa morajo biti med igro tehnično in taktično usklajene. Rezultat je odvisen tudi od sodelovanja med igralci v moštvu, ki usmerjajo svoje delovanje v doseganje zadetkov in preprečevanje nasprotniku, da bi zadetek dosegel. Model igre moštva določa osnovna načela postavljanja, gibanja in sodelovanja igralcev v napadu in obrambi ter parametre učinkovitosti modela igre moštva. Ustrezati mora torej modelnim značilnostim moštva. Rokometno moštvo največkrat sestavlja pet zunanjih igralcev, trije krilni igralci, dva krožna napadalca in dva vratarja. Sodobni model igre predstavlja trenutno stanje v razvoju rokometu. Določen model igre moštva je neposredno povezan z ustreznimi modeli igre igralcev, ki igrajo na posameznih igralnih mestih, slednji pa od njihovih modelnih razsežnosti (Bon, Kovačič, Perš in Šibila, 2002).

Pri ekipnih športih pri ugotavljanju uspešnosti ne gre za preprosto seštevanje uspešnosti posameznikov, temveč za zelo kompleksne odnose in vplive, ki v različnih situacijah dajejo različne učinke. Ena izmed specifičnosti rokometu in športnih iger je medosebno tehnično-taktično sporazumevanje, od katerega je v veliki meri odvisen kolektivni učinek dejavnosti skupine. Brez smiselno sestavljenih treningov in trenažnega procesa, pa napredek zagotovo ne bo tako učinkovit, kot bi lahko bil. Napredek igralcev bo tako prepuščen njihovem talentu in pridobivanju igralnih izkušenj z igranjem. Dobro je vedeti, da se poleg morfoloških in motoričnih predispozicij igralca pri njegovemu razvoju in pri uspehu ekipe pomembni tudi številni drugi dejavniki, na katere moramo biti prav tako pozorni. Model igre moštva določa osnovna načela postavljanja, gibanja in sodelovanja igralcev v napadu in obrambi, ter seveda učinkovitosti modela igre moštva. Ustrezati mora modelnim razsežnostim moštva. Določeni model igre moštva je neposredno povezan z ustreznimi modeli igralcev, ki igrajo na določenih igralnih mestih (Šibila, Bon in Pori 2006).

Sodobni model igre rokometnega moštva zahteva:

- v vseh fazah natančno določene in razdelane igralne vloge, ki so prostorsko, časovno in situacijsko opredeljene;
- univerzalnost ob sočasni specializaciji igralcev, specializacija brez univerzalnosti v sodobnem modelu igre ni več mogoča, ker se lahko igralec znajde v številnih situacijah na različnih igralnih mestih in jih mora znati ustrezno reševati, ne glede na njegovo načeloma opredeljeno vlogo in igralno mesto;
- prenos težišča igre v napadu na različne oblike protinapada (igra po vsem igrišču);
- krajši čas igre v napadu;
- vključevanje igre nad vratarjevim prostorom pri pripravi zaključka napada in pri zaključku napada;
- pri igri v napadu vedno več igre brez žoge;
- prenos težišča igre v obrambi na učinkovito vračanje v obrambo in igro v globokih conskih formacijah.

Sodobni model igre ne temelji na statični igri v napadu, oziroma obrambi, torej igri v postavljenem napadu proti že postavljeni obrambi, ampak mnogo bolj na igri po vsem igrišču (Šibila idr., 2006)



## 1.1 STRUKTURA ROKOMETNE IGRE

Rokomet spada med polistrukturane kompleksne športne panoge, kar pomeni, da je sestavljen ali strukturiran iz mnogo individualnih elementov (strukturni elementi ali tehnično- taktični elementi ali elementi osnovne in specifične rokometne motorike), ki jih izvajajo igralci in se v igri na zapleten način pojavljajo pri samem sodelovanju s soigralci in v konfliktu z nasprotniki. Zaradi specifičnosti same igre, naletimo med samo igro na značilne in neznačilne strukturne situacije, ki jih igralci rešujejo na različne načine (Šibila, Bon in Pori, 2006).

Celotno rokometno igro delimo na faze ali dele. Osnovna razdelitev obsega dve glavni fazi: fazo obrambe in fazo napada, obe pa potem delimo še na več podfaz.

Šibila idr. (2006) trdijo, da faza obrambe nastopi takrat, ko ima žogo v rokah nasprotnik in se moštvo skuša braniti in preprečiti nasprotniku, da bi dosegel zadetek. Faza napada pa je takrat, ko ima moštvo žogo in skuša doseči zadetek. Fazo obrambe delimo na dve podfazi:

- Podfazo vračanja v obrambo, kje se igralci skušajo vračati v obrambo, organizirano z namenom, da bi preprečili nasprotnikov protinapad in čim hitreje prešli v osebni, conski ali kombiniran način branjenja.
- Podfaza branjenja s consko ali kombinirano obrambno postavitvijo ter z osebno obrambo (tu gre predvsem za organiziran način branjenja z osebno obrambo po izgubljeni žogi, brez oblikovanja conske ali kombinirane obrambne postavitve).

Fazo napada prav tako delimo na dve podfazi:

- Podfaza protinapada, ki je lahko individualen, skupinski ali skupen. V sodobnem rokometu pa poznamo tudi podaljšan protinapad, ki se izvaja v času, ko so se obrambni igralci že vrnili v obrambo, vendar še niso popolnoma oblikovali conske ali kombinirane obrambne postavitve.
- Podfaza napada na postavljeno consko ali kombinirano obrambno postavitev.

Strukturne elemente rokometne igre delimo na tehnično-taktične prvine ali prvine rokometne motorike. Tehnične zato, ker se izvajajo po določenih kinematičnih zakonitostih, taktične pa zato, ker jih vedno izvajamo z določenim taktičnim namenom. Sama tehnika in taktika izvajanja posameznih elementov sta v igri neločljivo povezani, zato jih v praksi obravnavamo enotno, v teoriji pa predvsem zaradi lažjega vpogleda v strukturo rokometne igre ločeno (Šibila idr., 2006).

Nekatere tehnično-taktične prvine, ki jih igralci uporabljajo v obrambi in napadu:

- položaji in različne oblike gibanja v napadu
- hoja
- zaustavljanja in izrivanje napadalca s telesom in rokami
- spremembe smeri
- skoki
- vodenja
- lovljenja
- podaje
- streli
- preigravanja
- blokade

- kritje in spremljanje igralca
- odvezemanje žoge

## 1.2 ANALIZA OBREMENITEV PRI ROKOMETU

Gibanje je pomemben del obremenitve igralca pri rokometu. Izmenjavajo se visoko intenzivne silovite kratkotrajne obremenitve s kratkimi odmori in obdobji manjše obremenitve. V samo strukturo obremenitve pri rokometu prištevamo predvsem specifične individualne tehnično-taktične aktivnosti in moštvene aktivnosti za potrebe igre v napadu in obrambi ter strukturo obremenitve z vidika pretečenih ali prehojenih razdalj v določeni hitrosti. Z vidika obremenitve so pomembna še aciklična gibanja. Obremenitev igralca na tekmi predstavlja več sklopov dejavnikov. V rokometni igri se večinoma pojavljajo obremenitve, ki so kombinacija vzdržljivostne komponente in komponente hitre moči (Pori, 2001).

Šibila idr. (2006) pravijo, da so za igro rokometna značilne predvsem naravne oblike gibanja. Dosedanje analize igre kažejo, da so rokometiši med igro neprestano v gibanju, ki je lahko tek s spremembami smeri ali brez sprememb, tek s spremembami hitrosti od počasnega teka do silovitega šprinta, visoki skoki, različni doskoki, čvrsti dvoboji v neposrednem telesnem stiku z nasprotnikom. Posledično se krepijo in razvijajo tako spodnje kakor tudi zgornje okončine. Metanje in lovljenje žoge, padanja in vstajanja, zapiranje poti nasprotniku s telesom kakor tudi izkoriščanje moči v borbi z nasprotnikom so prvine oz. zahteve rokometne igre, ki imajo največji vpliv predvsem na razvoj ramenskih mišic, na krepitev mišic rok, dlani in prstov kakor tudi na vse druge večje mišice in mišične skupine. Rokomet je edinstvena igra tudi zato, ker se pri njej razvijajo skoraj vse gibalne sposobnosti človeka.

Tako lahko na osnovi analiz igre rečemo, da se s športno medicinskega vidika pri obremenitvah, ki so značilne za rokometno igro, v energetske oskrbo organizma vključujejo vsi trije mehanizmi energetske obnove. Anaerobna alaktatna moč in zmogljivost prevladujeta pri številnih kratkotrajnih šprintih, lažnih streljih, streljih in pri hitrih spremembah gibanja. Prav ta dva energetska mehanizma pa sta ključna za uspešno daljšo časovno igranje (Šibila idr., 2006).

### 1.2.1 CIKLIČNA GIBANJA

Ciklična gibanja so tista, ki so sestavljena iz vedno istih elementov v istih povezavah (ciklih). Imenujemo jih tudi temeljna, ker omogočajo premikanje po igrišču v dveh razsežnostih (dolžini, širini). K cikličnemu gibanju prištevamo tek in hojo. V rokometu se ciklična uporabljajo kot zveza med acikličnimi gibanji.

## 1.2.2 ACIKLIČNA GIBANJA

Aciklična gibanja so lahko tudi posledica tesnih telesnih stikov med igralci (zaustavljanje in izrivanje s telesom in rokami v obrambi). Aciklične aktivnosti med rokometno tekmo so prisotne v vseh fazah igre z žogo in brez nje. Najpogostejše aciklične aktivnosti igralcev med rokometno tekmo so naslednje: lovljenja, podaje, meti, zaustavljanja, spremembe smeri gibanja, obrati, skoki, padci, vstajanja, varanja.

Iz prejšnjih primerov vidimo, da se lahko aciklična gibanja pojavljajo sama ali v povezavah z drugimi acikličnimi elementi (predvsem brez žoge). Z njimi lahko začnemo ciklično gibanje (na primer skok za žogo ali obrat na mestu pred prehodom v vodenje, prehod v tek ali vodenje), jih izvajamo med cikličnim gibanjem (na primer sprememba smeri gibanja, lovljenje žoge in podaja, izbijanje ali prestrežanje žoge med tekom) ali sklenemo ciklično gibanje, na primer zaustavljanje, lovljenje žoge in podaja, zaustavljanje-lovljenje žoge in strel proti vratom (Pori, 2001).

### OBREMENITVE IGRALCEV MED ROKOMETNO TEKMO:

#### CIKLIČNA GIBANJA

- *OBSEG*
  - Pretečene in prehojene razdalje (m)
- *INTENZIVNOST*
  - Hitrostni razredi (HR)
    1. HR – hoja (do 5 km/h)
    2. HR – počasen tek (5 km/h-12 km/h)
    3. HR – hiter tek (12 km/h–18 km/h)
    4. HR – šprint (nad 18 km/h)

#### ACIKLIČNE AKTIVNOSTI

- *POGOSTOST POJAVLJANJA (f)*

Tabela 1: Tabela 1: Delitev cikličnih gibanj igralcev v razrede

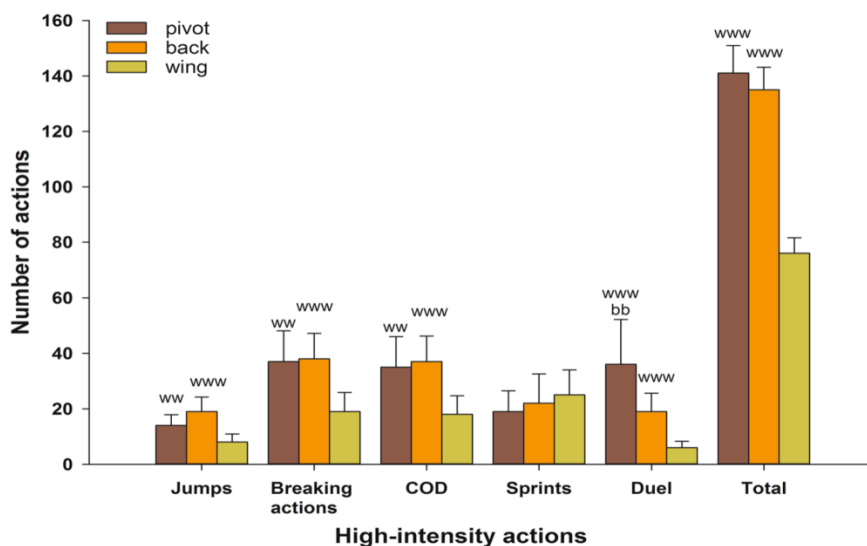
Hitrostni razred (RH)	Opis (poimenovanje)	Kriterij (hitrost) (m/s)
1. RH	Hoja	< 1,4
2. RH	Počasen tek	(1,4 - 3,0)
3. RH	Hiter tek	(3,0 - 5,2)
4. RH	Šprint	> 5,2 m/s

## 1.3 DOSEDANJE RAZISKAVE CIKLIČNIH OBREMENITEV MED ROKOMETNO IGRO

Gre za raziskave ciklične obremenitve rokometišev med tekmo. Različni avtorji pa pri analiziranju obremenitev dobivajo dokaj različne rezultate. Na te razlike predvsem vplivajo različne tehnologije merjenja, raven tekme, modelne značilnosti tekme, igralno mesto, starost igralcev itd.

Martin(1990) navaja, da preteče rokometaš na tekmi od 4700 do 5600m, kar znese povprečno od 80 do 90 metrov v minuti. V tem času igralci izvedejo povprečno 70 šprintov ali 470 do 560 m celotne pretečene razdalje. To pomeni, da je povprečna dolžina vsakega šprinta od 6 do 8 m. Povprečno trajanje intervala med posameznimi šprinti je okrog 50 sekund. Gre seveda za povprečne vrednosti izvedenih aktivnosti, ki pa se lahko na tekmi zelo različno razporejajo. Tako obstajajo v igri faze, ko je rokometaš izpostavljen velikim obremenitvam, in faze manjše obremenitve. Razlike obstajajo tudi glede na igralna mesta v napadu in obrambi.

Karcher in Buchheit (2014), sta v svoji raziskavi analizirala evropsko prvenstvo 2012 v Srbiji. Zbrala sta podatke o povprečnem številu tako imenovanih visoko intenzivnih obremenitev, glede na različna igralna mesta igralcev na tem prvenstvu. Pod visoko intenzivno obremenitev so spadali : skoki, obrambne akcije, različne spremembe smeri, šprinti in dueli. Na grafu prikazanem na Sliki 1 lahko vidimo, kako velika odstopanja se pojavljajo glede na igralno mesto rokometašev.



Legenda: Number of actions – število akcij; High-intensity actions – visoko intenzivne akcije; jumps – skoki; Breaking actions – zaustavljanje nasprotnika s telesom (prekršek); COD – spremembe smeri; Sprints – sprinti; Duel – dvoboj; Total – skupaj; pivot (p) – krožni napadalec, back (b)-zunanji igralec, wing (w) - krilni igralec (Karcher in Buchheit, 2014).

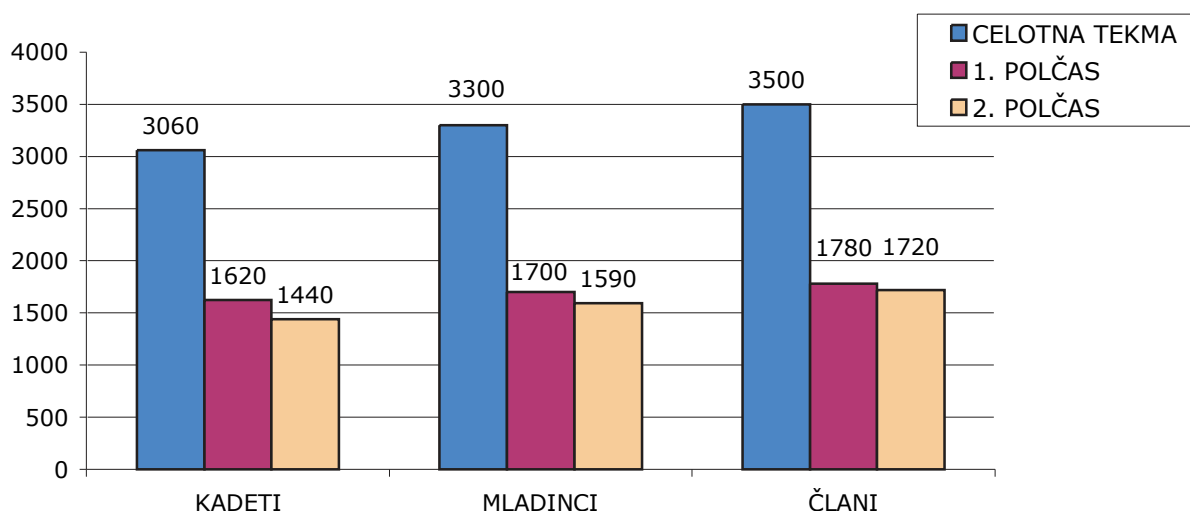
Slika 1: Graf visoko intenzivnih obremenitev (Karcher in Buchheit, 2014).

Na levi strani nam graf na ordinatni osi prikazuje število akcij, ki so spadale pod visoko intenzivne obremenitve, na abscisni osi pa imamo naštetje vse visoko intenzivne obremenitve, ki sta ji avtorja obravnavala: skoki, obrambne akcije, spremembe smeri, šprinti, prodori igralcev in zadnji trije stolpci, ki prikazujejo skupno število vseh tek akcij glede na igralno mesto. Rjava barva označuje mesto krožnega napadalca, oranžna mesto zunanjega igralca in svetlo zelena mesto krilnega igralca.

Pori (2001) je v svoji raziskavi s sistemom SAGIT pridobil rezultate o cikličnih obremenitvah igralcev, glede na različna igralna mesta, ki jih igralci zasedajo. Raziskavo je opravil v 40

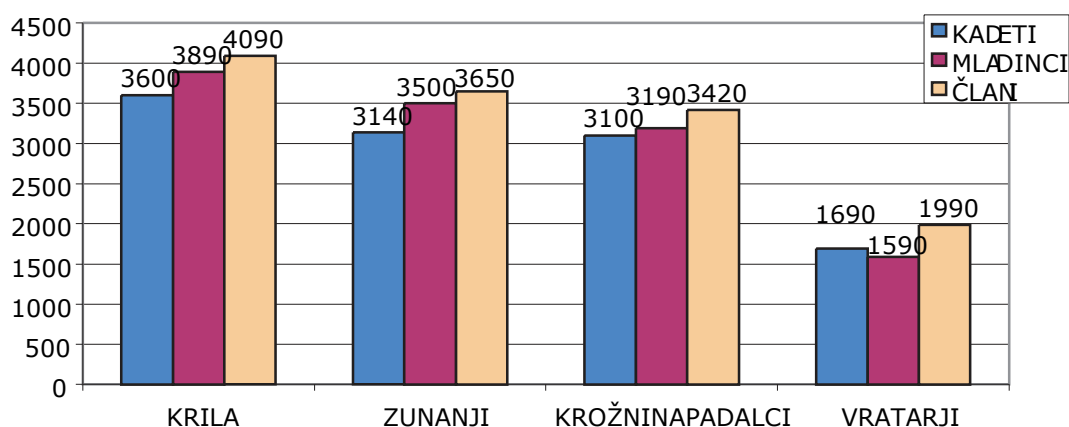
minutnih modelnih tekmah, v vzorec pa je vključil 84 rokometašev in jih razdelili na tri pod vzorce glede na starost (kadeti, mladinci, člani) ter na štiri podvzorce glede na igralna mesta v napadu (krilni igralci, zunanji igralci, krožni napadalci, vratarji).

Analiza obsega cikličnih gibanj je pokazala, da se igralci starostne kategorije kadetov, mladincev in članov v povprečju statistično značilno razlikujejo v povprečnem obsegu cikličnih gibanj med rokometno tekmo. Povprečne vrednosti pretečenih in prehojenih razdalj na tekmi se v posameznih kategorijah gibljejo med 3060 m (kadeti), 3300 m (mladinci) in 3500 m (člani). Razlika med najvišjo in najnižjo vrednostjo je 444 m. V vseh treh kategorijah je bila povprečna opravljena razdalja v prvem polčasu (1620 m kadeti, 1700 m mladinci in 1780 m člani) višja kot v drugem polčasu (1440 m kadeti, 1590m mladinci in 1720m člani). (Slika 2)



Slika 2: Graf o opravljeni razdalji

Razlike v obsegu cikličnih gibanj je analiziral tudi glede na igralna mesta ter ugotovil statistično značilne razlike v obsegu cikličnih gibanj med podvzorca vseh krilnih igralcev, zunanjih igralcev, krožnih napadalcev in vratarjev. Krilni igralci so v vseh kategorijah v povprečju pretekli največ, in sicer 3596 metrov v kadetski, 3890 v mladinski in 4081 metrov v članski kategoriji.

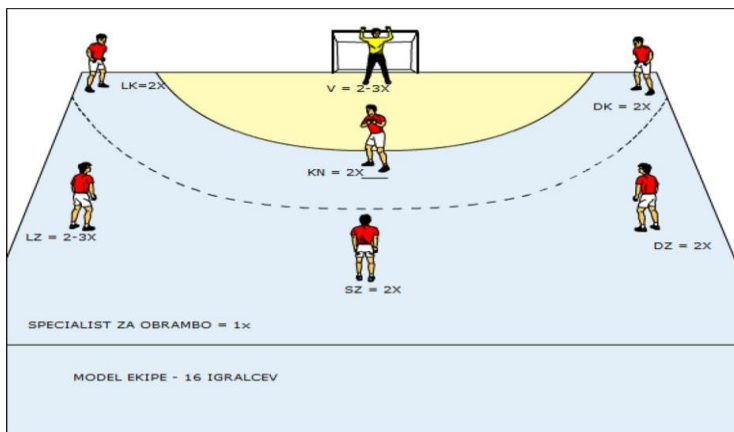


Slika 3: Graf razlike med igralnimi mesti

## 1.4 MODEL ROKOMETNEGA MOŠTVA

Šibila idr. (2006) so mnenja, da je prav zaradi kompleksnosti športnega treniranja, potrebno pri samem načrtovanju športnega dosežka upoštevati čim več dejavnikov, ki vplivajo na končni tekmovalni rezultat. Zato je pomembno, da te dejavnike poznamo in njihove deleže pri uspehu oz. rezultatu. Zelo pomembna pri ekipnem športu pa je tudi vloga trenerja, ki lahko (z menjavami igralcev, spreminjanjem taktike igre...) vpliva na rezultat, ki je odvisen od neposrednih konfliktov med igralci dveh ekip.

Rokometno moštvo glede na pravila Mednarodne rokometne zveze sestavlja 14 igralcev. V preteklosti, ko je bilo v moštvu 12 igralcev, je rokometno moštvo največkrat sestavljalo: pet zunanjih igralcev, tri krila, dva krožna napadalca in dva vratarja. S prehodom na 14 igralcev, se je tak model moštva nekoliko spremenil in je poleg omenjenih igralcev največkrat še en zunanji igralec ter eno krilo ali krožni napadalec (lahko tudi tako imenovani vsestranski igralec). Na velikih tekmovanjih in v mnogih, predvsem evropskih državah, je število igralcev v moštvu 16. Podobna struktura sestave moštva kot pri 14 igralcih se je ohranila tudi pri 16 igralcih. Glede na pravila je hkrati na igrišču 7 igralcev (razen ob izključitvah) - največkrat trije zunanji, dve krili, krožni napadalec in vratar. Številna moštva imajo v sestavi tudi izrazito dobrega branilca, ki v napadu skoraj ne igra. Takšnega igralca poimenujemo specialist za igro v obrambi (Šibila idr., 2006).



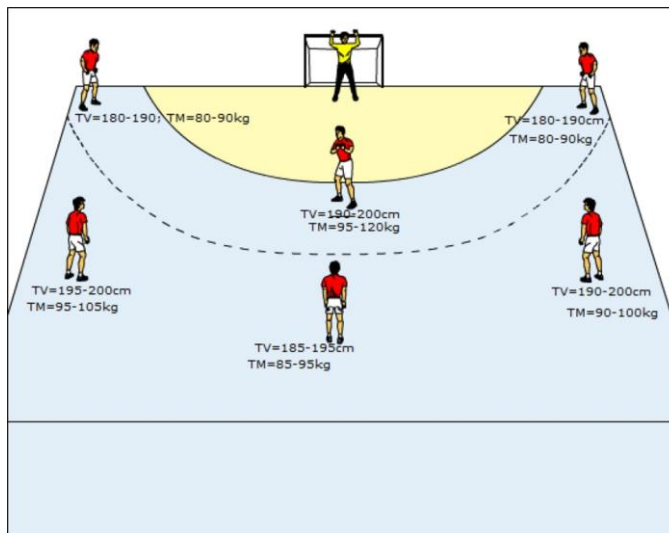
Slika 4: Sestava moštva

Kot je iz Slike 4 razvidno, sestavljajo rokometno moštvo običajno po dve levi in desni krili, 2 krožna napadalca, dva do trije levi zunanji igralci, dva srednja in dva desna zunanja igralca, dva do trije vratarji ter glede na možnosti specialist za igro v obrambi (tak tip igralca običajno ne igra v fazi napada ali pa je njegov čas igranja v napadu zelo skromen).

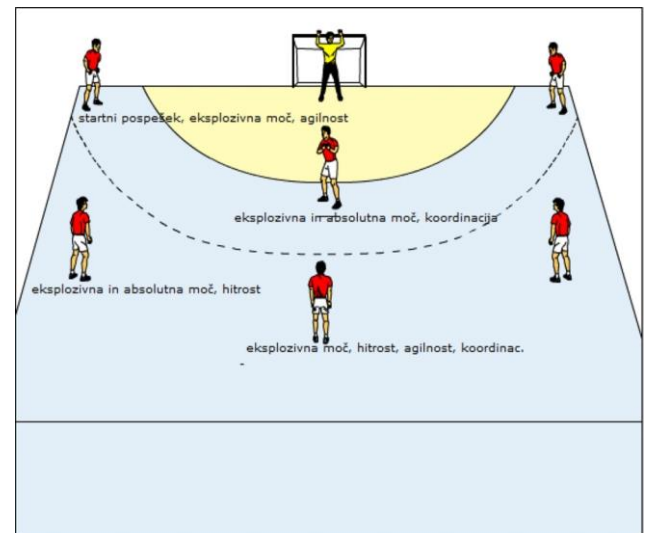
## 1.5 MODELNE ZNAČILNOSTI IGRALCA

Pri tekmovalni uspešnosti moramo upoštevati in prepoznati značilnosti dejavnikov tekmovalne uspešnosti. Upoštevati moramo tudi starostno stopnjo tekmovalcev, oziroma specifičnosti razvoja razsežnosti psiho-somatičnega statusa športnika, ker je vpliv posameznih dejavnikov potencialne uspešnosti na tekmovalno uspešnost v različnih obdobjih različen.

Modelne značilnosti rokometašev lahko predstavimo na različne načine: z ekspertnim sistemom, z enačbo klasifikacije ali z opisnim in informativnim sistemom. Opisni ali informativni model je zelo pomemben tudi za odkrivanje, usmerjanje in selekcijo mladih nadarjenih igralcev. Sestavljajo ga podatki o rokometaševi morfološki strukturi in podatki o motoričnih sposobnostih skupaj s sposobnostmi srčno-žilnega in dihalnega sistema. Sem spadajo: eksplozivna in elastična moč mišic nog ter rok in ramenskega obroča, agilnost, hitrost lokomocije, specifičen kinestetični občutek pri ravnanju z žogo in funkcionalne sposobnosti na dihalni ravni. Naštete sposobnosti so ene izmed ključnih za uspešno igranje rokometu.



Slika 5: Morfološke značilnosti igralcev glede na igralno mesto



Slika 6: Pomembne motorične sposobnosti glede na igralno mesto

V rokometu torej igralce največkrat ločimo glede na njihova igralna mesta v napadu: levi, desni in srednji zunanji igralec, levi in desni krilni igralec, krožni napadalec, vratar. Vsa mesta so razdeljena glede na določene lastnosti, sposobnosti in značilnosti igralca. Vsa igralna mesta pa zahtevajo visok nivo gibalnih sposobnosti, ki sem jih naštel in so seveda specifične za vsako igralno mesto (Sliki 5 in 6).

**Krilni igralci:** izhodiščni položaj krilnega igralca v napadu je v prostoru med mestom, kjer se stikata vzdolžna črta igrišča in črta prostih metov ter kotom igrišča. Izhodiščni položaj krilnega igralca mu ne omogoča strelav iz razdalje. Krilni igralci zato največkrat streljajo na vrata po skoku nad vratarjev prostor z različnimi vrstami in smermi zaleta. Izvajajo pa tudi različne strele na različne načine, v skladu z lastnimi morfološkimi značilnostmi. Temeljna gibalna zahteva za krilne igralce pri igri v napadu je hitrost v vseh pojavnih oblikah.

**Krožni napadalec:** je dokaj specifično igralno mesto v sistemu drugih igralnih mest v rokometni igri v sami fazi napada. Njegov osnovni položaj je ob črti vratarjevega prostora, med, pred ali za obrambnimi igralci. Strel na vrata navadno izvedejo s padcem v vratarjev prostor.

V sodobnem modelu se krožni napadalci dejavno vključujejo v igro v vseh fazah. Značilna je tudi vse večja univerzalnost krožnih napadalcev, ki so sposobni zaključevati napad na vseh igralnih mestih in znajo imeti pomembno vlogo tako v fazi napada, kot protinapada (Bon, Kovačič, Perš in Šibila, 2002).



## 1.6 PREDSTAVITEV EP 2004 V SLOVENIJI

Evropsko prvenstvo (EURO 2004) je bilo takrat eno izmed najpomembnejših športnih dogodkov v državi. V Velenju, Kopru, Celju in Ljubljani so bili vsi ljubitelji rokometna, med 22. januarjem in 1. februarjem, priča izjemnim bojem vseh najboljših evropskih rokometnih reprezentanc. Poseben pečat sta samemu dogodku dala veliko zanimanje slovenske in evropske športne javnosti ter zgodovinski uspeh slovenskih rokometnešev. Drugo mesto in srebrna medalja je težko ponovljiv tekmovalni dosežek slovenskih rokometnih mojstrov.



Slika 7: Uradni logotip prvenstva



Slika 8: Zunanja podoba dvorane Tivoli





Slika 9: Notranjost dvorane Bonifika med rokometno tekmo



Slika 10: Rdeča dvorana



Slika 11: Notranjost dvorane Zlatorog med tekmo

Dogodek, kot je bil ta, bo v smislu športnega spektakla, gotovo težko preseči. Ob splošni popularnosti rokometu, ki je predvsem posledica dobrih tekmovalnih rezultatov klubskih in reprezentančnih moštev v preteklosti, istega leta je namreč tudi RK Celje Pivovarna Laško postalo evropski klubski prvak, je šlo tudi za veliko medijsko odmevnost tega dogodka, ki je bila gotovo zasluga reprezentance, ki je na tem prvenstvu zastopala Slovenijo. Osvojitev srebrne medalje ob zmagah nad slovitimi nasprotniki je navdušila slovensko športno javnost. Eden izmed pomembnih pokazateljev, ki slikovito ponazarja pomen uspešnega nastopa slovenske reprezentance, pa je tudi sama gledanost prenosa finalnega dvoboja med Slovenijo in Nemčijo po nacionalni televiziji, ki si ga je ogledalo več kot četrtnina Slovencev. Čeprav so bili uspešni rokometarji tudi v preteklosti znani slovenski športni javnosti, pa je njihova popularnost med prvenstvom in po njem izjemno narasla. Zelo je naraslo tudi splošno zanimanje ljudi za roket (Šibila in Tiselj, 2004).

## 1.7 REZULTATI SLOVENSKE REPREZENTANCE NA EP 2004 IN PRIMERJAVA REZULTATOV IZ PRETEKLIH EVROPSKIH TEKMOVANJ

Slovenska rokometna reprezentanca se je prvič uvrstila na evropsko prvenstvo leta 1994, in sicer na Portugalskem. Od takrat se je redno uvrščala na vsa velika tekmovanja, razen leta 1998, ko se ji ni uspelo uvrstiti na evropsko prvenstvo. Na vsa ostala evropska prvenstva, ki so potekala do leta 2004, se je naša slovenska rokometna reprezentanca uvrstila. Pred izjemnim rezultatom na našem domačem evropskem prvenstvu je slovenska reprezentanca najboljši rezultat dosegla na EP 2000, kjer smo dosegli 5. mesto. Pomembno pa je omeniti tudi 10. mesto iz našega prvega evropskega prvenstva leta 1994 v Italiji, saj smo se s tem dosežkom uvrstili na svetovno prvenstvo l. 1995 na Islandiji. Na EP 2004 je slovenska reprezentanca odigrala osem tekem - tri tekme v začetni skupini v Celju, tri tekme v nadaljevanju tekmovanja v skupini v Ljubljani ter polfinalno in finalno tekmo (Šibila in Tiselj, 2004).

Tabela 2: Preglednica rezultatov slovenske reprezentance na EP 2004





Št.	Kraj	Tekma	Rezultat	Stopnja tekmovanja
1	Celje	Slovenija: Islandija	34:28	Začetna skupina
2	Celje	Slovenija: Češka	37:33	Začetna skupina
3	Celje	Slovenija: Madžarska	29:29	Začetna skupina
4	Ljubljana	Slovenija: Srbija in Črna gora	27:20	Glavni del
5	Ljubljana	Slovenija: Nemčija	24:31	Glavni del
6	Ljubljana	Slovenija: Francija	27:22	Glavni del
7	Ljubljana	Slovenija: Hrvaška	27:25	Polfinale
8	Ljubljana	Slovenija: Nemčija	25:30	Finale

Tabela prikazuje vse tekme slovenske reprezentance na EP 2004 in njihove rezultate in v katerem delu tekmovanja so igrali s posamezno ekipo ter v katerem kraju se je tekma odvijala.

## 1.8. PRIKAZ REZULTATOV V SKUPINAH ZAČETNEGA DELA TEKMOVANJA NA EP 2004

### SKUPINA A

Tabela 3: Podatki o tekmah v skupini A na EP 2004 - prizorišče: - Rdeča dvorana





Reprezentanca	Tek	Z	N	P	DG	PG	GR	Toč
 Rusija	3	3	0	0	87	74	13	6
 Švedska	3	2	0	1	93	79	14	4
 Švica	3	1	0	2	69	85	-16	2
 Ukrajina	3	0	0	3	74	85	-11	0

Legenda: Z – zmage; N – neodločeni rezultati; P – porazi; DG – doseženi goli; PG – prejeti goli; GR – gol razlika; Toč – točke.

Tabela prikazuje reprezentance v skupini A, mesto v skupini, ki so ga zasedle in točke, ki so si jih nabrale po skupinskem delu tekmovanja.

#### SKUPINA B

Tabela 4: Podatki o tekmah v skupini B na EP 2004 - prizorišče: dvorana Tivoli





Reprezentanca	Tek	Z	N	P	DG	PG	GR	Toč
 Hrvaška	3	2	1	0	88	86	2	5
 Danska	3	2	0	1	85	78	7	4
 Španija	3	1	0	2	82	81	1	2
 Portugalska	3	0	1	2	91	101	-10	1

Legenda: Z – zmage; N – neodločeni rezultati; P – porazi; DG – doseženi goli; PG – prejeti goli; GR – gol razlika; Toč – točke.

Tabela prikazuje reprezentance v skupini B, mesto v skupini, ki so ga zasedle in točke, ki so si jih nabrale po skupinskem delu tekmovanja.

#### SKUPINA C

Tabela 5: Podatki o tekmah v skupini C na EP 2004 - prizorišče: dvorana Zlatorog





Reprezentanca	Tek	Z	N	P	DG	PG	GR	Toč
 Slovenija	3	2	1	0	100	90	10	5
 Madžarska	3	2	1	0	91	83	8	5
 Češka	3	0	1	2	88	97	-9	1
 Islandija	3	0	1	2	87	96	-9	1

Legenda: Z – zmage; N – neodločeni rezultati; P – porazi; DG – doseženi goli; PG – prejeti goli; GR – gol razlika; Toč – točke.

Tabela prikazuje reprezentance v skupini C, mesto v skupini, ki so ga zasedle in točke, ki so si jih nabrale po skupinskem delu tekmovanja.

#### SKUPINA D

Tabela 6: Podatki o tekmah v skupini D na EP 2004 - prizorišče: dvorana Bonifika

Reprezentanca	Tek	Z	N	P	DG	PG	GR	Toč
 Francija	3	2	1	0	81	74	7	5
 Srbija in Črna gora	3	2	0	1	86	78	8	4
 Nemčija	3	1	1	1	96	89	7	3
 Poljska	3	0	0	3	86	108	-22	0

Legenda: Z – zmage; N – neodločeni rezultati; P – porazi; DG – doseženi goli; PG – prejeti goli; GR – gol razlika; Toč – točke.

Tabela prikazuje reprezentance v skupini D, mesto v skupini, ki so ga zasedle in točke, ki so si jih nabrale po skupinskem delu tekmovanja.

### 1.9. ZNAČILNOSTI REPREZENTANC, KI SO NASTOPALE NA EP 2004

Podatki o morfoloških, telesni pokazatelji - telesna višina in telesna masa, kažejo, da je bila slovenska rokometna reprezentanca v obeh pokazateljih povsem primerljiva z ostalimi reprezentancami. Nismo sicer imeli ekstremno visokih igralcev, kot na primer Nemci ali Madžari, vendar je povprečje povsem zadovoljivo. V povprečju so bili višji od naše reprezentance samo Nemci (ki so odstopali tudi od ostalih) ter Švedi, Madžari, Španci ter Ukrajinci. V preteklosti so Slovenci precej zaostajali v telesni višini za ostalimi najboljšimi reprezentancami. Nekoliko drugačna je bila situacija glede telesne mase saj smo bili v tem segmentu, v povprečju, precej bolj v ozadju. Za nami sta bili le reprezentanci Švice in Islandije. V moštvu tudi nismo imeli nobenega igralca z izrazito veliko telesno maso, saj so nas v tem smislu prehitele prav vse ostale reprezentance. Podatki o starostni strukturi igralcev različnih reprezentanc so si precej podobni. Nobena reprezentanca v povprečju ni bila mlajša od 27 in ne starejša od 30 let. Naša reprezentanca je bila v tem pogledu nekje v sredini. V povprečju je bila najstarejša reprezentanca Nemčije (Šibila in Tiselj, 2004).





*Slika 12: Sestava slovenske reprezentance na EP 2004*

Tabela 7: Tabela 8: Podatki o višini in teži igralcev na EP 2004 (Šibila in Tiselj, 2004)

	Ekipa	Število igralcev	Višina (cm)			Teža (kg)		
			max.	min.	povpreč.	max.	min.	povpreč.
1	NEM	16	214	185	195.4	126	79	94.0
2	SLO	16	200	184	192.0	98	80	90.5
3	DAN	16	201	180	189.9	101	84	91.4
4	HRV	16	203	184	186.8	100	80	91.3
5	RUS	16	203	180	192.0	106	76	91.3
6	FRA	16	199	178	190.3	106	79	94.5
7	ŠVE	16	200	181	193.5	105	81	93.3
8	SČG	16	200	180	189.4	105	77	91.6
9	MAD	16	208	185	193.3	125	85	97.5
10	ŠPA	16	203	176	192.9	105	75	93.4
11	ČEŠ	15	202	176	188.9	114	80	93.5
12	ŠVI	16	202	180	190.5	106	76	88.3
13	ISL	15	202	180	190.5	106	76	88.6
14	POR	16	196	176	186.8	109	80	92.7
15	UKR	16	202	183	193.9	105	83	91.6
16	POL	16	202	182	192.1	100	75	92.6
<b>Skupaj</b>			<b>max.</b>	<b>min.</b>		<b>max.</b>	<b>min.</b>	
		<b>254</b>	<b>214 cm</b>	<b>176 cm</b>	<b>191.1</b>	<b>126 kg</b>	<b>75 kg</b>	<b>92.2 kg</b>

Na tabeli lahko vidimo podatke o številu igralcev vsake sodelujoče reprezentance na prvenstvu, podatek o najvišjem igralcu v vsaki ekipi, podatek o najnižjem igralcu v ekipi in pa celotno povprečje višine v posameznih reprezentancah. Prav tako imamo podatke o teži igralcev. Razberemo lahko število kilogramov najtežjega igralca v ekipi, najlažjega igralca in pa povprečno težo celotnih reprezentanc.

## 1.10. RAZVOJ RAČUNALNIŠKO PODPRTIH SISTEMOV ZA UGOTAVLJANJE OBREMENITEV V MOŠTVENIH ŠPORTIH

Filozofi in fiziki se že od nekdaj sprašujejo o človeku v gibanju. Začetki sistematičnega sledenja človeškega gibanja segajo že v renesanso. Najprej so gibanje preučevali na živalih, kasneje pa so za analizo človeškega gibanja uporabili že fotografije in filmski trak, kjer so slike pretvarjali v številske vrednosti (sprememba gibanja, ki se zgodi v eni sekundi) in na ta način preučevali hitrost gibanja. Dolgo časa se je gibanje atletov preučevalo na enak način, potem pa se je zaradi razvoja računalniške tehnologije vse spremenilo (Dolinar, 2010).

Največ raziskav s področja samega spremljanja obremenitve je bilo narejenih prav v moštvenih igrah in sicer nogometu, košarki, ragbiju (Filipčič, 2008). Razlog lahko poiščemo v temeljnem značaju igre, ki je vsem tem športom skupen. Vključuje številna gibanja v vseh smereh, na razmeroma velikem igrišču; med njimi pa prihaja tudi do kontaktov in drugih nepredvidljivih situacij. To pa raziskovalcem predstavlja velik izziv za preučevanje obremenitve. V ta namen so bili razviti zapleteni biomehanični merilni sistemi, ki zagotavljajo veliko hitrost in natančnost meritev in se v praksi uporabljajo za merjenje izoliranih gibov. Vendar pa za merjenje obsežnega gibanja med tekmo, kot je na primer gibanje igralca košarke z ene strani igrišča na drugo stran, niso bili dovolj (Perš, Bon, Kovačič, Šibila in Dežman, 2002). Tako se je pojavila težnja po sistemih, ki bi zajeli igralca v gibanju na tekmi.

Prvi problemi, ki so se pojavili v razvoju analiz z računalniško podprto tehnologijo, so izhajali iz same tehnologije. Prve tovrstne raziskave so se prvič pojavile v 80. letih prejšnjega stoletja. Tedanji računalniki so namreč omogočili ročno beleženje določenih dogodkov na tekmi, njihovo urejanje in obdelavo. Vendar pa je sledilo približno 20 let tehnološkega razvoja, da je bilo mogoče z računalniki opravljati vsaj delno avtomatizirano obdelavo videoposnetkov gibanj igralcev na tekmah (Perš idr., 2002).

Potrebno je poudariti, da je rezultat v moštvenih igrah posledica skupne akcije. Situacije, s katerimi se srečuje igralec ali ekipa pa niso nikoli identične (v najboljšem primeru so si te situacije podobne in vedno odsevajo tipične vzorce obnašanja), zato je ocenjevanje neke ekipe zelo zahtevna naloga. Da bi se trening optimalno izkoristil s stališča izbire vsebine, metod organiziranja in primerne stopnje intenzivnosti je zato potrebna ustrezna tehnologija, ki bi omogočila natančno analizo igre (Marinič, 2008).

## 1.11. RAČUNALNIŠKI VID IN SISTEM SAGIT

Z razvojem računalniške in video tehnologije se pojavljajo vedno nove možnosti uporabe le-te v raziskovalne namene tudi v vrhunskem športu. Ciklična obremenitev igralcev v tekmovalnih razmerah, poznavanje parametrov gibanja v športu in pa opazovanje neustreznih metod treninga v procesu osnovne telesne priprave, ki se tudi na vrhunski ravni v veliki meri izvaja brez poznavanja intervalov obremenitev, kakršne se pojavljajo na tekmi, so bila glavna vodila za sodelovanje med Fakulteto za šport in Fakulteto za elektrotehniko, pri ustvarjanju sistema, ki bi bil sposoben slediti vsem igralcem obeh ekip po celem igrišču, ob minimalnem številu posredovanj operaterja (Bon idr., 2002).

Sledilni sistem SAGIT je kratica, ki pomeni: **Sistem za Analizo Gibanja Igralcev med Tekmo** in temelji na metodah računalniškega vida (Bon idr., 2002).

Računalniški vid je področje, ki se ukvarja z metodami in algoritmi, ki služijo pridobivanju uporabne informacije iz digitalnih slik in posnetkov s pomočjo računalnika. Računalniški vid nam na podlagi zajetih slik prizora da nekakšen simbolični opis prizora, simbolični opis tega prizora pa je odvisen od problema, ki ga obravnavamo. To naj bi bila tudi bistvena razlika med računalniškim vidom na sedanji stopnji razvoja in človeškim vidom. Medtem ko se je človeški vid sposoben prilagajati različnim okoliščinam, moramo sisteme računalniškega vida graditi posebej za specializirane naloge, ki jih bodo opravljali. Takšnega sistema računalniškega vida, ki bi se lahko v vseh pogledih vsaj približno kosal s človeškim vidom, še ne znamo narediti (Bon idr., 2002).

Računalniški vid je tesno povezan s sorodnimi področji, kot so umetna inteligenca, računalništvo in optika. Analiza gibanja s pomočjo računalniškega vida ima dve pomembnejši fazi. Prva faza zajema samo pridobivanje podatkov o gibanju, torej sledenje, ki predstavlja način brezkontaktnega merjenja, izvedena pa je lahko ročno ali s pomočjo računalniškega vida. Druga faza, ki je prav tako pomemben korak, pa je analiza pridobljenih podatkov na smiseln in našemu problemu prilagojen način (Marinič, 2008).

Bon idr., (2002) pravijo, da je sledenje objekta definirano kot pridobivanje podatkov o položaju objekta skozi čas. Samo sledenje ljudi je s stališča računalniškega vida zanimiv, vendar zahteven problem, saj se srečujemo z mnogimi posebnostmi:

- Analiziramo prizore iz naravnega okolja, ki se hitro spreminjajo.
- Pogosto imamo opravka z zakrivanjem, ki ga povzročajo drugi objekti v opazovalnem prizoru.
- Človeško telo ni togo in je členjeno, kar predstavlja največji izziv pri razvoju algoritmov.

Ne glede na vse omenjene omejitve pa lahko metode, temelječe na računalniškem vidu koristno uporabimo za ugotavljanje obremenitev športnikov posebej v športnih igrah. Igralci se namreč med tekmo premikajo (hoja in tek) po igrišču ali pa stojijo na mestu. Njihovo premikanje je možno slediti s pomočjo omenjenih metod. Z ustrezno prilagojeno programsko opremo lahko tako pridobimo podatke o obsegu in intenzivnosti gibanja igralcev po igrišču.

## 1.12. PREDNOSTI UPORABE RAČUNALNIŠKEGA VIDA

Najpomembnejši cilj sledenja je zagotovo pridobivanje podatkov o položaju in gibanju opazovanega objekta. S tako zastavljenim sledilnikom lahko ljudi obravnavamo kot merilno napravo (obravnavamo ga tako, če hočemo, da so rezultati zanesljivi in verodostojni). Če primerjamo metode sledenja, ki ne uporabljajo računalniškega vida, z metodami računalniškega vida, lahko rečemo, da uporaba strojnega vida deli večino prednosti. Najpomembnejše prednosti uporabe računalniškega vida so torej:

- **Visoka zmogljivost**, ki je ni mogoče doseči ročno. Pri sledenju človeka imamo opravka z zelo veliko hitrostjo zajemanja slik (25 slik na sekundo ali še več), zato je količina podatkov, ki jih je potrebno obdelati, res ogromna. Kadar sledimo igralce med tekmo



košarke ali rokometu, je treba pri sledenju vseh igralcev za celotno obdelavo tekme preko milijon klikov z miško, saj je posnetek sestavljen nekje iz 90.000 slik.

- **Sledljiva in določljiva natančnost** samodejnih metod v primerjavi z ročno analizo. Zanesljivost in natančnost človeškega operaterja sta odvisni od posameznika, ki opravlja to delo in ju ne moremo vnaprej določiti. Ročne meritve niso vedno nenatančne, imajo pa subjektivne ocene človeka, ki jih opravlja, velik vpliv na rezultate.
- **Stabilnost delovanja sistema.** Tudi če je pod določenimi predpostavkami ročno sledenje natančnejše, se natančnost in značilnost merilnega postopka velikokrat spreminjata glede na okoliščine, na katere uporabniki nimajo nobenega vpliva.

Seveda pa ima tudi uporaba metod strojnega vida določene pomanjkljivosti. Nekatere izmed njih izhajajo kar neposredno iz zgoraj omenjenih lastnosti. Tako na primer objektivnost metod strojnega vida pomeni, da pri popolnoma samodejnem sledenju nimamo na razpolago izkušenj operaterja. Če želimo uporabiti tovrstno znanje, ga moramo v sledilnik vgraditi v obliki baze znanja ali modelov gibanja (Bon idr., 2002).

### 1.13. ZAHTEVE IN PREDPOSTAVKE SISTEMA SAGIT

Glede na namen in uporabo podatkov, zajetih s takšnim sistemom, lahko definiramo naslednje zahteve, ki jih mora tak sistem za sledenje med tekmami izpolnjevati:

- **Zanesljivost.** Sistem mora biti sposoben slediti igralcem na tekmi ob čim manjšem posegu operaterja.
- **Hitrost delovanja.** Predvidoma sistem ob sedanjem stanju računalniške tehnologije ne bo mogel delovati ob stvarnem času, vendar naj bo hitrost vseeno dovolj velika, da lahko tekmo obdelamo v razumnem času.
- **Natančnost.** Sistem mora biti dovolj natančen, da bodo pridobljeni podatki omogočali športnim strokovnjakom primerno analizo tekme.
- **Metoda sledenja.** Osnovna zahteva pri razvoju sistema, je možnost nemotečega in za igralce neopaznega sledenja. Za lažjo analizo trening tekem dopuščamo možnost uporabe posebnih majic različnih barv, ki lahko povečajo zanesljivost sledenja.
- **Vhodni podatki.** Želimo, da bi sistem deloval s pomočjo videoposnetkov analiziranih tekem, zajetih z ustrežno umerjenimi kamerami. Sledilnik naj obdelava vse slike zaporedja slik, ki je zajeto z 25 slikami na sekundo.
- **Izhod sistema.** Sem spadajo podatki o gibanju igralcev skozi čas (trajektorije igralcev). Podatki naj so preračunani v koordinatni sistem igrišča, saj je le tako mogoča analiza preostalih parametrov (hitrost, pretečena razdalja). Podatki naj zajemajo le komponenti gibanja igralcev in ravni igrišča (Bon idr., 2002).

#### 1.14. DELOVANJE SISTEMA

Za sam razvoj sistema za sledenje igralcev so bili torej potrebni številni kakovostni posnetki dvoranske tekme.

Uporaba sistema je bila predvidoma namenjena za sledenje igralcev med tekmami košarke in rokometu. Posnetki dejanskih tekem pa so bili podlaga za razvoj samega sledilnega sistema. Da bi tekmo lahko sploh primerno posneli za obdelavo s sistemom SAGIT, mora dvorana imeti več kamer, ki zajamejo celo igrišče, od tega morata biti vsaj dve uporabljene za sledenje igralcev. Preden lahko začnemo z obdelavo podatkov in sledenjem tekme na računalniku, je potrebno za samo snemanje tekme uskladiti ogromno stvari.

Prva takšna stvar je zagotovo zajem slik. Košarkarsko in rokometno igro zajema gibanje igralcev v treh razsežnostih (poleg gibanja po igrišču tudi skačejo in včasih tudi padejo), za analizo tekme pa je pomembnejše gibanje v ravnini igrišča (ravnini XY). Sledi sama postavitev kamer na različne točke v dvorani, ki omogoča, da sliko sploh zajamemo. Najprimernejši način za postavitev kamer na tekmi, ki jo želimo slediti, je neposredno nad igriščem, tako da oklepa optična os kamere z igriščem pravi kot, kamere pa med tekmo mirujejo. Igralci so na tako zajetih slikah vidni iz ptičje perspektive. Osvetlitev igrišča je bistvenega pomena za dobro delovanje samodejnih metod sledenja. Glede na to, da so računalniške metode sledenja bistveno preprostejše od zapletenega človeškega vida, morajo biti karseda kontrastne in dovolj svetle. Čeprav so možnosti vplivanja na način osvetlitve igrišča bistveno manjše, kot pri industrijski uporabi računalniškega vida, lahko še vedno vplivamo na določene spremenljivke: **tip svetlobe** (dvorana je zgrajena tako, da podnevi igrišče osvetljuje dnevna svetloba, ki jo je mogoče omejiti s postavitvijo ustreznih zaves na okna dvorane. V primeru televizijskih prenosov tekem je dvorana posebej razsvetljena s pomočjo luči, ki jih postavi TV ekipa). **Moč svetlobe** (stopnjo osvetlitve v dvorani je mogoče do določene mere nadzorovati, saj je umetna osvetlitev razdeljena na več segmentov, ki jih lahko posamezno prižigamo in ugašamo). **Nastavitev kamer** (dnevna svetloba zagotavlja močno osvetlitev igrišča, vendar v večino pogojev ni primerna za osvetlitev prizorov, ki bodo računalniško obdelani. Največji problem je njena spremenljivost, saj se spreminja glede na položaj sonca, čas dneva, oblačnost in podobno).

Pretvorba slike v digitalno obliko je naslednji izmed glavnih dejavnikov za primerno obdelavo. V našem primeru sledenja imamo opraviti z zaporedji slik, ki naj bi bila zajeta s čim večjo možno hitrostjo. Pri kinematični analizi gibanja delov človeškega telesa, so v uporabi posebne kamere z nadstandardno visokimi frekvencami zajemanja slik, tudi za ceno njihove nižje ločljivosti. Sama digitalizacija slikovnih podatkov med tekmo je zelo občutljiv postopek, saj vsaka napaka na strojni ali programski opremi pomeni izgubo podatkov, zato je smiselno podatke shranjevati sproti na magnetni medij in šele pred obdelavo prenesti na računalnik. Zadnja dva pomembna dejavnika, ki jih je potrebno omeniti, pa sta sinhronizacija in umerjanje kamer. Sinhronizacija kamer poteka zato, ker sledenje teče na posnetkih, zajetih s pomočjo dveh kamer, oba posnetka je potrebno sinhronizirati tako, da bosta sledilniku v vsakem trenutku na voljo sliki, ki sta zajeti z obema kamerama v istem trenutku. Grobo sinhronizacijo opravimo z ročno določitvijo značilnega trenutka ob začetku tekme (npr. prvi met), na obeh posnetkih. Umerjanje kamer pa je bistvenega pomena za samo kakovost izhodnih podatkov. Umerjanje kamer nam da zvezo med slikovnimi točkami v koordinatnem sistemu slike in položaja igralca v koordinatnem sistemu igrišča. Seveda bi lahko poleg naštetih dejavnikov

omenili še kar nekaj drugih, vendar so ti naštetih najpomembnejši za pridobitev podatkov, ki bodo kasneje primerni za samo obdelavo in analizo podatkov (Bon idr., 2002).

Sledilni sistem SAGIT predstavlja v kontekstu sledenja ljudi (igralcev) merilni sistem. Za vsak merilni sistem pa so seveda značilne tudi številne napake. Snovalci sistema so ugotovili, da na sledilni sistem delujejo različne motnje, ki vplivajo na samo natančnost sledenja. Merilne napake so razdelili na grobe napake, ki so posledica nepazljivosti pri izvajanju meritev in se jih da hitro odpraviti, na sistemske napake, ki povzročajo sistematičen odmik izmerjene vrednosti od resnične vrednosti, na kvantizacijske napake, ki so posledica omejitev ločljivosti slikovnih točk uporabljenih kamer in na naključne napake, ki pa jih je težko odkriti. Poleg omenjenih napak na rezultate sledenja vplivajo tudi različni gibi igralcev, šumi pri zajemanju slike z videorekorderjem in prenosu v digitalno obliko, oddaljenost merjenca od kamere in s tem povezane večje radialne ukrivljenosti slike ter kalibracija kamere (Vučković, 2002).

### 1.15. NAPREDEK SISTEMA SAGIT

Leta 2004 je zaradi novega finančnega vložka prišlo do sprememb v razvoju sistema SAGIT. Te spremembe so se kazale predvsem pri poenostavljenih metodah prenosa posnetkov v digitalno obliko, prav tako pa je postala sama kalibracija posnetka enostavnejša in bistveno hitrejša. Največjo spremembo pa je bilo moč opaziti pri algoritmih, ki so tako postali bolj kompleksni in prilagodljivi. Vsa kompleksnost je uporabnikom skrita za enostavnim vmesnikom. Skrajšal se je tudi čas obdelave podatkov, ki bi naj sedaj znašal en dan, pred izboljšavami pa bi za obdelavo ene tekme porabili približno 30 dni. Večja avtomatizacija je tako zmanjšala potrebe intervencij operaterja, med drugim pa je z dodatnim modulom na tekmi možno določiti tudi tehnično taktične aktivnosti, ki jih lahko prilagajamo različnim športnim igram. Vedno večje število raziskav s sistemom SAGIT bo pripeljalo do lažjega posploševanja podatkov in praktični uporabi le teh (Dolinar, 2010).

## 2. METODE DE LA

### 2.1. ZBIRANJE PODATKOV

Tekmo, pripravljeno za obdelavo v sistemu SAGIT, sem že dobila na računalnik Fakultete za šport, tako sem lahko takoj začela s samim zbiranjem podatkov. Znotraj sistema SAGIT sem si nato izbrala željenega igralca, ki se je obarval s posebno barvo, okrog njega pa je nastal krog. Začelo se je samo sledenje igralca. Vsak premik označenega igralca je potrebno natančno spremljati s klikom računalniške miške, saj vsaka majhna napaka privede do nerealnih rezultatov. Delo je bilo zelo zamudno in obenem tudi naporno. Prvega igralca mi je v celoti uspelo poslediti po približno dveh mesecih, drugega nekoliko prej. Podatki so pripravljene za obdelavo šele po izvozu v excelovo datoteko, kjer jih uredimo in jih naprej izvozimo v statistični program spss, kjer lahko podatke dokončno analiziramo in jim dodamo pomen.

### 2.2. VZOREC TEKEM

V vzorec sem vključila tekmo finala evropskega prvenstva v rokometu, ki je leta 2004 potekal v Sloveniji. V finalu sta si nasproti stali reprezentanci Slovenije in Nemčije. Reprezentanca Slovenije se je v finalni tekmi proti Nemcem odločila za obrambo 6:0, ki jo je nekje na drugi polovici prvega polčasa spremenila v obrambo 5:1, kjer je pozicijo tako imenovane »špice« igral prav Kastelic. S to obrambo je Slovenija verjetno poskušala narediti neko spremembo in priti do bolj ugodnega rezultata ter zaustaviti pretok žoge med zunanjimi igralci. Nemci so celotno tekmo igrali consko obrambo 6:0, kjer je Schwarzer igral na mestu tretjega branilca. Kastelic je ob 6:0 obrambi igral na mestu desnega prvega branilca.

### 2.3. VZOREC IGRALCEV

V vzorec sem vzela člana slovenske rokometne reprezentance Andreja Kastelica in člana nemške rokometne reprezentance, Christiana Schwarzerja. Prvi je igral na mestu levega krila, drugi pa na mestu krožnega napadalca. Za ta dva igralca sem se odločila predvsem zato, ker igrata na različnih igralnih mestih, ki se med sabo zelo razlikujeta.

### 2.4. VZOREC SPREMENLJIVK

Pri obeh igralcih sem obravnavala povprečno hitrost gibanja, ki sta jo dosegla v obeh polčasih, prav tako sem pridobila podatke o poti, ki sta jo opravila na celotni tekmi in pa pridobila

podatke o posameznih hitrostnih razredih obeh igralcev, kjer nisem samo pridobila podatkov o povprečni hitrosti v vsakem hitrostnem razredu, temveč tudi koliko odstotkov časa sta se igralca nahajala v določenem hitrostnem razredu.

## 2.5. PREDSTAVITEV OBEH ANALIZIRANIH IGRALCEV

Andrej Kastelic je igral na mestu levega krila. Bil je eden izmed igralcev, ki so za slovensko reprezentanco zbrali največ nastopov. Njegova številka se ustavi pri 150 nastopih in 389 golih.

Rodil se je 6. aprila 1971 in začel svojo profesionalno športno pot v rokometnem klubu Slovan ter jo nadaljeval v drugem ljubljanskem klubu Prule 67. Kasneje pa je igral tudi v Nemčiji, pri Eisenachu, kjer je tudi pri 37 letih končal svojo klubsko kariero. Na evropskem EP v Sloveniji je bil eden izmed nosilcev igre in je na igrišču preživel največ časa. Na celotnem prvenstvu je igral nekaj več kot 4 ure oz. 240 minut.

V višino je meril 185 cm, kar za krilnega igralca niti ni tako malo. Tehtal pa je 88 kg.



Slika 13: Andrej Kastelic

Christian Schwarzer je veljal za enega izmed najbolj kakovostnih krožnih napadalcev takratnega časa. Z nemško reprezentanco je leta 2004 osvojil naslov evropskih prvakov, istega leta je v Atenah na olimpijskih igrah osvojil tudi srebrno olimpijsko kolajno. Z nemško reprezentanco je l. 2007 postal tudi svetovni prvak. Imel je bogato klubsko kariero, igral je za VfL Fredenbeck, TV Niederwürzbach, leta 2000 pa je z Barcelono osvojil naslov evropskih klubskih prvakov. Kasneje je igral še za nemški klub Lemgo, kjer je tudi končal z igranjem vrhunskega rokometu. V svoji karieri je nastopal na šestih svetovnih prvenstvih, na petih evropskih prvenstvih in na treh olimpijskih igrah. Za svojo reprezentanco je zbral kar 310 nastopov in dosegel 949 golov.

V višino je meril 198 cm, tehtal pa je 100 kg.



*Slika 14: Christian Schwarzer pri strelu s padcem*

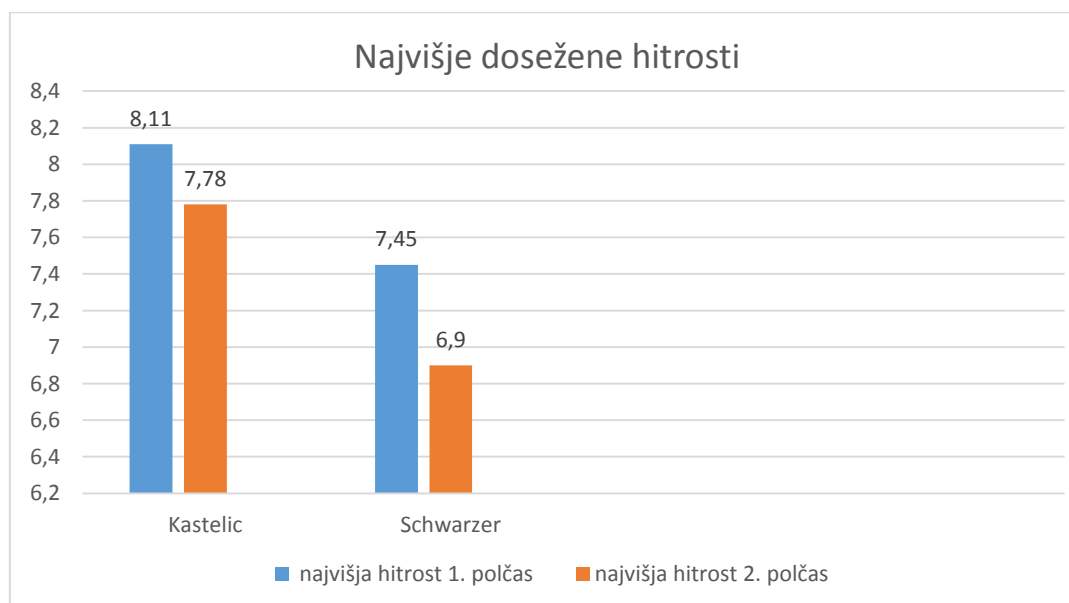
### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Andrej Kastelic je na analizirani tekmi igral 50 min in 54 sekund ter v tem času dosegel samo en zadetek od dveh strelav na gol, kar pomeni, da je imel zelo malo možnosti za izvedbo strela. Na podlagi tega lahko sklepamo, da verjetno tudi ni izvedel nobenega protinapada, ki je za krilno igralno mesto ena izmed pogosto izvajanih aktivnosti pri, kateri je običajno hitrost igralca najvišja. Na drugi strani je Christian Schwarzer igral 59 min in 12 sekund, torej 9 minut več. V tem času je dosegel dva zadetka iz dveh strelav na gol.

Najvišjo hitrost teka na celotni tekmi je dosegel Andrej Kastelic in je znašala 8,11m/s. Dosežena je bila v prvem polčasu. Njegova najvišja hitrost teka v drugem polčasu pa je znašala 7,78m/s.

Največja dosežena hitrost Christiana Schwarzerja je znašala 7,45 m/s in je bila prav tako dosežena v prvem polčasu. V drugem polčasu pa je bila njegova najvišja hitrost 6,90m/s.

Krilni igralci se po sami morfološki zgradbi precej razlikujejo od krožnih napadalcev, saj naj bi bili manjše rasti in fizično šibkejši od krožnih napadalcev. So pa zato veliko hitrejši in vzdržljivejši in predvsem bolj eksplozivni. Večjo najvišjo doseženo hitrost bi zato pripisala zgoraj naštetim dejavnikom. Verjetno rahla utrujenost v drugem polčasu ni dopuščala, da bi dosegla približno enako visoke vrednosti.



Graf 1: Najvišje dosežene hitrosti na tekmi

Poglejmo še najnižje hitrosti obeh igralcev. Kasteličeva najnižja hitrost na tekmi je znašala ,0,011 m/s, Schwarzerjeva pa 0,010 m/s. Pri tem gre za stanje na mestu oz. minimalne zabeležene premike težišča telesa, ki ga je sistem še zabeležil.

### 3.1. ANALIZA INTENZIVNOSTI IZVEDBE TEKA IN HOJE MED TEKMO

#### Andrej Kastelic - prvi polčas

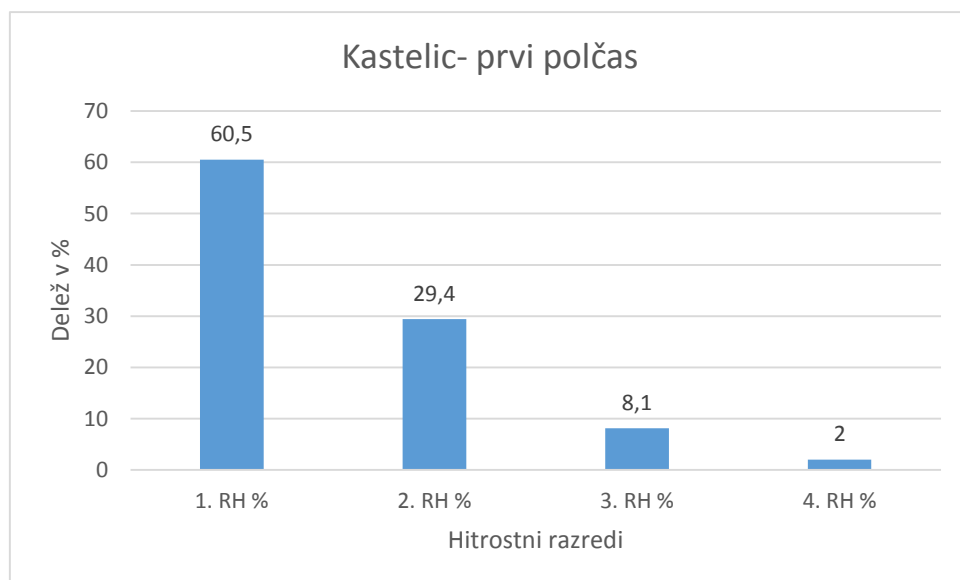
Tabela 8: Povprečne vrednosti hitrosti gibanja dosežene v okviru posameznih hitrostnih razredov pri Kasteliku v prvem polčasu.

1. RH	0,69 m/s
2. RH	1,94 m/s
3. RH	3,97 m/s
4. RH	5,88 m/s

Kasteličeva povprečna hitrost v prvem hitrostnem razredu je znašala v prvem polčasu 0,69m/s, v drugem hitrostnem razredu, kjer prevladuje počasen tek, je bila njegova povprečna vrednost v prvem polčasu 1,94 m/s. V tretjem hitrostnem razredu je povprečna vrednost prvega polčasa znašala 3,97 m/s, v najvišjem hitrostnem razredu, kjer gre za hiter tek in sprint, je povprečna vrednost znašala 5,88 m/s.

Tabela 9: Deleži igralnega časa, ko se je Kastelic gibal v okviru hitrosti predvidenimi s posameznimi hitrostnimi razredi v prvem polčasu

c	1. RH	2. RH	3. RH	4. RH
Kastelic	60,5%	29,4%	8,1%	2,0%



Graf 2: Delež časa v posameznem hitrostnem razredu Kastelica v prvem polčasu

Iz tabele in grafa razberemo, kolikšen delež časa se je Kastelic v prvem polčasu nahajal v določenem hitrostnem razredu. Vrednosti kažejo, da je 60,5 % opravil v prvem hitrostnem



razredu. V obrambi se pri rokometu srečujemo s kratkimi gibanji, ki niso tako intenzivni, prav tako na mestu krilnega igralca v sami fazi napada dalj časa igralci čakajo na uporabno žogo in so zato statični. Temu bi pripisala dejstvo, da se je več kot polovico svojega časa na igrišču nahajal v najpočasnejšem hitrostnem razredu. V drugem hitrostnem razredu je Kastelic v prvem polčasu prebil 29,4 %, v tretjem hitrostnem razredu 8,1% in v najhitrejšem hitrostnem razredu 2,0%. Tako nizek odstotek četrtega hitrostnega razreda me je rahlo presenetil, saj sem pričakovala vsaj nekoliko višjega, glede na to, da so številne raziskave dokazale, da imajo krilni igralci največ visoko intenzivnih obremenitev med tekmo, glede na ostala igralna mesta. Verjetno bo ta odstotek v drugem polčasu še nižji zaradi same utrujenosti igralcev.

### Andrej Kastelic - drugi polčas

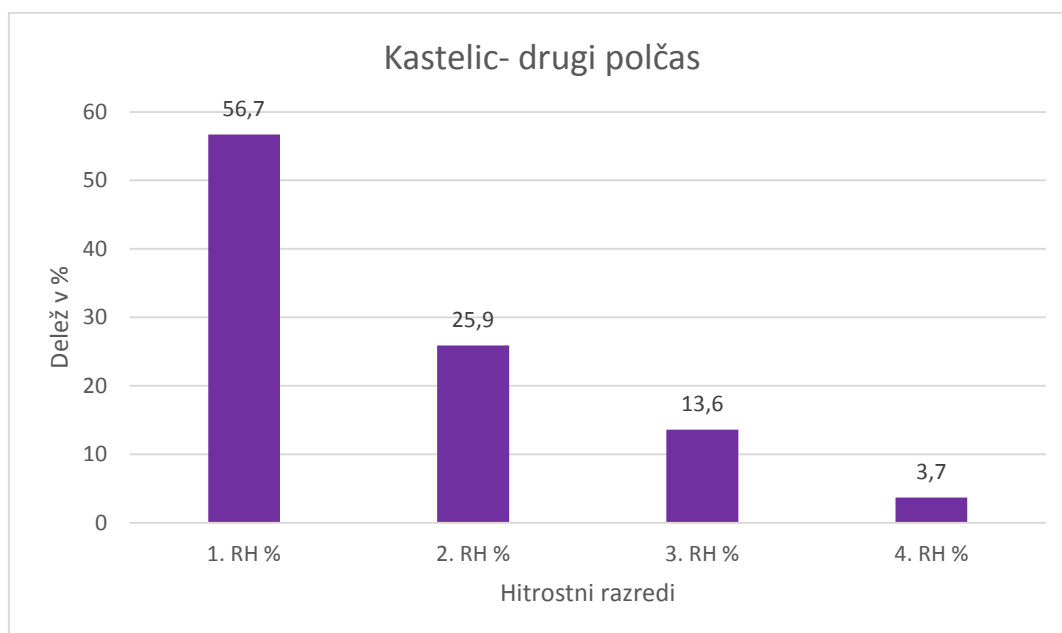
Tabela 10: Povprečne vrednosti hitrosti gibanja dosežene v okviru posameznih hitrostnih razredov pri Kastelicu v drugem polčasu

1. RH	0,72 m/s
2. RH	1,97 m/s
3. RH	3,91 m/s
4. RH	6,00 m/s

Kasteličeva povprečna hitrost v prvem hitrostnem razredu je znašala 0,72 m/s, kar je nekoliko višja vrednost kot vrednost, ki jo je dosegel v prvem polčasu. Bilo je torej nekoliko več hoje. V drugem hitrostnem razredu je povprečna vrednost znašala 1,97 m/s, v tretjem 3,91 m/s, vrednosti v teh dveh hitrostnih razredih se v primerjavi z vrednostmi iz prvega polčasa skoraj ne razlikujejo oz. so si zelo podobne. Zanimivo je, da je bila povprečna hitrost v zadnjem hitrostnem razredu nekoliko višja od tiste iz prvega polčasa in je znašala 6,00 m/s.

Tabela 11: Deleži igralnega časa, ko se je Kastelic gibal v okviru hitrosti predvidenimi s posameznimi hitrostnimi razredi v drugem polčasu

	1. RH	2. RH	3. RH	4. RH
<b>Kastelic</b>	56,7%	25,9%	13,6%	3,7%



Graf 3: Delež časa v posameznem hitrostnem razredu Kastelica v drugem polčasu

Iz tabele in grafikona lahko razberemo, da se je Kastelic v drugem polčasu 56,7 % časa nahajal v prvem hitrostnem razredu, kar je za 3,8% manj kot pa v prvem polčasu. V drugem hitrostnem razredu se je nahajal 25,9 %, kar je za 3,5 % manj kot v prvem polčasu. V tretjem hitrostnem razredu se je vrednost povečala skoraj za 5%, kar je posledica tega, da je v prvih dveh razredih prebil manj časa. V zadnjem razredu je vrednost znašala 3,7% kar je prav tako za 1,7 % višja vrednost. Sklepamo lahko, da je Kastelic v drugem polčasu imel več visoko intenzivnih cikličnih gibanj. Tu lahko upoštevamo tudi dejstvo, da je v drugem polčasu v obrambni postavitvi 5:1 igral prednjega obrambnega igralca oz. »špico«, za katerega je značilno, da ima veliko več in bolj intenzivnih gibanj kot ostali obrambni igralci, saj poskrbi tudi za kakšno prestreženo žogo in pomaga pri zapiranju nasprotnika ostalim obrambnim igralcem.

### Christian Schwarzer - prvi polčas

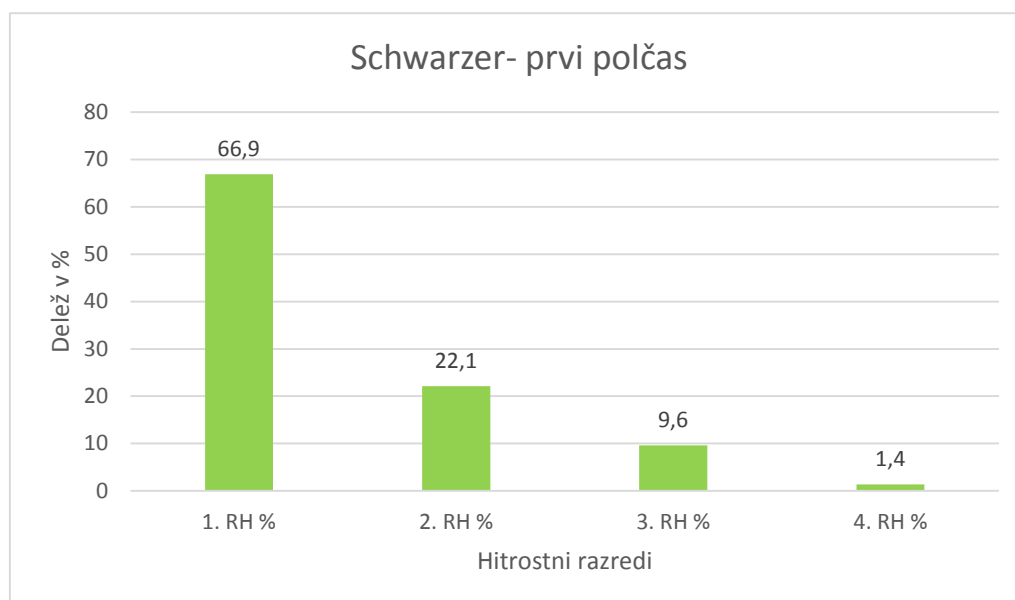
Tabela 12: Povprečne vrednosti hitrosti gibanja dosežene v okviru posameznih hitrostnih razredov pri Schwarzerju v prvem polčasu

1. RH	0,62 m/s
2. RH	1,93 m/s
3. RH	3,92 m/s
4. RH	5,81 m/s

Schwarzerjeva povprečna hitrost v prvem polčasu in prvem hitrostnem razredu je znašala 0,62 m/s. Njegova povprečna hitrost v drugem hitrostnem razredu je bila 1,93 m/s, v tretjem 3,92 m/s in v zadnjem hitrostnem razredu 5,81 m/s. Vrednosti so v primerjavi s Kasteličevimi iz prvega polčasa zelo podobne. Rahlo razliko lahko opazimo le pri prvem hitrostnem razredu, kjer je Schwarzerjeva vrednost malo nižja od Kasteličeve.

Tabela 13: Deleži igralnega časa, ko se je Schwarzer gibal v okviru hitrosti predvidenimi s posameznimi hitrostnimi razredi v prvem polčasu

	1. RH	2. RH	3. RH	4. RH
Schwarzer	66,9%	22,1%	9,6%	1,4%



Graf 4: Delež časa v posameznem hitrostnem razredu Schwarzerja v prvem polčasu

Christian Schwarzer se je 66,9 % časa v prvem polčasu nahajal v prvem hitrostnem razredu, kar je za skoraj 7% več kot Kastelic. Na podlagi te vrednosti lahko sklepamo, da je verjetno visoka zaradi dejstva, da pivot v napadu večinoma rahlo teče ali stoji in dela blokade. Prav tako večinoma ne teče v protinapad, kjer so hitrosti najvišje. V drugem hitrostnem razredu je prebil 22,1% svojega časa, v tretjem 9,6% in v četrtem hitrostnem razredu 1,4%, kar je prav tako nižja vrednost od Kasteličeve. Kastelic je igral na mestu levega krila in je posledično večkrat stekel v protinapad ali podaljšani protinapad, kjer se dosežajo višje hitrosti.

### Christian Schwarzer - drugi polčas

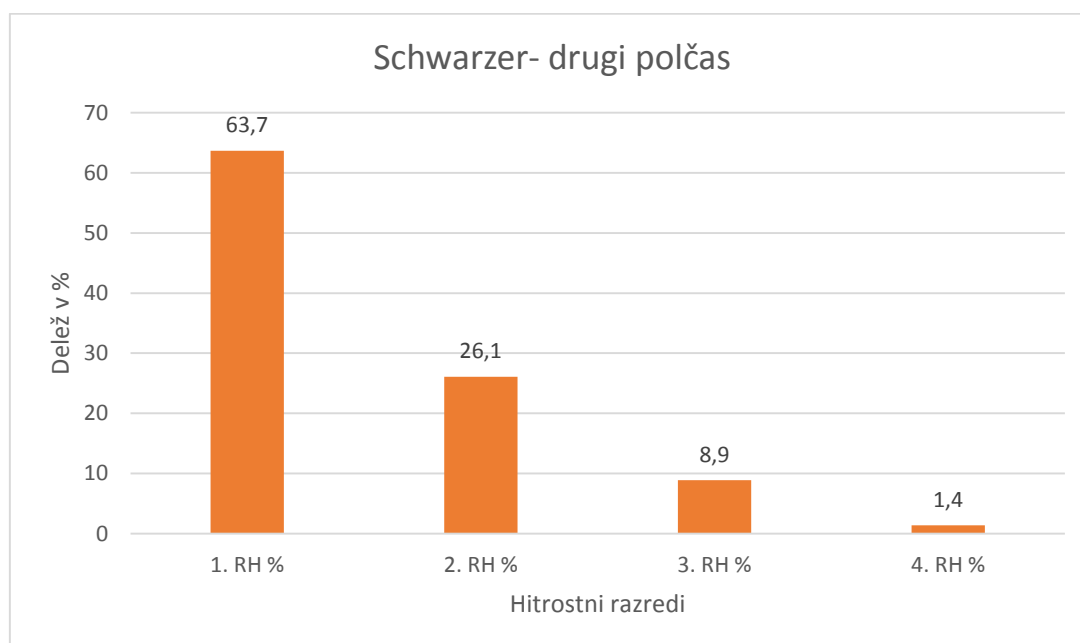
Tabela 14: Povprečne vrednosti hitrosti gibanja dosežene v okviru posameznih hitrostnih razredov pri Schwarzerju v drugem polčasu

1. RH	0,64m/s
2. RH	1,96 m/s
3. RH	3,90 m/s
4. RH	5,66 m/s

Povprečna hitrost Schwarzerja v prvem hitrostnem razredu je v drugem polčasu znašala 0,6435 m/s. Povprečna hitrost v drugem hitrostnem razredu je dosegla vrednost 1,9698 m/s, v tretjem 3,9034 m/s in v hitrostnem razredu najvišje intenzivnosti 5,6606 m/s. Vrednost zadnjega hitrostnega razreda je bila še malo nižja kot v prvem polčasu, kar je verjetno posledica utrujenosti in upočasnjene igre, saj je nemška reprezentanca ves čas drugega polčasa večinoma držala razliko šestih golov in niso potrebovali hitrih zadetkov, zato je bilo tudi manj akcij, pri katerih bi Schwarzer dosegal višje hitrosti

Tabela 15: Deleži igralnega časa, ko se je Schwarzer gibal v okviru hitrosti predvidenimi s posameznimi hitrostnimi razredi v drugem polčasu

	1. RH	2. RH	3. RH	4. RH
Schwarzer	63,7%	26,1%	8,9%	1,4%



Graf 5: Delež časa v posameznem hitrostnem razredu Schwarzerja v drugem polčasu

Schwarzer se je 63,7% celotnega časa v drugem polčasu nahajal v prvem hitrostnem razredu, kar je nekoliko nižja vrednost od vrednosti iz prvega polčasa, ki je znašala 66,9%. V drugem hitrostnem razredu je prebil 26,1% časa, kar je rahlo višja vrednost od tiste iz prvega polčasa. 8,9% časa se je nahajal v tretjem hitrostnem razredu in 1,4% v najvišjem hitrostnem razredu. Vrednost v četrtem hitrostnem razredu je bila skoraj enaka vrednosti iz prvega polčasa, kar potrjuje dejstvo, da ima Schwarzer kot krožni napadalec manj visoko intenzivnih akcij kot igralci na krilnih mestih.

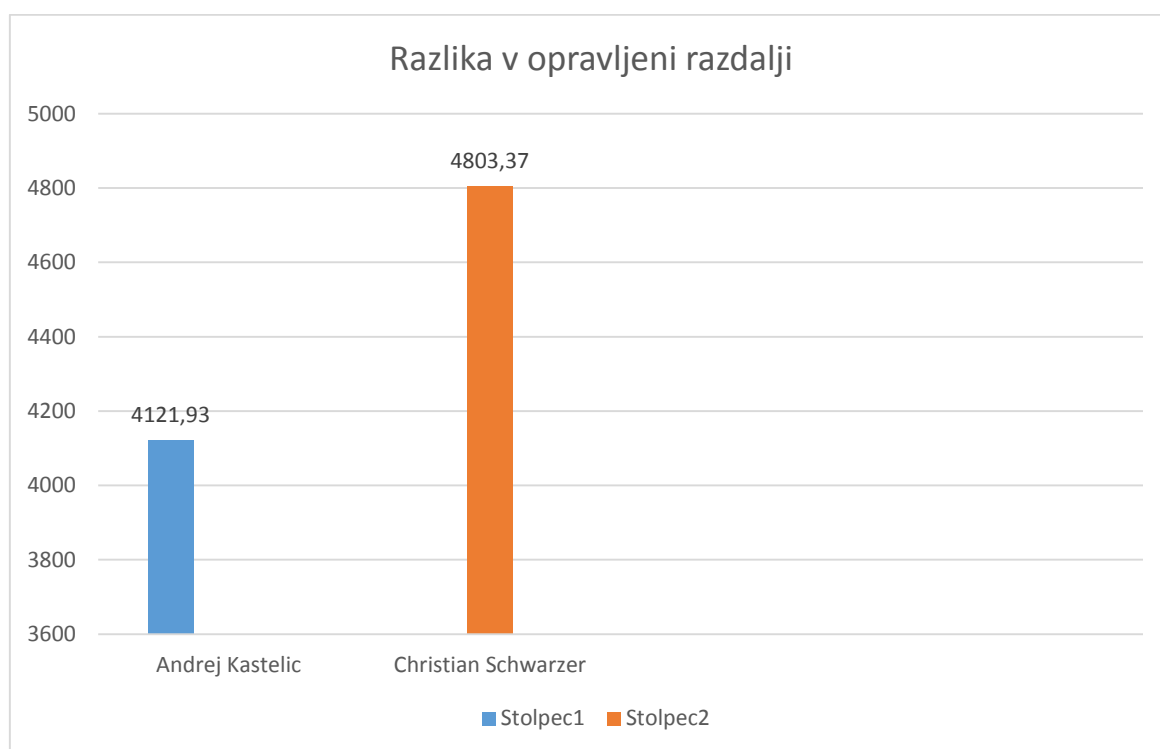
### 3.2. ANALIZA OBSEGA PRETEČENIH IN PREHOJENIH RAZDALIJ NA TEKMI (OPRAVLJENA POT)

V celoti je Andrej Kastelic v odigranih 50 minutah in 54 sekundah igranja pretekel ali prehodil 4121,93 m.

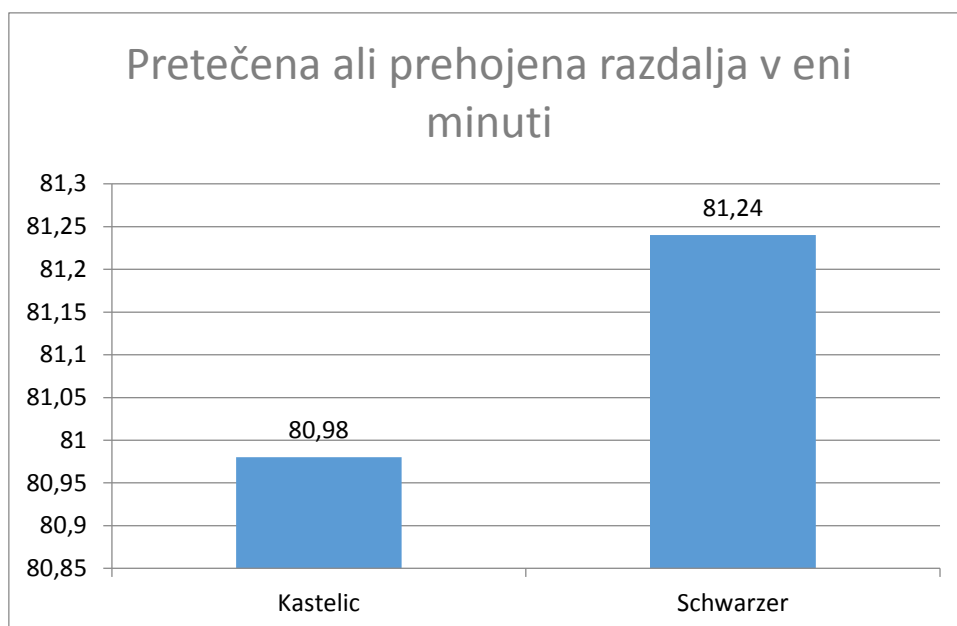
V prvem polčasu je pretekel 2178,64 m, v drugem pa 1943,29 m. Manjšo pretečeno razdaljo v drugem polčasu lahko pripišemo tudi dejstvu, da Kastelic ni igral cel drugi polčas.

Christian Schwarzer je 59 minutah in 12 sekundah pretekel ali prehodil 4803,37 m, torej 681,443 m več od Kastelica. Večjo pretečeno razdaljo bi Schwarzerju pripisala ravno zaradi daljšega časa, ki ga je preživel na igrišču.

V prvem polčasu je Schwarzer pretekel 2583,52m , v drugem polčasu pa 2219,85m.



Graf 6: Razlika v opravljeni poti med obema igralcema



*Graf 7: Graf absolutnih vrednosti pretečene ali prehojene razdalje obeh igralcev na minuto*

Iz absolutnih pretečenih in prehojenih razdalj sem izračunala koliko razdalje sta igralca opravila v eni minuti. Kastelic je v 50 minutah in 54 sekundah in 4121,93 opravljenih metrih v eni minuti opravil 80,98m, Schwarzer pa je v 59 minutah in 12 sekundah, ter 4803,373 opravljenih metrih v eni minuti pretekel oz. prehodil 81,24m.

## 4. SKLEP

Program SAGIT je velika pridobitev, ne samo z vidika znanstvenega raziskovanja, temveč kot potrebno orodje trenerjem in igralcem, saj jim s tem omogoča kakovosten nadzor in analiziranje dogodkov na treningu in tekmi. S svojo diplomsko nalogo sem želela tudi sama ugotoviti, v kolikšni meri prihaja do razlik med igralnimi mesti in kakšne so te razlike. Analizirani podatki so potrdili moja pričakovanja, da med različnimi igralnimi mesti obstajajo razlike v poti in hitrosti gibanja. Hkrati pa so tudi sprožili dodatna vprašanja povezana s samimi vrednostmi. Svoje rezultate sem zato primerjala še z ostalimi dosedanjimi raziskavami na tem področju.

Zanimivi so rezultati Claude Karchera in Martin Buchheita (2014), ki sta v analizi evropskega prvenstva v Srbiji prišla do ugotovitev, da med igralnimi mesti obstajajo razlike o pretečenih ali prehojenih razdaljah, ki jih igralci opravijo v eni minuti. Največ opravljene razdalje sta pripisala prav igralcem na krilnih mestih, ki naj bi opravili od 58-96 metrov na minuto. Manj pretečejo krožni napadalci, ki so pretekli do 80 metrov na minuto. Najmanj od vseh igralcev pa pretečejo vratarji. Med zunanjimi igralci ni bilo velikih razlik v opravljenih razdaljah.

Vrednosti razdalj, opravljenih v eni minuti, so pri rokometu v primerjavi z ostalimi športi precej manjše. V rugbyju se vrednosti nahajajo med 89-95m na minuto, v košarki 115m na minuto in v nogometu 123-135m na minuto.

Belka, Hulka, Safar, Weisser in Samcova (2014), so v svoji raziskavi prišli do podatkov, da so dekleta v starosti do  $17.9 \pm 0.3$  leta na analiziranih šestih uradnih tekmah v povprečju pretele v eni minuti 113,3 m, kar je podobno razdaljam, ki jih opravijo igralci košarke. Takšno razdaljo so dekleta dosegla predvsem zaradi majhnega števila odigranih tekem, avtorji so mnenja, da bi se vrednost s povečanjem števila tekem bistveno zmanjšala. So pa avtorji tudi uporabili drugačno metodologijo določanja obsega cikličnih aktivnosti med tekmo.

Pori (2001) je v svoji raziskavi, ki jo je opravil v 40 minutnih tekmah med 84 rokometiški ugotovil, da so njegovi merjenci približno 87,6 metrov na minuto, vendar je šlo za tekme, ki so trajale 2x 20 min. V raziskavi leta 2003 je Pori preučeval razlike v obremenitvah krilnih igralcev, ki so igrali na mestu prvega obrambnega igralca v obrambni postavitvi 6:0, kot je večino časa igral tudi Kastelic. Ugotovil je, da so krilni igralci, ki so igrali na mestu prvega branilca v obrambi 3:2:1 opravili 5270m. V conski obrambi 6:0 pa 4880m. Prav tako je ugotovil, da so imeli igralci v conski obrambi 6:0 statistično značilne višje povprečne deleže gibanja v prvem in četrtem hitrostnem razredu, igralci pri conski obrambi 3:2:1 pa v drugem in tretjem hitrostnem razredu.

Do razlik prihaja tudi v različnih športnih, za primer lahko vzamemo raziskavo Erčulj, Vučković, Perš, Perše in Kristan (2007), ki so ugotovili, da košarkarji v aktivnem delu igre (ko ura za merjenje igralnega časa teče) v enem polčasu (20 minut) igralci v povprečju opravijo pot dolgo 2227m, v pasivnem delu pa še dodatnih 920m, kar je bistveno večja, kot sta jo opravila Schwarzer in Kastelic.

Moja analiza obeh igralcev kaže na določene razlike v obsegu in intenzivnosti opravljenih cikličnih aktivnosti med obema igralcema. Kastelic je kot krilni igralec zagotovo razvil višjo maksimalno hitrost, ni pa izpolnil pričakovanja o daljši pretečeni razdalji, kjer moramo upoštevati dejstvo, da je igral manj časa kot Schwarzer. Menim, da bi ob večjem številu protinapadov slovenske reprezentance, ki je na tej tekmi uspela samo dvakrat steči v

protinapad, tudi njegova pretečena razdalja narasla. Zanimivo bi bilo opraviti takšno analizo na naslednjem evropskem prvenstvu, saj je sodobni roketmet že veliko hitrejši od tistega iz leta 2004, igralci pa morajo za vrhunske dosežke biti ekstremno fizično pripravljani.

Zavedati se moramo, da so pridobljeni rezultati odvisni od številnih dejavnikov. Eden izmed najpomembnejših je zagotovo razlika v visoko intenzivnih akcijah pri obeh ekipah, kot tudi razlika v motivaciji. Veliko protinapadov prisili igralce, da več tečejo in se hitro vrnejo nazaj v obrambo. Pri obrambnih postavitvah, ki niso konska obramba 6:0, lahko razlike spet narastejo, saj 6:0 obramba velja za najbolj statično.

Da bi lahko povečali kondicijske sposobnosti rokometašev, moramo vedeti, kakšno obremenitev in obremenjenost povzroči to igralcu sodobnega rokometu. Ravno zato je dobro, da spremljamo te obremenitve z različnimi analizami igralcev, ker le na ta način lahko ugotovimo, katerim kondicijskim sposobnostim bomo v procesu treniranja namenili več pozornosti in kakšne treninge bomo sestavili. Tvrstne analize so po mojem mnenju ključ do uspeha in dobrega trenažnega procesa. Pri načrtovanju kondicijskih treningov je pomembno predvsem to, da približamo obremenitev in napor treninga dejanskemu dogajanju na tekmi. Za sodobnega rokometaša so to specifične roketmetne vaje, kjer se v različnih časovnih intervalih prepletajo visoko in nizko intenzivne obremenitve.



## 5. VIRI

- Bon, M., Perš, J., Šibila, M. in Kovačič, S. (2002). *Analiza gibanja igralca med tekmo*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Bon, M. in Šibila, M. (1999). SAGIT- sistem za analizo gibanja rokometaša med tekmo z uporabo metod računalniškega vida. *Trener rokomet* 6(2), 19-28.
- Belka, J., Hulka, K., Safar, M., Weisser, R., in Samcova, A. (2014). Analyses of time-motion and heart rate in elite female players (U19) during competitive handball matches. *Kinesiology*, 46(1), 33-43.
- Buchheit, M. in Karcher, C. (2014). On court demands of Elite Handball, with special Reference to Playing Positions. *Sports Medicine*, 44, 797-814.
- Dolar, U. (2010). *Analiza gibanja različnih tipov igralcev na tekmi končnice 1. A slovenske lige v sezoni 2005/06 s pomočjo računalniškega sistema SAGIT*. Diplomsko naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Filipčič, T. (2008). Igralne značilnosti gibalno oviranih v tenisu na vozičkih in njihov vpliv na uspešnost igranja. Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Marinič, M. (2008). *Analiza gibanja različnih tipov igralcev na tekmi Evropskega prvenstva za mlajše člane s pomočjo računalniškega sistema SAGIT*. Diplomsko naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Perš, J. in Kovačič, S. (2000). A system for tracking players in sports games by computer vision. *Elektrotehniški vestnik*, 67 (5) 281-288.
- Pori, P. (2001). *Analiza cikličnih obremenitev med rokometno tekmo pri igralcih, ki igrajo na različnih igralnih mestih v napadu*. Magistrska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Šibila, M. (1999). *Rokomet-izbrana poglavja*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Šibila, M., Bon, M. in Pori, P. (2006). *Skripta za tečaj rokometnega trenerja 2. stopnja*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Šibila, M. in Tiselj, T. (2004). Analiza igre slovenske reprezentance na evropskem prvenstvu v Sloveniji- EURO 2004. *Trener rokomet* 11(1), 17-36.
- Vučković, G. (2002). *Merske značilnosti in uporabnost sistema za sledenje gibanj igralcev na squash tekmah*. Magistrska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Vučković, G., Perš, J. in Dežman, B. (2006). Razvoj avtomatskega sledenja gibanj igralcev na tekmah in obdelave zbranih podatkov. *Šport*, 54(4), 27-30.