

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT

# **DIPLOMSKO DELO**

Aleš Dušič

Ljubljana, 2010



UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje  
Tenis

**PRIMERJAVA IGRE MED ZMAGOVALCI IN PORAŽENCI  
PRI TENIŠKIH IGRALCIH V ČLANSKI KATEGORIJI**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

doc. dr. Aleš Filipčič

RECENZENT

prof. dr. Otmar Kugovnik

KONZULTANT

izr. prof. dr. Miran Kondrič

Avtor dela

ALEŠ DUŠIČ

Ljubljana, 2010

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se doc. dr. Alešu Filipčiču za mentorstvo in strokovno pomoč pri izdelavi diplomskega dela ter za vzpodbudo in vse potrpljenje pri učenju mojih prvih teniških korakov v času študija na Fakulteti za šport.

Prav tako se zahvaljujem tudi svoji družini, ki me je v času študija nenehno spodbujala, mi stala ob strani in mi vsa ta lepa študentska leta tudi omogočila.

Hvala tudi vsem prijateljem in sošolcem, ki so mi pri študiju pomagali in naredili študentsko življenje še bolj pestro.

**Ključne besede:** tenis, sistem SAGIT/tenis, gibanje, hitrost, pripravljalni poskok, opravljena pot

## **PRIMERJAVA IGRE MED ZMAGOVALCI IN PORAŽENCI PRI TENIŠKIH IGRALCIH V ČLANSKI KATEGORIJI**

**Aleš Dušič**

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2010**

**Športno treniranje, Tenis**

**število strani: 61**

**število tabel: 9**

**število grafov: 15**

**število slik: 3**

**število virov: 35**

### **IZVLEČEK**

V diplomskem delu je bila opravljena primerjava zmagovalcev in poražencev v treh delih. Razlike med njimi smo iskali v gibanju in sicer v hitrosti (povprečni, maksimalni ter hitrosti v različnih fazah pripravljalnega poskoka) ter opravljeni poti. Primerjavo igralnih značilnosti pa smo naredili indirektno glede na dobljene rezultate prvih dveh hipotez. Narejene primerjave so bile opravljene za aktivni del igre.

Tekme smo spremljali na mednarodnem prvenstvu v Kranju za člane. Vsi dvoboji so bili odigrani na trdi podlagi. Vzorec je sestavljalo 7 teniških igralcev.

Tekme so bile posnete v Teniškem klubu Triglav Kranj. Uporabili smo dve kameri, ki sta bili pritrjeni na strop tako, da je vsaka kamera pokrivala polovico igrišča in celotno gibanje igralca. Podatke o izbranih parametrih smo pridobili s sledilnim sistemom SAGIT/tenis.

Rezultati so pokazali, da obstajajo razlike med zmagovalci in poraženci v gibanju, in da so te razlike v večini primerov statistično značilne.

**Key words:** tennis, system SAGIT/tennis, movement, speed, split step, way of movement

**Title of dissertation: GAME COMPARISON OF WINNERS AND LOSERS IN PROFESSIONAL TENNIS**

**Aleš Dušič**

**The University of Ljubljana, Faculty of sport, 2010**

**Sport training, Tennis**

**number of pages: 61**

**number of tables: 9**

**number of graphs: 15**

**number of figures: 3**

**number of sources: 35**

**ABSTRACT**

This dissertation provides a comparison between winners and losers in professional tennis in three steps. Differences looked for included speed (average, maximum and speed at the phases of split step), and the distance covered. These two sets of data (speed and distance) then allowed an interpretation of the different play characteristics. All the comparisons were made for the active period of the game.

The matches were monitored on the occasion of the men's international tournament in Kranj (Slovenia). All matches were played on a hard court and the sample set consisted of 7 players.

The matches were video-taped at Triglav Kranj tennis club. Two cameras were used which were fixed on the ceiling of the hall, so that each camera covered one side of the court and all of the players' movements. Data on selected parameters was obtained by the SAGIT/tennis tracking system.

The results of this study were statistically significant and showed that there are differences in movement between winners and losers.

# KAZALO

1	UVOD .....	7
1.1	Začetki in razvoj tenisa.....	7
1.2	Razvoj tenisa v Sloveniji .....	8
1.3	Moderni tenis.....	10
2	PREDMET IN PROBLEM .....	11
2.1	Dejavniki uspešnosti v tenisu .....	19
2.2	Tehnika in taktika v tenisu.....	19
2.3	Mehanika udarcev.....	21
2.4	Taktično znanje.....	23
2.5	Sistem SAGIT.....	29
2.6	Raziskave in razvoj sistema SAGIT .....	34
3	CILJI.....	36
4	HIPOTEZE.....	37
5	METODE DELA.....	38
5.1	Vzorec merjencev .....	38
5.2	Vzorec spremenljivk.....	38
5.3	Metode zbiranja in obdelave podatkov .....	40
6	REZULTATI IN RAZPRAVA .....	42
6.1	Elementi časovnih karakteristik tekem.....	42
6.2	Elementi hitrostnih karakteristik tekem.....	45
6.3	Primerjava obsega gibanja med zmagovalci in poraženci.....	54
7	SKLEP.....	56
8	VIRI.....	59

# 1 UVOD

Tenis je šport, pri katerem dva igralca z loparjem udarjata žogo čez mrežo iz lastnega v nasprotnikovo igralno polje. Poskušata doseči direktno točko ali prisiliti igralca k napaki in se izogibati lastnim napakam. Tenis se lahko igra tudi v dvojicah, kjer sta na vsaki strani na igrišču istočasno po dva igralca. Ideja igre ostaja enaka, spremenijo se le dimenzije igrišča in taktika igre, ki je pri igri dvojic zahtevnejša. Tenis je primeren za vse starostne kategorije, saj ga otroci lahko začnejo igrati že pri petih letih starosti, seniorji pa ga igrajo tudi po petinsedemdesetem letu starosti.

Igra se lahko na veliko različnih podlagah, najbolj značilne pa so predvsem igra na pesku, igra na travi in igra na trdi podlagi, ki je lahko narejena iz najrazličnejših umetnih mas ali betona. Glede na podlago, kjer se odvijajo dvoboji, pa se spreminjajo tudi taktika, karakteristike in stili igre najuspešnejših igralcev.

## 1.1 Začetki in razvoj tenisa

Prve oblike tenisa so se pojavile na francoskih dvorih in sicer že v 15. stoletju, ko so žogico, napolnjeno z živalsko dlako, udarjali preko napete vrvi. Igra se je tedaj imenovala Le Jeu de Paume (igra z dlanjo). Kasneje v 17. stoletju je vrv že zamenjala mreža, pojavili pa so se tudi prvi loparji, podobni današnjim, strune pa so bile narejene iz ovčjega črevesja (Friščić, 2004).





Slika 1. *Le Jeu de Paume* v 17. stoletju (Friščić, 2004)

Tenis je dobil ime po francoski besedi *tenez*, kar v francoščini pomeni ujemite. To je beseda, ki so jo igralci zavpili pred začetnim udarcem. Anglež Walter Clopton je leta 1874 patentiral nov šport, ki ga je poimenoval *sphairistike*, kar v grščini pomeni igra z žogo, dodal pa je še angleški naziv – Lawn Tennis (tenis na travi). Leta 1875 so bila napisana prva pravila, leta 1877 pa je *All England Croquet and Lawn Tennis Club*, ki se nahaja v londonski četrti Wimbledon, organiziral prvo teniško tekmovanje. Po tem pomembnem dogodku je nova igra postala popularna širom Anglije, hitro pa se je razširila tudi po celem svetu (Friščić, 2004).

## 1.2 Razvoj tenisa v Sloveniji

Po letu 1876 se je tenis razširil tudi po vsej stari celini. V Avstro-Ogrski, v kateri so bile takrat tudi slovenske dežele, se je igra širila v njenem industrijsko najbolj razvitem delu - na Češkem. Okoli leta 1890 je bilo na Češkem že čez 500 teniških igrišč. V Pragi, Brnu, Dunaju in Gradcu so se slovenski študentje prvič seznanili s tenisom in po tej poti zanesli idejo tega športa industrijske dobe, aristokratskih korenin, tudi v domovino. Vendar po zdaj znanih pričevanjih lahko sklepamo, da so tenis na ozemlje današnje Slovenije prvi zanesli stanovski kolegi izumitelja modernega tenisa, angleškega majorja Walterja Claptona Wingfielda, višji avstrijski častniki. Okoli leta 1880 naj bi tenis že igrali v vojašnicah v Ljubljani in Mariboru. Pomembno vlogo pri širitvi tenisa v častniških krogih naj bi imele njihove žene, saj je bil

zabava, v kateri so lahko aktivno sodelovale. Žal ni raziskav, kako se je tenis širil med Slovenci v Trstu, takrat največjem, najbolj razvitem in dinamičnem slovenskem mestu (pridobljeno 19.4.2010, iz <http://www.tenisportal.si/?viewPage=16>).

Ivan Tavčar je bil prvi Slovenec, ki je zgradil teniško igrišče. Zgradil ga je na svojem posestvu na Visokem v Poljanski dolini leta 1897. Igral ga je tudi sam in pri tem užival v njem tako v igri kot športu. Ob prelomu stoletja so bila teniška igrišča ob boljših hotelih v "mondenih" središčih, za katera so takrat veljali Bled, Portorož in Rogaška Slatina. Hoteli pa so že organizirali teniške turnirje. Vse kaže, da je bil tenis zabavna družabna igra, ki je družila liberalno meščanstvo in tiste, ki bi se radi prištevali vanj. Ob prelomu stoletja so tenis gojili celo na uršulinski dekliški gimnaziji v Ljubljani. Prvi slovenski teniški klub je bil leta 1899 ustanovljen v Celju. Žal njegova zgodovina še ni raziskana, vendar pa je znano, da je bilo članstvo kar številčno in da je bil tudi šibkejši spol zastopan sorazmerno dobro. S prvo svetovno vojno je zamrla klubska dejavnost in znova so jo obudili v življenje šele leta 1927 (pridobljeno 19.4.2010, iz <http://www.tenisportal.si/?viewPage=16>).



Tenis je ponovno zašel v težave po koncu druge svetovne vojne, ko so ga komunisti skoraj prepovedali, saj naj bi veljal za elitistični in buržuazni šport. V tistem času so imeli prednost predvsem kolektivni športi in tisti, pri katerih je bila v ospredju telesna vzdržljivost, volja in sposobnost prenašanja fizičnih naporov nasploh. Tenis sta dejansko rešila dr. Ernest Nagy, kasnejši predsednik TZS, in dr. Miron Bleiweis, ki sta takoj po vojni odšla na takratni CK KPS in z osebnimi znanstvi v vrhu partije preprečila, da nekateri revolucionarno preveč vneti tovariši tenisa niso preprosto prepovedali (Klemenc, 1997)

Prvi veliki uspehi v slovenskem tenisu so se začeli v ženskem tenisu in sicer z Mirjano Jaušovec – Mimo, ki je od leta 1970 – 1974 zmagovala na največjih svetovnih turnirjih za mladinke, njeni največji uspehi pa so bili zmagovalka Roland Garrosa v Parizu 1977 ter ponovna uvrstitev v finale Roland Garrosa 1978 in Wimbledonu 1978. Njena najvišja uvrstitev na ženski jakostni lestvici pa je bila 4. mesto (Šugman, 2004).

### 1.3 Moderni tenis

Dandanes je teniška igra precej drugačna, kot je bila v začetnem obdobju, in tudi drugačna, kot je bila pred dvajsetimi leti. Igra je precej pridobila na hitrosti, zaradi tega pa se je morala spremeniti tudi tehnika in taktika igranja. To so omogočili predvsem najnovejši materiali, tehnologija in razvoj opreme.

V igri, ki je tekmovalno usmerjena, je cilj igralca, da doseže neposredno (direktno) točko, da nasprotnika prisili k napaki, in se pri tem izogiba lastnih napak. S tem igralec dobiva točke, igre, nize in tekme. Sodobni trend razvoja teniške igre gre v smer skrajševanja trajanja točke in igre nasploh. Igralci tako dosegajo veliko število točk s prvim ali drugim udarcem. To velja predvsem za igro na hitrejših podlagah. Na počasnejših podlagah pa igralca za dosego točke odigrata več udarcev (Bornemann, 1993, v Filipčič 2000).

Analiza teniških dvobojev kaže, da se število odigranih udarcev v posamezni točki zmanjšuje. Povprečne vrednosti odigranega skupnega števila točk in udarcev na tekmi, ki veljajo za vrhunske igralce, kažejo, da igralci odigrajo 1400 udarcev na pesku in 1200 udarcev na trdi podlagi na tekmo. Povprečno število odigranih udarcev v eni točki znaša na pesku 6 in na trdi podlagi 5 udarcev, kar pomeni 3 in 2.5 udarca na posameznega igralca. Od tega je na pesku 15% udarcev reternov in na trdi podlagi kar 20% vseh odigranih udarcev. Na pesku se od 30 do 33% točk konča po reternu, vrednost za trdo podlago pa je od 37 do 42% točk (Schönborn, 1999, v Filipčič 2000). Vsi ti podatki kažejo, da sta izrednega pomena za uspešnost pri tenisu ravno začetna udarca – servis in retern. Igra na zadnji črti in v igrišču pa je postala zelo napadalna in dinamična ter zahteva optimalno tehniko in pravilne taktične rešitve (Filipčič, 2000).

## 2 PREDMET IN PROBLEM

Specifičnost tenisa se kaže v njegovem štetju, ki ga pri drugih športih ne zasledimo, v času trajanja dvoboja, ki ni točno definiran in lahko traja tudi več ur. Ker je za tenis potrebno znati preko 20 udarcev, ki se izvajajo pri visokih hitrostih (preko 200 km/h) in pri različnih rotacijah žoge, je pomembna tudi visoka raven kondicijske in psihične pripravljenosti, motorične informiranosti ter tehnično znanje teniškega igralca. Ravno zato je uspeh teniškega igralca ali igralk v sodobnem tenisu pogojen s številnimi dejavniki. Uspešen teniški igralec ima visoko razvite motorične in fiziološke sposobnosti, psihosocialne lastnosti ter tehnično in taktično znanje. V celoto pa vse skupaj povezujejo igralčeve izkušnje. Uspešnost igralca v teniški igri lahko ugotavljamo posredno (potencialna uspešnost) in neposredno (tekmovalna uspešnost) (Filipčič, 2002).

Tenis je polistrukturen šport, pri katerem se najrazličnejši teniški strokovnjaki že od nekdaj trudijo čim bolj razviti vsako od teniških spretnosti in sposobnosti, kot so tehnika, taktika, fizična in psihološka pripravljenost, ter s tem kar najbolje izboljšati igro teniških igralcev. Poleg vsega navedenega pa na teniško igro vplivajo tudi zunanji dejavniki, kot so vrsta in kvaliteta žogic, loparjev ter strun. Pomembna je tudi podlaga, na kateri igralci igrajo, na rezultat pa lahko nenazadnje vplivajo tudi napačne sodniške odločitve.

V diplomski nalogi bom obravnaval teniške igralce v članski kategoriji, ki so že razvili tehniko in različne taktike ter svoj slog igre, njihove motorične in fizične sposobnosti pa naj bi v tem obdobju že bile popolnoma razvite in natrenirane. Za igralce v tem obdobju je pomembno, da so psihološko močni, da lahko zadržijo visok nivo koncentracije skozi cel dvoboj ter da znajo prilagoditi taktiko igre danemu nasprotniku. V tej kategoriji ponavadi ni več moč računati na nasprotnikovo tehnično neznanje, saj imajo igralci večino udarcev razvitih na zelo visokem nivoju.

Pomembno področje raziskovanja v tenisu je preučevanje igralnih značilnosti in s tem povezane obremenitve med igro. Tovrstno raziskovanje zahteva ustrezno metodologijo zajemanja, zbiranja in analiziranja različnih dejavnikov igre (Planinšek, 1994; Ferjan, 2001; Pintarič, 2002; Zlatoper, 2002; Huges, 1998; Hughes in Moore, 1998; povzeto po: Filipčič, 2008).

Za raziskavo in rezultate v diplomski nalogi so pomembni tudi parametri, ki vplivajo na rezultate in bi se od dobljenih razlikovali, če bi se meritve odvijale v drugačnem okolju, času in razmerah. Večina teh parametrov je že bila obravnavana v raznih raziskavah in nekaj od teh bomo predstavili tudi tukaj.

Tako je Ferjan leta 2001 naredil primerjavo finalnih dvobojev posameznikov na odprtem prvenstvu ZDA in Avstralije. Ugotovil je, da je poleg nasprotnika pomemben dejavnik tudi podlaga, ki vpliva na način igranja in kako se vsak igralec taktično prilagodi svojemu nasprotniku ter tako izkorišča čim več teniške igre v svojo korist. Rezultati so pokazali, da je zmagovalec dosegel večje skupno število točk kot poraženec, prav tako pa jih je več dosegel v serijah.

Zlatoper (2002) je primerjal igralne značilnosti posameznikov na odprtem prvenstvu ZDA, Roland Garrosu in v Wimbledonu leta 2001. Naredil je primerjavo v časovnih kazalcih in ugotovil, da so se le ti iz leta 1988 – 2001 skoraj prepolovili. Tako je igralni čas leta 2001 predstavljal le še eno osmino celotnega igralnega časa.

Leta 2002 je tudi Pintarič analiziral dva finalna dvoboja na finalih Roland Garrosa 2001 in 2002 in prav tako prišel do spoznanj, da postaja teniška igra vse hitrejša tudi na pesku, posamezne točke pa so posledično vse krajše. Aktivne faze so se iz leta 1993 do leta 2002 skrajšale iz 8,0 sekunde na 6,1 sekunde. Udarci imajo le toliko rotacije, da je možna kontrola in zanesljivost. Pri primerjavi z igro na travi pa je zaradi strukture same igre morebiti opaziti specializacijo igralcev za posamezne podlage.

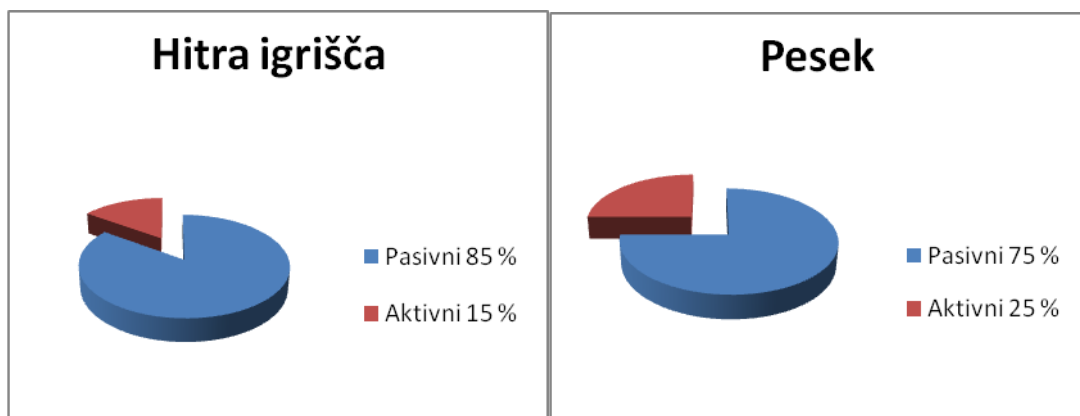
Leta 2006 je podobno analizo opravil Pečelin in potrdil že poznane standardne razlike med zmagovalcem in poražencem. Analiziral je mlade teniške igralce na OP Slovenije do 16 let in pri analizi časovnih kazalcev ugotovil, da ni večjih razlik med mladimi in profesionalnimi teniški igralci, saj so aktivne faze v povprečju trajale 7,5 sekunde. Pečelin je analizo omenjene raziskave opravljal ročno s štoparico, zato je rezultate potrebno sprejemati s precejšnjo mero opreznosti, saj tovrstno merjenje ne omogoča zanesljive natančnosti. V svoji raziskavi je določil tri časovne razrede in ugotovil, da je bilo 74% aktivnih faz krajših kot 10 sekund, 22,5% aktivnih faz od 10 do 15 sekund in le 3,5% aktivnih faz daljših od 25 sekund. Raziskoval pa je tudi pasivni del, kjer je prišel do ugotovitev, da je bil odmor med aktivnimi

fazami v povprečju dolg 19,7 sekunde. Najdaljši odmori so bili dolgi 24,6 sekunde, blizu temu času pa so bil tudi odmori v nizu, kjer so bile točke daljše. Avtor tako ugotavlja, da dolžina aktivne faze ni nujno povezana z dolžino pasivne faze.

Pri vrhunskih igralcih je aktivni in pasivni del prav tako ročno s štoparico raziskovala Planinšek (1994, v Filipčič, 2008) in ugotovila, da je bilo povprečno trajanje aktivne faze na trdi podlagi 6,62 sekunde. Pri pasivni fazi je na osnovi ene tekme ugotovila, da sta igralca za odmor na trdi podlagi potrebovala 21,20 sekunde, za odmor med prvim in drugim servisom pa 9,24 sekunde. Za odmor med menjavo strani sta potrebovala 115,29 sekunde in za odmor brez menjave strani 31,67 sekunde. Podobne rezultate je dobila tudi za peščeno podlago, kjer sta igralca za odmor med točkama potrebovala 27,30 sekunde, za odmor med prvim in drugim servisom 8,60 sekunde, za odmor pri menjavi strani 115 sekund ter za odmor med igrama brez menjave strani 38,72 sekunde.

Nekatere karakteristike teniške igre (statistični podatki):

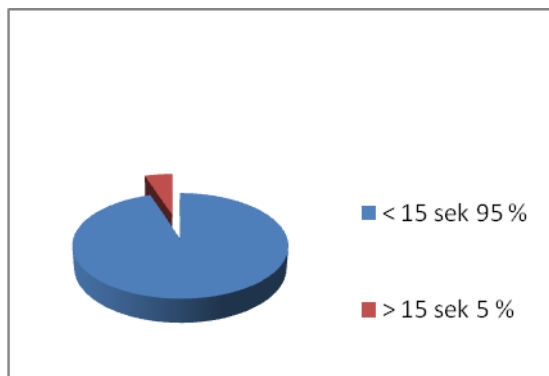
➤ Razmerje aktivni/pasivni del igre



Graf 1 in 2: Razmerje aktivnega in pasivnega dela igre na hitrih podlagah in pesku.

Na grafu vidimo odstotek pasivnega in aktivnega dela igre na različnih podlagah. Vidno je, da igra na hitri podlagi poteka hitreje, kar se kaže v razmerju med pasivnim in aktivnim delom igre. Iz podatkov na grafu lahko tudi sklepamo, da so točke na hitrih podlagah krajše.

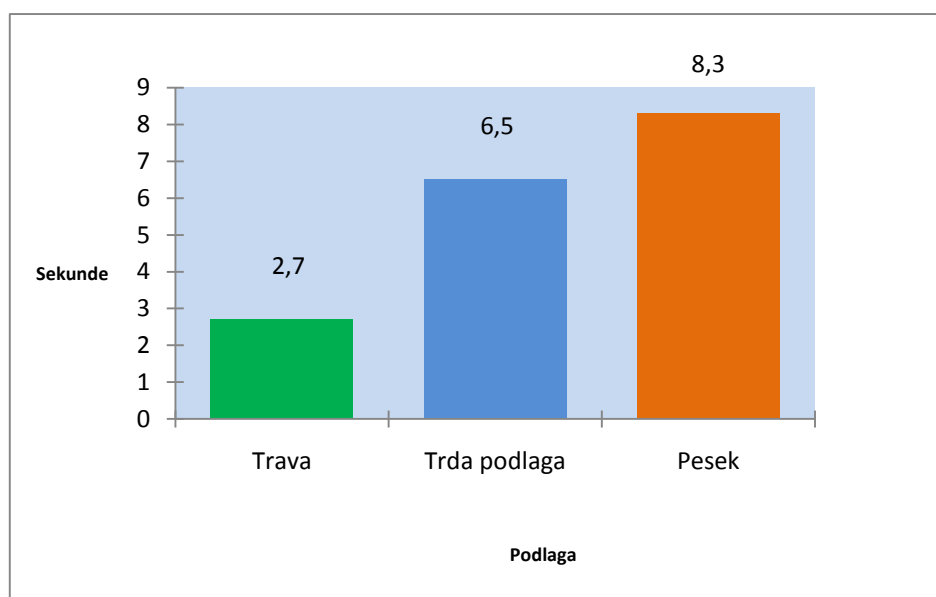
➤ Dolžina trajanja točk



Graf 3: Dolžina trajanja točk.

Graf prikazuje, kako malo točk traja več kot 15 sekund, kar kaže na bolj napadalno igro.

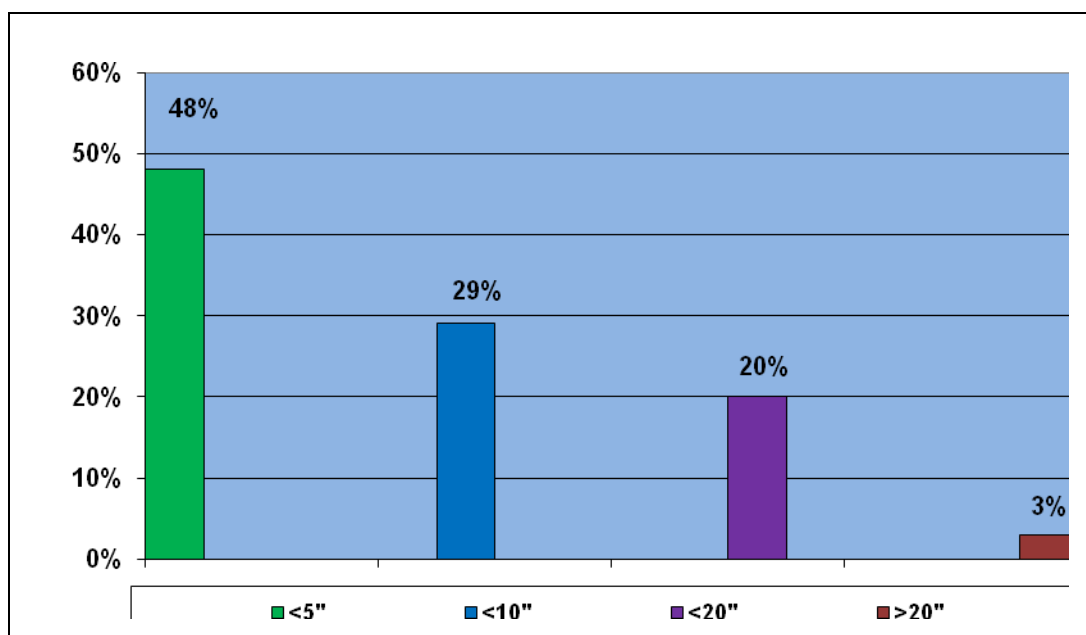
➤ Povprečno trajanje točk – moški



Graf 4: Povprečna dolžina trajanja točke pri moških na različnih podlagah.

Iz grafa je razvidno, koliko časa traja točka na treh različnih podlagah. Pričakovano so točke najkrajše na travi, ki je znan kot hitra podlaga, najdaljše pa na pesku, ki je znana kot počasna podlaga. Podatki nam povejo, da je igra na hitrih podlagah bolj napadalna in poteka veliko hitreje.

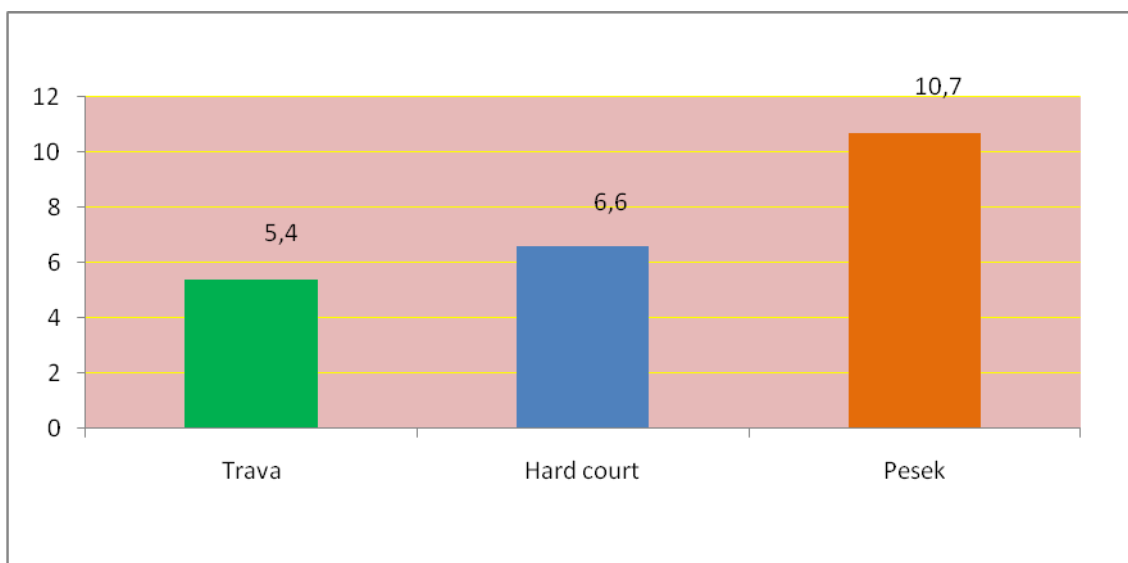
➤ Dolžina trajanja točk – moški (Sampras proti Kafelnikov)



Graf 5: Dolžina trajanja točk pri tekmi med Samprasom in Kafelnikovim.

Na grafu je prikazano, kolikšen odstotek točk je trajal manj kot 5 sekund, 5 do 10 sekund, 10 do 20 sekund in kolikšen odstotek točk je trajal več kot 20 sekund. Iz grafa lahko vidimo, da skoraj 50 % točk traja manj kot 5 sekund in da je več kot 75 % točk krajših od 10 sekund. Iz podatkov lahko sklepamo, da je bila ta zelo napadalna, saj je čas igranja posameznih točk v povprečju zelo kratek. Podatki so iz tekme med Samprasom in Kafelnikom.

➤ Povprečno trajanje točk – ženske

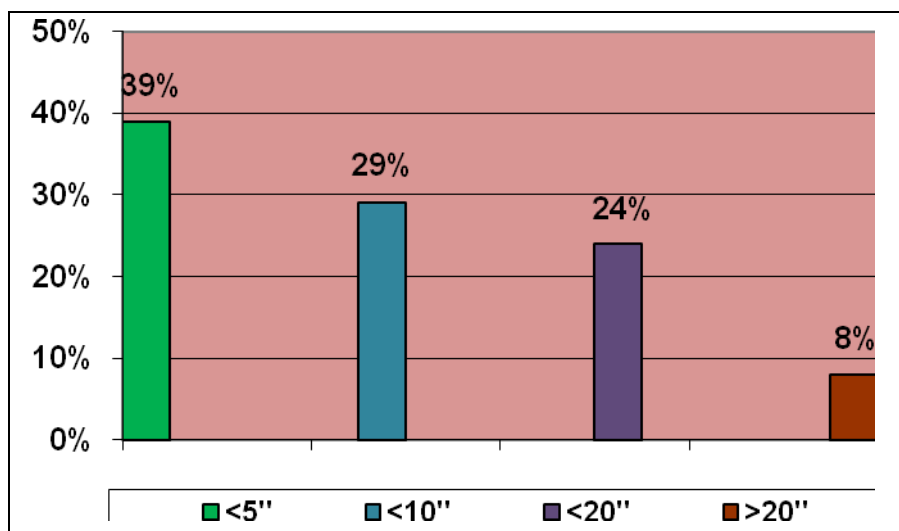


Graf 6: Povprečno trajanje točk pri ženskah na različnih podlagah.



Tudi ta graf prikazuje trajanje točk na različnih podlagah, toda pri ženskah so točke nekoliko daljše, kar kaže na to, da je ženska igra manj napadalna kot moška, toda še vedno dokaj hitra.

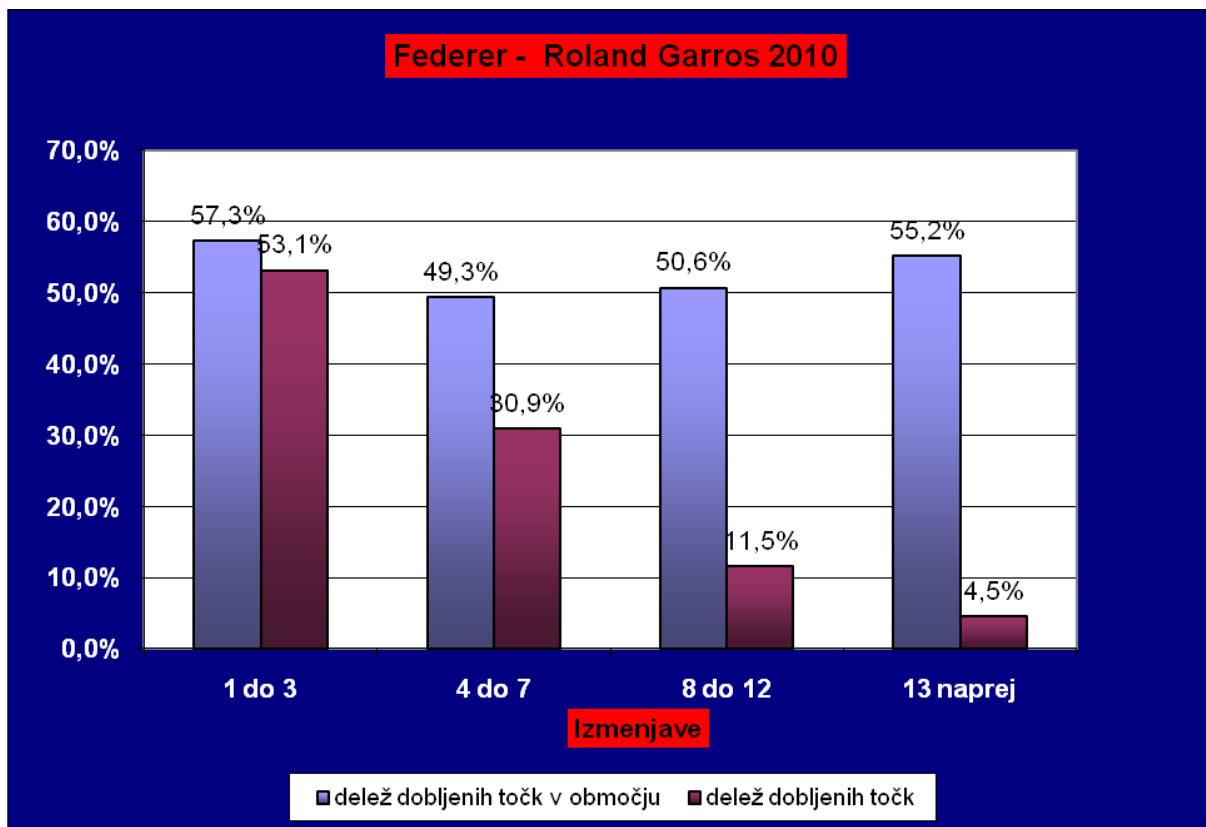
➤ Dolžina trajanja točk – ženske (Mauresmo proti Zvonarevi)



Graf 7: Dolžina trajanja točk na tekmi med Mauresmojevo in Zvonarevo.

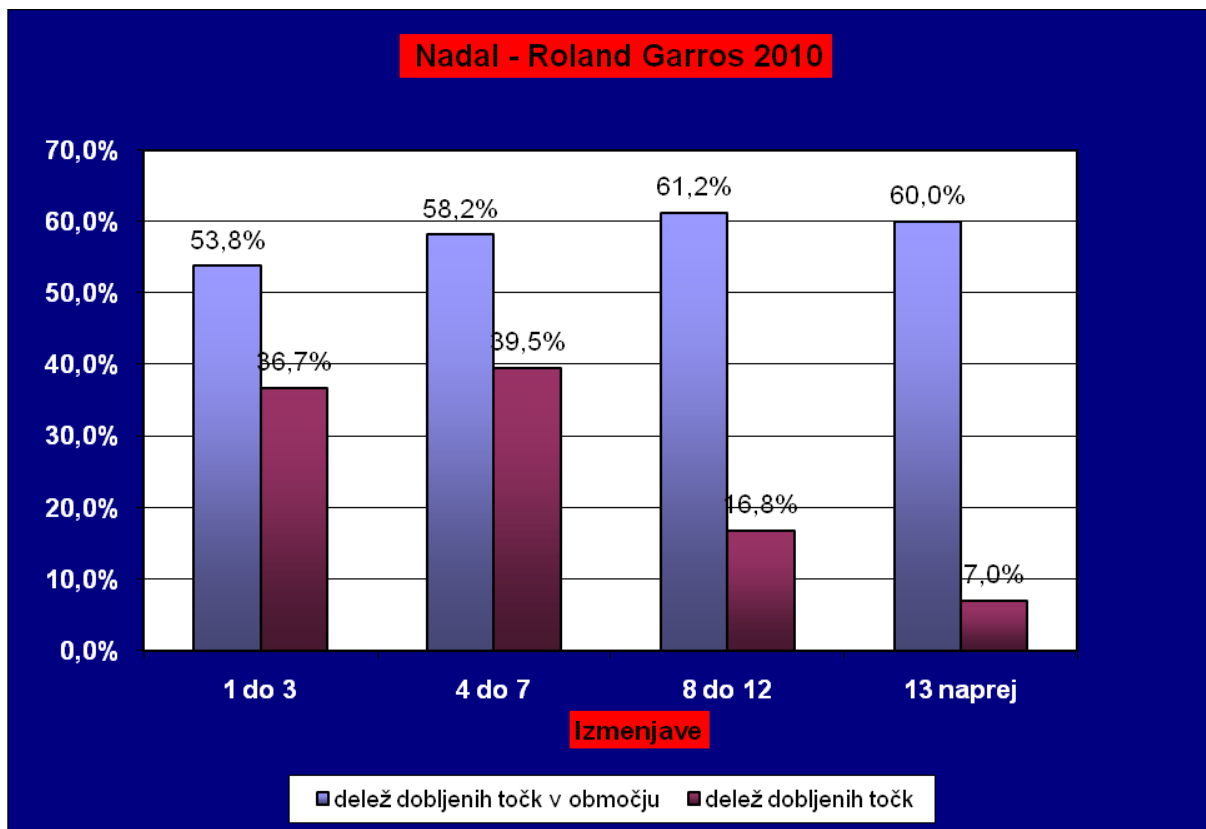
Tudi pri tem grafu je v primerjavi z moškimi vidno, da točke pri ženskah trajajo dlje. Približno 40 % točk je trajalo manj kot 5 sekund, malo manj kot 70 % pa je trajalo manj kot 10 sekund.

Pri primerjavi tekem, ki jih prikazujeta grafa 5 in 7 (Sampras proti Kafelnikovemu in Mauresmo proti Zvonarevi) ne smemo spregledati, da gre samo za dve tekmi in da ne smemo kar tako posploševati podatkov. V nadaljevanju pa bom skušal prikazati nekaj statističnih podatkov, kjer sem spremljal vse tekme Rogerja Federerja in Rafaela Nadala na turnirju Roland Garrosa leta 2010. Dana igralca sta takrat na lestvici ATP zasedala prvo oziroma drugo mesto. Osnovne karakteristike igralcev so, da je prvi predstavnik igre po celem igrišču, drugi pa je tako imenovani igralec osnovne linije.



Graf 8: Delež dobljenih točk pri določenem številu udarcev – Federer.

- Modri stolpec predstavlja delež dobljenih točk v posameznem območju glede na število vseh odigranih točk v posameznem območju.
- Vijolični stolpec predstavlja delež dobljenih točk po območjih, glede na število vseh dobljenih točk (pokaže, v katerem območju je igralec dosegal največ točk).



Graf 9: Delež dobljenih točk pri določenem številu udarcev – Nadal.

- Modri stolpec predstavlja delež dobljenih točk v posameznem območju glede na število vseh odigranih točk v posameznem območju.
- Vijolični stolpec predstavlja delež dobljenih točk po območjih, glede na število vseh dobljenih točk (pokaže v katerem območju je igralec dosegal največ točk).

Pri grafih 8 in 9 lahko vidimo, koliko odstotkov dobljenih točk sta igralca odigrala pri določenih območjih izmenjav (vijolični stolpci) in koliko odstotkov točk sta igralca v določenih območjih izmenjav osvojila (modri stolpci). Iz grafov lahko vidimo, da je Federer poskušal točke zaključevati prej, saj je več kot 50% vseh odigranih točk zaključil že v prvih treh izmenjavah, kjer je imel tudi največ uspeha. Nadal pa je boljši odstotek točk praviloma dosegal pri daljših izmenjavah. Statistično gledano je bil Nadal na turnirju nekoliko uspešnejši od Federerja, kar mu je doprineslo tudi k končnemu uspehu. Del uspeha so dodale tudi dobljene serije – Nadal je dobil povprečno 4,8 serije na set, Federer pa le 4,0 serije na set, kar je 16% slabša uspešnost v dobljenih serijah.

## **2.1 Dejavniki uspešnosti v tenisu**

Dejavnike uspešnosti v tenisu lahko razdelimo na tri temeljna področja, ki so pomembna z vidika razvoja, ukvarjanja in uspešnosti pri tenisu.

Za začetek samega ukvarjanja s športom so predvsem pomembni splošno družbeni dejavniki, med katere sodijo:

- splošna družbena klima, tradicija in osnovni pogoji,
- izobraževanje in organizacija trenerjev,
- teoretično in znanstveno – raziskovalno delo.

Pod drugo področje sodijo zunanji dejavniki, ki so izven športnika in nanj vplivajo neposredno in posredno. Neposredni dejavniki so predvsem tekme, pogoji tekmovanja ter sodnik. Posredni dejavniki uspešnosti pa so pogoji treniranja, ki so vezani na kakovost in učinkovitost treniranja, za kar so v največji meri odgovorni trener, strokovna ekipa in športnik sam, kateremu v mladosti pri organiziranosti življenja pomagajo predvsem starši in družina.

Tretje področje dejavnikov so notranji dejavniki, ki se nanašajo direktno na teniškega igralca in opisujejo njegove morfološke značilnosti, motorične sposobnosti, zdravstveno stanje, funkcionalne sposobnosti, njegove gibalne strukture, motivacijo, socialni status ter kognitivne sposobnosti in konativne lastnosti. V to področje dejavnikov pa sodi tudi tehnično in taktično znanje, ki je v tenisu eden od pglavitnih pogojev za uspeh v igri.

## **2.2 Tehnika in taktika v tenisu**

### **2.2.1 Tehnično znanje**

Tehnika je specifični vrstni red gibanj in delov gibanja, ki ima cilj reševati različne situacije v športu. Teniška tehnika ni sama sebi namen ampak je sredstvo za doseganje cilja (Zmajić, 2005, v Filipčič, 2005)

Teniška tehnika je sestavljena iz tehnike udarca in tehnike gibanja igralca ob izvedbi udarca. O učinkoviti teniški tehniki govorimo takrat, ko je igralec sposoben hitro izbrati in izvesti udarec v različnih igralnih situacijah ter gibanjih in pri tem udariti žogo z optimalno hitrostjo, rotacijo, smerjo, višino ter globino žoge (Filipčič, 2000).

Teniška tehnika je odvisna tudi od individualnih pogojev (igralca) oziroma njegovih značilnosti, sposobnosti in lastnosti. Pri tem moramo upoštevati:

- morfološke značilnosti (mere skeleta, obsege delov telesa, zgradbo telesa idr.),
- motorične sposobnosti (hitrost, koordinacija, moč, gibljivost, preciznost idr.),
- funkcionalne sposobnosti (anaerobne, aerobne idr.),
- psihične sposobnosti ter osebne lastnosti,
- zunanje pogoje (značilnosti približujoče se žoge, igralno podlago, lastnosti loparja in napetost strun, klimatske pogoje, delovanje tekmece).

V praksi se je ob upoštevanju zunanjih pogojev in teniškega igralca uveljavila cela vrsta točno določenih tehničnih rešitev. V grobem jih ločimo na tehnike gibanja in tehnike udarcev (Bornemann, 1993, v Filipčič, 2000).

Vrhunski teniški igralci so, tako kot drugi športniki, kreatorji, inovatorji in promotorji sodobne teniške tehnike. Med tiste značilnosti tehnike osnovnih udarcev, ki jih lahko imenujemo tudi trendi, sodijo:

- igralci so sposobni izvajati udarce blizu zadnje črte oziroma v igrišču (to še posebej velja za hitre in srednje hitre podlage),
- igralci večino udarcev izvedejo tako, da žogo zadenejo v najvišji točki odskoka,
- igralci izvajajo udarce v ravnotežnem položaju,
- forhend najpogosteje izvajajo v odprtem ali polodprtem položaju,
- zaradi vse hitrejše igre uporabljajo enostavne zamahe,
- pri izvedbi bekenda prevladuje dvoročni bekend; dvoročni bekend večinoma uporabljajo igralci, ki igrajo na zadnji črti; igralci, ki pogosto igrajo tudi pri mreži, uporabljajo tudi enoročni bekend (Filipčič, 1999).

## 2.2.2 Tehnični stili

Zakaj se izvedba udarcev tudi pri vrhunskih igralcih razlikuje? Pomembno je, da izvedba udarca ne odstopa od temeljnega gibanja. Kar je pri vrhunskih igralcih različnega, je ponavadi dopolnilno gibanje. Razlike pa se pojavljajo predvsem pri zamahu in izmahu, manj pa pri samem udarcu.

Ker pomožna gibanja dopuščajo veliko odstopanja od nekega optimalnega dela udarca, prihaja v teh delih gibanja do najbolj individualnih izvedb. Takšnim odstopanjem pravimo stil, ki se predvsem kaže pri časovnem in prostorskem oblikovanju celotnega gibanja. Znamenja teh individualnih značilnosti gibanja so na primer obseg in ritem gibanja.

Stil je v veliki meri pogojen z igralčevimi sposobnostmi, značilnostmi in lastnostmi, kot so telesna konstitucija, moč, hitrost, temperament idr. Pomemben pa je tudi proces učenja, kjer moramo prepoznati takšne individualne značilnosti in jih upoštevati pri razvoju tehnike, kjer igralcem dopustimo, da razvijejo svoj osebni gibalni stil, če le ne odstopa preveč od temeljnega gibanja.

## 2.3 Mehanika udarcev

Za analizo gibanj pri teniški igri lahko uporabimo kvalitativen in kvantitativen specifičen model, ki razlaga gibanje na osnovi biomehanskih, morfoloških, mehanskih in funkcionalnih principov. Za tehniko pa lahko rečemo, da jo optimizirajo temeljni biomehanski vidiki, ki jih lahko predstavimo s kratico BIOMECH.

- B – Balance – ravnotežje,
- I – Inertia – inercija,
- O – Opposite force – nasprotna sila,
- M – Momentum – pospešek,
- E – Elastic energy – elastična energija,
- C – Co-ordination chain – kinetična veriga.

V zadnjo kinetično verigo so vključeni vsi ostali deli BIOMEK-a, zato lahko rečemo, da optimalna kinetična veriga pomeni tudi optimalno tehniko. Optimalna kinetična veriga tako omogoča maksimalno hitrost in optimalno kontrolo udarca, racionalnost gibanja in preventivo pred poškodbami. Prepoznamo jo po tem, da se aktivni del začne od spodaj navzgor. Gibanje začnejo večje mišične skupine, šele nato se vključujejo manjše. Gibanje pa je časovno usklajeno in progresivno.

Optimalna tehnika je torej najbolj učinkovito razmerje med močjo in kontrolo pri izvedbi gibanja in udarcev z najmanjšo stopnjo tveganja, da pride do poškodbe. Njene značilnosti so učinkovitost, enostavnost, ekonomičnost in variabilnost.

Noge so pri teniški tehniki ključnega pomena, saj je od njih odvisno gibanje in postavljanje na žogo za udarec, hkrati pa so v nogah tudi največje mišične skupine, ki so ključne za moč in hitrost udarca. Tako igralci za postavitev na žogo pretečejo povprečno 3 m, kar pomeni, da za 1000 udarcev pretečejo 3000 m. Med gibanjem in med udarcem na igralca deluje sila podlage, ki jo igralci skozi kinetično verigo pretvorijo v del energije, ki prispeva k moči udarca. Na različnih podlagah pa je pri igralcih opaziti, da slabše izkoriščajo silo podlage, kot to počnejo na svoji idealni igralni podlagi (Reid in Schneiker, 2008).

Za visoko hitrost loparja in leta žoge je pomembno koordinirano gibanje in pospeševanje v vseh treh ravninah. Raziskovalci so prepoznali usklajeno delovanje posameznih segmentov kot ključ, ki zagotavlja trenerjem večji vpogled v to, katere mišice oziroma katera gibanja je potrebno trenirati, tako za doseganje boljših rezultatov kot tudi za preprečevanje poškodb, na primer dinamično gibanje spodnjih okončin in še zlasti fleksija kolenskega sklepa do  $75^\circ$ , kjer kotna hitrost dosega  $7,6 \text{ rad/s}$ . Te stvari kot tudi usklajeno gibanje in pospeševanje v vseh treh ravninah so bistvenega pomena za izvajanje močnih udarcev z zadnje linije. Pri začetnem udarcu sta zraven gibanja po transverzalni ravnini, ki ima nekoliko manjšo vlogo, zelo pomembni gibanji po sagitalni in frontalni ravnini, kjer je mogoče narediti razliko med povprečno močnim in zelo močnim servisom. Prav gibanje in pospeševanje v frontalni ravnini je odskočna deska za pospeševanje nadlahti in vrtenje v ramenskem obroču s hitrostjo do  $3000^\circ$  na sekundo, ta hitrost pa se razvije na dolgi poti pospeševanja in sicer pri rotaciji za do  $270^\circ$  (Reid in Schneiker, 2008).

## 2.4 Taktično znanje

Taktika pomeni racionalno uporabo igralčeve tehnike v dani situaciji ter ustvarjanje kreativne imaginacije za izbiro prave rešitve v določeni igralni situaciji. V teniški igri sodi med bistvene dejavnike, ki vplivajo na tekmovalni rezultat. Še večji pomen pa ima, ko sta igralca tehnično in kondicijsko enako dobro podkovana in pripravljena (Filipčič, 2005).

Cilj taktike je, da omogoča teniškemu igralcu, da kadarkoli uporabi svoje lastne ideje, tehnično znanje, kondicijske in mentalne sposobnosti ob upoštevanju tekmečeve igre in to na način, ki mu glede na cilj tekme omogoča doseganje prednosti oziroma izogibanje pomanjkljivostim (Schönborn, 1999).

### 2.4.1 Taktični oziroma igralni stili

Teniški igralci običajno razvijejo način igranja, ki temelji na njihovih tehničnih, taktičnih, telesnih in psihičnih sposobnostih in kompetencah. Prav tako lahko na igralčev način igranja močno vplivajo teniški vzorniki iz njegove rane mladosti. Glavni načini igranja in njihove osnovne značilnosti so:

#### a) Vsestranski igralci

Ti igralci so sposobni različnih stilov igranja. So zelo zanesljivi in obvladajo veliko udarcev ter veliko različnih hitrosti udarcev. So zelo učinkoviti na vseh vrstah igralnih površin. Očitno je, da je najprimernejši model razvoja igralca vsestranski igralec. Da igralec to doseže, mora trener že od rane mladosti, v sodelovanju in ob podpori igralca, zagotoviti, da se v treningu, tako skupinskem kot individualnem, dela na vseh petih igralnih situacijah:

- servis,
- return,
- izmenjava z osnovne črte,
- prehod na mrežo ter igra pri mreži,
- obrambne situacije ali igra proti igralcu na mreži.



V današnjem času predstavlja takšna igra najpogostejši način igranja, saj omogoča napadalno igro z osnovne črte in pri mreži. Predstavniki takšne igre so: Roger Federer, Ivan Ljubičić, Mario Ančić, David Nalbandian, Justine Henin.

Značilnosti igralcev so:

- igranje igre servis – mreža v kombinaciji z igro na osnovni črti,
- udarjanje večine žog v »mrtvi« točki (visok ritem igre),
- sposobnost pravočasno prepoznati krajše žoge ter prehod k mreži,
- sposobnost zaključiti točke v igrišču in pri mreži s smešem in volejem,
- sposobnost napasti kratke žoge in doseganja zaključnih udarcev,
- zanesljivost pri osnovnih udarcih in returnu,
- sposobnost mešati različne udarce, stile igranja, ritem ipd.,
- tekmecu ne dovoliti, da bi se za trenutek sprostil ali ujel ritem v igri,
- ti igralci nimajo nobenih posebnih šibkosti v igri.

Osnovne rešitve, ki jih igralec lahko ponudi za protiigro:

- igrati svojo igro in čakati na napake tekmeca,
- osredotočiti se predvsem na to, da ostanemo čim dlje v igri - igrati potrpežljivo in zanesljivo,
- s pravilno izbiro udarcev tekmecu preprečiti igranje kratkih diagonal in s tem odpiranje igrišča,
- če ima igralec podoben stil igre kot nasprotnik, potem je potrebno biti pozoren predvsem na odstotek uspešnosti v igri.

## **b) Napadalci z osnovne črte**

Ti igralci stojijo blizu osnovne črte, udarjajo žogo kmalu po odboju in imajo močne osnovne udarce. Njihov forhend je običajno močno orožje. Z njim običajno poskušajo prevzeti pobudo v točki z zadnjega dela igrišča. Prav tako z njim pogosto in učinkovito pokrivajo tudi svojo bekend stran. So zelo učinkoviti na vseh vrstah igralnih podlag, še posebej na počasnejših. Njihov servis običajno ni najbolj prodoren, zato pa imajo odličen return. Takšen način igranja prevladuje predvsem med španskimi in južnoameriškimi igralci,

vseeno pa je predstavnikov take igre precej manj kot pred leti: Rafael Nadal, Carlos Moya, Juan Martin del Potro, Andy Murry, Marcos Baghdatis.

Značilnost igralcev so:

- zelo dober napadalni udarec s forhendom ali bekendom,
- dober servis,
- sposobnost držati kontrolo nad igro z osnovne črte, običajno z dominantno roko,
- natančnost pri visokem ritmu,
- dober pasing,
- dober napad na krajše žoge,
- napadalen ter zanesljiv retern - nasprotnika pripravijo do tega, da se boji iti na mrežo,
- igrajo zelo dobro, ko so rezultatsko spredaj.

Osnovne rešitve, ki jih igralec lahko ponudi za protiigro:

- mešati smeri in višine žoge dovolj časa, da tekmelec napravi napako,
- vedno poskusiti zaključiti kratke žoge,
- se ne prestrašiti, ampak igrati svojo igro in se dobro gibati,
- igrati dolge žoge,
- z uporabo slajza spremeniti ritem igre,
- izogibati se igranju skozi sredino in s tem tekmeču puščati preveč odprtega prostora,
- servirati tudi v telo,
- igranje na osnovni črti pogosto kombinirati s prehodi na mrežo,
- imeti cilj, da nasprotnik iger na svoj servis ne osvoji na lahek način,
- igrišče odpirati s servisi navzven ter napadati z odpiranjem forhenda na bekend stran,
- od časa do časa z drugim servisom napasti nasprotnikov boljši udarec in ga tako presenetiti.

### c) Igralci servis – mreža

Ti igralci imajo zelo dobro sposobnost kombiniranja dveh udarcev (servis – volej ali pripravljalni udarec za mrežo – volej) ter hitrega prehoda naprej proti mreži. Odstotek njihovega prvega servisa je zelo visok. Svoje tekmece poskušajo spraviti pod pritisk tako, da

jih prisilijo v odigravanje pasingov. Ti igralci so običajno uspešnejši na hitrejših podlagah. Toda zaradi vse hitreje igre je predstavnikov takšnega načina igranja danes manj kot pred leti. Igro servis – mreža igralci danes več uporabljajo predvsem za spremembo ritma igre ali ko želijo presenetiti nasprotnika. Tipičen način igranja servis – mreža lahko danes zasledimo le še na travnatih igralnih površinah. Predstavniki takšne igre so: Ivo Karlović, Jürgen Melzer, John Isner, Michael Llodra, Nicolas Mahut, Rajeev Ram, Taylor Dent, Gilles Müller, Ivan Navarro, Radek Štěpánek.

Značilnosti igralcev so:

- učinkovit prvi servis, ki jim vliva samozavest in omogoča, da nasprotnika prisili k napaki,
- veliko število točk, doseženih takoj s servisom,
- učinkovit drugi servis, ki igralcu omogoča prehod na mrežo in doseganje točke z volejem,
- nasprotnika poskusijo pripraviti do tega, da neha verjeti v svoj retern,
- visok odstotek uspešnosti prvega voleja,
- več kot tretjino pasingov nasprotnika so igralci sposobni ubraniti z volejem in doseči točko,
- tekmece želijo prisiliti v hitenje in s tem povezane napake,
- na tekmece pritiskajo ves čas.

Osnovne rešitve, ki jih igralec lahko ponudi za protiigro:

- poskusiti vrniti čim več reternov v igrišče,
- drugi servis napasti po paraleli,
- reternirati potrpežljivo, kratko in nizko,
- ne pustiti se zmeti in vztrajati pri svoji igri,
- vsako priložnost izkoristiti za prehod na mrežo,
- če igralec oceni, da pasing ne bo prinesel zelenega rezultata, odigra kratko nizko žogo, skozi sredino in skuša doseči več z naslednjim udarcem,
- vse kratke žoge odigrati s svojim boljšim udarcem, ki je lahko po paraleli ali pa po diagonali.

#### **d) Obrambni igralci**

To so igralci, ki na igrišču velikokrat sprejemajo odločitve na podlagi odločitev njihovih tekmecev. Običajno pobudo na igrišču prepustijo nasprotniku. Njihova osnovna postavitev na igrišču je bolj oddaljena od osnovne črte, kot je to pri agresivnih igralcih zadnje črte. Njihovi osnovni udarci so zanesljivi, žoge pa so visoke, dolge in močno rotirane. Tako telesno kot duševno so zelo dobro pripravljene. Na počasnejših igralnih površinah so praviloma učinkovitejši kot na hitrih. Svoj način igranja običajno prilagajajo tako tekmeču kot tudi vrsti podlage. Toda predstavnikov tovrstnega načina igranja danes praktično več ni, saj je trend razvoja teniške igre usmerjen k napadalnosti po vsem igrišču. Takšen način igre zasledimo predvsem pri mlajših igralcih in pri rekreativcih, kjer je taktika igranja pogosto držati žogo v igri in ne narediti napake.

Značilnosti igralcev so:

- visoki tospin udarci s forhendom in bekendom iz za osnovne črte,
- igralci ostajajo globoko za zadnjo črto,
- visoka zanesljivost v igri z osnovne črte,
- ni napadanja v igri,
- dober lob in pasing,
- so zelo potrpežljivi, vzdržljivi in psihično močni,
- običajno so uspešnejši na pesku oziroma na počasnejših podlagah.

Osnovne rešitve, ki jih igralec lahko ponudi za protiigro:

- igrati potrpežljivo in umirjeno, vendar napasti vsakič, ko je to mogoče,
- žogo igrati takoj po odboju, da ima nasprotnik manj časa, hkrati pa lahko dosežemo ostrejša kote in pridobimo psihološko prednost,
- igrati v višjem tempu in nekoliko močneje,
- 2/3 servisov servirati z več kontrole (80% hitrosti),
- polovico točk skušati zaključiti na mreži takoj po servisu, še posebej pri rezultatski prednosti,
- druge servise nasprotnika skušati napasti po diagonali, kratke in šibke servise reternirati s slajzom in skušati priti na mrežo,

- kratke žoge napasti po paraleli,
- pripravljalni udarci za mrežo naj bodo dolgi in skozi sredino,
- na mreži odigravati dolge voleje skozi sredino ali kratke voleje po diagonali.

Danes največ igralcev igra napadalno igro po vsem igrišču, vključno z igro pri mreži. Takšno igro pa omogoča napadalna igra z osnovne črte in predvsem boljša psihofizična pripravljenost igralcev ter kvalitetnejši materiali, iz katerih je teniška oprema. Zaradi tega je predvsem v moškem tenisu popolnoma »izumrla« obrambna igra, saj igralci s takšnim načinom igranja nimajo možnosti za vrhunske rezultate proti današnjim vrhunskim igralcem, ki so sposobni igrati hitreje, zanesljivo in z večjim tempom. Obrambni način igre je še občasno opazen pri ženskah, vendar se tudi pri njih trend igranja pomika v napadalno igro po vsem igrišču.

Igra servis – mreža in igra z osnovne črte predstavljata danes dva ekstrema med načini igranja tenisa. Z igro servis - mreža je zagotovljena delna uspešnost le na travnatih podlagah. Tipičnih predstavnikov teh dveh iger pri moških je iz leta v leto manj, predvsem na račun napadalne igre po vsem igrišču. Pri ženskah je po Martini Navratilovi in Jani Novotni ta način igre popolnoma »izumrl« tudi na travnatih igriščih. Igra z osnovne črte pa se je še nekoliko obdržala na počasnih igriščih, vendar prav tako le z delno uspešnostjo, saj je za večjo uspešnost in več možnosti odprtih tistim igralcem, ki se odločijo za več tveganja in v ključnih trenutkih prevzeti pobudo in stopiti v igrišče. Prav zaradi tega so razlike v današnjem tenisu med posameznimi igralnimi stili vedno manjše, ker so vsi igralci usmerjeni k napadalni igri in vsi želijo nadzorovati potek igre, vendar na različne načine. Nekateri igrajo žogo takoj po odskoku (Djoković), drugi igrajo z veliko spin rotacije (Nadal), tretji varirajo hitrost, globino, rotacijo žoge (Federer), spet četrti igrajo z veliko hitrostjo (del Potro) itd. Vsi igralci pa imajo svoja orožja in so se tudi sposobni prilagoditi na različne igralce in igralne stile.

## 2.5 Sistem SAGIT

V preteklosti je bilo na področju določanja obsega, hitrosti, področja in načina gibanja v času teniškega dvoboja narejeno zelo malo raziskav in sicer predvsem zaradi kompleksnosti in dinamičnosti teniške igre in pomanjkanja dostopnih tehnologij, ki bi omogočale analizo igre med samim potekom igre. Ker pa je v športu poznavanje parametrov obremenitve in gibanja zelo pomembno, so znanstveniki z razvojem video tehnologije in računalnikov lahko razvili tudi sisteme, ki omogočajo delno avtomatizirano obdelavo video posnetkov gibanj igralcev na tekmah. Ena izmed teh tehnologij je tudi sistem SAGIT, sistem za sledenje gibanja igralca, ki so ga razvili na Fakulteti za elektrotehniko in Fakulteti za šport Univerze v Ljubljani.

Sistem za Analizo Gibanja Igralcev med Tekmo – SAGIT (Perš in Kovačič, 2000; Bon, 2001; Perš, 2001) je sistem, ki temelji na metodah računalniškega vida. Ideja za razvoj merilne tehnologije se je razvila iz potrebe po pridobivanju natančnih in objektivnih podatkov o obremenitvi igralca med tekmo. Pri tem je bila osnovna zahteva, da mora biti spremljanje igralca na tekmi zanj nemoteče. Tako so razvili sistem, ki to opravlja avtomatsko. To je sistem SAGIT, ki se lahko uporablja tudi na uradnih tekmah, saj pri sledenju ne ovira igralcev (Bon in Šibila, 1999).

To sledenje je omogočeno s tehnologijo računalniškega vida, ki se ukvarja z metodami in algoritmi, ki služijo pridobivanju uporabne informacije iz digitalnih slik in posnetkov s pomočjo računalnika. Bistvena razlika med računalniškim vidom na sedanji stopnji razvoja in človeškim vidom je, da se človeški vidni sistem hitro prilagaja različnim okoliščinam, pri računalniškem vidu pa moramo za vsako specializirano nalogo narediti nov sistem, ki bo določeno nalogo opravil. Prednosti te tehnologije so visoka zmogljivost obdelave podatkov, zanesljivost, hitrost delovanja in natančnost pridobljenih podatkov. Uporaba takšne tehnologije je za potek igre popolnoma nemoteča, saj športniki niso na nikakršen način obremenjeni v času pridobivanja posnetkov. To predstavlja veliko prednost pred ostalimi tehnologijami, hkrati pa je za raziskovalce in športnike tudi zelo pomembno (Bon, Perš, Šibila in Kovačič, 2002; Vučković, Perš in Dežman, 2006).

Sledilni sistem SAGIT predstavlja v kontekstu sledenja ljudi (igralcev) merilni sistem, za katerega pa so prav tako kot za vsak merilni sistem značilne tudi napake, ki nastanejo na

podlagi različnih motenj, te pa vplivajo na 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, oddaljenost merjenja od kamere in s tem povezane večje radialne ukrivljenosti slike ter kalibracija kamere (Vučkovič, 2005).

Pri športih (npr. tenis), kjer je zelo pomembna časovna komponenta, je pomembna tudi zelo natančna sinhronizacija kamer. Ker je sinhronizacijo potrebno opraviti ročno z določitvijo značilnega trenutka ob začetku tekme, je pomembno, da ta trenutek traja kar se da malo časa (primerna metoda – pred tekmo naredimo fotografijo z bliskavico).

Izmed športnih iger sta pri analizi gibanja najbolj raziskana nogomet in košarka, kjer je opravljenih tudi največ analiz v svetovnem merilu. V nekaterih raziskavah so bili podatki zbrani še s statističnim beleženjem posamičnih aktivnosti ali s subjektivnimi ocenami strukture obremenitve, v zadnjem času pa se pojavljajo objektivnejše in z visoko tehnologijo podprte raziskave. V Sloveniji pa so s poglobljenimi študijami strukture gibanja igralca med tekmo začeli v rokometu (Bon idr., 2002).

Raziskave, ki bi vsebovale zanesljive in veljavne meritve cikličnih aktivnosti, intervalov obremenitve in odmorov, so zelo redke, zato so želeli razviti merilni sistem za zajemanje podatkov o ciklični obremenitvi igralca v tekmovalnih razmerah. Eden od razlogov in glavno vodilo je bilo tudi ta, da vlada pri raziskovanju cikličnih obremenitev v rokometu precejšna praznina. Tiste raziskave, ki pa so dostopne, so stare, rezultati pa kažejo tako veliko variabilnost, da se pojavlja dvom o njihovi objektivnosti (Bon idr., 2002).

Sistem SAGIT za preučevanje obremenitev rokometišev je prva uporabila Bon (2001). Ugotavljala je uporabnost sistema in njegove merske značilnosti ter kakšne napake lahko pričakujemo pri analizi gibanja igralcev rokometista. Dobljene rezultate je primerjala z rezultati sistema APAS (ang. Ariel Performance Analysis System), ki se uporablja za natančno in podrobno analizo gibanja človeškega telesa in je predstavljal referenčni model. Rezultati so pokazali, da je sistem SAGIT sicer manj natančen od referenčnega sistema, vendar kljub temu bolje zajame tiste elemente gibanja, ki so potrebni za analizo gibanja igralca med tekmo.

Povezanost rezultatov je bila visoka, saj je bila statistično značilna na ravni 1% tveganja. Relativna napaka položaja igralcev je znašala od 0,2 m do 0,6 m, hitrost pa 0,6 m/s. Napaka v opravljeni poti gibanja je znašala od 0,9 m/min do 10 m/min. Avtorica je na podlagi teh rezultatov lahko zaključila, da tehnologija SAGIT predstavlja zadostno stopnjo veljavnosti in točnosti za vrednotenje opravljene poti gibanja igralcev na rokometni tekmi. Kljub malce slabšim rezultatom glede natančnosti pa se je sistem SAGIT izkazal za praktično edino dostopno možnost analize gibanja igralcev med tekmami, saj lahko pokrije celotno igrišče in celoten čas trajanja tekme.

Pori (2001) je z isto metodo sledenja igralcev preučeval obremenitev rokometišev na šestih modelnih tekmah. Čas trajanja polčasa na vseh tekmah je bil enak in je znašal 20 min. Ugotavljal je razlike med kategorijami igralcev (kadeti, mladinci in člani) v poti in intenzivnosti gibanja. Ugotovil je, da obstajajo statistično značilne razlike v poti in intenzivnosti gibanja med igralci, ki igrajo na istih igralnih mestih, vendar v različnih starostnih kategorijah, ter da obstajajo tudi razlike med igralci, ki igrajo na različnih igralnih mestih.

Vučković in Dežman (2001) sta sistem SAGIT uporabila tudi v košarki. S to metodo sta ugotavljala pot in intenzivnost gibanja sodnika na košarkarski tekmi in ugotovila, da je bila skupna opravljena razdalja sodnika 3226 m in da je v aktivnem delu tekme opravil kar 57,5% celotne razdalje.

Na področju iger z loparjem je bil sledilni sistem SAGIT uporabljen za preučevanje obremenitev igralcev v squashu. Za ta namen je bil sistem rahlo modificiran, tako da je bila metoda sledenja v sistemu SAGIT/Squash precej drugačna kot v sistemu SAGIT. Vučković (2002) je uporabil sistem SAGIT/Squash 1 ter ugotavljal natančnost izmerjenih položajev, hitrosti in poti pri mirujočem in aktivnem igralcu ter vpliv filtriranja na natančnost pozicije, hitrosti in poti gibanja. Ugotovil je, da znaša napaka izmerjenega položaja igralca v igrišču od 0,1 do 0,4 m, napaka hitrosti od 0,15 do 0,6 m/s in napaka opravljene poti gibanja od 1,3 do 20 m/min. Pridobljeni rezultati so predstavljali zgornje meje natančnosti sledilnega sistema, vendar so bili boljši, kot je bilo ugotovljeno v raziskavi Bon (2001). Kasneje so sistem še nadgradili tako, da je dovolj natančno določil položaj udarcev v dvodimenzionalnem prostoru (Vučković idr., 2006).



Ker pa sledilni sistem SAGIT/Squash 1 ni omogočal spremljanja in beleženja pozicije oziroma točke udarca v poljubno izbranih delih igrišča, je Vučković s sodelavci (2004) iz Fakultete za elektrotehniko razvil sistem SAGIT/Squash 2, s pomočjo katerega je preučeval razlike med kakovostno različnimi skupinami igralcev. Rezultati so pokazali, da obstajajo statistično značilne razlike med vsemi skupinami igralcev v večini preučevanih kazalcev.

Höhm (1987, v Filipčič, 2008) je na področju tenisa že pred 20 leti spremljal načine gibanja v posameznem delu teniške igre in ugotovil, da se igralci največkrat gibljejo naprej (47%) in v stran (48%). Preostali del gibanja so igralci izvajali v vzratnem gibanju (5%). Gibanja so bila ocenjena na dokaj preprost način, saj je bilo vsako gibanje opredeljeno s frekvenco pojavljanja in nato prevedeno v odstotke. Tako lahko predpostavimo, da je bilo s takim postopkom narejenih veliko napak. Prav tako moramo biti pazljivi pri navajanju rezultatov o pretečeni razdalji, ki so bili ocenjeni na podlagi video posnetka in približne ocene pretečene razdalje. Tako je avtor ugotovil, da je v posameznem nizu igralec pretekel 850 m, kar pri tekmi, ki traja 5 nizov, znaša 4250 m. Pri vsakem udarcu je igralec pretekel 3 m, v eni aktivni fazi pa od 8 do 12 m.

Na podlagi ženskega teniškega dvoboja, ki je trajal tri nize (6:1, 2:6, 6:4) oziroma 82 minut je bila narejena raziskava, ki je pokazala, da je pretečena razdalja igralke znašala 6.932 m (Suda, Michikami, Sato in Umebayashi, 2003). Tekmo so posneli z video kamero, posnetek pa uporabili kot vir za računalniško sledenje analize slikovne obdelave podatkov.

Želja po bolj kakovostnem raziskovanju obremenitev teniških igralcev je spodbudila raziskovalce (Filipčič, Perš in Klevišar, 2006) k uporabi sledilnega sistema SAGIT/Tenis, ki temelji na tehnologiji računalniškega vida z metodami in algoritmi, ki služijo pridobivanju uporabnih informacij z digitalnih slik in posnetkov s pomočjo računalnika. V raziskavo je bilo vključenih 12 teniških igralcev in 12 teniških igralk v starosti do 14 let, ki so leta 2006 tekmovali na državnem prvenstvu Slovenije v tenisu. Spremljali in primerjali so pretečene razdalje med spoloma ter med poraženci in zmagovalci v času celotne tekme (ne glede na pasivni in aktivni del igre). Ugotovili so, da so igralci povprečno pretekli več (3.297 m) kot igralk (2.713 m), vendar razlike niso bile statistično značilne. Zmagovalci so pretekli manj metrov (2.950 m) kot poraženci (3.060 m), vendar tudi tu med skupinama niso našli statistično značilnih razlik. Avtorji še navajajo, da je to prvi tovrstni poskus v tenisu in da bo z

nadgradnjo sistema možno pridobivati podatke, ki bodo časovne in prostorske narave, možna pa bo tudi analiza izvedbe in učinka posameznega teniškega udarca v igri (Filipčič, 2008).

Tjaša Filipčič je v svojem doktorskem delu leta 2008 naredila raziskavo v sistemu SAGIT/Tenis in se posvetila igralnim značilnostim gibalno oviranih v tenisu na vozičku in njihovim vplivom na uspešnost igranja. V okviru časovnih značilnosti je ugotovila, da je aktivni del igre predstavljal 19,68 % vsega časa, pasivni del pa 80,32 %. Posamezna aktivna faza je trajala 4,16 s, v njej je bilo izmenjanih 2,22 teniških udarcev. V prvem časovnem razredu (od 0 do 5 s) je bilo zaključenih 70 % vseh zaključenih aktivnih faz, igralec pa je povprečno prevozil 613 m na celotni tekmi in sicer 46,16 m na igro in 6,11 m na posamezno aktivno fazo. Tuji igralci so opravili daljšo pot v celotni tekmi, v posamezni igri in tudi v posamezni aktivni fazi. Do enakih razlik je prišlo tudi med zmagovalci in poraženci. Povprečna hitrost v aktivni fazi je znašala 0,93 m/s, maksimalna (povprečna) hitrost pa je bila 3,29 m/s. Najvišja izmerjena hitrost v aktivni fazi je znašala 5 m/s. Največ gibanja se izvaja v hitrosti do 1 m/s. Tuji igralci so dosegli višjo povprečno hitrost, ne pa tudi maksimalno hitrost. Med zmagovalci in poraženci ni prišlo do statistično značilnih razlik v povprečni hitrosti v aktivni fazi, kot tudi ne v maksimalni hitrosti. Razlike smo našli, ko smo hitrosti razdelili v štiri hitrostne razrede. Področje je zajemalo tudi preučevanje poti, časa in hitrosti na posameznih področjih teniškega igrišča. V ta namen je bila polovica igrišča razdeljena na 14 manjših področij. Ugotovljeno je bilo, da so igralci največ poti opravili na osrednjem področju (R1 in R4).



Slika 3: Razdelitev igrišča na 2x14 manjših področij.

Več poti opravijo na bekend strani kot na forhend strani. Zelo malo gibanja pa je bilo zasledenega blizu mreže. Opaznih je bilo nekaj razlik v poti, času in hitrostih na posameznih področjih med tujimi in domačimi igralci, manj pa med zmagovalci in poraženci (Filipčič, 2008).

## **2.6 Raziskave in razvoj sistema SAGIT**

Kljub izjemni pridobitvi, ki jo z vidika preučevanja obremenitev športnikov predstavlja Sistem SAGIT, je potrebno omeniti tudi pomanjkljivosti in težave, s katerimi so se srečevali snovalci in uporabniki pri njegovi uporabi. Najpomembnejša je bila, da je sledenje igralcev zaradi slabe kvalitete slike potekalo ročno, saj je programska oprema operaterju zgolj pomagala in je tako obdelava oziroma pridobivanje podatkov z ene tekme (rokomet) trajalo od 14 do 30 dni. Poleg tega je sistem omogočal samo analizo gibanja igralcev v določenem času in prostoru, ne pa tudi z drugih vidikov, ki prav tako vplivajo na obremenitev igralcev. Pri tem mislimo predvsem na različne tehnično-taktične kazalce (Vučković idr., 2006).

Leta 2004 je v razvoj z obsežnim finančnim vložkom vstopilo ameriško podjetje in s tem omogočilo vključitev novih sodelavcev na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, ki so sodelovali pri razvoju nove generacije sistema, ki je prinesla veliko sprememb. Metode prenosa posnetkov v digitalno obliko so bile poenostavljene in s tem bolj dostopne samim uporabnikom, ki lahko ta proces zdaj opravijo sami z nekaj uvodnega treninga. Kalibracija je sedaj enostavnejša in bistveno hitrejša in prav tako jo lahko izvedejo uporabniki sami v nekaj minutah. Največje spremembe so doživeli algoritmi sledenja, ki so sedaj po eni strani bistveno bolj kompleksni, prilagodljivi in do neke mere sami odpravljajo svoje napake, po drugi strani pa je vsa kompleksnost sistema uporabniku skrita za intuitivnim, preglednim in enostavnim uporabniškim vmesnikom, katerega načrtovanje je bilo bistven element razvoja. Kot največji dosežek pa lahko štejemo dejstvo, da obdelava tekme, ki je prej trajala skoraj en mesec, sedaj traja le nekaj dni, predvsem zaradi večje avtomatizacije in manj potrebe po intervencijah operaterja. Dodatni modul omogoča, da se objektivno izmerjenim podatkom o gibanju igralca doda oznaka tehnično-taktičnih aktivnosti, oznake pa je možno prilagoditi za velik nabor športnih iger. Sistem premore tudi vmesnik za pregled, grafični prikaz ter izvoz podatkov v druge aplikacije.

Razvoj sistema s tem ni zastal, saj še naprej izboljšujejo algoritme za obdelavo pridobljenih podatkov, torej na razpoznavanju aktivnosti, avtomatskem iskanju znanih aktivnosti, avtomatskem označevanju in segmentiranju tekem (Vučković idr., 2006).

### **3 CILJI**

Cilji diplomske naloge:

1. Primerjati hitrosti gibanja v aktivni fazi med zmagovalcem in poražencem.
2. Primerjati obseg gibanja v aktivni fazi med zmagovalcem in poražencem.
3. Ugotoviti igralne značilnosti v opazovanih teniških igrah med zmagovalcem in poražencem.

## 4 HIPOTEZE

V nalogi smo preverili naslednje hipoteze:

H 1A: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v povprečni hitrosti gibanja igralca v aktivnem delu igre.

H 1B: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v maksimalni hitrosti gibanja igralca v aktivnem delu igre.

H 1C: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v povprečni hitrosti gibanja igralca v treh fazah pripravljalnega poskoka – pred, med in po pripravljalnem poskoku.

H 1D: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v hitrosti reakcije pripravljalnega poskoka igralca.

H 1E: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v hitrosti pojemanja pred in hitrosti pospeševanja po pripravljalnem poskoku igralca.

H 2: Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v obsegu gibanja igralca v aktivnem delu igre.

H 3: Med zmagovalci in poraženci obstajajo razlike v igralnih značilnostih v opazovanih teniških igrah.

## 5 METODE DELA

### 5.1 Vzorec merjencev

V vzorec merjencev smo vzeli članske igralce, ki so nastopili na mednarodnem turnirju v Kranju. V analizo bodo vključene 4 tekme in 7 tekmovalcev.

### 5.2 Vzorec spremenljivk

#### 5.2.1 Časovne spremenljivke

S pomočjo sistema SAGIT/Tenis smo zbrali 15 spremenljivk, ki so predstavljene v preglednici.

*Preglednica 1: Spremenljivke časovnih karakteristik.*

OZNAKA SPREMENLJIVKE	OPIS SPREMENLJIVKE	MERSKA ENOTA
ČAS	skupni igralni čas	sek
ŠTAF	število aktivnih faz	število
ŠTPF	število pasivnih faz	število
ČASAF	čas aktivnih faz	sek
PČAF	povprečni čas aktivne faze	sek
PČPF	povprečni čas pasivne faze	sek
OAFČAS	odstotek časa vseh aktivnih faz v skupnem igralnem času	odstotek
ŠTAF5	število aktivnih faz do 5 sek	število
ŠTAF510	število aktivnih faz, ki trajajo od 5 do 10 sek	število
ŠTAF1020	število aktivnih faz, ki trajajo od 10 do 20 sek	število
ŠTAF20	število aktivnih faz, ki trajajo več kot 20 sek na tekmi	število
OAF5	odstotek aktivnih faz do 5 sek na tekmi	odstotek

OAF510	odstotek aktivnih faz, ki trajajo od 5 do 10 sek na tekmi	odstotek
OAF1020	odstotek aktivnih faz, ki trajajo od 10 do 20 sek na tekmi	odstotek
OAF20	odstotek aktivnih faz, ki trajajo več kot 20 sek na tekmi	odstotek

## 5.2.2 Hitrostni razredi

Hitrost gibanja smo razdelili po naslednjem ključu (Reilly, 1994, v Bon idr., 2002):

*Preglednica 2: Hitrostni razredi gibanja.*

<i>Hitrostni razredi</i>	<i>Opis</i>
1	Hoja – hitrost do 1,4 m/s
2	Počasen tek – hitrost od 1,4 do 3 m/s
3	Hiter tek – hitrost od 3 do 5,2 m/s
4	Šprint – hitrost nad 5,2 m/s

## 5.2.3 Faze pripravljalnega poskoka

*Preglednica 3: Hitrosti gibanja v fazah pripravljalnega poskoka.*

Oznaka	Opis spremenljivke	merska enota
Vss	Hitrost igralca v pripravljalnem poskoku	m/s
Vpredss	Hitrost igralca pred pripravljalnim poskokom	m/s
Vposs	Hitrost igralca po pripravljalnem poskoku	m/s



## 5.2.4 Spremenljivka o pretečeni poti igralcev

S pomočjo sistema SAGIT/Tenis smo zbrali naslednje podatke:

*Preglednica 4: Izbrani kazalci poti gibanja.*

<i>Oznaka</i>	<i>Opis spremenljivke</i>	<i>Merska enota</i>
Pot	Opravljena pot v aktivnem delu igre	m

## 5.3 Metode zbiranja in obdelave podatkov

### 5.3.1 Metode zbiranja podatkov

Postopek pridobivanja podatkov vključuje osem korakov:

1. Snemanje tekem v tenisu na S-VHS video kasete in na DVD.

Tekme so bile posnete v Teniškem klubu Triglav Kranj. Na omenjenih tekmovanjih so bile tekme posnete na igrišču s trdo podlago. Kameri sta bili pritrjeni na strop tako, da sta s pomočjo objektiv pokrili celotno površino polovice igrišča in celotno gibanje igralca. Postavljeni sta bili tako, da nista ovirali igralcev in poteka igre. Na vseh tekmovanjih so bile uporabljene iste kamere in objektiv.

2. Presnemavanje in kompresiranje posnetkov v DVD format na visoko zmogljiv računalnik.

3. Čiščenje šumov.

4. Prostorska in časovna kalibracija posnetkov.

Prostorska kalibracija je potekala tako, da smo na znanih parametrih na izbranem posnetku določili oznake celotnega igrišča (rob stene, leva zunanja črta igrišča, spodnji rob mreže,

desna zunanja črta igrišča). Te parametre smo uvozili v vsako opazovano tekmo, računalnik pa jih je upošteval pri sledenju.

Časovna kalibracija je potekala tako, da smo do slike (ang."frame") natančno določili začetek (stisk rok) in konec vsakega posnetka na enem in drugem delu igrišča.

5. Obdelava podatkov s sledilnim sistemom SAGIT/Tenis.

6. Grafični izris podatkov.

7. Izvoz podatkov iz txt datoteke v bazo MySQL.

8. Izvoz podatkov iz baze MySQL v Excel in obdelava s statističnim programom SPSS 13.0 za Windows.

### **5.3.2 Metode obdelave podatkov**

Zbrane podatke za posamezni niz smo obdelali z izbranimi postopki opisne statistike. Vsi podatki so obdelani s statističnim programom SPSS 13.0 za Windows. Rezultati so predstavljeni tekstovno, s preglednicami in grafi.

## 6 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati in razprava so v nalogi razdeljeni na posamezna podpoglavja. Predstavljeni so v logičnem zaporedju in v skladu s cilji, ki smo si jih zastavili. Najprej smo predstavili splošne rezultate opisne statistike za vse tekme po karakteristikah, nato smo prikazali rezultate opisne statistike za zmagovalce in poražence ter rezultate analize variance med skupinama zmagovalcev in poražencev.

### 6.1 Elementi časovnih karakteristik tekem

*Preglednica 5: Rezultati časovnih karakteristik po tekmah.*

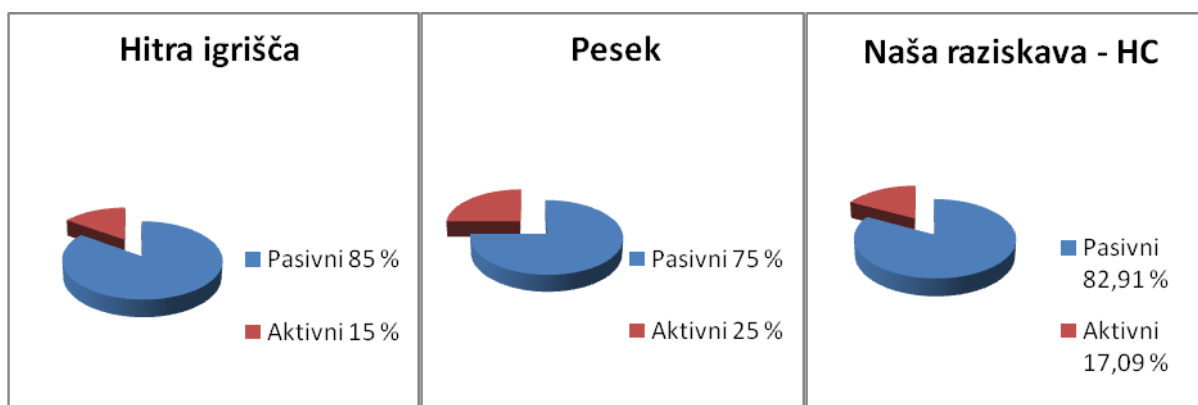
SPREMEN.	Tekma 1	Tekma 2	Tekma 3	Tekma 4	Skupaj
ČAS	3269	7120	5094	3967	19450
ŠTAF	143	263	199	167	772
ŠTPF	142	262	198	166	768
ČASAF	705,28	962,88	876,68	779,08	3323,92
PČAF	4,93	3,66	4,41	4,67	4,42
PČPF	18,05	23,50	21,30	19,20	20,51
OAFČAS	21,57	13,52	17,21	19,64	17,09
ŠTAF5	88	197	131	111	527
ŠTAF510	37	53	49	38	177
ŠTAF1020	16	13	19	15	63
ŠTAF20	2	0	0	3	5
OAF5	61,54	74,90	65,83	66,47	68,26
OAF510	25,87	20,15	24,62	22,75	22,93
OAF1020	11,19	4,94	9,55	8,98	8,16
OAF20	1,40	0,00	0,00	1,80	0,65

*Legenda: ČAS: skupni igralni čas; ŠTAF: število aktivnih faz; ŠTPF: število pasivnih faz; ČASAF: čas aktivnih faz; PČAF: povprečni čas aktivne faze; PČPF: povprečni čas pasivne faze; OAFČAS: odstotek časa vseh aktivnih faz v skupnem igralnem času; ŠTAF5: število aktivnih faz do 5 sek; ŠTAF510: število aktivnih faz od 5 do 10 sek; ŠTAF1020: število aktivnih faz od 10 do 20 sek; ŠTAF20: število aktivnih faz, daljših od 20 sek; OAF5: odstotek aktivnih faz do 5 sek; OAF510: odstotek aktivnih faz od 5 do 10 sek; OAF1020: odstotek aktivnih faz od 10 do 20 sek; OAF20: odstotek aktivnih faz daljših od 20 sek.*

### 6.1.1 Aktivni del igre (ČASAF)

Aktivni del v tenisu predstavlja čas, ko je žoga v igri, torej od začetka do konca aktivne faze. Iz preglednice 5 lahko vidimo, da je bil celotni čas igranja vseh tekem skupaj 19.450 sekund (324,2 minute), aktivni čas igre pa je bil 17,09% od celotnega časa oziroma 3.323,92 sekund (55,4 minute).

Za primerjavo lahko dodamo podatek (Filipčič, 2005), da pri vrhunskih igralcih čas trajanja aktivne igre na hitrih podlagah predstavlja okoli 15% celotnega časa, med tem, ko na peščenih podlagah čas trajanja aktivne igre predstavlja okoli 25% skupnega igralnega časa.



Graf 10 : Razmerje aktivnega in pasivnega dela igre na hitrih podlagah, pesku in v naši raziskavi (trda podlaga).

Po zgoraj navedenih podatkih lahko sklepamo, da vrsta podlage vpliva na razmerje skupnega trajanja aktivnih in pasivnih faz.

### 6.1.2 Povprečni čas aktivne faze igre (PČAF)

V okviru vseh štirih tekem analize je bilo odigranih 772 aktivnih faz igre. Aktivna faza je predstavljala tisti del igre, kjer je bila žoga v igri. Začetek aktivne faze smo določili z metom žogice pri servisu in jo zaključili z dotikom žoge v mreži ali z doskokom izven igralnega polja (out), oziroma po drugem doskoku žogice na tla (zmagovalni udarec).

Povprečna aktivna faza je tako trajala 4,42 sekunde, kar je manj od aktivnih faz vrhunskih igralcev, za katere Filipčič (2005) navaja, da povprečna aktivna faza na trdi podlagi traja 6,5 sekunde. Povprečna pasivna faza je trajala 20,51 sekunde.

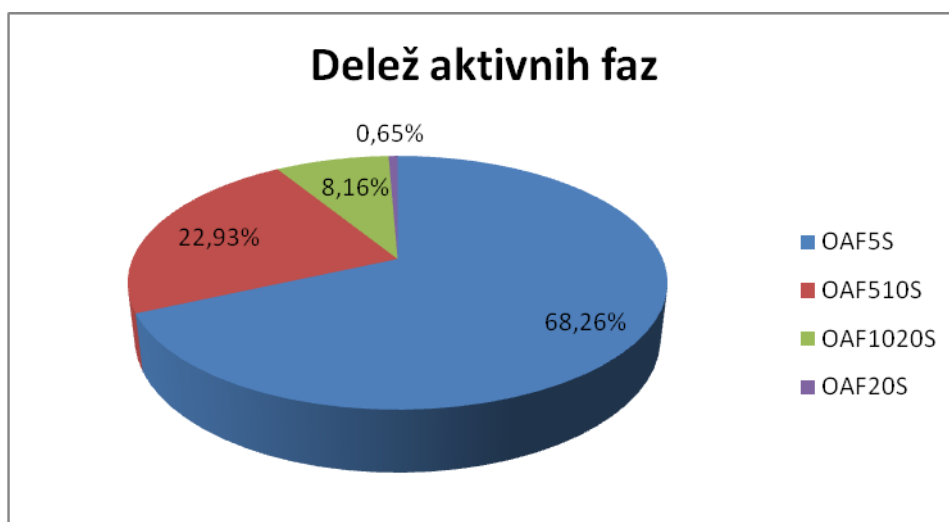
O daljšem trajanju posamezne aktivne faze poroča tudi Planinšek (1994), ki je ugotavljala trajanje posamezne aktivne faze pri dveh vrhunskih igralcih (tekma na trdi podlagi). Povprečno trajanje aktivne faze je bilo 6,62 sekunde (Filipčič, 2008).

Razlog za kratke aktivne faze igre lahko pripišemo predvsem hitri podlagi (trda podlaga), na kateri so se odigrali dvoboji, ter dejstvu, da se je kar 68,26% točk končalo v manj kot 5 sekundah. Glede na to, da je povprečno trajanje točk pri vrhunskih igralcih na trdi podlagi okoli 6,5 sekunde, lahko sklepamo, da podlaga, na kateri je bila narejena naša raziskava, spada med hitrejše trde podlage.

### 6.1.3 Trajanje aktivnih faz v posameznem časovnem razredu

Trajanje aktivnih faz smo razdelili v štiri časovne razrede. V prvi časovni razred prištevamo aktivne faze v trajanju do 5 sekund, v drugi, od 5 do 10 sekund, in v tretji od 10 do 20 sekund. Zadnji, četrti razred predstavlja trajanje aktivnih faz, ki so daljše od 20 sekund. Delež točk, ki so se končale v prvih petih sekundah, je bil največji in sicer 68,26%, delež točk, ki so se končale med 5 in 10 sekundami, je znašal 22,93%, delež točk med 10 in 20 sekundami je bil 8,16% ter delež točk s trajanjem več kot 20 sekund zgolj 0,65%.

Graf 11: Delež aktivnih faz.



## 6.1.4 Pasivna faza igranja

Drugi del igralnega časa predstavlja pasivni del, v katerem se igralec sprosti, regenerira, zamenja stran igrišča, pobere žogice in se pripravi na naslednjo aktivno fazo. Skupni pasivni čas vseh štirih tekem je trajal 16.126,08 sekunde (268,77 minute), kar znaša 82,91 % vsega igralnega časa. V okviru vseh tekem je bilo ugotovljenih 768 pasivnih faz igre. Pasivna faza predstavlja tisti del igre, v katerem žoga ni v igri. To je čas od zaključka aktivne faze (napaka, zaključni udarec) do začetka nove aktivne faze (met žogice pri servisu). Povprečno trajanje predstavlja 20,51 sekunde. Potrebno pa je dodati, da so igralci sami pobirali žoge, s čimer so pasivni del nekoliko podaljšali. Zato bi bilo čase pasivnega dela nesmiselno primerjati z vrhunskimi igralci, za katere se analize večinoma delajo na tekmah najvišjega nivoja, kjer organizator priskrbi pobiralce žog. Ob tem lahko predvidimo, da bi bile pasivne faze krajše, če bi za pobiranje žogic poskrbeli pobiralci.

## 6.2 Elementi hitrostnih karakteristik tekem

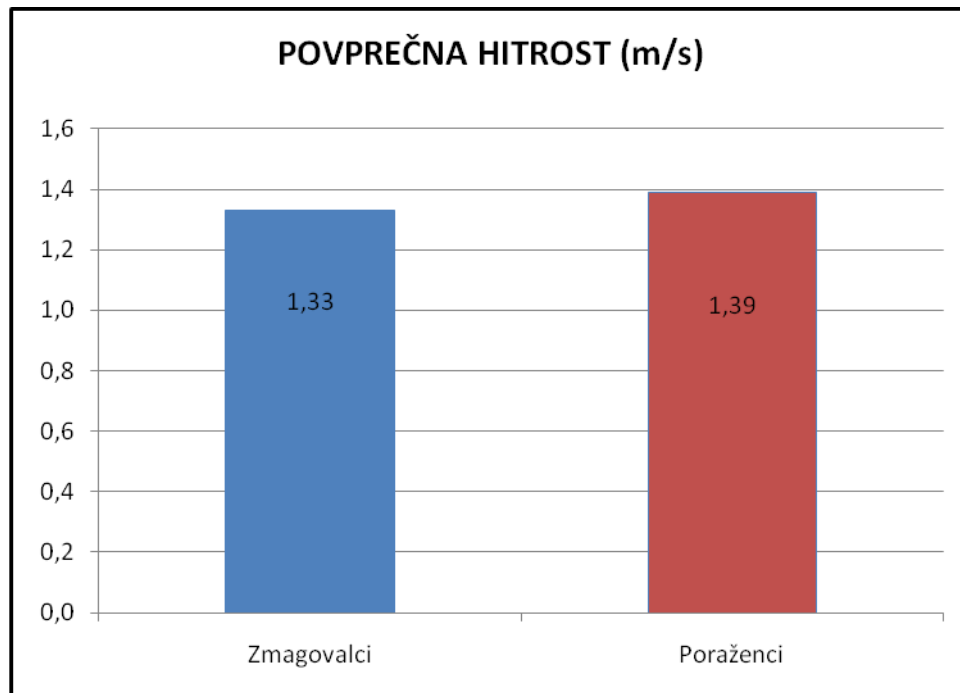
*Preglednica 6: Vrednosti spremljanih karakteristik za povprečno in maksimalno hitrost posebej za zmagovalce in poražence.*

Spremenljivka	N	M
Povprečna hitrost zmagovalcev	4	1,33 m/s
Povprečna hitrost poražencev	4	1,39 m/s
Maksimalna hitrost zmagovalcev	4	5,71 m/s
Maksimalna hitrost poražencev	4	6,43 m/s

*Legenda: N - število vzorca; M - aritmetična sredina*

Iz preglednice je razvidno, da rezultati opisne statistike pri spremenljivki povprečne hitrosti kažejo majhne razlike med zmagovalci in poraženci, pri spremenljivki maksimalne hitrosti pa je razlika nekoliko višja in sicer prav tako v korist poražencev.

## 6.2.1 Primerjava povprečnih hitrosti med zmagovalci in poraženci



Graf 12. Primerjava povprečne hitrosti med zmagovalci in poraženci.

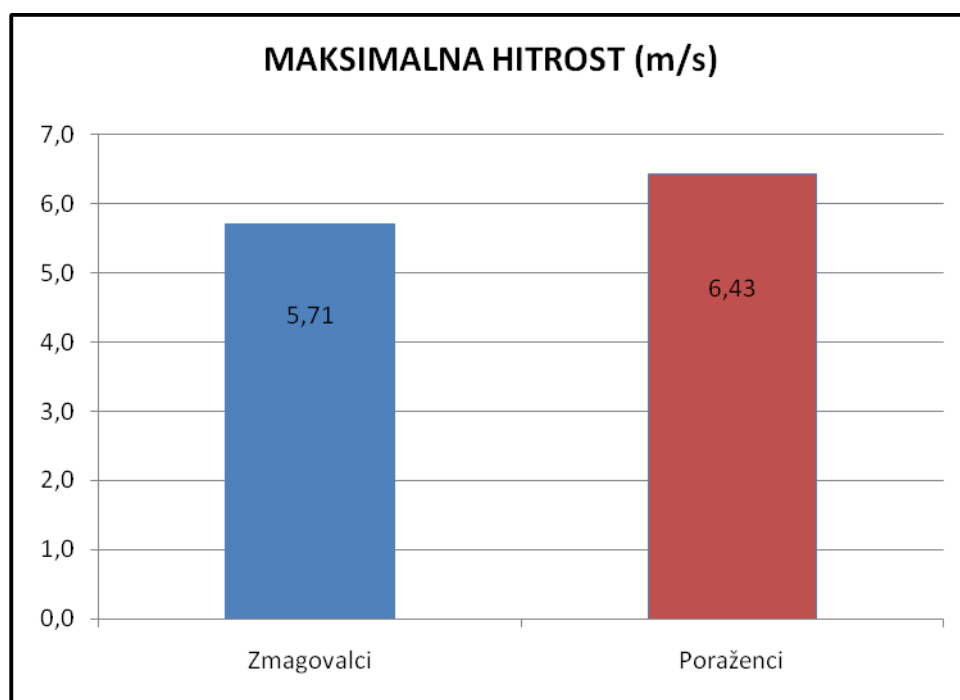
Pri povprečni hitrosti lahko opazimo, da je razlika izjemno majhna in sicer v korist poražencev, ki so imeli povprečno hitrost gibanja na celi tekmi v aktivni fazi 1,39 m/s. Zmagovalci so se gibali v povprečju nekoliko počasneje – 1,33 m/s. Glede na tako majhno razliko v hitrosti lahko sklepamo, da so bili zmagovalci in poraženci približno enako dobro kondicijsko pripravljene. Povprečna hitrost gibanja določa hitrost gibanja igralca skozi celoten dvoboj, rezultati pa kažejo, da se poraženci gibajo hitreje od zmagovalcev, toda statistična analiza je pokazala, da te razlike niso statistično značilne. Da so rezultati drugačni od pričakovanih, ima prav gotovo vpliv tudi dejstvo, da so bili poraženci sicer višje rangirani igralci na lestvici ATP, vendar so v tej dvorani igrali prvič, brez predhodnega privajanja na podlago, medtem ko zmagovalci dvorano poznajo, saj tu pogosto trenirajo.

Kot dodaten argument statistični neznačilnosti bi lahko navedli tudi, da sta Šinkovec (2010) in Brumen (2010) ugotovila ravno obratno in sicer, da imajo zmagovalci za malenkost višjo povprečno hitrost od poražencev. Tu je potrebno dodati, da je Šinkovec (2010) opravljal analizo tekmovalcev do 14 let, kjer je stil igre nekoliko drugačen ter kondicijska pripravljenost na nekoliko nižjem nivoju. Brumen (2010) je analizirala isto starostno skupino za tekmovalke.

Do podobnih rezultatov kot Šinkovec (2010) in Brumen (2010) so prišli tudi Vučković idr. (2004), ki so preučevali povprečno hitrost gibanja igralcev na squash tekmah in prav tako ugotovili, da so zmagovalci dosegli višjo povprečno hitrost gibanja kot poraženci, vendar tudi te razlike niso bile statistično značilne. Razlike v rezultatih avtorji pripisujejo specifičnosti vzorca igralcev v raziskavi.

Tudi Filipčič (2008) je v raziskavi, ki je zajemala gibalno ovirane v tenisu na vozičku, ugotovila, da so zmagovalci dosegli nekoliko višjo povprečno hitrost kot poraženci, vendar pa tudi tukaj razlike niso bile statistično značilne.

## 6.2.2 Primerjava maksimalnih hitrosti med zmagovalci in poraženci



Graf 13. Primerjava maksimalne hitrosti med zmagovalci in poraženci

Pri analizi maksimalnih hitrosti smo ugotovili, da je bila le ta pri zmagovalcih nekoliko nižja kot pri poražencih. Porazenci so tako dosegli največjo hitrost pri 6,43 m/s, zmagovalci pa le pri 5,71 m/s. Razlogi za to bi lahko bili, da so zmagovalci igrali bolj zahtevne žoge, do katerih so poraženci prihajali v časovni stiski in zato razvijali večje hitrosti. V tem primeru bi lahko rekli, da so bili zmagovalci bolj napadalno usmerjeni, poraženci pa so se pogosto znašli



v obrambnih situacijah, v katerih mora igralec doseči visoko hitrost gibanja, da lahko ujame bolj oddaljene in skrajšane žoge.

Tako lahko rečemo, da se poraženci večkrat v dvoboju znajdejo v obrambnem položaju in zato večkrat dosegajo svojo maksimalno hitrost kot zmagovalci. V našem primeru so rezultati pokazali, da poraženci dosegajo višje maksimalne hitrosti, razlike pa so statistično značilne. Rezultati so tako nepričakovani, saj so bili poraženci višje uvrščeni na lestvici ATP. Zmage nižje rangiranih igralcev si tako lahko razlagamo s tem, da je bil turnir v Kranju pripravljalni in da je bil nivo motivacije nižje rangiranih igralcev za zmago na precej višjem nivoju, kot nivo motivacije njihovih višje rangiranih nasprotnikov.

Podobno raziskavo sta prav tako opravila Šinkovec (2010) pri dečkih do 14 let in Brumen (2010) pri deklicah do 14 let. V prvi raziskavi je bilo ugotovljeno ravno nasprotno in sicer da so zmagovalci dosegli višjo maksimalno hitrost kot poraženci. V drugi raziskavi so maksimalne hitrosti poraženek dosegale nekoliko višje vrednosti, vendar razlike niso bile statistično značilne.

Pri raziskavah mlajših igralcev lahko dodamo še, da so bile razlike v povprečni in maksimalni hitrosti med zmagovalci in poraženci večje, kar očitno nakazuje, da ti dve spremenljivki nista zadosti natančna kazalca za določanje razlik med zmagovalci in poraženci. Da bi te domneve lahko potrdili, bi morali narediti raziskave na veliko večjem vzorcu, za kar bi potrebovali ogromno časa, ki ga zahtevata sistem SAGIT z vnašanjem in obdelavo podatkov ter nadaljnja statistična analiza, ki jo je potrebno narediti za vsako skupino podatkov posebej. Vedeti moramo, da se pri veliki količini podatkov pojavlja tudi več napak, ki jih je pred obdelavo potrebno najti in odstraniti, da ne bi prihajalo do nerealnih odstopanj pri dobljenih rezultatih.

### **6.2.3 Primerjava hitrosti gibanja pri pripravljalnem poskoku**

Pri rezultatih hitrosti gibanja smo se osredotočili na hitrost gibanja igralca v različnih fazah pripravljalnega poskoka (split step). Podrobneje smo skušali izračunati hitrost pred pripravljalnim poskokom ( $V_{predss}$ ), med pripravljalnim poskokom ( $V_{ss}$ ) in hitrost po pripravljalnem poskoku ( $V_{poss}$ ).

Poleg izračuna teh hitrosti smo izračunali tudi koeficient spremembe hitrosti gibanja in sicer po naslednji metodi:

$K$  = koeficient

$V_{ss}$  = hitrost v času pripravljalnega poskoka

$V_{povp}$  = povprečna hitrost v času 5 frejmov pred ali po pripravljalnem poskoku

---


$$K = V_{ss} / V_{povp}$$

Koeficient smo nato izračunali posebej za zmagovalce in posebej za poražence ter za fazo pred in po pripravljalnem poskoku. Izračun preverja, ali ima igralec res manjšo hitrost v času pripravljalnega poskoka kot prej in kasneje, oziroma preverja ali je s sistemom SAGIT možno prepoznati pripravljalni poskok. Statistična analiza je naše izračune potrdila, rezultati pa so bili v vseh primerih statistično značilni.

*Preglednica 7: Povprečne hitrosti pri zmagovalcih in poražencih v različnih fazah pripravljalnega poskoka.*

<b>Spremenljivka</b>	<b>N</b>	<b>Zmagovalci</b>	<b>Poraženci</b>
$V_{ss}$	1196	1,30 m/s	1,44 m/s
$V_{predss}$	1196	1,27 m/s	1,35 m/s
$V_{poss}$	1196	1,38 m/s	1,58 m/s

*Legenda:  $V_{ss}$ : povprečna hitrost v pripravljalnem poskoku;  $V_{predss}$ : povprečna hitrost pred pripravljalnim poskokom;  $V_{poss}$ : povprečna hitrost po pripravljalnem poskoku;*

Rezultati statistike v Preglednici 7 kažejo, da so hitrost gibanja v aktivni fazi igre za zmagovalce v povprečju manjše od povprečnih hitrosti gibanja poražencev v vseh treh fazah pripravljalnega poskoka. Tako je razvidno, da je bila povprečna hitrost ob samem pripravljalnem poskoku zmagovalcev 1,30 m/s, pri poražencih pa 1,44 m/s. Razlika je prav tako vidna v trenutkih pred poskokom, kjer je hitrost zmagovalcev v povprečju 1,27 m/s in hitrost poražencev 1,35 m/s, ter v trenutkih po poskoku, kjer je hitrost zmagovalcev 1,38 m/s ter hitrost poražencev 1,58 m/s. Pri teh hitrostih moramo vedeti, da gre tukaj za povprečne hitrosti v času, opredeljenem s petimi frejmi posnetka pred in po pripravljalnem poskoku. Hitrosti pred poskokom so tako vedno manjše od hitrosti gibanja po poskoku, saj se v samem poskoku igralec želi ustaviti za spremembo smeri gibanja. Po poskoku pa začne pospeševati za čimprejšnjo postavitev na udarec. V našem primeru rezultati pokažejo, da je za prvih 5

frejmov posnetka po oziroma pred poskokom pospešek vedno večji od pojemka, kar lahko vidimo v Grafu 14.

Razloge za to, da so bile povprečne hitrosti poražencev v vseh treh fazah nekoliko večje kot pri zmagovalcih, lahko pripišemo tudi temu, da so zmagovalci bolj pogosto odpirali igrišče, poraženci pa so morali pogosteje hitreje spreminjati dinamiko gibanja.

S testom korelacije smo naredili analize posameznih tekem, kjer smo ugotovili, da je bila korelacija hitrosti v vseh treh fazah pripravljalnega poskoka nizka in statistično neznačilna za tri od štirih analiziranih tekem. To pomeni, da je bila hitrost gibanja zmagovalca in poraženca vseh fazah neodvisna drug od drugega. Za eno od štirih tekem pa smo dobili rezultate, da je bilo gibanje hitrosti igralcev v odvisnosti, korelacija pa je bila do 5x višja kot v prvih treh tekmah. To je potrdil tudi izračun značilnosti s 95% verjetnostjo. Razlog k tej odvisni korelacij bi lahko bil ta, da sta bila igralca kondicijsko zelo izenačena, hkrati pa sta taktično in stilsko igrala zelo podobno. V tem primeru bi lahko rekli, da sta igralca na zvišanje ali znižanje ritma igre reagirala precej podobno, zmagovalca pa bi morale določiti izkušnje oziroma psihična pripravljenost.

Statistična analiza primerjave hitrosti med zmagovalcem in poražencem za posamezne tekme je pokazala, da je bila razlika v hitrosti statistično značilna spremenljivka v treh od štirih tekem. Analiza kaže, da je bilo na eni tekmi statistično značilno, da je imel zmagovalec v povprečju vedno večje hitrosti gibanja (pred, med in po pripravljalnem poskoku), na dveh tekmah pa je bilo statistično značilno, da je imel zmagovalec v povprečju v vseh treh fazah nižje hitrosti kot poraženec.

V četrti tekmi so bile razlike mešane. Pred in po pripravljalnem poskoku je bil hitrejši poraženec, v samem pripravljalnem poskoku pa je bil v povprečju hitrejši zmagovalec. Primerjava hitrosti na četrti tekmi je pokazala, da razlike niso bile statistično značilne za zmagovalca oziroma poraženca.

Značilnost hitrosti pri fazah pripravljalnega poskoka bi lahko bila odvisna predvsem od stila igre in tudi od zaznavanja leta žoge. Če gledamo na stil igre, bi lahko predpostavili, da so bili igralci, ki so dosegali višje hitrosti, pogosteje v obrambnem položaju, saj so bili v tem primeru pogosteje prisiljeni v hitre spremembe smeri in k hitremu pospeševanju do bolj

oddaljenih žogic. Pri letu žoge pa je pomembno, da ga igralec zazna in oceni čim prej, da se lahko pravočasno postavi na mesto za udarec. S pravočasnim zaznavanjem mu ostane več časa in hitrost gibanja je lahko nižja in bolj umirjena.

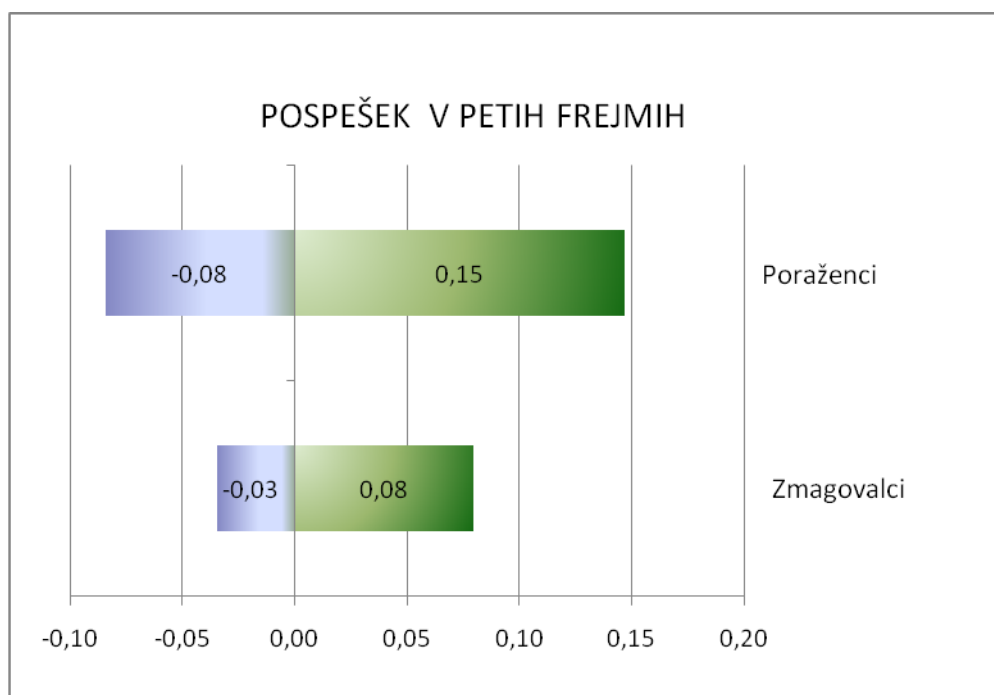
Analize rezultatov za vse tekme skupaj so tako pokazale, da so poraženci v vseh treh fazah pripravljalnega poskoka v povprečju dosegali višje hitrosti kot zmagovalci, razlike pa so statistično značilne. Zanimiva je ugotovitev, da so bili v našem primeru poraženci prav vsi igralci, ki so bili višje uvrščeni na lestvici ATP, hkrati pa so v vseh primerih dosegali tudi boljše rezultate v vseh spremenljivkah. Da bi te rezultate lahko razložili, je potrebno dodati še, da so bili poraženci tuji igralci, ki so v dvorani igrali brez predhodnega prilagajanja. Domačini pa so v dvorani redno trenirali in bili zato navajeni na podlago, ki zelo vpliva na odboj žoge ter posredno na postavitev za udarec in na samo točko udarca. Eden od možnih razlogov za poraz višje uvrščenih igralcev je lahko tudi čas tekem, saj so igralci igrali v pripravljalnem obdobju, kjer lahko igralci testirajo nove taktične zamisli, hkrati pa njihova forma praviloma še ni na najvišjem nivoju. Na strani zmagovalcev pa je bil prav gotovo tudi dejavnik motivacije, saj daje igra proti bolj uveljavljenemu nasprotniku, igralcu vedno tudi dodatno spodbudo.

Z vidika analize učinkovitosti gibanja je pomembno, da igralec v času pred pripravljalnimi poskokom zavira, v času po pripravljalnem poskoku pa pospešuje. Če je igralec sposoben izkoristiti določeno vhodno hitrost (hitrost pred pripravljalnimi poskokom) in jo potem izkoristiti za hitro pospeševanje, to pomeni dobro izkoriščenje principa inercije in nasprotne sile ter boljšo nevromišično moč, agilnost in optimalno razvite gibalne vzorce. Vse te značilnosti smo v naši raziskavi opazili pri na lestvici ATP boljše uvrščenih igralcih, ki pa so tekme proti slabše rangiranim nasprotnikom iz že navedenih vzrokov izgubili.

### **6.2.3.1 Spremembe hitrosti po in pred pripravljalnimi poskokom**

Pomembna je tudi razlika med  $V_{predss}$  in  $V_{ss}$  ter med  $V_{ss}$  in  $V_{post}$ . Tudi tu lahko vidimo, da so bile razlike pri poražencih v povprečju večje kot pri zmagovalcih, kar nam še enkrat pove, da so bili poraženci prisiljeni v hitrejše spremembe smeri gibanja, posledično pa v lovljenje vedno bolj oddaljenih žog, kar je eden od pokazateljev podrejene oziroma

obrambne igre. Spodnji grafikon prikazuje pojemek v petih frejmih posnetka pred oziroma pospešek v petih frejmih posnetka po pripravljalnem poskoku.



Graf 14. Razlika v pospešku med zmagovalci in poraženci v 5 frejmih posnetka pred in po pripravljalnem poskoku.

#### 6.2.4 Primerjava povprečne hitrosti reakcije s pripravljalnim poskokom

Pri rezultatih povprečnih hitrosti reakcije na udarjeno žogo smo prišli do nepričakovanih odgovorov in sicer analize so pokazale, da je igralec, ki je izgubil, v povprečju imel hitrejše reakcijske čase kot zmagovalec, kar je vidno v spodnjih tabelah. Razlike so statistično značilne.

Preglednica 8: Razlika povprečnih hitrosti reakcije pripravljalnega poskoka med zmagovalci in poraženci.

	N	M (s)	Std. Dev.	Std. Err.
Zmagovalci	1164	0,3220	0,08299	0,00243
Poraženci	1164	0,2877	0,08414	0,00247

Legenda: N - število vzorca; M - aritmetična sredina (s); Std. Dev. – standardna deviacija; Std. Err. – standardna napaka.

Za uspešnejše igralce je značilno, da imajo čas reakcije pripravljalnega poskoka bližje času udarca. Tako lahko rezultate razlagamo z dejstvom, da so bili poraženci karakteristično boljši igralci, ki pa so na tem turnirju imeli tudi druge cilje in niso bili osredotočeni izključno na zmago ampak tudi na iskanje novih poti do zmage. V tem primeru mislimo predvsem nove taktične zamisli.

## Primerjava hitrosti reakcije za posamezne tekme

Rezultati so pokazali, da so bili najhitrejši reakcijski časi vseh poražencev 4 stotinke sekunde. Dva zmagovalca sta imela prav tako najhitrejši reakcijski čas 4 stotinke sekunde, ostala dva zmagovalca pa 8 stotink sekunde. V povprečju so bili najslabši reakcijski časi 66 stotink sekunde. Pri vsem tem in še posebej pri najboljših časih je potrebno upoštevati tudi napako  $\pm 2$  stotinki sekunde, saj je bila največja natančnost, ki smo jo lahko določili, čas enega frejma, ki znaša 1/24 sekunde oziroma približno 4 stotinke sekunde.

*Preglednica 9: Hitrosti reakcije pripravljalnega poskoka za posamezne tekme.*

Tekma 1	N	M	Min	Max	Std. Dev.	Std. Err.
Zmagovalec	245	0,3207	0,08	0,84	0,09554	0,00610
Poraženec	245	0,3104	0,04	0,76	0,09412	0,00601

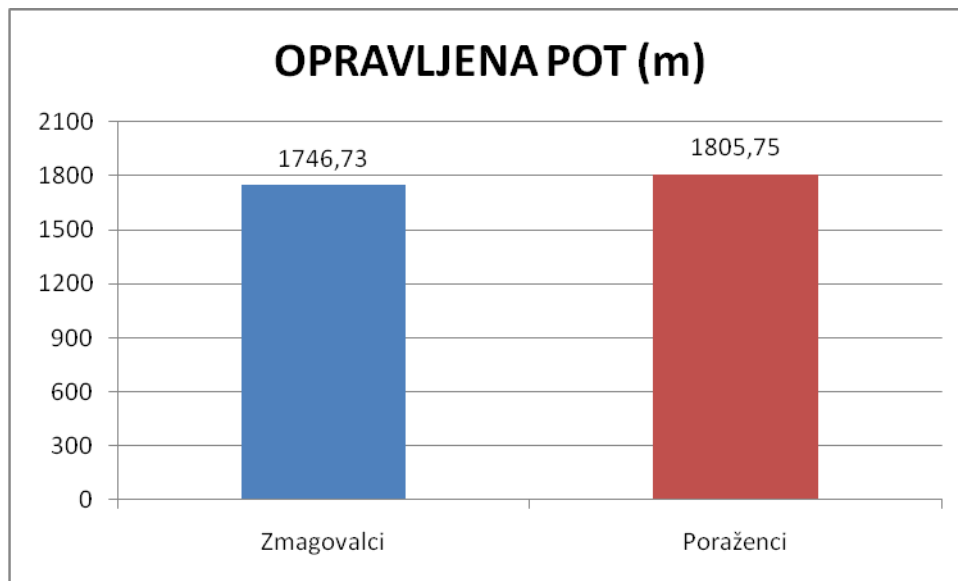
Tekma 2	N	M (s)	Min	Max	Std. Dev.	Std. Err.
Zmagovalec	345	0,3150	0,04	0,56	0,06940	0,00374
Poraženec	345	0,2717	0,04	0,52	0,06734	0,00363

Tekma 3	N	M (s)	Min	Max	Std. Dev.	Std. Err.
Zmagovalec	303	0,3312	0,08	0,56	0,06660	0,00383
Poraženec	303	0,2869	0,04	0,68	0,07333	0,00421

Tekma 4	N	M (s)	Min	Max	Std. Dev.	Std. Err.
Zmagovalec	271	0,3216	0,04	0,76	0,10080	0,00612
Poraženec	271	0,2887	0,04	0,60	0,09948	0,00604

*Legenda: M - aritmetična sredina; N - število vzorca; Min – najboljši reakcijski čas; Max – najslabši reakcijski čas; Std. Dev. – standardna deviacija; Std. Err. – standardna napaka.*

### 6.3 Primerjava obsega gibanja med zmagovalci in poraženci



Graf 15. Primerjava opravljene poti med zmagovalci in poraženci.

Pri opravljeni poti je ponovno opaziti zelo majhno razliko med zmagovalci in poraženci. Tudi v tem primeru je prišlo do razlik v korist poražencev, ki so v povprečju opravili 1805,75 metra poti, medtem ko so zmagovalci v povprečju opravili 1746,73 metra poti. Ta podatek ponovno priča o tem, da so med obojimi zelo majhne razlike v kakovosti igranja in kondicijski pripravljenosti. Potrebno pa je poudariti, da je obseg gibanja odvisen od načina igranja, podlage ter tudi kakovosti igralcev. Že pri hitrostih gibanja smo ugotovili, da se morajo igralci, ki igrajo obrambno in podrejeno, gibati hitreje, da lahko pravočasno dosežejo najbolj oddaljene žoge. Z našo analizo smo dobili rezultate, da so poraženci opravili večjo pot, kar se sklada z ugotovitvijo glede hitrosti gibanja. Prav tako lahko tudi tu sklepamo, da so bili poraženci prisiljeni v obrambno in podrejeno igro. Kljub našim sklepom in dejanskim rezultatom, da poraženci opravijo večjo pot od zmagovalcev, pa tega ne moremo z zagotovostjo trditi, saj je statistična analiza pokazala, da razlike niso statistično značilne.

Šinkovec (2010) je ugotovil nasprotno in sicer da so zmagovalci opravili večjo pot kot poraženci. Zmagovalci so namreč opravili 2227,19 metra, poraženci pa 2189,11 metra poti. Tu lahko opazimo tudi veliko razliko v opravljeni poti med igralci do 14 let in igralcih v članskih kategorijah, ki povprečno opravijo precej manjšo pot. Razlike med tema dvema kategorijama lahko najdemo v tem, da starejši igralci igrajo hitrejši tempo igre in posledično

močnejše žoge, ki praviloma onemogočajo veliko število izmenjav, še posebej na trdi podlagi, in posledično zmanjšujejo količino pretečene razdalje med odigranimi točkami.

Podobno raziskavo so opravili tudi Filipčič idr. (2006), ki so preučevali opravljeno pot dečkov in deklic do 14 let in ugotovili, da med skupinama zmagovalcev in poražencev obstajajo razlike, saj so zmagovalci opravili manjšo pot kot poraženci, vendar pa tudi v tem primeru ni bilo statistično značilnih razlik.



## 7 SKLEP

V diplomskem delu smo analizirali teniške dvoboje posameznikov na mednarodnem turnirju v Kranju, ki se je odvijal na trdi podlagi. V nalogi smo analizirali razlike v hitrost gibanja ter razlike v obsegu gibanja med zmagovalcem in poražencem. Kot tretje pa smo poskušali ugotoviti ali obstajajo razlike v igralnih značilnostih med zmagovalcem in poražencem. Glede na to, da smo hipoteze postavili zelo na široko in skozi proces raziskave prišli do velike količine zelo natančnih podatkov, smo lahko predvsem prvo hipotezo razstavili na več delov in tako natančneje definirali, kje vse se pojavljajo razlike v hitrosti gibanja in ali so statistično značilne.

Tako smo v prvi hipotezi H1A najprej predpostavili, da v aktivnem delu med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v hitrosti gibanja. Pri povprečnih hitrostih gibanja skozi celo tekmo smo ugotovili, da so bili poraženci le za odtenek hitrejši od zmagovalcev, kar nakazuje na približno enako dobro kondicijsko pripravljenost, saj povprečna hitrost odraža hitrost gibanja skozi celoten dvoboj. Rezultati torej kažejo, da med zmagovalci in poraženci prihaja do razlik v povprečni hitrosti gibanja, vendar pa te niso statistično značilne, zato hipoteze H1A ne moremo potrditi.

V drugem delu prve hipoteze H1B smo se osredotočili na maksimalne hitrosti v aktivni fazi, rezultati pa so bili prav tako v prid poražencev, vendar v nekoliko večji meri. Eden od vzrokov zakaj je do teh razlik prišlo je ta, da so se poraženci pogosteje znašli v podrejenem obrambnem položaju in morali reševati zahteve žoge, za kar pa je bilo potrebno hitrejšo gibanje. Rezultati so pokazali, da so poraženci dosegali večje maksimalne hitrosti, razlike pa so bile statistično značilne, zato lahko hipotezo H1B potrdimo.

V tretjem delu prve hipoteze H1C pa smo se osredotočili na primerjavo hitrosti pred, med in po pripravljalnem poskoku. Za samo določitev točke pripravljalnega poskoka smo morali izračunati tudi koeficient spremembe hitrosti, ki je v vseh primerih pokazal, da je bila hitrost gibanja v zadnjih petih frejmih posnetka pred pripravljalnim poskokom manjša in po pripravljalnem poskoku večja. Pri primerjavi hitrosti gibanja pred, med in po pripravljalnem poskoku smo prišli do rezultatov, da so poraženci vedno dosegali višje vrednosti, razlike pa so bile tudi tu statistično značilne. Razlago doseganja višjih hitrosti poražencev si zopet lahko

razlagamo s tem, da so se poraženci pogosteje znašli v obrambnem položaju in bili pogosteje prisiljeni hitro spreminjati dinamiko gibanja. Tako so tudi pri hipotezi H1C rezultati pokazali, da so se poraženci v vseh treh fazah pripravljalnega poskoka gibal hitreje od zmagovalcev, razlike pa so tudi tokrat bile statistično značilne.

V hipotezi H1D smo se osredotočili na hitrost reakcije pripravljalnega poskoka. Dobljeni rezultati so pokazali razliko med zmagovalci in poraženci. Slednji so dosegali nižje časovne vrednosti, reagirali so hitreje, razlike pa so bile statistično značilne.

V zadnjem delu prve hipoteze H1E smo skušali dokazati statistično značilne razlike med zmagovalcem in poražencem v hitrosti pojemanja pred pripravljalnim poskokom in hitrosti pospeševanja po pripravljalnem poskoku. Rezultate smo izračunali posredno z določanjem koeficienta pospeška in z naknadno statistično analizo, ki je pokazala, da so razlike statistično značilne, večje pospeške in pojemke pa so dosegali poraženci, kar pomeni, da so bolje izkoriščali princip inercije in nasprotne sile, ter da imajo boljšo nevromišično moč, agilnost in bolj razvite gibalne vzorce.

V drugi hipotezi H2 smo predpostavili, da obstajajo statistično značilne razlike v obsegu gibanja med zmagovalci in poraženci v aktivni fazi. Prišli smo do rezultatov, da razlike sicer obstajajo, saj so poraženci v povprečju opravili daljšo pot, vendar pa le te niso statistično značilne, zato moramo hipotezo H2 zavrniti.

V hipotezi H3 smo predpostavili, da med zmagovalci in poraženci obstajajo razlike v igralnih značilnostih. Te hipoteze sicer nismo empirično dokazali direktno, vendar lahko skozi analize hitrosti in poti posredno trdimo, da razlike v igralnih značilnostih med zmagovalci in poraženci obstajajo, saj smo skozi celotno analizo dobivali rezultate, ki kažejo na bolj podrejen in obramben način igre poražencev ter bolj napadalen način igre zmagovalcev, ki so v večjem delu igre imeli pobudo.

Raziskava je bila opravljena na analizi štirih tekem, v vzorec pa je bilo vključenih sedem igralcev. Glede na majhen vzorec, rezultatov ne moremo posploševati, saj če bi to želeli, bi morali v raziskavo vključiti veliko večje število igralcev in odigranih tekem. Žal pa je sistem SAGIT/tenis, kljub nenehnemu izboljševanju, še vedno zahteven in zamuden, ker se podatki

pridobivajo počasi, hkrati pa je potrebno vključevati strokovnjake z več področij. Z izboljšanjem sistema, ki bi omogočal sledenje igralcev v realnem času, bi lahko raziskave na večjem številu tekem omogočale določene teoretične zaključke in s tem pripomogle k boljšemu razumevanju obremenitev igralcev na tekmi. Z napredkom samega sistema bo prav gotovo tudi raziskovanje s tega področja postalo bolj obsežno in s tem tudi bolj uporabno za stroko.

V prihodnje bi bilo potrebno raziskave še dodatno razširiti in zraven vzporedno vključiti tudi fiziološke kazalce napora ter jih nato primerjati s številkami različnih karakteristik, ki jih dobimo s sistemom SAGIT. Tu bi bila težava predvsem z merjenjem fizioloških kazalcev, ki bi nedvomno motili igralce in njihovo koncentracijo ter s tem vplivali na rezultat tekme. Prav tako vzporedno s sistemom SAGIT pa bi lahko vključili tudi strokovnjake s področja športne psihologije, ki bi numerične rezultate primerjali s psihološkim stanjem posameznega igralca v točno določenih fazah. V tem primeru bi psiholog dogajanje opazoval z razdalje in igralci bi lahko dvoboj odigrali nemoteno.

Diplomsko delo je eno izmed prvih tovrstnih raziskav na področju gibanja pri nas, podobno temo sta obravnavala že Šinkovec (2010) za dečke do 14 let in Brumen (2010) za deklice do 14 let, in je dobra osnova za nadaljnje raziskovanje na tem področju. Dobljeni rezultati so lahko v veliko pomoč tako teniškim kot kondicijskim trenerjem, ki trenirajo tako starejše kot mlade perspektivne igralce. Pomagajo jim lahko predvsem pri izboru vsebin in oblikovanju treninga, tako teniškega kot tudi kondicijskega. Slednji je pri treningu mladih igralcev prav gotovo nepogrešljiv in velikokrat tudi zapostavljen, kar se pogosto pozna na prestopu iz mladinske v člansko konkurenco.

## 8 VIRI

- Agrež, F. (1993). *Motorične sposobnosti človeka*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Bon, M. (2001). *Kvantificirano vrednotenje obremenitev in spremljanje frekvence srca igralcev rokometu med tekmo*. Doktorska disertacija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Bon, M., Perš, J., Šibila, M. in Kovačič, S. (2002). *Analiza gibanja igralca med tekmo*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Bon, M. in Šibila, M. (1999). SAGIT – Sistem za analizo gibanja rokometišča med tekmo z uporabo metod računalniškega vida. *Trener rokomet*, 6 (2), 19 – 28.
- Brumen, A. (2010). *Primerjava igre med zmagovalkami in poraženkami pri mladih teniških igralcih do 14 let*. Diplomsko naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Bunc, V., Dlouha, R., Höhm, J. in Safarik, V. (1990). Testova baterie pro hodnoceni urivne telesne pripravenosti mladych tenistu. *Teorie a Praxe telesne Vychovy* 38 (4) str. 194 - 203.
- Ferjan, R. (2001). *Primerjava igralnih značilnosti odprtega teniškega prvenstva ZDA in Avstralije v letih 2000 in 2001*. Diplomsko naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Friščič, V. (2004). *Tenis bez tajni*. Zagreb: Tenis, Biblioteka Tenis.
- Filipčič, A. (1993). *Zanesljivost in veljavnost izbranih motoričnih testov v tenisu*. Magistrska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Filipčič, A. (1999). *Tenis - učenje*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Filipčič, A. (2000). *Tenis - tehnika in taktika*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Filipčič, A. (2002). *Tenis - Treniranje*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Filipčič, A. (2005). *Tenis - predavanja*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Filipčič, A., Perš, J. in Klevišar, A. (2006). *Comparison between young male and female tennis players in terms of time and movement characteristics*. Poster predstavljen na IV World congress of science & racket sports. Madrid 21. – 23. september 2007.
- Filipčič, T. (2008). *Igralne značilnosti gibalno oviranih v tenisu na vozičku in njihov vpliv na uspešnosti igranja*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Kuhar, K. (2007). *Primerjava različnih igralnih značilnosti pri teniških igralcih različnih starosti*. Diplomsko naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Klemenc, A. (1997). *Sto let tenisa na Slovenskem*. Monografska publikacija. Radomlje: Teniški klub.

- Pečelin, I. (2006). *Analiza dvobojev mladih teniških igralcev z vidika natančnosti zadevanja izbranih igralnih polj*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Perš, J. (2001). *Sledenje ljudi z metodami računalniškega vida*. Magistrska naloga, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko.
- Perš, J. in Kovačič, S. (2000). A system for tracking players in sports games by computer vision. *Elektrotehnični 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: Fakulteta za šport.
- Pintarič, T. (2002). *Analiza elementov teniške igre in časovnih kazalcev v finalnih dvobojih Francije v letu 2001 in 2002*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Planinšek, T. (1993). *Analiza elementov teniške igre in časovnih kazalcev v finalnih dvobojih na odprtem prvenstvu Francije in ZDA v letu 1993*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Reid, M. in Schneiker, K. (2008). Strength and conditioning in tennis: Current research and practice. *Journal of science and medicine in sport*, (11), 248-256.
- Schönborn, R. (1999). *Advanced Techniques for Competitive Tennis*. Aachen: Meyer und Meyer.
- Suda, K., Michikami, S., Sato, Y. in Umebayashi, K. (2003). Automatic measurement of running distance during tennis matches using computer – based trace analysis. *Applied sport science for high performance tennis*, str. 151.
- Šinkovec, D. (2010). *Primerjava igre med zmagovalci in poraženci pri mladih teniških igralcih do 14 let*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Šugman, R. in Rožman, M. (2004). *Sto slovenskih športnikov*. Ljubljana: Prešernova družba.
- Vučković, G. (2002). *Merske značilnosti sistema za sledenje gibanj igralcev na squash tekmah*. Magistrska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Vučković, G. (2005). *Tehnično-taktične značilnosti igranja različno kakovostnih skupin igralcev squasha*. Doktorska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Vučković, G. in Dežman, B. (2001). Results of tracking a referee's movements during a basketball match with computer sight. V Jurimae T. (ur.). *Sport kinetics 2001: human movement as a science in the new millenium: proceedings* (Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis Vol. 6 (Supplement). Tartu: University of Tartu, str. 274 - 277.

Vučković, G., Dežman, B., Erčulj, F., Kovačič, S. in Perš, J. (2004). Differences between the winning and the losing players in a squash game in terms of distance covered. V A. Lees, Kahn, J.F. in Maynard, I. (ur.), *Zbornik Third World Congress of Science and Racket Sports and the Eight International Table Tennis Federation Sports Science Congress, Paris, France, 2003, Science and Racket Sports III* (str. 202 – 207). London and New York: Routledge.

Vučković, G., Perš, J. in Dežman, B. (2006). Razvoj avtomatskega sledenja gibanj igralcev na tekmah in obdelave izbranih podatkov. *Šport*, 54(4), 27-30.

*Zgodovina tenisa*. TennisPortal. Pridobljeno 19.4.2010, iz

<http://www.tenisportal.si/?viewPage=16>

Zlatoper, Z. (2002). *Primerjava igralnih značilnosti finalnih dvobojev odprtega teniškega prvenstva Francije, Velike Britanije in ZDA v letu 2001*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.