

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT

# **DIPLOMSKA NALOGA**

Drejc Šinkovec

Ljubljana, 2010



UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje  
Tenis

**PRIMERJAVA IGRE MED ZMAGOVALCI IN PORAŽENCI PRI  
MLADIH TENIŠKIH IGRALCIH DO 14 LET**

DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR:

Doc. dr. Aleš Filipčič

RECENZENT:

Izr. Prof. dr. Miran Kondrič

KONZULTANT:

Prof. dr. Otmar Kugovnik

Avtor naloge:

DREJC ŠINKOVEC

Ljubljana, 2010

## **ZAHVALA**

Za nasvete in strokovno pomoč pri pisanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Alešu Filipčiču.

Za vso pomoč pri opravljanju s programom SAGIT se zahvaljujem Mateju Peršetu in Janezu Peršu s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

Posebna zahvala pa gre mojim bližnjim, ki so mi nudili vso podporo in pomoč tekom študija.

---

**Ključne besede:** maksimalna hitrost, povprečna hitrost, gibanje, SAGIT/Tenis, tenis, dečki – 14 let

**Naslov diplomske naloge: PRIMERJAVA IGRE MED ZMAGOVALCI IN PORAŽENCI PRI MLADIH TENIŠKIH IGRALCIH DO 14 LET**

**Drejc Šinkovec**

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

**Športno treniranje, Tenis**

**Število strani: 43**

**Število preglednic: 7**

**Število grafov: 10**

**Število virov: 31**

## **IZVLEČEK**

Temeljni namen diplomske naloge je primerjava zmagovalcev in poražencev v povprečni hitrosti gibanja, maksimalni hitrosti gibanja in opravljeni poti. Vse te primerjave so bile narejene samo za aktivno fazo igre.

Vzorec je sestavljalo 9 igralcev, med katerimi se eden pojavi v treh dvobojih, eden v dveh dvobojih, od ostalih 7 igralcev pa je vsak odigral po en dvoboj. Odigranih je bilo 12 dvobojev. Tekme smo spremljali na državnem prvenstvu do 14 let za dečke, v teniški dvorani v Kranju. Vse tekme so bile odigrane na trdi podlagi.

Tekme so bile posnete z dvema kamerama, pritrjenima na strop dvorane, tako da je vsaka kamera pokrivala eno stran igrišča. Podatke o izbranih parametrih smo pridobili s sledilnim sistemom SAGIT/Tenis.

Pri povprečni in maksimalni hitrosti gibanja je bila ugotovljena statistično značilna razlika med zmagovalci in poraženci. Pri opravljeni poti gibanja pa statistično značilne razlike med zmagovalci in poraženci ni bilo, čeprav je bila opažena.

Rezultate lahko pripišemo različnim tipom igralcev in značilnostim njihove igre.

---

---

**Keywords:** maximum speed, average speed, movement, SAGIT/Tennis, tennis, boys – 14 years

**Title of dissertation: THE COMPARISON GAME BETWEEN THE WINNERS AND LOSERS IN YOUNG TENNIS PLAYERS UNDER 14 YEARS**

**Drejc Šinkovec**

**University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2010**

**Sport training, Tennis**

**Number of pages: 43**

**Number of tables: 7**

**Number of graphs: 10**

**Number of sources: 31**

## **ABSTRACT**

Basic intention of dissertation was comparison between winners and losers in average speed of movement, maximum speed and completed way of movement. All these comparisons were made only for active period of the game.

The sample consisted of 9 players: one appears in three matches, one in two matches and the other 7 players played one match each. It was played 12 matches. Matches were monitored on a national championship to 14 years for boys on tennis court in Kranj. All matches were played on hard court.

Matches were filmed with two cameras fixed on the ceiling of the hall, so that each camera covering one side of the court. Data on selected parameters were obtained with tracking system SAGIT/Tennis.

For the average and maximum speed of movement was found statistically significant differences between winners and losers. Carried out in the way of movement was not a statistically significant difference between winners and losers determined. Although the difference can be observed.

The results can be attributed to different types of players and the characteristics of their games.

---

---

1. UVOD.....	7
2. PREDMET, PROBLEM IN NAMEN NALOGE.....	10
2.1. TEMELJNE ZNAČILNOSTI NALOGE.....	10
2.2. NOTRANJI DEJAVNIKI TENIŠKE IGRE.....	15
2.2.1. MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI.....	15
2.2.2. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI.....	15
2.2.3. MOTORIČNE SPOSOBNOSTI.....	15
2.2.3.1. HITROST.....	16
2.2.3.2. KOORDINACIJA IN PRECIZNOST.....	16
2.2.3.3. GIBLJIVOST.....	17
2.2.3.4. MOČ.....	18
2.2.4. TEHNIČNO IN TAKTIČNO ZNANJE.....	18
2.2.4.1. IGRALNI STILI IN NJIHOVE ZNAČILNOSTI.....	19
2.3. SISTEM SAGIT.....	21
2.4. DOSEDANJE RAZISKAVE V SVETU IN PRI NAS.....	22
2.4.1. RAZISKAVE IGRALNIH ZNAČILNOSTI V ŠPORTNIH IGRAH.....	22
2.4.2. RAZISKAVE S PODROČJA IGER Z LOPARJEM.....	25
2.4.3. RAZISKAVE NA PODROČJU TENISA.....	26
2.5. RAZISKAVE S SISTEMOM SAGIT.....	27
3. CILJI.....	29
4. HIPOTEZE.....	30
5. METODE DELA.....	31
5.1. VZOREC TEKEM.....	31
5.2. VZOREC IGRALCEV.....	31
5.3. VZOREC SPREMENLJIVK.....	31
5.3.1. HITROSTNE SPREMENLJIVKE.....	31
5.3.2. SPREMENLJIVKA O PRETEČENI POTI IGRALCEV.....	31
5.3.3. HITROSTNI RAZREDI.....	32
5.4. METODE ZBIRANJA IN OBDELAVE PODATKOV.....	32
6. REZULTATI IN RAZLAGA.....	34
6.1. ELEMENTI SPREMLJANIH KARAKTERISTIK ZA VSE TEKME SKUPAJ.....	34
6.1.1. POVPREČNA HITROST GIBANJA ZA VSE TEKME V AKTIVNI FAZI.....	34
6.1.2. MAKSIMALNA HITROST GIBANJA ZA VSE TEKME V AKTIVNI FAZI.....	34
6.1.3. POT, OPRAVLJENA V AKTIVNI FAZI.....	35
6.2. ELEMENTI SPREMLJANIH KARAKTERISTIK LOČENO ZA ZMAGOVALCE IN PORAŽENCE.....	35

---

---

6.3. ELEMENTI SPREMLJANIH KARAKTERISTIK MED SKUPINAMA ZMAGOVALCEV IN PORAŽENCEV .....	37
7. SKLEP .....	39
8. LITERATURA.....	41

---



---

## 1. UVOD

Tenis je prijetna športno-družabna igra, v kateri igralca (ali štirje igralci, kadar gre za igro v parih) menjaje udarjata žogo preko mreže v nasprotnikovo polje, omejeno s črtami. Cilj igre je z loparjem spraviti žogo čez mrežo v tekmečevo polje tako, da se tekmelec le-te ne dotakne ali pa da naredi napako (žogice ne vrne nazaj v igrišče). Tenis igrajo igralci obeh spolov, mlajši in starejši (grobno rečeno, od 7 do 80 leta). Vsebuje vse elemente gibanja: tek, skoke, met, udarce, kakor tudi vse elemente psihofizičnih sposobnosti človeka: moč, hitrost, spretnost, vzdržljivost in zbranost. Tehnično je tenis zahtevna igra, ker je igrišče za posameznika precej veliko (Cvetko, 1995).

Tenis uvrščamo med aciklične polistrukturane športne panoge, to je med igre z žogo in mrežo. Posebnost teniške igre je hiter let žogice, hitra izmenjava žog med igralcema in pokrivanje širokega igralnega prostora. V tekmi za točke igralec pozorno spremlja let žogice in uporablja širok izbor udarcev. Teniško igro težko strogo delimo na fazo obrambe in fazo napada, temveč lahko samo nekatere dele igre označimo za napadalne in druge za obrambne. Teniška igra je kompleksen in dinamičen sistem, kjer je celotna strategija podvržena taktiki igre, v nekaterih situacijah pa tudi tehniki igre.

Teniška igra je ena tistih športnih zvrsti, kjer ne moremo nikoli predvideti vseh okoliščin in pogojev, pod katerimi se bo odvijala tekma. Lahko predvidimo le nekatere pogoje; in sicer značilnosti in sposobnosti nasprotnika ter le delno tudi vrsto podlage. Težko pa vnaprej predvidimo čas igranja, klimatske pogoje, vpliv publike. Glede na temperaturo okolja in vlažnost zraka se zelo spreminjajo lastnosti podlage, trdota in teža žoge, napetost strun na loparju itd.

Tenis igramo tekmovalno ali rekreacijsko. Igra se na različnih površinah: peščenih, travnatih, betonskih, plastičnih, asfaltnih in parketnih, ki jih prevlečejo s posebnimi preprogami. Tenis se največ igra na prostem, v prijetnem okolju, kajti igra zahteva veliko zbranosti. V zimskem času se je tenis preselil v dvorane in je postal tudi dvoranski šport, predvsem v državah z višjim življenjskim standardom (Ferjan, 2001).

### ***Kratek razvoj tenisa v svetu in pri nas***

Začetki modernega tenisa segajo v leto 1874, ko je bila igra zaradi višine mreže (150cm), skoraj bolj podobna badmintonu. Leto kasneje je igrišče dobilo današnjo obliko, igro pa so preprosto poimenovali »lawn tennis«. Igra se je »prijela«, ker je izpolnila zahtevo po živahnem razgibanju tako močnejšega kot šibkejšega spola. Prvo nacionalno prvenstvo Anglije leta 1877 v Wimbledonu so igrali po pravilih, ki so

---

v osnovi enaka današnjim. Tenis se je nato skokovito širil na vse kontinente, najprej v ZDA, kjer se je iz družabnega razvedrila razvil v športno panogo.

Leta 1896 je postal tenis olimpijska panoga, se obdržal vse do leta 1924 in bil ponovno vključen med olimpijske športe leta 1988 na olimpijskih igrah v Seulu.

Po do sedaj zbranih podatkih naj bi tenis na ozemlje današnje Slovenije prvi prinesli (višji) avstrijski častniki. Okoli leta 1880 naj bi tenis že igrali v vojašnicah v Mariboru in Ljubljani. (Klemenc, 1997)

Ko govorimo o prvem Slovincu, ki je zgradil teniško igrišče na slovenskih tleh, pridemo do imena Ivan Tavčar. Takratni ljubljanski župan, prvak takratnih slovenskih liberalcev, ugleden in premožen advokat ter priznan pisatelj je dal leta 1897, na svojem posestvu na Visokem v Poljanski dolini, kot prvi Slovenec zgraditi teniško igrišče na ozemlju današnje neodvisne republike Slovenije (Šket, 2004).

Kakorkoli že, Tavčar ni bil prvi Slovenec, ki je igral tenis, še manj prvi Slovenec, ki bi zmagal na kakšnem teniškem turnirju. Niti ni bil med ustanovitelji prvega slovenskega teniškega kluba in tudi ni dal zgraditi prvega javnega teniškega igrišča. A za Slovence, ki še nismo podrobneje raziskali vseh vidikov vsakdanjega življenja na naših tleh v minulih stoletjih, in se radi identificiramo z graditeljskimi dosežki in ki imamo pisatelje še vedno za očete naroda, je Tavčar kar primeren, da si ga izberemo za »očeta« našega tenisa. Konec koncev nekako sodi v slovenski kulturni arhetip, da se je »njim«, bogatim tujim tovarnarjem in trgovcem, postavil po robu »naš« človek, pisatelj in sin kmečkih staršev (Klemenc, 1997).

Tik pred razpadom Kraljevine Jugoslavije so v Mariboru, 2. marca 1941, na pobudo desetih teniških klubov ustanovili Teniško zvezo Slovenije (TZS). Njen predsednik je postal domačin Rudi Šepec (Klemenc, 1997).

### ***Moderni tenis***

Teniška igra je v zadnjih letih postala vse hitrejša, bolj napadalna in dinamična, zahteva pa optimalno tehniko in pravilne taktične rešitve. Temu so prispevali predvsem novejši in boljši materiali, iz katerih je teniška oprema; predvsem loparji, strune in žogice, igralne podlage (umetne mase) in boljša psihofizična pripravljenost igralcev.

Učinkovit začetni udarec (servis), napadalna in zanesljiva igra po celem igrišču z manjšim številom neizsiljenih napak ter sposobnost odigravanja večjega števila

---

zaključnih udarcev («vinerjev») so danes ključnega pomena pri doseganju dobrih rezultatov.

Sodobni trend razvoja teniške igre gre tudi v smer skrajševanja trajanja točke in igre nasploh. Igralci tako dosegajo veliko število točk tudi s prvim ali drugim udarcem. Hitrost leta žogice pri prvih servisih vrhunskih igralcev dosega blizu 250 km/h, pri igralkah pa okoli 210 km/h. Uspešnost servisa je tako pomemben dejavnik pri uspehu v teniški igri. Prav tako kot servis je postal pomemben tudi retern. S tem udarcem sicer igralci dosegajo manj zaključnih točk, ampak ima, statistično gledano, vseeno vpliv na uspešnost v igri.

---

## 2. PREDMET, PROBLEM IN NAMEN NALOGE

### 2.1. TEMELJNE ZNAČILNOSTI NALOGE

Specifičnost tenisa se kaže v njegovem štetju, ki ga pri drugih športnih igrah ne zasledimo, poleg tega pa se tenis od večine drugih športov razlikuje tudi po tem, da čas trajanja dvoboja ni točno definiran, ampak lahko traja tudi več ur. Široka paleta različnih udarcev, ki se izvajajo pri visokih hitrostih žoge pri različnih rotacijah in položajih, zahteva od igralca vsestransko kondicijsko pripravljenost, poleg tega pa tudi visoko raven motorične informiranosti, psihične pripravljenosti in tehničnega znanja. Poleg igralčevih izkušenj so našteje lastnosti eden od pogojev za uspeh teniškega igralca ali igralke v sodobnem tenisu. Uspešnost igralca v teniški igri lahko ugotavljamo posredno (potencialna uspešnost) in neposredno (tekmovalna uspešnost) (Filipčič, 2002).

Ker je tenis kompleksen polistrukturni šport, pri katerem je pomembno razvijati tehniko, taktiko, fizično pripravo in psihološko pripravo, se najrazličnejši strokovnjaki že od nekdaj trudijo kar najbolje razviti vsako od teh komponent in s tem izboljšati igro teniškega igralca. Poleg vseh teh dejavnikov pa na tenis zelo vplivajo tudi zunanji dejavniki, kot so vrsta žogic, loparjev, strun, zelo pomembna je podlaga teniškega igrišča in ne nazadnje lahko na rezultat vpliva tudi sojenje.

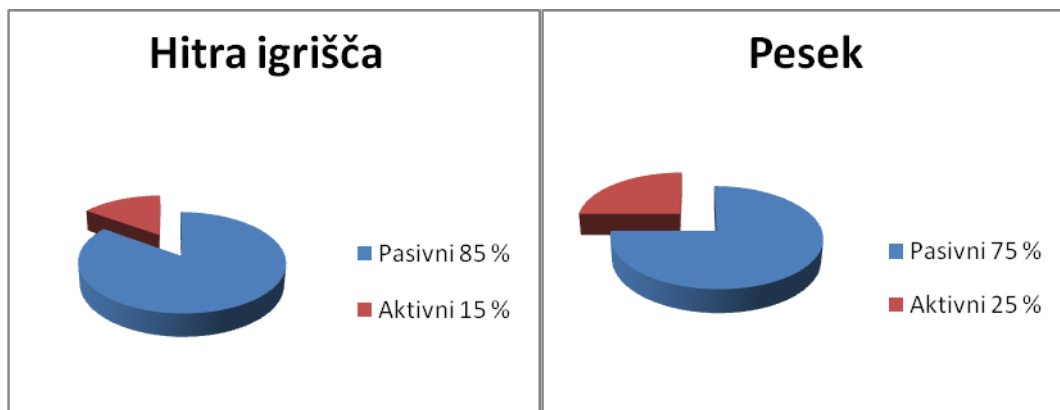
Teniški igralci, ki jih bom obravnaval v tej nalogi, igrajo v kategoriji fantov do 14 let in pri teh letih naj bi imeli fantje že dokaj dobro razvito agilnost, reakcijske sposobnosti in druge motorične sposobnosti. Seveda pa ne smem pozabiti omeniti tudi taktične in psihološke pripravljenosti. Za te igralce je zelo pomembno, da obvladajo kar največ različnih udarcev, ki jih potem uporabljajo med igro. Velikega pomena je, da znajo igralci v določenih situacijah v igri te udarce tudi uporabljati in da izberejo kar najboljšo taktiko.

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; Hughes, 1998; Hughes in Moore, 1998; povzeto po: Filipčič, 2008).

---

Nekatere karakteristike teniške igre (statistični podatki):

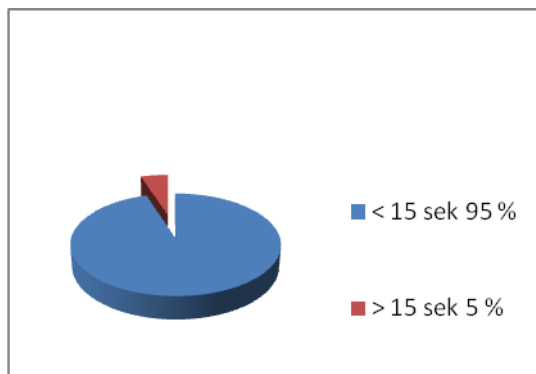
- Razmerje aktivni/pasivni del igre



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

Grafa prikazujeta odstotek pasivnega in aktivnega dela igre na različnih podlagah. Lepo je vidno, da igra na hitri podlagi poteka hitreje, kar se kaže v razmerju med pasivnim in aktivnim delom igre. Podatki na grafih nam dajo tudi jasno vedeti, da so točke na hitrih podlagah krajše.

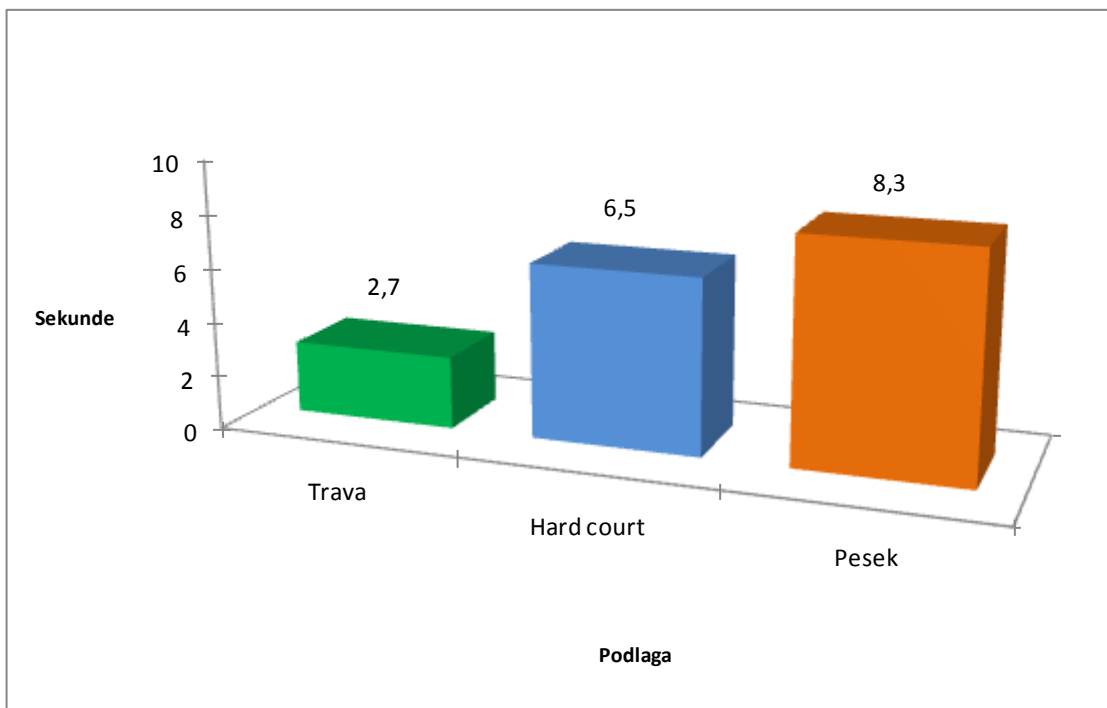
- Dolžina trajanja točk



Graf 3: Dolžina trajanja točk.

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

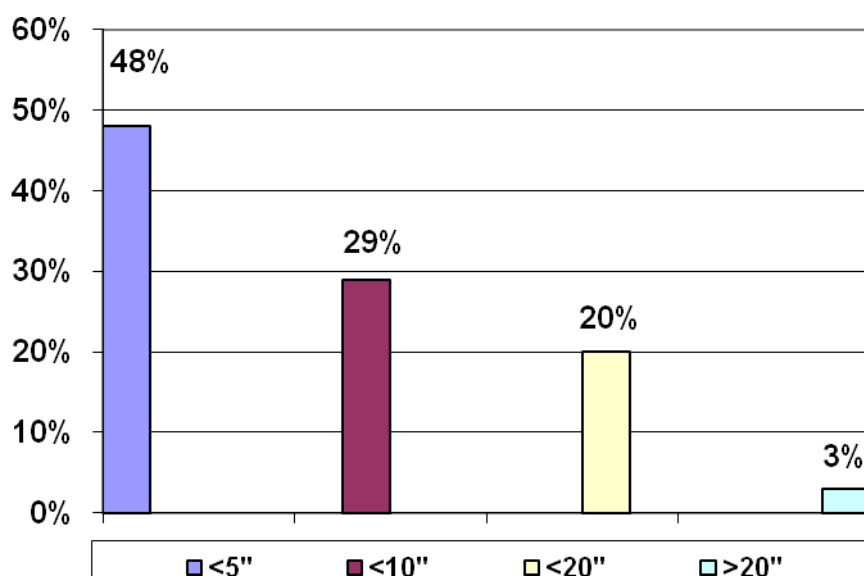
- Povprečno trajanje točk – moški



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

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

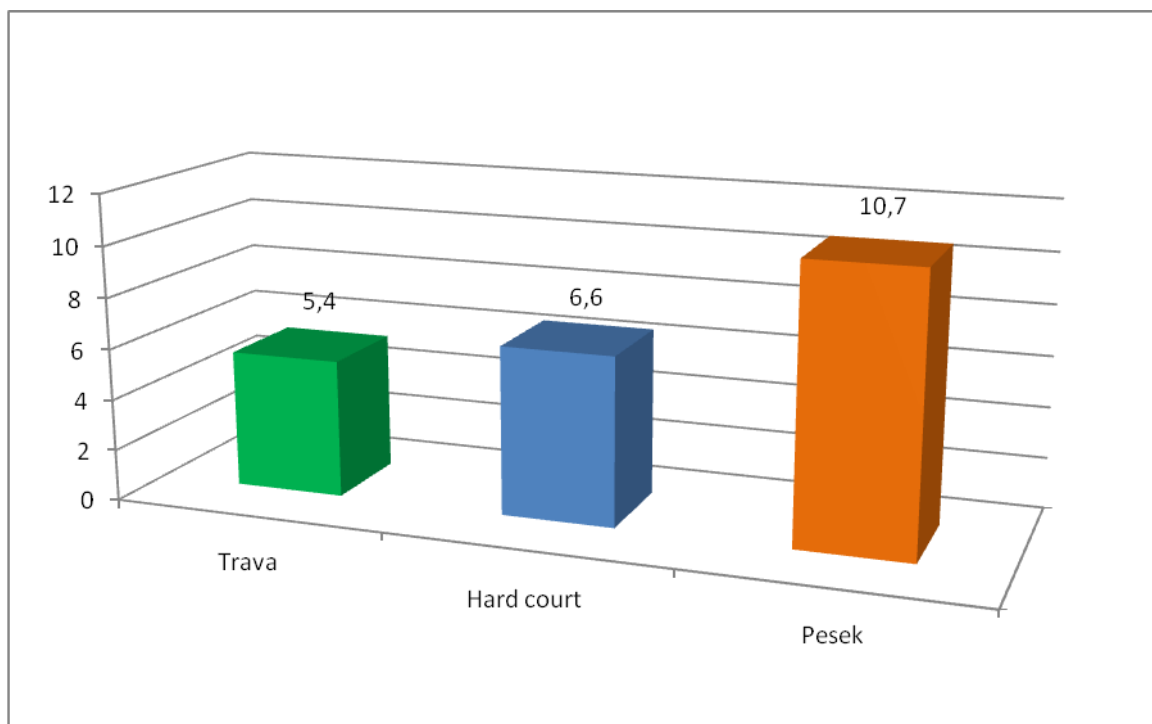
- Dolžina trajanja točk – moški (Sampras proti Kafelnikov)



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

Na grafu je prikazano, kolikšen odstotek točk je trajal manj kot 5 sekund, 5-10 sekund, 10-20 sekund in kolikšen odstotek točk je trajal več kot 20 sekund. Iz grafa je očitno, da skoraj 50 % točk traja manj kot 5 sekund in da je več kot 75 % točk krajših od 10 sekund. Podatki so iz tekme med Samprasom in Kafelnikom. Iz podatkov lahko sklepamo, da je bila igra zelo napadalna.

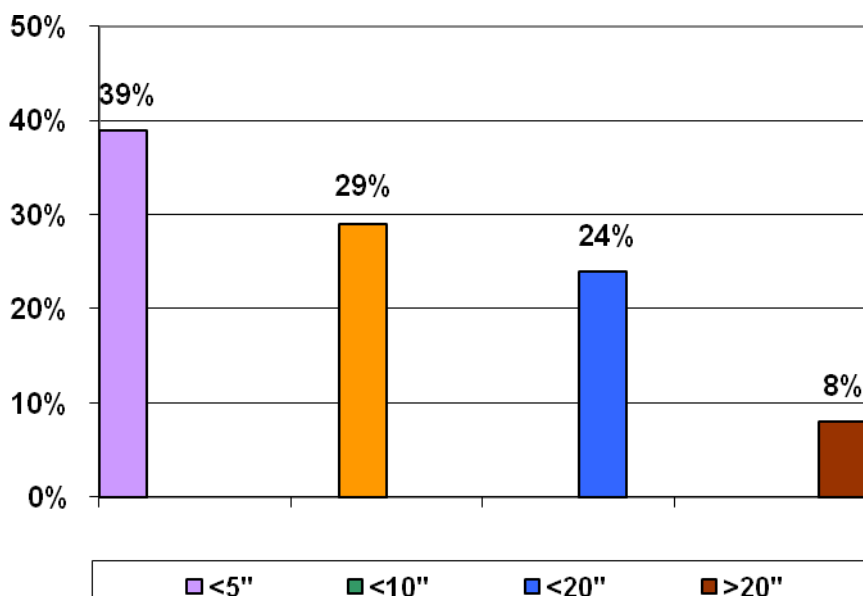
- Povprečno trajanje točk – ženske



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

Tako kot pri moških tudi ta graf prikazuje trajanje točk na različnih podlagah pri ženskah, le da so točke pri ženskah nekoliko daljše, kar kaže na to, da je ženska igra manj napadalna kot moška, še vedno pa igra poteka sorazmerno hitro.

- Dolžina trajanja točk – ženske (Mauresmo proti Zvonarevi)



Graf 7: Dolžina trajanja točk pri 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 teh dveh tekem (Sampras proti Kafelnikov in Mauresmo proti Zvonarevi) pa ne smemo spregledati, da gre samo za dve tekmi in da ne smemo kar tako posploševati podatkov.

## **2.2. NOTRANJI DEJAVNIKI TENIŠKE IGRE**

### **2.2.1. MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI**

Morfološke razsežnosti predstavljajo telesno konstitucijo posameznika, ki je specifična, strukturna in funkcionalna manifestacija posameznika. Temeljni usmerjevalec razvoja konstitucije je genom. Z vidika uspešnosti v tenisu sodi med pomembnejše morfološke značilnosti telesna višina in s tem povezana tudi dolžina posameznih segmentov (Schönborn, 1999). Premeri sklepov pomenijo boljše pogoje za pripenjanje mišic in tudi večjo stabilnost sklepov, medtem ko podkožno maščevje predstavlja za teniške igralce balast in nepotrebno breme, ki je v negativni povezanosti z uspešnostjo v tenisu.

### **2.2.2. FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI**

Funkcionalne sposobnosti lahko opredelimo s časovno razporeditvijo igre in odmorov ter intenzivnosti same aktivnosti. Meritve metabolizma kažejo na aerobno-alaktatno porabo energije (najvišja intenzivnost obremenitve, ki jo mišica lahko premaguje tja do 10 sekund (Ušaj, 2003)), vendar teniški dvoboji lahko trajajo tri ure in več, kar pomeni, da se zaradi omenjenih procesov obnavljanja energije, način potrošnje spreminja skozi tekmo. Dejstvo je, da mora imeti vrhunski teniški igralec dobro razvite anaerobne, kot tudi aerobne energijske funkcije (nizko do srednje intenzivni napori, v katerih prevladujejo aerobni energijski procesi, ki trajajo 3 minute ali več (Ušaj, 2003)) (Filipčič, 1993).

Če pri tenisu razdelimo energijski sistem (glede na odstotek porabljene energije) na tri dele, bi dobili sledeče podatke: 70 % anaerobno-alaktatni, 20 % anaerobno-laktatni in 10% aerobni energijski proces (Filipčič, 2005).

### **2.2.3. MOTORIČNE SPOSOBNOSTI**

Za uspešno realizacijo vseh dejavnikov, ki so pomembni v teniški igri, mora imeti teniški igralec dobro razvite motorične sposobnosti: moč, hitrost, koordinacijo,

---

preciznost, ravnotežje, gibljivost in specifične teniške motorične sposobnosti. Slednje se razvijajo predvsem med treningom na igrišču (igranjem tenisa).

### **2.2.3.1. HITROST**

Hitrost je sposobnost, ki nam omogoča izvesti enega ali več zaporednih gibov v prostoru z maksimalno hitrostjo. Ločimo tri tipe hitrosti: hitrost reakcije (pri najboljših igralcih je blizu najnižje meje), hitrost enkratnega giba in hitrost alternativnih gibov. Pri tenisu se hitrost pojavlja kot hitrost zaznavanja projektila (reakcijska), kot hitrost gibanja pri startu in kratkih šprintih in hitrost enkratnega giba (servis, forhend, ...).

Treniranje hitrosti je zaradi medsebojnega vpliva drugih sposobnosti, predvsem moči, koordinacije in teniške tehnike, pomembno v vseh obdobjih razvoja teniškega igralca. Tako imata moč in teniška tehnika izredno pomembno vlogo pri razvoju štartne hitrosti in tudi pri hitrosti izvedbe posameznih udarcev. Pri razvoju hitrosti reakcije, pa na razvoj vplivajo živčno-mišični procesi, ki vplivajo na hitrost procesov zaznavanja, izbire in izvedbe odgovora (Filipčič, 2002).

31 nemških teniških trenerjev je ocenilo, da je hitrost najpomembnejša sposobnost za uspeh v tenisu (Filipčič, 2005).

Bunc, Dlouha, Höhm in Safarik (1990) so na osnovi primerjav med posameznimi testi in uspešnostjo merjencev v tenisu ugotovili visok pomen hitrosti pri mladih teniških igralcih.

Ugotovljeno pa je bilo tudi, da je najprimernejše obdobje za razvoj hitrosti med 6. in 12. letom, ker je v tem obdobju telo in še posebej živčni sistem najbolj dovzeten za razvoj hitrosti (Filipčič, 2002).

Na raven specifične teniške hitrosti vplivajo predvsem hitrost (temeljna), hitrost gibanja, reakcijska hitrost in anticipacija ter kakovost teniške tehnike. Hitrost teniškega igralca se lahko optimalno razvija le z delovanjem na vseh naštetih pojavnih oblikah hitrosti, in sicer tako na živčne kot tudi mišične procese (Filipčič, 2002).

### **2.2.3.2. KOORDINACIJA IN PRECIZNOST**

To je sposobnost, ki je odvisna od učinkovitosti senzomotoričnih centrov za sprejem, predelavo in zadrževanje motoričnih informacij ter od delovanja kortikalnih centrov v CŽŠ.

---

Koordinacija je že po definiciji širok pojem, v teniški igri pa največjo vlogo igrajo naslednje pojavne oblike koordinacije:

- timing (sposobnost pravočasne izvedbe gibanja)
- orientacija v prostoru (sposobnost določanja in spreminjanja položaja ter gibanja telesa v prostoru in času)
- ravnotežje (sposobnost ohranjanja ali ponovnega vzpostavljanja določenega telesnega položaja v mirovanju ali gibanju (Agrež, 1993))
- agilnost (sposobnost hitrega in natančnega gibanja teniškega igralca med izvedbo teniških udarcev) –izredno pomembna pojavna oblika koordinacije, ki je pozitivno odvisna od nekaterih drugih sposobnosti (hitrosti enostavnega gibanja, eksplozivne in repetitivne moči (Kurelić, Momirović, Stojanović, Šturm, Radojević, in Viskić-Štalec, 1975))

Pomen koordinacije se kaže pri udarjanju žoge med gibanjem po igrišču, kjer je hitrost projektila visoka. V teniški igri je zelo pomembna dobra koordinacija nog, ki omogoča izvajati hitra (dobra medmišična in znotrajmišična koordinacija proženja akcijskih potencialov), pravočasna in racionalna gibanja. Prav tako je ta sposobnost pomembna pri hitrem učenju tehnike in odpravljanju napak, ki se pojavljajo pri izvajanju teniških udarcev.

Preciznost je sposobnost za natančno določitev smeri in intenzivnosti gibanja. Pri tenisu je velikega pomena sposobnost natančno izvrženega (udarjenega) projektila (žogice). Ker je hitrost žogice velika, traja dotik z loparjem vsega 3-5 ms, kar zahteva visoko preciznost. Izvedba preciznih gibanj zahteva visoko stopnjo zbranosti in je v negativni povezavi z utrujenostjo (Filipčič, 1993).

### **2.2.3.3. GIBLJIVOST**

Giblјivost je definirana kot sposobnost izvedbe gibov z maksimalno amplitudo. Glede na način izvedbe ločimo pasivno, aktivno, absolutno in relativno giblјivost (Agrež, 1993). Pri tenisu se pojavlja veliko udarcev, kjer so amplitude gibov še posebej izražene. To so: servis (lok telesa, pentlja), udarjanje nizkih in oddaljenih žog, reševanje lobov idr. Giblјivost je pomembna tudi v smislu zaščite pred poškodbami. Poleg tega sta giblјivost in mišična napetost v negativni korelaciji, kar pomeni, da večja kot je giblјivost, manjši je mišični tonus, le-to pa omogoča sproščeno in hitro izvedbo motorične naloge.

---

#### **2.2.3.4. MOČ**

Razvoja sodobnega tenisa si ne moremo predstavljati brez razvoja moči. Pri teniški igri se pojavljata dva načina naprežanja – ekscentrično-koncentrični (je najpomembnejši in najpogostejši način delovanja mišice v teniški igri) ter statični (pojavlja se predvsem v igri pri mreži). Iz tega sledi, da je predvsem hitra moč tista najpomembnejša, saj omogoča maksimalen pospešek telesa, ki se odraža v premikanju telesa v prostoru ali v delovanju na predmete (Planinšek, 1993).

#### **2.2.4. TEHNIČNO IN TAKTIČNO ZNANJE**

Tehnika je specifično gibanje ali deli gibanja, ki so izvedeni z namenom, da se v določeni športni situaciji izvede gibalna naloga (Schönborn, 1999). Tehnika torej ni sama sebi namen, ampak predstavlja najboljšo rešitev med možnimi gibanji, s ciljem optimalne taktične rešitve v določeni igralni situaciji.

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, 2005).

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 osebnostne 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, Gabler, Reetz, 1993).

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)

Taktika omogoča tenišskemu 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).

#### **2.2.4.1. IGRALNI STILI IN NJIHOVE ZNAČILNOSTI**

Glede na omenjeno ločimo štiri različne stile igranja:

##### a) Igra po vsem igrišču

Značilnosti take igre so:

- igranje igre servis – mreža v kombinaciji z igro na osnovni črti
- udarjanje žog v »mrtvi« točki (visok ritem igre)
- sposobnost pravočasnega prepoznavanja krajših žog ter prehod k mreži
- sposobnost zaključevanja točk v igrišču in pri mreži s smešem in volejem
- sposobnost napadanja kratkih žog in doseganja zaključnih udarcev
- zanesljivi osnovni udarci in retern

Takšna igra predstavlja dandanes 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, Amelie Mauresmo.

##### b) Napadalna igra z osnovne črte

Značilnost take igre so:

- učinkovit napadalni udarec s forhendom ali bekendom

- 
- dober in učinkovit servis
  - kontrola igre z osnovne črte
  - natančnost pri visokem ritmu
  - napadalen ter zanesljiv retern

Takšnega načina igranja se danes poslužuje manj igralcev kot pred leti, še vedno pa prevladuje med španskimi in južnoameriškimi igralci. Predstavniki take igre so: Rafael Nadal, Andy Murry, Nicolas Massu, Marcos Baghdatis.

#### c) Obrambna igra

Značilnosti take igre so:

- visoki topspin udarci z osnovne črte
- igralci ostajajo globoko za zadnjo črto
- visoka zanesljivost v igri z osnovne črte
- ni napadanja v igri
- dober pasing

Igralcev, ki bi bili predstavniki tovrstnega načina igranja, danes praktično ni več, saj je trend razvoja teniške igre usmerjen k napadalnosti po vsem igrišču. Je pa res, da takšen način igre zasledimo predvsem pri mlajših igralcih.

#### d) Igra servis – mreža

Značilnosti take igre so:

- učinkovit servis, ki omogoča igralcu, da nasprotnika prisili k napaki
- veliko zaključnih udarcev s servisom
- prehod k mreži po prvem in drugem servisu
- visoka uspešnost prvega voleja
- več kot tretjino pasingov nasprotnika je igralec sposoben ubraniti z volejem in doseči točko

Predstavnikov takšnega načina igranja je danes manj kot pred leti. Igro servis – mreža igralci uporabljajo predvsem takrat, kadar želijo spremeniti ritem igre ali presenetiti nasprotnika. Drugače pa lahko tipičen način igranja servis – mreža zasledimo na travnatih igralnih površinah. Predstavniki takšne igre so: Ivo Karlović, Mark Philippoussis, Nicolas Kiefer, Jürgen Melzer, John Isner.

Danes največ igralcev igra napadalno igro na osnovni črti. Ta način omogoča igralcem in igralkam napadalno igro po vsem igrišču, vključno z igro pri mreži.

---

Takšno igro dovoljujejo predvsem boljša psihofizična pripravljenost igralcev in kvalitetnejši materiali, iz katerih je teniška oprema. Predvsem pri moških je zaradi tega popolnoma »izumrla« obrambna igra, saj igralci s takšnim načinom igranja nimajo možnosti za vrhunske rezultate, še posebej zato, ker so vrhunski igralci sposobni igrati hitreje, zanesljivo in z večjim tempom. Pri ženskah je obrambni način igre še opazen, 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. S takšnim načinom igranja 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 igra servis – mreža popolnoma »izumrla« tudi na travnatih igriščih.

V današnjem tenisu so razlike med posameznimi igralnimi stili vedno manjše, ker so vsi igralci usmerjeni k napadalni igri in vsi želijo nadzorovati potek igre, vendar na različne načine. Eni igrajo žogo takoj po odskoku (Djoković), drugi uporabljajo veliko spin rotacije (Nadal), tretji variirajo hitrost, globino, rotacijo žoge (Federer), spet četrti igrajo z veliko hitrostjo (del Potro) itd. Vsi igralci imajo svoja orožja in so se tudi sposobni prilagoditi na različne igralce in igralne stile.

### **2.3. SISTEM SAGIT**

Z razvojem računalniške in video tehnologije se pojavljajo vedno nove možnosti za uporabo le-te v raziskovalne namene. V 80. letih so računalniki omogočali ročno beleženje določenih dogodkov na tekmi ter njihovo urejanje in obdelavo. Danes je mogoče s pomočjo računalnikov opraviti delno avtomatizirano obdelavo video posnetkov gibanj igralcev na tekmah. Zato bomo v nadaljevanju predstavili sledilni sistem SAGIT, ki je v raziskovanju obremenitev športnikov zelo olajšal delo raziskovalcem na športnem področju.

Ideja za vrednotenje obremenitve je povezana z opažanjem neustreznih metod treninga v procesu osnovne telesne priprave, ki se tudi na vrhunski ravni v veliki meri izvaja brez poznavanj intervalov obremenitev, kakršne se pojavljajo na tekmi. Zaradi potreb športne prakse se je porodila ideja o razvoju metodologije in merilnega sistema za vrednotenje cikličnih obremenitev med tekmo (Bon, Perš, Šibila in Kovačič, 2002).

Sodelovanje med raziskovalci Fakultete za elektrotehniko in Fakultete za šport je razvilo sistem, ki temelji na metodah umetnega vida. Ideja za razvoj merilne

---

tehnologije je nastala iz potrebe po pridobivanju natančnih in objektivnih podatkov o gibalni obremenitvi igralca med tekmo. Osnovna zahteva pri snovanju sistema je bila, da mora biti spremljanje povsem nemoteče za igralca, tako da bi se lahko uporabljal tudi na uradnih tekmah. Tako je bil zasnovan sistem za avtomatsko sledenje igralcev med tekmo – SAGIT (Bon in Šibila, 1999).

Sledilni sistem SAGIT je kratica, ki pomeni Sistem za analizo gibanja igralcev med tekmo in temelji na metodah računalniškega vida (Bon in Šibila, 1999).

Tehnologija računalniškega vida se ukvarja z metodami in algoritmi, ki služijo pridobivanju uporabne informacije iz digitalnih slik in posnetkov s pomočjo računalnika. 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 in je za raziskovalce in športnike zelo pomembno (Vučković, Perš in Dežman, 2006).

Sledilni sistem SAGIT predstavlja v kontekstu sledenja ljudi (igralcev) merilni sistem (v Vučković, 2005). Za vsak merilni sistem pa so značilne napake. Snovalci sistema so ugotovili, da na sledilni sistem delujejo različne motnje, ki 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 odklon izmerjene vrednosti od resnične vrednosti, na kvantizacijske napake, ki so posledica omejitev ločljivosti slikovnih točk uporabljenih kamer in na naključne napake, ki pa jih je težko odkriti. Poleg omenjenih napak na rezultate sledenja vplivajo tudi različni gibi igralcev, šumi pri zajemanju slike z video rekorderjem in prenosu v digitalno obliko, oddaljenost merjenca od kamere in s tem povezane večje radialne ukrivljenosti slike ter kalibracija kamere (Vučković, 2005).

Kljub napakam, ki se lahko pojavijo, pa je trenutno sistem SAGIT najbolj zanesljiv in najmanj moteč način za ugotavljanje obremenitev igralcev na tekmi.

## **2.4. DOSEDANJE RAZISKAVE V SVETU IN PRI NAS**

### **2.4.1. RAZISKAVE IGRALNIH ZNAČILNOSTI V ŠPORTNIH IGRAH**

V moštvenih športih je rezultat odvisen od mnogih med seboj odvisnih dejavnikov. Medtem, ko so nekateri dejavniki razmeroma dobro raziskani, pa je zaznati precejšnjo praznino pri raziskovanju obremenitve igralca na tekmi. V praksi se na tem področju v glavnem spremlja pogostost pojavljanja posameznih strukturnih



---

elementov igre (streli na gol, meti na koš, podaje, asistence, uspešne obrambe itd.) (Bon, Perš, Šibila, in Kovačič, 2002).

Končni cilj raziskovanja kazalcev obremenitve v športu je iskanje povezav z modelom uspešnosti na tekmovanjih najvišjih ravni. Razmerja med treningom in tekmovalno uspešnostjo so zelo zapletena. Osnovno vprašanje treninga je, kakšni sta količina in intenzivnost vadbe, ki naj bi pomenili največje možnosti za uspeh športnika na tekmovanju. Podatki o obremenitvah igralcev na tekmi naj bi predstavljali osnovo za ugotavljanje ravni napora in bili vodilo za načrtovanje procesa treninga. Neustrezna ali težko dostopna merilna tehnologija za merjenje obremenitev igralcev med uradnimi tekmami je verjeten vzrok, da obstaja razmeroma malo raziskav, ki bi govorile o obremenitvah, naporu in energijskih zahtevah med tekmo. Pomemben razlog je tudi dejstvo, da je v procesu uradnih tekmovanj težko ali nemogoče vplivati na razmere raziskave (Bon, Perš, Šibila, in Kovačič, 2002).

Raziskovalci so tako različne zmogljivosti preverjali predvsem na osnovi testov, ki so bili izvedeni v laboratorijih. Največ so uporabljali teste, ki ponazarjajo obremenitev v t.i. cikličnih športih. Rezultati takšnih testov pa lahko dajejo zgolj približno oceno vsega dogajanja v športni igri, kakršna je košarka, pri katerem se izvajajo izredno kompleksna gibanja. Tega neskladja so se mnogi zavedali in pogosto raziskovalci na področju športnih iger v svojih raziskavah opozarjajo na velike, iz kompleksnosti razmerij v športnih igrah izhajajoče težave raziskovanja (Bon, Perš, Šibila, in Kovačič, 2002).

V Sloveniji je obremenitev športnikov na tekmi prvi raziskoval Dežman (1991). Košarkarsko tekmo je posnel z video kamero in na posnetku spremljal gibanje košarkarskih sodnikov. Gibanja je zapisoval na poseben obrazec, ki je predstavljal pomanjšano košarkarsko igrišče. Za ustrezno orientacijo in hitrejše analiziranje podatkov je igrišče na obrazcu razdelil s črtami, katerih medsebojna razdalja je ustrezala enemu metru na pravem igrišču. Na koncu je dolžino gibanja sodnika seštel. Hitrost gibanja je ocenil po občutku in si pri tem pomagal z opazovanjem različnih položajev telesa pri različnih gibanjih oziroma hitrostih gibanja.

Bon (2001) je prva uporabila sistem SAGIT za preučevanje obremenitev rokometašev. Ugotavljala je uporabnost sistema in njegove merske značilnosti oziroma, kakšne napake lahko pričakujemo pri analizi gibanja igralcev rokometista. Sestavila in izvedla je preskuse ter dobljene rezultate 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 manj natančen od referenčnega sistema, vendar bolje zajame tiste elemente gibanja, ki so zanimivi za analizo gibanja med tekmo. Kljub temu je bila povezanost rezultatov visoka in 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. Na podlagi teh rezultatov je avtorica 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. Na modelni tekmi je v povprečju pot gibanja igralcev znašala 4790 m, pri čemer so vsi igralci opravili daljšo pot v prvem polčasu. Intenzivnost je bila vrednotena prek spremljanja hitrosti igralca. V ta namen so bila ciklična gibanja igralcev razdeljena v hitrostne razrede (RH), kot je prikazano v preglednici 1. Tako je bilo v aktivnem delu igre 37 % intenzivnosti gibanja znotraj 1. hitrostnega razreda, 31 % znotraj 2. hitrostnega razreda, 25 % v 3. hitrostnem razredu ter 7 % igralnega časa v 4. hitrostnem razredu.

*Preglednica 1: Hitrostni razredi (Bon, Perš, Šibila in Kovačič, 2002)*

<b>Hitrostni razred (RH)</b>	<b>Opis (poimenovanje)</b>	<b>Kriterij (hitrost)[m/s]</b>
1. RH	<i>hoja</i>	<1,4
2. RH	<i>počasen tek</i>	[1,4 – 3,0)
3. RH	<i>hiter tek</i>	[3,0 – 5,2)
4. RH	<i>šprint</i>	>5,2

Pori (2001) je z isto metodo sledenja igralcev preučeval obremenitev rokometišev na šestih modelnih tekmah, kjer je bil čas trajanja polčasa na vseh tekmah enak in je znašal 20 min. Ugotavljal je razlike med kategorijami igralcev (kadeti, mladinci in člani) v poti in intenzivnosti gibanja. Povprečna pot gibanja na članskih tekmah je znašala 3520 m, pri mladincih 3297 m in pri kadetih 3058 m. Prav tako je bila intenzivnost gibanja na tekmah članov najvišja in je v povprečju znašala 1,45 m/s, pri mladincih je znašala 1,37 m/s, pri kadetih pa 1,27 m/s. Ugotovil je tudi, da obstajajo v nekaterih primerih statistično značilne razlike v poti in intenzivnosti gibanja med igralci, ki igrajo na različnih igralnih mestih, kot tudi med igralci na istih igralnih mestih, vendar v različnih starostnih kategorijah. Razlike v poti gibanja igralcev na različnih igralnih mestih je pripisal njihovim izhodiščnim položajem, razlike v intenzivnosti gibanja pa stopnji oziroma ravni razvitosti določenih motoričnih sposobnosti.

Za opazovanje enega igralca med nogometno tekmo je Ohashi et al. (1988) uporabil dve kameri, ki sta bili medsebojno povezani s potenciometrom. Na tak način so nato merili kote in njihove rotacije pri sledenem igralcu. Iz kotnih podatkov so z računalnikom izračunali igralčev položaj in hitrost gibanja (Vučković, 2002).

---

## 2.4.2. RAZISKAVE S PODROČJA IGER Z LOPARJEM

Sledilni sistem SAGIT je bil uporabljen tudi 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. Vučkovič (2002) je preučeval merske značilnosti in uporabnost sistema SAGIT/Squash. Z različnimi preskusi je ugotavljal natančnosti izmerjenega položaja, hitrosti in poti pri popolnoma mirujočem in pri 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. V nadaljevanju je sledila še nadgradnja tega sistema, ki je tako dovolj natančno določil položaj udarcev v dvodimenzionalnem prostoru (Vučkovič, Perš in Dežman, 2006).

Hughes in Franks sta skušala ugotoviti, katere so tiste prednosti, zaradi katerih je Jahangir Khan tako dolgo prevladoval na squash sceni. Rezultati raziskave so pokazali, da je bil povprečni pospešek v posamezni aktivni fazi omenjenega igralca precej višji (do 50 %) od njegovih nasprotnikov.

Hughes in Robertson (1998) sta v svoji raziskavi poleg mnogih kazalcev proučevala tudi obseg gibanja igralcev v posamezni aktivni fazi. Nekoliko presenetljivo sta ugotovila, da je povprečna razdalja v posamezni aktivni fazi znašala 13,52 metrov. Razdalja je za poldrugi meter daljša od razdalje, ki sta jo v svoji raziskavi dobila Hughes in Franks (1994), vendar so v tem primeru vzorec merjenec sestavljali najboljši igralci squasha v tistem času. Na žalost v nobeni od raziskav nismo zasledili podatka o skupnem obsegu gibanja v posameznem nizu in celi tekmi.

O tem lahko sklepamo na osnovi preračunavanja nekaterih drugih podatkov, kot sta že omenjena povprečna razdalja v aktivni fazi in povprečno število aktivnih faz v nizu (teh je bilo 269). Produkt teh dveh vrednosti bi podal povprečno razdaljo, ki jo igralec opravi v enem nizu. Tako izračunani povprečni obseg gibanja v enem nizu znaša 351,5 metrov (Vučkovič, 2002).

Hughes in Franks (1994) sta ugotavljala razlike med zmagovalci in poraženci v dolžini poti lateralnih in longitudinalnih gibanj ter v povprečni hitrosti gibanj štirih kakovostno različnih skupin squash igralcev. Pri tem sta upoštevala povprečne vrednosti zadnjih desetih sekund posamezne aktivne faze v prvih treh odigranih nizih. Povprečne hitrosti gibanj za posamezne kakovostne skupine so se gibale od 1,47  $\text{ms}^{-1}$  pri najslabših igralcih do 1,98  $\text{ms}^{-1}$  pri najboljših igralcih. Ugotovila sta, da je bila povprečna hitrost gibanj poražencev v treh skupinah statistično značilno višja od povprečne hitrosti gibanj zmagovalcev. Dolžina poti longitudinalnih gibanj

---

poražencev je bila prav tako statistično značilno višja kot pri zmagovalcih v vseh kakovostnih skupinah.

### **2.4.3. RAZISKAVE NA PODROČJU TENISA**

Höhm (1987) je že pred več kot 20 leti spremljal načine gibanja v posameznem delu teniške igre. Ugotovil je, da se je igralec največkrat gibal naprej (47 %) in v stran (48 %). Preostali del gibanja (5 %) so igralci izvajali v vzratnem gibanju. Potrebno je omeniti, da je avtor načine gibanja ocenjeval na zelo preprost način. Vsako gibanje je opredelil s frekvenco pojavljanja in te prevedel v odstotke. Predvidevamo, da je bilo s takim postopkom narejenih veliko napak, zato moramo biti pri interpretaciji podatkov pazljivi. Še bolj smo zadržani pri navajanju rezultatov o pretečeni razdalji. Ugotovil je, da je v posameznem nizu igralec pretekel 850 metrov, kar pri tekmi, ki traja 5 nizov, znaša 4250 metrov. Pri vsakem udarcu je igralec pretekel 3 metre, v eni aktivni fazi pa 8-12 metrov. Avtor je pretečene razdalje ocenjeval na podlagi video posnetka in približne ocene pretečene razdalje.

Raziskava, narejena na podlagi ženskega teniškega dvoboja, ki je trajal tri nize (6:1, 2:6, 6:4) oziroma 82 minut, je pokazala, da je pretečena razdalja igralke znašala 6.932 m (Suda, Michikami, Sato & Umabayashi, 2003).

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 so vključili 12 teniških igralcev in 12 teniških igralk v starosti do 14 let, ki so tekmovali na državnem prvenstvu Slovenije v tenisu leta 2006. 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, z nadgradnjo sistema bo možno pridobivati podatke, ki bodo časovne in prostorske narave, možna pa bo tudi analiza izvedbe in učinka posameznega teniškega udarca v igri (Filipčič, 2008).

Leta 2007/2008 je Tjaša Filipčič naredila raziskavo v sistemu SAGIT/Tenis. V svojem doktorskem delu se je posvetila igralnim značilnostim gibalno oviranih v tenisu na vozičku in njihovim vplivom na uspešnost igranja. V okviru časovnih značilnosti je bilo ugotovljeno, 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 0-5 s) je bilo zaključenih 70 % vseh zaključenih aktivnih faz. Igralec je povprečno prevozil 613 m na celotni tekmi, 46,16 m v igri in 6,11 m v posamezni aktivni fazi. 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). Več poti opravijo na bekend strani kot na forhend strani. Zelo malo gibanja smo zasledili blizu mreže. Zasledeno 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).

## **2.5. RAZISKAVE S SISTEMOM SAGIT**

Sistem SAGIT je izjemna pridobitev za preučevanje obremenitev športnikov, vendar 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 vidika tehnično-taktičnih kazalcev, ki med drugim tudi vplivajo na obremenitev igralcev (Vučkovič 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. Absolutna prioriteta je bila predvsem praktična uporabnost sistema za analize v športu. Sistem je bil zasnovan za dvoranske športe (kjer je možno kamere namestiti na fiksno mesto na stropu), vendar tokrat s podporo za veliko število različnih športnih iger. Sistem še vedno zahteva razmeroma majhno investicijo v opremo (Vučkovič idr., 2006).

Nova generacija sistema je prinesla veliko sprememb. Metode prenosa posnetkov v digitalno obliko so bile poenostavljene in s tem bolj dostopne do samih uporabnikov. Kalibracija je sedaj enostavnejša in bistveno hitrejša in prav tako jo lahko izvedejo uporabniki sami. Največje spremembe so doživeli algoritmi sledenja, ki so sedaj po

---

eni strani bistveno bolj kompleksni, prilagodljivi in do neke mere sami odpravljajo svoje napake. Vsa kompleksnost sistema je 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 (Vučkovič idr., 2006).

Sistem premore tudi vmesnik za pregled, grafični prikaz ter izvoz podatkov v druge aplikacije.

S tem se razvoj sistema ni ustavil, saj še naprej izboljšujejo algoritme za obdelavo pridobljenih podatkov, ki bi omogočili prepoznavanje aktivnosti, avtomatsko iskanje znanih aktivnosti, avtomatsko označevanje in segmentiranje tekem (Erčulj, Vučkovič, Perš, Perše in Kristan, 2007).

---

### **3. CILJI**

Cilji diplomske naloge:

1. Primerjava povprečnih hitrosti
2. Primerjava maksimalnih hitrosti
3. Primerjava pretečenih poti

---

#### 4. HIPOTEZE

1. Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v povprečni hitrosti gibanja igralca v aktivnem delu igre.
2. Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v maksimalni hitrosti gibanja igralca v aktivnem delu igre.
3. Med zmagovalci in poraženci obstajajo statistično značilne razlike v opravljeni poti v aktivnem delu igre.



---

## 5. METODE DELA

### 5.1. VZOREC TEKEM

V vzorec je bilo vključenih 6 tekem iz državnega prvenstva Slovenije za dečke do 14 let. Tekmovanje se je odvijalo pozimi, v dvorani teniškega kluba Triglav Kranj, leta 2006.

### 5.2. VZOREC IGRALCEV

V raziskavo je bilo vključenih 9 igralcev, od katerih se en igralec pojavi v treh dvobojih, en igralec se pojavi v dveh dvobojih, sedem pa se jih pojavi v enem dvoboju.

### 5.3. VZOREC SPREMENLJIVK

#### 5.3.1. HITROSTNE SPREMENLJIVKE

S pomočjo sistema SAGIT/Tenis bomo izbrali naslednje podatke:

*Preglednica 2: Izbrani kazalci hitrosti v igri*

OZNAKA SPREMENLJIVK	OPIS SPREMENLJIVK	MERSKA ENOTA
PH	POVPREČNA HITROST GIBANJA	m/s
MAXH	MAKSIMALNA HITROST GIBANJA	m/s

Povprečna hitrost gibanja pomeni povprečno hitrost gibanja igralcev v aktivni fazi igre. Maksimalna hitrost pa pomeni najvišjo hitrost igralca v aktivni fazi.

#### 5.3.2. SPREMENLJIVKA O PRETEČENI POTI IGRALCEV

S pomočjo sistema SAGIT/Tenis bomo zbrali naslednje podatke:

*Preglednica 3: Izbrani kazalci poti gibanja*

OZNAKA SPREMENLJIVKE	OPIS SPREMENLJIVKE	MERSKA ENOTA
POT	OPRAVLJENA POT V AKTIVNEM DELU IGRE	M

---

### 5.3.3. HITROSTNI RAZREDI

Hitrost gibanja bomo razdelili po naslednjem ključu (Bon, 2001):

*Preglednica 4: Hitrostni razredi gibanja*

HITROSTNI RAZRED	OPIS
1	hoja – hitrost do 1,4 m/s
2	počasen tek – hitrost od 1,4 m/s do 3 m/s
3	hiter tek – hitrost od 3 m/s do 5,2 m/s
4	šprint – hitrost nad 5,2 m/s

### 5.4. METODE ZBIRANJA IN OBDELAVE PODATKOV

Podatke o obremenitvi igralcev na tekmi smo zbrali s sledilnim sistemom SAGIT/Tenis. Sistem je sestavljen iz več modulov.

Prvi modul je modul za zajemanje podatkov, ki omogoča zajem video zapisa. Uporabili smo dve video kameri, ki sta bili pritrjeni na strop teniške dvorane v Kranju. Vsaka kamera je pokrivala polovico igralnega polja, pri čemer sta se vidni polji deloma prekrivali. S pomočjo teh dveh kamer in dveh DVD snemalnikov smo tekmo posneli na DVD plošči. Ko je bila tekma posneta, je bilo potrebno oba posnetka pretvoriti v digitalno obliko. To smo naredili s pomočjo programa DVDx. Preden sta bila posneteka uporabna za nadaljnjo obdelavo, ju je bilo potrebno sinhronizirati, tako da sta bili sledilniku na voljo sliki, ki sta zajeti z obema kamerama v istem trenutku.

Drugi modul za sledenje igralcu ima dve ravni. Prvo raven, ki je uporabniku skrita, sestavljajo algoritmi za dekodiranje M-JPEG slik, sledenje igralca ter izračun pozicije igralca. Drugo raven predstavlja uporabniški vmesnik programa, ki omogoča pregled nad delovanjem algoritma sledenja, nastavljanje parametrov metod sledenja, vnašanje začetnih pozicij igralca z miško in ponoven zagon sledenja, če nastane napaka (Pori, 2001). Med procesom sledenja se večkrat pripeti, da sledilnik izgubi sled, zato je potrebno takrat zaustaviti sledenje, se vrniti na posnetek, kjer je sledilnik izgubil sled za igralcem ter ga z miško ponovno označiti in nadaljevati s sledenjem.

Tretji modul je modul za tehnično-taktične aktivnosti. To je dodatni modul, ki ga je razvila nova generacija, in se ukvarja s sistemom za analizo gibanja med tekmo. Omogoča nam, da poleg podatkov o gibanju igralca dobimo tudi statistične podatke o tekmi. Uporabili smo ga, ko so bile vse tekme posledene. S tem modulom smo skozi celotno tekmo najprej označili faze igre (aktivna, pasivna in »time-out« – čas med menjavo strani ali menjavo servisa). Nato smo s tem modulom označevali še tehnične elemente igralcev. To smo storili tako, da smo vsak udarec posebej označili,

---

ga poimenovali (npr. forhend, top spin, ...) ter poleg tega navedli še efekt udarca (dobra, avt, mreža, zaključni udarec).

Četrty modul za prikaz podatkov nam je omogočil prikaz podatkov, ki so bili pridobljeni s sledenjem. Modul omogoča prikaz trajektorij igralca, hitrostne razrede, v katerih se je igralec gibal, graf hitrosti in pospeškov igralca, ter graf pogostosti gibanja in zadrževanja igralca v določenih območjih igrišča. Poleg tega nam omogoča, da vse podatke sledenja shranimo v tekstovno datoteko, ki je primerna v večini programov za obdelavo preglednic ter kasnejše statistične obdelave obremenitev v celoti in po delih.

S programom SAGIT/Tenis smo zbrali podatke o poti in hitrosti posameznih igralcev v aktivnem in pasivnem delu igre. Vse podatke smo obdelali na ravni celotne tekme in za posamezno četrtino. Iz teh podatkov smo izračunali povprečno pot in hitrost gibanja igralcev ter delež časa, znotraj katerega se je igralec gibal s hitrostjo, ki pripada posameznim hitrostnim razredom.

---

## 6. REZULTATI IN RAZLAGA

To poglavje je razdeljeno na več podpoglavij, ki si sledijo v logičnem zaporedju. Najprej bomo predstavili rezultate opisne statistike za vse tekme skupaj, nato bomo prikazali rezultate opisne statistike ločeno za zmagovalce in poražence, v tretjem delu pa bomo prikazali še rezultate analize variance med skupinama zmagovalcev in poražencev.

### 6.1. ELEMENTI SPREMLJANIH KARAKTERISTIK ZA VSE TEKME SKUPAJ

Analizo povprečne hitrosti, maksimalne hitrosti in opravljene poti smo najprej opravili za vse tekme skupaj (n=12).

*Preglednica 5: Elementi spremljanih karakteristik za povprečno in maksimalno hitrost ter opravljene poti gibanja za vse tekme skupaj*

SPREMENLJIVKA	N	MIN	MAX	POVPR.VRED.	ASIM	SPLO
PH	12	1,10	1,42	1,23	0,54	<b>-1,09</b>
MAXH	12	4,47	7,93	5,68	<b>1,38</b>	<b>2,39</b>
POT	12	1250,81	3242,11	2208,15	0,05	-0,33

Legenda: PH – povprečna hitrost, MAXH – maksimalna hitrost, POT – opravljena pot v aktivnem delu igre

#### 6.1.1. POVPREČNA HITROST GIBANJA ZA VSE TEKME V AKTIVNI FAZI

Povprečna hitrost gibanja v aktivni fazi je bila 1,23 m/s. Vrednost spada v prvi hitrostni razred, ki je opredeljen kot hoja. Vrednost je nižja, kot jo je ugotovil Ambrožič (2008) pri košarki. Tam je bila ugotovljena povprečna hitrost za vse igralce približno 1,82 m/s. Razloge lahko iščemo v tem, da tenis poteka na manjšem prostoru in zato visoke hitrosti trajajo manj časa. Razlika med maksimalno povprečno hitrostjo, ki je 1,42 m/s, in minimalno povprečno hitrostjo, ki je 1,10 m/s, je približno 23 %. Pri povprečni hitrosti lahko opazimo izraženo sploščenost.

#### 6.1.2. MAKSIMALNA HITROST GIBANJA ZA VSE TEKME V AKTIVNI FAZI

Maksimalna hitrost gibanja v aktivni fazi je bila 5,68 m/s. Ta vrednost spada v četrti hitrostni razred, ki je opredeljen kot šprint. Razlika med maksimalno hitrostjo, ki je 7,93 m/s, in minimalno hitrostjo, ki je 4,47 m/s je približno 44 %. Pri maksimalni hitrosti je očitna izraženost asimetrije v levo, torej v smeri višjih vrednosti. Zelo jasno pa je pri tej spremenljivki izražena tudi koničavost.

### 6.1.3. POT, OPRAVLJENA V AKTIVNI FAZI

Povprečna opravljena pot je bila 2208,15 m. Minimalna dolžina opravljene poti je bila 1250,81 m, maksimalna dolžina opravljene poti pa 3242,11 m, kar pomeni razliko med njima približno 61 %.

### 6.2. ELEMENTI SPREMLJANIH KARAKTERISTIK LOČENO ZA ZMAGOVALCE IN PORAŽENCE

Pri tej statistiki lahko opazimo manjšo razliko med zmagovalci in poraženci pri vseh treh spremenljivkah. Povprečna hitrost zmagovalcev je 1,26 m/s, pri poražencih pa 1,21 m/s, kar pomeni približno 4 % višjo povprečno hitrost pri zmagovalcih. Ta razlika je sicer majhna vendar pomembna, saj kaže na to, da je zmagovalec v povprečju nekoliko hitrejši od poraženca. Z vidika celotne tekme in velikega števila akcij lahko to pomeni pomembno razliko med zmagovalci in poraženci. Maksimalna hitrost zmagovalcev je 5,96 m/s, pri poražencih pa 5,40 m/s, kar pomeni nekaj več kot 9% višjo maksimalno hitrost pri zmagovalcih. Pokazalo pa se je tudi, da so zmagovalci opravili za približno 2 % daljšo pot kot poraženci. Zmagovalci so opravili 2227,19 m, poraženci pa 2189,11 m.

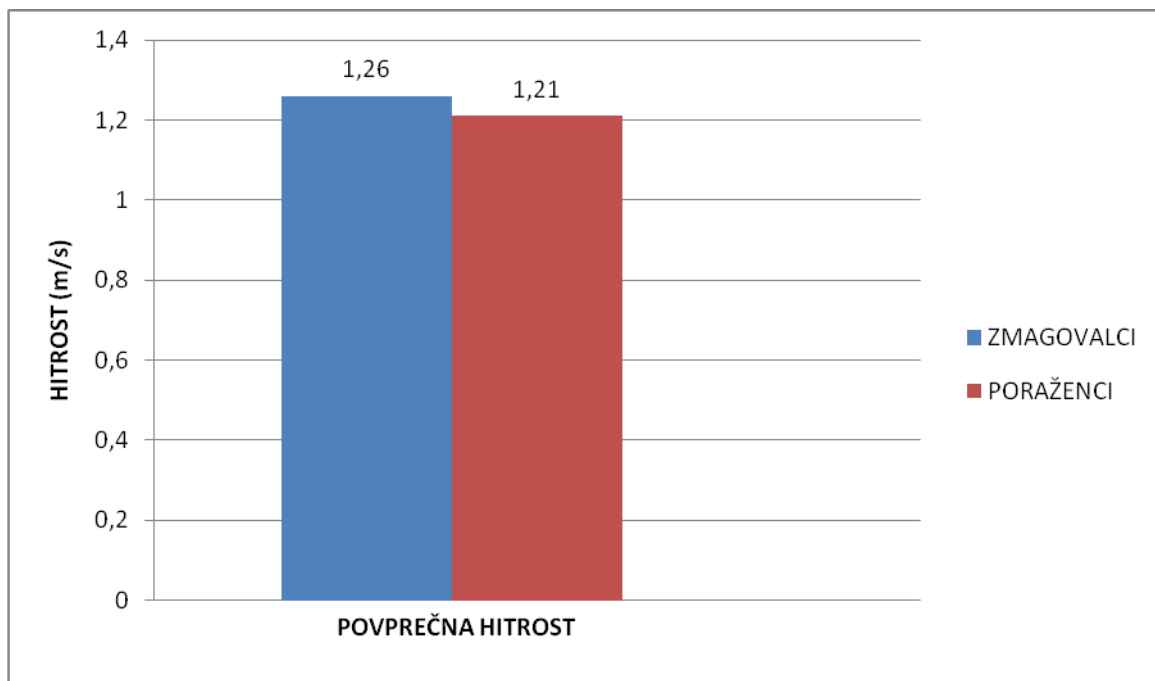
Večja povprečna hitrost in večja maksimalna hitrost pri zmagovalcih je pričakovana, ker sta le-ti za uspešno igro zelo pomembni. Res pa je, da v tem primeru nista bili ključnega pomena, saj je bila razlika med zmagovalci in poraženci dokaj majhna.

Glede na to, da so bile vse tri spremenljivke pri zmagovalcih nekoliko večje, lahko, poleg tega, da so le-ti bolj fizično pripravljene, sklepamo tudi, da so bolj borbeni.

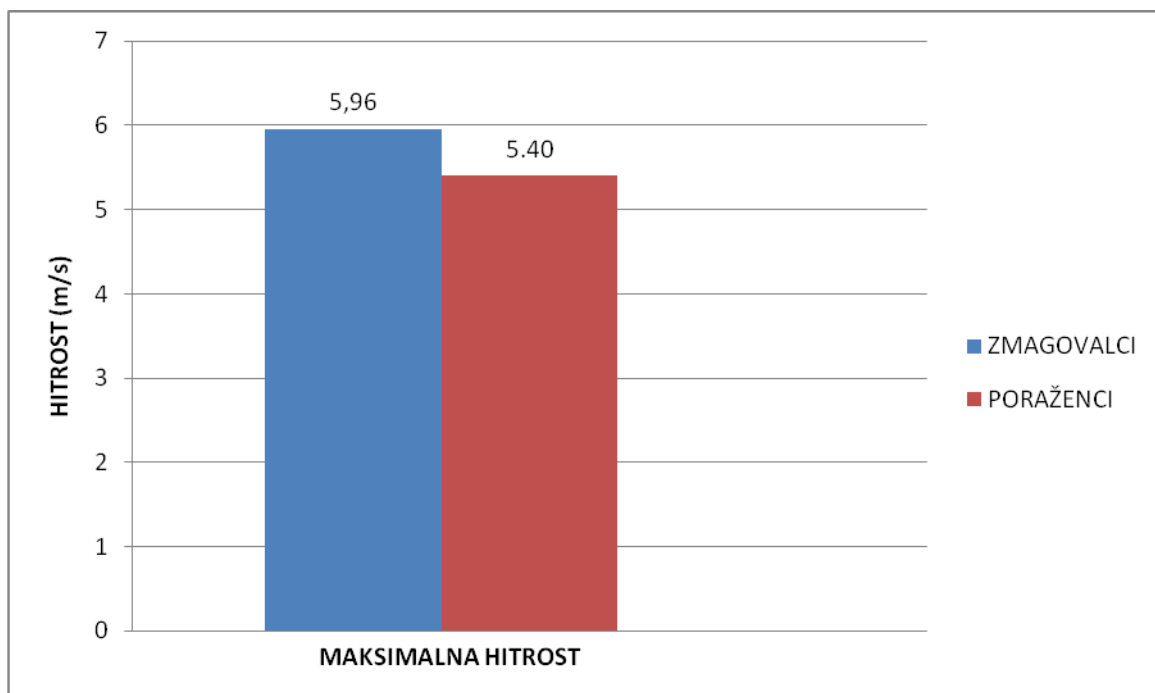
*Preglednica 6: Elementi spremljanih karakteristik za povprečno in maksimalno hitrost ter opravljene poti gibanja ločeno za zmagovalce in poražence*

SPREMENLJIVKA	N	POVPREČNA VREDNOST
PH ZMAGOVALCA	6	1,26 m/s
PH PORAŽENCA	6	1,21 m/s
MAXH ZMAGOVALCA	6	5,96 m/s
MAXH PORAŽENCA	6	5,40 m/s
POT ZMAGOVALCA	6	2227,19 m
POT PORAŽENCA	6	2189,11 m

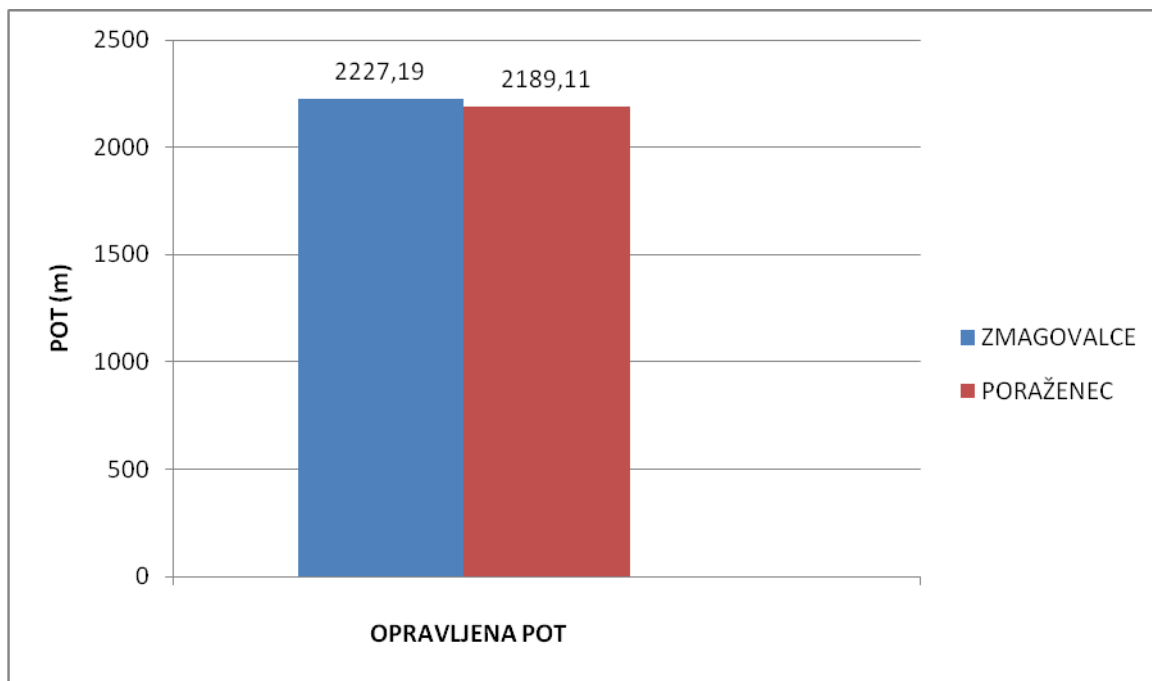
Legenda: PH – povprečna hitrost, MAXH – maksimalna hitrost, POT – opravljena pot v aktivnem delu igre



Graf 8: Primerjava povprečne hitrosti med zmagovalci in poraženci



Graf 9: Primerjava maksimalne hitrosti med zmagovalci in poraženci



Graf 10: Primerjava opravljene poti med zmagovalci in poraženci

### 6.3. ELEMENTI SPREMLJANIH KARAKTERISTIK MED SKUPINAMA ZMAGOVALCEV IN PORAŽENCEV

Preglednica 7: Elementi spremljanih karakteristik za povprečno in maksimalno hitrost ter opravljene poti gibanja med skupinama zmagovalcev in poražencev

SPREMENLJIVKA	SIG
PH	<b>0,000</b>
MAXH	<b>0,042</b>
POT	0,863

Legenda: PH – povprečna hitrost, MAXH – maksimalna hitrost, POT – opravljena pot v aktivnem delu igre

Vrednosti analize variance pri povprečni in maksimalni hitrosti potrjujejo statistično značilne razlike med skupinama zmagovalcev in poražencev. Pri opravljeni poti pa analiza variance te statistično značilne razlike ne potrjuje. To nam dokazuje, da predvsem povprečna in maksimalna hitrost v aktivnem delu igre vplivata na rezultat tekme. Tudi Filipčič, Perš in Klevišar (2006) so spremljali pretečeno razdaljo v teniški igri in ugotovili, da ni statistično značilne razlike med zmagovalci in poraženci. Čeprav takrat sistem še ni dopuščal razdelitve igre na aktivno in pasivno fazo in so opazovali tako imenovano bruto pretečeno pot v teniški igri, so dobili podobne rezultate.

To, da so bile vse tri spremenljivke pri zmagovalcih višje kot pri poražencih, lahko pripišemo boljšim psihofizičnim lastnostim zmagovalcev, kot so:

- 
- višja potencialna hitrost
  - boljša tehnika teka (gibanja)
  - višja štartna hitrost
  - posredno predvidena bolj razvita nevromišična moč

Glede na dobljene rezultate **H1** in **H2** lahko potrdimo, ker statistično značilna razlika med zmagovalci in poraženci obstaja. **H3** pa, glede na to da statistično značilna razlika ne obstaja, ne moremo potrditi.



---

## 7. SKLEP

Pri tenisu je preučevanje obremenitev na tekmah zaradi kompleksnosti te športne igre in težko dostopne tehnologije za merjenje obremenitev zelo zahtevno in zamudno delo, kar je verjetno tudi glavni vzrok za relativno malo raziskav na področju tenisa v smeri preučevanja obremenitve igralcev med samo tekmo. Nova tehnologija sistema SAGIT nam omogoča raznovrstno in poglobljeno analiziranje podatkov različnih aktivnosti (obremenitev) in tehnično-taktičnih aktivnosti igralcev med tekmo. To pa lahko vpliva na hitrejši razvoj tenisa predvsem z vidika učinkovitejšega procesa treniranja.

V tej nalogi je bila, s pomočjo sledilnega sistema SAGIT, opravljena analiza sedmih različnih igralcev na šestih tekmah. Narejena je bila primerjava rezultatov v maksimalni hitrosti, povprečni hitrosti in poti gibanja med zmagovalci in poraženci.

V prvi hipotezi **H1** smo predpostavili, da obstajajo statistično značilne razlike med zmagovalci in poraženci pri povprečni hitrosti gibanja v aktivnem delu igre. Ugotovljeno je bilo, da so zmagovalci v povprečju za približno 4 % hitrejši od poražencev, kar z vidika celotne tekme in velikega števila akcij lahko pomeni pomembno razliko. Ker je bilo ugotovljeno, da statistično značilne razlike pri tej spremenljivki obstajajo, lahko hipotezo **H1** potrdimo.

V drugi hipotezi **H2** smo predpostavili, da obstajajo statistično značilne razlike med zmagovalci in poraženci pri maksimalni hitrosti v aktivnem delu igre. Ugotovljeno je bilo, da so zmagovalci v povprečju za približno 9 % hitrejši od poražencev, kar je lahko pri točkah, kjer je zelo pomembna hitrost, ključnega pomena za to, da igralec dobi ali izgubi točko. Ker je bilo ugotovljeno, da statistično značilne razlike pri tej spremenljivki obstajajo, lahko hipotezo **H2** potrdimo.

V tretji hipotezi **H3** smo predpostavili, da obstajajo statistično značilne razlike med zmagovalci in poraženci pri opravljeni poti v aktivnem delu igre. Ugotovljeno je bilo, da so zmagovalci v povprečju opravili za približno 2 % daljšo pot v aktivnem delu igre. Ker je bilo ugotovljeno, da statistično značilne razlike pri tej spremenljivki ne obstajajo, hipoteze **H3** ne moremo potrditi.

Podatki te raziskave so bili pridobljeni na šestih tekmah, v vzorec pa je bilo vključenih sedem igralcev. Glede na število vključenih igralcev te rezultate težko posplošujemo, kajti če bi to hoteli, bi moralo biti število vključenih igralcev in število odigranih tekem veliko večje. Kljub nenehnim izboljšavam sistema SAGIT je pot do končnih podatkov sledenja zahtevna in zamudna. Poleg tega zahteva delo s tem sistemom tudi strokovno pomoč vsaj pri pripravi posnetkov za sledenje, zato bi raziskave na večjem številu tekem potekale precej časa.

---

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.

V bodoče bi bilo potrebno usmeriti raziskave v smer, kjer bi bilo mogoče, poleg sledenja s sistemom SAGIT, v raziskavo vključiti tudi fiziološke kazalce napora, kot sta frekvenca srca in vsebnost laktata v krvi. To bi omogočalo preučevanje obremenitve v celoti. Vendar se zavedamo, da se v takšnem pristopu pokaže problem predvsem pri merjenju fizioloških kazalcev, saj bi s tem motili igralce med samo tekmo, kar pa bi slabo vplivalo na njihovo koncentracijo na tekmi. Zato je pomembno, da se tehnologija uporablja tako, da čim manj posega v samo tekmo in da ne moti igralcev ter da se ti lahko osredotočijo predvsem na igro, kar je pri vrhunskih igralcih izrednega pomena. Kljub temu je potrebno najti pot, kako bi pridobljene podatke o obremenitvah igralcev na tekmi lahko prenesli v teorijo športnega treniranja ter v optimalno pripravo športnika na tekmovanju.

Rezultati v raziskavi bi lahko pomagali pri nadaljnjih raziskavah na tem področju, vendar bi bilo potrebno v prihodnosti, seveda s pomočjo še boljših sistemov, take raziskave razširiti na večje število tekem in igralcev ter tudi še natančnejšim rezultatom.

---

## 8. LITERATURA

Agrež, F. (1993). *Motorične sposobnosti človeka*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Bon, M., Šibila, M. (1999). *SAGIT – Sistem za analizo gibanja rokometaša med tekmo z uporabo metod računalniškega vida. 1. del*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Bon, M. (2001). *Kvantificirano vrednotenje obremenitev in spremljanje frekvence srca igralcev rokometu med tekmo*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Bon, M., Perš, J., Šibila, M. in Kovačič, S. (2002). *Analiza gibanja igralca med tekmo*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Bornemann, R., Gabler, H., Reetz, J. (1993). *Tenis: od začetnika do mojstra*. Ljubljana: Mladinska knjiga.

Bunc, V., Dlouha, R., Höhm, J. & Safarik, V. (1990). *Testova baterie pro hodnoceni urivne telesne pripravenosti mladyh tenistu. Teorie a Praxe telesne Vychovy 38 (4) str. 194 - 203.*

Cvetko, D. (1995). *Struktura teniške igre v dvobojih igralcev različnih spolov*. Diplomatska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Dežman, B. (1991). *Obseg in intenzivnost sodnikovega gibanja na košarkarski temi*. Šport, 39 (4), str. 11 – 13.

Erčulj, F., Vučković, G., Perš, J., Perše, M., Kristan, M. (2007). *Razlike v opravljeni poti in povprečni hitrosti gibanja med različnimi tipi košarkarjev*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Ferjan, R. (2001). *Primerjava igralnih značilnosti finalnih dvobojev odprtega teniškega prvenstva ZDA in Avstralije v letih 2000 in 2001*. Ljubljana: Fakulteta za šport

Filipčič, A. (1993). *Zanesljivost in veljavnost izbranih motoričnih testov v tenisu*. Magistrska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport, str. 90.

Filipčič, A. (1999). *Tenis: učenje*. Ljubljana: Fakulteta za šport

Filipčič, A. (2002). *Tenis – treniranje*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Filipčič, A. (2005). *Tenis – predavanja*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

---

Filipčič, A. Perš, J. 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.

Hughes, M. & Franks, I.M. (1994). *Dynamic patterns of movement of squash players of different standards in winning and losing rallies*. *Ergonomics* 37 (1) 23 - 29.

Hughes, M., Robertson, C. (1998). *Using computerised national analysis to create a template for elite squash and its subsequent use in designing hand notation system for player development*. V *Science and Racket Sports II* (edited by T. Reilly, M.D. Hughes, A. Lees and I. Maynard).

Höhm, J. (1987). *Tennis play to win the Czech way*. SPB Toronto. 336 str.

Klemenc, A. (1997). *Sto let tenisa na Slovenskem*. Monografska publikacija. Radomlje: Teniški klub.

Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Đ., Viskuč-Štalec, N. (1975). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine*. Beograd: Institut za naučna istraživanja, Fakultet za fizičko vaspitanje.

Ohashi, J., Togari, H., Isokawa, M. & Suzuki, S. (1988). *Measuring movement speeds and distances covered during soccer matchplay*. V: T. Reilly A. Lees K. Davids and W. Murphy. (ur.) *Science and Football*. E & FN Spon London (str. 329 – 333).

Planinšek, T. (1993). *Analiza elementov teniške igre in časovnih kazalcev v finalnih dvobojih na odprtem prvenstvu Francije in ZDA v letu 1993*. Ljubljana: Fakulteta za šport, str. 101.

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.

Schönborn, R. (1999). *Advanced Techniques for Competitive Tennis*. Aachen: Meyer und Meyer.

---

Suda, K., Michikami, S., Sato, Y. & 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.

Šket, G. (2004). *Primerjava funkcionalnih sposobnosti članskih ekip NK Triglav in NK Stojnci*. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za šport

Ušaj, A. (2003). *Osnove športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

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., Perš, J., Dežman, B. (2006). *Razvoj avtomatskega sledenja gibanj igralcev na tekmah in obdelave izbranih podatkov*. Ljubljana: Fakulteta za šport.